



**GEOKON**

WWW.GEOKON.HR

Projektantski ured: **Geokon-Zagreb d.d.**  
ZAGREB, Starotrjnanska 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: **Ustava Šišljavić (Etapa 4)**

Lokacija: **Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić**

Naziv mape: **Ustava Šišljavić – Geotehnički dio**

Razina razrade: **Glavni projekt**

Strukovna odrednica: **Građevinski projekt**

Zajednička oznaka projekta (ZOP): **089.04**

Oznaka mape: **G3-O89.04.01-G04.0.**

R. br. mape: **2**

Glavni projektant:

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

Projektant:

**Ivan Mihaljavić, dipl.ing.građ.**  
br. upisa G 3785

Revizija / izdanje: **0**

Predsjednik uprave:

**Renato Lisica, dipl. ing. rud.**

Mjesto, datum: **Zagreb, 2.12.2024.**

## OVJERA PROJEKTA OD STRANE OVLAŠTENIH REVIDENATA

Investitor :	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220
Projektantski ured :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjnjska 16a
Građevina :	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupa i Dobri i retenciji Kupčini
Projektirani dio građevine:	Ustava Šišljavić (Etapla 4)
Lokacija :	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić
ZOP :	089.04
Oznaka mape :	G3-O89.04.01-G04.0.



## PREGLEDNA STRANICA

<b>Investitor:</b>	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220, OIB 28921383001		
<b>Projektantski ured:</b>	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnrjanska 16a, OIB 61600467614		
<b>Građevina:</b>	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini		
<b>Projektirani dio građevine:</b>	Ustava Šišljavić (Etapa 4)		
<b>Lokacija:</b>	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić		
<b>Naziv mape:</b>	Ustava Šišljavić – Geotehnički dio		
<b>Razina razrade:</b>	Glavni projekt	<b>Strukovna odrednica:</b>	Građevinski projekt
<b>Zajednička oznaka projekta (ZOP):</b>	089.04	<b>Oznaka mape:</b>	G3-O89.04.01-G04.0.
<b>R.br. mape:</b>	2		
<b>Oznaka Geokon-Zagreb:</b>	E-103-22-08	<b>Oznaka ugovora:</b>	U-103-22-01
<b>Glavni projektant:</b>	Nenad Heček, dipl. ing. građ. br. upisa G 2995		
<b>Projektant:</b>	Ivan Mihaljavić, dipl.ing.građ. br. upisa G 3785		
<b>Suradnici:</b>	Marko Kaić mag.ing.aedif. Fran Miljković, struč. spec. ing. aedif. Mario Sudžuka, ing. građ. Silvija Miloš, mag.ing.aedif. Tomica Tomčić, teh.crt. Ivica Kovačić, struč.spec.ing.sec.		
<b>Pregledao:</b>	Goran Grget, dipl. ing. građ.		
<b>Predsjednik uprave:</b>	Renato Lisica, dipl. ing. rud.		
<b>Revizija / izdanje:</b>	0		
<b>Mjesto i datum:</b>	Zagreb, 2.12.2024.		



## POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA

Investitor:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220
Građevina:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupa i Dobri i retenciji Kupčini
Glavni projektant :	Nenad Heček, dipl. ing. građ.
ZOP:	089.04

r.br. mape	Oznaka mape	Naziv mape	Projektanti	Tvrtka Projektanta
1	G3-O89.04.01-G01.0	Ustava Šišljavić – Opći dio	Nenad Heček, dipl. ing. građ.	Elektroprojekt d.d.
<b>2</b>	<b>G3-O89.04.01-G04.0</b>	<b>Ustava Šišljavić – Geotehnički dio</b>	<b>Ivan Mihaljević, dipl. ing. građ.</b>	<b>Geokon-Zagreb d.d.</b>
3	G3-O89.04.01-G02.0	Ustava Šišljavić – Građevinski dio	Nenad Heček, dipl. ing. građ.	Elektroprojekt d.d.
4	G3-O89.04.01-G03.0	Ustava Šišljavić – Konstrukcija	Edita Bilalić, mag.ing.aedif.	Elektroprojekt d.d.
5	A3-O89.04.01-G04.0	Ustava Šišljavić – Arhitektonski dio	Jerko Ćorluka, dipl.ing.arh.	Elektroprojekt d.d.
6	S3-O89.04.01-S05.0	Ustava Šišljavić – Strojarski dio	Zlatko Kuntić, dipl.ing.stroj	Elektroprojekt d.d.
7	E3-O89.04.01-E01.0	Ustava Šišljavić – Elektrotehnički dio	Marko Grčić, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d.
8	TD KA11/23	Projekt krajobraznog uređenja	Ivan Juratek, mag.ing.prosp.arch.	Dvokut- ECRO d.o.o.



## SADRŽAJ MAPE:

	Stranica broj:
<b>OPĆI DIO</b>	<b>I</b>
OVJERA PROJEKTA OD STRANE OVLAŠTENIH REVIDENATA.....	II
PREGLEDNA STRANICA .....	III
POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA .....	IV
SADRŽAJ MAPE: .....	V
IZJAVA PROJEKTANTA O SUKLADNOSTI PROJEKTA.....	VIII
<b>TEHNIČKI DIO</b>	<b>1-1</b>
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 .....	2-2
2.2.3 Geotehnička kategorizacija.....	2-3
2.2.4 Seizmološki podaci .....	2-4
2.2.5 Sastav i svojstva materijala tla .....	2-8
2.2.6 Zaključno o istražnim radovima.....	2-11
3 TEHNIČKI OPIS – KONCEPCIJA RJEŠENJA .....	3-1
3.1 Uvod.....	3-1
3.2 Opis namjene građevine .....	3-1
3.3 Postojeće stanje .....	3-2
3.4 Tehnički opis građevine.....	3-2
3.4.1 Građevna jama .....	3-2
3.4.2 Temeljenje ustave .....	3-3
3.4.3 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 građevne jame .....	3-7
3.6.2 Tijek izvedbe poboljšanja temeljnog tla ustave .....	3-8
3.6.3 Tijek izvedbe poboljšanja temeljnog tla uzvodnih krilnih zidova tipa UZ_L1, uz_D1 i uz_I2 ..	3-8
3.6.4 Tijek izvedbe poboljšanja temeljnog tla uzvodnog krilnog zida tip uz_D2 .....	3-9
3.6.5 Tijek izvedbe poboljšanja temeljnog tla ispod nasipa krilnih zidova .....	3-9



3.7	Projektirani vijek uporabe.....	3-9
3.8	Pokusni rad.....	3-9
3.9	Zaštita okoliša.....	3-10
4	DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA.....	4-1
4.1	Uvod.....	4-1
4.2	Parametri materijala.....	4-2
4.3	Analize procjeđivanja.....	4-3
4.3.1	Karakteristike tla .....	4-4
4.3.2	Računski model RM1 (Građevna jama) .....	4-4
4.3.3	Računski model RM2 (Ustava Šišljavić) .....	4-7
4.3.4	Računski model RM3 Iskop lijevog nasipa (presjek 4-4) .....	4-10
4.3.5	Računski model RM4 Iskop desnog nasipa (presjek 5-5).....	4-16
4.3.6	Zaključak analize procjeđivanja .....	4-19
4.4	Analiza stabilnosti .....	4-20
4.4.1	Računski model RM1 (Zagat) .....	4-20
4.4.2	Računski model RM2 (Građevna jama) .....	4-27
4.4.3	Računski model RM3 (Zagat i Građevna jama) .....	4-32
4.4.4	Računski model RM4 (Iskop desnog nasipa).....	4-37
4.4.5	Zaključak uz analize stabilnosti .....	4-43
4.5	Proračun nosivosti temeljnog tla .....	4-44
4.5.1	Uvod.....	4-44
4.5.2	Nosivost temeljnog tla ustave .....	4-44
4.5.3	Nosivost temeljnog tla krilnih zidova .....	4-52
4.6	Analiza slijeganja .....	4-59
4.6.1	Analiza slijeganja zagata .....	4-59
4.6.2	Analiza slijeganja Ustave Šišljavić .....	4-62
4.6.3	Analiza slijeganja krilnih zidova ustave .....	4-76
4.6.4	Analiza slijeganja nasipa iza krilnih zidova .....	4-89
4.7	Dimenzioniranje mlazno injektiranih stupnjaka.....	4-99
4.7.1	Odabir tehnologije .....	4-99
4.7.2	Sadržaj cementa i vode u injekcijskoj smjesi.....	4-101
4.7.3	Analiza sastava injekcijske smjese za stupanjak Ø80cm .....	4-101
4.7.4	Analiza sastava injekcijske smjese za stupanjak Ø60cm .....	4-102
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 .....	5-7
5.3.7	Geotehnički radovi .....	5-20
5.3.8	Ugradnja glinobetonske membrane (GCL) .....	5-24
5.3.9	Izvedba privremenog zagata od box barijera .....	5-25
5.3.10	Radovi na odvodnji .....	5-28
5.3.11	Sanacija okoliša gradilišta .....	5-28
5.4	Opće mjere zaštite na radu .....	5-29
5.4.1	Zemljani radovi .....	5-29
5.4.2	Tesarski radovi .....	5-29
5.4.3	Radovi na betoniranju .....	5-29
5.4.4	Gradilište .....	5-29
5.4.5	Odgovornost za provedbu tehničkih mjera zaštite na radu za vrijeme izvedbe objekta .....	5-31
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 :** Ustava Šišljavić (Etapa 4)

**faza / etapa :** Etapa 4

**naziv mape :** Ustava Šišljavić – Geotehnički dio

**razina razrade :** Glavni projekt

**strukovna odrednica :** Građevinski projekt

**ZOP :** 089.04

**oznaka mape :** G3-O89.04.01-G04.0.

**Investitor :** Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220

**projektant:** Ivan Mihaljavić, 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 28.5.2022, 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).





Popis propisa u skladu s kojima je izrađen glavni projekt:

- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- 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)
- 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)
- Zakon o energetske 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)
- 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 106/22)

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, 2.12.2024.

**Projektant:**

Ivan Mihaljavić, dipl.ing.građ.

Projektantski ured: **Geokon-Zagreb d.d.**  
ZAGREB, Starotrjnanska 16a  
OIB 61600467614

Investitor: **Hrvatske vode**  
ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220  
OIB 28921383001

Razina razrade: **Glavni projekt**

Strukovna  
odrednica: Građevinski projekt

ZOP: 089.04

Oznaka mape: G3-O89.04.01-G04.0.

## TEHNIČKI DIO

Građevina: **Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini**

Projektirani dio: **Ustava Šišljavić (Etapa 4)**

Projektant: Ivan Mihaljavić, dipl.ing.građ.

Mjesto, datum: Zagreb, 2.12.2024.



## 1 UVOD

Temeljem ugovora U-103-22-01, zaključenog između Hrvatske vode, kao Investitora i zajednice ponuditelja, tvrtke Elektroprojekt d.d, Vodoprivredno-projektirni biro d.d., Institut IGH d.d. i tvrtke Geokon-Zagreb d.d., izvršene su usluge na izradi mape „Ustava Šišljavić – Geotehnički dio“ 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 „Ustava Šišljavić (Etapa 4)“, a prema važećoj lokacijskoj dozvoli od 07.03.2022., zahvat dijeli na ETAPE s fazama prikazane u tablici:

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
<b>ETAPA 4</b>		<b>Ustava Šišljavić</b>
ETAPA 5		Pregrada Brodarci

Ova mapa oznake G3-O89.04.01-G04.0. „Ustava Šišljavić – Geotehnički dio“ glavnog projekta prikazuje tehničko rješenje osiguranja građevne jame i temeljenja.

Temeljna podloga ovom glavnom projektu je idejni projekt "Idejni projekt za ishođenje lokacijske dozvole" za projekt Ustava Šišljavić s vodenim građevinama na kanalu Kupa Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina (oznaka idejnog projekta Y2-O89.00.04-G01.0-005; 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.

Projektant :

Ivan Mihaljavić, 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
1.	Idejni projekt	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupa, Dobri i retenciji Kupčina; Idejni projekt; VPB d.d. Zagreb, 2019. god.	HRVATSKE VODE, Zagreb, Ul. Grada Vukovara 220
2.	Geotehnički elaborat	Ustava Šišljavić, Geotehnički istražni radovi za Idejni projekt ustave Šišljavić – Geotehnički elaborat; E-141-18-02 v 1.0, Geokon d.d. Zagreb, svibanj 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 Kupa i Dobri i retenciji Kupčina“ napravljena su geotehnička istraživanja iz 2019. godine (Elaborat E-141-18-02 v 1.0, Geokon-Zagreb d.d) koja su se izvodila za potrebu izrade Idejnog projekta neposredno uz lokaciju gdje će se graditi predmetna ustava Šišljavići. 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.

#### 2.2.1 LOKACIJA

Lokacija istraživanja se nalazi na kanalu Kupa-Kupa u stac. 1+795 kanala, cca 1,2 km istočno od naselja Šišljavić. Šire područje lokacije te sama lokacija istraživanja prikazano je na sljedećim slikama.

Ustava Šišljavić je planirana kao dio sustava obrane od poplava grada Karlovca, a koji se sastoji od nasipa uz Kupu, Koranu, Mrežnicu i Dobru, kanala Kupa-Kupa s branom Brodarci, retencije Kupčina s ustavom Šišljavić i prokopa Korana s manipulacijskim objektima.

Kanal Kupa-Kupa i retencija Kupčina čine jednu funkcionalnu cjelinu, a za regulaciju vodostaja u retenciji Kupčina predviđena je ustava Šišljavić sa svrhom stvaranja uspornih nivoa koji će omogućiti prelijevanje na lijevoj obali kanala i rasterećenja voda u retenciju Kupčina. Dodatna namjena ustave je i regulacija ispuštanja vode iz kanala Kupa-Kupa kako se ne bi premašili protoci Kupe u Jamničkoj Kiselici od 1550 m<sup>3</sup>/s. Izvodi se kao betonska gravitacijska ustava.



Na sljedećoj slici prikazan je položaj ustave Šišljavić:



## 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 ustave Šišljavić. 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 sljedećih 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
- Praćenje pojave i razine podzemne vode u bušotinama za vrijeme istražnih radova
- Laboratorijska ispitivanja uzoraka tla, te

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

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:

<b>geotehnička kategorija</b>	2.
<b>općenito</b>	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.
<b>geotehnički hazard</b>	Srednji.
<b>uvjeti u tlu</b>	Uvjeti u tlu mogu se odrediti iz istražnih radova.
<b>podzemna voda</b>	Podzemna voda u bušotinama je registrirana na dubinama od 1,5 do 3,0 m (102,27 do 103,5 m n.m.).
<b>istražni radovi</b>	Potrebni su kvantitativni geotehnički podaci dobiveni rutinskim terenskim istražnim radovima i laboratorijskim ispitivanjima.
<b>regionalna seizmičnost</b>	<u>Maks.intenzitet potresa prema MCS skali</u> - $I_{max} = 7^{\circ}$ MCS za PP od 100 godina - $I_{max} = 7^{\circ}$ MCS za PP od 500 godina <u>Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A</u> - $a_{gR} = 0,089$ g za PP od 95 godina - $a_{gR} = 0,181$ g za PP od 475 godina <u>Lokalno temeljno tlo prema EC8</u> - tip tla C do D
<b>utjecaj okoliša</b>	Rješava se rutinskim postupcima dimenzioniranja.
<b>osjetljivost konstrukcije</b>	Nema podataka. Pretpostavlja se srednja osjetljivost.
<b>veličina konstrukcije</b>	Betonska gravitacijska ustava tlocrtnih dimenzija cca 43 x 33 m, sa pripadajućom vodonepropusnom zavjesom dubine 15 m.
<b>geotehnički rizik</b>	Srednji.
<b>projektni postupci</b>	Geotehničke analize stabilnosti, slijeganja i procjeđivanja, po potrebi i složene analize.

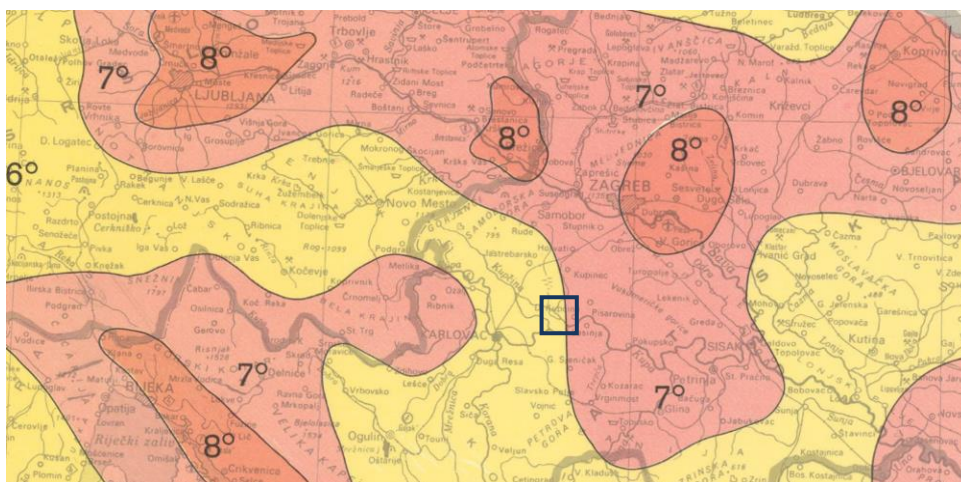


## 2.2.4 SEIZMOLOŠKI PODACI

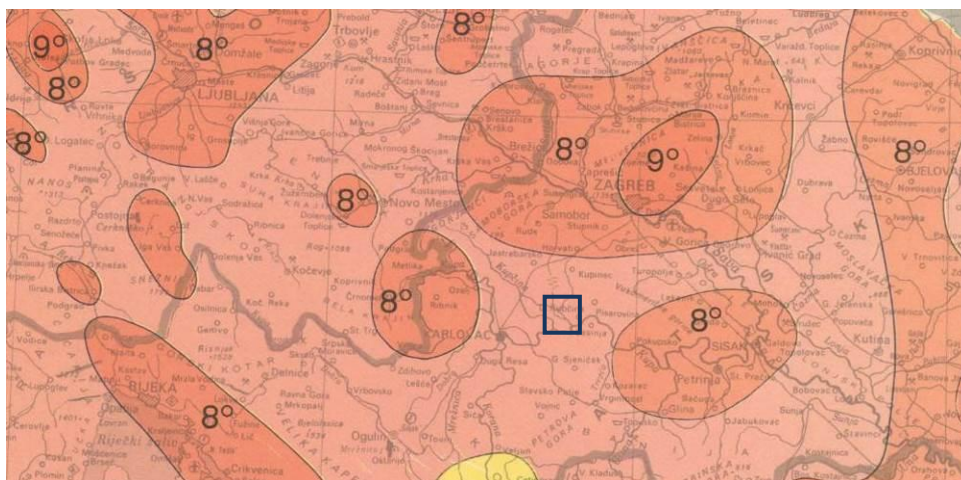
### MAKSIMALNI INTENZITET POTRESA $I_{max}$

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

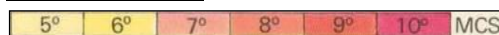
ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 100 GODINA



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° do 7° - usvojeno 7°
500 godina	7°

<sup>1</sup> 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 prouzročena horizontalna poredbena vršna ubrzanja ( $a_{gR}$ ) površine temeljnog tla tipa A čiji se premašaj tijekom bilo kojih  $t = 50$  godina očekuje s vjerojatnošću od  $p = 10$  %. Vjerojatnosti premašaja ( $p$ ) i poredbena razdoblja ( $t$ ) s povratnim su razdobljem ( $T$ ) povezana izrazom

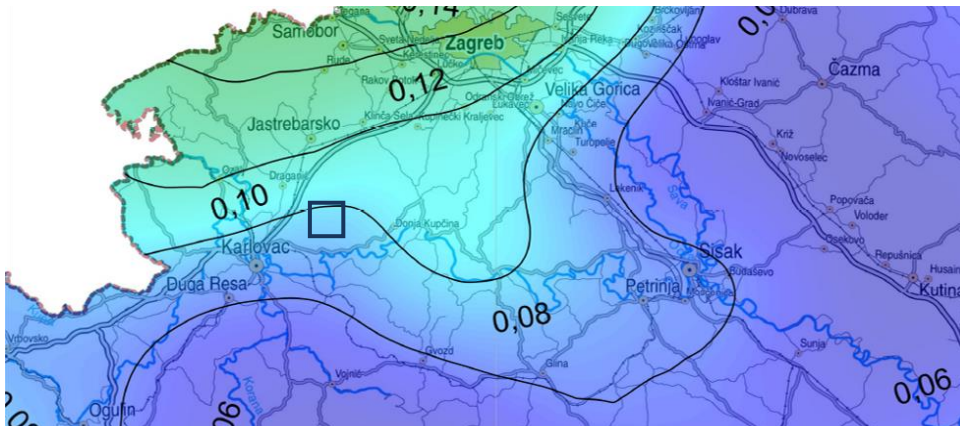
$$p = 100 \left[ 1 - \left( 1 - \frac{1}{T} \right)^t \right]$$

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  $g$  ( $1 g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ).

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.

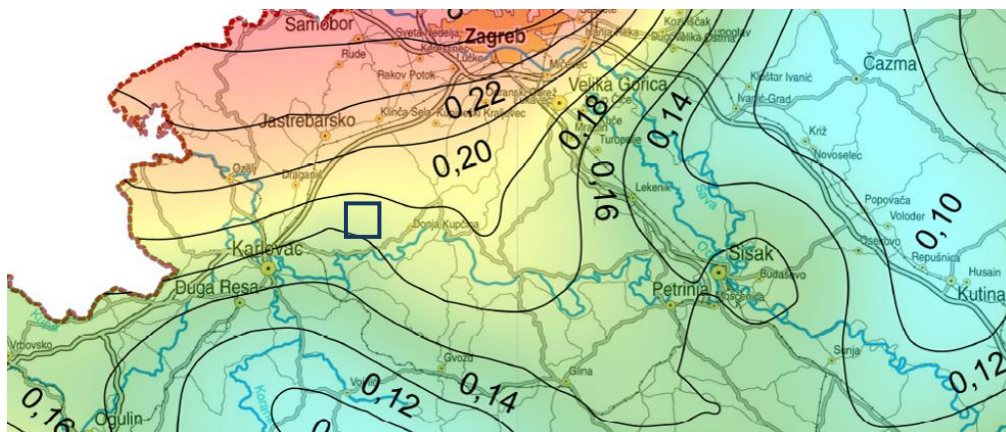
Karte sa tumačem su sastavni dio Nacionalnog dodatka za niz normi HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 1. dio – Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade. Na sljedećim slikama prikazani su isječci karata potresnih područja Republike Hrvatske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

### ISJEČAK ZA POVRTNI 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 POVRTNI 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)

<sup>2</sup> M.Herak (2011): Karta potresnih područja Republike Hrvatske, M 1:800.000, Geofizički odsjek PMF-a – Zagreb



**LEGENDA:**

$T_{DLR}$  - DLR = **D**amage **L**imitation **R**equirement

$T_{NCR}$  - NCR = **N**o-**C**ollapse **R**equirement

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

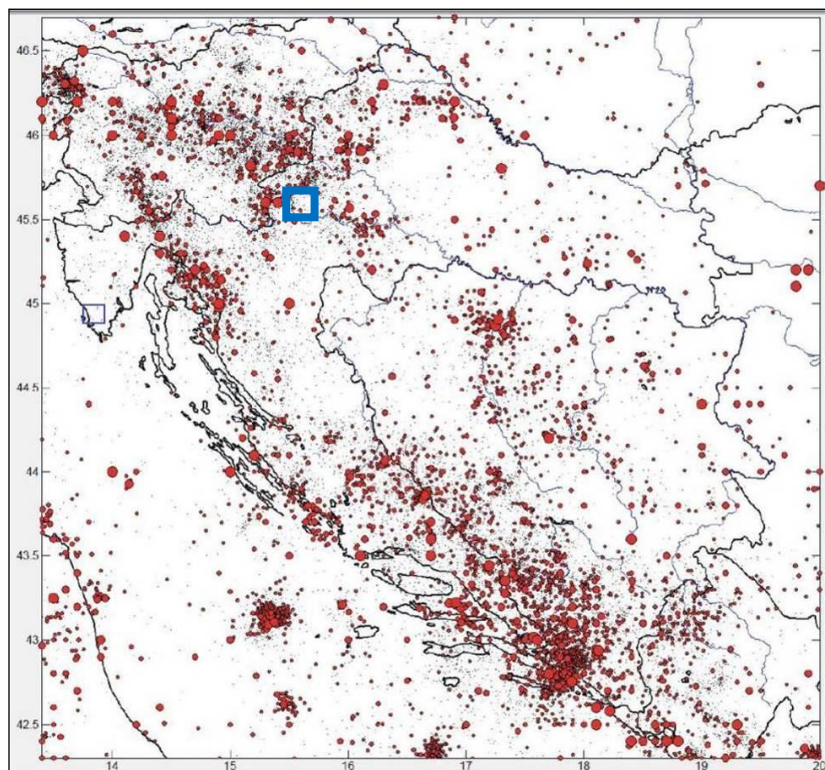
Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A	
Povratni period	$a_{gR}$ (g)
95 godina	0,089
475 godina	0,181

Napomena: za očitavanje poredbenog vršnog ubrzanja predmetne lokacije može se koristiti i web poveznica <http://seizkarta.gfz.hr/hazmap/karta.php> Geofizičkog zavoda PMF-a. Sukladno uputi, očitavanja 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 C do D** 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
<b>C</b>	<b>Nanosi zbijenog ili srednje zbijenoga pijeska, šljunka ili krutoplastične gline debljine od nekoliko desetaka do više stotina metara.</b>	<b>180 - 360</b>	<b>15-50</b>	<b>70 - 250</b>
<b>D</b>	<b>Nanosi rastresitih do srednje zbijenih nekoherentnih tala (sa ili bez mekoplastičnih do srednjeplastičnih koherentnih slojeva) ili nanosi s dominantno mekoplastičnim do srednjeplastičnim koherentnim tlima.</b>	<b>&lt;180</b>	<b>&lt;15</b>	<b>&lt;70</b>
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:**

$v_{s30}$  - 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 ustave

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
(1)	HUMUS	-	Humus je površinski sloj tla debljine 10-20 cm.
(2)	POVRŠINSKA GLINA SREDNJE DO VISOKE PLASTIČNOSTI	Cl, CH (CL,CL/SC)	Površinska glina je srednje do visoke plastičnosti, u manjoj mjeri i niske plastičnosti, uglavnom meko do srednje plastične konzistencije, mjestimice pjeskovita, smeđe boje do dubine cca 1,5-2,0 m, dalje sive boje. Sadrži nešto sitnih vapnenačkih kongrecija te kongrecije Fe oksida. Registrirana je ispod sloja humusa, najpliće do dubine 2,1 m u bušotini S-141-18-77, a najdublje do 3,5 m u bušotini S-141-18-79.
(3)	GLINOVITI PIJESAK DO PJEŠKOVITA GLINA	SC/CL, SC/CI	Ispod površinske gline je registriran glinoviti pijesak vrlo rastresite i rastresite zbijenosti do pjeskovita glina meko do srednje plastične konzistencije, sive boje. Debljina sloja se kreće od 1,2 do 1,7 m, a nabušen je najpliće do 3,8 m u bušotini S-141-18-77, a najdublje do 4,7 m u bušotini S-141-18-79.
(4)	ŠLJUNAK	GP	Šljunak je slabo građuiran sa pijeskom, sitan do srednje krupan, rastresit do srednje zbijen, sive boje, oblog do poluzaobljenog zrna veličine do 3-4 cm. Registriran je u intervalu 3,8-5,9 m u bušotini S-141-18-77, u intervalu 4,3-6,7 m u bušotini S-141-18-78 te u intervalu 4,7-6,5 m u bušotini S-141-18-79 (debljina sloja 1,8-2,4 m).
(5)	PIJESAK	SP, SC-SM, SC, SC/CL	Pijesak je sitan do srednje krupan, slabo građuiran, prašinst i zaglinjen (u manjoj mjeri dosta zaglinjen), uglavnom srednje zbijen, sive boje. Mjestimice sadrži malo šljunka te nešto sitnih ljuštura školjaka. Po dubini je registriran u dva intervala. Gornji interval je debljine 7,5 do 10,5 m te je nabušen u svim bušotinama (5,9-13,4 m u S-141-18-77, 6,7-14,3 u S-141-18-78 i 6,5-17,0 m u S-141-18-79). Donji interval je nabušen u bušotinama S-141-18-77 i S-141-18-78. U bušotini S-141-18-77 je debljine 2,1 m te je registriran u intervalu 21,5-23,6 m, dok je u bušotini S-141-18-78 nabušen na dubini 21,1 m, a debljina mu nije utvrđena jer se sa bušenjem završilo u sloju pijeska.
(6)	GLINA VISOKE PLASTIČNOSTI DO ORGANSKA GLINA VISOKE PLASTIČNOSTI	CH/OH	Glina visoke plastičnosti do organska glina visoke plastičnosti je uglavnom srednje plastične, a u manjoj mjeri i kruto plastične konzistencije, pretežito tamnosive boje. Mjestimice je pjeskovita u tanjim proslojcima, a sadrži sitne ljuštore školjaka, organske primjese (ponegdje i treset) te nešto vapnenačkih kongrecija. Registrirana je u intervalu 13,4-17,5 m u bušotini S-141-18-77, u intervalu 14,3-19,5 m u bušotini S-141-18-78 te u intervalu 17,0-20,7 m u bušotini S-141-18-79 (debljina sloja 3,7-5,2 m).
(7)	GLINA SREDNJE DO VISOKE PLASTIČNOSTI	Cl, CH	Glina je srednje do visoke plastičnosti, kruto plastične konzistencije, sivoplave boje mjestimice prošarane žutosmeđom. Sadrži nešto sitnih vapnenačkih kongrecija te mjestimice organske primjese u tragovima. Registrirana je u intervalu 17,5-21,5 m i 23,6-25,0 m u bušotini S-141-18-77, u intervalu 19,5-21,1 m u bušotini S-141-18-78 te u intervalu 20,7-25,0 m u bušotini S-141-18-79. Bušotine S-141-18-77 i S-141-18-79 su završene u ovoj glini.



### 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
<b>Razredbena ispitivanja, raspoznavanje i opis tla</b>			
Određivanje sadržaja prirodne vode (vlažnosti)	$w_o$	%	HRN U. B1. 012
Određivanje ukupne gustoće mase (zapreminska težina)	$\gamma$ i $\gamma_d$	kN/m <sup>3</sup>	HRN U. B1. 016
Određivanje gustoće mase čestica (specifična težina)	$\gamma_s$	kN/m <sup>3</sup>	HRN U. B1. 014
Određivanje granica konzistentnih stanja (Atterbergove granice)	$w_L$ i $w_P$	%	HRN U. B1. 020
Granulometrijska analiza	--	%	ASTM D-422
<b>Ispitivanje čvrstoće tla</b>			
Određivanje sadržaja gorivih i organskih tvari	--	%	HRN U.B1. 024
Jednoosno tlačno ispitivanje s praćenjem deformacija - pritisna čvrstoća - relativna deformacija	$q_u$ $\epsilon$	kPa %	ASTM D2166
Konsolidirano ispitivanje izravnim posmikom - kohezija - kut unutrašnjeg trenja	$c$ $\phi$	kPa °	HRN U. B1. 028
<b>Ispitivanje stišljivosti i deformiranja tla</b>			
Edometarsko ispitivanje stišljivosti	$M_s$	MPa	HRN U. B1. 032
<b>Ispitivanje propusnosti tla</b>			
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.



### 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 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	kohezija c (kPa)	kut trenja $\phi$ (°)	modul stižljivosti M <sub>s</sub> (MPa)
(1) NASIP	--	--	--	--
(2) POVRŠINSKA GLINA SREDNJE DO VISOKE PLASTIČNOSTI - CI, CH (CL,CL/SC)	19,0	c = 5,0 cu = 20	28,0	3,0
(3) GLINOVITI PIJESAK DO PJESKOVITA GLINA - SC/CL, SC/CI	19,5	c = 5,0 cu = 30	27	4,0
(4) SLABO GRADUIRAN ŠLJUNAK - GP	20,0	0,0	34,0	15
(5) PIJESAK S GLINOM DO PIJESAK S PRAHOM - SC-SM, SC, SP, SC/CL	19,5	3,0 - 4,0	31 - 33	12 - 17
(6) GLINA VISOKE PLASTIČNOSTI DO ORGANSKA GLINA VISOKE PLASTIČNOSTI - CH/OH	19,0	c = 14,0 cu = 30	20	4,3
(7) GLINA SREDNJE DO VISOKE PLASTIČNOSTI - CI, CH	19,0	c = 8,0 cu = 70	25	10

Zapreminska težina materijala ispod razine podzemne vode umanjuje se za težinu vode ( $\gamma' = \gamma - 10$  kN/m<sup>3</sup>)

### 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-141-18-77	25,0	21. - 25.03.2019.	2,4	2,1 / 102,38
S-141-18-78	25,0	15. - 20.03.2019.	3,0	2,9 / 102,27
S-141-18-79	25,0	13. - 14.03.2019.	3,8	3,0 / 102,95
S-103-22-01	15,0	27. - 29.9.2022	2,5	1,5 / 103,30

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, te o razini vode u 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 oba geotehnička istraživanja na lokaciji ustave Šišljavić izdvojeni su sljedeći materijali temeljnog tla koji su grupirani prema svojstvima i dubini pojavljivanja.

grupa materijala	vrsta materijala	oznaka materijala
<b>TRASA NASIPA</b>		
(1)	NASIP	-
(2)	POVRŠINSKA GLINA SREDNJE DO VISOKE PLASTIČNOSTI	CI, CH (CL,CL/SC)
(3)	GLINOVITI PIJESAK DO PJESKOVITA GLINA	SC/CL, SC/CI
(4)	SLABO GRADUIRAN ŠLJUNAK	GP
(5)	PIJESAK S GLINOM DO PIJESAK S PRAHOM	SC-SM, SC, SP, SC/CL
(6)	GLINA VISOKE PLASTIČNOSTI DO ORGANSKA GLINA VISOKE PLASTIČNOSTI	CH/OH
(7)	GLINA SREDNJE DO VISOKE PLASTIČNOSTI	CI, CH

Projektant :

Ivan Mihaljavić, dipl.ing.grad.



## 3 TEHNIČKI OPIS – KONCEPCIJA RJEŠENJA

### 3.1 UVOD

Građevina „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupa 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).

Projekt „Ustava Šišljavić“ je dio građevine „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupa i Dobri i retenciji Kupčina“ kao 4. etapa.

Predmet projekta „Ustava Šišljavić“ je izgradnja objekta sa pripadajućim pristupnim cestama smještenog u Karlovačkoj županiji, u katastarskoj općini Šišljavić na području Grada Karlovca. Smještena je na odteretnom kanalu Kupa-Kupa (stac. 1+995 km) predviđena je radi zadržavanja velikih voda unutar retencije Kupčina te kontrolirano ispuštanje natrag u korito rijeke Kupe.

Projektirana je kao betonska gravitacijska ustava. Kruna ustave postavljena je na projektiranoj koti nadvišenja nasipa uvećanoj za sigurnosni dodatak te iznosi 111,85 m n.m. Prag ustave smješten je u ravnini dna odteretnog kanala Kupa-Kupa na danoj lokaciji (101,90 m n.m.) čime se je želio osigurati što manji utjecaj na prirodne uvjete protjecanja, te pojednostaviti način izvedbe. Slapište je odabrane dužine 22 m na koti 100,90 m n.m. čime se osigurava potopljen vodni skok. Dužina ustave iznosi 42,85 m. U srednjem dijelu ustava ima pet ispusnih otvora dimenzija 4,50 x 4,50 m kontrolirana tablastim zapornicama.

Predmet geotehničke mape glavnog projekta je:

- privremena zaštita građevne jame ustave,
- temeljenje ustave i vodonepropusna zavjesa,
- temeljenje krilnih potpornih zidova i nasipa iza zidova.

### 3.2 OPIS NAMJENE GRAĐEVINE

Namjena građevine 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).

Usljed uspora na pregradi Brodarci omogućuje se rasterećenje odteretnim kanalom Kupa-Kupa. Ukoliko korito Kupe na području nizvodno od grada Karlovca, točnije kod mjesta Jamnička Kiselica, gdje se ponovno spaja odteretni kanal sa prirodnim koritom rijeke, nije u stanju prihvatiti volumen vodnog vala koji protječe odteretnim kanalom, potrebno je sav višak vode preliti bočno iz kanala u retenciju Kupčina. Ustava Šišljavić služi upravo za kontrolu protjecanja nizvodno od ušća odteretnog kanala u prirodno korito Kupe, odnosno, omogućuje stvaranje uspora unutar odteretnog kanala kojim započinje bočno prelijevanje u retenciju Kupčina.





### 3.3 POSTOJEĆE STANJE

Na lokaciji ustave Šišljavić, u odteretnom kanalu Kupa-Kupa (stac. 1+995 km). Teren uz kanal Kupa Kupa na lokaciji zahvata generalno je ravničarski, visine se kreću oko 106,00 m n.m. Prekrivaju ga trava, nisko raslinje, drveće i oranice. Postojećih građevina na lokaciji nema, osim samih nasipa kanala.

### 3.4 TEHNIČKI OPIS GRAĐEVINE

#### 3.4.1 GRAĐEVNA JAMA

##### 3.4.1.1 Zagat

Zaštita građevne jame i građenje u suhom se osigurava izgradnjom dva zagata trapeznog oblika u samom kanalu Kupa-Kupa uzvodno i nizvodno od ustave. Zagati se izvode od kamenog materijala (središnji jezgreni dio zagata) granulacije 0 – 64 mm te se kameni materijal oblaže krupnim kamenom (rip-rap) veličine 10 – 30 cm, sloj krupnog kamena je debljine 1,0 m. Pokosi zagata su 1:2, a širina krune zagata je 6,0 m na koti 105,00 m n.m.

Temeljno tlo zagata potrebno je urediti zbijanjem na 20 MN/m<sup>2</sup>, a tijelo zagata potrebno je zbiti na 40 MN/m<sup>2</sup>.

Vodonepropusnost zagata se osigurava zavjesom od mlazno injektiranih stupnjaka promjera 80 cm duljine 15,0 m. Stupnjaci se izvode oko cijele ustave tako da zatvaraju prostor građevne jame. Stranice zavjese okomito na kanal dugačke su 75,0 m, a stranice paralelno sa kanalom su dužine 110,0 m.

Redoslijed izvođenja stupnjaka je napreskokce radi bolje vododrživosti. Duljina jednog segmenta – poddionice je tolika da između dva prolaza protekne 24 sata.

Na zagate se postavljaju box barijere kako bi se nadvisila V.V. do kote 108,0 m n.m, a omogućili u kritičnim slučajevima rušenje istih i kontrolirano propuštanje V.V. Box barijere se postavljaju u 3 reda u prvom redu se postavljaju 3 boxa u drugom redu 2 i trećem 1 box. Boksevi se pune glinenim materijalom kako bi osiguravali vodonepropusnost. Box barijere se postavljaju u punoj širini poprečnog profila kanala sve do nasipa koji nadvisuju kotu od 108,0 m n.m.

Potrebno je izvesti pristupnu rampu sa postojećeg nasipa na zagate, kako bi bilo moguće srušiti box barijere ukoliko je to potrebno.

##### 3.4.1.2 Cijevni propust

Kako bi se omogućio propust vode kroz kanal za vrijeme građenja, ugrađuje se privremeni cijevni propust u desni pokos kanala.

Cijev propusta PEHD DN 1000 cm SN8, postavlja se sa niveletom na 101,8 m n.m. Cijev je duljine cca 167 m te izlazi na drugoj strani vodonepropusne zavjese.

Iskop za cijev izvodi se širokim iskopom u koherentnom materijalu, maksimalnog nagiba pokosa 1:1. Dno iskopa uređuje se mehaničkim zbijanjem na 20 NM/m<sup>2</sup>.

Na mjestima gdje cijev prolazi kroz privremenu vodonepropusnu zavjesu građevne jame, zavjesa se reže u punoj visini do donje kote cijevi, kako bi se omogućilo postavljanje cijevi. Na mjestu prolaza cijevi kroz zavjesu cijev se polaže u podložni beton. Nakon polaganja cijevi zavjesa iznad cijevi se betonira kako bi se osigurala vododrživost zavjese.



Nakon postavljanja cijevi rov se zatrpava materijalom iz iskopa.

Nakon završetka radova na izgradnji ustave Šišljavić cijev je potrebno ukloniti.

### 3.4.1.3 Privremena deponija

Prilikom iskopa za uzvodne lijeve zidove radi se iskop nasipa te se oslabljuje u zoni presjeka 4-4 na prilogu 1. Stoga je potrebno oformiti deponiju selektiranog sitnozrnog materijala niske propusnosti iza nasipa na mjestu oslabljenja, kako bi se povećali gabariti nasipa i povećala hidraulička stabilnost.

Minimalne dimenzije ojačanja nasipa su takve da je proširenje nasipa u nožici od 16 m, kruna nasipa mora biti širine minimalno 6 m na koti 110,0 m n.m. U širini od minimalno 40 m.

## 3.4.2 TEMELJENJE USTAVE

### 3.4.2.1 Nasuti plato

Kako bi se moglo izvesti poboljšanje tla ispod ustave Šišljavić i vodonepropusna zavjesa neophodno je izvesti nasuti radni plato.

Prije izvedbe radnog platoa potrebno je položiti razdjelni geotekstil karakteristika jednakih ili većih od onih danih u programu kontrole kvalitete. Potrebna zbijenost radnog platoa iznosi 40MPa.

Materijal od kojeg će se izvesti privremeni radni plato je kamen granulacije 0-64 mm, a debljina sloja radnog platoa 50 cm. Radni plato se izvod na različitim kotama, prema tablici ispod.

Visine nasutog radnog platoa pruža sljedeća tablica:

Elementi građevine	Iskop (m n.m.)	Kota radnog plato (m n.m.)
Ustava	99,25	99,75
UZ_L1, UZ_D1, UZ_L2	103,7	104,2
UZ_D2	105,15	105,65
NZ_L1 i NZ_D1	99,9	100,5

### 3.4.2.2 Vodonepropusna zavjesa ustave

Temeljno tlo ispod ustave sastoji se od šljunka i pijesaka. Izvodi se vodonepropusna zavjesa kako bi se spriječilo procjeđivanje vode ispod ustave i eventualno ispiranje materijala.

Zavjesa se izvodi neposredno uz temeljnu ploču ustave i zidova sa uzvodne strane. Donja kota zavjese je konstantna na dubini od 84,6 m n.m.

Gornja kota zavjese je varijabilna:

- Gornja kota vodonepropusne zavjese u ravnini sa temeljne ploče ustave je 101,08 m n.m
- Gornja kota vodonepropusne zavjese u ravnini sa uzvodnim krilnim zidovima je na 103,30 m n.m.

Vodonepropusna zavjesa izvodi se od mlazno injektiranih stupnjaka promjera 80 cm. Stupnjaci se izvode na osnov razmaku od 60 cm. Redoslijed izvođenja stupnjaka je napreskokce radi bolje vododrživosti. Duljina jednog segmenta – poddionice je tolika da između dva prolaza protekne 24 sata.



Između stupnjaka vodonepropusne zavjese i temeljne ploče ustave i temeljne ploče zidova postavlja se glinobetonska membrana kako bi na kontaktu dvaju ploha ostvarila vodonepropusnost.

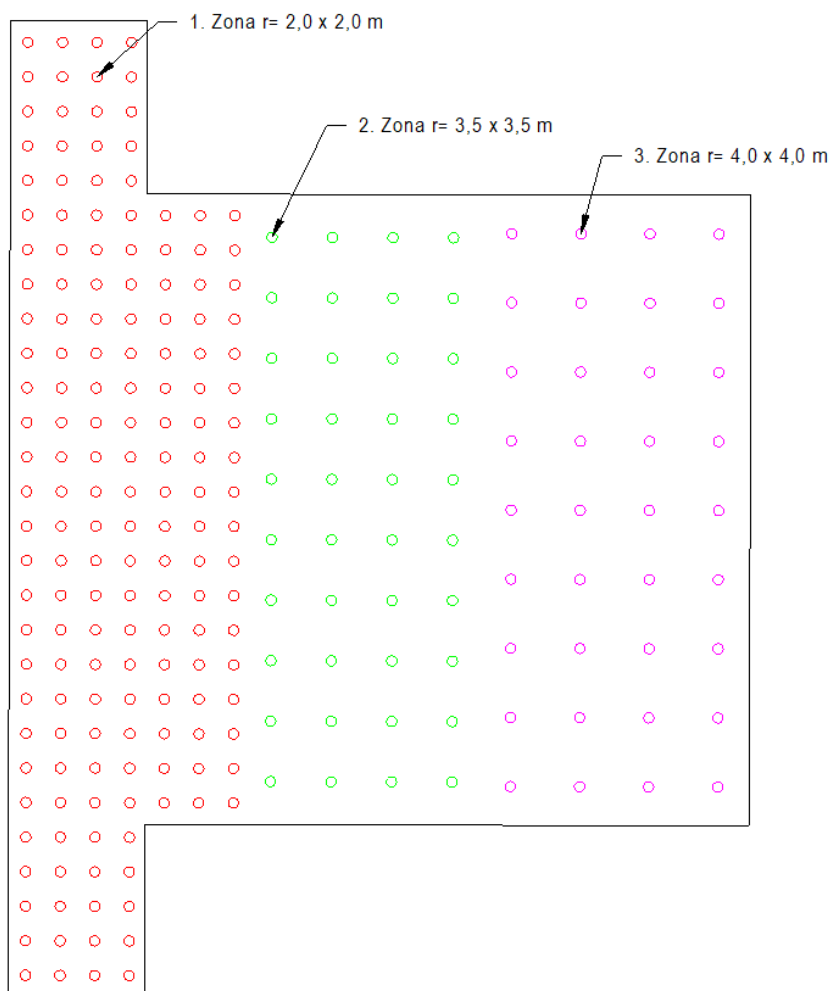
### 3.4.2.3 Poboljšanje temeljnog tla ustave

Ustava se temelji na AB temeljnoj ploči, donja kota temeljne ploče je 100,10 m n.m. Tlo ispod ustave poboljšava se mlazno injektiranim stupnjacima duljine 14 m promjera 60 cm, donja kota stupnjaka je 86,1 m n.m. Stupnjaci su raspoređeni na 3 zone ispod temeljne ploče sa različitim rasterima.

Zone su raspodijeljene u odnosu na opterećenja tako da:

- Prva zona širine 13,6 m (ispod zapornica), ima raster stupnjaka 2,0 x 2,0 m,
- Druga zona širine 13,6 m (na sredini ustave), ima raster stupnjaka 3,5 x 3,5 m,
- Treća zona širine 15,6 m (na izlazu iz ustave) sa rasterom stupnjaka od 4,0 x 4,0 m.

Skica zona poboljšanja temeljnog tla:





#### 3.4.2.4 Poboljšanje temeljnog tla krilnih potpornih zidova ustave

Bočni dijelovi ustave riješeni su kao armirano betonski krilni zidovi koji se ukopavaju u obale kanala i nasipe, a temeljna stopa iza zida zatrpava se kamenim materijalom. Uzvodni krilni zidovi ustave podijeljeni su na 3 tipa prema geometriji zidova. Zidovi se temelje na tlu poboljšanom mlazno injektiranim stupnjacima na rasteru od 3,0 x 3,0 m sa različitim duljinama stupnjaka.

Uzvodni tipovi zidova:

- Zidovi L1 i D1 imaju dimenzije temeljne ploče 12 x 6,5 m a stupnjaci ispod njih su duljine 16,0 m.
  - Donja kota zidova L1 i D1 je 103,70 m n.m.
- Zid L2 ima dimenzije temeljne ploče 10,5 x 5,25 m, a stupnjaci ispod zida su duljine 16,0 m.
  - Donja kota zida L2 je 103,70 m n.m.
- Zid D2 ima dimenzije temeljne ploče 6,0 x 5,25 m, a stupnjaci ispod zida su duljine 5,0 m.
  - Donja kota zida D2 je 105,15 m n.m.

Nizvodni krilni zidovi:

- Nizvodni krilni zidovi imaju dimenzije temeljne ploče 15,5 x 6,0 m, tlo ispod nizvodnih zidova nije potrebno poboljšavati
  - Donja kota nizvodnih krilnih zidova je 100,05 m n.m.

#### 3.4.2.5 Nasip iza krilnih zidova

Iza krilnih zidova ustave izvodi se nasip od kamenog materijala do kote od 111,85 m n.m koji služi kao pristup ustavi i parkiralište.

Poboljšane tla izvodi se sa radnog platoa na koti 106,8 m n.m. radni plato izveden je od kamenog materijala granulacije 0-64 mm.

Tlo ispod nasipa se poboljšava mlazno injektiranom stupnjacima u sloju CH/OH. Stupnjaci u sloju CH/OH gline izvode se na rasteru od 2,0 x 2,0 m duljine 5,5 m od gornje kote CH/OH sloja 91,2 m n.m do donje kote 85,7 m n.m.

### 3.4.3 ELEMENTI GRAĐEVINE

#### 3.4.3.1 Mlazno injektirani stupnjaci

Stupnjaci koji poboljšavaju temeljno tlo i osiguravaju vodonepropusnost građevne jame, izvode se s kote radnog platoa. Po završetku izvedbe mlazno injektiranih stupnjaka u svrhu poboljšanja temeljnog tla može se započeti iskop do finalne kote iskopa.

Jalovo bušenje izvodi se od kote radnog platoa do gornje kote mlazno injektiranih stupnjaka ovisne o elementu ispod kojeg se tlo poboljšava.

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).



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.

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

Sa sjeverne strane ustavi Šišljavić bit će moguće pristupiti preko pristupne rampe koja spaja servisnu cestu lijevog nasipa odteretnog kanala Kupa-Kupa i samu krunu lijevog nasipa. Servisna rampa predviđena je u padu cca 5% i širine 3,5 m. Servisnoj cesti uz lijevi nasip odteretnog kanala moguće je pristupiti sa državne ceste DC36.

### 3.6 TIJEK IZVEDBE

Radovi opisani u ovoj mapi glavnog projekta se dijele na:

- zaštite građevne jame
- poboljšanja temeljnog tla ustave i
- poboljšanja temeljnog tla krilnih zidova.



### 3.6.1 TIJEK IZVEDBE GRAĐEVNE JAME

Radove na zaštiti građevne jame Ustave Šišljavić izvode se prvi po redu na projektu etape 4, radove je potrebno izvoditi prema redoslijedu:

Korak	Naziv rada	Opis
1.	<b>Pripremni radovi</b>	Organizacija gradilišta, pristupnih puteva i gradilišnih deponija te geodetsko iskolčenje građevne jame.
2.	<b>Izvedba probnih polja stupnjaka</b>	Izvode se 6 probna polja stupnjaka u neposrednoj blizini gradilišta, točnu lokaciju probnih polja određuje nadzorni inženjer. Izvode se 3 stupnjaka $\phi 60$ cm i 3 stupnjaka $\phi 80$ cm. Duljina probnih stupnjaka je 7 m.
3.	<b>Uklanjanje humusa u debljini 20 cm</b>	Strojni iskop humusa u prosječnoj debljini 20 cm.
4.	<b>Polaganje geotekstila</b>	Polaganje razdjelnog geotekstila ispod radnog platoa.
5.	<b>Izvedba radnog platoa debljine 50 cm</b>	Nasipavanje kamenog materijala granulacije 0-64 mm za izradu radnog platoa u debljini od 50 cm
6.	<b>Izvedba zagata na kotu 105,00 m n.m.</b>	Izvedba zagata od kamenog materijala prema dimenzijama iz nacрта s završnom kotom 105,00 m n.m.
7.	<b>Izvedba vodonepropusne zavjese L = 15,0 m</b>	Izvedba mlazno injektiranih stupnjaka $\phi 80$ cm na osnovu razmaku od 60 cm kao vodonepropusne zavjese sa krune zagata, od kote 105,00 m n.m. do kote 90,00 m. n.m.
8.	<b>Iskolčenje trase za privremeni cijevni propust</b>	Geodetsko iskolčenje cijevnog propusta.
9.	<b>Široki iskop rova za cijevni propust</b>	Široki iskop za cijevni propust do kote 101,7 m n.m.
10.	<b>Planiranje i uređenje dna iskopa</b>	Dno iskopa potrebno je poravnati i pripremiti na potrebnu zbijenost za postavljanje cijevi na način da niveleta cijevi bude na koti 101,8 m n.m.
11.	<b>Rezanje vodonepropusne zavjese</b>	Rezanje privremene vodonepropusne zavjese na mjestima gdje cijev propusta prolazi kroz zavjesu. Potrebno je ukloniti mlazno injektiranu zavjesu u minimalnoj širini od 1,2 m te sanirati zavjesu betonom u punoj visini kako bi se osigurala vododrživost.
12.	<b>Polaganje cijevi</b>	Polaganje cijevi propusta PEHD DN 1000 cm SN8, postavlja se tako da je niveleta cijevi na koti 101,8 m n.m. Na mjestima gdje cijev prolazi kroz zavjesu potrebno je napraviti podložni beton te polaganjem u svježi beton ugraditi cijev kako bi se osigurala vododrživost kroz mlazno injektiranu zavjesu.
13.	<b>Zatrpavanje rova</b>	Zatrpavanje rova materijalom iz iskopa.
14.	<b>Postavljanje box barijera na krunu zagata</b>	Punjenje box barijera sa glinenim materijalom te postavljanje box barijera na zagat prema nacrtu do kote od 108,00 m n.m. u punom poprečnom profilu do nasipa.
15.	<b>Uklanjanje cijevi</b>	Nakon završetka radova na izvođenju ustave Šišljavić potrebno je ukloniti cijev.



### 3.6.2 TIJEK IZVEDBE POBOLJŠANJA TEMELJNOG TLA USTAVE

Radove na temeljenju Ustave Šišljavić i izradi vodonepropusne zavjese je potrebno izvoditi prema redoslijedu:

Korak	Naziv rada	Opis
1.	<b>Pripremni radovi</b>	Organizacija gradilišta, geodetsko iskolčenje.
2.	<b>Iskop za radni plato</b>	Iskop postojećeg tla na donju kotu radnog platoa od 99,25 m n.m.
3.	<b>Polaganje geotekstila</b>	Polaganje razdjelnog geotekstila ispod radnog platoa.
4.	<b>Izvedba radnog platoa debljine 50 cm</b>	Nasipavanje kamenog materijala granulacije 0-64 mm za izradu radnog platoa do kote 99,8 m n.m.
5.	<b>Izvođenje vodonepropusne zavjese</b>	Vodonepropusna zavjesa izvodi se mlazno injektiranim stupnjacima. U ravnini sa temeljnom pločom ustave izvodi se od kote 101,08 m n.m. Donja kota zavjese je konstantna sa kotom 83,9 m n.m.
6.	<b>Poboljšanje tla mlazno injektiranim stupnjacima</b>	Stupnjaci duljine 14,0 m ispod temeljne ploče ustave podijeljeni su u 3 različite sekcije sa 3 različita rastera prema nacrtu. Prva sekcija ima raster 2,0 x 2,0 m, druga 3,5 x 3,5 m, a treća 4,0 x 4,0 m. Gornja kota stupnjaka je 99,4 m n.m., a donja 85,4 m n.m.
7.	<b>Postavljanje glinobetonke membrane</b>	Postavljanje glinobetonke membrane na kontaktu vodonepropusne zavjese i temeljne ploče ustave.

### 3.6.3 TIJEK IZVEDBE POBOLJŠANJA TEMELJNOG TLA UZVODNIH KRILNIH ZIDOVA TIPA UZ\_L1, UZ\_D1 I UZ\_L2

Radove na temeljenju krilnih zidova tipa UZ\_L1, UZ\_D1 i UZ\_L2 ustave Šišljavić i izradi vodonepropusne zavjese je potrebno izvoditi prema redoslijedu:

Korak	Naziv rada	Opis
1.	<b>Pripremni radovi</b>	Organizacija gradilišta, geodetsko iskolčenje.
2.	<b>Iskop za radni plato</b>	Iskop postojećeg tla na donju kotu radnog platoa: zida A na kotu 103,70 m n.m.
3.	<b>Polaganje geotekstila</b>	Polaganje razdjelnog geotekstila ispod radnog platoa.
4.	<b>Izvedba radnog platoa debljine 50 cm</b>	Nasipavanje kamenog materijala granulacije 0-64 mm za izradu radnog platoa do kote 104,20 m n.m.
5.	<b>Izvođenje vodonepropusne zavjese</b>	Vodonepropusna zavjesa izvodi se mlazno injektiranim stupnjacima u ravnini sa zidovima injektira se od gornje kote 103,30 m n.m. Donja kota zavjese je konstantna sa kotom 84,60 m n.m. Zavjesa se izvodi do nasipa kanala prema nacrtu.
6.	<b>Poboljšanje tla mlazno injektiranim stupnjacima</b>	Stupnjaci duljine 16,0 m ispod temeljne ploče zida A na rasteru 3,0 x 3,0 m. Stupnjaci se injektiraju od gornje kote 103,7 m n.m.
7.	<b>Postavljanje glinobetonke membrane</b>	Postavljanje glinobetonke membrane na kontaktu vodonepropusne zavjese i temeljne ploče zidova.



### 3.6.4 TIJEK IZVEDBE POBOLJŠANJA TEMELJNOG TLA UZVODNOG KRILNOG ZIDA TIP UZ\_D2

Radove na temeljenju krilnih zidova tipa UZ\_D2 ustave Šišljavić i izradi vodonepropusne zavjese je potrebno izvoditi prema redoslijedu:

Korak	Naziv rada	Opis
8.	<b>Pripremni radovi</b>	Organizacija gradilišta, geodetsko iskolčenje.
9.	<b>Iskop za radni plato</b>	Iskop postojećeg tla na donju kotu radnog platoa: zida B na kotu 105,15 m n.m
10.	<b>Polaganje geotekstila</b>	Polaganje razdjelnog geotekstila ispod radnog platoa.
11.	<b>Izvedba radnog platoa debljine 50 cm</b>	Nasipavanje kamenog materijala granulacije 0-64 mm za izradu radnog platoa do kote 105,65 m n.m.
12.	<b>Izvođenje vodonepropusne zavjese</b>	Vodonepropusna zavjesa izvodi se mlazno injektiranim stupnjacima u ravnini sa zidovima injektira se od gornje kote 103,30 m n.m. Donja kota zavjese je konstantna sa kotom 84,60 m n.m. Zavjesa se izvodi do završetka zidova.
13.	<b>Poboljšanje tla mlazno injektiranim stupnjacima</b>	Stupnjaci duljine 16,0 m ispod temeljne ploče zida UZ_D2 na rasteru 3,0 x 3,0 m. Stupnjaci se injektiraju od gornje kote 105,15 m n.m.

### 3.6.5 TIJEK IZVEDBE POBOLJŠANJA TEMELJNOG TLA ISPOD NASIPA KRILNIH ZIDOVA

Radove na temeljenju nizvodnih krilnih zidova ustave Šišljavić je potrebno izvoditi prema redoslijedu:

Korak	Naziv rada	Opis
14.	<b>Pripremni radovi</b>	Organizacija gradilišta, geodetsko iskolčenje pozicija.
15.	<b>Polaganje geotekstila</b>	Polaganje razdjelnog geotekstila ispod radnog platoa.
16.	<b>Izvedba radnog platoa</b>	Nasipavanje kamenog materijala granulacije 0-64 mm za izradu radnog platoa do kote 106,8 m n.m.
17.	<b>Poboljšanje tla mlazno injektiranim stupnjacima</b>	Stupnjaci duljine 5,5 m ispod temeljne ploče nizvodnih krilnih zidova na rasteru 2,0 x 2,0 m. Stupnjaci se injektiraju od gornje kote 91,2 m n.m. do 85,7 m n.m.

## 3.7 PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE

Projektirana konstrukcija zaštite građevinske jame je privremena konstrukcija za potrebe izvođenja radova te ista nema funkciju po završetku radova. 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 krilnih zidova i temeljenja pojedinih građevina je 50 godina.

## 3.8 POKUSNI RAD

Pokusni rad nije potreban.





### 3.9 ZAŠTITA OKOLIŠA

Opće mjere zaštite okoliša:

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 (izlivanje 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 otplavlivanja nizvodno.

**Projektant :**

Ivan Mihaljavić, dipl.ing.grad.



## 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 presjeka 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 plohamu posmičnog sloma.

##### **SIGMA/W**

modul programa GEOSTUDIO 2021 (GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada) za proračun i analizu naponsko deformacijskih stanja metodom konačnih elemenata.

##### **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.



Za potrebe dimenzioniranja zahvata izvršeni su slijedeći proračuni i analize:

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

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.

SLOJ / MATERIJAL	Debljina sloja (m)	Zaprem. težina (kN/m <sup>3</sup> )	Kohezija c' (kN/m <sup>2</sup> )	Kut unut. trenja φ (°)	Nedren. posm. čvrstoća (kN/m <sup>2</sup> )	Youngov modul elastičnosti E' (MN/m <sup>2</sup> )	Poissonov koeficijent ν ( )
(2) CI	0,0 - 5,5	19,0	5,0	28,0	20	3,5	0,33
(3) SC/CL	1,7 - 1,8	19,5	5,0	27,0	30	4,0	0,32
(4) GP	2,1 - 2,4	20,0	0,0	34,0	0	15,0	0,27
(5) SC-SM	7,5 - 7,6	19,5	3,0	33,0	0	12,0	0,30
(6) CH/OH	4,1 - 5,2	19,0	14,0	20,0	40	4,3	0,31
(7) CI	1,6 - 4,0	19,0	4,0	25,0	70	10,0	0,34
(8) SC/SM	2,1 - 3,9	19,5	8,0	31,0	-	17,0	0,30
(9) CI	-	19,0	4,0	20,0	-	15,0	0,35
BOX BARIJERE	-	19,0	20,0	40,0	-	11,5	0,29
ŠLJUNAK	-	20,5	0	36,0	0	12,0	0,27
KRUPNI KAMEN	-	20,0	0	40,0	0	12,0	0,27



Tablica računskih vrijednosti parametara materijala:

SLOJ / MATERIJAL	Debljina sloja (m)	Zaprem. težina (kN/m <sup>3</sup> )	Kohezija c' (kN/m <sup>2</sup> )	Kut unut. trenja φ (°)	Nedren. posm. čvrstoća (kN/m <sup>2</sup> )	Youngov modul elastičnosti E' (kN/m <sup>2</sup> )	Poissonov koeficijent ν ( )
(2) CI	0,0 - 5,5	19,0	4,0	22,4	14,2	3,5	0,33
(3) SC/CL	1,7 - 1,8	19,5	4,0	21,6	21,4	4,0	0,32
(4) GP	2,1 - 2,4	20,0	0,0	27,2	0	15,0	0,27
(5) SC-SM	7,5 - 7,6	19,5	2,4	26,4	0	12,0	0,30
(6) CH/OH	4,1 - 5,2	19,0	11,2	16,0	28,5	4,3	0,31
(7) CI	1,6 - 4,0	19,0	6,4	20,0	50,0	10,0	0,34
(8) SC/SM	2,1 - 3,9	19,5	3,2	14,8	-	17,0	0,30
(9) CI	-	19,0	6,4	20,0	-	15,0	0,35
BOX BARIJERE	-	19,0	16,0	32,0	-	11,5	0,29
ŠLJUNAK	-	20,5	0	28,8	0	12,0	0,27
KRUPNI KAMEN	-	20,0	0	31,2	0	12,0	0,27

### 4.3 ANALIZE PROCJEĐIVANJA

Analize procjeđivanja provedene su na računskim modelima projektiranog stanja.

Na odabranim poprečnim presjecima provedena je analiza za stacionarno stanje tečenja u mreži konačnih elemenata u temeljnom tlu (program GeoStudio/SEEP). Rezultati su ocijenjeni preko vrijednosti izlaznih hidrauličkih gradijenata, odnosno brzina tečenja. Ukoliko su iste veće od dopuštenih vrijednosti moguća je hidraulička nestabilnost temeljnog tla te pojava erozije uz ispiranje sitnih čestica i razrahljenja temeljnog tla ispod nasipa, što može dovesti do deformacija i nestabilnosti istog.

Rezultati su ocijenjeni preko vrijednosti izlaznih hidrauličkih gradijenata. Zahtijeva se da izlazni gradijenti budu manji od dopuštenih prema normi HRN.U.C5.020.:

Tablica 1: Kriteriji dopuštenih hidrauličkih izlaznih gradijenata za filtarski nezaštićen materijal:

$i_{SR}$	Materijal
0,12	Sitnozrnati prašinski pijesak
0,14	Sitnozrnati pijesak $0,063 < d < 0,5$ mm
0,17	Srednjezrnati pijesak $0,5 < d < 2,0$ mm
0,20	Krupnozrnati pijesak $2,0 < d < 5,0$ mm
0,30	Srednjezrnati šljunak $10 < d < 20$ mm
0,40	Krupnozrnati šljunak $20 < d < 100$ mm
0,50	Zbijena glina $0,50 < I_c < 1,00$
0,65	Čvrsta glina $I_c > 1,00$

Tablica 2: Kriteriji dopuštenih hidrauličkih izlaznih gradijenata za filtarski zaštićen materijal:

$i_{SR}$	Materijal
10	Zbijena glina u brani
12	Zbijena glina u tepihu, debljine najmanje 0,50 m



3	Glinoviti prah u brani
4	Glinoviti prah u tepihu, debljine najmanje 0,50 m

#### 4.3.1 KARAKTERISTIKE TLA

Karakteristike materijala tla, odabrane su na osnovu provedenih istražnih radova na lokaciji.

Odabrane karakteristike tla prikazane su u tablici:

Oznaka materijala	Zapreminska težina $\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	Kohezija c (kPa)	Kut trenja $\phi$ (°)	Kx (m/sec)	Ratio Ky/Kx
(3) SC/CL	19,5	5,0	27,0	6,00E-6	0,5
(4) GP	20,0	0,0	34,0	5,00E-2	1
(5) SC-SM	19,5	3,0	33,0	2,00E-5	0,5
(6) CH/OH	19,0	14,0	20,0	3,00E-8	0,33
(7) CI	19,0	8,0	25,0	7,00E-8	0,33
BOX BARIJERE	19,0	20,0	40,0	-	-
ŠLJUNAK	20,5	0	36,0	5,00E-2	1
KRUPNI KAMEN	20,0	0	40,0	1,00E-1	1

#### 4.3.2 RAČUNSKI MODEL RM1 (GRAĐEVNA JAMA)

Hidrološki podaci iz godina od 2014 do 2021 pokazali su da je godišnja visoka voda u kanalu Kupa-Kupa oko 108,0 m n.m. Ukupna projektirana kota zagata sa box barijerama iznosi 108,00 m n.m. Samo tijelo zagata visine je 3,1 m od kote 101,8 m n.m. do 105,00 m n.m., dodatno nadvišenje na kotu od 108,0 m. n.m. dobiva se postavljanjem se box barijerama visine 1,0 m. Box barijere slažu se u tri reda u piramidu te pune glinenim materijalom. Jezgra zagata izvodi se od kamenog materijala granulacije 0 – 64 mm, a oblaže se krupnim kamenom veličine 10 – 30 cm. Analiza hidrauličke stabilnosti provedena je za maksimalni godišnji vodostaj povratnog perioda 9 god.

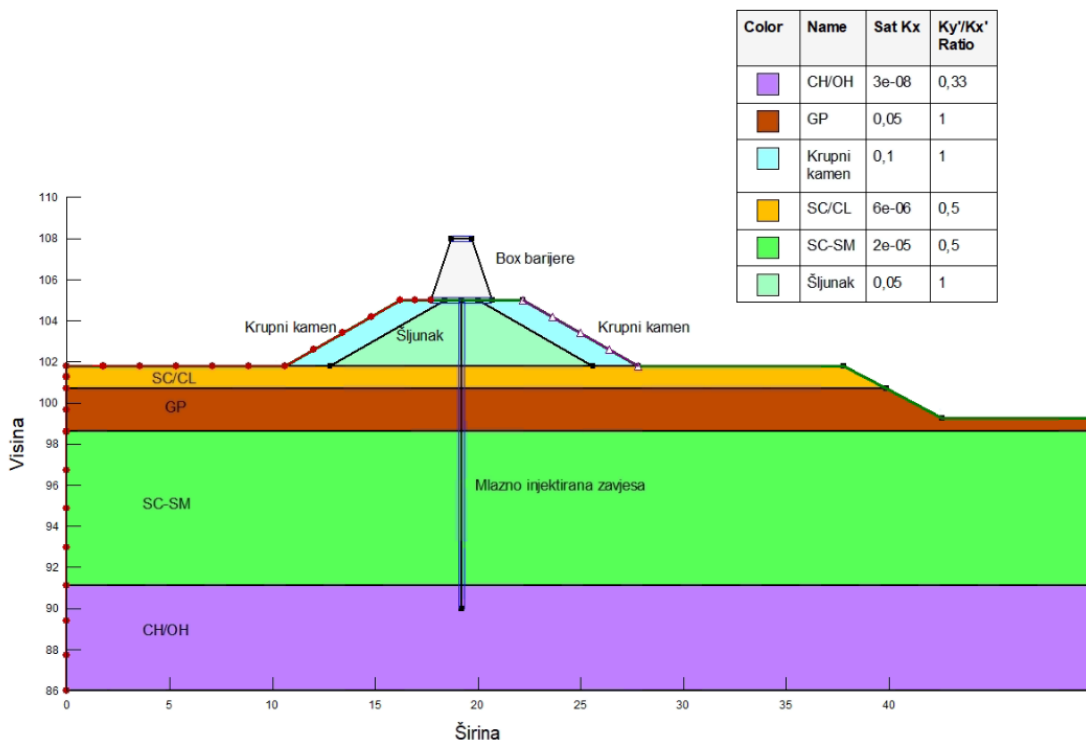
Vodonepropusnost se postiže ugradnjom mlaznoinjektiranih stupnjaka promjera 80 cm na razmaku 60 cm.

Analiza procjeđivanja su izvršena je na računskom modelu RM1 opisuje karakteristični poprečni presjek zagata.

Računski model RM1 prikazuje poprečni presjek zagata, sa box barijerama prilikom visoke vode na koti od 108,00 m n.m., a sa druge strane zagata voda u razini građevne jame na dubini 99,25 m n.m.

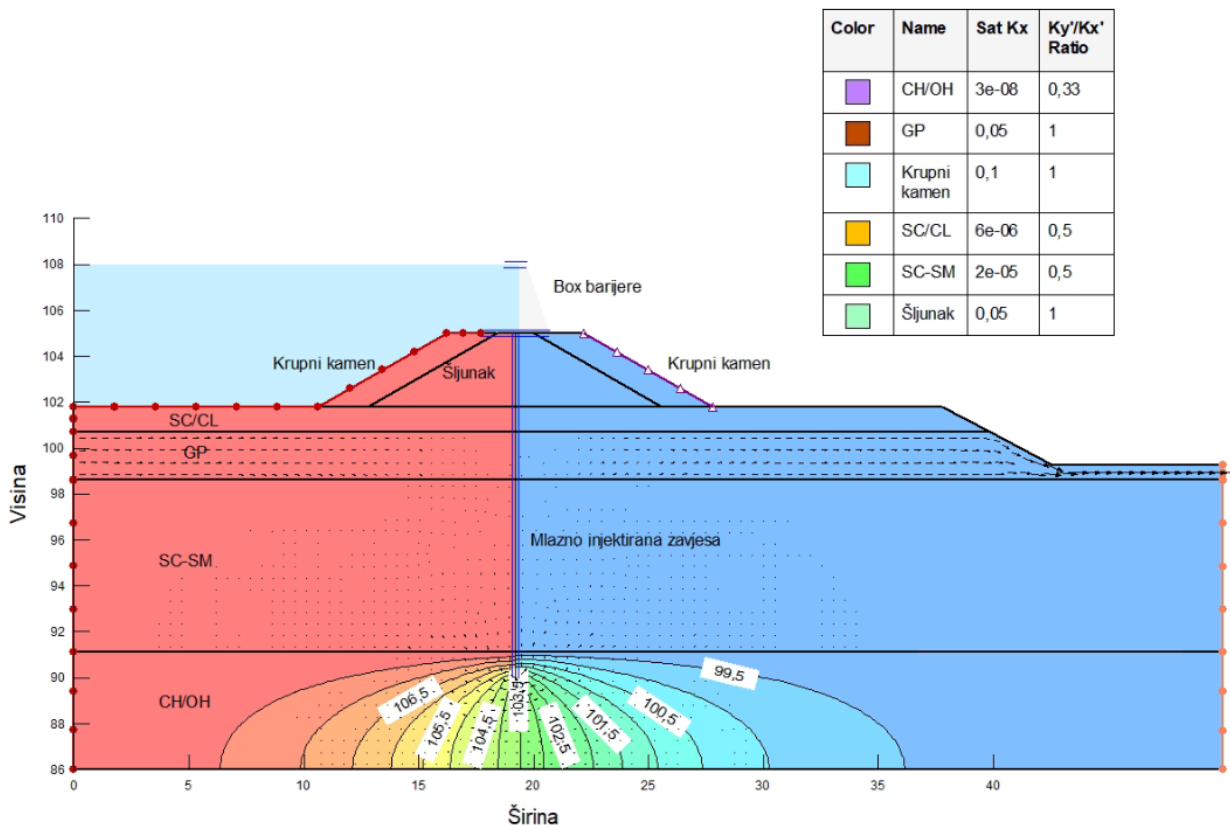


### Računski model predstavlja projektnu situaciju visoke vode kota 108,0 m n.m. (RM1-S1)



#### 4.3.2.1 Rezultati analize procjeđivanja RM1

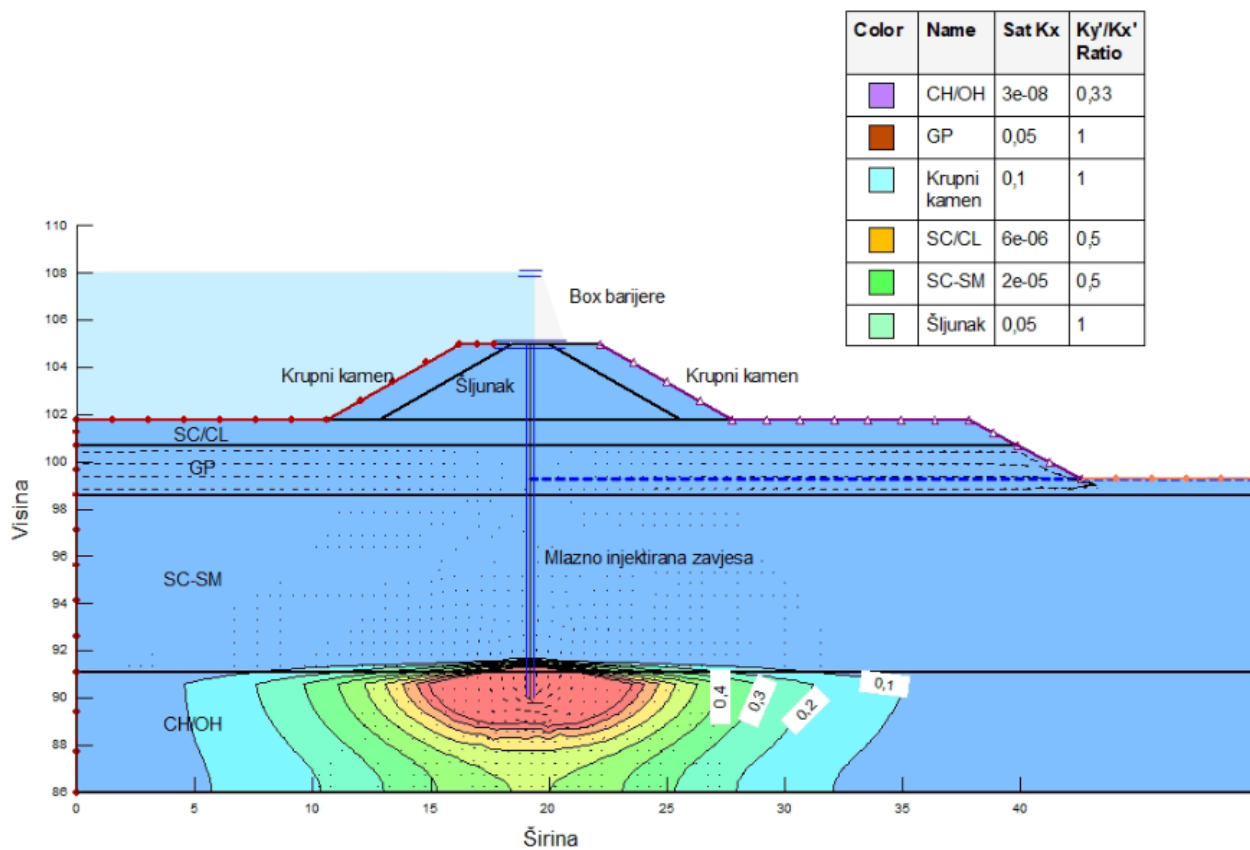
Prikaz vodnog potencijala:





	Max. vrijednost izlaznog gradijenta	Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta	Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta
<b>RM1</b>	$i_{xy} \max = 0,2$	(kriterij za filtarski nezaštićen materijal) $i_x \text{ dop} = 0,50$	(kriterij za filtarski zaštićen materijal) $i_x \text{ dop} = 10,0$

Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta  $i_{xy}$ :



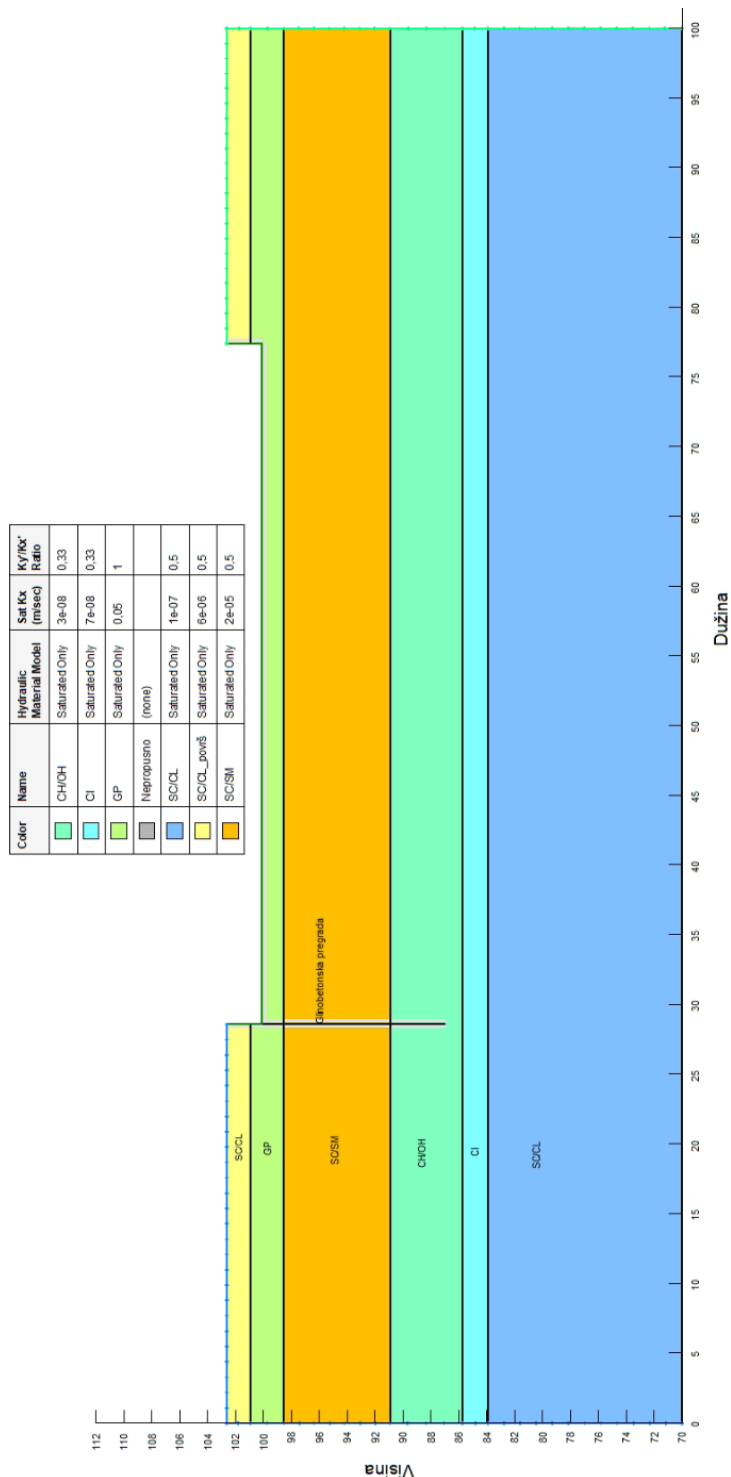


### 4.3.3 RAČUNSKI MODEL RM2 (USTAVA ŠIŠLJAVIĆ)

Računski model RM2 prikazuje ustavu Šišljavić prilikom nailaska visoke vode na koti 110,15 m n.m., ustava zadržava vodni val te kontrolirano propušta vodu. U modelu je pretpostavljena nizvodna visina vode na koti od 106,15 m n.m..

Projektom je predviđena vodonepropusna zavjesa duljine 17,2 m izvedena mlazno injektiranim stupnjacima promjera 80 cm na osnom razmaku od 60 cm.

#### Računski model predstavlja projektnu situaciju visoke vode kota 108,0 m n.m. (RM2-S1)

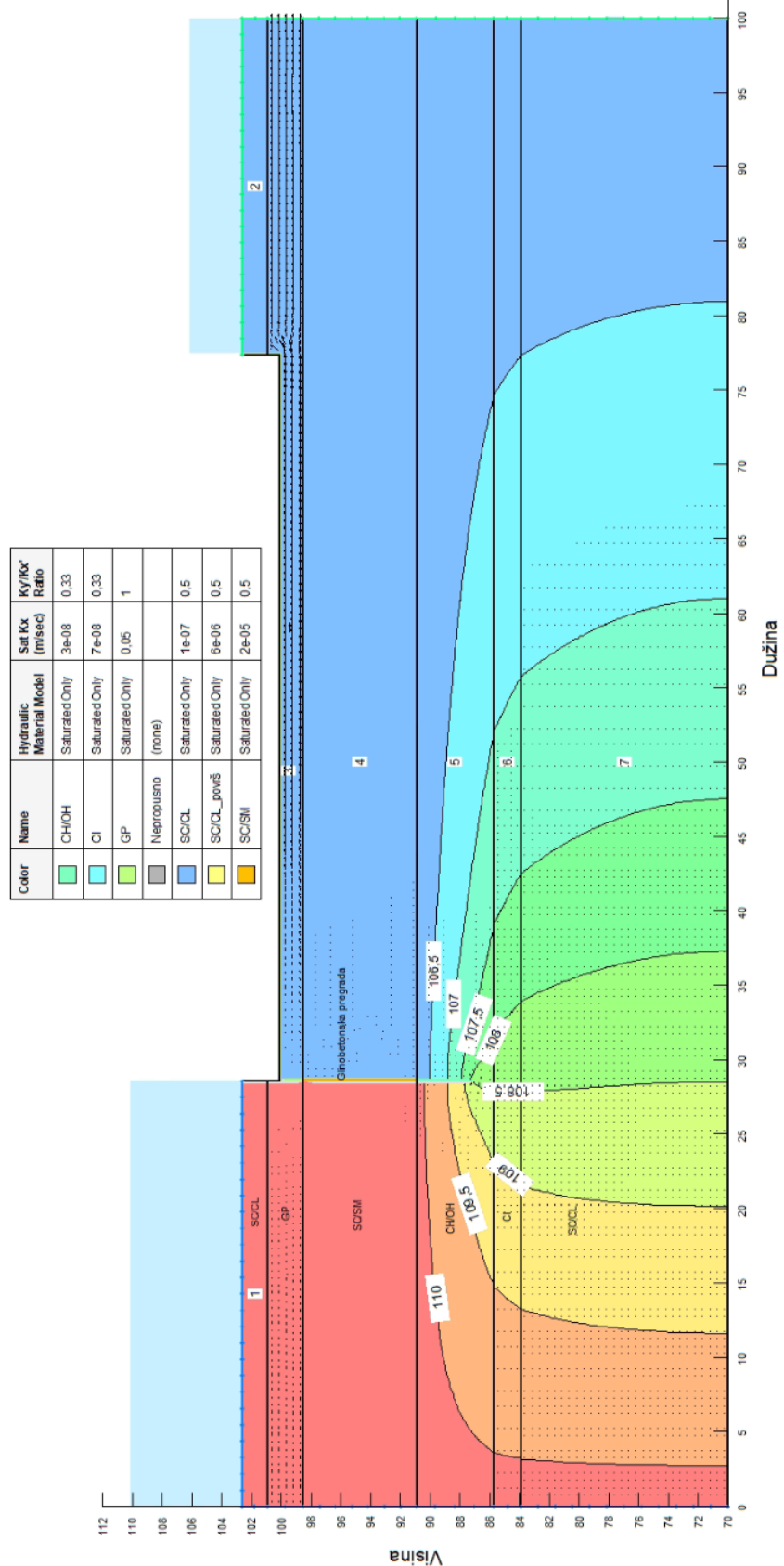






### 4.3.3.1 Rezultati analize procjeđivanja RM2

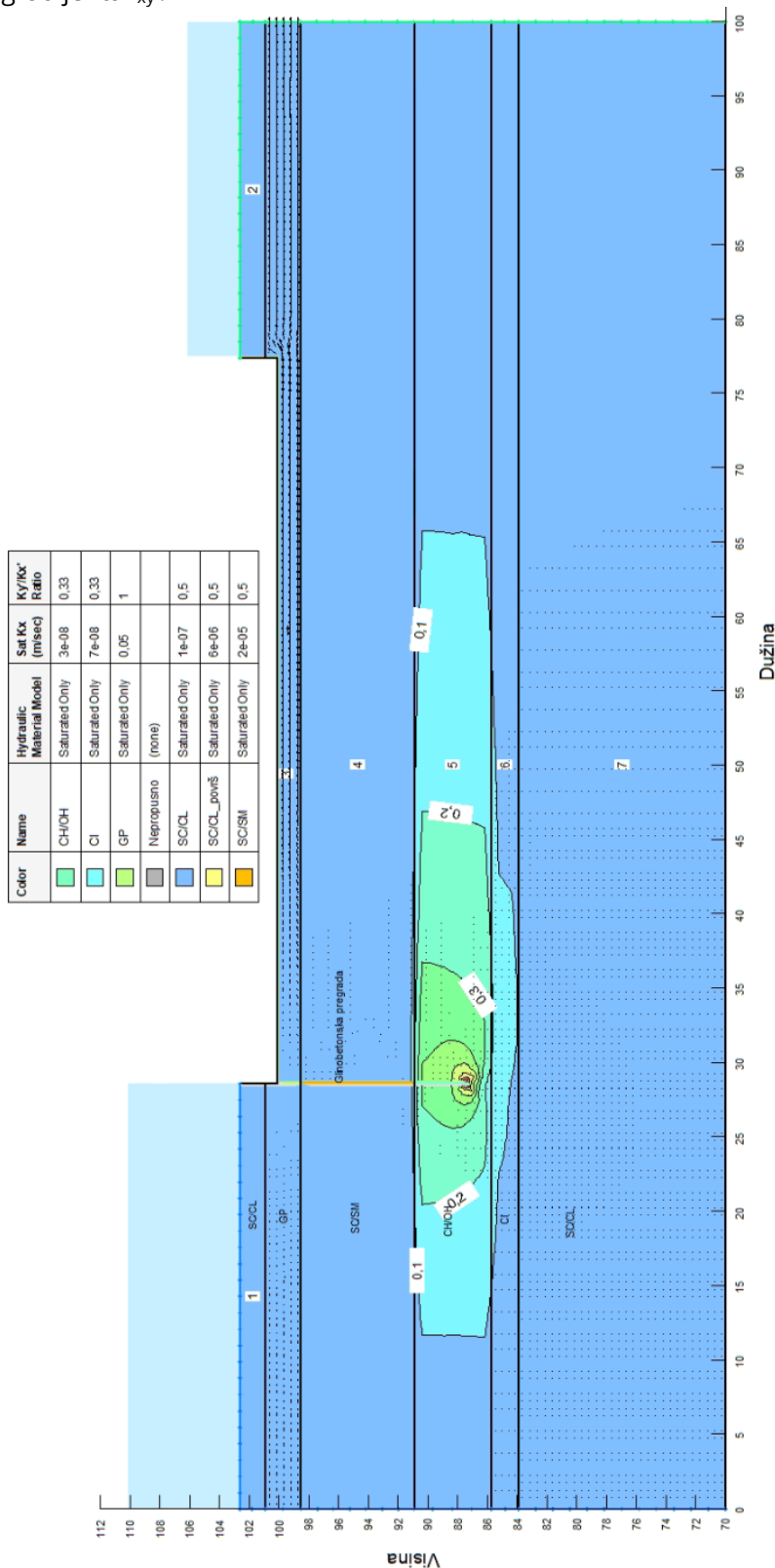
Prikaz vodnog potencijala:





	Max. vrijednost izlaznog gradijenta	Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta	Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta
RM2	$i_{xy} \max = 0,1$	(kriterij za filtarski nezaštićen materijal) $i_x \text{ dop} = 0,50$	(kriterij za filtarski zaštićen materijal) $i_x \text{ dop} = 10,0$

Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta  $i_{xy}$ :





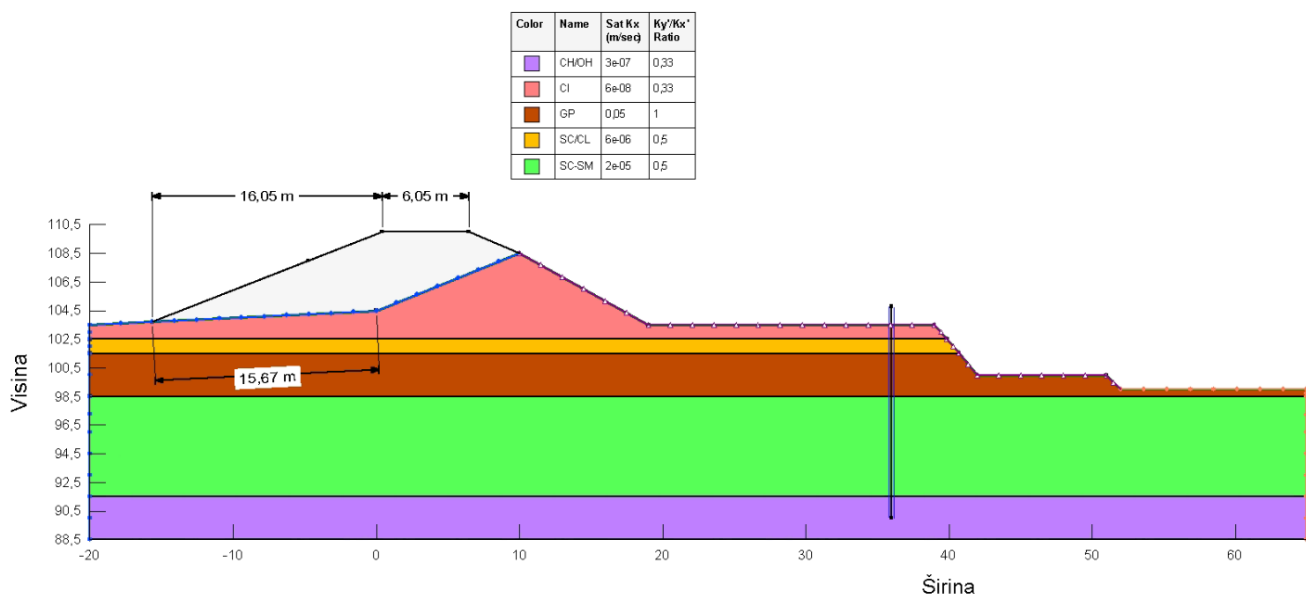
#### 4.3.4 RAČUNSKI MODEL RM3 ISKOP LIJEVOG NASIPA (PRESJEK 4-4)

Računski model RM3 prikazuje presjek 4-4 na situaciji iskopa, široki iskop desnog nasipa kanala Kupa-Kupa za potrebe temeljenja ustave Šišljavić, iskop se izvodi do kote 99,25 m n.m. Nasip zadržava vodni val na koti 108,00 m n.m.

Projektom je predviđena vodonepropusna zavjesa duljine 15,0 m izvedena mlazno injektiranim stupnjacima promjera 80 cm na osnovom razmaku od 60 cm, koja sprječava procjeđivanje vode u građevnu jamu.

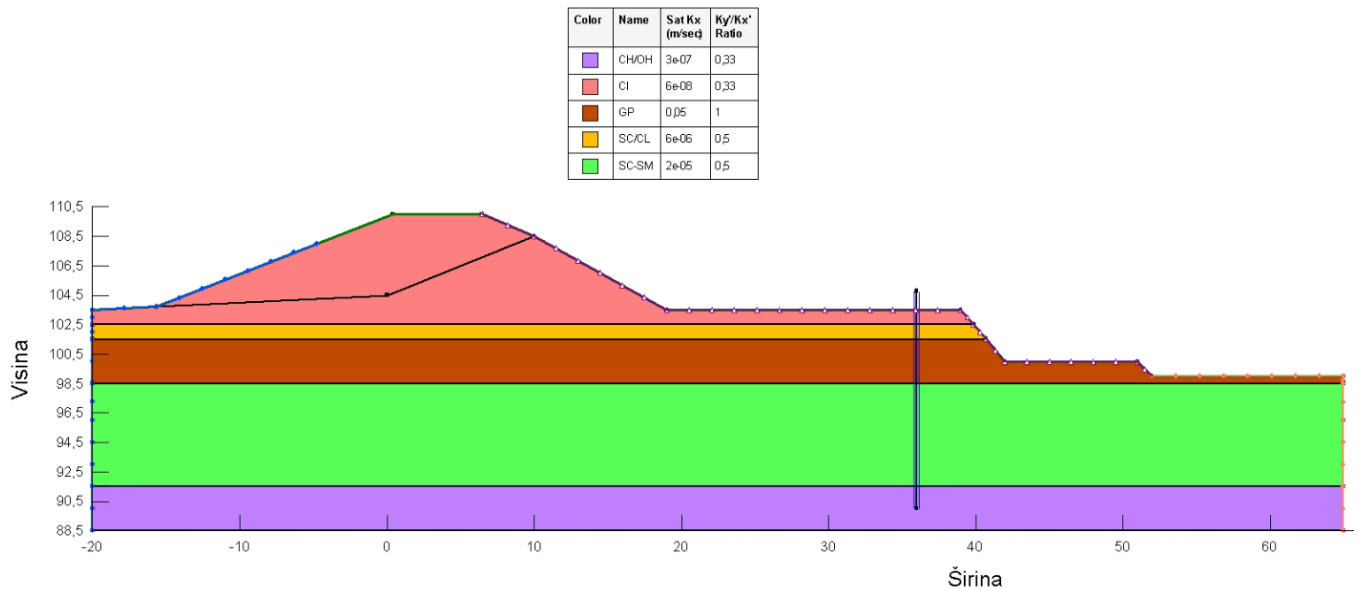
Prilikom iskopa građevne jame potrebno je oformiti deponiju selektiranog sitnozrnog glinovitog materijala male propusnosti u zoni oslabljenja lijevog nasipa kod presjeka 4-4 u prilogu 1. Minimalne dimenzije ojačanja nasipa su takve da je proširenje nasipa u nožici od 16 m, kruna nasipa mora biti širine minimalno 6m na koti 110,0 m n.m. U širini od minimalno 40 m.

**Računski model prikazuje lijevi nasip kanala Kupa Kupa i široki iskop za potrebe temeljenja ustave prilikom nailaska visoke vode na koti 108,0 m n.m. (RM3-S1)**





**Računski model prikazuje ojačani desni nasip kanala Kupa Kupa i široki iskop za potrebe temeljenja ustave prilikom nailaska visoke vode na koti 108,0 m n.m. (RM3-S2)**

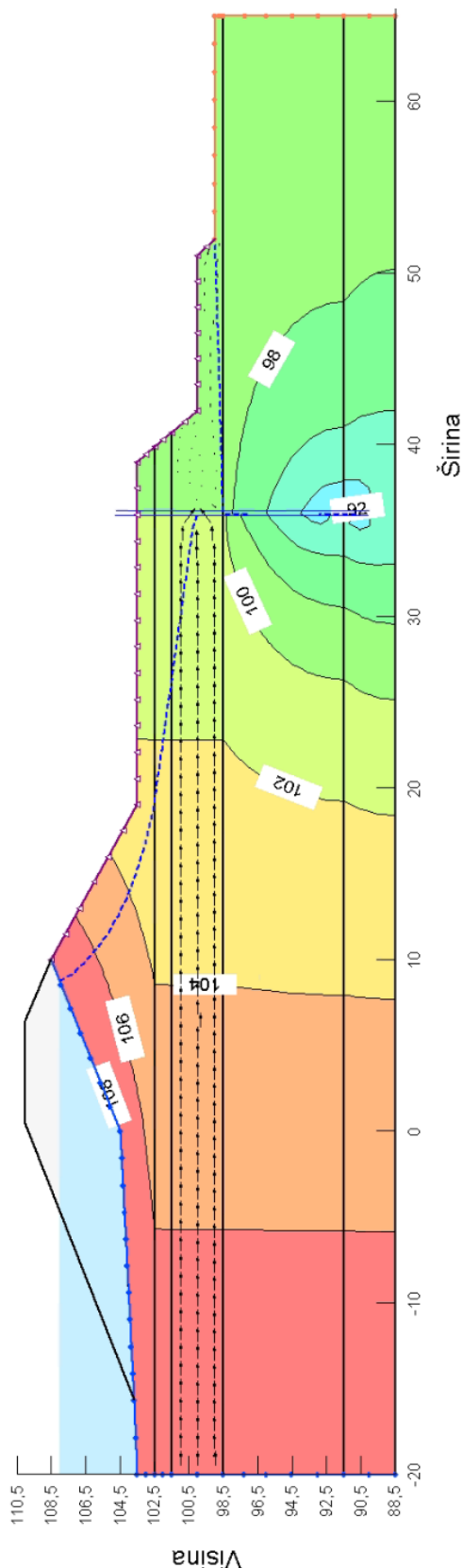




### 4.3.4.1 Rezultati analize procjeđivanja RM3-S1

Prikaz vodnog potencijala:

Color	Name	Sat Kx (m <sup>2</sup> /sec)	Ky/Kx Ratio
Light Blue	CH/OH	3e-07	0.33
Red	Cl	6e-08	0.33
Orange	GP	0.05	1
Yellow	SC/CL	6e-06	0.5
Green	SC-SM	2e-05	0.5

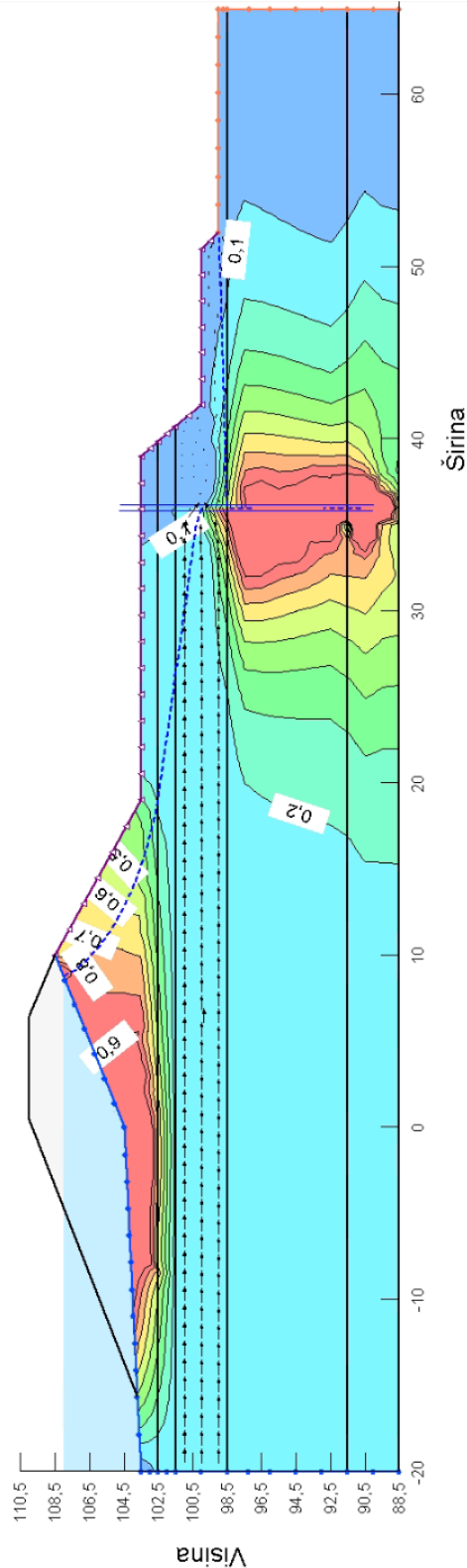




	Max. vrijednost izlaznog gradijenta	Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta	Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta
RM2	$i_{xy} \max = 0,7$	(kriterij za filtarski nezaštićen materijal) $i_x \text{ dop} = 0,50$	(kriterij za filtarski zaštićen materijal) $i_x \text{ dop} = 10,0$

Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta  $i_{xy}$ :

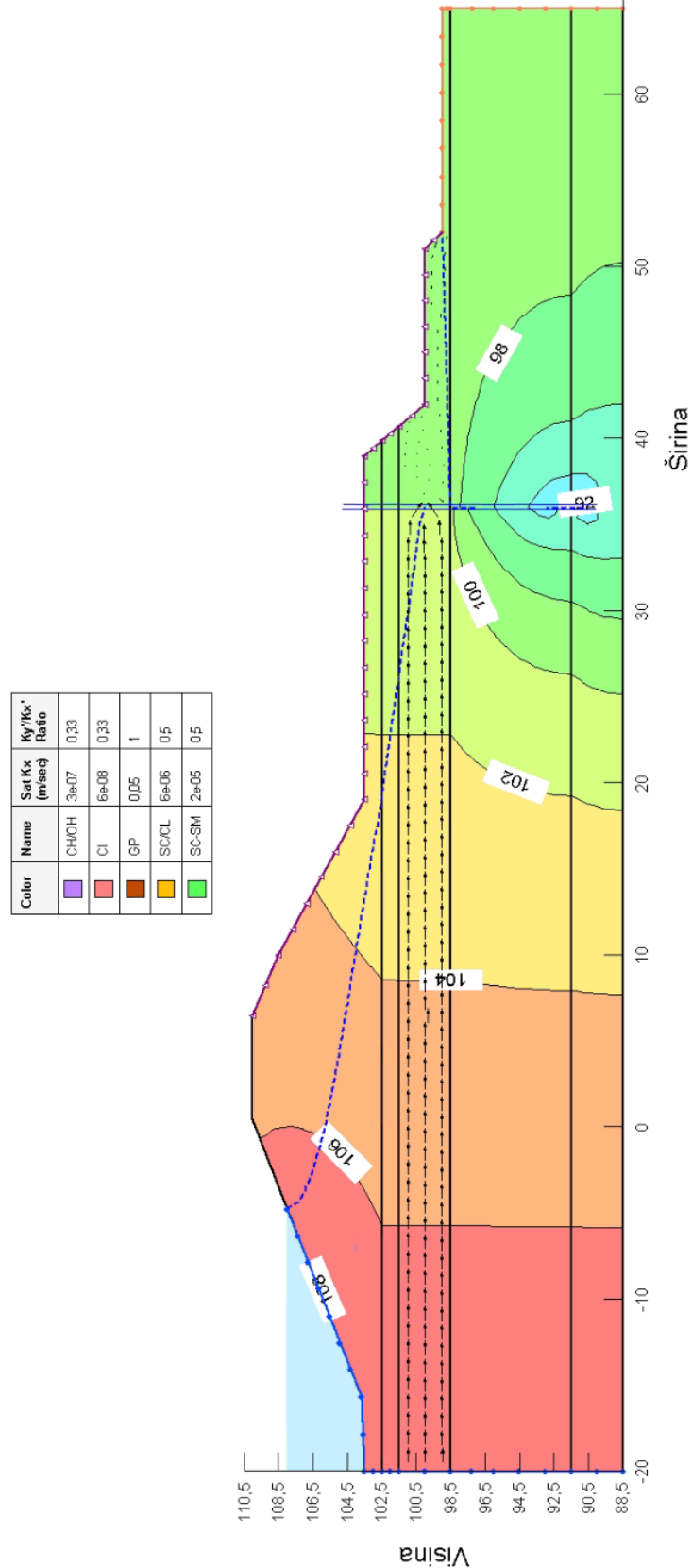
Color	Name	Sat Kx (m/sec)	Ky/Kx* Ratio
Blue	CHQH	3e-07	0,33
Red	CI	6e-08	0,33
Orange	GP	0,05	1
Yellow	SC/CL	6e-06	0,5
Green	SC-SM	2e-05	0,5





### 4.3.4.2 Rezultati analize procjeđivanja RM3-S2

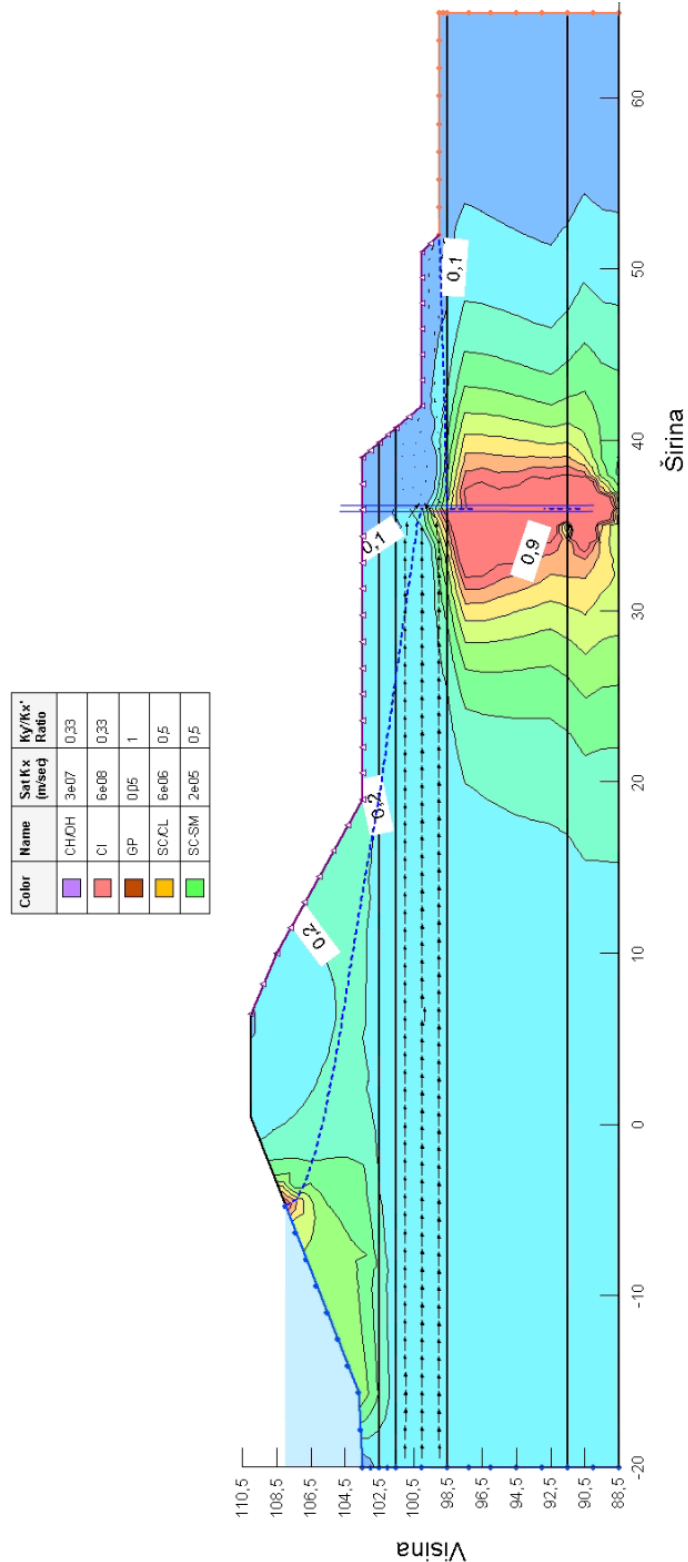
Prikaz vodnog potencijala:





	Max. vrijednost izlaznog gradijenta	Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta	Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta
RM2	$i_{xy} \max = 0,2$	(kriterij za filtarski nezaštićen materijal) $i_x \text{ dop} = 0,50$	(kriterij za filtarski zaštićen materijal) $i_x \text{ dop} = 10,0$

Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta  $i_{xy}$ :





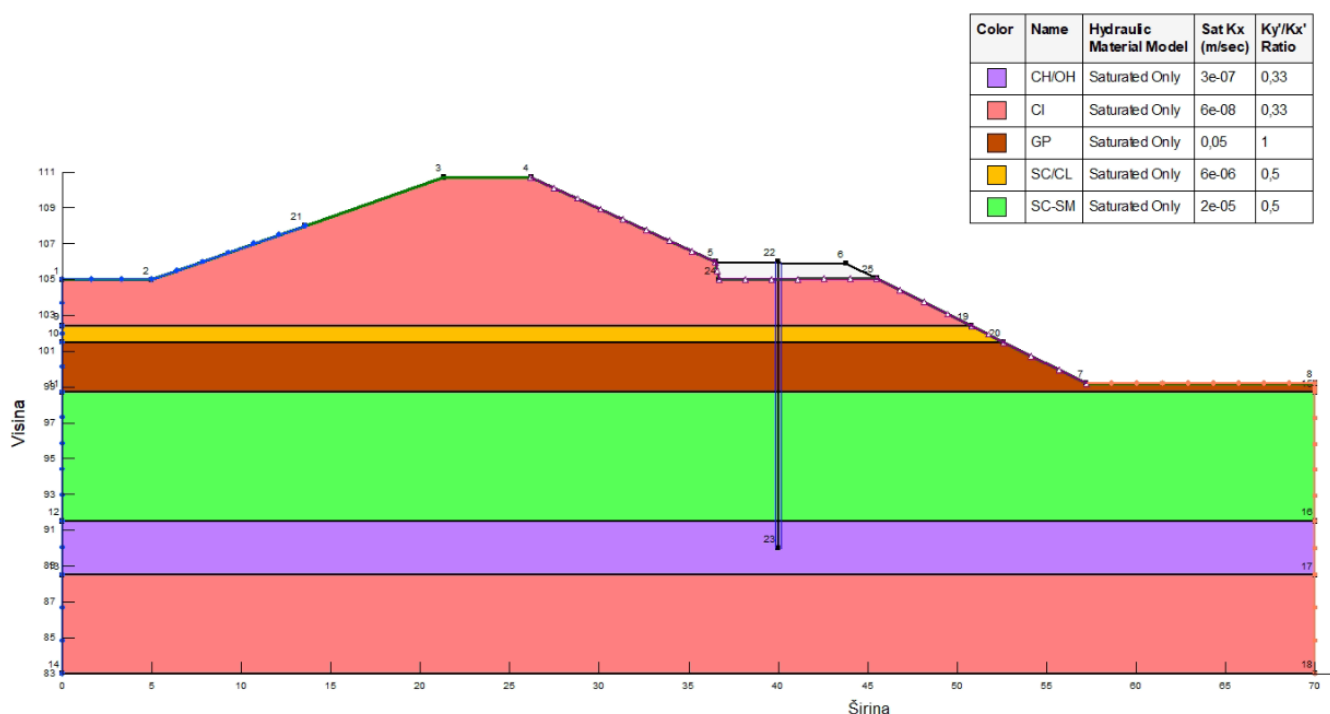


### 4.3.5 RAČUNSKI MODEL RM4 ISKOP DESNOG NASIPA (PRESJEK 5-5)

Računski model RM4 prikazuje presjek 5-5 na situaciji iskopa, široki iskop desnog nasipa kanala Kupa-Kupa za potrebe temeljenja ustave Šišljavić, iskop se izvodi do kote 99,25 m n.m. Nasip zadržava vodni val na koti 108,00 m n.m.

Projektom je predviđena vodonepropusna zavjesa duljine 15,0 m izvedena mlazno injektiranim stupnjacima promjera 80 cm na osnom razmaku od 60 cm, koja sprječava procjeđivanje vode u građevnu jamu.

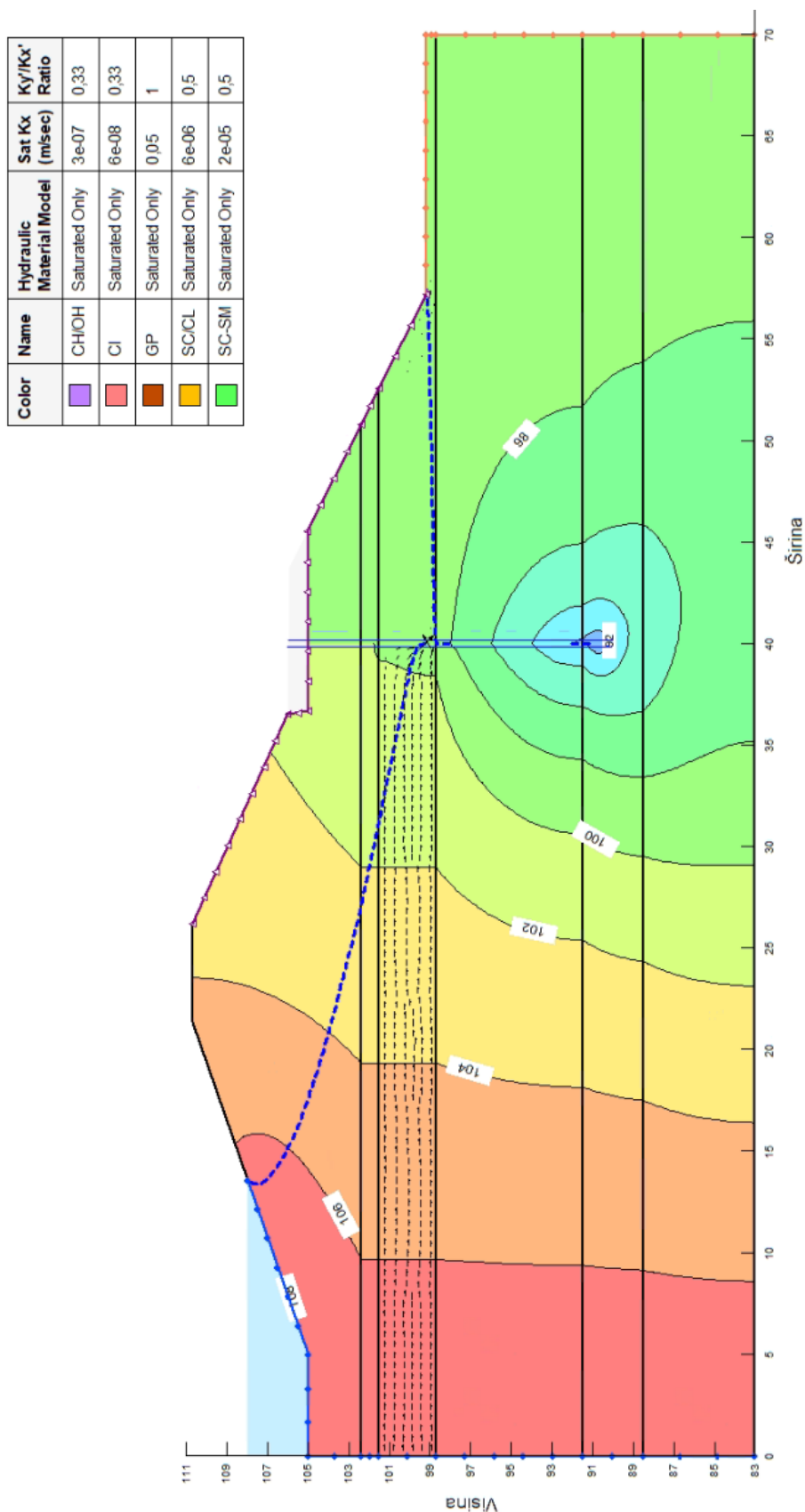
**Računski model prikazuje desni nasip kanala Kupa Kupa i široki iskop za potrebe temeljenja ustave prilikom nailaska visoke vode na koti 108,0 m n.m. (RM4-S1)**





### 4.3.5.1 Rezultati analize procjeđivanja RM4-S1

Prikaz vodnog potencijala:

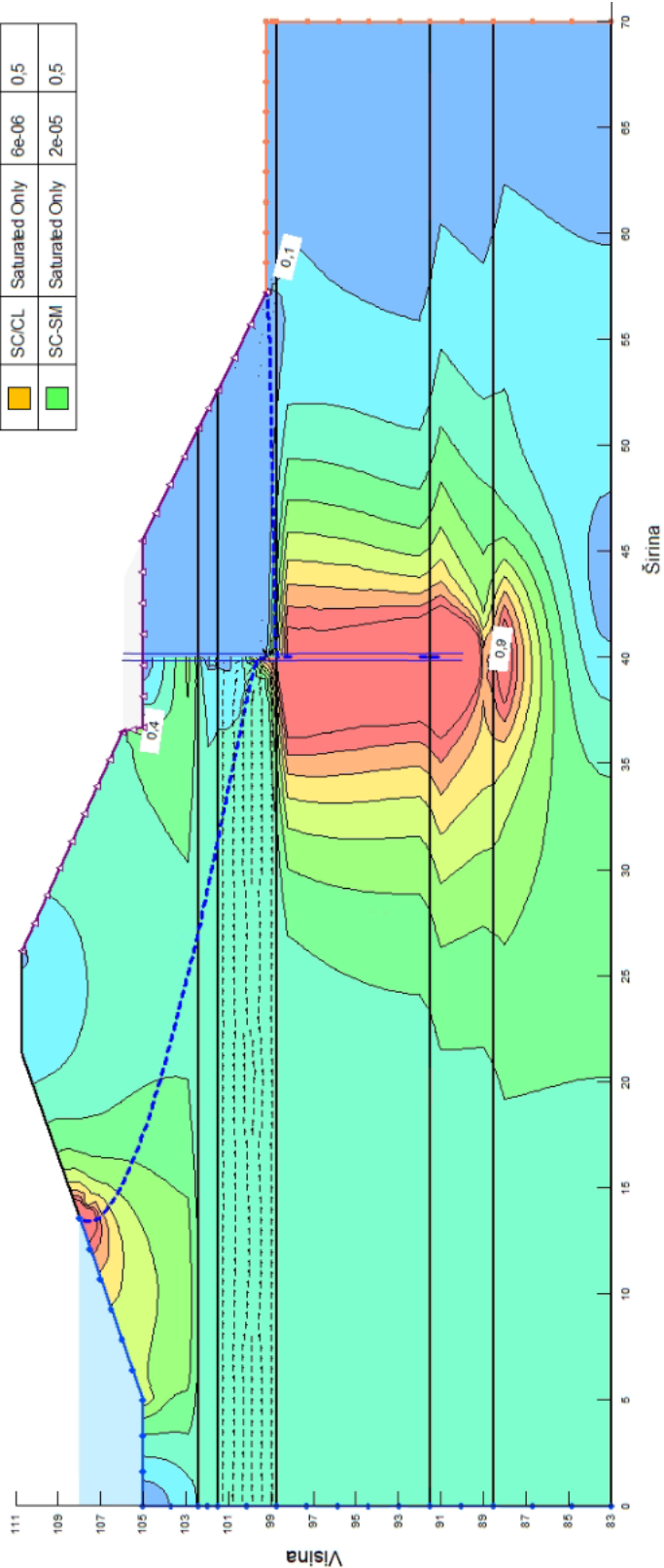




	Max. vrijednost izlaznog gradijenta	Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta	Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta
RM2	$i_{xy} \max = 0,4$	(kriterij za filterski nezaštićen materijal) $i_x \text{ dop} = 0,50$	(kriterij za filterski zaštićen materijal) $i_x \text{ dop} = 10,0$

Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta  $i_{xy}$ :

Color	Name	Hydraulic Material Model	Sat Kx (m/sec)	Ky/Kx* Ratio
Light Blue	CHOH	Saturated Only	3e-07	0,33
Light Red	CI	Saturated Only	6e-08	0,33
Light Green	GP	Saturated Only	0,05	1
Light Yellow	SC/CL	Saturated Only	6e-06	0,5
Light Purple	SC-SM	Saturated Only	2e-05	0,5





#### 4.3.6 ZAKLJUČAK ANALIZE PROCJEĐIVANJA

Na odabranim računskim modelima provedene su analize stacionarnog procjeđivanja kroz temeljno tlo velike vode u kanalu Kupa – Kupa. Hidraulička stabilnost je razmatrana kroz provjeru izlaznih hidrauličkih gradijenata u temeljnom tlu i nasipu.

Obzirom da je u oba računska modela zaštite građevne jame i eksploatacije ugrađena vodonepropusna zavjesa, svi proračunski gradijenti su zadovoljili tražene proračunske uvjete.

Na temelju provedenih analiza može se zaključiti da su građevna jama i temeljno tlo ispod ustave hidraulički stabilni.



## 4.4 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 ( $\gamma_F$ ) i učinke djelovanja ( $\gamma_E$ )		
Djelovanja	A1	A2
Djelovanja trajna nepovoljna- $\gamma_G$	1,35	1
Povoljna- $\gamma_G$	1	1
Djelovanja prolazna (povremena) nepovoljna- $\gamma_Q$	1,5	1,3
Povoljna- $\gamma_Q$	0	0
Parcijalni koeficijenti za parametre tla ( $\gamma_M$ )		
Djelovanja	M1	M2
Tangens efektivnog kuta trenja- $\gamma_\psi$	1	1,25
Efektivna kohezija- $\gamma_c$	1	1,25
Nedrenirana kohezija- $\gamma_{cu}$	1	1,40

R - Parcijalni koeficijenti otpornosti ( $\gamma_R$ )					
		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	--

### 4.4.1 RAČUNSKI MODEL RM1 (ZAGAT)

#### 4.4.1.1 Projektne situacije

Proračun analize stabilnosti provodio se na zagatu za zaštitu građevne jame koji zadržava V.V. te omogućava građenje u suhom.

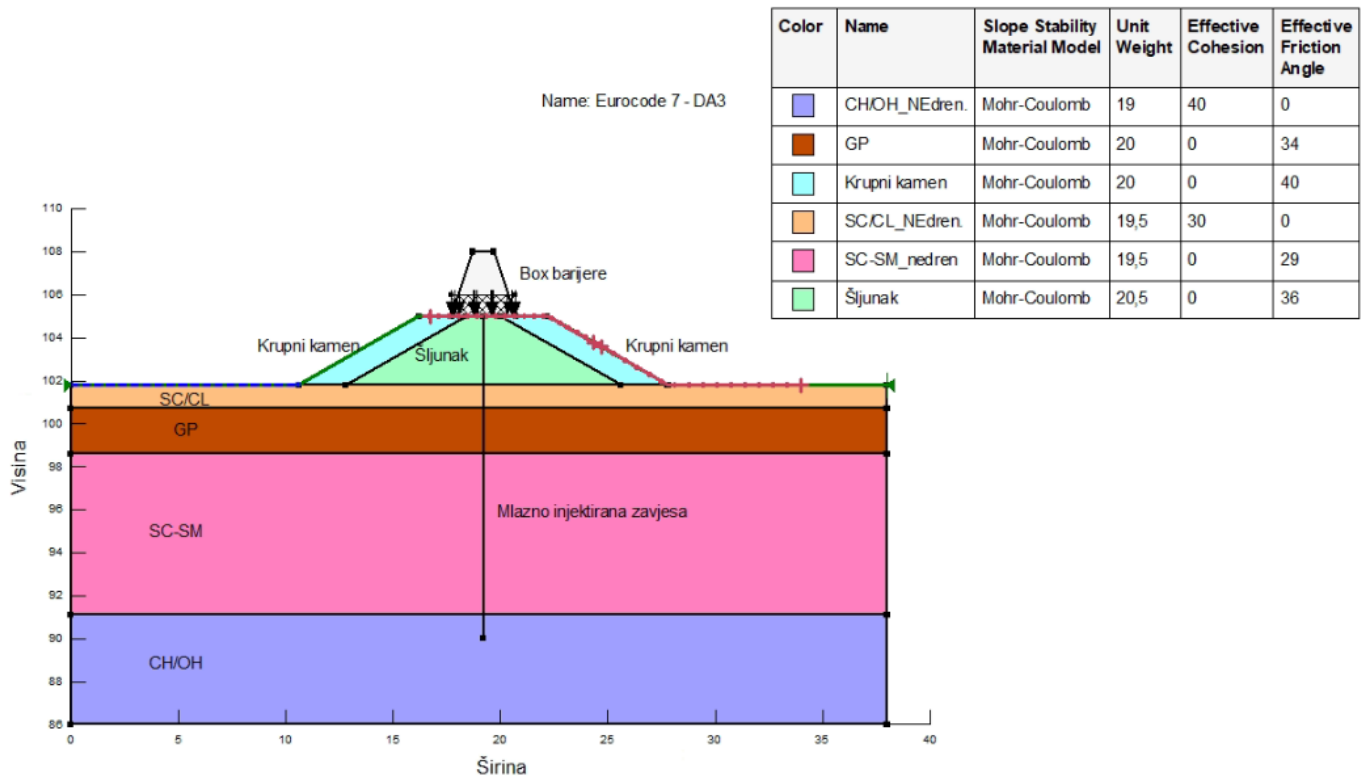
Odabrane su najnepovoljnije projektne situacije:

R. br.	Projektna situacija	Klizna ploha
1	Kraj gradnje	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , nedrenirani parametri glinenih materijala nasipa, voda u temeljnom tlu.
2	Eksploatacija	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, voda u temeljnom tlu.
3	Visoka voda	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, voda na vrhu box barijera na koti od 108,00 m n.m.



#### 4.4.1.2 Definiranje modela

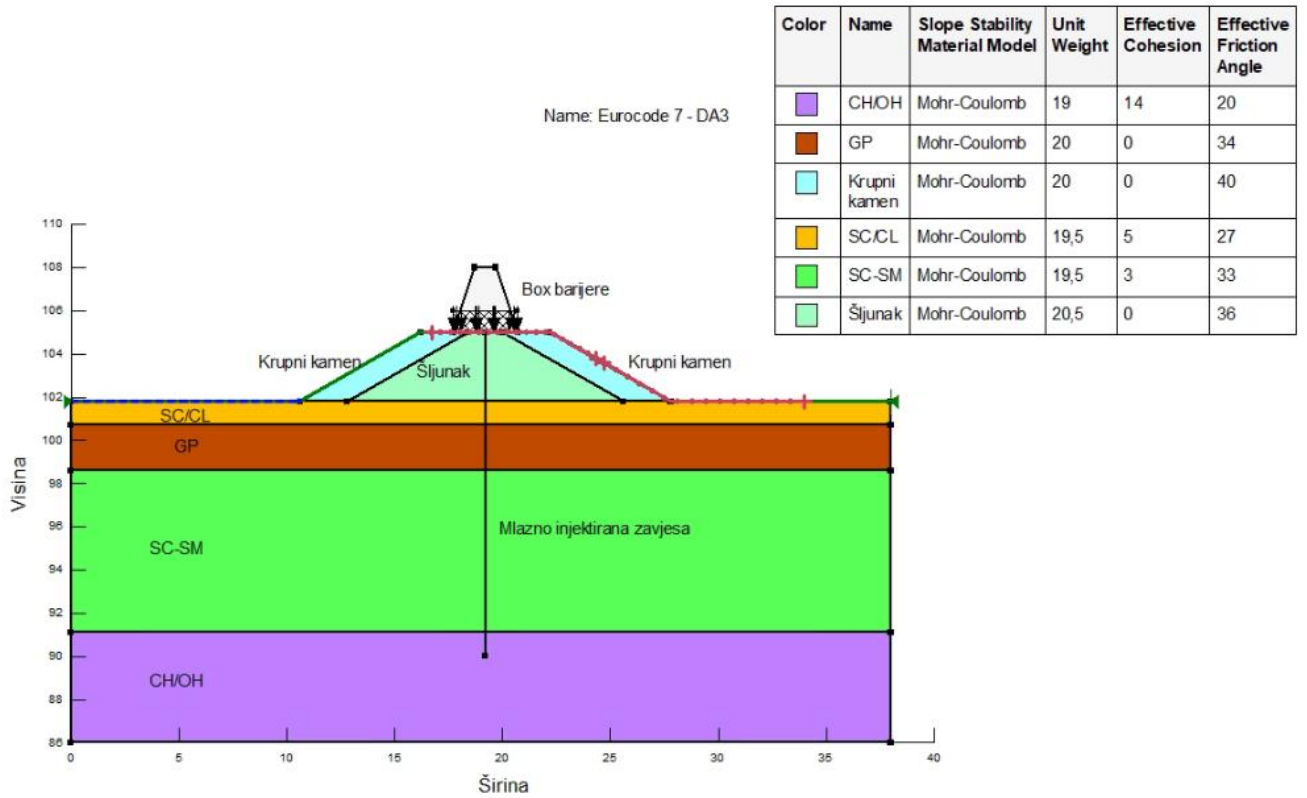
### Računski model predstavlja projektnu situaciju kraj gradnje zagata (RM1-S2)



Na modelu je stalno nepovoljno opterećenje od box barijera  $q$  u projektnoj situaciji kraja gradnje.  
Karakteristično opterećenje od servisnog puta:  $q_k=60 \text{ kN/m'}$

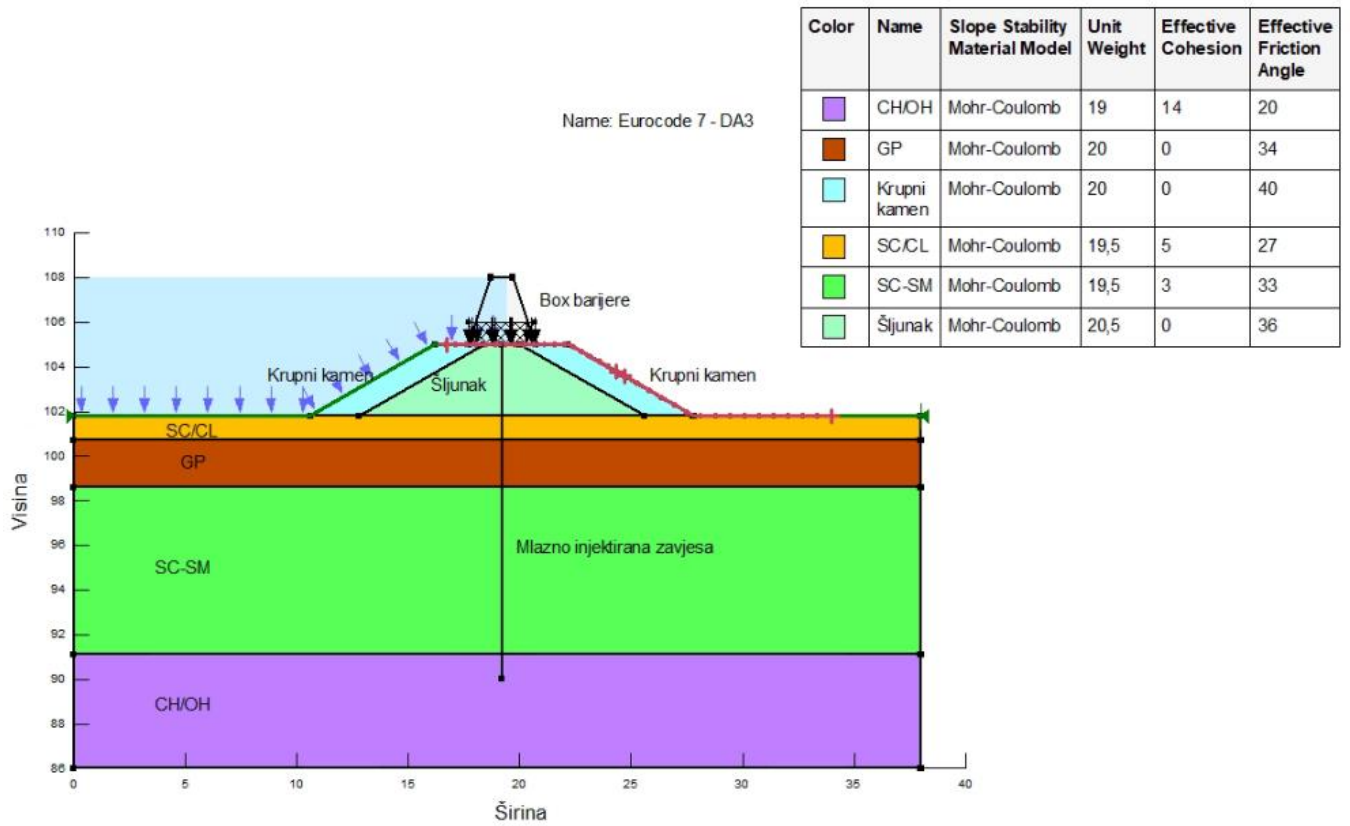


### Računski model predstavlja projektnu situaciju kraj eksploataciju (RM1-S2)





**Računski model predstavlja projektnu situaciju visoke vode kota 108,0 m n.m. (RM1-S3)**







#### 4.4.1.3 Rezultati proračuna za RM1

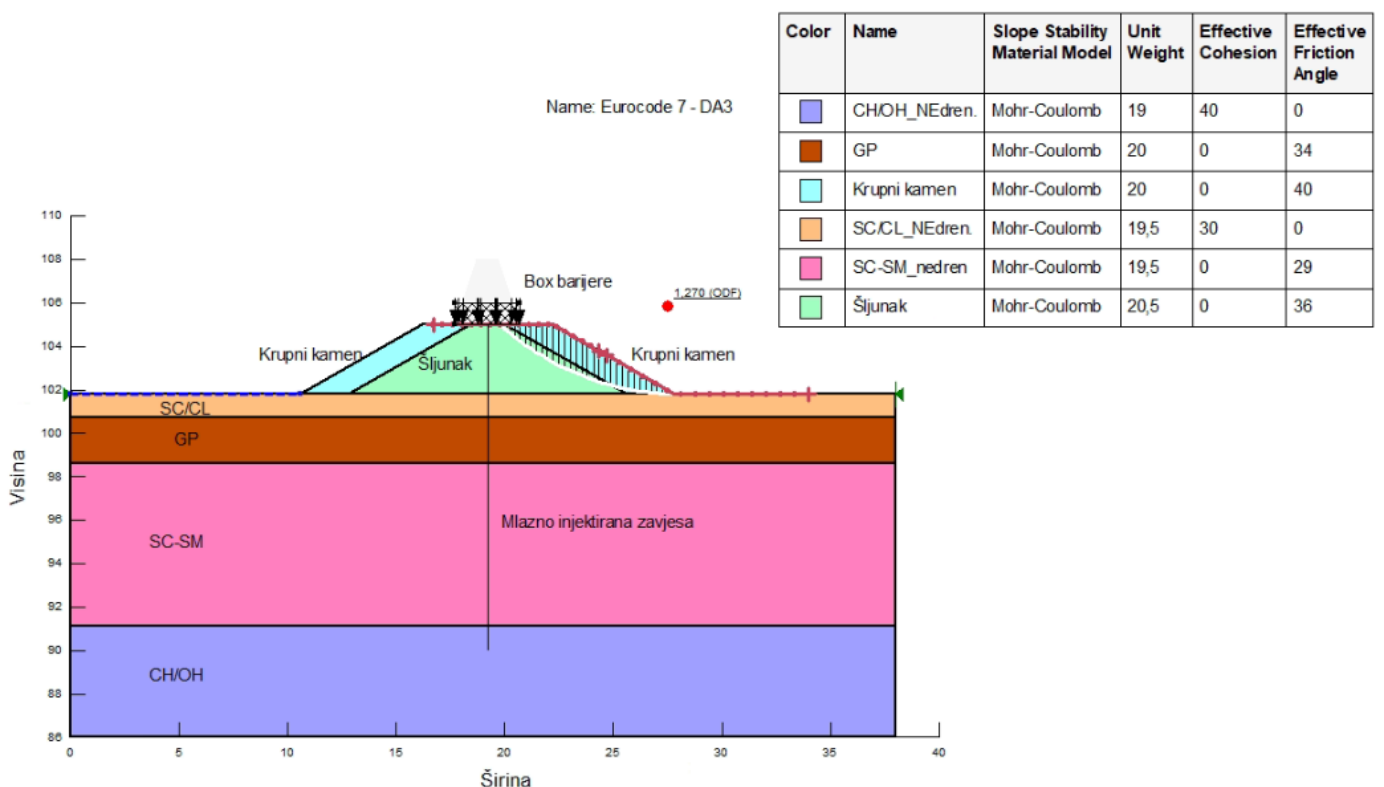
Minimalni potrebni faktori sigurnosti iznose  $F_s=1,0$ . Numeričkim analizama dobivene su slijedeće vrijednosti faktora sigurnosti za odabrane cilindrične/poligonalne klizne plohe kojima se karakterizira globalna stabilnost pokosa:

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F <sub>smin</sub>	F <sub>s</sub>
1	RM1-S1	Kraj gradnje	1,00	1,270
2	RM1-S2	Eksploatacija	1,00	1,280
3	RM1-S3	V.V. 108,0 m n.m.	1,00	1,148

Pojedinačni prikaz rezultata proračuna stabilnosti:

#### Rezultat kraj gradnje (RM1-S1)

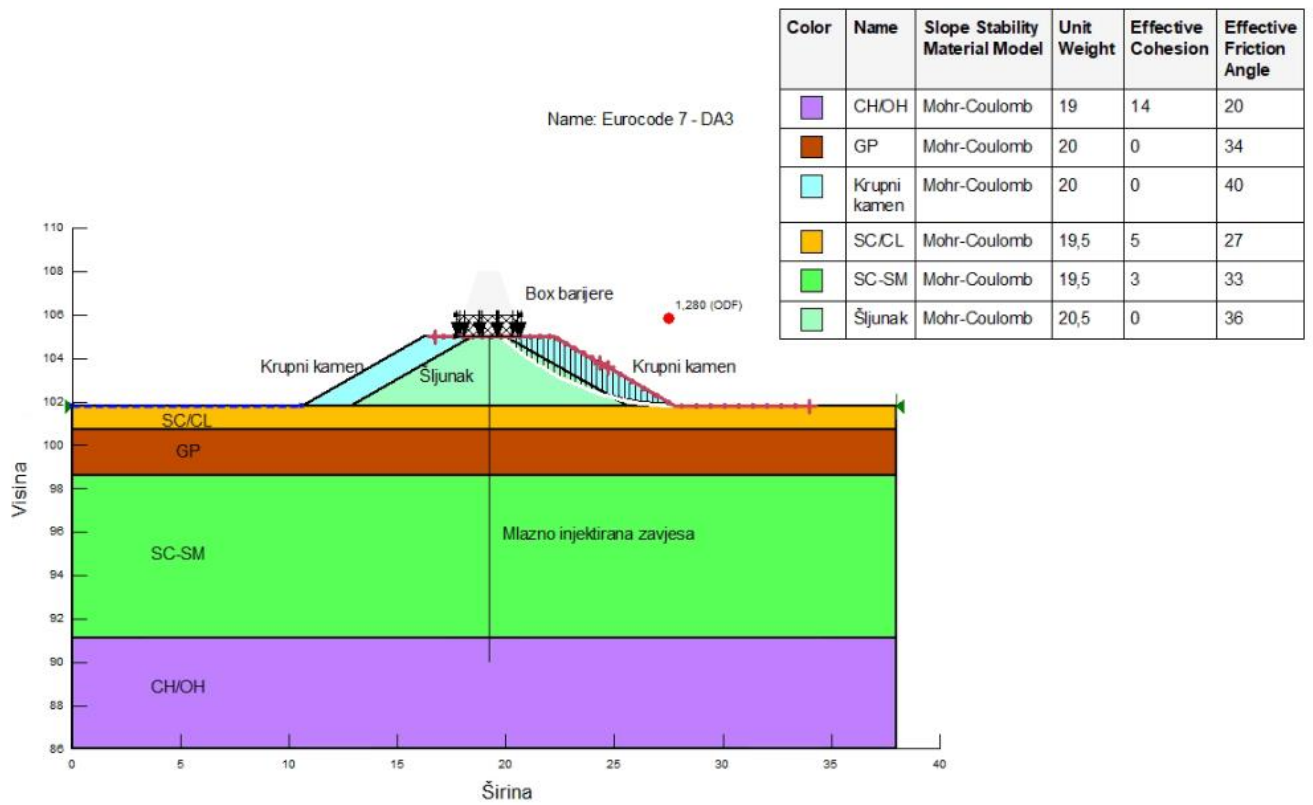
R.br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F <sub>smin</sub>	F <sub>s</sub>
1.	RM1-S1	Kraj gradnje, nedrenirani parametri tla	1,00	1,270





### Rezultat eksploatacija (RM1-S2)

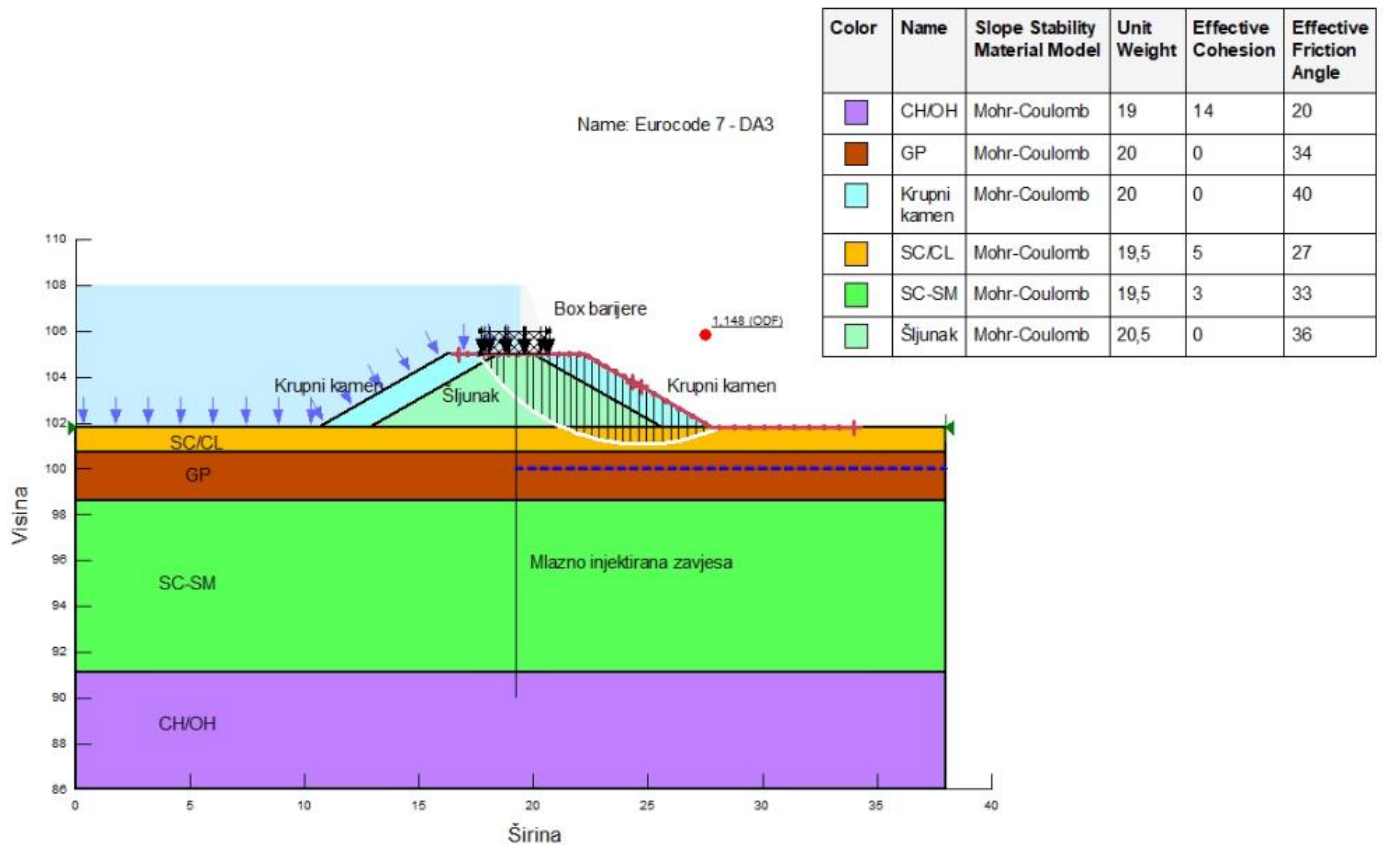
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Fsmin	Fs
2	RM1-S2	Eksploatacija, drenirani parametri tla	1,00	1,280





### Rezultat eksploatacija (RM1-S3)

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Fsmin	Fs
3	RM1-S3	Visoka voda, kota 108,00 m n.m.	1,00	1,148





## 4.4.2 RAČUNSKI MODEL RM2 (GRAĐEVNA JAMA)

### 4.4.2.1 Projektne situacije

Proračun analize stabilnosti provodio se na pokosu iskopa građevne jame ustave.

Odabrane su projektne situacije:

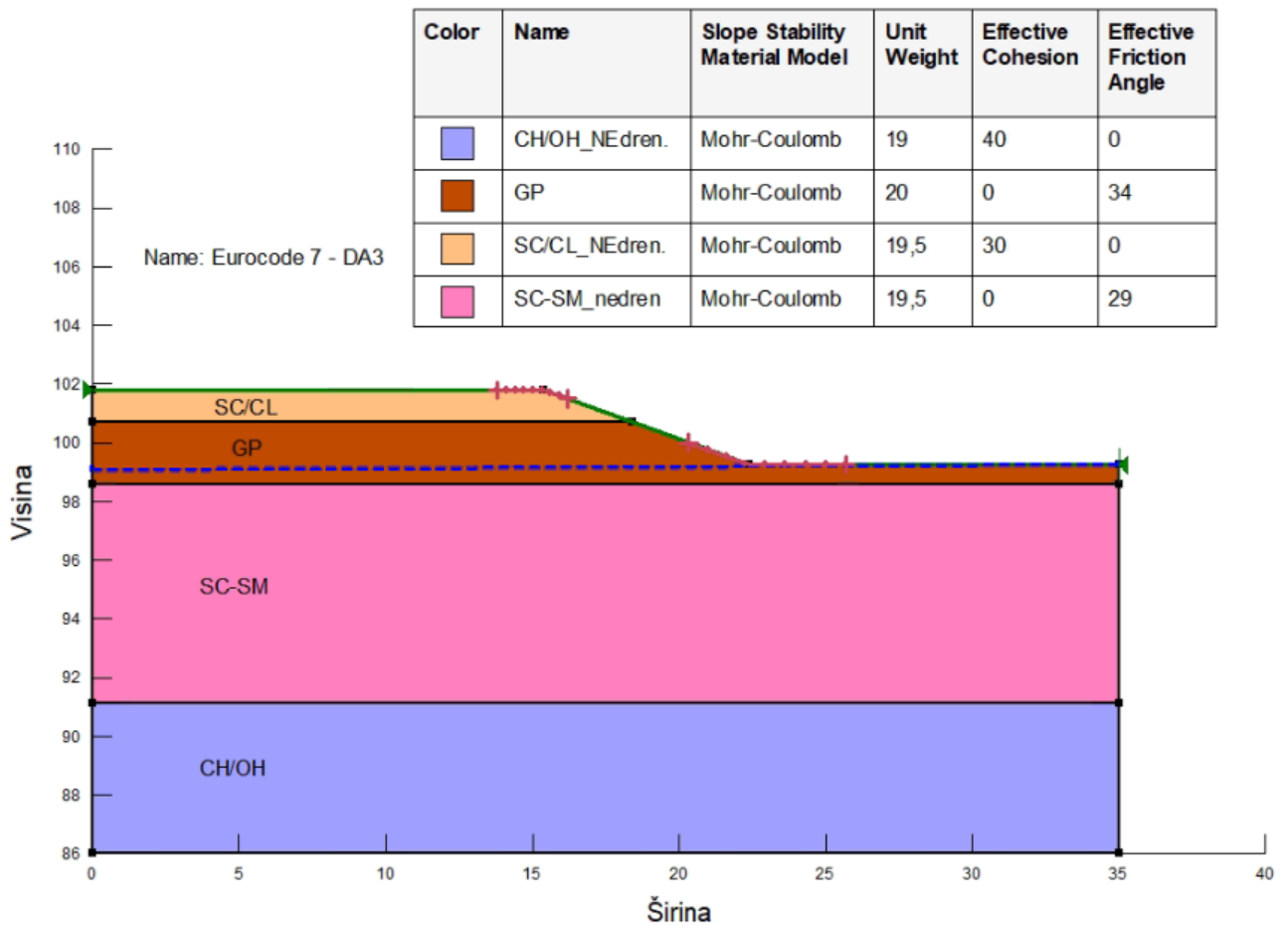
R. br.	Projektna situacija	Klizna ploha
1	Iskop – nedrenirani parametri	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , nedrenirani parametri glinenih materijala nasipa, voda u temeljnom tlu.
2	Eksploatacija – drenirani parametri	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, voda u temeljnom tlu.

### 4.4.2.2 Definiranje modela

Na modelu je prikazana projektna situacija iskopa građevne jame za temeljnu ploču ustave građevne jame. Nagib pokosa iskopa 1:2, a dubina iskopa iznosi 2,55 m.

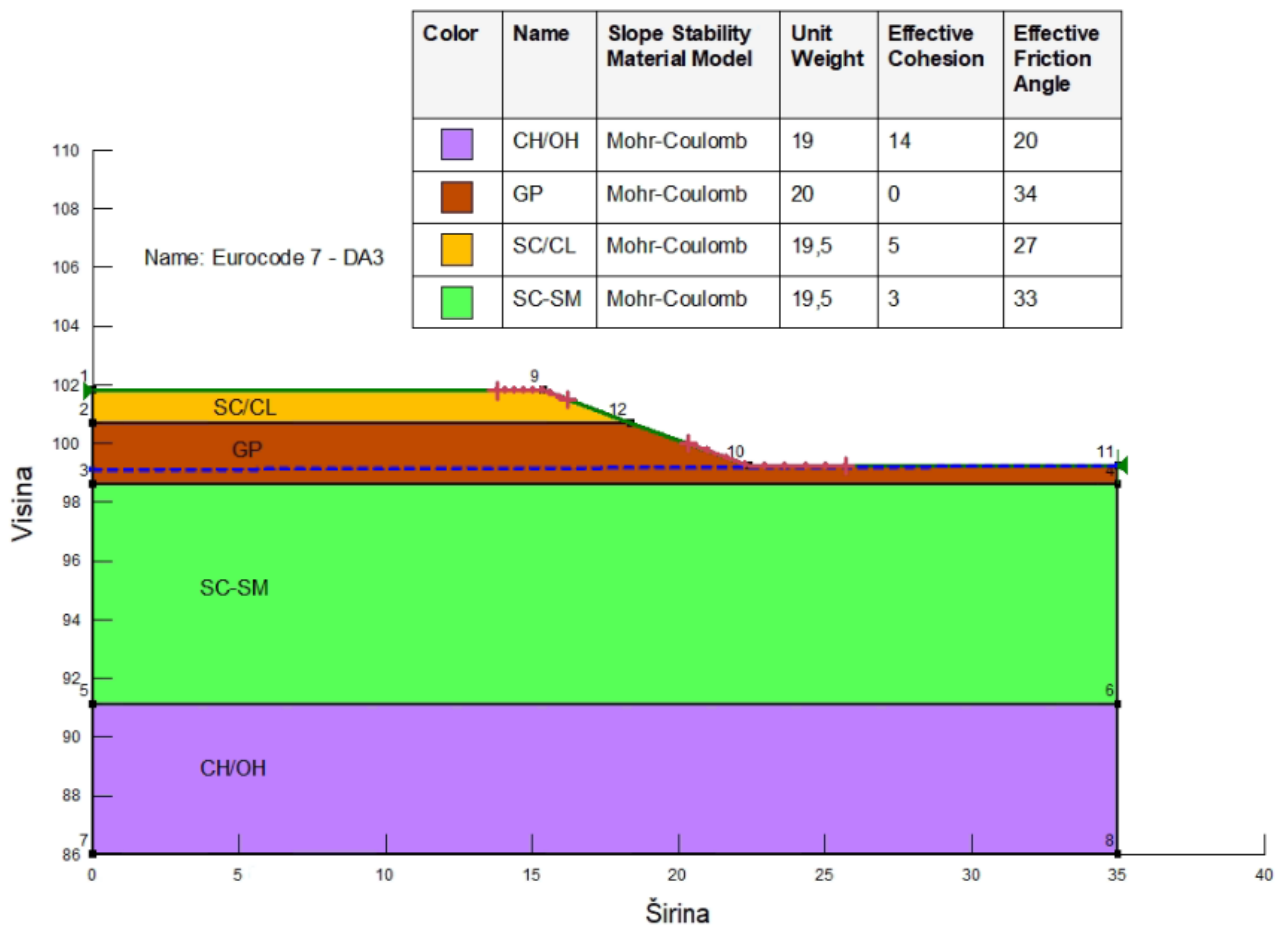


**Računski model predstavlja projektnu situaciju sa nedreniranim parametrima (RM2-S1)**





## Računski model predstavlja projektnu situaciju sa dreniranim parametrima (RM2-S2)



### 4.4.2.3 Rezultati proračuna za RM2

Minimalni potrebni faktori sigurnosti iznose  $F_s=1,0$ . Numeričkim analizama dobivene su slijedeće vrijednosti faktora sigurnosti za odabrane cilindrične/poligonalne klizne plohe kojima se karakterizira globalna stabilnost pokosa:

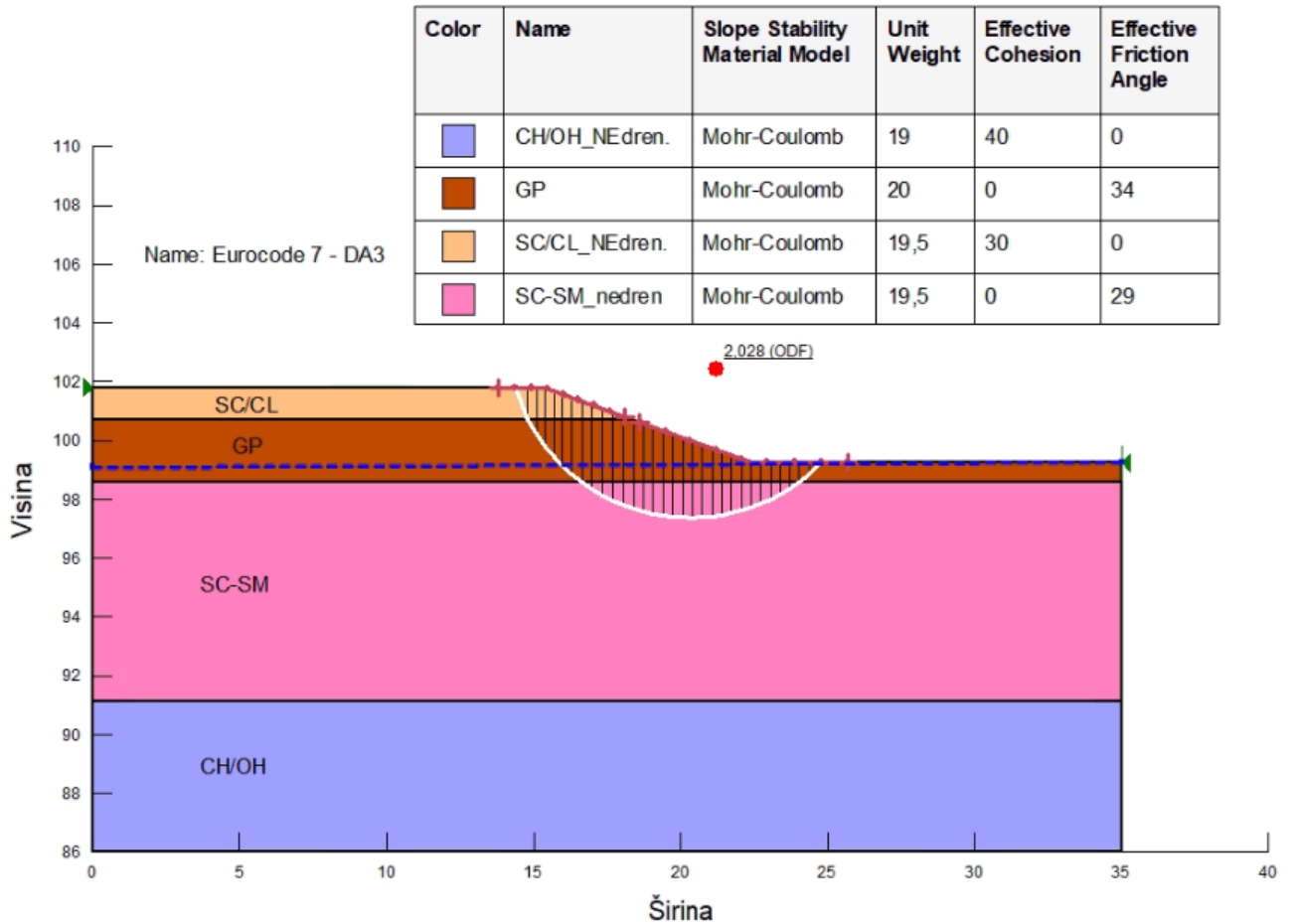
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F <sub>smin</sub>	F <sub>s</sub>
1	RM2-S1	Iskop – nedrenirani parametri	1,00	2,028
2	RM2-S2	Iskop – drenirani parametri	1,00	1,768



Pojedinačni prikaz rezultata proračuna stabilnosti:

**Rezultat kraj gradnje (RM2-S1)**

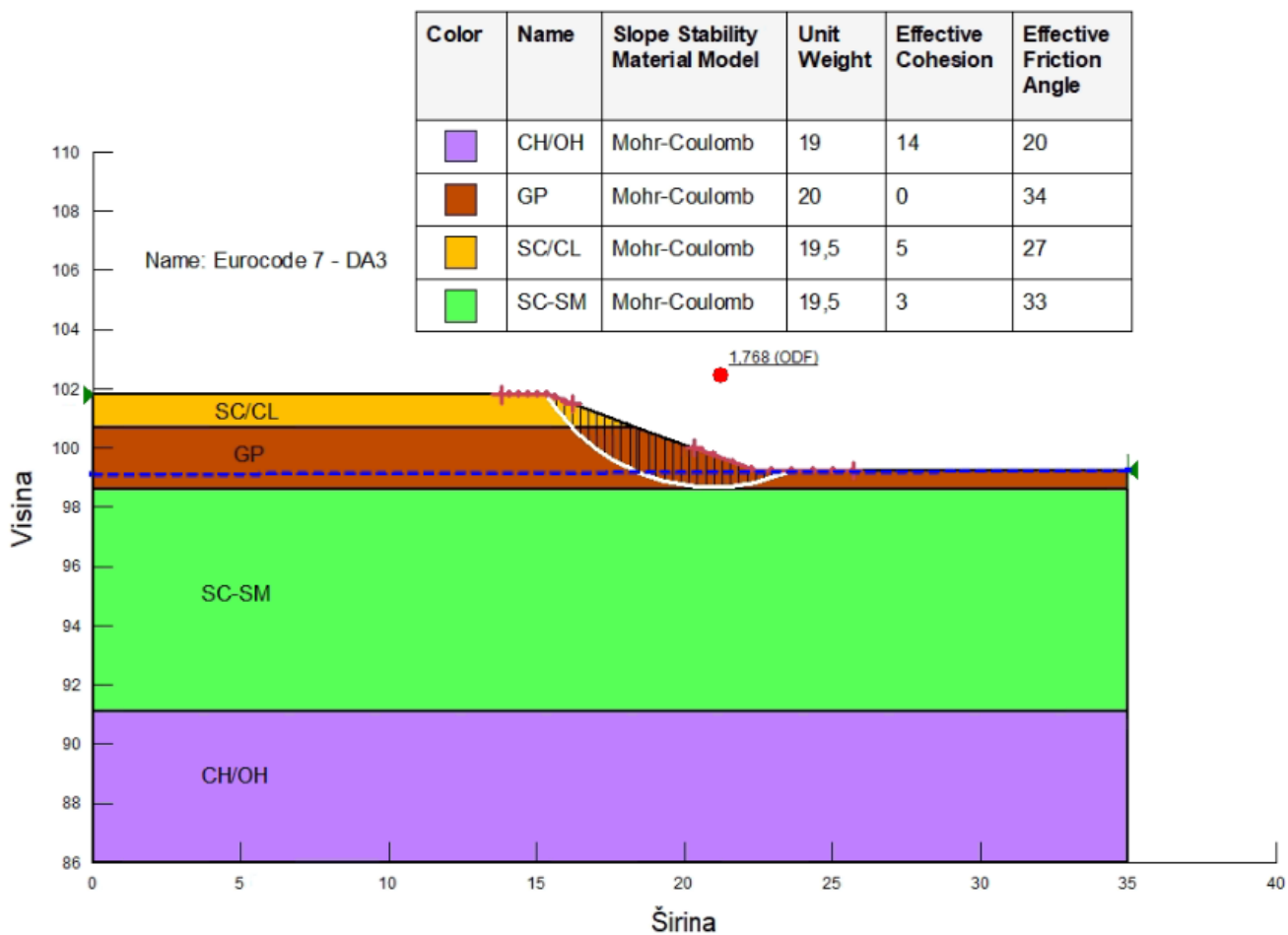
R.br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F <sub>min</sub>	F <sub>s</sub>
1	RM2-S1	Iskop – nedrenirani parametri	1,00	2,028





### Rezultat eksploatacija (RM2-S2)

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F <sub>min</sub>	F <sub>s</sub>
2	RM2-S2	Eksploatacija – drenirani parametri	1,00	1,768







## 4.4.3 RAČUNSKI MODEL RM3 (ZAGAT I GRAĐEVNA JAMA)

### 4.4.3.1 Projektne situacije

Proračun analize stabilnosti provodio se na modelu gdje su prikazani zagat i pokos iskopa građevne jame ustave.

Odabrane su projektne situacije:

R. br.	Projektna situacija	Klizna ploha
1	Iskop – nedrenirani parametri	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , nedrenirani parametri glinenih materijala nasipa, voda u temeljnom tlu.
2	Eksploatacija – drenirani parametri	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, voda u temeljnom tlu.

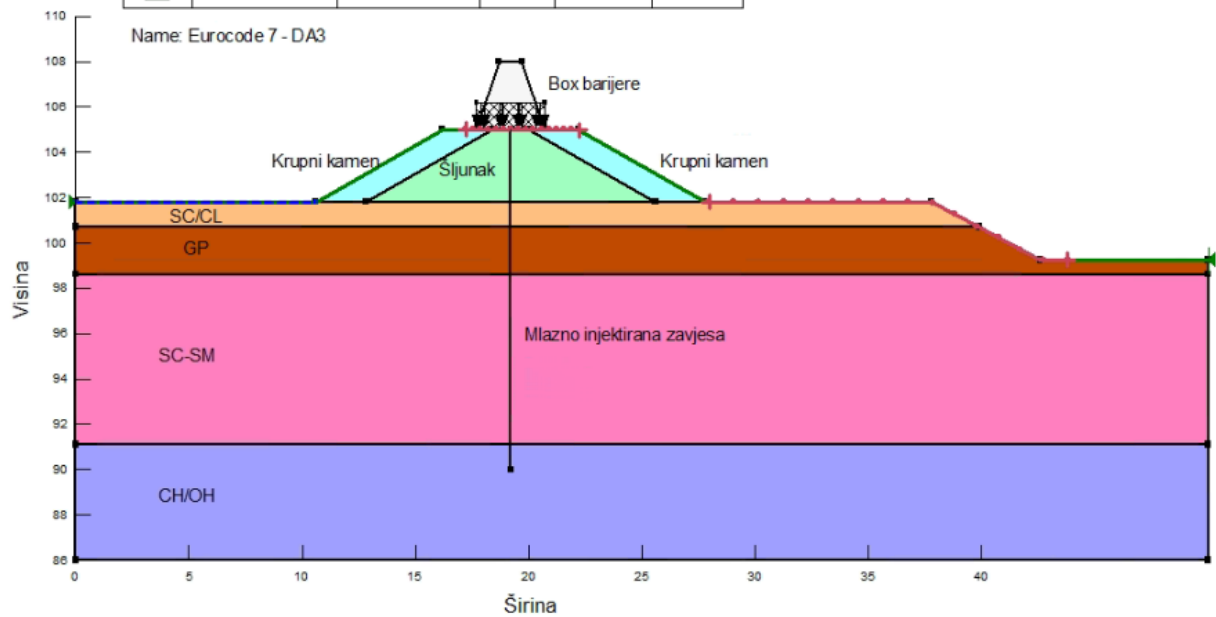
### 4.4.3.2 Definiranje modela

Na modelu je prikazana projektna situacija sa visokom vodom na koti 108,00 m n.m. koja djeluje na zagat i kraj gradnje gdje je voda u razini sa tlom a parametri tla su nedrenirani te iskop građevne jame za temeljnu ploču ustave građevne jame. Nagib pokosa iskopa 1:2, a dubina iskopa iznosi 2,55 m.



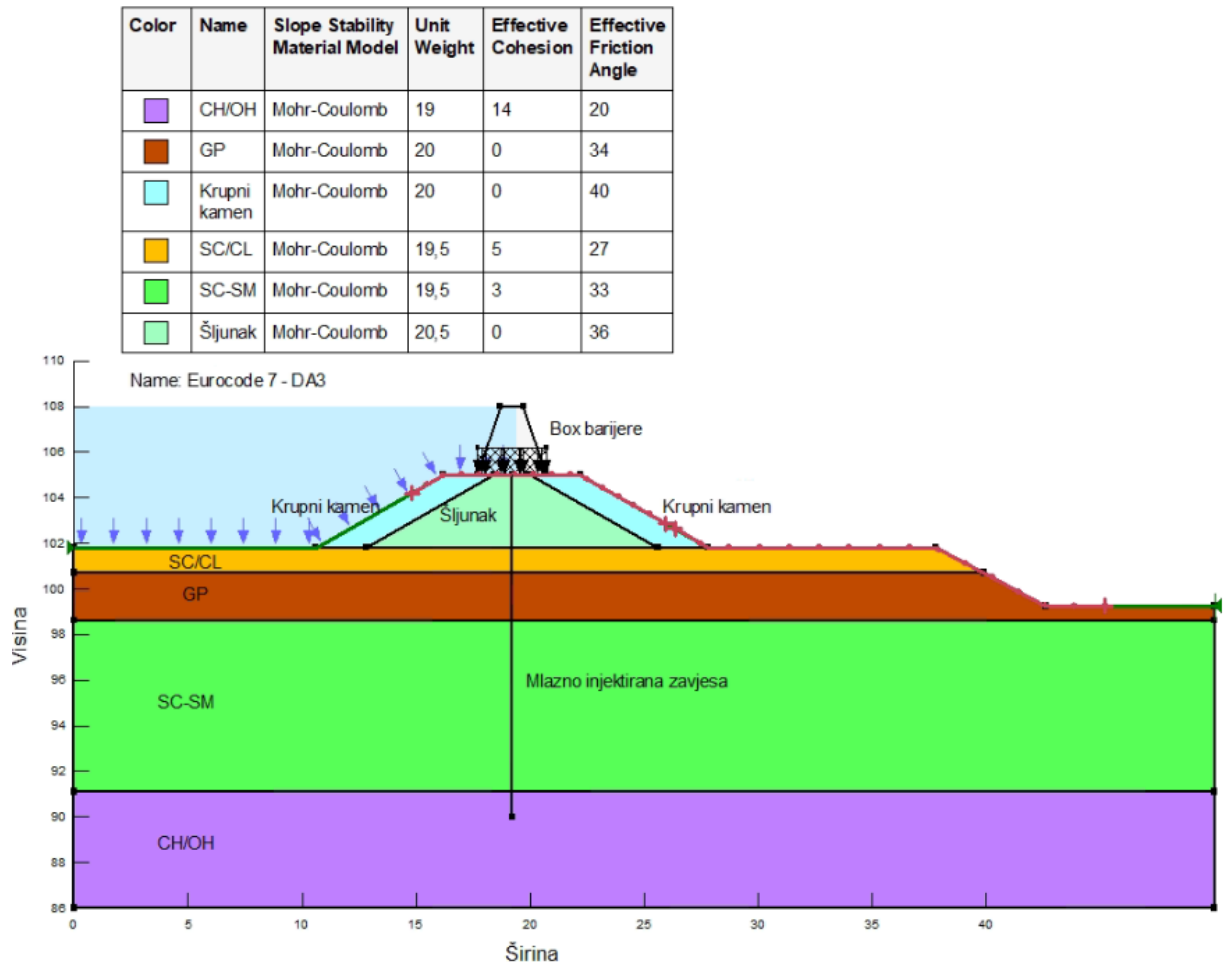
### Računski model predstavlja projektnu situaciju sa nedreniranim parametrima (RM3-S1)

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Effective Cohesion	Effective Friction Angle
Blue	CH/OH_NEdren.	Mohr-Coulomb	19	40	0
Brown	GP	Mohr-Coulomb	20	0	34
Cyan	Krupni kamen	Mohr-Coulomb	20	0	40
Orange	SC/CL_NEdren.	Mohr-Coulomb	19,5	30	0
Pink	SC-SM_nedren	Mohr-Coulomb	19,5	0	29
Green	Šljunak	Mohr-Coulomb	20,5	0	36





### Računski model predstavlja projektну situaciju sa dreniranim parametrima (RM3-S2)



#### 4.4.3.3 Rezultati proračuna za RM3

Minimalni potrebni faktori sigurnosti iznose  $F_s=1,0$ . Numeričkim analizama dobivene su slijedeće vrijednosti faktora sigurnosti za odabrane cilindrične/poligonalne klizne plohe kojima se karakterizira globalna stabilnost pokosa:

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektна situacija	F <sub>smin</sub>	F <sub>s</sub>
1	RM3-S1	Iskop – nedrenirani parametri	1,00	1,299
2	RM3-S2	Iskop – drenirani parametri	1,00	1,113

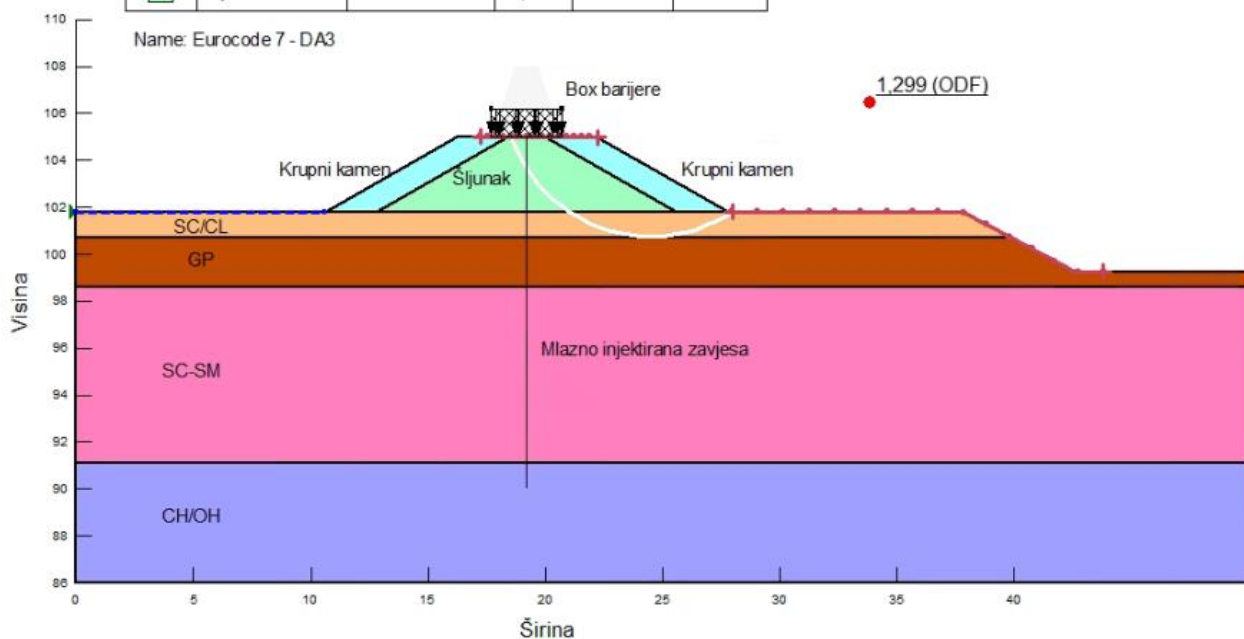


Pojedinačni prikaz rezultata proračuna stabilnosti:

**Rezultat kraj gradnje (RM3-S1)**

R.br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F <sub>min</sub>	F <sub>s</sub>
1	RM3-S1	Iskop – nedrenirani parametri	1,00	1,152

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Effective Cohesion	Effective Friction Angle
■	CH/OH_NEdren.	Mohr-Coulomb	19	40	0
■	GP	Mohr-Coulomb	20	0	34
■	Krupni kamen	Mohr-Coulomb	20	0	40
■	SC/CL_NEdren.	Mohr-Coulomb	19,5	30	0
■	SC-SM_nedren	Mohr-Coulomb	19,5	0	29
■	Šljunak	Mohr-Coulomb	20,5	0	36

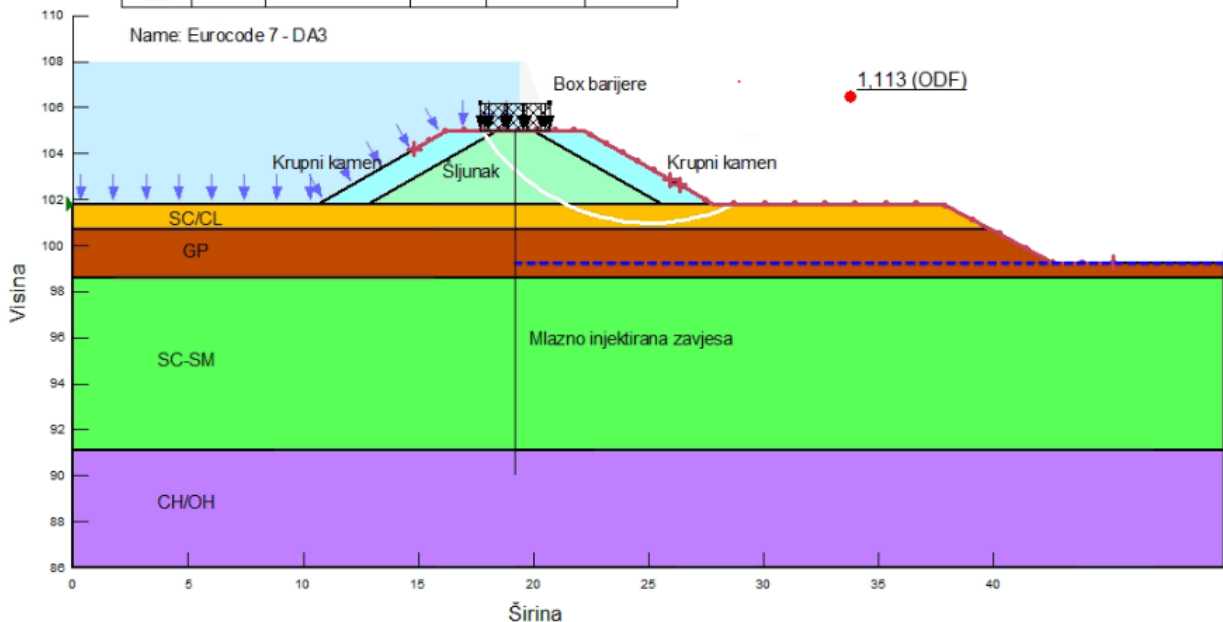




### Rezultat eksploatacija (RM3-S2)

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F <sub>min</sub>	F <sub>s</sub>
2	RM3-S2	Eksploatacija – drenirani parametri	1,00	1,113

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Effective Cohesion	Effective Friction Angle
■	CH/OH	Mohr-Coulomb	19	14	20
■	GP	Mohr-Coulomb	20	0	34
■	Krupni kamen	Mohr-Coulomb	20	0	40
■	SC/CL	Mohr-Coulomb	19,5	5	27
■	SC-SM	Mohr-Coulomb	19,5	3	33
■	Šljunak	Mohr-Coulomb	20,5	0	36





## 4.4.4 RAČUNSKI MODEL RM4 (ISKOP DESNOG NASIPA)

### 4.4.4.1 Projektne situacije

Proračun analize stabilnosti provodio se na pokosu nasipa desnog kanala Kupa Kupa iskopa građevne jame ustave.

Odabrane su projektne situacije:

R. br.	Projektna situacija	Klizna ploha
1	Iskop – nedrenirani parametri	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , nedrenirani parametri glinenih materijala nasipa.
2	Eksploatacija – drenirani parametri	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, voda u temeljnom tlu.

### 4.4.4.2 Definiranje modela

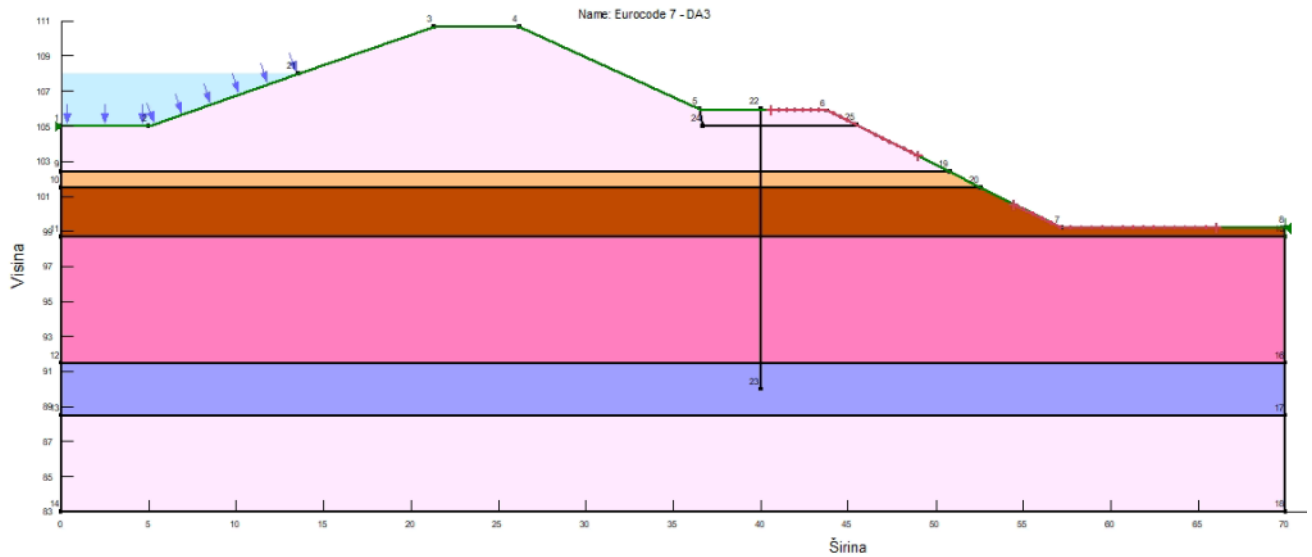
Računski model RM4 prikazuje široki iskop desnog nasipa kanala Kupa-Kupa za potrebe temeljenja ustave Šišljavić, iskop se izvodi do kote 99,25 m n.m. Nasip zadržava vodni val na koti 108,00 m n.m.

Projektom je predviđena vodonepropusna zavjesa duljine 15,0 m izvedena mlazno injektiranim stupnjacima promjera 80 cm na osnom razmaku od 60 cm, koja sprječava procjeđivanje vode u građevnu jamu.



### Računski model predstavlja projektnu situaciju sa nedreniranim parametrima (RM4-S1)

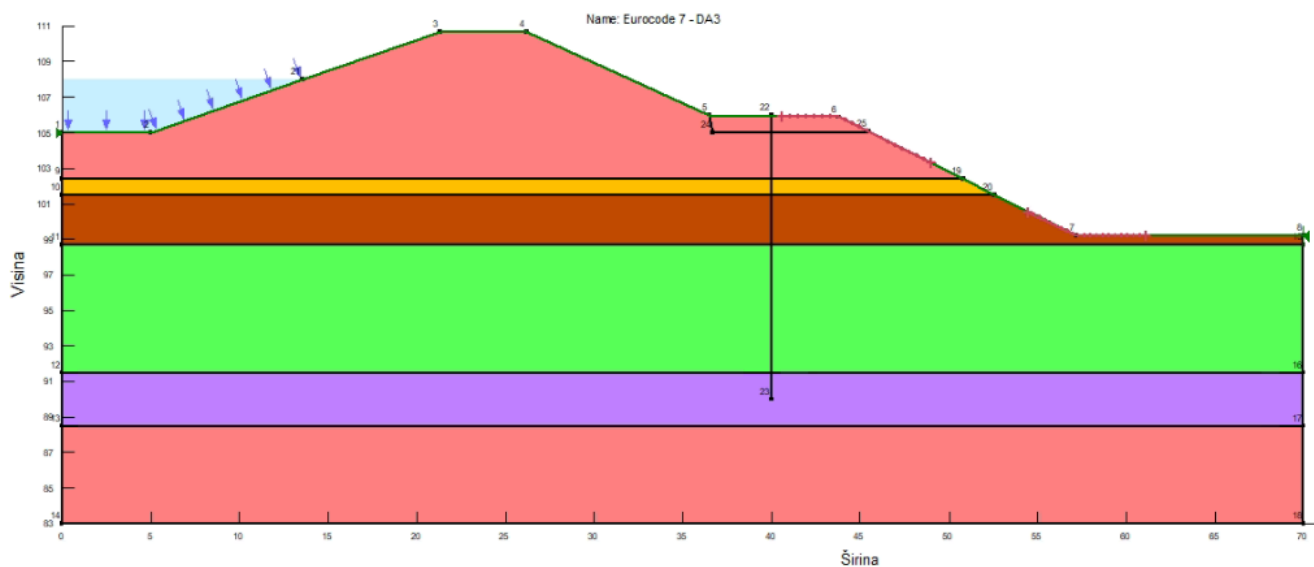
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)
Blue	CHOH_NEdren.	Mohr-Coulomb	19	40	0	0
Light Pink	Cl_NEdren.	Mohr-Coulomb	19	20	28	0
Brown	GP	Mohr-Coulomb	20	0	34	0
Orange	SCCL_NEdren.	Mohr-Coulomb	19,5	30	0	0
Dark Pink	SC-SM_nedren	Mohr-Coulomb	19,5	0	29	0





## Računski model predstavlja projektну situaciju sa dreniranim parametrima (RM4-S2)

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)
CH/OH	CH/OH	Mohr-Coulomb	19	14	20	0
CI	CI	Mohr-Coulomb	19	5	28	0
GP	GP	Mohr-Coulomb	20	0	34	0
SC/CL	SC/CL	Mohr-Coulomb	19,5	5	27	0
SC-SM	SC-SM	Mohr-Coulomb	19,5	3	33	0



### 4.4.4.3 Rezultati proračuna za RM4

Minimalni potrebni faktori sigurnosti iznose  $F_s=1,0$ . Numeričkim analizama dobivene su slijedeće vrijednosti faktora sigurnosti za odabrane cilindrične/poligonalne klizne plohe kojima se karakterizira globalna stabilnost pokosa:

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektна situacija	$F_s$ min	$F_s$	Napomena
1	RM4-S1	Kraj gradnje – nedrenirani parametri	1,00	1,42	Donji pokos
2	RM4-S1	Kraj gradnje – nedrenirani parametri	1,00	2,17	Gornji pokos
3	RM4-S2	Eksploatacija – drenirani parametri	1,00	1,27	Donji pokos
4	RM4-S2	Eksploatacija – drenirani parametri	1,00	1,56	Gornji pokos



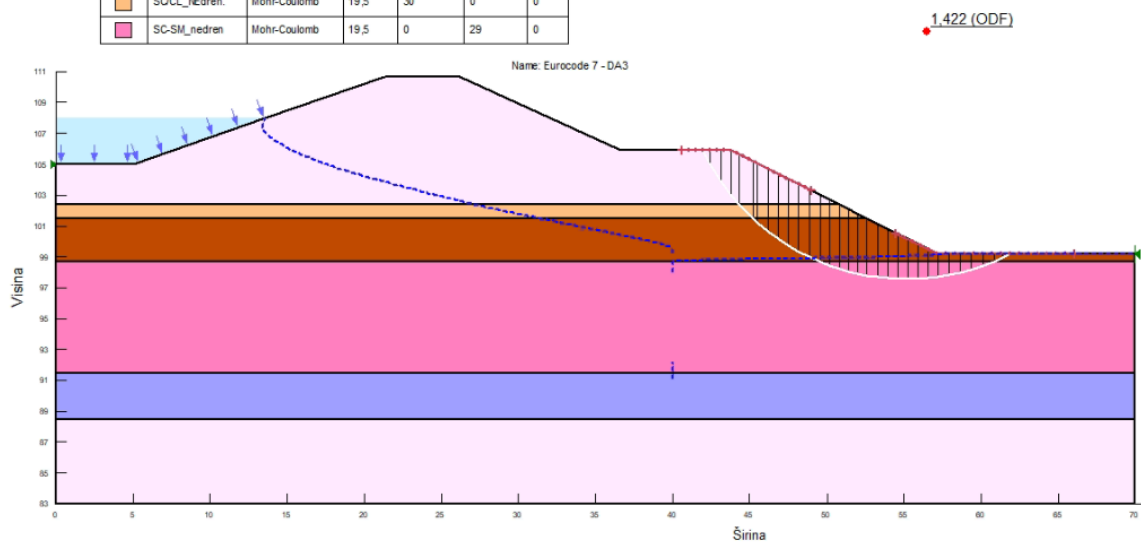


## Rezultat kraj gradnje (RM4-S2)

Pojedinačni prikaz rezultata proračuna stabilnosti:

R.br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Fsmin	Fs	Napomena
1	RM4-S1	Iskop – nedrenirani parametri	1,00	1,42	Donji pokos

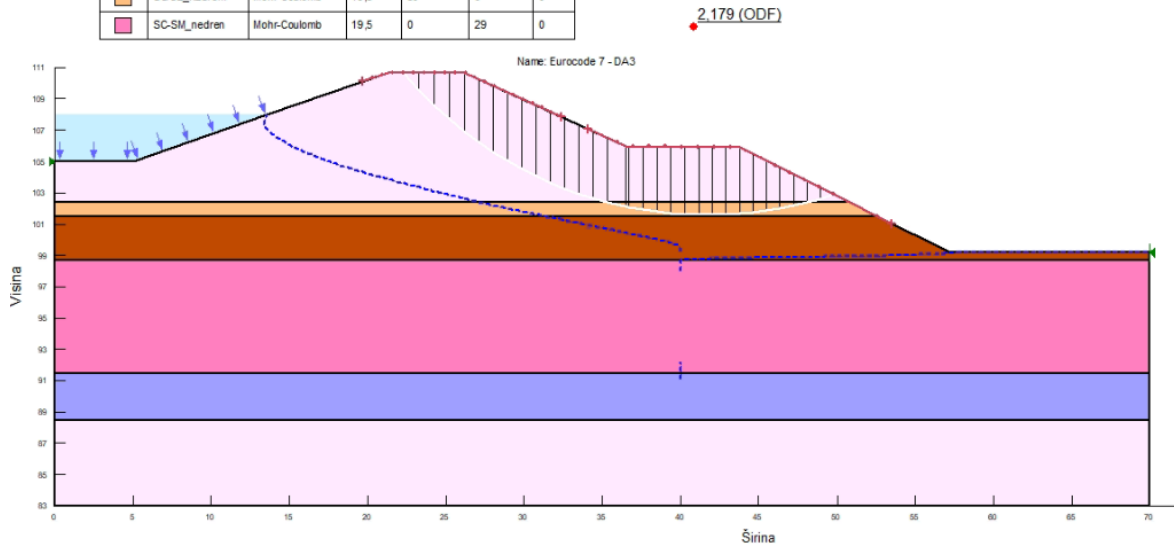
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)
■	CH/CH_NEdren.	Mohr-Coulomb	19	40	0	0
■	CI_NEdren.	Mohr-Coulomb	19	20	28	0
■	GP	Mohr-Coulomb	20	0	34	0
■	SC/CL_NEdren.	Mohr-Coulomb	19,5	30	0	0
■	SC-SM_nedren	Mohr-Coulomb	19,5	0	29	0





R.br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F <sub>min</sub>	F <sub>s</sub>	Napomena
2	RM4-S1	Iskop – nedrenirani parametri	1,00	2,17	Gornji pokos

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	PH-B (°)
■	CH/OH_NEdren.	Mohr-Coulomb	19	40	0	0
■	CI_NEdren.	Mohr-Coulomb	19	20	28	0
■	GP	Mohr-Coulomb	20	0	34	0
■	SO/CL_NEdren.	Mohr-Coulomb	19,5	30	0	0
■	SC-SM_nedren	Mohr-Coulomb	19,5	0	29	0

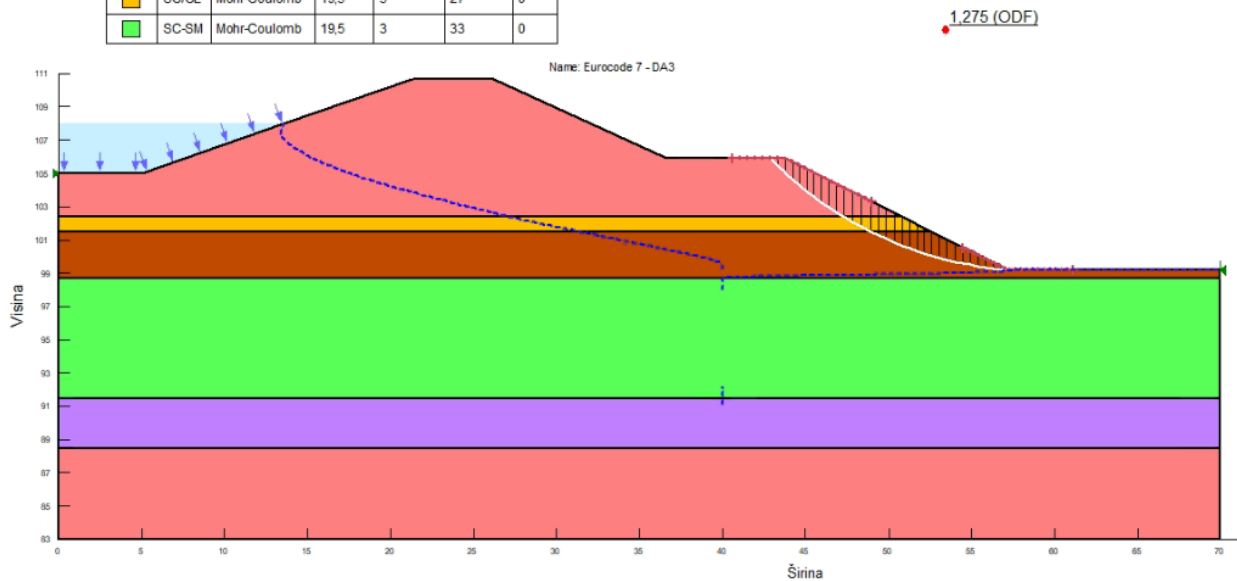




## Rezultat eksploatacija (RM3-S2)

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F <sub>min</sub>	F <sub>s</sub>	Napomena
3	RM4-S2	Eksploatacija – drenirani parametri	1,00	1,27	Donji pokos

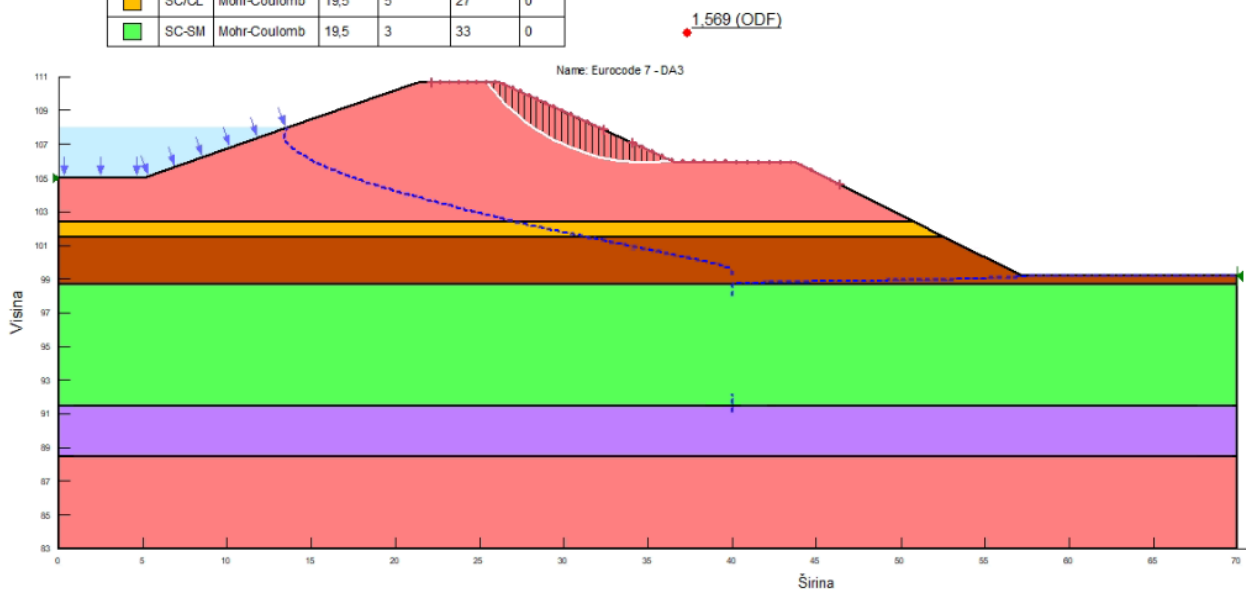
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)
■	CH/OH	Mohr-Coulomb	19	14	20	0
■	CI	Mohr-Coulomb	19	5	28	0
■	GP	Mohr-Coulomb	20	0	34	0
■	SC/CL	Mohr-Coulomb	19,5	5	27	0
■	SC-SM	Mohr-Coulomb	19,5	3	33	0





R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Fsmin	Fs	Napomena
3	RM4-S2	Eksploatacija – drenirani parametri	1,00	1,56	Gornji pokos

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)
■	CH/OH	Mohr-Coulomb	19	14	20	0
■	CI	Mohr-Coulomb	19	5	28	0
■	GP	Mohr-Coulomb	20	0	34	0
■	SC/CL	Mohr-Coulomb	19,5	5	27	0
■	SC-SM	Mohr-Coulomb	19,5	3	33	0



#### 4.4.5 ZAKLJUČAK UZ ANALIZE STABILNOSTI

Provedene su analize globalne stabilnosti na odabranom karakterističnom presjeku zagata sa box barijerama na kruni zagata. Zagati su privremena građevina koji omogućuju gradnju ustave Šišljavić u suhom za vrijeme visokih vodostaj rijeke Kupe do 108,0 m n.m. također je omogućeno rušenje box barijera u slučajevima kada je potrebno propustiti vodu.

Proračunima je dokazano da je predložena geometrija zagata geoteknički stabilna uz uvjet korektno ugradnje kamenog materijal. Dobiveni su rezultati koji zadovoljavaju tražene faktore sigurnosti na klizanje za globalnu stabilnost pokosa.



## 4.5 PRORAČUN NOSIVOSTI TEMELJNOG TLA

Proračuni nosivosti temeljnog tla provedeni su za građevine:

- ustava Šišljavić
- krilni zidovi ustave

### 4.5.1 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

$1,35 \cdot G$  (trajno djelovanje) +  $1,5 \cdot Q$  (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

$$\gamma_R = 1,0$$

## 4.5.2 NOSIVOST TEMELJNOG TLA USTAVE

### 4.5.2.1 Računski modeli

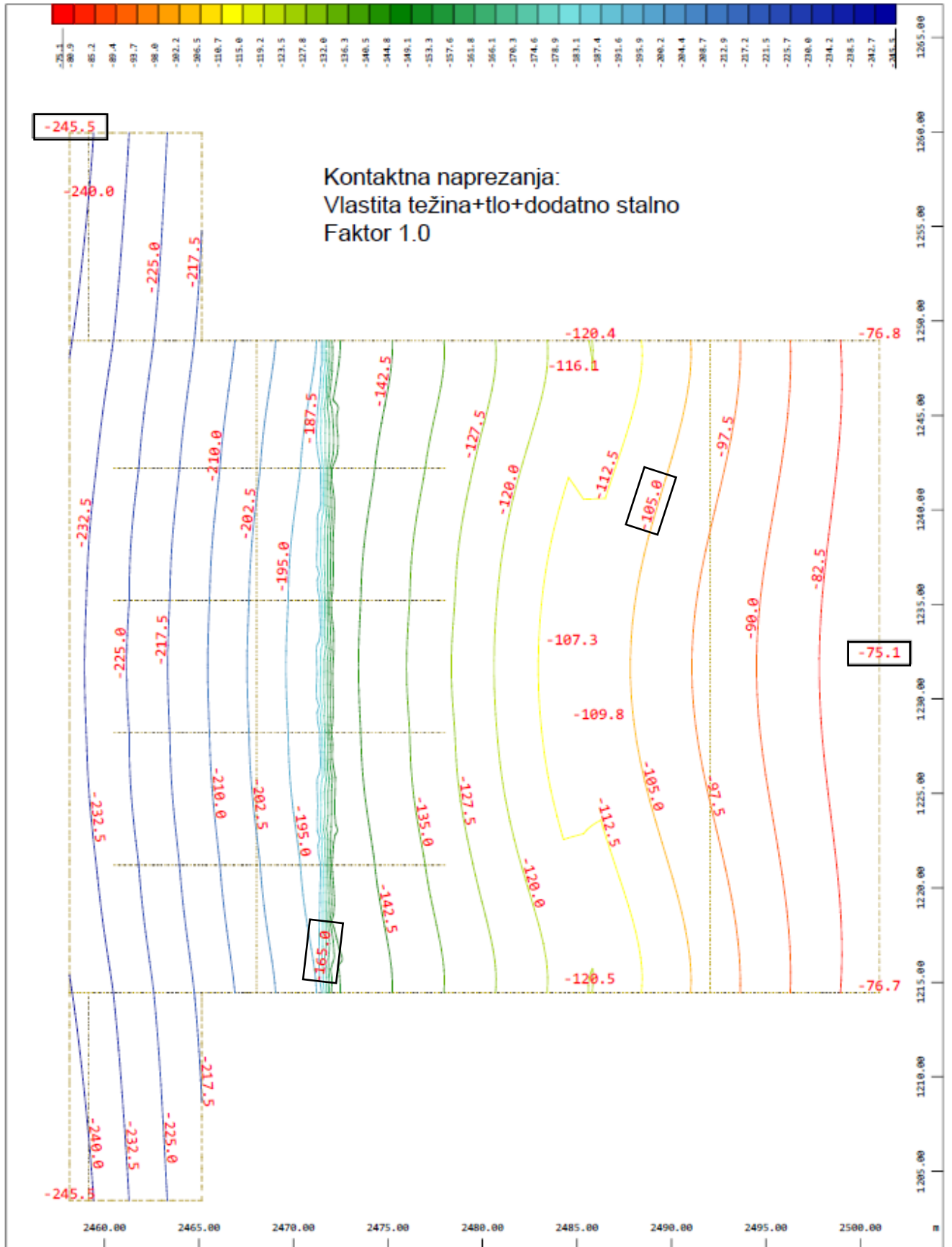
Računski modeli predstavljaju temeljne ploče građevina kako je prikazano u tablici:

RAČUNSKI MODEL	GRAĐEVINA
RM1	Zona 1.
RM2	Zona 2.
RM3	Zona 3.



### 4.5.2.2 Djelovanje na temeljno tlo ispod ustave

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





Tablica prikazuje geometriju, analizu opterećenja te odabrane rastere stupnjaka:

	RM1	RM2	RM3
a(m)	13,60	13,60	15,50
b(m)	45,65	35,80	35,80
A(m <sup>2</sup> )	<b>620,84</b>	<b>486,88</b>	<b>554,90</b>
pmax(kN/m <sup>2</sup> )	245,00	165,00	105,00
pmin(kN/m <sup>2</sup> )	165,00	105,00	75,00
psr(kN/m <sup>2</sup> )	<b>205,00</b>	<b>135,00</b>	<b>90,00</b>
Fmax(kN)	152.105,80	80.335,20	58.264,50
Fsr(kN)	<b>127.272,20</b>	<b>65.728,80</b>	<b>49.941,00</b>
L (m)	17	17	17
n stupnjaka po sekciji	<b>156</b>	<b>40</b>	<b>35</b>
Površina po stupnjaku (m <sup>2</sup> )	<b>4</b>	<b>12,25</b>	<b>16</b>
<b>odabrani raster (m)</b>	<b>2,00</b>	<b>3,50</b>	<b>4,00</b>

Proračun nosivosti temeljnog tla računat je sa srednjim vrijednostima opterećenja za svaku pojedinu sekciju. 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 računске modele RM1-RM3 u analizi nosivosti temeljnog tla prikazana su u tablici:

Računski model	Građevina	Karakteristično koncentrirano vertikalno djelovanje na temeljno tlo (kN)	Računsko koncentrirano vertikalno djelovanje na temeljno tlo (kN)
<b>RM1</b>	Zona 1.	127.272,2	171.817,5
<b>RM2</b>	Zona 2.	65.728,88	88.733,9
<b>RM3</b>	Zona 3.	49.941,90	67.420,4



#### 4.5.2.3 Projektne situacije

Proračun je proveden za odabrane projektne situacije:

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

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

#### 4.5.2.4 Rezultati proračuna

Sljedeća tablica prikazuje vrijednost provedenih proračuna nosivosti temeljnog tla:

Građevina	R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (faktorizirano) (kN)
Zona 1.	1	RM1-S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje – prije poboljšanja	230.348,3	171.817,5
Zona 2.	2	RM2-S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje – prije poboljšanja	178.545,3	88.733,9
Zona 3.	3	RM3-S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje – prije poboljšanja	212.634,9	67.420,4





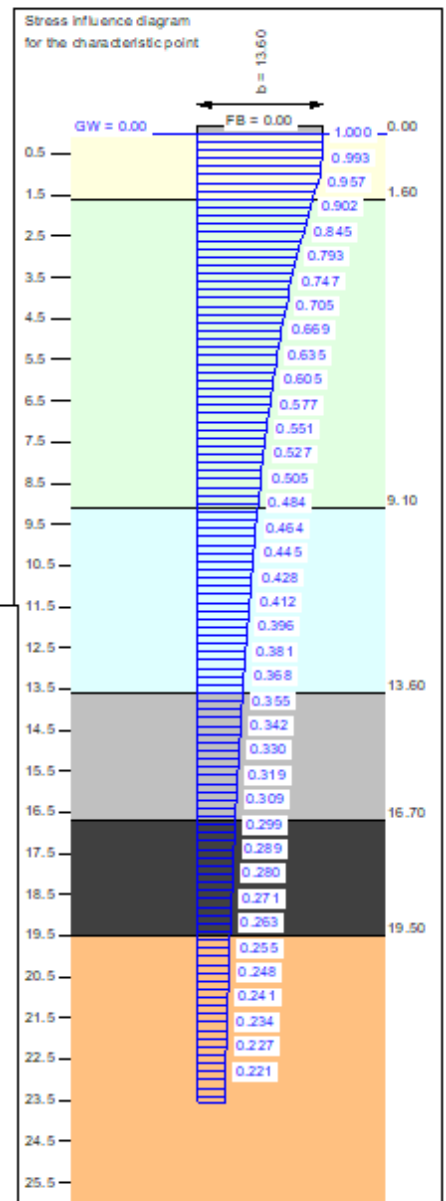
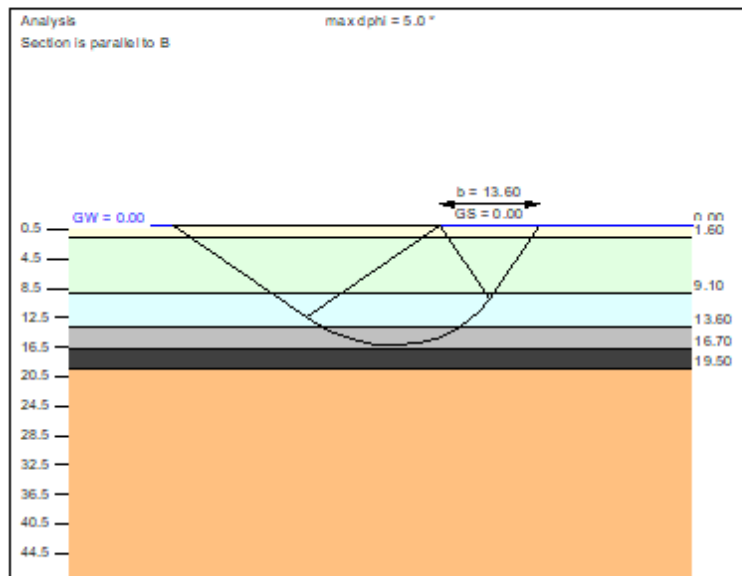
### 4.5.2.5 Pojedinačni prikaz rezultata proračuna

Rezultati proračuna nosivosti temeljnog tla prikazani su u nastavku:

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
1	RM1-S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje – prije poboljšanja	230.348,3	171.817,5

Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Designation
	20.0	10.0	27.2	0.0	15.0	0.00	GP
	19.5	9.5	28.4	2.4	12.0	0.00	SC-SM
	19.0	9.0	18.0	11.2	4.3	0.00	CH/OH
	19.0	9.0	20.0	6.4	10.0	0.00	CI
	19.5	9.5	24.8	3.2	17.0	0.00	SC/SM
	19.0	9.0	20.0	6.4	15.0	0.00	CI

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



**Pad footing results:**  
Loads = Permanent / Changeable  
Vertical load  $F_{v,k} = 127272.20 / 0.00$  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 = 45.65 m  
Width B = 13.60 m  
Below permanent loads:  
Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
Resultant is in 1st core dimen.  
Length L' = 45.65 m  
Width B' = 13.60 m  
Below total loads:  
Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
Resultant is in 1st core dimen.  
Length L' = 45.65 m  
Width B' = 13.60 m  
Bearing capacity:  
Partial FOS (bearing capacity)  $\gamma_{Gr} = 1.00$   
 $G_{ot,k} / G_{ot,d} = 371.0 / 371.0$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_k = 230348.3$  kN

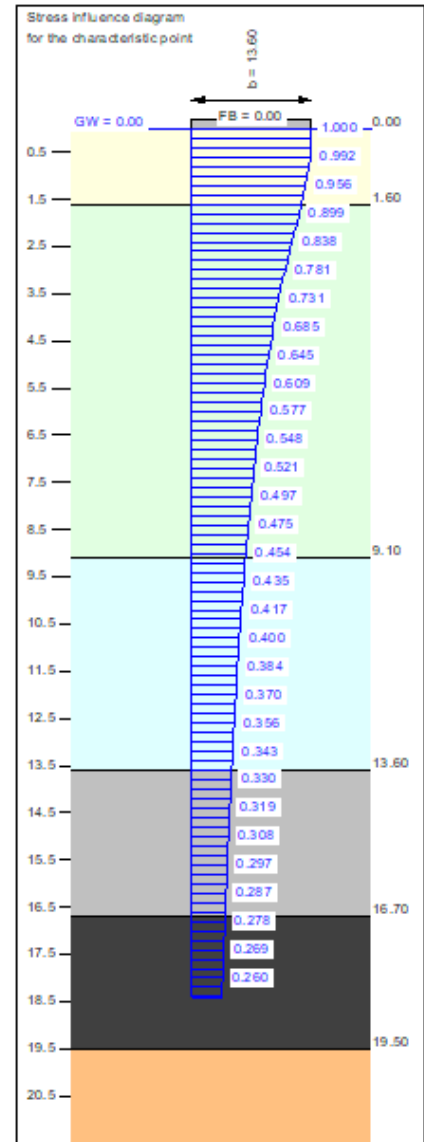
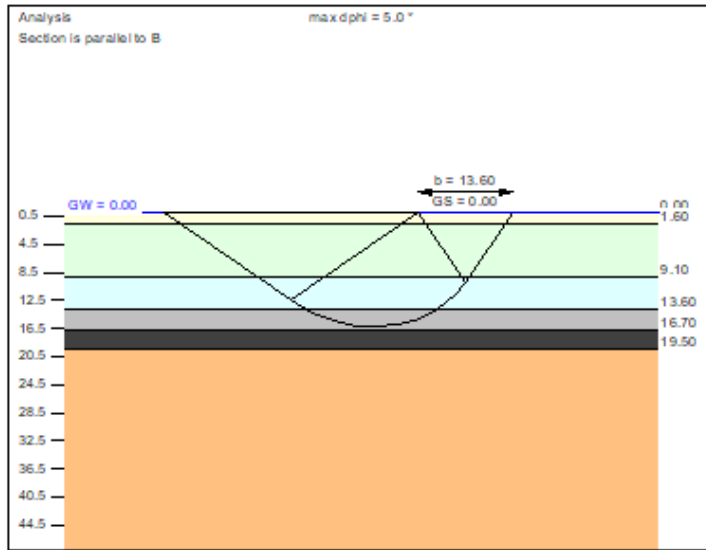
$R_d = 230348.3$  kN  
 $V_d = 1.35 * 127272.20 + 1.50 * 0.0$  kN  
 $V_d = 171817.5$  kN  
 $f$  (parallel to B) = 0.746  
cal  $\phi = 21.0$  °  
 $\phi$  reduced due to 5° condition  
cal c = 5.59 kN/m<sup>2</sup>  
cal  $\gamma'_z = 9.43$  kN/m<sup>3</sup>  
cal  $\sigma'_0 = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>  
Bearing capacity coeff. (x):  
 $N_c = 15.8$ ;  $N_d = 7.1$ ;  $N_b = 2.3$   
Shape coeff. (x):  
 $V_c = 1.124$ ;  $V_d = 1.107$ ;  $V_b = 0.911$



R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
2	RM2-S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje - prije poboljšanja	178.545,3	88.733,9

Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Designation
	20.0	10.0	27.2	0.0	15.0	0.00	GP
	19.5	9.5	28.4	2.4	12.0	0.00	SC-SM
	19.0	9.0	18.0	11.2	4.3	0.00	CH/OH
	19.0	9.0	20.0	6.4	10.0	0.00	CI
	19.5	9.5	24.8	3.2	17.0	0.00	SC/SM
	19.0	9.0	20.0	6.4	15.0	0.00	CI

Basis for calculation:  
Šišljavić  
Partial safety factor concept  
 $\gamma(G_r) = 1.00$   
 $\gamma(G) = 1.35$   
 $\gamma(Q) = 1.50$   
Footing base depth = 0.00 m  
Groundwater = 0.00 m  
Limiting depth of p = 20.0 %



**Pad footing results:**  
 Loads = Permanent / Changeable  
 Vertical load  $F_{v,k} = 65728.80 / 0.00$  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 = 35.80 m  
 Width B = 13.60 m  
**Below permanent loads:**  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dimen.  
 Length L' = 35.80 m  
 Width B' = 13.60 m  
**Below total loads:**  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dimen.  
 Length L' = 35.80 m  
 Width B' = 13.60 m  
**Bearing capacity:**  
 Partial FOS (bearing capacity)  $\gamma_{Gr} = 1.00$   
 $\sigma_{0,k} / \sigma_{0,d} = 366.7 / 366.7$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_k = 178545.3$  kN

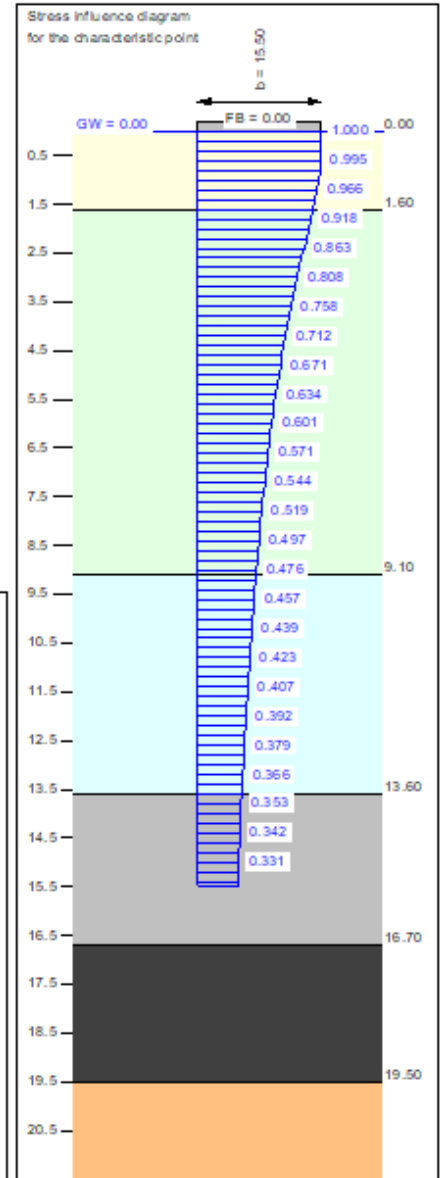
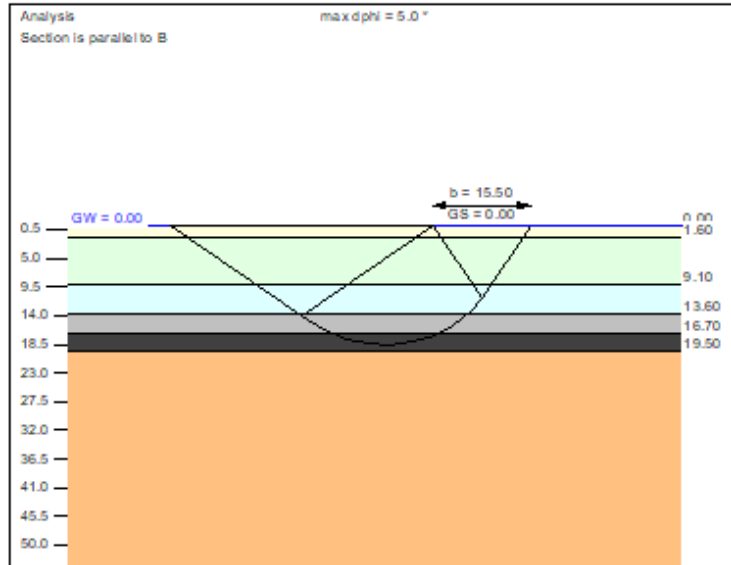
$R_d = 178545.3$  kN  
 $V_d = 1.35 * 65728.80 + 1.50 * 0.0$  kN  
 $V_d = 88733.9$  kN  
 $f$  (parallel to B) = 0.497  
 cal  $\phi = 21.0$  °  
 $\phi$  reduced due to 5° condition  
 cal c = 5.59 kN/m<sup>2</sup>  
 cal  $\gamma_z = 9.43$  kN/m<sup>3</sup>  
 cal  $\sigma_0 = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>  
 Bearing capacity coeff. (x):  
 $N_c = 15.8$ ;  $N_d = 7.1$ ;  $N_b = 2.3$   
 Shape coeff. (x):  
 $V_c = 1.159$ ;  $V_d = 1.136$ ;  $V_b = 0.886$



R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
3	RM3-S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje - prije poboljšanja	212.634,9	67.420,4

Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Designation
	20.0	10.0	27.2	0.0	15.0	0.00	GP
	19.5	9.5	26.4	2.4	12.0	0.00	SC-SM
	19.0	9.0	16.0	11.2	4.3	0.00	CH/OH
	19.0	9.0	20.0	6.4	10.0	0.00	CI
	19.5	9.5	24.8	3.2	17.0	0.00	SC/SM
	19.0	9.0	20.0	6.4	15.0	0.00	CI

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



**Pad footing results:**  
 Loads = Permanent / Changeable  
 Vertical load  $F_{v,k} = 49941.00 / 0.00$  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 = 35.80 m  
 Width B = 15.50 m  
 Below permanent loads:  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dimen.  
 Length L' = 35.80 m  
 Width B' = 15.50 m  
 Below total loads:  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dimen.  
 Length L' = 35.80 m  
 Width B' = 15.50 m  
 Bearing capacity:  
 Partial FOS (bearing capacity)  $\gamma_{Gr} = 1.00$   
 $\sigma_{ot,k} / \sigma_{ot,d} = 383.2 / 383.2$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_k = 212834.9$  kN

$R_d = 212834.9$  kN  
 $V_d = 1.35 * 49941.00 + 1.50 * 0.00$  kN  
 $V_d = 67420.4$  kN  
 $f$  (parallel to B) = 0.317  
 $\phi$  reduced due to 5° condition  
 $\text{cal } c = 4.84$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\text{cal } \gamma_2 = 9.40$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\text{cal } \sigma_0 = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>  
 Bearing capacity coeff. (x):  
 $N_c = 15.8$ ;  $N_d = 7.0$ ;  $N_b = 2.3$   
 Shape coeff. (x):  
 $V_c = 1.180$ ;  $V_d = 1.155$ ;  $V_b = 0.870$



#### 4.5.2.6 Zaključak uz analize nosivosti

Provedeni su proračuni nosivosti temeljnog tla za temeljno tlo ispod ustave Šišljavić. 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 računске vrijednosti opterećenja (sila) dobivenih iz podloga statičara. Proračunima je dokazano da temeljno tlo, u okvirima proračunskih pretpostavki, ima dostatnu nosivost te da vrijedi:

$$V_d < R_d$$



## 4.5.3 NOSIVOST TEMELJNOG TLA KRILNIH ZIDOVA

### 4.5.3.1 Računski modeli

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

RAČUNSKI MODEL	GRAĐEVINA
RM1	Uzvodni zidovi L1 i D1
RM2	Uzvodni zid L2
RM3	Uzvodni zid D2
RM4	Nizvodni krilni zidovi L1, D1

### 4.5.3.2 Djelovanje na temeljno tlo ispod ustave

Tablica prikazuje geometriju, analizu opterećenja te otpornosti temeljnog tla:

UZ_L1, UZ_D1		UZ_L2		UZ_D2		NZ_L1, D1	
A p.p. (m2)	18,63	A p.p. (m2)	18,63	A p.p. (m2)	14,56	A p.p. (m2)	16,5
L (m)	12	L (m)	10,5	L (m)	6	L (m)	15,5
B (m)	6,5	B (m)	5,25	B (m)	5,25	B (m)	6
A tem. (m2)	78	A tem. (m2)	55,125	A tem. (m2)	31,5	A tem. (m2)	93,0
V (m3)	223,56	V (m3)	195,61	V (m3)	87,36	V (m3)	255,75
$\gamma$ bet (kN/m3)	25	$\gamma$ bet (kN/m3)	25	$\gamma$ bet (kN/m3)	25	$\gamma$ bet (kN/m3)	25
h zasip (m)	6,9	h zasip (m)	6,9	h zasip (m)	5,45	h zasip (m)	4,3
š zasip (m)	6	š zasip (m)	6	š zasip (m)	2,8	š zasip (m)	3,55
h pasiv sr (m)	0,4	h pasiv sr (m)	0,4	h pasiv sr (m)	1,1	h pasiv sr (m)	1
š pasiv (m)	1	š pasiv (m)	1	š pasiv sr (m)	1	š pasiv sr (m)	1
Q zid (kN)	5589	Q zid (kN)	4890,375	Q zid (kN)	2184,00	Q zid (kN)	6393,75
Q zasip (kN)	9936	Q zasip (kN)	8694	Q zasip (kN)	1831,2	Q zasip (kN)	4732,15
Q pasiv (kN)	96	Q pasiv (kN)	84	Q pasiv (kN)	132	Q pasiv (kN)	310
Q uk (kN)	15.621,00	Q uk (kN)	13.668,37	Q uk (kN)	4.147,20	Q uk (kN)	11.435,90
Df (m)	2,3	Df (m)	2,3	Df (m)	2,6	Df (m)	4,5
Z Cl (m)	3,4	Z Cl (m)	5,2	Z Cl (m)	5,4	Z Cl (m)	5,5
Vd (kN)	21.088,35	Vd (kN)	18.452,31	Vd (kN)	5.598,72	Vd (kN)	15.438,47
Rd (kN)	38.644,30	Rd (kN)	24.400,70	Rd (kN)	16.984,80	Rd (kN)	67.218,30

Proračun nosivosti temeljnog tla računat je sa opterećenjima težine tla i težine zida za svaki pojedini zid. Proračun nosivosti objekata izvršen je s faktoriziranim djelovanjem na temeljno tlo i s proračunskim parametrima tla.



Računska koncentrirana vertikalna djelovanja od vlastite težine konstrukcije i težine tla na temeljno tlo za računске modele RM1-RM4 u analizi nosivosti temeljnog tla prikazana su u tablici:

Računski model	Građevina	Karakteristično koncentrirano vertikalno djelovanje na temeljno tlo (kN)	Računsko koncentrirano vertikalno djelovanje na temeljno tlo (kN)
RM1	Uzvodni zidovi L1 i D1	15.621,00	21.088,35
RM2	Uzvodni zid L2	13.668,37	18.452,31
RM3	Uzvodni zid D2	4.147,2	5.598,72
RM4	Nizvodni krilni zidovi L1, D1	11.435,9	15.438,47

#### 4.5.3.3 Projektne situacije

Proračun je proveden za odabrane projektne situacije:

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

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

#### 4.5.3.4 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-S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje – prije poboljšanja	38.644,30	21.088,35
2	RM2-S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje – prije poboljšanja	24.400,70	18.452,31
3	RM3-S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje – prije poboljšanja	16.984,8	5.598,72
4	RM4-S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje – prije poboljšanja	67.218,3	15.438,47



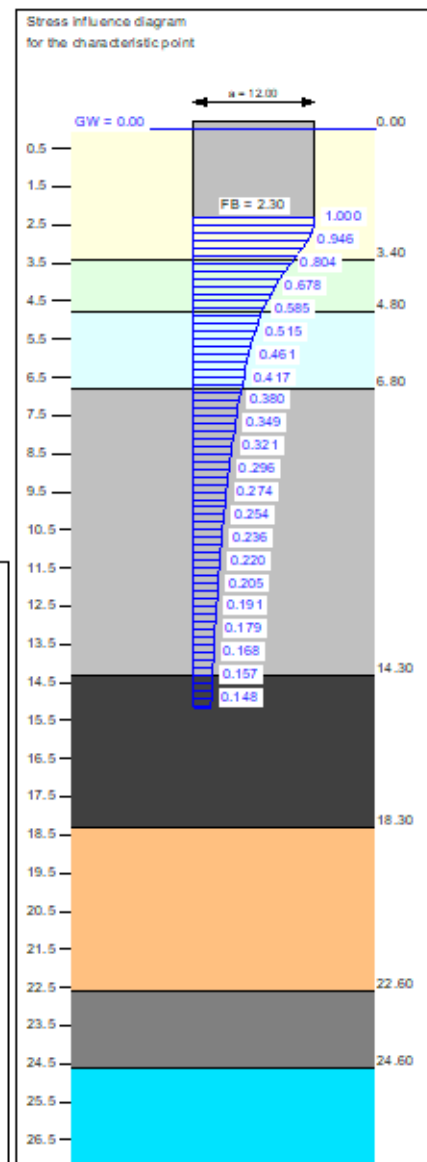
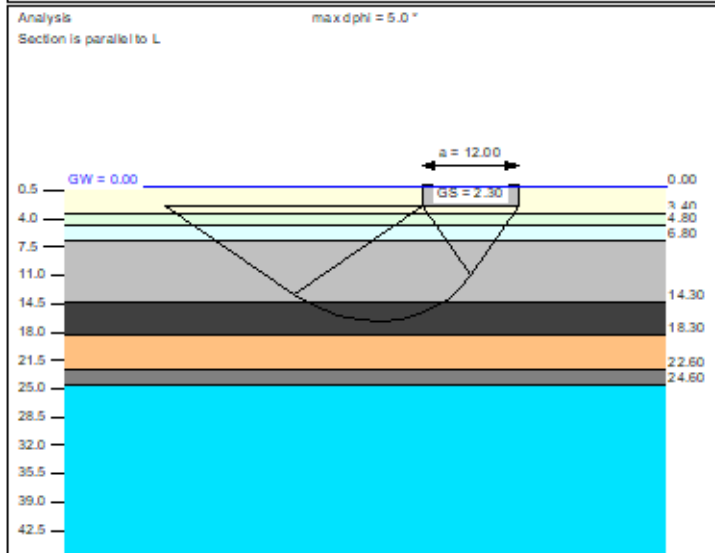
### 4.5.3.5 Pojedinačni prikaz rezultata proračuna

Rezultati proračuna nosivosti temeljnog tla prikazani su u nastavku:

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
1	RM1-S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje – prije poboljšanja	38.644,30	21.088,35

Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Designation
	19.0	9.0	22.4	4.0	3.5	0.00	CI
	19.5	9.5	21.8	4.0	4.0	0.00	SC/CL
	20.0	10.0	27.2	0.0	15.0	0.00	GP
	19.5	9.5	26.4	2.4	12.0	0.00	SC-SM
	19.0	9.0	16.0	11.2	4.3	0.00	CH/OH
	19.0	9.0	20.0	6.4	10.0	0.00	CI
	19.5	9.5	24.8	3.2	17.0	0.00	SC/SM
	19.0	9.0	20.0	6.4	15.0	0.00	CI

Basis for calculation:  
Šišljavić  
Partial safety factor concept  
 $\gamma(Gr) = 1.00$   
 $\gamma(G) = 1.35$   
 $\gamma(Q) = 1.50$   
Footing base depth = 2.30 m  
Groundwater = 0.00 m  
Limiting depth of  $p = 20.0\%$



**Pad footing results:**  
Loads = Permanent / Changeable  
Vertical load  $F_{v,k} = 15621.00 / 0.00$  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  $L = 12.00$  m  
Width  $B = 6.50$  m  
Below permanent loads:  
Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
Resultant is in 1st core dimen.  
Length  $L' = 12.00$  m  
Width  $B' = 6.50$  m  
Below total loads:  
Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
Resultant is in 1st core dimen.  
Length  $L' = 12.00$  m  
Width  $B' = 6.50$  m  
Bearing capacity:  
Partial FOS (bearing capacity)  $\gamma_{Gr} = 1.00$   
 $\sigma_{ot,k} / \sigma_{ot,d} = 495.4 / 495.4$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_k = 38644.3$  kN

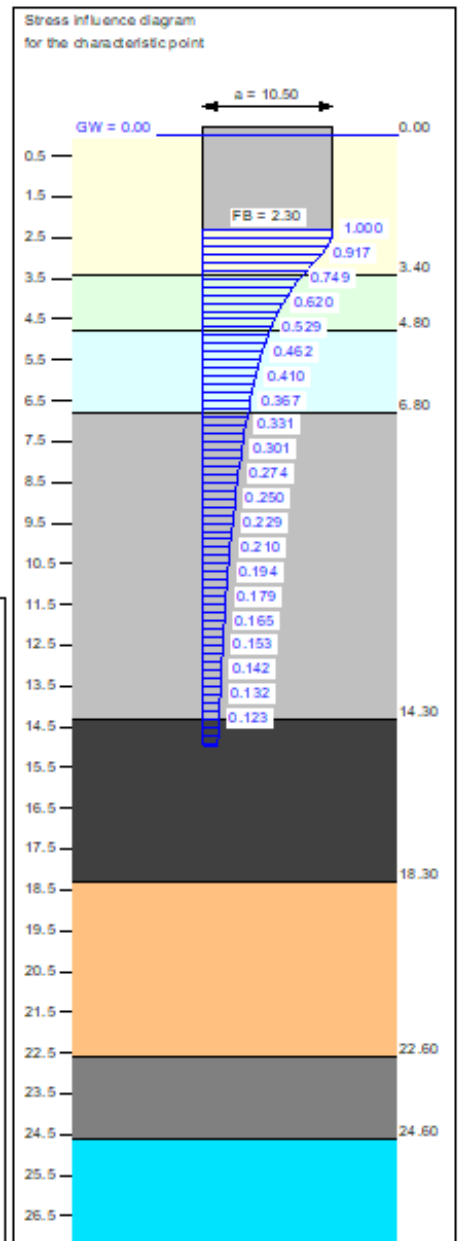
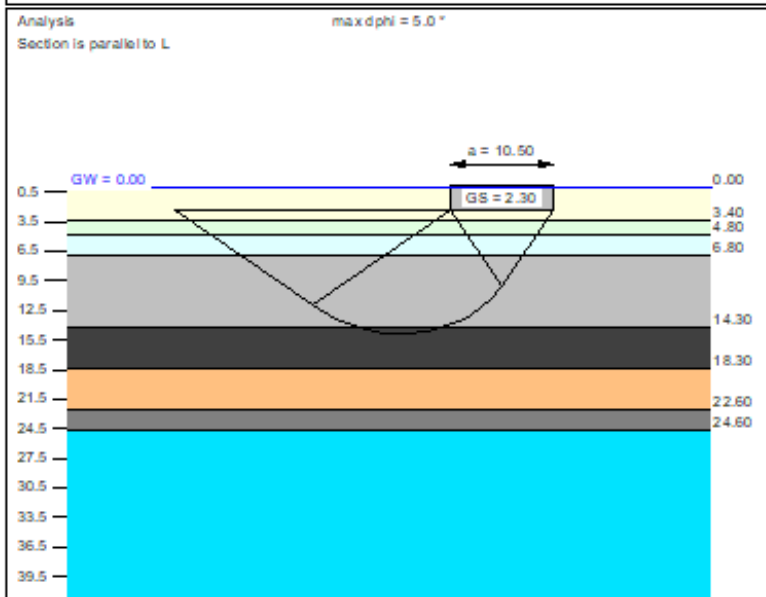
$R_d = 38644.3$  kN  
 $V_d = 1.35 * 15621.00 + 1.50 * 0.00$  kN  
 $V_d = 21088.4$  kN  
 $f$  (parallel to L) = 0.548  
cal  $\phi = 21.0^\circ$   
 $\phi$  reduced due to 5° condition  
cal  $c = 5.19$  kN/m<sup>2</sup>  
cal  $\gamma'_2 = 9.50$  kN/m<sup>3</sup>  
cal  $\sigma'_d = 20.70$  kN/m<sup>2</sup>  
Base of log. spiral = 16.62 m u. GOK  
Length log. spiral = 54.30 m  
Area of log. spiral = 396.24 m<sup>2</sup>  
Bearing capacity coeff. (y):  
 $N_c = 15.8$ ;  $N_d = 7.0$ ;  $N_b = 2.3$   
Shape coeff. (y):  
 $V_c = 1.226$ ;  $V_d = 1.194$ ;  $V_b = 0.838$   
Torsion (x) (CP) = 0.0  
Torsion (y) (CP) = 0.0



R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
2	RM2-S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje - prije poboljšanja	24.400,70	18.452,31

Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Designation
	19.0	9.0	22.4	4.0	3.5	0.00	CI
	19.5	9.5	21.6	4.0	4.0	0.00	SC/CL
	20.0	10.0	27.2	0.0	15.0	0.00	GP
	19.5	9.5	26.4	2.4	12.0	0.00	SC-SM
	19.0	9.0	16.0	11.2	4.3	0.00	CH/OH
	19.0	9.0	20.0	6.4	10.0	0.00	CI
	19.5	9.5	24.8	3.2	17.0	0.00	SC/SM
	19.0	9.0	20.0	6.4	15.0	0.00	CI

Basis for calculation:  
Šišljavić  
Partial safety factor concept  
 $\gamma$  (Gr) = 1.00  
 $\gamma$  (G) = 1.35  
 $\gamma$  (Q) = 1.50  
Footing base depth = 2.30 m  
Groundwater = 0.00 m  
Limiting depth of  $p$  = 20.0 %



**Pad footing results:**  
 Loads = Permanent / Changeable  
 Vertical load  $F_{v,k} = 13668.38 / 0.00$  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  $L = 10.50$  m  
 Width  $B = 5.25$  m  
 Below permanent loads:  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dimen.  
 Length  $L' = 10.50$  m  
 Width  $B' = 5.25$  m  
 Below total loads:  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dimen.  
 Length  $L' = 10.50$  m  
 Width  $B' = 5.25$  m  
 Bearing capacity:  
 Partial FOS (bearing capacity)  $\gamma_{Gr} = 1.00$   
 $\sigma_{Gr,k} / \sigma_{Gr,d} = 442.6 / 442.6$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_k = 24400.7$  kN

$R_d = 24400.7$  kN  
 $V_d = 1.35 * 13668.38 + 1.50 * 0.0$  kN  
 $V_d = 18452.3$  kN  
 $f$  (parallel to L) = 0.756  
 $\phi$  reduced due to 5° condition  
 $\text{cal } \phi = 21.0^\circ$   
 $\text{cal } c = 3.80$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\text{cal } \gamma_2 = 9.53$  kN/m<sup>3</sup>  
 $\text{cal } \sigma_0 = 20.70$  kN/m<sup>2</sup>  
 Base of log. spiral = 14.86 m u. GOK  
 Length log. spiral = 47.64 m  
 Area of log. spiral = 305.01 m<sup>2</sup>  
 Bearing capacity coeff. (y):  
 $N_c = 15.8$ ;  $N_d = 7.1$ ;  $N_b = 2.3$   
 Shape coeff. (y):  
 $\nu_c = 1.209$ ;  $\nu_d = 1.179$ ;  $\nu_b = 0.850$   
 Torsion (x) (CP) = 0.0  
 Torsion (y) (CP) = 0.0

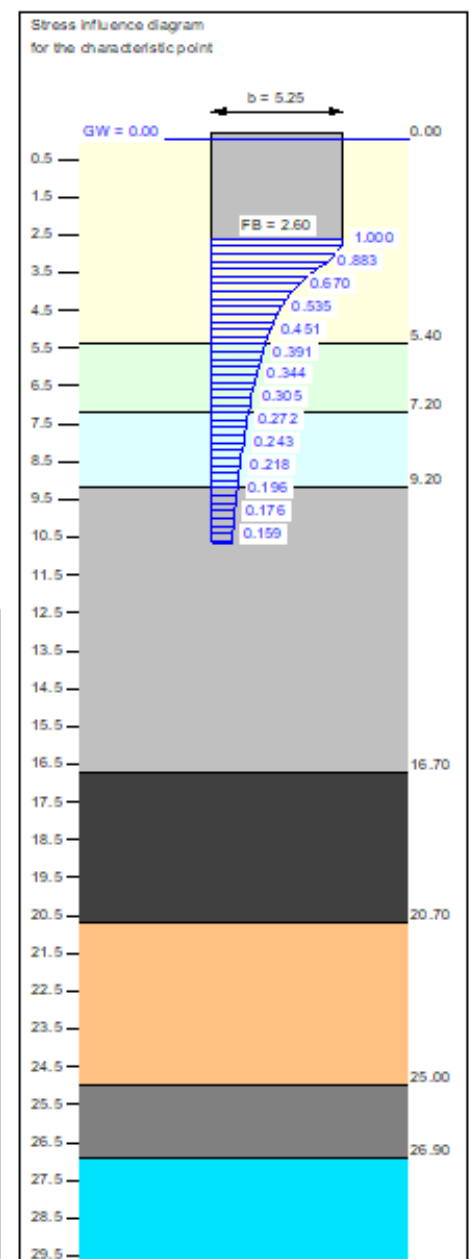
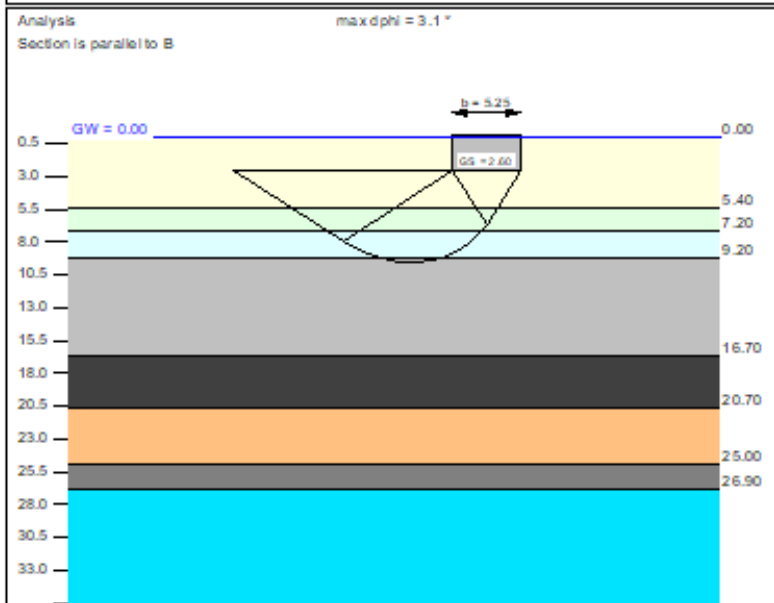




R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
3	RM3-S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje - prije poboljšanja	16.984,8	5.598,72

Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Designation
	19.0	9.0	22.4	4.0	3.5	0.00	CI
	19.5	9.5	21.8	4.0	4.0	0.00	SC/CL
	20.0	10.0	27.2	0.0	15.0	0.00	GP
	19.5	9.5	26.4	2.4	12.0	0.00	SC-SM
	19.0	9.0	18.0	11.2	4.3	0.00	CH/OH
	19.0	9.0	20.0	6.4	10.0	0.00	CI
	19.5	9.5	24.8	3.2	17.0	0.00	SC/SM
	19.0	9.0	20.0	6.4	15.0	0.00	CI

Basis for calculation:  
Šišljavić  
Partial safety factor concept  
 $\gamma(Gr) = 1.00$   
 $\gamma(Q) = 1.35$   
 $\gamma(Q) = 1.50$   
Footing base depth = 2.60 m  
Groundwater = 0.00 m  
Limiting depth of p = 20.0 %



**Pad footing results:**  
 Loads = Permanent / Changeable  
 Vertical load  $F_{v,k} = 4147.20 / 0.00$  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  $L = 6.00$  m  
 Width  $B = 5.25$  m  
 Below permanent loads:  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dimen.  
 Length  $L' = 6.00$  m  
 Width  $B' = 5.25$  m  
 Below total loads:  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dimen.  
 Length  $L' = 6.00$  m  
 Width  $B' = 5.25$  m  
 Bearing capacity:  
 Partial FOS (bearing capacity)  $\gamma_{Gr} = 1.00$   
 $\sigma_{ot,k} / \sigma_{ot,d} = 539.2 / 539.2$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_k = 16984.8$  kN

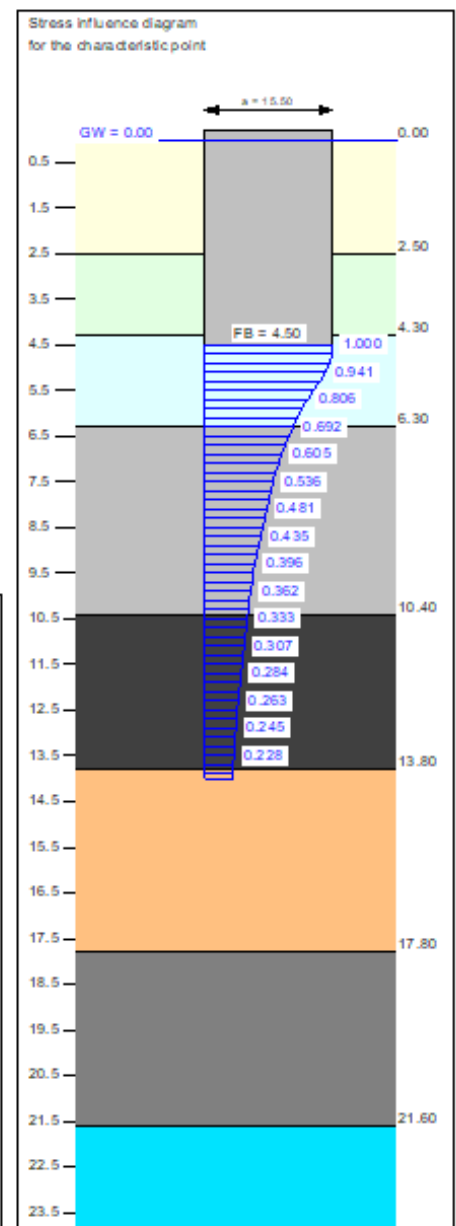
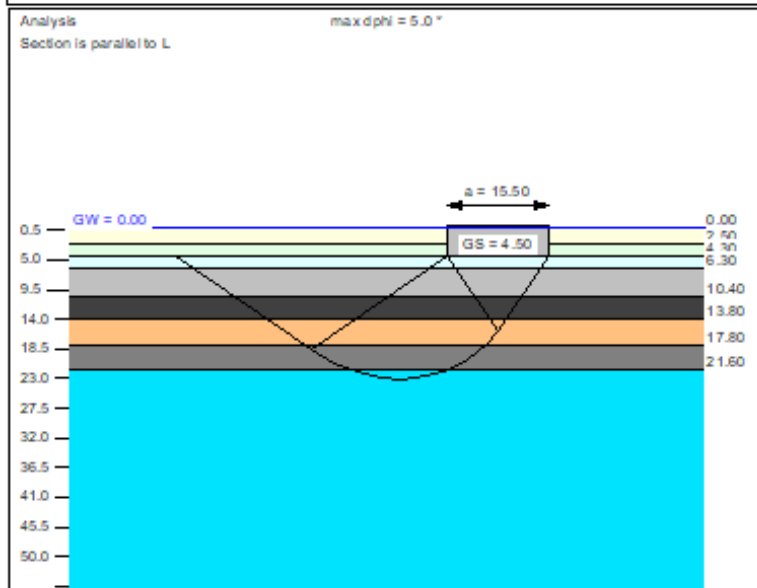
$R_d = 16984.8$  kN  
 $V_d = 1.35 * 4147.20 + 1.50 * 0.00$  kN  
 $V_d = 5598.7$  kN  
 $f(\text{parallel to B}) = 0.330$   
 $\text{cal } \phi = 24.4^\circ$   
 $\text{cal } c = 2.50$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\text{cal } \gamma_2 = 9.32$  kN/m<sup>3</sup>  
 $\text{cal } \sigma_0 = 23.40$  kN/m<sup>2</sup>  
 Base of log. spiral = 9.53 m u. GOK  
 Length log. spiral = 26.92 m  
 Area of log. spiral = 95.93 m<sup>2</sup>  
 Bearing capacity coeff. (x):  
 $N_c = 19.9$ ;  $N_d = 10.1$ ;  $N_b = 4.1$   
 Shape coeff. (x):  
 $\nu_c = 1.402$ ;  $\nu_d = 1.362$ ;  $\nu_b = 0.738$   
 Torsion (x) (CP) = 0.0  
 Torsion (y) (CP) = 0.0



R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
4	RM4-S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje – prije poboljšanja	67.218,3	15.438,47

Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Designation
[Light Yellow]	19.0	9.0	22.4	4.0	3.5	0.00	CI
[Light Green]	19.5	9.5	21.8	4.0	4.0	0.00	SC/CL
[Light Blue]	20.0	10.0	27.2	0.0	15.0	0.00	GP
[Light Grey]	19.5	9.5	26.4	2.4	12.0	0.00	SC-SM
[Dark Grey]	19.5	9.5	26.4	2.4	12.0	0.00	SC-SM
[Orange]	19.0	9.5	18.0	11.2	4.3	0.00	CH/OH
[Dark Grey]	19.0	9.0	20.0	8.4	10.0	0.00	CI
[Light Blue]	19.0	9.5	24.8	3.2	17.0	0.00	SC/SM

Basis for calculation:  
Šišljavić  
Partial safety factor concept  
 $\gamma(G_r) = 1.00$   
 $\gamma(G) = 1.35$   
 $\gamma(Q) = 1.50$   
Footing base depth = 4.50 m  
Groundwater = 0.00 m  
Limiting depth of  $p = 20.0\%$



**Pad footing results:**  
 Loads = Permanent / Changeable  
 Vertical load  $F_{V,k} = 11435.90 / 0.00$  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  $L = 15.50$  m  
 Width  $B = 6.00$  m  
 Below permanent loads:  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dimen.  
 Length  $L' = 15.50$  m  
 Width  $B' = 6.00$  m  
 Below total loads:  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dimen.  
 Length  $L' = 15.50$  m  
 Width  $B' = 6.00$  m  
 Bearing capacity:  
 Partial FOS (bearing capacity)  $\gamma_{Gr} = 1.00$   
 $\sigma_{0,k} / \sigma_{0,d} = 722.8 / 722.8$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_k = 67218.3$  kN

$R_d = 67218.3$  kN  
 $V_d = 1.35 * 11435.90 + 1.50 * 0.00$  kN  
 $V_d = 15438.5$  kN  
 $f(\text{parallel to } L) = 0.230$   
 $\text{cal } \phi = 21.0^\circ$   
 $\phi$  reduced due to 5° condition  
 $\text{cal } c = 4.77$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\text{cal } \gamma_2 = 9.51$  kN/m<sup>3</sup>  
 $\text{cal } \sigma_0 = 41.80$  kN/m<sup>2</sup>  
 Base of log. spiral = 23.00 m u. GOK  
 Length log. spiral = 70.17 m  
 Area of log. spiral = 661.74 m<sup>2</sup>  
 Bearing capacity coeff. ( $\gamma$ ):  
 $N_c = 15.8$ ;  $N_d = 7.0$ ;  $N_b = 2.3$   
 Shape coeff. ( $\gamma$ ):  
 $V_c = 1.161$ ;  $V_d = 1.138$ ;  $V_b = 0.884$   
 Torsion (x) (CP) = 0.0  
 Torsion (y) (CP) = 0.0



#### 4.5.3.6 Zaključak uz analize nosivosti

Provedeni su proračuni nosivosti temeljnog tla ispod krilnih zidova ustave Šišljavić. 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 računске 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 ANALIZA SLIJEGANJA

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

Analize slijeganja provedene su za:

- Zagat,
- Ustavu Šišljavić,
- Krilne potporne zidove ustave

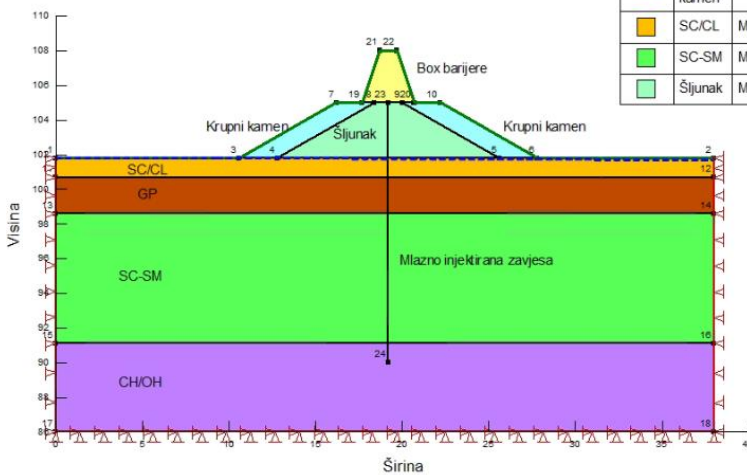
### 4.6.1 ANALIZA SLIJEGANJA ZAGATA

#### 4.6.1.1 Računski model RM1

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM1 opisuje karakteristični poprečni presjek zagata.

Računski model RM1 prikazuje poprečni presjek zagata visine 3,1 m te box barijere postavljene na krunu zagata. Podzemna voda je u razini temeljnog tla.

Color	Name	Stress Material Model	Unit Weight	Response Type	Effective Elastic Modulus	Effective Poisson's Ratio	Effective Cohesion	Effective Friction Angle	Sat Kx	Ky'/Kx' Ratio
Yellow	Box Barijere	Mohr-Coulomb	19	Drained	11.500	0,29	20	40	8e-09	1
Purple	CH/OH	Mohr-Coulomb	19	Drained	4.300	0,31	14	20	3e-08	0,33
Brown	GP	Mohr-Coulomb	20	Drained	15.000	0,27	0	34	0,05	1
Light Blue	Krupni kamen	Mohr-Coulomb	20	Drained	12.000	0,27	0	40	0,1	1
Orange	SC/CL	Mohr-Coulomb	19,5	Drained	4.000	0,32	5	27	6e-06	0,5
Green	SC-SM	Mohr-Coulomb	19,5	Drained	12.000	0,3	3	33	2e-05	0,5
Light Green	Šljunak	Mohr-Coulomb	20,5	Drained	12.000	0,27	0	36	0,05	1





## Projektna situacija

Projektna situacija S1 analizira slijeganje temeljnog tla uslijed opterećenja zagatom i box barijerama.

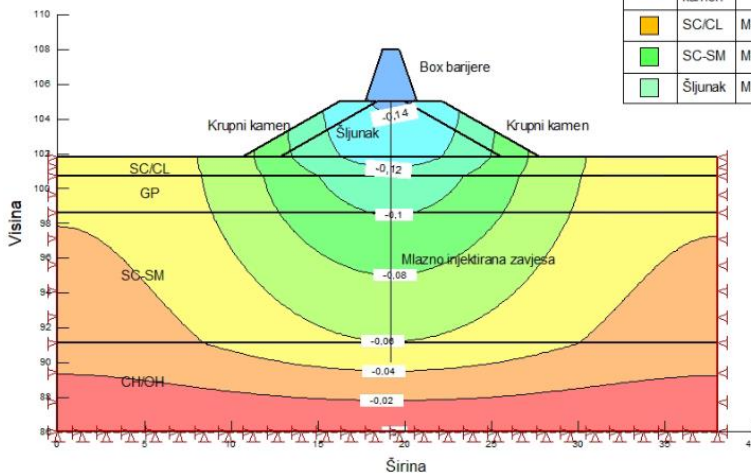
Oznaka	Projektna situacija
S1	Zagat - drenirani uvjeti

## Rezultati naponsko - deformacijske analize

Prikazani su rezultati naponsko - deformacijske analize za projektnu situaciju S1 "Zagat - drenirani uvjeti" na računskom modelu RM1.

RM1-S1	Vertikalni pomaci
--------	-------------------

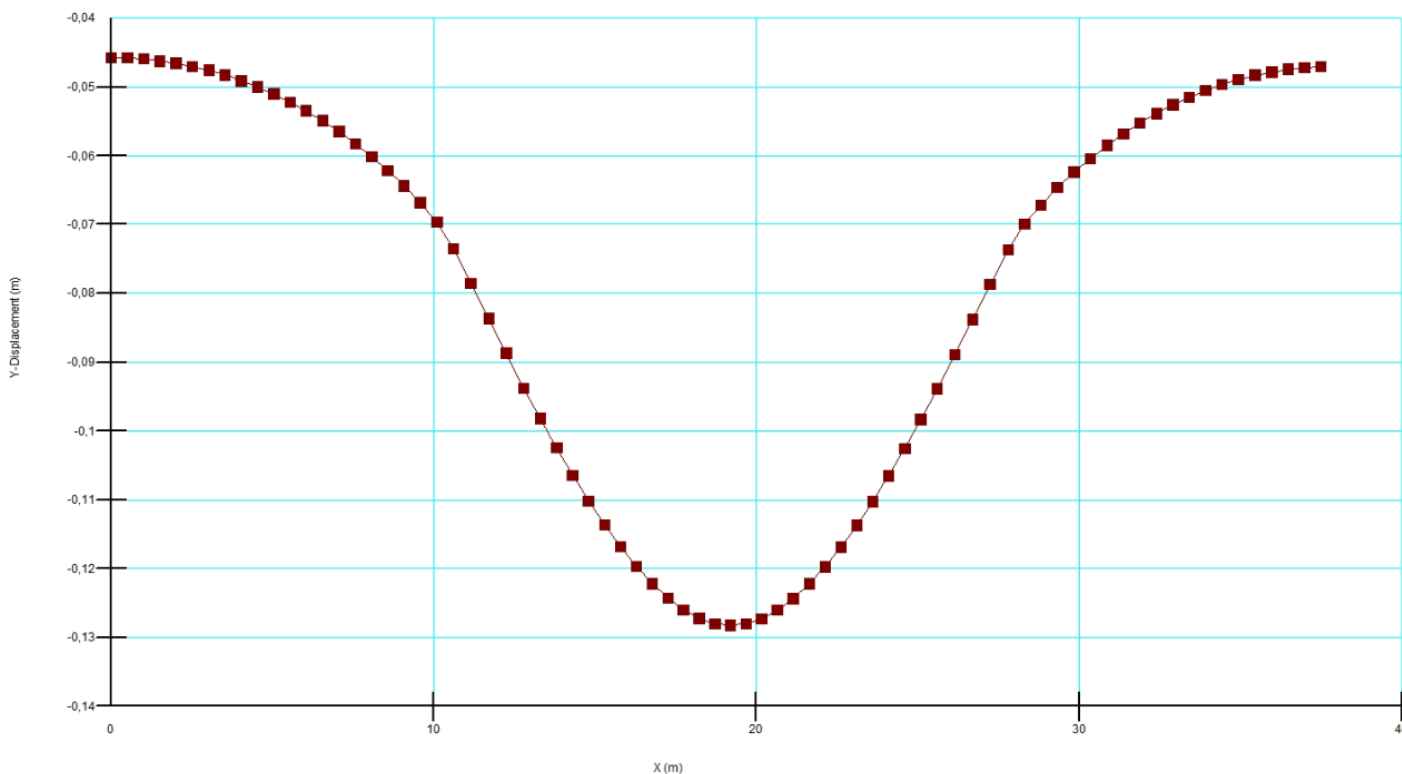
Color	Name	Stress Material Model	Unit Weight	Response Type	Effective Elastic Modulus	Effective Poisson's Ratio	Effective Cohesion	Effective Friction Angle	Sat Kx	Ky/Kx' Ratio
Yellow	Box Barijere	Mohr-Coulomb	19	Drained	11.500	0,29	20	40	8e-09	1
Purple	CH/OH	Mohr-Coulomb	19	Drained	4.300	0,31	14	20	3e-08	0,33
Brown	GP	Mohr-Coulomb	20	Drained	15.000	0,27	0	34	0,05	1
Cyan	Krupni kamen	Mohr-Coulomb	20	Drained	12.000	0,27	0	40	0,1	1
Orange	SC/CL	Mohr-Coulomb	19,5	Drained	4.000	0,32	5	27	6e-06	0,5
Green	SC-SM	Mohr-Coulomb	19,5	Drained	12.000	0,3	3	33	2e-05	0,5
Light Green	Šijunak	Mohr-Coulomb	20,5	Drained	12.000	0,27	0	36	0,05	1





## Grafički prikaz vertikalnih pomaka temeljnog tla.

Slijeganje zagata



Nasip	
Maksimalni računski ukupni pomak	Duk (m)
Maksimalni pomak krune uzvodne dogradnje	0,128

### 4.6.1.2 Zaključak naponsko - deformacijske analize zagata

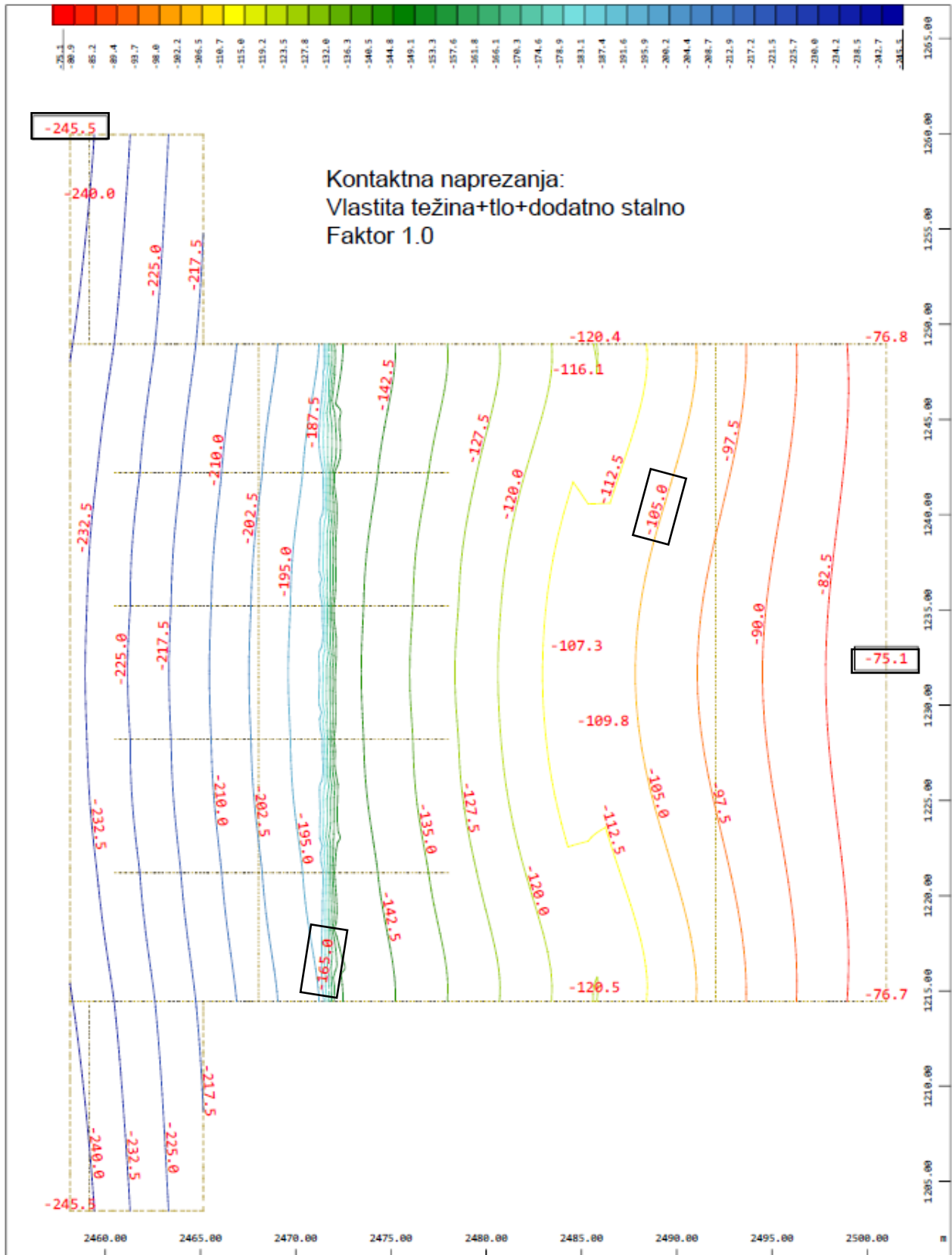
Izvršene su naponsko deformacijske analize zagata na odabranim proračunskim modelima. Analizirano je slijeganje nasipa u dreniranim uvjetima za konačno stanje izgradnje.

Slijeganje temeljnog tla očekuje se za dio opterećenja zagata i box barijera. Očekivana vrijednost slijeganja temeljnog tla je oko 12,8 cm. Predviđa se da će oko 50% slijeganja od ukupnog proračunskog slijeganja ostvariti tijekom nanošenja opterećenja zbog nekoherentnog temeljnog tla na kojem se gradi te kratkom vremenu konsolidacije nekoherentnih materijala.



## 4.6.2 ANALIZA SLIJEGANJA USTAVE ŠIŠLJAVIĆ

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





Ustava Šišljavić temelji se na poboljšanom tlu mlazno injektiranim stupnjacima. Zbog nejednolikih kontaktnih naprezanja temeljna ploča podijeljena je u 3 sekcije sa različitim rasterima stupnjaka u odnosu na opterećenja, 2,0 x 2,0 m, 3,5 x 3,5 m i 4,0 x 4,0 m.

Prva sekcija je širine 13,6 m te se nalazi ispod zapornica ustave ujedno i najopterećenija sekcija temeljne ploče. Druga sekcija također širine 13,6 m srednji dio temeljne ploče te treća sekcija je izlazni dio ustave širine 15,6 m.

Tablica prikazuje geometriju, analizu opterećenja, slijeganja prije i poslije poboljšanja tla te odabrane rastere:

	RM1	RM2	RM3
a(m)	13,60	13,60	15,50
b(m)	45,65	35,80	35,80
A(m <sup>2</sup> )	<b>620,84</b>	<b>486,88</b>	<b>554,90</b>
pmax(kN/m <sup>2</sup> )	245,00	165,00	105,00
pmin(kN/m <sup>2</sup> )	165,00	105,00	75,00
psr(kN/m <sup>2</sup> )	<b>205,00</b>	<b>135,00</b>	<b>90,00</b>
Fmax(kN)	152105,80	80335,20	58264,50
Fsr(kN)	<b>127.272,20</b>	<b>65.728,80</b>	<b>49.941,00</b>
<b>slijeganje prije poboljšanja (cm)</b>	<b>23,81</b>	<b>13,9</b>	<b>9,1</b>
<b>Slijeganje poslije poboljšanja (cm)</b>	<b>4,88</b>	<b>4,39</b>	<b>3,19</b>
L (m)	17	17	17
n stupnjaka po sekciji	<b>156</b>	<b>40</b>	<b>35</b>
Površina po stupnjaku (m <sup>2</sup> )	<b>4</b>	<b>12,25</b>	<b>16</b>
<b>odabrani raster (m)</b>	<b>2,00</b>	<b>3,50</b>	<b>4,00</b>

Za potrebe proračuna uzimane su srednje vrijednosti kontaktnih naprezanja za svaku pojedinu sekciju. Proračun slijeganja objekata izvršen je s nefaktoriziranim djelovanjem na temeljno tlo i s karakterističnim parametrima tla.

#### 4.6.2.1 Računski modeli

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

RAČUNSKI MODEL	GRAĐEVINA
<b>RM1</b>	Zona 1.
<b>RM2</b>	Zona 2.
<b>RM3</b>	Zona 3.





#### 4.6.2.2 Računski model RM1

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM1 opisuje sekciju 1. za temeljnu ploču ustave.

#### Projektne situacije

Oznaka	Projektna situacija
S1	Zona 1. – prije poboljšanja tla
S2	Zona 1. – poboljšano tlo

#### Rezultati - projektna situacija S1

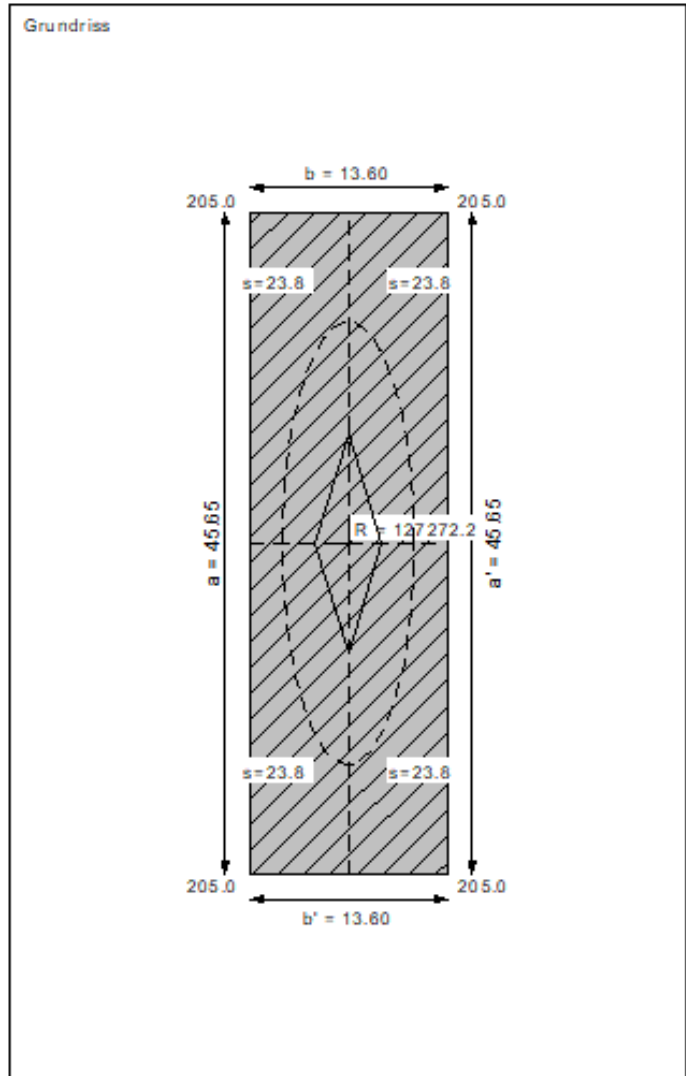
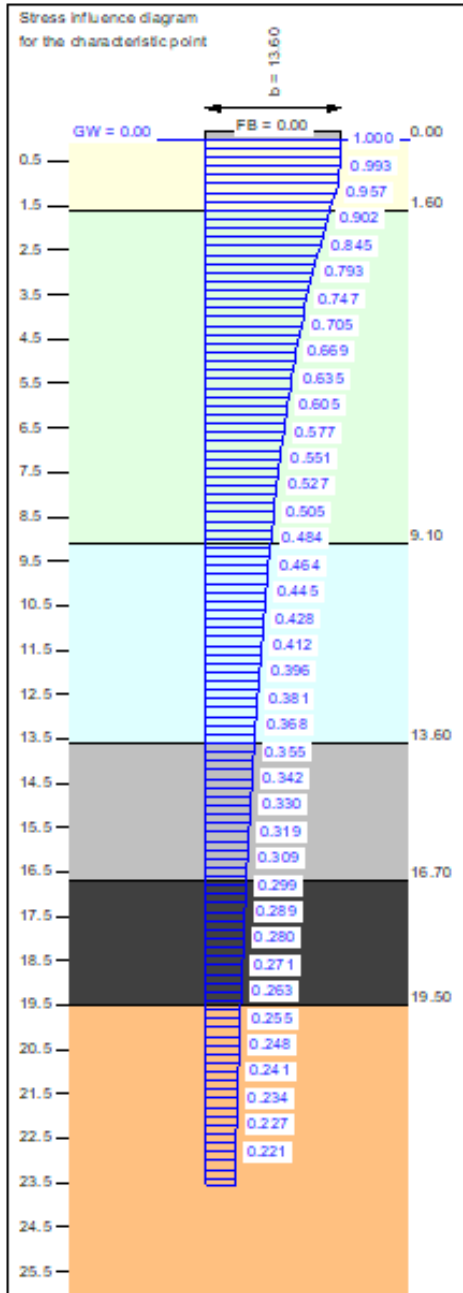
Prikazani su rezultati naponsko – deformacijske analize za projektnu situaciju S1 "Zona 1. – prije poboljšanja tla" na računskom modelu RM1.

<b>RM1-S1</b>	Zona 1. – prije poboljšanja tla	Slijeganje = 23,81 cm
---------------	---------------------------------	-----------------------

Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Designation
	20.0	10.0	34.0	0.0	15.0	0.00	GP
	19.5	9.5	33.0	3.0	12.0	0.00	SC-SM
	19.0	9.0	20.0	14.0	4.3	0.00	CH/OH
	19.0	9.0	25.0	8.0	10.0	0.00	CI
	19.5	9.5	31.0	4.0	17.0	0.00	SC/SM
	19.0	9.0	25.0	8.0	15.0	0.00	CI

**Basis for calculation:**  
 Šišljavić  
 Partial safety factor concept  
 $\gamma (Gr) = 1.00$   
 $\gamma (G) = 1.00$   
 $\gamma (Q) = 1.00$   
 Footing base depth = 0.00 m  
 Groundwater = 0.00 m  
 Limiting depth of p = 20.0 %

<b>Pad footing results:</b> Loads = Permanent / Changeable Vertical load $F_{v,k} = 127272.20 / 0.00$ 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 = 45.65 m Width B = 13.60 m Below permanent loads: Eccentricity $e_x = 0.000$ m Eccentricity $e_y = -0.000$ m Resultant is in 1st core dimen. Length L' = 45.65 m Width B' = 13.60 m Below total loads: Eccentricity $e_x = 0.000$ m Eccentricity $e_y = -0.000$ m Resultant is in 1st core dimen. Length L' = 45.65 m Width B' = 13.60 m Bearing capacity: Partial FOS (bearing capacity) $\gamma_{Gr} = 1.00$ $\sigma_{\alpha,k} / \sigma_{\alpha,d} = 666.2 / 666.2$ kN/m <sup>2</sup> $R_k = 413573.0$ kN	$R_d = 413573.0$ kN $V_d = 1.00 * 127272.20 + 1.00 * 0.0$ kN $V_d = 127272.2$ kN $f$ (parallel to B) = 0.308 $\phi$ cal = 25.0 ° $\phi$ reduced due to 5° condition cal c = 6.10 kN/m <sup>2</sup> cal $\gamma_2 = 9.41$ kN/m <sup>3</sup> cal $\sigma_d = 0.00$ kN/m <sup>2</sup> Base of log. spiral = 18.26 m u. GOK Length log. spiral = 71.23 m Area of log. spiral = 669.68 m <sup>2</sup> Bearing capacity coeff. (x): $N_c = 20.7$ ; $N_d = 10.6$ ; $N_b = 4.5$ Shape coeff. (x): $V_a = 1.139$ ; $V_d = 1.126$ ; $V_b = 0.911$ Settlement from total loads: Limiting depth $t_0 = 23.55$ m b. GL Settlement (mean of CP's) = 23.81 cm Settlement of CP's: top left = 23.81 cm top right = 23.81 cm bottom left = 23.81 cm bottom right = 23.81 cm Torsion (x) (CP) = 0.0	<b>Torsion (y) (CP) = 0.0</b>
---	---	-------------------------------





## Rezultati - projektna situacija S2

Prikazani su rezultati naponsko – deformacijske analize za projektnu situaciju S2 " Zona 2. – poboljšano tlo" na računskom modelu RM1.

RM1-S2	Zona 1. – poboljšano tlo	Slijeganje = 4,88 cm
--------	--------------------------	----------------------

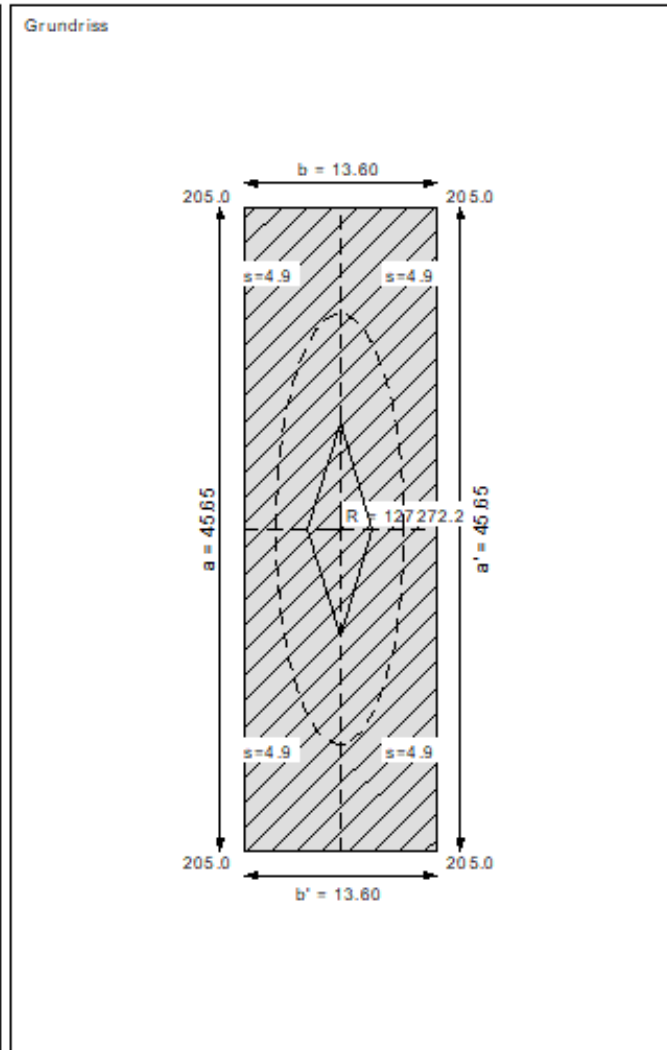
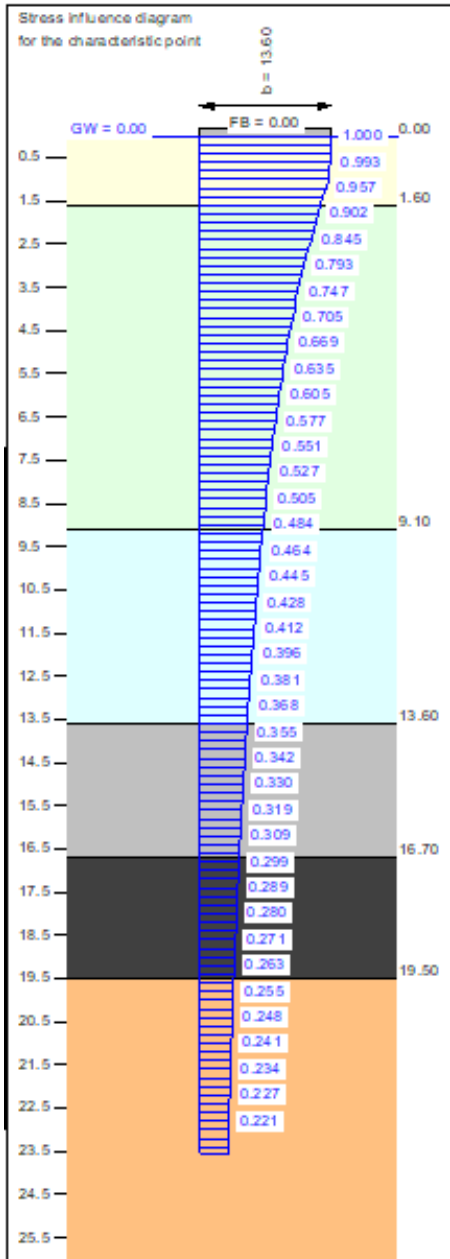
Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Designation
	20.0	10.0	34.0	0.0	155.2	0.00	GP
	19.5	9.5	33.0	3.0	95.9	0.00	SC-SM
	19.0	9.0	20.0	14.0	39.3	0.00	CH/OH
	19.0	9.0	25.0	8.0	51.7	0.00	CI
	19.5	9.5	31.0	4.0	17.0	0.00	SC/SM
	19.0	9.0	20.0	8.0	15.0	0.00	CI

Basis for calculation:  
Šišljavić  
Partial safety factor concept  
 $\gamma$  (Gr) = 1.00  
 $\gamma$  (G) = 1.00  
 $\gamma$  (Q) = 1.00  
Footing base depth = 0.00 m  
Groundwater = 0.00 m  
Limiting depth of p = 20.0 %

Pad footing results:  
Loads = Permanent / Changeable  
Vertical load  $F_{v,k} = 127272.20 / 0.00$  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 = 45.65 m  
Width B = 13.60 m  
Below permanent loads:  
Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
Resultant is in 1st core dimen.  
Length L' = 45.65 m  
Width B' = 13.60 m  
Below total loads:  
Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
Resultant is in 1st core dimen.  
Length L' = 45.65 m  
Width B' = 13.60 m  
Bearing capacity:  
Partial FOS (bearing capacity)  $\gamma_{Gr} = 1.00$   
 $\sigma_{ot,k} / \sigma_{ot,d} = 888.2 / 888.2$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_k = 413573.0$  kN

$R_d = 413573.0$  kN  
 $V_d = 1.00 * 127272.20 + 1.00 * 0.0$  kN  
 $V_d = 127272.2$  kN  
 $f$  (parallel to B) = 0.308  
cal  $\phi = 25.0^\circ$   
 $\phi$  reduced due to 5° condition  
cal c = 6.10 kN/m<sup>2</sup>  
cal  $\gamma_2 = 9.41$  kN/m<sup>3</sup>  
cal  $\sigma_0 = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>  
Bearing capacity coeff. (x):  
 $N_c = 20.7$ ;  $N_d = 10.6$ ;  $N_b = 4.5$   
Shape coeff. (x):  
 $v_c = 1.139$ ;  $v_d = 1.126$ ;  $v_b = 0.911$

Settlement from total loads:  
Limiting depth  $t_0 = 23.55$  m b. GL  
Settlement (mean of CP's) = 4.88 cm  
Settlement of CP's:  
top left = 4.88 cm  
top right = 4.88 cm  
bottom left = 4.88 cm  
bottom right = 4.88 cm





#### 4.6.2.3 Računski model RM2

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM2 opisuje zonu 2. za temeljnu ploču ustave.

#### Projektne situacije

Oznaka	Projektna situacija
S1	Zona 2. – prije poboljšanja tla
S2	Zona 2. – prije poboljšano tlo

#### Rezultati - projektna situacija S1

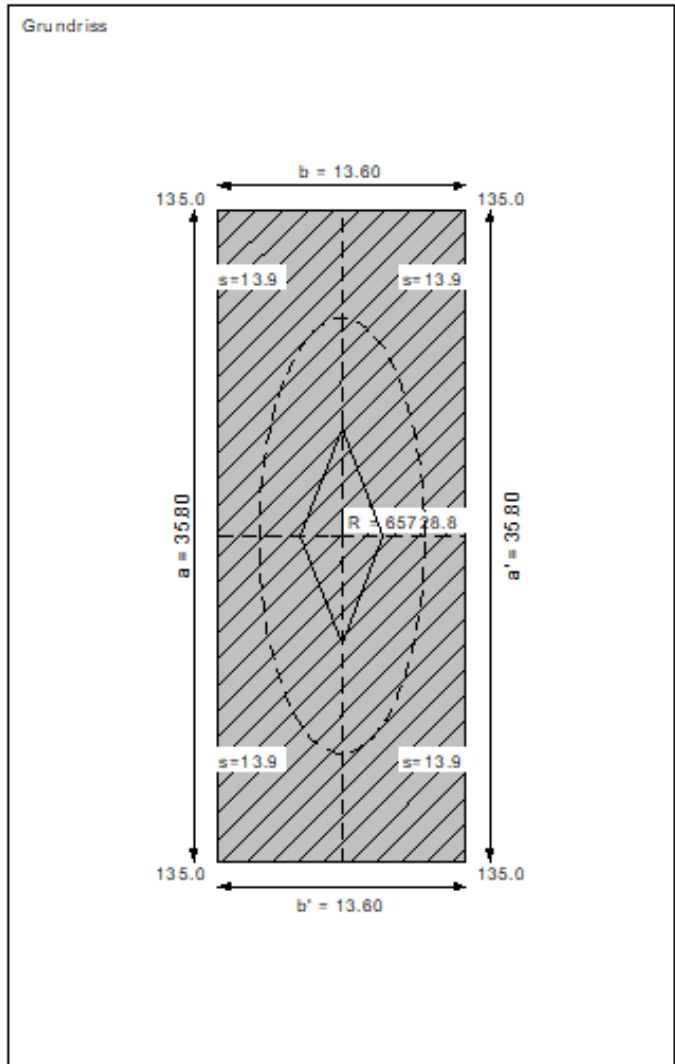
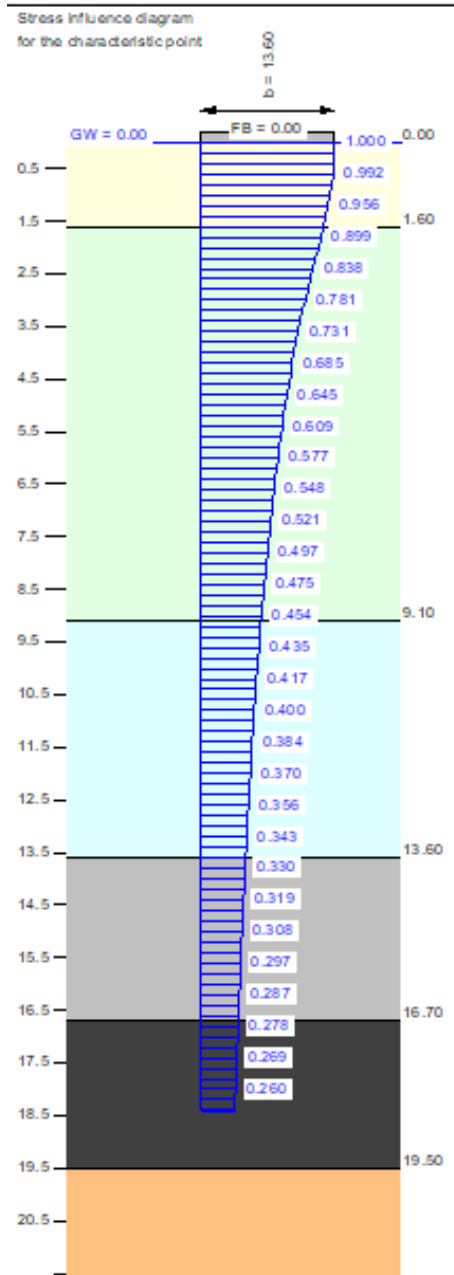
Prikazani su rezultati naponsko – deformacijske analize za projektnu situaciju S1 "Zona 2. – prije poboljšanja tla" na računskom modelu RM2.

<b>RM2-S1</b>	Zona 2. – prije poboljšanja tla	Slijeganje = 13,9 cm
---------------	---------------------------------	----------------------

Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Designation
	20.0	10.0	34.0	0.0	15.0	0.00	GP
	19.5	9.5	33.0	3.0	12.0	0.00	SC-SM
	19.0	9.0	20.0	14.0	4.3	0.00	CH/OH
	19.0	9.0	25.0	8.0	10.0	0.00	CI
	19.5	9.5	31.0	4.0	17.0	0.00	SC/SM
	19.0	9.0	25.0	8.0	15.0	0.00	CI

Basis for calculation:  
Šišljavić  
Partial safety factor concept  
 $\gamma$  (Gr) = 1.00  
 $\gamma$  (G) = 1.00  
 $\gamma$  (Q) = 1.00  
Footing base depth = 0.00 m  
Groundwater = 0.00 m  
Limiting depth of p = 20.0 %

<b>Pad footing results:</b> Loads = Permanent / Changeable Vertical load $F_{v,k} = 65728.80 / 0.00$ 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 = 35.80 m Width B = 13.60 m Below permanent loads: Eccentricity $e_x = 0.000$ m Eccentricity $e_y = -0.000$ m Resultant is in 1st core dimen. Length L' = 35.80 m Width B' = 13.60 m Below total loads: Eccentricity $e_x = 0.000$ m Eccentricity $e_y = -0.000$ m Resultant is in 1st core dimen. Length L' = 35.80 m Width B' = 13.60 m Bearing capacity: Partial FOS (bearing capacity) $\gamma_{Gr} = 1.00$ $\sigma_{ot,k} / \sigma_{ot,d} = 858.9 / 858.9$ kN/m <sup>2</sup> $R_k = 319812.6$ kN	$R_d = 319812.6$ kN $V_d = 1.00 * 65728.80 + 1.00 * 0.00$ kN $V_d = 65728.8$ kN $f$ (parallel to B) = 0.208 cal $\phi = 25.0$ ° $\phi$ reduced due to 5° condition cal c = 6.10 kN/m <sup>2</sup> cal $\gamma_2 = 9.41$ kN/m <sup>3</sup> cal $\sigma_0 = 0.00$ kN/m <sup>2</sup> Base of log. spiral = 18.26 m u. GOK Length log. spiral = 71.23 m Area of log. spiral = 669.68 m <sup>2</sup> Bearing capacity coeff. (x): $N_c = 20.7$ ; $N_d = 10.6$ ; $N_b = 4.5$ Shape coeff. (x): $v_c = 1.177$ ; $v_d = 1.160$ ; $v_b = 0.886$ Torsion (y) (CP) = 0.0
	Settlement from total loads: Limiting depth $t_g = 18.41$ m b. GL Settlement (mean of CP's) = 13.90 cm Settlement of CPs: top left = 13.90 cm top right = 13.90 cm bottom left = 13.90 cm bottom right = 13.90 cm Torsion (x) (CP) = 0.0





## Rezultati - projektna situacija S2

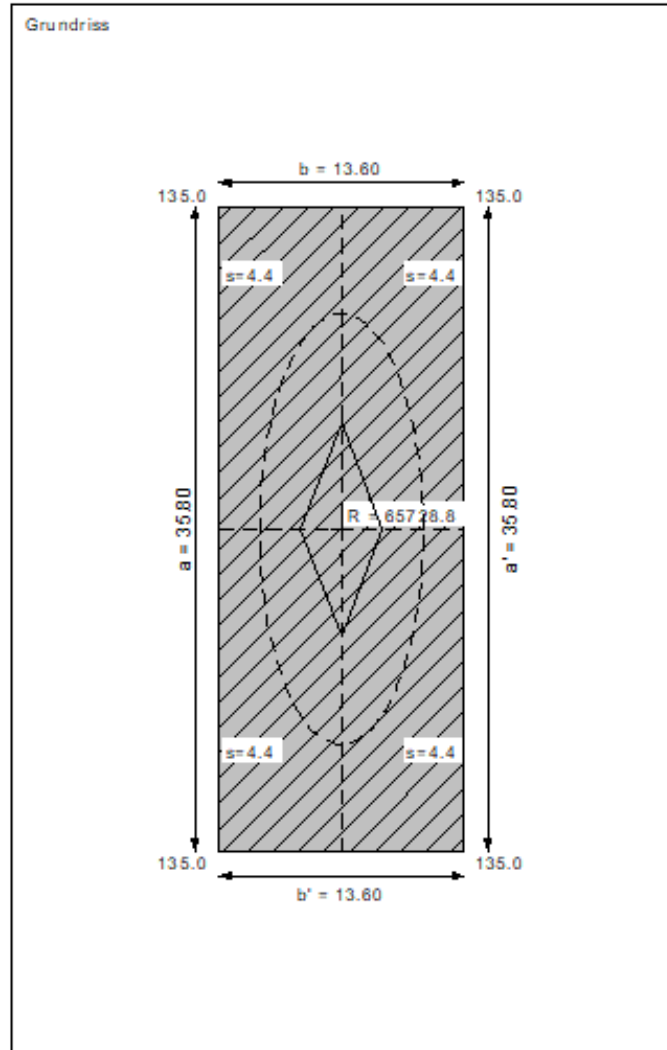
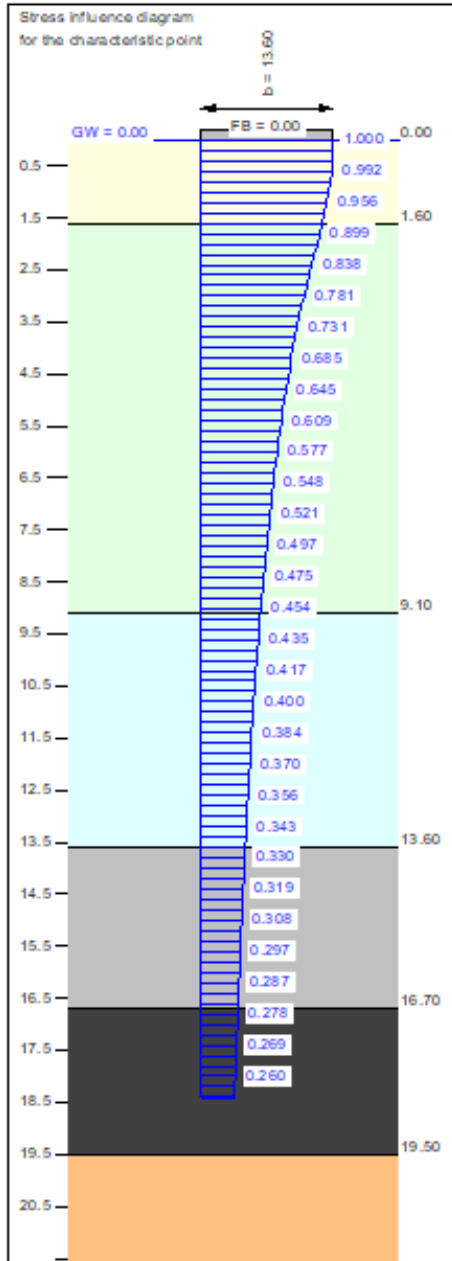
Prikazani su rezultati naponsko – deformacijske analize za projektnu situaciju S2 " Zona 2. – poboljšano tlo" na računskom modelu RM2.

<b>RM2-S2</b>	Zona 2. – poboljšano tlo	Slijeganje = 4,39 cm
---------------	--------------------------	----------------------

Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Designation
	20.0	10.0	34.0	0.0	60.8	0.00	GP
	19.5	9.5	33.0	3.0	39.4	0.00	SC-SM
	19.0	9.0	20.0	14.0	15.7	0.00	CH/OH
	19.0	9.0	25.0	8.0	23.6	0.00	CI
	19.5	9.5	31.0	4.0	17.0	0.00	SC/SM
	19.0	9.0	25.0	8.0	15.0	0.00	CI

**Basis for calculation:**  
 Šišljavić  
 Partial safety factor concept  
 $\gamma(Gr) = 1.00$   
 $\gamma(G) = 1.00$   
 $\gamma(Q) = 1.00$   
 Footing base depth = 0.00 m  
 Groundwater = 0.00 m  
 Limiting depth of p = 20.0 %

<p><b>Pad footing results:</b>          Loads = Permanent / Changeable          Vertical load <math>F_{v,k} = 65728.80 / 0.00</math> kN          Horizontal force <math>F_{h,k,x} = 0.00 / 0.00</math> kN          Horizontal force <math>F_{h,k,y} = 0.00 / 0.00</math> kN          Moment <math>M_{k,x} = 0.00 / 0.00</math> kN * m          Moment <math>M_{k,y} = 0.00 / 0.00</math> kN * m          Length L = 35.80 m          Width B = 13.60 m          Below permanent loads:          Eccentricity <math>e_x = 0.000</math> m          Eccentricity <math>e_y = -0.000</math> m          Resultant is in 1st core dimen.          Length L' = 35.80 m          Width B' = 13.60 m          Below total loads:          Eccentricity <math>e_x = 0.000</math> m          Eccentricity <math>e_y = -0.000</math> m          Resultant is in 1st core dimen.          Length L' = 35.80 m          Width B' = 13.60 m          Bearing capacity:          Partial FOS (bearing capacity) <math>\gamma_{Gr} = 1.00</math>  <math>\sigma_{ot,k} / \sigma_{ot,d} = 656.9 / 656.9</math> kN/m<sup>2</sup>  <math>R_k = 319812.6</math> kN</p>	<p> <math>R_d = 319812.6</math> kN  <math>V_d = 1.00 * 65728.80 + 1.00 * 0.00</math> kN  <math>V_d = 65728.8</math> kN  <math>f(\text{parallel to B}) = 0.206</math>  <math>\text{cal } \phi = 25.0^\circ</math>  <math>\phi</math> reduced due to 5° condition  <math>\text{cal } c = 6.10</math> kN/m<sup>2</sup>  <math>\text{cal } \gamma_2 = 9.41</math> kN/m<sup>3</sup>  <math>\text{cal } \sigma_0 = 0.00</math> kN/m<sup>2</sup>          Base of log. spiral = 18.26 m u. GOK          Length log. spiral = 71.23 m          Area of log. spiral = 669.68 m<sup>2</sup>          Bearing capacity coeff. (x):  <math>N_c = 20.7; N_d = 10.6; N_b = 4.5</math>          Shape coeff. (x):  <math>v_c = 1.177; v_d = 1.160; v_b = 0.886</math>          Settlement from total loads:          Limiting depth <math>t_0 = 18.41</math> m b. GL          Settlement (mean of CP's) = 4.39 cm          Settlement of CPs:          top left = 4.39 cm          top right = 4.39 cm          bottom left = 4.39 cm          bottom right = 4.39 cm          Torsion (x) (CP) = 0.0       </p>	<p>Torsion (y) (CP) = 0.0</p>
--	---	-------------------------------







#### 4.6.2.4 Računski model RM3

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM3 opisuje zonu 3. za temeljnu ploču ustave.

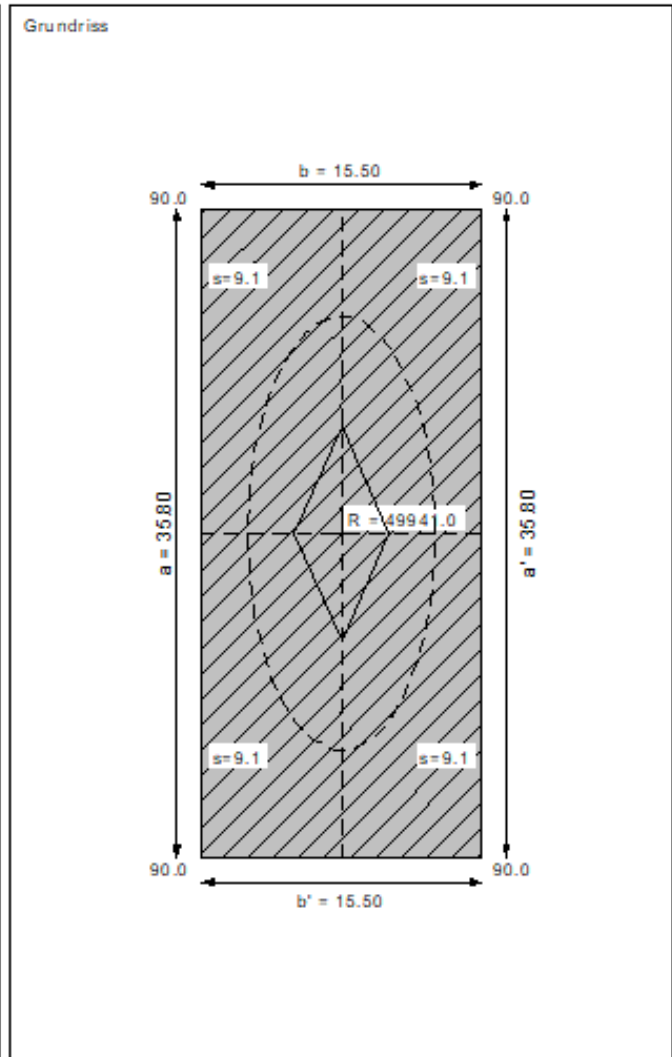
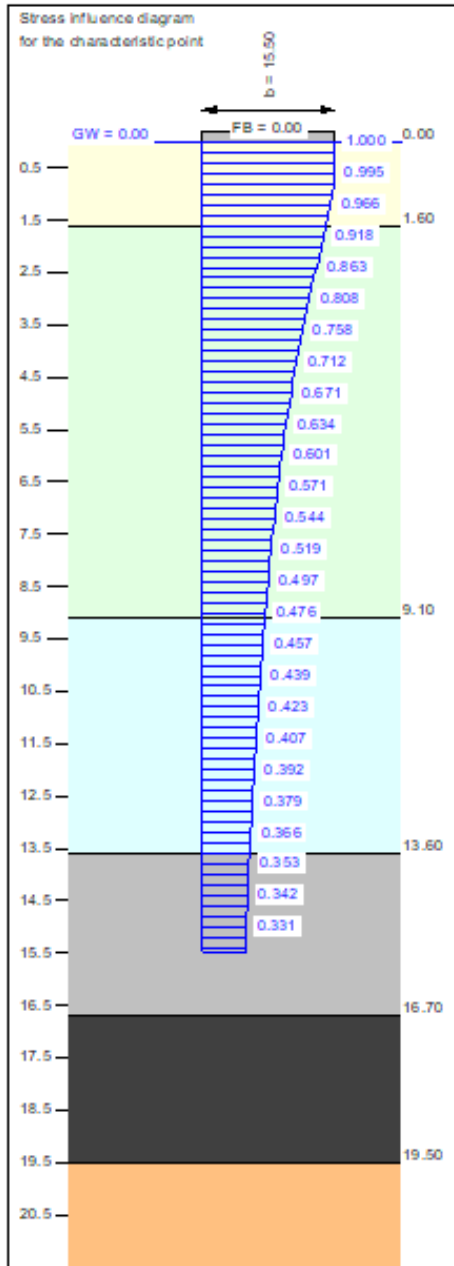
#### Projektne situacije

Oznaka	Projektna situacija
S1	Zona 3. – prije poboljšanja tla
S2	Zona 3. – prije poboljšano tlo

#### Rezultati - projektna situacija S1

Prikazani su rezultati naponsko – deformacijske analize za projektnu situaciju S1 "Sekcija 3. – prije poboljšanja tla" na računskom modelu RM3.

RM2-S1	Zona 3. – prije poboljšanja tla	Slijeganje = 9,1 cm																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Soil</th> <th><math>\gamma</math> [kN/m<sup>3</sup>]</th> <th><math>\gamma'</math> [kN/m<sup>3</sup>]</th> <th><math>\phi</math> [°]</th> <th>c [kN/m<sup>2</sup>]</th> <th><math>E_s</math> [MN/m<sup>2</sup>]</th> <th>v [-]</th> <th>Designation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>20.0</td> <td>10.0</td> <td>34.0</td> <td>0.0</td> <td>15.0</td> <td>0.00</td> <td>GP</td> </tr> <tr> <td></td> <td>19.5</td> <td>9.5</td> <td>33.0</td> <td>3.0</td> <td>12.0</td> <td>0.00</td> <td>SC-SM</td> </tr> <tr> <td></td> <td>19.0</td> <td>9.0</td> <td>20.0</td> <td>14.0</td> <td>4.3</td> <td>0.00</td> <td>CH/OH</td> </tr> <tr> <td></td> <td>19.0</td> <td>9.0</td> <td>25.0</td> <td>8.0</td> <td>10.0</td> <td>0.00</td> <td>CI</td> </tr> <tr> <td></td> <td>19.5</td> <td>9.5</td> <td>31.0</td> <td>4.0</td> <td>17.0</td> <td>0.00</td> <td>SC/SM</td> </tr> <tr> <td></td> <td>19.0</td> <td>9.0</td> <td>25.0</td> <td>8.0</td> <td>15.0</td> <td>0.00</td> <td>CI</td> </tr> </tbody> </table>	Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Designation		20.0	10.0	34.0	0.0	15.0	0.00	GP		19.5	9.5	33.0	3.0	12.0	0.00	SC-SM		19.0	9.0	20.0	14.0	4.3	0.00	CH/OH		19.0	9.0	25.0	8.0	10.0	0.00	CI		19.5	9.5	31.0	4.0	17.0	0.00	SC/SM		19.0	9.0	25.0	8.0	15.0	0.00	CI	<p>Basis for calculation: Šišljavić Partial safety factor concept <math>\gamma (Gr) = 1.00</math> <math>\gamma (G) = 1.00</math> <math>\gamma (Q) = 1.00</math> Footing base depth = 0.00 m Groundwater = 0.00 m Limiting depth of p = 20.0 %</p>
Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Designation																																																		
	20.0	10.0	34.0	0.0	15.0	0.00	GP																																																		
	19.5	9.5	33.0	3.0	12.0	0.00	SC-SM																																																		
	19.0	9.0	20.0	14.0	4.3	0.00	CH/OH																																																		
	19.0	9.0	25.0	8.0	10.0	0.00	CI																																																		
	19.5	9.5	31.0	4.0	17.0	0.00	SC/SM																																																		
	19.0	9.0	25.0	8.0	15.0	0.00	CI																																																		
<p>Pad footing results:</p> <p>Loads = Permanent / Changeable</p> <p>Vertical load <math>F_{v,k} = 49941.00 / 0.00</math> kN</p> <p>Horizontal force <math>F_{h,k,x} = 0.00 / 0.00</math> kN</p> <p>Horizontal force <math>F_{h,k,y} = 0.00 / 0.00</math> kN</p> <p>Moment <math>M_{k,x} = 0.00 / 0.00</math> kN * m</p> <p>Moment <math>M_{k,y} = 0.00 / 0.00</math> kN * m</p> <p>Length L = 35.80 m</p> <p>Width B = 15.50 m</p> <p>Below permanent loads:</p> <p>Eccentricity <math>e_x = 0.000</math> m</p> <p>Eccentricity <math>e_y = -0.000</math> m</p> <p>Resultant is in 1st core dimen.</p> <p>Length L' = 35.80 m</p> <p>Width B' = 15.50 m</p> <p>Below total loads:</p> <p>Eccentricity <math>e_x = 0.000</math> m</p> <p>Eccentricity <math>e_y = -0.000</math> m</p> <p>Resultant is in 1st core dimen.</p> <p>Length L' = 35.80 m</p> <p>Width B' = 15.50 m</p> <p>Bearing capacity:</p> <p>Partial FOS (bearing capacity) <math>\gamma_{Gr} = 1.00</math></p> <p><math>\sigma_{ot,k} / \sigma_{ot,d} = 731.3 / 731.3</math> kN/m<sup>2</sup></p> <p><math>R_k = 405805.8</math> kN</p>																																																									
<p><math>R_d = 405805.8</math> kN</p> <p><math>V_d = 1.00 * 49941.00 + 1.00 * 0.00</math> kN</p> <p><math>V_d = 49941.00</math> kN</p> <p><math>f</math> (parallel to B) = 0.123</p> <p>cal <math>\phi = 25.0^\circ</math></p> <p><math>\phi</math> reduced due to 5° condition</p> <p>cal c = 6.50 kN/m<sup>2</sup></p> <p>cal <math>\gamma_2 = 9.39</math> kN/m<sup>3</sup></p> <p>cal <math>\sigma_0 = 0.00</math> kN/m<sup>2</sup></p> <p>Bearing capacity coeff. (x):</p> <p><math>N_c = 20.7</math>; <math>N_d = 10.7</math>; <math>N_b = 4.5</math></p> <p>Shape coeff. (x):</p> <p><math>V_c = 1.202</math>; <math>V_d = 1.183</math>; <math>v_b = 0.870</math></p> <p>Settlement from total loads:</p> <p>Limiting depth <math>t_0 = 15.50</math> m b. GL</p> <p>Settlement (mean of CP's) = 9.10 cm</p> <p>Settlement of CPs:</p> <p>top left = 9.10 cm</p> <p>top right = 9.10 cm</p> <p>bottom left = 9.10 cm</p> <p>bottom right = 9.10 cm</p>																																																									





## Rezultati - projektna situacija S2

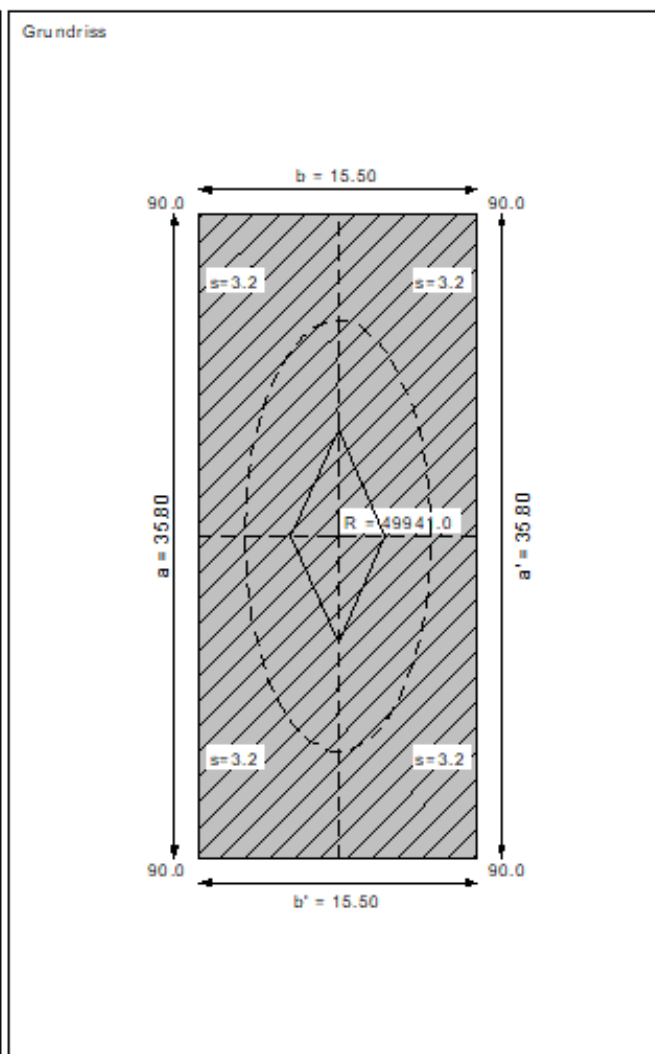
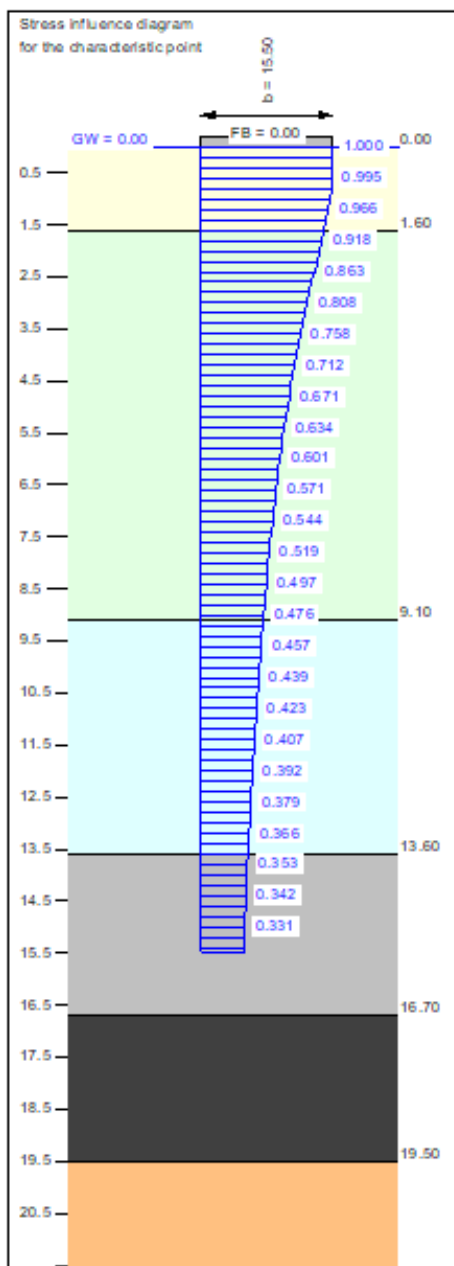
Prikazani su rezultati naponsko – deformacijske analize za projektnu situaciju S2 "Zona 3. – poboljšano tlo" na računskom modelu RM3.

<b>RM3-S2</b>	Zona 2. – poboljšano tlo	Slijeganje = 3,19 cm
---------------	--------------------------	----------------------

Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Designation
	20.0	10.0	34.0	0.0	50.1	0.00	GP
	19.5	9.5	33.0	3.0	33.0	0.00	SC-SM
	19.0	9.0	20.0	14.0	13.1	0.00	CH/OH
	19.0	9.0	25.0	8.0	20.4	0.00	CI
	19.5	9.5	31.0	4.0	17.0	0.00	SC/SM
	19.0	9.0	25.0	8.0	15.0	0.00	CI

**Basis for calculation:**  
 Šišljavić  
 Partial safety factor concept  
 $\gamma(G_r) = 1.00$   
 $\gamma(G) = 1.00$   
 $\gamma(Q) = 1.00$   
 Footing base depth = 0.00 m  
 Groundwater = 0.00 m  
 Limiting depth of p = 20.0 %

<p><b>Pad footing results:</b>          Loads = Permanent / Changeable          Vertical load <math>F_{v,k} = 49941.00 / 0.00</math> kN          Horizontal force <math>F_{h,k,x} = 0.00 / 0.00</math> kN          Horizontal force <math>F_{h,k,y} = 0.00 / 0.00</math> kN          Moment <math>M_{k,x} = 0.00 / 0.00</math> kN * m          Moment <math>M_{k,y} = 0.00 / 0.00</math> kN * m          Length L = 35.80 m          Width B = 15.50 m          Below permanent loads:          Eccentricity <math>e_x = 0.000</math> m          Eccentricity <math>e_y = -0.000</math> m          Resultant is in 1st core dimen.          Length L' = 35.80 m          Width B' = 15.50 m          Below total loads:          Eccentricity <math>e_x = 0.000</math> m          Eccentricity <math>e_y = -0.000</math> m          Resultant is in 1st core dimen.          Length L' = 35.80 m          Width B' = 15.50 m          Bearing capacity:          Partial FOS (bearing capacity) <math>\gamma_{Gr} = 1.00</math>  <math>G_{d,k} / G_{d,d} = 731.3 / 731.3</math> kN/m<sup>2</sup>  <math>R_k = 405805.8</math> kN</p>	<p> <math>R_d = 405805.8</math> kN  <math>V_d = 1.00 * 49941.00 + 1.00 * 0.00</math> kN  <math>V_d = 49941.00</math> kN  <math>f</math> (parallel to B) = 0.123              cal <math>\phi = 25.0</math> °  <math>\phi</math> reduced due to 5° condition              cal c = 6.50 kN/m<sup>2</sup>              cal <math>\gamma_2 = 9.39</math> kN/m<sup>3</sup>              cal <math>\sigma_0 = 0.00</math> kN/m<sup>2</sup>              Bearing capacity coeff. (x):  <math>N_c = 20.7</math>; <math>N_d = 10.7</math>; <math>N_b = 4.5</math>              Shape coeff. (x):  <math>V_c = 1.202</math>; <math>V_d = 1.183</math>; <math>V_b = 0.870</math>              Settlement from total loads:              Limiting depth <math>t_q = 15.50</math> m b. GL              Settlement (mean of CP's) = 3.19 cm              Settlement of CPs:              top left = 3.19 cm              top right = 3.19 cm              bottom left = 3.19 cm              bottom right = 3.19 cm</p>
--	--



#### 4.6.2.5 Zaključak naponsko - deformacijske analize ustave

Izvršene su naponsko deformacijske analize za temeljnu ploču ustave na odabranim proračunskim modelima. Analizirano je slijeganje temeljnog tla prije i poslije poboljšanja tla mlazno injektiranim stupnjacima u dreniranim uvjetima za konačno stanje izgradnje.

Očekuju se nejednolika slijeganja temeljnog tla ispod temeljne ploče ustave. Kut zaokreta temeljne ploče zadovoljava granice zahtjeva normi. Očekivane vrijednosti slijeganja poboljšanog tla kreću se od 3,19 do 4,88 cm. Predviđa se da će oko 45% slijeganja od ukupnog proračunskog slijeganja ostvariti tijekom građenja zbog nekoherentnog temeljnog tla na kojem se gradi te vrlo malom vremenu konsolidacije nekoherentnih materijala.



### 4.6.3 ANALIZA SLIJEGANJA KRILNIH ZIDOVA USTAVE

Krilni zidovi ustave Šišljavić temelje se na poboljšanom tlu mlazno injektiranim stupnjacima. Zidovi su podijeljeni na tipove prema dimenzijama te sukladno i prema opterećenjima.

#### 4.6.3.1 Djelovanje na temeljno tlo ispod ustave

Tablica prikazuje geometriju, analizu opterećenja, slijeganja prije i poslije poboljšanja tla te odabrane rastere:

UZ_L1, UZ_D1		UZ_L2		UZ_D2		NZ_L1, D1	
A p.p. (m2)	18,63	A p.p. (m2)	18,63	A p.p. (m2)	14,56	A p.p. (m2)	16,5
L (m)	12	L (m)	10,5	L (m)	6	L (m)	15,5
B (m)	6,5	B (m)	5,25	B (m)	5,25	B (m)	6
A tem. (m2)	78	A tem. (m2)	55,12	A tem. (m2)	31,5	A tem. (m2)	93
V (m3)	223,56	V (m3)	195,61	V (m3)	87,36	V (m3)	255,75
$\gamma$ bet (kN/m3)	25	$\gamma$ bet (kN/m3)	25	$\gamma$ bet (kN/m3)	25	$\gamma$ bet (kN/m3)	25
h zasip (m)	6,9	h zasip (m)	6,9	h zasip (m)	5,45	h zasip (m)	4,3
š zasip (m)	6	š zasip (m)	6	š zasip (m)	2,8	š zasip (m)	3,55
h pasiv sr (m)	0,4	h pasiv sr (m)	0,4	h pasiv sr (m)	1,1	h pasiv sr (m)	1
š pasiv (m)	1	š pasiv (m)	1	š pasiv sr (m)	1	š pasiv sr (m)	1
Q zid (kN)	5589	Q zid (kN)	4890,375	Q zid (kN)	2184,00	Q zid (kN)	6393,75
Q zasip (kN)	9936	Q zasip (kN)	8694	Q zasip (kN)	1831,2	Q zasip (kN)	4732,15
Q pasiv (kN)	96	Q pasiv (kN)	84	Q pasiv (kN)	132	Q pasiv (kN)	310
<b>Q uk (kN)</b>	<b>15621</b>	<b>Q uk (kN)</b>	<b>13668,375</b>	<b>Q uk (kN)</b>	<b>4147,2</b>	<b>Q uk (kN)</b>	<b>11435,9</b>
n		n		n		n	
Df (m)	2,3	Df (m)	2,3	Df (m)	2,6	Df (m)	4,5
Z Cl (m)	3,4	Z Cl (m)	5,2	Z Cl (m)	5,4	Z Cl (m)	5,5
<b>s (cm)</b>	<b>15,78</b>	<b>s (cm)</b>	<b>16,77</b>	<b>s (cm)</b>	<b>9,28</b>	<b>s (cm)</b>	<b>3,87</b>
<b>s pobolj. (cm)</b>	<b>2,89</b>	<b>s pobolj. (cm)</b>	<b>2,93</b>	<b>s pobolj. (cm)</b>	<b>1,76</b>	<b>s pobolj. (cm)</b>	<b>/</b>
<b>L stupnjaka</b>	<b>16,0</b>	<b>L stupnjaka</b>	<b>16,0</b>	<b>L stupnjaka</b>	<b>5</b>	<b>L stupnjaka</b>	<b>/</b>

Proračun slijeganja temeljnog tla računat je sa karakterističnim opterećenjima težine tla i težine zida za svaki pojedini zid.



#### 4.6.3.2 Računski modeli

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

RAČUNSKI MODEL	GRAĐEVINA
RM1	Uzvodni zidovi L1 i D1
RM2	Uzvodni zid L2
RM3	Uzvodni zid D2
RM4	Nizvodni krilni zidovi L1, D1

#### 4.6.3.3 Računski model RM1

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM1 opisuje uzvodni zidovi L1 i D1 za temeljnu ploču ustave.

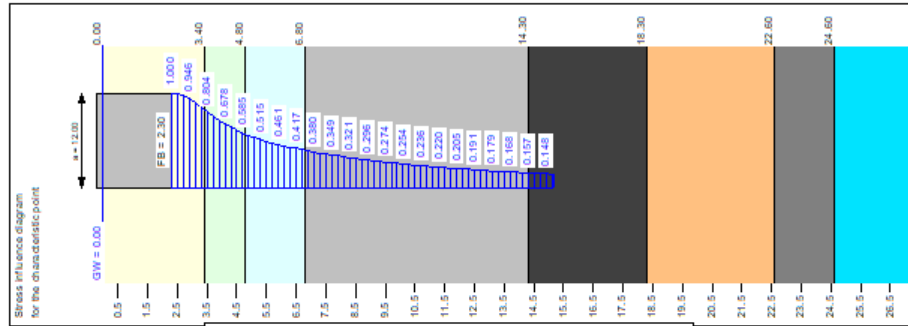
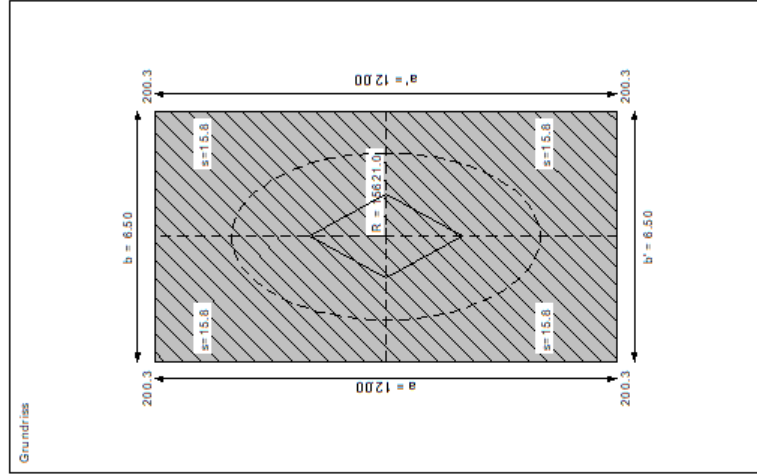
##### Projektne situacije

Oznaka	Projektna situacija
S1	Uzvodni zidovi L1 i D1– prije poboljšanja tla
S2	Uzvodni zidovi L1 i D1– poboljšano tlo



**Rezultati - projektna situacija S1**

<b>RM1-S1</b>	Uzvodni zidovi L1 i D1- prije poboljšanja tla	Slijeganje = 15,78 cm
---------------	---	-----------------------



Soil	γ [kN/m <sup>3</sup> ]	γ' [kN/m <sup>3</sup> ]	φ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v	Designation
19.0	9.0	28.0	5.0	0.00	3.5	0.00	CI
19.5	9.5	27.0	5.0	0.00	4.0	0.00	SC/CL
20.0	10.0	34.0	0.0	0.00	15.0	0.00	GP
19.5	9.5	33.0	3.0	12.0	0.00	0.00	SC-SM
19.0	9.0	20.0	14.0	4.3	0.00	0.00	CH/OH
19.0	9.0	25.0	8.0	10.0	0.00	0.00	CI
19.5	9.5	31.0	4.0	17.0	0.00	0.00	SC/SM
19.0	9.0	25.0	8.0	15.0	0.00	0.00	CI

Basis for calculation:	
Slijavica:	
Partial safety factor concept	
γ(G) = 1.00	
γ(Q) = 1.00	
γ(O) = 1.00	
Footing base depth = 2.30 m	
Groundwater = 0.00 m	
Limiting depth of p = 20.0 %	

Pad footing results:	
Loads = Permanent / Changeable	
Vertical load F <sub>vk</sub> = 15621.00 / 0.00 kN	
Horizontal force F <sub>h,sk</sub> = 0.00 / 0.00 kN	
Horizontal force F <sub>h,sk</sub> = 0.00 / 0.00 kN	
Moment M <sub>vk</sub> = 0.00 / 0.00 kN · m	
Moment M <sub>sk</sub> = 0.00 / 0.00 kN · m	
Length L = 12.00 m	
Width B = 6.50 m	
Below permanent loads:	
Eccentricity e <sub>v</sub> = 0.000 m	
Eccentricity e <sub>h</sub> = -0.000 m	
Resultant is in 1st core dimen.	
Length L' = 12.00 m	
Width B' = 6.50 m	
Below total loads:	
Eccentricity e <sub>v</sub> = 0.000 m	
Eccentricity e <sub>h</sub> = -0.000 m	
Resultant is in 1st core dimen.	
Length L' = 12.00 m	
Width B' = 6.50 m	

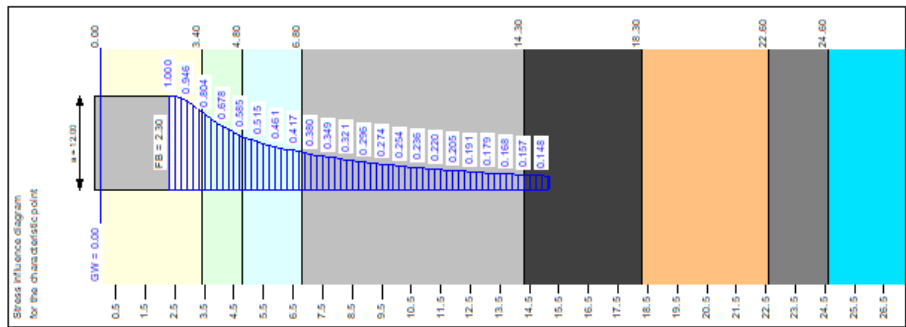
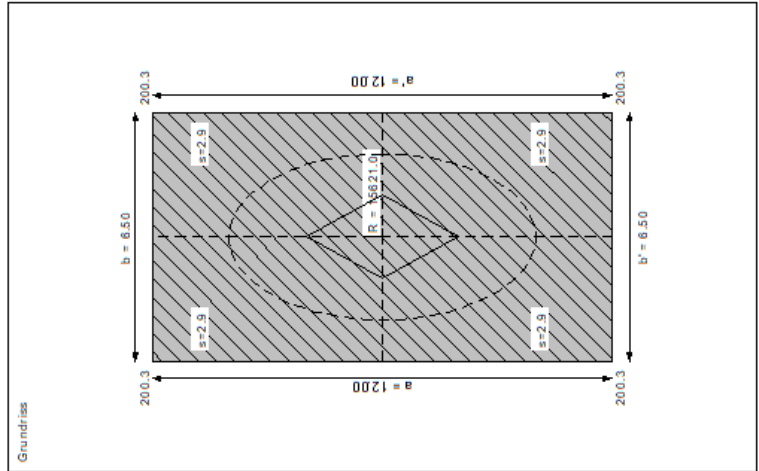
  

Torsion (y) (CP) = 0.0	
R <sub>d</sub> = 68201.6 kN	
V <sub>d</sub> = 1.00 · 15621.00 + 1.00 · 0.00 kN	
V <sub>d</sub> = 15621.00 kN	
f (parallel to L) = 0.229	
cal φ = 24.9 °	
φ reduced due to 5° condition	
cal c = 7.10 kN/m <sup>2</sup>	
cal γ <sub>2</sub> = 9.47 kN/m <sup>2</sup>	
Width B = 6.50 m	
Base of log. spiral = 18.40 m u. GOK	
Length log. spiral = 62.78 m	
Area of log. spiral = 520.33 m <sup>2</sup>	
Bearing capacity coeff. (γ):	
N <sub>c</sub> = 20.0; N <sub>s</sub> = 10.6; N <sub>b</sub> = 4.4	
Shape coeff. (γ):	
V <sub>c</sub> = 1.252; V <sub>d</sub> = 1.228; V <sub>b</sub> = 0.838	
Settlement from total loads:	
Limiting depth l <sub>g</sub> = 15.20 m b. GL	
Settlement (mean of CPs) = 15.78 cm	
Settlement of CPs:	
top left = 15.78 cm	
top right = 15.78 cm	
bottom left = 15.78 cm	
bottom right = 15.78 cm	
Torsion (x) (CP) = 0.0	



**Rezultati - projektna situacija S2**

<b>RM1-S2</b>	Uzvodni zidovi L1 i D1- poboljšano tlo	Slijeganje = 2,89 cm
---------------	--	----------------------



Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Designation
	19.0	9.0	28.0	5.0	0.00	Cl
	19.5	9.5	27.0	5.0	35.3	SC/CL
	20.0	10.0	34.0	0.0	77.3	GP
	19.5	9.5	33.0	3.0	43.0	SC-SM
	19.0	9.0	20.0	14.0	19.9	CH/OH
	19.0	9.0	25.0	8.0	10.0	Cl
	18.5	8.5	31.0	4.0	17.0	SC/SM
	19.0	9.0	25.0	8.0	15.0	Cl

Basis for calculation:	
Šišljavić	
Partial safety factor concept	
$\gamma(G) = 1.00$	
$\gamma(Q) = 1.00$	
Footing base depth = 2.30 m	
Groundwater = 0.00 m	
Limiting depth of p = 20.0 %	

Pad footing results:	
Loads = Permanent / Changeable	
Vertical load $F_{v,k} = 15621.00 / 0.00$ kN	
$V_d = 15621.00$ kN	
Horizontal force $F_{h,k} = 0.00 / 0.00$ kN	
Horizontal force $F_{h,Ed} = 0.00 / 0.00$ kN	
Moment $M_{k,x} = 0.00 / 0.00$ kN * m	
Moment $M_{k,y} = 0.00 / 0.00$ kN * m	
Length L = 12.00 m	
Width B = 6.50 m	
Below permanent loads:	
Eccentricity $e_x = 0.000$ m	
Eccentricity $e_y = -0.000$ m	
Resultant is in 1st core dimen.	
Length $L' = 12.00$ m	
Width $B' = 6.50$ m	
Below total loads:	
Eccentricity $e_x = 0.000$ m	
Eccentricity $e_y = -0.000$ m	
Resultant is in 1st core dimen.	
Length $L' = 12.00$ m	
Width $B' = 6.50$ m	
Bearing capacity:	
Partial FOS (bearing capacity) $\gamma_{cp} = 1.00$	
$G_{crit} / G_{std} = 874.4 / 874.4$ kN/m <sup>2</sup>	
$R_k = 68201.6$ kN	

Torsion (y) (CP) = 0.0	
$R_d = 68201.6$ kN	
$V_d = 1.00 * 15621.00 + 1.00 * 0.00$ kN	
$V_d = 15621.00$ kN	
$f(\text{parallel to L}) = 0.229$	
cal $\phi = 24.9^\circ$	
$\phi$ reduced due to $s^*$ condition	
cal $c = 7.10$ kN/m <sup>2</sup>	
cal $\gamma_s = 9.47$ kN/m <sup>3</sup>	
cal $G_s = 20.70$ kN/m <sup>2</sup>	
Base of log spiral = 18.40 m u. GOK	
Length log spiral = 82.78 m	
Area of log spiral = 520.33 m <sup>2</sup>	
Bearing capacity coef. (y):	
$N_c = 20.6$ ; $N_d = 10.6$ ; $N_b = 4.4$	
Shape coef. (y):	
$V_c = 1.252$ ; $V_d = 1.228$ ; $V_b = 0.838$	
Settlement from total loads:	
Limiting depth $l_d = 15.20$ m b. G.L	
Settlement (mean of CP's) = 2.89 cm	
Settlement of CP's:	
top left = 2.89 cm	
top right = 2.89 cm	
bottom left = 2.89 cm	
bottom right = 2.89 cm	
Torsion (x) (CP) = 0.0	





#### 4.6.3.4 Računski model RM2

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM2 opisuje uzvodni zid L2 za temeljnu ploču ustave.

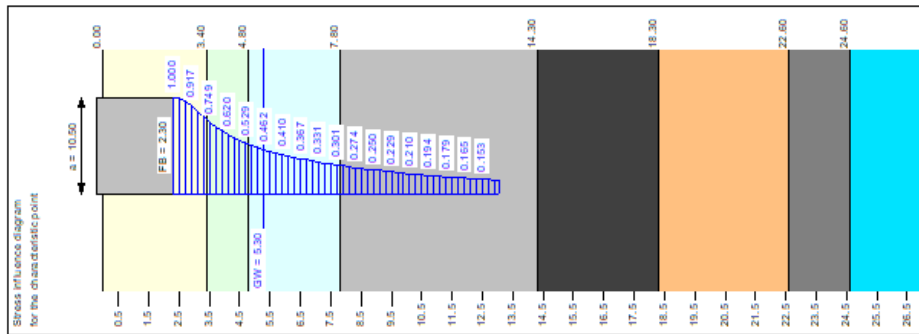
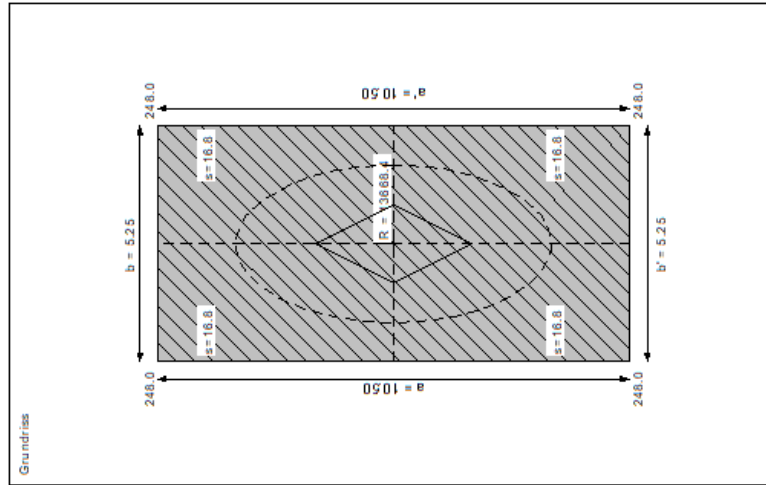
##### Projektne situacije

Oznaka	Projektna situacija
S1	Uzvodni zid L2 – prije poboljšanja tla
S2	Uzvodni zid L2 – poboljšano tlo



**Rezultati - projektna situacija S1**

<b>RM2-S1</b>	Uzvodni zid L2 – prije poboljšanja tla	Slijeganje = 16,77 cm
---------------	--	-----------------------



Basis for calculation:  
Šišljavić  
Partial safety factor concept  
 $\gamma (G) = 1.00$   
 $\gamma (S) = 1.00$   
 $\gamma (Q) = 1.00$   
Footing base depth = 2.30 m  
Groundwater = 5.30 m  
Limiting depth of  $p = 2.0.0\%$

Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\theta$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Designation
	19.0	9.0	28.0	5.0	3.5	0.00	CI
	19.5	9.5	27.0	5.0	4.0	0.00	SC/CL
	20.0	10.0	34.0	0.0	15.0	0.00	GP
	19.5	9.5	33.0	3.0	12.0	0.00	SC-SM
	19.0	9.0	20.0	14.0	4.3	0.00	CH/OH
	19.0	9.0	25.0	8.0	10.0	0.00	CI
	19.5	9.5	31.0	4.0	17.0	0.00	SC/SM
	19.0	9.0	25.0	8.0	15.0	0.00	CI

**Torsion (y) (CP) = 0.0**

**Pad footing results:**  
 Loads = Permanent / Changeable  
 Vertical load  $F_{v,sk} = 13668.38 / 0.00$  kN  
 Horizontal force  $F_{h,sk} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Horizontal force  $F_{h,sk,y} = 0.00 / 0.00$  kN  
 Moment  $M_{sk,x} = 0.00 / 0.00$  kN \* m  
 Moment  $M_{sk,y} = 0.00 / 0.00$  kN \* m  
 Length  $L = 10.50$  m  
 Width  $B = 5.25$  m

**Below permanent loads:**  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dimen.  
 Length  $L' = 10.50$  m  
 Width  $B' = 5.25$  m

**Below total loads:**  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Eccentricity  $e_y = -0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dimen.  
 Length  $L' = 10.50$  m  
 Width  $B' = 5.25$  m

**Bearing capacity:**  
 Partial FOS (bearing capacity)  $\gamma_{Rd} = 1.00$   
 $G_{sk} / G_{sk,s} = 1225.6 / 1225.6$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_k = 67561.9$  kN

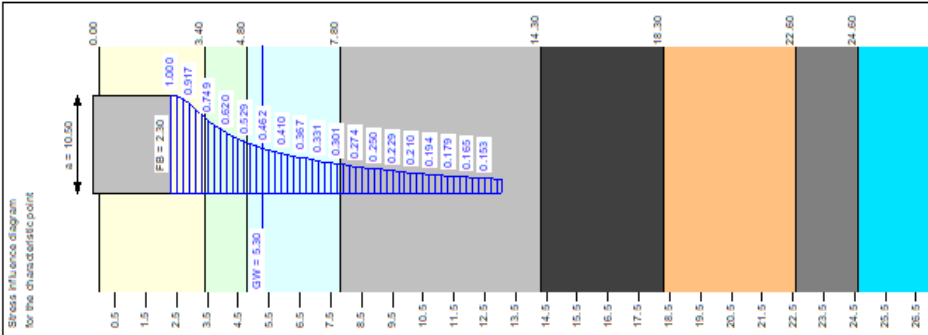
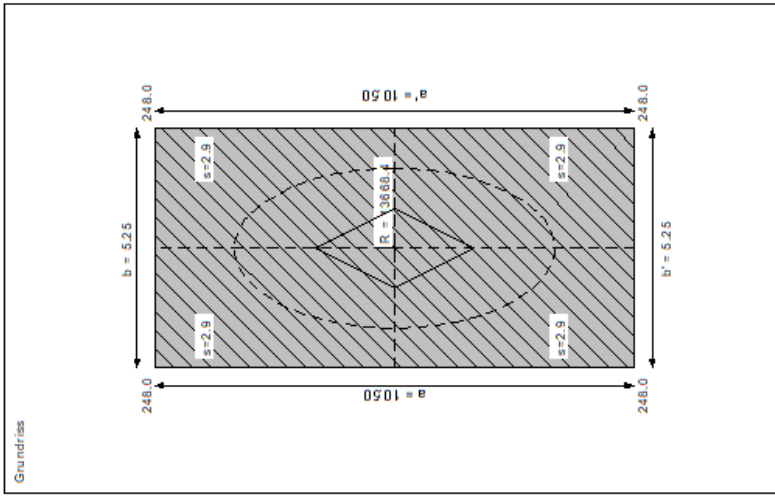
**Pad footing results:**  
 $R_d = 67561.9$  kN  
 $V_d = 1.00 * 13668.38 + 1.00 * 0.0$  kN  
 $V_d = 13668.4$  kN  
 $f(\text{parallel to } L) = 0.202$   
 $\text{call } \phi = 25.0$   
 $\phi$  reduced due to  $S^*$  condition  
 $\text{call } c = 6.21$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\text{call } \gamma_s = 12.66$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\text{call } G_{sk} = 43.70$  kN/m<sup>2</sup>  
 Base of log. spiral = 16.41 m u. GOK  
 Length log. spiral = 55.06 m  
 Area of log. spiral = 400.07 m<sup>2</sup>  
 Bearing capacity coeff. (y):  
 $N_c = 20.7$ ;  $N_d = 10.6$ ;  $N_b = 4.5$   
 Shape coeff. (y):  
 $V_c = 1.233$ ;  $V_d = 1.211$ ;  $V_b = 0.850$

**Settlement from total loads:**  
 Limiting depth  $l_0 = 13.07$  m b. GL  
 Settlement (mean of CP's) = 16.77 cm  
 Settlement of CP's:  
 top left = 16.77 cm  
 top right = 16.77 cm  
 bottom left = 16.77 cm  
 bottom right = 16.77 cm  
 Torsion (x) (CP) = 0.0



**Rezultati - projektna situacija S2**

<b>RM2-S2</b>	Uzvodni zid L2 – poboljšano tlo	Slijeganje = 2,93 cm
---------------	---------------------------------	----------------------



Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	$c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	V	Designation
	19.0	9.0	28.0	5.0	19.1	0.00	CI
	19.5	9.5	27.0	5.0	35.3	0.00	SC/GL
	20.0	10.0	34.0	0.0	77.3	0.00	GP
	19.5	9.5	33.0	3.0	43.0	0.00	SC-SM
	19.0	9.0	20.0	14.0	19.9	0.00	CH/OH
	19.0	9.0	25.0	8.0	10.0	0.00	CI
	19.5	9.5	31.0	4.0	17.0	0.00	SC/SM
	19.0	9.0	25.0	8.0	16.0	0.00	CI

Basis for calculation:	
Šišljavić	
Partial safety factor concept	
$\gamma(G) = 1.00$	
$\gamma(Q) = 1.00$	
Footing base depth = 2.30 m	
Groundwater = 5.30 m	
Limiting depth of $p = 20.0\%$	

Pad footing results:	
Loads = Permanent / Changeable	
Vertical load $F_{V,k} = 13668.38 / 0.00$ kN	
Horizontal force $F_{H,k} = 0.00 / 0.00$ 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 $L = 10.50$ m	
Width $B = 5.25$ m	
Below permanent loads:	
Eccentricity $e_x = 0.000$ m	
Eccentricity $e_y = -0.000$ m	
Resultant is in 1st core dimen.	
Length $L' = 10.50$ m	
Width $B' = 5.25$ m	
Below total loads:	
Eccentricity $e_x = 0.000$ m	
Eccentricity $e_y = -0.000$ m	
Resultant is in 1st core dimen.	
Length $L' = 10.50$ m	
Width $B' = 5.25$ m	
Bearing capacity:	
partial FOS (bearing capacity) $\gamma_{Gw} = 1.00$	
$G_{Gk} / G_{Gk} = 1225.6 / 1225.6$ kN/m <sup>2</sup>	
$R_k = 67561.9$ kN	

Torsion (y) (CP) = 0.0	
$R_d = 67561.9$ kN	
$V_d = 1.00 \cdot 13668.38 + 1.00 \cdot 0.0$ kN	
$V_d = 13668.4$ kN	
$f$ (parallel to L) = 0.202	
cal $\phi = 25.0^\circ$	
$\phi$ reduced due to 5° condition	
cal $c = 9.21$ kN/m <sup>2</sup>	
cal $\gamma_s = 12.66$ kN/m <sup>2</sup>	
cal $\gamma_b = 43.70$ kN/m <sup>2</sup>	
Base of log. spiral = 16.41 m u. GOK	
Length log. spiral = 55.06 m	
Area of log. spiral = 400.07 m <sup>2</sup>	
Bearing capacity coeff. (y):	
$N_s = 20.7$ ; $N_c = 10.6$ ; $N_b = 4.5$	
Shape coeff. (y):	
$V_c = 1.233$ ; $V_d = 1.211$ ; $V_b = 0.850$	
Settlement from total loads:	
Limiting depth $t_b = 13.07$ m b. GL	
Settlement (mean of CP's) = 2.93 cm	
Settlement of CP's:	
to p left = 2.93 cm	
to p right = 2.93 cm	
bottom left = 2.93 cm	
bottom right = 2.93 cm	
Torsion (x) (CP) = 0.0	



#### 4.6.3.5 Računski model RM3

Naponsko - deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM3 opisuje Zid A za temeljnu ploču ustave.

##### Projektne situacije

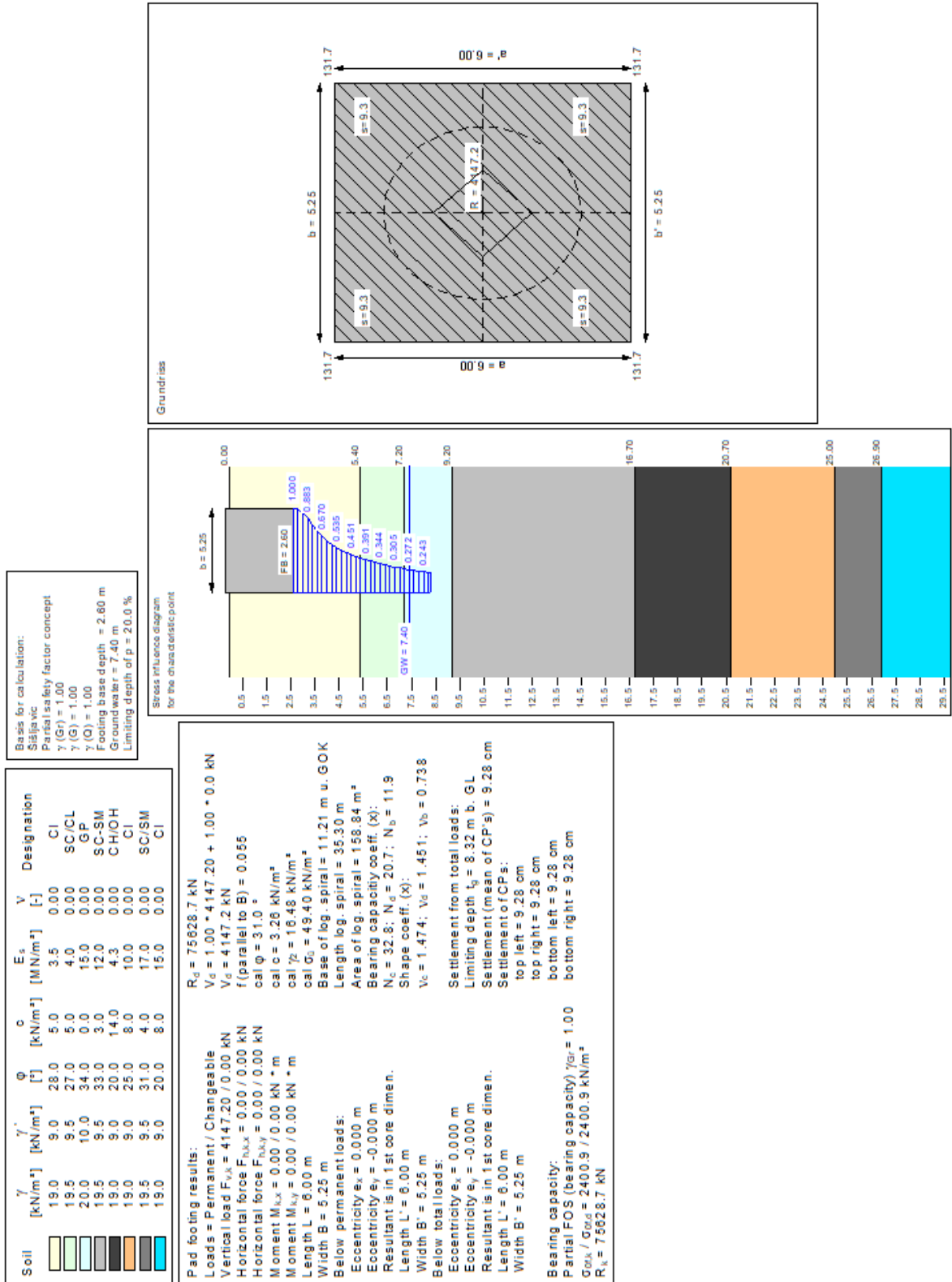
Oznaka	Projektna situacija
S1	Uzvodni zid D2- prije poboljšanja tla
S2	Uzvodni zid D2- poboljšano tlo



## Rezultati - projektna situacija S1

Prikazani su rezultati naponsko – deformacijske analize za projektnu situaciju S1 na računskom modelu RM3.

<b>RM3-S1</b>	Uzvodni zid D2- prije poboljšanja tla	Slijeganje = 9,28 cm
---------------	---------------------------------------	----------------------







#### 4.6.3.6 Računski model RM4

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM4 opisuje nizvodne zidove.

##### Projektne situacije

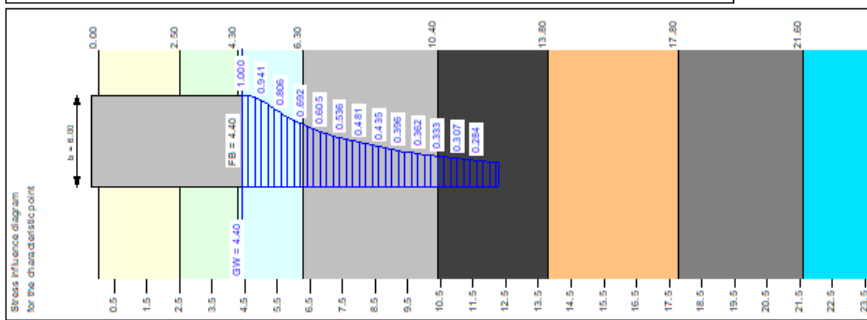
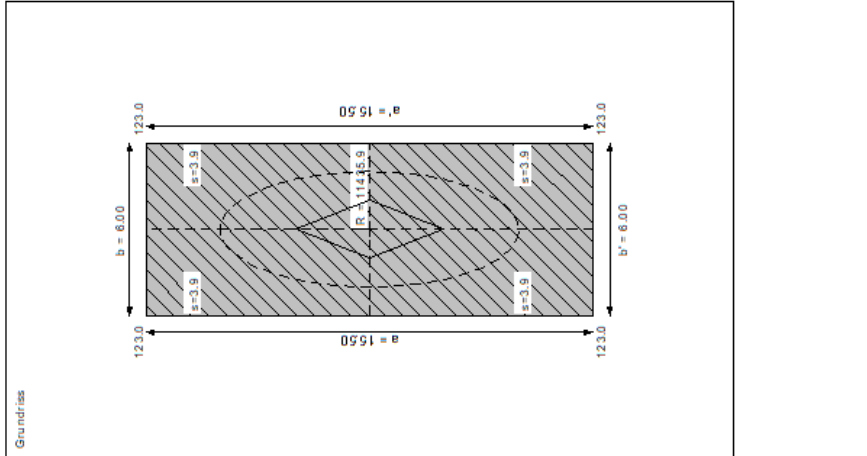
Oznaka	Projektna situacija
S1	Nizvodni krilni zidovi L1, D1



**Rezultati - projektna situacija S1**

Prikazani su rezultati naponsko – deformacijske analize za projektnu situaciju S1 na računskom modelu RM4.

<b>RM4-S1</b>	Nizvodni krilni zidovi L1, D1 – bez poboljšanja tla	Slijeganje = 3,87 cm
---------------	---	----------------------



Basis for calculation:  
 Sligjivni faktor koncept  
 $\gamma (G) = 1.00$   
 $\gamma (Q) = 1.00$   
 Founding base depth = 4.40 m  
 Groundwater = 4.40 m  
 Limiting depth of  $p = 20.0 \%$

Soil	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	$c$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$v$ [-]	Designation
19.0	9.0	28.0	5.0	3.5	0.00	0.00	CI
19.5	9.5	27.0	5.0	4.0	0.00	0.00	SC/CL
20.0	10.0	34.0	0.0	15.0	0.00	0.00	GP
19.5	9.5	33.0	3.0	12.0	0.00	0.00	SC-SM pobolj
19.5	9.5	20.0	3.0	12.0	0.00	0.00	SC-SM
19.0	9.0	25.0	14.0	4.3	0.00	0.00	CH/OH
19.0	9.0	31.0	8.0	10.0	0.00	0.00	CI
19.0	9.5	25.0	4.0	17.0	0.00	0.00	SC/SM

Pad footing results:  
 $R_d = 123934.2$  kN  
 $V_d = 1.00 \cdot 11435.90 + 1.00 \cdot 0.0$  kN  
 $V_d = 11435.9$  kN  
 $F_{d,sk} = 0.00 / 0.00$  kN  
 $f$  (parallel to B) = 0.092  
 $\text{cal } \phi = 24.9^\circ$   
 $\phi$  reduced due to  $6^\circ$  condition  
 $\text{cal } c = 2.45$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\text{cal } \gamma_2 = 9.87$  kN/m<sup>3</sup>  
 $\text{cal } \phi_0 = 84.00$  kN/m<sup>2</sup>  
 Bearing capacity coeff. (x):  
 $N_c = 20.6$ ;  $N_q = 10.6$ ;  $N_b = 4.5$   
 Shape coeff. (x):  
 $V_c = 1.180$ ;  $V_s = 1.183$ ;  $V_b = 0.884$   
 Settlement from total loads:  
 Limiting depth  $l_s = 12.28$  m b. G.L  
 Settlement (mean of CP's) = 3.87 cm  
 Settlement to FCPs:  
 top left = 3.87 cm  
 top right = 3.87 cm  
 bottom left = 3.87 cm  
 bottom right = 3.87 cm  
 Below total loads:  
 Eccentricity  $e_x = 0.000$  m  
 Resultant is in 1st core dimen.  
 Length  $L' = 15.50$  m  
 Width  $B' = 6.00$  m  
 Bearing capacity:  
 Partial FOS (bearing capacity)  $\gamma_{Rd} = 1.00$   
 $G_{Rd} / G_{std} = 1332.6 / 1332.6$  kN/m<sup>2</sup>  
 $R_k = 123934.2$  kN





#### 4.6.3.7 Rezultati proračuna slijeganja

Sljedeća tablica prikazuje vrijednost provedenih proračuna slijeganja temeljnog tla:

Građevina	R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Karakteristično opterećenje (kN)	Slijeganje (cm)	Duljina stupnjaka (m)	Raster (m x m)
Uzvodni zidovi L1 i D1	1	RM1-S1	Uzvodni zidovi L1 i D1 – prije poboljšanja tla	15.621,00	15,78	16,0	3,0 x 3,0
Uzvodni zidovi L1 i D1	2	RM1-S2	Uzvodni zidovi L1 i D1 – poboljšano tlo	15.621,00	2,89	16,0	3,0 x 3,0
Uzvodni zid L2	3	RM2-S1	Uzvodni zid L2 – prije poboljšanja tla	13.668,37	16,77	16,0	3,0 x 3,0
Uzvodni zid L2	4	RM2-S2	Uzvodni zid L2 – poboljšano tlo	13.668,37	2,93	16,0	3,0 x 3,0
Uzvodni zid D2	5	RM3-S1	Uzvodni zid D2 – prije poboljšanja tla	4.147,20	9,28	5,0	3,0 x 3,0
Uzvodni zid D2	6	RM3-S2	Uzvodni zid D2 – poboljšano tlo	4.147,20	1,76	5,0	3,0 x 3,0
Nizvodni krilni zid L1, D1	7	RM4-S1	Nizvodni krilni zidovi L1, D1 – bez poboljšanja tla	11.435,90	3,87	/	/

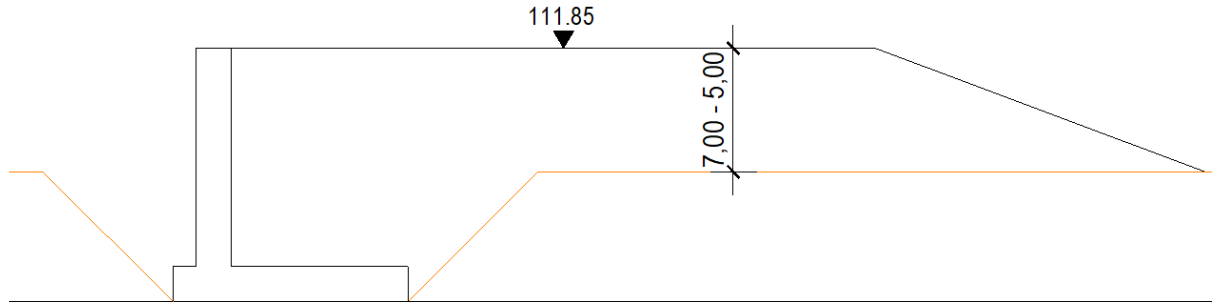
#### 4.6.3.8 Zaključak analize slijeganja zagata

Izvršene su naponsko deformacijske analize krilnih zidova na odabranim proračunskim modelima. Analizirano je slijeganje zidova u dreniranim uvjetima za konačno stanje izgradnje.

Slijeganje poboljšanog temeljnog tla mlazno injektiranim stupnjacima kreću se u vrijednostima koje zadovoljavaju granično stanje uporabljivosti.



#### 4.6.4 ANALIZA SLIJEGANJA NASIPA IZA KRILNIH ZIDOVA



##### 4.6.4.1 Računski model RM1

Iza krilnih zidova izvodi se nasip od kamenog materijala kao pristup ustavi. Nasip je visine do 7,00 m a nasipava se na inundacijski sloj gline debljine 2,2 m. Nasip nadodaje 140 kN/m<sup>2</sup> dodatnog opterećenja na temeljno tlo, što stvara slijeganje temeljnog tla. Zbog smanjenja dugotrajnih slijeganja u sloju organske gline predviđa se poboljšanje tla mlazno injektiranim stupnjacima promjera 60 cm na rasteru od 2,0 x 2,0 m u sloju CH/OH.

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM1 opisuje nasip iza krilnih zidova izveden od kamenog materijala.

Računski model RM1 prikazuje poprečni presjek nasipa iza krilnih zidova visine 7,00 m. Podzemna voda je u razini temeljnog tla.

##### Projektna situacija

Projektna situacija S1 analizira slijeganje tla uslijed opterećenja nasipom.

Oznaka	Projektna situacija
S1	Nasip - drenirani uvjeti
S2	Nasip - drenirani uvjeti; poboljšano tlo



## Rezultati naponsko - deformacijske analize

Prikazani su rezultati naponsko – deformacijske analize za projektnu situaciju S1 "Nasip - drenirani uvjeti" na računskom modelu RM1.

**RM1-S1**

Nasip - drenirani uvjeti

### SLIJEKANJE ISPOD ILI IZVAN NASIPA U TOČKAMA T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> i T<sub>4</sub>

#### ULAZNI PODACI

##### GEOMETRIJA NASIPA

Duljina nasipa u kruni	$L_n >$	15,00 m
Širina nasipa u kruni	$B_n =$	19,00 m
Visina nasipa	$h =$	7,10 m
Nagib pokosa 1:n	$n =$	1,50
Zapr. težina nasipa	$\gamma =$	20,00 kN/m <sup>3</sup>

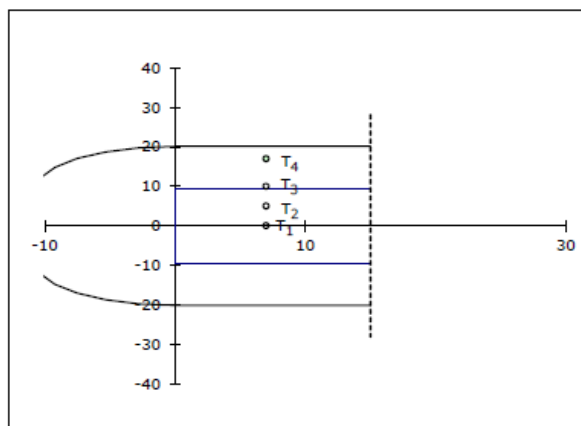
#### KOORDINATE TOČAKA:

Točke	ISPOD I IZVAN NASIPA			
	T <sub>1</sub> (u osi)	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
x <sub>i</sub> (m)	7,00	7,00	7,00	7,00
y <sub>i</sub> (m)	0,00	5,00	10,00	17,00

#### KARAKTERISTIKE SLOJEVA TLA

Sloj	H <sub>i</sub> (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Me(kN/m <sup>2</sup> )
1	2,20	19,0	4000
2	1,70	10,5	3500
3	10,00	9,0	13500
4	4,00	9,0	4300
5	8,00	9,0	10000
6	0,01	9,0	10000

#### HEMA UPORNJAKA, NASIPA I TOČAKA





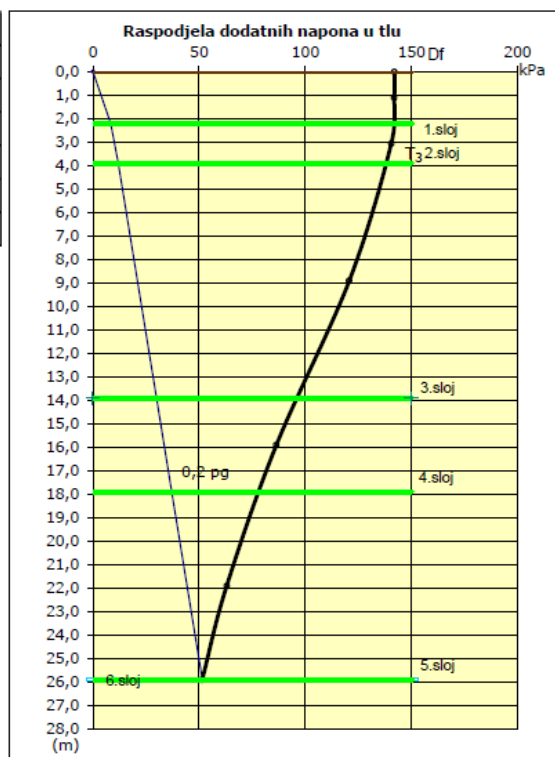
## Grafički prikaz vertikalnih pomaka temeljnog tla.

### SLIJEGANJE TLA U ODABRANIM TOČKAMA

sloj	pg(kN/m <sup>2</sup> )	Hi (m)	TOČKE ISPOD I IZVAN NASIPA			
			T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
1	20,90	2,20	0,078	0,078	0,074	0,023
2	50,73	1,70	0,068	0,068	0,061	0,021
3	104,65	10,00	0,089	0,086	0,073	0,035
4	167,65	4,00	0,080	0,076	0,065	0,040
5	221,65	8,00	0,050	0,048	0,042	0,029
6	257,70	0,01	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ =			0,366	0,357	0,315	0,148

### DODATNI NAPONI U TLU U TOČKI T<sub>1</sub>

Sloj	Nasip		Točka T <sub>1</sub>	
	Z <sub>i</sub> (m)	Δp (kPa)	Z <sub>i</sub> (m)	Δp (kPa)
1	1,10	141,92	1,10	141,92
2	3,05	140,51	3,05	140,51
3	8,90	120,66	8,90	120,66
4	15,90	86,32	15,90	86,32
5	21,90	62,99	21,90	62,99
6	25,91	51,36	25,91	51,36





**RM1-S2**

Nasip - drenirani uvjeti; poboljšano tlo

**SLIJEGANJE ISPOD ILI IZVAN NASIPA U TOČKAMA  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  i  $T_4$**

**ULAZNI PODACI**

**GEOMETRIJA NASIPA**

Duljina nasipa u kruni	$L_n >$	15,00 m
Širina nasipa u kruni	$B_n =$	19,00 m
Visina nasipa	$h =$	7,10 m
Nagib pokosa 1:n	$n =$	1,50
Zapr. težina nasipa	$\gamma =$	20,00 kN/m <sup>3</sup>

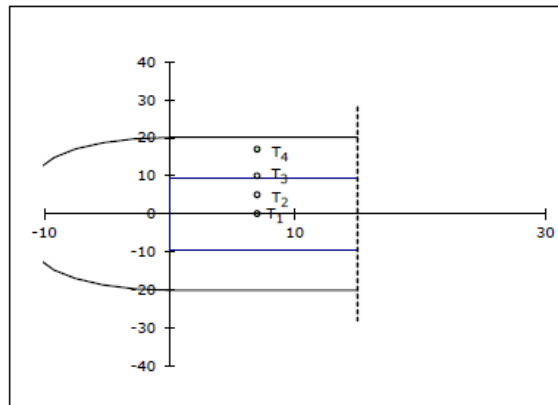
**KOORDINATE TOČAKA:**

Točke	ISPOD I IZVAN NASIPA			
	$T_1$ (u osi)	$T_2$	$T_3$	$T_4$
$x_i$ (m)	7,00	7,00	7,00	7,00
$y_i$ (m)	0,00	5,00	10,00	17,00

**KARAKTERISTIKE SLOJEVA TLA**

Sloj	$H_i$ (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Me(kN/m <sup>2</sup> )
1	2,20	19,0	4000
2	1,70	10,5	3500
3	10,00	9,0	13500
4	4,00	9,0	39000
5	8,00	9,0	10000
6	0,01	9,0	10000

**SHEMA UPORNJAKA, NASIPA I TOČAKA**





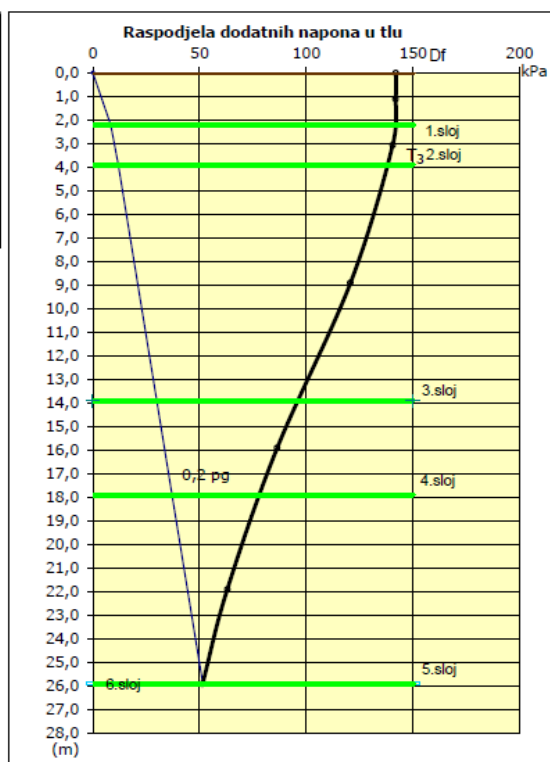
Grafički prikaz vertikalnih pomaka temeljnog tla.

**SLIJEGANJE TLA U ODABRANIM TOČKAMA**

sloj	pg(kN/m <sup>2</sup> )	Hi (m)	TOČKE ISPOD I IZVAN NASIPA			
			T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
1	20,90	2,20	0,078	0,078	0,074	0,023
2	50,73	1,70	0,068	0,068	0,061	0,021
3	104,65	10,00	0,089	0,086	0,073	0,035
4	167,65	4,00	0,009	0,008	0,007	0,004
5	221,65	8,00	0,050	0,048	0,042	0,029
6	257,70	0,01	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ =			0,295	0,289	0,257	0,113

**DODATNI NAPONI U TLU U TOČKI T<sub>1</sub>**

Sloj	Nasip	Točka T <sub>1</sub>
	Z <sub>i</sub> (m)	Δp (kPa)
1	1,10	141,92
2	3,05	140,51
3	8,90	120,66
4	15,90	86,32
5	21,90	62,99
6	25,91	51,36



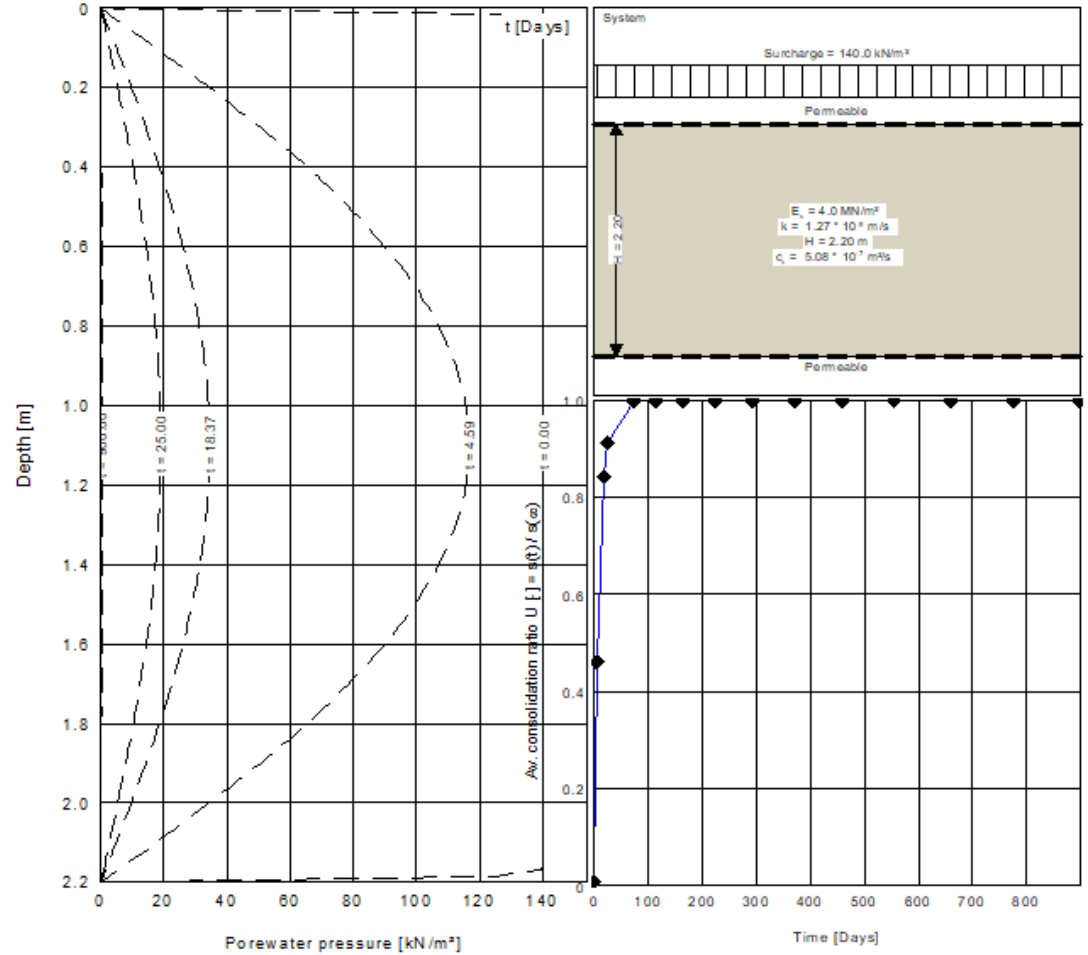
Nasip	
Maksimalni računski ukupni pomak RM 1	Duk (cm)
Slijeganje nasipa prije poboljšanja	36,6
Slijeganje nasipa nakon poboljšanja	29,5



Proračun konsolidacije u sloju CI, [1. sloj]:

One-dimensional consolidation theory  
Layer thickness = 2.20 m  
Surcharge  $p = 140.00 \text{ kN/m}^2$   
Constr. mod. =  $4.00 \text{ MN/m}^2$   
 $k\text{-value} = 1.27 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$   
 $c_v = 5.08 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$   
Increment (depth) = 0.015 m

Time [Days]	$T_v^{(1)}$ [-]	U [-]
0.00	0.000	0.008
4.59	0.042	0.460
18.37	0.167	0.843
25.00	0.227	0.913
73.47	0.666	0.999
114.80	1.041	1.000
165.31	1.499	1.000
225.00	2.040	1.000
293.88	2.665	1.000
371.94	3.373	1.000
459.18	4.164	1.000
555.61	5.039	1.000
661.22	5.996	1.000
776.02	7.037	1.000
900.00	8.162	1.000



90% konsolidacija sloja CI	Vrijeme (dan)
Vrijeme konsolidacije	25

Vrijeme 90% konsolidacije 1. sloja CI, debljine 2,2 m odvit će se u 25 dana, veličina slijeganja iznosi 7,8 cm.



#### 4.6.4.2 Računski model RM2

Računski model 2 koristi se kako bi pronašli poziciju u kojoj više nije potrebno poboljšavati tlo ispod nasipa, odnosno kada su slijeganja u zonama ne poboljšanog i poboljšanog tla približne. Nasip u RM2 je visine 5,00 m a nasipava se na inundacijski sloj gline. Nasip nadodaje 100 kN/m<sup>2</sup> dodatnog opterećenja na temeljno tlo, što stvara slijeganje temeljnog tla.

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM2 opisuje nasip iza krilnih zidova izveden od kamenog materijala.

Računski model RM2 prikazuje poprečni presjek nasipa iza krilnih zidova visine 5,00 m. Podzemna voda je u razini temeljnog tla.

#### Projektna situacija

Projektna situacija S1 analizira slijeganje tla uslijed opterećenja nasipom.

Oznaka	Projektna situacija
S1	Nasip - drenirani uvjeti





## Rezultati naponsko - deformacijske analize

Prikazani su rezultati naponsko - deformacijske analize za projektnu situaciju S1 "Nasip - drenirani uvjeti" na računskom modelu RM2.

RM1-S1

Nasip - drenirani uvjeti

### SLIJEGANJE ISPOD ILI IZVAN NASIPA U TOČKAMA $T_1$ , $T_2$ , $T_3$ i $T_4$

#### ULAZNI PODACI

##### GEOMETRIJA NASIPA

Duljina nasipa u kruni	$L_n >$	15,00 m
Širina nasipa u kruni	$B_n =$	19,00 m
Visina nasipa	$h =$	5,00 m
Nagib pokosa 1:n	$n =$	1,50
Zapr. težina nasipa	$\gamma =$	20,00 kN/m <sup>3</sup>

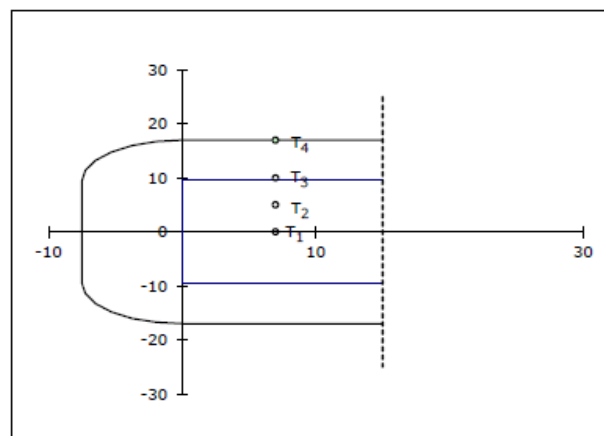
#### KOORDINATE TOČAKA:

Točke	ISPOD I IZVAN NASIPA			
	$T_1$ (u osi)	$T_2$	$T_3$	$T_4$
$x_i$ (m)	7,00	7,00	7,00	7,00
$y_i$ (m)	0,00	5,00	10,00	17,00

#### KARAKTERISTIKE SLOJEVA TLA

Sloj	$H_i$ (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$Me$ (kN/m <sup>2</sup> )
1	4,30	19,0	4000
2	1,70	10,5	3500
3	2,50	9,0	15000
4	7,50	9,0	12000
5	3,50	9,0	4300
6	0,01	9,0	4300

#### SHEMA UPORNJAKA, NASIPA I TOČAKA





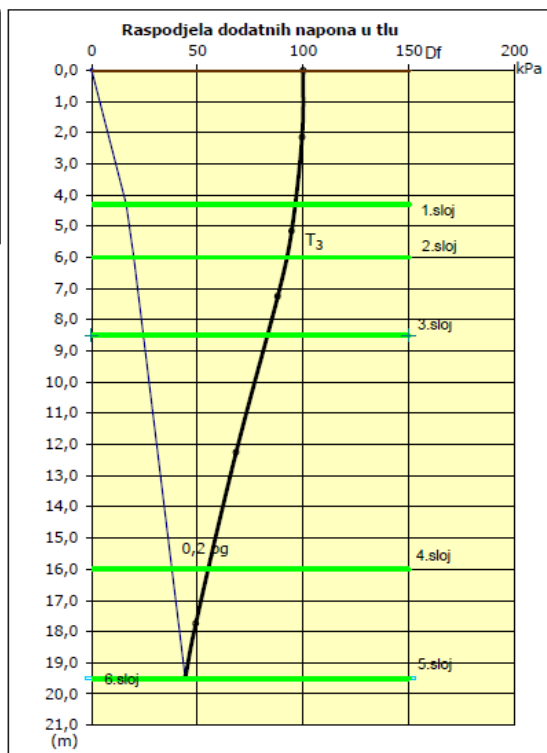
## Grafički prikaz vertikalnih pomaka temeljnog tla.

### SLIJEGANJE TLA U ODABRANIM TOČKAMA

sloj	pg(kN/m <sup>2</sup> )	Hi (m)	TOČKE ISPOD I IZVAN NASIPA			
			T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
1	40,85	4,30	0,107	0,107	0,094	0,009
2	90,63	1,70	0,046	0,045	0,037	0,009
3	110,80	2,50	0,015	0,014	0,011	0,004
4	155,80	7,50	0,043	0,040	0,032	0,015
5	205,30	3,50	0,040	0,038	0,031	0,018
6	221,10	0,01	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ =			0,250	0,244	0,205	0,055

### DODATNI NAPONI U TLU U TOČKI T<sub>1</sub>

Sloj	Nasip		Točka T <sub>1</sub>	
	Z <sub>i</sub> (m)	Δp (kPa)	Z <sub>i</sub> (m)	Δp (kPa)
1	2,15	99,50		
2	5,15	94,60		
3	7,25	87,99		
4	12,25	68,28		
5	17,75	49,20		
6	19,51	44,29		



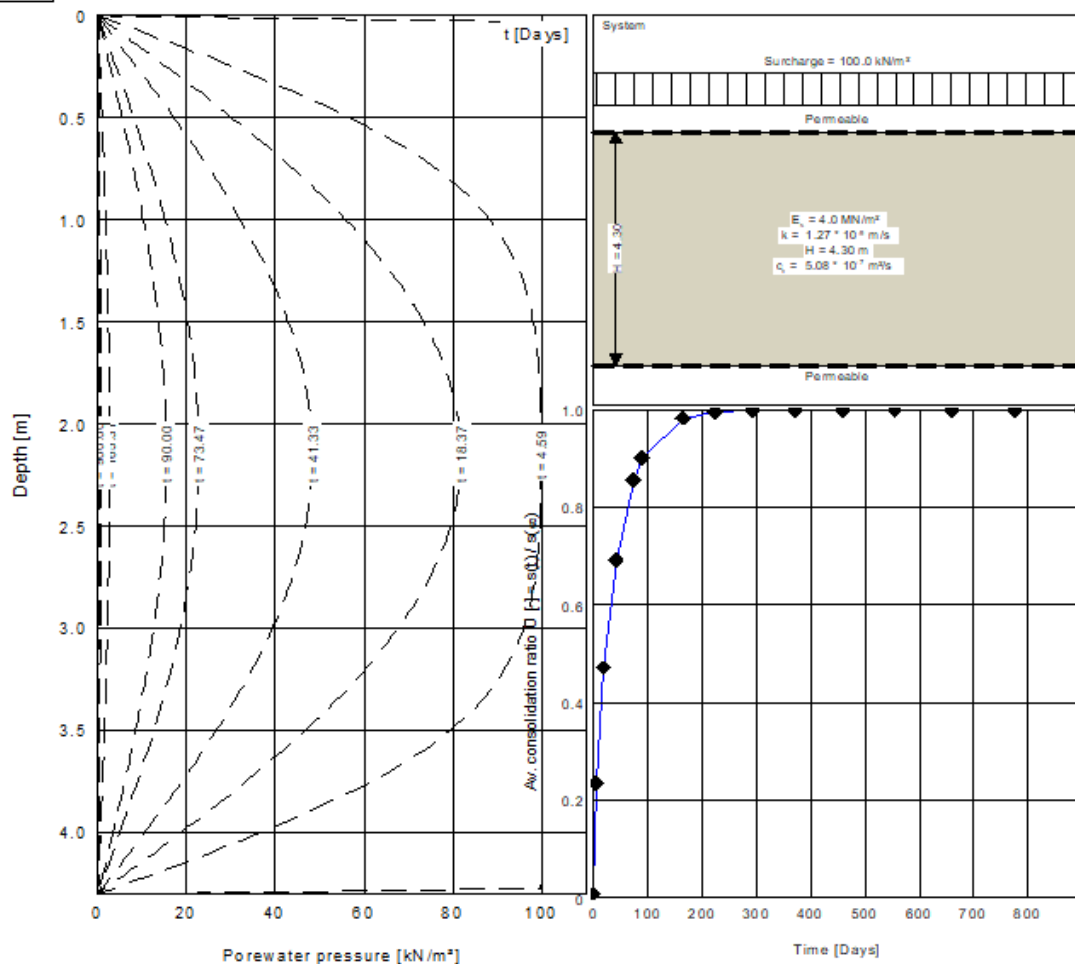
Nasip	
Maksimalni računski ukupni pomak RM 2	Duk (cm)
Slijeganje nasipa bez poboljšanja	25,0



### Proračun konsolidacije u sloju CI, [1. sloj]:

One-dimensional consolidation theory  
Layer thickness = 4.30 m  
Surcharge  $p = 100.00 \text{ kN/m}^2$   
Constr. mod. =  $4.00 \text{ MN/m}^2$   
 $k\text{-value} = 1.27 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$   
 $c_v = 5.08 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$   
Increment (depth) = 0.029 m

Time [Days]	$T_v^{(1)}$ [-]	U [-]
0.00	0.000	0.007
4.59	0.011	0.236
18.37	0.044	0.471
41.33	0.098	0.692
73.47	0.174	0.855
90.00	0.214	0.902
165.31	0.392	0.983
225.00	0.534	0.996
293.88	0.698	0.999
371.94	0.883	1.000
459.18	1.090	1.000
555.81	1.319	1.000
661.22	1.570	1.000
776.02	1.842	1.000
900.00	2.136	1.000



90% konsolidacija sloja CI	Vrijeme (dan)
Vrijeme konsolidacije	90

Vrijeme 90% konsolidacije 1. sloja CI, debljine 4,3 m odvit će se u 90 dana, veličina slijezanja iznosi 10,7 cm.



#### 4.6.4.3 Zaključak naponsko - deformacijske analize zagata

Izvršene su naponsko deformacijske analize nasipa na odabranim proračunskim modelima. Analizirano je slijeganje nasipa u dreniranim uvjetima za konačno stanje izgradnje sa i bez poboljšanja tla.

Poboljšanjem tla smanjena su dugotrajna konsolidacijska slijeganja u slabo propusnim organskim slojevima gline.

Poboljšanjem sloja CH/OH smanjila su se ukupna slijeganja sa 36,6 cm na 29,5 cm. Smanjenje slijeganja od 7,1 cm je u sloju CH/OH.

Nakon poboljšanja, a tijekom gradnje ustave očekuju se kratkoročna slijeganja od 15,7 cm u sloju SC [2. sloj] i SC/SM i GP [3. sloj]. Preostala slijeganja u [1.sloju] CI odvit će se kroz 25 dana.

Računskim modelom 2 određeno je da se sa poboljšanjem tla prestaje u trenutku kada dodatni nasip dosegne visinu od 5 m i manju. U RM2 slijeganje iznosi 25,0 cm, a konsolidacija istog inundacijskog sloja gline debljine 4,3 m se odvija kroz 90 dana.

Prije asfaltiranja nasipa za pristup ustavi potrebno je pustiti da se konsolidacija odviije do kraja odnosno 90 dana.

## 4.7 DIMENZIONIRANJE MLAZNO INJEKTIRANIH STUPNJAKA

### 4.7.1 ODABIR TEHNOLOGIJE

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

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

Prema geotehničkom elaboratu stupnjak prolazi kroz pijesak i šljunak te je odabran promjer stupnjaka 60 i 80 cm. S obzirom na vrstu tla (nevezano) i na potreban promjer kao tehnologiju izvođenja odabran je stroj sa jednim fluidom (injektirana smjesa).



Parametri:

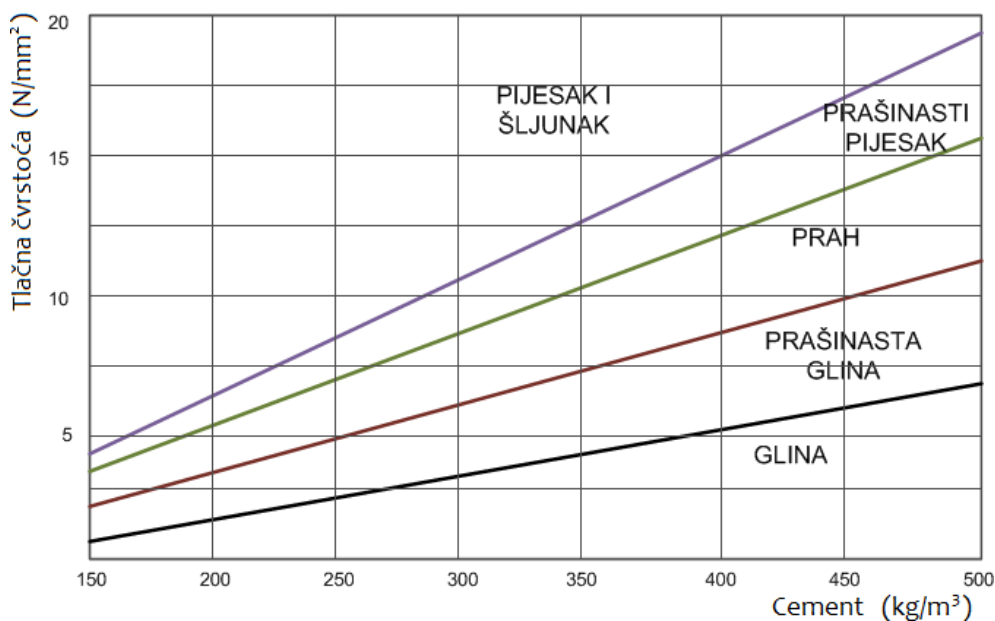
Tlak injektiranja: 500 bara

Broj mlaznica: 2

Promjer mlaznica: 2 mm

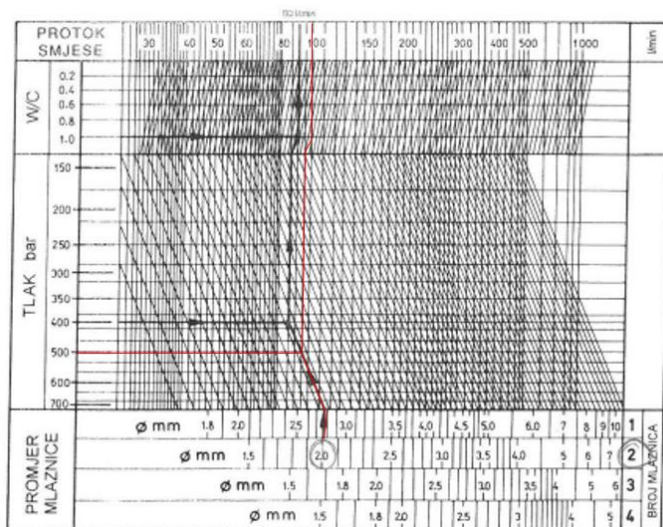
Vodocementni faktor: W/C=1.0

→CASAGRANDE DIJAGRAM →za tlačnu čvrstoću od 15 N/mm<sup>2</sup> potrebno je oko 400 kg/m<sup>3</sup> cementa.



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

→CASAGRANDE NOMOGRAM→ za 2 mlaznice promjera  $\phi=2\text{mm}$  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)



## 4.7.2 SADRŽAJ CEMENTA I VODE U INJEKCIJSKOJ SMJESI

W/C=1.0

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

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

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

## 4.7.3 ANALIZA SASTAVA INJEKCIJSKE SMJESE ZA STUPANJAK Ø80CM

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 ( $\rho=3\text{t/m}^3$ ):

Masa veznog sredstva:  $m=1000+30=1030 \text{ kg}$

Volumen veznog sredstva:  $V_1=1.03/3=0.343 \text{ m}^3 \rightarrow 340 \text{ l}$

Ukupni volumen injekcijske smjese (vezivo + voda):  $V_2=1000+340=1340 \text{ l}$

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

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

Treba ugraditi 400 kg/m<sup>3</sup> cementa:  $C''=400 \cdot 0.503=201.2 \text{ kg/m'}$

→ gubitak od 20%  $C'=1.20 \cdot 201.2 = 241.4 \text{ kg/m'}$

Potrebni volumen injekcijske smjese za m':  $V_{is}=241.4 \cdot 1.3=313 \text{ l/m'}$

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

Podizanje pribora u inkrementima od 7 cm:  $N=100/7=14.3$  Injektiranje na nekom horizontu od 10 s:  $t'=14.3 \cdot 10=143 \text{ s} \approx 141 \text{ s}$

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



#### 4.7.4 ANALIZA SASTAVA INJEKCIJSKE SMJESE ZA STUPANJAK Ø60CM

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 ( $\rho=3t/m^3$ ):

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

Volumen veznog sredstva:  $V_1=1.03/3=0.343$  m<sup>3</sup> → 340 l

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

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

Volumen dužnog tijela valjka:  $V = \frac{0.6^2 \cdot \pi}{4} \cdot 1.0 = 0.282$  m<sup>3</sup>/m'

Treba ugraditi 400 kg/m<sup>3</sup> cementa:  $C''=400 \cdot 0.282=113,09$  kg/m'

→gubitak od 20%  $C'=1.20 \cdot 113,09 = 135,71$  kg/m'

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

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

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

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

Projektant :

Ivan Mihaljavić, 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 zakonom tražene ateste o svojstvima 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. Ukoliko svojstva materijala ne zadovoljavaju projektom tražene uvjete, njihova upotreba i ugradnja nije dozvoljena bez odobrenja Projektanta.

### 5.3.3 PROJEKTANSKI 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.

## 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<sup>2</sup> 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.



### 5.3.5.2 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 nacрте osiguranja osi građevina. Izvoditelj je obavezan 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 podacima 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 (međuprofilu).

Obveza je izvođača geodetskih radova obaviti iskolčenja svih građevina prema projektu i podacima iskolčenja. Prije toga izvođač geodetskih radova treba nadzornom inženjeru dati na uvid i odobrenje nacрте 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 nacрте 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 nacрте osiguranja. Jedan primjerak nacрте 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 m<sup>2</sup>.

#### 5.3.5.3 Izmjera stvarnog (izvedenog) stanja gotovih građevina

##### Opis radova

Po završetku svih radova na ustavi 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 ovjeralo 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 m<sup>2</sup>, 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 i sa pokosa nasipa 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.

#### **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.

#### **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, prašinate 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.

### Obračun rada

Rad se mjeri u kubnim metrima (m<sup>3</sup>) 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

Građevna jama je prostor nastao iskopom ispod razine terena za potrebe izvedbe temelja ili cijelog objekta. Građevne jame se izvode raznih dubina, dimenzija i u svim kategorijama tla. Iskopi se rade točno po mjerama, profilima i 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 oplata građevne jame i oplata temelja.

U jediničnoj cijeni sadržan je sav rad potreban za izradu iskopa temelja građevnih jama, tj. iskopi, potrebna razupiranja, oplata, 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 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 stižljivosti ( $M_s$ ) kružnom pločom  $\varnothing 30$  cm (ovisno o vrsti materijala). Radi se najmanje jedno ispitivanje na svakih 500 m<sup>2</sup> 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<sup>2</sup> 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.

#### 5.3.6.5 Uređenje slabo nosivog tla polaganjem geotekstila

##### Opis radova

Rad obuhvaća sve aktivnosti potrebne za uređenje slabo nosivog ili suviše vlažnog temeljnog tla odnosno posteljice primjenom geotekstila u cilju omogućavanja preuzimanja opterećenja bez pojave štetnih posljedica.

Uređenje slabo nosivog temeljnog tla sastoji se u njegovoj pripremi, eventualnom odstranjivanju slabo nosivog tla ukoliko je to potrebno zbog malih visina nasipa, 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 prolazu vode iz slabo nosivog temeljnog tla u sloj od zrnatog kamenog materijala. Onemogućava se pojava pornog tlaka, na površini sustava „temeljno tlo - geotekstil - zrnati kameni materijal“ te se na taj način uspostavlja povećana razina nosivosti.

Planum nasutog i zbijenog sloja od zrnatog kamenog materijala smatra se uređenim temeljnim tlom



koje omogućava nastavak radova na izgradnji nasipa, a može se smatrati i posteljicom ukoliko zadovoljava tražene kriterije ocjenjivanja kvalitete.

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.

Rješenje se primjenjuje pod pretpostavkom da se svojstva originalnog temeljnog tla ne pogoršavaju s dubinom.

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 slabo nosivog temeljnog tla primjenom netkanih tekstila njegova je osnovna zadaća odvajanje dvaju materijala bitno različitog granulometrijskog sastava i svojstava u cilju sprječavanje međusobnog miješanja tih materijala, izbjegavanje gubitaka materijala uslijed utiskivanja krupnozrnatijskog materijala u sitnozrnatijski, poboljšanje mogućnosti zbijanja, omogućavanja prolaza vozila po sloju zrnatog kamenog materijala, sprječavanje ulaska sitnozrnatog materijala u krupnozrnati mehanizam pumpanja prilikom dinamičkih opterećenja nastalih djelovanjem prometa, dugoročno osiguranje otpornosti temeljnih slojeva na smrzavanje izolacijom finog materijala. Pored osnovne 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 mogućnosti 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:

<b>Površinska masa (g/m<sup>2</sup>)</b>	EN ISO 9864	≥ 200 g/m <sup>2</sup>
<b>Vlačna čvrstoća u uzdužnom smjeru</b>	EN ISO 10319	≥ 15,0 kN/m
<b>Vlačna čvrstoća u poprečnom smjeru</b>		≥ 15,0 kN/m
<b>Izduženje uzdužni smjer</b>	EN ISO 10319	50%
<b>Izduženje poprečni smjer</b>		50%
<b>Debljina</b>	EN ISO 10319	1,2 mm
<b>Otpornost na CBR proboj</b>	EN ISO 12236	2500 N
<b>minimalno vrijeme otpornosti na izloženost UV</b>	EN ISO 20432	15 dana

## Rukovanje geotekstilom i ugradnja

### Skladištenje

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 role 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 nasutog sloja (usidrenje) i ne treba ga ograničiti na područje vožnje.

Geotekstil treba pažljivo polagati i dobro zategnuti tako da se ne stvaraju nabori. Površina na koju se polaže treba biti po mogućnosti sasvim ravna.

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

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  $F_{min} = 7,0 \text{ kN/m}$ .

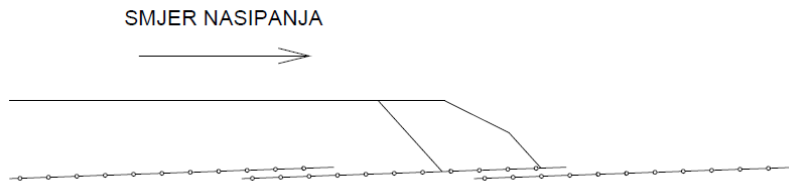
Položeni geotekstil u pravilu treba prekriti isti dan sa materijalom za nasipavanje, te ga iz tih razloga treba polagati u zavisnosti od napredovanja radova.

Po postavljenom geotekstilu građevinski strojevi smiju prelaziti najranije nakon nanošenja nasutog sloja u debljini od minimalno 0,4 m odnosno tamponski sloj se izvodi u jednom sloju, budući da bi se u protivnom geotekstil mogao oštetiti.

#### 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). 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 preklapom pri čemu razlikujemo dva slučaja:

- **Slučaj 1:** dobra, ravna površina polaganja kod srednje nosivosti tla (npr. gradnja prometnica, nasipa), jednostavna kontrola postavljanja - preklapanje najmanje 0,3 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 preklap 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<sup>2</sup>). 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.



### 5.3.6.6 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 višem.

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 m<sup>2</sup> kako 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 m<sup>2</sup> svakog sloja nasipa, te ispitivanje granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 4000 m<sup>3</sup> 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 m<sup>2</sup> svakog sloja nasipa, te ispitivanje granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 8000 m<sup>3</sup> 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 (m<sup>3</sup>) 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.

### 5.3.6.7 Izrada nasipa od kamenih materijala

Pod kamenim materijalima razumijevaju se materijali dobiveni miniranjem, kamene drobine i šljunci, tj. materijali koji praktički nisu osjetljivi na prisutnost vode (materijali iskopne kategorije "A" i dio materijala iskopne kategorije "C").

Ti se materijali zbijaju vibrovaljcima (samohodnim i vučnim), vibronabijačima i kompaktorima, ovisno o vrsti upotrijebljenog materijala

Nasipi od kamenih materijala rade se u slojevima orijentacijske debljine od 50 do 100 cm, a stvarna najveća debljina razgrnutog sloja nasipa određuje se na pokusnoj dionici, ako ne postoje praksom provjerena iskustva o debljinama slojeva u kojima se taj materijal može pravilno zbiti određenim sredstvima za zbijanje.

Projektним uvjetima određuju se posebni uvjeti pogodnosti uporabe tog kamenog materijala u vodozaštitne nasipe.

Prethodna ispitivanja, kao i uvjeti kvalitete za ovu vrstu materijala prikazani su u tablici 2-09.2-2.

Tablica **2-09.2-2** Prethodna ispitivanja materijala za izradu nasipa od kamenih materijala

Tehničko svojstvo	Ispitna norma	Uvjeti kvalitete
Sadržaj vode	HRN EN 1097-5	Ispituje se
Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)	HRN EN 933-1	$d_{60}/d_{10} > 4$
Udio sitnih čestica (granulometrijski sastav)	HRN EN 933-1	$\leq 15$

Maksimalna veličina zrna smije biti jednaka najviše polovici debljine sloja, ali ne veća od 40 cm (pri čemu se dopušta da 15% zrna bude veličine i do 50 cm) odnosno prema uvjetima iz projekta. Kameni materijal ugrađen u nasipni sloj mora ispunjavati zahtjeve dane u tablici 2-09.3-2.

Tablica **2-09.3-2** Tehnička svojstva materijala ugrađenog u nasipni sloj odnosno prema uvjetima iz projekta:



Tehničko svojstvo	Ispitna norma	Položaj nasipnih slojeva	Uvjeti kvalitete
Stupanj zbijenosti $S_z$ u odnosu na standardni Proctor, %	DIN 18125-2 ili HRN U.B1.016	Slojevi nasipa visokih preko 2m na dijelu od podnožja nasipa do visine 2m ispod planuma posteljice	najmanje 95
		Slojevi nasipa nižih od 1 m i slojevi nasipa viših od 2m u zoni 2m ispod planuma posteljice	najmanje 100
Modul stišljivosti $M_s$ (ploča $\varnothing$ 30 cm), MN/m <sup>2</sup>	HRN U.B1.046	Slojevi nasipa visokih preko 2m na dijelu od podnožja nasipa do visine 2m ispod planuma posteljice	najmanje 40
		Slojevi nasipa nižih od 1 m i slojevi nasipa viših od 2m u zoni 2m ispod planuma posteljice	najmanje 40

Radovi na izradi nasipa ne smiju se obavljati kada je nasipni materijal smrznut, odnosno, kada na trasi ima snijega i leda.

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 jednakovrijedna norma) za svaku pojedinu vrstu materijala. Navedene korelacije dokazuje izvoditelj radova kroz tekuću kontrolu, a odobravaju nadzorni inženjer i projektant. Izrada krune nasipa.



## 5.3.7 GEOTEHNIČKI RADOVI

### 5.3.7.1 Mlazno injektiranje stupnjaka

Radovi na izvedbi mlaznog injektiranja sastoje se od:

- pripremnih radova i pripreme lokacije,
- 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 međutransporte opreme duž dionice i uređenje lokacije za izvedbu stupnjaka.

#### Tehnički uvjeti za izvedbu mlaznog injektiranja

Mlazno injektirani stupnjaci izvode se s radnog platoa. 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  $d = 60$  i  $80$  cm.

Stupnjaci se izvode jednoosno na razmaku  $60$  cm. Redosljed izvođenja stupnjaka je napreskokce radi ostvarenja bolje vododrživosti. 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:

<b>tlak injektiranja injekcijske smjese</b>	maksimalno 400 bara
<b>utrošak suhe tvari (cementa) injekcijske smjese po m' stupnjaka promjera Ø 80 cm</b>	260 kg/m' + 3% bentonita*
<b>vrsta cementa</b>	aktivnosti minimalno 450 (CEM II/B-M 42,5)
<b>vodocementni faktor</b>	1:1
<b>broj mlaznica</b>	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  $\pm 5$  cm.
- Lociranje bušačkog 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 bušačkog pribora nalaze se dvije mlaznice koje imaju otvore okomito na os bušačkog 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<sup>2</sup>. Očekivani koeficijent vodopropusnosti mlazno injektiranog tla je od 10<sup>-7</sup> do 10<sup>-9</sup> m/s. Očekivani modul elastičnosti injekcijskog tijela je cca 500 – 2000,0 MN/m<sup>2</sup>.

### 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/m<sup>2</sup>.

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 60 cm i za stupnjake promjera 80 cm, dubine 7,0 m (pozicije probnih polja), 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.

### 5.3.7.2 Izrada privremenih zagata i cijevnih propusta

#### Opis radova

Rad se sastoji od izrade privremenih zagata na kanalu Kupa-Kupa za potrebe izvedbe poboljšanja temeljnog tla ispod ustave Šišljavić. Zagat se izvodi kamenim, a kroz građevnu jamu prolazi cijevni propust. Propust se zacjevljuje PEHD ili PVC cijevima promjera  $d=1000$  mm uz osiguranje vodotijesnost.

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 uklanjanje, utovar i odvoz materijala ugrađenog u privremene zagate po završetku svih radova. Stavka se obračunava kao komad izvedenog zagata.

Izrada privremenog zacjevljenja propusta sa cijevima DN 1000 mm. Ovaj rad obuhvaća uređenje temeljnog tla, nabavu, dopremu, ugradnju cijevi i spojnice vodotijesnog zacjevljenja te svih ostalih radova potrebnih za dovršenje prema dimenzijama i nagibima danim u projektu. Stavka obuhvaća i demontažu, utovar i odvoz cijevi po završetku svih radova. Rad se obračunava prema  $m'$  izvedenog vodotijesnog zacjevljenja.

U stavku je uključena i organizacija gradilišta i radova, kao i sav potreban pribor i potrošni materijal.

#### Materijali

Za izradu zagata koristi se kameni materijal.

Zacjevljenje se izvodi PEHD ili PVC cijevima promjera  $d=1000$  mm, uz osiguranje vodotijesnosti.

#### 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.

U skladu s projektom ili prema uputama nadzornog inženjera iskopani materijal se koristi za nasipavanje i/ili se odlaže kao jalovina. Višak iskopa, koji nije odobren od strane nadzornog inženjera, pada na teret izvoditelja. Isto tako i sav naknadan rad, koji treba izvršiti, a koji je posljedica povećanih iskopa pada na teret izvoditelja. Sanaciju prekomjernog iskopa treba izvesti u skladu s rješenjem koje će dati projektant na eventualni prijedlog izvoditelja, a koje odobri nadzorni inženjer.

Slijedi izrada posteljice i podloge na koju se polaže privremeno zacjevljenje (cijev). Podloga mora biti očišćena i formirana za polaganje cijevi. Po polaganju cijevi izvodi se ugradnja glinenog materijala u slojevima uz zbijanje. Za ugrađeni materijal ne postavljaju se uvjeti ugradnje u smislu zbijenosti i sastava, već samo uvjet da mora biti ugrađen u profilu i dimenzijama za osiguranje privremene vododrživosti. Po završetku radova na temeljenju izvodi se uklanjanje, demontaža i odvoz cijevi te iskop i uklanjanje materijala iz zagata.



## Obračun radova

Privremeni zagat se obračunava po kom. kompletno izrađenog kamenog zagata. U cijenu je uključeno i uklanjanje zagata po završetku radova na temeljenju.

Cijevi se obračunavaju po m' cijevi ugrađenih u privremeno zacjevljenje propusta. Stavka uključuje sav rad i materijale, dopremu i montažu cijevi te demontažu i odvoz cijevi po završetku radova.

### 5.3.8 UGRADNJA GLINOBETONSKE MEMBRANE (GCL)

Proizvodi koji stignu na gradilište moraju biti u namotajima oko krute cijevi s oznakama proizvođača, broja proizvodne partije i broja namotaja (role), sve zamotano u neprozirne folije. Prije ugradnje potrebno je obaviti pregled stanja pristiglih proizvoda.

Namotaji membrane pohranjuju se na suhom i od radnih operacija izdvojenom mjestu. Sve mora biti pokriveno plastičnim folijama.

Bentonitni prah za preklapanje i zatvaranje otvora mora biti istog sastava i kakvoće kao onaj u membrani te na jednak način pohranjen.

Prije početka ugradnje proizvođač mora naručitelju i nadzornom inženjeru podastrijeti certifikate kakvoće i kontrole proizvodnje (QA/QC) te odgovarajuće reference glede dosadašnjeg proizvodnog iskustva (količina proizvedene membrane) kao i mjesta (građevine) primjene. Ovjereni certifikati od strane proizvođača moraju sadržavati podatke o bubrenju i gubitku fluida bentonita, količini bentonita po četvornom metru, masi primijenjenog geotekstila i čvrstoći membrane. Podaci o iskustvu mogu se zahtijevati i od izvođača radova i nadzornog inženjera. Investitor može zatražiti i posebnu provjeru (kontrolno ispitivanje) proizvoda od strane nezavisnog (ovlaštenog) laboratorija ukoliko se izrazi sumnja u primjenjivost ili pojedina svojstva membrane.

## Podloga

Podloga na koju se polaže membrana mora biti ravna i zbijena. Površina mora biti očišćena od vegetacije, građevinskog otpada, oštrog kamenja, štapova i bez prisustva lokvi vode, rupa, pukotina u tlu i neravnina (npr. od kotača vozila). Nadzorni inženjer će pregledom podloge i upisom u građevinski dnevnik odobriti ugradnju membrane.



## Polaganje membrane

Polaganje membrane obavlja se odmatanjem role od vrha pokosa (sidrenje pocinčanim klinovima pri vrhu membrane) prema rovu za sidrenje izvedenom u vodonepropusnoj zavjesi, okomito na os nasipa. Za to se koristi posebno opremljeni radni stroj (bager) koji na ruci ima obješenu čeličnu nosivu gredu za koju je zakvačena rola s mogućnošću slobodnog odmatanja. Preklapanja se izvode s min. 25 cm u uzdužnom i min. 60 cm u poprečnom pravcu (ukoliko dođe do prekida role na pokosu) pri čemu se preklapajuća površina posipa s 0,40 kg/m' bentonitnog praha. Položene trake membrane moraju biti ravne, bez nabora i zategnute. Preporučivo je položenu membranu pokriti zaštitnim pjeskovitim ili zemljanim slojem u najkraćem vremenskom roku.

## Zaštitni sloj

Zaštitni sloj iznad membrane potrebno je izvesti prema kotama projekta. Zahtijeva se granulometrijski sastav materijala od 0 - 25 mm te kemijska kompatibilnost tla (izbjegavati tla s visokim koncentracijama kalcija: vapnenac, dolomit). prilikom nasipavanja voditi računa da materijal ne ulazi u prijeklope. Također treba izbjegavati kretanje vozila izravno po nezatrpanoj membrani pri čemu je minimalni zaštitni sloj po kojem vozilo smije prolaziti 30 cm.

## Meteorološki uvjeti ugradnje

Polaganje bentonitne membrane potrebno je vršiti po suhom vremenu, jer pri vlaženju (kiša) nabujali bentonitni prah znatno povećava težinu i krutost membrane, a i pojava lokvi na zemljanoj podlozi ne pogoduje povoljnim radnim uvjetima. U slučaju rada po velikoj hladnoći potrebno je provjeriti prisustvo komada leda na podlozi koji bi mogli oštetiti membranu.

Ispitivanje tehničkih svojstava membrane kao uvoznog proizvoda koje za potrebe certifikacije (QA/AC) provodi proizvođač rade se prema stranim standardima. Radi eventualne provedbe kontrolnih ispitivanja kakvoće ugrađenog materijala također se u nedostatku važećih hrvatskih standarda smiju koristiti sljedeći propisi:

propisi ASTM (American Society for Testing and Materials) :(ASTM D 5890, ASTM D 5891, ASTM D 5261, ASTM D 4632, ASTM D 5887, ASTM D 5084, ASTM D 5321)

propisi DIN (Deutsche Industrie Norm):(DIN 53854, DIN 18130, DIN 53857)

## 5.3.9 IZVEDBA PRIVREMENOG ZAGATA OD BOX BARIJERA

Rad na izradi box barijera sastoji se od zemljanih radova, radova na samoj montaži elemenata od kojih je izrađen montažni sklop te radova ispune montažnog sklopa propisanim zemljanim materijalom u skladu s projektom i uputama proizvođača box barijera.

Ako se radi o hitnim radovima tijekom proglašениh mjera obrane od poplava (pripremno stanje, mjera redovite obrane od poplava te mjere izvanredne obrane od poplave) ulogu nadzornog inženjera ima rukovoditelj obrane od poplava. U tome slučaju izvođač radova mora rukovoditelju obrane od poplava





izložiti na odobrenje prijedlog organizacije građenja i tehnologije izrade koju namjerava koristiti za izradu box barijere.

Kakvoća upotrijebljenih materijala i proizvoda mora biti u skladu s projektom, uputama proizvođača, važećim zakonima, propisima i normama, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK) i uvjetima iz ovog i ostalih poglavlja ovih OTU-a.

Izvođač je dužan dokazati zadovoljavajuću kakvoću upotrijebljenih materijala, radova i proizvoda u skladu s važećim zakonima, propisima, normama i uvjetima iz ovog i ostalih poglavlja ovih OTU-a.

### 5.3.9.1 Opis radova

Rad obuhvaća pripremu podloge strojnim iskopom uz ručno planiranje, sukladno projektu i uputama proizvođača, zatim utovar i prijevoz kamionima montažnog sklopa box barijera iz skladišta, istovar montažnog sklopa i njegovu montažu na predviđenu trasu ugradnje. Slijedi utovar, prijevoz, istovar i strojna ugradnja uz ručno planiranje materijala ispune sukladno projektu i uputama proizvođača montažnih elemenata.

Ukoliko je tako ugovoreno, odnosno naloženo od strane rukovoditelja obrane od poplava, rad obuhvaća i demontažu box barijera nakon što prođe opasnost od poplave, a koja se sastoji od pražnjenja montažnog sklopa s odvozom i zbrinjavanjem materijala ispune, rastavljanje montažnog sklopa, njegovo čišćenje, sušenje, slaganje, utovar na kamione, transport do skladišta te istovar i odlaganje elementa montažnog sklopa u skladišni prostor.

### 5.3.9.2 Materijal

Osnovni materijal za izvedbu box barijera ovisi o tipu montažnih elemenata sklopa koji mogu biti izrađeni od raznih materijala. Osim tog montažnog sklopa materijal za izvedbu ispune je šljunak, pijesak ili neki drugi zemljani materijali propisani projektom ili uputama proizvođača.

Montažni sklop box barijera od gabionskih mreža može biti različitih duljina (3 – 5 m) i sastoji se od više ćelija, najčešće veličine 1x1x1m, izrađenih od dvostruko uvijene pocinčane mreže čija je unutrašnjost obložena geotekstilom. Montažni sklopovi se nastavljaju na način da se međusobno povezuju iglastim spojnica, tzv. prstenovima. Čelična gabionska mreža mora biti vlačne čvrstoće > 60 kN/m, sukladno HRN EN 10223-3:2014 ili jednakovrijednoj normi, sile proboja >82 kN, sukladno normi UNI 11437:2012 ili jednakovrijednoj normi. Žica koja se koristi za vezanje, ojačanje i spajanje mreža i montažnih sklopova promjera 3,0 – 5,0 mm treba imati minimalnu vlačnu čvrstoću >350-550 N/mm<sup>2</sup> s granicom istezanja do 8% sukladno normi HRN EN 10223:2014 ili jednakovrijednoj normi. Tolerancija promjera treba biti sukladna EN 10218-2:2012 ili jednakovrijednoj normi, a cinčanje legurom Zn/Al (95%/5%) sukladno normi HRN EN 10244-2:2010 ili jednakovrijednoj normi.

Netkani geotekstil za oblaganje mreže treba biti od 100% polipropilenskih vlakana, minimalne površinske mase 250 g/m<sup>2</sup> s karakteristikama: sila statičkog proboja (CBR) HRN EN ISO 12236:2008 ili jednakovrijednoj normi 3000 (-300) N, sila dinamičkog proboja HRN EN ISO 13433:2008 ili jednakovrijednoj normi 13 (+4) mm, istezanje uzdužno HRN EN ISO 10319:2015 ili jednakovrijednoj normi 80 (+/-16)%, istezanje poprečno HRN EN ISO 10319:2015 ili jednakovrijednoj normi 80 (+/- 16)%, vlačna čvrstoća uzdužno HRN EN ISO 10319:2015 ili jednakovrijednoj normi 17 (-2,0) kN/m, vlačna čvrstoća poprečno HRN EN ISO 10319:2015 ili jednakovrijednoj normi 20.5 (-2,8) kN/m, karakterističan otvor oka HRN EN ISO 12956:2020 ili jednakovrijednoj normi 90 (+/-20) µm, vodootpornost EN ISO 11058:2019 ili jednakovrijednoj normi 68 (-21) l/m<sup>2</sup>s, indeks protoka HRN EN ISO 12958:2019 ili jednakovrijednoj normi 5,8 x 10<sup>-6</sup> (-2,3 x 10<sup>-6</sup>) m<sup>2</sup>/s s rokom trajanja od 50 godina u prirodnom tlu pH <4 ili >9 i temperaturi tla >25 °C.



### 5.3.9.3 Opis izvođenja radova

Poziciju/trasu postavljanja montažnog sklopa određuje rukovoditelj obrane od poplava. Prije postavljanja elemenata montažnog sklopa, po potrebi i/ili sukladno projektu, potrebno je strojno, uz ručno planiranje iskopati humusni sloj u širini od 110 cm (za box barijere širine 100 cm) i dubini od cca 20 cm. Ukoliko je predviđeno uklanjanje box barijera, humus privremeno deponirati na mjesto koje odredi nadzorni inženjer, odnosno rukovoditelj obrane od poplava. Unutar tako formiranog kanala slažu se dopremljeni montažni sklopovi prema preporuci proizvođača na način da formiraju otvorene ćelije unutar kojih se ugrađuje zemljani materijal. Montažni sklopovi se međusobno povezuju na način određen projektom ili prema preporuci proizvođača. Na gradilište se strojno doprema materijal kojim se pune ćelije (šljunak, pijesak ili drugi zemljani materijal sukladno projektu ili preporuci proizvođača) te se istovara na privremenu deponiju. Iz privremene deponije se materijalom strojno, utovarivačem ili bagerom ispunjavaju ćelije montažnog sklopa box barijera. Ručno se poravnava materijal unutar ćelija kako bi se postigla potpuna ispunjenost do gornjega ruba ćelija.

Ukoliko je tako ugovoreno, nakon prestanka opasnosti od poplava uklanjaju se box barijere. Prvo se strojno prazni montažni sklop njegovim odizanjem od tla. Materijal ispune je potrebno utovariti na kamione te odvesti i zbrinuti sukladno projektu, odnosno na mjesto odakle je dopremljen u slučaju hitnih radova. Montažni sklop se rastavlja, čisti, po potrebi pere, suši i slaže. Složeni montažni sklop se utovaruje na kamione te odvozi, istovaruje i odlaže u skladišni prostor. Ukoliko je uklonjen humusni sloj ispod box barijera, potrebno ga je vratiti s privremene deponije na izvorno mjesto, isplanirati i zbiti.

### 5.3.9.4 Zahtjevi kakvoće

Izvođač je dužan dokazati zadovoljavajuću kakvoću upotrijebljenih materijala, radova i proizvoda u skladu s važećim zakonima, propisima, normama i uvjetima iz ovog i ostalih poglavlja ovih OTU-a.

### 5.3.9.5 Način preuzimanja radova

Tijekom radova rukovoditelj obrane od poplava provjerava sukladnost, usklađenost s uputama i uvjetima ugradnje proizvođača i funkcionalnost te provjerava kvalitetu ugradnje i provodi detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova, a izvedene radove temeljem izvješća o provedenoj obrani od poplava priznaje putem privremenih situacija.

### 5.3.9.6 Obračun radova

Rad se obračunava po komadu (broju elemenata montažnog sklopa) određenih dimenzija (duljina, visina, širina) izgrađene box barijere s jediničnom cijenom koja obuhvaća sav potreban rad, dobavu sveg potrebnog materijala, transport i montažu elemenata. Također, ako je tako ugovoreno, obuhvaća i sav potreban rad na demontaži box barijera nakon što prođe opasnost od poplave, a koja se sastoji od rastavljanja montažnog sklopa, njegovog čišćenja, sušenja, slaganja, utovara na kamione, transporta do skladišta te istovar i odlaganje elementa montažnog sklopa u skladišni prostor.

Rad na ugradnji zemljanog materijala obračunava se prema m<sup>3</sup> ugrađenog materijala u box barijere s jediničnom cijenom koja obuhvaća sav potreban rad, dobavu sveg potrebnog materijala, transport i ugradnju zemljanog materijala. Također, ako je tako ugovoreno, obuhvaća i sav potreban rad na pražnjenju montažnog sklopa s odvozom i zbrinjavanjem materijala ispune.

Rad na pripremi terena, ako te radove odredi rukovoditelj obrane od poplava, koji se odnose na iskop humusa te formiranje kanala unutar kojeg se ugrađuju box barijere zajedno sa zbrinjavanjem



materijala toga iskopa, obračunava se po m<sup>3</sup> izvedenog kanala.

## 5.3.10 RADOVI NA ODVODNJI

### 5.3.10.1 Privremeni propust od PE (polietilenskih) cijevi

#### Općenito

Rad na polaganju propusta obuhvaća dobavu cijevi, transport cijevi i oblikovnih komada do rova te njihovo polaganje u rov.

Propusti od polietilenskih cijevi spadaju u kategoriju cijevi s nerastavljivim spojevima. Pri polaganju i spajanju cijevi potrebno je voditi računa o toj specifičnosti. Na mjestima horizontalnih i vertikalnih otklona trase potrebno je voditi računa o silama koje se mogu javiti, ali izgradnja uporišta nije obvezna jer se radi o nerastavljivim spojevima.

#### Opis radova

Rov se kopa na dubinu prema uzdužnom profilu, višak materijala izbacuje se izvan rova, a dno rova se planira. Ako je tlo prikladno za polaganje cijevi isto je potrebno poravnati i zbiti na traženu nosivost (nosivost podloge varira ovisno o geomehaničkim svojstvima tla).

Ako dno rova ne odgovara za ugradnju cijevi (npr. dno od kamena-oštri i tvrdi rubovi) temeljnu posteljicu treba izvesti od zamjenskog materijala (pijesak, šljunak) debljine min. 15 cm.

Posteljicu za cijevi, bočno zatrpavanje i zaštitni sloj iznad tjemena cijevi u debljini od 30 cm treba izvesti u skladu sa HRN EN 805:2005i HRN EN 1610:2015 (ili jednakovrijedna norma). Cjevovodi se ugrađuju prema projektnoj dokumentaciji i važećim propisima te uputama proizvođača cijevi.

#### Obračun radova

Rad na polaganju propusta obračunava se po m<sup>1</sup> položenog/izgrađenog propusta. U jediničnoj je cijeni uključena je nabava, doprema, transport na gradilištu i sav spojni i pomoćni materijal.

## 5.3.11 SANACIJA OKOLIŠA GRADILIŠTA

Pod završnim radovima podrazumijeva se uređenje okoline gradilišta tako da se, što je moguće bolje, dovede sve u prvobitno stanje. 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 obučanim 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 oplata 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) oplata 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 Mihaljavić, dipl.ing.grad.



## 6 PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE

Na temelju provedenih analiza, procjena troškova gradnje za mapu G3-O89.04.01-G04.0 „Ustava Šišljavić – Geotehnički dio“, procjenjuje se vrijednost radova u iznosu **1.687.500,00 €** (s PDV-om).

Projektant :

Ivan Mihaljavić, dipl.ing.grad.



## 7 GRAFIČKI I DRUGI PRILOZI

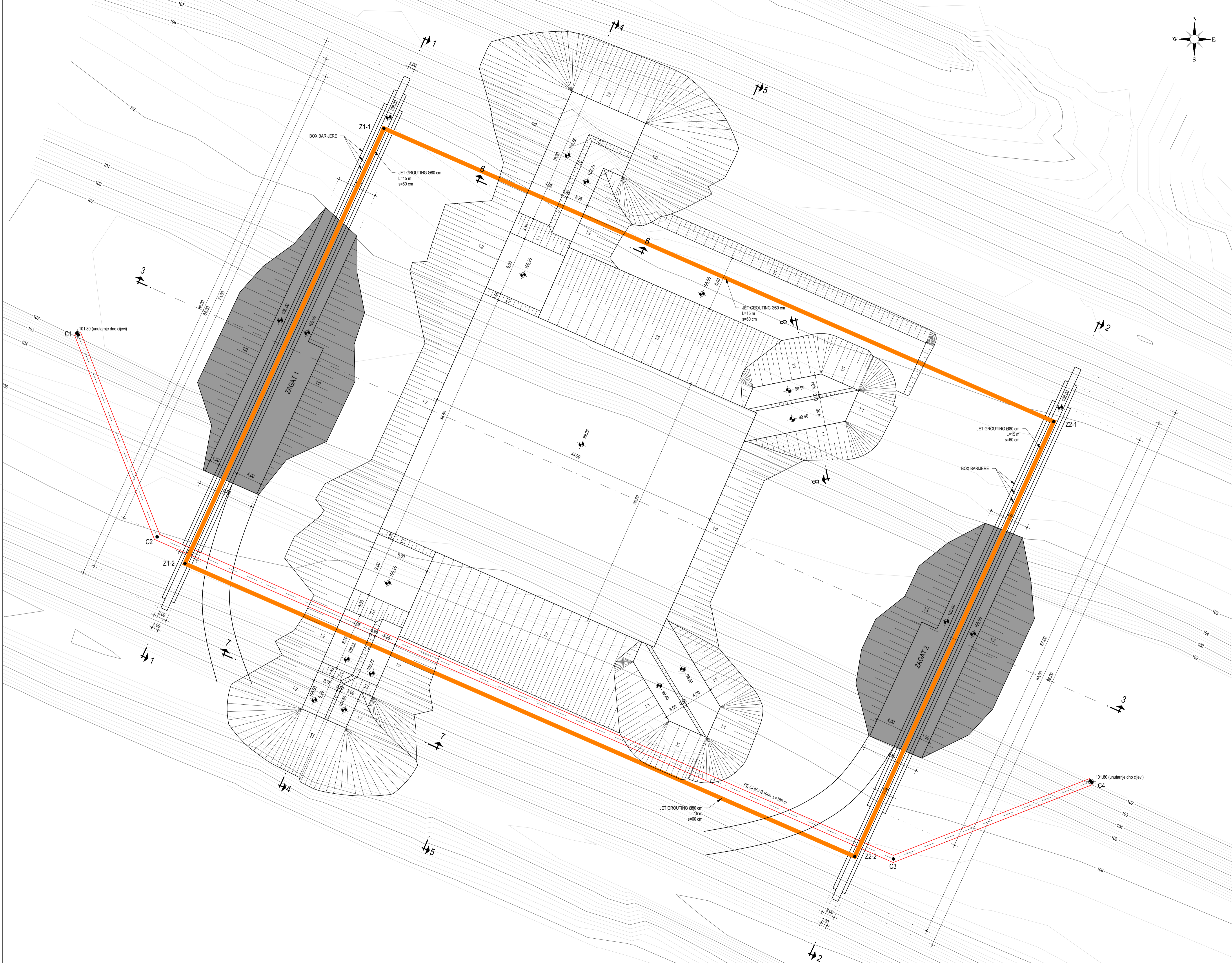
Popis priloga pruža slijedeća tablica:

R. br.	Oznaka priloga	Naziv priloga	Mjerilo
01	1301	Situacija iskopa građevinske jame	M 1:250
02	2001	Zagat 1- uzdužni presjek 1-1, zagat 2 – uzdužni presjek 2-2	M 1:200
03	3001	Zagat 1 i zagat 2 – karakteristični poprečni presjeci	M 1:100
04	2002	Presjek 3-3 iskopa građevinske jame ustave Šišljavić i slapišta	M 1:100
05	4001	Presjek 4-4 iskopa građevinske jame ustave Šišljavić i krilnih zidova	M 1:200
06	4002	Presjek 5-5 iskopa građevinske jame slapišta ustave Šišljavić	M 1:200
07	4003	Presjek 6-6 iskopa građevinske jame krilnih potpornih zidova UZ_L1, UZ_L2 i UZ_D1	M 1:50
08	4004	Presjek 7-7 iskopa građevinske jame krilnog potpornog zida UZ_D2	M 1:50
09	4005	Presjek 8-8 iskopa građevinske jame potpornog zida NZ_L1 I NZ_D1	M 1:50
10	1302	Situacija stupnjaka i injekcijske zavjese	M 1:250
11	2003	Presjek A-A stupnjaci ustave i slapišta	M 1:100
12	4006	Presjek B-B stupnjaci ustave Šišljavić i krilnih zidova	M 1:200
13	4007	Presjek C-C stupnjaci slapišta ustave Šišljavić	M 1:200
14	4008	Ukopana cijev ø1000 za izjednačavanje vodostaja u kanalu – presjek D-D	M 1:100

Projektant :

Ivan Mihaljavić, dipl.ing.građ.





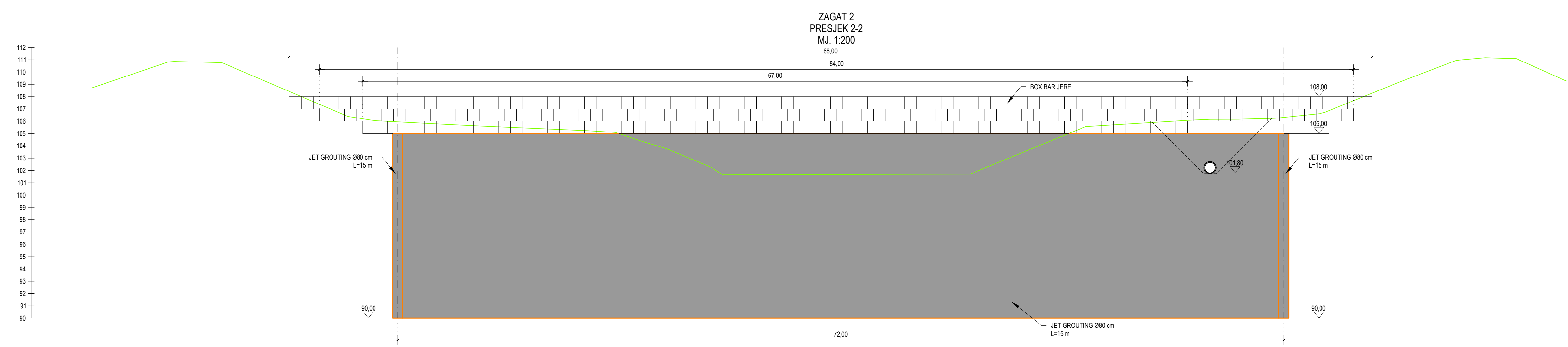
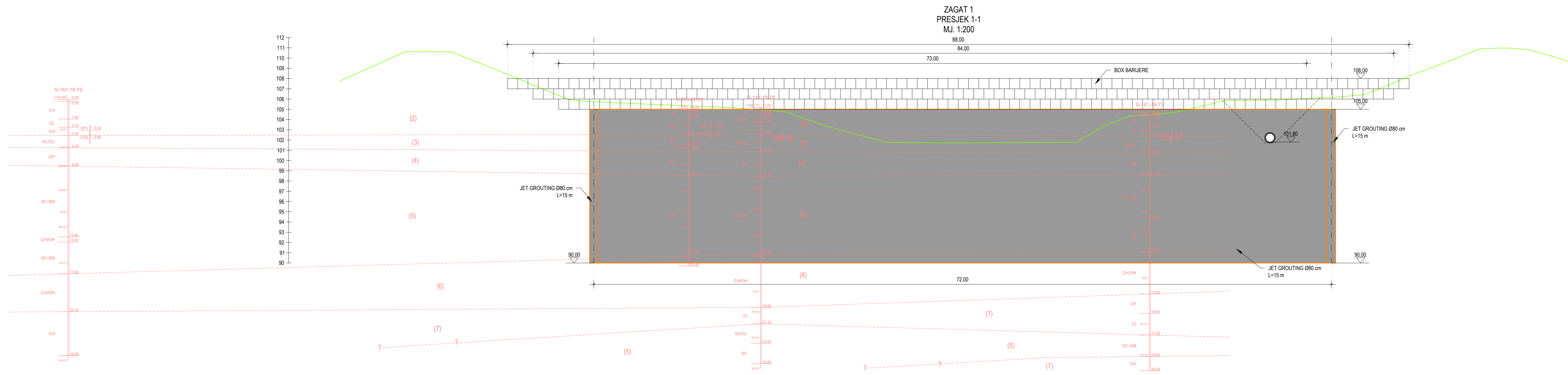
LOMNE TOČKE JET GROUTINGA		
TOČKA	X	Y
Z1-1	443875.810	5044033.006
Z1-2	443845.873	5043967.497
Z2-1	443976.606	5043988.853
Z2-2	443946.664	5043923.401

LOMNE TOČKE CIJEVI		
TOČKA	X	Y
C1	443829.727	5044002.065
C2	443841.682	5043971.514
C3	443952.458	5043923.049
C4	443982.214	5043934.693

**LEGENDA:**

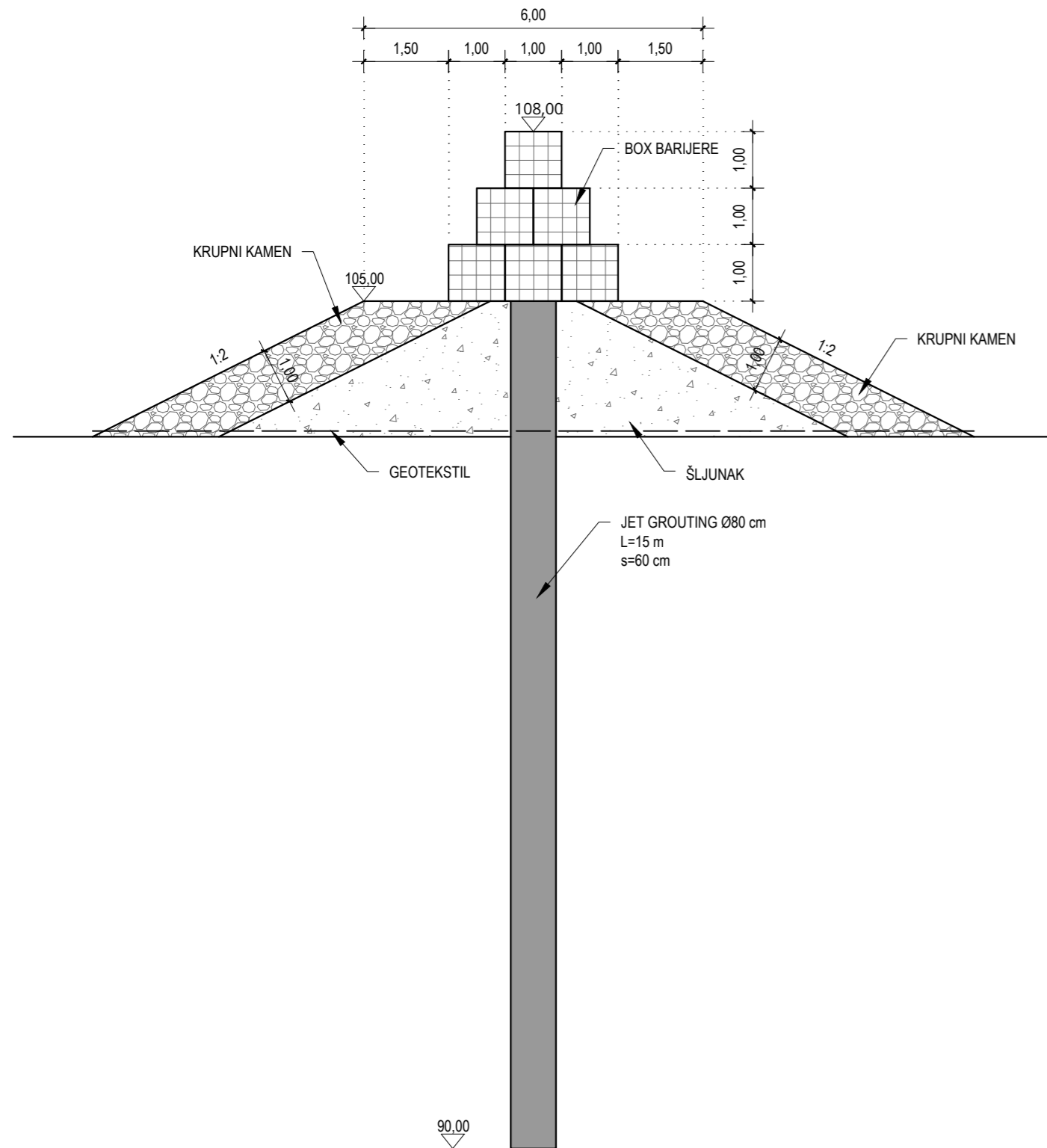
— JET GROUTING, Ø80, L=15 m

BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 36621383001	
PROJEKTANTSKI URED:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starobrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRABEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić	
NAZIV PROJEKTRANOG DIELA GRADEVINE:	Ustava Šišljavić (Etap 4)	
NAZIV MAPE:	Ustava Šišljavić - Geotehnički dio	
RAZINA RAZRADE:	Glavni projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
STRUKOVNA ODREDNICA:	Geotehnički projekt	
SADRŽAJ PRILOGA:	SITUACIJA ISKOPA GRADEVINSKE JAME	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	OZNAKA MAPE:	OZNAKA MAPE:
085/04	G3-089/04.01-G04.0	
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MIJERILO:
0	E-103-22-08	1:250
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, srpanj, 2024.	1301	01

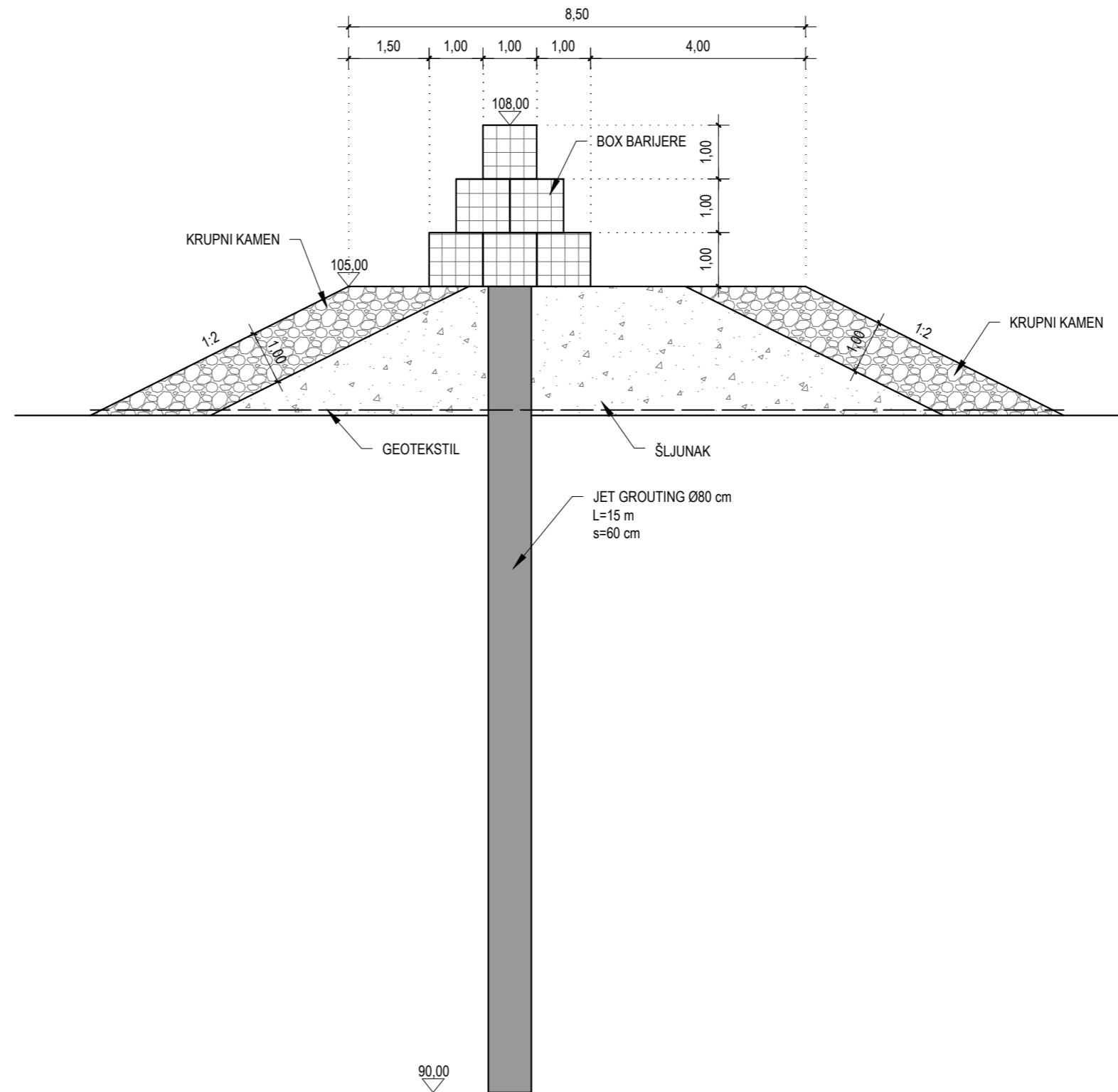


BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEEKON</b> WWW.GEEKON.HR		
INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	Pregrada Brodarski s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRADEVINE:	Ustava Šišljavić (Etap 4)	
NAZIV MAPE:	Ustava Šišljavić - Geotehnički dio	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA: Glavni projekt / Geotehnički projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	ZAGAT 1 - UZDUŽNI PRESJEK 1-1 ZAGAT 2 - UZDUŽNI PRESJEK 2-2	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	OZNAKA MAPE: G3-089.04.01-G04.0	
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
0	E-103-22-08	1:200
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, srpanj, 2024.	2001	02

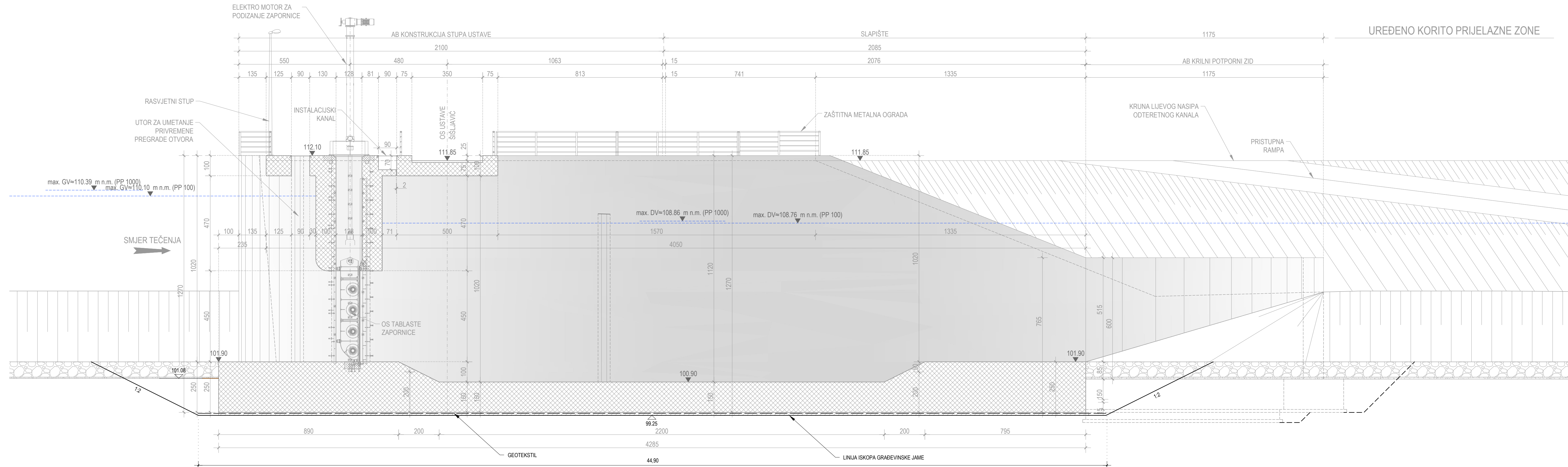
KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK  
ZAGATA 1 I ZAGATA 2  
MJ. 1:100



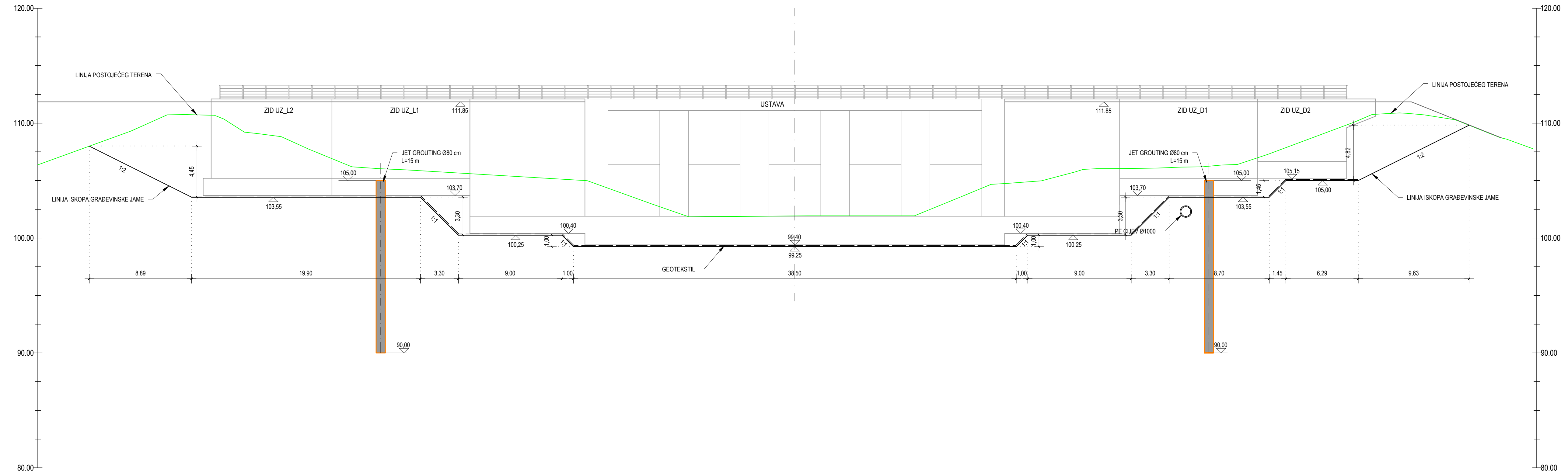
KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK  
ZAGATA 1 I ZAGATA 2  
MJ. 1:100



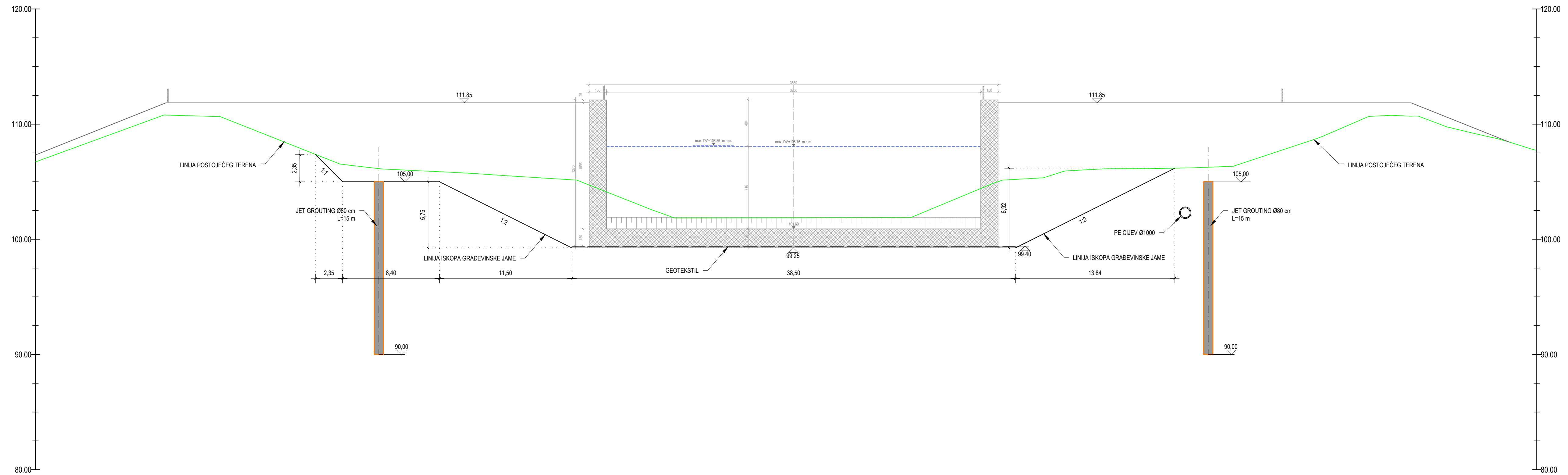
BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRADEVINE:	Ustava Šišljavić (Etapa 4)	
NAZIV MAPE:	Ustava Šišljavić - Geotehnički dio	
RAZINA RAZRADE: Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Geotehnički projekt	
PROJEKTANT: Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785		
SADRŽAJ PRILOGA:	ZAGAT 1 I ZAGAT 2 KARAKTERISTIČNI PRESJECI	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): O89.04	OZNAKA MAPE: G3-O89.04.01-G04.0	
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-103-22-08	MJERILO: 1:100
MJESTO I DATUM: Zagreb, srpanj, 2024.	OZNAKA PRILOGA: 3001	REDNI BR. PRILOGA: 03



BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> 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. Šišljavić	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Ustava Šišljavić (Etapla 4)	
NAZIV MAPE:	Ustava Šišljavić - Geotehnički dio	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:	
Glavni projekt	Geotehnički projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	PRESJEK 3-3 ISKOPA GRAĐEVINSKE JAME USTAVE ŠIŠLJAVIĆ I SLAPIŠTA	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	OZNAKA MAPE:	
O89.04	G3-O89.04.01-G04.0	
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
0	E-103-22-08	1:100
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, srpanj, 2024.	2002	04

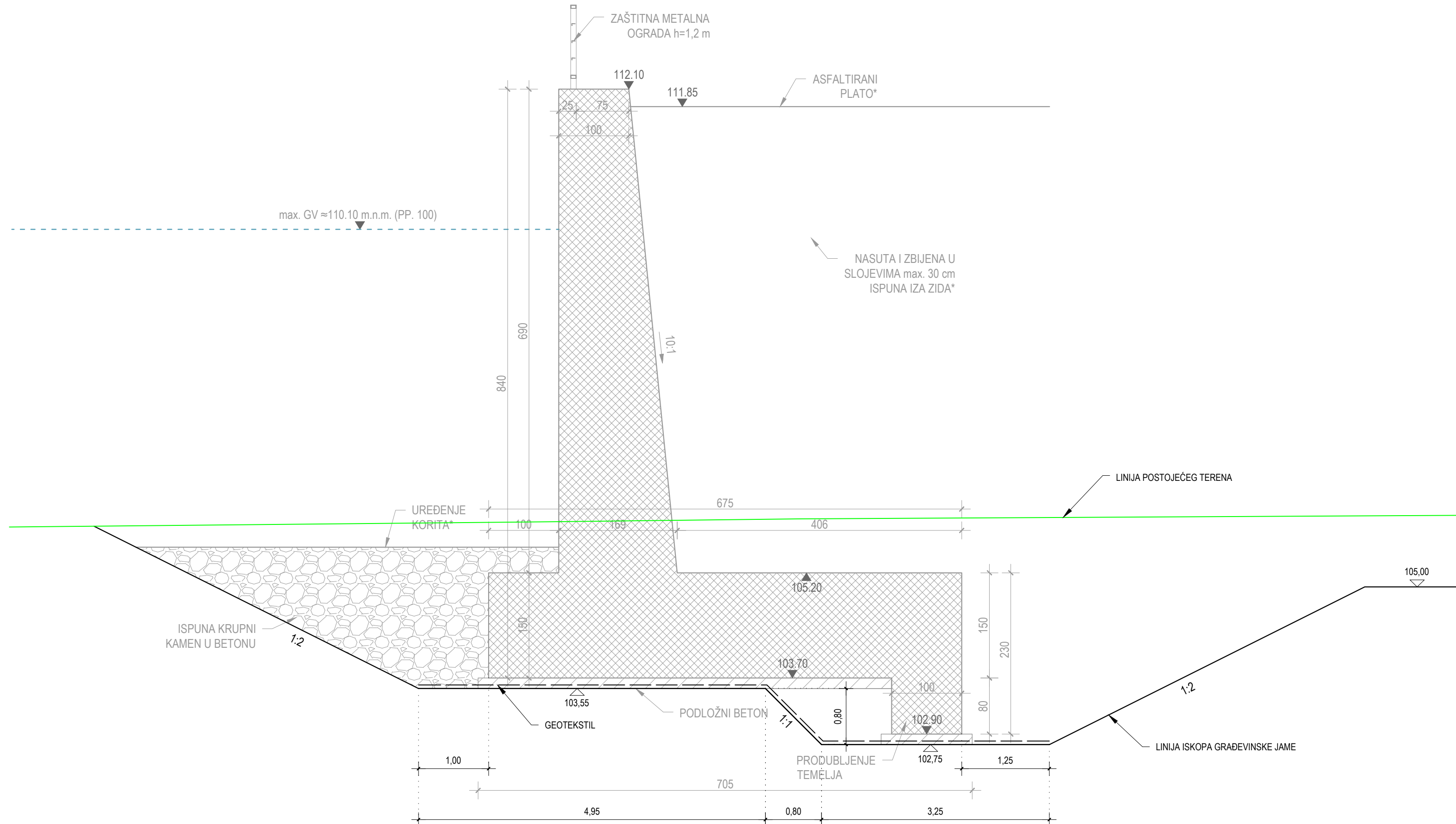


BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRAĐEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Ustava Šišljavić (Etapa 4)	
NAZIV MAPE:	Ustava Šišljavić - Geotehnički dio	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:	
Glavni projekt	Geotehnički projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	PRESJEK 4-4 ISKOPA GRAĐEVINSKE JAME USTAVE ŠIŠLJAVIĆ I KRILNIH ZIDOVA	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	OZNAKA MAPE:	
O89.04	G3-O89.04.01-G04.0	
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
0	E-103-22-08	1:200
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, srpanj, 2024.	4001	05



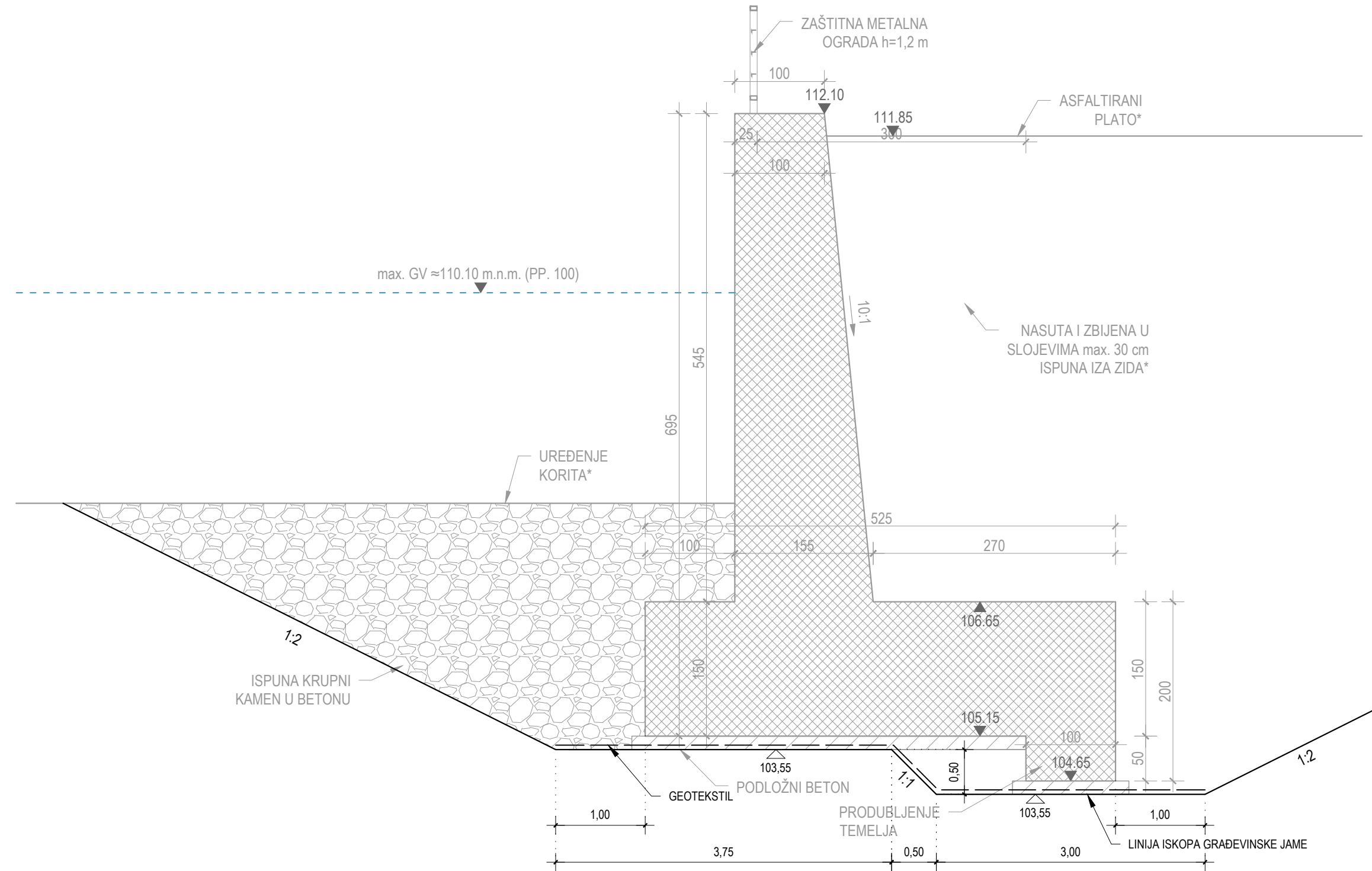
BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRAĐEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Ustava Šišljavić (Etapa 4)	
NAZIV MAPE:	Ustava Šišljavić - Geotehnički dio	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:	
Glavni projekt	Geotehnički projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	PRESJEK 5-5 ISKOPA GRAĐEVINSKE JAME SLAPIŠTA USTAVE ŠIŠLJAVIĆ	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	OZNAKA MAPE:	
O89.04	G3-O89.04.01-G04.0	
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
0	E-103-22-08	1:200
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, srpanj, 2024.	4002	06

POPREČNI PRESJEK UZVODNIH KRILNIH  
POTPORNIH ZIDOVA UZ\_L1, UZ\_L2 I UZ\_D1  
MJ 1:50



BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Ustava Šišljavić (Etapa 4)	
NAZIV MAPE:	Ustava Šišljavić - Geotehnički dio	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:	
Glavni projekt	Geotehnički projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	PRESJEK 6-6 ISKOPA GRAĐEVINSKE JAME POTPORNIH KRILNIH ZIDOVA UZ_L1, UZ_L2 I UZ_D1	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): O89.04	OZNAKA MAPE: G3-O89.04.01-G04.0	
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-103-22-08	MJERILO: 1:50
MJESTO I DATUM: Zagreb, srpanj, 2024.	OZNAKA PRILOGA: 4003	REDNI BR. PRILOGA: 07

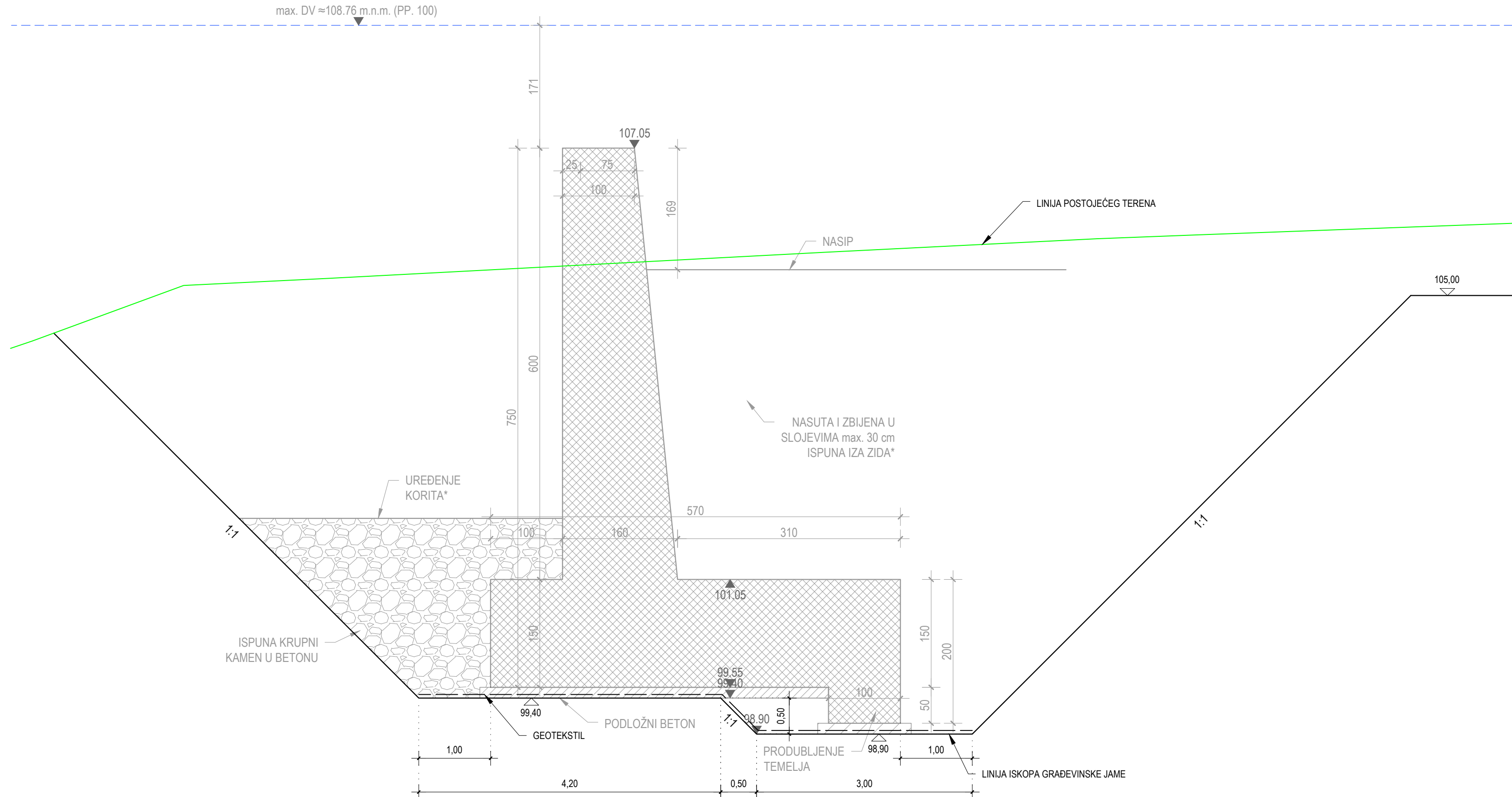
POPREČNI PRESJEK UZVODNOG KRILNOG  
POTPORNOG ZIDA UZ\_D2  
MJ 1:50



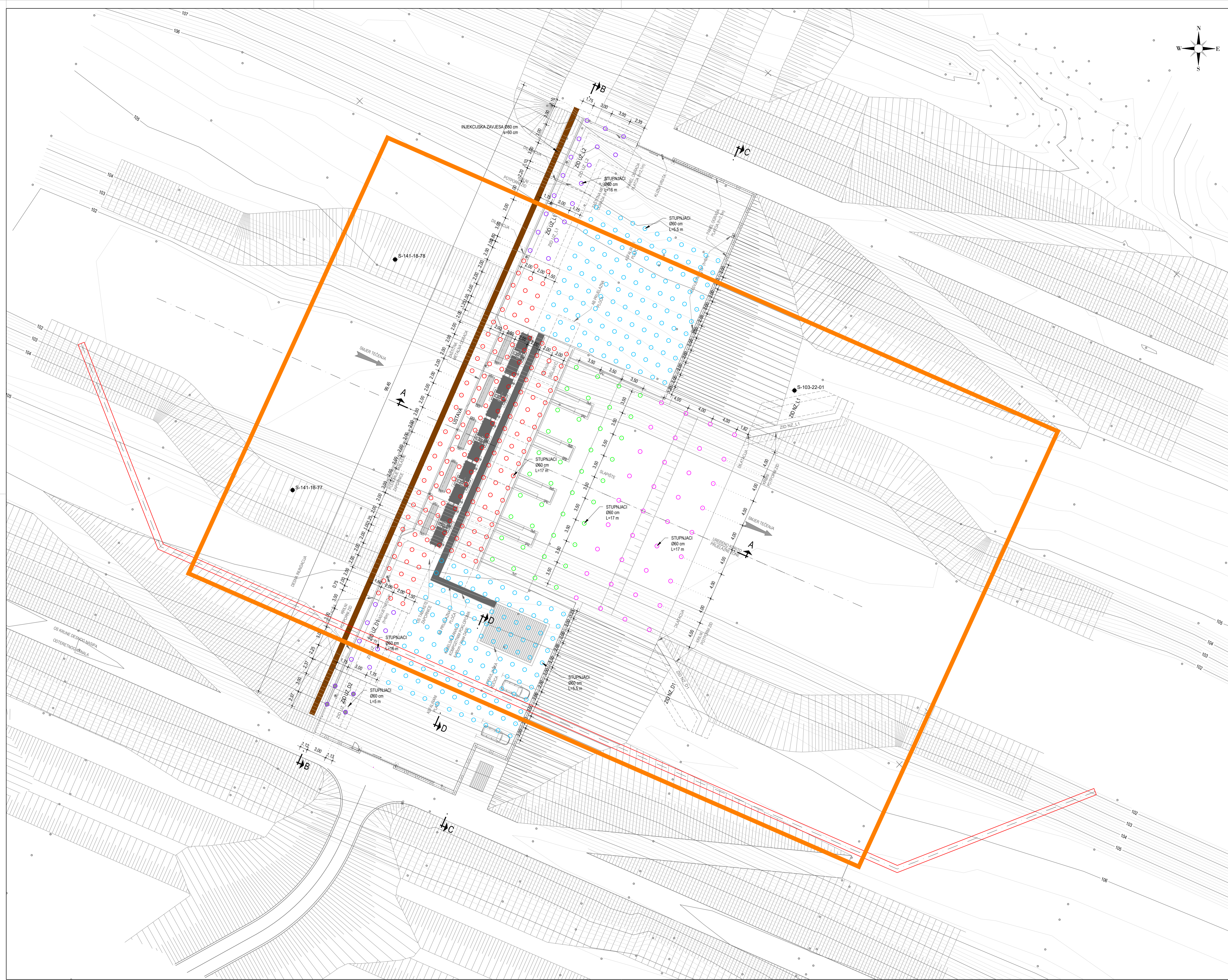
BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Ustava Šišljavić (Etapa 4)	
NAZIV MAPE:	Ustava Šišljavić - Geotehnički dio	
RAZINA RAZRADE: Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Geotehnički projekt	
PROJEKTANT: Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785		
SADRŽAJ PRILOGA:	PRESJEK 7-7 ISKOPA GRAĐEVINSKE JAME POTPORNOG KRILNOG ZIDA UZ_D2	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): O89.04	OZNAKA MAPE: G3-O89.04.01-G04.0	
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-103-22-08	MJERILO: 1:50
MJESTO I DATUM: Zagreb, srpanj, 2024.	OZNAKA PRILOGA: 4004	REDNI BR. PRILOGA: 08



POPREČNI PRESJEK NIZVODNOG KRILNOG  
POTPORNOG ZIDA NZ\_L1 I NZ\_D1  
MJ 1:50



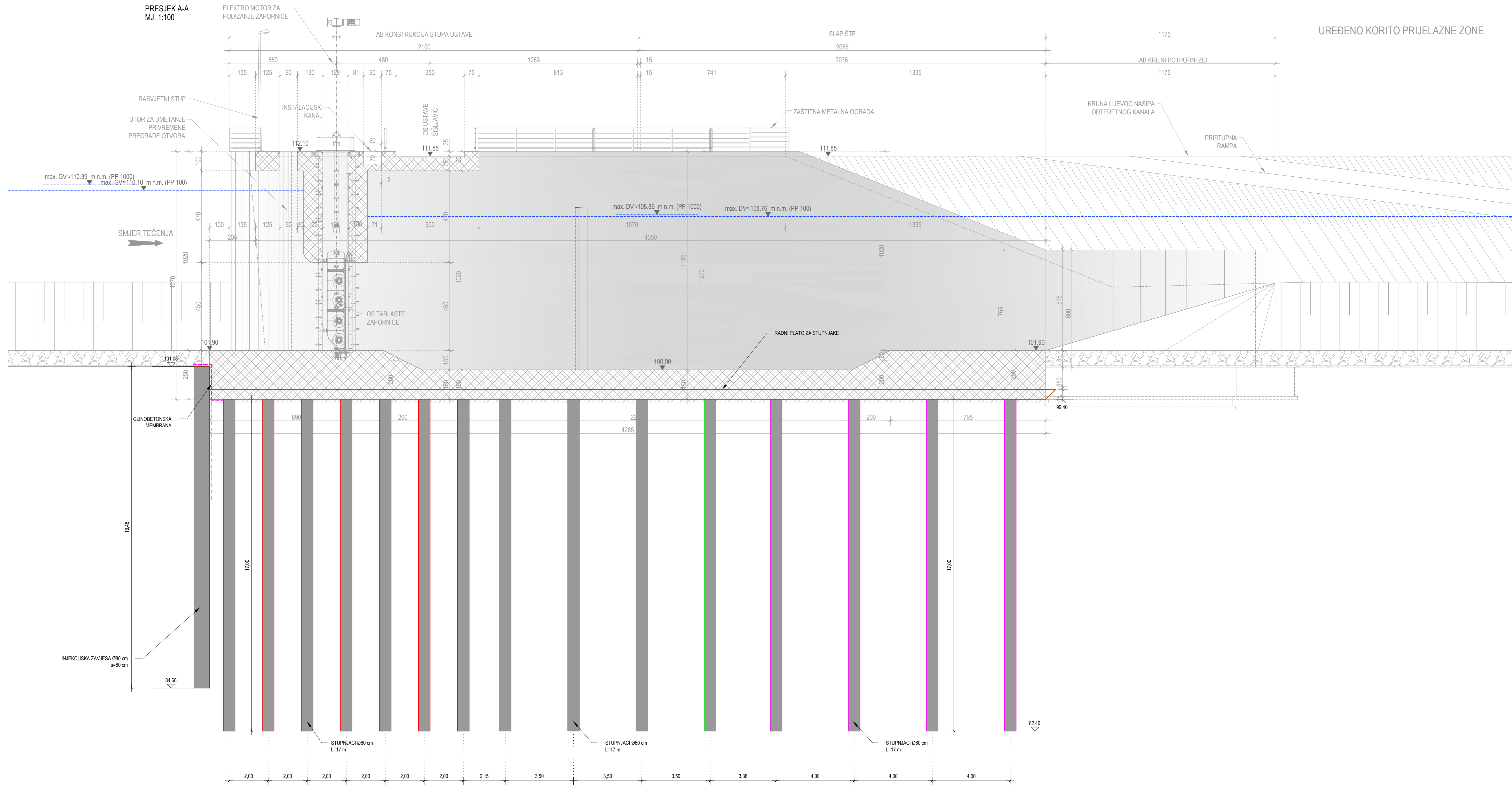
BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Ustava Šišljavić (Etapa 4)	
NAZIV MAPE:	Ustava Šišljavić - Geotehnički dio	
RAZINA RAZRADE: Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Geotehnički projekt	
PROJEKTANT: Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785		
SADRŽAJ PRILOGA:	PRESJEK 8-8 ISKOPA GRAĐEVINSKE JAME POTPORNOG ZIDA NZ_L1 I NZ_D1	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): O89.04	OZNAKA MAPE: G3-O89.04.01-G04.0	
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-103-22-08	MJERILO: 1:50
MJESTO I DATUM: Zagreb, srpanj, 2024.	OZNAKA PRILOGA: 4005	REDNI BR. PRILOGA: 09



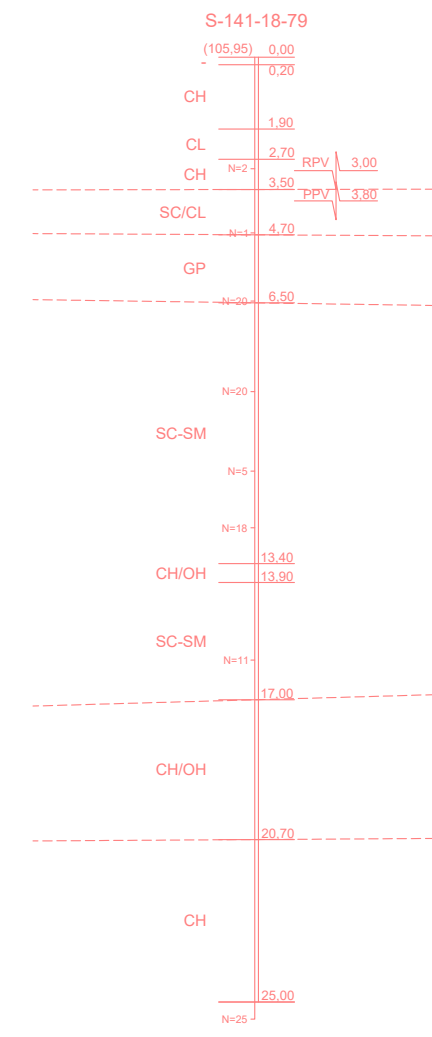
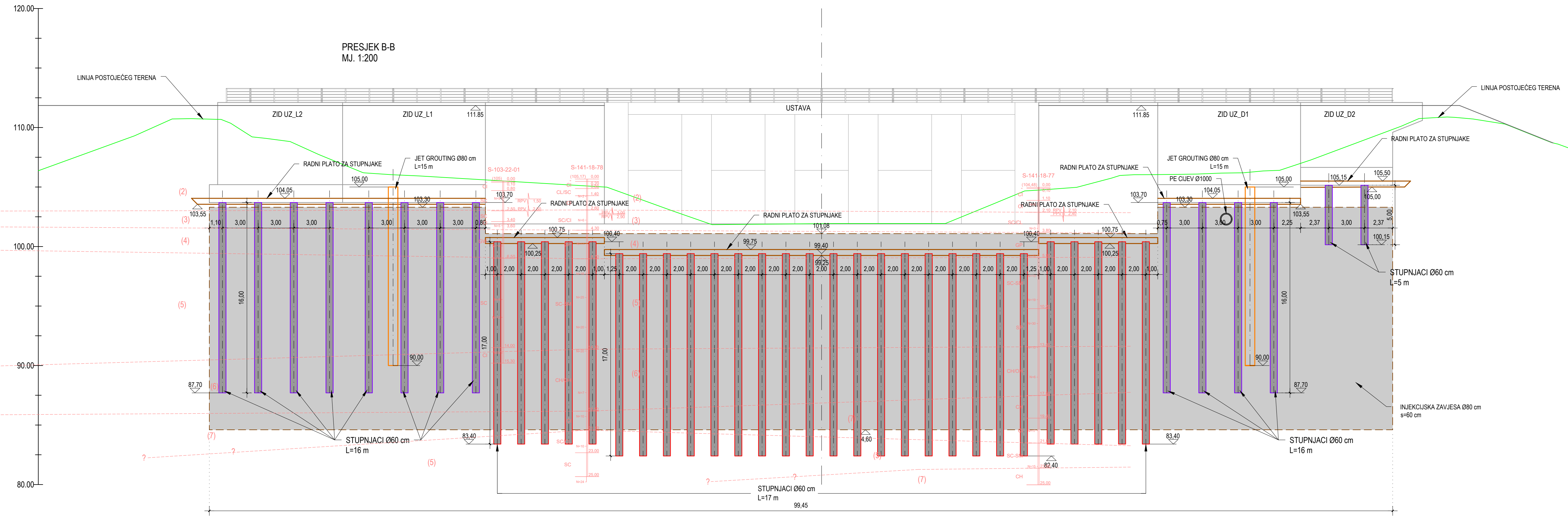
**LEGENDA:**

- STUPNJACI Ø60, L=17 m, raster 2x2 m
- STUPNJACI Ø60, L=17 m, raster 3,5x3,5 m
- STUPNJACI Ø60, L=17 m, raster 4x4 m
- STUPNJACI Ø60, L=16 m, raster 3x3 m
- STUPNJACI Ø60, L=5 m, raster 3x3 m
- STUPNJACI Ø60, L=5,5 m, raster 2x2 m
- INJEKCIJSKA ZAVJESA, Ø80
- JET GROUTING, Ø80, L=15 m
- S-141-18-78 ● ISTRAŽNA BUŠOTINA

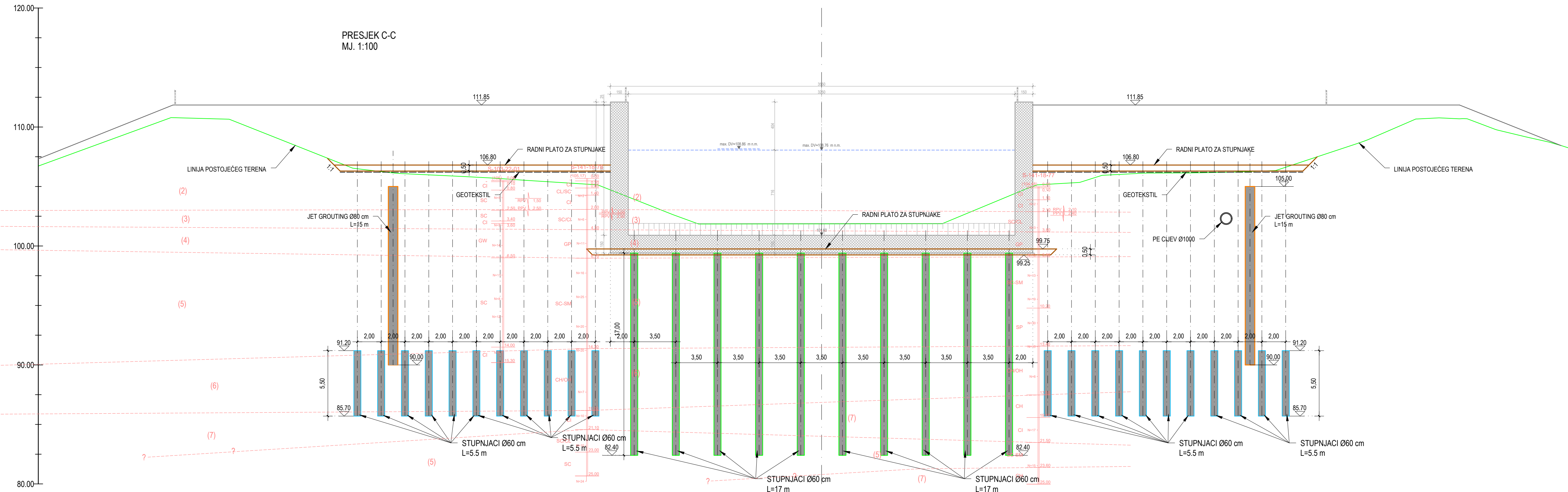
BRJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
<b>GEOKON</b> <small>WWW.GEOKON.HR</small>		
INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 26621383001	
PROJEKTANSKI URED:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starobrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	Pregrada Brodarski s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupa i Dobri i rešenjima Kupčini	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić	
NAZIV PROJEKTRANOG DIELA GRADEVINE:	Ustava Šišljavić (Etapla 4)	
NAZIV MAPE:	Ustava Šišljavić - Geotehnički dio	
RAZINA RAZRADE:	Glavni projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. građ. G 3785	
STRUČNOVA ODREDNICA:	Geotehnički projekt	
SADRŽAJ PRILOGA:	SITUACIJA STUPNJAKA I INJEKCIJSKE ZAVJESE	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	OZNAKA MAPE:	
085/04	GS-089.04.01-G04.0	
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
0	E-103-22-08	1:250
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, srpanj, 2024.	1301	10



BRJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	Pregrada Brodarski s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRADEVINE:	Ustava Šišljavić (Etap 4)	
NAZIV MAPE:	Ustava Šišljavić - Geotehnički dio	
RAZINA RAZRADE:	Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Geotehnički projekt
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	PRESJEK A-A STUPNJACI USTAVE I SLAPIŠTA	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): 089.04	OZNAKA MAPE: G3-089.04.01-G04.0	
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-103-22-08	MJERILO: 1:100
MJESTO I DATUM: Zagreb, srpanj, 2024.	OZNAKA PRILOGA: 2003	REDNI BR. PRILOGA: 11



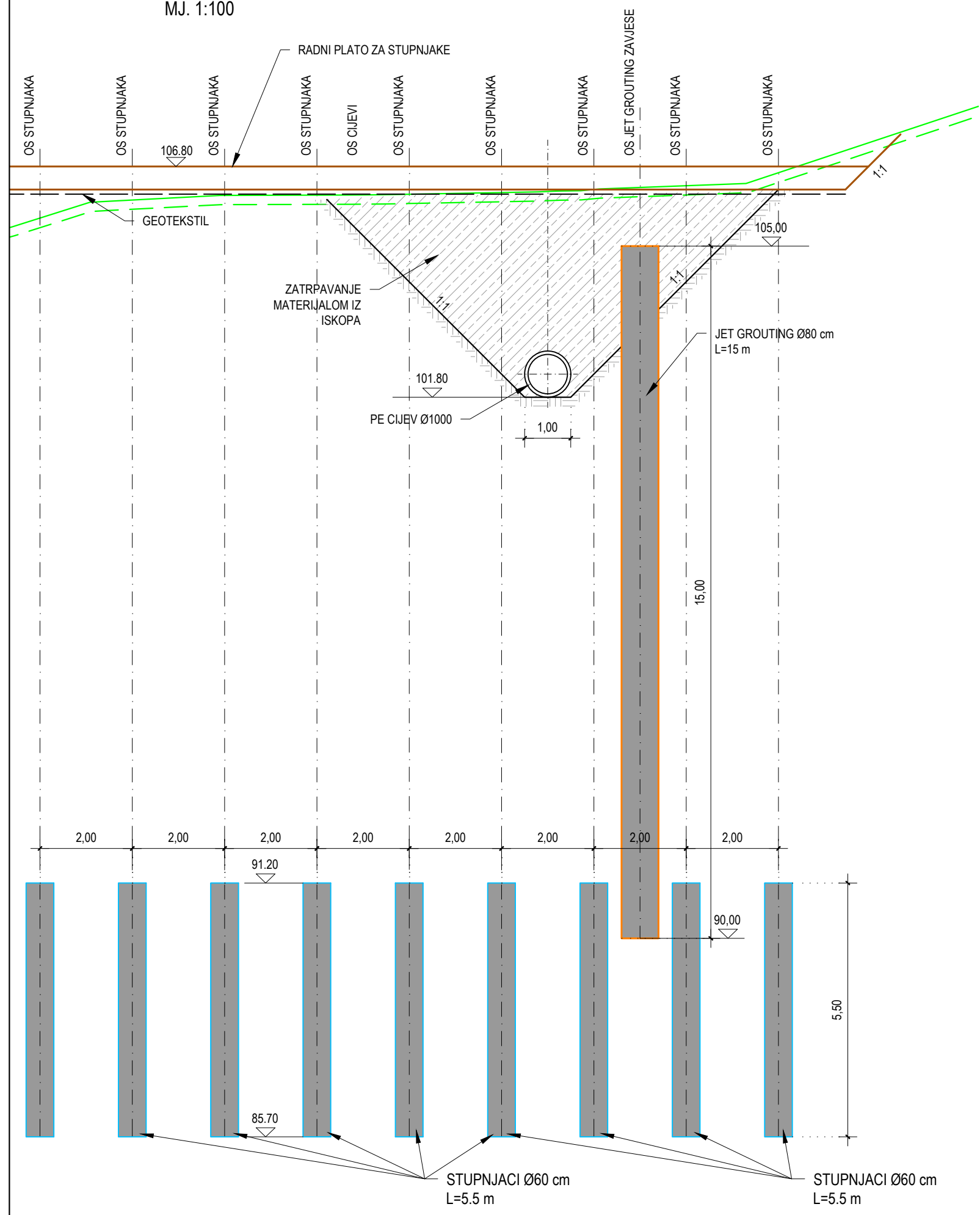
BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRAĐEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Ustava Šišljavić (Etapa 4)	
NAZIV MAPE:	Ustava Šišljavić - Geotehnički dio	
RAZINA RAZRADE:	Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Geotehnički projekt
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	PRESJEK B-B STUPNJACI USTAVE ŠIŠLJAVIĆ I KRILNIH ZIDOVA	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): 089.04	OZNAKA MAPE: G3-089.04.01-G04.0	
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-103-22-08	MJERILO: 1:200
MJESTO I DATUM: Zagreb, srpanj, 2024.	OZNAKA PRILOGA: 4006	REDNI BR. PRILOGA: 12



S-141-18-79	(105.85)	0.00
CH		0.20
CL		1.90
CH		2.70
CH		3.50
SC/CI		3.80
GP		4.70
GP		6.50
N=20		
SC-SM		
N=5		
N=18		
CH/OH		13.40
CH/OH		13.90
SC-SM		
N=11		
CH/OH		17.00
CH/OH		20.70
CH		25.00
N=20		

BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
		
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, rijeka Kupa i Dobri i retenciji Kupčini	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Šišljavić	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Ustava Šišljavić (Etapa 4)	
NAZIV MAPE:	Ustava Šišljavić - Geotehnički dio	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA: Glavni projekt Geotehnički projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	PRESJEK C-C STUPNJACI SLAPIŠTA USTAVE ŠIŠLJAVIĆ	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	OZNAKA MAPE:	OZNAKA MAPE:
089.04	G3-O89.04.01-G04.0	
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
0	E-103-22-08	1:200
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, srpanj, 2024.	4007	13

PRESJEK D-D  
MJ. 1:100



BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjanska 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. Šišljavić	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Ustava Šišljavić (Etapa 4)	
NAZIV MAPE:	Ustava Šišljavić - Geotehnički dio	
RAZINA RAZRADE:	Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Geotehnički projekt
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	PRESJEK D-D UKOPANA CIJEV Ø1000 ZA IZJEDNAČAVANJE VODOSTAJA U KANALU	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): O89.04	OZNAKA MAPE: G3-O89.04.01-G04.0	
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-103-22-08	MJERILO: 1:100
MJESTO I DATUM: Zagreb, srpanj, 2024.	OZNAKA PRILOGA: 4008	REDNI BR. PRILOGA: 14