

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: **Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka**

Etapu: **Etapu 2/5 - Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka**

Lokacija: **Zagrebačka županija (k.o. Cvetković, k.o. Zdenčina) i Karlovačka županija (k.o. Šišljavić**

Naziv mape: **Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka - Geotehnički dio**

Razina razrade: **Glavni projekt**

Strukovna odrednica: **Građevinski projekt**

Zajednička oznaka projekta (ZOP): **089.02**

Oznaka mape: **G3-089.02.01-G03.0**

R. br. mape **3**

Glavni projektant:

Nenad Heček
dipl.ing.građ



G 2995

Digitally signed by Nenad Heček
DN: c=HR, o=HKIG,
2.5.4.97=VATHR-65080653676,
ou=Signature, sn=Heček,
givenName=Nenad,
serialNumber=PNOHR-676506926
74, cn=Nenad Heček
Date: 2025.11.27 11:55:50 +01'00'

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

Projektant:

Marko
Kaić

Digitalno
potpisao: Marko
Kaić
Datum: 2025.12.05
10:27:44 +01'00'

Marko Kaić, mag. ing. aedif.
br. upisa G 4575

Predsjednik uprave:

RENATO
LISICA

RENATO
LISICA
2025.12.05 10:
55:21+01'00'

Renato Lisica, dipl. ing. rud.

Revizija / izdanje: **1**

Mjesto, datum: **Zagreb, 11/2025.**

OVJERA PROJEKTA OD STRANE OVLAŠTENIH REVIDENATA

Investitor :	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220
Projektantski ured :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrtnjanska 16a
Građevina :	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini
Projektirani dio građevine:	Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka
Faza / Etapa :	Etapa 2/5 – Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka
Lokacija :	Zagrebačka županija (k.o. Cvetković, k.o. Zdenčina) i Karlovačka županija (k.o. Šišljavić
ZOP :	089.02
Oznaka mape :	G3-O89.02.01-G03.0

Meho Saša
Kovačević

Digitally signed by
Meho Saša Kovačević
Date: 2025.12.04
10:08:22 +01'00'



POPIS SVIH PROJEKTANATA I SURADNIKA

Investitor:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220
Građevina:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini
Glavni projektant :	Nenad Heček, dipl. ing. građ.
ZOP:	089.02

r.br. mape	Oznaka mape	Projektant	Suradnici	Tvrtka Projektanta
1	G3-089.02.01-G01.0	Goran Grget dipl. ing. građ..	Luka Rendulić, mag. ing. aedif. Ivan Mateljić, građ. teh. Viktor Blašković, mag. ing. aedif.	Geokon-Zagreb d.d.
2	G3-089.02.01-G02.0	Marko Kaić mag. ing. aedif.	Luka Rendulić, mag. ing. aedif. Ivan Mateljić, građ. teh. Viktor Blašković, mag. ing. aedif.	Geokon-Zagreb d.d.
3	G3-089.02.01-G03.0	Marko Kaić mag. ing. aedif.	Luka Rendulić, mag. ing. aedif. Ivan Mateljić, građ. teh. Viktor Blašković, mag. ing. aedif.	Geokon-Zagreb d.d.
4	G3-089.02.01-G04.0	Goran Grget dipl. ing. građ.	Luka Rendulić, mag. ing. aedif. Ivan Mateljić, građ. teh. Viktor Blašković, mag. ing. aedif.	Geokon-Zagreb d.d.
5	G3-089.02.01-G05.0	Goran Grget dipl. ing. građ.	Ivan Mateljić, građ. teh. Viktor Blašković, mag. ing. aedif.	Geokon-Zagreb d.d.



PREGLEDNA STRANICA

Investitor:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220, OIB 28921383001		
Projektantski ured:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjnska 16a, OIB 61600467614		
Građevina:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini		
Projektirani dio građevine:	Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka		
Etapa:	Etapa 2/5 – Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka		
Lokacija:	Zagrebačka županija (k.o. Cvetković, k.o. Zdenčina) i Karlovačka županija (k.o. Šišljavić		
Naziv mape:	Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka – Geotehnički dio		
Razina razrade:	Glavni projekt	Strukovna odrednica:	Građevinski projekt
Zajednička oznaka projekta (ZOP):	089.02	Oznaka mape:	G3-O89.02.01-G03.0
R. br. mape	3		
Oznaka Geokon-Zagreb:	E-103-22-05	Oznaka ugovora:	U-103-22-01
Glavni projektant:	Nenad Heček, dipl. ing. građ. br. upisa G 2995		
Projektant:	Marko Kaić, mag. ing. aedif. br. upisa G 4575		
Suradnici:	Luka Rendulić, mag. ing. aedif. Ivan Mateljić, građ. tehn. Viktor Blašković, mag. ing. aedif.		
Pregledao:	Ivan Mihaljević, dipl. ing. građ.		
Predsjednik uprave:	Renato Lisica, dipl. ing. rud.		
Revizija / izdanje:	1		
Mjesto i datum:	Zagreb, 11/2025.		



POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA

Investitor:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220
Građevina:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini
Glavni projektant :	Nenad Heček, dipl. ing. građ.
ZOP:	089.02

r.br. mape	Oznaka mape	Naziv mape	Oznaka mape prema projektantu	Projektanti	Tvrtka Projektanta
1	G3-O89.02.01-G01.0	Nasip za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka – Opći dio	E-103-22-03	Goran Grget, dipl. ing. građ.	Geokon-Zagreb d.d.
2	G3-O89.02.01-G02.0	Nasip za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka – Projekt trase nasipa	E-103-22-04	Marko Kaić, mag. ing. aedif.	Geokon-Zagreb d.d.
3	G3-O89.02.01-G03.0	Nasip za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka – Geotehnički dio	E-103-22-05	Marko Kaić, mag. ing. aedif.	Geokon-Zagreb d.d.
4	G3-O89.02.01-G04.0	Nasip za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka – AB Objekti	E-103-22-06	Goran Grget, dipl. ing. građ.	Geokon-Zagreb d.d.
5	G3-O89.02.01-G05.0	Nasip za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka – Program tehničkog promatranja	E-103-22-14	Goran Grget, dipl. ing. građ.	Geokon-Zagreb d.d.



SADRŽAJ MAPE:

Stranica broj:

OPĆI DIO	I
OVJERA PROJEKTA OD STRANE OVLAŠTENIH REVIDENATA.....	II
POPIS SVIH PROJEKTANATA I SURADNIKA.....	III
PREGLEDNA STRANICA	IV
POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA	V
SADRŽAJ MAPE:	VI
POPIS ZAKONA I PROPISA.....	IX
TEHNIČKI DIO	1-1
1 UVOD	1-2
2 POPIS KORIŠTENIH PODLOGA.....	2-1
2.1 Tehničke podloge.....	2-1
2.2 Osvrt na geotehničke elaborate.....	2-1
2.2.1 Lokacija.....	2-2
2.2.2 Seizmološki podaci	2-4
2.2.3 Sastav i svojstva materijala tla	2-8
3 TEHNIČKI OPIS.....	3-1
4 DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA.....	4-1
4.1 Geostatički proračuni	4-1
4.2 Tipovi proračuna	4-3
4.3 Parametri materijala.....	4-3
4.3.1 Nalazište (Nasipni materijal).....	4-3
4.3.2 Geotehnička sredina 1	4-4
4.3.3 Geotehnička sredina 2	4-4
4.3.4 Geotehnička sredina 3	4-5
4.3.5 Geotehnička sredina 4	4-5
4.3.6 Geotehnička sredina 5	4-6
4.3.7 Geomreža.....	4-7
4.3.8 Gabioni sa zategom	4-7
4.3.9 Geotehničke analize ugradnje CH gline za rekonstrukciju nasipa	4-8
4.4 Analiza procjeđivanja.....	4-9
4.4.1 Računski modeli	4-9
4.4.2 Projektne situacije.....	4-13
4.4.3 Rezultati proračuna	4-13



4.4.4	Zaključak analize procjeđivanja	4-23
4.5	Analiza slijeganja temeljnog tla	4-24
4.5.1	Projektna situacija	4-24
4.5.2	Računski modeli	4-24
4.5.3	Rezultati analize slijeganja	4-28
4.5.4	Zaključak uz analizu slijeganja temeljnog tla	4-37
4.6	Analize stabilnosti	4-38
4.6.1	Seizmički Parametri	4-38
4.6.2	Projektne situacije	4-40
4.6.3	Računski modeli	4-40
4.6.4	Rezultati proračuna	4-44
4.6.5	Zaključak uz analize stabilnosti	4-92
4.7	Proračun konsolidacije tla ispod nasipa	4-93
4.7.1	Karakteristike tla	4-93
4.7.2	Projektne situacije	4-94
4.7.3	Računski modeli	4-94
4.7.4	Rezultati naponsko-deformacijske analize	4-96
4.7.5	Zaključak naponsko - deformacijske analize konsolidacije	4-104
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
5.4	Opće mjere zaštite na radu	5-35
5.4.1	Zemljani radovi	5-35
5.4.2	Tesarski radovi	5-35
5.4.3	Radovi na betoniranju	5-35
5.4.4	Gradilište	5-36
5.4.5	Odgovornost za provedbu tehničkih mjera zaštite na radu za vrijeme izvedbe objekta	5-37
6	PROCJENA TROŠKOVA GRAĐENJA	6-1



IZJAVA PROJEKTANTA O SUKLADNOSTI PROJEKTA

Sukladno odredbi čl. 70, stavka 1. točke 1. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24),

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 : Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka

faza / etapa : Etapa 2/5 – Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka

naziv mape : Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka – Geotehnički dio

razina razrade : Glavni projekt

strukovana odrednica : Građevinski projekt

ZOP : 089.02

oznaka mape : G3-O89.02.01-G03.0

Investitor : Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220

projektant: Marko Kaić, mag. ing. aedif., br. upisa G 4575

Potvrđujem da je glavni projekt je izrađen u skladu s:

- Lokacijskom dozvolom KLASA: UP/I-350-05/21-01/000024, URBROJ: 531-06-02-02/01-22-0014, izdanom od strane Ministarstva prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine, Uprave za prostorno uređenje i dozvole državnog značaja, Sektora lokacijskih dozvola i investicija od 7.3.2022. godine, koja je postala pravomoćna dana 20.04.2022. godine,
- Rješenjem o produženju važenja lokacijske dozvole Klasa: UP/I-350-05/24-01/000039, Urbroj: 531-08-2-1-1-24-0005 izdanim od Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, Uprave za prostorno uređenje i dozvole državnog značaja, Sektor lokacijskih dozvola i investicija od 28.5.2024, i lokacijskim uvjetima određenima tom dozvolom,
- Rješenjem o prihvatljivosti sustava zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja, I. faza – karlovačko područje za okoliš i ekološku mrežu izdanim od Ministarstva zaštite okoliša i energetike Klasa: UP/I-351-03/18-02/49, Urbroj: 517-03-1-2-19-35 od 6.8.2019.
- Zakonima i propisima navedenim u popisu ove izjave
- Drugim propisima, uvjetima i pravilima iz članka 68. stavka 2. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24).

Zagreb, 11/2025.

Projektant:

Marko Kaić, mag. ing. aedif.



POPIS ZAKONA I PROPISA

- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24)
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19, 67/23)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN78/15, 118/18, 110/19)
- Zakon o vodama (66/19, 84/21, 47/23)
- Zakon o građevinskoj inspekciji (NN 153/13)
- Zakon o državnom inspektoratu (NN 115/18, 117/21, 67/23)
- Zakon komunalnom gospodarstvu (NN 68/18, 110/18 i 32/20)
- Zakon o financiranju vodnog gospodarstva (NN 153/09, 90/11, 56/13, 119/15, 120/16, 127/17, 66/19, 36/24)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15, 12/18, 118/18)
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09., 55/13., 153/13., 41/16, 114/18 i 14/21)
- Zakon o šumama (NN 68/18, 115/18, 98/19, 32/20, 145/20, 101/23, 36/24)
- Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19)
- Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/21, 142/23)
- Zakon o zaštiti zraka (NN 127/19, 57/22, 136/24)
- Zakon o cestama (NN 84/11, 18/13, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19, 144/21, 114/22, 4/23)
- Zakon o normizaciji (NN 80/13)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20),
- Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (NN 69/99, 151/03, 157/03, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 44/17, 90/18, 32/20, 62/20, 117/21, 114/22)
- Zakon o poljoprivrednom zemljištu (NN 20/2018, 115/18, 98/19, 57/22)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)
- Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevinske proizvode u usklađenom području (NN 4/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17, 29/18, 43/19, 150/22, 142/23)
- Pravilnik o obaveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19, 65/20)
- Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20, 74/22, 155/23)
- Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN 48/18)
- Pravilnik o tehničkim mjerama i o zaštiti na radu pri površinskim kopovima (Sl. list 18/61, 37/64 i 6/67)
- Pravilnik o pružanju prve pomoći radnicima na radu (NN 56/83)
- Pravilnik o poslovima s posebnim uvjetima rada (NN 05/84)
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN 143/21)
- Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 55/94, 142/03)
- Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN 141/11)



- Pravilnik o zaštiti na radu pri uporabi radne opreme (NN 018/17)
- Pravilnik o uporabi osobne zaštitne opreme (NN 005/2021)
- Pravilnik o zapaljivim tekućinama (NN 054/1999, 155/22)
- Pravilnik o provjeri tehničkih rješenja iz zaštite od požara predviđenih u glavnom projektu (NN 088/11)
- Pravilnik o načinu utvrđivanja obujma i površine građevina u svrhu obračuna komunalnog doprinosa (NN 15/19)
- Pravilnik o načinu provedbe stručnog nadzora građenja, uvjetima i načinu vođenja građevinskog dnevnika te o sadržaju završnog izvješća nadzornog inženjera (NN 131/21, 68/22)
- Pravilnik o održavanju građevina (NN 122/14, 98/19)
- Pravilnik o kontroli projekta (NN 32/14, 72/20, 90/23)
- Pravilnik o nostrifikaciji projekata (NN 98/99, 29/03, 20/17)
- Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01, 105/04, 67/08, 90/22)
- Opći tehnički uvjeti za radove na cestama (Hrvatske ceste, 2001.) - u dijelu koji nije u suprotnosti sa važećim propisima,
- Opći tehnički uvjeti za radove u vodnom gospodarstvu (Hrvatske vode, 2022.) - u dijelu koji nije u suprotnosti sa važećim propisima

Popis normi:

- HRN EN 1997-1:2012/A1:2014 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje -- 1. dio: Opća pravila (EN 1997-1:2004/A1:2013)
- HRN EN 1997-1:2012/NA:2016 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje -- 1. dio: Opća pravila -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 1997-2:2012 Eurokod 7: Geotehničko projektiranje -- 2. dio: Istraživanje i ispitivanje temeljnoga tla (EN 1997-2:2007+AC:2010)
- HRN EN 1998-5:2011 Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja (EN 1998-5:2004)
- HRN EN 1998-5:2011/NA:2011 Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija -- 5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja -- Nacionalni dodatak
- HRN EN 206:2021 Beton - 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost (EN 206:2013+A2:2021)
- HRN EN 197-1:2012 Cement -- 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti cementa opće namjene (EN 197-1:2011)
- HRN EN 12620:2008 Agregati za beton (EN 12620:2002+A1:2008)
- HRN EN 1008:2002 Voda za pripremu betona -- Specifikacije za uzorkovanje, ispitivanje i potvrđivanje prikladnosti vode, uključujući vodu za pranje iz instalacija za otpadnu vodu u industriji betona, kao vode za pripremu betona (EN 1008:2002)
- HRN EN 10080:2012 Čelik za armiranje betona -- Zavarljivi čelik za armiranje -- Općenito (EN 10080:2005)

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: 089.02

Oznaka mape: G3-O89.02.01-G03.0

TEHNIČKI DIO

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

Projektirani dio: Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka

Projektant: Marko Kaić, mag. ing. aedif.

Mjesto, datum: Zagreb, 11/2025.



1 UVOD

Temeljem ugovora U-103-22-01, zaključenog između Hrvatske vode, kao Investitora i zajednice ponuditelja, tvrtke Elektroprojekt d.d. (vodeći član), Vodoprivredno-projektirni biro d.d. (član), Institut IGH d.d. (član) i tvrtke Geokon-Zagreb d.d. (član), izvršene su usluge na izradi građevinskog projekta „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini, Etapa 2/5 – Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka„.

Predmetni glavni projekt se odnosi na građevinu „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini„, a prema važećoj lokacijskoj dozvoli od 07.03.2022., zahvat dijeli na ETAPE s fazama prikazane u tablici:

Tablica 1-1

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

Temeljem ugovora U-103-22-01, zaključenog između Hrvatskih voda kao Investitora i tvrtke Geokon-Zagreb d.d. kao Izvoditelja, izvršeni su radovi na izradi mape projekta „Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka“.

Ova mapa G3-O89.02.01-G03.0 „Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka – Geotehnički dio" glavnog projekta prikazuje Dokaze o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva ovog glavnog projekta.

Temeljna podloga ovom glavnom projektu je idejni projekt "PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINA", ZOP: 089, oznake Y2-089.00.01-G01.0 izrađen od strane projektantskih ureda ELEKTROPROJEKT d.d., VODOPRIVREDNO-PROJEKTNI BIRO d.d., Institut IGH i Geokon-Zagreb d.d., siječanj 2021.

Podloga za Etapu 2 – Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka je "Idejni projekt izgradnje nasipa za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka" (oznaka idejnog projekta_E-141-18-05 v 1.0; Geokon-Zagreb d.d., Zagreb, listopad 2019.).

Poglavlje 2 ove mape projekta pruža pregled podloga korištenih u ovom projektu te osvrt na provedene geotehničke istražne radove. U poglavlju 4 provedeni su dokazi o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva koje građevina mora ispuniti

Projektant :

Marko Kaić, mag. ing. aedif.



2 POPIS KORIŠTENIH PODLOGA

2.1 TEHNIČKE PODLOGE

Slijedeća dokumentacija je korištena kao podloga pri izradi projekta:

r.br.	vrsta podloge	naziv; (oznaka); mjesto; datum; izvođač	naručitelj	napomena
1.	Geotehnički elaborat	"Geotehnički istražni radovi za Idejni projekt nasipa za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka" (E-141-18-01 v 1.0) Zagreb, kolovoz 2019. Geokon-Zagreb d.d.	HRVATSKE VODE, Zagreb, Ul. Grada Vukovara 220	
2.	Geotehnički elaborat	"Geotehnički istražni radovi na nalazištu materijala za izradu nasipa za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka" (E-141-18-08 v 1.0) Zagreb, rujan 2019. Geokon-Zagreb d.d.	HRVATSKE VODE, Zagreb, Ul. Grada Vukovara 220	
3.	Geotehnički elaborat	"Geotehnički istražni radovi na nalazištu materijala za rekonstrukciju nasipa kanala Kupa- Kupa" (E-141-18-09 v 1.0) Zagreb, listopad 2019. Geokon-Zagreb d.d.	HRVATSKE VODE, Zagreb, Ul. Grada Vukovara 220	
4.	Geotehnički elaborat	"Geotehnički istražni radovi za Idejni projekt rekonstrukcije lijevog nasipa kanala Kupa-Kupa" (E-141-18-10 v 1.0) Zagreb, listopad 2019. Geokon-Zagreb d.d.	HRVATSKE VODE, Zagreb, Ul. Grada Vukovara 220	
5.	Idejni projekt	"Idejni projekt izgradnje nasipa za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka" (E-141-18-05 v 1.0) Zagreb, listopad 2019. Geokon-Zagreb d.d.	HRVATSKE VODE, Zagreb, Ul. Grada Vukovara 220	
6.	Geotehnički elaborat	"Dodatni geotehnički istražni radovi na lokaciji nasipa za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka" (E-103-22-01) Zagreb, ožujak 2024. Geokon-Zagreb d.d.	HRVATSKE VODE, Zagreb, Ul. Grada Vukovara 220	
7.	Elaborat krajobraznog uređenja	"ELABORAT KRAJOBRAZNOG UREĐENJA: NASIPI ZA ZAŠTITU RIBNJAKA CRNA MLAKA" Zagreb, veljača 2025. DVOKUT ECRO d.o.o.	HRVATSKE VODE, Zagreb, Ul. Grada Vukovara 220	

2.2 OSVRT NA GEOTEHNIČKE ELABORATE

Za potrebe izrade Glavnog projekta Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa – Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini za projektirani dio građevine – Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna



Mlaka provedena su 2018. godine geotehnička istraživanja na trasi nasipa ribnjaka (Elaborat E- 141-18-01 v 1.0, Geokon-Zagreb d.d), u ribnjacima (Elaborat E-141-18-08 v 1.0, Geokon-Zagreb d.d), na lijevom nasipu kanala Kupa-Kupa (Elaborat E-141-18-10 v 1.0, Geokon-Zagreb d.d) te na nalazištima uz lijevu obalu kanala Kupa-Kupa (Elaborat E-141-18-09 v 1.0, Geokon-Zagreb d.d), a 2022. godine provedeno je dodatno geotehničko ispitivanje na trasi nasipa ribnjaka Crna Mlaka CPT metodom (Elaborat E-103-22-01, Geokon-Zagreb d.d).

Istraživanja iz 2018. godine obuhvatila su izvođenje istražnog bušenja uz geotehnički nadzor, uzorkovanje uzoraka tla, ispitivanje standardnog penetracijskog testa u bušotini - SPT i laboratorijska ispitivanja uzoraka te in-situ ispitivanja tla kontinuiranom dinamičkom penetracijom (TUS). U dodatnom geotehničkom istraživanju 2022. godine obuhvaćena su istraživanja statičkim penetracijskim testom (CPT).

2.2.1 LOKACIJA

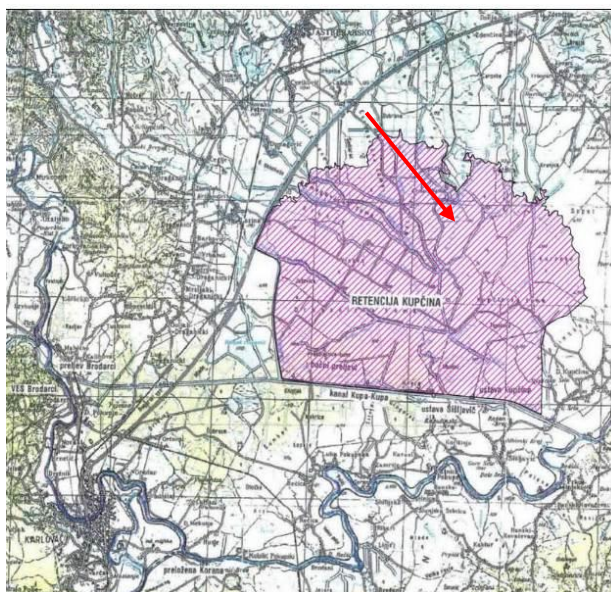
Ribnjaci Crna Mlaka

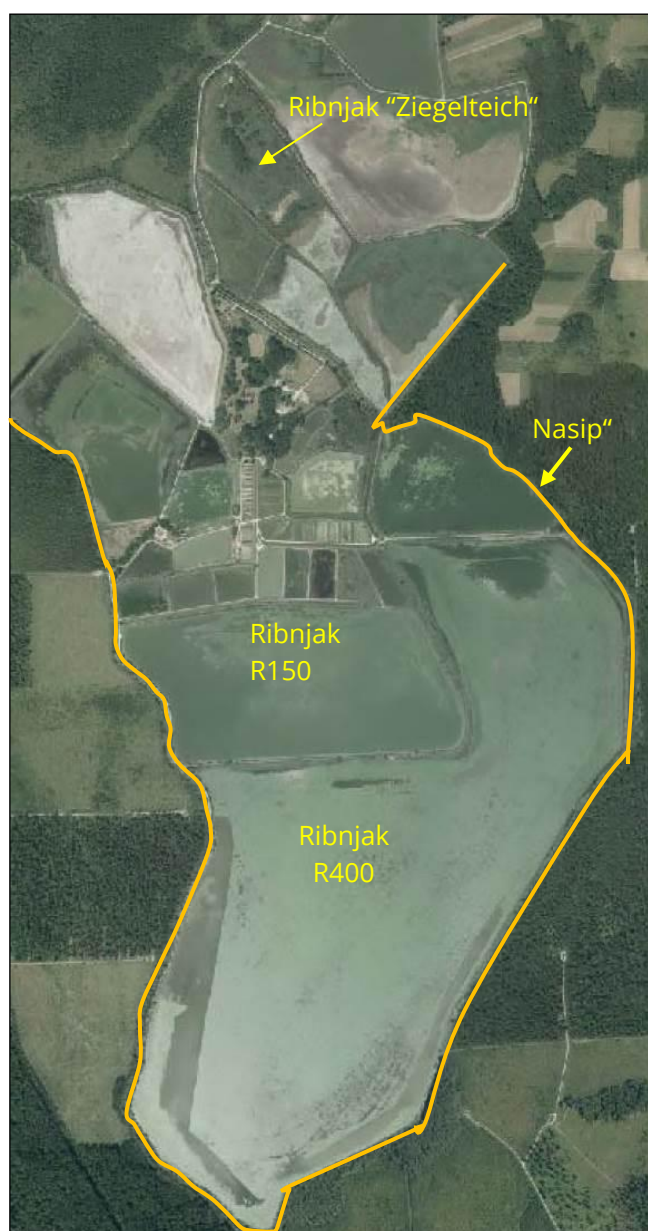
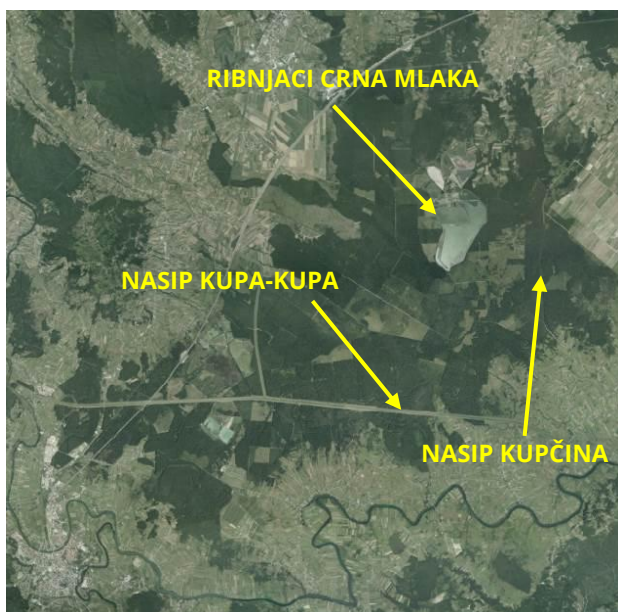
Lokacija istraživanja nalazi se unutar posebnog ornitološkog rezervata Crna Mlaka u dolini rijeke Kupe, jugoistočno od Jastrebarskog. Radi se o sustavu ribnjaka koji su smješteni unutar močvarno šumskog područja. Kazete unutar ribnjaka su omeđene nasipima koji su izvedeni lokalnim materijalom iz iskopa pri izgradnji ribnjaka i kanala. Svi pojedinačni ribnjaci su spojeni sustavom kanala kojima voda dolazi iz okolnih potoka Brebernica, Lukavac, Okičnica i Botić. Najveći ribnjaci su oznaka R400 i R150 koji se nalaze na južnom dijelu lokacije, a ukupna površina im je oko 316 ha.

Za utvrđivanje pogodnosti materijala za ugradnju u tijelo nasipa istraženo je područje u zoni ribnjaka R150 i R400 te područje u zoni ribnjaka „Ziegelteich“ koji za vrijeme istraživanja nije bio u funkciji. Ribnjak R 150 nalazi se u središnjem dijelu dok se ribnjak „Ziegelteich“ nalazi na sjevernom dijelu ribnjaka Crna Mlaka te je obrastao u gustu neprohodnu šikaru. Zaključeno je da materijali tla iz ribnjaka R150, R400 i „Ziegelteich“ **nisu pogodni** za ugradnju u nasipe ribnjaka Crna Mlaka stoga će se koristiti materijal od lijevog nasipa Kupa-Kupa i sa nalazišta uz lijevi nasip Kupa-Kupa.

Ukupna dužina nasipa koja je obuhvaćena istražnim radovima je cca 11,5 km.

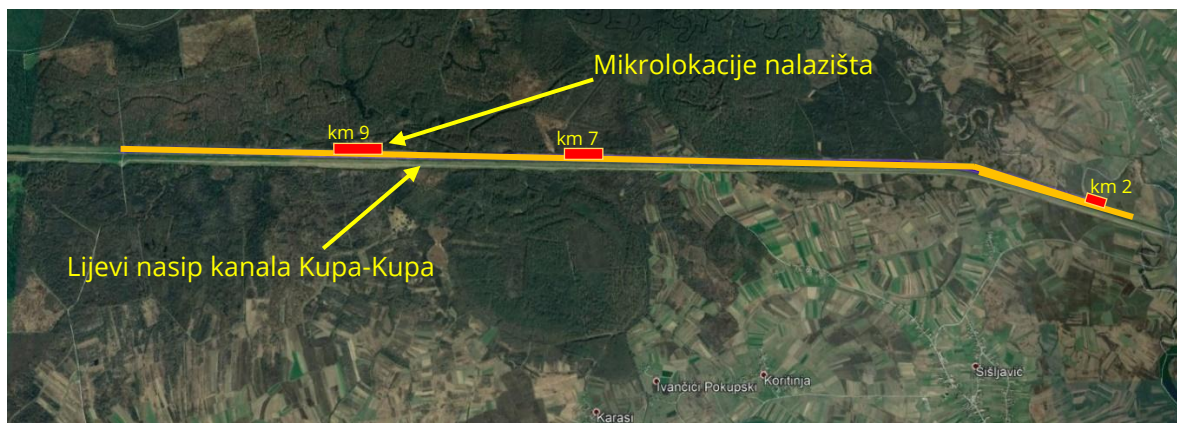
Na slijedećim slikama prikazan je položaj ribnjaka unutar prostora retencije Kupčina i lokacija istraživanja nalazišta te lijevi nasip Kupa-Kupa i lijevi nasip Kupčine:





Lijevi nasip kanala Kupa-Kupa

Lokacija istraživanja je lijevi nasip kanala Kupa-Kupa na dijelu trase nasipa od km 2+000 do 12+650. Šire područje te sama lokacija istraživanja prikazani su na sljedećim slikama.





Nalazišta uz lijevu obalu kanala Kupa-Kupa

Lokacija istraživanja se nalazi na lijevoj obali kanala Kupa - Kupa, između kinete kanala i lijevog nasipa. Ovim istražnim radovima ispitano je područje na tri mikrolokacije koje je definirao Projektant. Na svakoj mikrolokaciji izvedene su po dvije istražne bušotine. Na sljedećim slikama prikazana je lokacija istraživanja.

Nalazište materijala u 2. km



Nalazište materijala u 7. km



Nalazište materijala u 9. km



2.2.2 SEIZMOLOŠKI PODACI

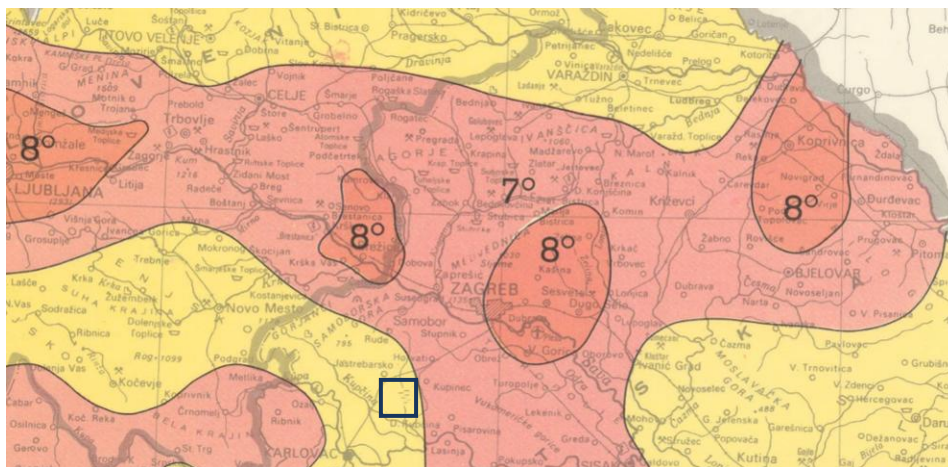
MAKSIMALNI INTENZITET POTRESA I_{max}

Na sljedećim slikama prikazani su isječci iz seizmoloških karata¹ sa označenom lokacijom istraživanja na kojima su prikazani stupnjevi maksimalnih intenziteta očekivanih potresa prema MCS skali.

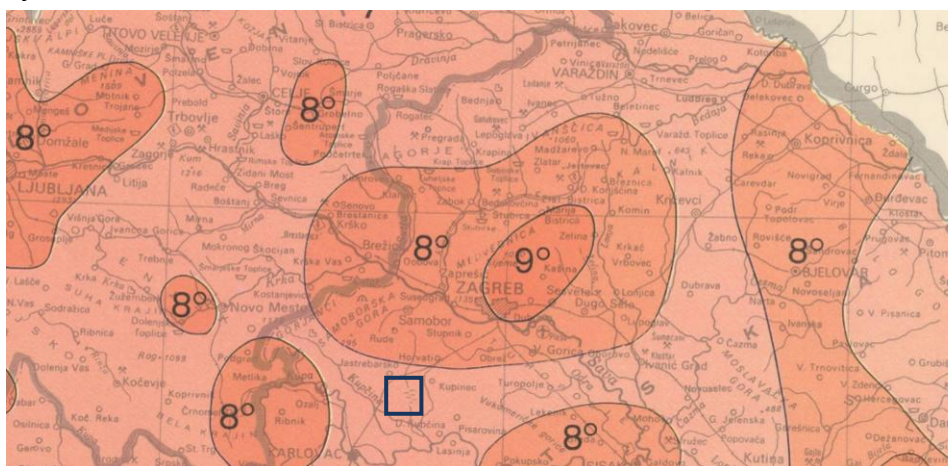
¹ V. Kuk (1987): Seizmološka karta - SR Hrvatska, M 1:1.000.000, Geofizički zavod PMF-a – Zagreb



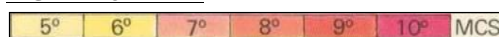
ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 100 GODINA



ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 500 GODINA



LEGENDA UZ KARTE



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

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

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

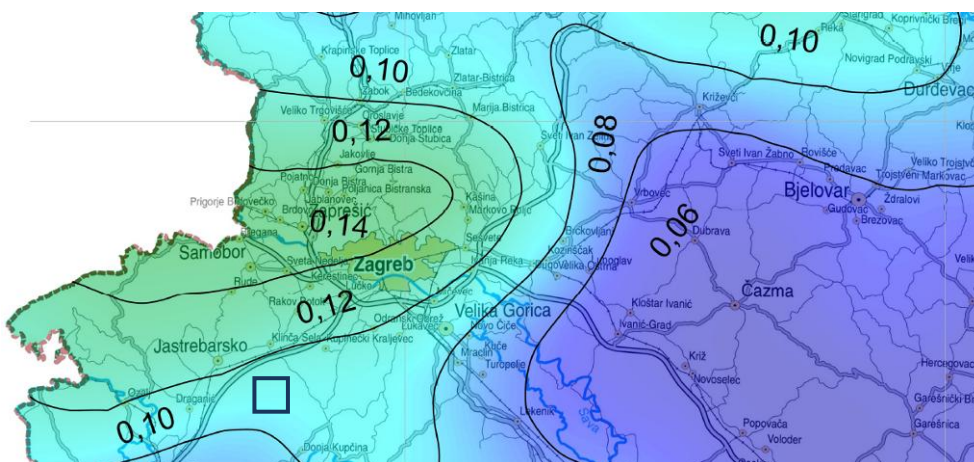
Iznosi poredbenih vršnih ubrzanja na karti prikazani su izolinijama s rezolucijom od 0,02 g . Numerički



navedene vrijednosti na karti odnose se na prostor između dvije susjedne izolinijske. U slučaju dvojbe valja uzeti prvu susjednu veću vrijednost.

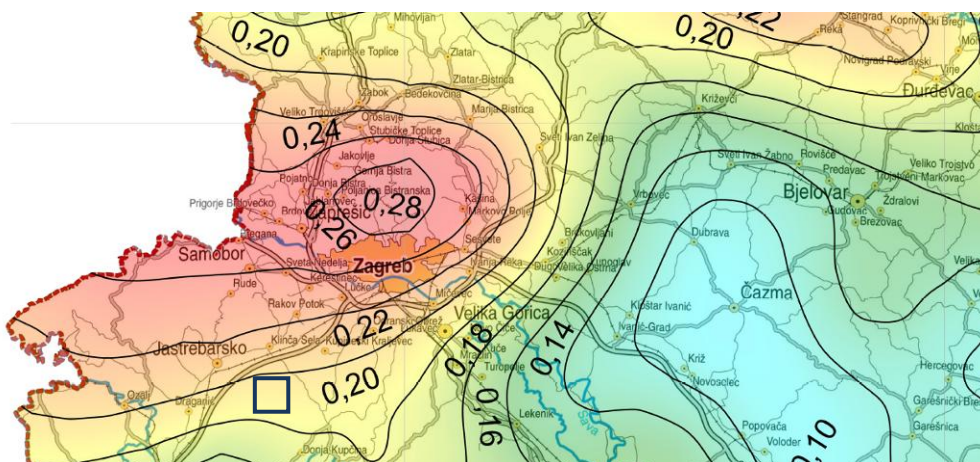
Karte sa tumačem su sastavni dio Nacionalnog dodatka za niz normi HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 1. dio – Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade. Na sljedećim slikama prikazani su isječci karata potresnih područja Republike Hrvatske² za lokaciju istraživanja na kojoj su prikazana vršna ubrzanja tla tipa A.

ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 95 GODINA



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

ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 475 GODINA



Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A (a_{gR}), s vjerojatnosti premašaja 10 % u 50 godina, za poredbeno povratno razdoblje potresa $T_{NCR} = 475$ godina, izraženo u jedinicama gravitacijskog ubrzanja (g)

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	0,093 – 0,099

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



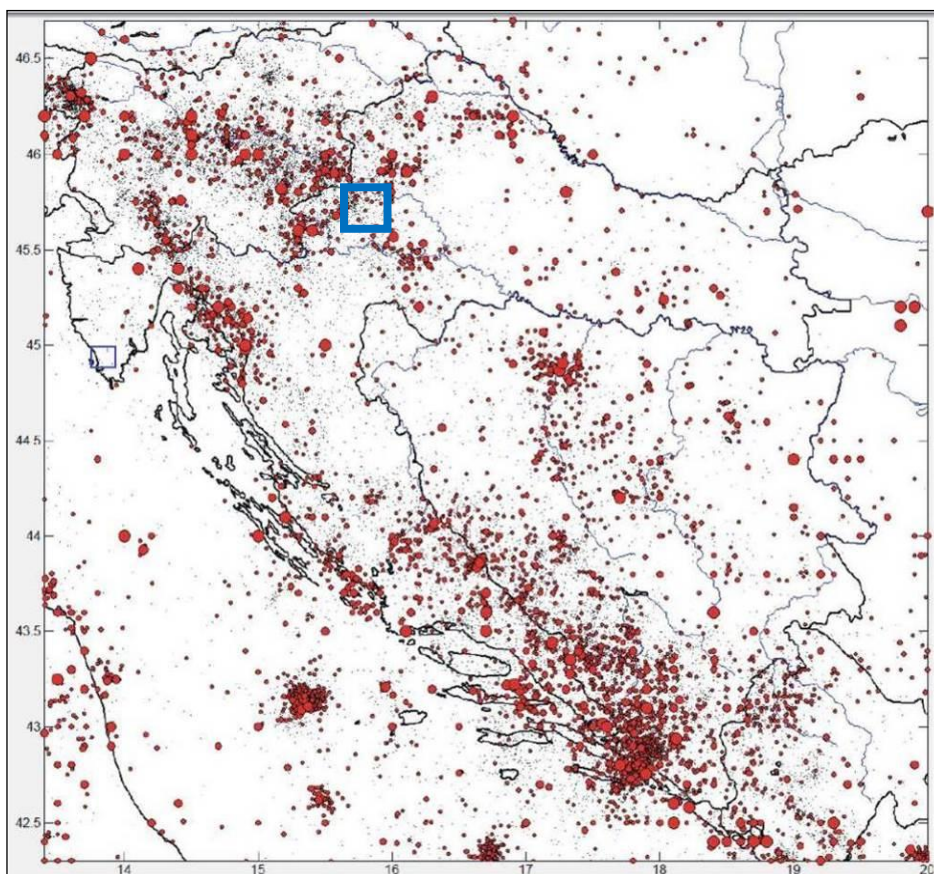
Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A	
Povratni period	a_{gR} (g)
475 godina	0,19 – 0,20

Napomena: za očitavanje poredbenog vršnog ubrzanja predmetne lokacije može se koristiti i web poveznica <http://seizkarta.gfz.hr/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
C	Nanosi zbijenog ili srednje zbijenoga pijeska, šljunka ili krutoplastične gline debljine od nekoliko desetaka do više stotina metara.	180 - 360	15-50	70 - 250
D	Nanosi rastresitih do srednje zbijenih nekoherentnih tala (sa ili bez mekoplastičnih do srednjeplastičnih koherentnih slojeva) ili nanosi s dominantno mekoplastičnim do srednjeplastičnim koherentnim tlima.	<180	<15	<70
E	Površinski aluvijalni pokrivač koji karakterizira brzina v_{s30} geotehničkih sredina C i D i debljina od 5 m do 20 m, a ispod kojeg je krući materijal s brzinom V_{s30} većom od 800 m/s.	-	-	-
S1	Tla koja sadrže sloj debljine najmanje 10 m mekoplastične ili srednjeplastične gline/praha s indeksima plastičnosti većim od 40 i velikim sadržajem vode.	<100	-	10-20
S2	Tla podložna likvefakciji, tla izgrađena od osjetljivih glina ili bilo koja druga geotehnička sredina koja nije navedena od A do E ili pod S1	-	-	-
LEGENDA:				
$v_{s,30}$ - srednja vrijednost brzine poprečnih površinskih valova				
N_{SPT} - standardni penetracijski test (broj udaraca/30cm)				
C_u - posmična čvrstoća tla				

2.2.3 SASTAV I SVOJSTVA MATERIJALA TLA

Podaci o grupama materijala duž trase nasipa ribnjaka Crna Mlaka, duž trase lijevog nasipa kanala Kupa-Kupa i na nalazištima uz lijevi nasip kanala Kupa-Kupa kao i podaci o podzemnoj vodi prikazani su u mapi G3-O89.02.01-G02.0 ovog glavnog projekta.

Projektant :	Marko Kaić, mag. ing. aedif.
--------------	------------------------------



3 TEHNIČKI OPIS

Na poziciji postojećeg nasipa izvodi se novi nasip za zaštitu obrane od poplava. Kota krune novog nasipa iznosi 111,10 m n. m., što je određeno nadvišenjem za 80 cm od 100 god. VV. Širina krune nasipa iznosi 5,0 m, sa iznimkom od 5+000 km do 7+850 km gdje širina krune iznosi 7,0 m. Nagibi pokosa novog nasipa izvode se u rasponima od 1:2 do 1:3. Tijelo nasipa izvodi se od glinenog materijala sa obližnjeg nalazišta materijala što je detaljnije opisano u mapi 2 ovog glavnog projekta, oznake G3-O89.02.01-G02.0.

Uz postojeći nasip na strani retencije pruža se obodni kanal kojeg je na određenim dionicama potrebno urediti ili u potpunosti izvesti kako bi se osiguralo nesmetano otjecanje vode na području retencije Kupčina. Na strani retencije se izvodi berma širine krune od 5,0 m. Kota krune berme definirana je nadvišenjem od 1,95 m od dna kote kanala koji je izveden u konstatnom uzdužnom padu.

Zbog cjelovitosti projekta gabioni sa zategama i geomreže detaljnije su opisane u mapi 2 ovog glavnog projekta, oznake G3-O89.02.01-G02.0.

Projektant :

Marko Kaić, mag. ing. aedif.



4 DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA

4.1 GEOSTATIČKI PRORAČUNI

Geotehničko projektiranje građevine provodi se sukladno Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17, dio sedmi):

- *Geotehničkim projektiranjem dokazuje se da će građevinska konstrukcija s okolnim tlom, stijenom i susjednim građevinama tijekom njenog građenja i trajanja ispunjavati temeljni zahtjev mehaničke otpornosti i stabilnosti u dijelu u kojem tlo, stijena i podzemna voda utječu na tu građevinsku konstrukciju.*
- *Geotehničko projektiranje obuhvaća i projektiranje građevinskih konstrukcija čije osnovno gradivo je tlo, nasipani kamen ili drugi nasipani materijal kao što je rastresiti otpad i slično.*

Geotehničko projektiranje provodi se prema hrvatskim normama vezanim uz Eurokod 7 i Eurokod 8:

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

Svi neophodni proračuni za potrebe dimenzioniranja provedeni su u programima:

GEO STUDIO 2021 paket programa:

- ***SEEP/W*** modul programa GEOSTUDIO 2021 (GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada) koji problem (ne)stacionarnog tečenja rješava metodom konačnih elemenata.
- ***SIGMA/W*** modul programa *GEOSTUDIO 2021* (GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada) za proračun i analizu naponsko deformacijskih stanja metodom konačnih elemenata.
- ***SLOPE/W*** modul programa GEOSTUDIO 2021 (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.

GGU Consolidate program omogućuje proračun jednodimenzionalne konsolidacije u jedno i višeslojnim tlima. Usporedo s klasičnom konsolidacijskom teorijom, program omogućuje analize s vertikalnim drenovima.

GGU-Footing 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 sa Eurokodom 7.

Microsoft-Excel 2016 program za računalnu obradu podataka.



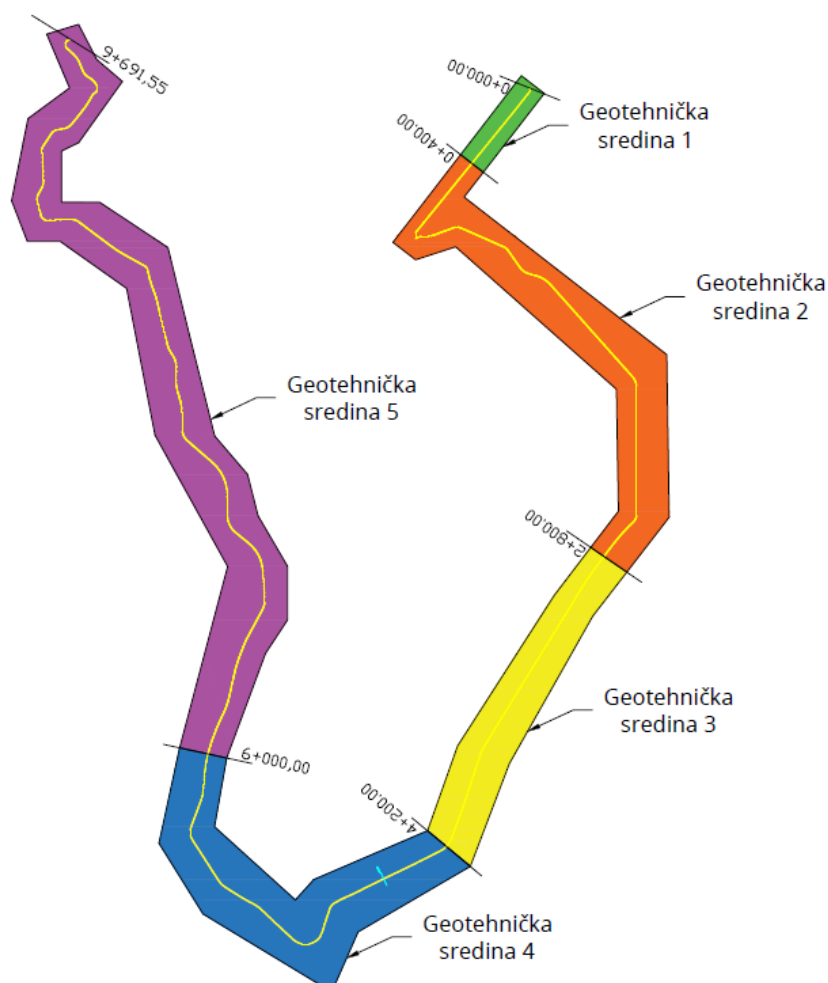
Proračuni se provode na odabranim profilima koji uzimaju u obzir geometriju tla, postojećeg nasipa i novoprojektiranog nasipa, utvrđenu uslojenost i karakteristike nasipa i temeljnog tla utvrđene geotehničkim istražnim radovima i geofizičkim ispitivanjima. Za potrebe projektiranja provedeni su geotehnički istražni radovi koji su se sastojali od:

- Geotehničkog istražnog bušenja: terenske determinacije i ispitivanja materijala (SPT, CPT i DPT), uzorkovanja poremećenih i neporemećenih uzoraka, mjerenje pojave i razine podzemne vode.
- Laboratorijskih ispitivanja fizičkih i mehaničkih svojstava uzoraka tla.
- Interpretaciju i obradu svih podataka geotehničkih istražnih radova te prikaz rezultata kroz izvještaj o ispitivanju temeljnog tla.

Na ribnjacima Crna Mlaka izvodi se rekonstrukcija postojećih nasipa za obranu ribnjaka prilikom visokih vodostaja u retenciji Kupčina te sanacija i rekonstrukcija AB objekata za regulaciju vodotoka u ribnjacima. Rekonstrukcija nasipa izvodi se u ukupnoj duljini od $L=9.691,55\text{m}$. Uslojenost temeljnog tla na trasi nasipa podijeljena je u 5 geotehničkih sredina koje su određene prema podacima iz istražnih radova.

Podjela geotehničkih sredina prema stacionaži nasipa:

- **GS1** - km 0+000,00 – km 0+400,00
- **GS2** - km 0+400,00 – km 2+800,00
- **GS3** - km 2+800,00 – km 4+200,00
- **GS4** - km 4+200,00 – km 6+000,00
- **GS5** - km 6+000,00 – km 9+660,00





4.2 TIPOVI PRORAČUNA

Za potrebe dimenzioniranja provedeni su slijedeći proračuni:

- Analiza procjeđivanja kroz obrambeni nasip - provedena za stacionarno stanje tečenja u temeljnom tlu. Rezultati su ocijenjeni preko vrijednosti izlaznih hidrauličkih gradijenata, odnosno brzina tečenja.
- Slijeganje obrambenog nasipa - izvršen je za granično stanje uporabljivosti s nefaktoriziranim stalnim djelovanjem na temeljno tlo i s karakterističnim parametrima tla.
- Analize stabilnosti pokosa obrambenog nasipa - proračun je proveden prema Eurokodu 7, PP3 s proračunskim parametrima tla.
- Konsolidacijske analize - proračun je proveden s karakterističnim parametrima tla na temeljnom tlu.

4.3 PARAMETRI MATERIJALA

Karakteristike materijala tla i nasipnog materijala odabrane su na osnovu provedenih istražnih radova na lokaciji pri čemu je izvršena grupacija materijala opisanih u poglavlju 2.4.3. te prema dobivenim rezultatima podijeljene su u 4 geotehničke sredine. Karakteristični parametri materijala temeljnog tla za proračun AB zida uzimaju se na temelju istražne bušotine na samoj lokaciji AB zida.

Prema Eurokodu 7-EN 1997 za granično stanje nosivosti prema proračunskom pristupu 3 (PP3) parcijalni koeficijent M2 predstavlja proračunsku vrijednost parametara čvrstoće tla koja se dobiva na način da se karakteristična vrijednost podijeli s parcijalnim koeficijentom za parametre tla.

$$tg\phi'_d = tg\phi'_k / \gamma_\phi \quad c'_d = c'_k / \gamma_c \quad C_{ud} = C_{uk} / \gamma_{cu} \quad \text{gdje je } \gamma_\phi = \gamma_c = 1,25 \text{ i } \gamma_{cu} = 1,40.$$

$$\text{gdje je } \gamma_\phi = \gamma_c = 1,25 \text{ i } \gamma_{cu} = 1,40.$$

4.3.1 NALAZIŠTE (NASIPNI MATERIJAL)

NALAZIŠTE - KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST PARAMETARA									
Vrsta materijala	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedren. čvrstoća	modul stišljivosti	v'	modul elastičnosti	Koef. Vodopropusnosti	
	Y (kN/m ³)	c' (kPa)	Φ (°)	c_u (kPa)	M_s (kPa)		E (kPa)	k_y (m/s)	Ratio k_x/k_y
Stari nasip CI/CH	18,5	5	19	50	3000	0,35	1900	5,00E-09	0,33
Novi nasip CI/CH	18,5	4	14	50	2500	0,35	1600	5,00E-09	0,33
NALAZIŠTE - RAČUNSKA VRIJEDNOST PARAMETARA									
Stari nasip CI/CH	18,5	4	15	36	3000	0,35	1900	5,00E-09	0,33
Novi nasip CI/CH	18,5	3	11	36	2500	0,35	1600	5,00E-09	0,33



4.3.2 GEOTEHNIČKA SREDINA 1

Geotehnička sredina nalazi se u stacionaži od km 0+000,00 do km 0+400,00.

Odabrane karakteristične vrijednosti parametara tla prikazane su u tablici:

GS1 - KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST PARAMETARA											
Vrsta materijala	dubina sloja	RPV	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedren. čvrstoća	modul stišljivosti	ν'	modul elastičnosti	Koef. Vodopropusnosti	
	m		Y (kN/m ³)	c' (kPa)	Φ (°)	cu (kPa)	Ms (kPa)		E (kPa)	ky (m/s)	Ratio kx/ky
CH 1	0-3,1		18	15	19	60	5500	0,35	3400	3,00e-9	9,00e-9
CH/OH	3,1-3,8		15	5	15	40	2500	0,34	1600	5,00e-9	1,50e-8
CH 2	3,8-		18,5	13	18	70	7500	0,35	4600	1,00e-9	3,00e-9

Odabrane računske vrijednosti parametara tla prikazane su u tablici:

GS1 - RAČUNSKA VRIJEDNOST PARAMETARA											
Vrsta materijala	dubina sloja	RPV	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedren. čvrstoća	modul stišljivosti	ν'	modul elastičnosti	Koef. vodopropusnosti	
	m		Y (kN/m ³)	c' (kPa)	Φ (°)	cu (kPa)	Ms (kPa)		E (kPa)	ky (m/s)	Ratio kx/ky
CH 1	0-3,1		18	12	15	43	5500	0,35	3400	3,00e-9	9,00e-9
CH/OH	3,1-3,8		15	4	12	29	2500	0,34	1600	5,00e-9	1,50e-8
CH 2	3,8-		18,5	10	15	50	7500	0,35	4600	1,00e-9	3,00e-9

4.3.3 GEOTEHNIČKA SREDINA 2

Geotehnička sredina nalazi se u stacionaži od km 0+400,00 do km 2+800,00.

Odabrane karakteristične vrijednosti parametara tla prikazane su u tablici:

GS2 - KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST PARAMETARA											
Vrsta materijala	dubina sloja	RPV	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedren. čvrstoća	modul stišljivosti	ν'	modul elastičnosti	Koef. Vodopropusnosti	
	m		Y (kN/m ³)	c' (kPa)	Φ (°)	cu (kPa)	Ms (kPa)		E (kPa)	ky (m/s)	Ratio kx/ky
CH 1	0 – 8		18,5	13	18	80	5500	0,35	3400	1,00e-9	3,00e-9
CH 2	8 -		18,5	13	18	80	7000	0,35	4400	1,00e-9	3,00e-9

Odabrane računske vrijednosti parametara tla prikazane su u tablici:

GS2 - RAČUNSKA VRIJEDNOST PARAMETARA											
Vrsta materijala	dubina sloja	RPV	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedren. čvrstoća	modul stišljivosti	ν'	modul elastičnosti	Koef. vodopropusnosti	
	m		Y (kN/m ³)	c' (kPa)	Φ (°)	cu (kPa)	Ms (kPa)		E (kPa)	ky (m/s)	Ratio kx/ky
CH 1	0 – 8		18,5	10	15	57	5500	0,35	3400	1,00e-9	3,00e-9
CH 2	8 -		18,5	10	15	57	7000	0,35	4400	1,00e-9	3,00e-9



4.3.4 GEOTEHNIČKA SREDINA 3

Geotehnička sredina nalazi se u stacionaži od km 2+800,00 do km 4+200,00.

Odabrane karakteristične vrijednosti parametara tla prikazane su u tablici:

GS3 - KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST PARAMETARA											
Vrsta materijala	dubina sloja	RPV	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedren. čvrstoća	modul stišljivosti	ν'	modul elastičnosti	Koef. Vodopropusnosti	
	m		Y (kN/m ³)	c' (kPa)	Φ (°)	cu (kPa)	Ms (kPa)		E (kPa)	ky (m/s)	Ratio kx/ky
CH 1	0 – 1,5		19	10	18	60	4500	0,35	2800	1,00e-9	3,00e-9
CH/OH	1,5 – 2,1		15	4	15	35	2000	0,34	1300	5,00e-9	1,50e-8
CH 2	2,1 -		19	12	18	80	7000	0,35	4400	1,00e-9	3,00e-9

Odabrane računске vrijednosti parametara tla prikazane su u tablici:

GS3 - RAČUNSKA VRIJEDNOST PARAMETARA											
Vrsta materijala	dubina sloja	RPV	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedren. čvrstoća	modul stišljivosti	ν'	modul elastičnosti	Koef. vodopropusnosti	
	m		Y (kN/m ³)	c' (kPa)	Φ (°)	cu (kPa)	Ms (kPa)		E (kPa)	ky (m/s)	Ratio kx/ky
CH 1	0 – 1,5		19	8	15	43	4500	0,35	2800	1,00e-9	3,00e-9
CH/OH	1,5 – 2,1		15	3	12	25	2000	0,34	1300	5,00e-9	1,50e-8
CH 2	2,1 -		19	10	15	57	7000	0,35	4400	1,00e-9	3,00e-9

4.3.5 GEOTEHNIČKA SREDINA 4

Geotehnička sredina nalazi se u stacionaži od km 4+200,00 do km 6+000,00.

Odabrane karakteristične vrijednosti parametara tla prikazane su u tablici:

GS4 - KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST PARAMETARA											
Vrsta materijala	dubina sloja	RPV	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedren. čvrstoća	modul stišljivosti	ν'	modul elastičnosti	Koef. Vodopropusnosti	
	m		Y (kN/m ³)	c' (kPa)	Φ (°)	cu (kPa)	Ms (kPa)		E (kPa)	ky (m/s)	Ratio kx/ky
CH/OH 1	0 – 1		17	3	15	25	2000	0,35	1250	1,00e-9	3,00e-9
CH 1	1 – 3,5		19	12	18	70	5500	0,35	3400	1,00e-9	3,00e-9
SC	3,5 – 4		20	2	32	/	11000	0,31	7900	1,00e-6	3,00e-6
CH 2	4 – 5		19	12	18	70	6500	0,35	4100	1,00e-9	3,00e-9
CH/OH 2	5 – 5,5		17	10	18	80	8000	0,35	5000	1,00e-9	3,00e-9
CH 3	5,5 -		19	15	19	100	8000	0,35	5000	1,00e-9	3,00e-9

Odabrane računске vrijednosti parametara tla prikazane su u tablici:

GS4 - RAČUNSKA VRIJEDNOST PARAMETARA											
Vrsta materijala	dubina sloja	RPV	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedren. čvrstoća	modul stišljivosti	ν'	modul elastičnosti	Koef. vodopropusnosti	
	m		Y (kN/m ³)	c' (kPa)	Φ (°)	cu (kPa)	Ms (kPa)		E (kPa)	ky (m/s)	Ratio kx/ky
CH/OH 1	0 – 1		17	2	12	18	2000	0,35	1250	1,00e-9	3,00e-9
CH 1	1 – 3,5		19	10	15	50	5500	0,35	3400	1,00e-9	3,00e-9
SC	3,5 – 4		21	2	27	/	11000	0,31	7900	1,00e-6	1,00e-6
CH 2	4 – 5		19	10	15	50	6500	0,35	4100	1,00e-9	3,00e-9
CH/OH 2	5 – 5,5		17	8	15	57	8000	0,35	5000	1,00e-9	3,00e-9
CH 3	5,5 -		19	12	15	71	8000	0,35	5000	1,00e-9	3,00e-9



Odabrani parametri materijala na lokaciji ispusta u stacionaži km 4+861,22 određeni su na temelju bušotina S-141-18-15 i S-141-18-16.

Odabrane karakteristične vrijednosti parametara tla prikazane su u tablici:

GS4 - KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST PARAMETARA											
Vrsta materijala	dubina sloja	RPV	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedren. čvrstoća	modul stišljivosti	ν'	modul elastičnosti	Koef. Vodopropusnosti	
	m		m	Y (kN/m3)	c' (kPa)	Φ(°)	cu (kPa)		Ms (kPa)	E (kPa)	ky (m/s)
CH 1	0 – 2,5		19	12	18	70	5500	0,35	3400	1,00e-9	3,00e-9
CH/CI	2,5 – 4,0		18,5	8	22	60	6100	0,35	3800	5,00e-9	1,50e-9
CH/OH	4,0 – 4,5		17	5	16	50	8000	0,35	5000	1,00e-9	3,00e-9
CH/CI 2	4,5 -		19	15	20	100	8000	0,35	5000	1,00e-9	3,00e-9

Odabrane računske vrijednosti parametara tla prikazane su u tablici:

GS4 - RAČUNSKA VRIJEDNOST PARAMETARA											
Vrsta materijala	dubina sloja	RPV	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedren. čvrstoća	modul stišljivosti	ν'	modul elastičnosti	Koef. vodopropusnosti	
	m		m	Y (kN/m3)	c' (kPa)	Φ(°)	cu (kPa)		Ms (kPa)	E (kPa)	ky (m/s)
CH 1	0 – 2,5		19	10	15	50	5500	0,35	3400	1,00e-9	3,00e-9
CH/CI	2,5 – 4,0		18,5	6	18	43	6100	0,35	3800	5,00e-9	1,50e-9
CH/OH	4,0 – 4,5		17	4	13	36	8000	0,35	5000	1,00e-9	3,00e-9
CH/CI 2	4,5 -		19	12	16	71	8000	0,35	5000	1,00e-9	3,00e-9

4.3.6 GEOTEHNIČKA SREDINA 5

Geotehnička sredina nalazi se u stacionaži od km 6+000,00 do km 9+660,00.

Odabrane karakteristične vrijednosti parametara tla prikazane su u tablici:

GS5 - KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST PARAMETARA											
Vrsta materijala	dubina sloja	RPV	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedren. čvrstoća	modul stišljivosti	ν'	modul elastičnosti	Koef. Vodopropusnosti	
	m								m	Y (kN/m3)	c' (kPa)
CH/OH 1	1,5 – 2,8		17	5	15	20	2000	0,34	1300	1,00e-8	3,00e-8
CH 1	2,8 – 4,4		19	11	18	70	4500	0,35	2800	2,00e-9	6,00e-9
CH/OH 2	4,4 – 6,0		17	5	15	40	3500	0,34	2300	1,00e-8	3,00e-8
CH 2	6,0 -		19	12	17	90	7000	0,35	4400	1,00e-9	3,00e-9

Odabrane računske vrijednosti parametara tla prikazane su u tablici:

GS5 - RAČUNSKA VRIJEDNOST PARAMETARA											
Vrsta materijala	dubina sloja	RPV	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedren. čvrstoća	modul stišljivosti	ν'	modul elastičnosti	Koef. vodopropusnosti	
	m		m	Y (kN/m3)	c' (kPa)	Φ(°)	cu (kPa)		Ms (kPa)	E (kPa)	ky (m/s)
CH/OH 1	1,5 – 2,8		16	4	12	14	2000	0,34	1300	1,00e-8	3,00e-8
CH 1	2,8 – 4,4		19	9	15	55	4500	0,35	2800	2,00e-9	6,00e-9
CH/OH 2	4,4 – 6,0		16	4	12	29	3500	0,34	2300	1,00e-8	3,00e-8
CH 2	6,0 -		19	10	14	64	7000	0,35	4400	1,00e-9	3,00e-9



4.3.7 GEOMREŽA

Geomreže su zadane pomoću kontaktnih parametara čvrstoće c i φ i sile otpornosti na čupanje.

Geomreža 40 kN/m

Type: Geosynthetic	Calculation Settings Force Orientation: 0 (0 - Axial, 1 - Parallel to Slice Base) ODF Dependent: No Force Distribution: Distributed
Pullout Resistance ☐ Pullout Resistance (F/Area): 1 kPa ☒ Calculate Pullout Resistance from: Interface Adhesion: 4 kPa Interface Shear Angle: 14 ° Surface Area Factor: 1 Reduction Factor: 1,25	Installation Specifications Face Anchorage: Yes
Tensile Capacity Tensile Capacity: 40 kN/m Reduction Factor: 2,2	
Factored Pullout Resistance: Factored Tensile Capacity: 18,182 kN/m	

Faktor prionjivosti (Interface Factor) jednak je 1,0 što programu znači da se trenje aktivira samo na jednoj strani geomreže. U stvarnosti se trenje aktivira na obje strane. Odabirom vrijednosti 1,0 za faktor prionjivosti smo na strani sigurnosti. Parcijalni faktor sigurnosti na vlačnu čvrstoću geomreže (Fabric Safety Factor) je 2,2.

4.3.8 GABIONI SA ZATEGOM

Gabion sa zategom je zadan pomoću kontaktnih parametara čvrstoće c i φ i sile otpornosti na čupanje.

Gabion sa zategom 46 kN/m

Type: Geosynthetic	Calculation Settings Force Orientation: 0 (0 - Axial, 1 - Parallel to Slice Base) F of S Dependent: No Force Distribution: Distributed
Pullout Resistance ☐ Pullout Resistance (F/Area): 1 kPa ☒ Calculate Pullout Resistance from: Interface Adhesion: 4 kPa Interface Shear Angle: 14 ° Surface Area Factor: 1 Reduction Factor: 1,25	Installation Specifications Face Anchorage: Yes
Tensile Capacity Tensile Capacity: 46 kN/m Reduction Factor: 1,65	
Factored Pullout Resistance: Factored Tensile Capacity: 27,879 kN/m	



Faktor prionjivosti (Interface Factor) jednak je 1,0 što programu znači da se trenje aktivira samo na jednoj strani geomreže. U stvarnosti se trenje aktivira na obje strane. Odabirom vrijednosti 1,0 za faktor prionjivosti smo na strani sigurnosti. Parcijalni faktor sigurnosti na vlačnu čvrstoću geomreže (Fabric Safety Factor) je 1,65.

4.3.9 GEOTEHNIČKE ANALIZE UGRADNJE CH GLINE ZA REKONSTRUKCIJU NASIPA

Rekonstrukcija nasipa ribnjaka Crna Mlaka izvodit će se glinenim materijalom sa nalazišta uz lijevi nasip Kupa-Kupa i sa materijalom lijevog nasipa Kupa-Kupa.

Materijal sa navedenih nalazišta ne udovoljava uvjetima OTU-a. Iako u manjem postotku nalazišta i nasipa postoji materijal koji odgovara uvjetima ugradnje, za potrebe ove analize razmatra se da je kompletna dogradnja nasipa izvedena visokoplastičnim glinenim materijalom (CH) i visokoplastičnim glinenim materijalom sa organskom primjesom (CH/OH).

4.3.9.1 Analiza parametara visokoplastične gline

Važno je napomenuti da se dobivene vrijednosti ispitanih parametara odnose na uzorke pripremljene s optimalnom vlažnosti, dok pri povećanim vlažnostima mehanička svojstva bitno padaju. Zbog toga su odabrane vrijednosti za numeričke analize oprezna projektantska procjena na temelju očekivanih uvjeta izvođenja.

Nalazišta (materijal za nasip):

SVOJSTVO	RASPON ISPITANIH VRIJEDNOSTI	SREDNJA VRIJEDNOST	MEDIJAN	KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST (Orr & Farrell, 1999)	ODABRANA VRIJEDNOST
kohezija c' [kPa]	21,9 – 29,20	23,58	23,60	18,90	4,0
kut unutarnjeg trenja ϕ [°]	13,70 – 18,10	15,67	15,20	14,92	14,0
nedrenirana posmična čvrstoća c_u [kPa]	178,00 – 256,00	216,00	214,00	183,60	50,0



4.4 ANALIZA 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

4.4.1 RAČUNSKI MODELI

Analize procjeđivanja su izvršene na računskim modelima **RM1 – RM9** koji opisuju projektirane karakteristične poprečne presjeke na odabranim profilima. Vrijednosti 100. god VV i vode na kruni nasipa za navedene modele opisane su u projektnim situacijama.

GS1 - RM1 - karakteristični poprečni presjek na profilu P6 na stacionaži 0+250,00

GS2 - RM2 - karakteristični poprečni presjek na profilu P33 na stacionaži 1+600,00

GS2 - RM3 - karakteristični poprečni presjek na profilu P35 na stacionaži 1+700,00

GS3 - RM4 - karakteristični poprečni presjek na profilu P79 na stacionaži 3+900,00.

GS4 - RM5 - karakteristični poprečni presjek na profilu P4 (situacija srca) na stacionaži 4+861,22

GS4 - RM6 - karakteristični poprečni presjek na profilu P113 na stacionaži 5+600,00

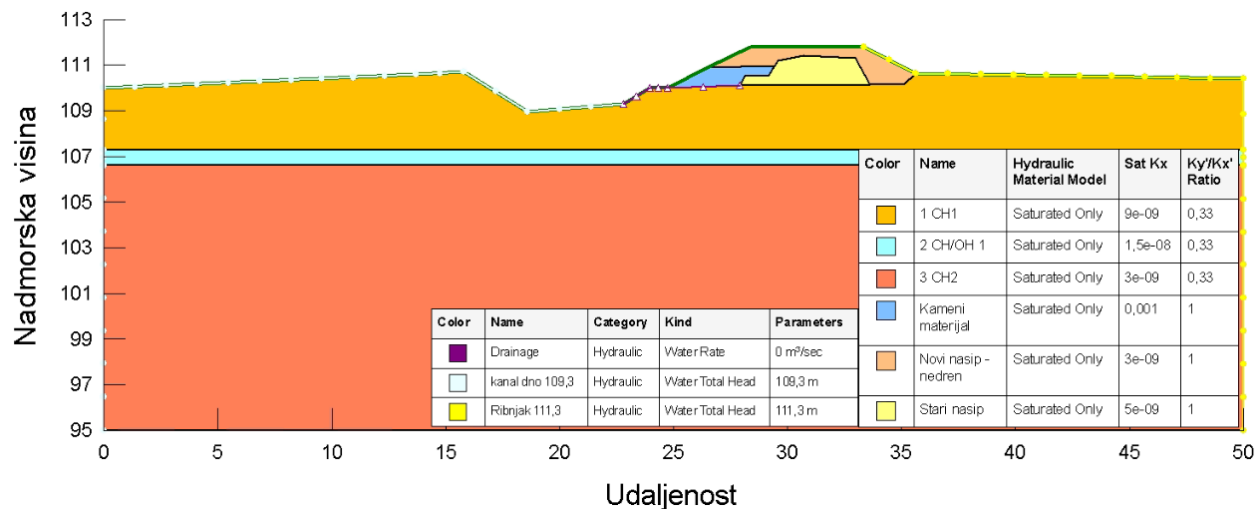
GS5 - RM7 - karakteristični poprečni presjek na profilu P147 na stacionaži 7+300,00

GS5 - RM8 - karakteristični poprečni presjek na profilu P158 na stacionaži 7+850,00

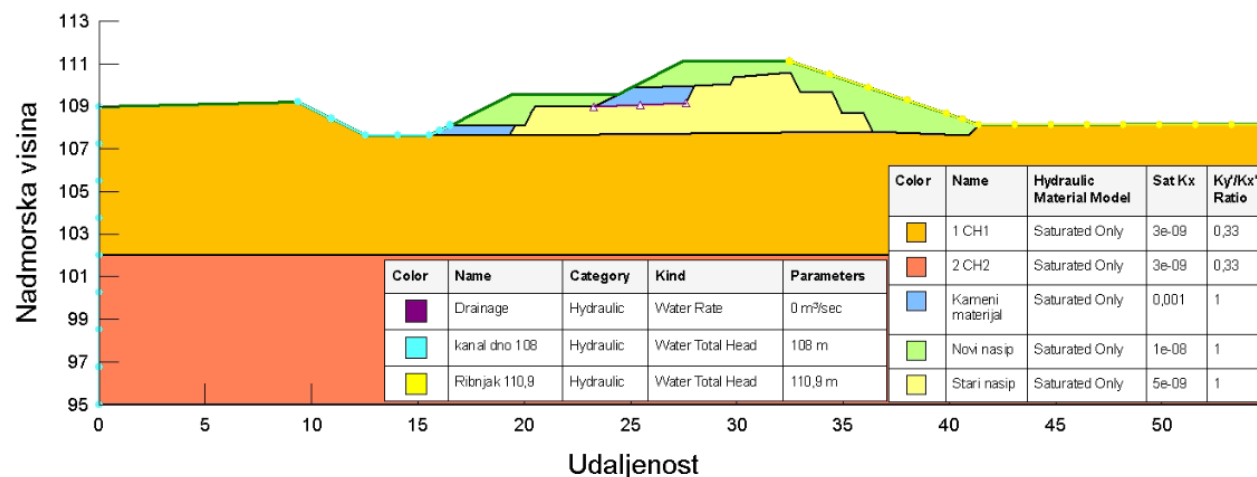
GS5 - RM9 - karakteristični poprečni presjek na profilu P186 na stacionaži 9+250,00.



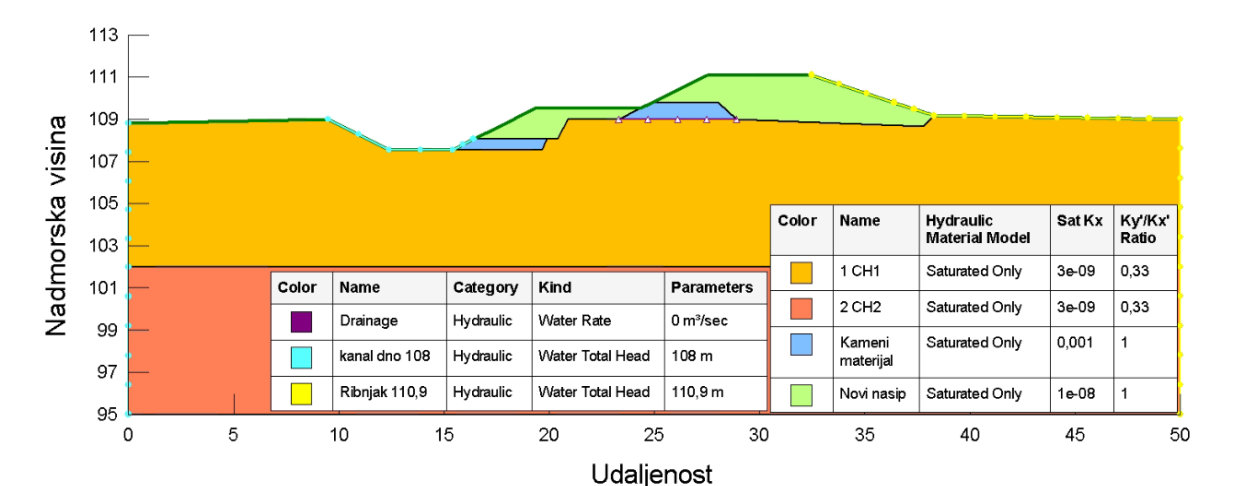
Računski model RM1



Računski model RM2

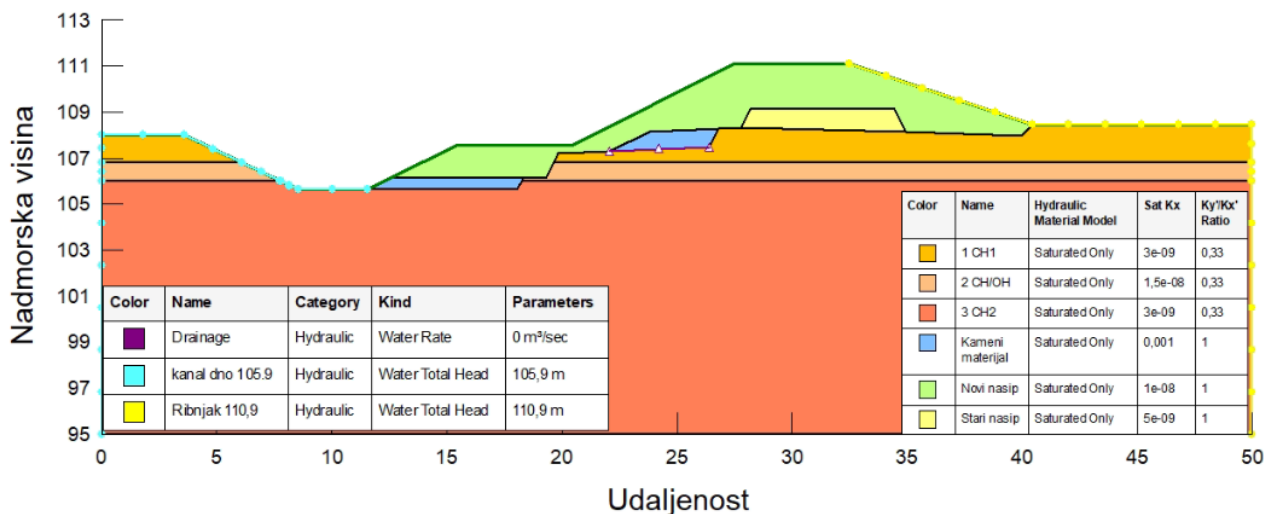


Računski model RM3

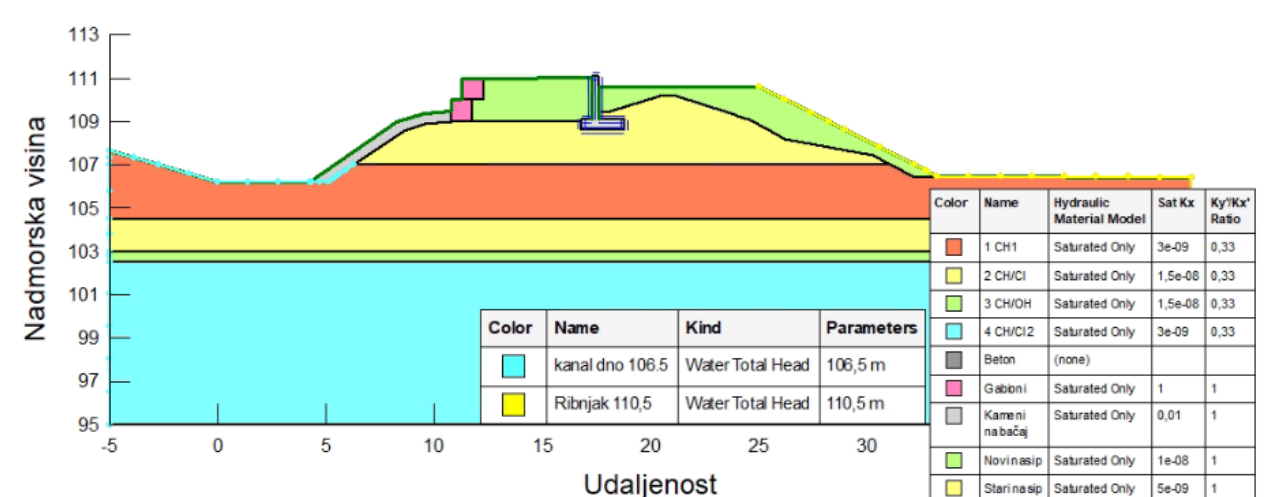




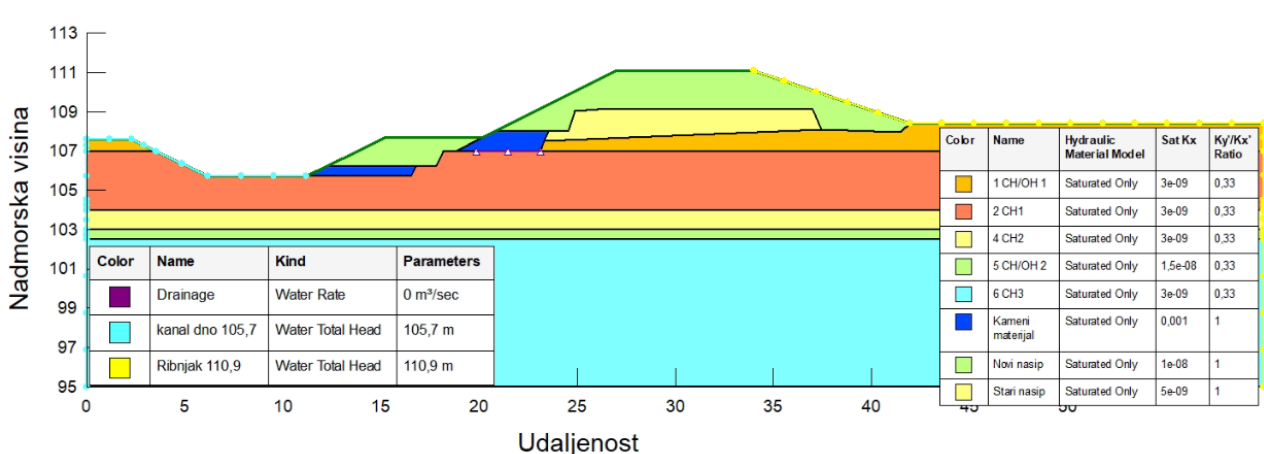
Računski model RM4



Računski model RM5

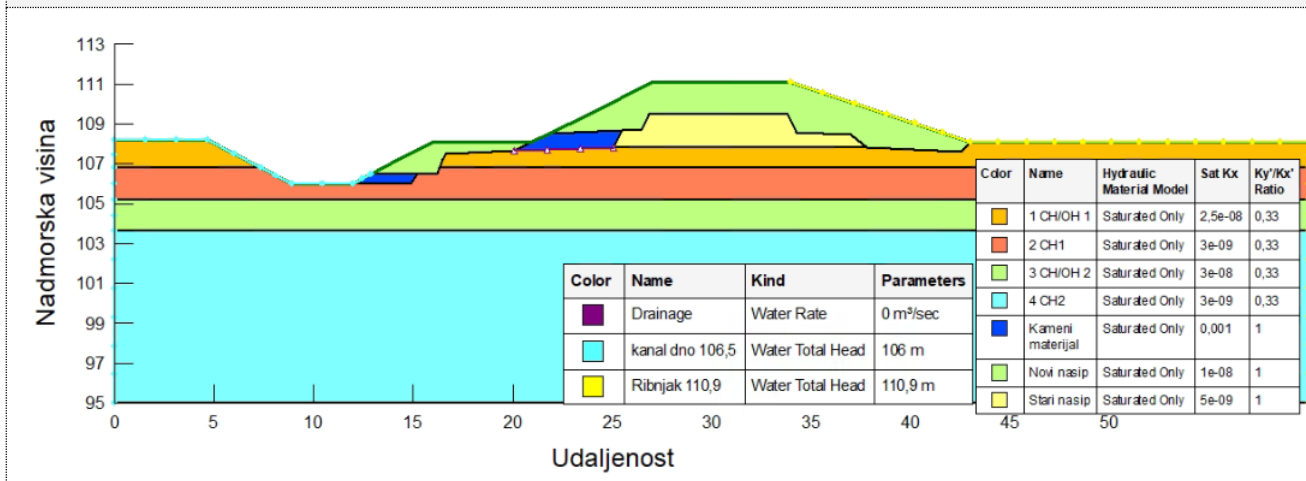


Računski model RM6

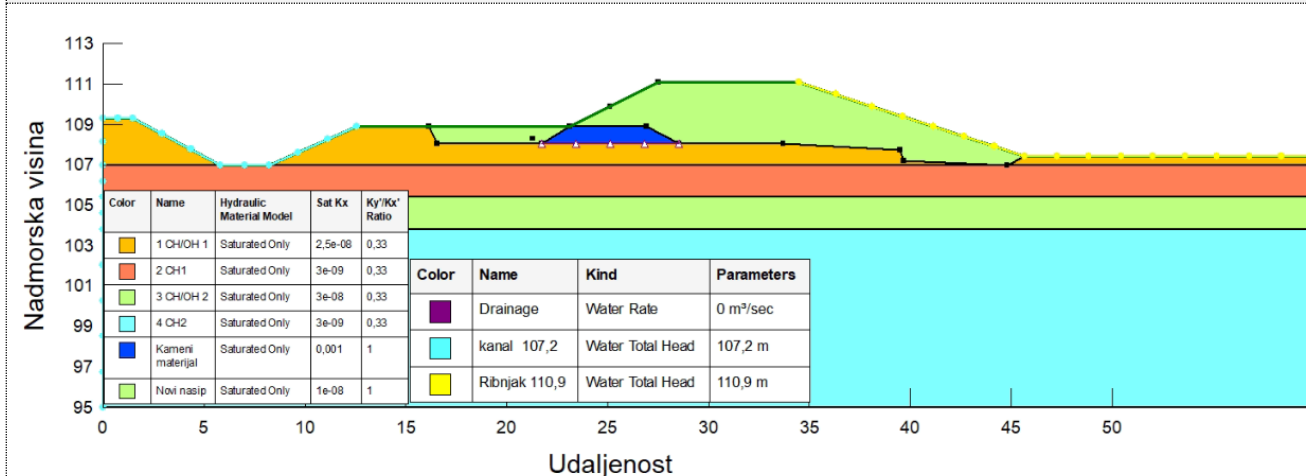




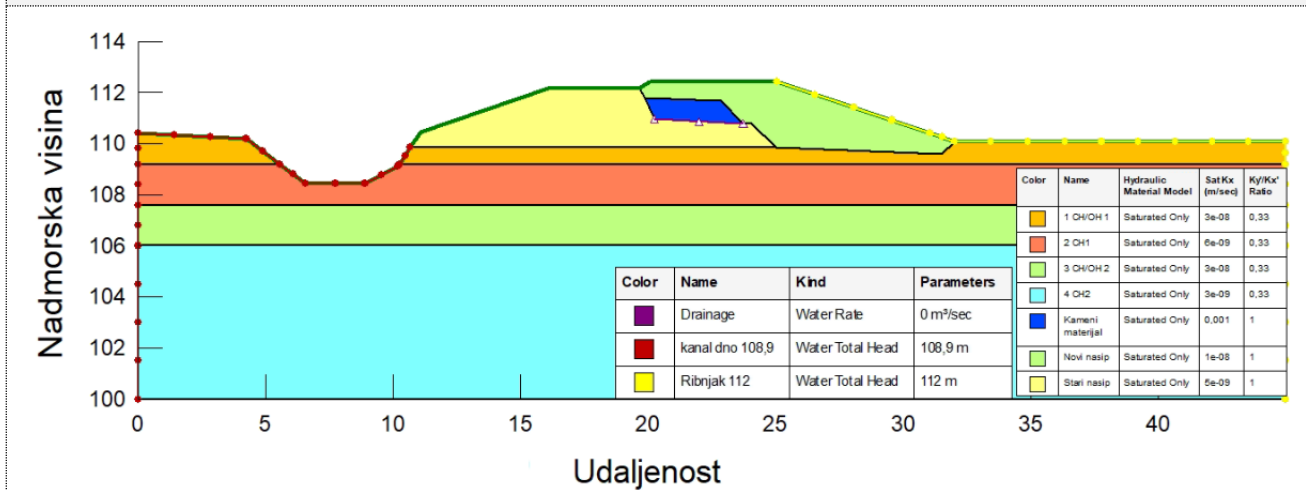
Računski model RM7



Računski model RM8



Računski model RM9





4.4.2 PROJEKTNE SITUACIJE

Proračun je proveden za odabrane najnepovoljnije projektne situacije. Projektne situacije iste su za sve računske modele i one su:

R. br.	Oznaka projektne situacije	Projektna situacija	Napomena
1.	S1	Visoka voda	Kota visoke vode na strani ribnjaka ovisi o odabranom poprečnom presjeku nasipa (110,5 m.n.m.– 112,0 m.n.m.)

4.4.3 REZULTATI PRORAČUNA

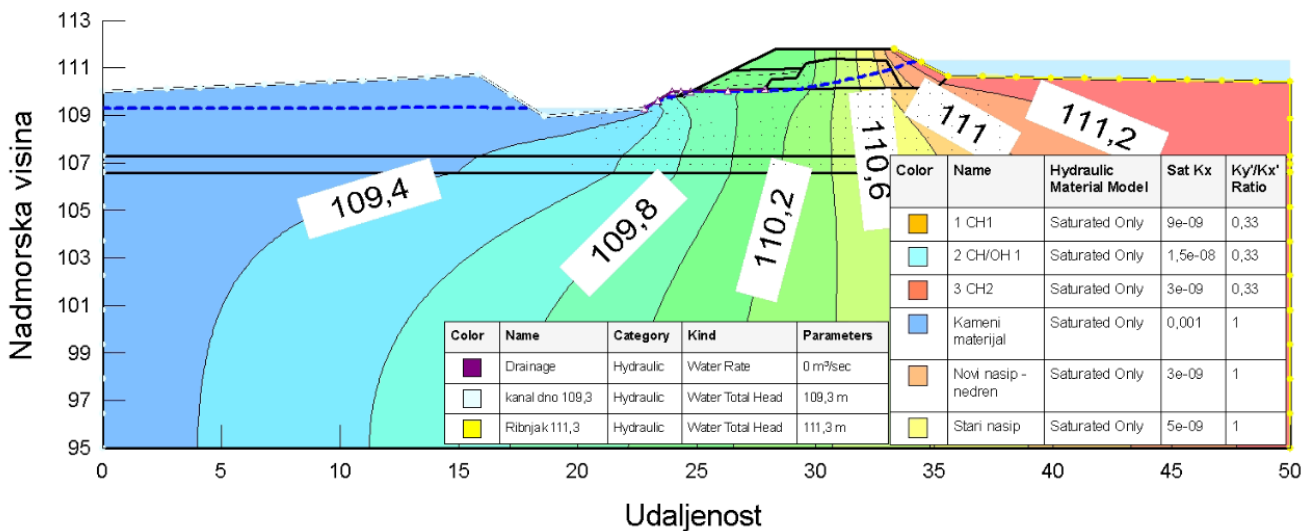
R. br.	Računski model	Projektna situacija	Max. Vrijednost izlaznog gradijenta I_{xy} max
1.	RM1	Visoka voda	0,45
2.	RM2	Visoka voda	0,25
3.	RM3	Visoka voda	0,25
4.	RM4	Visoka voda	0,40
5.	RM5	Visoka voda	0,10
6.	RM6	Visoka voda	0,45
7.	RM7	Visoka voda	0,30
8.	RM8	Visoka voda	0,10
9.	RM9	Visoka voda	0,45



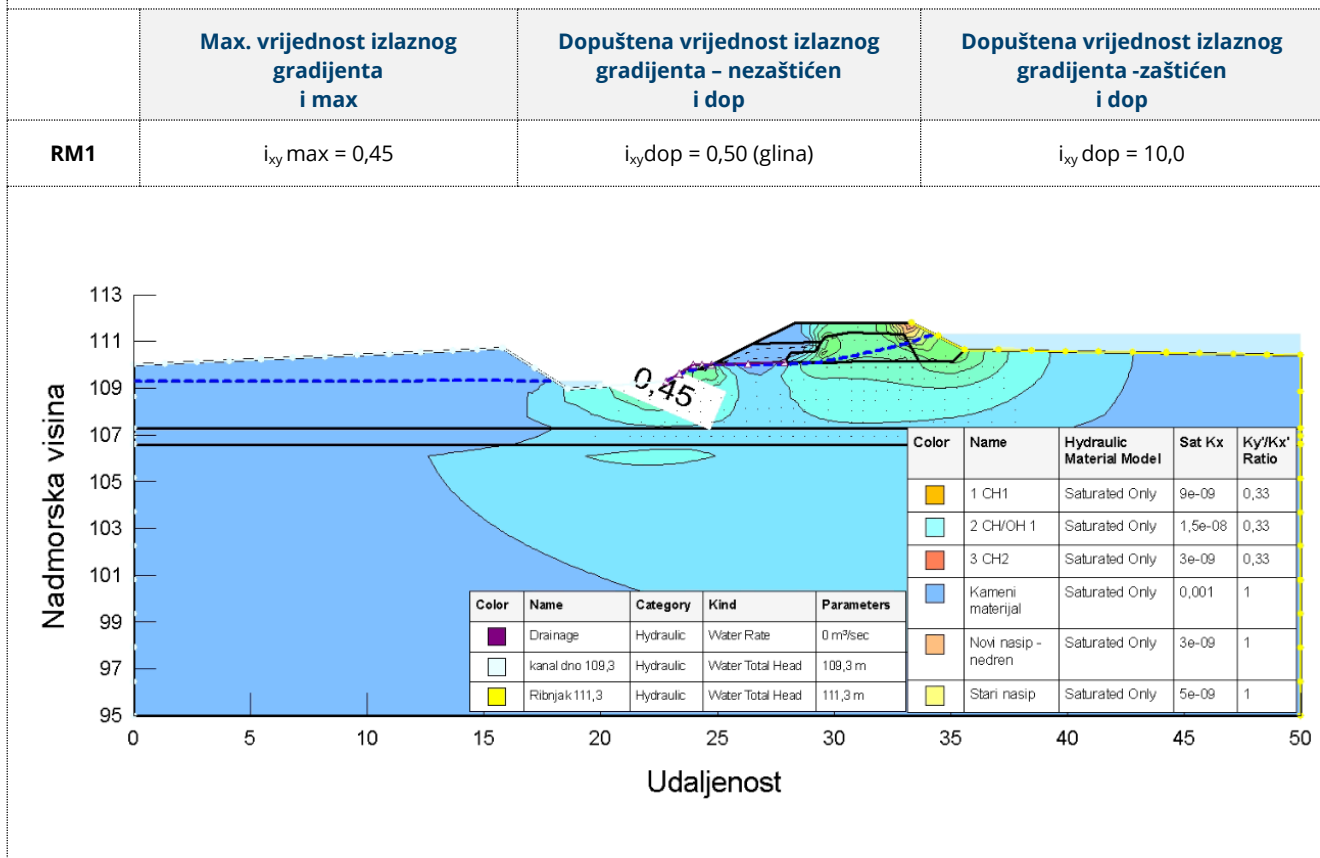
RM1 - Rezultati analize procjeđivanja

RM1 -Prikazani su rezultati za projektnu situaciju S1 " Visoka voda " na računskom modelu RM1.

RM1-S1 - Ekvipotencijale



RM1-S1 - Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta i_{xy} :

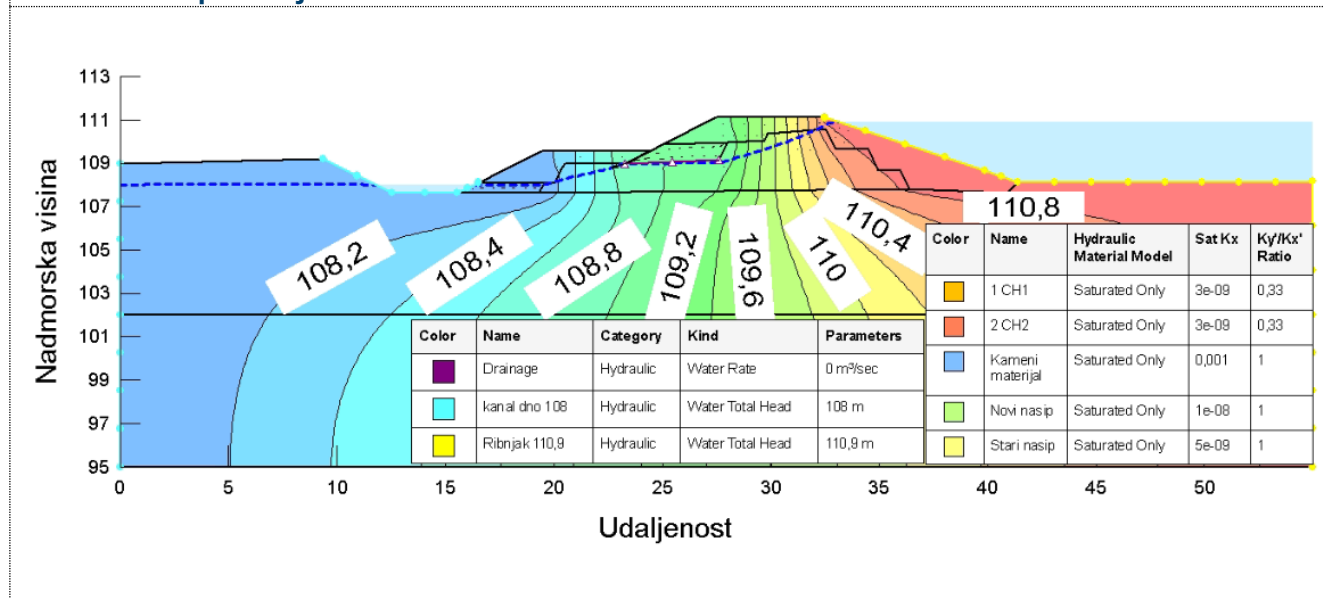




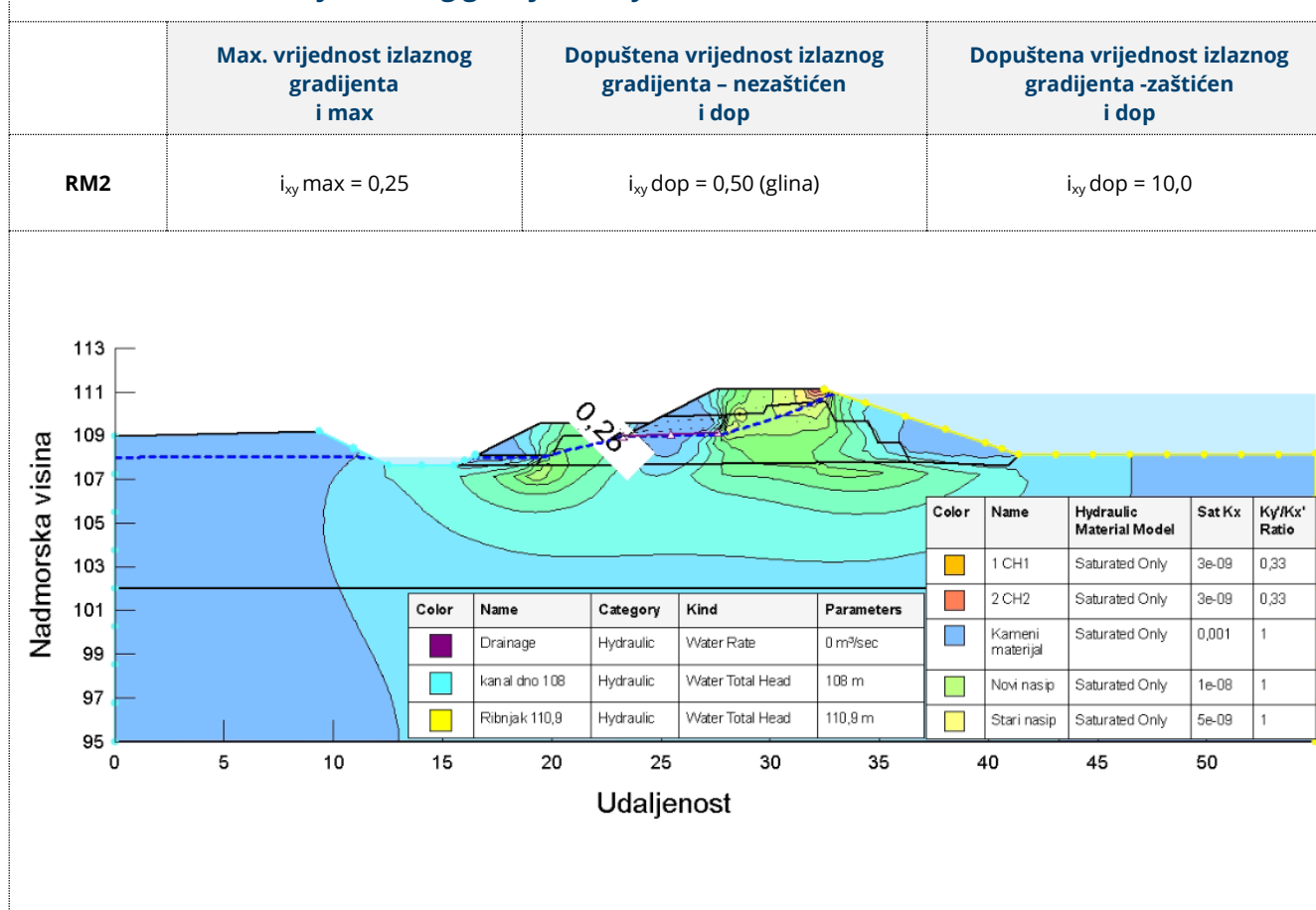
RM2 - Rezultati analize procjeđivanja

RM2 -Prikazani su rezultati za projektnu situaciju S1 " Visoka voda " na računskom modelu RM2.

RM2-S1 - Ekvipotencijale



RM2-S1 - Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta i_{xy} :

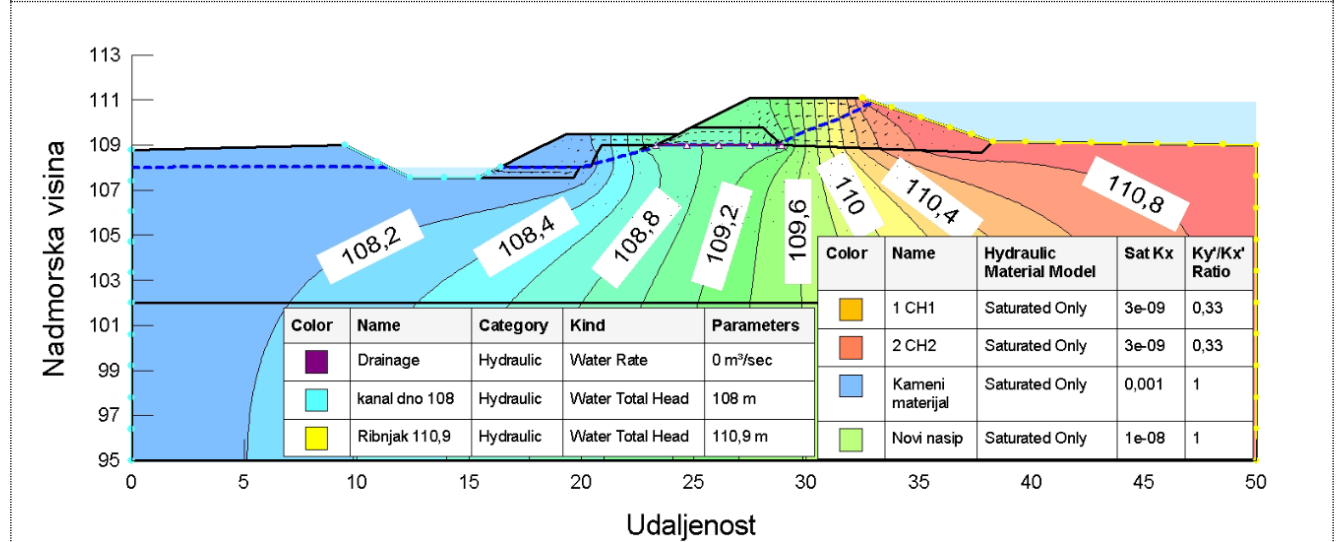




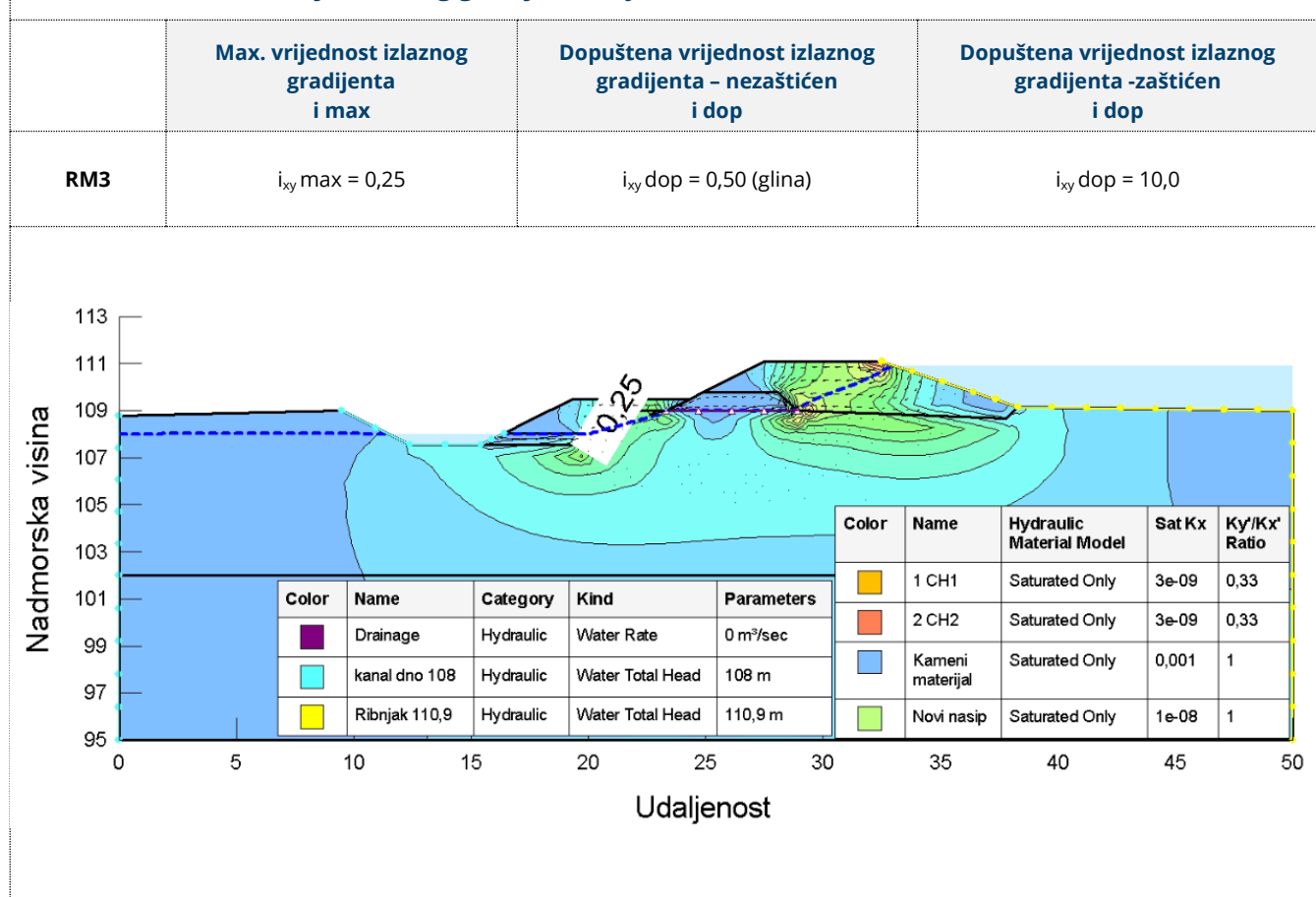
RM3 - Rezultati analize procjeđivanja

RM3 -Prikazani su rezultati za projektnu situaciju S1 " Visoka voda " na računskom modelu RM3.

RM3-S1 - Ekvipotencijale



RM3-S1 - Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta i_{xy} :

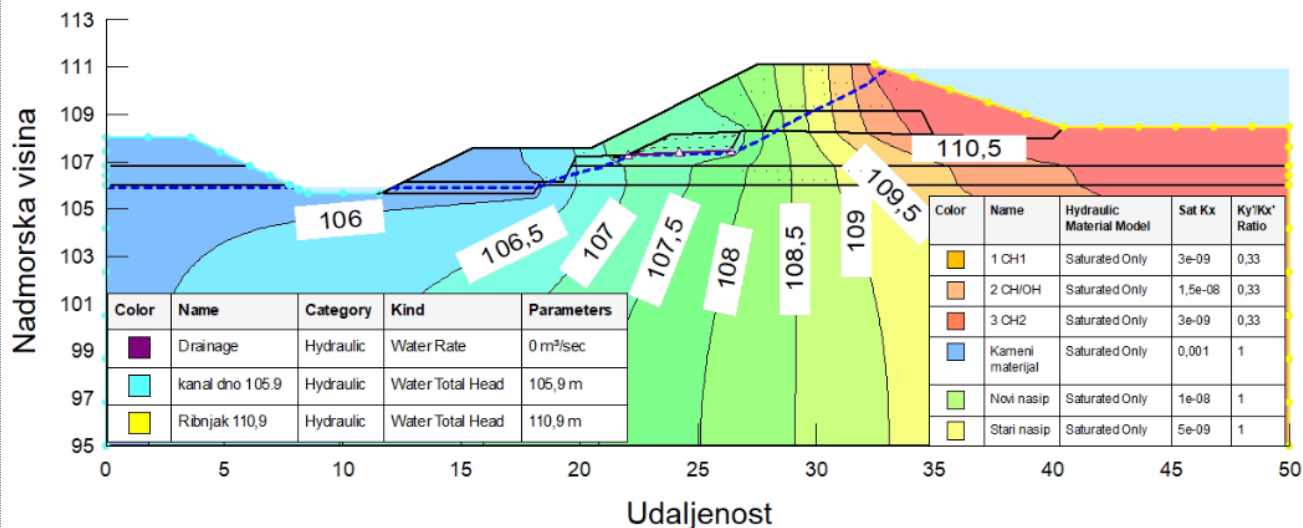




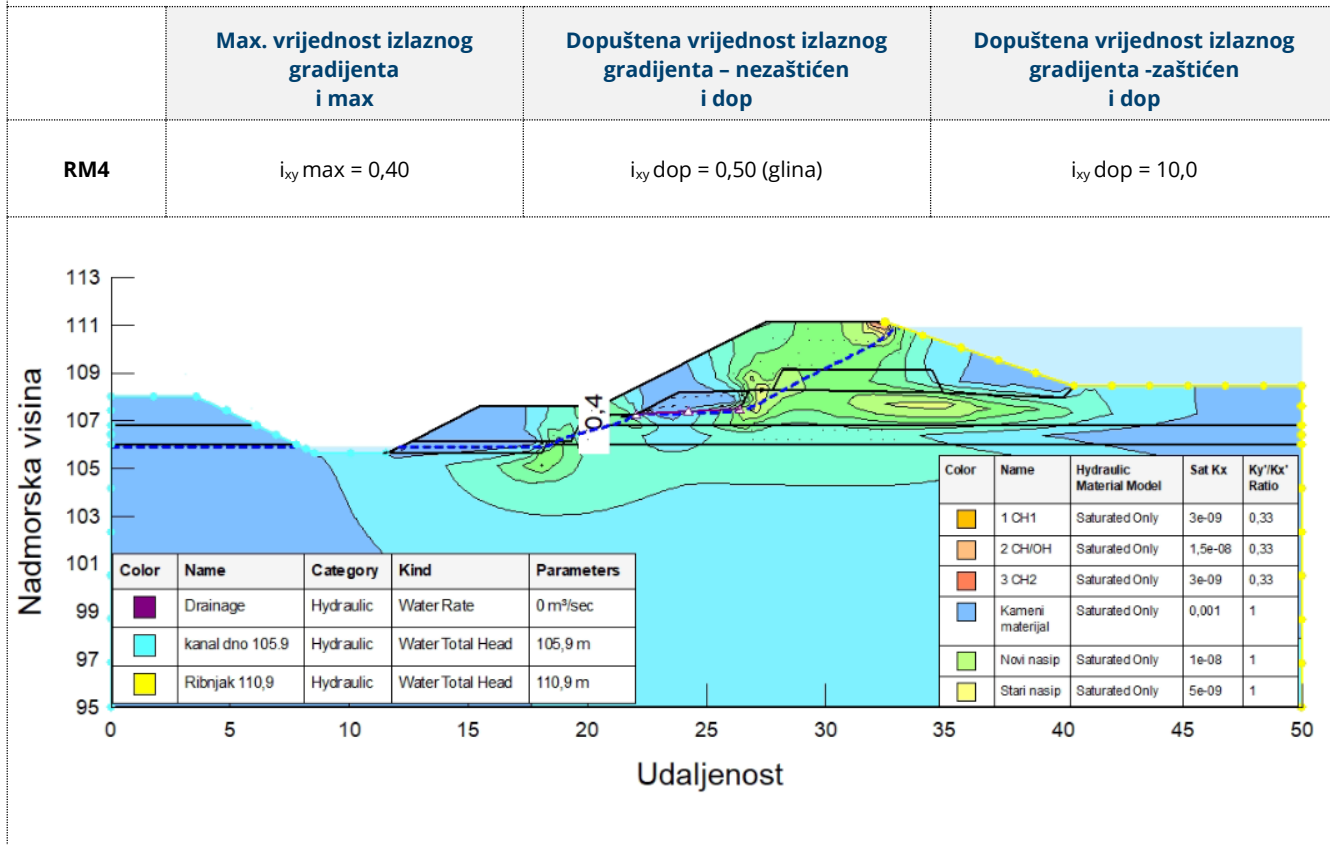
RM4 - Rezultati analize procjeđivanja

RM4 -Prikazani su rezultati za projektnu situaciju S1 " Voda na kruni " na računskom modelu RM4.

RM4-S1 - Ekvipotencijale



RM4-S1 - Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta i_{xy} :

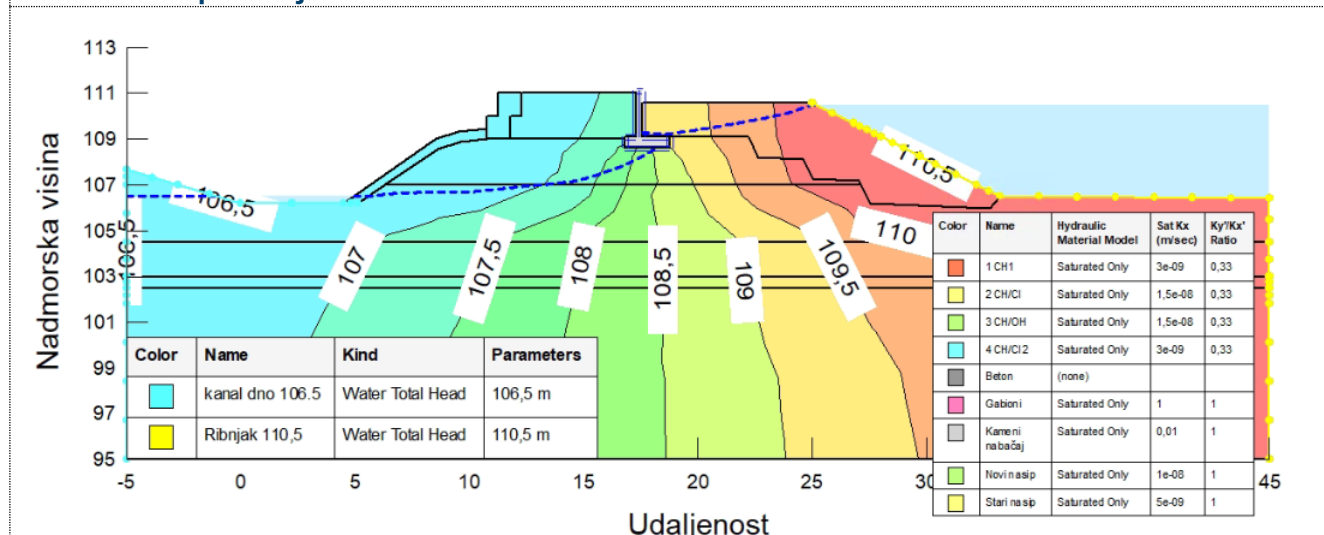




RM5 - Rezultati analize procjeđivanja

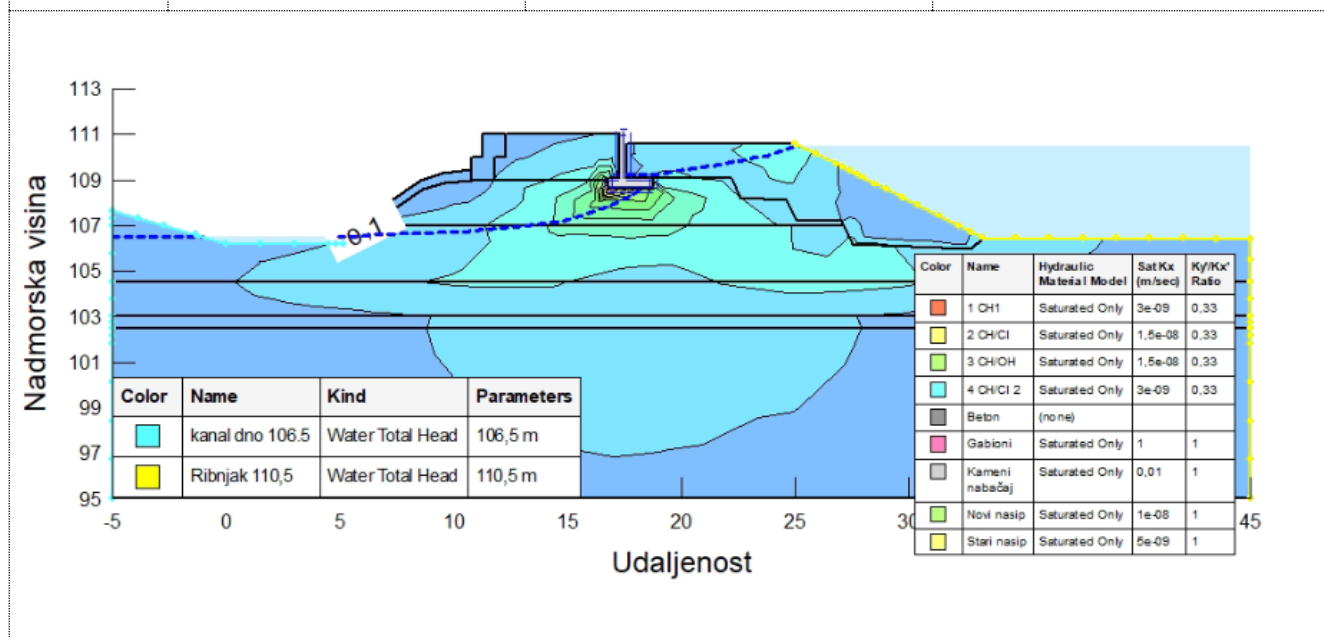
RM5 -Prikazani su rezultati za projektnu situaciju S1 " Voda na kruni " na računskom modelu RM5.

RM5-S1 - Ekvipotencijale



RM5-S1 - Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta i_{xy} :

	Max. vrijednost izlaznog gradijenta i_{xy} max	Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta – nezaštićen i_{xy} dop	Dopuštena vrijednost izlaznog gradijenta -zaštićen i_{xy} dop
RM5	i_{xy} max = 0,1	i_{xy} dop = 0,50 (glina)	i_{xy} dop = 10,0

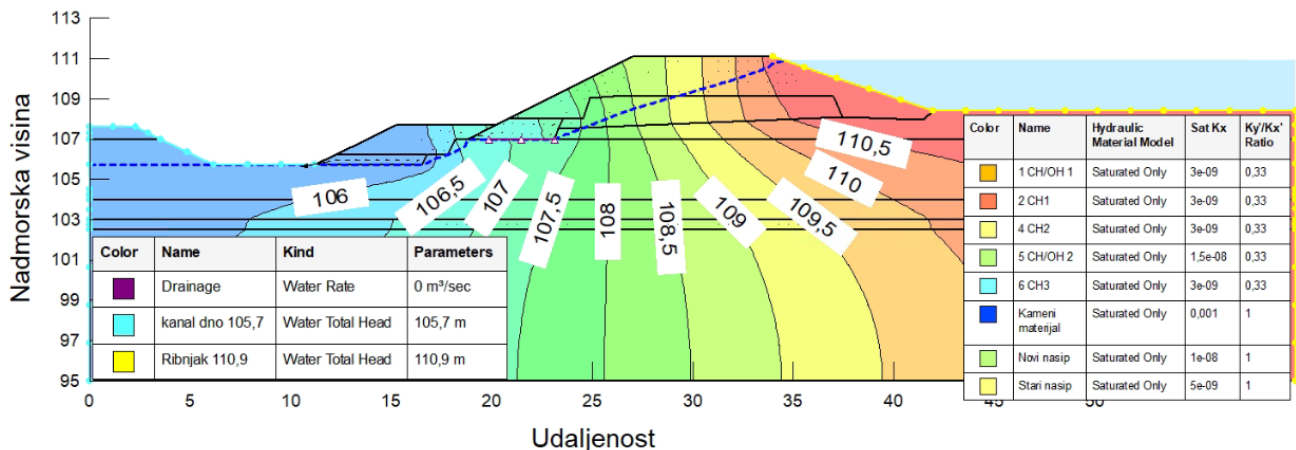




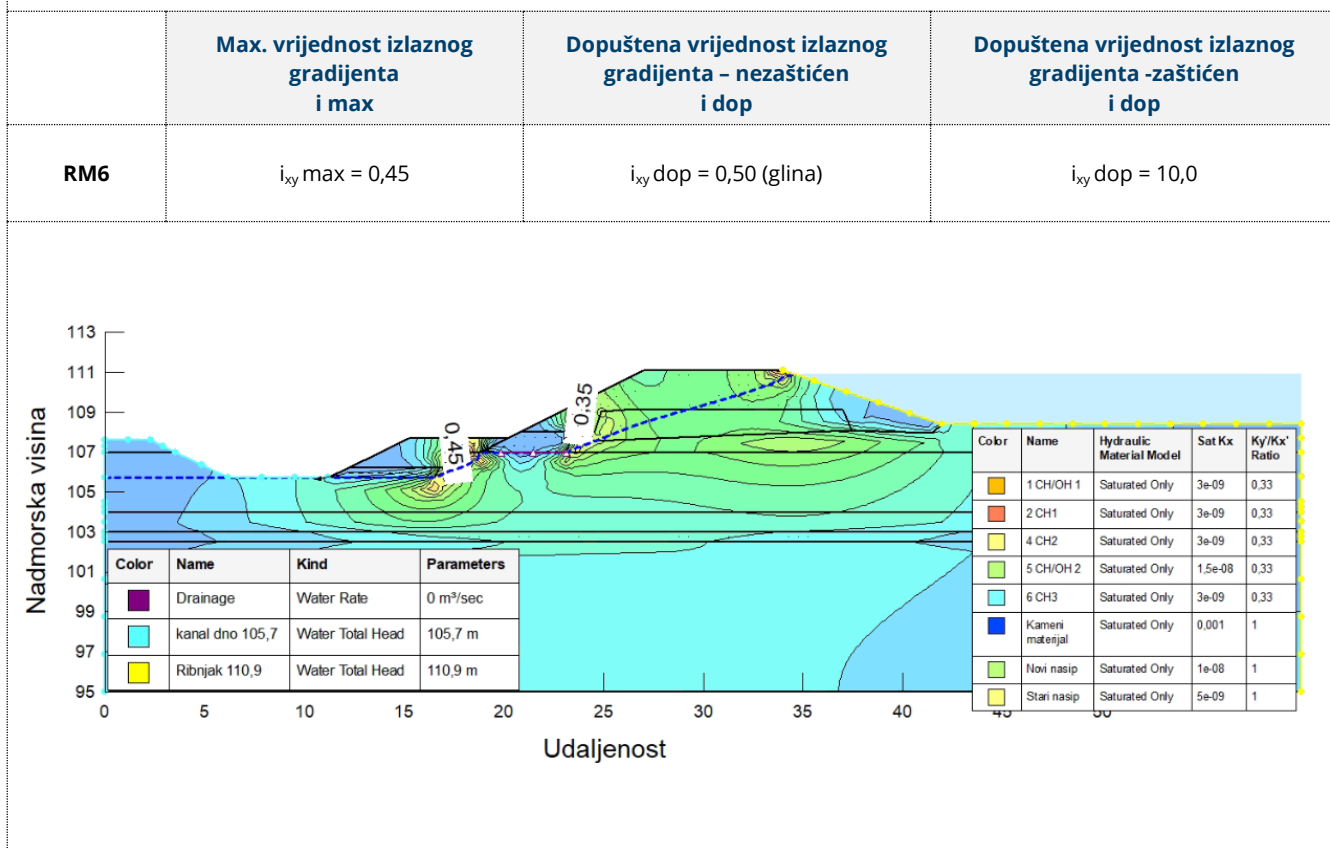
RM6 - Rezultati analize procjeđivanja

RM6 -Prikazani su rezultati za projektnu situaciju S1 " Voda na kruni " na računskom modelu RM6.

RM6-S1 - Ekvipotencijale



RM6-S1 - Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta i_{xy} :

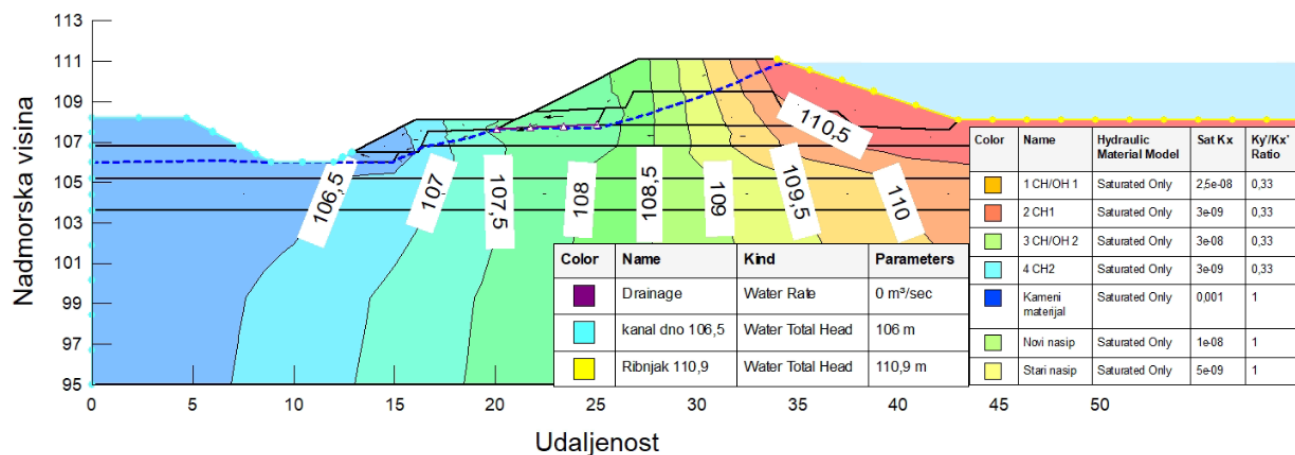




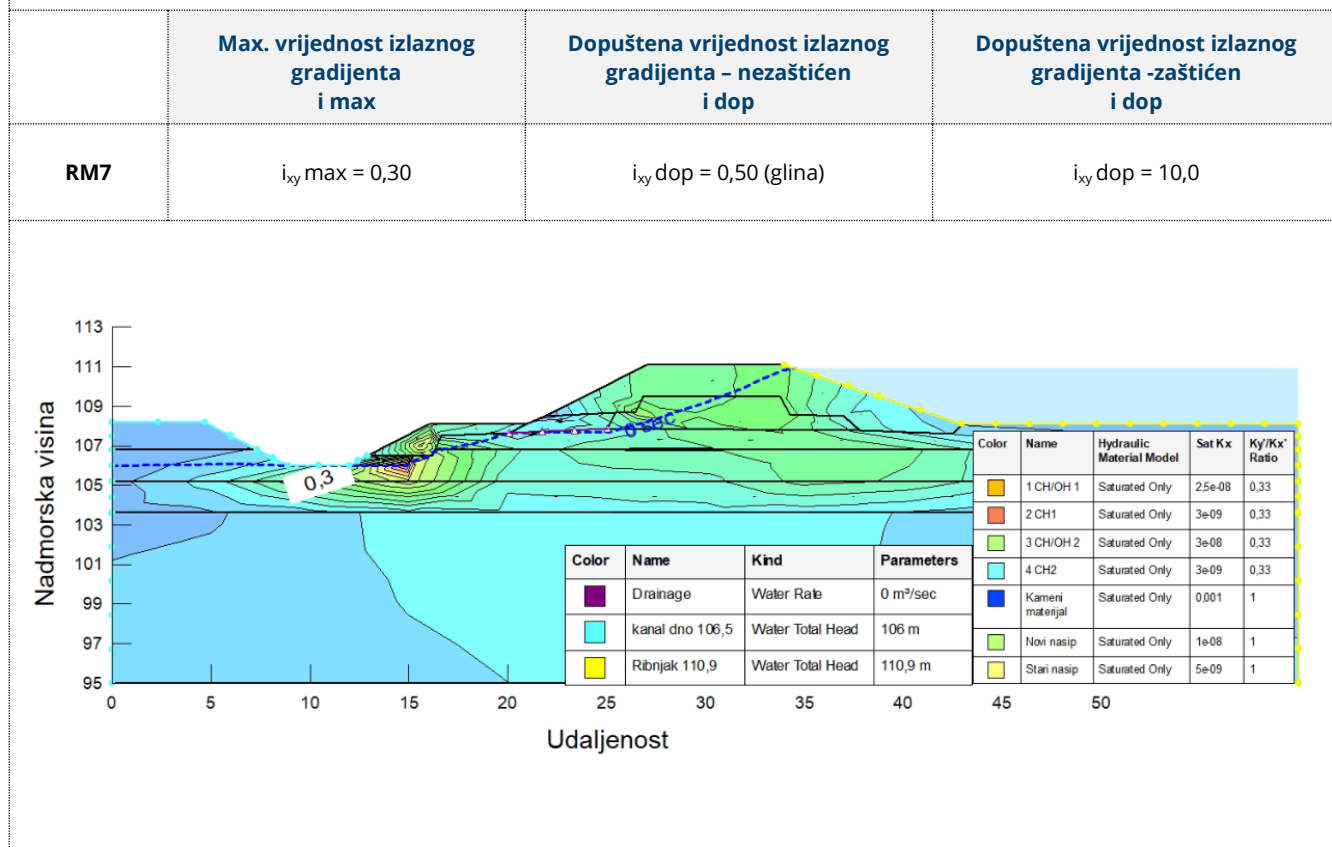
RM7 - Rezultati analize procjeđivanja

RM7 -Prikazani su rezultati za projektnu situaciju S1 " Visoka voda " na računskom modelu RM7.

RM7-S1 - Ekvipotencijale



RM7-S1 - Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta i_{xy} :

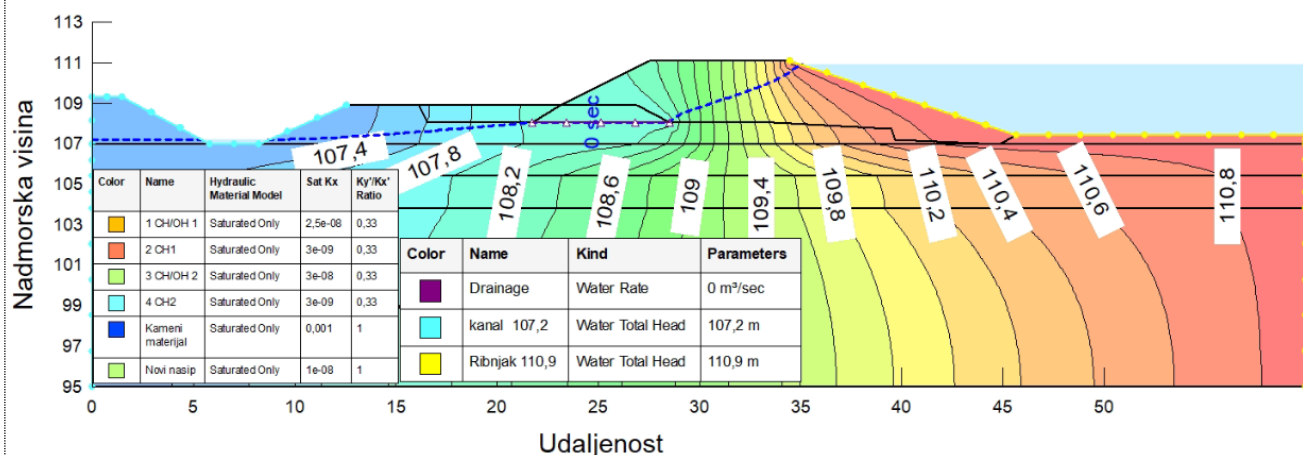




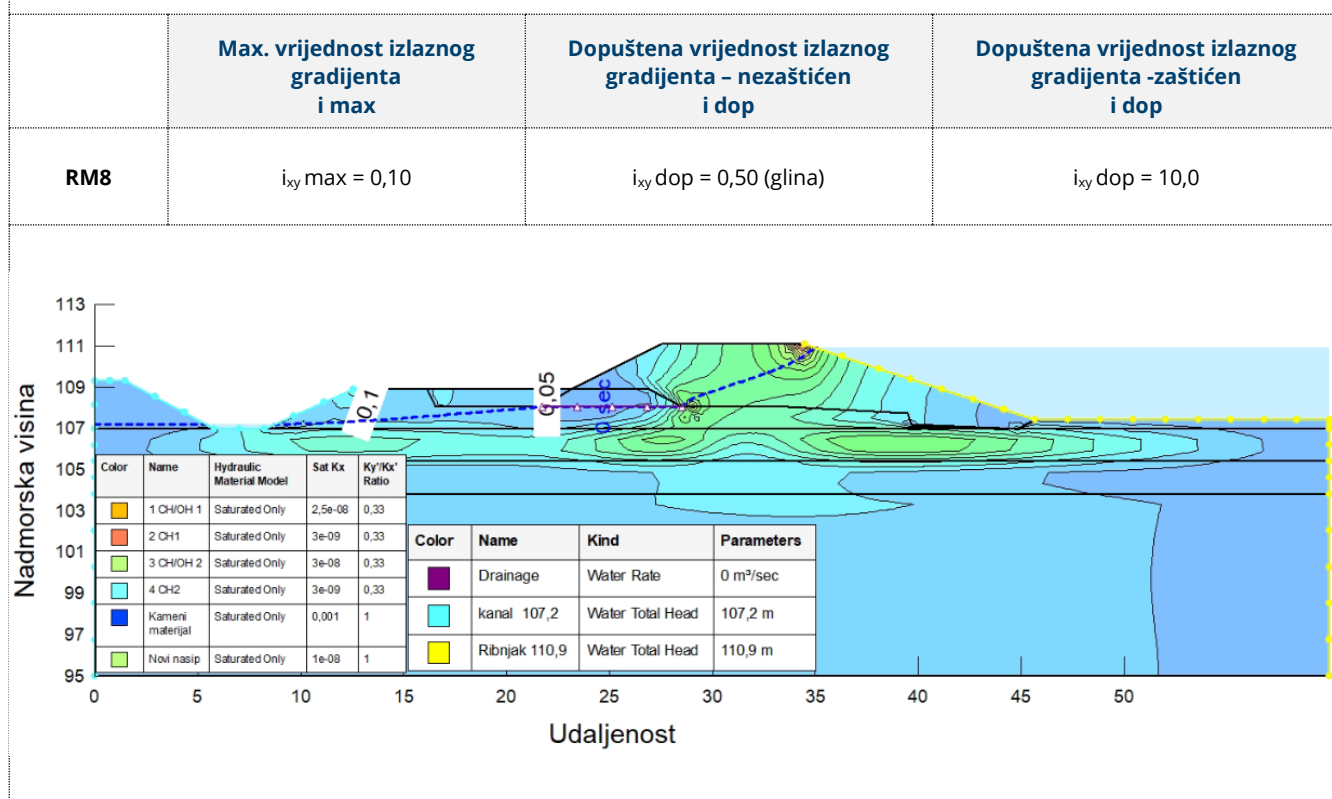
RM8 - Rezultati analize procjeđivanja

RM8 -Prikazani su rezultati za projektnu situaciju S1 " Visoka voda " na računskom modelu RM8.

RM8-S1 - Ekvipotencijale



RM8-S1 - Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta i_{xy} :

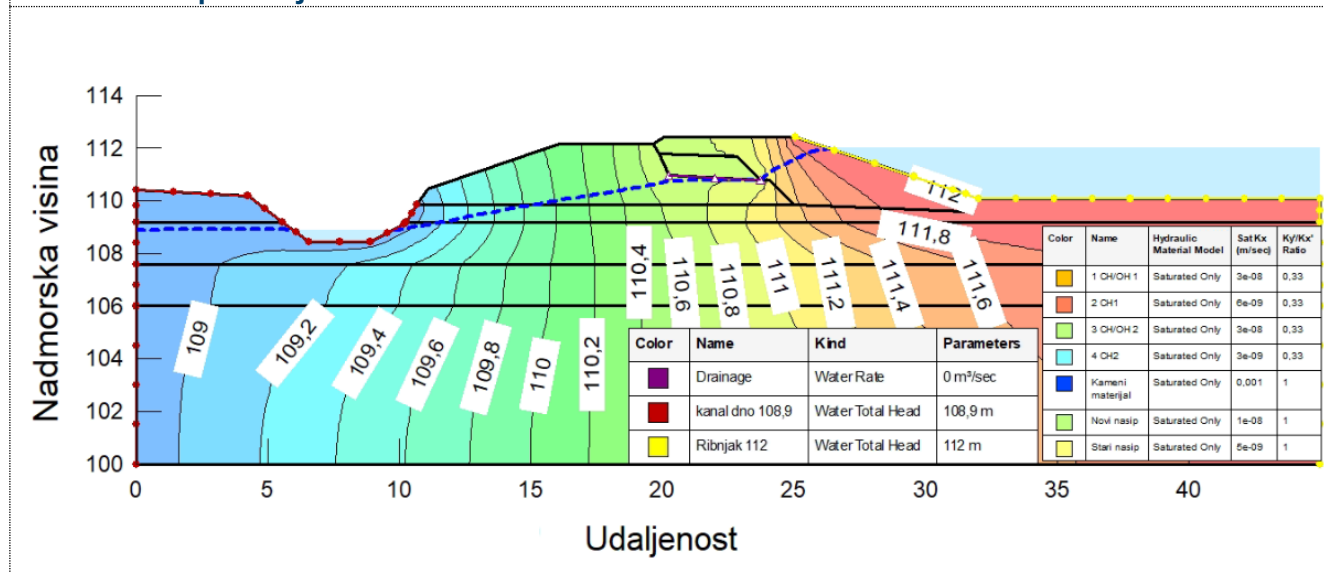




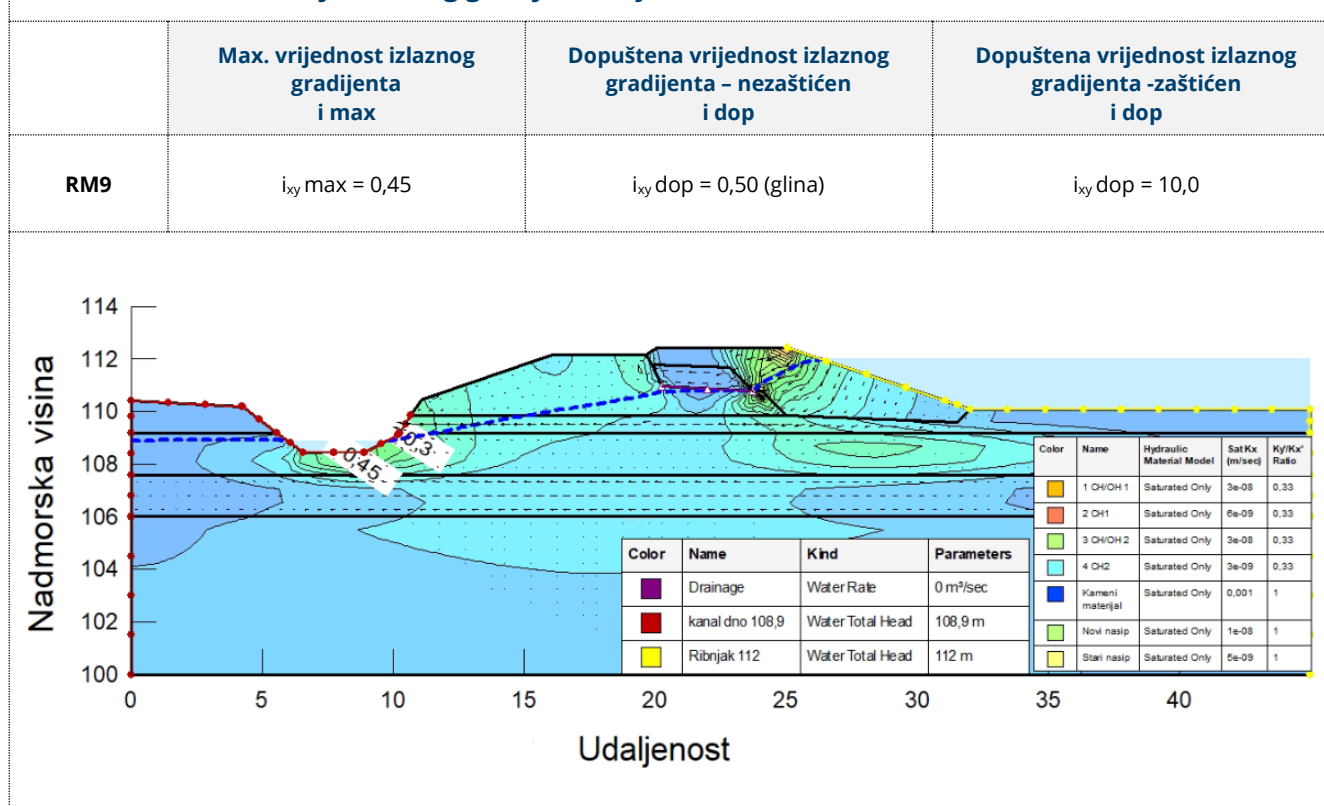
RM9 - Rezultati analize procjeđivanja

RM9 -Prikazani su rezultati za projektnu situaciju S1 " Visoka voda " na računskom modelu RM9.

RM9-S1 - Ekvipotencijale



RM9-S1 - Prikaz izo-linija izlaznog gradijenta i_{xy} :





4.4.4 ZAKLJUČAK ANALIZE PROCJEĐIVANJA

Na odabranim računskim modelima provedene su analize stacionarnog procjeđivanja kroz temeljno tlo i nasip za projektnu situaciju pojave visoke vode u ribnjacima Crna Mlaka. Hidraulička stabilnost je razmatrana kroz provjeru izlaznih hidrauličkih gradijenata i_{xy} u temeljnom tlu i nasipu.

Na temelju dobivenih rezultata analize procjeđivanja, hidraulički izlazni gradijenti na pokosu odvodnog kanala na računskom modelu RM5 prelazi dopuštene vrijednosti ($i_{xy} > 0,5$) te je za projektno rješenje u navedenom modelu izabrana kamena obloga odvodnog kanala. Kamena obloga se postavlja na stacionaži od km 4+800,00 do cca km 4+905,00.

Odabrana rješenja pojedinog računskog modela:

- RM5 – Kamenom oblogom oblaže se pokos nasipa i odvodnog kanala na strani nasipa u cijeloj visini

Za odabrana projektirana stanja, na proračunskim modelima nasipa iznos izlaznog gradijenta (i_{xy}) u dopuštenim je vrijednostima te nije potrebno izvoditi dodatna ojačanja pokosa obodnog kanala.

Na temelju provedenih analiza može se zaključiti kako je projektirano izgrađeni nasip hidraulički stabilan.



4.5 ANALIZA SLIJEGANJA TEMELJNOG TLA

Analiza slijeganja temeljnog tla ispod budućeg nasipa provedena je naponsko – deformacijskom analizom metodom konačnih elemenata programom GeoStudio/SIGMA na odabranim poprečnim presjecima nasipa.

Opterećenja koja su se uračunala na temeljno tlo su vertikalna opterećenja od vlastite težine izvedenog nasipa. Nasip je izveden od glinenog materijala.

4.5.1 PROJEKTNJA SITUACIJA

Projektna situacija S1 analizira drenirano slijeganje temeljnog tla uslijed opterećenja vlastitom težinom nasipa.

Oznaka	Projektna situacija
S1	drenirani uvjeti

4.5.2 RAČUNSKI MODELI

Za potrebe provedbe analize slijeganja nasipa formiraju se 4 računski modela **RM1 – RM9**.

GS1 - RM1 - karakteristični poprečni presjek na profilu P6 na stacionaži 0+250,00

GS2 - RM2 - karakteristični poprečni presjek na profilu P33 na stacionaži 1+600,00

GS2 - RM3 - karakteristični poprečni presjek na profilu P35 na stacionaži 1+700,00

GS3 - RM4 - karakteristični poprečni presjek na profilu P79 na stacionaži 3+900,00.

GS4 - RM5 - karakteristični poprečni presjek na profilu P4 (situacija srca) na stacionaži 4+861,22

GS4 - RM6 - karakteristični poprečni presjek na profilu P113 na stacionaži 5+600,00

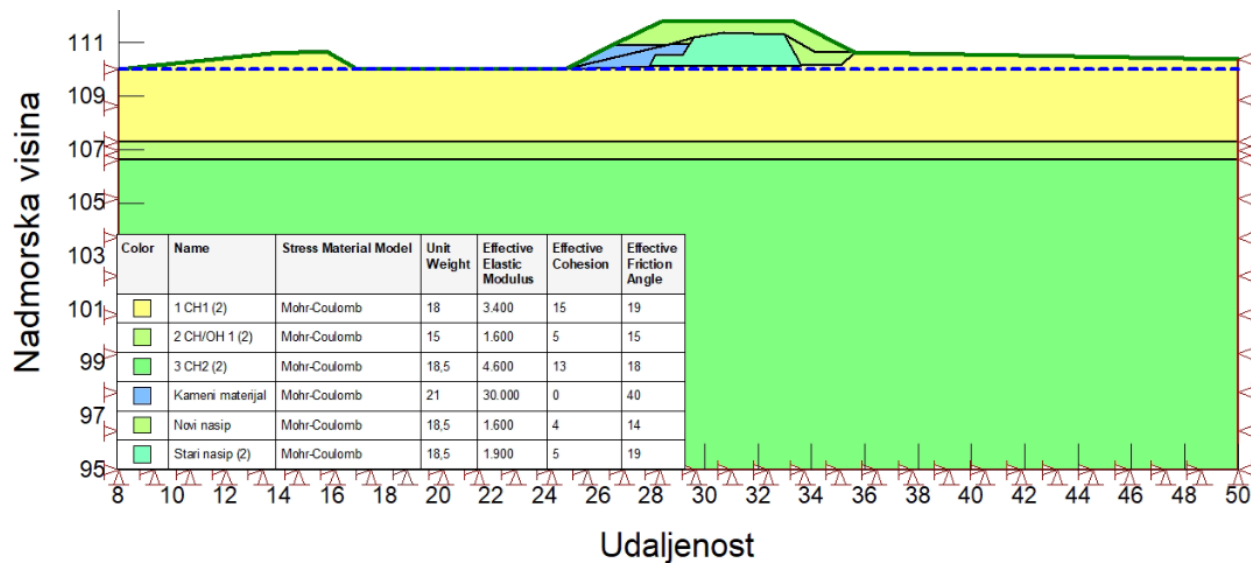
GS5 - RM7 - karakteristični poprečni presjek na profilu P147 na stacionaži 7+300,00

GS5 - RM8 - karakteristični poprečni presjek na profilu P158 na stacionaži 7+850,00

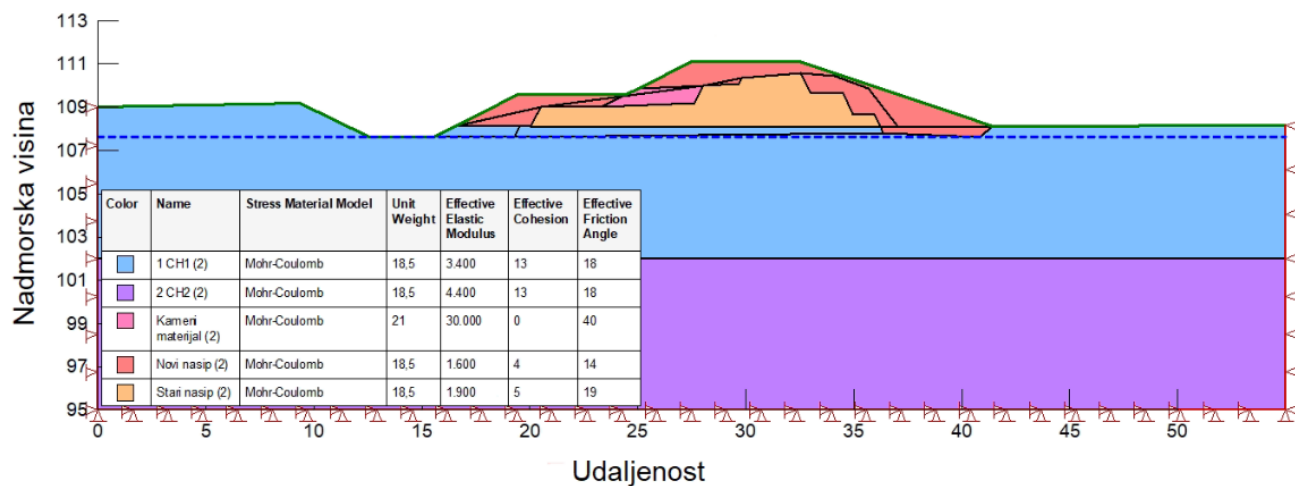
GS5 - RM9 - karakteristični poprečni presjek na profilu P186 na stacionaži 9+250,00.



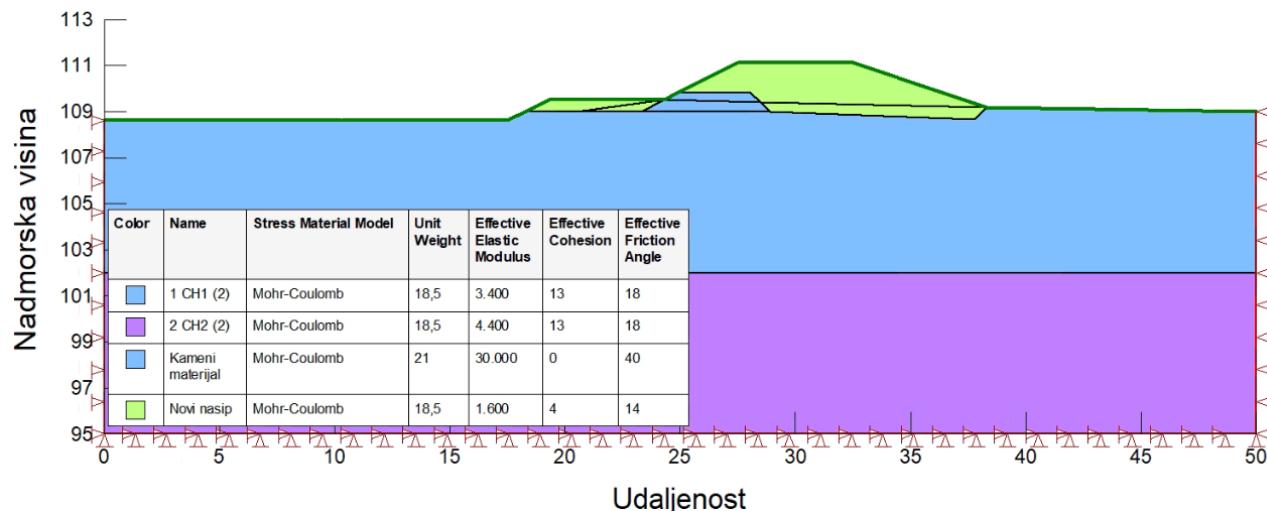
RM1



RM2

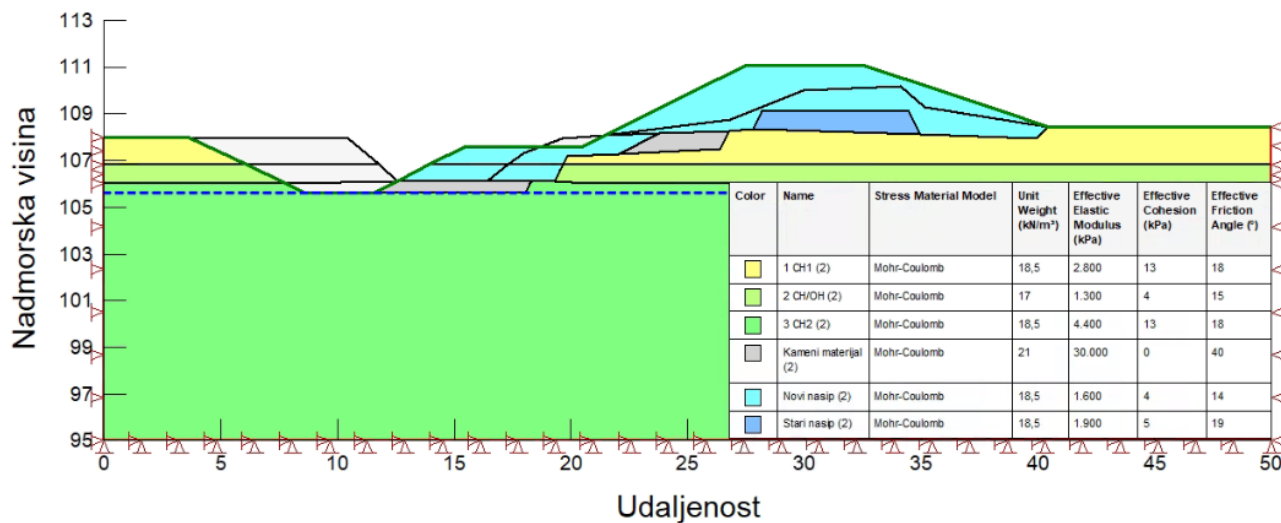


RM3

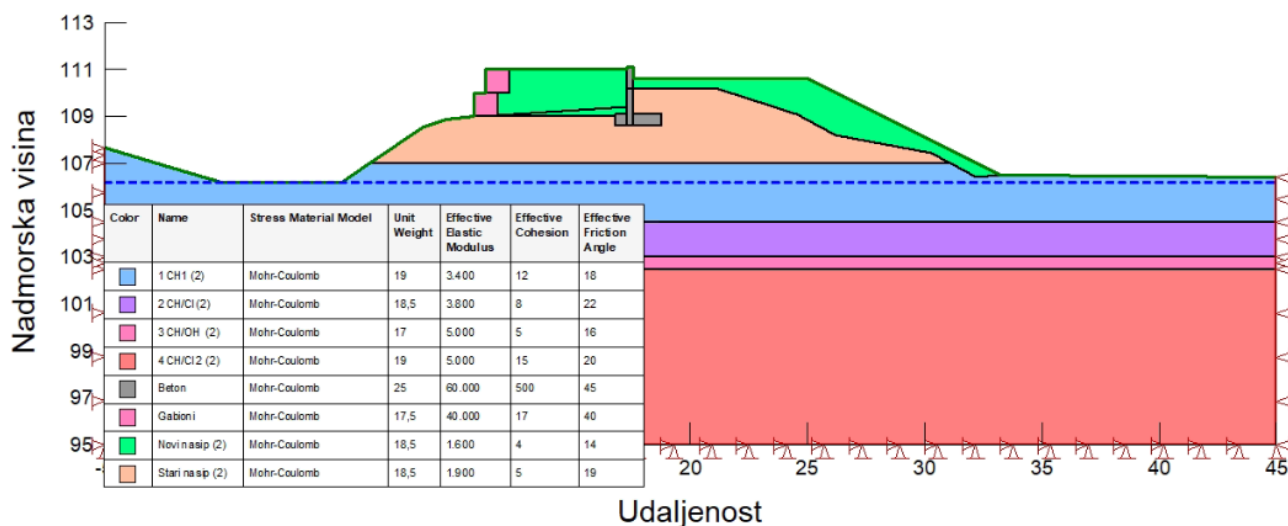




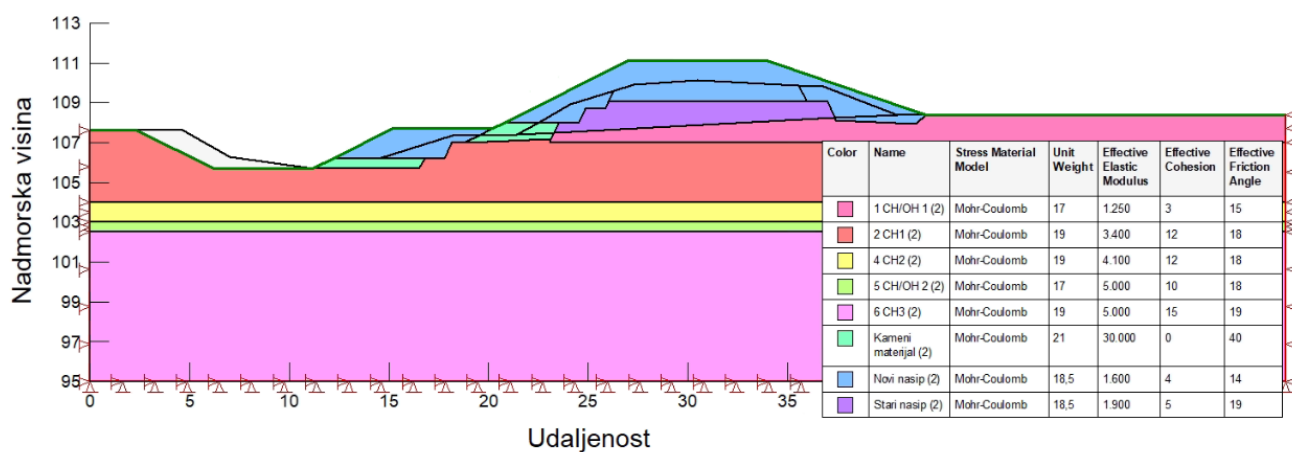
RM4



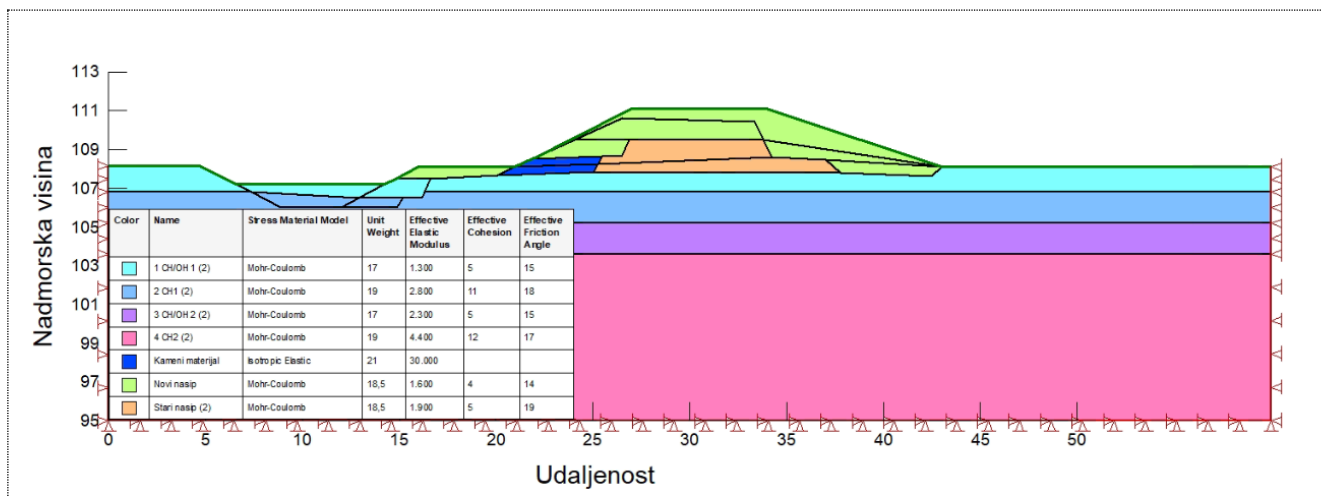
RM5



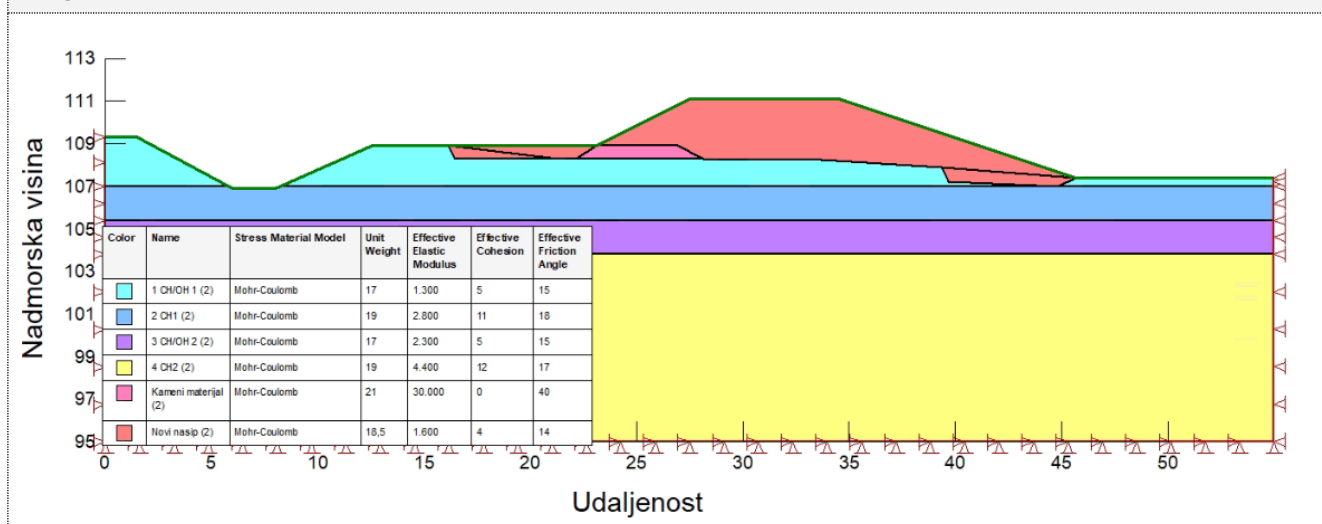
RM6



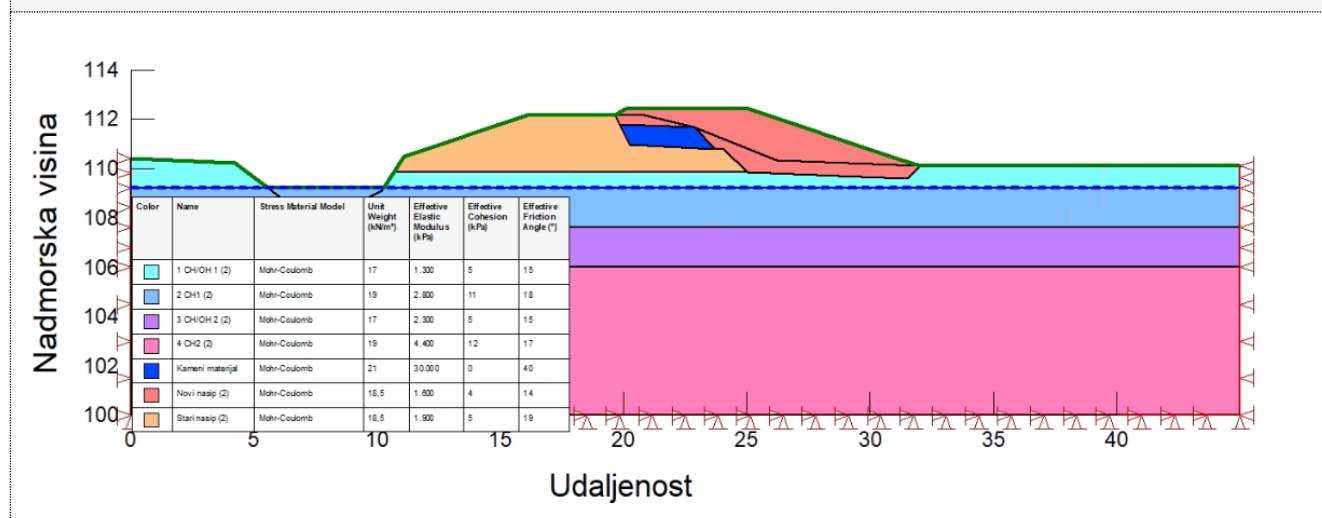
RM7



RM8



RM9

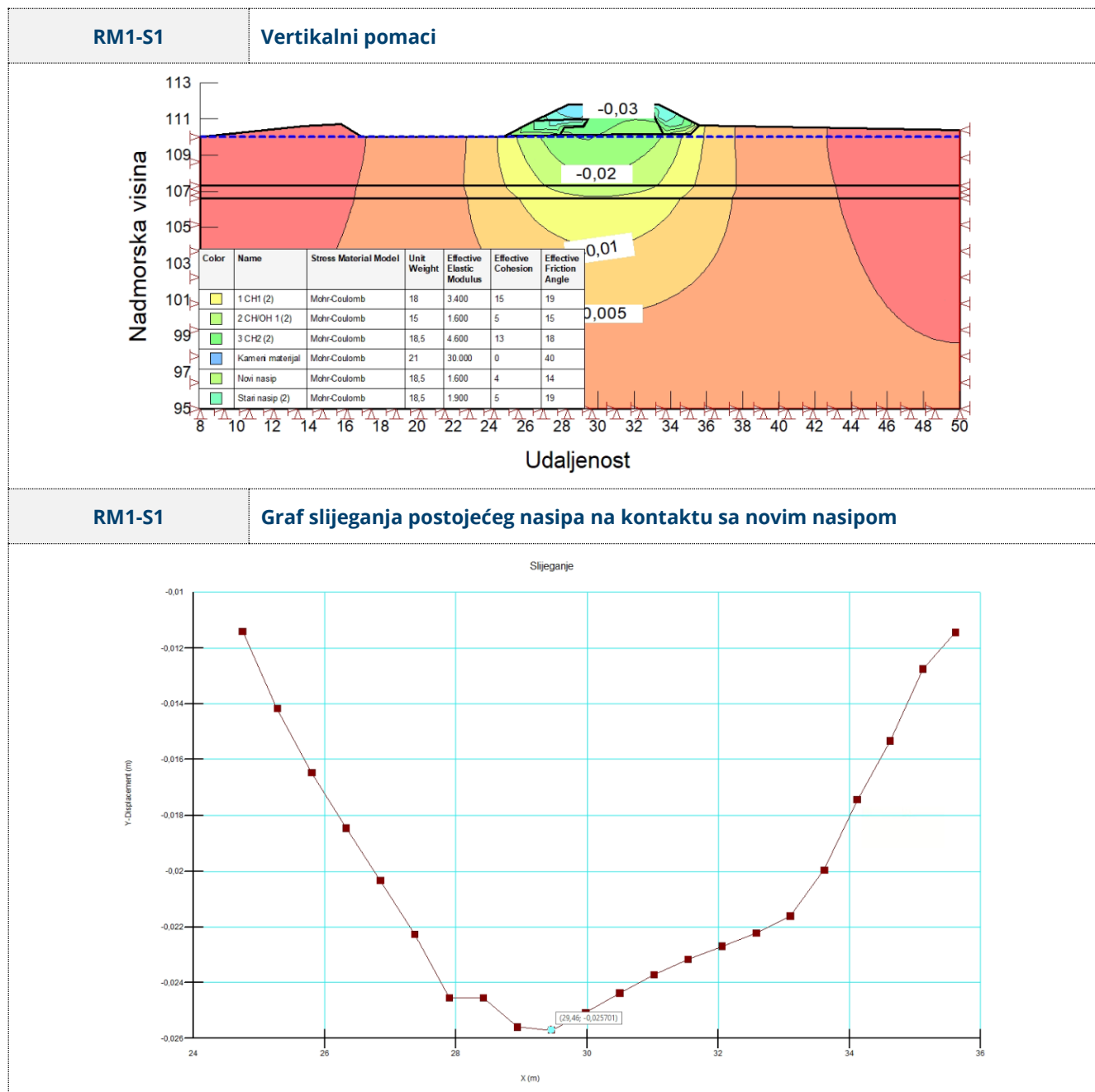




4.5.3 REZULTATI ANALIZE SLIJEGANJA

4.5.3.1 RM1 - Rezultati analize slijeganja

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



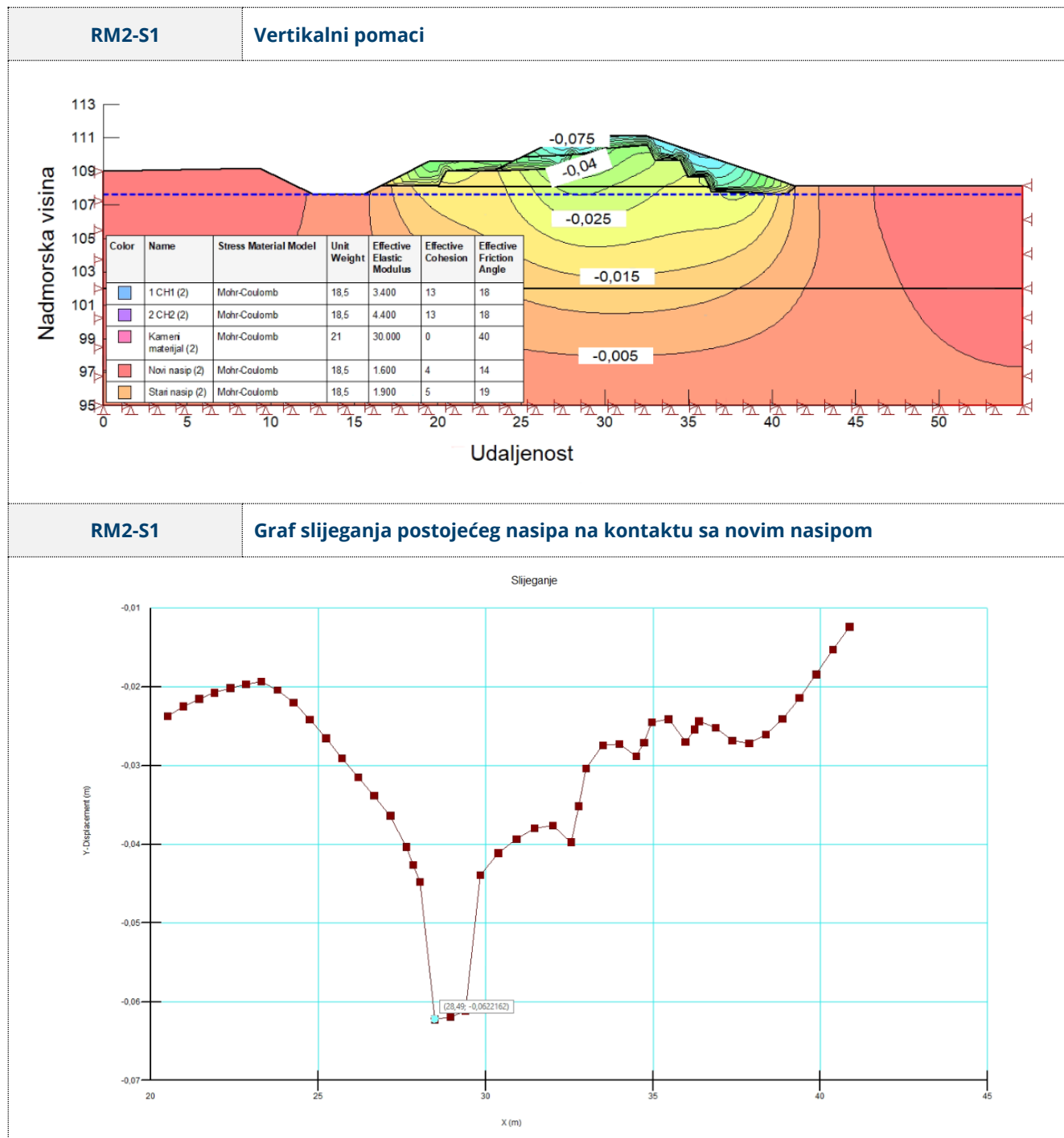
Računsko slijeganje postojećeg nasipa na kontaktu sa novim nasipom očekuje se u iznosu do 2,6 cm.

RM1 - Nasip	
Računski vertikalni pomaci	D _y (cm)
Maksimalno slijeganje temeljnog tla ispod nasipa.	-2,6



4.5.3.2 RM2 - Rezultati analize slijeganja

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



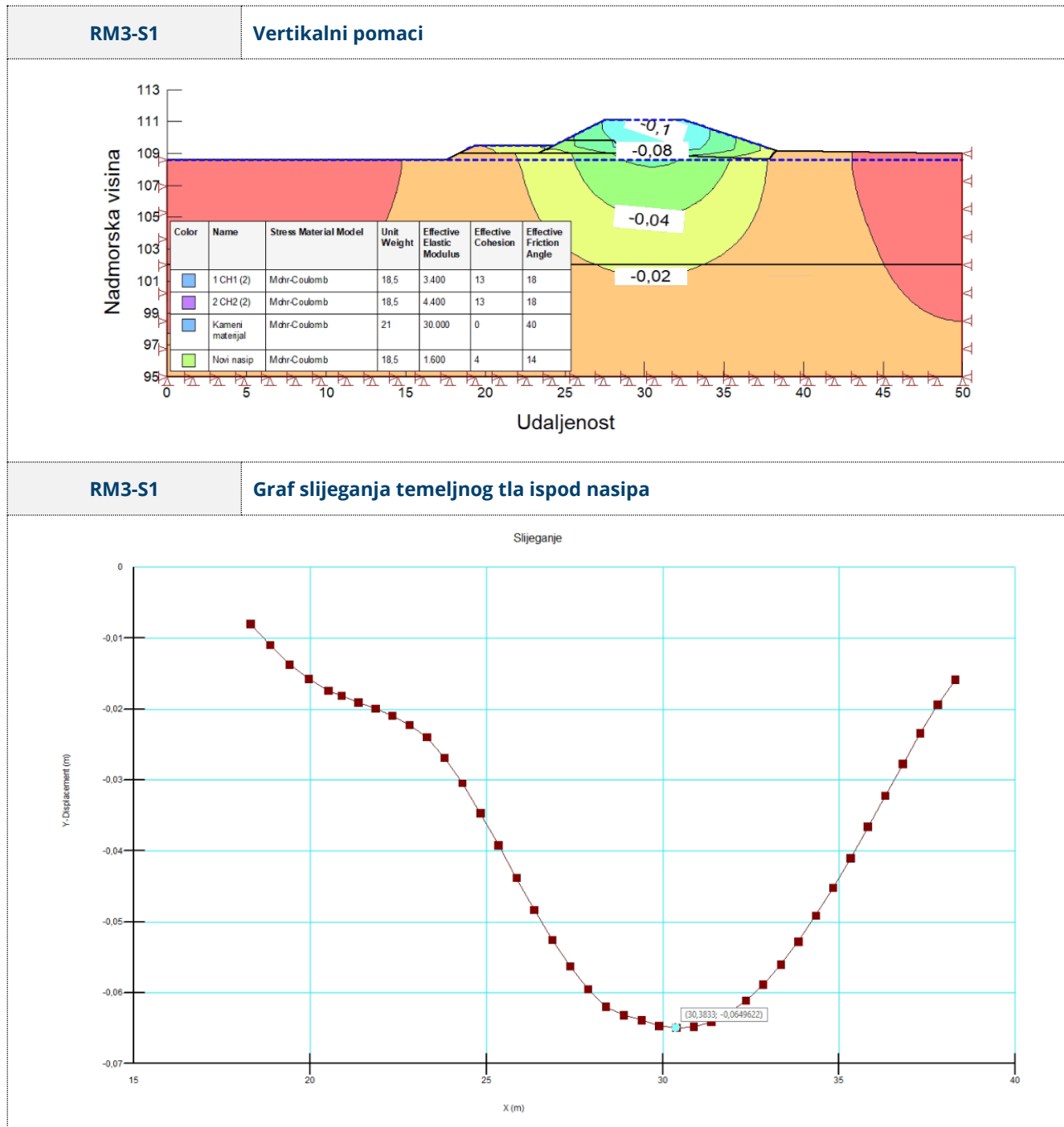
Računsko slijeganje postojećeg nasipa na kontaktu sa novim nasipom očekuje se u iznosu do 6,2 cm.

RM2 – Nasip	
Računski vertikalni pomaci	D _y (cm)
Maksimalno slijeganje temeljnog tla ispod nasipa.	-6,2



4.5.3.3 RM3 - Rezultati analize slijeganja

RM3 -Prikazani su rezultati analize slijeganja za projektnu situaciju S1 " drenirani uvjeti " na računskom modelu RM3.



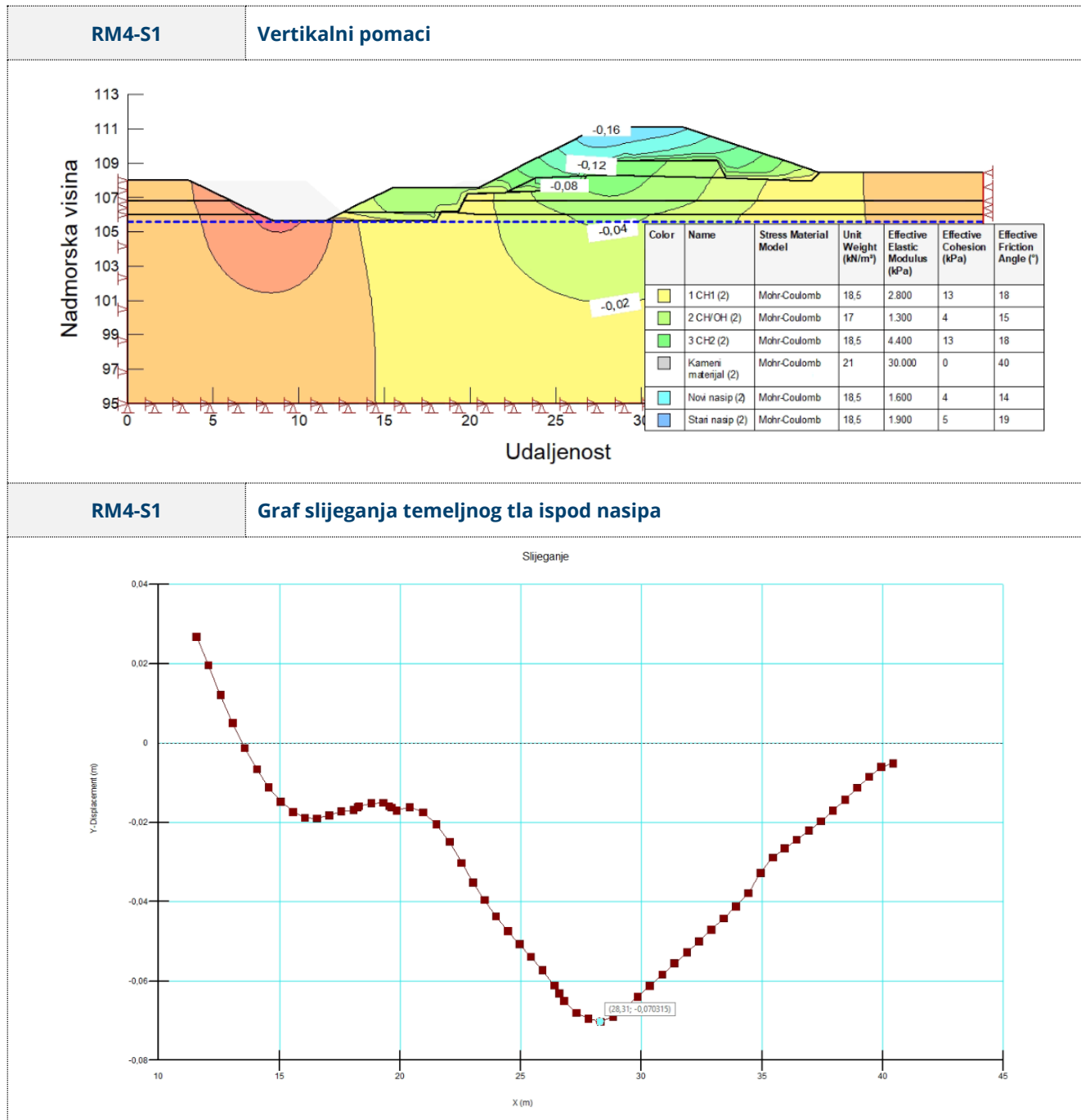
Računsko slijeganje temeljnog tla ispod nasipa očekuje se u iznosu do 6,5.

RM3 - Nasip	
Računski vertikalni pomaci	Dy (cm)
Maksimalno slijeganje temeljnog tla ispod nasipa.	-6,5



4.5.3.4 RM4 - Rezultati analize slijeganja

RM4 -Prikazani su rezultati analize slijeganja za projektnu situaciju S1 " drenirani uvjeti " na računskom modelu RM5.



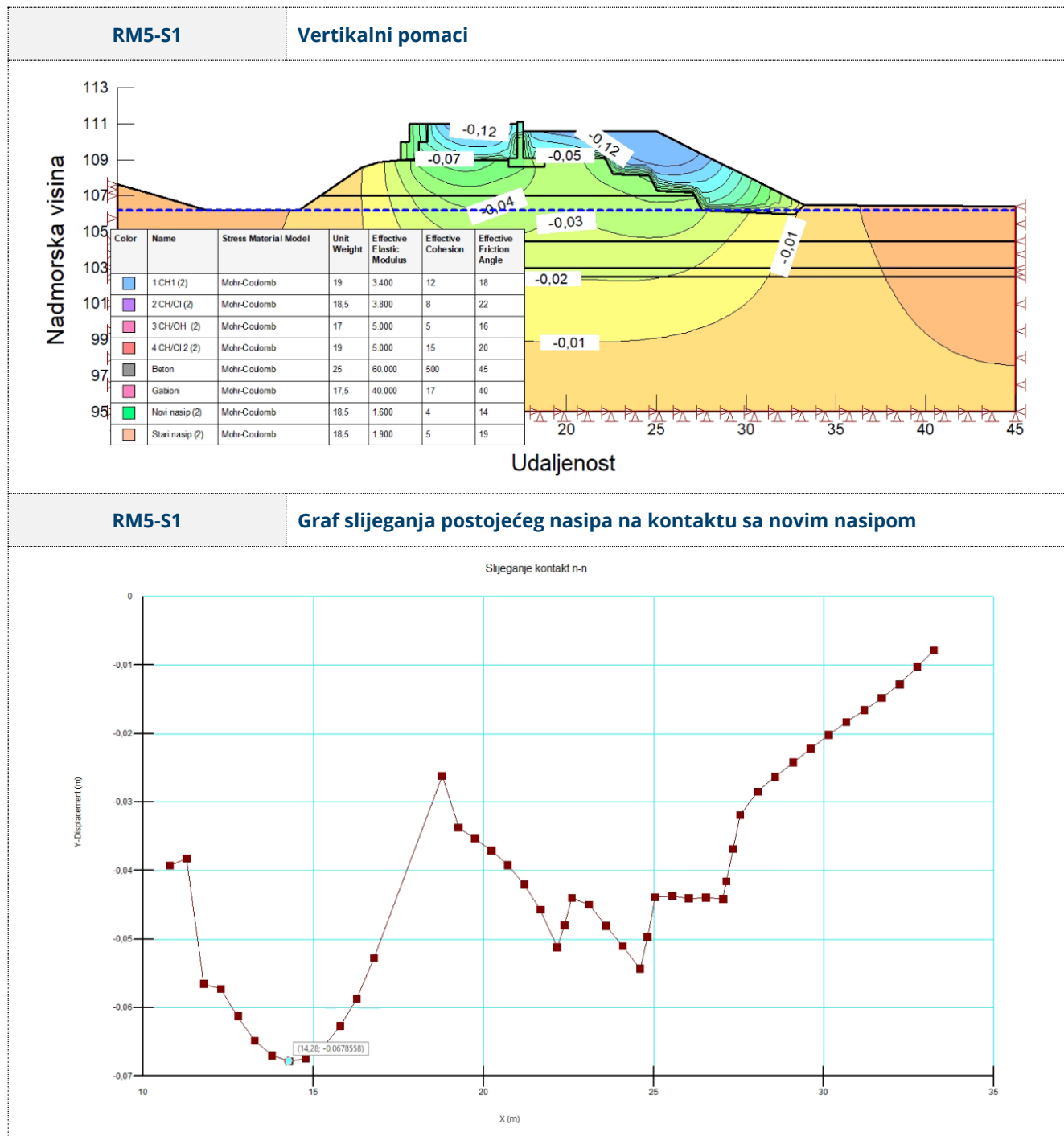
Računsko slijeganje temeljnog tla ispod nasipa očekuje se u iznosu do 7,0 cm.

RM4 – Nasip	
Računski vertikalni pomaci	D _y (cm)
Maksimalno slijeganje temeljnog tla ispod nasipa.	-7,0



4.5.3.5 RM5 - Rezultati analize slijeganja

RM5 -Prikazani su rezultati analize slijeganja za projektnu situaciju S1 " drenirani uvjeti " na računskom modelu RM5.



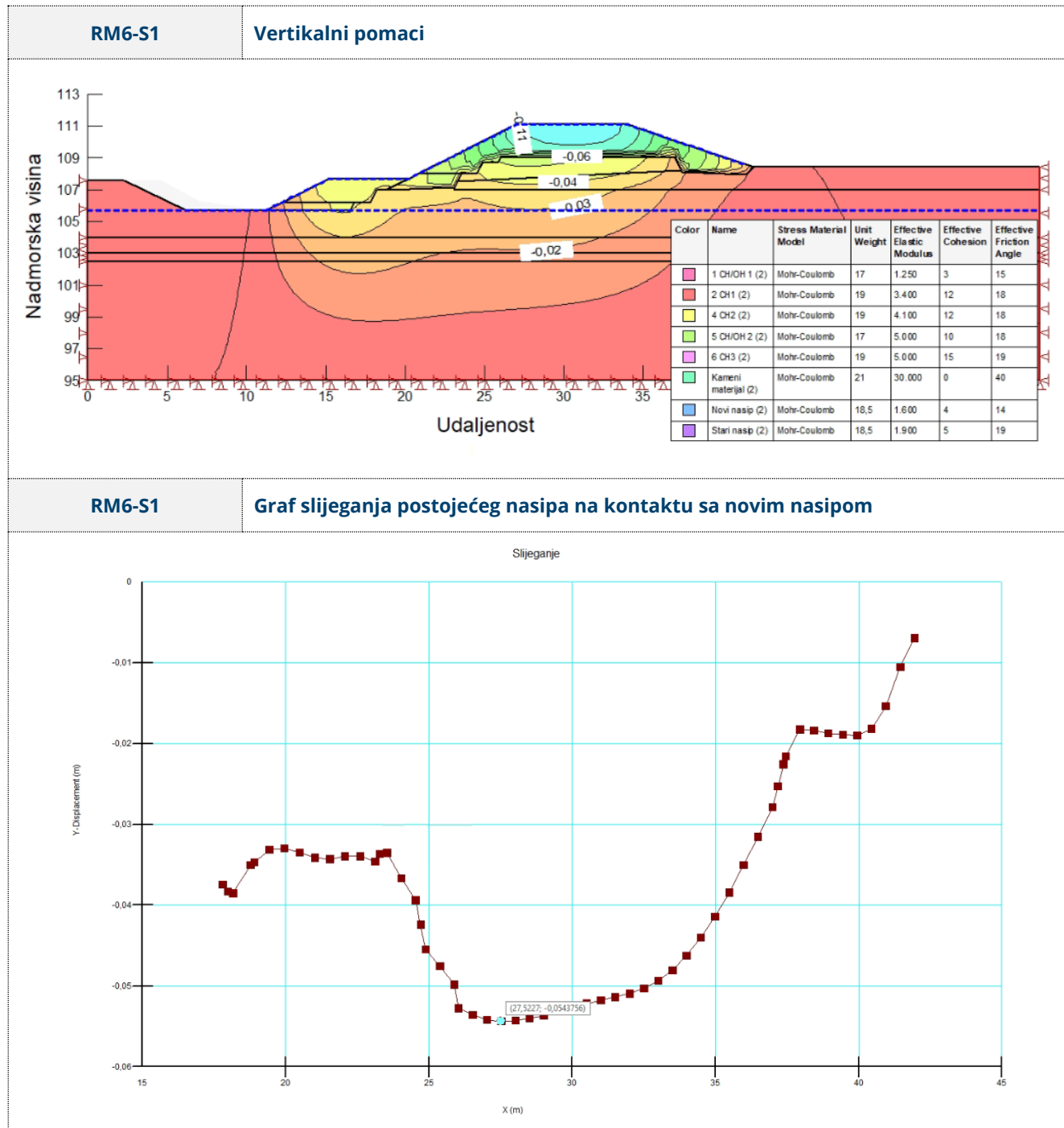
Računsko slijeganje postojećeg nasipa na kontaktu sa novim nasipom očekuje se u iznosu do 6,8 cm.

RM5 - Nasip	
Računski vertikalni pomaci	D _y (cm)
Maksimalno slijeganje temeljnog tla ispod nasipa.	-6,8



4.5.3.6 RM6 - Rezultati analize slijeganja

RM6 -Prikazani su rezultati analize slijeganja za projektnu situaciju S1 " drenirani uvjeti " na računskom modelu RM6.



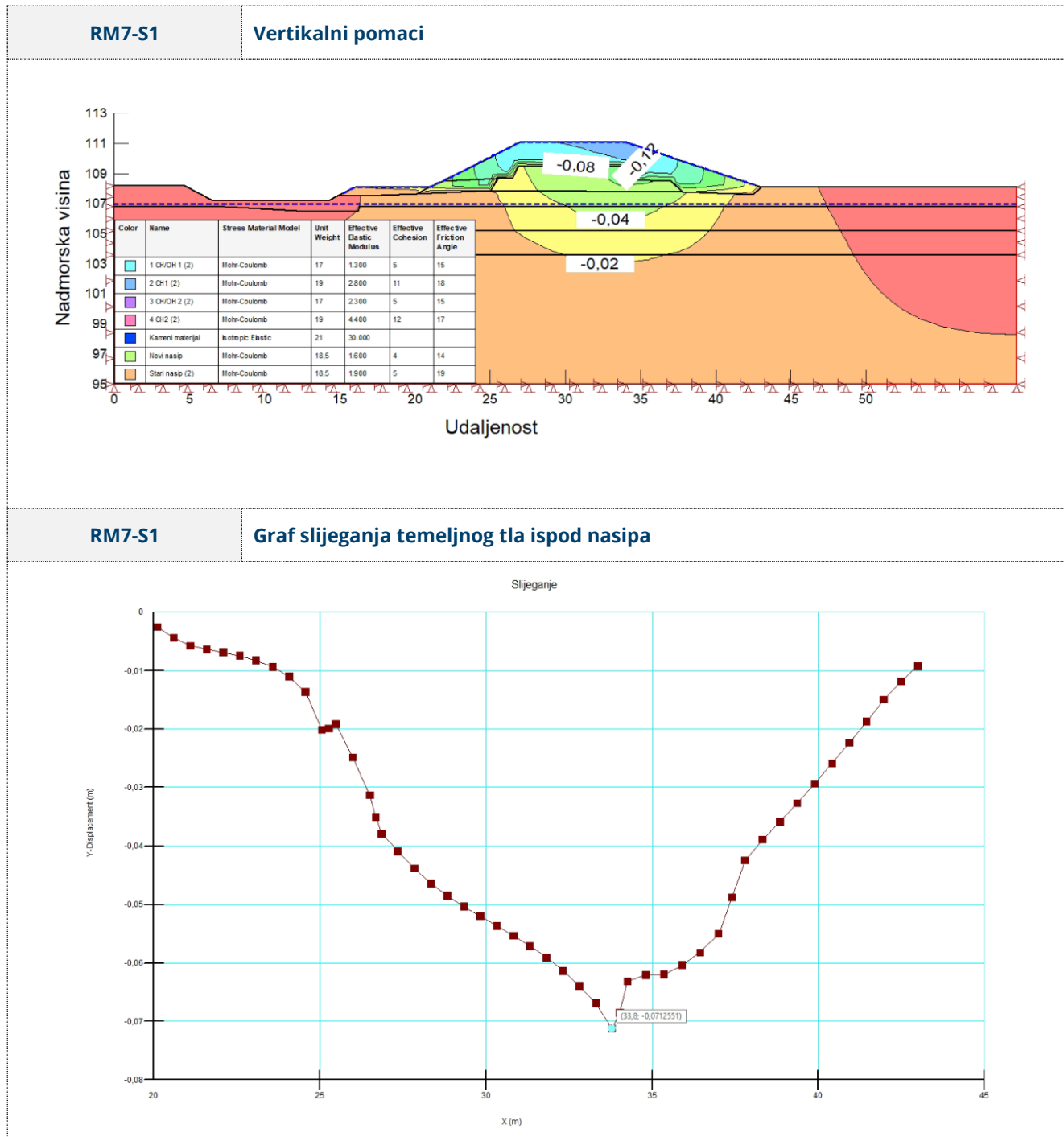
Računsko slijeganje postojećeg nasipa na kontaktu sa novim nasipom očekuje se u iznosu do 5,4 cm.

RM6 – Nasip	
Računski vertikalni pomaci	D _y (cm)
Maksimalno slijeganje temeljnog tla ispod nasipa.	-5,4



4.5.3.7 RM7 - Rezultati analize slijeganja

RM7 -Prikazani su rezultati analize slijeganja za projektnu situaciju S1 " drenirani uvjeti " na računskom modelu RM7.



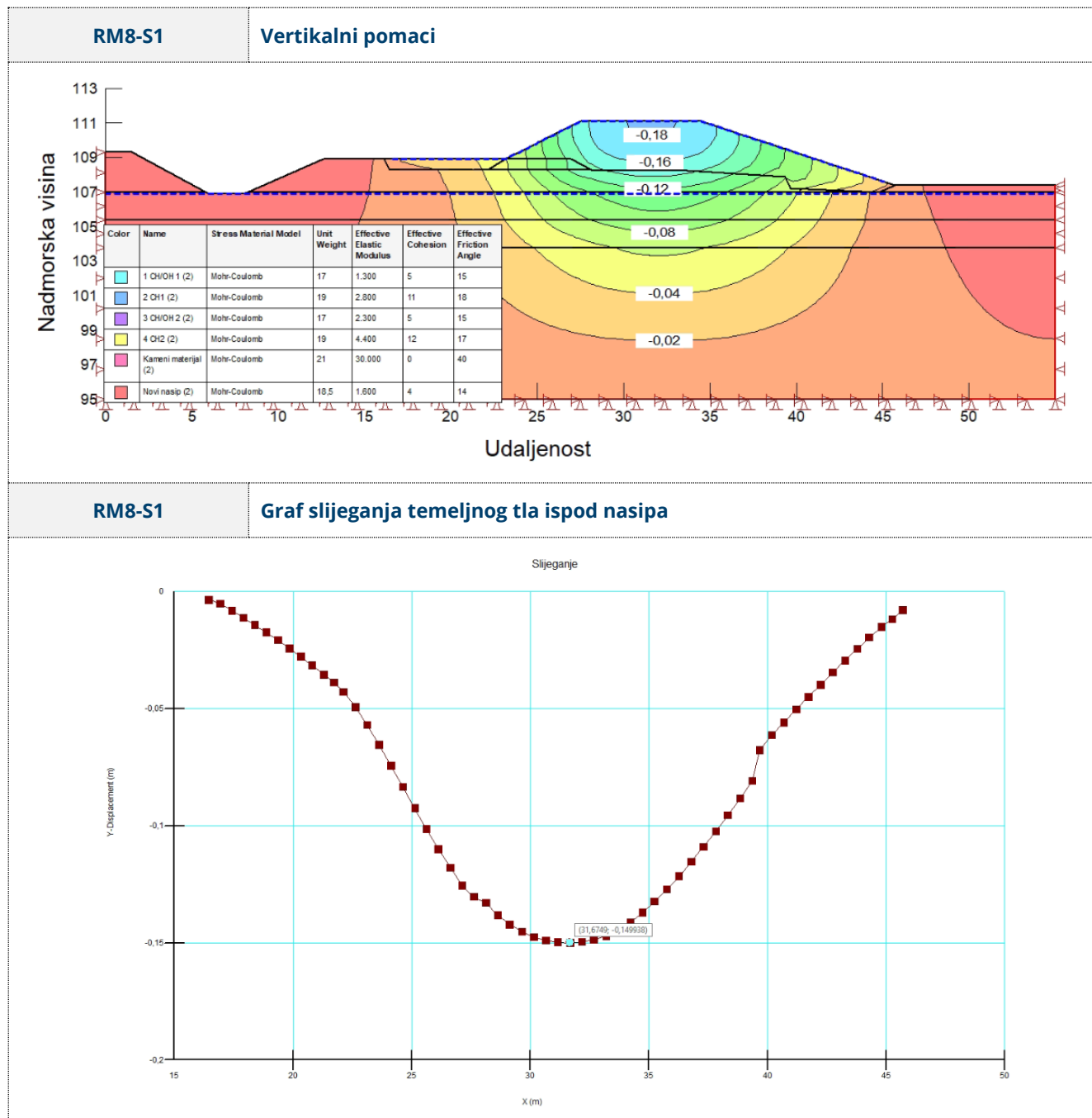
Računsko slijeganje postojećeg nasipa na kontaktu sa novim nasipom očekuje se u iznosu do 7,1 cm.

RM7 - Nasip	
Računski vertikalni pomaci	D _y (cm)
Maksimalno slijeganje temeljnog tla ispod nasipa.	-7,1



4.5.3.8 RM8 - Rezultati analize slijeganja

RM8 -Prikazani su rezultati analize slijeganja za projektnu situaciju S1 " drenirani uvjeti " na računskom modelu RM8.



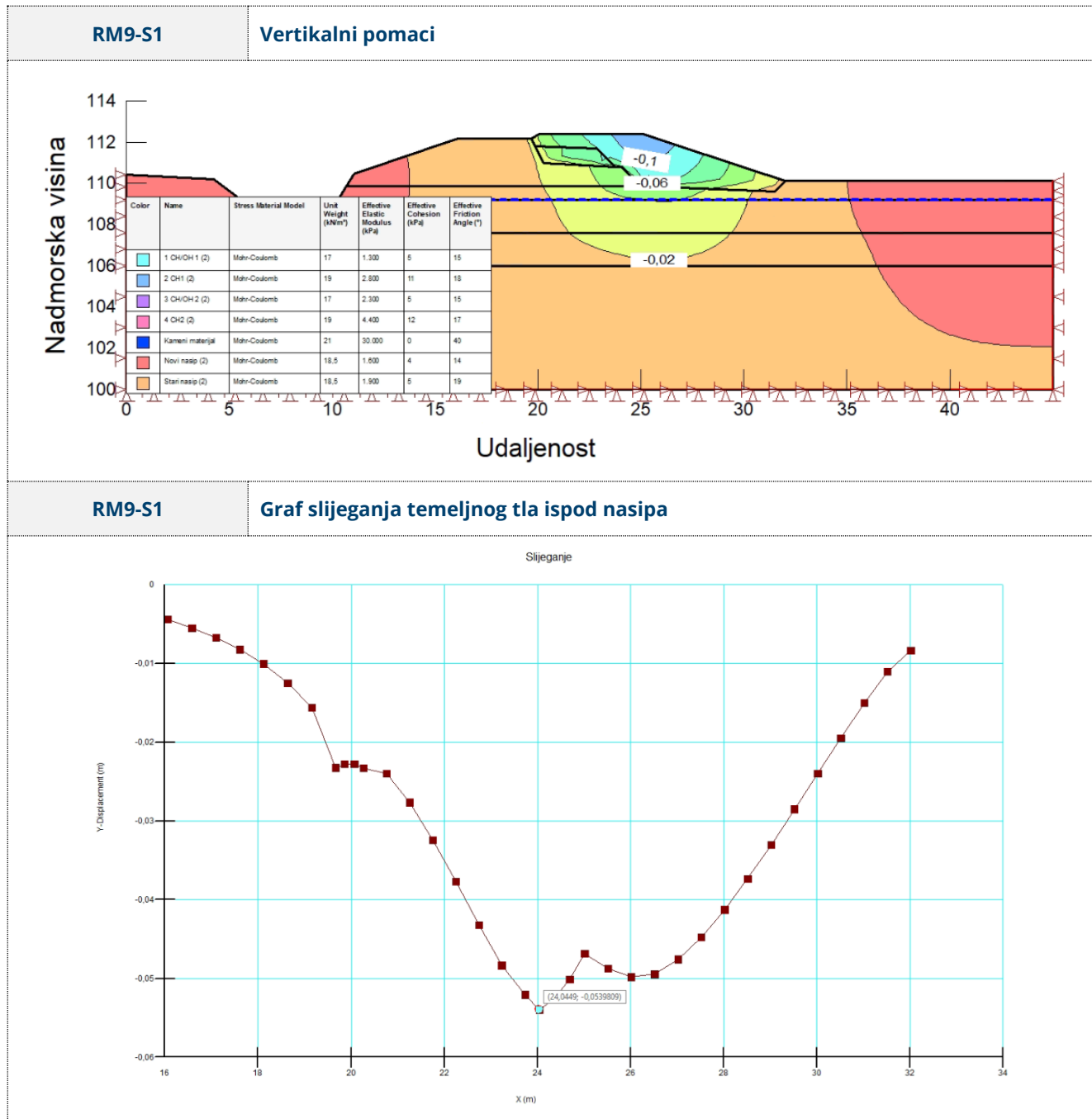
Računsko slijeganje temeljnog tla ispod nasipa očekuje se u iznosu do 15,0 cm.

RM8 – Nasip	
Računski vertikalni pomaci	D _y (cm)
Maksimalno slijeganje temeljnog tla ispod nasipa.	-15,0



4.5.3.9 RM9 - Rezultati analize slijeganja

RM9 -Prikazani su rezultati analize slijeganja za projektnu situaciju S1 " drenirani uvjeti " na računskom modelu RM9.



Računsko slijeganje temeljnog tla ispod nasipa očekuje se u iznosu do 5,4 cm.

RM9 – Nasip	
Računski vertikalni pomaci	D _y (cm)
Maksimalno slijeganje temeljnog tla ispod nasipa.	-5,4



4.5.4 ZAKLJUČAK UZ ANALIZU SLIJEGANJA TEMELJNOG TLA

Analizom opterećenja temeljnog tla na poprečnim presjecima nasipa različitim visina ovisno o poprečnim presjecima, izgrađenog od glinenog materijala, dobivamo sljedeće rezultate slijeganja nasipa na kontaktu s postojećim nasipom ili na kontaktu nasipa i temeljnog tla:

Računski model	Računski vertikalni pomaci D_y (m)	Kontakt slijeganja
RM1	-2,6	Nasip - nasip
RM2	-6,2	Nasip - nasip
RM3	-6,5	Temeljno tlo - nasip
RM4	-7,0	Temeljno tlo - nasip
RM5	-6,8	Nasip - nasip
RM6	-5,4	Nasip - nasip
RM7	-7,1	Nasip - nasip
RM8	-15,0	Temeljno tlo - nasip
RM9	-5,4	Temeljno tlo - nasip

Iz navedenog se zaključuje kako očekivana ukupna slijeganja postojećeg nasipa i temeljnog tla, ispod karakterističnih presjeka nasipa, ne prelaze kritične iznose ($D_y > 0,1h$) te nema potrebe za primjenom dodatnih mjera ojačanja temeljnog tla kojim bi se smanjilo slijeganje nasipa.

Na temelju dobivenih rezultata slijeganja zaključujemo da u fazi izgradnje nije potrebno dodatno nadvišenje nasipa, pošto će se većina slijeganja odviti tijekom izgradnje samog nasipa



4.6 ANALIZE 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.

4.6.1 SEIZMIČKI PARAMETRI

Analiza ponašanja nasipa pri seizmičkom opterećenju provedena je preko kvazi dinamičkog postupka kojim se nekom od poznatih metoda stabilnosti kosina odrede faktori sigurnosti za različite intenzitete potresa. Kritično ubrzanje je ono horizontalno ubrzanje koje kliznu masu omeđenu kliznom plohom dovodi u stanje labilne ravnoteže. Proračunske analize s provedene na modelima s karakterističnim parametrima materijala, a traženi faktor sigurnosti na klizanje je $F_s \geq 1,10$.

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

Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A	
Povratni period	agR (g)
95 godina	0,099
475 godina	0,20

Naponsko stanje pri nastupu potresa simulirano je kao dodatna sila koja djeluje u težištu svake pojedine lamele. Dodatna sila je podijeljena na horizontalnu i vertikalnu komponentu, iznosi komponenti dodatne sile definirani su prema izrazima:

- horizontalna komponenta: $F_H = 0,5 \cdot \alpha \cdot S \cdot W$

- vertikalna komponenta: $F_V = \pm 0,5 \cdot F_H$

gdje je: α - ubrzanje tla izraženo postotkom gravitacije g za potres povratnog razdoblja $T=475$ god., za predmetnu lokaciju $\alpha=0,179 \cdot g$

S - parametar tla prema tipovima tla iz EN 1998-1, temeljno tlo je definirano kao tip C stoga je $S=1,15$

W - težina kliznog tijela (za potrebe proračuna uzima se 1,0).



Tablica prikazuje karakteristike za određeni tip temeljnog tla:

Tip tla	Opis geotehničkog profila tla	$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (n/30cm)	C_u (kPa)
A	Stijena ili druga geološka formacija uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini.	>800	-	-
B	Nanosi vrlo zbijenoga pijeska, šljunka ili vrlo krute gline debljine najmanje nekoliko desetaka metara, sa svojstvom postupnoga povećanja mehaničkih svojstava s dubinom.	360 - 800	>50	>250
C	Debeli nanosi srednje zbijenoga pijeska, šljunka ili srednje krute gline debljine od nekoliko desetaka do više stotina metara.	180 - 360	15-50	70 - 250
D	Nanosi slabo do srednje koherentni (sa ili bez mekih koherentnih slojeva) ili s predominantno mekim do srednje krutim koherentnim tlima.	<180	<15	<70
E	Profili koji sadrže površinski sloj koji karakterizira brzina v_s tzv. tipove tla C i D i debljine od 5 m do 20 m, a ispod njih je kruti materijal s brzinom većom od v_s 800 m/s			
S1	Nanosi koji sadrže najmanje 10 m debeli sloj mekane gline s visoko plastičnim indeksom ($PI>40$) i visokim sadržajem vode	<100		10-20
S2	Nanosi likvefakcijski osjetljivog tla pijeska i gline ili bilo koji tip tla koji nije opisan od A do E i pod S1			

Tabela seizmičkih parametara ovisno o vrsti tla:

Klasa tla	S	TB(s)	TC(s)	TD(s)
A	1.0	0.15	0.4	2.0
B	1.2	0.15	0.5	2.0
C	1.15	0.20	0.6	2.0
D	1.35	0.20	0.8	2.0
E	1.4	0.15	0.5	2.0

Dodatna sila podijeljena je na horizontalnu i vertikalnu komponentu u iznosima:

- horizontalna komponenta ($pp=475g$): $F_H=0,5 \cdot \alpha \cdot S \cdot W=0,5 \cdot 0,20g \cdot 1,35 \cdot 1,0=$ **0,135g**

- vertikalna komponenta ($pp=475g$): $F_V=\pm 0,5 \cdot F_H=\pm 0,5 \cdot 0,135g=\pm$ **0,067g**



4.6.2 PROJEKTNE SITUACIJE

Proračun je proveden za odabrane najnepovoljnije projektne situacije. Projekte situacije iste su za sve računske modele i one su:

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, prometno opterećenje na kruni nasipa $q_k=15 \text{ kN/m'}$.
3	Velika voda	Klizna ploha minimalnog F_s , drenirani parametri, voda na koti 110,30 m.n.m. u retenciji ili na vrhu obrambenog nasipa u ribnjaku.
4	Naglo sniženje	Klizna ploha minimalnog F_s , drenirani parametri, saturiran nasip uz pad vodnog lica s kote 110,30 m.n.m. u retenciji ili s kote vrha ispusne građevine u ribnjaku (ovisno o pop. presjeku).
5	Potres	Klizna ploha minimalnog F_s , nedrenirani parametri čvrstoće za situaciju u kojoj je podzemna voda na koti nožice nasipa i opterećenjem od potresa $T=475g$, $a_h=0,179g$

4.6.3 RAČUNSKI MODELI

Za potrebe proračuna analize stabilnosti nasipa, modelirat će se 4 računskih modela.

Računski modeli:

GS1 - RM1 - karakteristični poprečni presjek na profilu P6 na stacionaži 0+250,00

GS2 - RM2 - karakteristični poprečni presjek na profilu P33 na stacionaži 1+600,00

GS2 - RM3 - karakteristični poprečni presjek na profilu P35 na stacionaži 1+700,00

GS3 - RM4 - karakteristični poprečni presjek na profilu P79 na stacionaži 3+900,00

GS4 - RM5 - karakteristični poprečni presjek na profilu P4 (situacija srca) na stacionaži 4+861,22

GS4 - RM6 - karakteristični poprečni presjek na profilu P113 na stacionaži 5+600,00

GS5 - RM7 - karakteristični poprečni presjek na profilu P147 na stacionaži 7+300,00

GS5 - RM8 - karakteristični poprečni presjek na profilu P158 na stacionaži 7+850,00

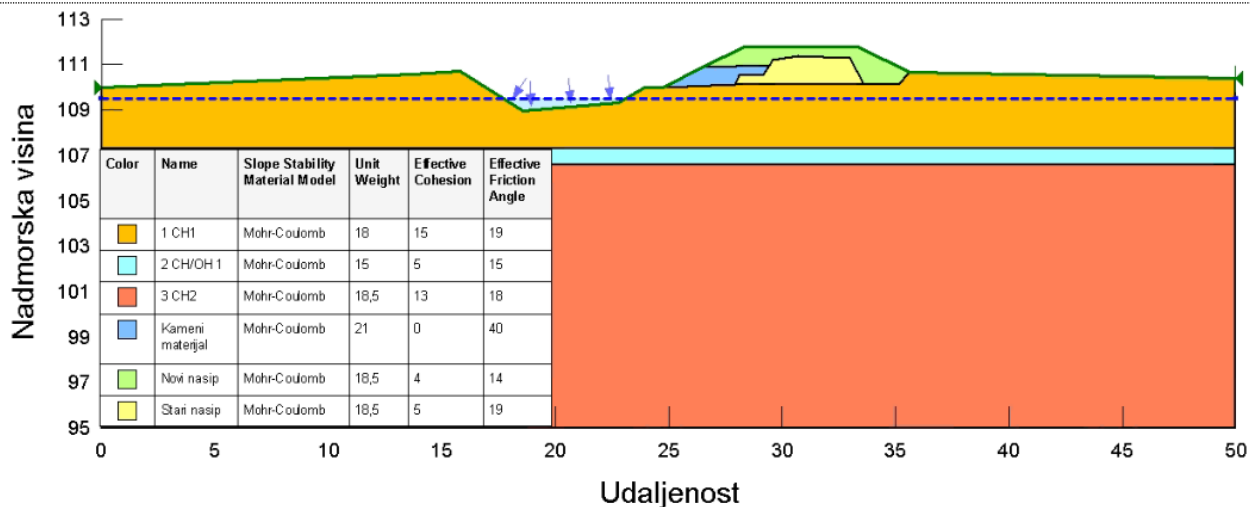
GS5 - RM9 - karakteristični poprečni presjek na profilu P186 na stacionaži 9+250,00.

Na modelu je prikazano i prolazno nepovoljno opterećenje od prometa na kruni nasipa q_k u projektnim situacijama eksploatacije.

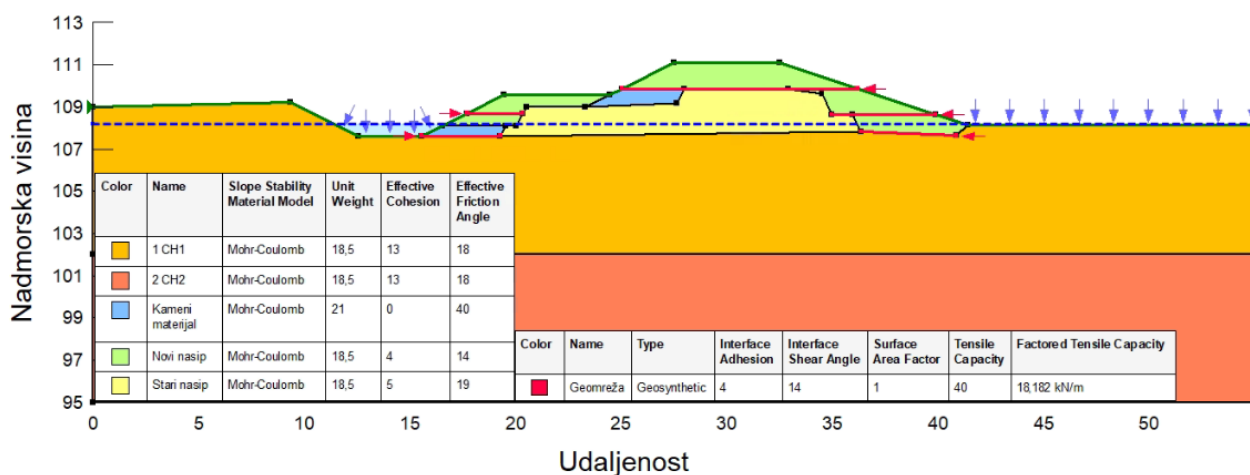
Karakteristično opterećenje na servisnom putu: $q_k=15 \text{ kN/m'}$



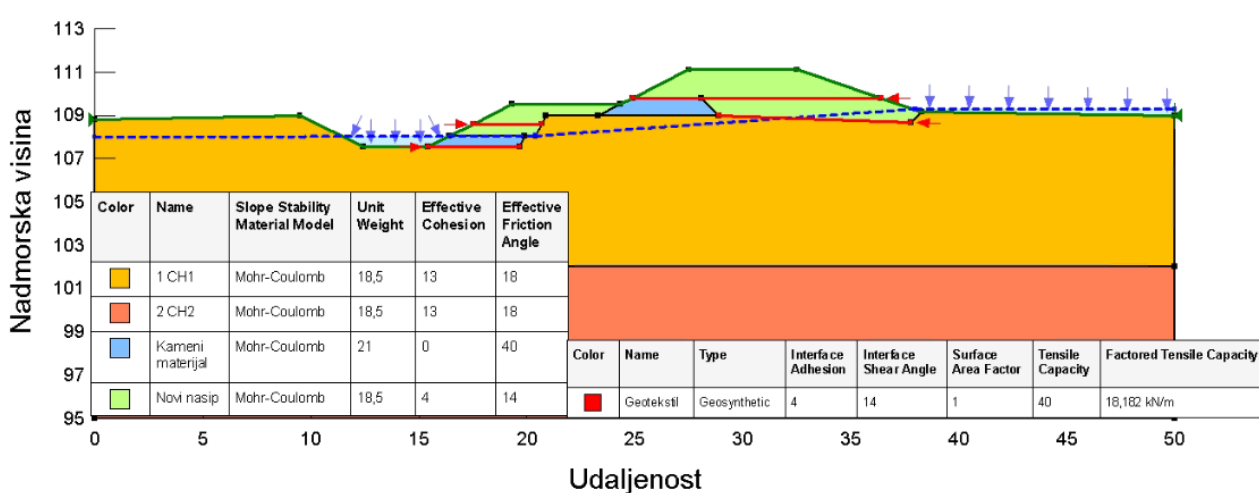
Računski model RM1



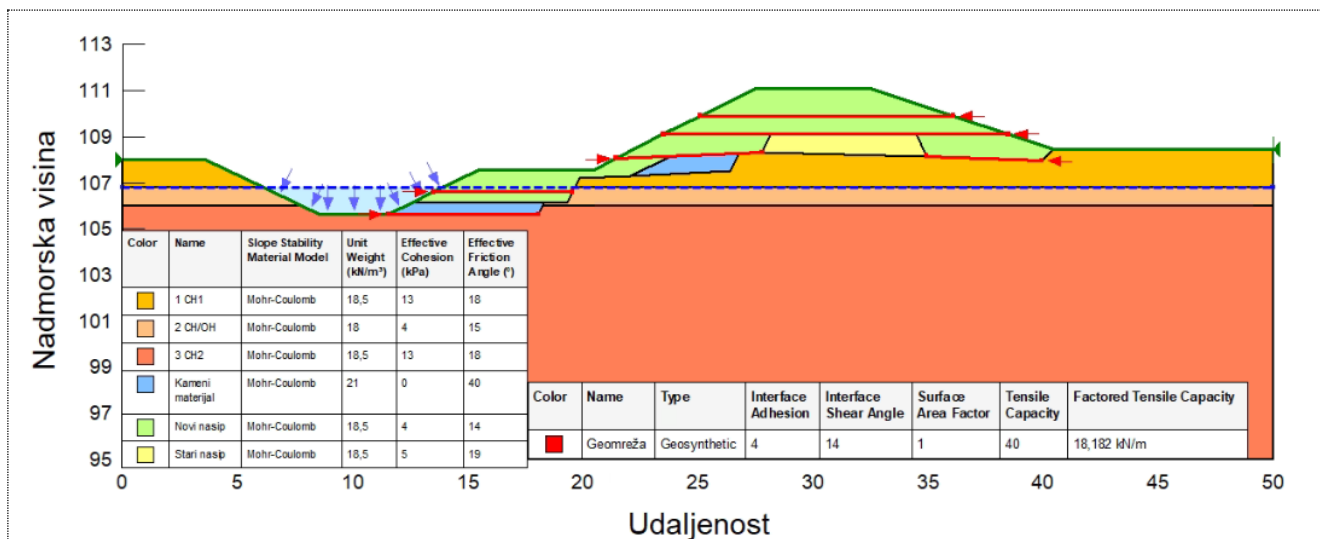
Računski model RM2



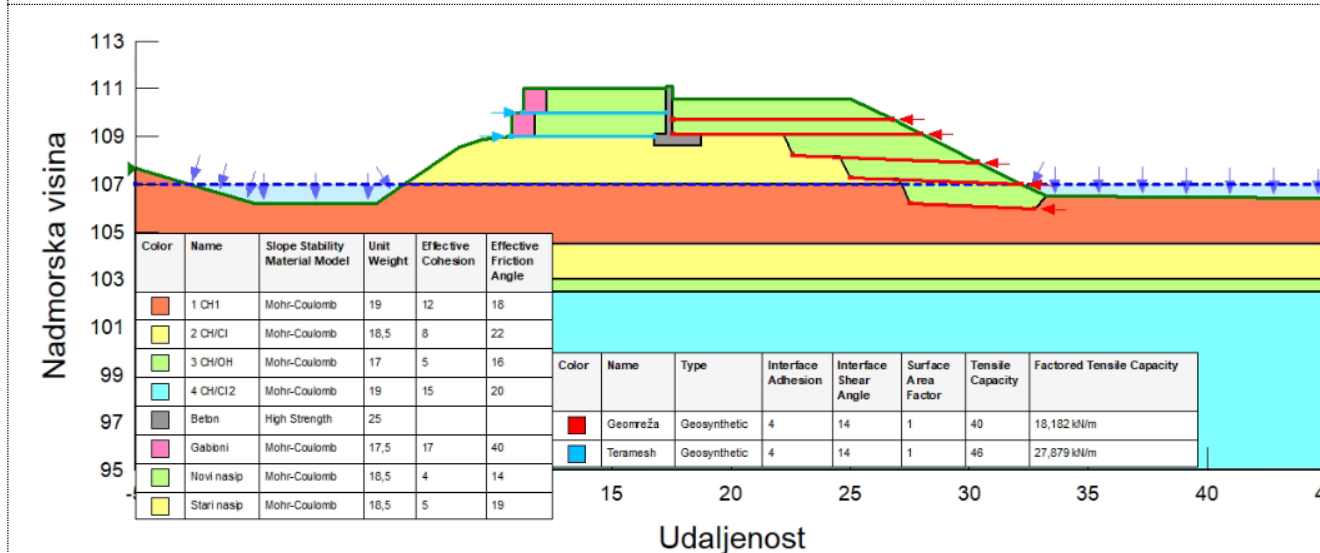
Računski model RM3



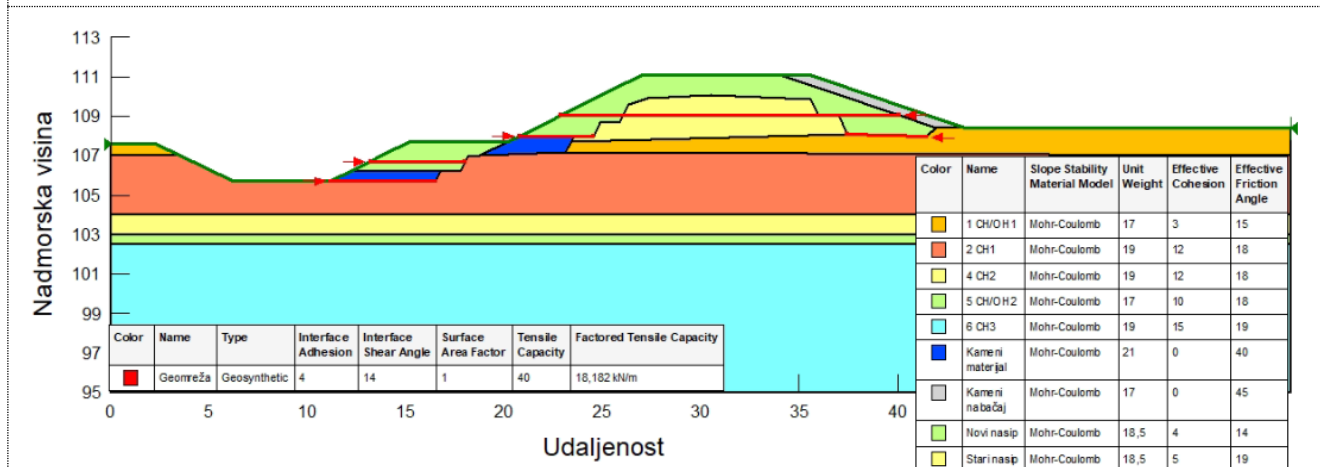
Računski model RM4



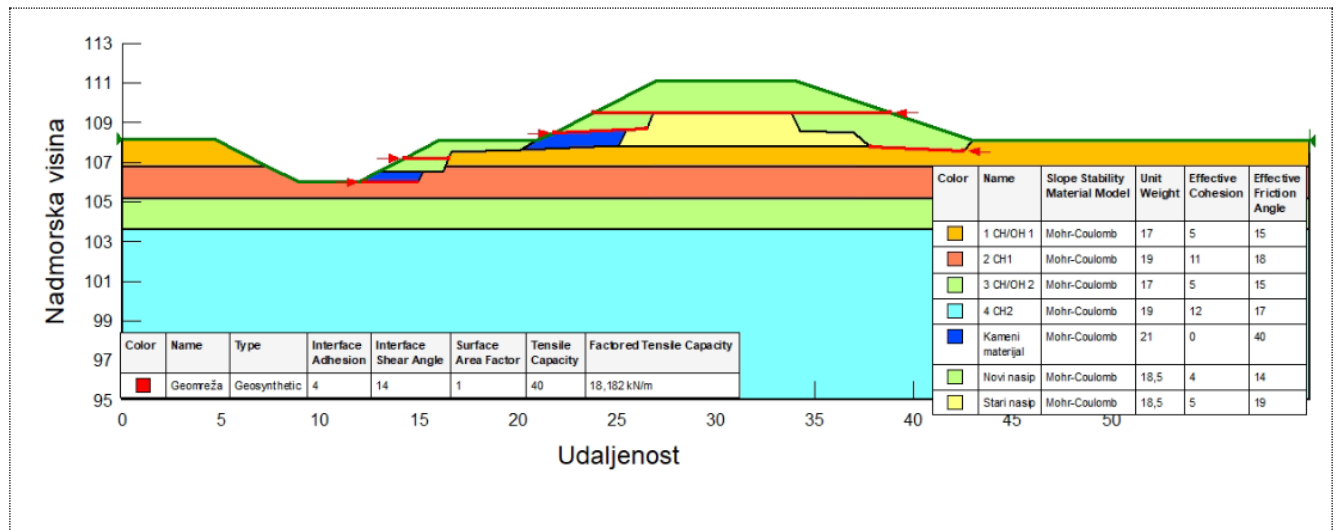
Računski model RM5



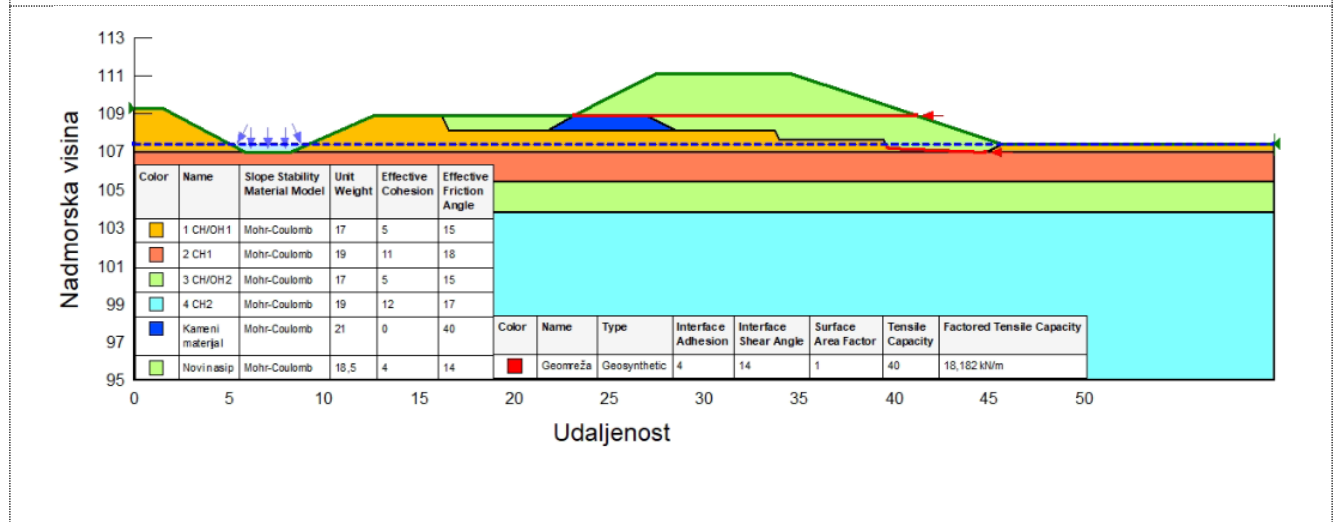
Računski model RM6



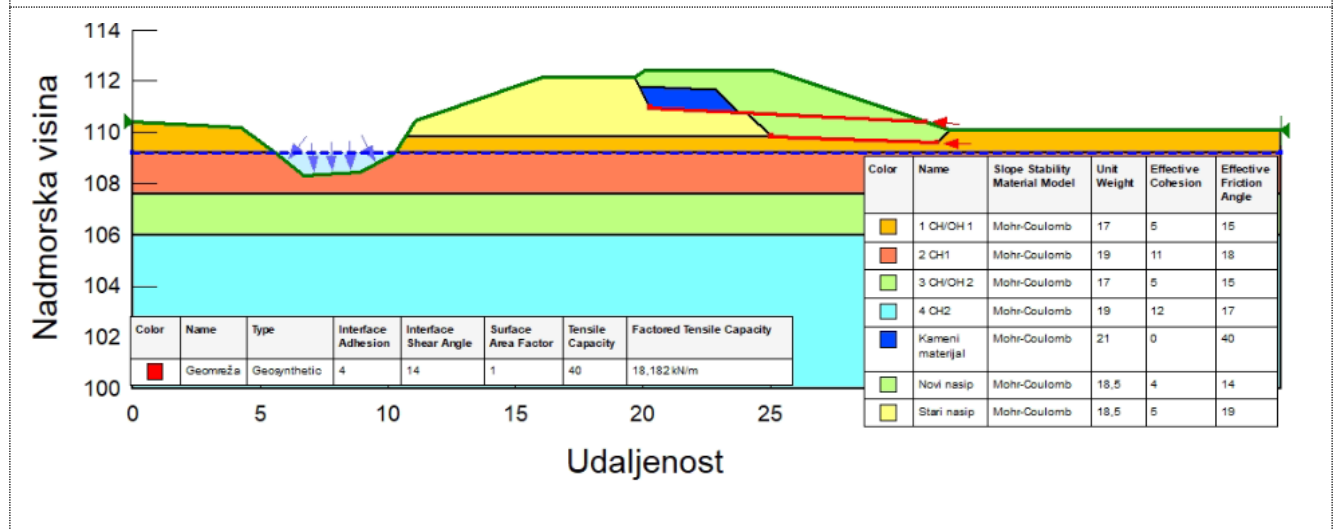
Računski model RM7



Računski model RM8



Računski model RM9





4.6.4 REZULTATI PRORAČUNA

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

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F _{smin}	F _s	Napomena
RM1					
1	RM1-S1	Kraj gradnje	1,00	8,844	- ribnjaci
2	RM1-S1	Kraj gradnje	1,00	4,384	- retencija
3	RM1-S2	Eksploatacija	1,00	1,359	- ribnjaci
4	RM1-S2	Eksploatacija	1,00	1,551	- retencija
5	RM1-S3	Velika voda	1,00	1,705	- ribnjaci
6	RM1-S3	Velika voda	1,00	1,674	- retencija
7	RM1-S4	Naglo sniženje	1,00	1,353	- ribnjaci
8	RM1-S4	Naglo sniženje	1,00	1,674	- retencija
9	RM1-S5	Potres	1,10	5,496	- ribnjaci
10	RM1-S5	Potres	1,10	3,975	- retencija
RM2					
1	RM2-S1	Kraj gradnje	1,00	5,875	- ribnjaci
2	RM2-S1	Kraj gradnje	1,00	6,131	- retencija
3	RM2-S2	Eksploatacija	1,00	1,525	- ribnjaci
4	RM2-S2	Eksploatacija	1,00	1,919	- retencija
5	RM2-S3	Velika voda	1,00	1,857	- ribnjaci
6	RM2-S3	Velika voda	1,00	2,232	- retencija
7	RM2-S4	Naglo sniženje	1,00	1,376	- ribnjaci
8	RM2-S4	Naglo sniženje	1,00	2,099	- retencija (nasip)
9	RM2-S4	Naglo sniženje	1,00	1,128	- retencija (berma)
10	RM2-S5	Potres	1,10	4,244	- ribnjaci
11	RM2-S5	Potres	1,10	4,596	- retencija (nasip)
12	RM2-S5	Potres	1,10	4,009	- retencija (berma)
RM3					
1	RM3-S1	Kraj gradnje	1,00	9,015	- ribnjaci
2	RM3-S1	Kraj gradnje	1,00	6,023	- retencija
3	RM3-S2	Eksploatacija	1,00	1,478	- ribnjaci
4	RM3-S2	Eksploatacija	1,00	1,237	- retencija
5	RM3-S3	Velika voda	1,00	2,278	- ribnjaci
6	RM3-S3	Velika voda	1,00	1,863	- retencija
7	RM3-S4	Naglo sniženje	1,00	1,880	- ribnjaci
8	RM3-S4	Naglo sniženje	1,00	1,253	- retencija (nasip)
9	RM3-S4	Naglo sniženje	1,00	1,389	- retencija (berma)
10	RM3-S5	Potres	1,10	5,633	- ribnjaci
11	RM3-S5	Potres	1,10	4,559	- retencija (nasip)
12	RM3-S5	Potres	1,10	3,652	- retencija (berma)
RM4					



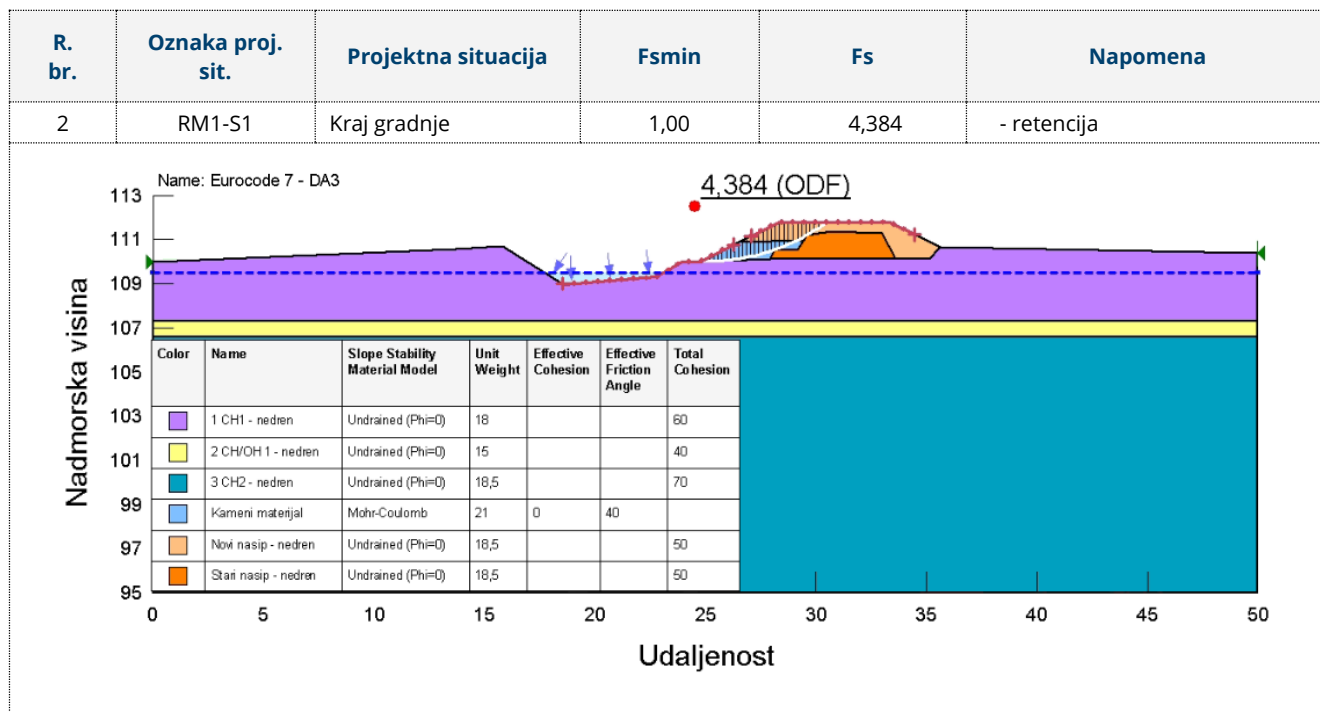
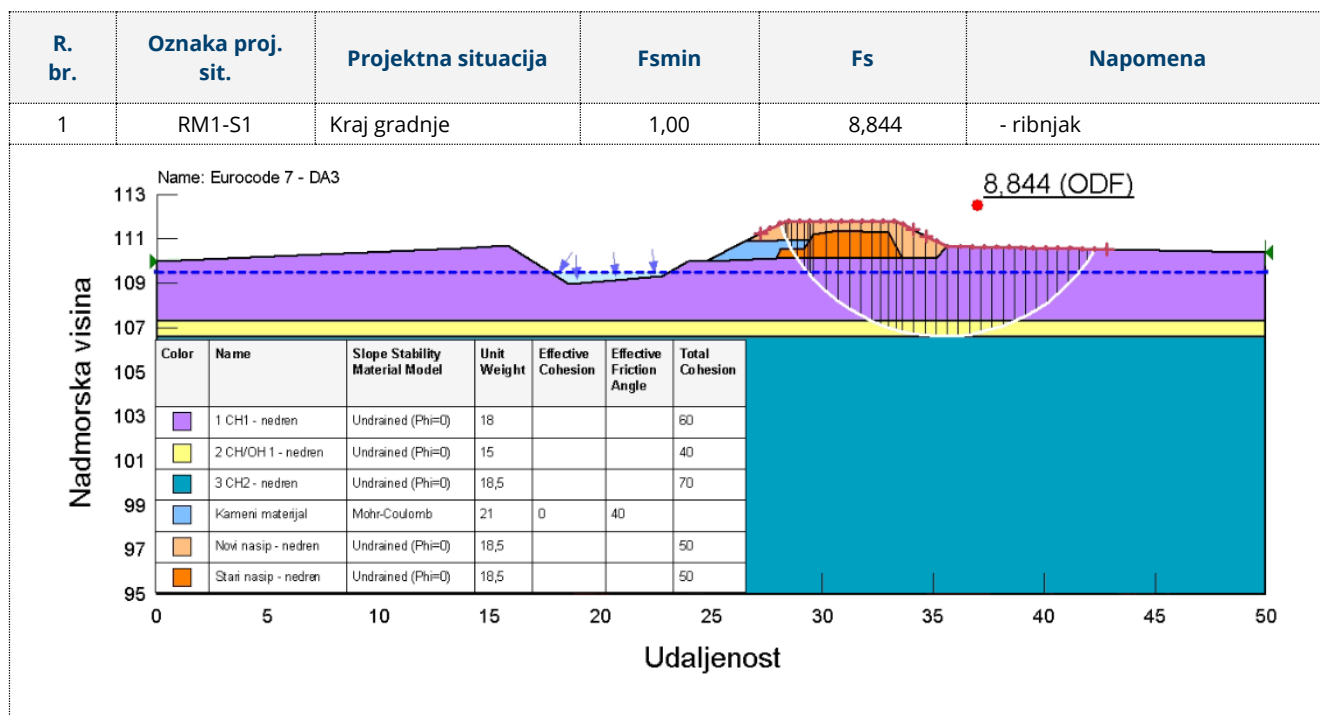
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Fsmin	Fs	Napomena
1	RM4-S1	Kraj gradnje	1,00	5,740	- ribnjaci
2	RM4-S1	Kraj gradnje	1,00	3,644	- retencija
3	RM4-S2	Eksploatacija	1,00	1,533	- ribnjaci
4	RM4-S2	Eksploatacija	1,00	1,262	- retencija
5	RM4-S2	Velika voda	1,00	1,994	- ribnjaci
6	RM4-S3	Velika voda	1,00	1,389	- retencija
7	RM4-S3	Naglo sniženje	1,00	1,734	- ribnjaci
8	RM4-S4	Naglo sniženje	1,00	1,043	- retencija (nasip)
9	RM4-S4	Naglo sniženje	1,00	1,728	- retencija (berma)
10	RM4-S5	Potres	1,10	4,440	- ribnjaci
11	RM4-S5	Potres	1,10	3,087	- retencija
RM5					
1	RM5-S1	Kraj gradnje	1,00	3,435	- ribnjaci
2	RM5-S1	Kraj gradnje	1,00	2,999	- retencija
3	RM5-S2	Eksploatacija	1,00	1,269	- ribnjaci
4	RM5-S2	Eksploatacija	1,00	1,188	- retencija
5	RM5-S3	Velika voda	1,00	1,516	- ribnjaci
6	RM5-S3	Velika voda	1,00	1,237	- retencija
7	RM5-S4	Naglo sniženje	1,00	1,010	- ribnjaci
8	RM5-S4	Naglo sniženje	1,00	1,041	- retencija
9	RM5-S5	Potres	1,10	3,044	- ribnjaci
10	RM5-S5	Potres	1,10	2,946	- retencija
RM6					
1	RM6-S1	Kraj gradnje	1,00	3,759	- ribnjaci
2	RM6-S1	Kraj gradnje	1,00	3,046	- retencija
3	RM6-S2	Eksploatacija	1,00	1,252	- ribnjaci
4	RM6-S2	Eksploatacija	1,00	1,124	- retencija
5	RM6-S3	Velika voda	1,00	1,402	- ribnjaci
6	RM6-S3	Velika voda	1,00	1,300	- retencija
7	RM6-S4	Naglo sniženje	1,00	1,019	- ribnjaci
8	RM6-S4	Naglo sniženje	1,00	1,045	- retencija (nasip)
9	RM6-S4	Naglo sniženje	1,00	1,629	- retencija (berma)
10	RM6-S5	Potres	1,10	3,068	- ribnjaci
11	RM6-S5	Potres	1,10	2,726	- retencija (nasip)
12	RM6-S5	Potres	1,10	3,965	- retencija (berma)
RM7					
1	RM7-S1	Kraj gradnje	1,00	3,082	- ribnjaci
2	RM7-S1	Kraj gradnje	1,00	2,625	- retencija
3	RM7-S2	Eksploatacija	1,00	1,367	- ribnjaci
4	RM7-S2	Eksploatacija	1,00	1,247	- retencija
5	RM7-S3	Velika voda	1,00	1,485	- ribnjaci
6	RM7-S3	Velika voda	1,00	1,347	- retencija
7	RM7-S4	Naglo sniženje	1,00	1,100	- ribnjaci

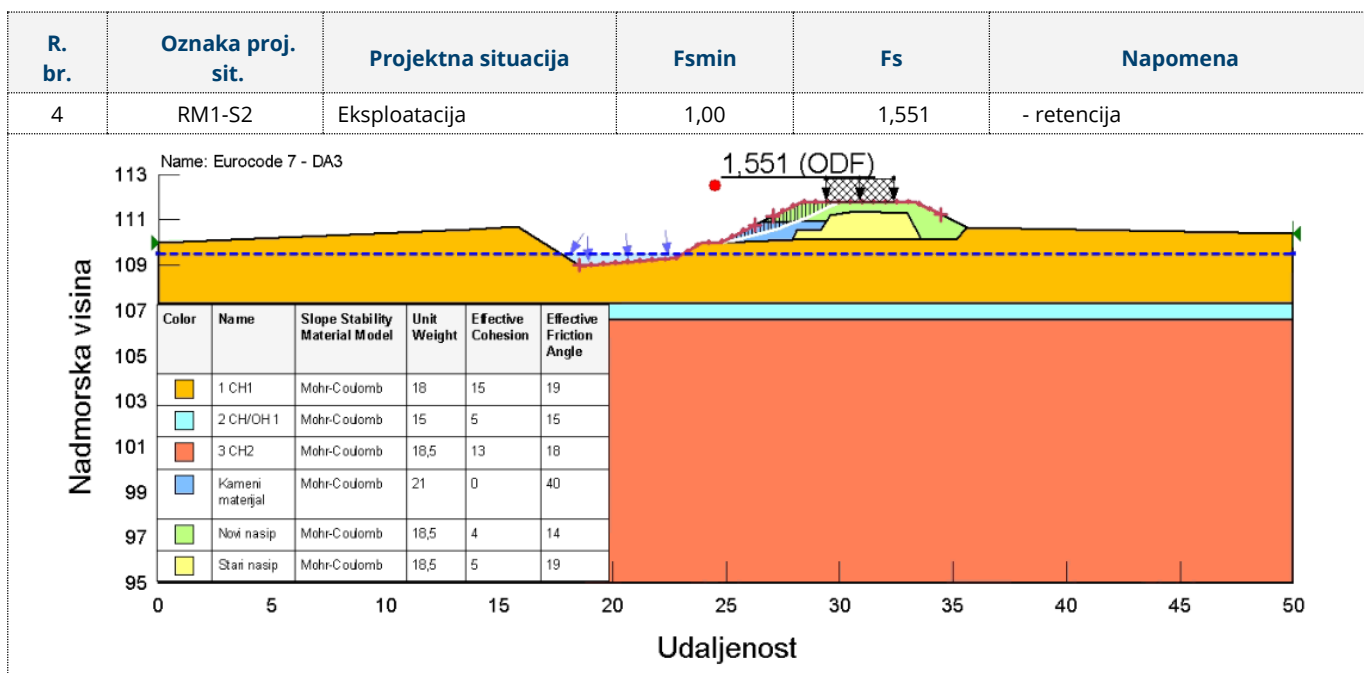
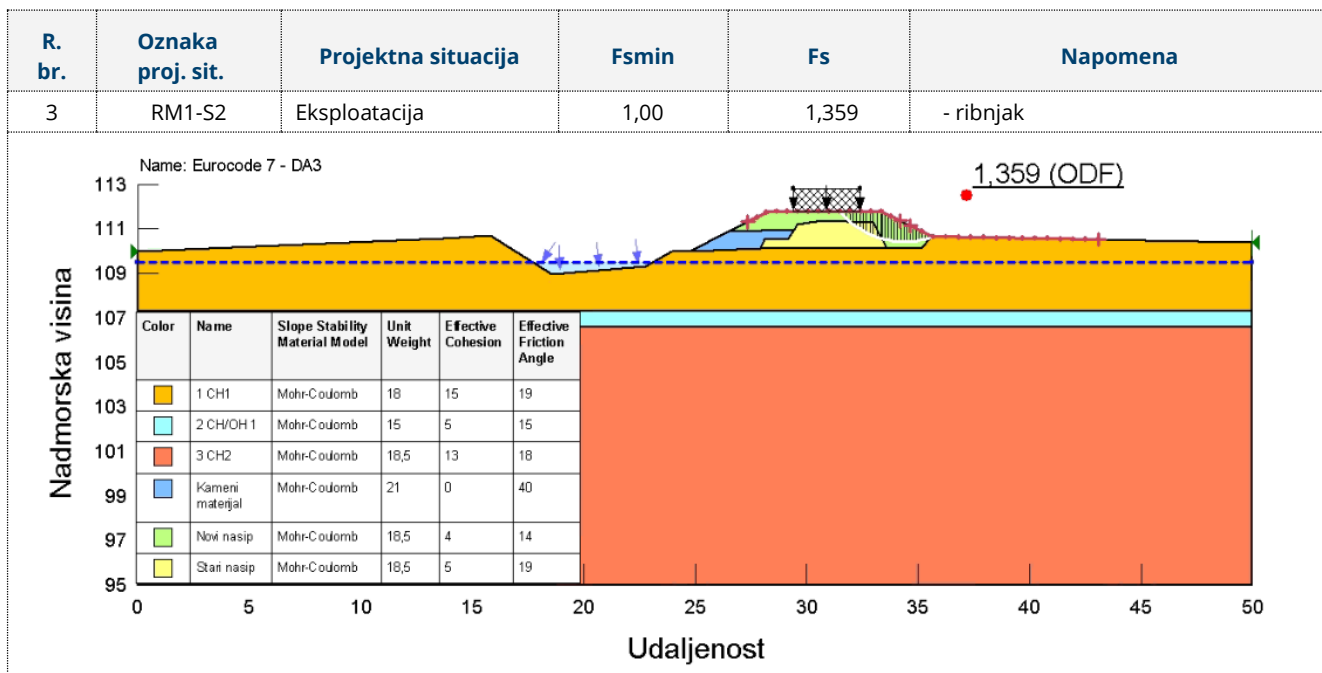


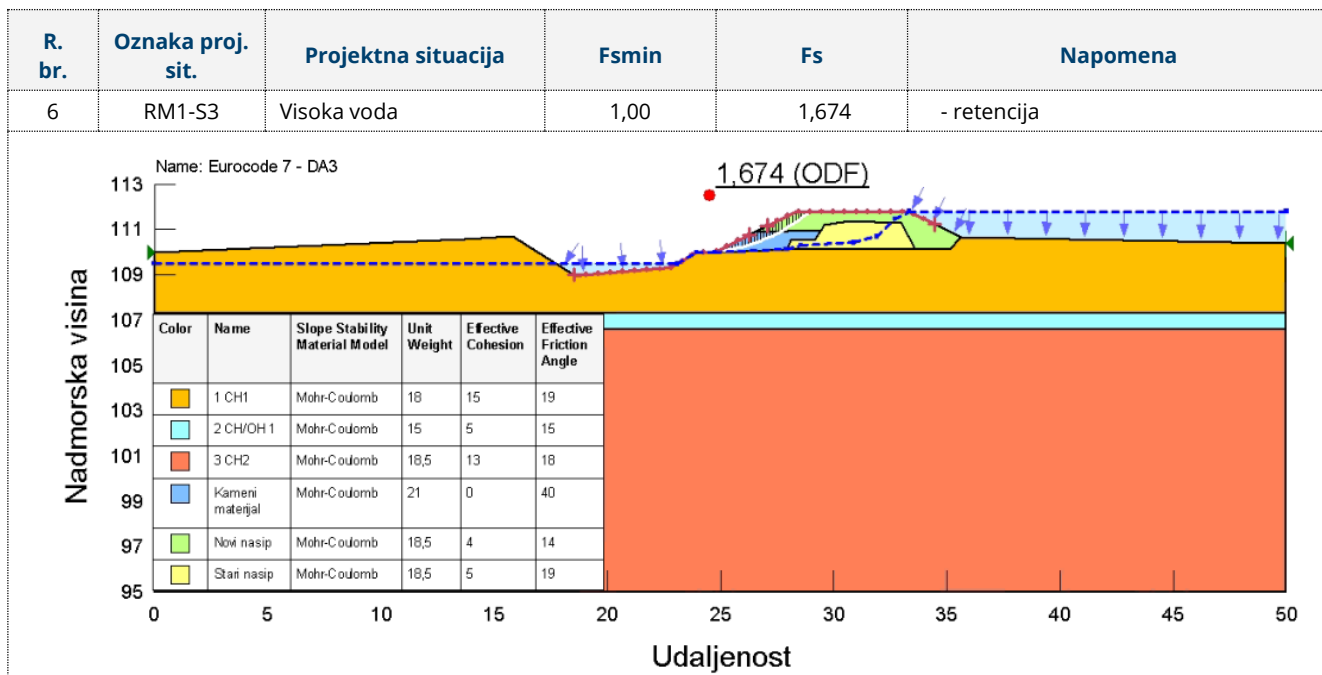
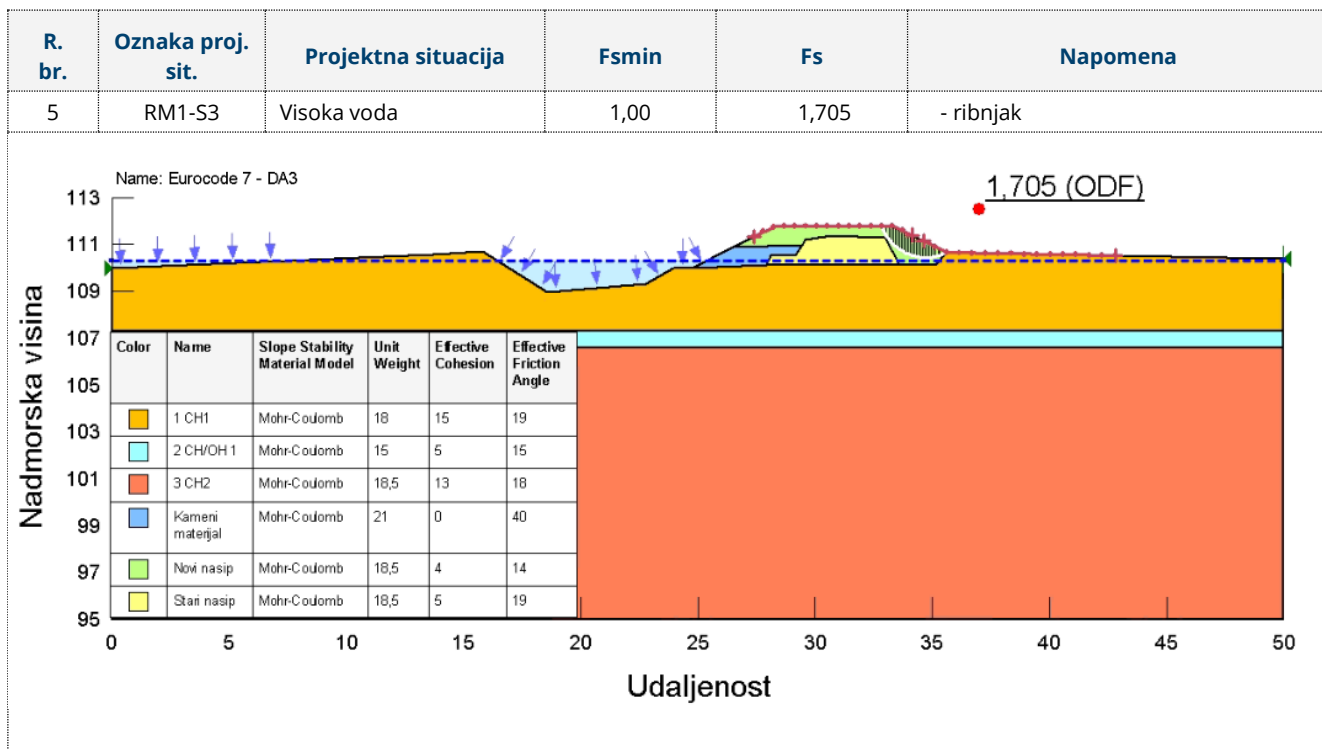
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Fsmin	Fs	Napomena
8	RM7-S4	Naglo sniženje	1,00	1,016	- retencija (nasip)
9	RM7-S4	Naglo sniženje	1,00	1,035	- retencija (berma)
10	RM7-S5	Potres	1,10	2,539	- ribnjaci
11	RM7-S5	Potres	1,10	2,288	- retencija (nasip)
12	RM7-S5	Potres	1,10	3,322	- retencija (berma)
RM8					
1	RM8-S1	Kraj gradnje	1,00	3,273	- ribnjaci
2	RM8-S1	Kraj gradnje	1,00	3,980	- retencija
3	RM8-S2	Eksploatacija	1,00	1,272	- ribnjaci
4	RM8-S2	Eksploatacija	1,00	1,080	- retencija
5	RM8-S3	Velika voda	1,00	1,407	- ribnjaci
6	RM8-S3	Velika voda	1,00	1,250	- retencija
7	RM8-S4	Naglo sniženje	1,00	1,006	- ribnjaci
8	RM8-S4	Naglo sniženje	1,00	1,037	- retencija (nasip)
9	RM8-S5	Potres	1,10	2,611	- ribnjaci
10	RM8-S5	Potres	1,10	2,928	- retencija (nasip)
RM9					
1	RM9-S1	Kraj gradnje	1,00	4,189	- ribnjaci
2	RM9-S1	Kraj gradnje	1,00	2,902	- retencija
3	RM9-S2	Eksploatacija	1,00	1,257	- ribnjaci
4	RM9-S2	Eksploatacija	1,00	1,194	- retencija
5	RM9-S3	Velika voda	1,00	1,752	- ribnjaci
6	RM9-S3	Velika voda	1,00	1,155	- retencija
7	RM9-S4	Naglo sniženje	1,00	1,662	- ribnjaci
8	RM9-S4	Naglo sniženje	1,00	1,023	- retencija (nasip)
9	RM9-S5	Potres	1,10	3,163	- ribnjaci
10	RM9-S5	Potres	1,10	1,832	- retencija (nasip)

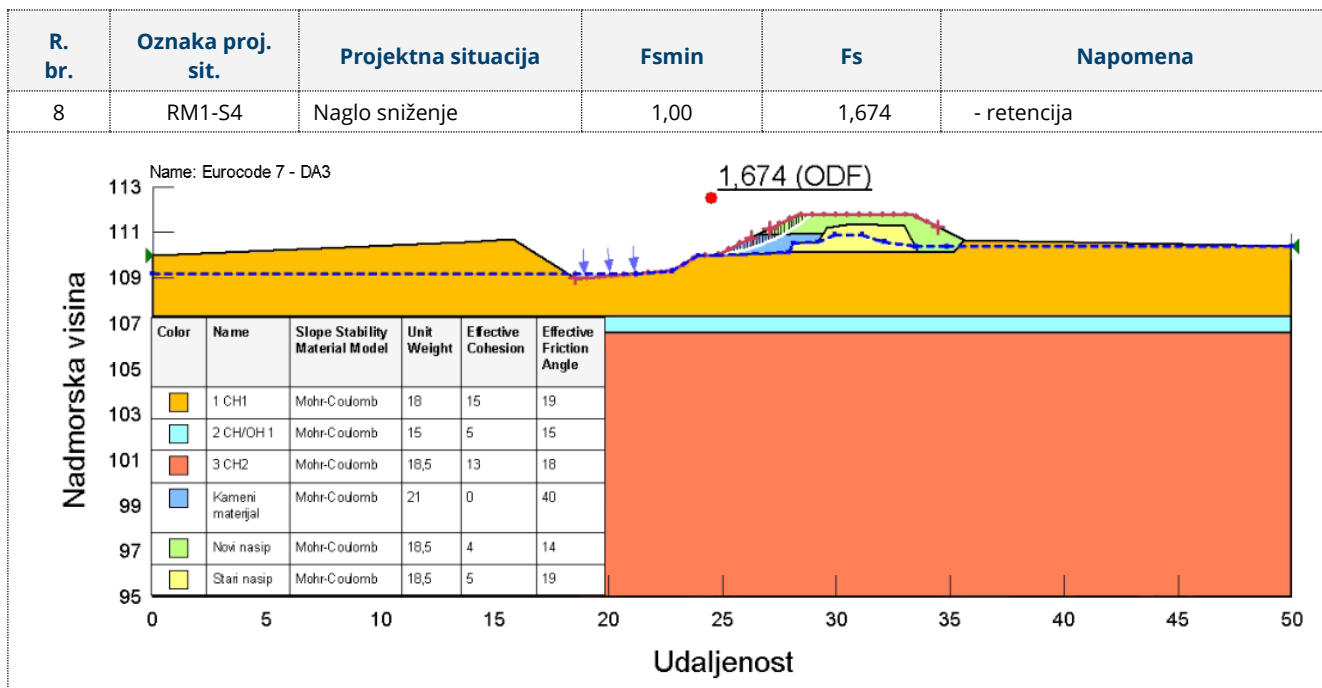
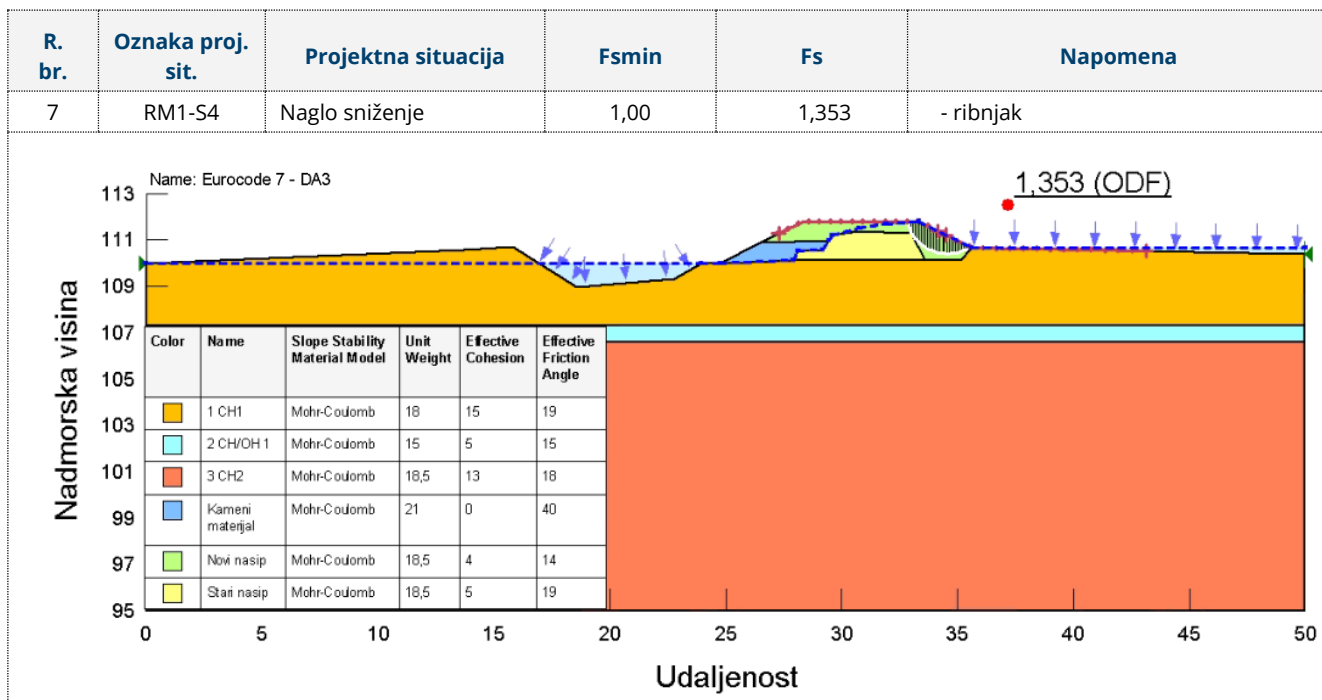


4.6.4.1 RM1 - Rezultati analize stabilnosti

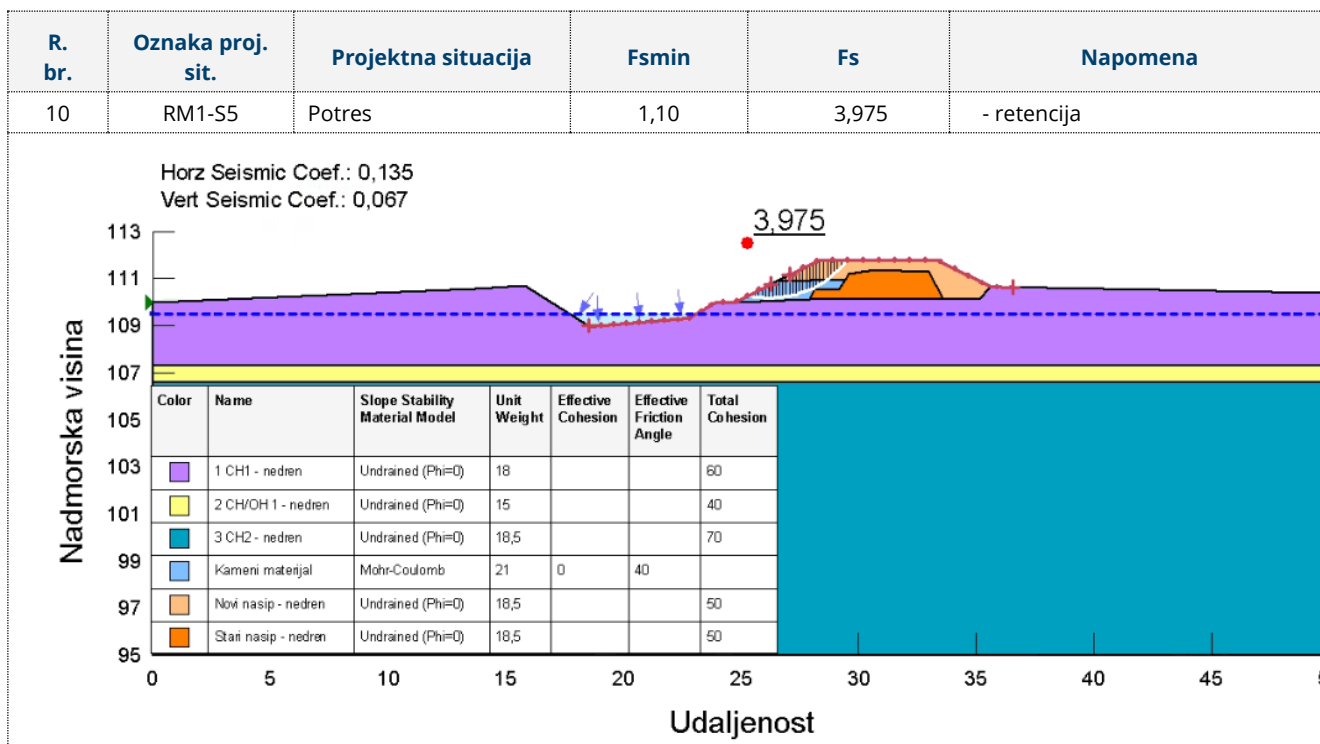
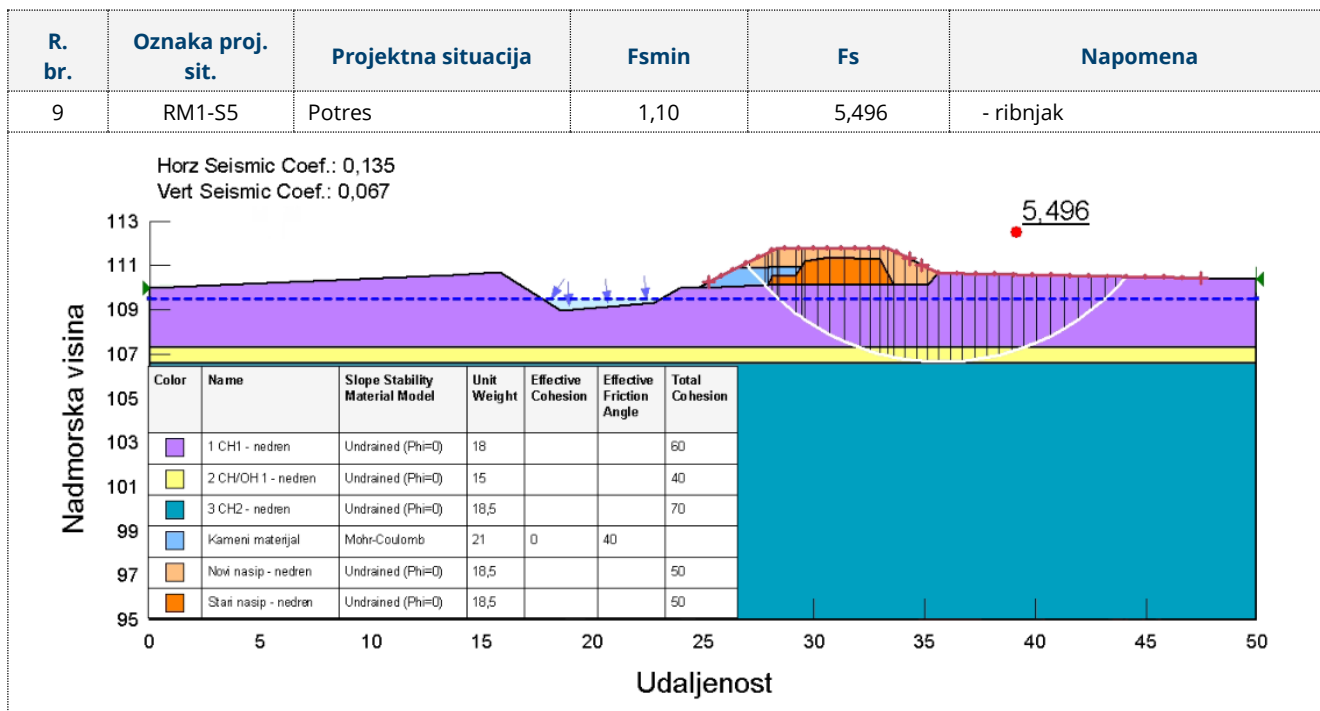






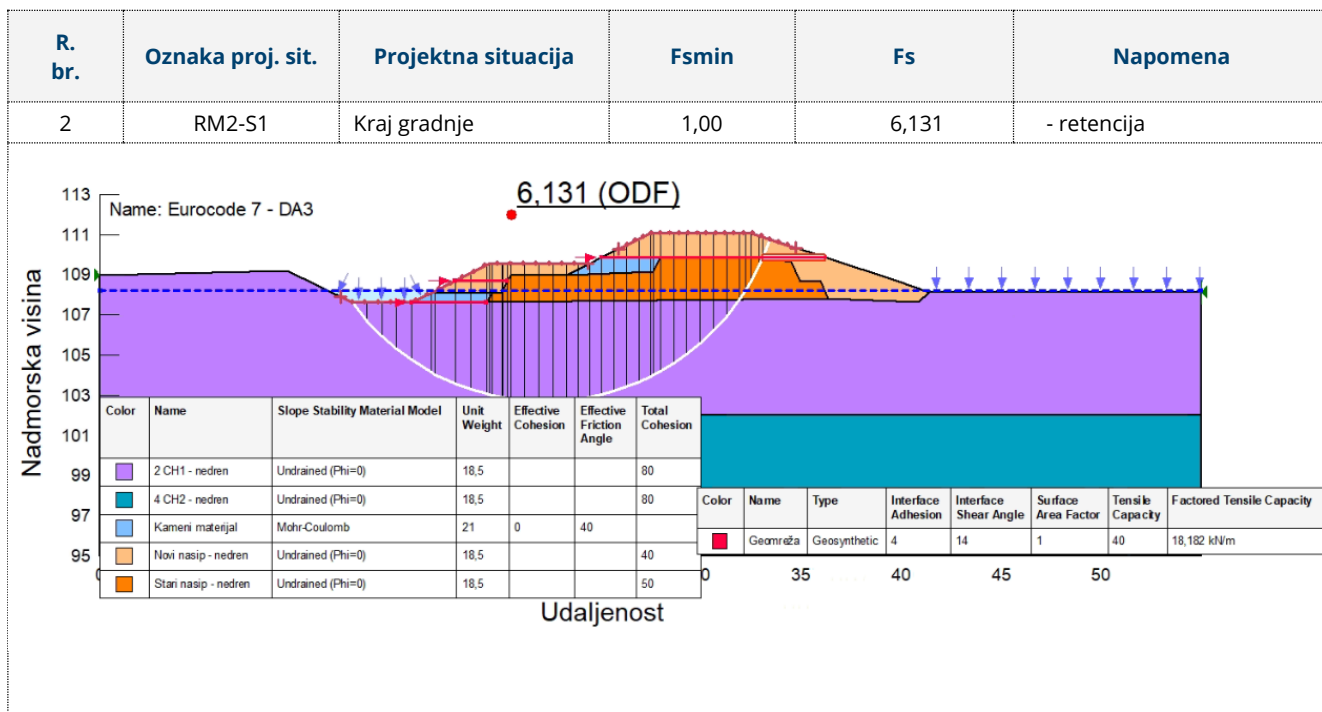
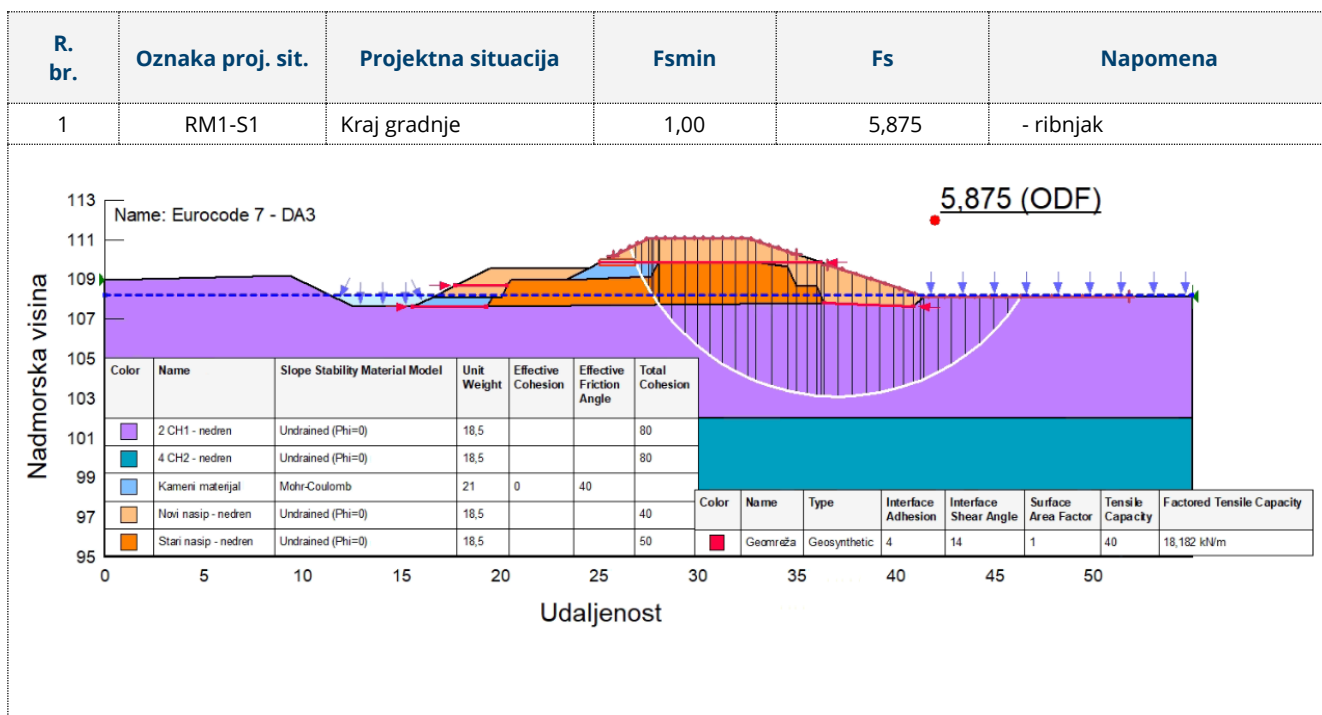


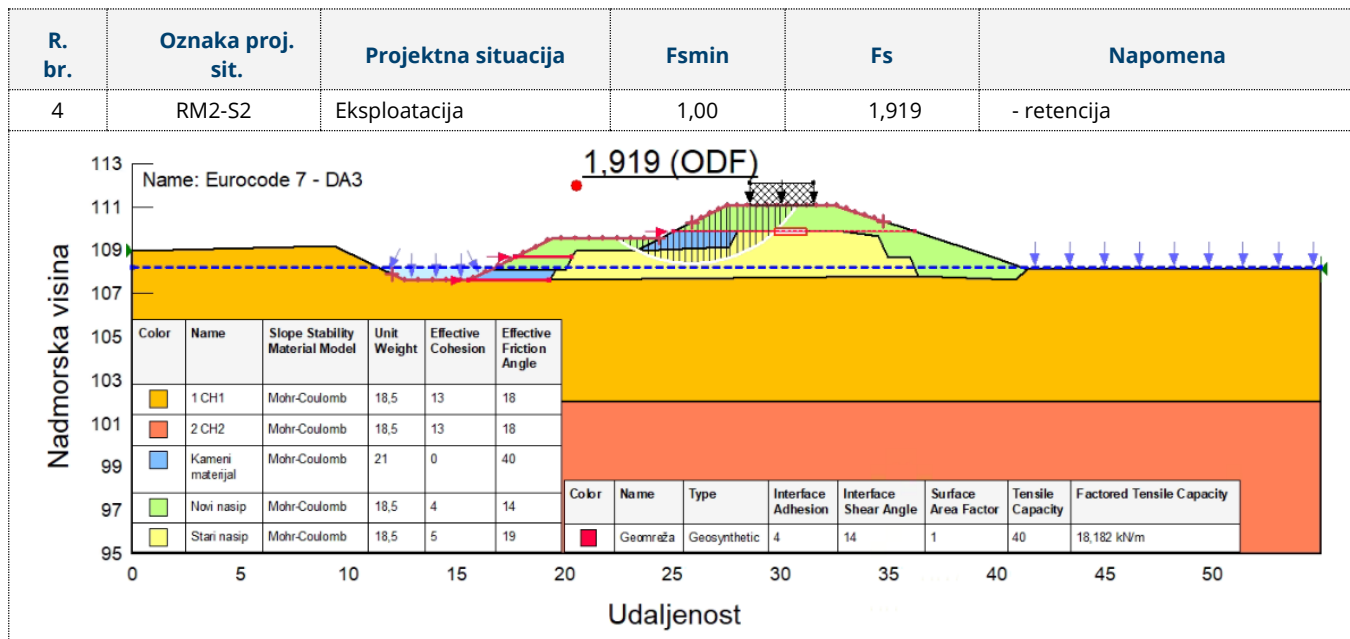
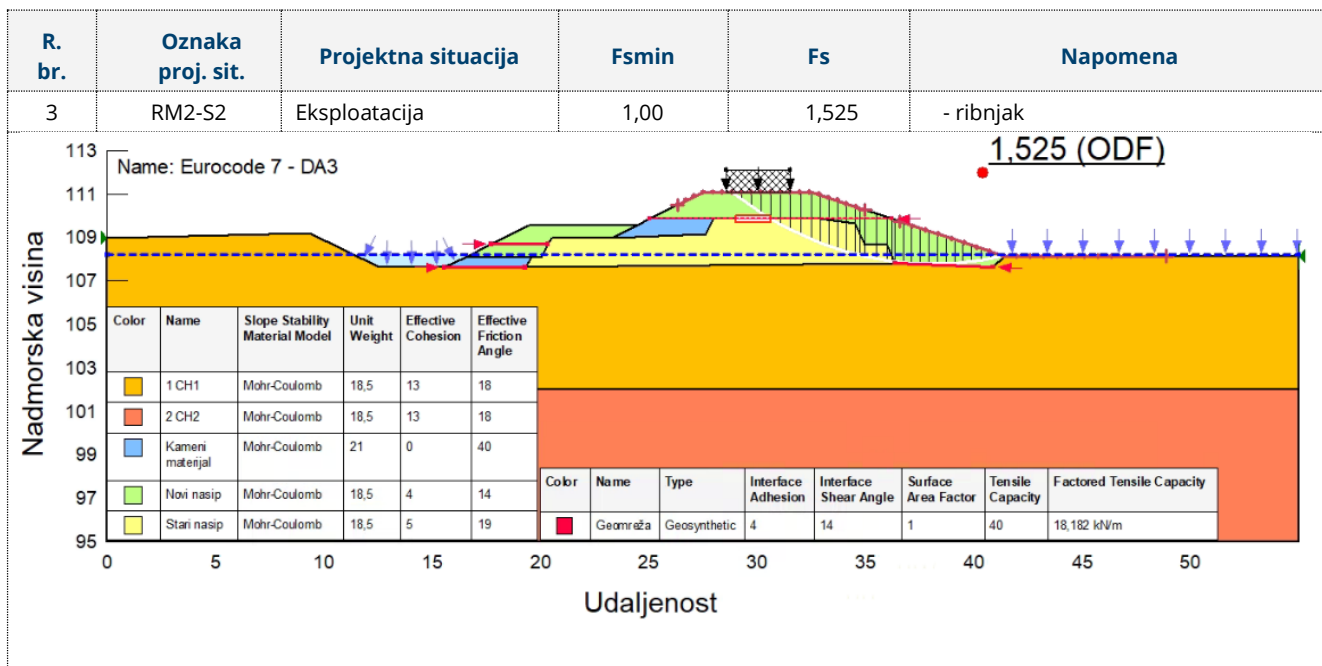
Name: Eurocode 7 - DA3

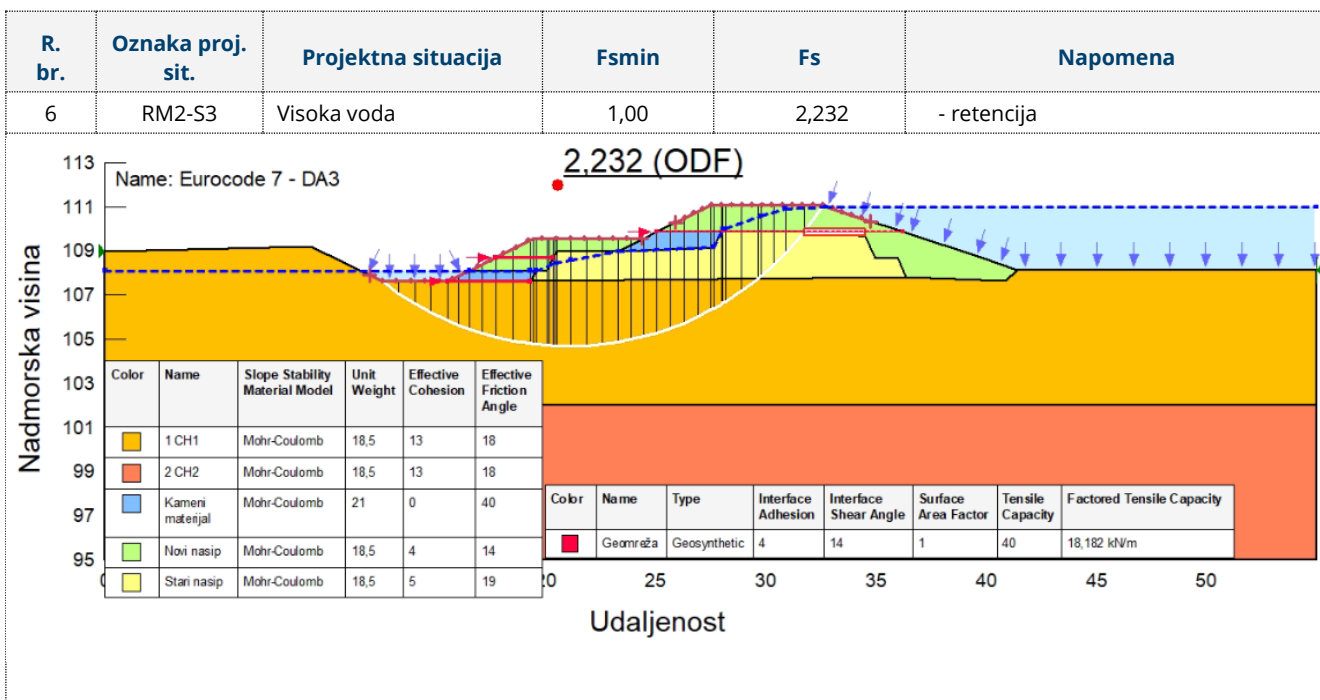
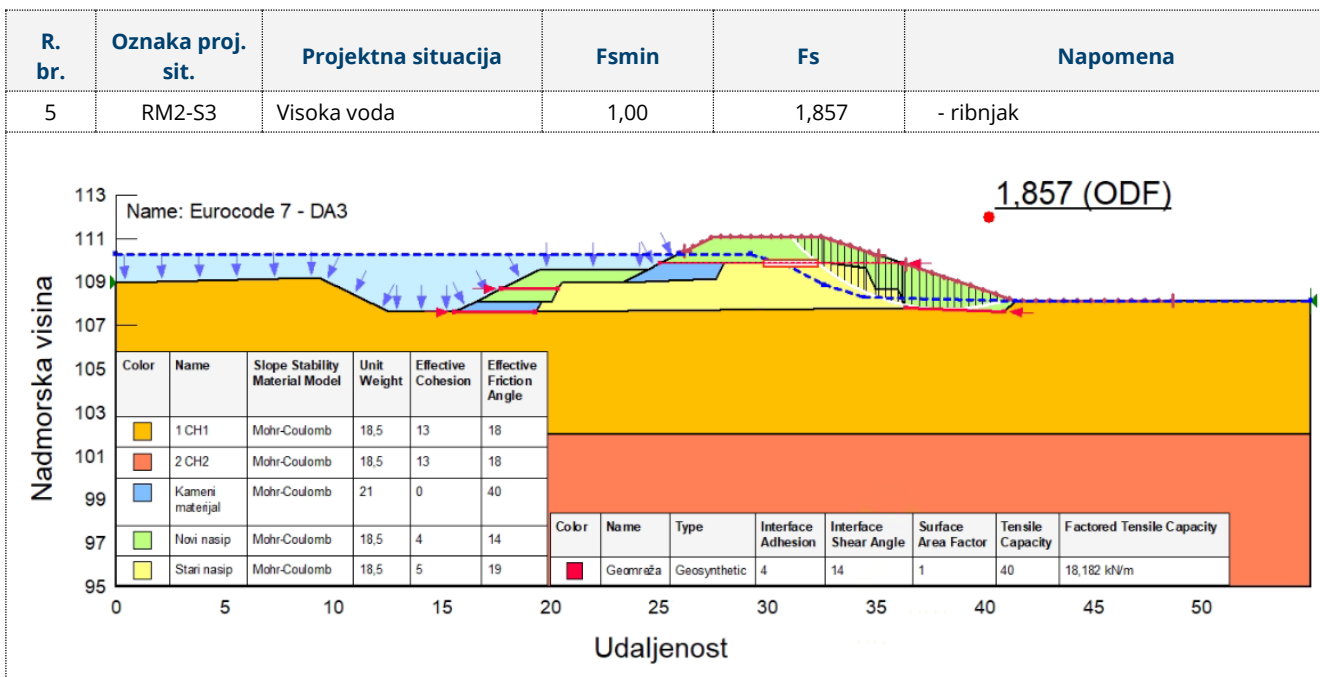


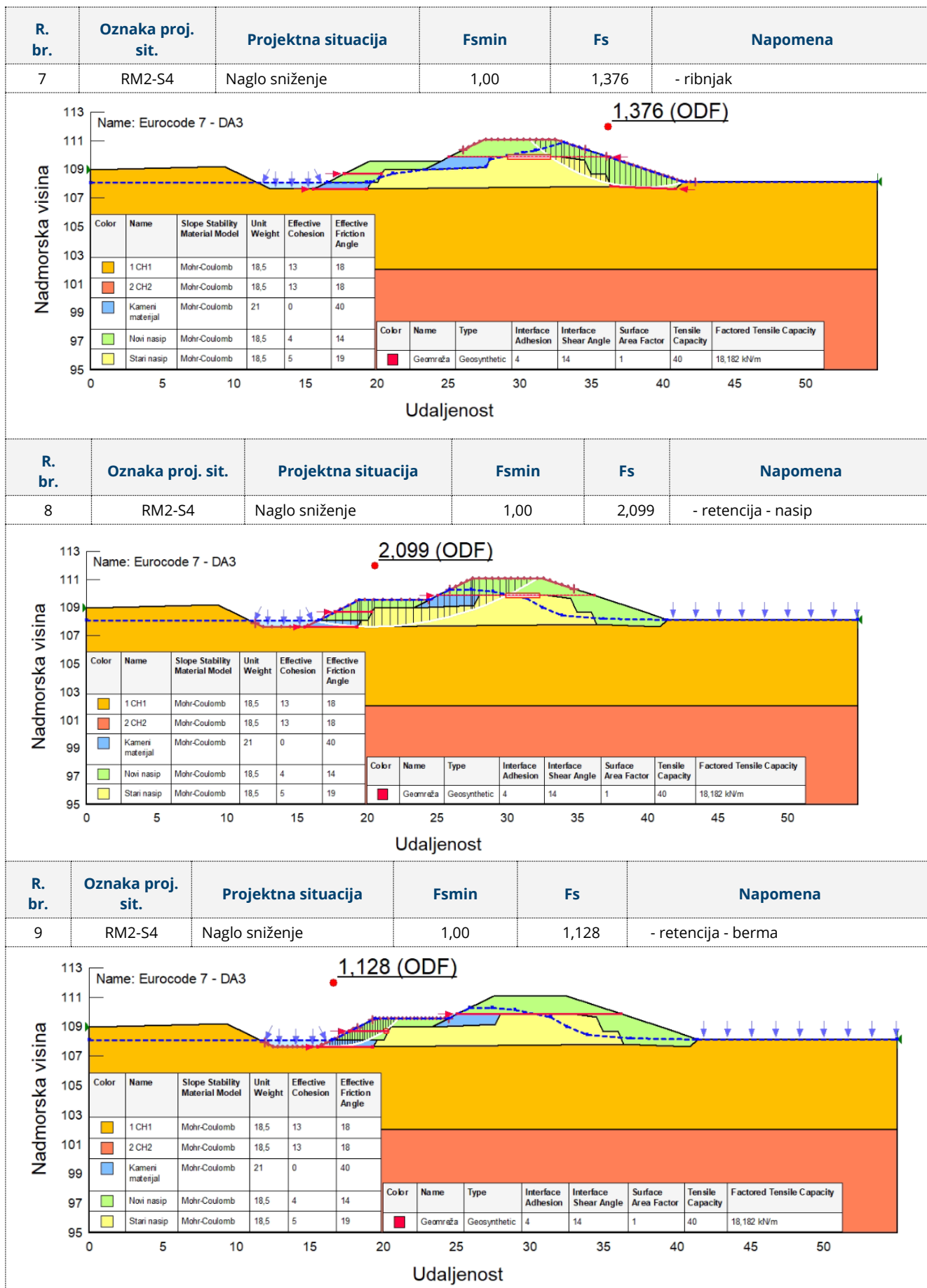


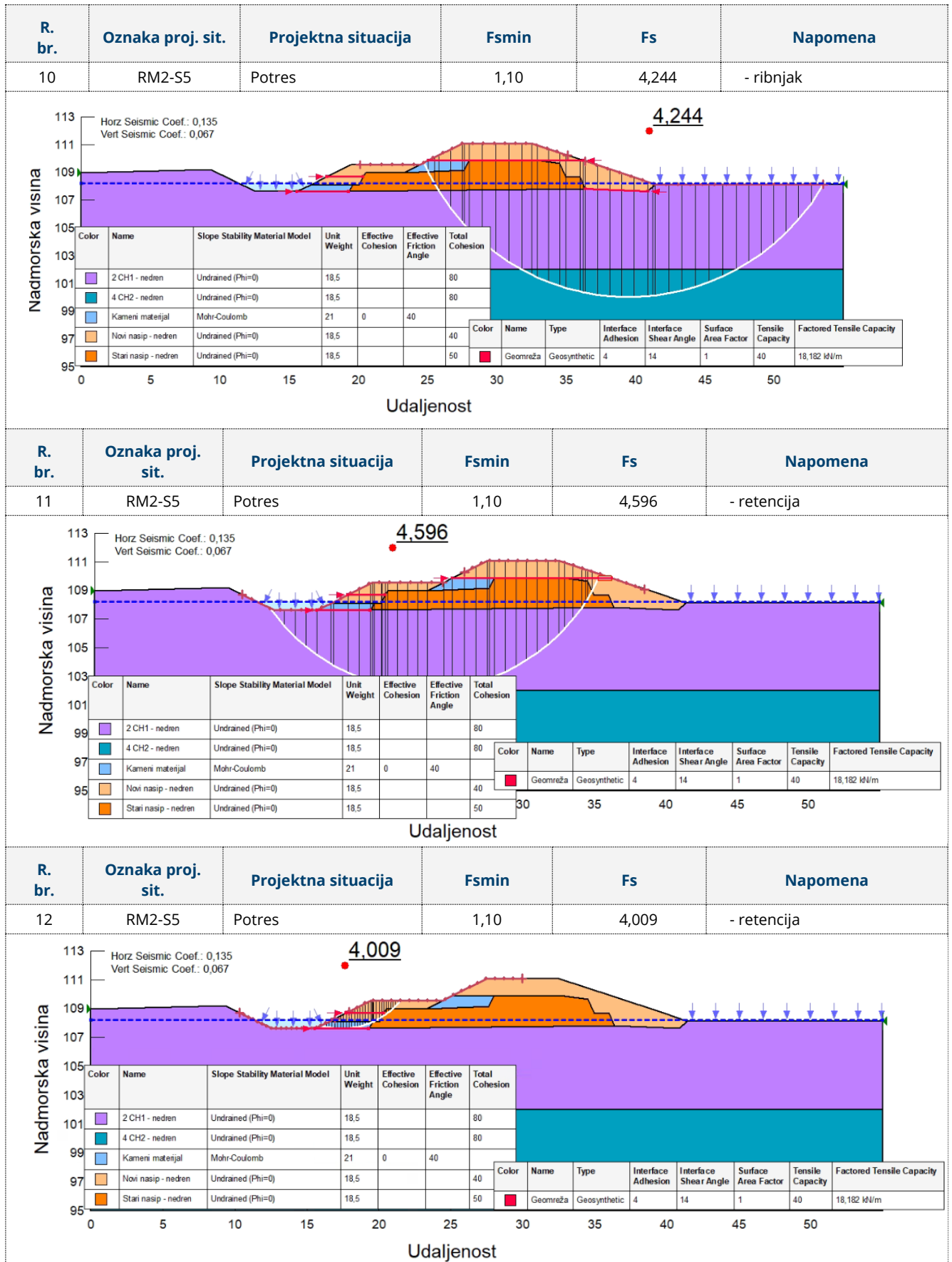
4.6.4.2 RM2 - Rezultati analize stabilnosti





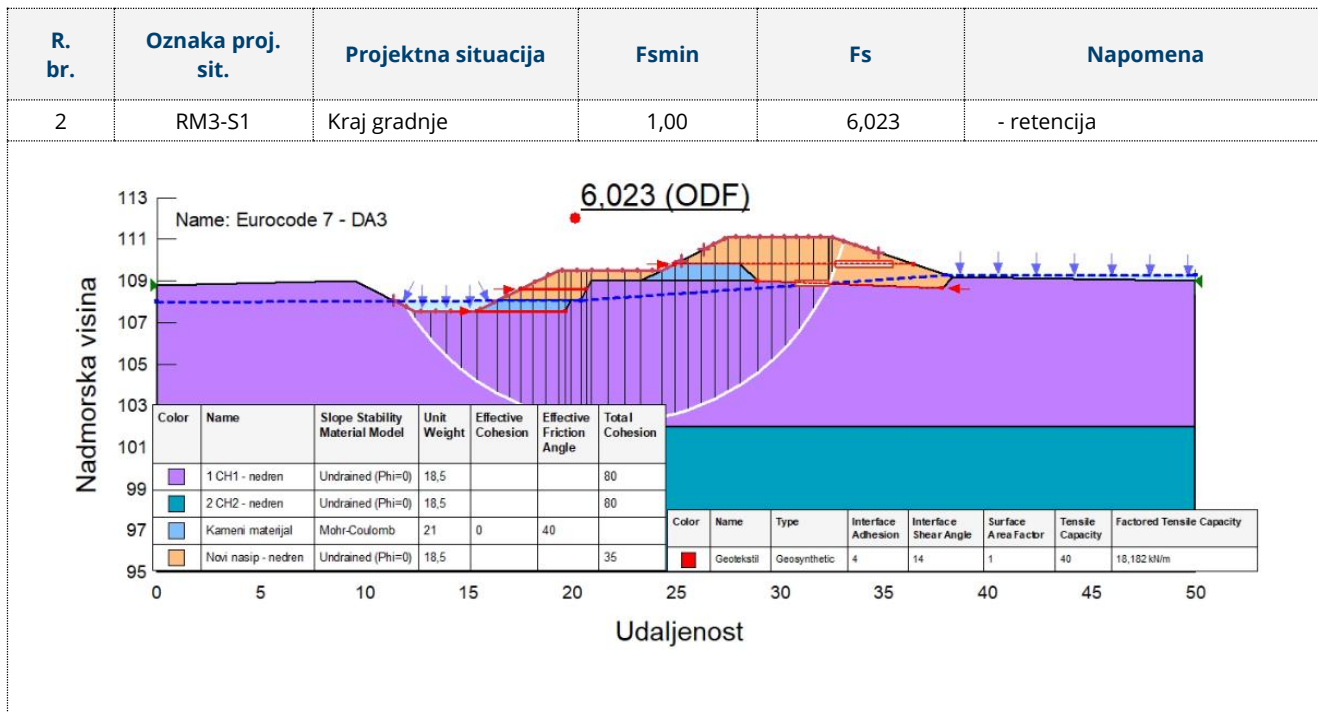
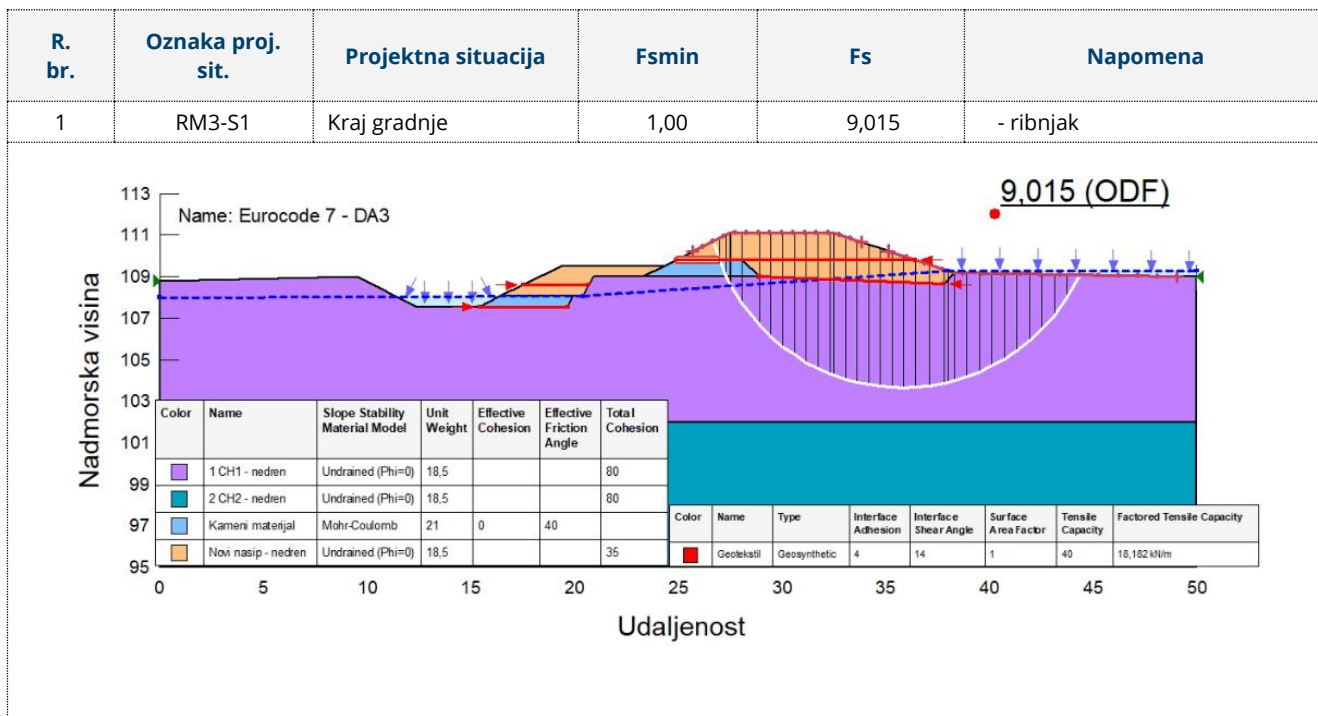


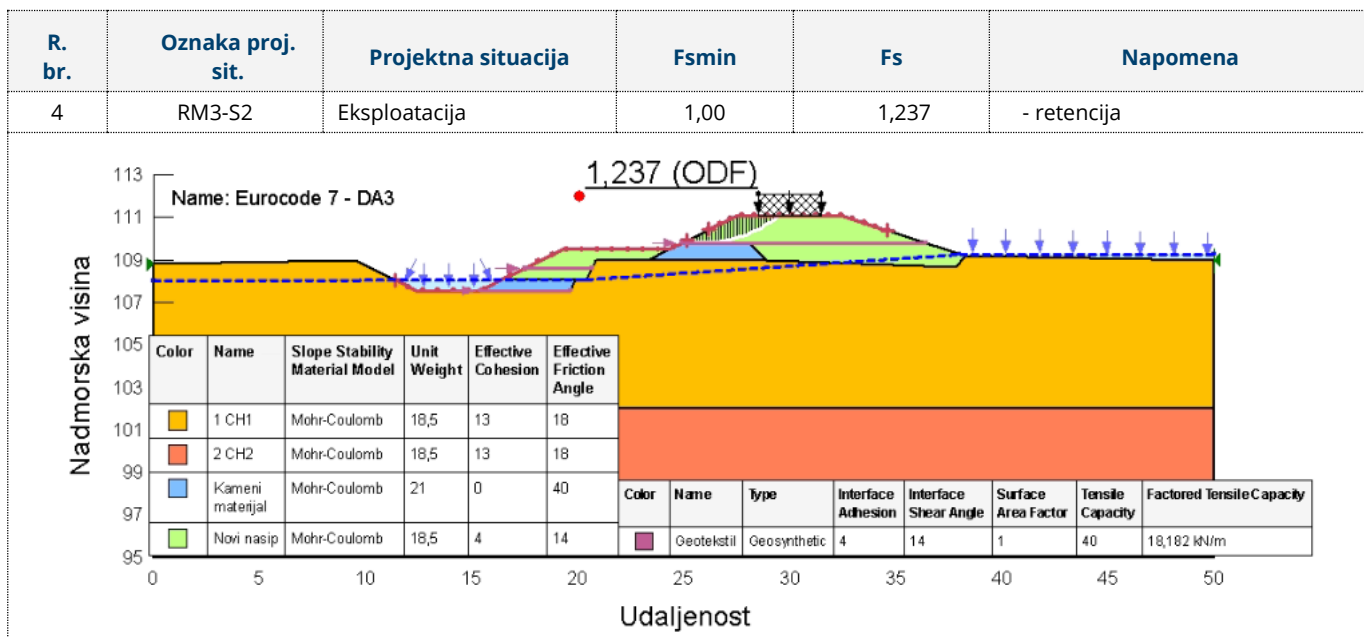
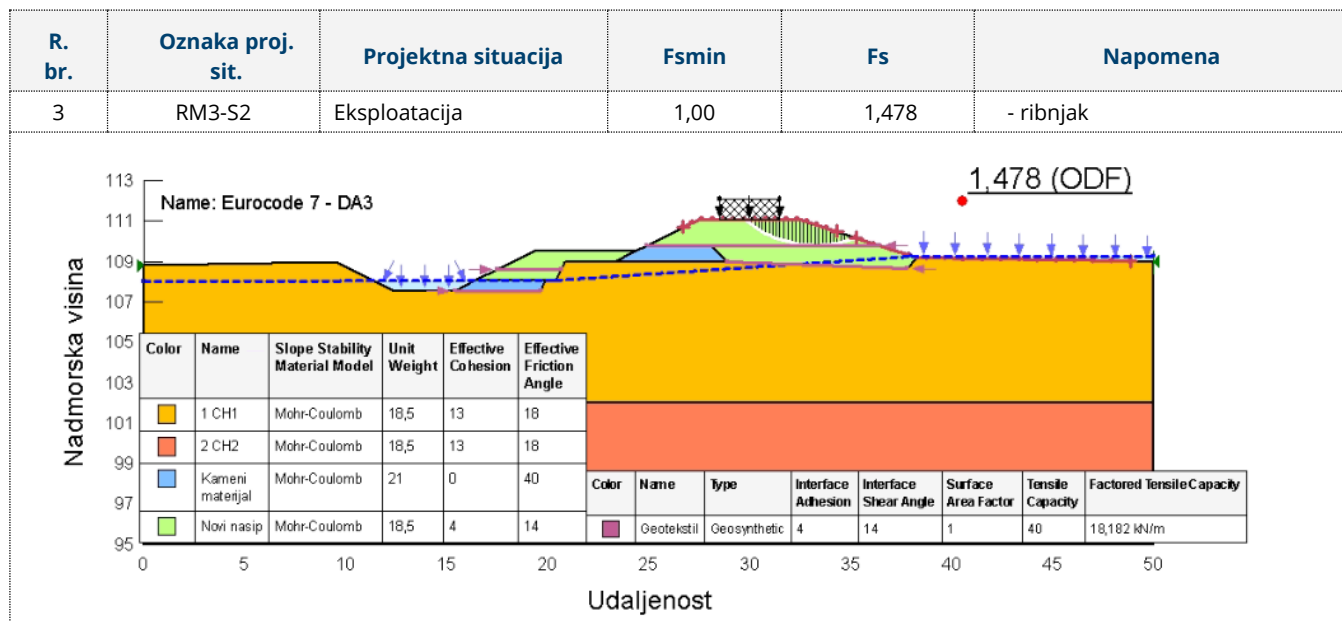


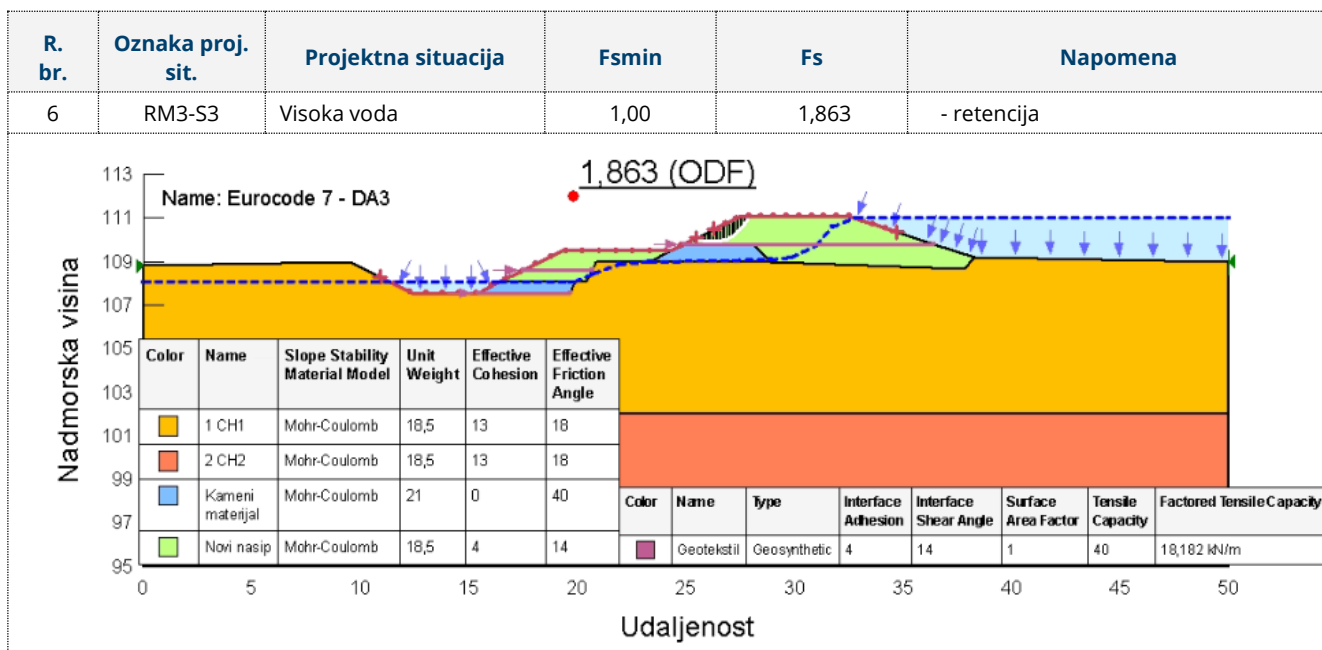
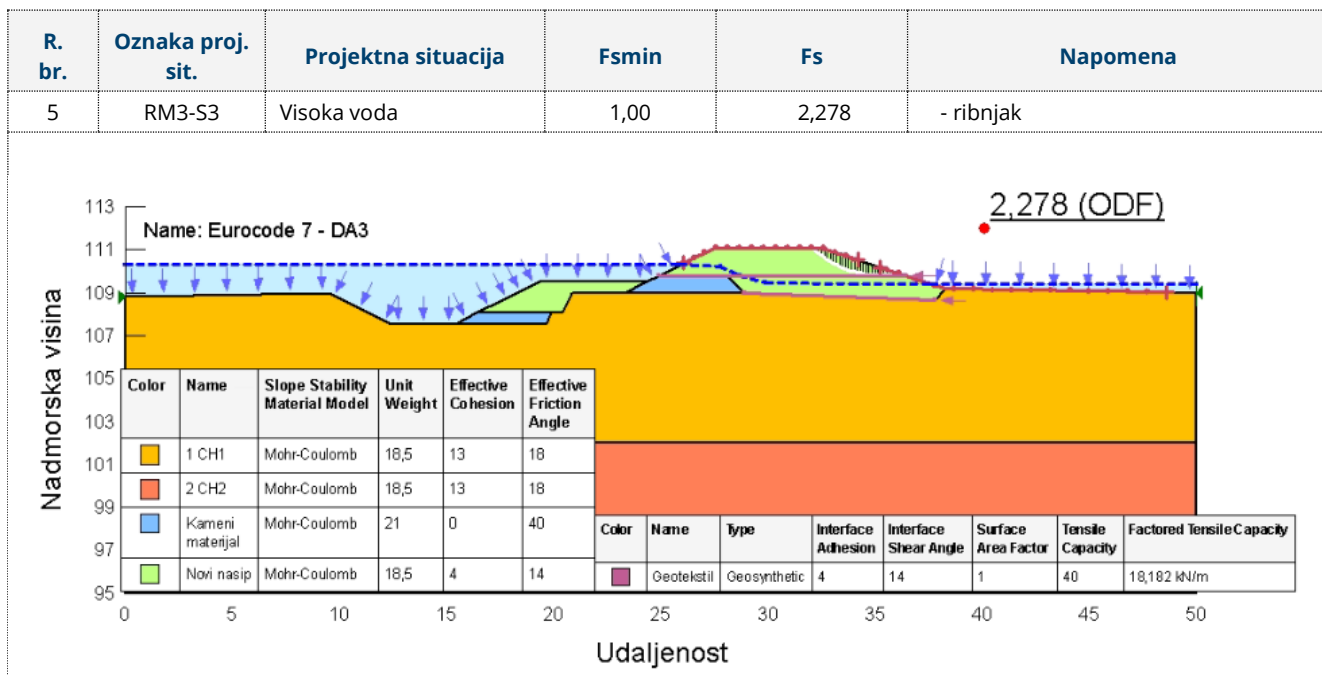


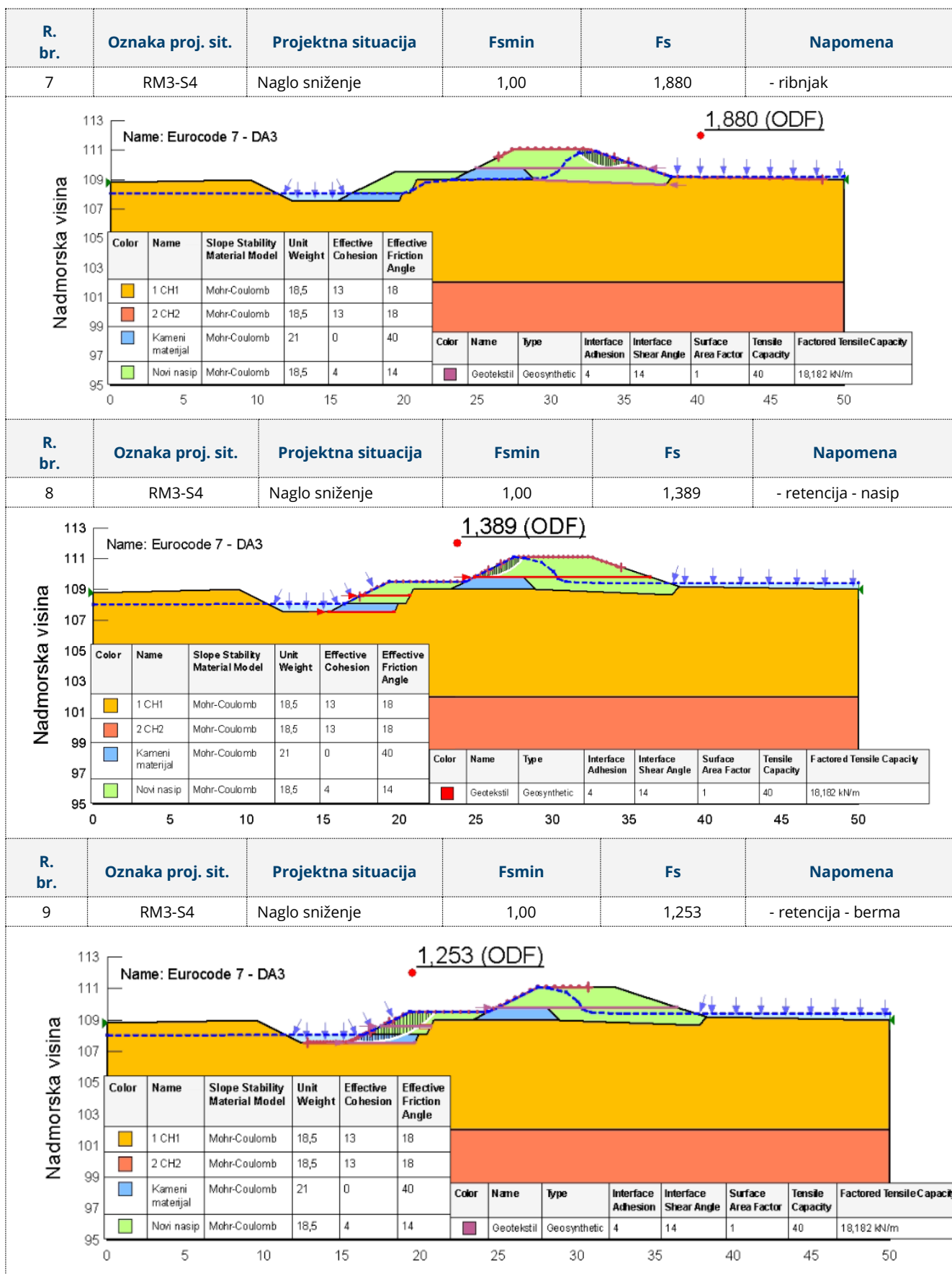


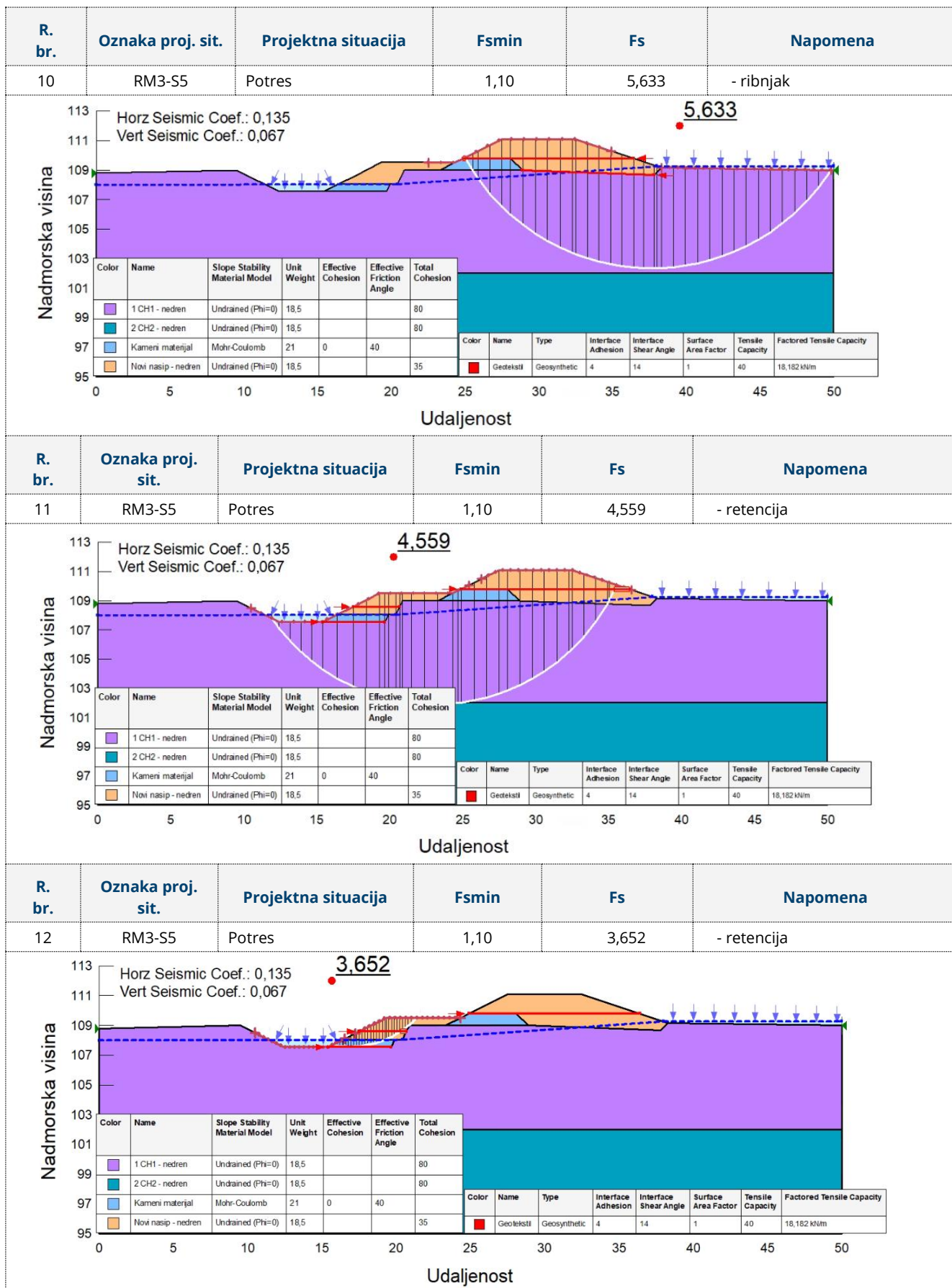
4.6.4.3 RM3 - Rezultati analize stabilnosti





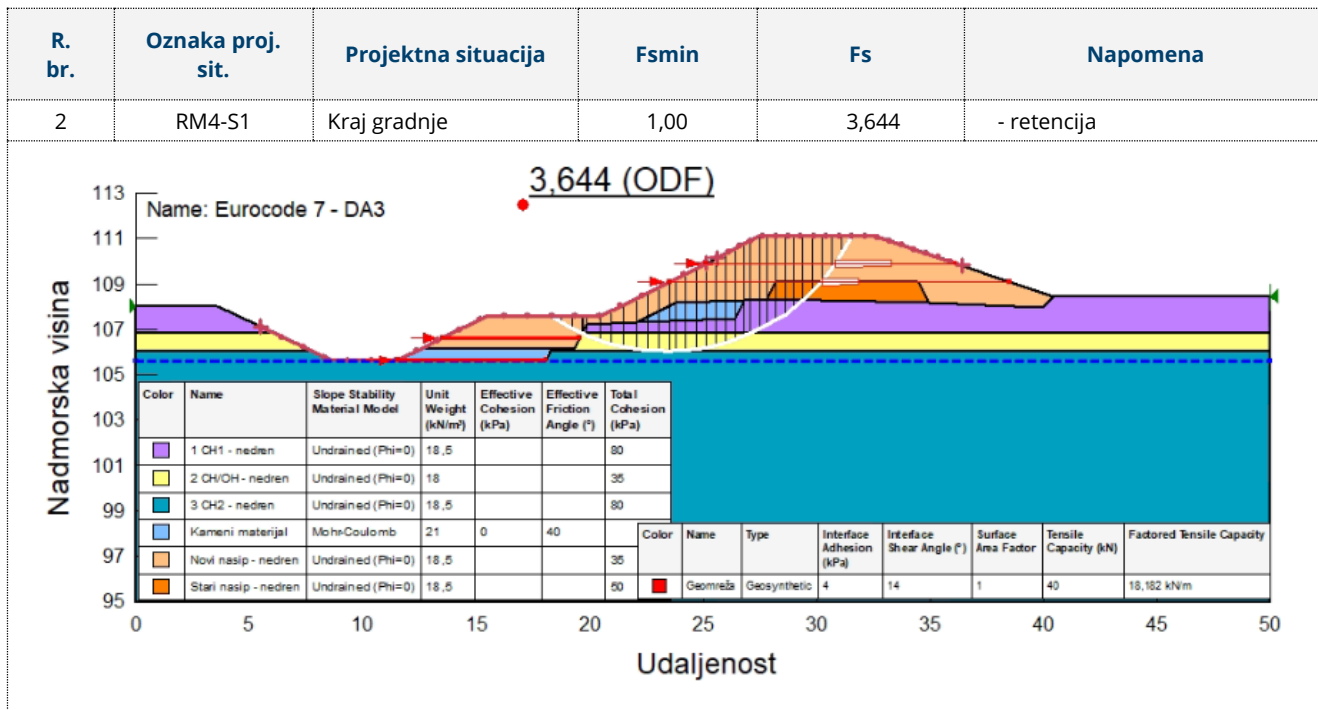
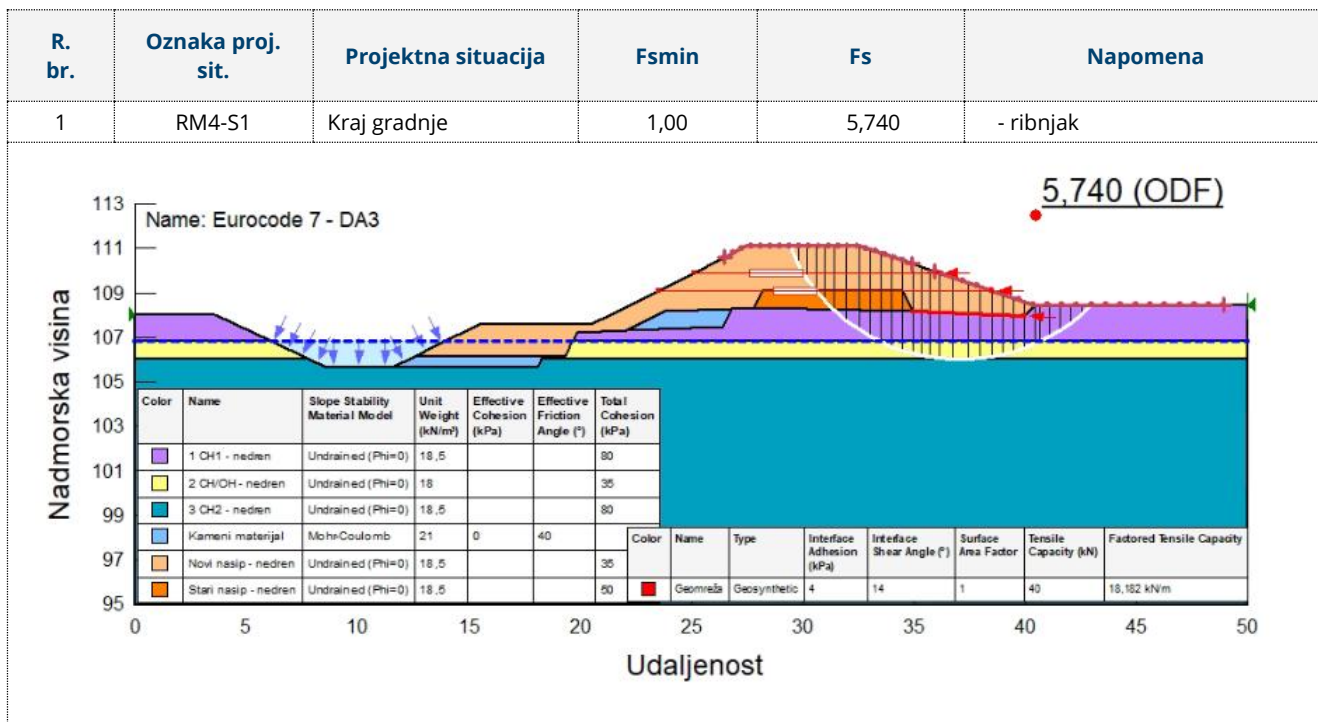


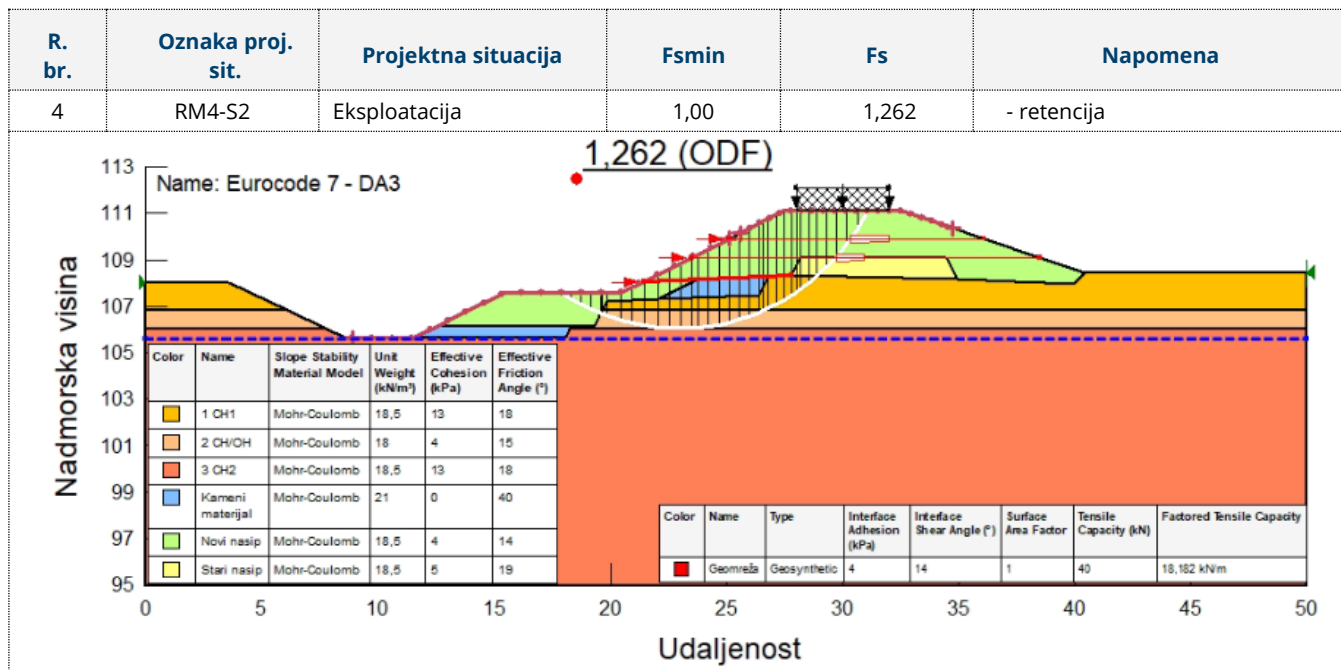
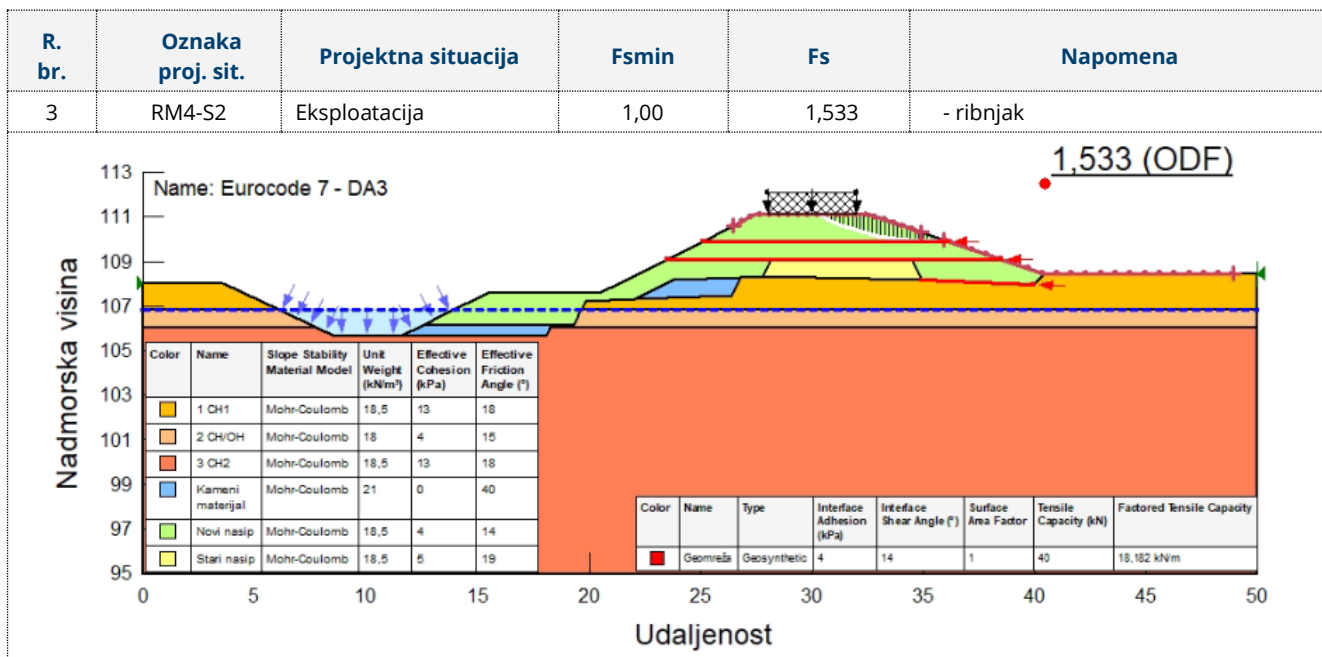


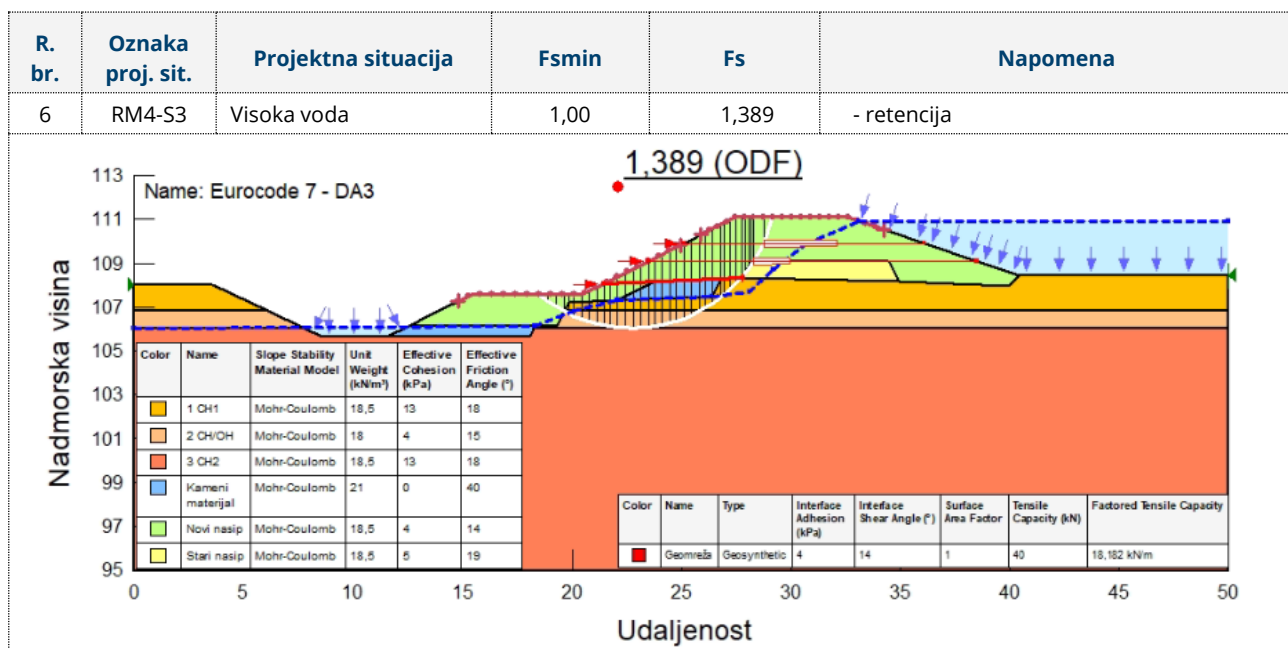
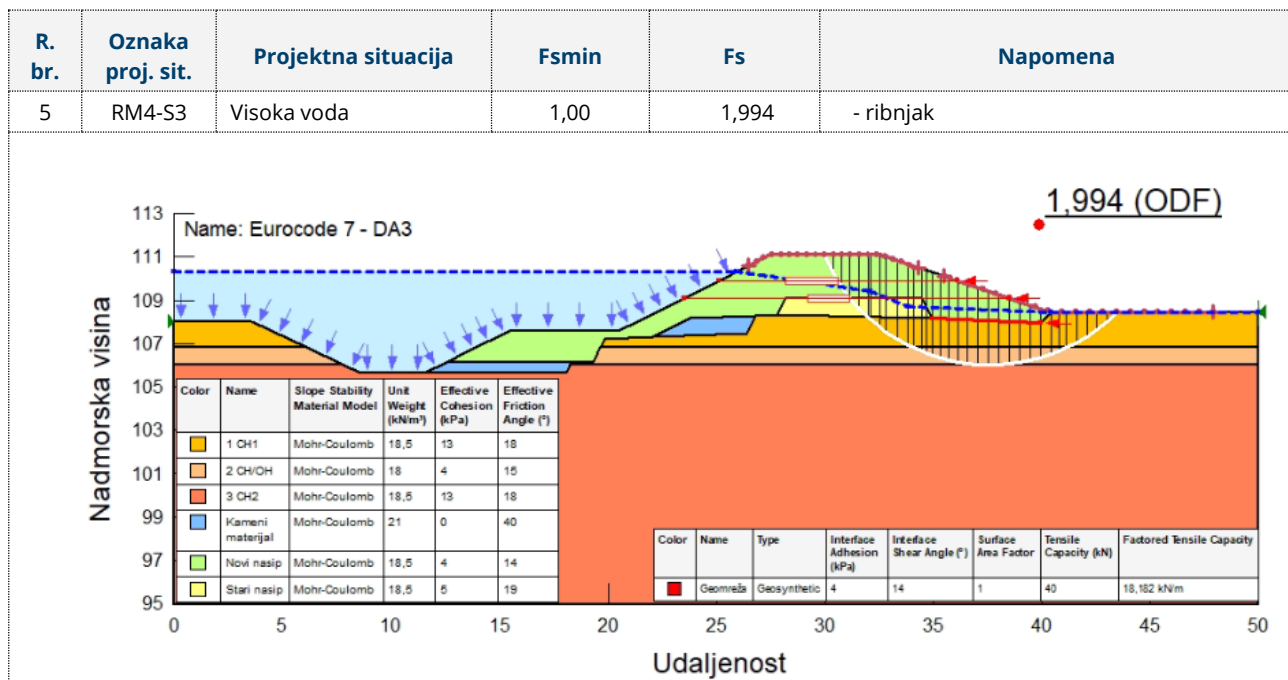


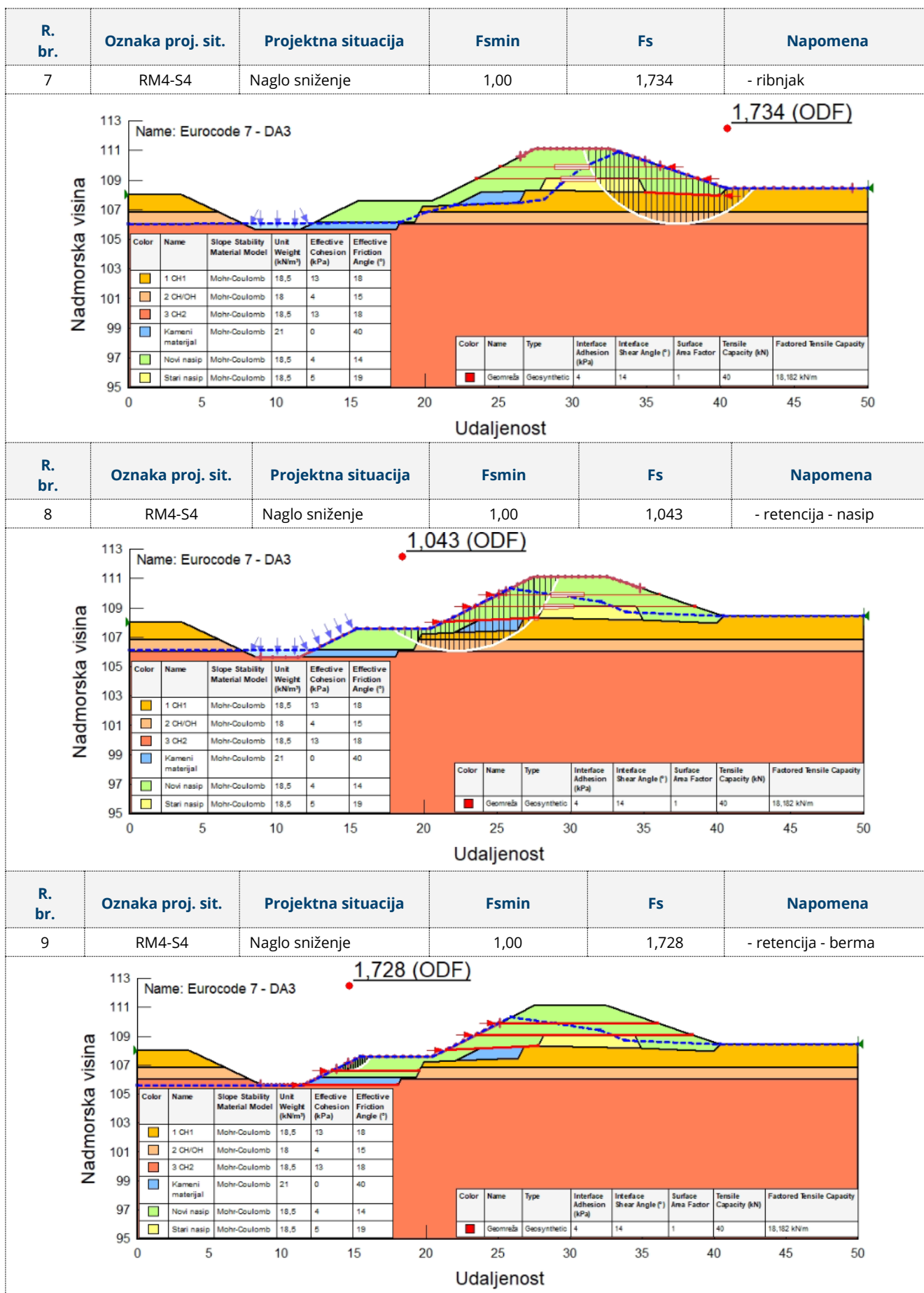


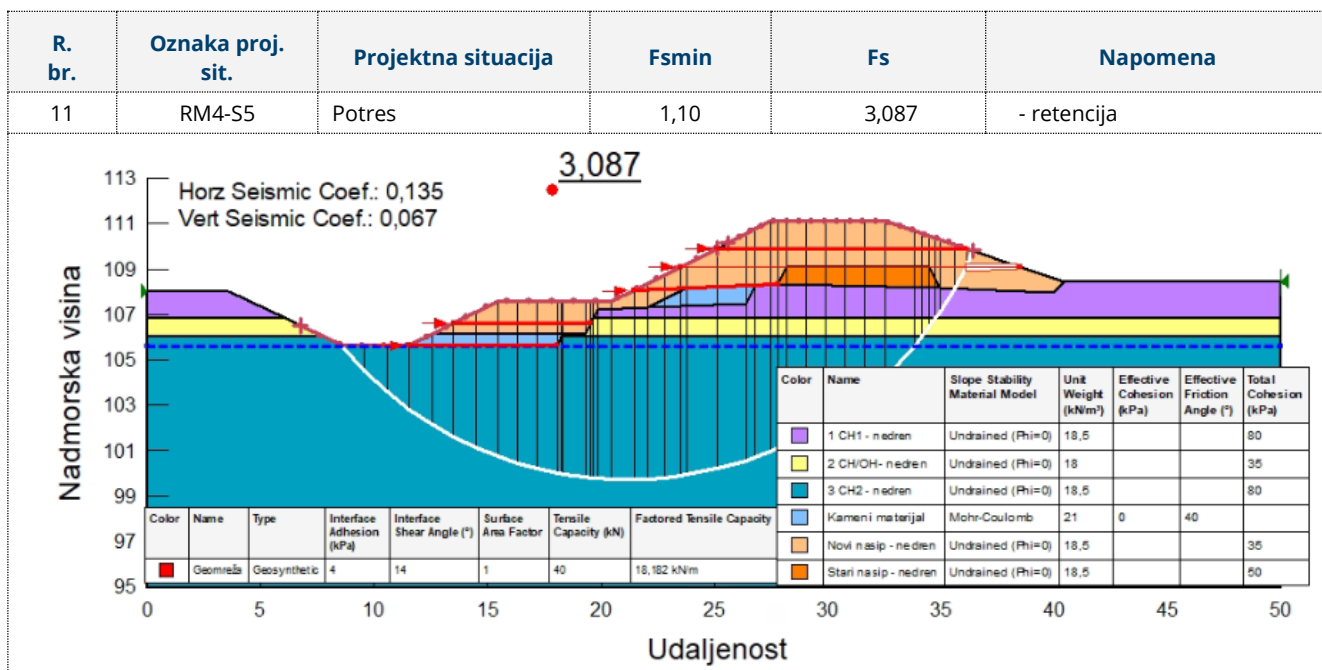
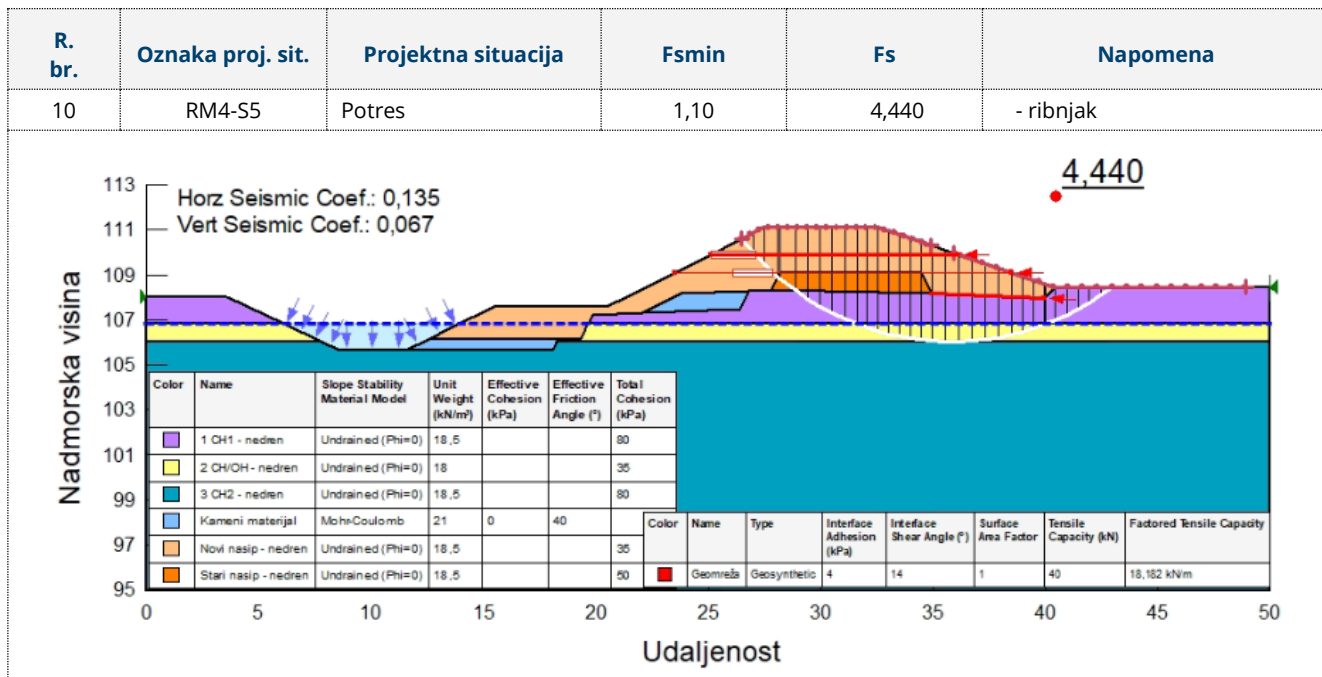
4.6.4.4 RM4 - Rezultati analize stabilnosti





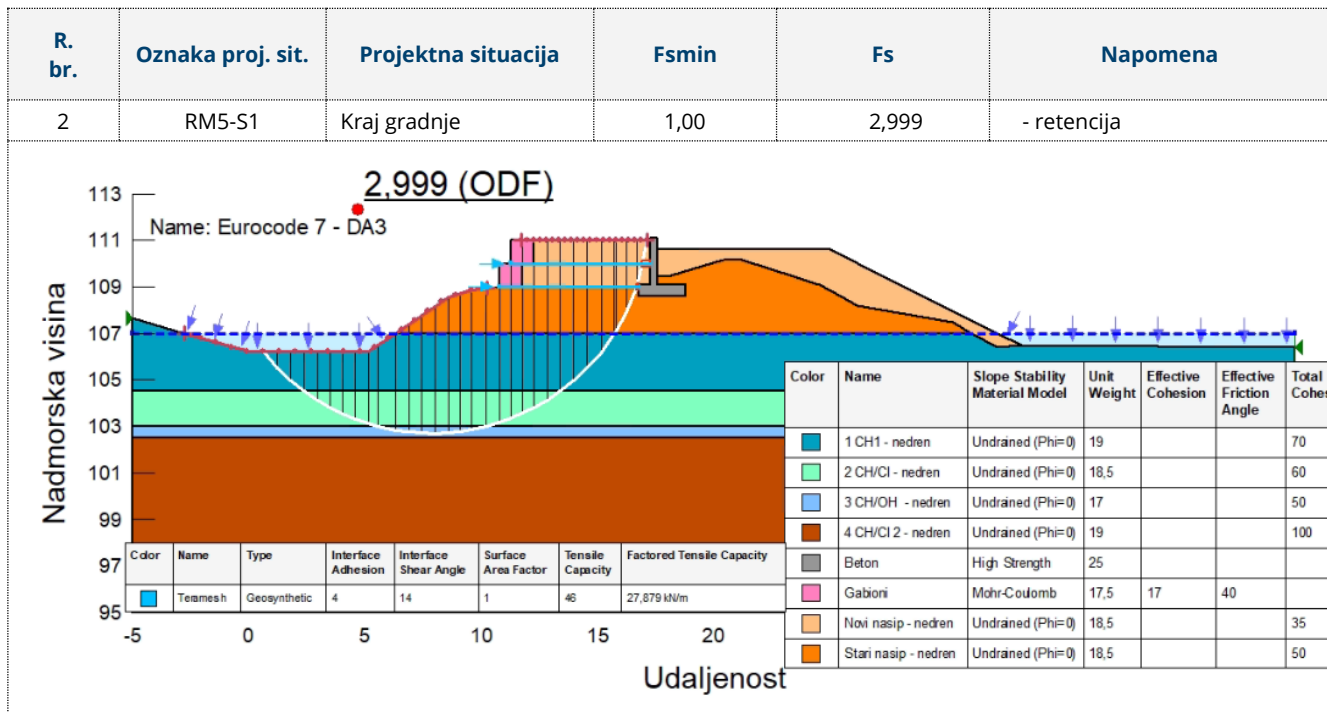
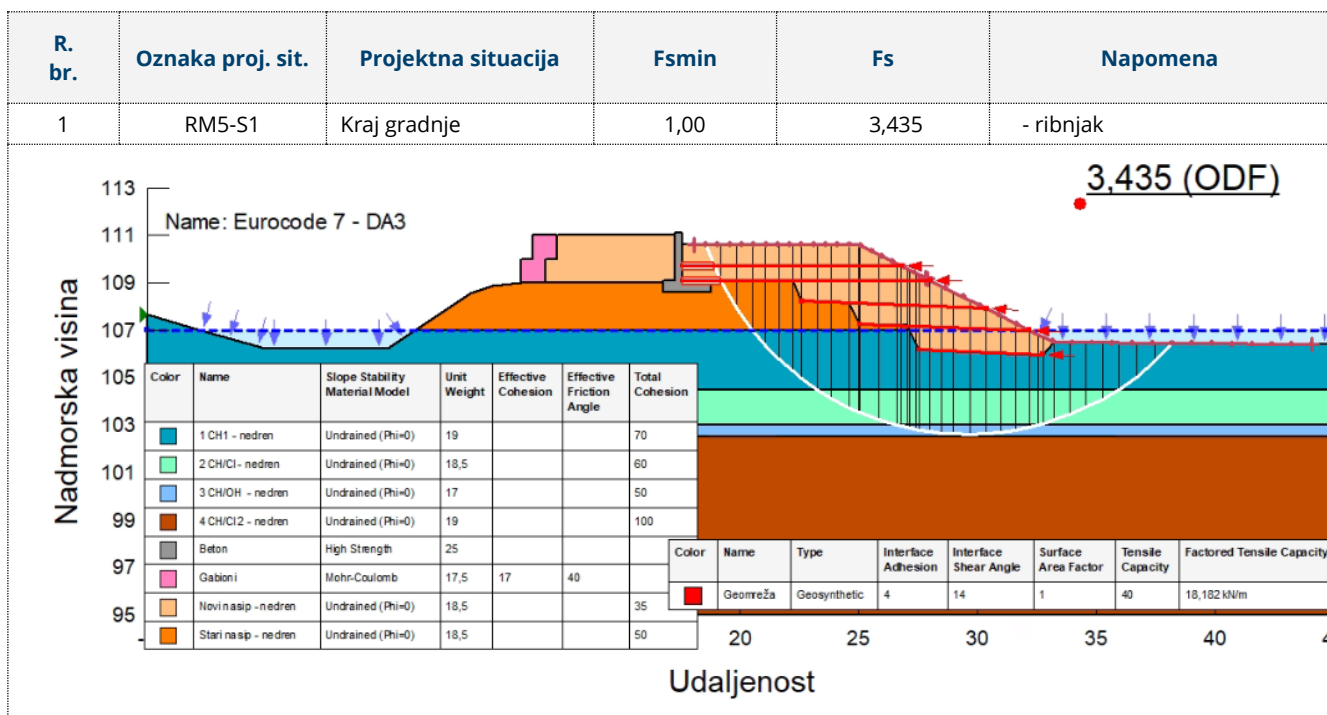


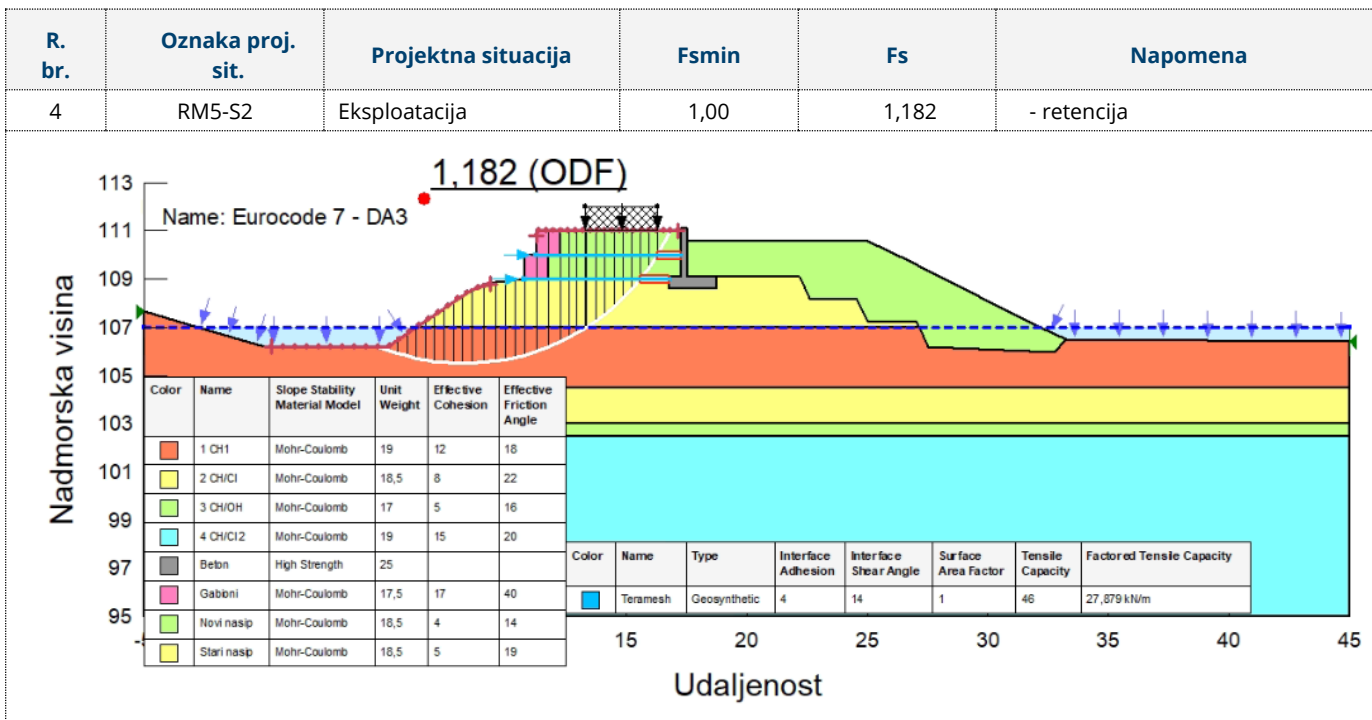
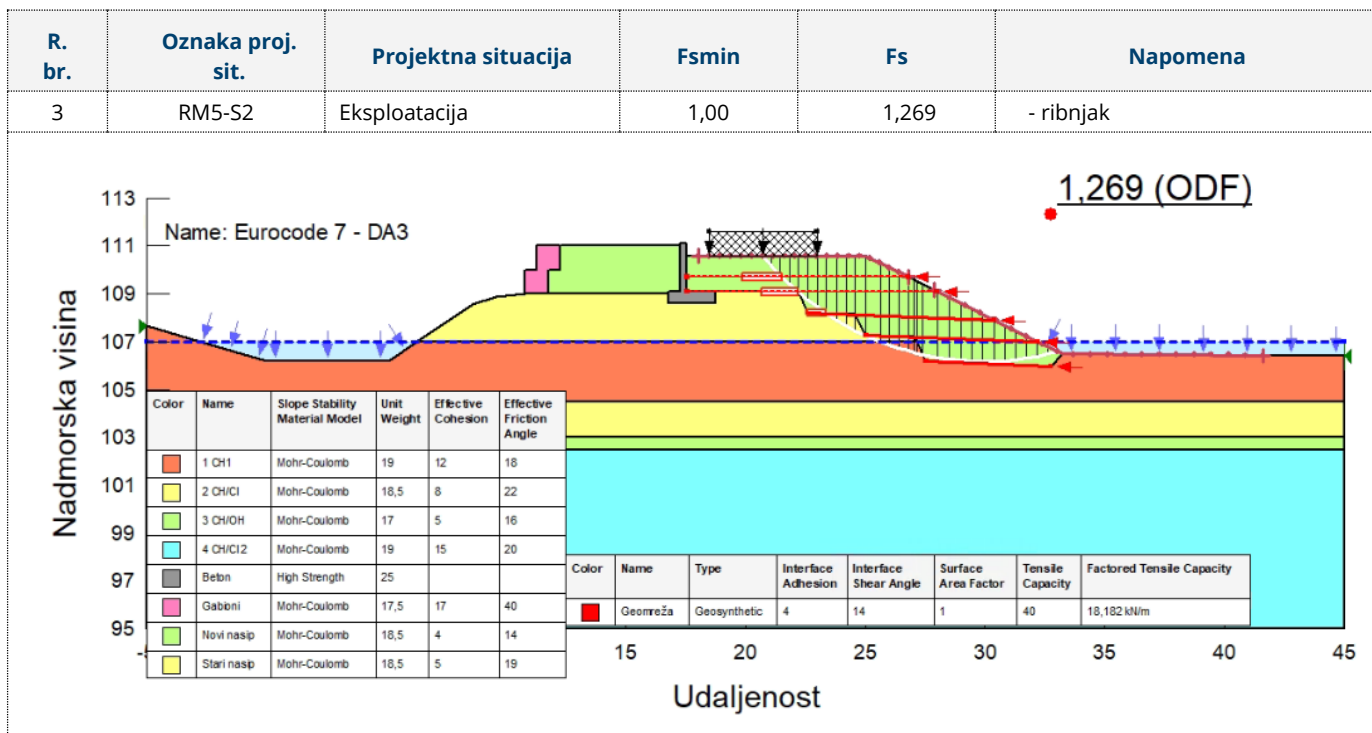


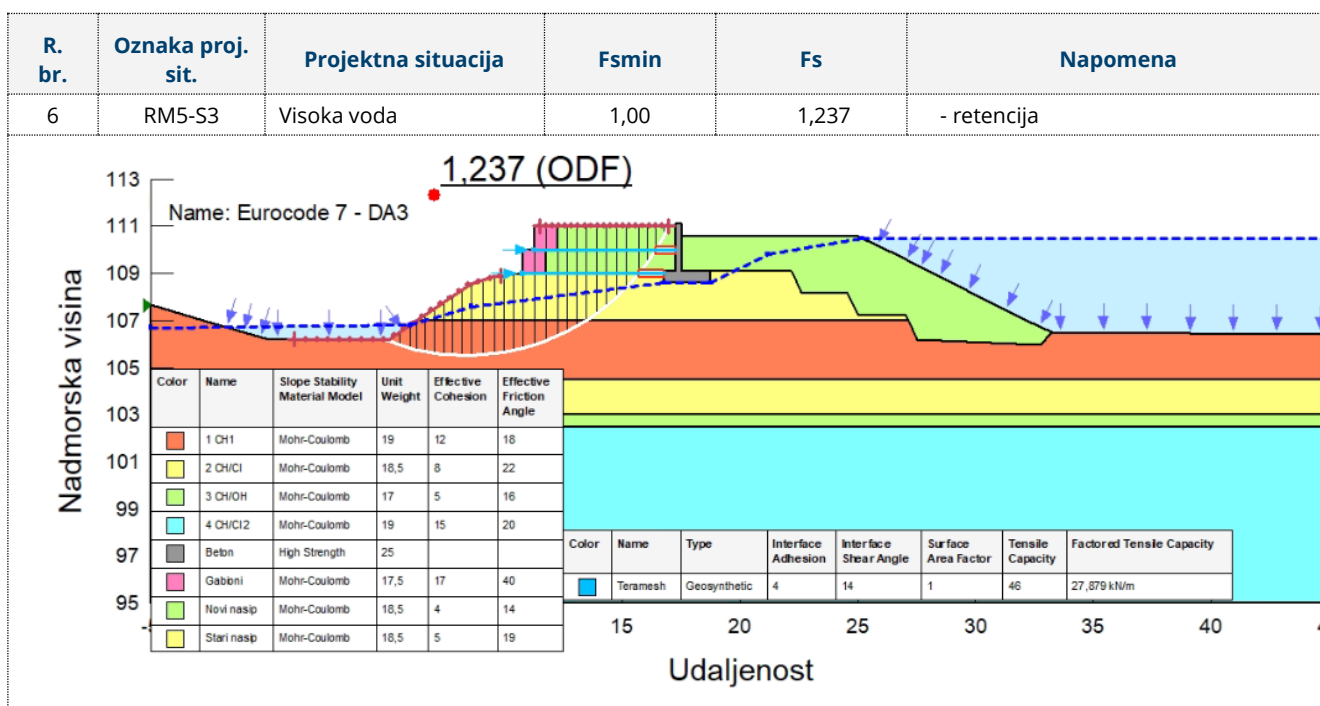
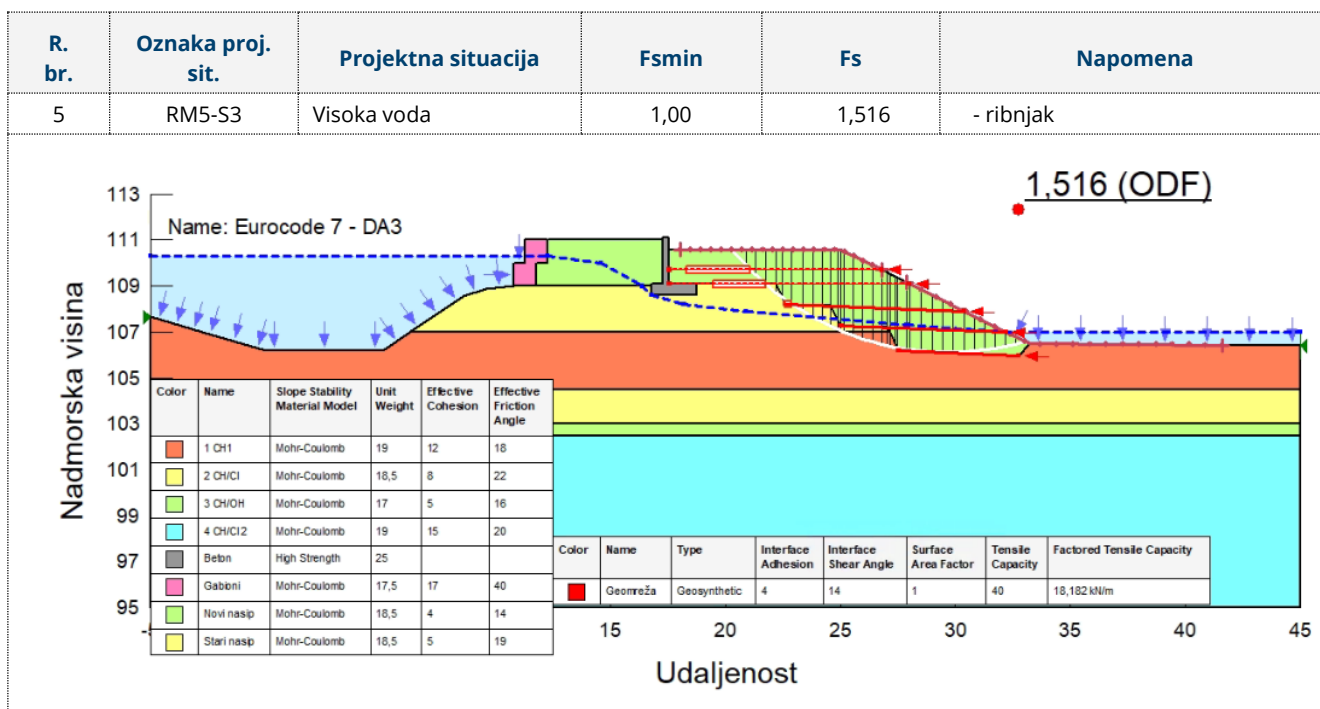


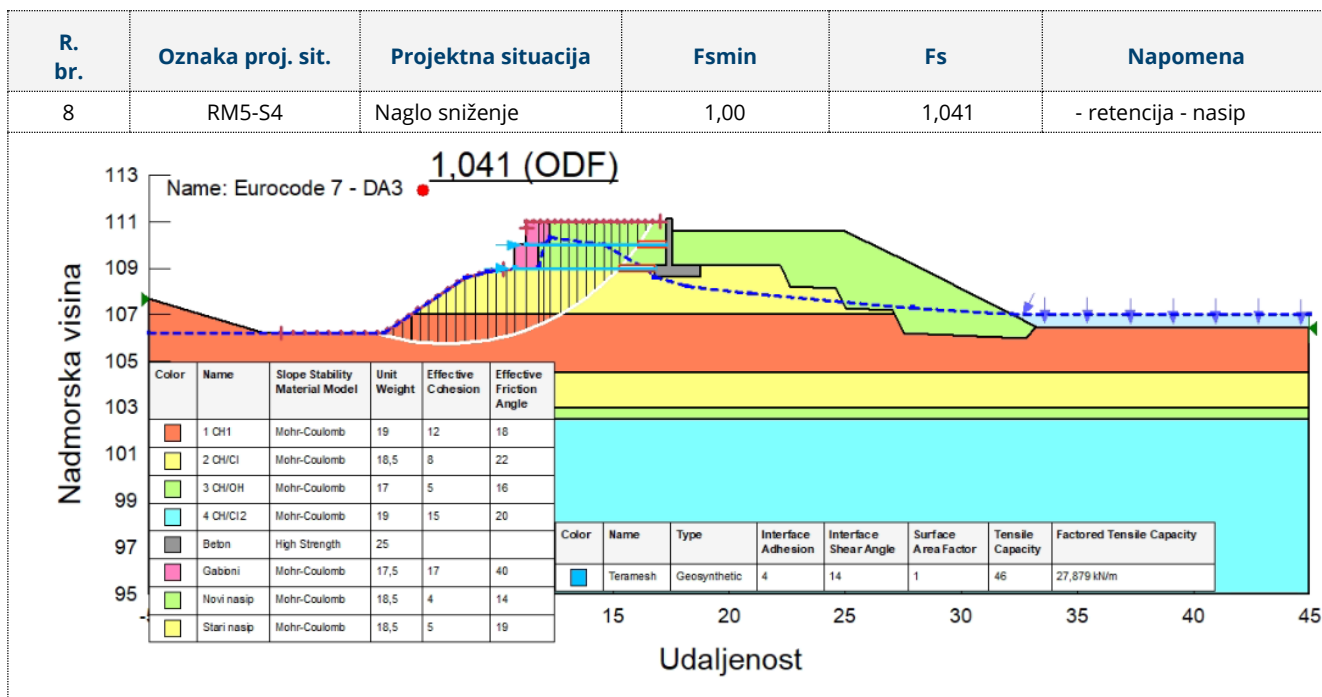
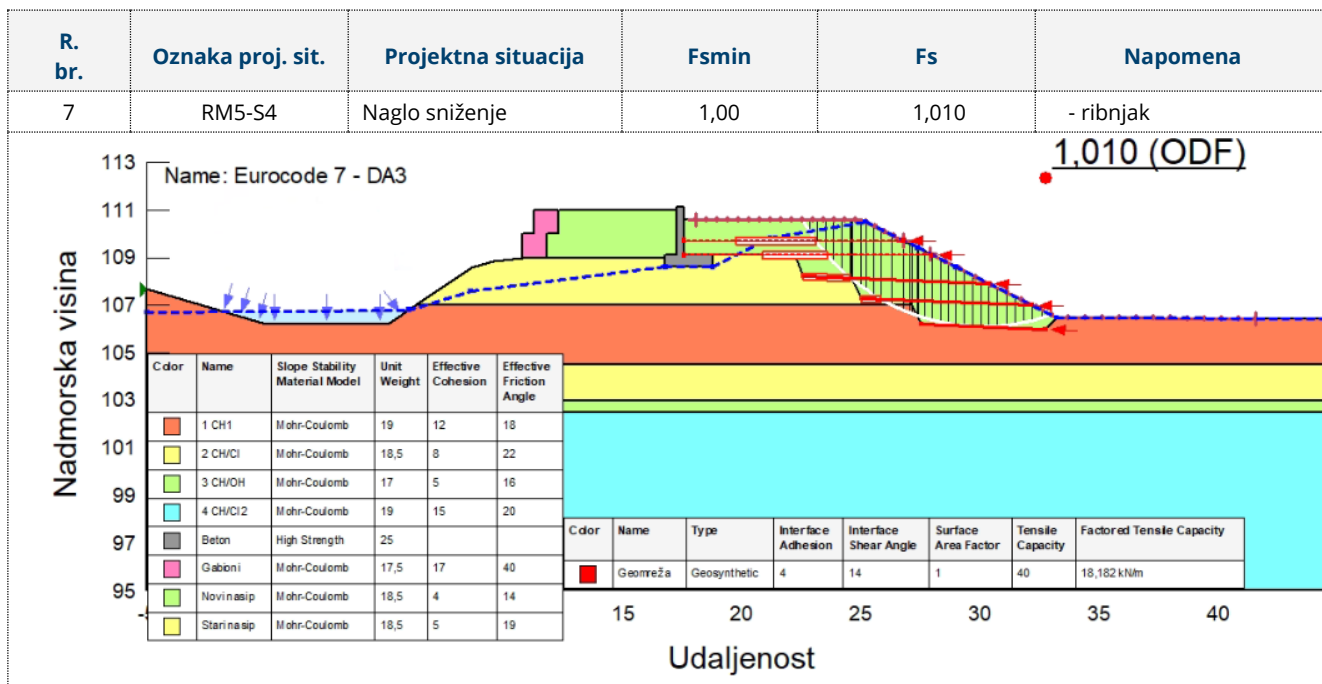


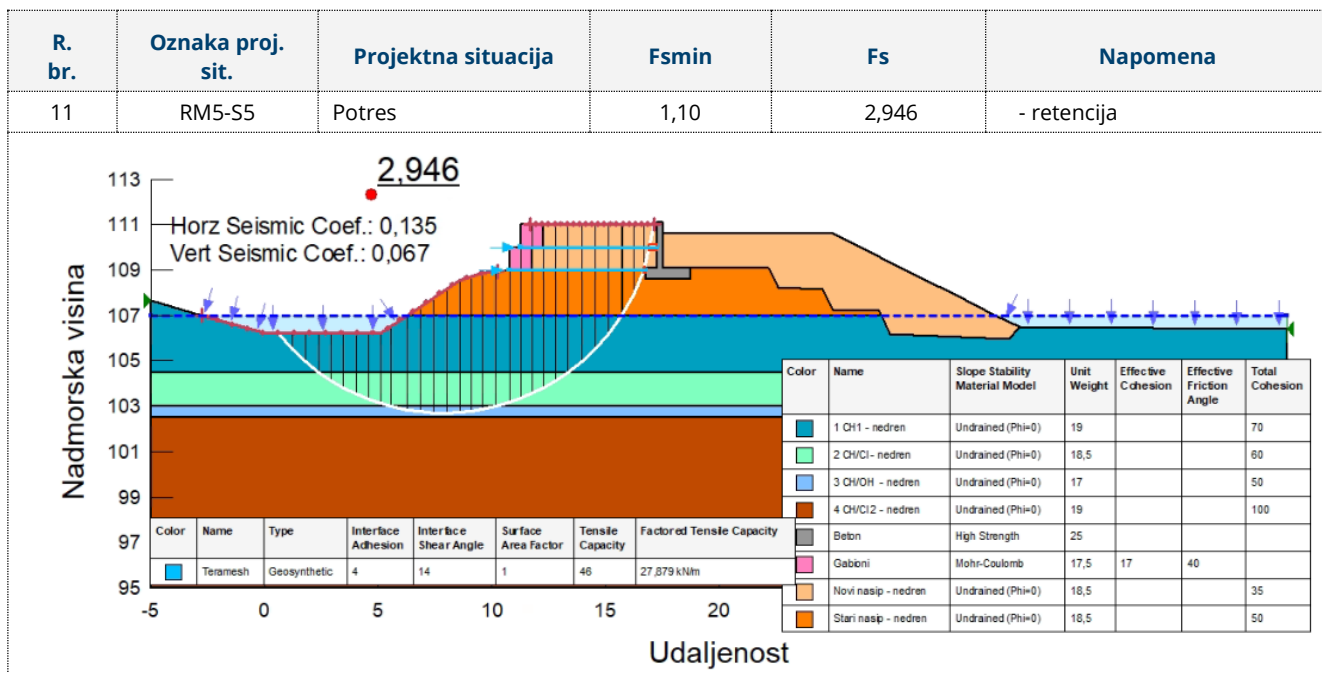
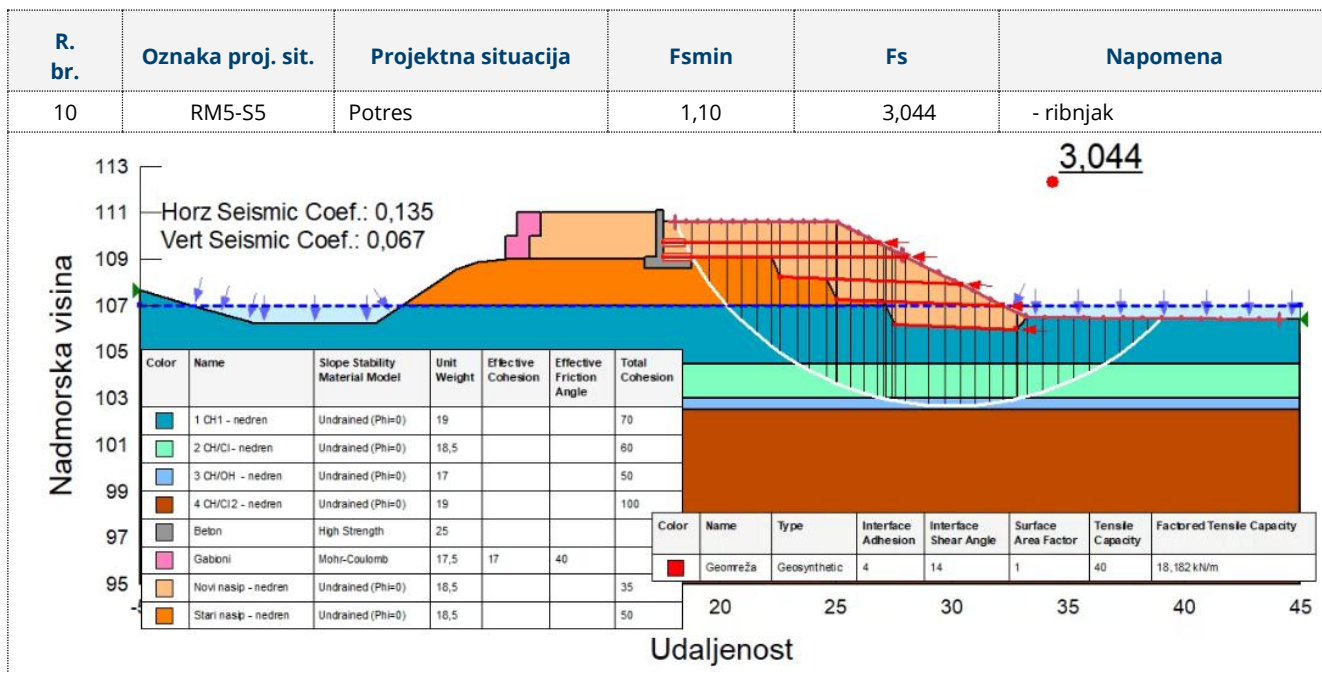
4.6.4.5 RM5 - Rezultati analize stabilnosti





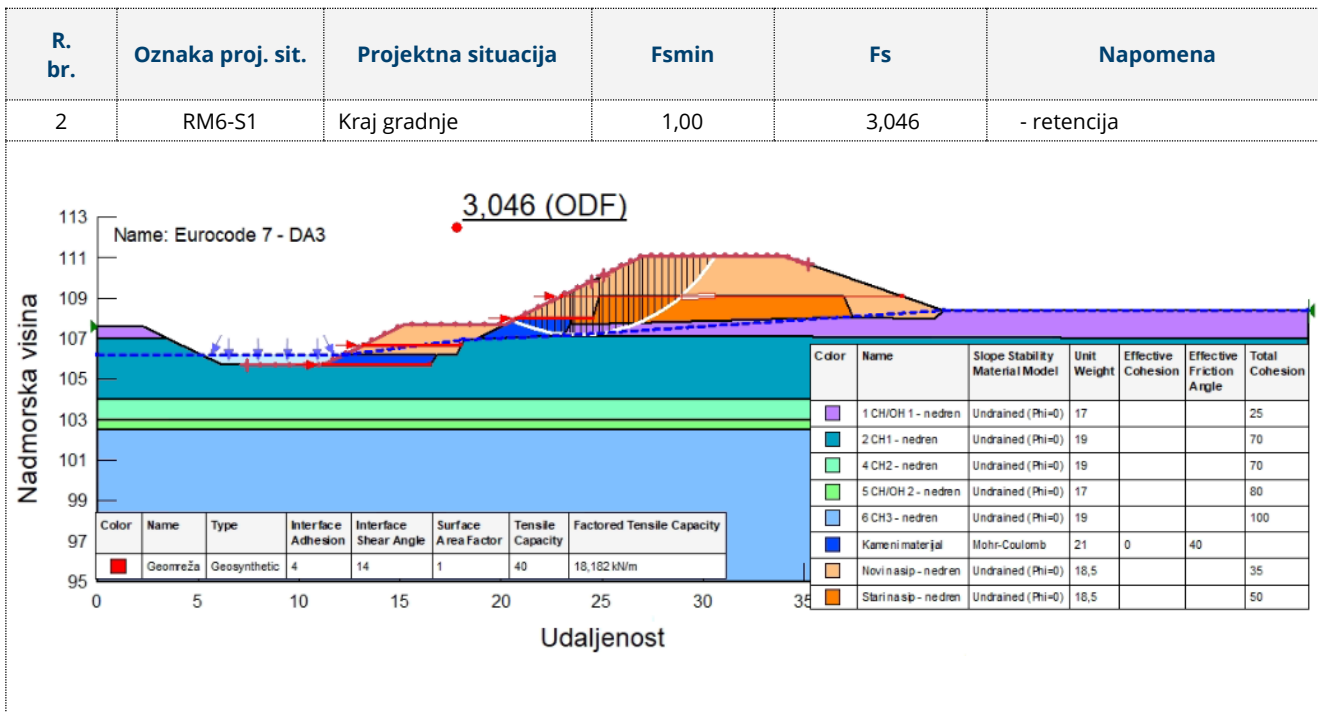
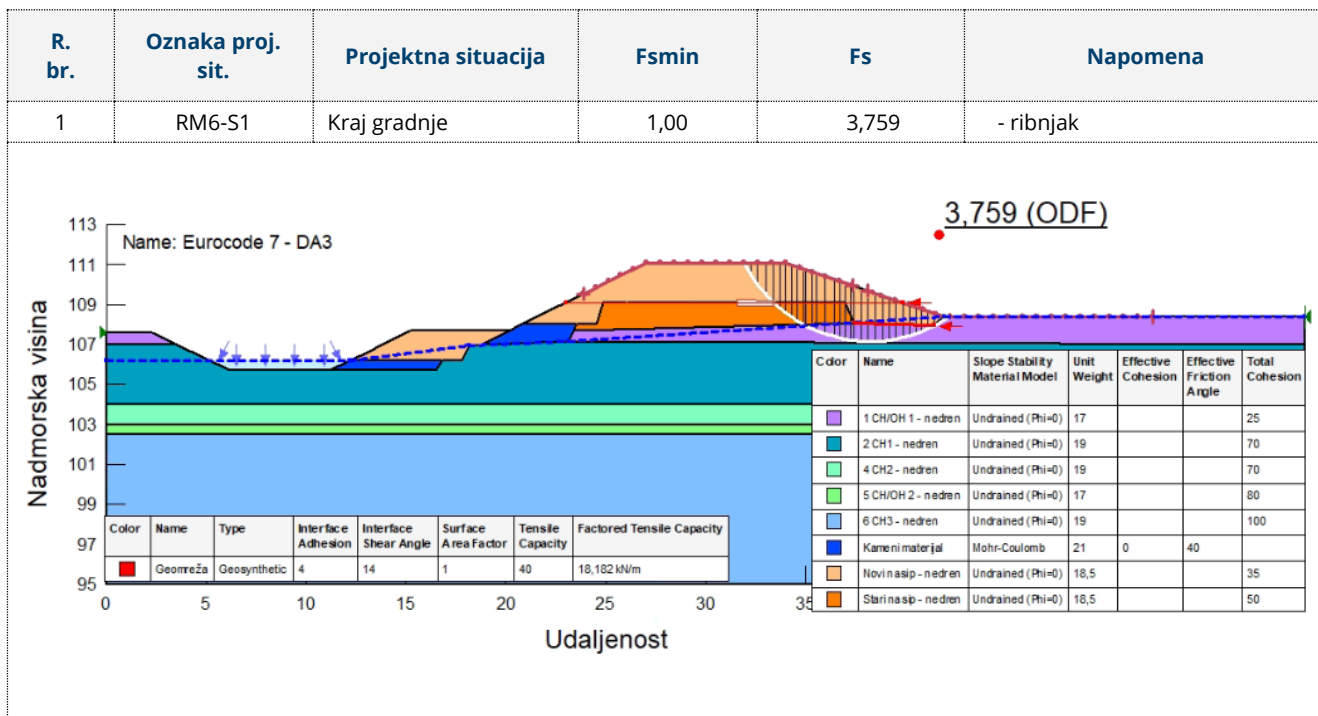


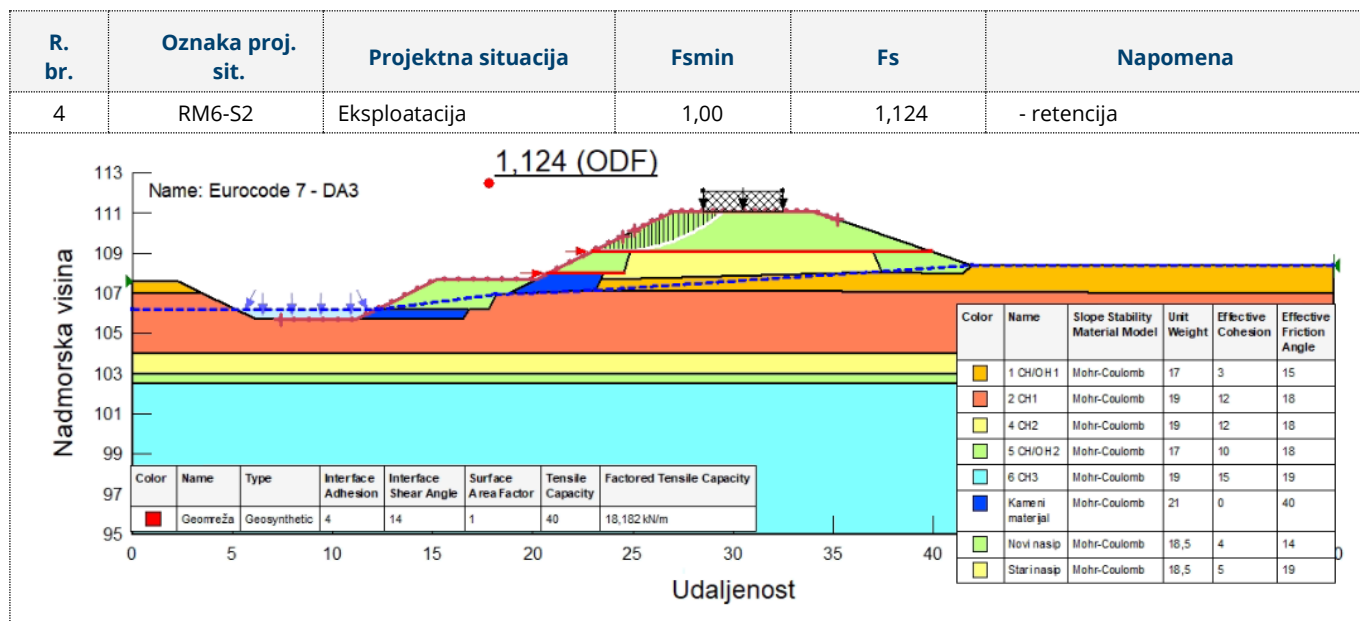
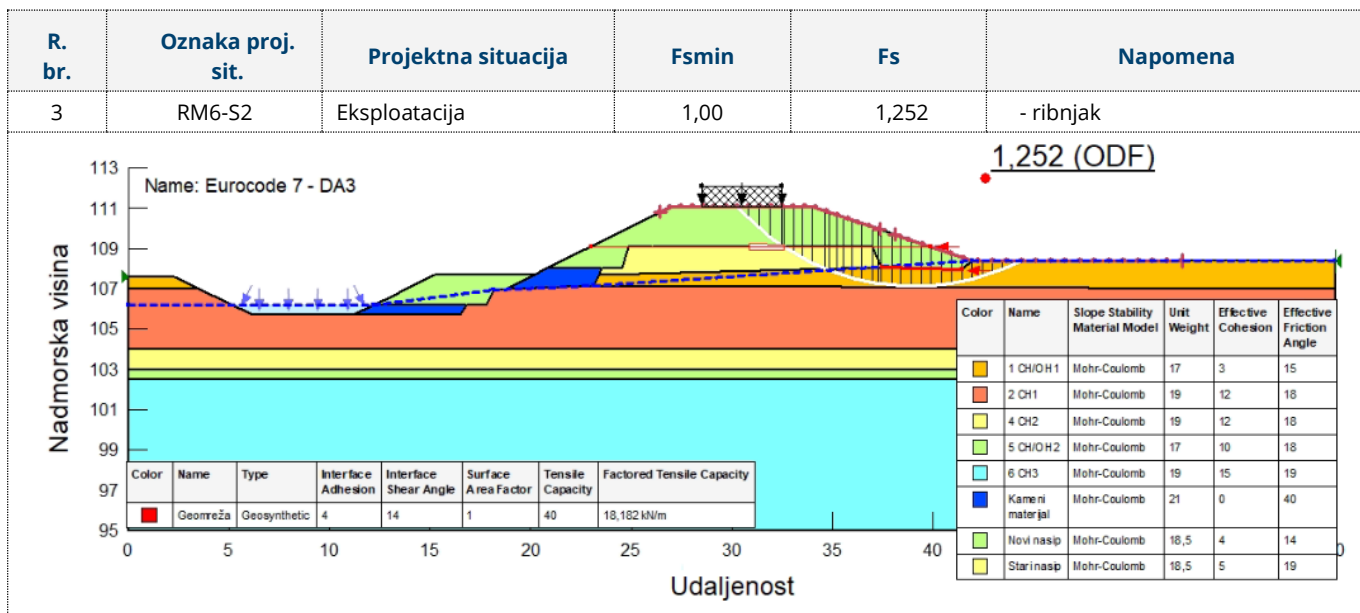


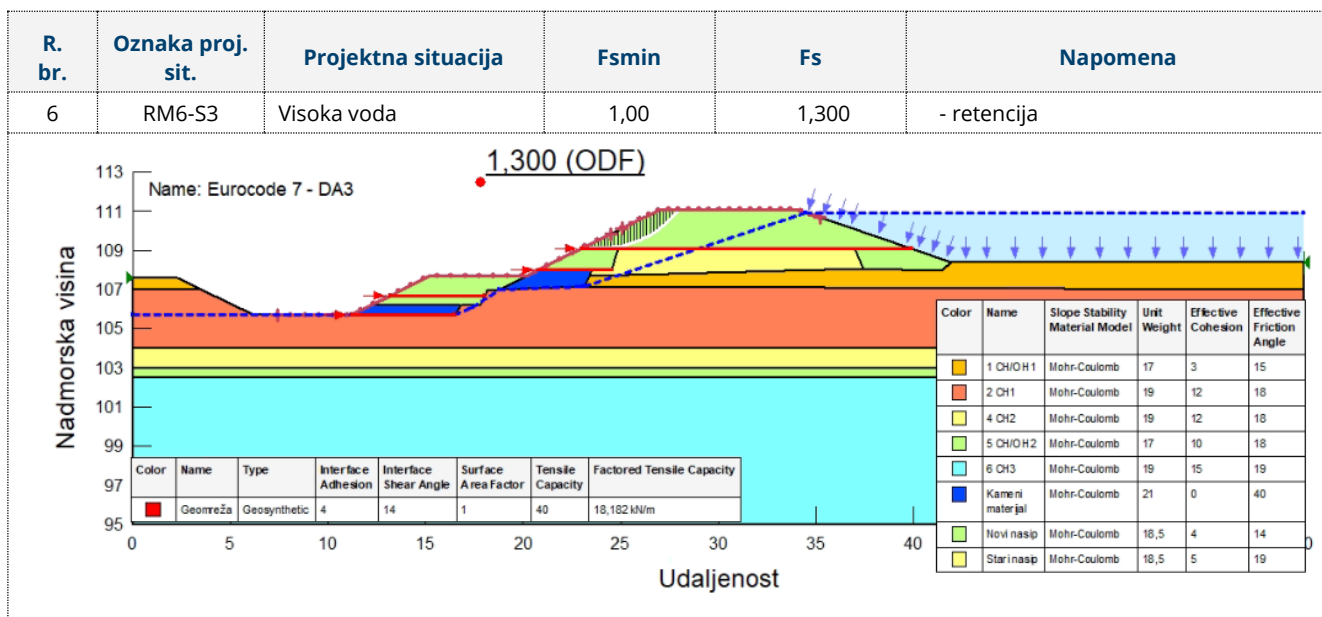
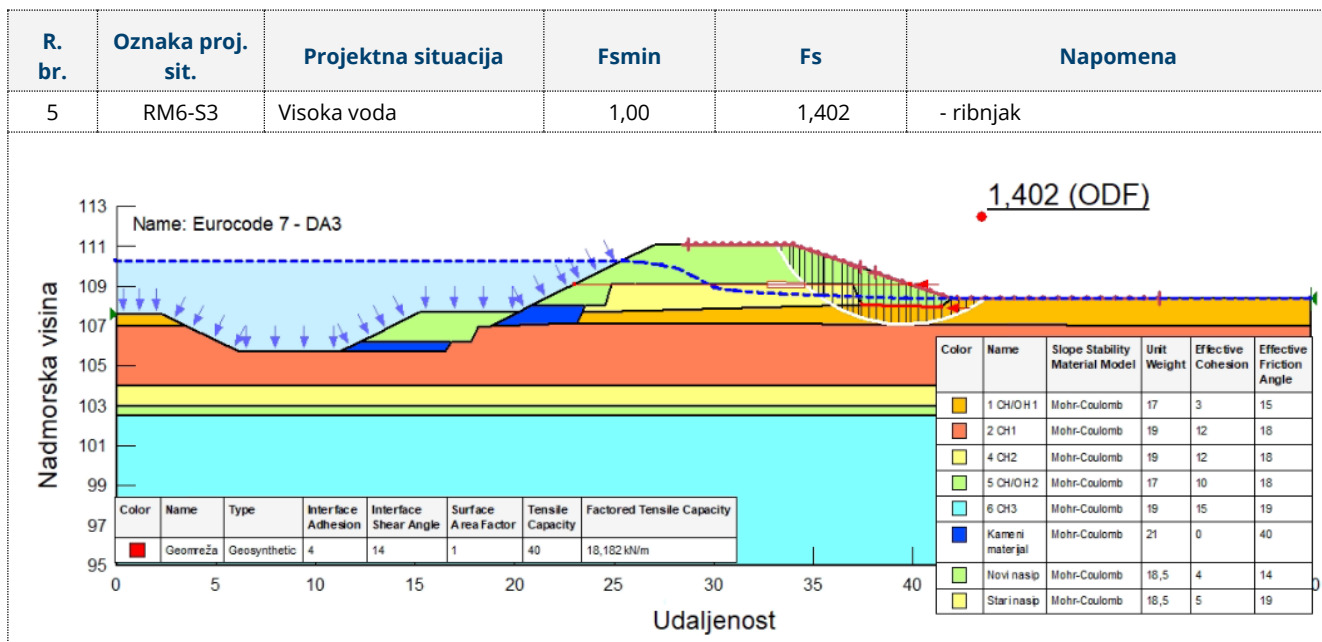


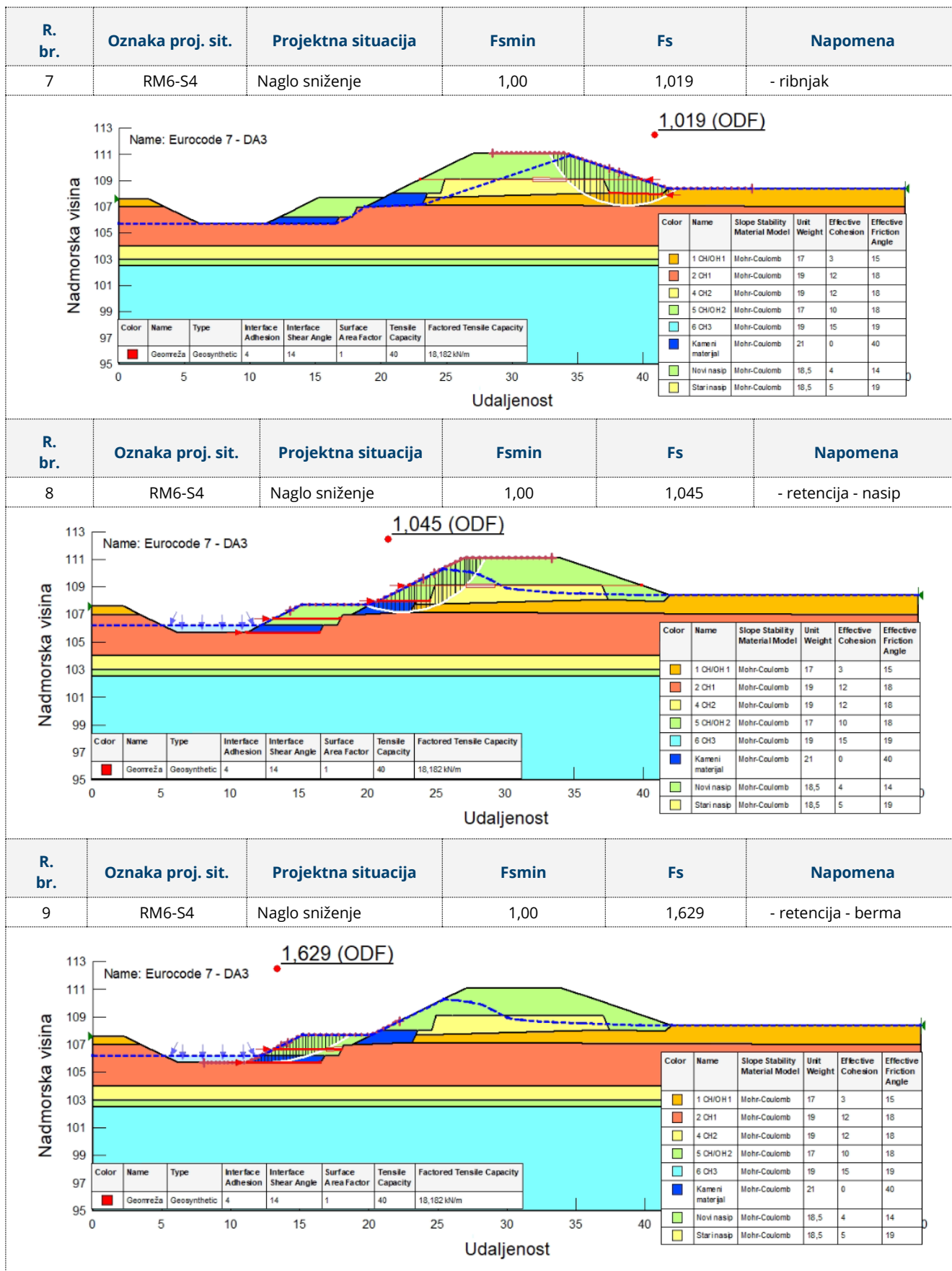


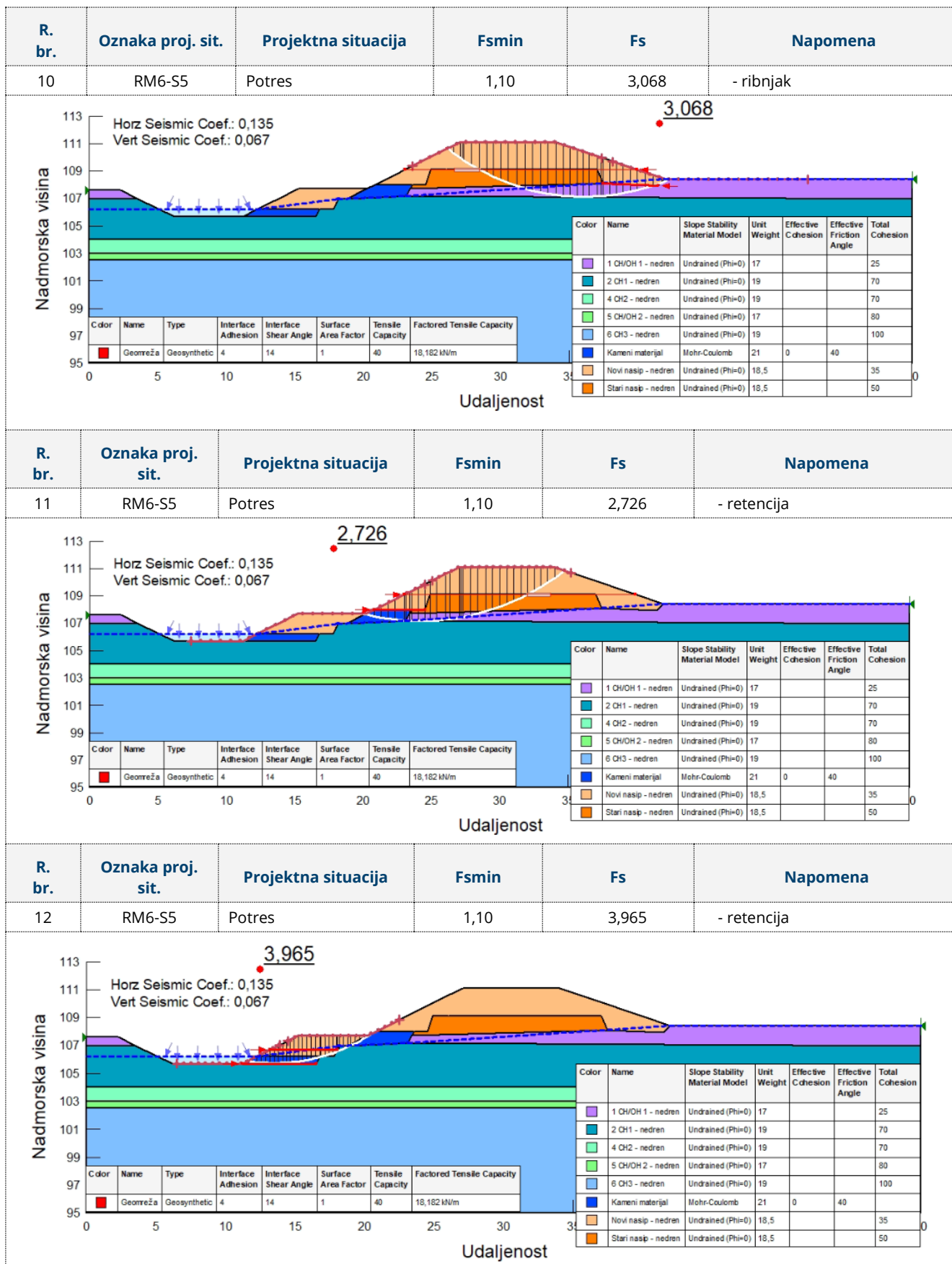
4.6.4.6 RM6 - Rezultati analize stabilnosti





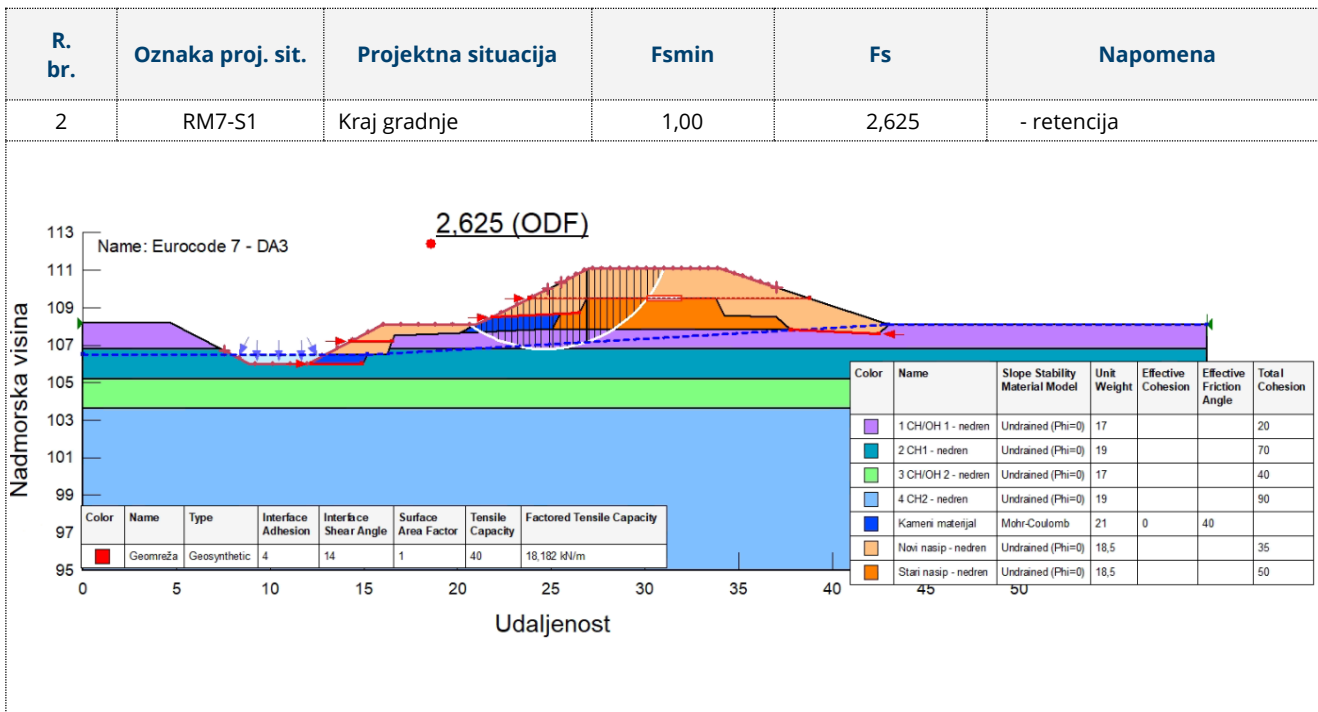
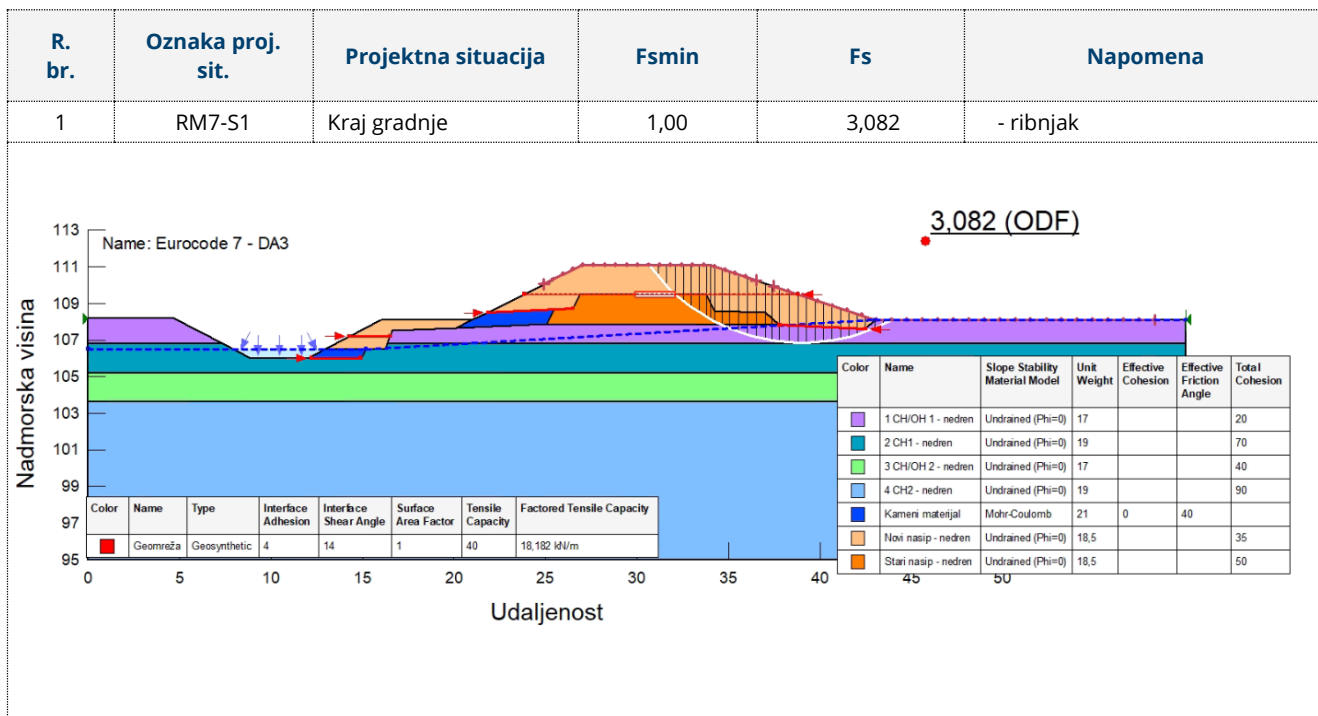


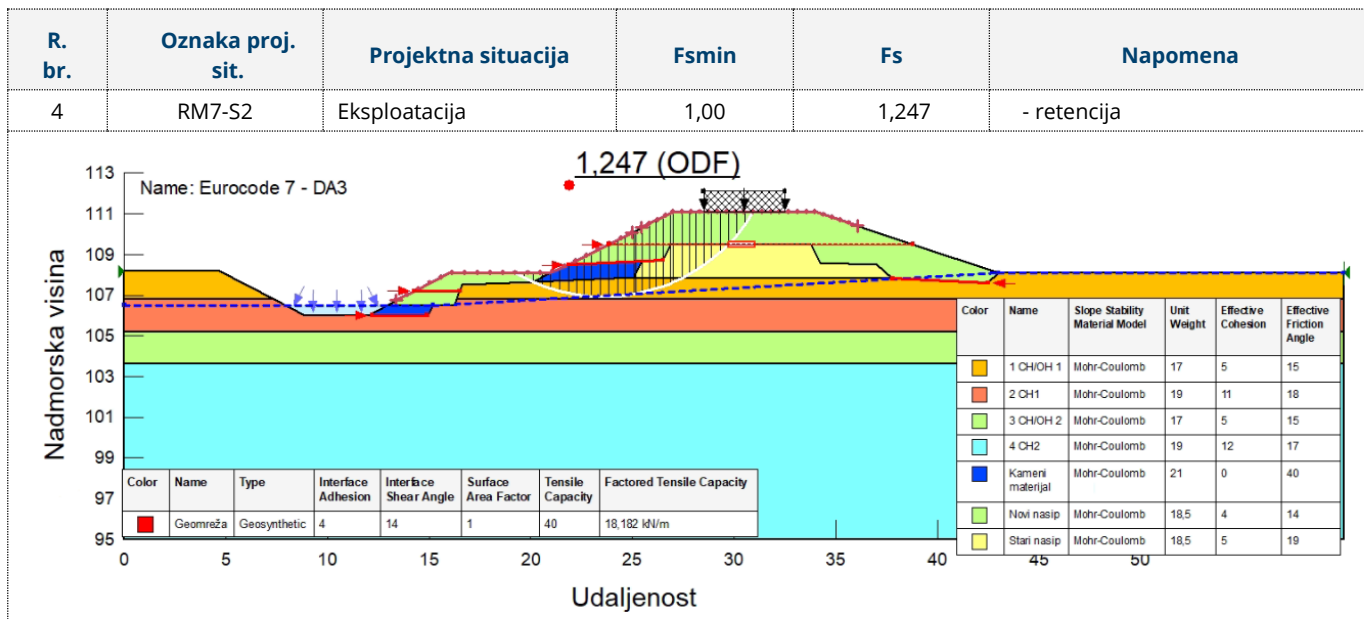
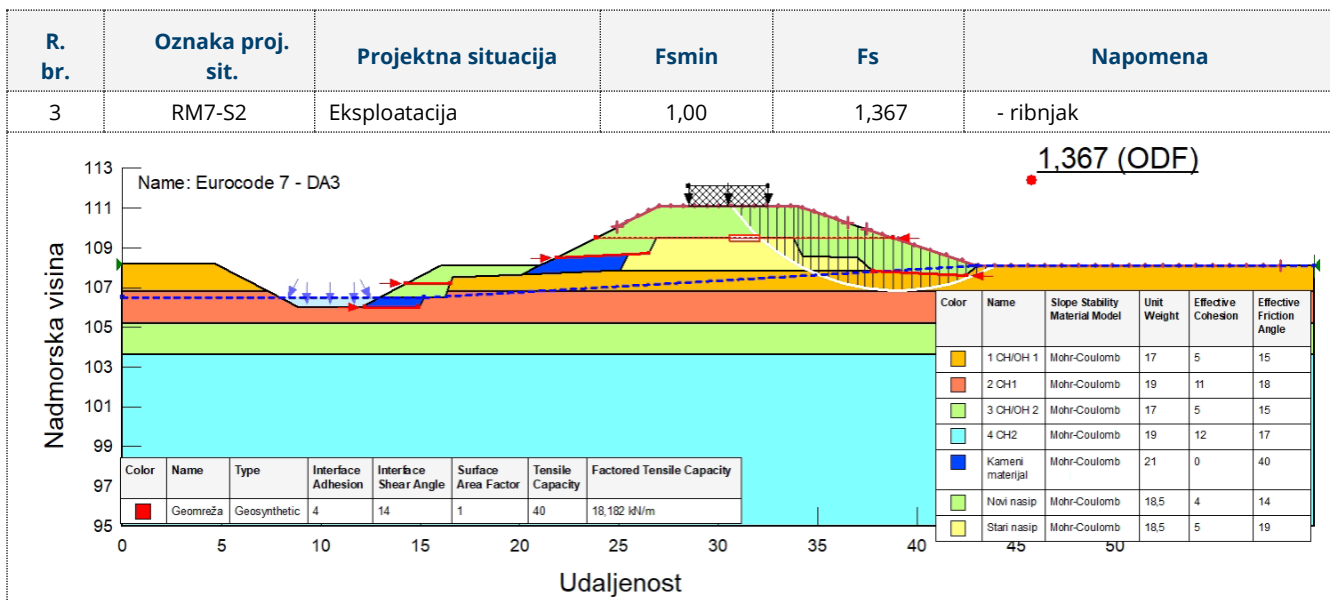


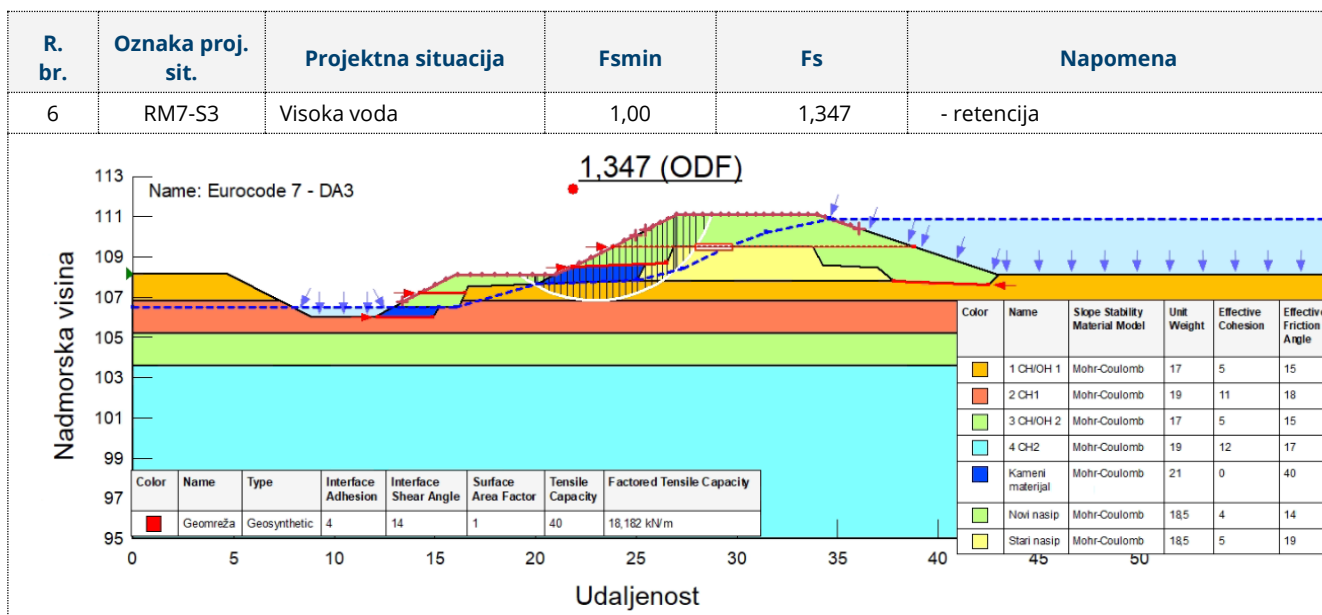
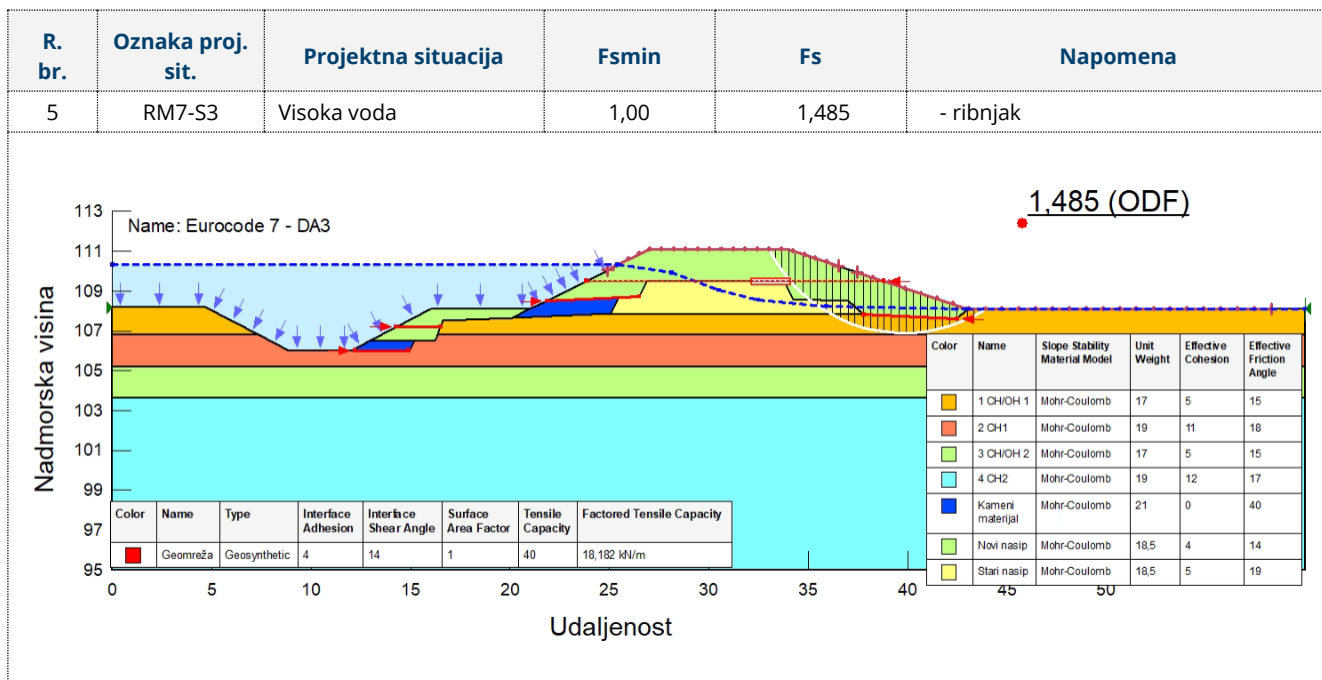


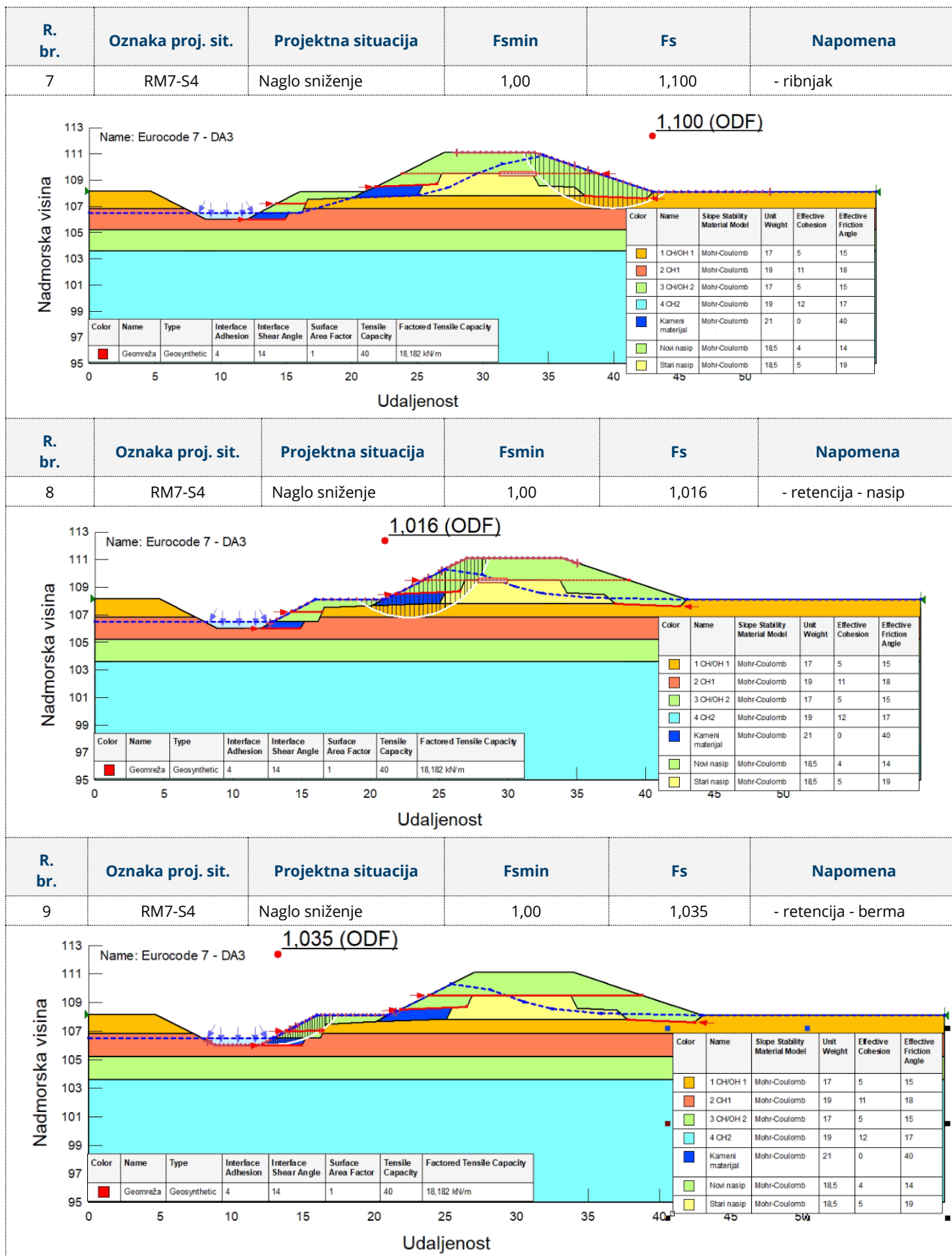


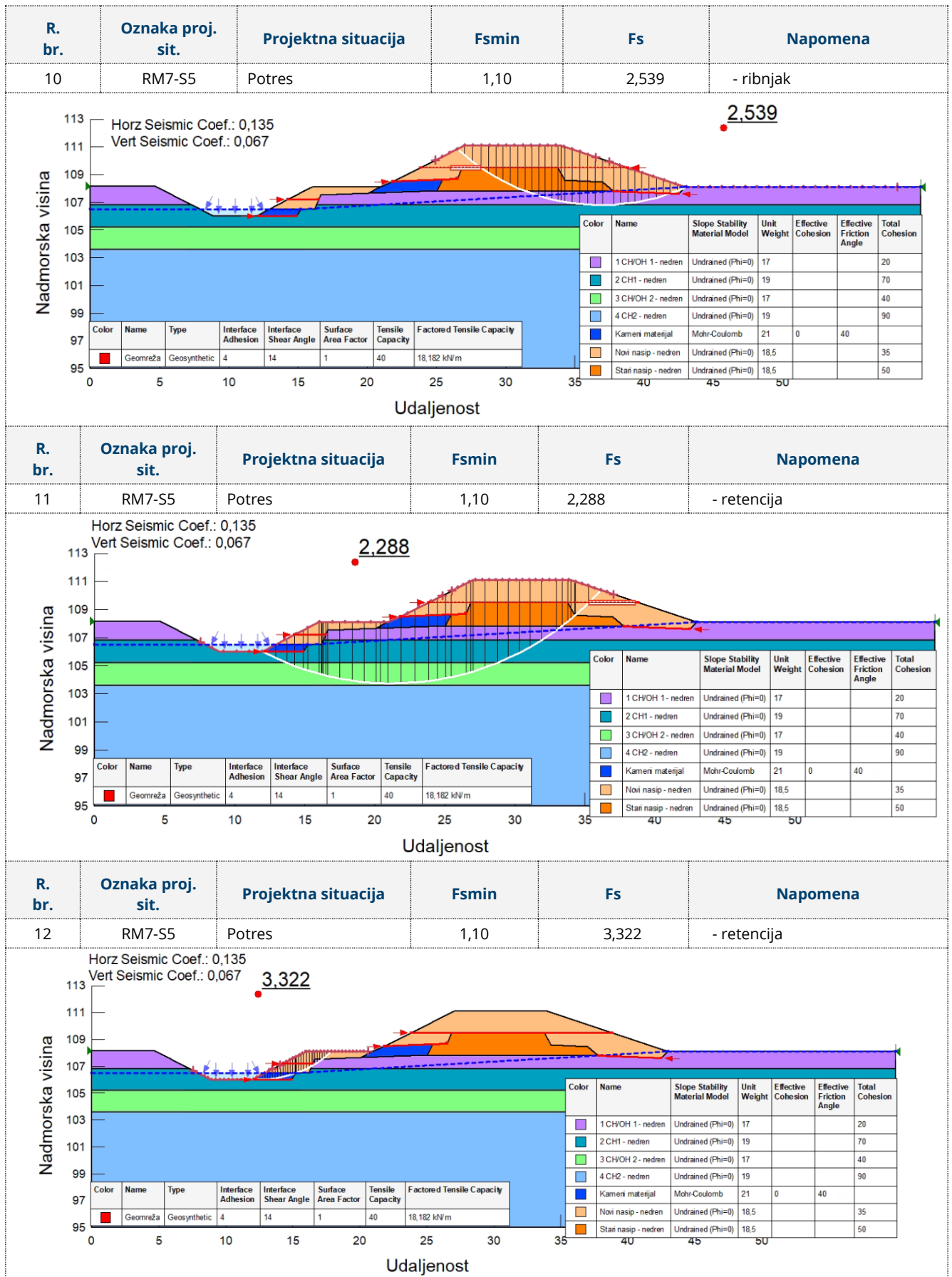
4.6.4.7 RM7 - Rezultati analize stabilnosti





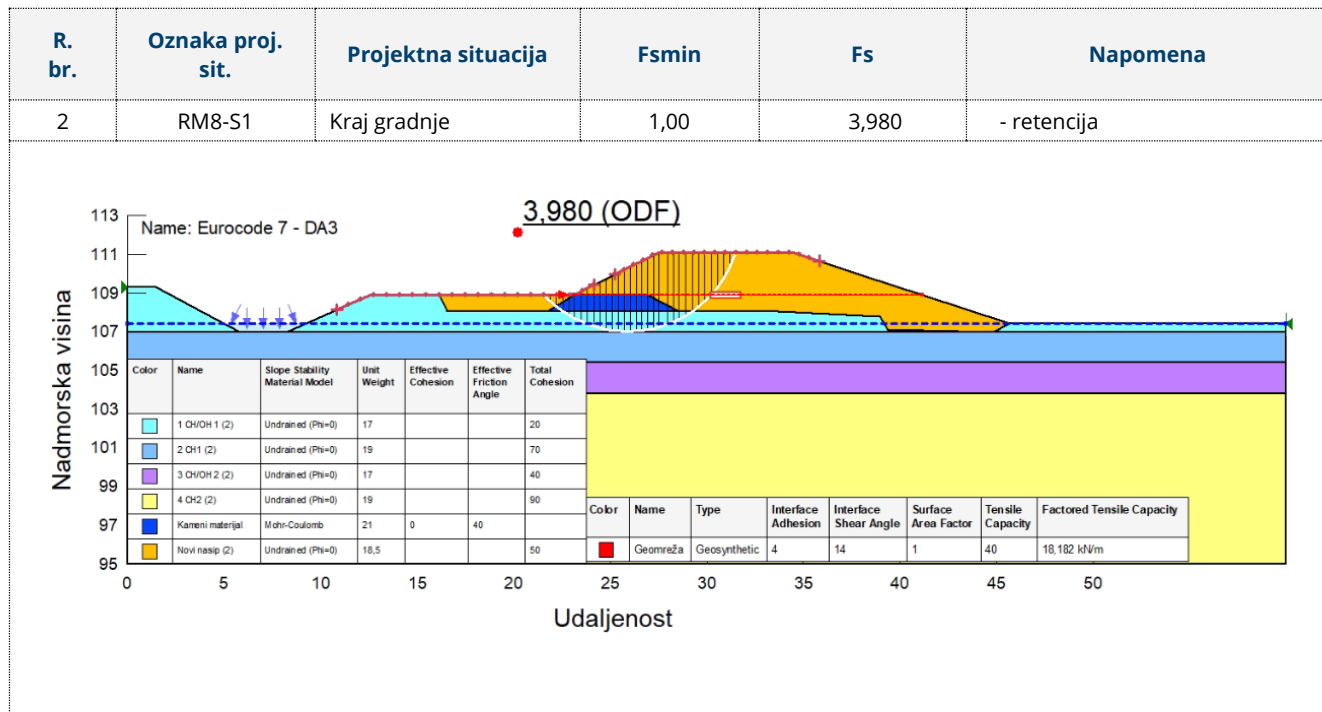
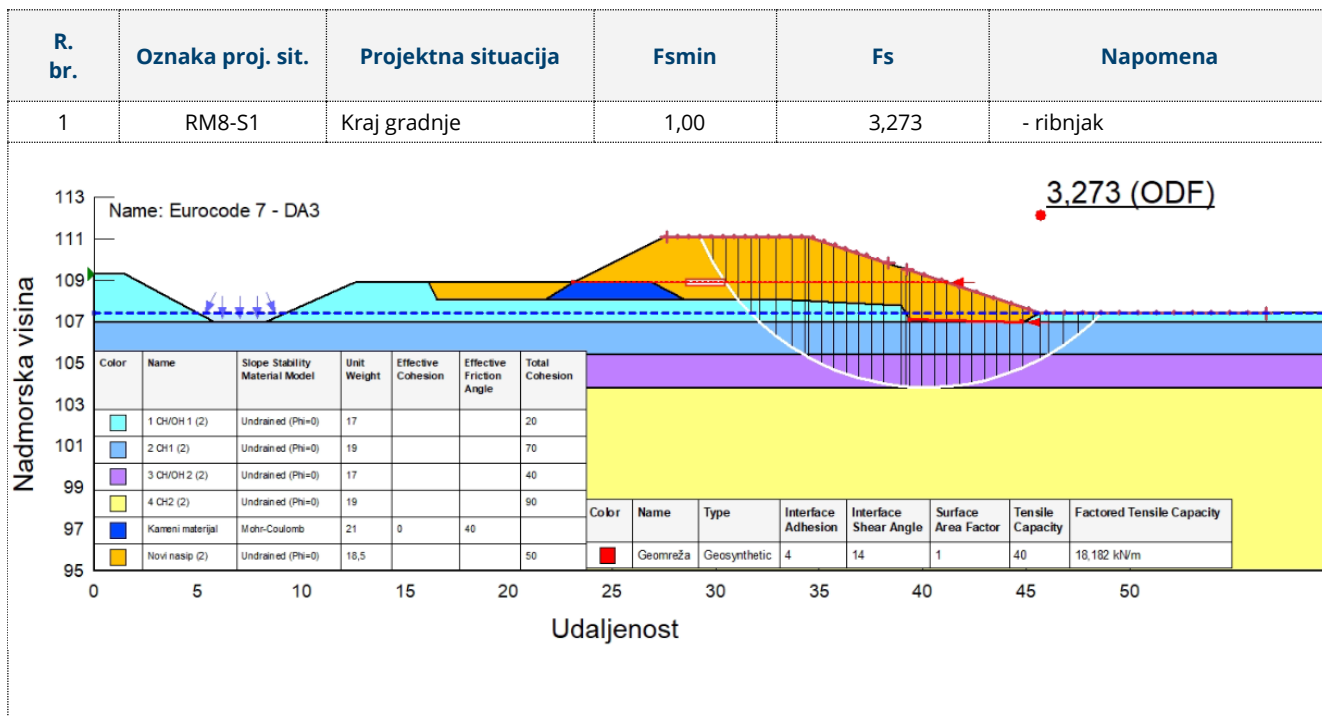


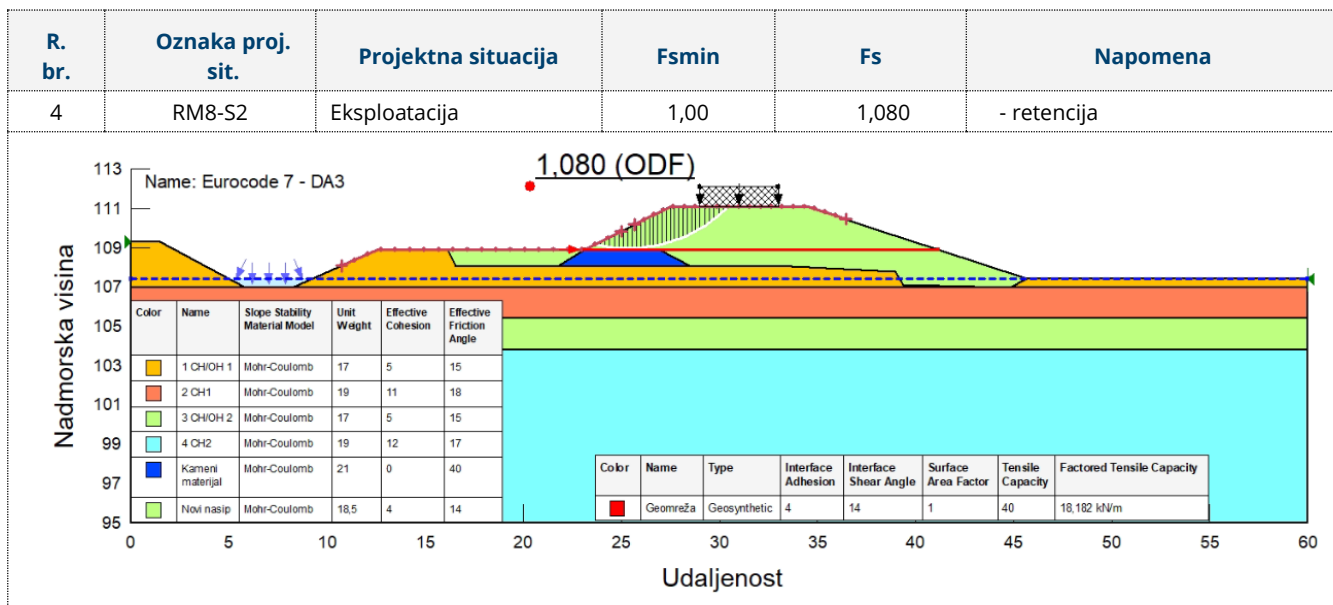
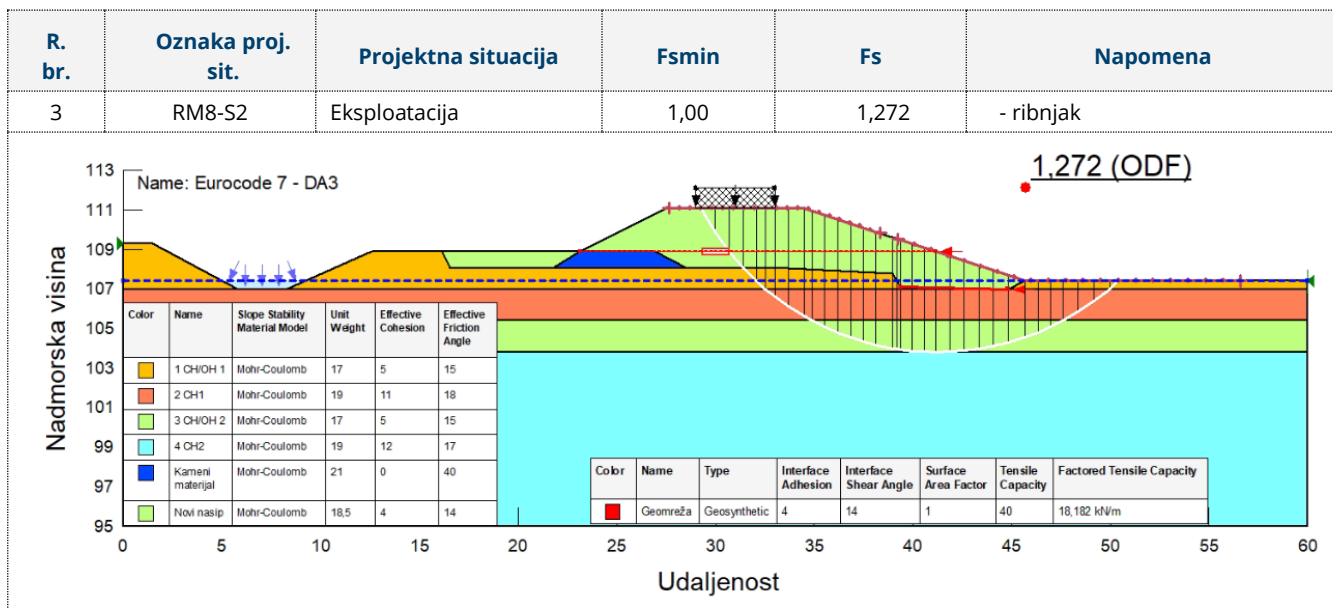


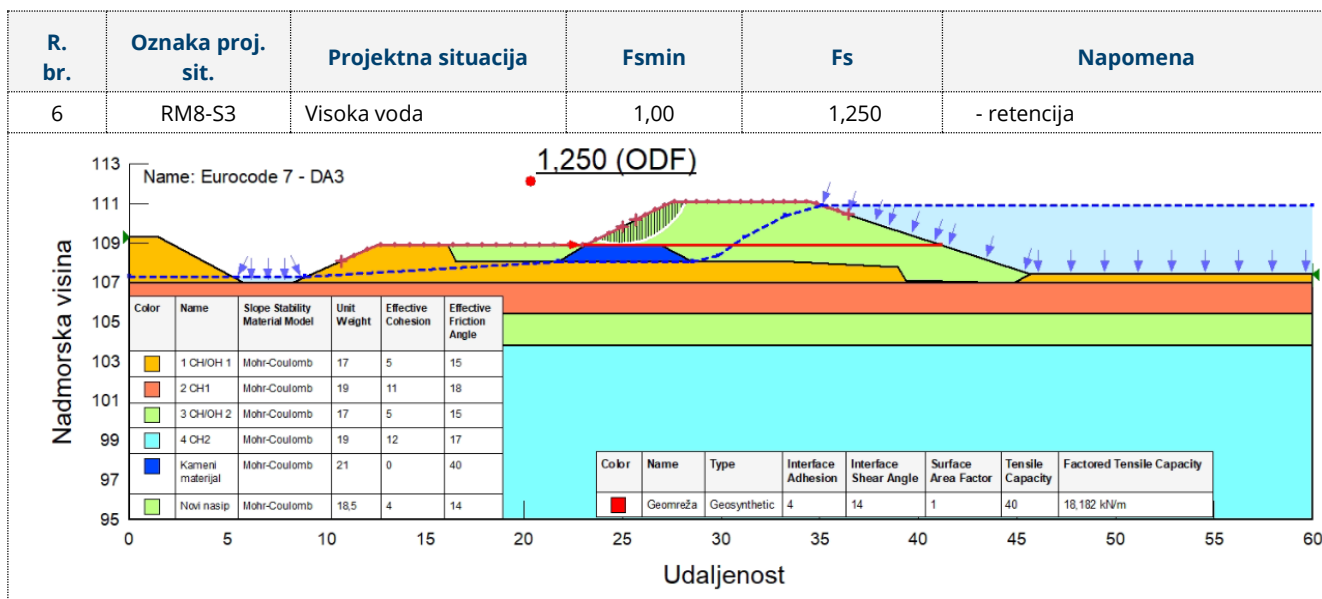
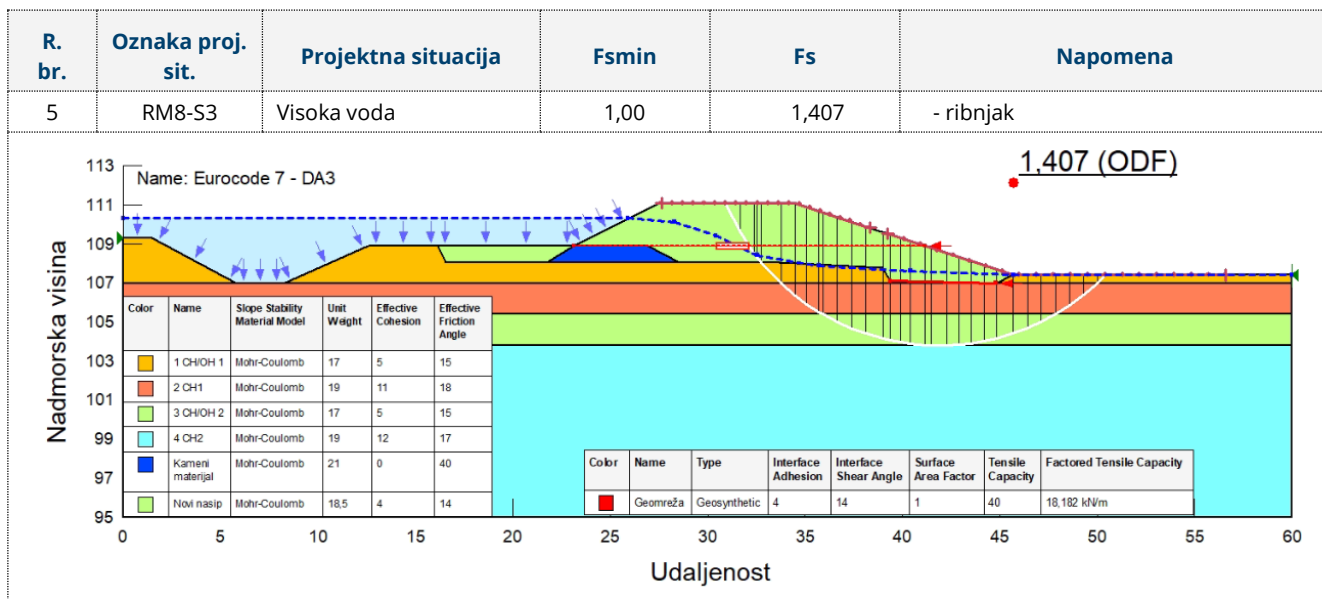


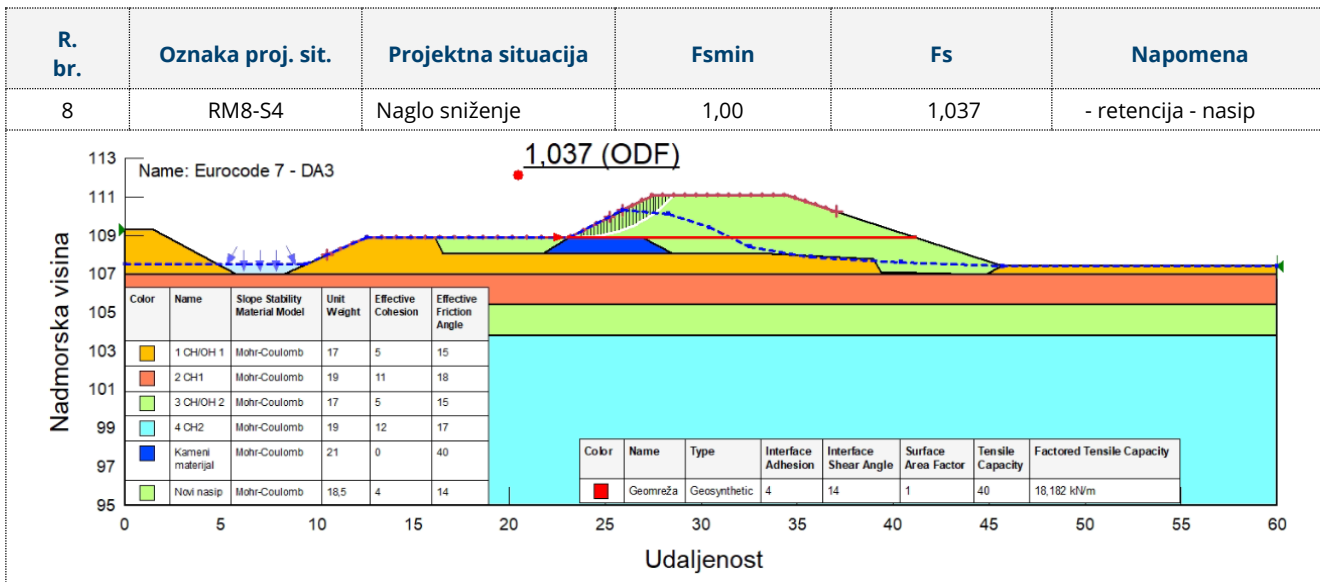
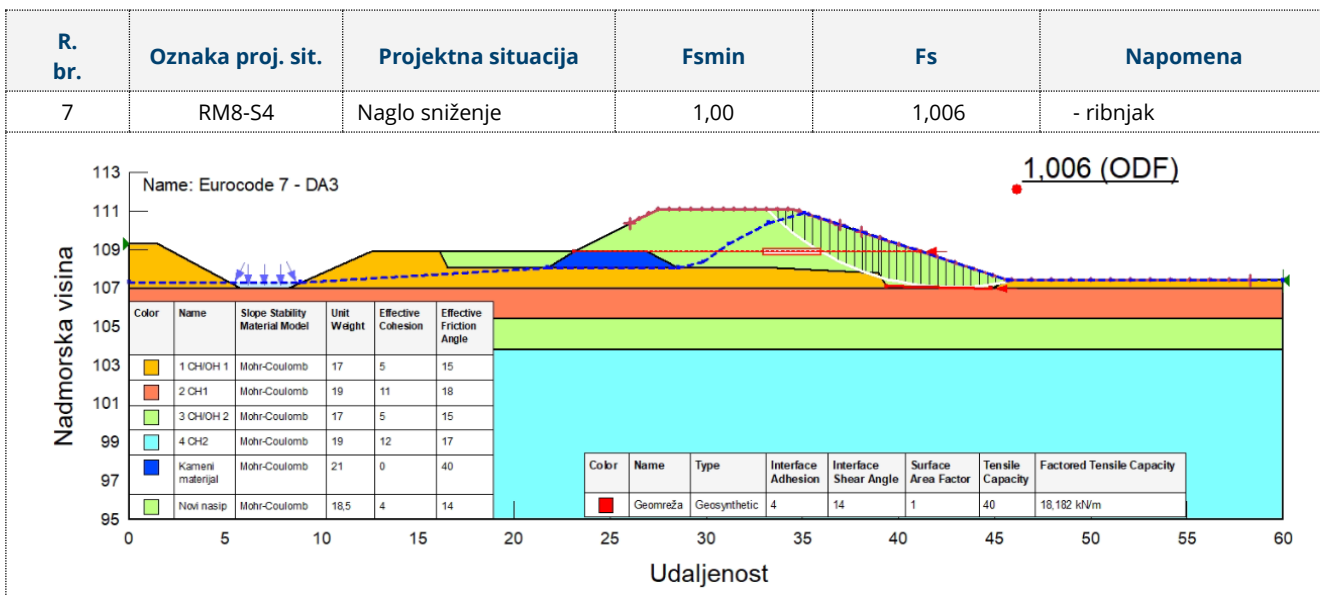


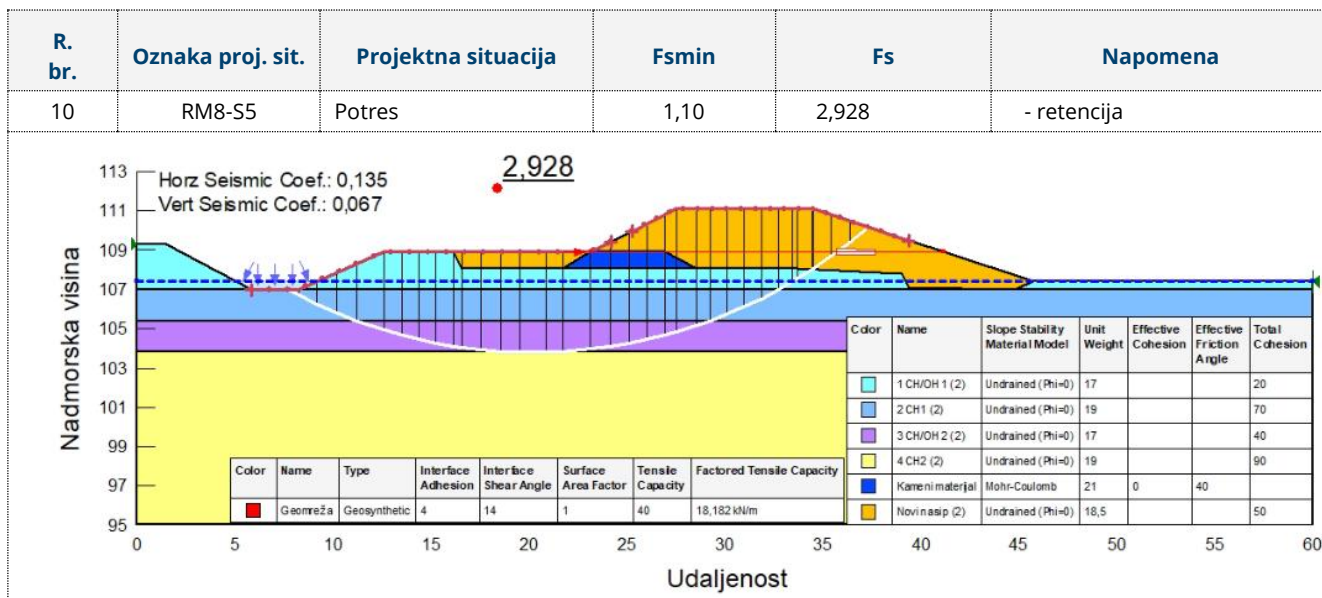
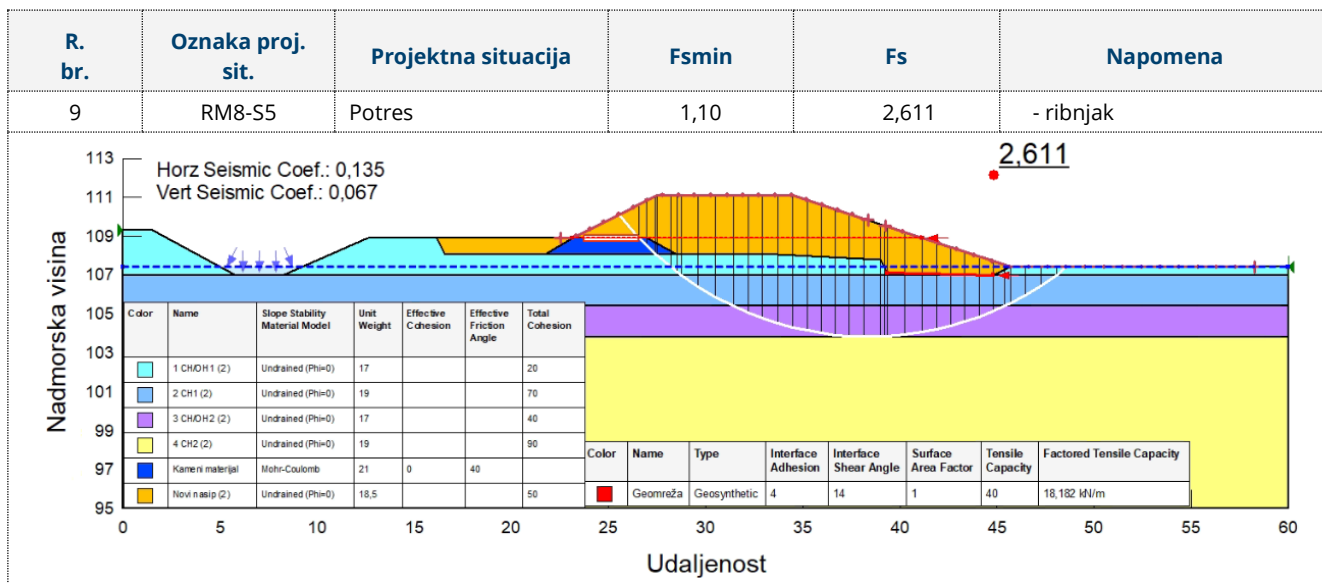
4.6.4.8 RM8 - Rezultati analize stabilnosti





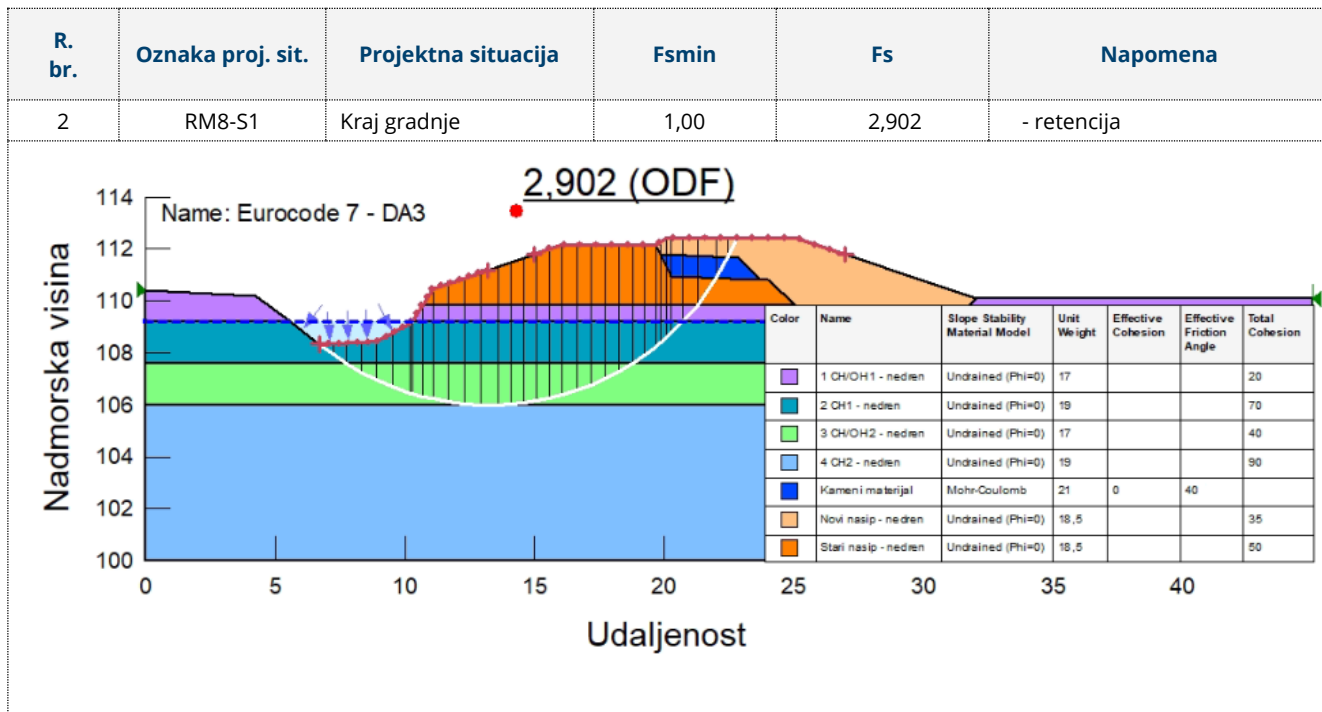
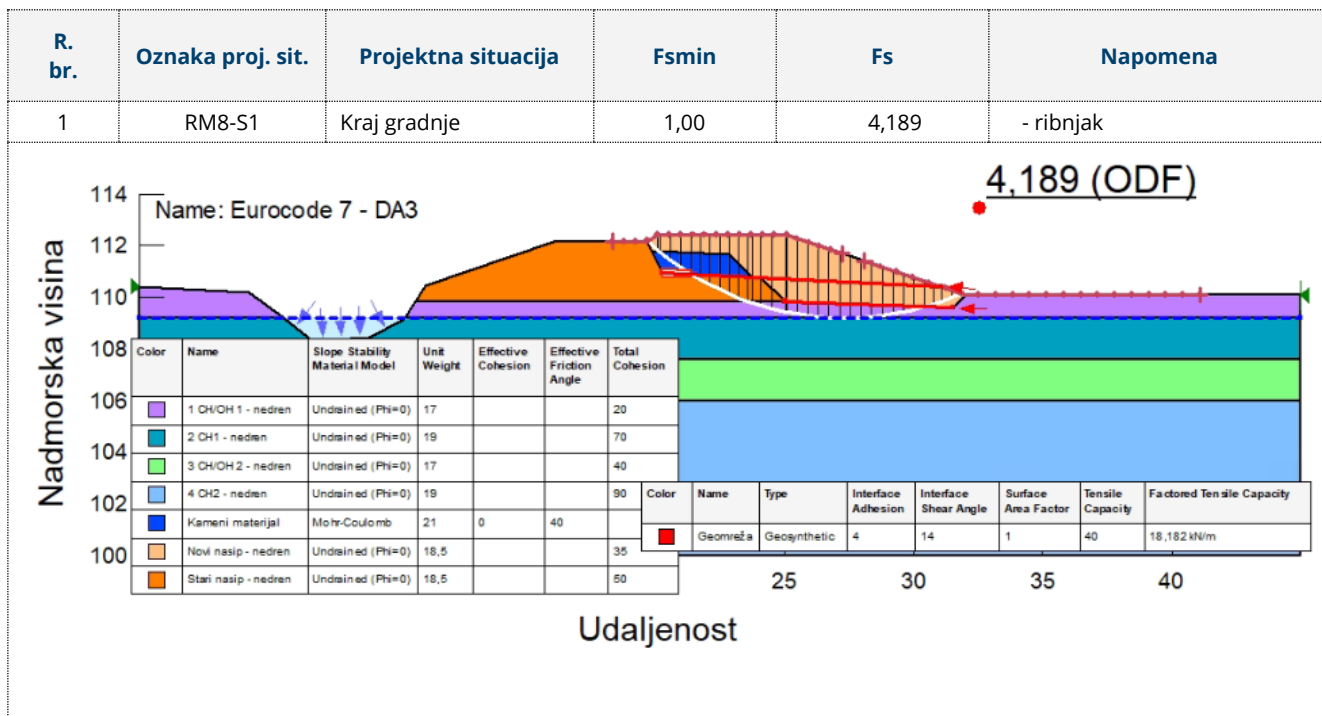


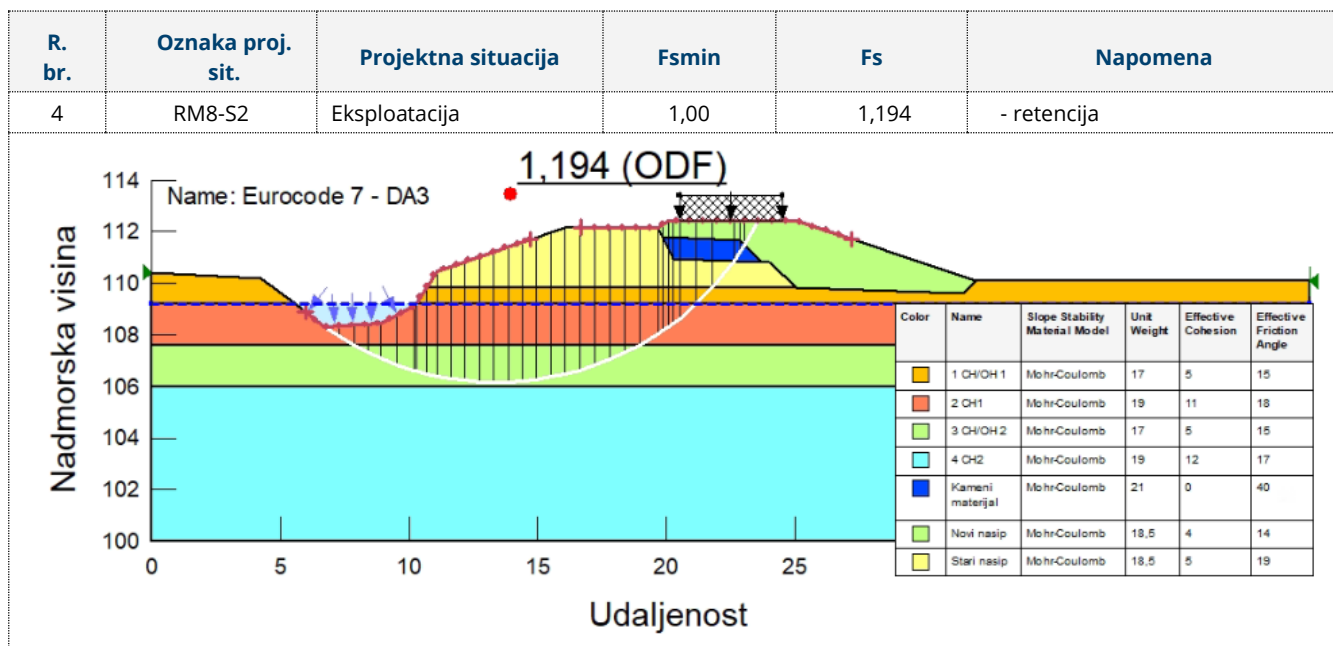
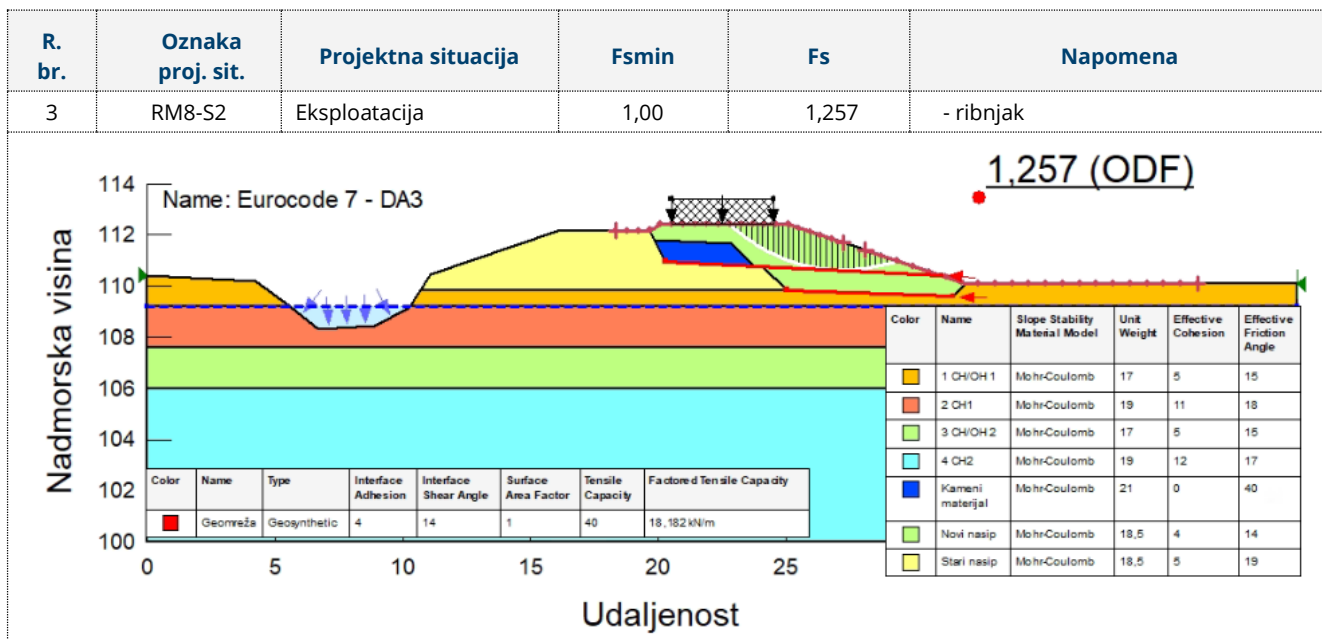


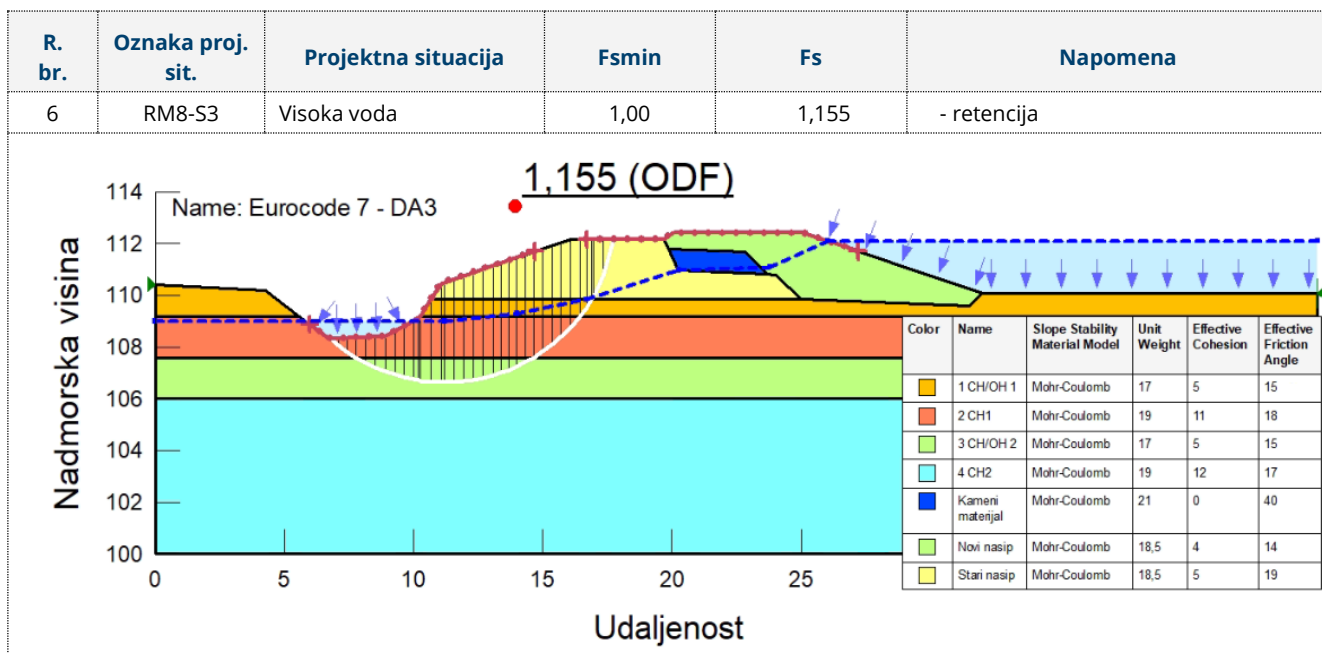
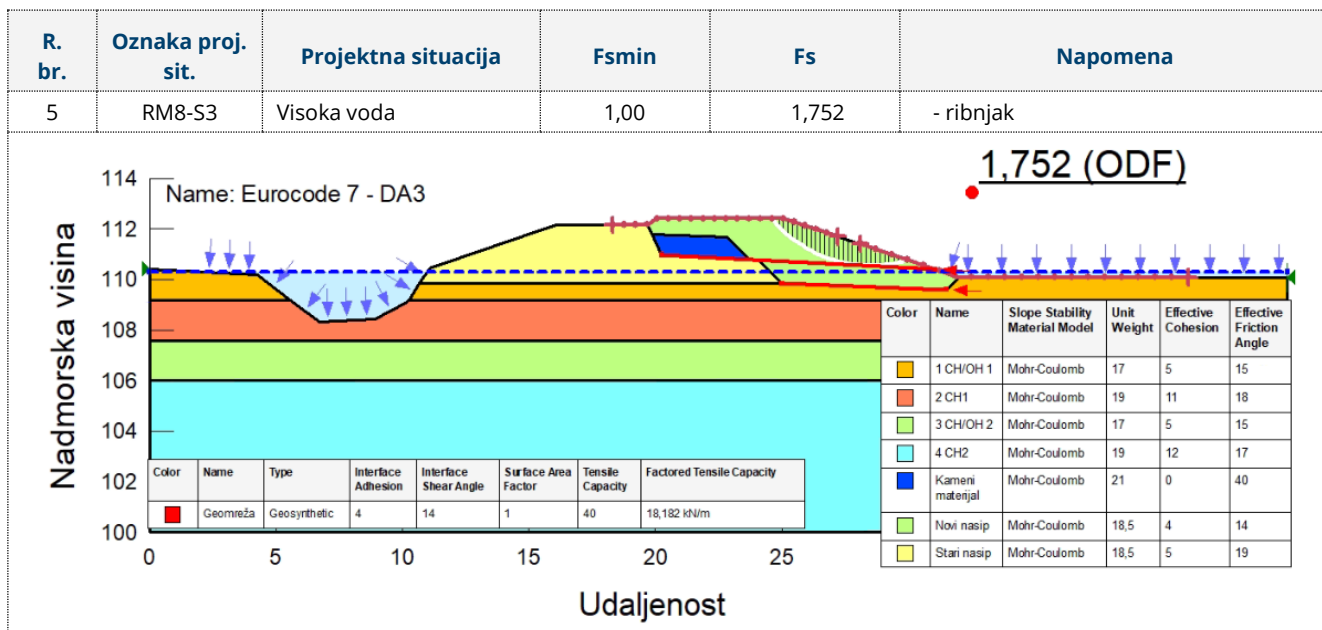


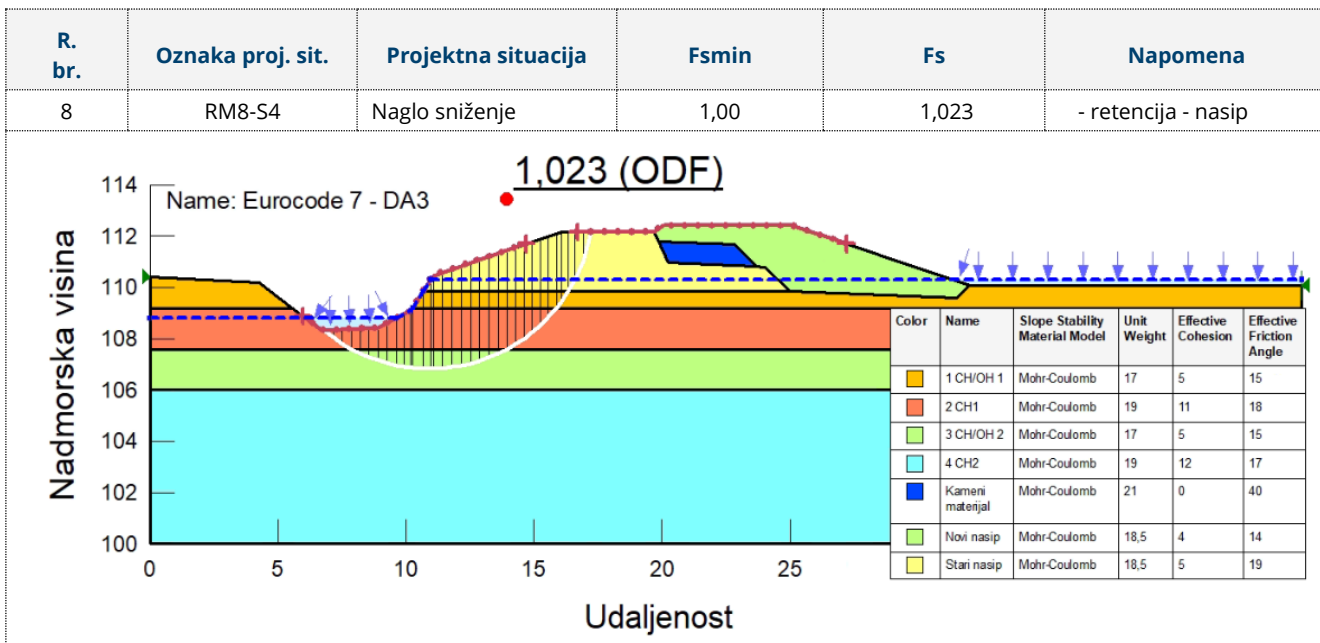
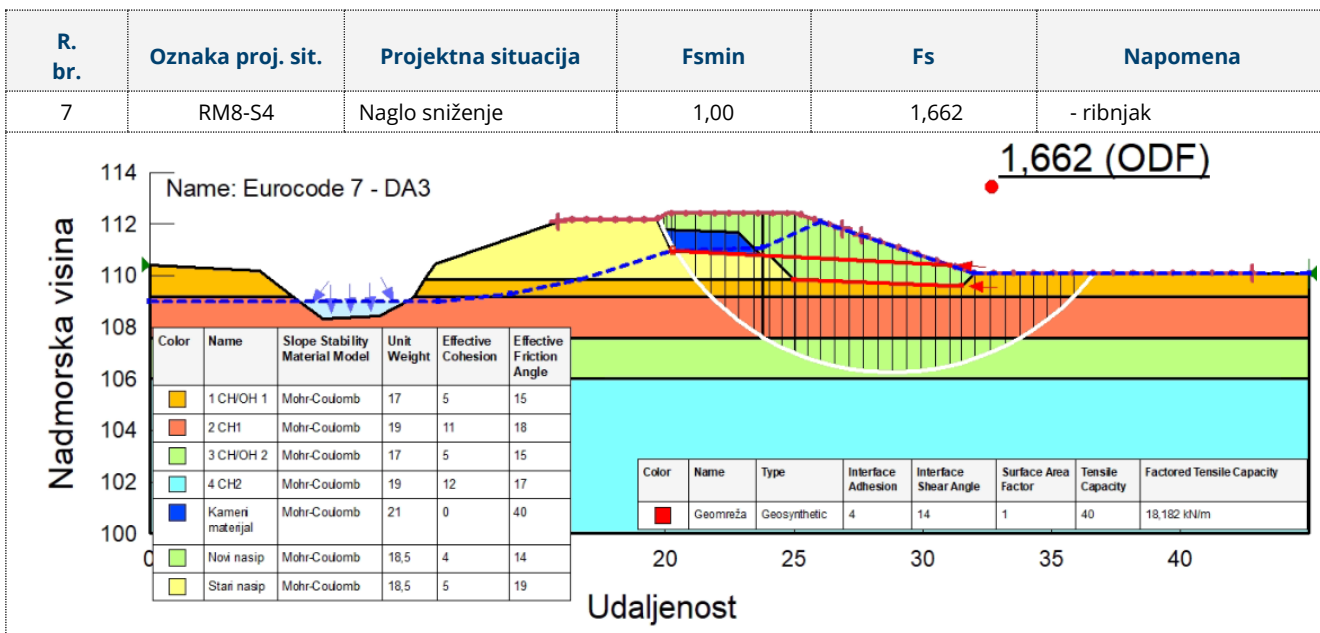


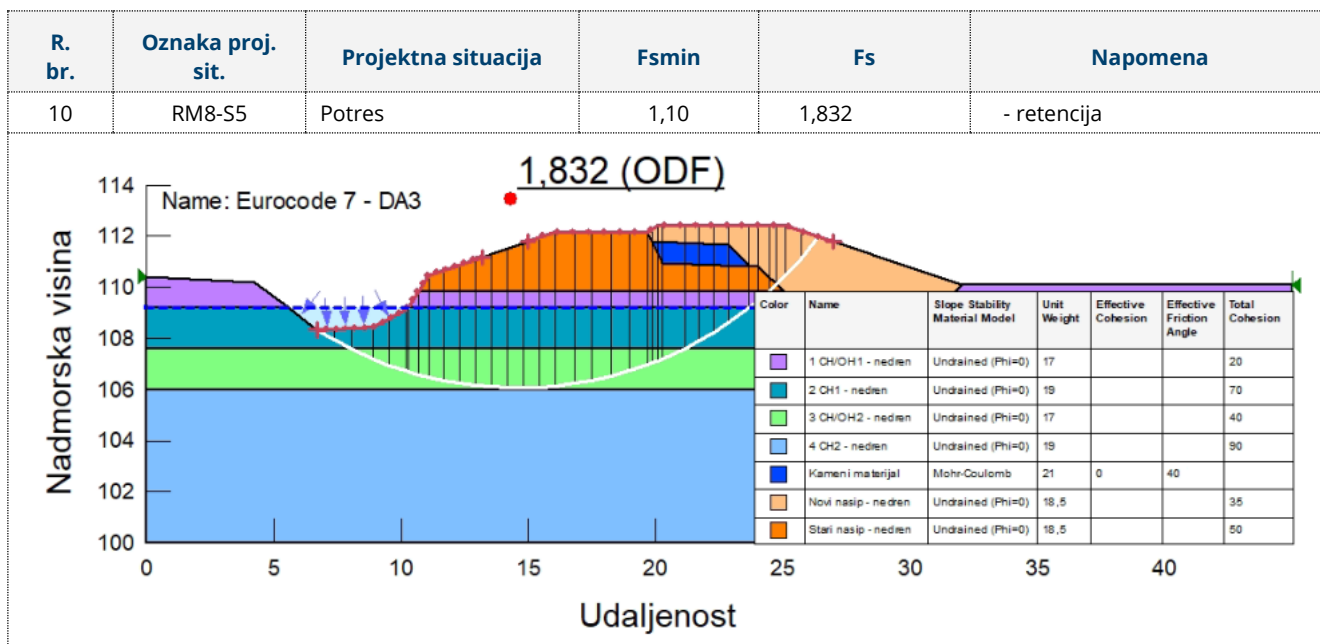
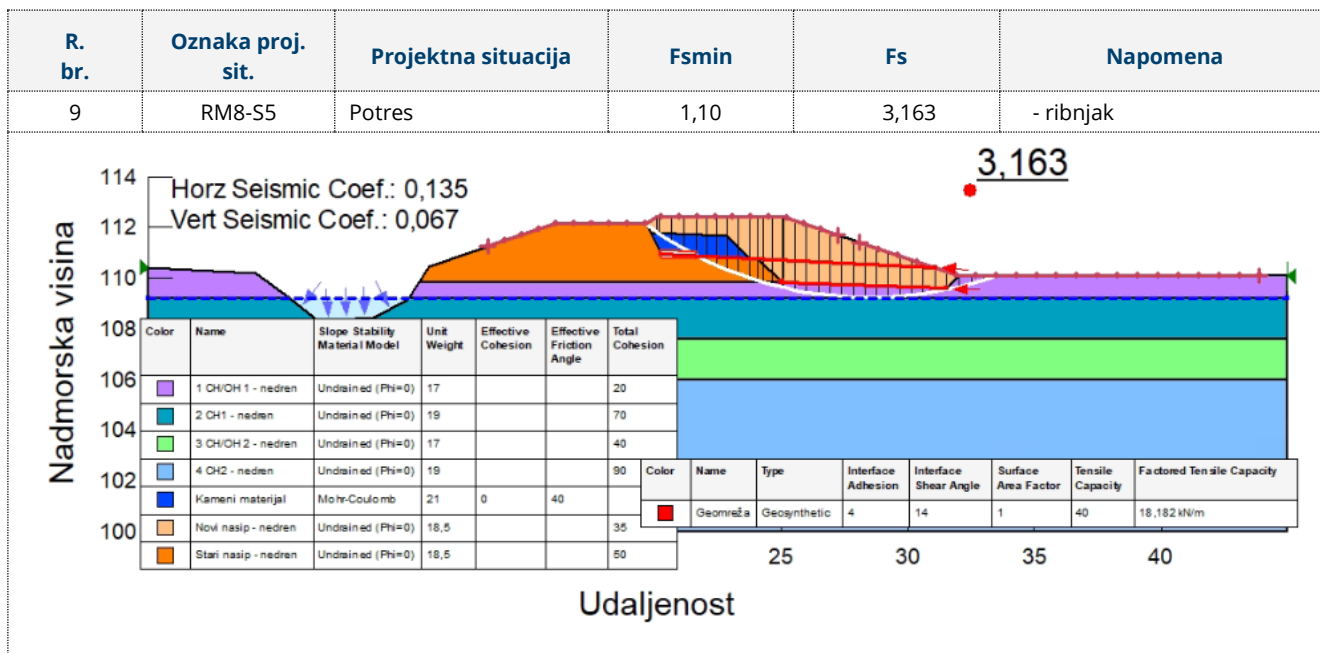
4.6.4.9 RM9 - Rezultati analize stabilnosti













4.6.5 ZAKLJUČAK UZ ANALIZE STABILNOSTI

Provedene su analize stabilnosti nasipa na odabranim karakterističnim presjecima nasipa za svaku geotehničku sredinu te za specifične poprečne presjeke.

Geotehnička sredina	Računski model	Poprečni presjek	Stacionaža nasipa	Faktor sigurnosti	Situacija
GS1	RM1	P6	km 0+250,00	1,353	Naglo sniženje vode
GS2	RM2	P33	km 1+600,00	1,059	Naglo sniženje vode
GS2	RM3	P35	km 1+700,00	1,253	Naglo sniženje vode
GS3	RM4	P138	km 3+325,00	1,043	Naglo sniženje vode
GS4	RM5	P4	km 4+861,22	1,010	Naglo sniženje vode
GS4	RM6	P113	km 5+600,00	1,019	Naglo sniženje vode
GS5	RM7	P147	km 7+300,00	1,016	Naglo sniženje vode
GS5	RM8	P158	km 7+850,00	1,006	Naglo sniženje vode
GS5	RM9	P86	km 9+250,00	1,023	Naglo sniženje vode

Proračunima je dokazano da je predložena geometrija nasipa geotehnički stabilna uz uvjet korektne ugradnje glinenog materijala sa predloženog nalazišta i ojačanjem tijela nasipa geomrežama.

Dobiveni su rezultati koji zadovoljavaju tražene faktore sigurnosti na klizanje za globalnu i lokalnu stabilnost pokosa.



4.7 PRORAČUN KONSOLIDACIJE TLA ISPOD NASIPA

Proračun konsolidacije ovisi o debljini slabopropusnih slojeva temeljnog tla i njihovom koeficijentu vodopropusnosti. Proračuni konsolidacije su provedeni na temelju koeficijenta vodopropusnosti iz edometarskog pokusa.

Proračuni su provedeni za računske modele u geotehničkim sredinama gdje se ne nadograđuje postojeći nasip, već se gradi nasip u punoj visini na temeljnom tlu. Lokacije gradnje nasipa u punoj visini se nalaze u geotehničkim sredinama GS2 i GS5 na pojedinim dionicama.

Proračun će biti proveden za 2 računska modela.

4.7.1 KARAKTERISTIKE TLA

Edometarskim pokusom definirana je vertikalna vodopropusnost k_v svakog materijala. Za horizontalnu vodopropusnost glinenog materijala usvojen je odnos $k_H / k_v = 3$ iz kojeg proizlazi da je horizontalna vodopropusnost $k_H = 3 \times k_v$.

Materijali temeljnog tla modelirani su sa slijedećim parametrima:

Uslojenost **geotehničke sredine 2** za računski model **RM3**:

	1) CH-1	2) CH 2	5) GW	6) Nasip CI/CH
Materijal model	M-C	M-C	M-C	M-C
Materijal type	Drained	Drained	Drained	Drained
Zapreminska težina γ (kN/m ³)	18,5	18,5	21	18,5
Efektivna kohezija c' (kPa)	13	13	0	4
Efektivni kut unutrašnjeg trenja ρ' (°)	18	18	40	14
Modul elastičnosti E_{50} (MPa)	5,5	7,0	30	2,5
Poissonov koeficijent (ν)	0,35	0,35	0,25	0,35
Koeficijent vodopropusnosti k_v (m/dan)	8,64e-5	8,64e-5	86,4	4,32e-4
Koeficijent vodopropusnosti k_H (m/dan)	2,59e-4	2,59e-4	86,4	4,32e-4



Uslojenost **geotehničke sredine 5** za računski model **RM8**:

	1) CH/OH 1	2) CH 1	3) CH/OH 2	4) CH 2	5) CL-2	5) CL-3
Materijal model	M-C	M-C	M-C	M-C	M-C	M-C
Materijal type	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
Zapreminska težina Y (kN/m ³)	16	19	16	19	21	18,5
Efektivna kohezija c' (kPa)	5	11	5	12	0	4
Efektivni kut unutrašnjeg trenja ρ' (°)	15	18	15	17	40	14
Modul elastičnosti E ₅₀ ' (MPa)	2,0	4,5	3,5	7,0	30,0	2,5
Poissonov koeficijent (v)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,25	0,35
Koeficijent vodopropusnosti k _v (m/s)	6,91e-4	8,64e-5	8,64e-4	8,64e-5	86,4	4,32e-4
Koeficijent vodopropusnosti k _h (m/s)	2,07e-3	2,59e-4	2,59e-3	2,59e-4	86,4	4,32e-4

Karakteristike parametara bonificiranog temeljnog tla opisane su u poglavlju 4.5.

4.7.2 PROJEKTNE SITUACIJE

Proračun trajanja konsolidacije i slijeganja proveden je za četiri projektne situacije:

Oznaka	Projektne situacije
S1	Kraj gradnje
S2	Kraj konsolidacije

4.7.3 RAČUNSKI MODELI

Naponsko – deformacijske analize izvršene su na računskim modelima RM3 i RM8.

RM3 - opisuje poprečni presjek nasipa P35 na utvrđenom geotehničkom presjeku temeljnog tla u GS2 na stacionaži km 1+700, ukupne visine 2,1 m.

RM8 - opisuje poprečni presjek nasipa P158 na utvrđenom geotehničkom presjeku temeljnog tla u GS5 na stacionaži km 7+850, ukupne visine 2,8 m.

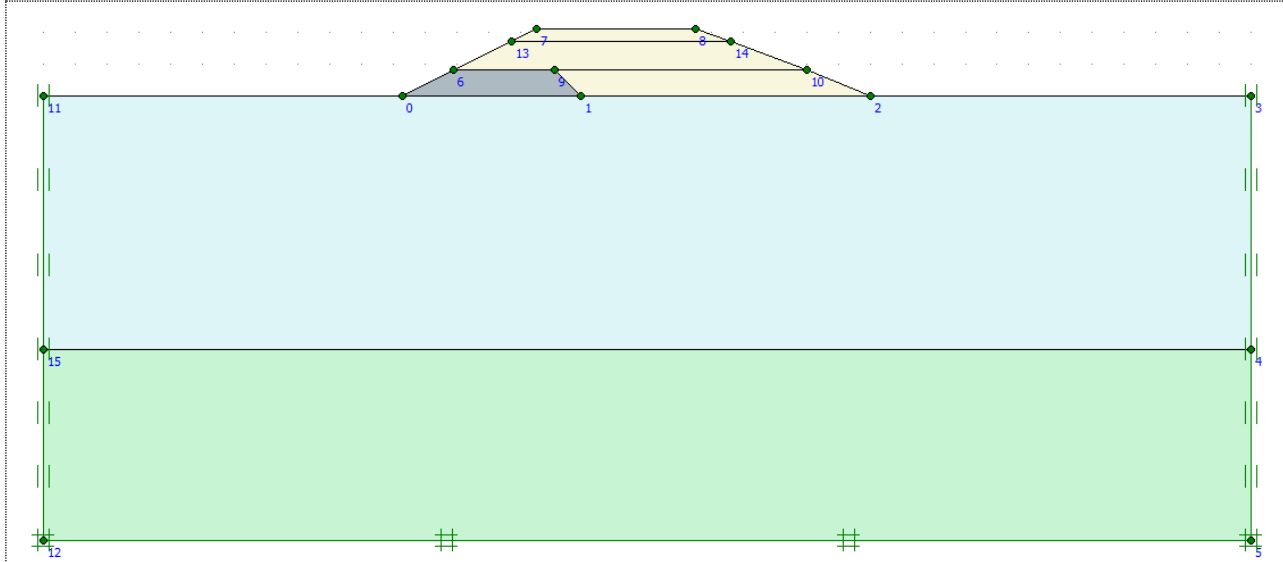
Faze izgradnje nasipa u računskim modelima izводе se u vremenskom odmaku od 7 dana.

U svakoj fazi se nasipava sloj materijala u visini od cca 1 m, osim u završnim fazama izgradnje nasipa ako je za dosizanja projektirane visine potrebno manje od 1 m nasipa.

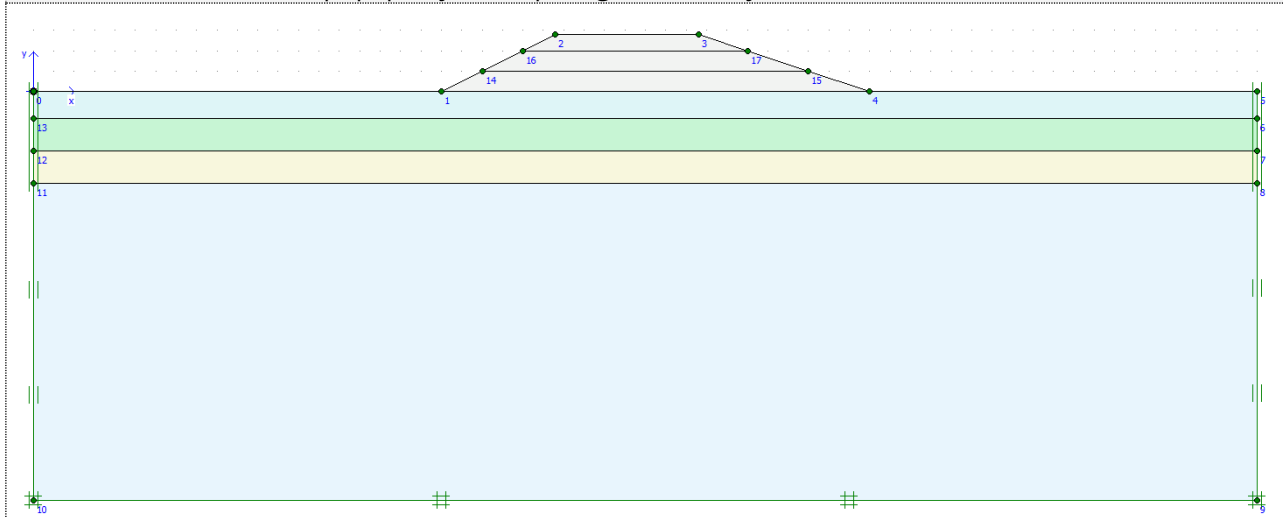


Početno stanje naprezanja	
1. sloj nasipavanja (0,8-1m)	7 dana
2. sloj nasipavanja (0,7-1m)	7 dana
3. sloj nasipavanja (0,5-0,8m)	7 dana

Računski model RM3 –pop. presjek nasipa u geotehničkoj sredini GS2



Računski model RM8 – pop. presjek nasipa u geotehničkoj sredini GS5



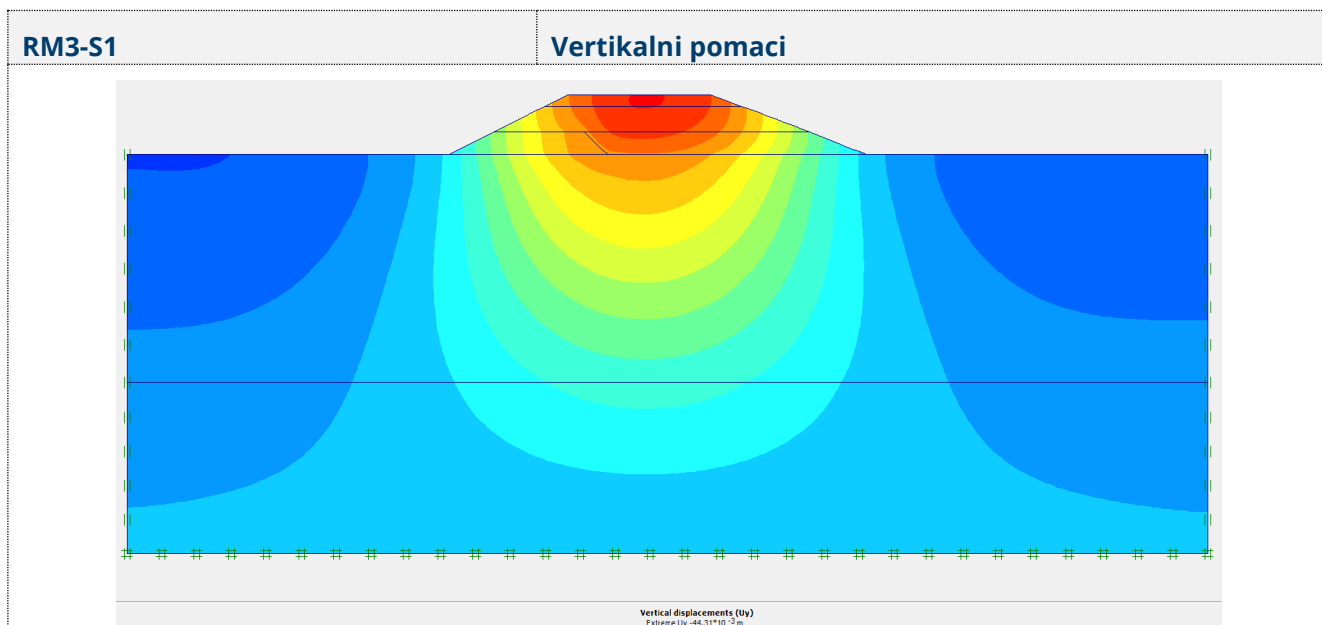


4.7.4 REZULTATI NAPONSKO-DEFORMACIJSKE ANALIZE

4.7.4.1 RM3 - računski model

1. Projektna situacija S1 – Kraj gradnje

Prikazani su rezultati računskog modela RM3 projektne situacije S1 (analiza slijeganja na kraju gradnje nasipa) s postojećim parametrima temeljnog tla.

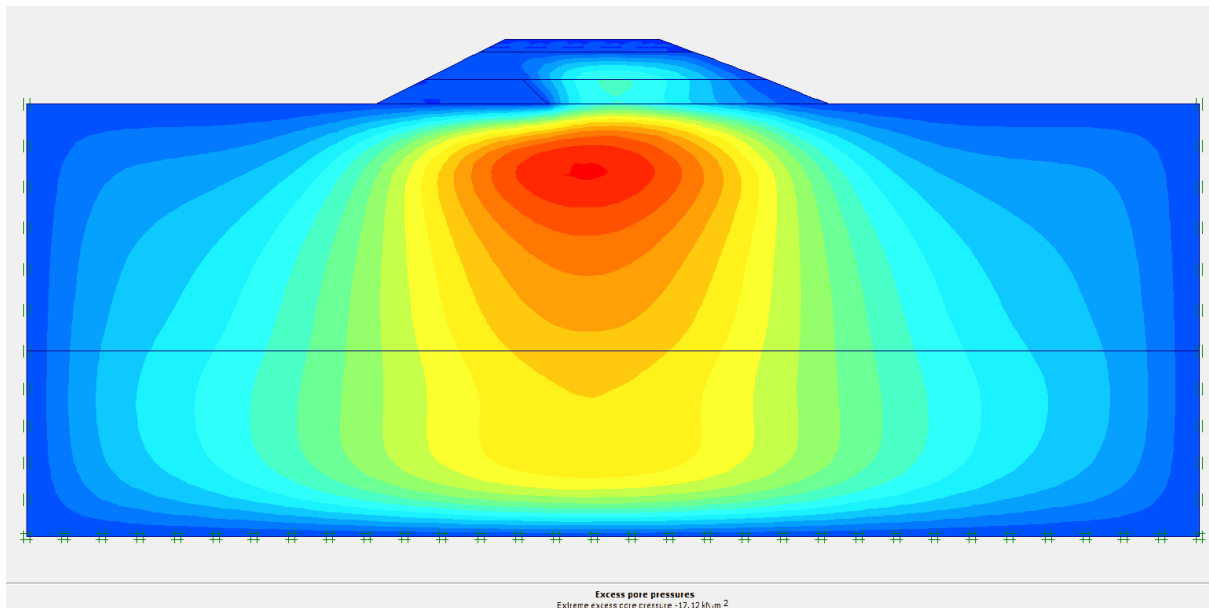


RM1-S1: Kraj gradnje	
Maksimalni računski vertikalni pomaci	Dy (cm)
Maksimalno slijeganje temeljnog tla na kontaktu nasipa i temeljnog tla	-3,6



RM3-S1

Dodatni porni pritisci



RM1-S1: Kraj gradnje

Maksimalni računski dodatni porni pritisci

U_e (kPa)

Maksimalni dodatni porni pritisak

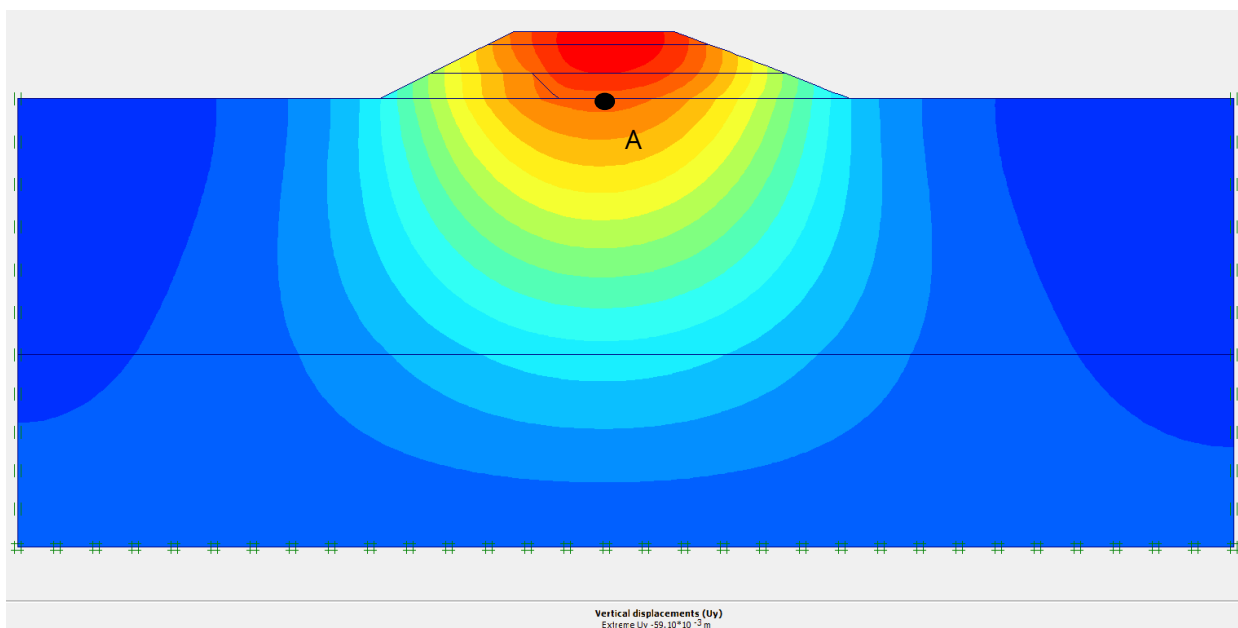
-17,1

2. Projektna situacija S2 – Kraj konsolidacije

Prikazani su rezultati računskog modela RM3 projektne situacije S2 (analiza slijeganja na kraju konsolidacije) s bonificiranim parametrima temeljnog tla.

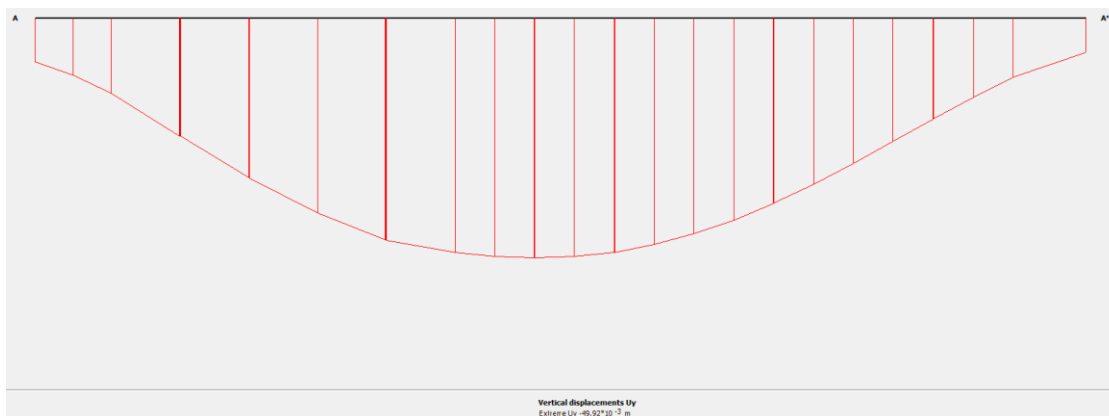
RM3-S2

Vertikalni pomaci





RM3-S2: Vertikalni pomaci na kontaktu temeljnog tla i nasipa



RM3-S2: Kraj konsolidacije

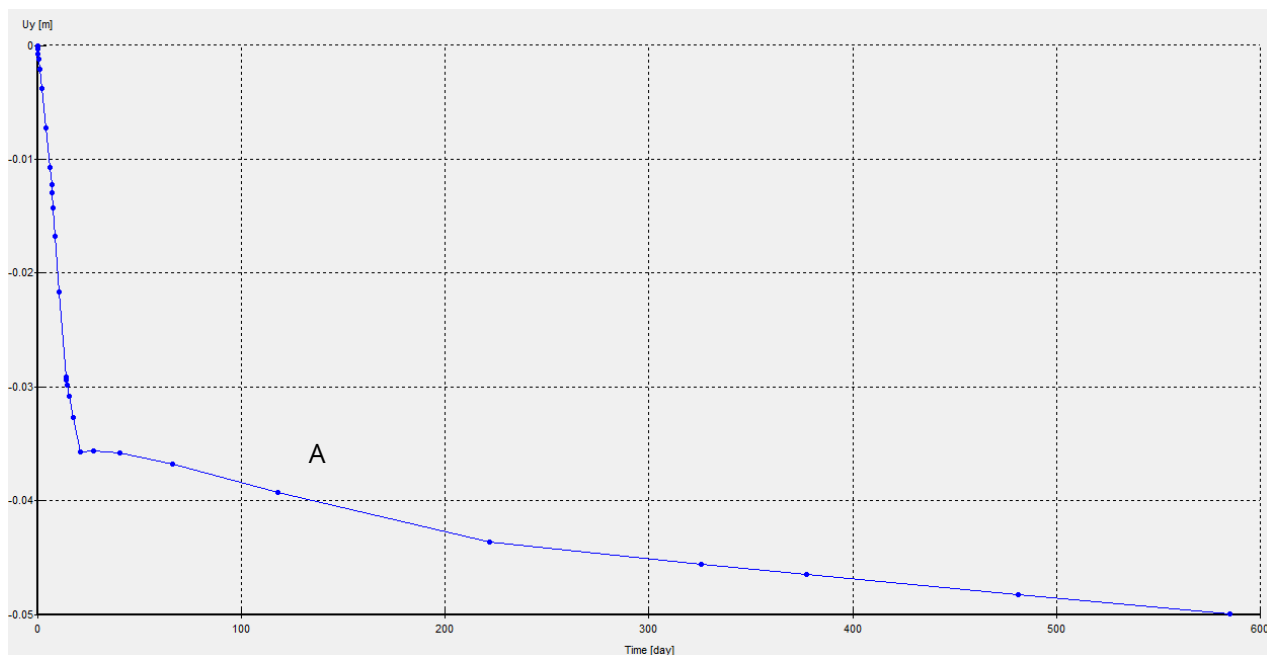
Maksimalni računski vertikalni pomaci

D_y (cm)

Maksimalno slijezanje temeljnog tla na kontaktu nasipa i temeljnog tla

-5,0

RM3-S2: Krivulja slijezanja točke na kontaktu nasipa i temeljnog tla



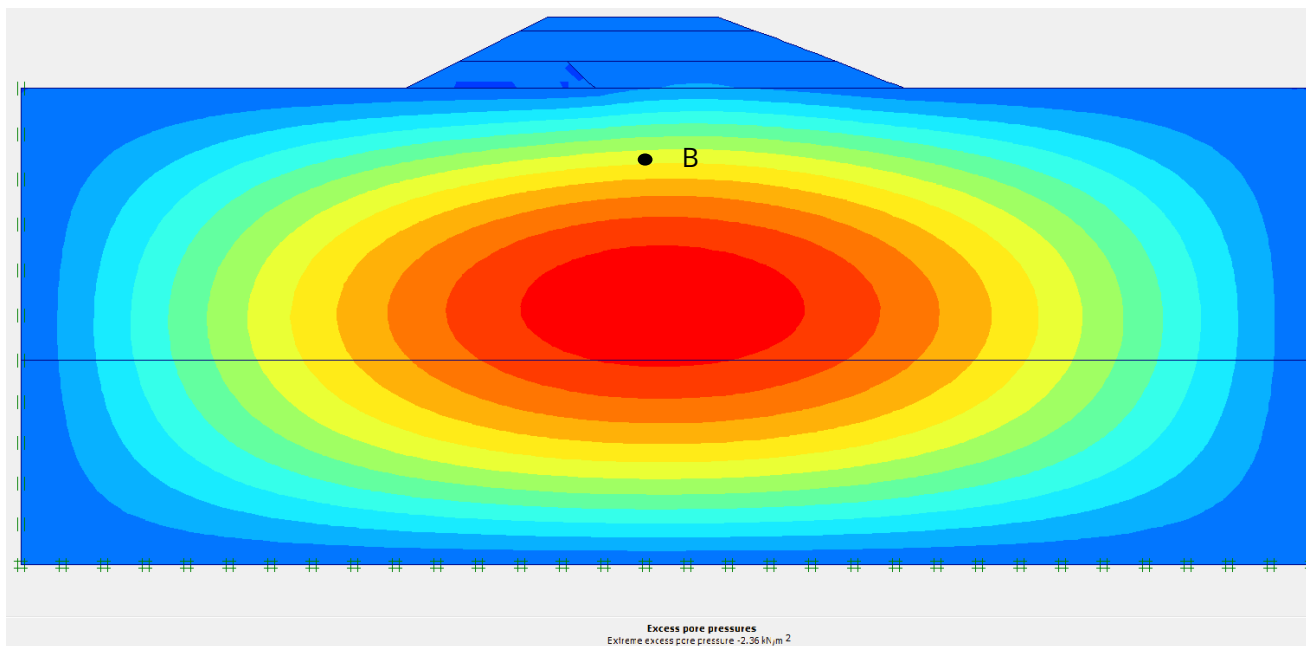
Točka A (plava krivulja): iznos slijezanja na kontaktu nasipa i temeljnog tla.

Iz dijagrama očitavamo da se 3,6 cm slijezanja temeljnog tla odvalo prilikom izgradnje samog nasipa unutar 21 dan, a do ukupnog slijezanja od 5,0 cm, što je razlika od 1,4 cm, je potrebno još ~580 dana.



RM3-S2

Dodatni porni pritisci



RM3-S2: Kraj konsolidacije

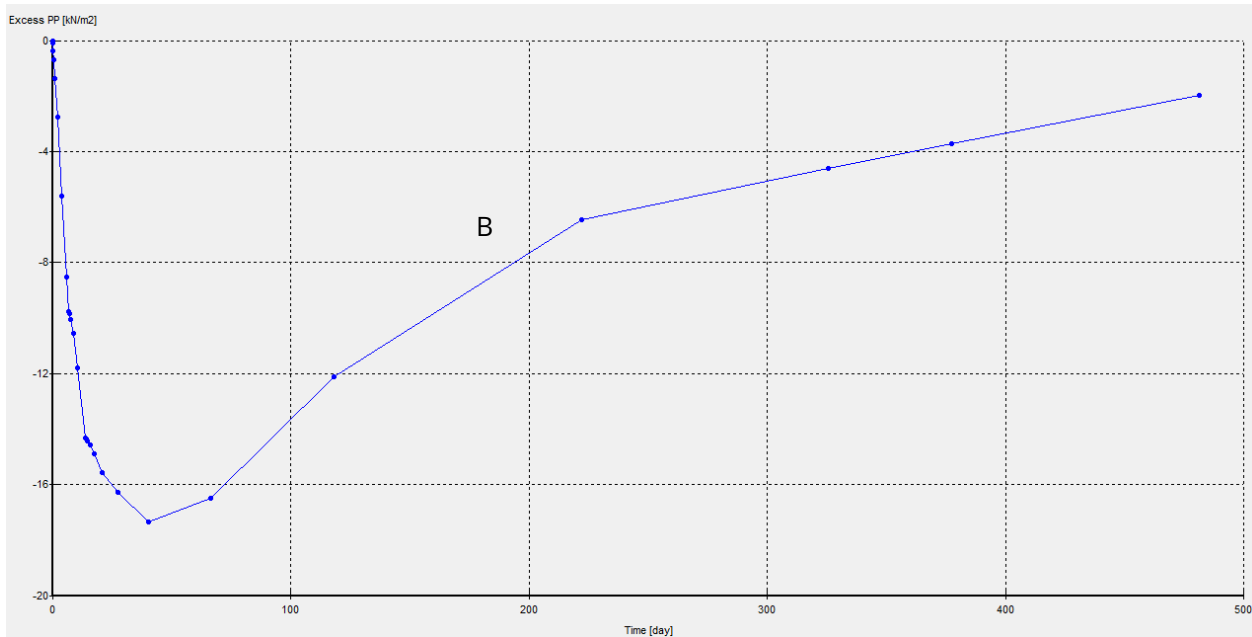
Maksimalni računski dodatni porni pritisci

U_e (kPa)

Maksimalni dodatni porni pritisak

-2,36

RM3-S2: Konsolidacijska krivulja



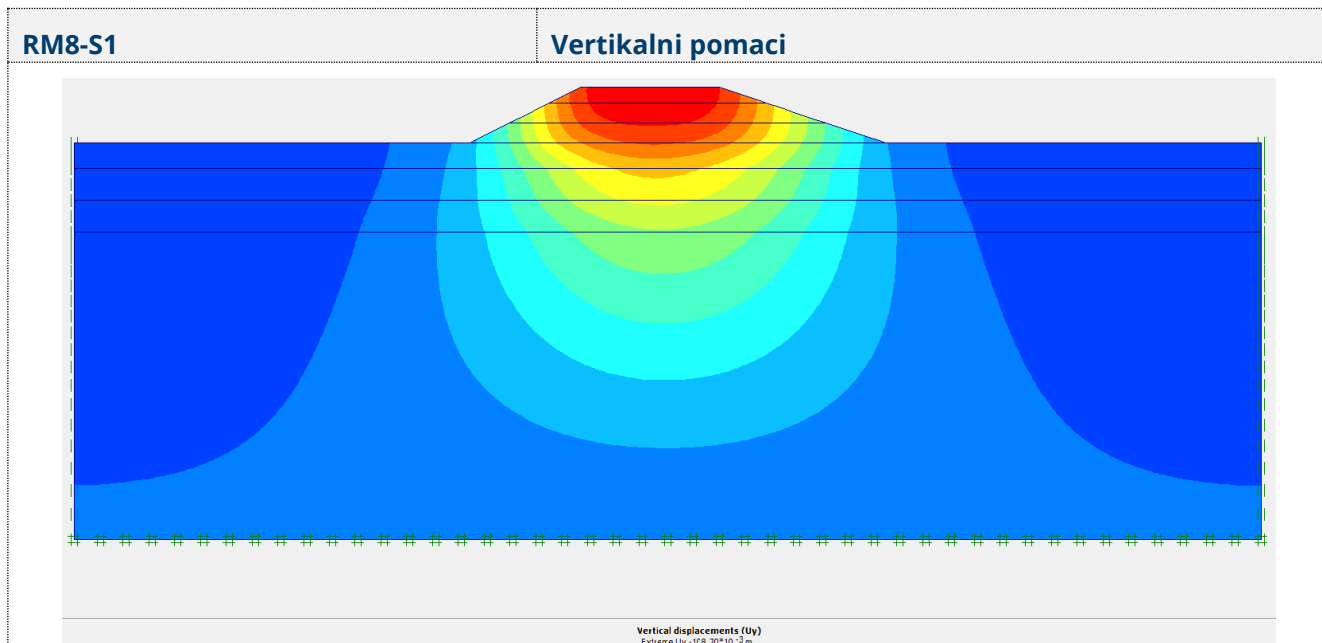
Točka B (plava krivulja): vrijeme disipacije ~90% dodatnog pornog pritiska 480 dana



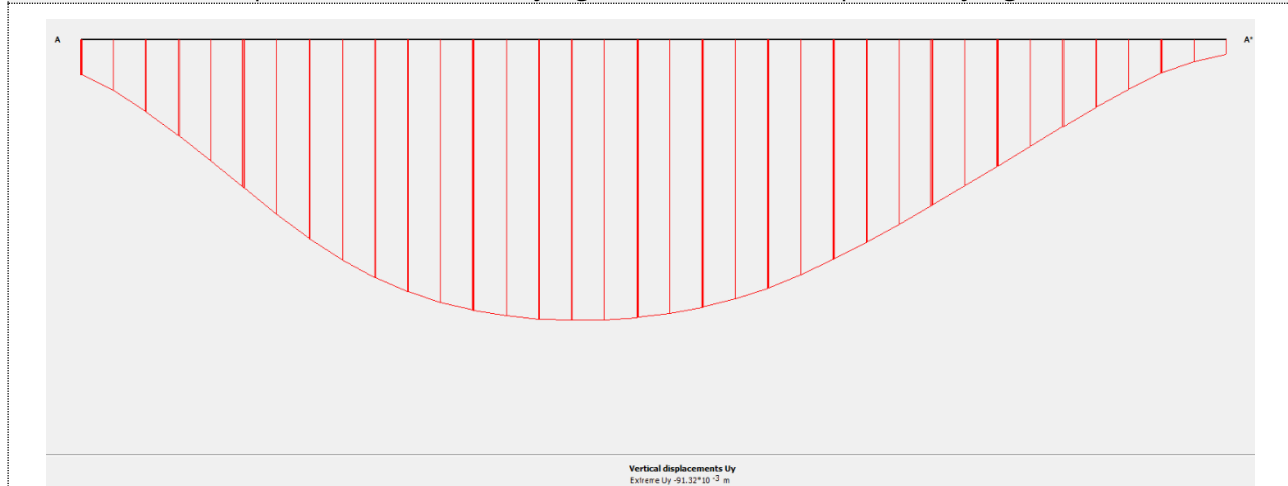
4.7.4.2 RM8 - računski model

3. Projektna situacija S1 – Kraj gradnje

Prikazani su rezultati računskog modela RM8 projektne situacije S1 (analiza slijeganja na kraju gradnje nasipa) s postojećim parametrima temeljnog tla.



RM8-S1: Vertikalni pomaci na razini temeljnog tla na kontaktu nasipa i temeljnog tla

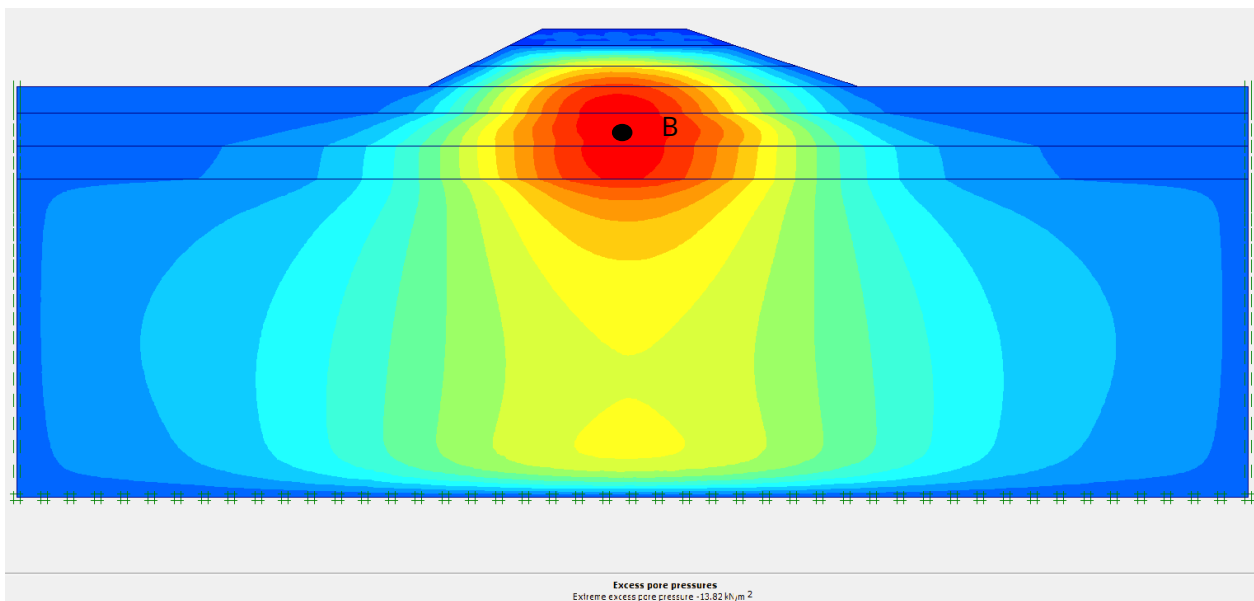


RM1-S1: Kraj gradnje	
Maksimalni računski vertikalni pomaci	Dy (cm)
Maksimalno slijeganje temeljnog tla na kontaktu nasipa i temeljnog tla	-9,1



RM8-S1

Dodatni porni pritisci



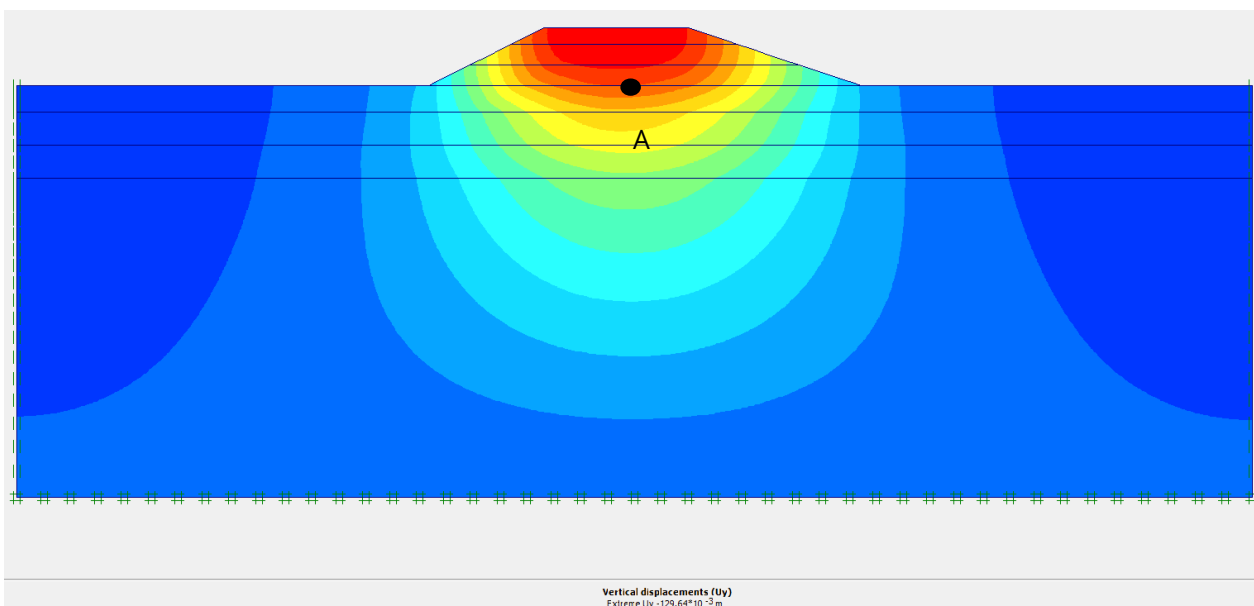
RM8-S1: Kraj gradnje	
Maksimalni računski dodatni porni pritisci	U_e (kPa)
Maksimalni dodatni porni pritisak	-13,8

4. Projektna situacija S2 – Kraj konsolidacije

Prikazani su rezultati računskog modela RM8 projektne situacije S2 (analiza slijeganja na kraju konsolidacije) s bonificiranim parametrima temeljnog tla.

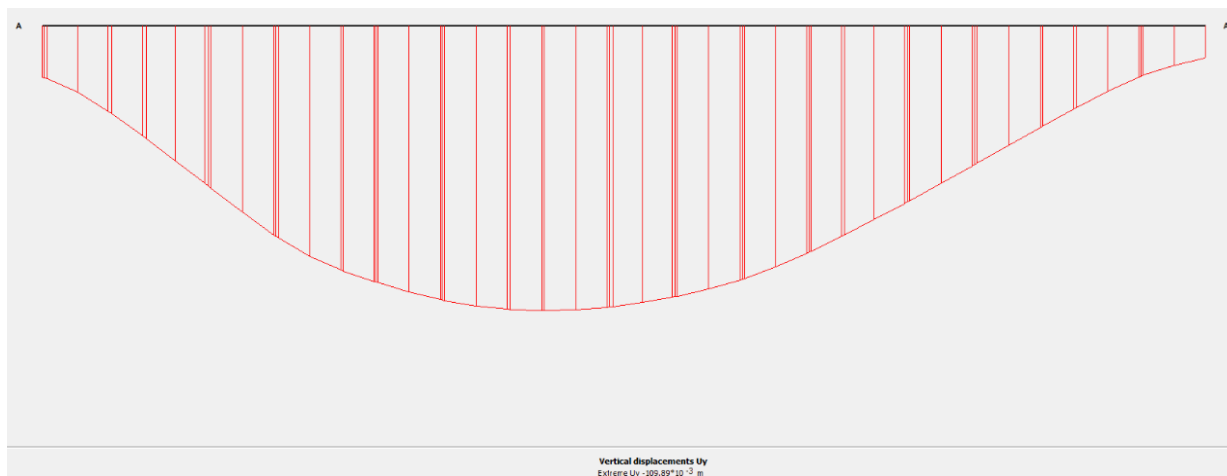
RM8-S2

Vertikalni pomaci





RM8-S2: Vertikalni pomaci na kontaktu temeljnog tla i nasipa



RM8-S2: Kraj konsolidacije

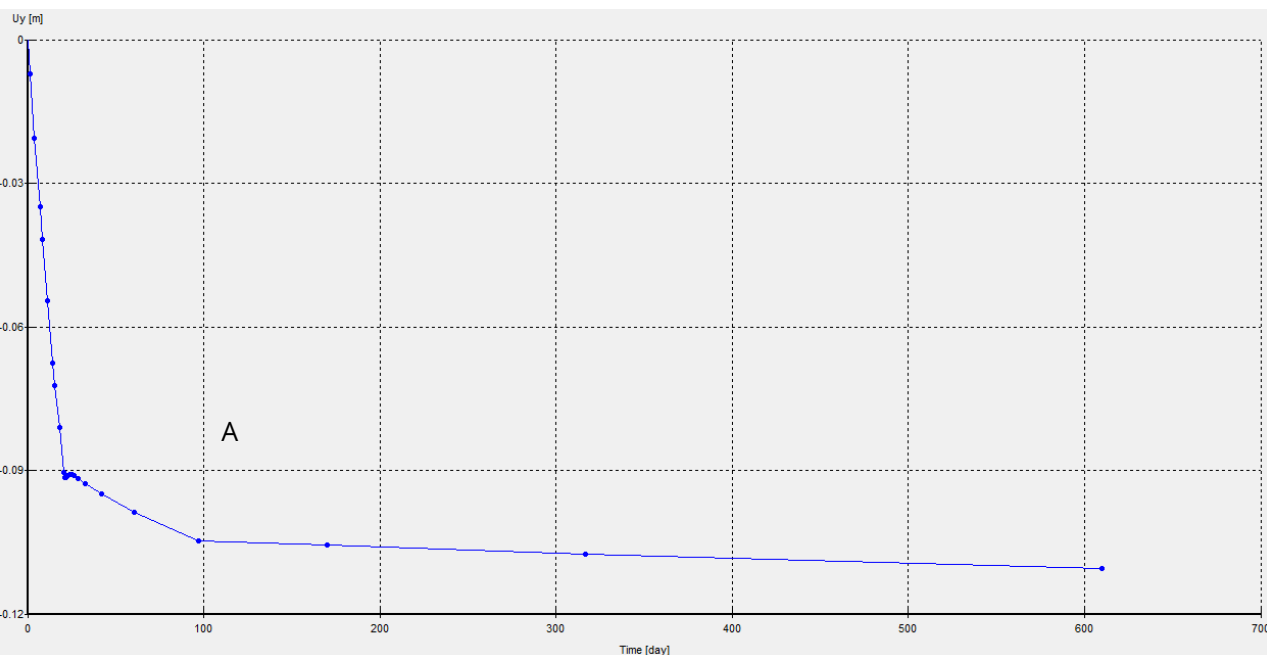
Maksimalni računski vertikalni pomaci

D_y (cm)

Maksimalno slijezanje temeljnog tla na kontaktu nasipa i temeljnog tla

-11,0

RM8-S2: Krivulja slijezanja točke na kontaktu nasipa i temeljnog tla



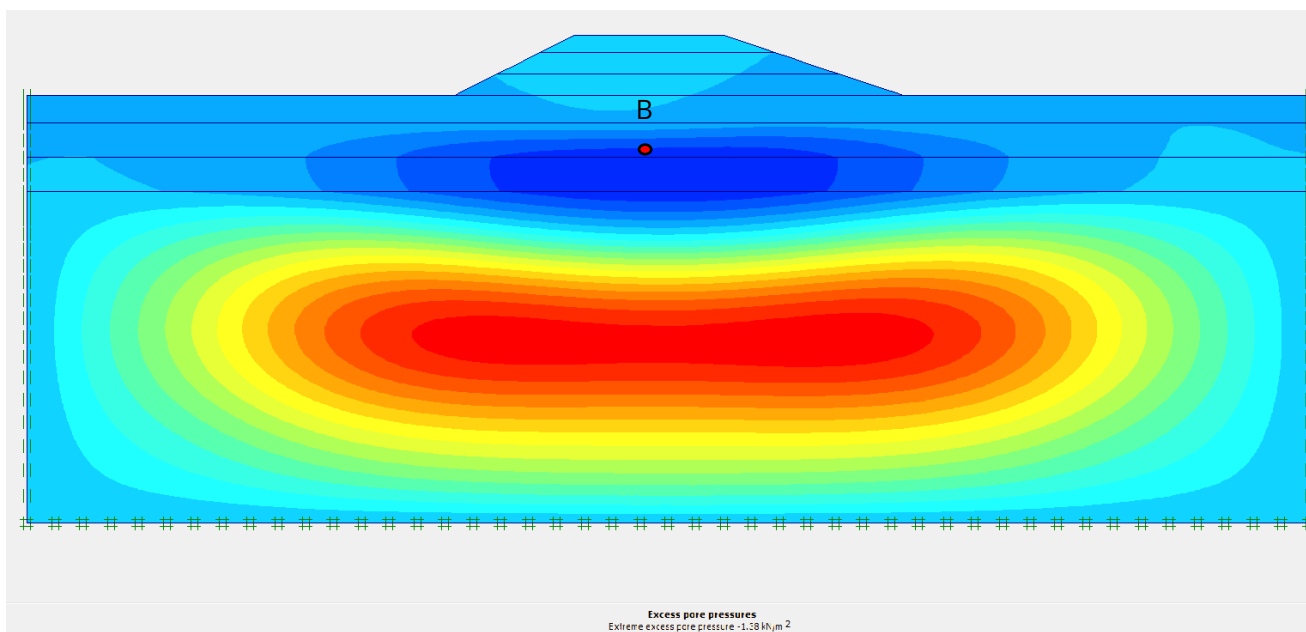
Točka A (plava krivulja): iznos slijezanja na kontaktu nasipa i temeljnog tla.

Iz dijagrama očitavamo da se 9,1 cm slijezanja temeljnog tla odvalo prilikom izgradnje samog nasipa unutar 21 dan, a do ukupnog slijezanja od 11,0 cm, što je razlika od 1,9 cm, je potrebno još ~580 dana.



RM8-S2

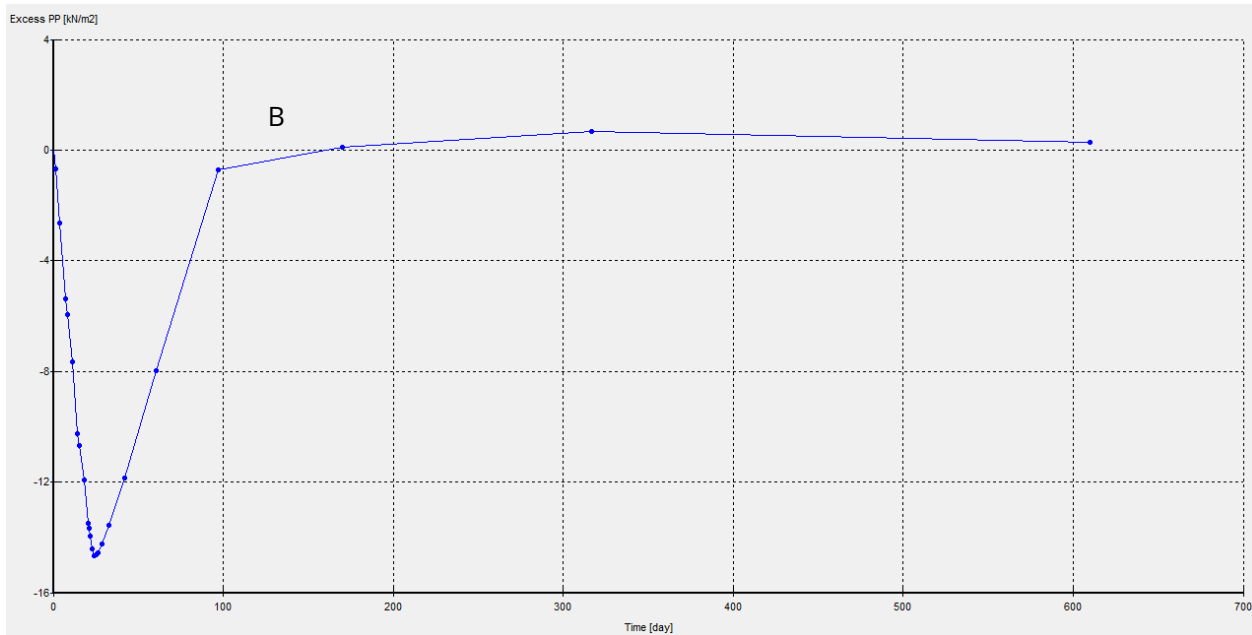
Dodatni porni pritisci



RM8-S2: Kraj konsolidacije

Maksimalni računski dodatni porni pritisci	U _e (kPa)
Maksimalni dodatni porni pritisak	-1,38

RM8-S2: Konsolidacijska krivulja



Točka B (plava krivulja): vrijeme disipacije ~90% dodatnog pornog pritiska 90 dana



4.7.5 ZAKLJUČAK NAPONSKO - DEFORMACIJSKE ANALIZE KONSOLIDACIJE

Dobiveni rezultati na računskim modelima nasipa (RM3 i RM8), koji prikazuju poprečni presjek nasipa na kojemu se izvodi nasip u punoj visini, pokazuju da je temeljnom tlu u geotehničkoj sredini GS2 potreban period od 480 dana kako bi postigao stupanj konsolidacije od 90%, a u geotehničkoj sredini GS5 je potrebno 90 dana. Navedeni periodi su očekivani jer se temeljno tlo sastoji od koherentnih materijala koje karakterizira nizak koeficijent vodopropusnosti.

Slijeganja i vrijeme potrebno za ostvarivanje 90% konsolidacije prikazani su u tablici:

Računski model	Vrijeme izgradnje nasipa	Iznos slijeganja nakon izgradnje nasipa	Vrijeme potrebno za ostvarivanje 90% konsolidacije	Iznos slijeganja za 90% ostvarene konsolidacije	Ukupno slijeganje temeljnog tla
RM3 – nasip u geo. sredini GS2, visine 2,1 m	21 dan	3,6 cm	480 dana	4,8 cm	5,0 cm
RM8 – nasip u geo. sredini GS5, visine 2,8 m	21 dan	9,1 cm	90 dana	10,4 cm	11,0 cm

Iz rezultata možemo iščitati da se većina slijeganja odvila tijekom izgradnje nasipa, a mali dio slijeganja se odvija nakon izgradnje nasipa.

Na temelju dobivenih rezultata zaključujemo da nije potrebno izvoditi dodatna ojačanja temeljnog tla i ubrzavati konsolidaciju tla te nije potrebno nadvišavati nasip u fazi izgradnje.

Projektant :

Marko Kaić, mag. ing. aedif.



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. 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

5.3.1 ZEMLJANI RADOVI

5.3.1.1 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.

5.3.1.2 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, zaszeka, pozajmišta, iskopi radi korekcija vodotoka i regulacija rijeka, iskopi kod devijacije prilaznih puteva, kao i široki iskopi pri gradnji ispusta. Rad uključuje i utovar iskopanog materijala u prijevozna sredstva, prijevoz i istovar na deponiju te plaćanje naknade za njeno korištenje, uređenje i sanaciju deponije. Iskop se obavlja prema visinskim kotama iz projekta, te propisanim nagibima kosina, a uzimajući u obzir geomehanička svojstva tla i zahtijevana svojstva za namjensku upotrebu iskopanog materijala, u skladu s ovim uvjetima.

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

Izrada

Izbor tehnologije rada kod širokog iskopa ovisi o:

- predviđenim objektima
- vrsti tla,



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

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

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

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

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

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

Iskop u materijalu kategorije "C"

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

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

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

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



inženjer odrediti mjesto odlaganja tog materijala. Takvi materijali se najčešće upotrebljavaju za zatrpavanje kanala i depresija, izvan područja konstrukcije.

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

Obračun rada

Rad se mjeri u kubnim metrima (m^3) stvarno iskopanog materijala u sraslom stanju. U jediničnu cijenu uračunati 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.

5.3.1.3 Iskop stepenica

Opis rada

Rad obuhvaća iskope stepenica na nagnutim temeljnim tlima, kao i zasjeka u pokosu nasipa koji se sanira ili proširuje u svim kategorijama materijala, s utovarom, a prema profilima i mjerama danim u projektu ili po odredbi nadzornog inženjera. Materijal iskopan u stepenicama ugrađuje se u slojeve nasipa.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, važećim normama i propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK-om), zahtjevima nadzornog inženjera i poglavljem 2-03 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Opis izvođenja radova

Sav se rad na iskopu stepenica i zasjeka obavlja uporabom odgovarajuće mehanizacije. Iznimno, manji se dio rada može obaviti ručno, no takav rad treba svesti na najmanju mjeru. Na nagnutim terenima, za stabilno nalijeganje nasipa na temeljno tlo, stepenice se rade kod svih nagiba većih od 20° , a kod sanacije pokosa nasipa ili proširenja tijela nasipa obvezno je zasijecanje postojećeg pokosa prema projektu ili odredbi nadzornog inženjera.

Širina stepenica može biti od 2,0 do 5,0 m. Stepenice moraju u smjeru nizbrdo imati nagib od 4%, ako projektom nije drugačije određeno. Kosina zasjeka stepenica iznosi 2:1 do 3:1, što ovisi o vrsti i svojstvima tla i nagibu terena, a sve prema grafičkom prilogu danom u prilogu 'B vodne građevine za melioracije' OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Kod blaže nagnutih padina može između stepenica biti međurazmak od 1 do 1,5 m. Kod jače nagnutih terena taj se međurazmak izostavlja. Stepenice se ne moraju izvoditi na kamenitim terenima ako u njima ima prirodnih neravnina koje sprječavaju klizanje tijela nasipa.

Temeljno tlo mora na stepenicama i zasjecima imati traženu zbijenost, odnosno biti uređeno ovisno o vrsti tla i visinskom položaju, tj. u svemu prema zahtjevima iz poglavlja 2-09 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

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 tijekom 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

Iskop stepenica i zasjeka mjeri se i obračunava po kubičnom metru iskopa (m^3) u sraslom stanju po jediničnim cijenama iz ugovora i to odijeljeno za pojedine kategorije materijala ("A", "B", "C"). U jediničnu



cijenu uračunati su svi radovi na iskopu materijala s odlaganjem materijala. Jediničnom cijenom su obuhvaćeni i radovi na uređenju i čišćenju pokosa stepenica te potrebno oblikovanje ploha na padini, zasjeku i u temeljnom tlu.

Ako se materijal koristi naknadno na samom gradilištu, iskopani materijal se odlaže na samoj lokaciji gradilišta.

Ako se iskopani materijal odvozi na trajnu deponiju, daljnji rad obuhvaća utovar u vozilo, prijevoz na trajnu deponiju, istovar iz vozila te razastiranje i planiranje trajne deponije.

Radovi na guranju materijala iskopa stepenica i zasjeka se obračunavaju zasebno, sukladno poglavlju 2-08 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Radovi na prijevozu materijala iskopa stepenica i zasjeka se obračunavaju zasebno, sukladno poglavlju 2-08 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Radovi na utovaru materijala iskopa stepenica i zasjeka se obračunavaju zasebno, sukladno poglavlju 2-08 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Radovi na prebacivanju materijala iskopa stepenica i zasjeka se obračunavaju zasebno, sukladno poglavlju 2-08 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Radovi na razastiranju materijala iskopa stepenica i zasjeka se obračunavaju zasebno, sukladno poglavlju 2-08 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Radovi na planiranju materijala iskopa stepenica i zasjeka se obračunavaju zasebno, sukladno poglavlju 2-08 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

U jediničnim cijenama sadržan je sav rad potreban za izradu iskopa stepenica i zasjeka, a sve prema opisu iz ovog poglavlja te izvođač nema pravo zahtijevati bilo kakve dodatne naknade.

5.3.1.4 Iskop za kanale

Općenito

Ovaj rad obuhvaća iskope za kanale i slične radove u svim kategorijama materijala ("A", "B" i "C") i prema nacrtima iz projekta ili zahtjevom nadzornog inženjera, te utovar u prijevozno sredstvo ili odlaganje iskopanog materijala duž kanala s razastiranjem i planiranjem.

Rad se izvodi kao široki iskop i strojni iskop.

Rad također obuhvaća, ako je tako projektom predviđeno i odvoz materijala u stalno odlagalište te njegovo razastiranje i planiranje, kao i dodatni rad koji je potreban za skretanje vodnih tokova.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete, zahtjevima nadzornog inženjera i poglavljem 2-06 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Izvođač će iskope izvoditi po tehnologiji koju sam odabere u skladu s projektom organizacije građenja (POG). Radovi će se obaviti strojno, a iznimno tamo gdje je strojevima to onemogućeno i ručno u manjoj mjeri.

Ako se materijal iz iskopa namjerava koristiti za izradu nasipa, onda se površinski sloj humusa ili trošnog tla, prethodno iskopa prema zahtjevima poglavlja 2-01 OTU za radove u vodnom gospodarstvu, a potom izvodi iskop kanala u svim kategorijama ("A", "B" i "C"), s utovarom u prijevozno sredstvo. Ako se materijal iz iskopa ne planira upotrijebiti, onda se iskopava zajedno s površinskim slojem tla, te odvozi u stalno odlagalište, te razastire i planira.

Ako se iskopani materijal odlaže uz kanal, ne smije biti bliže rubu kanala od 1,5 m ili i više, što ovisi o svojstvima i zasićenosti vodom tla u iskopu.

Niveleta dna melioracijskih kanala u izvedbi mora odgovarati projektu tako da se ostvari uzdužni pad



kanala/nivelete, a što se provjerava geodetskom kontrolom nakon završenog iskopa, na svakom profilu ili po potrebi i gušće. Dozvoljeno odstupanje kod iskopa dna i pokosa je ± 5 cm. Ako bi za vrijeme gradnje bilo iskopano više materijala nego što je predviđeno projektom, a bez odobrenja nadzornog inženjera, taj rad neće biti priznat izvođaču, a mogući popravak takvog rada treba obaviti izvođač o svom trošku.

Korijenje i druge prepreke u zoni iskopa kanala treba odstraniti. Ovaj rad je uključen u jediničnu cijenu iskopa.

Po završetku iskopa, obavlja se geodetska kontrola dna i pokosa kanala od strane izvođača, na svakom profilu ili po potrebi i gušće, te potom izvodi i kontrola geodetskog nadzora.

Kad je iskop izveden prema zahtjevima poglavlja 2-06 OTU za radove u vodnom gospodarstvu, ocjenjuje se i izračunava konačna količina iskopa prema kategorijama, u kubičnim metrima, izradom dokaznica za svaku kategoriju iskopanog materijala posebno.

5.3.1.4.1 Strojni iskop kanala

Općenito

Ovaj rad obuhvaća strojni iskop kanala u svim kategorijama materijala (A, B, C) koji su predviđeni projektom, projektom organizacije građenja (POG) ili zahtjevom nadzornog inženjera.

Rad uključuje i utovar iskopanog materijala u prijevozna sredstva. Iskop se obavlja prema visinskim i položajnim kotama iz projekta, te projektiranim i propisanim nagibima pokosa, a uzimajući u obzir geomehanička svojstva tla i zahtijevana svojstva za namjensku upotrebu iskopanog materijala, u skladu s poglavljem 2-06 OTU za radove u vodnom gospodarstvu, projektom, normama, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK), projektom organizacije građenja (POG) i zahtjevima nadzornog inženjera.

c) Strojni iskop zemlje "C" kategorije s odlaganjem u dohvat stroja

Opis radova

Ovaj rad se primjenjuje kod kanala koji se grade po novim trasama i trasama postojećih kanala ili kod rekonstrukcija postojećih kanala u polučvrstom tlu "C" kategorije. Izvodi se bagerom čono ili sa strana, a iskopani materijal se privremeno odlaže na bankini kanala. Dio iskopnog volumena, koji nije moguće otkopati direktno bagerom, najprije se podvrgne razrivanju miniranjem uz strojno bušenje rupa. Nakon toga se izminirani materijal bagerom iskapa i privremeno odlaže.

Materijal

Strojni iskop s odlaganjem vrši se u zemljanom materijalu "C" kategorije.

Opis izvođenja radova

Strojni iskop s odlaganjem kod kanala u zemljanom materijalu obavlja se bagerom. čelni iskop se primjenjuje kod kanala po novim trasama. Iskop napreduje u smjeru uspona nivelete uz upotrebu profilne žlice minimalne širine 0.6 m i odgovarajuće kosine. Kod kanala na staroj trasi iskop profila kanala se obavlja bočno običnom žlicom s obje strane kanala. Prvo se s niže bankine iskopa gotovo cijeli presjek, i uredi pokos na toj strani, a zatim se uredi pokos s druge strane.

U jednom prijelazu bagera može se postići dubina iskopa od 1.7 - 3 m. Iskopani materijal se privremeno odlaže na bankine glavnog odvodnog kanala u izgradnji da bi kasnije bio ugrađen ili odložen na licu mjesta, odnosno transportiran dalje. No kasniji postupak s privremeno odloženim materijalom nije predmet razmatranog strojnog iskopa s odlaganjem.

Zahtjevi kakvoće

Normalni poprečni profil kanala se određuje na bazi geomehaničkih istražnih radova sondiranjem



po trasi kanala s min 5 sonde po kilometru, uz vizualnu AC klasifikaciju. Trasa, pad dna i dubina iskopa kanala geodetski se iskolčavaju s osiguranih poligonskih točaka vezanih na stalne repere.

Tolerancija širine dna kanala i lokalne tolerancije iskopa su ± 5 cm, dozvoljeno odstupanje nivelete dna ± 0.01 % (10 cm na 1000 m), a dozvoljeno odstupanje od pokosa ± 10 %.

Iskop se mora konstantno kontrolirati i registrirati geodetskim snimanjem uzdužnog i poprečnih profila na istim pozicijama gdje se vršilo i iskolčenje. Podaci mjerenja se ucrtavaju na projektirane profile. Nadzorni inženjer ovjerava dokumentaciju izvedenog stanja.

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. Nadzorni inženjer može zatražiti da prilikom preuzimanja iskopa prisustvuje još i geotehničar ili geolog ili obojica.

Obračun radova

Rad se obračunava u m³ stvarno iskopanog sraslog materijala. Količina iskopa se određuje iz dokumentacije izvedenog stanja, a nadzorni inženjer kontrolira, registrira i odobrava razliku iskopane količine u odnosu na ugovorenu prema projektu.

e) Strojni iskop zemlje "C" kategorije bagerom s poteznom košarom s uređenjem profila kanala

Opis radova

Ovaj rad se primjenjuje kod kanala koji se grade po novim trasama i trasama postojećih kanala ili kod rekonstrukcija postojećih kanala. Tada se iskop obavlja sa strane; tj. s obale uz pomoć potezne košare zbog raskvašenog i nedostupnog materijala. Iskopani materijal se odlaže na bankine kanala.

Uređenje pokosa se obavlja hidrauličkim bagerom nakon završetka grubog iskopa. Cilj mu je završno dotjerivanje nagiba i ravnine pokosa kanala u skladu s projektiranim profilom.

Materijal

Strojni iskop s uređenjem profila kanala vrši se u raskvašenom ili potopljenom zemljanom materijalu "C" kategorije.

Opis izvođenja radova

Strojni iskop s uređenjem profila kod kanala u potopljenom i raskvašenom zemljanom materijalu obavlja se bagerom s poteznom košarom. Primjenjuje se kod kanala po starim trasama.

Iskop profila kanala se obavlja bočno s obje strane kanala. Prvo se s niže bankine grubo iskopa gotovo cijeli presjek, a zatim se dovrši iskop s druge strane. Iskopani materijal se privremeno odlaže na bankine kanala u izgradnji radi cijedenja i sušenja. Potom se vrši uređenje pokosa kanala hidrauličkim bagerom s odlaganjem materijala na bankine.

Deponirani materijal kasnije može biti ugrađen ili odložen na licu mjesta, odnosno transportiran dalje na stalnu deponiju. No kasniji postupak s privremeno odloženim materijalom nije predmet razmatranog strojnog iskopa s uređenjem.

Zahtjevi kakvoće

Normalni poprečni profil kanala određuje se na bazi geotehničkih i geoloških istražnih radova sondiranjem po trasi kanala s min 5 bušotina (ili alternativno CPT ispitivanja) po kilometru, uz vizualnu AC klasifikaciju. Geološki uvjeti koji nisu predviđeni izvještajem o istraživanju temeljnog tla ili projektom, se mogu utvrditi dodatnim istražnim radovima na gradilištu, sukladno poglavlju 12-10 OTU za radove u



vodnom gospodarstvu. Trasa, pad dna i dubina iskopa kanala geodetski se iskolčavaju s osiguranih poligonskih točaka vezanih na stalne repere.

Trasa, pad dna i dubina iskopa kanala geodetski se iskolčavaju s osiguranih poligonskih točaka vezanih na stalne repere.

Tolerancija širine dna kanala i lokalne tolerancije iskopa su ± 5 cm, dozvoljeno odstupanje nivelete dna ± 0.01 % (10 cm na 1000 m), a dozvoljeno odstupanje od pokosa ± 10 %.

Iskop se mora konstantno kontrolirati i registrirati geodetskim snimanjem uzdužnog i poprečnih profila na istim pozicijama gdje se vršilo i iskolčenje. Podaci mjerenja se ucrtavaju na projektirane profile. Nadzorni inženjer ovjerava dokumentaciju izvedenog stanja.

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. Nadzorni inženjer može zatražiti da prilikom preuzimanja iskopa prisustvuje još i geotehničar ili geolog ili obojica.

Obračun radova

Rad se obračunava u m³ stvarno iskopanog sraslog materijala. Količina iskopa se određuje iz dokumentacije izvedenog stanja, a nadzorni inženjer kontrolira, registrira i odobrava razliku iskopane količine u odnosu na ugovorenu prema projektu.

f) Strojno uređenje dna i pokosa kanala na točnost ± 5 cm

Opis rada

Strojno uređenje dna i pokosa kanala u zemljanim materijalima "C" kategorije obavlja se nakon završetka iskopa korita, uz prethodno precizno iskolčenje profila. Cilj mu je završno dotjerivanje nagiba i ravnine pokosa kanala, kao i dna kanala, u skladu s projektiranim profilom.

Materijal

Strojno uređenje pokosa kanala vrši se u zemljanom materijalu "C" kategorije.

Opis tehnologije rada

Po iskopu korita kanala u zemljanim materijalima "C" kategorije potrebno je završno dotjerivanje nagiba i ravnine pokosa kanala na projektirani profil. U tom cilju najprije se načini kontrolno mjerenja trase, širine i dubine kanala te iskolče rubovi bankine i nožice pokosa. Teleskopskim bagerom sa srednje širokom žlicom, radeći s dna i s bankine pokosa kanala, uredi se pokos tako da nema neravnina i odstupanja od iskolčenog nagiba pokosa iznad dopuštene tolerancije. Materijal koji se dobije takvim radom dodaje se na privremeno odlagalište iskopanog materijala iz korita kanala tako da se buldožerom na dnu kanala materijal nagura na čelo iskopa korita i tehnologijom iskopa premjesti na privremeno odlagalište. Strojno uređenje dna kanala obavlja se nožem manjeg buldožera u cilju postizanja ravnine i projektirane nivelete.

Zahtjevi kakvoće

Širine dna kanala, te pokosi se izvode uz točnost ± 5 cm što predstavlja lokalno odstupanje od projekta. Konstantna kontrola geodetskim snimanjem poprečnih profila obavlja se na istim pozicijama gdje se vrši i iskolčenje. Nadzorni inženjer ovjerava korektnost uređenja pokosa kanala u dokumentaciji izvedenog stanja.

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. Nadzorni inženjer može zatražiti da prilikom preuzimanja iskopa prisustvuje još i geotehničar ili geolog ili obojica.

Obračun radova

Rad se obračunava po m² stvarno isplanirane površine pokosa glavnog odvodnog kanala definirane po kontrolnom mjerenju iskopa korita kanala. Količina uređenja se određuje iz dokumentacije izvedenog stanja, a nadzorni inženjer kontrolira, registrira i odobrava razliku isplanirane količine u odnosu na ugovorenu prema projektu.

5.3.1.5 Iskopi za temelje i građevne jame

Opis rada

Rad obuhvaća iskope za temelje (naglavna greda AB zida za obranu od poplava) širine do 2 m i građevne jame za objekte (propusti) šire od 2 m, raznih dubina, u zemljanom materijalu. Iskopi se rade točno po mjerama i profilima te visinskim kotama iz projekta.

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

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

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

Opis izvođenja radova

Metode iskopa građevne jame definirane su ovisno o sljedećim okolnostima:

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

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

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

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

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

Ako je krivnjom izvoditelja došlo do prekopa dna građevne jame izvoditelj je dužan zamijeniti nedostajući materijal prema odredbama nadzornog inženjera odnosno u skladu s projektnim zahtjevima.



Iskope za temelje treba obavljati prema izvedbenim nacrtima projekta temeljenja.

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

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

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

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

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

Način preuzimanja izvedenih radova

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

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

Obračun radova

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

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

5.3.1.6 Guranje, prijevoz, utovar, prebacivanje, razastiranje, preguravanje materijala materijala

Rad mora biti obavljen u skladu sa projektom, propisima, ovim programom kontrole i osiguranja kakvoće (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera i poglavljem 2-08 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.



5.3.1.6.1 Guranje materijala

Opis radova

Rad obuhvaća guranje iskopanog materijala kategorije "A", "B", ili "C", od mjesta iskopa do mjesta odlaganja, obično u nasip ili odlagalište.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kakvoće (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera i poglavljem 2-08 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Opis izvođenja radova

Vrsta strojeva za iskop i guranje materijala određeni su POG-om, a mogu biti različiti s obzirom na: kategoriju i količinu materijala, način iskopa, te dužine guranja.

Kod guranja mora se računati s masom materijala u rastresitom stanju zbog ograničene veličine noža, pa prema tome treba planirati broj dozera za guranje.

Za guranje iskopanog materijala dolaze uglavnom u obzir dozeri.

Dužine guranja, prema ovim tehničkim uvjetima, dijele se u ove grupe:

- guranje na dužine do 20 m
- guranje na dužinu do 40 m
- guranje na dužinu do 60 m
- guranje na dužinu 60-100 m

Izvođač je dužan u potpunosti osigurati rad strojeva na guranju materijala.

Za sve posljedice do kojih dođe zbog toga što se ne postupi u skladu s važećim zakonima i propisima te navedenim zahtjevima bit će odgovoran isključivo izvođač.

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

Količina preguranog materijala mjeri se u kubičnim metrima iskopanog sraslog materijala prema projektu i stvarno preguranog na određenu udaljenost.

Plaća se prema ugovorenim jediničnim cijenama za kubični metar preguranog materijala na određenu dužinu.

5.3.1.6.2 Prijevoz materijala kamionima

Opis radova

Rad obuhvaća prijevoz iskopanog materijala kategorije "A", "B", ili "C" od mjesta iskopa, koje može biti u usjeku, rovu, kanalu ili pozajmištu, do mjesta istovara, obično u nasip ili odlagalište. Pored navedenog, prijevozom su obuhvaćeni i lomljeni kamen, kameni agregati i prijevoz svježeg betona.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, važećim zakonima i propisima, programom kontrole i osiguranja kakvoće (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera i



poglavljem 2-08 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Opis izvođenja radova

Vrsta vozila za prijevoz kao i načini prijevoza određeni su POG-om, a mogu biti različiti s obzirom na: kategoriju i količinu iskopanih materijala, vrstu ostalih materijala, način iskopa, utovara, te dužine prijevoza.

Kapacitet prijevoza treba biti usklađen s kapacitetom iskopa ali i s kapacitetom strojeva za zbijanje pri izradi nasipa.

Kod prijevoza mora se računati s masom materijala u rastresitom stanju zbog ograničene veličine sanduka prijevoznog sredstva, pa prema tome treba planirati broj prijevoznih sredstava.

Prijevoz treba biti brz i ekonomičan. Da bi se tome udovoljilo, treba:

- primjenjivati prijevozna sredstva većeg kapaciteta,
- primjenjivati prijevozna sredstva koja mogu obavljati više radnji.
- primjenjivati prijevozna sredstva za gradilišne prijevoze pod težim gradilišnim uvjetima, u smislu uzdužnih nagiba, oštarih krivina i makadamskog kolnika - uglavnom vozila koja se koriste izvan javnih prometnica.

Za prijevoz sipkih i iskopanih materijala dolaze uglavnom u obzir kamioni kiperi, a za svježi beton automješalice.

Vozila za prijevoz materijala koja se kreću izvan javnih cesta i vozila za prijevoz materijala na veće daljine po javnim cestama, moraju biti uredno registrirane za javni prijevoz, u skladu sa zakonom.

Prijevozne dužine, po prethodno izrađenom putu ili cestama javnog prometa prema ovim tehničkim uvjetima, dijele se u ove grupe:

- prijevoz na dužinu 100-300 m
- prijevoz na dužinu 300-600 m
- prijevoz na dužinu 600-1500 m
- prijevoz na dužinu 1500-3000 m
- prijevoz na dužinu 3000-5000 m
- prijevoz na dužinu 5000-10000 m
- prijevoz na dužinu 10000-20000 m
- prijevoz na dužinu 20000-25000 m
- prijevoz na dužinu 25000-30000 m
- prijevoz u cestovnom prijevozu na dužinu 3-100 km.

Izvođač je dužan u potpunosti osigurati prijevoz, i onaj na samom gradilištu i onaj na javnim prometnim površinama.

To osiguranje izvođač će postići:

a) na gradilištu;

- pravilnim postavljanjem i redovitim održavanjem gradilišnih prometnica,
- izradom i redovitim održavanjem privremenih objekata,
- opremanjem odgovarajućim oznakama, prekopa, dijelova građevine u izgradnji.

b) na javnim prometnicama;

- postavljanjem odgovarajuće vertikalne, horizontalne i svjetlosne signalizacije,
- uporabom vozila potpune tehničke ispravnosti, propisanog gabarita i dopuštene nosivosti (osovinsko opterećenje),
- sprečavanjem nanošenja blata na kolnik javne prometnice, a ako do toga dođe, čišćenjem kolnika,
- pravilnim i ne prekomjernim utovarom vozila, da se izbjegne ispadanje prijevoznog materijala na kolnik, ili ako je prezasićen vodom, njegovo curenje.



Za sve posljedice do kojih dođe zbog toga što se ne postupi u skladu s važećim zakonima i propisima te navedenim zahtjevima u OTU za radove u vodnom gospodarstvu, bit će odgovoran isključivo izvođač.

Način preuzimanja izvedenih radova

Nadzorni inženjer vodi evidenciju prevezenog materijala u skladu s zakonom.

Obračun radova

Količina prevezenog materijala mjeri se i obračunava u kubičnim metrima (m³) iskopa u sraslom stanju prema projektu ili zahtjevu nadzornog inženjera, na određenu udaljenost. Ako se prijevoz izvodi iz pozajmišta, prijevoz se mjeri i obračunava po kubičnom metru (m³) izrađenog nasipa.

Plaća se prema ugovorenim jediničnim cijenama za pojedine dužine prijevoza i za kubični metar prevezenog materijala, bez obzira na kategoriju tla.

5.3.1.6.3 Utovar materijala

Opis radova

Sipki materijal iz iskopa ili deponije strojno se tovari u kamione (kiperi). Utovar materijala obavlja se utovarivačima, te prevozi kamionima do mjesta istovara. Rad obuhvaća utovar materijala utovarivačem ili bagerom.

Opis izvođenja radova

Materijal iz iskopa "C" kategorije ili deponije utovaruje se utovarivačima ili bagerima u vozila kipere, te prevozi na lokaciju ugradnje.

Zahtjevi kakvoće

Materijal se utovaruje utovarivačima ili bagerima u vozila kojima se prevozi na mjesto ugradnje. Izvođač je dužan poduzeti sve zakonske mjere glede osiguranja zdravlja ljudi i stvari prilikom utovara materijala.

Obračun radova

Rad se obračunava u m³ stvarno utovarene količine u sraslom (ili rastresitom) stanju koja se određuje iz projektne dokumentacije (troškovnik).

5.3.1.6.4 Prebacivanje materijala

Opis radova

Rad obuhvaća prebacivanje iskopanog materijala bagerom sa mjesta iskopa, gdje tehnološki nije moguće na drugi način prebaciti materijal do mjesta ugradnje ili utovara u prijevozno sredstvo.

Opis izvođenja radova

Materijal iz iskopa "C" kategorije ili deponije prebacuje se bagerima i odlaže na dohvat krana.

Način preuzimanja izvedenih radova

Prije početka radova potrebno je izraditi prethodnu geodetsku snimku zemljišta predviđenog za prebacivanje materijala. 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 u m³ stvarno prebacane količine u sraslom (ili rastresitom) stanju koja se određuje iz projektne dokumentacije (troškovnik).

5.3.1.6.5 Razastiranje materijala

Opis radova

Ovaj rad obuhvaća razastiranje materijala iz iskopa čije karakteristike nisu dostatne za zasipavanje prethodno iskopanih jama, rovova ili kanala.

Opis izvođenja radova

Razastiranje materijala se obavlja dozerima. Materijal se razastire na određenoj zadanoj površini, određene debljine sloja i određenoj udaljenosti u skladu sa projektom ili odluci nadzornog inženjera.

Način preuzimanja izvedenih radova

Prije početka radova potrebno je izraditi prethodnu geodetsku snimku zemljišta predviđenog za razastiranje materijala. 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 u m³ razastrtog materijala u određenom sloju.

5.3.1.6.6 Strojno planiranje materijala

Opis radova

Rad obuhvaća strojno planiranje zemlje na željenu točnost, a odnosi na planiranje pokosa nasipa, planiranje dna iskopa, te planiranje materijala oko objekata nakon njihove izgradnje.

Materijal

Materijal su „C“ kategorije iz odlagališta preostalog ili otpadnog materijala.

Opis izvođenja radova

Razastrti materijal na pokosu nasipa, dnu iskopa, uređenja obale ili preostali materijal na odlagalištu se strojno razastire preguravanjem i poravnavanjem lokalnih depresija i neravnina, a na način da se ne nagrđuje okoliš i omogući ocjeđivanje vode sa površine oko objekata u izgrađene odvodne kanale i jarke. Planiranje materijala provesti tako da planirana površina poprimi projektirane dimenzije.

Zahtjevi kakvoće

Zahtjevi se odnose na ravnost, estetski izgled isplanirane površine i njenog uklapanja u prirodni okoliš, kao i na ostvarene padove terena prema prijemnicima, te na točnost provedenog planiranja neposredno uz objekte, uz dozvoljeno odstupanje ± 3 cm od projektiranog pada prema projektu.

Način preuzimanja izvedenih radova

Prije početka radova potrebno je izraditi prethodnu geodetsku snimku zemljišta predviđenog za planiranje materijala. 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

Radovi se obračunavaju po m² isplanirane površine sa nužnim otkopom lokalnih izbočina i strojnim razastiranjem

5.3.1.6.7 Strojno preguravanje materijala

Opis rada

Rad se sastoji u strojnom preguravanju deponija u stara napuštena korita u slojevima od 25 cm, s nabijanjem.

Opis izvođenja radova

Preguravanje se obavlja buldozerima sa guranjem materijala do 50 m samo za stare kanale ili mikropresije koje se u tom pojasu nalaze. Rad obuhvaća još i zatrpavanje kanala u slojevima od 25 cm sa strojnim nabijanjem do potrebne zbijenosti, (min. 93% st. Proctora na svakih 2000 m²) koju kontrolira nadzorni inženjer.

Način preuzimanja izvedenih radova

Prije početka radova potrebno je izraditi prethodnu geodetsku snimku zemljišta predviđenog za preguravanje materijala. 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

Obračunava se po m³ ugrađenog i zbitog materijala do prirodne zbijenosti.

5.3.1.7 Uređenje temeljnog tla-posteljice mehaničkim zbijanjem

Ovaj rad obuhvaća sve radove koji se moraju obaviti kako bi se sraslo tlo osposobilo da bez štetnih posljedica preuzme opterećenje od nasipa. Dubina do koje se uređuje temeljno tlo određena je projektom, a iznosi do 30 cm, ovisno o vrsti tla.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK-om), zahtjevima nadzornog inženjera i poglavljem 2-09 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Opis izvođenja radova

Kod vezanih tala temeljno se tlo uređuje tek kad je uklonjen sav humus prema projektu, odnosno odredbi nadzornog inženjera. 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, pristupa se zbijanju.

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

Prije zbijanja površinu tla treba izravnati.

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

Postupak uređenja temeljnog tla isti je i kod nevezanih materijala, samo što ono nije toliko osjetljivo na promjene vlažnosti, a zbijanje se obavlja pretežno vibracijskim sredstvima za zbijanje.

U stjenovitom terenu ne zbija se tlo na kojem je predviđena izrada nasipa, nego mu se samo čisti



površina i osigurava dobro nalijeganje nasipa, posebno ako je teren nagnut i ako se izrađuju stepenice. (ili jednakovrijedna norma)

Zahtjevi kvalitete

U smislu osiguranja kvalitete trebaju se od strane ovlaštenog tijela provoditi sljedeća ispitivanja:

- određivanje vlažnosti prema HRN EN ISO 17892-1 (ili jednakovrijedna norma)
- određivanje prostorne gustoće prema HRN EN ISO 17892-2 (ili jednakovrijedna norma)
- određivanje gustoće čvrstih čestica – metoda piknometra prema HRN EN ISO 17892-3 (ili jednakovrijedna norma)
- određivanje granulometrijskog sastava prema HRN EN ISO 17892-4 (ili jednakovrijedna norma)
- određivanje Atterbergovih granica prema HRN EN ISO 17892-12 (ili jednakovrijedna norma)
- određivanje sadržaja sagorljivih i organskih materija tla prema HRN U.B1.024/68 (ili jednakovrijedna norma)
- zbijanje po Proctoru HRN EN 13286-2 (ili jednakovrijedna norma)
- određivanje modula stišljivosti metodom kružne ploče prema HRN U.B1.046/68 ili DIN 18134 (ili jednakovrijedna norma)
- zemljani radovi na izgradnji puteva prema HRN U. E1.010/87. (ili jednakovrijedna norma)

Napomena: Izvođač može predložiti primjenu priznatih tehničkih pravila (normi) neke inozemne normizacijske ustanove (ISO, EN, DIN, ASTM, ...), uz uvjet pisanog obrazloženja i odobrenja nadzornog inženjera. Tu promjenu nadzorni inženjer odobrava uz suglasnost projektanta. Izvođač je dužan promjenu unijeti u izvedbeni projekt.

Tekuća ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (D_{pr}) ili određivanje modula stišljivosti (M_s) kružnom pločom Ø30 cm (ovisno o vrsti materijala). Radi se najmanje jedno ispitivanje na svakih 500 m² uređenog temeljnog tla. U tablici 2-09.1-1 dani su kriteriji za ocjenu kvalitete temeljnog tla

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



Tablica 2-09.1-1 Kriteriji za ocjenu kvalitete temeljnog tla - posteljice

Vrste materijala	Stupanj zbijenosti Sz (u odnosu na standardni Proctorov postupak) najmanje (%)	Modul stišljivosti Ms (ploča Ø 30 cm) najmanje (MN/m ²)
Zemljani materijali: (dio materijala iskopne kategorije "C" - sve gline niske do visoke plastičnosti i prašinasta tla)		
a) srasla tla sastavljena od koherentnih zemljanih materijala, a projektirani nasip nije viši od 2,00 m	97	20
b) srasla tla sastavljena od koherentnih zemljanih materijala, a projektirani nasip je viši od 2,00 m	95	20
Nekoherentni materijali i miješani materijali: (materijali iskopne kategorije "A" i "B" i dio materijala kategorije "C", kameni materijali, miješani kameni i zemljani materijali, glinoviti šljunci, zaglinjene kamene drobine, flišni pješčenjaci, dolomiti, škriljci, konglomerati, pijesci, pjeskoviti šljunci)		
c) srasla tla sastavljena od nekoherentnih zemljanih i miješanih materijala, a projektirani nasip nije viši od 2,00 m	100	25
d) srasla tla sastavljena od nekoherentnih zemljanih i miješanih materijala, a projektirani nasip je viši od 2,00 m	95	25

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 m² uređenog temeljnog tla.

Kriterij za ocjenu kvalitete ugrađivanja

Očišćeno, izravnano i uređeno temeljno tlo treba zbiti u skladu sa zahtjevima propisanim u tablici 2-09.1-1.

Ako se sastav temeljnog tla često mijenja (vrtače, škrape, manji ponori itd.), potrebno je da se prije gradnje nasipa temeljno tlo pripremi, odnosno sanira kako je to dano u projektu.

Kada se uvjeti zbijenosti iz tablice 2-09.1-1 ne mogu postići, treba, ovisno o uzrocima koji su do toga doveli, poduzeti ove mjere:

- poboljšati površinsku odvodnju sustavom drenaža i jaraka
- zamijeniti slabi materijal i nadomjestiti ga boljim
- poboljšati materijal dodavanjem vapna, cementa ili nekog drugog hidrauličnog veziva
- primijeniti ojačanje tla pomoću geotekstila ili polimernih geomreža.

Kako bi se postigli traženi uvjeti, način sanacije temeljnog tla treba odabrati na osnovu potrebnih laboratorijskih ispitivanja i/ili vizualne ocjene stanja i kvalitete materijala u temeljnom tlu. Način sanacije



predlaže izvođač, a odobrava ga nadzorni inženjer.

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 tijekom 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 mjeri i obračunava po kvadratnom metru (m²) stvarno uređenog temeljnog tla sukladno zahtjevima projekta. Plaća se po ugovorenim jediničnim cijenama u koje je uračunato čišćenje, planiranje, eventualno risanje tla radi sušenja, vlaženja i zbijanje, tj. potpuno uređenje temeljnog tla mehaničkim zbijanjem.

5.3.1.8 Uređenje temeljnog tla zamjenom sloja slabo nosivog temeljnog tla boljim materijalom

Opis radova

Rad uključuje iskop sloja slabo nosivog materijala u temeljnom tlu s odvozom u odlagalište te njegovu zamjenu izradom zbijenog nasipnog sloja od boljeg materijala.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK), zahtjevima nadzornog inženjera i poglavljem 2-09 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Opis izvođenja radova

Slabi materijal temeljnog tla zamijenit će se prikladnijim kada se zbog svojstava materijala u temeljnom tlu uz odgovarajući način rada ne mogu postići kriteriji kontrole kvalitete iz tablice u poglavlju 2-09.1 OTU za radove u vodnom gospodarstvu

Izvodi se pretežno kod niskih nasipa gdje zbog manjih debljina sloja nasipa nije moguće primijeniti neke druge metode poboljšanja temeljnog tla.

Ako nije definirano projektom, materijal za zamjenu predlaže izvođač. Izvođač mora osigurati i sva potrebna ispitivanja radi uvida u njegovu kvalitetu. Primjenu tog materijala mora odobriti nadzorni inženjer.

Debljina sloja, koji će se zamijeniti, treba biti određena projektom, a ako nije, određuje se na pokusnoj dionici. Na pokusnoj dionici određuje se tehnologija rada, vrsta strojeva za zbijanje i način njihova rada.

Dužina pokusne dionice iznosi najmanje 50 m.

Zbijenost se ispituje najmanje na pet mjesta. Svi troškovi u vezi s pokusnom dionicom padaju na teret izvođača (u slučaju da pokusna dionica ne zadovolji tražene uvjete), a ako ona zadovolji u pogledu kvalitete i ako se uklapa u trasu nasipa, priznaje se kao potpuno završeni zamjenjujući sloj.

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 tijekom 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

Izvedeni zamjenjujući sloj mjeri se i obračunava u kubičnim metrima (m³) potpuno završenog i zbijenog sloja. Iskop slabo nosivog materijala plaća se po jediničnoj cijeni iskopa, prijevoz u odlagalište prema jediničnoj cijeni prijevoza i stvarnoj dužini prijevoza, a sloj zamijenjenog materijala po jediničnoj cijeni izrade nasipa.

5.3.1.9 Uređenje slabo nosivog temeljnog tla geotekstilom

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. Detalji polaganja geotekstila za uređenje slabo nosivog temeljnog tla su obrađeni su u poglavlju 2-09 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

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.

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 posteljom ukoliko zadovoljava tražene kriterije ocjenjivanja kvalitete.

Rješenje se primjenjuje kod slabo nosivih i/ili provlaženih tala koja imaju relativno povoljnija geomehanička svojstva i kod kojih se istiskivanjem i filtriranjem vode može postići konsolidacija. Geotekstil se može primijeniti i u slučaju da se zbog svojstava i/ili stanja vlažnosti tla, uz odgovarajući način rada, ne mogu postići zahtjevi iz OTU za radove u vodnom gospodarstvu, a služi da bi se omogućila izrada nasipa prema kriterijima za nasipe, odnosno za postelju kao i kod koherentnih, u suhim uvjetima povoljnih materijala (niskoplastična glina, prašinasto tlo), a kod kojih veći sadržaj vode znatno smanjuje nosivost i uvjetuje promjenu geomehaničkih svojstava.

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

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

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK-om), zahtjevima nadzornog inženjera i ovim OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Materijali

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.

Skladištenje, transport, polaganje i spajanje geotekstila, kao i uvjeti kvalitete za geotekstile obrađeni su u poglavlju 3 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Zahtjevi kvalitete

Osiguranje kvalitete za geotekstile provodi se prema poglavlju 3 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.



Odabrani tip geotekstila sa njegovim karakteristikama dan je u tablici

Površinska masa (g/m²)	EN ISO 9864 ili jednakovrijedna	≥ 250 g/m ²
Vlačna čvrstoća u uzdužnom smjeru	EN ISO 10319 ili jednakovrijedna	≥ 20,0 kN/m
Vlačna čvrstoća u poprečnom smjeru		≥ 20,0 kN/m
Izduženje uzdužni smjer	EN ISO 10319 ili jednakovrijedna	75%
Izduženje poprečni smjer		65%
Debljina	EN ISO 10319 ili jednakovrijedna	≥ 1,3 mm
Otpornost na CBR proboj	EN ISO 12236 ili jednakovrijedna	3000 N
minimalno vrijeme otpornosti na izloženost UV	EN ISO 20432 ili jednakovrijedna	15 dana

Način preuzimanja izvedenih radova

Prije početka radova i tijekom radova nadzorni inženjer preuzima svaku fazu radova posebno, o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova. Vizualno se ocjenjuje kvaliteta radova, ravnost i usklađenost s projektom, a rezultatima ispitivanja kvaliteta upotrijebljenog materijala i građevinskih proizvoda. Nadzorni inženjer može zatražiti da prilikom preuzimanja izvedenog geotekstila prisustvuje još i geotehničar.

Obračun radova

Rad na postavljanju geotekstila obračunava se u kvadratnim metrima (m²). 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.

Nasipni sloj iznad geotekstila mjeri se i obračunava u kubičnim metrima (m³) ugrađenog i zbijenog materijala. Plaća se po jediničnim cijenama u koje ulazi sve potrebno za izradu nasipa; dobava materijala, razastiranje, vlaženje ili sušenje, zbijanje i drugo.

Pri uređenju ulegnuća iskop materijala mjeri se i obračunava u kubičnim metrima (m³), a plaća prema odredbama za izradu nasipa od zemljanog ili nevezanog zrnatog kamenog materijala.

5.3.1.10 Uređenje slabo nosivog temeljnog tla primjenom polimernih geomreža

Opis radova

Rad obuhvaća sve aktivnosti potrebne za uređenje (ojačanje) slabo nosivog temeljnog tla u cilju izrade nasipa iznad njega.

Te aktivnosti uključuju odstranjivanje slabo nosivog temeljnog tla ukoliko je to potrebno zbog male visine nasipa, polaganje polimernih geomreža i izradu sloja od zrnatog kamenog materijala iznad polimernih geomreža s ciljem osiguranja funkcija ojačanja i dreniranja slabo nosivog tla. Planum tog nasutog sloja smatra se temeljnim tlom na kojem se može raditi nasip, a može se smatrati i posteljicom ako zadovoljava tražene kriterije ocjenjivanja kvalitete.

Ovakav način uređenja slabo nosivog ili suviše vlažnog temeljnog tla primjenjuje se kada se projektom zahtjeva te kada se zbog svojstava ili stanja vlažnosti tla, uz odgovarajući način rada, ne mogu postići traženi zahtjevi iz projekta, a služi da bi se omogućila izrada nasipa prema kriterijima za nasipe,



odnosno za posteljicu.

Dijelovi trase na kojima se ovim načinom uređuje temeljno tlo određeni su projektom, obuhvaćeni programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK) ili ih naknadno određuje nadzorni inženjer.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK-om), zahtjevima nadzornog inženjera i poglavljem 2-09 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Materijali

Ovisno o potrebama u konstrukcijama, razlikujemo vrste geomreža za određene primjene, a prema postupku proizvodnje zahtjevi kvalitete obrađeni su u poglavlju 3 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Prema projektu, geomreže na koju će se ugrađivati biti će slijedećih karakteristika:

r.br.	Svojstvo	metoda ispitivanja	Kriterij
1	nominalna vlačna čvrstoća uzd/pop.	EN ISO 10319 ili jednakovrijedna	$\geq 40/25$ kN/m
2	karakteristična vlačna čvrstoća uzdužno	EN ISO 10319 ili jednakovrijedna	≥ 40 kN/m
3	karakteristična vlačna čvrstoća poprečno		≥ 25 kN/m
4	izduljenje pri slomu	EN ISO 10319 ili jednakovrijedna	$\leq 16\%$
5	minimalno vrijeme otpornosti na izloženost UV	EN ISO 20432 ili jednakovrijedna	15 dana
6	dimenzije otvora	-	30x30 mm +/-10 mm

Vrste geomreža prema primjeni

Geomreže za uređenje slabo nosivog temeljnog tla

Pri uređenju slabo nosivog temeljnog tla mogu se primijeniti geomreže nosive u dva međusobno okomita smjera, a iste su prikazane u poglavlju 3 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Geomreže za stabilizaciju pokosa nasipa

Za osiguranje nosivosti i stabilnosti pokosa nasipa od zemljanih materijala, izradu potpornih zidova od armiranog tla, sanaciju klizišta i temeljnih madraca mogu se primijeniti geomreže nosive u jednom smjeru, a iste su prikazane u poglavlju 3 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Geomreže za specijalne namjene

Za ekstremne uvjete u tlu te kada se očekuju radialna naprezanja u više smjerova mogu se primijeniti polimerne geomreže nosive u jednoj ravnini u minimalno tri smjera, a iste su prikazane u poglavlju 3 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Za sve ove primjene koriste se oni tipovi geomreža koji ispunjavaju preporučena i bitna tehnička svojstva navedena u poglavlju 3 OTU za radove u vodnom gospodarstvu te posebne zahtjeve projektanta (npr. izduženje pri nominalnoj sili, izvedba čvorova i sl.), ovisno o primjeni polimerne geomreže u pojedinoj konstrukciji, odnosno sustavu.

Opis izvođenja radova

Priprema postojećeg tla

Postojeće tlo treba pripremiti u svemu prema uvjetima iz OTU-a, izuzev zbijanja. Ukoliko se geomreže



postavljaju na neravnu podlogu isto je potrebno prethodno poravnati prije ugradnje geomreža (npr. podloga od lomljenog kamena).

Postavljanje polimernih geomreža

Detalji postavljanja polimernih geomreža obrađeni su u poglavlju 3 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Izrada nasipnog sloja iznad razastrte polimerne geomreže

Na razastrte polimerne geomreže nanosi se i razastire nasipni materijal kvalitete prema uvjetima iz 2-10 OTU za radove u vodnom gospodarstvu. Nasipanje se vrši "s čela", odnosno nije dozvoljena vožnja teških vozila direktno po geomreži.

Zahtjevi kakvoće

Kontrola kvalitete obuhvaća:

- prethodno ispitivanje polimernih geomreža, materijala za nasipni sloj i sraslog tla nakon odstranjivanja humusa
- određivanje potrebne debljine nasipnog sloja od zrnatog materijala preko polimerne geomreže i tehnologije izrade na pokusnoj dionici
- tekuća i kontrolna ispitivanja tijekom rada.

Prethodna ispitivanja

Prethodna ispitivanja polimernih geomreža

Prethodna ispitivanja se obavljaju u skladu s Projektom kontrole i osiguranja kvalitete, važećim normama te moraju biti zadovoljeni kriteriji iz poglavlja 2-09 i 3 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Prethodno ispitivanje materijala za nasipni sloj

Prethodno ispitivanje materijala za nasipni sloj treba u svemu zadovoljiti zahtjeve iz poglavlja 2-10 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Prethodno ispitivanje sraslog tla

Prethodno ispitivanje sraslog tla treba zadovoljiti zahtjeve iz ovih OTU-a

Izrada pokusne dionice

Potrebna debljina nasipnog sloja i tehnologija izrade određuju se na pokusnoj dionici. Potrebne debljine nasipnog sloja i tehnologiju izrade na pokusnoj dionici treba odrediti u skladu sa poglavljem 2-10 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Tekuća ispitivanja

Tekuća ispitivanja osigurava i plaća izvođač. Tekućim ispitivanjima obuhvaćeno je ispitivanje polimernih geomreža i ispitivanje nasipnog sloja u skladu sa PKOK-om i poglavljem 2-09 i 3 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Polimerne geomreže ispituju se prema zahtjevima iz ovog potpoglavlja i to najmanje jedan uzorak na svakih 10 000 m².

Ispitivanja nasipnog sloja obavljaju se u svemu prema uvjetima iz poglavlja 2-10 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Kontrolna ispitivanja

Kontrolna ispitivanja osigurava i plaća investitor, a obavlja ovlašteno tijelo u svrhu utvrđivanja kvalitete postavljene geomreže i nasipnog sloja.



Polimerne se geomreže ispituju prema uvjetima iz poglavlja 2-09 i 3 OTU ta radove u vodnom gospodarstvu i to najmanje jedan uzorak na svakih 30 000 m². Ispitivanja nasipnog sloja obavljaju se u svemu prema uvjetima iz poglavlja 2-10 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Način preuzimanja izvedenih radova

Prije početka radova i tijekom radova nadzorni inženjer preuzima svaku fazu radova posebno, o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova. Vizualno se ocjenjuje kvaliteta radova, ravnost i usklađenost s projektom, a rezultatima ispitivanja kvaliteta upotrijebljenog materijala i građevinskih proizvoda. Nadzorni inženjer može zatražiti da prilikom preuzimanja izvedenih geomreža prisustvuje još i geotehničar.

Obračun radova

Rad na postavljanju geomreže obračunava se u kvadratnim metrima (m²). Plaća se po jediničnoj cijeni iz ugovora, a u cijenu ulazi sav materijal, prijevoz i rad na postavljanju geomreža, kao i sve ostalo potrebno za polaganje geomreža.

Nasipni sloj iznad geomreža mjeri se i obračunava u kubičnim metrima (m³) ugrađenog i zbijenog materijala. Plaća se po jediničnim cijenama u koje ulazi sve potrebno za izradu nasipa; dobava materijala, razastiranje, vlaženje ili sušenje, zbijanje i drugo.

Pri uređenju ulegnuća iskop materijala mjeri se i obračunava u kubičnim metrima (m³), a nasip od zemljanog ili nevezanog zrnatog kamenog materijala mjeri se i obračunava u kubičnim metrima (m³) ugrađenog materijala.

5.3.1.11 Izrada nasipa

Opis radova

Ovaj rad obuhvaća nasipanje, razastiranje, prema potrebi vlaženje ili sušenje te planiranje materijala u nasipu prema dimenzijama i nagibima danim u projektu, kao i zbijanje prema zahtjevima iz poglavlja 2-10 OTU za radove u vodnom gospodarstvu, a rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK-om), zahtjevima nadzornog inženjera.

Opis izvođenja radova

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, ali najviše 10%. U poprečnom smjeru nasip mora uvijek imati minimalni poprečni nagib od 4% 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 m², kako je niže navedeno.

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 poglavlja 2-10 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Na osnovu 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.

Zahtjevi kvalitete

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) tj. na kruni nasipa, mjerenjem od osiguranih iskolčenih točaka osi nasipa 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 kvalitete 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.

Tekuća ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) ili određivanje Modula stižljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm (ovisno o vrsti materijala) najmanje na svakih 1 000 m² svakog sloja nasipa te ispitivanje granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 4 000 m³ izvedenog nasipa.

Ako se nasip radi od kamenog materijala dobivenog miniranjem, pogodnost materijala određuje se prema uvjetima iz projekta (s time da se potrebna kontrola granulometrijskog sastava u laboratoriju obavlja na materijalu do najvećeg zrna 10 cm, a udio pojedinih frakcija (10-40 cm) određuje se vizualnom kontrolom i procjenom).

U jednoj seriji jedan od pet rezultata ispitivanja zbijenosti može biti manji od minimalno traženog, s tim da po apsolutnoj vrijednosti ne odstupa za više od:

- 5%, pri mjerenju prostornih masa u suhom stanju (yd)
- 10%, pri mjerenju modula stižljivosti (Ms).

Ako je broj pokusa u jednoj kontrolnoj seriji manji od pet, tada sve vrijednosti (rezultati) određene ispitivanjem trebaju biti veće od najmanje tražene.

Rezultate ispitivanja izvođač predoduje nadzornom inženjeru koji će, ako rezultati zadovoljavaju, odobriti kontrolna ispitivanja i nasipavanje novog sloja nasipa.

Kontrolna ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) ili određivanje modula stižljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm (ovisno o vrsti materijala) najmanje na svakih 2 000 m² svakog sloja nasipa te ispitivanje granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 8 000 m³ izvedenog nasipa. Troškove kontrolnih ispitivanja snosi investitor.

Način preuzimanja izvedenih radova

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



kvaliteta upotrijebljenog materijala i građevinskih proizvoda.

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

Obračun radova

Rad na izradi nasipa od zemljanih miješanih i kamenih materijala obračunava se mjerenjem u kubičnim metrima (m³) ugrađenog i zbijenog nasipa. Plaća se po jediničnoj cijeni u koju su uključeni svi radovi potrebni za izradu nasipa; dobava materijala, dovoz, razastiranje, vlaženje ili sušenje, zbijanje slojeva nasipa, planiranje pokosa nasipa te čišćenje okoline nasipa.

5.3.1.12 Izgradnja nasipa od koherentnih materijala

Pod zemljanim (koherentnim) materijalima smatraju se gline niske do visoke plastičnosti, prahoviti materijali, glinoviti pijesci i slični materijali, osjetljivi na prisutnost vode (dio od materijala obuhvaćen iskopnom kategorijom „C”).

Rekonstrukcija nasipa izvodi se glinenim materijalom sa lijevog nasipa Kupa-Kupa, koji ne odgovara uvjetima za izvedbu nasipa prema poglavlju 2-10 OTU za radove u vodnom gospodarstvu. Ugradnja visokoplastične gline odabrana je iz razloga što na ekonomski isplativim udaljenostima nisu osigurana nalazišta pogodnog glinenog materijala. Za ugradnju visokoplastične gline u nasip predviđeno je poboljšanje ugradnjom geomreža s ciljem ojačanja nasipa. Nasip se izvodi u slojevima debljine do 30 cm. Pri određivanju pogodnosti zemljanih materijala za izradu nasipa treba prethodno ispitati sve materijale iz nalazišta, ako to nije učinjeno u geotehničkom elaboratu, kao i utvrditi svaku promjenu materijala. Treba ispitati najmanje dva uzorka za svaku vrstu materijala.

Projektni kriteriji pogodnosti glinovitih materijala za izvedbu nasipa

Prethodna ispitivanja svojstava:

Tehničko svojstvo	Ispitna norma (ili jednakovrijedna)	Uvjeti kvalitete
Sadržaj vode	HRN U.B1.012 ili CEN ISO/TS 17892-1	Ispituje se
Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)	HRN U.B1.018 ili CEN ISO/TS 17892-4	$d_{60}/d_{10} \geq 9$
Udio sitnih čestica	HRN U.B1.018 ili CEN ISO/TS 17892-4	$> 50\%$
Udio organskih tvari	HRN U.B1.024/68	$< 6\%$
Suha prostorna masa	HRN EN 13286-2 (standardni Proctor)	$\geq 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe visine do 3,0 m; $> 1,55 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe više od 3,0 m
Optimalan sadržaj vode, w_{opt}	HRN EN 13286-2 (standardni Proctor)	$\leq 25\%$
Granica tečenja, w_L	HRN U.B1.020 ili CEN ISO/TS 17892-12	$\leq 65\%$ (ne primjenjuje se)
Indeks plastičnosti, I_p	HRN U.B1.020 ili CEN ISO/TS 17892-12	$\leq 30\%$ (ne primjenjuje se)
Bubrenje nakon 4 dana potapanja u vodi	HRN U.B1.042 ili HRN EN 13286-47	$< 4\%$ (ne primjenjuje se)

Tekuća i kontrolna ispitivanja pri ugradnji:

Tehničko svojstvo	Ispitna norma (ili jednakovrijedna)	Položaj nasipnih slojeva	Uvjeti kvalitete
Stupanj zbijenosti SZ u odnosu na standardni Proctor, %	DIN 18125-2 ili CEN ISO/TS 17892-2	Slojevi nasipa visokih preko 2m na dijelu od podnožja nasipa do visine 2m ispod planuma posteljice krune nasipa	najmanje 85
		Slojevi nasipa nižih od 1 m i slojevi nasipa viših od 2m u zoni	najmanje 85



Tehničko svojstvo	Ispitna norma (ili jednakovrijedna)	Položaj nasipnih slojeva	Uvjeti kvalitete
		2m ispod planuma posteljice-krune nasipa	

U materijalu ne smije biti organskog tla.

Materijal koji ne odgovara propisanim uvjetima i kvaliteti ne smije se ugrađivati u nasipe. Ako se nakon ugradnje pojedinog sloja utvrdi da je ugrađen neodgovarajući materijal, tada će se takav sloj odstraniti o trošku Izvođača.

Opis izvođenja radova

Nakon završene pripreme podloge, te njezinog preuzimanja od strane Nadzornog inženjera, započet će se s nasipavanjem i to prema mjerama i dimenzijama danim u projektu. U slučaju izmjena Izvođač nema pravo na promjenu ugovorenih jediničnih cijena, osim ako Nadzorni inženjer ne odredi drugačije. Cijene se mogu mijenjati ako se promijene uvjeti ili količina.

Ukoliko sadržaj vode u materijalu prelazi granice koje omogućuju postizanje propisane kvalitete ugradnje, materijal se ne smije ugrađivati u tijelo nasipa bez obzira što je zadovoljio sve gore navedene zahtjeve kvalitete. Sadržaj vode kod ugradnje ne smije varirati više od $\pm 2,5\%$ od optimalne vlažnosti određene Proctorovim postupkom. To znači da se previše vlažan materijal mora prije ugrađivanja prosušiti (rijanjem, razastiranjem, usitnjavanjem, prebacivanjem, izlaganjem suncu, vjetru), a previše suhi materijal se mora vlažiti (prskanjem, polijevanjem) do tražene vlažnosti. Prije zbijanja poprskanog presuhog zemljanog materijala treba neko vrijeme pričekati da se vlaga u materijalu jednoliko rasporedi.

Zahtijeva se postizanje gustoće suhog zbijenog tla od najmanje 95% maksimalne gustoće prema pokusu Proctor standard mjerodavnom za ugrađeni materijal. Zahtijeva se da je prosječna gustoća suhog tla barem 98% od maksimalne vrijednosti po postupku Proctor standard. Dozvoljeno je da 5% rezultata bude između 90% i 95% vrijednosti maksimalne gustoće suhog uzorka prema Proctor standard postupku, ali da se ti rezultati odnose na dionice koje su udaljene jedna od druge i tlocrtno i po visini

Zbijanje gline izvodit će se u povećanom profilu a kasnije će se skidati višak materijala (trimati). Glineni slojevi na krajevima pri pokosu će se izvoditi uz nagib 1:1 i jednako zbijati čitavom širinom sloja, a trimanjem odozgo na dole dovesti u potrebnu geometriju pokosa. Postupak izvedbe slojeva gline na kraju pokosa i trimanja treba odobriti Nadzorni inženjer uz suglasnost Projektanta.

Trimani materijal (višak) će se moći iskoristiti za ugradnju u novi sloj gline, ako zadovoljava tražene kriterije vlažnosti i krupnoće.

Tehnologija rada odabranim strojevima za zbijanje bit će utvrđena izvedbom probne dionice, pod nadzorom Nadzornog inženjera i Laboratorija, koji će izraditi izvještaj o obavljenim ispitivanjima.

Nakon što Nadzorni inženjer odobri tehnologiju izvedbe pod određenim režimom rada strojeva za zbijanje može se početi izgrađivati nasip od gline.

Ako se, nakon što je neki sloj nasipa zbijen i ispitan, ne nastavlja odmah s nasipavanjem sljedećeg sloja, nego tek nakon dužeg vremena u različitim vremenskim prilikama, prije nastavka nasipavanja treba ponovno provjeriti zbijenost tog sloja. S nasipavanjem novog sloja može se otpočeti tek kada se dokaže tražena kvaliteta (zbijenost) prethodnog sloja.

Rad na nasipavanju i zbijanju treba prekinuti u svako doba kad nije moguće postići tražene rezultate (zbog kiše, visokih podzemnih voda ili drugih atmosferskih nepogoda). Nasipani materijal se ne smije ugraditi na smrznutu podlogu. Isto tako u nasute slojeve brane se ne smije ugrađivati snijeg, led ili smrznuti zemljani materijal.

Izvođač snosi svu odgovornost za kvalitetu nasipavanja materijala. Nadalje, Izvođač je odgovoran za pravilno izvođenje svih radova na nasipavanju, za pravilno razastiranje materijala u horizontalne slojeve, propisane debljine slojeva, kontrolu pravilnog rasporeda materijala po kvaliteti, kontrolu broja prijelaza



sredstva za zbijanje i sve ostalo što je potrebno za postizanje tražene kvalitete rada. Izvođač će provoditi na radilištu sve odluke i naređenja koja Nadzorni inženjer, ili po njemu ovlaštena osoba, budu davali u cilju postizanja kvalitete i realizacije propisanih tehničkih uvjeta.

Izvođač je dužan čuvati sve ugrađene repere, piezometre i ostalu opremu za opažanje od oštećenja prilikom izvođenja radova. Ako dođe do oštećenja, ista će biti uklonjena o trošku Izvođača. Isto tako Izvođač je odgovoran za sigurnu i neometanu upotrebu navedene opreme

Za čitavo vrijeme građenja provodit će se kontrola kvalitete ugrađenih materijala i njihove postignute zbijenosti. Ako se u nekom sloju ne ugradi materijal odgovarajućih karakteristika takav materijal će se odstraniti o trošku Izvođača. Ako se pak ne postigne tražena zbijenost ugrađenog materijala, Izvođač će nastaviti sa zbijanjem, odnosno poduzeti sve potrebne mjere. To može biti da se previše vlažan materijal prosuši ili da se previše suhi materijal dodatno navlaži. Odluku o tome donosi Nadzorni inženjer. U slučaju da se i dodatnim mjerama ne uspije postići potrebna zbijenost materijala, Izvođač će po nalogu Nadzornog inženjera o svom trošku odstraniti nedovoljno zbijen nasip i ugraditi odgovarajući materijal zbijen prema zahtjevima projekta.

Tekuća ispitivanja

Tekuća ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) najmanje na svakih 1000 m² svakog sloja nasipa, te ispitivanje granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 4000 m³ izvedenog nasipa.

Kontrolna ispitivanja

Kontrolna ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) najmanje na svakih 2000 m² svakog sloja nasipa, te ispitivanje granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 8000 m³ izvedenog nasipa.

Obračun radova

Rad na izradi nasipa od zemljanih, miješanih i kamenih materijala obračunava se mjerenjem u kubičnim metrima (m³) ugrađenog i zbijenog nasutog sloja 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 brane, planiranje pokosa brane, te čišćenje okoline nasipa.

5.3.1.13 Izgradnja nasipa od koherentnih materijala

Opis radova

Pod kamenim materijalima podrazumijevaju se materijali dobiveni miniranjem ili iskopom hidrauličnim čekićem, 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.

Izgradnja nasipa od kamenog materijala odnosi se na elemente nasipa:

- **kamena nožica berme nasipa,**
- **kamena nožica nasipa predviđene za prometovanje tijekom izvedbe nasipa,**
- **sloj kamenog materijala ispod objekata,**
- **donji sloj prometnog puta na kruni nasipa.**

Granulacija kamenog materijala elemenata nasipa je 0 – 150 mm.

Navedeni dijelovi nasipa od kamenih materijala rade se u slojevima orijentacijske debljine od 30 do 50 cm, ovisno o elementu izvedbe.



Projektom 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 2-10.3-1.

Tablica 2-10.3-1 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 "U" (granulometrijski sastav)	HRN EN 933-1	$d_{60}/d_{10} > 4$
Udio sitnih čestica	HRN EN 933-1	$\leq 15 \%$

Udio sitnih čestica, određen prema normi HRN EN 933-1 ili jednakovrijednoj, ne smije biti veći od udjela sitnih čestica propisanih razredom UF15 (HRN EN 13285 ili jednakovrijedna, točka 4.3.2).

Kameni materijal ugrađen u nasipni sloj mora ispunjavati zahtjeve dane u tablici 2-10.3-2.

Tablica 2-10.3-2 Tehnička svojstva kamenog materijala ugrađenog u nasipni sloj

Tehničko svojstvo	Ispitna norma	Položaj nasipnih slojeva	Uvjeti kvalitete
Stupanj zbijenosti S_z u odnosu na standardni Proctor, %	HRN U.B1.016 ili DIN 18125-2	slojevi nasipa visokih preko 2 m na dijelu od podnožja nasipa do visine 2 m ispod planuma posteljice – krune nasipa	min. 95
		slojevi nasipa nižih od 1 m i slojevi nasipa viših od 2 m u zoni 2 m ispod planuma posteljice – krune nasipa	min. 100
Modul stišljivosti M_s (ploča Ø30 cm), MN/m ²	HRN U.B1.046 ili DIN 18134	slojevi nasipa visokih preko 2 m na dijelu od podnožja nasipa do visine 2 m ispod planuma posteljice - krune nasipa	min. 40
		slojevi nasipa nižih od 1 m i slojevi nasipa viših od 2 m u zoni 2 m ispod planuma posteljice - krune nasipa	min. 40

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

I drugim metodama je moguće 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 ili DIN 18134 ili jednakovrijedna te HRN U.B1.016 ili DIN 18125-2 ili jednakovrijedna) za svaku pojedinu vrstu materijala. Navedene korelacije dokazuje izvođač radova kroz tekuću kontrolu, a odobravaju nadzorni inženjer i projektant.

Napomena: Izvođač može predložiti primjenu priznatih tehničkih pravila (normi) neke inozemne normizacijske ustanove (ISO, EN, DIN, ASTM, ...) uz uvjet pisanog obrazloženja i odobrenja nadzornog inženjera. Tu promjenu nadzorni inženjer odobrava uz suglasnost projektanta. Izvođač je dužan promjenu unijeti u izvedbeni projekt.



5.3.1.14 Izrada krune nasipa

Opis radova

Ovaj rad obuhvaća uređenje krune nasipa tj. grubo i fino planiranje materijala i nabijanje do tražene zbijenosti. Krunu nasipa treba izraditi prema kotama iz projekta. Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK), zahtjevima nadzornog inženjera i poglavlju 2-10 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

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

Zahtjevi kakvoće

Tekuća ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) i/ili određivanje modula stižljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm uređene površine krune nasipa. Troškove tekućih ispitivanja snosi izvođač.

Minimalna tekuća ispitivanja jesu:

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

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

Visina izrađene krune nasipa dokazuje se nivelmanskim zapisnikom. Ravnost izrađene krune nasipa mora biti takva da pri mjerenju letvom duljine 3 m u bilo kojem smjeru ne smije odstupanje biti veće od 3 cm u koherentnom materijalu.

Ispitivanje ravnosti kao i poprečnog pada krune nasipa obavlja se na svakih 100 m'. Tek po odobrenju visinskog položaja krune nasipa pristupa se kontroli postignute zbijenosti. Pri kontroli kvalitete izrade krune nasipa, ispitivanja se obavljaju u serijama, pri čemu je najmanji broj pokusa u jednoj seriji 5. U takvom slučaju mogu se dopustiti dalje navedene tolerancije u odnosu na minimalne zahtijevane vrijednosti korištene pri kontroli.

U jednoj seriji može biti jedan od 5 rezultata manji od minimalno traženoga, ali da po apsolutnoj vrijednosti ne odstupi za više od:

- 5% pri mjerenju potrebne mase u suhom stanju (yd)
- 10% pri mjerenju modula stižljivosti (Ms).

Ako je broj ispitivanja u jednoj kontrolnoj seriji manji od 5, onda sve vrijednosti (rezultati) određene ispitivanjem trebaju biti veće od minimalno zahtijevanih.

Izvođač je dužan rezultate ispitivanja i mjerenja predložiti nadzornom inženjeru koji će, ako rezultati zadovoljavaju, odobriti kontrolna ispitivanja i početak izrade kolničke konstrukcije na kruni.

Kontrolna ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) najmanje na svakih 2 000 m² i određivanje modula stižljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm najmanje na svakih 2 000 m² uređene površine. Pri kontroli kvalitete izrade krune nasipa ispitivanja se obavljaju u serijama, pri čemu je najmanji broj pokusa u jednoj seriji 5. Troškove kontrolnih ispitivanja snosi investitor.

Granulometrijski sastav materijala iz posteljice ispituje se najmanje na svakih 10 000 m².



Način preuzimanja izvedenih radova

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

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

Obračun radova

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

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

5.3.1.15 Izrada klinova uz objekte

Opis radova

Ovaj rad obuhvaća nasipanje, razastiranje i zbijanje nevezanih materijala uz objekte, tj. izradu tzv. klinova. Klinovi se rade po nacrtima iz projekta i poglavlju 2-14 OTU za radove u vodnom gospodarstvu a rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK-om), zahtjevima nadzornog inženjera.

Materijal

Materijal za klinove mora po svojoj kvaliteti odgovarati materijalu za nosive slojeve kolničke konstrukcije od nevezanih mješavina kako je definirano u Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama (Hrvatske ceste – Hrvatske autoceste).

Na dubini većoj od 1,0 m ispod kolničke konstrukcije materijal može imati razred sitnih čestica fNR prema normi HRN EN 13242 (, ili jednakovrijedna norma).

Opis izvođenja radova

Veličina klinova ovisi o visini objekta i dužini prilaza. Čelo nasipa od glinenog materijala s obje strane radi se u nagibu 1:3 prema objektu, tako da pokos čela nasipa počinje do 2 metra od zida upornjaka objekta, a sve prema grafičkom prilogu danom u prilogu „B vodne građevine za melioracije“ OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Ako se nasip uz objekt izvodi od kamenog materijala, pokos čela nasipa moguće je izvesti u nagibu do 1:1.

Ako je iznad objekta predviđena izrada nasipa visine veće od 2 m, klin uz objekt treba izvesti samo do visine od 0,5 m iznad objekta.

Klinovi uz objekte rade se u slojevima maksimalne debljine 50 cm. Zbijanje materijala obavlja se pogodnim vibracijskim sredstvima za zbijanje uz potrebno vlaženje. Način zbijanja treba biti takav da ne izazove oštećenje na konstrukciji objekta i hidroizolaciji.

Zahtjevi kvalitete

Kontrola kvalitete rada se provodi kroz tekuća i kontrolna ispitivanja zbijenosti svakog sloja klina. Ispituje se Modul stišljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm (prema HRN U.B1.046 ili DIN 18134, , ili jednakovrijednoj normi). Ako je onemogućen pristup protutereta tada se zbijenost kontrolira stupnjem zbijenosti (Sz) prema modificiranom Proctoru. Ovisno o veličini klina, na svakom je sloju potrebno obaviti



najmanje dva ispitivanja. Kriteriji za ocjenu kvalitete temeljnog tla dani su u tablici 2-14-1.

Tablica 2-14-1 Kriteriji za ocjenu kvalitete temeljnog tla

Dubina ispod kolničke konstrukcije	Stupanj zbijenosti S_z u odnosu na standardni Proctor, %	Modul stišljivosti M_s (ploča Ø30 cm), MN/m ²
veća od 4 m	97	60
od 1 m do 4 m	100	70
manja od 1 m	100	80

Ako je zahtjev za zbijenost mehanički zbijenih nosivih slojeva kolničke konstrukcije na cesti manji od $M_{s,min} = 80 \text{ MN/m}^2$, potrebno ih je u zoni šljunčanog klina zbiti na modul stišljivosti $M_{s,min} = 80 \text{ MN/m}^2$ ili stupanj zbijenosti $S_{zmin} = 100\%$.

Način preuzimanja izvedenih radova

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

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

Obračun radova

Ovaj se rad obračunava kubičnim metrima (m³) materijala ugrađenog u klinove. Plaća se po ugovorenoj jediničnoj cijeni u koju je uključena nabava, prijevoz i ugradnja materijala te čišćenje okoline, u svemu prema poglavlju 2-14 OTU za radove u vodnom gospodarstvu. Ako ti radovi nisu posebno navedeni u projektu, smatra se da su već uključeni u cijenu izrade objekta.

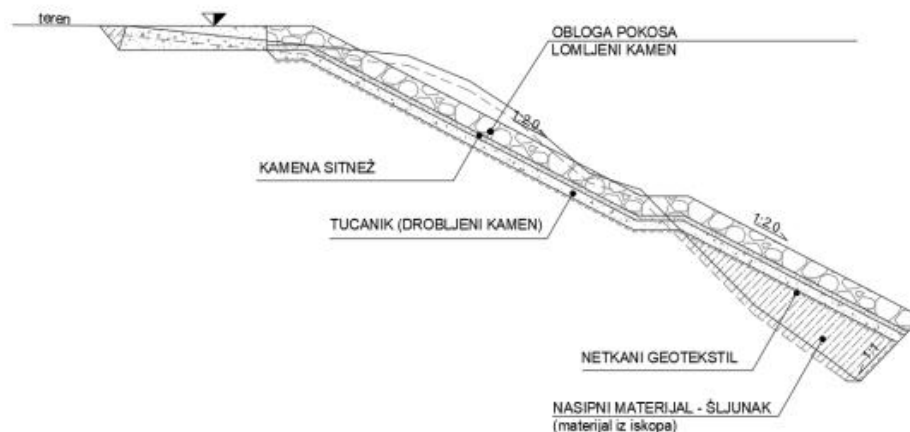
5.3.1.16 Zaštita ravnih i kosih površina oblaganjem lomljenim kamenom

Opis radova

Ovaj rad obuhvaća zaštitu ravnih i kosih površina vodnih građevina oblaganjem lomljenim kamenom na površinama predviđenim projektom ili prema zahtjevu nadzornog inženjera uz suglasnost projektanta.

Ova zaštita primjenjuje se pri izradi novih kanala i za sanaciju erodiranih pokosa i dna kanala.

Slika 4-09.2 prikazuje karakteristični nacrt za ovu vrstu zaštite



Slika 4-09.2: Zaštita površina oblaganjem lomljenim kamenom.



Materijal

Za ovu se vrstu zaštite primjenjuje lomljeni kamen krupnoće i kakvoće koja je predviđena projektom (**granulacija kamena za oblogu dna kanala i pokosa kanala 0-200 mm, granulacija kamena za oblogu pokosa nasipa 100-200 mm, granulacija kamena za oblogu dna kanala kod ispusta AB objekata 150- 300 mm**), a u ovisnosti o veličini erozijske sile toka vode u kanalu. Materijal mora imati odgovarajući mineraloško-petrografski sastav, mora biti zdrav i odgovarajuće veličine.

Kvaliteta prirodnog kamenog materijala korištenog u svrhu oblaganja kanala treba biti u skladu sa projektom, odgovarajućim normama i poglavljem 4-09 OTU za radove u vodnom gospodarstvu.

Opis izvođenja radova

Kamen se postavlja na prethodno ugrađenu podlogu od pijeska ili drobljene kamene sitneži uz moguću primjenu geotekstila sukladno projektu, uz suglasnost nadzornog inženjera. U poglavlju 3 OTU za radove u vodnom gospodarstvu detaljno je opisano polaganje geotekstila te je isto potrebno uvažiti.

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

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

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

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

Reške između postavljenih kamenih elemenata ispunjavaju se: kamenom, drobljenom sitneži, rjeđe cementnim mortom ili drugim materijalom koji je definiran projektom.

Za izvedbu ove obloge potrebno je osigurati uvjete rada u suhom.

Zahtjevi kakvoće

Kameni materijal za izradu obloge te drugi primijenjeni materijali trebaju zadovoljiti zahtjeve iz projekta, odredbe iz poglavlja 4-09 OTU za radove u vodnom gospodarstvu predviđene za te materijale te važeće norme: HRN EN 1341:2012, niz HRN EN 13383, HRN EN 1926:2008, HRN EN 1936:2008, HRN EN 12370:2020, HRN EN 12371:2010, HRN EN 12372:2022, HRN EN 13373:2020 (ili jednakovrijedne norme) i propise. Za oblaganje vodotoka kamenom upotrebljava se zdrav (jedar) kamen, postojan na atmosferske utjecaje, dimenzija određenih projektom.

U poglavlju 3 OTU za radove u vodnom gospodarstvu detaljno su opisani osnovni zahtjevi koji se postavljaju na geotekstil koji se koristi pri uređenju slabo nosivog temeljnog tla ili posteljice te je isto potrebno uvažiti.

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

Obloga po obliku i nagibu mora odgovarati zahtjevima projekta, a odstupanje može biti u granicama tolerancije.



Tablica 2-10.3-1 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 "U" (granulometrijski sastav)	HRN EN 933-1	$d_{60}/d_{10} > 4$
Udio sitnih čestica	HRN EN 933-1	$\leq 15 \%$

Udio sitnih čestica, određen prema normi HRN EN 933-1 ili jednakovrijednoj, ne smije biti veći od udjela sitnih čestica propisanih razredom UF15 (HRN EN 13285 ili jednakovrijedna, točka 4.3.2).

Način preuzimanja izvedenih radova

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

Uvjeti i metode ispitivanja kvalitete prirodnog kamena koji se koristi za oblaganje provode se prema važećim hrvatskim ili europskim normama prema poglavlju 4-09 OTU za radove u vodnom gospodarstvu

Obračun radova

Oblaganje ravnih i kosih površina lomljenim kamenom vodnih građevina, uključujući i izradu podloge, obračunava se u metrima kvadratnim (m²) stvarno obložene površine mjereno prema razvijenoj površini kamene obloge mjerene po vanjskoj plohi obloge, a plaća po ugovorenim jediničnim cijenama.

Jedinična cijena sadržava troškove nabave, prijevoza, prerade (izrade) i ugradnje materijala opisanog u ovom potpoglavlju.

5.3.1.17 Izrada travnatog pokrivača – hidrosjetvom

Opis radova

Ovaj rad obuhvaća izradu travnatog pokrivača hidrosjetvom čime se postiže stabilizacija i vegetacijska zaštita pokosa usjeka, nasipa, zasjeka, bankina te strmih i nepristupačnih terena. Hidrosjetvom je omogućena brza i efikasna sjetva travnih smjesa te prihvatljivi troškovi obzirom na sjetvenu površinu. Bitna je sama pristupačnost terena jer se ti radovi izvode strojno. Ta vrsta zaštite može biti predviđena projektom ili se radi na zahtjev nadzornog inženjera uz suglasnost projektanta.

Ova se zaštita najčešće provodi bez prethodne pripreme humusnog površinskog materijala. Nedostatak humusnih tvari i fiziološko aktivnih hranjiva u tlu navedenih tala nadoknađuje se organskim humusno-tresetnim sastojcima u baznoj suspenziji. Rad na ovoj zaštiti odvija se u fazama. Prije početka rada obavlja se rekognosciranje terena radi upoznavanja općih ekoloških i vegetacijskih značajki okoline. Tom se prilikom utvrđuju osnovna svojstva tla i postavlja cilj koji se hidrosjetvom želi postići. Na temelju toga razrađuje se receptura i tehnologija rada.

Sama hidrosjetva provodi se posebnim strojem velikog radijusa djelovanja koji u obliku mlaza izbacuje mješavinu sastavljenu od različitih sastojaka neposredno na površinu tla. Radi velikog učinka, najracionalnije se primjenjuje kod zaštite velikih površina. Nakon tretiranja tla hidrosjetvom provodi se njena zaštita sve do oblikovanja travnatog pokrivača. Na dijelovima gdje nije uspjelo zatravljivanje izvođač je dužan obnoviti postupak. Radovi obuhvaćaju rekognosciranje terena, strojnu sjetvu, materijale, dosijavanje po potrebi.



Materijali

Za ovu vrstu zaštite koriste se odgovarajuće travne smjese koje se miješaju s visokomolekularnim polimernim emulzijama i vodom uz dodatak odgovarajućih gnojiva i celuloze. Hidrosjetva koristi isključivo travnate vrste posve novih svojstava: niski rast vegetativne mase, slaba reproduktivna sposobnost, visoka otpornost na ekološke devijacije, veoma snažan i dobro razvijen korijenov sustav koji preuzima funkciju zaštite od erozije. Zaštita se provodi bez prethodne pripreme humusnog materijala na površinama svih vrsta i tipova tala.

Naročitu pažnju treba posvetiti tipu travne smjese, odnosno provjeri priznate deklaracije smjese koja sadrži podatke o nazivu vrste, odnosno sorte, postotku klijavosti, postotku čistoće, datumu pakiranja, količini i omjerima, odnosno postocima koji su specificirani troškovnikom radova. Travna smjesa sastoji se od sorti koje odgovaraju specifičnim uvjetima i s najmanje 5 vrsta trava u smjesi, s time da udio niti jedne vrste ne prelazi 50% udjela u mješavini. Specifični uvjeti dani su nagibom terena, ekspozicijom, lokalitetom sjetve, klimatskim uvjetima, vodnim režimom i dr.

Sjetva standardne travne smjese sastava:

<i>Agrostis tenui</i>	5-10%
<i>Festuca ovina</i>	15%
<i>Lolium perenne</i>	20-50%
<i>Festuca rubra</i>	15-25%
<i>Poa pratensis</i>	15-30%

Količina po m² površine 40-50 g/ m² propisane klijavosti i garantirane čistoće, a gnojiva oko 30 - 50 g/m², iznimno na siromašnim tlima i 80 g/m². Neki od ostalih primjera mogućih travnih smjesa:

Smjesa 1 (pogodna za kosine):	3%
<i>Festuca arundinacea</i>	
<i>Festuca pratense</i>	5%
<i>Festuca rubra</i>	25%
<i>Lolium perenne</i>	25%
<i>Trifolium repens</i>	7%
<i>Trifolium pratense</i>	5%
<i>Dactylis glomerata</i>	5%
<i>Phleum pratense</i>	10%
<i>Medicago sativa</i>	15%
Smjesa 2 (pogodna za južne predjele, suša i toplija podneblja):	
<i>Pennisetum clandestinum</i>	20%
<i>Paspalum vaginatum</i>	20%
<i>Paspalum notatum</i>	20%
<i>Eremochola ophiuroides</i>	20%
<i>Cynodon dactylon</i>	20%

Smjesa 3: (planinska područja)	
<i>Festuca arundinacea</i>	50%
<i>Cynodon dactylon</i>	15%
<i>Panicum ramosum</i>	15%
<i>Vicia villosa</i>	10%
<i>Eragrostis curvula</i>	5%
<i>Trifolium repens</i>	5%
Smjesa 4: (livadna smjesa)	
<i>Lolium multiflorum</i>	11%
<i>Nardus stricta</i>	1%
<i>Trifolium pratense</i>	3%
<i>Medicago sativa</i>	4%
<i>Lolium perenne</i>	10%
<i>Dactylis glomerata</i>	6%
<i>Phleum pratense</i>	10%
<i>Festuca pratensis</i>	11%
<i>Lolium perenne</i> (var.)	44%

Zahtjevi kakvoće

U cilju efikasne zaštite od erozije zatravljena površina mora biti bez tragova erozije te potpuno i ravnomjerno pokrivena travnatim pokrovom gustog sklopa. U tu svrhu treba po potrebi obavljati eventualnu sanaciju i održavanje pokosa te njegu (zalijevanje i dosijavanje) usjeva, sve do druge košnje kada se smatra da je došlo do zakorijenjivanja.



Izvođač mora dati na analizu uzorke hidrosjetvene smjese i predložiti nadzornom inženjeru rezultate analiza o pravilnom (projektom predviđenom) sastavu te smjese. Uzorkovati treba po jedan uzorak na svaki hektar zasijane površine.

Obračun radova

Zaštita pokosa travnatim pokrivačem primjenom hidrosjetve obračunava se po m² oblikovanog travnatog pokrivača, a plaća po ugovorenim jediničnim cijenama.

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 15. Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke s obzirom na vrstu izvora buke, vrijeme i mjesto nastanka (NN 143/2021) 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 142/2021) Investitor je obavezan imenovati koordinatora II. Dužnosti koordinatora II tijekom izvođenja radova propisane su odredbama Zakona o zaštiti na radu (NN 71/2014, 118/2014, 154/2014, 94/2018, 96/2018.) i Pravilnika o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN 48/2018.). 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.

Za ovu mapu vrijedi i Program kontrole i osiguranja kvalitete naveden u poglavlju 5, mape 2 dio 1, oznake G3-O89.02.01-G02.0.

Projektant :

Marko Kaić, mag. ing. aedif.



6 PROCJENA TROŠKOVA GRAĐENJA

Za ovu mapu glavnog projekta procijenjeni troškovi iznose 0.000,00 EUR.

Projektant :

Marko Kaić, mag. ing. aedif.