

Institut IGH d.d.
10 000 Zagreb,
Janka Rakuše 1
OIB: 79766124714



PROSTOR ZA OVJERU TIJELA NADLEŽNOG ZA IZDAVANJE DOZVOLE

Investitor:

HRVATSKE VODE,
10 000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220,
OIB: 289213863001

Projekt:

Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa – 4. i 5. faza izgradnje: Prokop Korana-Kupa s pratećim objektima

Naziv projektiranog dijela građevine:

Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa, geotehnički projekt

Lokacija:

Lijeva i desna obala Korane i desna obala Kupe u Gradu Karlovcu, K.O. Gornje Mekušje, K.O. Kamensko i K.O. Karlovac II

Razina razrade

Glavni projekt

Strukovna odrednica

Građevinski projekt

Zajednička oznaka projekta:

GP-5986/23

Broj projekta:

72150-GP-034-2023

Mapa :

4

Glavni projektant:

Darko Jelašić,
mag.ing.aedif.
G 160

Projektant:

Zoran Županić,
mag.ing.aedif.
G 2977

Direktor zavoda za projektiranje:

Igor Grginić, mag.ing.aedif., PMP

Mjesto i datum:

Zagreb, lipanj 2023

Izradio: **INSTITUT IGH d.d.**
Zavod za projektiranje
10 000 Zagreb, Janka Rakuše 1

Građevina: **Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa – 4. i 5. faza izgradnje: Prokop Korana-Kupa s pratećim objektim**

Mapa 4: **Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa, geotehnički projekt**

Vrsta projekta (razina i struka): **GLAVNI PROJEKT /GRAĐEVINSKI PROJEKT-**

Zajednička oznaka projekta: **GP-5986/23**

Broj projekta: **72150-GP-034-2023**

I. OPĆI DIO

Mjesto i datum: **Zagreb, lipanj 2023.**

GENERALNI SADRŽAJ PROJEKTA- POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA

Mapa	Naziv mape	Strukovna odrednica	Oznaka mape	Projektant	Tvrtka
1	Opća mapa	Građevinski projekt	VPB-TGP-20-0003	Darko Jelašić, dipl.ing.građ.	Vodoprivredno-projekttni biro d.d. Zagreb
2	Prokop s pratećim objektima: preljevnim pragom - stepenicom i uljevnim objektom u Kupu	Građevinski projekt	72160-GP-022-2023	Ante Ljubičić, dipl. ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
3	Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa	Građevinski projekt	I - 2165/22	Diana Šustić, dipl. ing. građ.	Hidroing d.o.o. Osijek
4	Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa, geotehnički projekt	Građevinski projekt	72150-GP-034-2023	Zoran Županić, dipl. ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
5	Nasip uz desnu obalu Kupe (Nasip N3) - građevinski dio	Građevinski projekt	G3-091.01.01-G01.0	Janja Kelić, mag.ing.aedif.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
6	Nasip uz desnu obalu Kupe (Nasip N3) - geotehnički dio	Građevinski projekt	G3-091.01.01-G02.0	dr.sc. Krešo Ivandić, dipl. ing. građ.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
7	Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke	Građevinski projekt	VPB-TGP-20-0003	Ante Jerković, mag.ing.aedif.	Vodoprivredno-projekttni biro d.d. Zagreb
8	Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke - geotehnički projekt nasipa i nasute pregrade	Građevinski projekt	E-155-18-08	Bojan Ninčević, mag.ing.aedif.	Geokon-Zagreb d.d.
9	Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane	Građevinski projekt	E-155-18-02	Marko Kaić, dipl.ing.građ.	Geokon-Zagreb d.d.
10	Upusna ustava	Građevinski projekt	VPB-TGP-20-0003	Robert Alar mag.ing.aedif.	Vodoprivredno-projekttni biro d.d. Zagreb
11	Upusna ustava – geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	Građevinski projekt	E-155-18-04	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.	Geokon-Zagreb d.d.
12	Upusna ustava	Strojarski projekt	E-155-18-05	Davorin Gržan, dipl. ing str.	Geokon-Zagreb d.d.
13	Upusna ustava - elektrotehnički dio	Elektrotehnički projekt	E3-091.00.01-E02.0	Marko Grčić, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
14	Ispusna ustava	Građevinski projekt	E-155-18-06	Robert Alar mag.ing.aedif.	Geokon-Zagreb d.d.
15	Ispusna ustava – geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	Građevinski projekt	E-155-18-03	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.	Geokon-Zagreb d.d.
16	Ispusna ustava	Strojarski projekt	E-155-18-07	Davorin Gržan, dipl. ing str.	Geokon-Zagreb d.d.
17	Ispusna ustava - elektrotehnički dio	Elektrotehnički projekt	E3-091.00.01-E01.0	Marko Grčić, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
18	Crpna stanica Sajevec - konstrukcija	Građevinski projekt	G3-091.02.01-G01.0	Ivor Joksović, mag.ing.aedif.	Elektroprojekt d.d. Zagreb

19	Crpna stanica Sajevec - geotehnički dio	Građevinski projekt	G3-O91.02.01-G02.0	Ivan Mališa, mag.ing.aedif.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
20	Crpna stanica Sajevec - strojarski dio	Strojarski projekt	S3-O91.02.01-S01.0	Marko Išek, mag.ing.mech.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
21	Crpna stanica Sajevec - elektrotehnički dio	Elektrotehnički projekt	E3-O91.02.01-E01.0	Marko Grčić, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
22	Trafostanica – građevinski dio	Građevinski projekt	G3-O91.02.01-G03.0	Darko Šilec, Dipl.ing.građ.	Proing d.o.o. Varaždin
23	Trafostanica - elektrotehnički dio	Elektrotehnički projekt	E3-O91.02.01-G02.0	Damir Hodak, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
24	Cestovni most preko prokopa - konstrukcija	Građevinski projekt	72120 – GP – 285 – 2020	Mate Pezer, dipl. ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
25	Cestovni most preko prokopa - geotehnički dio	Građevinski projekt	72150 – GP – 035 – 2023	Zoran Županić, dipl. ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
26	Cestovni most preko prokopa - odvodnja mosta	Građevinski projekt	72150 – GP – 032 – 2023	Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
27	Cestovni most preko prokopa - javna rasvjeta	Građevinski projekt	RP2862G1	Dražan Raspudić, mag.ing.aedif.	Dalekovod-projekt d.o.o. Zagreb
28	Cestovni most preko prokopa - javna rasvjeta	Elektrotehnički projekt	RP2862E1	Deana Brujić Ilijašević, dipl. ing. el.	Dalekovod-projekt d.o.o. Zagreb
29	Cestovni most preko prokopa - uzemljenje	Elektrotehnički projekt	RP2863	Kristijan Stublić, dipl. ing. el.	Dalekovod-projekt d.o.o. Zagreb
30	Cestovni most preko prokopa – prometnica s pristupnim cestama	Građevinski projekt	GP2274-22	Antun Štefanić, dipl. ing. građ.	Projektni biro P45 d.o.o. Zagreb
31	Izmještanje SN i NN mreže	Elektrotehnički projekt	E3-O91.00.01-E03.0	Damir Hodak, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
32	Rekonstrukcija postojećeg kolektora ϕ 1100 Duga Resa - Karlovac	Građevinski projekt	72160-GP-023-2023	Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
33	Rekonstrukcija postojećeg vodoopskrbnog cjevovoda ϕ 150	Građevinski projekt	72160-GP-024-2023	Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
34	Rekonstrukcija postojećeg plinovoda ϕ 110	Strojarski projekt	S3-O91.00.01-S01.0	Mislav Crnković, dipl.ing.stroj.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
35	Rekonstrukcija postojećeg plinovoda ϕ 110	Građevinski projekt	72160-GP-120-2023	Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
36	Izmještanje SN i NN mreže	Građevinski projekt	72160-GP-121-2023	Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.	Institut IGH d.d. Zagreb

SADRŽAJ MAPE 4

Naslovna stranica

I. OPĆI DIO	br. str.
Generalni sadržaj projekta-Popis mapa glavnog projekta.....	1
Sadržaj mape 4	3
Popis sudionika na izradi mape 4.....	4
Izjava projektanta.....	5
II.TEHNIČKI DIO	
1. GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ.....	1
1. TEHNIČKI OPIS	2
1.1. Uvod	2
1.2. Prikaz korištenih provedenih geotehničkih istražnih radova.....	4
1.3. Projektni seizmički parametri.....	5
1.4. Geotehnički sastav i svojstva temeljnog tla	8
1.5. Nalazište materijala za izgradnju nasipa,	12
2. TEHNIČKI OPIS PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE.....	15
3. GEOTEHNIČKE ANALIZE – DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA.....	17
3.1. Općenito	17
3.2. Parametri materijala	18
3.3. Odabrani računski modeli za provođenje geotehničkih analiza projektiranog dijela građevine	18
3.4. Analiza procjeđivanja i hidrauličke stabilnosti	19
3.5. Analize stabilnosti	21
3.5.1. Seizmički parametri	21
3.5.2. Projektne situacije	22
4. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE.....	26
5. PROCJENA TROŠKOVA IZGRADNJE	27

U izradi glavnog projekta **Mapa 4 Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa, geotehnički projekt**, zajednička oznaka projekta 5986/23, sudjelovali su:

Projektant geotehničkog projekta: Zoran Županić, mag.ing.aedif.

RN 62315986

Arhivski broj: 72150-12/23

Temeljem Zakona o gradnji (NN 153/13., 20/17., 39/19., 125/19.) dajem:

IZJAVU PROJEKTANTA

kojom se potvrđuje da je ovaj glavni projekt za:

Investitor: **HRVATSKE VODE,**
10 000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220,
OIB: 289213863001

Građevina: **Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa – 4. i 5. faza izgradnje: Prokop Korana-Kupa s pratećim objektima**

Dio građevine: **Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa, geotehnički projekt**

Razina i struka projekta: **GLAVNI GRAĐEVINSKI PROJEKT**

Zajednička oznaka projekta: GP-5986/123

Broj projekta: 72150-GP-034-2023

Projektant: Zoran Županić, mag.ing.aedif.
Institut IGH d.d.
Janka Rakuše 1, 10 000 Zagreb, Hrvatska
Ovlašteni inženjer građevinarstva br. G 2977

usklađen s:

- Lokacijskom dozvolom Klasa:UP/I-350-05/09-01/59, URBROJ: 531-06-10-13, od 29. srpnja 2010 godine izdanoj od Republike Hrvatske, Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, 10000 Zagreb, Ulica Republike Austrije 20.
 - I. Izmjenom i dopunom lokacijske dozvole Klasa:UP/I-350-05/10-01/138, URBROJ: 531-06-10-2, od 21. listopada 2010 godine izdanoj od Republike Hrvatske, Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, 10000 Zagreb, Ulica Republike Austrije 20.
 - II izmjenom i dopunom lokacijske dozvole Klasa:UP/I-350-05/14-01/10, URBROJ: 531-05-14-2, od 24. ožujka 2014 godine izdanoj od Republike Hrvatske, Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja, 10000 Zagreb, Ulica Republike Austrije 20.
 - III. Izmjena i dopuna lokacijske dozvole Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine(Klasa: UP/1-350-05/20-01/000035, Ur. broj: 531-06—02-02/02-22-0018 od 23.02.2022), i njenim posebnim uvjetima te odredbama slijedećih zakona, pravilnika i propisa:
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
 - Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
 - Zakon o cestama (NN 84/11, 18/13, 22/13 i 54/13, 148/13, 92/14, 110/19, 144/21)
 - Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20, 85/22, 114/22)
 - Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19)
 - Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)
 - Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19)
 - Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/21)

- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22)
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21)
- Zakon o vodama (NN 66/19, 84/21)
- Zakon o normizaciji (NN 80/13)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20)
- Zakon o zemljišnim knjigama (NN 63/19, 128/22)
- Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (NN 112/18, 39/22)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22)
- Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne 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)
- Tehnički propis za asfaltne kolnike (NN 48/21)
- Pravilnik o tijelima, dokumentaciji i postupcima tržišta građevnih proizvoda (NN, 118/19)
- Pravilnik o hrvatskim normama (NN 22/96)
- Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01, 90/22)
- Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (NN, 61/07, 78/13)
- Pravilnik o tijelima, dokumentaciji i postupcima tržišta građevnih proizvoda (NN 103/08, 118/19)
- Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu (NN 95/14)
- Pravilnik o održavanju cesta (NN 90/14, 03/21)
- Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 55/94, 142/03)
- Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19, 65/20)
- Pravilnik o katastru zemljišta (NN 84/07, 148/09)
- Pravilnik o obračunu i naplati vodnog doprinosa (NN 107/14)
- Pravilnik o način utvrđivanja obujma i površine građevina u svrhu obračuna komunalnog doprinosa (NN 15/19)
- Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN 78/15, 114/18, 110/19)
- Zakon o mjeriteljstvu (NN 74/14, 111/18, 114/22)
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN 126/21)
- Pravilnik o vrsti i sadržaju projekata za javne ceste (NN 53/02, 20/17)
- Pravilnik o tehničkom pregledu građevine (NN 46/18, 98/19)
- Pravilnik o postupanju s viškom iskopa koji predstavlja mineralnu sirovinu kod izvođenja građevinskih radova (NN 79/14)
- Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14, 72/20)
- Pravilnik o mjernim jedinicama (NN 88/15, 16/20)
- Pravilnik o tijelima, dokumentaciji i postupcima tržišta građevnih proizvoda (NN 118/2019)
- Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda (NN 113/08)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 105/20)
- Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN 48/18)
- Pravilnik o odlagalištima otpada (NN 4/23)

- Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest (NN 69/16)
- Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, (IGH, Knjige 1 i 2, Zagreb 2001.), u dijelu u kojem nisu u suprotnosti s važećim propisima
- HRN EN 1997-1:2012: Eurokod 7:Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila (EN 1997-1:2004+AC:2009)
- 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 temeljnog 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
- HRN EN 1998-5:2011/NA:2011 Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija-5. dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja - Nacionalni dodatak
- Ostali zakoni, pravilnici, propisi i upute za predmetno područje

Projektant geotehničkog dijela projekta

Zoran Županić, mag.ing.aedif.

Izradio: **INSTITUT IGH d.d.**
Zavod za projektiranje
10 000 Zagreb, Janka Rakuše 1

Građevina: **Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa – 4. i 5. faza izgradnje: Prokop Korana-Kupa s pratećim objektim**

Mapa 4: **Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa, geotehnički projekt**

Vrsta projekta (razina i struka): **GLAVNI PROJEKT /GRAĐEVINSKI PROJEKT-**

Zajednička oznaka projekta: **GP-5986/23**

Broj projekta: **72150-GP-034-2023**

II. TEHNIČKI DIO

Mjesto i datum: **Zagreb, lipanj 2023.**

Izradio: **INSTITUT IGH d.d.
Zavod za projektiranje
10 000 Zagreb, Janka Rakuše 1**

Građevina: **Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i
prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na
području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta
preko prokopa – 4. i 5. faza izgradnje: Prokop Korana-Kupa
s pratećim objektim**

Mapa 4: **Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip
uz lijevu obalu prokopa, geotehnički projekt**

Vrsta projekta (razina i struka): **GLAVNI PROJEKT /GRAĐEVINSKI PROJEKT-**

Zajednička oznaka projekta: **GP-5986/23**

Broj projekta: **72150-GP-034-2023**

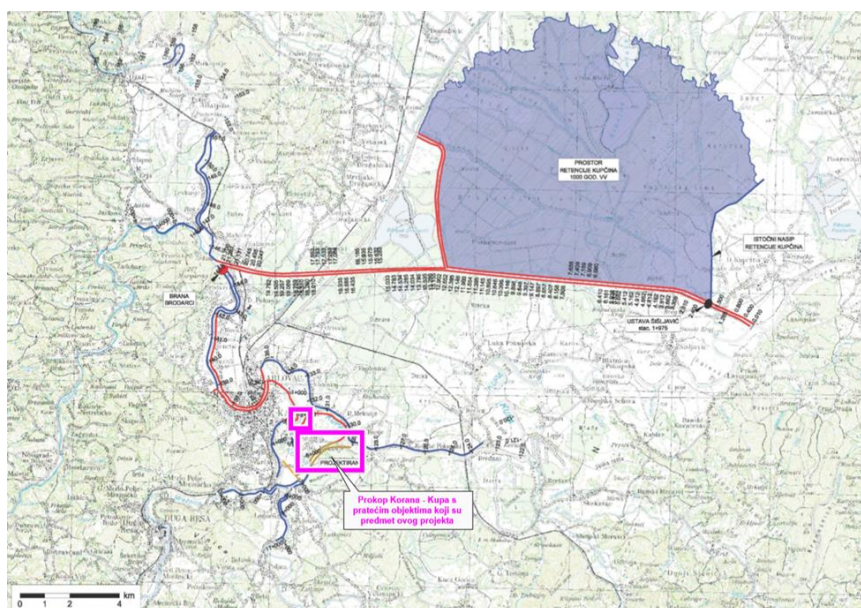
1. GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ

Mjesto i datum: Zagreb, lipanj 2023.

1. TEHNIČKI OPIS

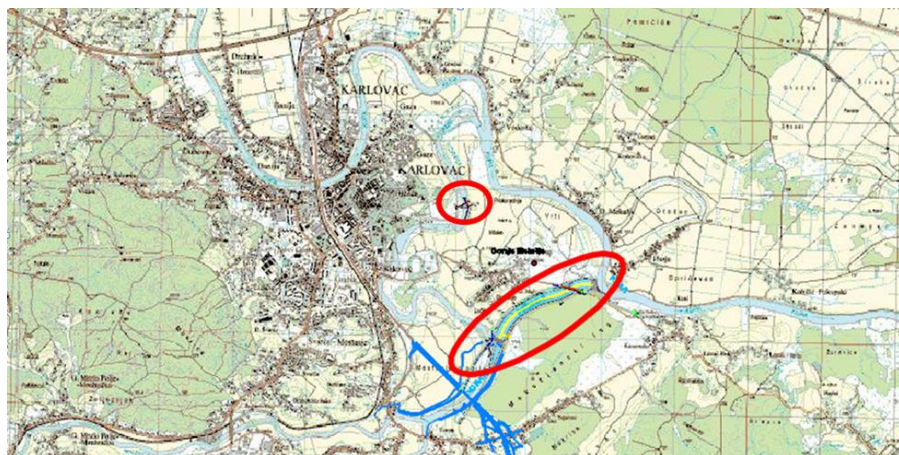
1.1. UVOD

Izgradnja i dovršetak cjelovitog sustava zaštite Grada Karlovca od poplava kao stalna i dugogodišnja potreba osobito se našla u središtu pozornosti nakon velikovodnih događaja u 2013. i 2014. godini. Ključne građevine ovoga sustava čine pregrada Brodarci na Kupi, oteretni kanal Kupa-Kupa s retencijom Kupčinom i ustavom Šišljavić, zaštitni nasipi i zidovi na rijekama Kupi, Dobri i Korani te prokop kanala Korana-Kupa s upusnom i ispusnom ustavom na rijeci Korani koji je predmet ovoga projekta.



Sustav obrane od poplava Grada Karlovca.

Planirani zahvat prokopa s pratećim građevinama je smješten na području Karlovačke županije odnosno Grada Karlovca, na zemljištu k.o. Gornje Mekušje, k.o. Kamensko i k.o. Karlovac II. te čini četvrtu i petu fazu izgradnje zahvata u prostoru *Desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješanjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnje cestovnog mosta preko prokopa (Lokacijska dozvola – III. Izmjena i dopuna, klasa UP/I-350-05/20-01/000035; urbroj: 531-06-02-02/22-22-0018 od 23.02.2022.)*.



Lokacija zahvata prokopa s pratećim objektima

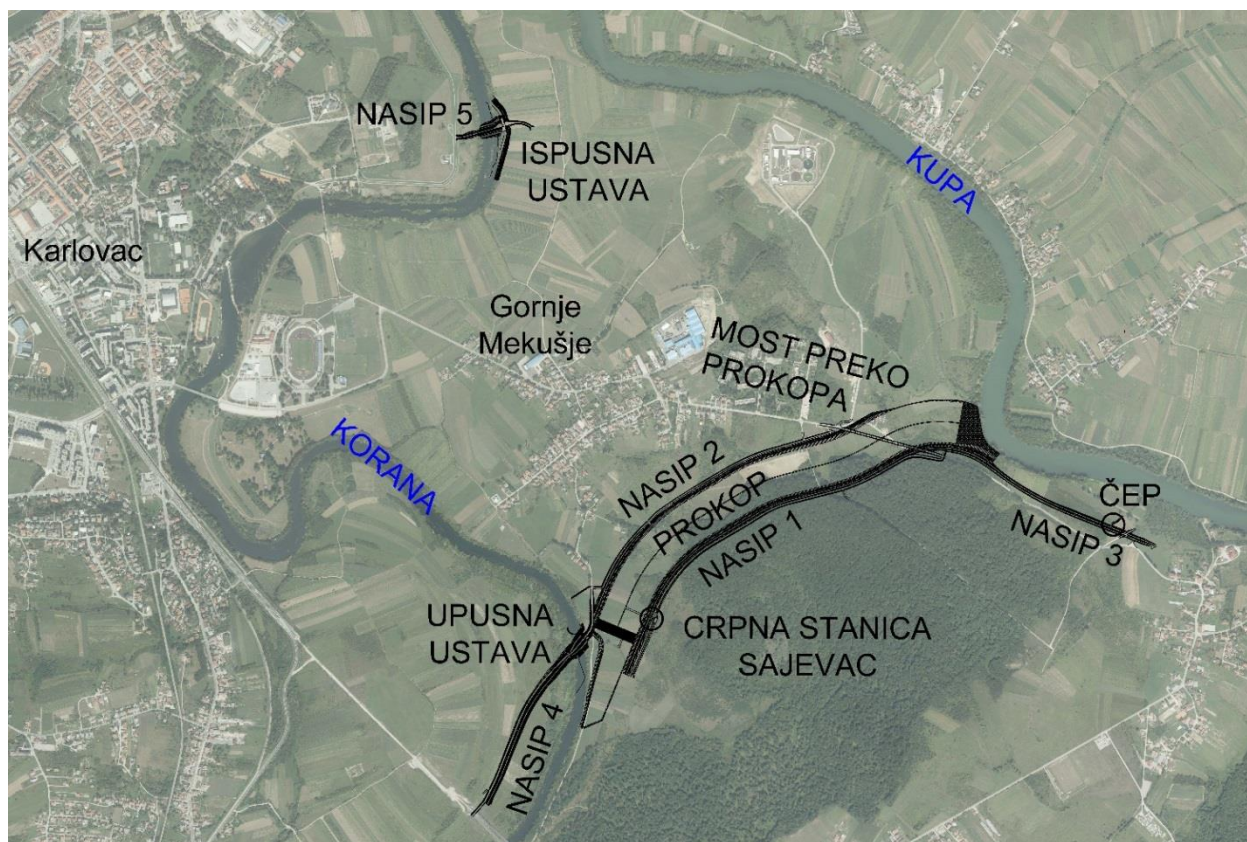
Namjena zahvata je preusmjeravanje velikih voda rijeke Korane prokopom u rijeku Kupu čime bi se izbjegli prolasci visokih vodnih valova kroz gradsko središte i postigla zaštita istočnog dijela Karlovca površine od oko 190 ha. Regulacijom protoka Korane planiranim ustavama, gradskim središtem bi se propuštali mali i srednji protoci vode do 112 m³/s što je unutar kapaciteta korita na tom dijelu.

Zahvat se sastoji od sljedećih građevina:

- Prokop korita Korana-Kupa,
- prateći nasipi: nasip N1 uz desnu obalu prokopa, nasip N2 uz lijevu obalu prokopa, nasip N3 uz desnu obalu Kupe, nasip N4 uz lijevu obalu Korane i nasip N5 uz ispusnu ustavu,
- 2 ustave: upusna i ispusna ustava Korane,
- građevine za odvodnju zaobalnih voda: crpna stanica "Sajevac" s trafostanicom uz nasip N1 i propust Ø 100 kroz nasip N3 s automatskim zatvaračem i
- cestovni most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje – Kamensko

Ovim projektom obrađene su i rekonstrukcije postojeće infrastrukturne građevine u obuhvatu zahvata:

- izmještanje SN i NN elektroenergetske mreže
- rekonstrukcija postojećeg kolektora odvodnje otpadnih voda Ø1100 Duga Resa – Karlovac
- rekonstrukcija postojećeg vodoopskrbnog cjevovoda Ø150
- rekonstrukcija postojećeg plinovoda Ø 110



Građevine zahvata

U ovoj mapi obrađeni su geotehnički uvjeti izvođenja prokopa Korana-Kupa, nasipa N1 uz desnu obalu prokopa i nasipa N2 uz lijevu obalu prokopa, te provedeni dokazi o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva predmetnih građevina.

Temeljna podloga ovom glavnom projektu su idejni projekt "Idejni projekt prokopa Korana – Kupa s pratećim objektima" (Hidroinženjering d.o.o. , oznake 04/2017-Hi; Zagreb, svibanj 2017.) i dolje navedeni glavni građevinski projekt za izradu kojih su kao podloga korišteni rezultati analiza i zaključci iz ovog geotehničkog projekta:

- mapa 2. I - 72160-GP-022-2023; Prokop s pratećim objektima: preljevnim pragom - stepenicom i uljevnim objektom u Kupu.
- mapa 3. I - 2165/22; Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa.

1.2. PRIKAZ KORIŠTENIH PROVEDENIH GEOTEHNIČKIH ISTRAŽNIH RADOVA

Prilikom izrade ovog projekta korišteni su rezultati geotehničkih istražnih radova prikazani u izvještajima:

- [REF 1] – Građevina: Izgradnja prokopa Korana-Kupa s pratećim objektima
Izvještaj o provedbi geodetskih, geoloških i geotehničkih istraživačkih radova za idejni projekt (03/2017),
izradio: Hidroinženjering, Zagreb, travanj 2017..
- [REF 2] – Građevina: Prokop Korana-Kupa
Dodatni geotehnički istražni radovi za Glavni projekt prokopa Korana-Kupa i pratećih objekata,
Izvještaj o istraživanju temeljnog tla – Geotehnički elaborat (E-155-18-04 v 1,.)
izradio: Geokon, Zagreb, listopad 2020.

Na potencijalnom nalazištu materijala izvedene su bušotine dubina od 2,00 do 4,50 m te istražni raskopi dubina 2,50 do 3,10 m iz kojih su uzeti reprezentativni poremećeni uzorci za klasifikacijska ispitivanja i veliki poremećeni uzorci za ispitivanja po standardnom Proctor-u.

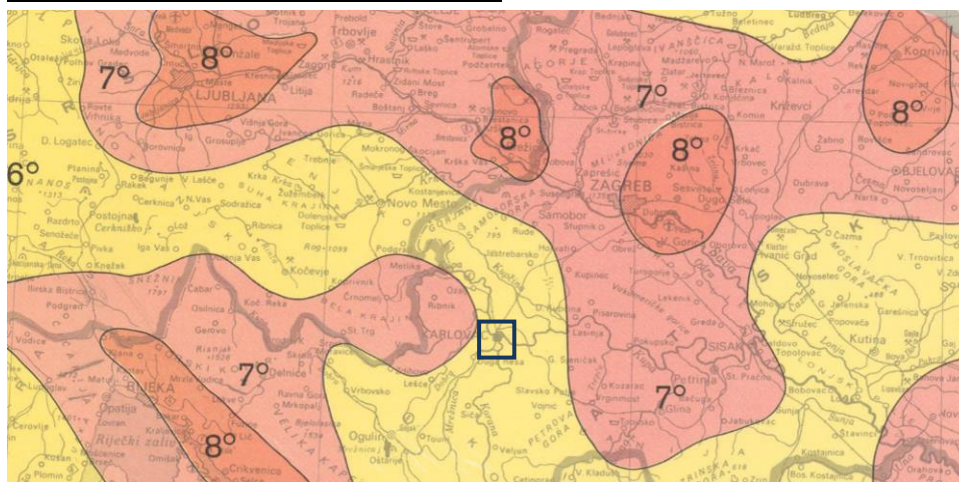
Rezultati provedenih istražnih radova s ocjenom pogodnosti materijala za ugradnju u nasipe obrađeni su i prikazani u Geotehničkom izvještaju „Dodatni geotehnički istražni radovi za projekt eksploatacije materijala iz iskopa prokopa za potrebe nalazišta materijala" (oznaka elaborata 72150-50/20; Institut IGH d.d., Zagreb, lipanj 2020.).

1.3. PROJEKTNI SEIZMIČKI PARAMETRI

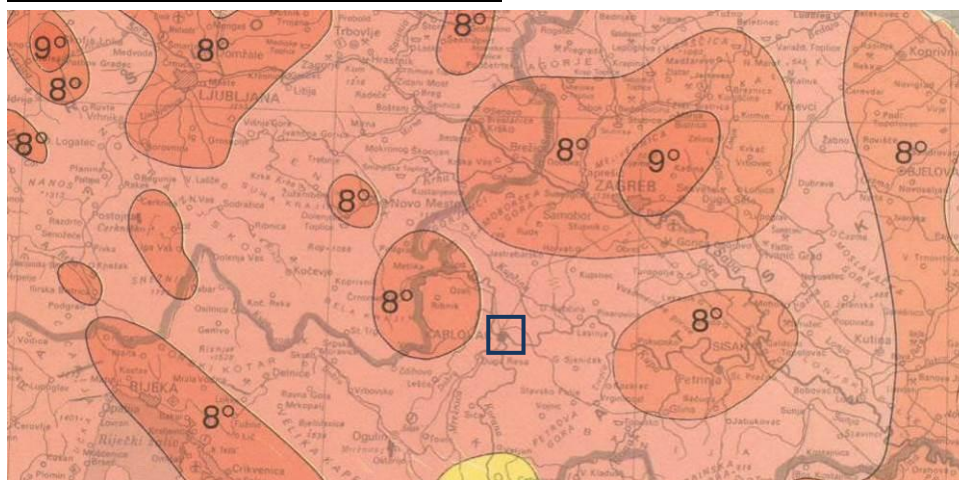
MAKSIMALNI INTENZITET POTRESA I_{max}

Na sljedećim slikama prikazani su isječci iz seizmoloških karata [4] s označenom lokacijom istraživanja na kojima su prikazani stupnjevi maksimalnih intenziteta očekivanih potresa prema MCS skali.

ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 100 GODINA



ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 500 GODINA



LEGENDA UZ KARTE



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

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

POREDBENA VRŠNA UBRZANJA a_{gR}

Na temelju karata potresnih područja Republike Hrvatske [5] 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

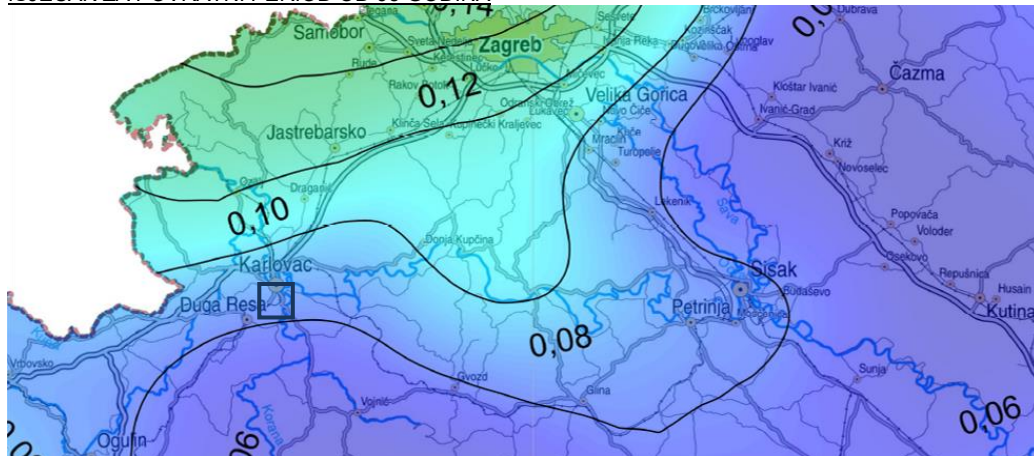
$$p = 100 \left[1 - \left(1 - \frac{1}{T} \right)^t \right]$$

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 ($1 g = 9,81 m/s^2$).

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

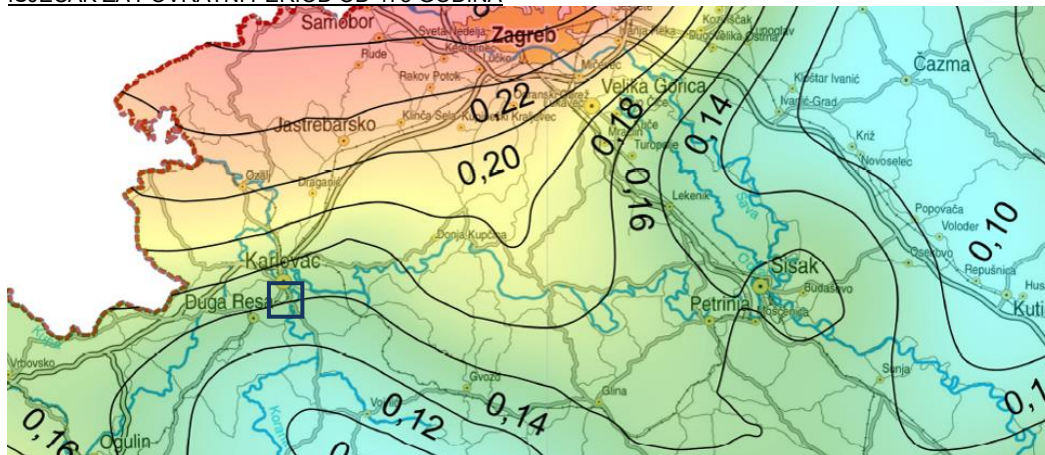
Karte sa tumačem su sastavni dio Nacionalnog dodatka za niz normi HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 1. dio – Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade. Na sljedećim slikama prikazani su isječci karata potresnih područja Republike Hrvatske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

ISJEČAK ZA POV RATNI 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 POV RATNI 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 = eng. **Damage Limitation Requirement** (hrv. uvjet ograničenog oštećenja)
 T_{NCR} – NCR = eng. **No-Collapse Requirement** (hrv. uvjet bez urušavanja)

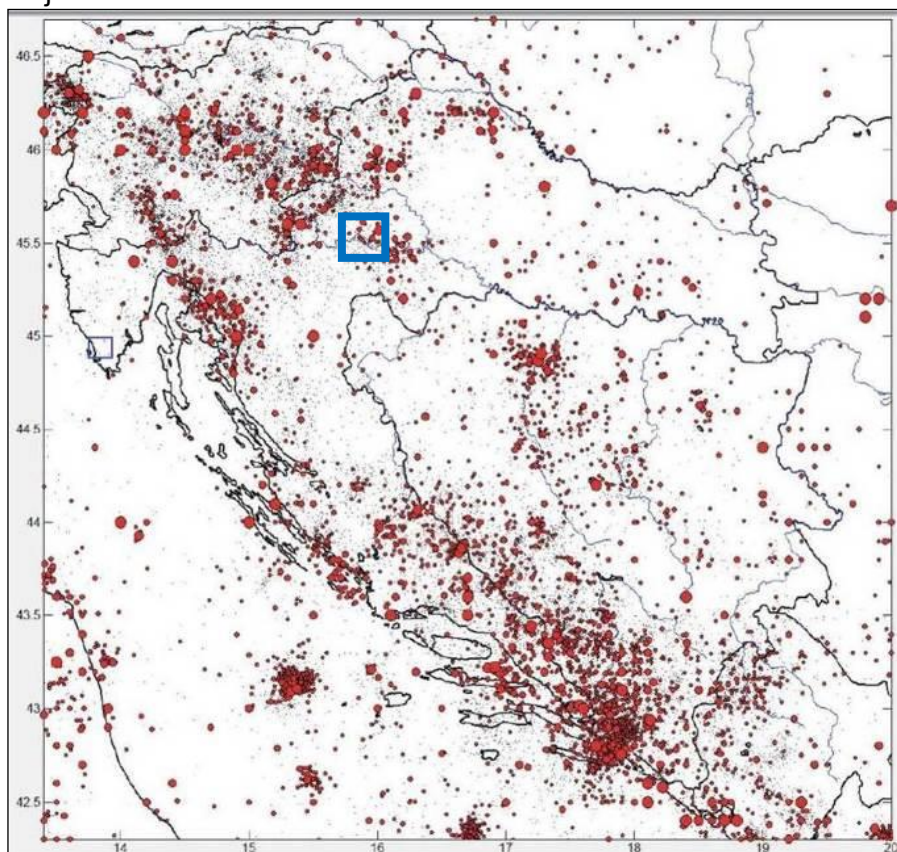
Očitane vrijednosti poredbenih vršnih ubrzanja tla tipa A prikazane su u sljedećoj tablici.

Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A	
Povratni period	a_{gR} (g)
95 godina	0,075 - 0,076
475 godina	0,152 – 0,155

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)

KATEGORIJA LOKALNOG TLA

U slijedećoj tablici prikazani su tipovi tla i njihov geotehnički opis prema Eurokodu 8, koji se koriste za projektiranje objekata u dinamičkim uvjetima.

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			

LEGENDA:

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

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

C_u - posmična čvrstoća tla

Lokalno temeljno tlo na lokaciji istraživanja pripada **tipu tla C**.

1.4 GEOTEHNIČKI SASTAV I SVOJSTVA TEMELJNOG TLA

U tablici su prukazana svojstva tla dobivena terenskim istražnim radovima i laboratorijskim ispitivanjima na mjestima budućih nsaipa N1 i N2, preuzeti iz izvještaja [REF 1] i [REF 2] prema rezultatima na mjestima istraživanja:

- Sondažne bušotine NASIP N1: B-1, B-2, B-3, B-4, B-5, B-6, B7-, B-8, P-13, P-14, P-15, P-16.
- Sondažne bušotine NASIP N2: B-9, P-11, P-12, B-10, B-11, B-12, B-13, CS-1

U skladu s provedenim istražnim radovima do dubina istraživanja utvrđene su sljedeće vrste/grupe materijala u temeljnom tlu:

NASIP N1:

GRUPA MATERIJALA	VRSTA MATERIJALA	OZNAKA MATERIJALA	OPIS MATERIJALA
(1)	HUMUS	-	Humus je površinski sloj tla debljine uglavnom 10-20 cm, rjeđe do 60 cm.
(2)	POVRŠINSKA GLINA SREDNJE DO VISOKE PLASTIČNOSTI	CI, CH (CL)	Površinska glina je srednje do visoke plastičnosti, u manjoj mjeri i niske plastičnosti, uglavnom kruto plastične konzistencije, mjestimično srednje plastične konzistencije, u proslojcima pjeskovita, sa pokojom valuticom šljunka. Sadrži nešto sitnih vapnenačkih kongrecija te kongrecije željezo oksida. Registrirana je u svim bušotinama ispod sloja humusa, najpliće do dubine 3,0 m (bušotine B-3, B-4 i B-5), a najdublje do 4,6 m u bušotini P-15. Prosječna debljina sloja je 3,40 m.
(3)	PIJESAK	SC, SM, SW, SP	Pijesak je glinovit i prašinst, slabo i dobro graduiran, mjestimično sa šljunkom, sitan do srednje krupan, rastresit do srednje zbijen, smeđe i sive boje. Registriran je u 9 od 12 bušotina, debljine sloja od 0,50 do 3,00 m. Pijesak je uglavnom registriran ispod površinske gline, izuzev bušotine B-5 gdje je pijesak registriran unutar sloja šljunka. U bušotinama B-3 i B-4 koje su dubine 8,00 m, debljina sloja nije utvrđena, bušenje završeno u pijesku. Pijesak nije registriran u bušotinama B-6, B-7 i CS-1.
(4)	ŠLJUNAK	GW, GW/SW, GP, GP-GM, GM, GC	Šljunak je slabo do dobro graduiran sa pijeskom, glinovit i prašinst, sitan do srednje krupan, uglavnom srednje zbijen, u manjoj mjeri rastresit i zbijen, smeđe, smeđe sive i sive boje, oblog do poluzaobljenog zrna, veličine uglavnom 3-4 cm. Registriran je u 10 bušotina, najpliće na 3,00 m (bušotine CS-1 i B-5), a najdublje na 8,80 m (bušotina P-15). Unutar šljunka registrirani su tanji proslojci pijeska i gline. Debljina sloja utvrđena je u „plićim bušotinama“ (B-1, B-2, B-7 i B-8) debljine od 1,90 do 4,80 m, dok je u „dubokim bušotinama“ bušenje završeno u šljunku (debljina sloja nije utvrđena). Šljunak nije registriran u bušotinama B-3 i B-4.
(5)	GLINA SREDNJE DO VISOKE PLASTIČNOSTI	CI, CH (CL, CH/OH)	Glina je uglavnom srednje i visoke plastičnosti, u manjoj mjeri niske plastičnosti, kruto plastične konzistencije, uglavnom sive i sivo plave boje, rjeđe smeđe boje. Mjestimice je pjeskovita, sadrži pokoju valuticu šljunka, te nešto vapnenačkih kongrecija. Registrirana je u 5 bušotina, najpliće na 6,30 m (P-15), a najdublje na 9,00 m (B-8). Glina nije registrirana u bušotinama B-2 do B-6 te u P-13.
(6)	ORGANSKA GLINA	CH/OH	Organska glina sa glinom visoke plastičnosti, sadrži treset tamno sive i crne boje. Registrirana je u vidu tanjeg sloja debljine 0,90 m u bušotini CS-1 u intervalu od 15,10 do 16,00 m.

NASIP N2:

GRUPA MATERIJAL A	VRSTA MATERIJALA	OZNAKA MATERIJALA	OPIS MATERIJALA
(1)	HUMUS	-	Humus je površinski sloj tla debljine uglavnom 10-20 cm, rjeđe do 60 cm.
(2)	POVRŠINSKA GLINA SREDNJE DO VISOKE PLASTIČNOSTI	CI, CH (CL)	Površinska glina je srednje do visoke plastičnosti, u manjoj mjeri i niske plastičnosti, uglavnom kruto plastične konzistencije, mjestimično srednje plastične konzistencije, u proslojcima pjeskovita, sa pokojom valuticom šljunka. Sadrži kongrecije željezo oksida. Registrirana je u svim bušotinama ispod sloja humusa, najpliće do dubine 2,8 m (bušotina B-11), a najdublje do 4,9 m (bušotina B-13). Prosječna debljina sloja je 3,60 m.
(3)	PIJESAK	SC, SC/CL, SM	Pijesak je glinovit i prašinst, mjestimično sa pjeskovitom glinom niske plastičnosti, sitan do srednje krupan, rastresit do zbijen, smeđe, smeđe sive i sive boje. Ovaj sloj pijeska registriran je u 4 od 7 bušotina, najpliće na 2,80 m (bušotina B-11), a najdublje na 6,00 m (bušotina B-9). Utvrđena debljina sloja kreće se od 0,20 do 2,50 m. Debljina sloja nije utvrđena jedino u B 12, bušenje je završeno u pijesku. Pijesak nije registriran u bušotinama P-11, B-10 i B-13.
(4)	ŠLJUNAK	GC, GM, GW/SW, GP	Šljunak je slabo do dobro gradiuran sa pijeskom, glinovit i prašinst, sitan do srednje krupan, uglavnom rastresit do srednje zbijen, u manjoj mjeri i zbijen, smeđe, smeđe sive i sive boje, oblog do poluzaobljenog zrna, veličine uglavnom do 3-4 cm. Registriran je u svim bušotinama izuzev B-12. Pojava šljunka registrirana je najpliće na 3,20 m (P-5), a najdublje na 18,40 m (bušotina P-5).
(5)	TRESET I ORGANSKA GLINA	Pt/OH	Treset i organska glina, crne boje, mjestimično sadrže pijesak i valutice šljunka. Ovaj materijal registriran je u bušotini P-11 u intervalu 6,00 do 7,10 m.
(6)	GLINA VISOKE PLASTIČNOSTI	CH	Glina je visoke plastičnosti, meko do srednje plastične konzistencije, sive i sivo plave boje, u tragovima sadrži treset. Registrirana je u bušotini P-11 u intervalu od 7,10 do 9,70 m.
(7)	PIJESAK	SC, CL/SC	Pijesak je glinovit, mjestimično sa pjeskovitom glinom niske plastičnosti, sitan do srednje krupan, srednje zbijen i zbijen, sive boje. Registriran je u samo 2 bušotine. U bušotini P-5 registriran je u dva horizonta, od 11,60 do 18,40 m i 20,50 do 21,50 m. U bušotini P-11 registriran je u intervalu od 9,70 do 11,40 m.
(8)	GLINA VISOKE PLASTIČNOSTI	CH	Glina je visoke plastičnosti, kruto plastične do polučvrste konzistencije, žuto smeđe boje. Registrirana je u bušotinama P-5 u intervalu 19,50 do 20,50 m te u P-11 u intervalu od 7,10 do 9,70 m.
(9)	LAPOR	La	Lapor, trošan, pjeskovit, sadrži valutice šljunka, sive boje. Registriran je u bušotini P-11 u intervalu 21,50 do 23,00 m.

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

BUŠOTINA	DUBINA BUŠOTINE [m]	DATUM IZVOĐENJA	POJAVA PODZEMNE VODE	RAZINA PODZEMNE VODE RPV [m/m n.m.]	
NASIP 1					
B-1	8,00	25.11.2019.	4,20	1,80	108,50
B-2	8,00	26.11.2019.	3,40	1,10	110,00
B-3	8,00	28.11.2019.	2,80	1,40	109,60
B-4	8,00	28.11.2019.	3,00	1,20	109,90
B-5	10,00	27.11.2019.	3,80	1,30	110,00
B-6	10,00	26.11.2019.	1,20	1,10	110,40
B-7	10,00	29.11.2019.	3,30	1,20	110,40
B-8	10,00	04.06.2019.	4,00	2,30	108,16
P-13	15,00	21.11.2016.	3,00	3,00	107,45
P-14	12,00	08.12.2016.	4,00	2,30	108,26
P-15	15,00	24.11.2016.	5,00	3,50	106,43
P-16	15,00	25.11.2016.	3,50	2,60	107,10
NASIP 2					
B-9	8,00	03.06.2019.	4,00	2,00	108,93
P-11	16,00	16/17.11.2016.	0,50	0,30	110,49
P-12	15,00	17/18.11.2016.	1,30	0,50	110,37
B-10	5,00	11.06.2019.	3,60	3,00	109,95
B-11	6,00	31.05.2019.	2,80	0,75	109,77
B-12	5,00	28.05.2019.	5,00	0,00	113,43
B-13	6,00	31.05.2019.	5,00	0,00	113,61
CS-1	20,00	05.06.2019.	4,00	1,20	109,32

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

Generalno se može zaključiti kako razina podzemne vode na lokaciji ovisi o hidrološkim uvjetima, te o vodostajima Kupe i Korane i razinama vode u okolnim materijalnim grabama duž buduće trase prokopa. Točniji podaci o razini podzemne vode na lokaciji dobili bi se praćenjem RPV-a putem piezometara kroz cijelu hidrološku sezonu.

Na terenu je ustanovljena pojava podzemne vode u rasponu od 0,50m do 5,00m, dok je nakon sondiranja izmjerena razina podzemne vode bila u rasponu od 0,30m do 3,50m mjereno od površine postojećeg terena u vrijeme izvođenja radova (od 110,49m n.m. do 106,43m n.m.).

Iskop će se vršiti pretežno kroz glinoviti materijal niske do visoke plastičnosti, na pojedinim mjestima kroz pjeskovito ili rijetko šljukoviti materijal.

Donja kota iskopa je također pretežno kroz glinoviti materijal (grupa 2), na pojedinim mjestima pjeskovit (grupa 3) ili rijeđe šljukoviti (grupa 4) materijal.

U tablici ispod su prikazane osnovne grupe materijala kroz koje se radi prokop do projektirane kote iskopa.

GRUPA MATERIJALA	VRSTA MATERIJALA	OZNAKA MATERIJALA	OPIS MATERIJALA
(1)	HUMUS	-	Humus je površinski sloj tla debljine uglavnom 10-20 cm, rjeđe do 60 cm.
2)	POVRŠINSKA GLINA SREDNJE DO VISOKE PLASTIČNOST I	CI, CH (CL)	Površinska glina je srednje do visoke plastičnosti, u manjoj mjeri i niske plastičnosti, uglavnom kruto plastične konzistencije, mjestimično srednje plastične konzistencije, u proslojcima pjeskovita, sa pokojom valuticom šljunka. Sadrži konkrecije željezo oksida.
(3)	PIJESAK	SC, SC/CL, SM	Pijesak je glinovit i prašinst, slabo i dobro graduiran mjestimično sa pjeskovitom glinom niske plastičnosti ili šljunkom, sitan do srednje krupan, rastresit do zbijen, smeđe, smeđe sive i sive boje.
(4)	ŠLJUNAK	GC, GM, GW/SW, GP	Šljunak je slabo do dobro graduiran sa pijeskom, glinovit i prašinst, sitan do srednje krupan, uglavnom rastresit do srednje zbijen, u manjoj mjeri i zbijen, smeđe, smeđe sive i sive boje, oblog do poluzaobljenog zrna, veličine uglavnom do 3-4 cm.

1.5 NALAZIŠTE MATERIJALA ZA IZGRADNJU NASIPA

Za potrebe izgradnje predmetnih nasipa u sklopu geotehničkih istražnih radova predviđeni su radovi i na potencijalnom nalazištu materijala. Navedeni nasipi će se izvoditi od glinenog materijala iz prokopa Korana – Kupa.

Za potrebe izrade projektne dokumentacije u sklopu „Projekta zaštite od poplava u slivu Kupe – karlovačko i sisačko područje“, izvedeni su dodatni geotehnički istražni radovi od strane poduzeća Institut IGH d.d. i Geokon- Zagreb d.d. od travnja do lipnja 2020. godine.

Svrha provedenih dodatnih geotehničkih istražnih radova je dobivanje detaljnijeg uvida u karakteristike tla na lokaciji prokopa za ocjenu iskoristivosti materijala za izradu nasipa u sklopu projekta prelaganja ušća Korane u Kupu.

Na potencijalnom nalazištu materijala izvedene su bušotine dubina od 2,00 do 4,50 m te istražni raskopi dubina 2,50 do 3,10 m iz kojih su uzeti reprezentativni poremećeni uzorci za klasifikacijska ispitivanja i veliki poremećeni uzorci za ispitivanja po standardnom Proctor-u.

Rezultati provedenih istražnih radova s ocjenom pogodnosti materijala za ugradnju u nasipe obrađeni su i prikazani u Geotehničkom izvještaju „Dodatni geotehnički istražni radovi za projekt eksploatacije materijala iz iskopa prokopa za potrebe nalazišta materijala" (oznaka elaborata 72150-50/20; Institut IGH d.d., Zagreb, lipanj 2020.).

POGODNOST MATERIJALA ZA IZRADU NASIPA

Rezultati laboratorijskih ispitivanja na uzorcima tla s nalazišta prokopa Korana - Kupa generalno zadovoljavaju uvjete propisane u OTU za radove u vodnom gospodarstvu za izradu nasipa od zemljanih materijala. Pojedinačni rezultati laboratorijskih ispitivanja ukazuju na odstupanja od propisanih kriterija, no prilikom eksploatacije materijala i njegovog miješanja, kriterije za ugradnju uglavnom je moguće zadovoljiti.

Elaboratom su registrirane tri geotehničke sredine: zaglinjeni prahovi niske do visoke plastičnosti, gline niske do visoke plastičnosti te gline srednje do visoke plastičnosti. U nastavku su prikazani rezultati ispitivanja pogodnosti ugradnje materijala u nasipe za sve 3 registrirane geotehničke sredine.

Ispunjenje, odnosno neispunjenje uvjeta za ugradnju glinenog materijala iz prokopa Korana - Kupa sažeto je prikazano u sljedećim tablicama (izvor: elaborat 72150-50/20, Institut IGH d.d.):

NALAZIŠTE IZ PROKOPA KORANA - KUPA – GEOTEHNIČKA SREDINA 1			
Tehničko svojstvo	Uvjeti kvalitete (prema OTU)	Rezultati laboratorijskih ispitivanja	Ocjena pogodnosti
Sadržaj vode	$w=w_{opt}\pm 2\%$	21,60-28,50% (prosjeak 25,53%)	potrebno dodatno prosušivanje
Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)	$d_{60}/d_{10}\geq 9$	>9	zadovoljava
Udio sitnih čestica	> 50%	60,21% i 74,30% (prosjeak 65,99%)	zadovoljava
Udio organskih tvari	< 6%	5,86-9,38% (prosjeak 7,79%)*	Potrebno detaljnije ispitati
Suha prostorna masa	$\geq 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe visine do 3,00 m; $> 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe više od 3,00 m	1,57-1,61 Mg/m^3 (prosjeak 1,59 Mg/m^3)	zadovoljava
Optimalan sadržaj vode, w_{opt}	$\leq 25\%$	17,92-20,40% (prosjeak 19,16%)	zadovoljava
Granica tečenja, w_l	$\leq 65\%$	30,87-58,17% (prosjeak 43,58%)	zadovoljava
Indeks plastičnosti, IP	$\leq 30\%$	7,01-27,78% (prosjeak 17,94%)	zadovoljava
Bubrenje nakon 4 dana potapanja u vodi	< 4%	1,31-1,52% (prosjeak 1,42%)	zadovoljava

NALAZIŠTE IZ PROKOPA KORANA - KUPA – GEOTEHNIČKA SREDINA 2			
Tehničko svojstvo	Uvjeti kvalitete (prema OTU)	Rezultati laboratorijskih ispitivanja	Ocjena pogodnosti
Sadržaj vode	$w=w_{opt}\pm 2\%$	20,47-38,97% (prosjeak 27,55%)	potrebno dodatno prosušivanje
Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)	$d_{60}/d_{10}\geq 9$	>9	zadovoljava
Udio sitnih čestica	> 50%	81,20% i 99,70% (prosjeak 94,03%)	zadovoljava
Udio organskih tvari	< 6%	2,54-7,77% (prosjeak 5,74%)*	Potrebno detaljnije ispitati
Suha prostorna masa	$\geq 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe visine do 3,00 m; $> 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe više od 3,00 m	1,54-1,68 Mg/m^3 (prosjeak 1,59 Mg/m^3)	zadovoljava
Optimalan sadržaj vode, w_{opt}	$\leq 25\%$	15,90-22,17% (prosjeak 20,26%)	zadovoljava
Granica tečenja, w_l	$\leq 65\%$	44,21-77,61% (prosjeak 57,50%)	23 uzorka zadovoljava 6 uzorka ne zadovoljava
Indeks plastičnosti, IP	$\leq 30\%$	21,85-48,53% (prosjeak 34,06%)	10 uzorka zadovoljava 19 uzorka ne zadovoljava
Bubrenje nakon 4 dana potapanja u vodi	< 4%	1,52-4,62% (prosjeak 2,81%)	3 uzorka zadovoljavaju 2 uzorka ne zadovoljavaju

NALAZIŠTE IZ PROKOPA KORANA - KUPA – GEOTEHNIČKA SREDINA 3			
Tehničko svojstvo	Uvjeti kvalitete (prema OTU)	Rezultati laboratorijskih ispitivanja	Ocjena pogodnosti
Sadržaj vode	$w=w_{opt}\pm 2\%$	21,67-29,51% (prosjeak 24,84%)	potrebno dodatno prosušivanje
Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)	$d_{60}/d_{10}\geq 9$	>9	zadovoljava
Udio sitnih čestica	> 50%	51,90% i 96,20% (prosjeak 84,78%)	zadovoljava
Udio organskih tvari	< 6%	1,49-9,26% (prosjeak 3,55%)	Potrebno detaljnije ispitati
Suha prostorna masa	$\geq 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe visine do 3,00 m; $> 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe više od 3,00 m	1,54-1,75 Mg/m^3 (prosjeak 1,65 Mg/m^3)	zadovoljava

Optimalan sadržaj vode, w _{opt}	≤ 25%	15,60-22,00% (prosjeak 18,28%)	zadovoljava
Granica tečenja, w _l	≤ 65%	20,25-69,82% (prosjeak 44,24%)	37 uzoraka zadovoljava 3 uzorka ne zadovoljavaju
Indeks plastičnosti, I _p	≤ 30%	17,74-47,03% (prosjeak 28,80%)	29 uzoraka zadovoljava 11 uzoraka ne zadovoljava
Bubrenje nakon 4 dana potapanja u vodi	< 4%	1,52-3,85% (prosjeak 2,40%)	zadovoljava

Geotehnički parametri pojedinih zona, potrebni za provođenje izračuna usvojeni su prema opisanom u poglavlju 1.4. ovog geotehničkog projekta (korelacijom rezultata SPP-a, terenskih istražnih radova, laboratorijskih ispitivanja uzoraka tla na mjestima izvedenih sondažnih bušotina). Za svaku provedenu analizu, uz izračune su prikazani usvojeni parametri po zonama. U poglavlju 1.7 prikazane su korištene vrijednosti projektnih djelovanja. Za svaku provedenu analizu, uz izračune su prikazani usvojeni parametri po zonama.

Detaljnijim laboratorijskim ispitivanjima, utvrđeno je kako materijal nije organskog karaktera, nego se radi o glinama s primjesama organskih tvari.

Od parametara koji odstupaju od OTU-a izdvaja se visoka plastičnost gline ($w_L > 65\%$, $I_p > 30\%$) te odstupanje prirodne vlažnosti materijala ($w_{0, \text{SREDNJE}} = 24,84 - 27,55\%$) od optimalne vlažnosti prema Proctorovom pokusu ($w_{\text{opt.}} = 18,28 - 20,26\%$), sa srednjom razlikom od 6,9%. Obzirom da je za ugradnju glinenih materijala potrebno postići vlažnost u granicama $w_{\text{opt.}} \pm 2\%$, evidentno je kako s dostupnim visokoplastičnim materijalom to neće biti moguće. Time se već slabija mehanička svojstva visokoplastične gline u odnosu na srednje i niskoplastične gline dodatno umanjuju. To može dovesti do smanjene otpornosti nasipa na klizanje te deformacija uzrokovanih bubrenjem materijala te se stoga takvi materijali, sukladno Općim tehničkim uvjetima, ne ugrađuju u nasipe.

Ugradnja visokoplastičnih glinenih materijala (CH), vlažnosti koja odstupa od dozvoljenih granica tehnološki je ipak moguća uz primjenu dodatnih mjera za stabilizaciju nasipa. Iako iznimno, primjeri takve ugradnje postoje u rekonstrukciji nasipa u Županjskoj Posavini, nakon katastrofalne poplave iz 2014. godine te izvedu nasipa u Lonjskom polju, pri čemu pogodni materijali ili nisu bili dostupni, ili vremenski uvjeti ugradnje nisu omogućili ugradnju glinenog materijala sukladno uvjetima OTU-a.

Konačne lokacije i obuhvate zahvata nalazišta materijala definirati će se u suradnji Projektanta i predstavnika Naručitelja, nakon sagledavanja svih ekoloških i pravno-imovinskih aspekata. Ovisno o projektnim rješenjima i potrebnim količinama materijala, projektom će se definirati pogodnost glinenog materijala za ugradnju te način iskopa i ugradnje istog.

USVOJENI PROJEKTI PARMETRI MATERIJALA ZA IZGRADNJU NASIPA

U ovom poglavlju razmotreni su parametri izvedba nasipa N1 i N2 glinenim materijalom iz prokopa Korana - Kupa koji djelomično ne udovoljava uvjetima OTU-a. Iako u manjem postotku nalazišta postoji materijal koji odgovara uvjetima ugradnje prema OTU, za potrebe ove analize razmatra se da je kompletna izgradnja nasipa izvedena visokoplastičnim glinenim materijalom (CH).

Na tim uzorcima provedena su ispitivanja optimalne zbijenosti prema Proctorovom pokusu te su provedena ispitivanja mehaničkih karakteristika, čvrstoće, stišljivosti i vodopropusnosti.

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.

Ispitane i usvojene vrijednosti prikazane su u donjoj tablici.

SVOJSTVO	RASPON ISPITANIH VRIJEDNOSTI	SREDNJA VRIJEDNOST	MEDIJAN	KARAKTERISTIČNA VRIJEDNOST (Orr & Farrell, 1999)	ODABRANA VRIJEDNOST
zapreminska težina γ [kN/m ³]	18,05 – 20,30	19,26	19,33	19,0	19,0
kohezija c' [kPa]	18,90 – 34,50	26,48	27,40	12,48	5,0
kut unutarnjeg trenja φ [°]	16,70 – 28,00	23,58	23,90	16,83	18,0
Jednoosna tlačna čvrstoća q_u [kPa] nedrenirana posmična čvrstoća c_u [kPa]	113,00 – 939,00 (q_u)	449,50 (q_u)	372,5 (q_u)	180,77 (q_u)	25,0 (c_u)
Edometarski modul M_v [MPa]	7,50 – 10,7	9,66	10,3	3,12	6,05
koeficijent vodopropnosti k [m/s]	1,58E-10 – 3,62E-10	2,74e-10	2,75e-10	1,06E-9	1,0E-9

Iz odabranih vrijednosti evidentno je da je najveća projektantska redukcija svojstava na vrijednostima drenirane i nedrenirane kohezije (posmične čvrstoće), obzirom da su ta svojstva najnepouzdanija vezano uz utjecaj povećane vlažnosti materijala.

2. TEHNIČKI OPIS PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE

PROKOP

Trasa prokopa je položena uz jugoistočni rub naselja Gornje Mekušje. Dužina prokopa iznosi oko 2.116 m, a širina dna prosječno 150 m. Prokop započinje preljevnim pragom – stepenicom dužine 36 m preko kojeg se prelijeva voda prilikom nailaska velikih voda Korane i zatvaranja upusne ustave. Preljev će se oblaže gabionima, a jedan dio će biti izveden korištenjem zaštite u obliku kamenog nabačaja vezanog betonom. Na ušću prokopa u rijeku Kupu izvodi se uljevni objekt u dužini od oko 190 m kojim se utvrđuje izlaz iz prokopa i savladava visinska razlika od 3 m prema koritu rijeke Kupe.

Osnovne grupe materijala kroz koje se radi prokop do projektirane kote iskopa opisane su u poglavlju 1.4..

Treba imati u vidu slijedeće:

- tijekom izrade projekata na dijelu lokacije uz rub prokopa uz nožicu nasipa vršeni su iskopi i nekontrolirano nasipavanje iskopanog materijala;
- analize stabilnosti profila rađene se za parametre prirodno sraslog tla prokopa, te projektirane širine bermi, odnosno površine terena od nožice nasipa;
- na dijelu lokacije predviđena je dogradnja trupa prokopa- bermi glinovitim materijalom uz provođenje potrebnih kontrola;

Izmjena geometrije profila, i karakteristika tla trupa prokopa uz nožicu nasipa može imati negativan utjecaj na stabilnost nasipa, odnosno cijelog profila. U tu svrhu neophodan je geodetski, geotehnički i projektantski nadzor prilikom kojeg, osim navedenog u programu kontrole i mapama 3 i 4, trteba obavljati slijedeće:

- ukoliko se ustanove značajnija odstupanja razmaka između nožice nasipa i početka

zasjeka, te nagiba stranice prokopa potrebno je razraditi tehničko rješenje za pojedinačne situacije po potrebi uz provođenje dodatnih analiza stabilnosti (vađenje nekontrolirano nasutog materijala, dogradnja trupa zasjeka uz nožicu nasipa, druge mjere ojačanja...)

NASIPI

U ovoj mapi obuhvaćena su dva nasipa:

- nasip N1 - (nasip uz desnu obalu prokopa) s krunom na visinskoj koti 111,70 do 114,31 m n. m. ukupne dužine 1.700 m;
- nasip N2 - (nasip uz lijevu obalu prokopa sa zasjekom) s krunom na visinskoj koti 112,85 do 114,30 m n. m ukupne dužine 1.280 m;

Navedeni nasipi se izvode od glinenog materijala eksploatiranog sa područja prokopa. Širina nasipa u kruni iznosi 4,00 m, nagib obje kosine nasipa N1 i N2 iznosi 1:3, Kruna, uzvodna i nizvodna kosina se oblažu humusom na kojem će biti zasijana trava.

Karakteristike materijala za izgradnju nasipa opisane su u poglavlju 1.5.

S obzirom na pretpotavku izvođenja nasipa od glinenog materijala iz nalazišta, koji ne odgovara uvjetima za izvedbu nasipa prema OTU za radove u vodnom gospodarstvu. Za ugradnju glinenih materijala u nasip predviđeno je poboljšanje ugradnjom geomreža s ciljem ojačanja nasipa. Geomreže se ugrađuju prema poprečnim profilima prikazanim u prilogima ovog glavnog projekta. Geomreže trebaju imati minimalne karakteristike materijala prikazane u sljedećoj tablici:

r.br.	Svojstvo	Metoda ispitivanja (norma ili jednakovrijedna)	Kriterij
1	materijal jezgre		PET (poliester)
2	materijal omotača		PE (polietilen)
3	vlačna čvrstoća uzdužno	EN ISO 10319	37 kN/m
4	vlačna čvrstoća poprečno		6 kN/m
5	izduljenje pri maksimalnom vlačnom opterećenju	EN ISO 10319	≤9%
6	minimalno vrijeme otpornosti na izloženost UV	EN ISO 20432	15 dana

Predmetna geomreža mora biti certificirana u skladu s Ekološkom deklaracijom o proizvodu prema međunarodnim standardima (kao što su ISO 14025, EN 15804 ili jednakovrijednim), koji dokumentira učinke proizvoda na okoliš tijekom cijelog životnog ciklusa mjerenjem određenih učinaka.

Redukcijski koeficijent za vijek od 120 godina $\leq 1,61$ sukladno EN ISO 20432 ili jednakovrijednom, za uvijete u tlu $4 \leq \text{pH} \leq 8$ i materijale gdje je $D_{50} \leq 0.7 \text{ mm}$ i $D_{90} \leq 4 \text{ mm}$.

3 GEOTEHNIČKE ANALIZE -DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA

3.1. OPĆENITO

Geotehničko projektiranje građevine provodi se sukladno Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22 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.
- **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 plohama posmičnog sloma.

Proračuni se provode na odabranim profilima koji uzimaju u obzir geometriju tla i 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), uzorkovanja poremećenih i neporemećenih uzoraka, mjerenje pojave i razine podzemne vode.
- laboratorijskih ispitivanja fizičkih i mehaničkih svojstava uzoraka tla.
- Interpretacije i obradu svih podataka geotehničkih istražnih radova te prikaz rezultata kroz izvještaje ispitivanju temeljnog tla.

Za projektirano stanje nasipa provedene su proračunske analize;

Analiza procjeđivanja u temeljom tlu i nasipu

Analize su provedene na odabranim poprečnim presjecima nasipa, uzimajući u obzir karakteristike koeficijenta vodopropusnosti tla.

Analize su provedene za stacionarno stanje tečenja i naglo sniženje (RDD – Rapid drawdown) u mreži konačnih elemenata u temeljnom tlu (program GeoStudio/SEEP). Rezultati su ocijenjeni preko vrijednosti izlaznih hidrauličkih gradijenata, odnosno brzina tečenja.

- Analize stabilnosti prokopa nasipa i temeljnog tla na pojavu klizanja

Za projektirani nasip provode se analize stabilnosti na klizanje, koje uključuju projektne situacije: kraj gradnje, 100 g. V.V., naglo sniženje (pad) vodostaja te kvazistatička potresna situacija.

Traži se zadovoljenje faktora sigurnosti prema Eurokodu 7 i 8 (HRN EN 1997-1 i HRN EN1995-5)

3.2. PARAMETRI MATERIJALA

Parametri materijala odabrani su na temelju provedenih istražnih radova te iskustveno pri čemu je izvršena grupacija materijala opisanih u poglavlju 1.4. Geotehnički sastav i svokjtva temeljnog tla Materijali su grupirani u ovisnosti o fizičkim i mehaničkim karakteristikama materijala, dubini pojavljivanja te ispitivanja provedenih na terenu.

U istom poglavlju prikazane su registrirane razine podzemne vode u bušotinama.

3.3.. ODABRANI RAČUNSKI MODELI ZA PROVOĐENJE GEOTEHNIČKIH ANALIZA PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE

Geotehničke analize, tj. dokazi o ispunjavanju stabilnosti i drugih zahtjeva, provedene su za prema procjeni jednu od nepovoljnijih geometrija karakterističnog profila, vezano za visine i nagibe pokosa, te širine bermi, usvojenu prema dostavljenim profilima: u zoni nasipa: N1_1 Računski model odabran je na temelju rezultata geotehničkih istražnih radova na mjestima bušotina P15 i P16

Tablica odabranih karakterističnih vrijednosti parametara materijala nasipa (sukadno opisanom u poglavlju 1.5.):

vrsta materijala	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedrenirana čvrstoća	Kx	Ky/Kx
	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ (°)	c_u (kPa)	(m/sec)	(m/sec)
CI-CH novi nasip	19,0	5	18	-	1,0e-9	0,33

Tablica usvojenih proračunskih vrijednosti parametara tla:

vrsta materijala	Zapreminska težina	kohezija	ef. kut trenja	Nedrenirana čvrstoća	Kx	Ky/Kx
	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ (°)	c_u (kPa)	(m/sec)	(m/sec)
CI/CL	19	4	22	60	1,0e-9	0,33
CH1	19	8	20	30	1,0e-9	0,33
GW/GFs	19	0	30	-	1,0e-4	0,8
Kamena obloga	19	0	40	-	1,0e-4	1

Razina vode u prokopu za mjerodavni scenario 100-godišnjeg povratnog perioda usvojena je prema hidrauličkom proračunu danom u mapi 2. I - 72160-GP-022-2023. na visini 110.9 m.n.m..

Razina podzemne vode za provođenje geotehničkih analiza usvojena je prema opisanom u poglavlju 1.5. na visini 106.4 m.n.m.. (prema rezultatima GIR na mjestu istražne bušotine P15)

3.4. ANALIZA PROCJEDIVANJA I HIDRAULIČKE STABILNOSTI

Analize procjediivanja 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 $0,50 < IC < 1,00$
0,65	Čvrsta glina $IC > 1,00$

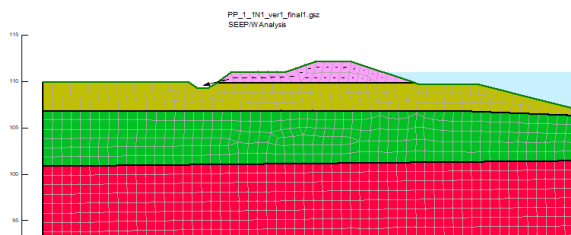
Tablica 2: Kriteriji dopuštenih hidrauličkih izlaznih gradijenata za filtarski zaštićen materijal:

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

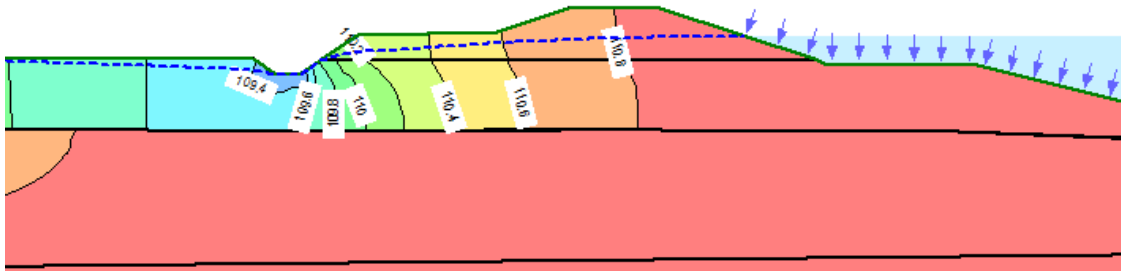
REZULTATI PRORAČUNA

- proračunski model

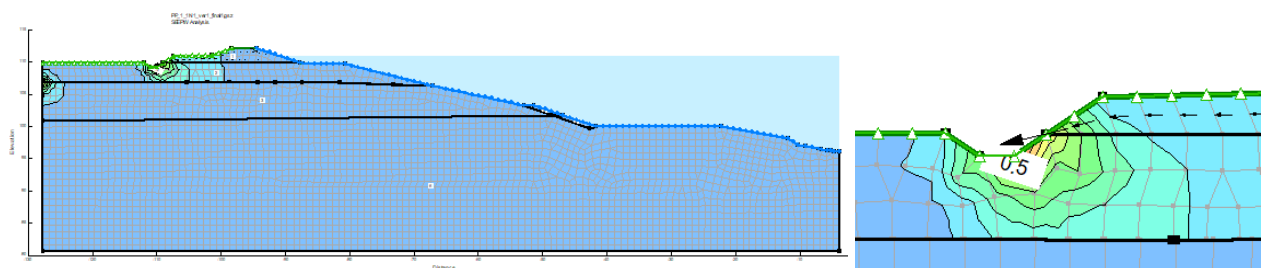
Color	Name	Model	K-Function	K_y/K_x Ratio
	1_Na sip_DU	Saturated / Unsaturated	1	0.33
	2_CL_NU	Saturated / Unsaturated	2_CL	0.6
	3_CH1_NU	Saturated / Unsaturated	3_CH1	0.3
	4_GW-GFs	Saturated / Unsaturated	6_GW	0.8
	6_GW	Saturated / Unsaturated	6_GW	0.8
	7_kamen	Saturated / Unsaturated	6_GW	1



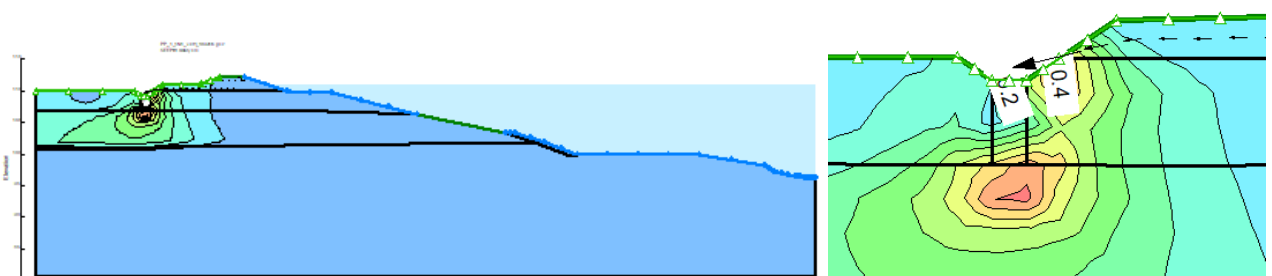
- ekvipotencijale



- prikaz izolinija izlaznog gradijenta i_{xy}



Dobiveni rezultat je na granici prihvatljivosti. Sukladno predviđenim mjerama na drugim nasipima, i na ovim nasipima preporuka je u dnu kanala kanala za odvođenje procijedih i zaobalnih voda na svakih 18 m izvesti drenažna rasterećenja (jame, tlocrtnih dimenzija cca 1x1m). Drenažna rasterećenja (jame) se oblažu geotekstilom te se zapunjavaju šljunkom granulacije 0-63 mm. Jama za drenažno rasterećenje u dno kanala se zatvara slojem kamene sitneži u debljini od 15 cm. Dubina drenažnog rasterećenja (jame) varira s obzirom na debljinu glinenog sloja u kojemu se to drenažno rasterećenje nalazi. Jama drenažnog rasterećenja u suštini treba probiti glineni sloj.



Za napomenuti je da su u proračunskom modelu ispod gornjeg glinovitog sloja (CI/CL) u debljini od cca 6m usvojeni parametri glinovitog sloja (CH1), Prema rezultatima provedenih GIR unutar ovog sloja javljaju se prašnasti pijesci, otprilike u na razini podzemne vode.

Na temelju provedenih analiza može se zaključiti kako je projektirana građevina hidraulički stabilna uz izvedbu tehničkih rješenja primijenjenih u računskim modelima.

3.5. ANALIZE STABILNOSTI

Proračuni stabilnosti se provode prema Eurokodu 7 – EN 1997 za granično stanje nosivosti prema proračunskom pristupu 3 (PP3) koji ima sljedeću kombinaciju grupa parcijalnih koeficijenata:

A1+M2+R3

M2 - proračunska vrijednost parametara čvrstoće tla koja se dobiva na način da se karakteristična vrijednost podijeli s parcijalnim koeficijentom za parametre tla.

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

3.5.1. SEIZMIČKI PARAMETRI

Analiza ponašanja nasipa pri seizmičkom opterećenju provedena je preko kvazidinamičkog 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.

Proračuni su provedeni prema projektnom pristupu 3, a traženi faktor sigurnosti na klizanje u tom slučaju je $F_s \geq 1,00$.

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	0,076
475 godina	0,155

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

gdje je: α - ubrzanje tla izraženo postotkom gravitacije g za potres povratnog razdoblja

$T=475$ god., za predmetnu lokaciju $\alpha=0,155 \cdot g$

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 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.): $F_H=0,5 \cdot \alpha \cdot S \cdot W=0,5 \cdot 0,155g \cdot 1,15 \cdot 1,0=$ **0,089g**

- vertikalna komponenta (PP=475g.): $F_V=\pm 0,5 \cdot F_H=\pm 0,5 \cdot 0,10g=\pm$ **0,045g**

3.5.2. PROJEKTNE SITUACIJE






Proračuni su provedeni na odabranom računskom modelu za najnepovoljnije projektne situacije:

R. br.	Projektna situacija	Klizna ploha
1	Kraj gradnje	Klizna ploha minimalnog F_s , nedrenirani parametri glinenih materijala nasipa, voda u temeljnom tlu.
2	Eksploatacija	Klizna ploha minimalnog F_s , drenirani parametri, voda u temeljnom tlu.
3	Visoka voda	Klizna ploha minimalnog F_s , drenirani parametri, voda na koti 100 god. visoke vode.
4	Potres	Klizna ploha minimalnog F_s , nedrenirani parametri čvrstoće za situaciju u kojoj je podzemna voda na koti istražnih radova i opterećenjem od potresa $T=475g$, $a_h=0,155g$






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

R.br.	Projektna situacija	F_s	Napomena
1	Kraj gradnje	<1	- dno prokopa,
1	Kraj gradnje	1,709	- obalni pokos
2	Eksploatacija	<1	- dno prokopa,
2	Eksploatacija	1.415	- obalni pokos
3	Visoka voda	1,340	- zaobalni pokos
4	Potres	1,350	- zaobalni pokos
5	Potres	1,365	- obalni pokos

Proračunski parametri tla:
 - nedrenirani uvjeti

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
	1_Nasip_DU	Mohr-Coulomb	18		5	18
	2_CL_NU	Undrained (Phi=0)	19	60		
	3_CH1_NU	Undrained (Phi=0)	20	50		
	4_GW-GFs	Mohr-Coulomb	19		0	34
	7_kamen	Mohr-Coulomb	19		0	42

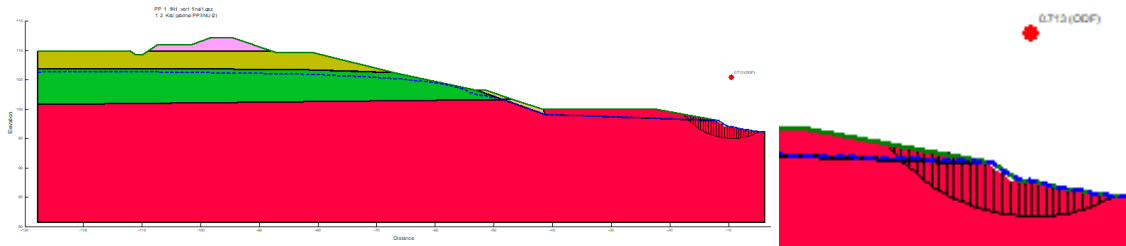
- drenirani uvjeti

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
	1_Nasip_DU	Mohr-Coulomb	18	5	18
	2_CL_DU	Mohr-Coulomb	19	4	22
	3_CH1_DU	Mohr-Coulomb	19	8	20
	4_GW-GFs	Mohr-Coulomb	19	0	34
	7_kamen	Mohr-Coulomb	19	0	42

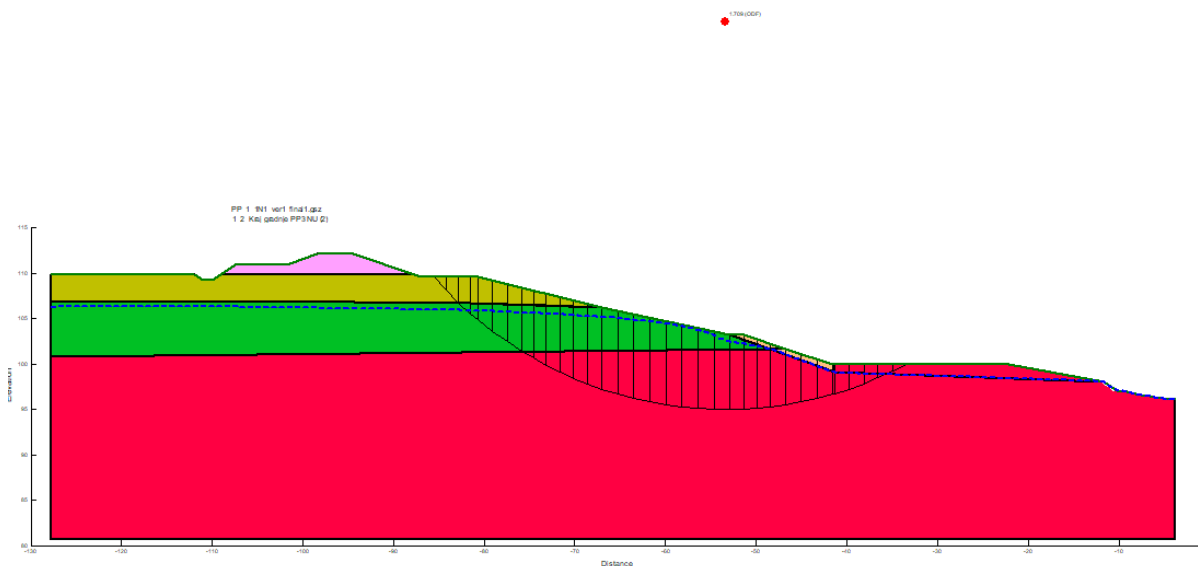
Pojedinačni prikaz rezultata proračuna stabilnosti

1 Kraj gradnje, obalni pokos

- ovdje se pojavljuju uglavnom plitke erozivne ploge pri dnu prokopa, s koeficijentom sigurnosti $F_s < 1$ (priložen primjer s $F_s = 0.713$)

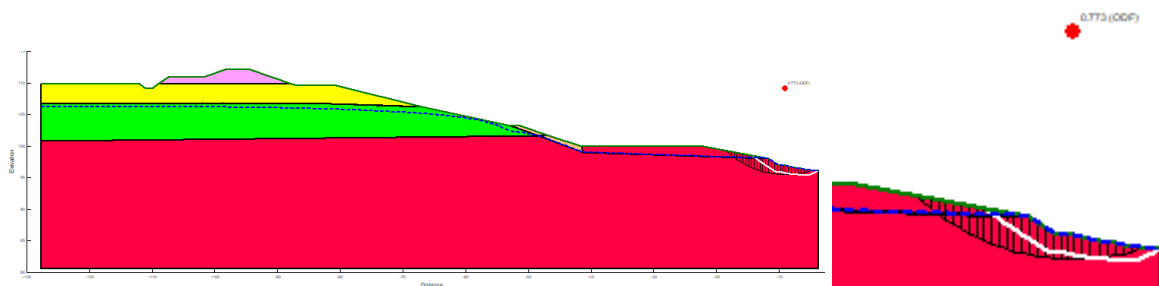


- na donjoj slici prikazana je ploha koja prolazi kroz trup prokopa s najmanjim koeficijentom sigurnosti (priložen primjer s $F_s = 1.709$)

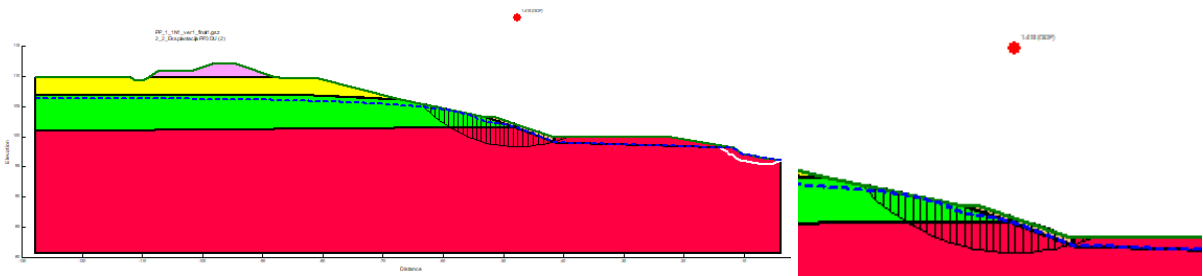


2 Eksploatacija, obalni pokos

- ovdje se pojavljuju uglavnom plitke erozivne ploge pri dnu prokopa, s koeficijentom sigurnosti $F_s < 1$ (priložen primjer s $F_s = 0.773$)

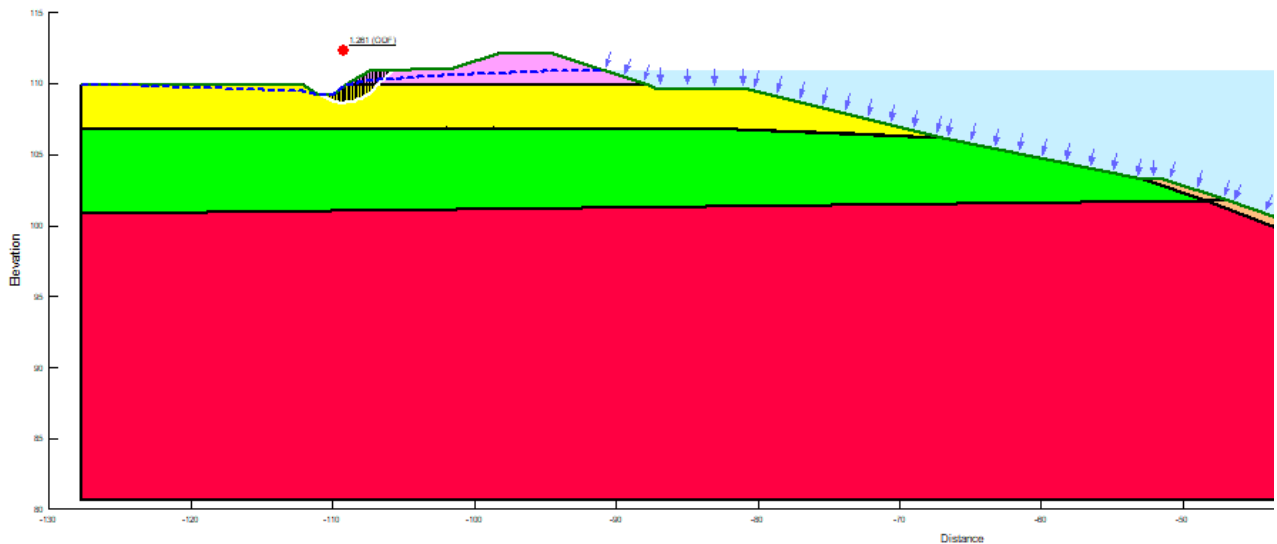


- na donjoj slici prikazana je ploha koja prolazi kroz trup prokopa s najmanjim koeficijentom sigurnosti (priložen primjer s $F_s=1.415$)



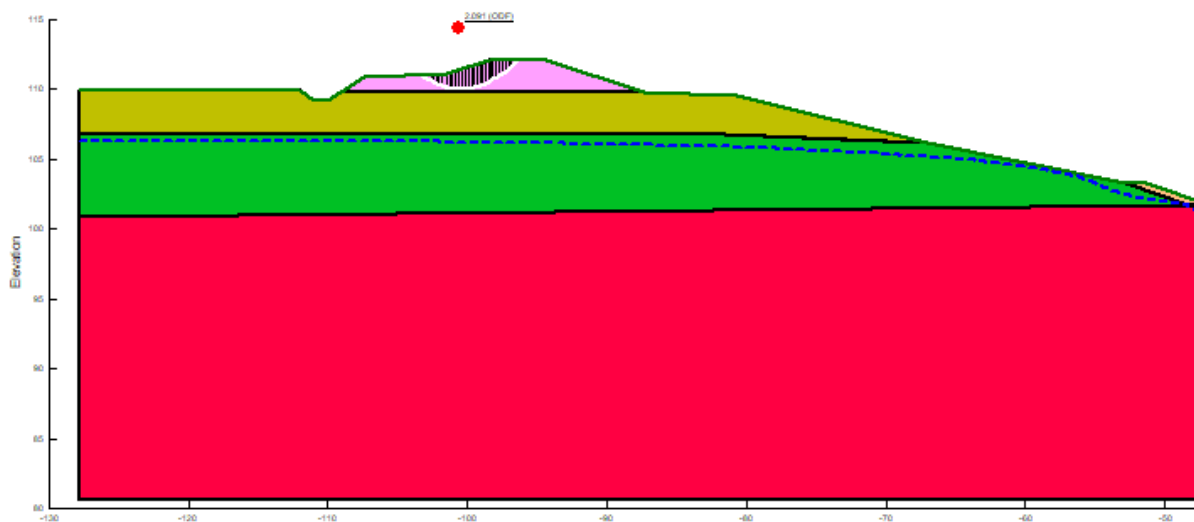
3. Visoka voda, zaobalni pokos

- na donjoj slici prikazana je ploha s najmanjim koeficijentom sigurnosti ($F_s=1.261$)



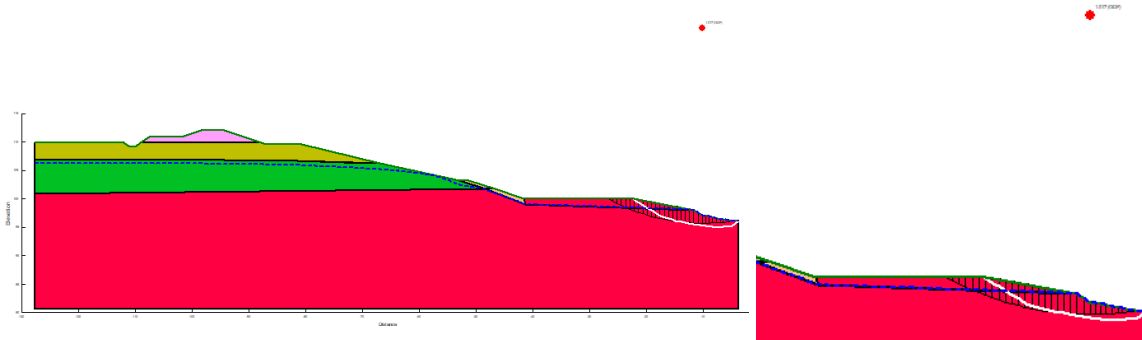
4. Potres, zaobalni pokos

- na donjoj slici prikazana je ploha s najmanjim koeficijentom sigurnosti ($F_s=2.091$)

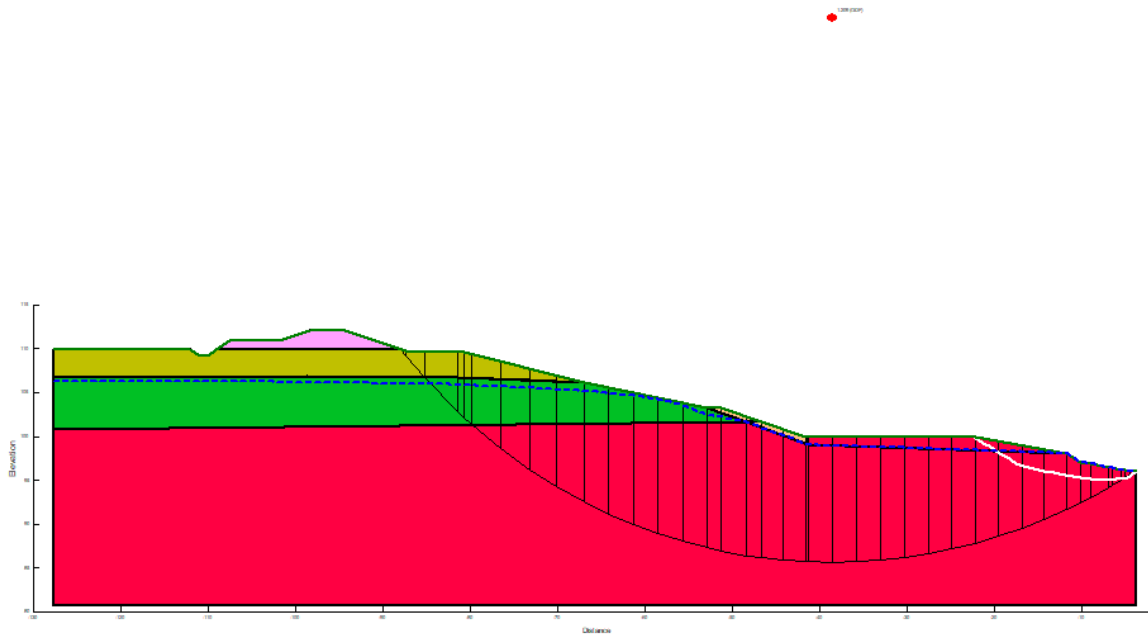


5. Potres, obalni pokos

- plohe s najmanjim koeficijentom sigurnosti $F_s=1.017$ pojavljuju se pri dnu prokopa



- na donjoj slici prikazana je ploha koja prolazi kroz trup prokopa s najmanjim koeficijentom sigurnosti (priložen primjer s $F_s=1.209$)



Prema provedenim analizama može se usvojiti da ke projektirana konstrukcija relativno stabilna uz uvjet korektne ugradnje glinenog i drenažnog materijala s predloženog nalazišta, izvedbe drenažnih rasterećenja (jama) na zaobalnoj strani i ojačanja nasipa geomrežama, sve ovisno o poprečnom presjeku. Ostaju nestabilne zone pri dnu prokopa.

Površinska stabilnost pokosa (stabilnost na pojavu erozije) postići će se humusiranjem I zatravljenjem.

4. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

Općenito

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

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

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

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

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

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

MJERE OSIGURANJA KVALITETE IZVEDBE

Pripremne radnje

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

Izvođač

Izvođač radova mora posjedovati zakonom tražene ateste o svojstvima za materijale koji se ugrađuju te ih zajedno sa nalazima ostalih kontrola treba dostavljati nadzornom inženjeru radi praćenja kvalitete i sigurnosti radova. Nadzorni inženjer nadalje prema dogovoru i potrebi dobivene podatke dostavlja projektantu. Ukoliko svojstva materijala ne zadovoljavaju projektom tražene uvjete, njihova upotreba i ugradnja nije dozvoljena bez odobrenja Projektanta.

Projektantski nadzor

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

Geotehnički nadzor

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

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

Osnovni ciljevi geotehničkog nadzora je evidentiranje promjena u temeljnom tlu u odnosu na provedene istražne radove (fotodokumentiranjem),

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

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

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

Sve što nije navedeno u ovom projektu, odnosno svi radovi na građevini, kontrola i obračun izvođenja obavljaju se prema navedenom u glavnim građevinskim projektrima nasipa mapa 3. I - 2165/22 i prokopa mapa 2. I - 72160-GP-022-2023.

Osim navedenog, prilikom nadzora treba voditi računa o navedenom u poglavlju 2.

TEHNIČKI OPIS PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE

5. PROCJENA TROŠKOVA IZGRADNJE

Procjena troškova izgradnje dana je u glavnim građevinskim projektima: nasipa mapa 3. I - 2165/22 i prokopa mapa 2. I - 72160-GP-022-2023, .

