



**GEOKON**

WWW.GEOKON.HR

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

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

Građevina: **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. faza izgradnje - nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana - Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 - N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (splitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje - Kamensko)**

Projektirani dio građevine:

**NASIP N5-nasip uz desnu obalu Korane**

Lokacija:

**Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje**

Naziv mape:

**Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane**

Razina razrade:

**Glavni projekt**

Strukovna odrednica: **Građevinski projekt**

Zajednička oznaka projekta (ZOP):

GP-5986/23

Oznaka mape: E-155-18-02

R. br. mape:

9.

Glavni projektant:

**Darko Jelašić, dipl.ing.građ.**

br. upisa G 160

Projektant:

Predsjednik uprave:

**Marko Kaić, mag.ing.aedif.**

br. upisa G 4575

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

Revizija / izdanje:

01

Mjesto, datum:

**Zagreb, rujan 2024. -  
ispravak 1**

## OVJERA PROJEKTA OD STRANE OVLAŠTENIH REVIDENATA

Investitor :	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220
Projektantski ured :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a
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. faza izgradnje – nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana – Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 – N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (splitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje – Kamensko)
Projektirani dio građevine:	NASIP N5-nasip uz desnu obalu Korane
Lokacija :	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje
ZOP :	GP-5986/23
Oznaka mape :	E-155-18-02



## POPIS SVIH PROJEKTANATA I SURADNIKA

<b>Investitor:</b>	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220
<b>Građevina:</b>	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. faza izgradnje – nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana – Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 – N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (splitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje – Kamensko)
<b>Glavni projektant :</b>	Darko Jelašić, dipl.ing.građ.
<b>ZOP:</b>	GP-5986/23

r.br. mape	Oznaka mape	Projektant	Suradnici	Tvrtka Projektanta
9.	E-155-18-02	Marko Kaić, mag.ing.aedif.	Bojan Despot, struč.spec.ing.aedif. Bruno Brckan, dipl.ing.građ Berislav Rupčić, dipl.ing.građ Bojan Ninčević, mag.ing.aedif. Josipa Danjo, mag.ing.aedif Silvija Miloš, mag.ing.aedif. Tomica Tomčić, ing.građ.	Geokon-Zagreb d.d.



## PREGLEDNA STRANICA

<b>Investitor:</b>	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220, OIB 28921383001		
<b>Projektantski ured:</b>	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnrjanska 16a, OIB 61600467614		
<b>Građevina:</b>	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. faza izgradnje – nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana – Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 – N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (plitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje – Kamensko)		
<b>Projektirani dio građevine:</b>	NASIP N5-nasip uz desnu obalu Korane		
<b>Lokacija:</b>	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje		
<b>Naziv mape:</b>	Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane		
<b>Razina razrade:</b>	Glavni projekt	<b>Strukovna odrednica:</b>	Građevinski projekt
<b>Zajednička oznaka projekta (ZOP):</b>	GP-5986/23	<b>Oznaka mape:</b>	E-155-18-02
<b>R.br. mape:</b>	9.		
<b>Oznaka Geokon-Zagreb:</b>	E-155-18-02	<b>Oznaka ugovora:</b>	U-155-18-01
<b>Glavni projektant:</b>	Darko Jelašić, dipl.ing.građ. br. upisa G 160		
<b>Projektant:</b>	Marko Kaić, mag.ing.aedif. br. upisa G 4575		
<b>Ovlašteni inženjer geodezije :</b>	dr.sc. Slaven Marasović, dipl.ing.geod. br. upisa Geo 781		
<b>Suradnici:</b>	Bojan Despot, struč.spec.ing.aedif. Bruno Brckan, dipl.ing.građ. Berislav Rupčić, dipl.ing.građ. Bojan Ninčević, mag.ing.aedif. Josipa Danjo, mag.ing.aedif. Silvija Miloš, mag.ing.aedif. Tomica Tomčić, ing.građ.		
<b>Pregledao:</b>	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.		
<b>Predsjednik uprave:</b>	Renato Lisica, dipl.ing.rud.		
<b>Revizija / izdanje:</b>	01		
<b>Mjesto i datum:</b>	Zagreb, rujan 2024. – ispravak 1		





## POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA

Investitor:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220
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. faza izgradnje – nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana – Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 – N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (splitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje – Kamensko)
Glavni projektant :	Darko Jelašić, dipl.ing.građ.
ZOP:	GP-5986/23

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	Hrvoje Kero, 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-O91.01.01-G01.0	Janja Kelić, mag.ing.aedif.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
6	Nasip uz desnu obalu Kupe (Nasip N3) - geotehnički dio	Građevinski projekt	G3-O91.01.01-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-projektni 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-O91.00.01-E02.0	Marko Grčić, struč.spec.ing.e l.	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-O91.00.01-E01.0	Marko Grčić, struč.spec.ing.e l.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
18	Crpna stanica Sajevec - konstrukcija	Građevinski projekt	G3-O91.02.01-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 lšek, 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.e l.	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-E02.0	Damir Hodak, struč.spec.ing.e l.	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	Dražen 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 $\Phi$ 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 $\Phi$ 150	Građevinski projekt	72160-GP-024-2023	Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
34	Rekonstrukcija postojećeg plinovoda $\Phi$ 110	Strojarski projekt	S3-O91.00.01-S01.0	Mislav Crnković dipl.ing.stroj.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
35	Rekonstrukcija postojećeg plinovoda $\Phi$ 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:

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: .....	VIII
IZJAVA PROJEKTANTA O SUKLADNOSTI PROJEKTA.....	XI
POPIS ZAKONA I PROPISA.....	XIII
<b>TEHNIČKI DIO</b>	<b>1-1</b>
1 UVOD .....	1-2
2 POPIS KORIŠTENIH PODLOGA.....	2-1
2.1 Tehničke podloge.....	2-1
2.2 Osvrt na elaborat dodatnih istražnih radova.....	2-1
2.2.1 Opće geološke značajke područja istraživanja .....	2-1
2.2.2 Seizmološki podaci .....	2-2
2.2.3 Geotehnička kategorizacija.....	2-6
2.2.4 Geotehnička istraživanja .....	2-7
2.2.5 Laboratorijska ispitivanja.....	2-11
2.2.6 Geofizički istražni radovi .....	2-12
2.2.7 Lokacija ispusne ustave.....	2-12
2.2.8 Materijali tla i podzemna voda.....	2-14
2.2.9 Nalazište materijala .....	2-20
2.3 Utvrđivanje položaja infrastrukture .....	2-24
3 TEHNIČKI OPIS.....	3-1
3.1 Opis građevine .....	3-1
3.2 Tehnički opis projektiranog dijela građevine .....	3-2
3.2.1 Nasip N5.....	3-3
3.2.2 Opis smještaja građevine na građevnoj čestici.....	3-6
3.2.3 Opis načina priključenja na prometnu površinu .....	3-6
3.2.4 Podaci za obračun komunalnog doprinosa .....	3-6
3.2.5 Podaci za obračun vodnog doprinosa .....	3-6
3.3 Tijek izvedbe .....	3-6
3.4 Projektirani vijek uporabe.....	3-7



3.5	Uvjeti za održavanje građevine .....	3-7
3.6	Pokusni rad .....	3-7
3.7	Utjecaj planiranog zahvata na okoliš i prirodu .....	3-7
3.7.1	Mjere zaštite okoliša tijekom pripreme i građenja .....	3-8
4	DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA.....	4-1
4.1	Općenito.....	4-1
4.2	Analize stabilnosti .....	4-2
4.2.1	Karakteristike materijala .....	4-2
4.2.2	Proračun nasipa za seizmičko opterećenje .....	4-11
4.3	Analiza procjeđivanja i hidrauličke stabilnosti .....	4-17
4.3.1	Karakteristike materijala .....	4-17
4.3.2	Projektne situacije.....	4-17
4.3.3	Računski modeli .....	4-18
4.3.4	Rezultati proračuna .....	4-19
4.3.5	Zaključak analize procjeđivanja i hidrauličke stabilnosti .....	4-20
4.4	Naponsko - deformacijska analiza slijeganja nasipa.....	4-21
4.4.1	Parametri materijala.....	4-21
4.4.2	Računski modeli .....	4-21
4.4.3	Projektna situacija.....	4-22
4.4.4	Rezultati naponsko - deformacijske analize .....	4-23
4.5	Dimenzioniranje mlazno injektiranih stupnjaka.....	4-26
4.5.1	Odabir tehnologije .....	4-26
4.5.2	Sadržaj cementa i vode u injekcijskoj smjesi.....	4-28
4.5.3	Analiza sastava injekcijske smjese.....	4-28
5	TEHNIČKI UVJETI IZVEDBE I PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE .....	5-30
5.1	Općenito.....	5-30
5.2	Mjere osiguranja kvalitete projektiranja .....	5-30
5.2.1	Organizacijske mjere osiguranja kvalitete projektiranja .....	5-30
5.2.2	Tehničke mjere osiguranja kvalitete projektiranja .....	5-30
5.3	Mjere osiguranja kvalitete izvedbe .....	5-31
5.3.1	Pripremne radnje.....	5-31
5.3.2	Izvođač.....	5-31
5.3.3	Projektantski nadzor.....	5-31
5.3.4	Geotehnički nadzor.....	5-31
5.3.5	Pripremni radovi .....	5-32



5.3.6	Zemljani radovi.....	5-37
5.3.7	Sanacija okoliša gradilišta.....	5-57
5.3.8	Geotehnički radovi.....	5-57
5.3.9	Radovi na kolničkoj konstrukciji.....	5-61
5.4	Opće mjere zaštite na radu .....	5-71
5.4.1	Zemljani radovi.....	5-71
5.4.2	Tesarski radovi .....	5-71
5.4.3	Radovi na betoniranju .....	5-72
5.4.4	Gradilište .....	5-72
5.4.5	Odgovornost za provedbu tehničkih mjera zaštite na radu za vrijeme izvedbe objekta.....	5-73
6	PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE .....	6-1
7	GRAFIČKI I DRUGI PRILOZI .....	7-1



## IZJAVA PROJEKTANTA O SUKLADNOSTI PROJEKTA

Na temelju članka 70. stavka 1., točke 1. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) dajem:

**IZJAVA PROJEKTANTA da je Glavni projekt izrađen u skladu s lokacijskom dozvolom i drugim propisima, uvjetima i pravilima iz članka 68. stavka 2. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)**

**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. faza izgradnje – nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana – Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 – N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (splitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje – Kamensko)

**Projektirani dio :** NASIP N5-nasip uz desnu obalu Korane

**Naziv mape :** Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane

**Razina razrade :** Glavni projekt

**Strukovna odrednica:** Građevinski projekt

**ZOP :** GP-5986/23

**Oznaka i r. br. mape:** E-155-18-02, 9.

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

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

– **Potvrđujem da je glavni projekt izrađen u skladu s:**

- Lokacijskom dozvolom Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (Klasa: UP/I-350-05/09-01/59, ur.br.: 531-06-10-13 od 29. srpnja 2010.),
- Izmjenom i dopunom lokacijske dozvole Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (Klasa UP/I-350-05/10-01/138, Ur. broj: 531-06-10-2 od 21. listopada 2010.),
- II. Izmjenom i dopunom lokacijske dozvole Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja (Klasa: UP/I-350-05/14-01/10, Ur. broj: 531-05-14-2 od 24. ožujka 2014.),
- III. Izmjenom i dopunom 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 lokacijskim uvjetima određenima tom dozvolom.
- Rješenjem o prihvatljivosti izgradnje sustava obrane od poplava Srednjeg posavlja za okoliš, Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, klasa: UP/I-351-03/07-02/54, urbroj: 531-08-1-1-2-6-08-11 od 20. svibnja 2008.
- Rješenjem o prihvatljivosti sustava zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja, I. faza – karlovačko područje za okoliš i ekološku mrežu (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, klasa: UP/I-351-03/18-02/49, urbroj: 517-03-1-2-19-35 od 06.08.2019.
- Rješenjem o prihvatljivosti sustava zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja, II. faza



- sisačko područje za okoliš i ekološku mrežu (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, klasa: UP/I-351-03/19-08/18, urbroj: 517-03-1-2-20-43 od 05.10.2020.

- Zakonima i propisima navedenim u popisu ove izjave i
- drugim propisima, uvjetima i pravilima iz članka 68. stavka 2. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19).

Zagreb, rujan 2024. – ispravak 1

**Projektant:**

Marko Kaić, mag.ing.aedif.





## POPIS ZAKONA I PROPISA

### Popis zakona:

- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19)
- Zakon o vodama (66/19, 84/21)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18 i 96/18)
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09., 55/13., 153/13., 41/16, 114/18 i 14/21)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- 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 prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19)
- Zakon o gospodarenju otpadom (NN 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 općoj sigurnosti proizvoda (NN 30/09, 139/10, 14/14 i 32/19)
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanje sukladnosti (NN 126/21)

### Popis tehničkih propisa i pravilnika:

- 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)
- 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)
- Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN 48/18)
- Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN 141/2011)
- Pravilnik o načinu provedbe stručnog nadzora građenja, uvjetima i načinu vođenja građevinskog dnevnika te o sadržaju završnog izvješća nadzornog inženjera (NN 131/21)
- Pravilnik o kontroli projekta (NN 32/14, 72/20)
- Opći tehnički uvjeti za radove na cestama (Hrvatske ceste, 2001.) - u dijelu koji nije u suprotnosti s važećom regulativom RH,
- Opći tehnički uvjeti za radove u vodnom gospodarstvu (Hrvatske vode, 2011.) - u dijelu koji nije u suprotnosti s važećom regulativom RH,



### 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:2012 - 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 12716:2019 Izvedba posebnih geotehničkih radova – Mlazno injektiranje (EN 12716:2018)
- HRN EN 206:2014 Beton - 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost
- HRN EN 197-1:2012: Cement - 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti cementa opće namjene (EN 197-1:2011)
- HRN EN 12620:2013 Agregati za beton (EN 12620:2013)
- HRN EN 1008:2002 Voda za pripremu betona (EN 1008:2002)
- HRN EN 10080:2012 Čelik za armiranje betona (EN 10080:2005)

Zagreb, rujan 2024. – **ispravak 1**

Projektant:  
Marko Kaić, mag.ing.aedif.



**GEOKON**

WWW.GEOKON.HR

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

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

Razina razrade: **Glavni projekt**

Strukovna  
odrednica: Građevinski projekt

ZOP: GP-5986/23

Oznaka mape: E-155-18-02

## TEHNIČKI DIO

**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:**

Građevina:

**4. faza izgradnje - nastavak iskopa glinenog materijala u cijelom gabaritu prokopa za izgradnju nasipa sustava obrane od poplava karlovačkog područja, prokop Korana - Kupa, nasipi uz lijevu i desnu obalu prokopa, desnu obalu Kupe, lijevu obalu Korane i uz ispusnu ustavu (N1 - N5), upusna i ispusna ustava, građevine za odvodnju zaobalnih voda, uklanjanje dijela nasipa u sklopu zahvata dionice državne ceste D1 (splitski pravac, brza cesta kroz Karlovac, II. etapa I. faze) i 5. faza izgradnje - most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje - Kamensko)**

Projektirani dio: NASIP N5-nasip uz desnu obalu Korane

Projektant: Marko Kaić, mag.ing.aedif.

Mjesto, datum: Zagreb, rujan 2024. - ispravak 1



## 1 UVOD

Temeljem ugovora evidencijskog broja 21-449/18 Hrvatskih voda, zaključenog između Hrvatske vode, kao Investitora i Zajednice Izvršitelja koju čine Institut IGH d.d., Vodoprivredno-projektirni biro d.d., Geokon-Zagreb d.d., Elektroprojekt d.d. i HIDROING d.o.o. kao Izvoditelja, izvršeni su radovi na izradi projekta „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“. U sklopu navedenog projekta tvrtka Geokon-Zagreb d.d. izvršila je radove na izradi mape projekta „Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane“.

Predmetni glavni projekt se odnosi na IZGRADNJU 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, a prema važećoj lokacijskoj dozvoli.

Temeljna podloga ovom glavnom projektu je "Idejni projekt prokopa Korana – Kupa s pratećim objektima, oznake idejnog projekta: 31/2019, izrađen od poduzeća Hidroinženjering d.o.o., Okučanska 30, 10000 Zagreb., studeni 2021. - Ispravak br.1“.

Poglavlje 2 ovog projekta pruža pregled podloga korištenih u ovom projektu te osvrt na provedene geotehničke istražne radove. U poglavlju 3 ovog projekta dan je tehnički opis sa razrađenim fazama rada. U poglavlju 4 provedeni su dokazi o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva koje građevina mora ispuniti. U poglavlju 5 daje se program kontrole i osiguranja kvalitete projektnog rješenja s tehničkim uvjetima za bitne elemente konstrukcije i izvedbe. U poglavlju 6 dana je procjena troškova projektiranih radova. Grafički i drugi prilozi su dani u poglavlju 7.

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

**Projektant :**

**Marko Kaić, mag.ing.aedif.**

(M.P.)



## 2 POPIS KORIŠTENIH PODLOGA

### 2.1 TEHNIČKE PODLOGE

Slijedeća dokumentacija je korištena kao podloga pri izradi projekta:

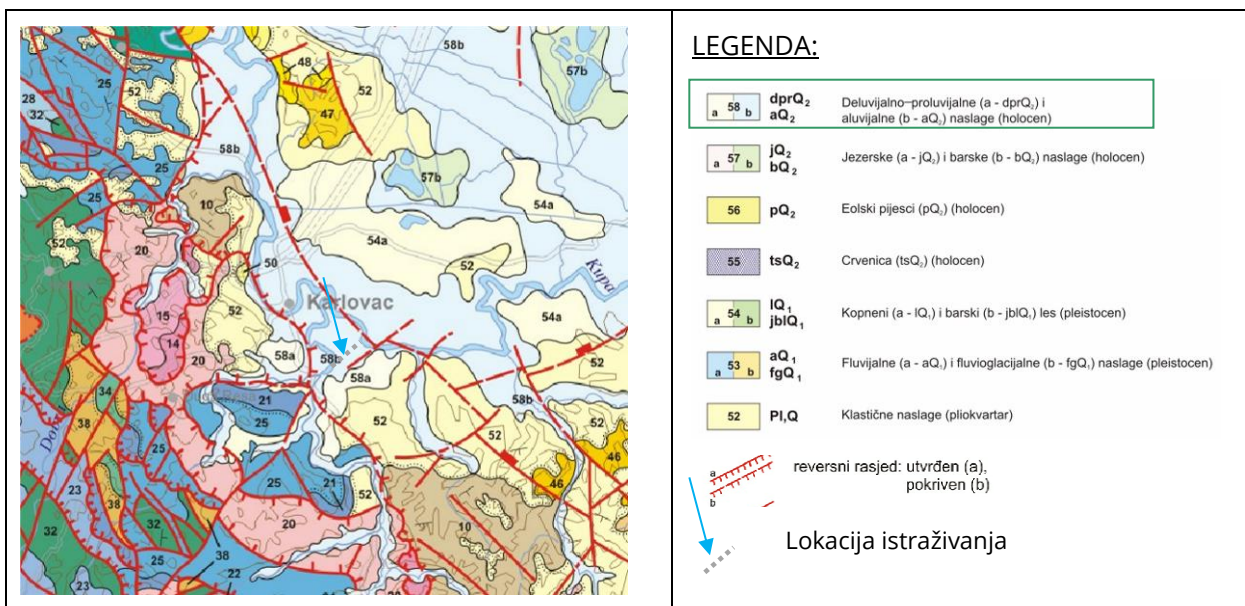
r.br.	vrsta podloge	naziv; (oznaka); mjesto; datum; izvođač	naručitelj	napomena
1.	Idejni projekt	"Idejni projekt prokopa Korana – Kupa s pratećim objektima" (oznaka 31/2019), studeni 2021. - Ispravak br.1 Hidroinženjering d.o.o.	HRVATSKE VODE,	
2.	Geotehnički elaborat	„Dodatni geotehnički istražni radovi za Glavni projekt prokopa Korana - Kupa i pratećih objekata“ (E-155-18-01) Zagreb, listopad 2020 Geokon-Zagreb d.d.	HRVATSKE VODE,	
3.	Geotehnički izvještaj	„Dodatni geotehnički istražni radovi za projekt eksploatacije materijala iz iskopa prokopa za potrebe nalazišta materijala“ (72150-50/20) Zagreb, lipanj 2020 INSTITUT IGH d.d.	HRVATSKE VODE	-

### 2.2 OSVRT NA ELABORAT DODATNIH ISTRAŽNIH RADOVA

#### 2.2.1 OPĆE GEOLOŠKE ZNAČAJKE PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

Opća geologija područja istraživanja u mjerilu 1:300 000 definirana je Geološkom kartom Republike Hrvatske te pripadajućim tumačem. Prema spomenutim publikacijama, lokacija se nalazi u aluvijalnoj ravnici rijeka Korane i Kupe, koju izgrađuju aluvijalne naslage istaložene tijekom kvartara. Na širem istraživanom području aluvijalna terasa omeđena je nešto starijim deluvijalno-proluvijalnim naslagama te naslagama pliokvartara.

Na sljedećoj slici prikazan je isječak iz Geološke karte Republike Hrvatske s pripadajućom legendom i ucrtanim položajem lokacije istraživanja.



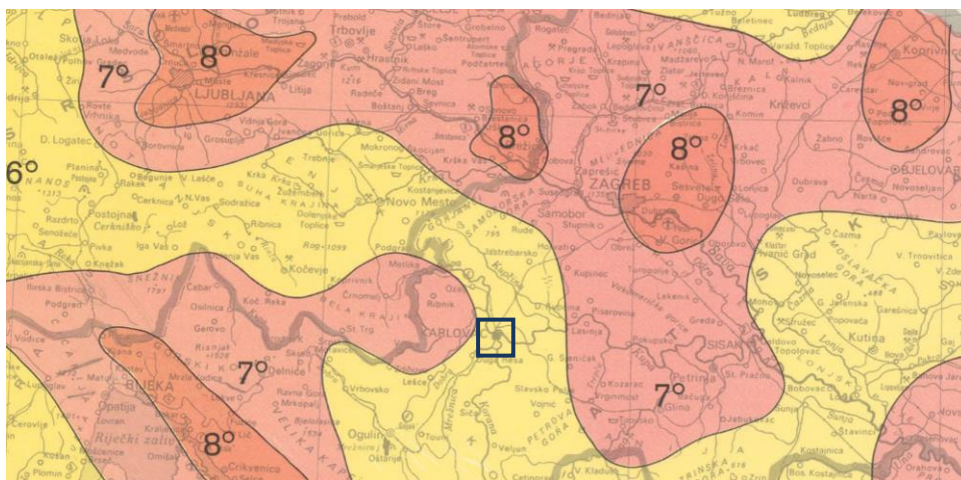
## 2.2.2 SEIZMOLOŠKI PODACI

U ovom poglavlju prikazani su seizmološki podaci potrebni za određivanje projektnih seizmičkih parametara za predmetnu lokaciju istraživanja.

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

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

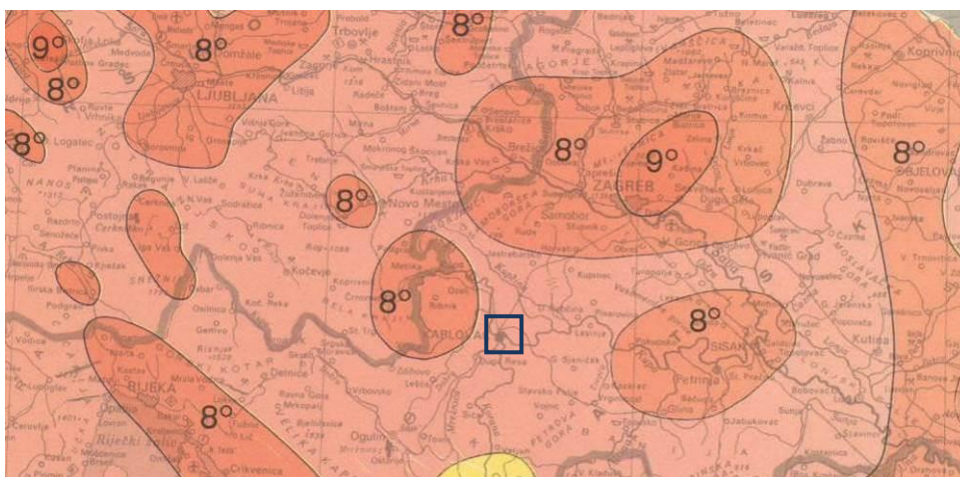
ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 100 GODINA



ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 500 GODINA

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





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 <sub>max</sub> (°) 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  $g$  ( $1g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ).

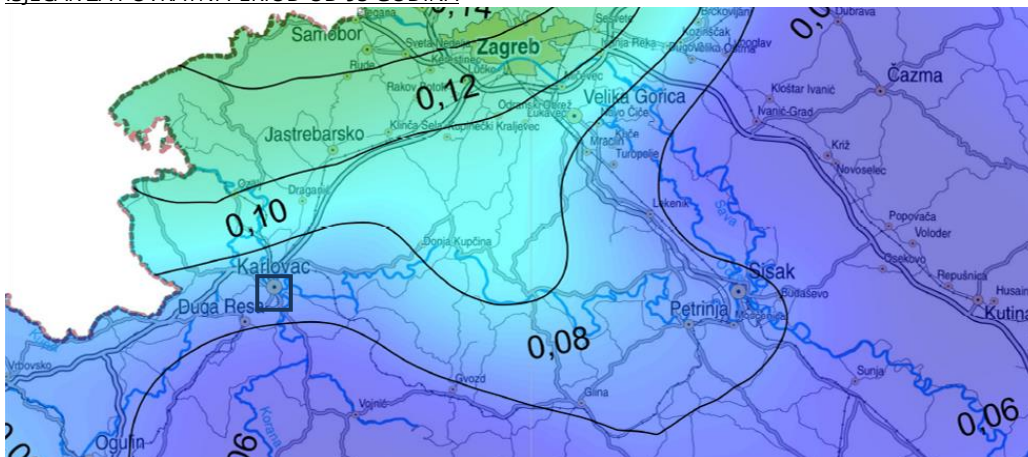
Iznosi poredbenih vršnih ubrzanja na karti prikazani su izolinijama s rezolucijom od 0,02  $g$ . Numerički navedene vrijednosti na karti odnose se na prostor između dvije susjedne izolinije. U slučaju dvojbe valja uzeti prvu susjednu veću vrijednost.

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

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

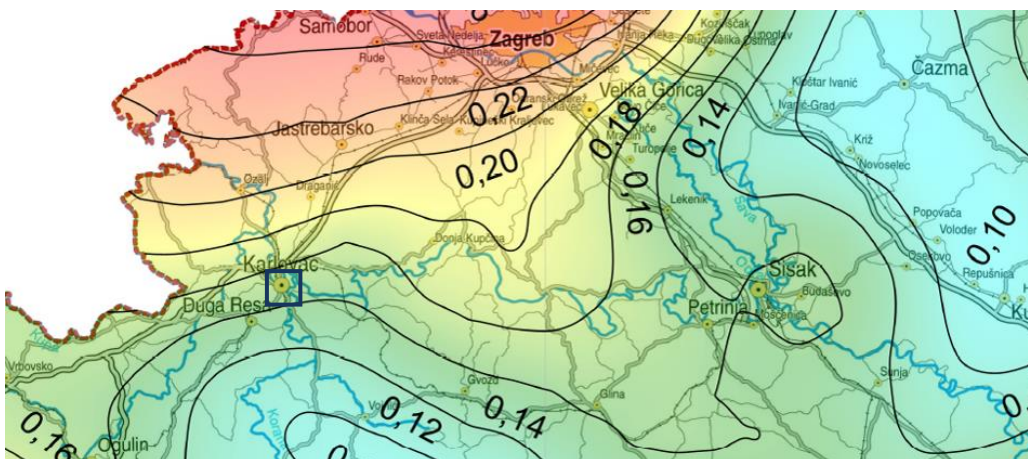


ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 95 GODINA



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

ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 475 GODINA



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

$T_{DLR}$  – DLR = Damage Limitation Requirement;  $T_{NCR}$  - NCR = No-Collapse Requirement

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.

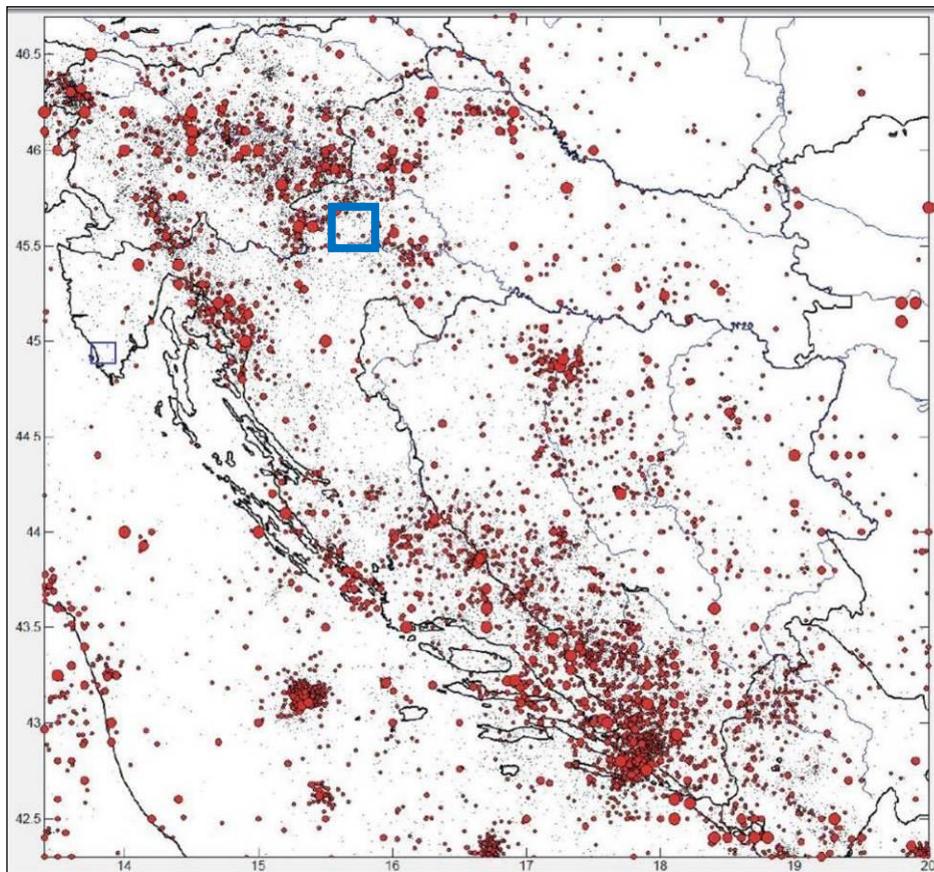
Današnja mreža seizmografa u Hrvatskoj omogućuje da se godišnje prosječno locira i u katalog uvrsti





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

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** sukladno sljedećoj tablici.

Geotehnička sredina	Opis geotehničke sredine	$V_{s30}$	$N_{SPT}$	$C_u$
A	Stijena ili neka druga geološka formacija slična stijeni koja uključuje najviše 5 m slabijeg materijala na površini.	>800	-	-
B	Nanosi vrlo zbijenoga pijeska, šljunka ili polučvrste i čvrste gline debljine najmanje nekoliko desetaka metara koje karakterizira postupno poboljšanje mehaničkih svojstava s dubinom.	360 - 800	>50	>250
<b>C</b>	<b>Nanosi zbijenog ili srednje zbijenoga pijeska, šljunka ili krutoplastične gline debljine od nekoliko desetaka do više stotina metara.</b>	<b>180 - 360</b>	<b>15-50</b>	<b>70 - 250</b>
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:**

$V_{s30}$ - srednja vrijednost brzine poprečnih površinskih valova
$N_{SPT}$ - standardni penetracijski test (broj udaraca/30cm)
$C_u$ - posmična čvrstoća tla

### 2.2.3 GEOTEHNIČKA KATEGORIZACIJA

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

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

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



<b>geotehnička kategorija</b>	2.
<b>općenito</b>	Uobičajena vrste konstrukcija i temelja, koja ne uključuju pretjerane opasnosti, neobične ili izuzetno teške uvjete u temeljnom tlu ili uvjete opterećenja, te je moguće uz kvantificirane geotehničke podatke i analize rutinskim postupcima provesti projektiranje i gradnju temelja sa zanemarivim opasnostima za vlasništvo i živote.
<b>geotehnički hazard</b>	Srednji.
<b>uvjeti u tlu</b>	Uvjeti u tlu mogu se odrediti iz istražnih radova.
<b>podzemna voda</b>	Mjereno od ušća bušotine, razina podzemne vode je registrirana na dubinama od 0,75 m do 3,3 m u bušotinama na trasi budućih nasipa N1 i N2 te na poziciji CS Sajevec. U bušotinama na poziciji ispusne ustave podzemna voda je registrirana na dubini od 5,0 do 6,4 m.
<b>istražni radovi</b>	Potrebni su kvantitativni geotehnički podaci dobiveni rutinskim terenskim istražnim radovima i laboratorijskim ispitivanjima.
<b>regionalna seizmičnost</b>	<u>Maks. intenzitet potresa prema MCS skali</u> - $I_{max} = 6^{\circ}$ MCS za PP od 100 godina - $I_{max} = 7^{\circ}$ MCS za PP od 500 godina <u>Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A</u> - $a_{gR} = 0,075 - 0,076$ g za PP od 95 godina - $a_{gR} = 0,152 - 0,155$ g za PP od 475 godina <u>Lokalno temeljno tlo prema EC8</u> - tip tla C
<b>utjecaj okoliša</b>	Rješava se rutinskim postupcima dimenzioniranja.
<b>osjetljivost konstrukcije</b>	Nema podataka. Pretpostavlja se srednja osjetljivost.
<b>veličina konstrukcije</b>	Nasip N5 visine do 10 m.
<b>geotehnički rizik</b>	Srednji.
<b>projektni postupci</b>	Geotehničke analize stabilnosti, slijeganja i procjeđivanja, po potrebi i složene analize.

## 2.2.4 GEOTEHNIČKA ISTRAŽIVANJA

### 2.2.4.1 Terenski istražni radovi

Terenski istražni radovi sastojali su se od slijedećih segmenata:

- Istražno bušenje uz geotehnički nadzor, identifikaciju i klasifikaciju jezgre bušenja
- Uzorkovanje tla
- Ispitivanje standardnog penetracijskog testa u bušotini (SPT)
- Ispitivanje džepnim penetrometrom i džepnom krilnom sondom na jezgri bušenja
- Zatrpavanje bušotina bentonitnom smjesom i bušaćom jezgrom
- Praćenje pojave i razine podzemne vode u bušotinama.



## 2.2.4.2 Istražno bušenje uz geotehnički nadzor, identifikaciju i klasifikaciju jezgre bušenja

U cilju osiguranja kvalitete i koordinacije terenskih i laboratorijskih istražnih radova te izrade geotehničkog elaborata istražno bušenje je izvedeno uz kontinuirani geotehnički nadzor. Izvedene su 23 istražne bušotine dubine od 5,00 do 25,00 m. Istražno bušenje je izvedeno u veljači, ožujku i studenom 2019. godine na poziciji ispusne ustave i nasipa N1 i N2, te u kolovozu i rujnu 2020. godine na poziciji CS Sajevec. Položaj bušotina prikazan je na situaciji u prilozi 1.

Istražne bušotine su izvedene strojnom garniturom "Comacchio GEO 205". Bušenja su izvedena rotacijski, "na suho", uz kontinuirano jezgrovanje vidija bušačom krunom i jednostrukom jezgrenom cijevi. Od zarušavanja stjenke bušotina su štice čeličnim kolonama.

Terenska razredba (klasifikacija) i raspoznavanje (identifikacija) slojeva tla nabušene jezgre pomaže u odabiru mjerodavnih uzoraka tla dobivenih istražnim bušenjem kao i za daljnja detaljnija ispitivanja u laboratoriju.

Podatke o izvedenim bušotinama pruža sljedeća tablica (koordinatni sustav HTRS96/TM, visinski HVR571).

OZNAKA BUŠOTINE		DATUM IZVOĐENJA.	KOORDINATE I VISINA UŠĆA BUŠOTINE			DUBINA BUŠOTINE (m)	GRAĐEVINA
VANJSKA	INTERNA (Geokon - Zagreb)		E	N	H		
G-1	S-155-18-01	26.03.2019.	427470,31	5039522,79	108,98	25,00	Ispusna ustava
G-2	S-155-18-02	21.03.2019.	427542,22	5039550,29	110,40	25,00	Ispusna ustava
G-3	S-155-18-03	28.03.2019.	427427,87	5039502,88	108,14	6,00	Ispusna ustava
G-4	S-155-18-04	25.03.2019.	427639,76	5039546,36	110,26	5,50	Ispusna ustava
B-1	S-155-18-05	25.11.2019.	429177,20	5038356,32	110,30	8,00	Nasip N1
B-2	S-155-18-06	26.11.2019.	428855,59	5038248,56	111,10	8,00	Nasip N1
B-3	S-155-18-07	28.11.2019.	428696,12	5038196,28	111,00	8,00	Nasip N1
B-4	S-155-18-08	28.11.2019.	428527,87	5038148,52	111,10	8,00	Nasip N1
B-5	S-155-18-09	27.11.2019.	428377,72	5038066,19	111,30	10,00	Nasip N1
B-6	S-155-18-10	26.11.2019.	428259,75	5038005,96	111,50	10,00	Nasip N1
B-7	S-155-18-11	29.11.2019.	428116,06	5037904,62	111,60	10,00	Nasip N1
B-8	S-155-18-12	04.06.2019.	428005,03	5037541,31	110,46	10,00	Nasip N1 - čep
B-9	S-155-18-13	03.06.2019.	427940,05	5037878,98	110,93	8,00	Nasip N2
B-10	S-155-18-14	11.06.2019.	428155,70	5038149,62	112,95	5,00	Nasip N2
B-11	S-155-18-15	31.05.2019.	428358,07	5038236,66	110,52	6,00	Nasip N2
B-12	S-155-18-16	28.05.2019.	428502,97	5038360,34	113,43	5,00	Nasip N2
B-13	S-155-18-17	31.05.2019.	428676,43	5038423,51	113,61	6,00	Nasip N2
CS-1	S-155-18-18	05-07.06.2019.	428073,36	5037736,68	110,52	20,00	Crpna stanica
CS-2	S-155-18-19	24-26.08.2020.	428076,30	5037753,98	110,51	15,00	Crpna stanica
CS-3	S-155-18-20	07-08.09.2020.	428098,62	5037753,22	110,48	20,00	Crpna stanica
CS-4	S-155-18-21	26.08.-04.09.2020.	428092,35	5037739,42	110,41	20,00	Crpna stanica
CS-5	S-155-18-22	04.09.2020.	428090,28	5037729,79	110,48	10,00	Crpna stanica
CS-6	S-155-18-23	08.09.2020.	428109,46	5037740,57	110,43	15,00	Crpna stanica



Prilikom izrade geotehničkog elaborata korišteni su i podaci o prethodno provedenim istražnim radovima [2]. U slijedećoj tablici prikazani su podaci o bušotinama:

OZNAKA BUŠOTINE	DATUM IZVOĐENJA.	KOORDINATE I VISINA UŠĆA BUŠOTINE			DUBINA BUŠOTINE (m)	GRAĐEVINA
		E	N	H		
P-1	11.-12.10.2016.	428037,11	5037679,99	110,61	20,00	Nasip N1
P-5	19.-24.10.2016.	427893,80	5037738,88	110,80	23,50	Nasip N2
P-11	16.-17.11.2016.	428020,73	5038013,43	110,79	15,00	Nasip N2
P-13	21.11.2016.	429014,10	5038333,43	110,45	15,00	Nasip N1
P-15	24.11.2016.	429338,44	5038310,26	109,93	15,00	Nasip N1
P-25	24.-27.02.17.	427861,27	5 039 529,20	110,37	25,00	Nasip N5
P-26	20.02.17.	427602,67	5039559,22	110,52	15,00	Nasip N5
P-29	28.02.2017.	427469,29	5039503,66	109,14	15,00	Nasip N5

### 2.2.4.3 Uzorkovanje tla

Cilj uzorkovanja je dobivanje uzoraka za identifikaciju tla i laboratorijska ispitivanja radi određivanja geotehničkih svojstava temeljnog tla. U geotehničkom laboratoriju određivana su fizikalna i mehanička svojstva na neporemećenim i poremećenim uzorcima, a u skladu s akreditiranim normama.

Za uzorkovanje neporemećenih uzoraka tla korišten je uzorkivač. Nakon što je dosegnuta odgovarajuća dubina, uzorkivač se spuštao u bušotinu. Dubinu uzorkovanja na terenu definirao je geotehnički nadzor. Uzorci su se nakon vađenja ostavljali u cilindrima kako bi se sačuvali od poremećaja i gubitka vlage.

Poremećeni uzorci za klasifikacijska ispitivanja uzimani su sistematski iz svakog sloja, minimalno po jedan uzorak. Uzorci su uzimani iz sanduka, a nakon fotografiranja jezgre. Poremećeni uzorci su pohranjivani u plastične vrećice kako bi se zaštitili od gubitka vlage.

Prilikom transporta uzorci su pohranjeni u odgovarajućem sanduk u kojemu su zaštićeni od mogućih vanjskih utjecaja (vrućine, hladnoće, vibracija i udaraca). Po preuzimanju uzoraka, izvršen je njihov popis (broj NU i PU), pregled te su zaduženi i pohranjeni u vlažnoj komori. Nakon što je definiran laboratorijski program ispitivanja, na ispitnim uzorcima su se izvela odgovarajuća ispitivanja.

Svi uzorci su pravovaljano označeni, a u slijedećoj tablici prikazan je način označavanja bušotine i ispitnog uzoraka prema broju radnog naloga.

Oznaka radnog naloga	Oznaka bušotine	Oznaka uzorka	Opis
NA-155-18	S-155-18-01	S-155-18-01-01	Bušotina br. 1, ispitni uzorak broj 01

### 2.2.4.4 Standardni penetracijski test (SPT)

Rezultati ispitivanja SPT-a služe za:

- procjenu parametara čvrstoće i relativne zbijenosti nekoherentnih materijala prema postojećim korelacijama, te
- uspostavljanje neposrednih korelacija SPT s rezultatima laboratorijskih pokusa.

Uz svako mjerno mjesto zabilježene su slijedeće informacije: dubina i profil zacjevljenja, nivo vode u





bušotini, tip šipki koje su se koristile. Nakon spuštanja cilindra sa šipkama u bušotini se zabilježila dubina do dna bušotine, te iznos inicijalne penetracije cilindra u tlo pod utjecajem vlastite težine i težine šipki i opreme.

Za SPT pribor na strojnoj garnituri "COMACCHIO GEO 205" - Geokon-Zagreb provedeno je umjeravanje prema postupku propisanom normom ASTM D4633-05 „Standard test of method for Energy measurements for dynamic penetrometers“. Pri umjeravanju izmjerena je prenesena energija kod izvođenja standardnog penetracijskog testa i određen je faktor korekcije energije  $k_{60}$  u skladu točkom A.1 norme ISO 22476-3 2005 "Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Terensko ispitivanje -- 3. dio: Ispitivanje standardnim prodiranjem (SPT)". Faktor korekcije energije ( $k_{60}$ ) je odnos između stvarno prenesene energije i 60% teoretske potencijalne energije za propisan standardizirani SPT pribor koji se određuje prema izrazu:

$$k_{60} = E_r / 60$$

gdje je:

$E_r = E_{meas} / E_{theor}$  [%] koeficijent energije

$E_{meas}$  izmjerena (stvarna) energija koja je prenesena na šipke, (mjereno neposredno ispod nakovnja)

$E_{theor}$  potencijalna (teoretska) energija utega na normom određenoj visini iznad nakovnja.

Za SPT pribor na strojnoj garnituri "COMACCHIO GEO-205 izmjerena prosječna energija iznosila je  $E_{meas} = 0,357 \text{ kNm}$ . Potencijalna energija utega na normom određenoj visini iznad nakovnja iznosi  $E_{theor} = 0,475 \text{ kNm}$ . Prema prethodno navedenom izrazu faktor korekcije energije,  $k_{60}$ , iznosi:

$$k_{60} = E_r / 60 = [(0,402 / 0,468) * 100] / 60 = 1,432$$

U ovom elaboratu pored stvarnog broja udaraca, N, iskazuje se i korigirani broj udaraca  $N_{60}$  koji je određen slijedećim izrazom:

$$N_{60} = k_{60} * \kappa * N$$

gdje je:

- $\kappa$  faktor korekcije šiljka koji iznosi  $\kappa = 1,0$  u slučaju kada je upotrijebljen nož, odnosno  $\kappa = 0,75$  u slučaju kada je upotrijebljen šiljak
- $N = N_2 + N_3$  izmjereni broj udaraca za penetraciju od 30 cm

Na geotehničkom presjecima istražnih bušotina prikazan je korigirani broj udaraca  $N_{60}$  koji je određen prema prethodnom izrazu.

#### 2.2.4.5 Ispitivanje džepnim penetrometrom i džepnom krilnom sondom na jezgri bušenja

Na jezgri bušenja je u glinenim materijalima izvršeno in-situ ispitivanje jednoosne tlačne čvrstoće priručnim džepnim penetrometrom -  $q_u$  (kPa), te ispitivanje vršne i rezidualne nedrenirane čvrstoće priručnom džepnom krilnom sondom -  $c_u$  i  $c_{ur}$  (kPa).

Džepni penetrometar je ručni instrument za ispitivanje približne vrijednosti jednoosne tlačne čvrstoće koherentnog tla na terenu ili u laboratoriju. Instrument se sastoji od kućišta sa mjernom skalom i pokazivačem unutar kojeg se nalazi kalibrirana opruga. Mjerenje se izvodi utiskivanjem mjerne sonde penetrometra u tlo do dubine 6,4 mm te očitavanja vrijednosti sa mjerne skale. Mjerni raspon se kreće od 0 do maksimalno 450 kPa.

Džepna krilna sonda je ručni instrument za ispitivanje približne vrijednosti vršne i rezidualne nedrenirane posmične čvrstoće koherentnog tla na terenu ili u laboratoriju. Instrument se sastoji od kućišta sa pokazivačem i mjernom skalom na koji se pričvršćuje nastavak (disk) sa lopaticama na jednoj strani.



Mjerenje se izvodi utiskivanjem nastavka sa lopaticama u tlo te rotiranjem kućišta u smjeru kazaljke na satu do sloma tla. Nakon sloma tla očitava se vrijednost sa mjerne skale. Nakon sloma tla te očitavanja vršne čvrstoće vrši se mjerenje rezidualne čvrstoće na istom mjestu. Pokazivač se vrati na početni položaj (0), a princip mjerenje je isti kao i kod mjerenja vršne čvrstoće. Ovisno o konzistentnom stanju tla koristi se jedan od tri raspoloživa nastavka. Najveći nastavak ima mjerni raspon 0-20 kPa, a koristi se u mekanim tlima. Srednji nastavak ima mjerni raspon 0-100 kPa, dok najmanji nastavak ima mjerni raspon 0-250 kPa te se koristi u tvrdim glinama.

Rezultati ispitivanja džepnim penetrometrom i džepnom krilnom sondom prikazani su na geotehničkim presjecima bušotina u prilogu 2.

## 2.2.5 LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Laboratorijska ispitivanja neporemećenih i poremećenih uzoraka tla provedena su u geotehničkom laboratoriju Geokon-Zagreb d.d., koji je akreditiran prema normi HRN EN ISO/IEC 17025:2008. Izvedena su sljedeća ispitivanja:

Vrsta ispitivanja	Oznaka	Jed.	Norma
<b>Razredbena ispitivanja, raspoznavanje i opis tla</b>			
Određivanje sadržaja prirodne vode (vlažnosti)	$w_o$	%	HRN U. B1. 012
Određivanje ukupne gustoće mase (zapreminska težina)	$\gamma$ i $\gamma_d$	kN/m <sup>3</sup>	HRN U. B1. 016
Određivanje gustoće mase čestica (specifična težina)	$\gamma_s$	kN/m <sup>3</sup>	HRN U. B1. 014
Određivanje granica konzistentnih stanja (Atterbergove granice)	$w_L$ i $w_P$	%	HRN U. B1. 020
Granulometrijska analiza	--	%	ASTM D-422
<b>Kemijsko ispitivanje tla</b>			
Određivanje sadržaja gorivih i organskih tvari	--	%	HRN U. B1. 024
<b>Ispitivanje čvrstoće tla</b>			
Jednoosno tlačno ispitivanje s praćenjem deformacija - pritiska čvrstoća - relativna deformacija	$q_u$ $\epsilon$	kPa %	ASTM D2166
Konsolidirano ispitivanje izravnim posmikom (standardno) - kohezija - kut unutrašnjeg trenja	$c$ $\phi$	kPa °	HRN U. B1. 028
Edometarsko ispitivanje stišljivosti	$M_s$	MPa	HRN U. B1. 032
<b>Ispitivanje propusnosti tla</b>			
1) Određivanje koeficijenta propusnosti (hidrauličke provodljivosti) uz promjenjiv hidraulički gradijent u edometru	$k$	(cm/s)	HRN U. B1. 034

Ispitivanja su provedena u skladu s važećim propisima i normama. Rezultati laboratorijskih ispitivanja prikazani su na presjecima bušotina u prilogu 2 te u tablicama u prilogu 5. Laboratorijski izvještaj o provedenim laboratorijskim ispitivanjima prikazan je u prilogu 4.



## 2.2.6 GEOFIZIČKI ISTRAŽNI RADOVI

U sklopu istražnih radova su na lokaciji nasipa N1 te ispusne ustave izvedena geofizička istraživanja koja su se sastojala od geoelektričnih i seizmičkih ispitivanja. Geofizička istraživanja je izvela tvrtka Institut IGH d.d. Zagreb, a ista su provedena u ožujku 2019. godine (trasa nasipa N1) te u siječnju 2020. godine (ispusna ustava).

Geoelektrična ispitivanja obavljena su primjenom geoelektrične tomografije, dok je od seizmičkih metoda korištena plitka refrakcijska seizmika.

Geoelektrična tomografska ispitivanja su provedena duž dijela trase nasipa N1 te na lokaciji ispusne ustave. Na nasipu N1 izvedena su četiri profila ukupne duljine 1040 m (GT\_PKK-1; 280 m, GT\_PKK-2; 280 m, GT\_PKK-3; 320 m i GT\_PKK-4; 160 m), a na lokaciji ispusne ustave jedan profil duljine 200 m (GT\_KOR-2).

Plitka refrakcijska seizmika je provedena na lokaciji ispusne ustave, a izveden je seizmički profil RF\_KOR-2 duljine 195 m poprečno na korito rijeke Korane. Terenska podvodna seizmička refrakcijska snimanja obavljena su istovremeno sa mjerenjima na obalama rijeke i izvedena su duž dva kombinirana, geofonsko / hidrofonska seizmička dispozitiva.

## 2.2.7 LOKACIJA ISPUSNE USTAVE

**Geoelektrična mjerenja** na lokaciji ispusne ustave izvedena su Wennerovim rasporedom elektroda s razmakom elektroda od 5 metra (30 metara interpretirane dubine), a izveden je jedan profil GT\_KOR-2 duljine 200 m preko korita r. Korane. Na temelju dobivenih vrijednosti električnih otpornosti iz rezultata mjerenja te podataka istražnih bušotina može se prognozirati zastupljenost sljedećih naslaga:

Prognozna litološka determinacija
GLINE, PRAHOVI, PRAHOVNJACI - otpornosti naslaga do 35 ohmm
IZMJENA ŠLJUNAKA I PROSLOJAKA GLINA, PIJESCI, ZAGLINJENI PIJESCI - otpornosti veća od 35 do 53 ohmm
ŠLJUNAK, PJEŠKOVITO PRAHOVITI ŠLJUNAK, ŠLJUNAK ZAGLINJEN, PIJESAK - otpornosti veća od 53 ohmm

Razlike u otpornostima između pojedinih naslaga su vrlo male, a time i vrijednosti otpornosti litoloških članova nisu izričito gore navedene vrijednosti. Nakon analize izvedenih geofizičkih istraživanja može se zaključiti sljedeće:

- Na mikrolokaciji ispusne ustave na rijeci Korani, a u cilju utvrđivanja površinskog i dubinskog rasprostiranja naslaga te strukture podzemlja prvenstveno u koritu rijeke Korane, urađena je geoelektrična tomografija preko rijeke Korane
- Na mikrolokaciji ispusne ustave u koritu rijeke se izmjenjuju naslage zaglinjenih i pjeskovitih šljunka sa zaglinjenim pijescima, debljine od 5 do 19 metara
- U podini su naslage šljunka, pjeskovitog šljunka, zaglinjenog pijeska.

**Refrakcijska seizmička** mjerenja su izvedena na jednom profilu oznake RF\_KOR-2 duljine 195 m poprečno na korito rijeke Korane. Snimanje je izvršeno digitalnim, 24 kanalnim seizmografom, TERRALOC ABEM MARK6, a za prijem signala korišteni su geofoni SENZOR SM 4, rezonantne frekvencije 4.5 Hz.

Iz prikupljenih rezultata refrakcijskih istraživanja napravljen je karakteristični dubinski presjek kojim se prognoziraju sljedeće tri sredine različitih fizičko mehaničkih karakteristika:





Brzina širenja P vala (m/s)	Prognozna litološka determinacija Ms - modul P valova / GPa, fc - emp. tlačna čvrstoća / MPa
< 1500	aluvijalni nanos, glina, prašinstva glina, prašinstvo pjeskovita glina, - kvartar, šljunak, zaglinjen / pjeskovit, valutice < 50 mm <ul style="list-style-type: none"><li>○ Vp ~ &lt; 1385 m/s</li><li>○ debljina do 9 m, 0.25 &lt; Ms &lt; 3.5, 0.01 &lt; fc &lt; 0.3</li></ul>
1500 - 2500	zaglinjen pijesak, pjeskovito prašinstvo šljunak, pijesak, šljunkoviti pijesak <ul style="list-style-type: none"><li>○ Vp ~ 1185 - 2550 m/s,</li><li>○ dubina od 9 do 30 m, 3 &lt; Ms &lt; 15, 1 &lt; fc &lt; 10</li></ul>
> 2500	gline, prahovi, prahovnjaci, matična stijena <ul style="list-style-type: none"><li>○ slaba stijena, Vp ~ 2350 - 32950 m/s,</li><li>○ dubina od 30 do 44 m, 10 &lt; Ms &lt; 25, 5 &lt; fc &lt; 25</li><li>○ srednje čvrsta / čvrsta stijena, Vp ~ 3000 - 5000 m/s,</li><li>○ dub.&gt; ~ 44 m, 20 &lt; Ms &lt; 75, 15 &lt; fc &lt; 125</li><li>○ rasjedna zone registrirana je na dubinskom presjeku u intervalu profila ~ 50 - 70 m</li></ul>

Na lokaciji ispusne ustave primijenjena je kombinacija seizmičkih i geoelektričnih metoda te se nakon analize rezultata izvedenih istraživanja može zaključiti sljedeće:

Lokacija ISPUSNA USTAVA - Konjički klub	
Vp < 1500 m/s	aluvijalni nanos, glina, prašinstva glina, prašinstvo pjeskovita glina, - kvartar, šljunak, zaglinjen / pjeskovit, valutice < 50 mm <ul style="list-style-type: none"><li>○ Vp ~ &lt; 1385 m/s</li><li>○ debljina do 9 m,</li><li>○ otpornost 35 - 53 Ohmm</li></ul>
Vp ~ 1500 - 2500 m/s	zaglinjen pijesak, pjeskovito prašinstvo šljunak, pijesak, šljunkoviti pijesak <ul style="list-style-type: none"><li>○ Vp ~ 1185 - 2550 m/s,</li><li>○ dubina od 9 do 30 m,</li><li>○ Otpornost &gt; 53 Ohmm</li></ul>
Vp > 2500 m/s	gline, prahovi, prahovnjaci, matična stijena <ul style="list-style-type: none"><li>○ slaba stijena, Vp ~ 2350 - 32950 m/s,</li><li>○ dubina od 30 do 44 m,</li><li>○ srednje čvrsta / čvrsta stijena, Vp ~ 3000 - 5000 m/s,</li><li>○ dub.&gt; ~ 44 m,</li></ul>

Kombinacija geoelektrične tomografije i seizmičkih metoda upotpunila je prostornu sliku rasporeda i rasprostranjenosti površinskih naslaga, a potom i trošnih prahovnjaka u matičnoj stijeni podloge, te ujedno otkloniti moguće pogreške, zbog višeznačnosti interpretacije pri detektiranju sastava litoloških članova u osnovnoj stijenskoj masi.



## 2.2.8 MATERIJALI TLA I PODZEMNA VODA

Na temelju provedenih geotehničkih istraživanja dani su geotehnički modeli tla za nasip N5 (nasip uz ispusnu ustavu).

### 2.2.8.1 Grupe materijala

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

Grupa materijala	Vrsta materijala	Oznaka materijala	Opis materijala
(1)	HUMUS	-	Humus je površinski sloj tla debljine uglavnom 40-50 cm.
(2)	POVRŠINSKA GLINA NISKE DO VISOKE PLASTIČNOSTI	CL, CI, CH	Površinska glina je niske do visoke plastičnosti, srednje do kuto plastične konzistencije, smeđe, žuto smeđe i tamno smeđe boje, sadrži kongrecije mangana. Registrirana je u svim bušotinama ispod sloja humusa, najpliće do dubine 3,8 m (bušotina P-26), a najdublje do 5,4 m (bušotina G-2). Prosječna debljina sloja je 4,15 m.
(3)	PIJESAK	SC, SP, SW, SW/GW, CL/SC	Pijesak je glinovit i prašinst, dobro graduiran sa šljunkom, mjestimično sa pjeskovitom glinom niske plastičnosti, sitan do srednje krupan, vrlo rastresit do srednje zbijen, smeđe i sivo smeđe boje. Pijesak je registriran u 5 od 7 bušotina, najpliće na 3,30 m (bušotina P-26), a najdublje na 4,80 m (bušotina G-4). Utvrđena debljina sloja kreće se od 0,60 do 4,20 m. Debljina sloja nije utvrđena jedino u G 4, bušenje je završeno u pijesku. Pijesak nije registriran u bušotinama G-2 i G-3.
(4)	ŠLJUNAK	GW, GP, GC	Šljunak je slabo do dobro graduiran sa pijeskom, glinovit, sitan do srednje krupan, uglavnom srednje zbijen, u manjoj mjeri rastresit i zbijen, smeđe boje, oblog do poluzaobljenog zrna, veličine uglavnom 3-4 cm. Registriran je u bušotinama G-1, G-2, G-3 i P-29. Pojava šljunka registrirana je najpliće na 4,90 m (bušotina G-3), a najdublje na 12,30 m (bušotina G-2). Debljina sloja šljunka kreće se od 1,70 m (bušotina G-2) do 3,70 m (bušotina G-1).
(5)	TRESET I ORGANSKA GLINA	Pt, Pt/OH, CH/OH	Treset je zrnat, crne boje, izrazitog organskog mirisa. Glina je visoke plastičnosti do organska, srednje plastične konzistencije, tamno sive boje. Ovi materijali registrirani su u bušotini G-2 u intervalu 7,10-10,20 te u bušotini P-26 u intervalu 7,50-9,00 m.
(6)	GLINA NISKE DO VISOKE PLASTIČNOSTI	CL, CL/SC, CI, CH	Glina je niske do visoke plastičnosti, mjestimično sa pijeskom, srednje do kruto plastične konzistencije, sive i sivo plave boje, sadrži valutice šljunka. Registrirana je u sljedećim bušotinama; G-2 u intervalu 10,70-12,30 m, u P-25 u intervalu 7,50-11,00 i u bušotini P-26 u intervalu 9,00-9,50 m.
(7)	PIJESAK	SC, SC-SP	Pijesak je glinovit i slabo graduiran, sitan do srednje krupan, srednje zbjije i zbijen, u manjoj mjeri rastresit, sadrži valutice šljunka, smeđe, crvenkasto smeđe i sive boje. Registriran je u bušotinama G-1, G-2, P-25, P-26 i P-29 ispod gornjih naslaga do dubine bušenja 15,00 i 25,00 m.

Detaljan opis sastava i svojstva materijala prikazan je na presjecima bušotina u geotehničkom projektu, a rasprostiranje pojedinih grupa materijala na prognoznom geotehničkom presjeku

Rezultati laboratorijskih ispitivanja prikazani su u tablicama fizikalnih i mehaničkih svojstava materijala tla.



### 2.2.8.2 Podzemna voda

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

BUŠOTINA		DUBINA BUŠOTINE (m)	DATUM IZVOĐENJA	POJAVA PODZEMNE VODE PPV (m)	RAZINA PODZEMNE VODE RPV (m / m n.m.)	
VANJSKA	INTERNA (Geokon Zagreb)					
G-1	S-155-18-01	25,00	26.03.2019.	4,80	6,40	102,58
G-2	S-155-18-02	25,00	21.03.2019.	6,00	5,00	105,40
G-3	S-155-18-03	6,00	28.03.2019.	5,80	--	--
G-4	S-155-18-04	5,50	25.03.2019.	4,70	5,40	104,86
P-25	--	25,00	24.-27.02.17.	5,10	5,00	105,37
P-26	--	15,00	20.02.17.	5,00	5,00	105,52
P-29	--	15,00	28.02.2017.	6,00	5,20	103,94

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

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

### 2.2.8.3 Rezultati terenskih i laboratorijskih ispitivanja

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

#### GRUPA MATERIJALA 2: POVRŠINSKA GLINA NISKE DO VISOKE PLASTIČNOSTI

##### TERENSKA ISPITIVANJA

Standardni penetracijski test (SPT)

BUŠOTINA	KOTA UŠĆA (m n.m.)	INTERVAL ISPITIVANJA			DUBINA ISPITIVANJA (m n.m.)	BROJ UDARACA				PRIBOR NOŽ/ŠILJAK	N60	MATERIJAL
		OD (m)	DO (m)	ISPITIVANJA (m n.m.)		N1 (0-15cm)	N2 (15-30cm)	N3 (30-45cm)	N=N2+N3			
S-155-18-01 (G-1)	108,98	3,00	3,45	105,53	0	1	2	3	NOŽ	4	CI	
S-155-18-02 (G-2)	110,40	4,00	4,45	105,95	2	3	4	7	NOŽ	10	CH	
P-25	110,37	3,00	3,45	106,92	-	-	-	-	NOŽ	5	CH	
P-26	110,52	2	2,45	108,07	-	-	-	-	NOŽ	12	CH	
									MIN	4		
									MAKS	12		
									PROSJEK	8		



### Džepni penetrometar i džepna krilna sonda

BUŠOTINA	KOTA UŠĆA (m n.m.)	DUBINA ISPITIVANJA		q <sub>u</sub> (kPa)	c <sub>u</sub> (kPa)	c <sub>ur</sub> (kPa)	MATERIJAL
		m	m n.m.				
S-155-18-01 (G-1)	108,98	0,75	108,23	190	100	30	CI
S-155-18-01 (G-1)	109,98	1,10	108,88	250	92,5	20	CI
S-155-18-01 (G-1)	108,98	1,75	107,23	110	72,5	32,5	CI
S-155-18-01 (G-1)	108,98	4,25	104,73	20	29	12	CI
S-155-18-02 (G-2)	110,40	0,70	109,70	170	117,5	42,5	CH
S-155-18-02 (G-2)	110,40	1,50	108,90	130	95	30	CI
S-155-18-02 (G-2)	110,40	2,10	108,30	125	65	12,5	CH
S-155-18-02 (G-2)	110,40	2,60	107,80	100	80	25	CI
S-155-18-02 (G-2)	110,40	3,50	106,90	150	117,5	42,5	CI
S-155-18-02 (G-2)	110,40	4,80	105,60	100	85	25	CI
S-155-18-02 (G-2)	110,40	5,25	105,15	80	85	47,5	CI
S-155-18-02 (G-2)	110,40	10,70	99,70	20	25	9	CI
S-155-18-02 (G-2)	110,40	11,30	99,10	50	47,5	25	CI
S-155-18-03 (G-3)	108,14	1,60	106,54	170	100	32,5	CH
S-155-18-03 (G-3)	108,14	2,10	106,04	150	87,5	12,5	CH
S-155-18-03 (G-3)	108,14	2,60	105,54	100	67,5	20	CI
S-155-18-03 (G-3)	108,14	3,60	104,54	70	65	22,5	CI
S-155-18-03 (G-3)	108,14	4,10	104,04	100	42	15	CI
S-155-18-03 (G-3)	108,14	4,50	103,64	60	37,5	12,5	CI
S-155-18-04 (G-4)	110,26	0,80	109,46	270	155	22,5	CI
S-155-18-04 (G-4)	110,26	1,50	108,76	250	140	25	CI
S-155-18-04 (G-4)	110,26	2,40	107,86	200	127,5	35	CI
S-155-18-04 (G-4)	110,26	3,40	106,86	180	115	30	CI
S-155-18-04 (G-4)	110,26	3,60	106,66	50	20	7	CI
<b>MIN</b>				<b>20</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	
<b>MAKS</b>				<b>270</b>	<b>155</b>	<b>48</b>	
<b>PROSJEK</b>				<b>129</b>	<b>82</b>	<b>25</b>	

#### LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

##### Fizikalna svojstva

OZNAKA UZORKA	DUBINA	PRIRODNA VLAGA	GUSTOĆA MASE ČVRSTIH ČESTICA		GUSTOĆA MASE (SUHA I UKUPNA)		GRANICE PLASTIČNOSTI		INDEKS PLASTIČNOSTI	INDEKS KONZISTENCIJE	SIMBOL
			ρ <sub>s</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	ρ <sub>a</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]	w <sub>L</sub> [%]	w <sub>P</sub> [%]	IP [%]	IC			
<b>BUŠOTINA</b>		<b>S-155-18-01(G-1)</b>									
S-155-18-01-02	1,00-1,30	26,35	2,74	1,43	1,81	48,35	22,06	26,29	0,84	CI	
S-155-18-01-03	2,40-2,50	32,01				40,53	22,05	18,48	0,46	CI	
<b>BUŠOTINA</b>		<b>S-155-18-02(G-2)</b>									
S-155-18-02-01	0,60-0,70	24,59				55,34	22,47	32,87	0,94	CH	
S-155-18-02-03	2,05-2,35	29,74	2,72	1,43	1,85	53,24	21,96	31,28	0,75	CH	
<b>BUŠOTINA</b>		<b>S-155-18-03(G-3)</b>									
S-155-18-03-02	2,00-2,30	32,86	2,72	1,33	1,77	50,29	22,30	27,99	0,62	CH	
S-155-18-03-03	2,60-2,70	31,95				47,27	21,94	25,33	0,60	CI	
S-155-18-03-05	4,00-4,30	32,42	2,70	1,36	1,80	43,21	21,40	21,81	0,49	CI	
<b>BUŠOTINA</b>		<b>S-155-18-04(G-4)</b>									
S-155-18-04-03	3,50-3,80	31,04	2,73	1,40	1,83	45,12	22,22	22,90	0,61	CI	
S-155-18-04-04	4,60-4,70	33,83				38,45	20,56	17,89	0,26	CI	
<b>MIN</b>		<b>24,59</b>	<b>2,70</b>	<b>1,33</b>	<b>1,77</b>	<b>38,45</b>	<b>20,56</b>	<b>17,89</b>	<b>0,26</b>		
<b>MAKS</b>		<b>33,83</b>	<b>2,74</b>	<b>1,43</b>	<b>1,85</b>	<b>55,34</b>	<b>22,47</b>	<b>32,87</b>	<b>0,94</b>		
<b>PROSJEK</b>		<b>30,53</b>	<b>2,72</b>	<b>1,39</b>	<b>1,81</b>	<b>46,87</b>	<b>21,88</b>	<b>24,98</b>	<b>0,62</b>		





▪ LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Fizikalna svojstva

OZNAKA UZORKA	DUBINA	GRANULOMETRIJSKI SASTAV							SIMBOL
		G [%]	S [%]	M [%]	C [%]	G + S [%]	M + C [%]	VDP USBR k [cm/s]	
<b>BUŠOTINA</b>		<b>S-155-18-01(G-1)</b>							
S-155-18-01-06	8,10-8,30	59,60	38,10			97,70	2,30	1,24E-01	GP
<b>BUŠOTINA</b>		<b>S-155-18-02(G-2)</b>							
S-155-18-02-05	5,60-5,80	34,40	31,40	26,60	7,60	65,80	34,20	9,28E-06	GM
S-155-18-02-06	6,40-6,60	52,00	44,50			96,50	3,50	1,08E-02	GP
S-155-18-02-12	13,20-13,40	63,80	34,70			98,50	1,50	1,24E-01	GP
<b>BUŠOTINA</b>		<b>S-155-18-03(G-3)</b>							
S-155-18-03-06	5,20-5,40	37,30	32,20	22,50	8,00	69,50	30,50	1,63E-05	GC
	<b>MIN</b>	<b>34,40</b>	<b>31,40</b>	<b>22,50</b>	<b>7,60</b>	<b>65,80</b>	<b>30,10</b>	<b>1,00E-06</b>	
	<b>MAKS</b>	<b>63,80</b>	<b>44,50</b>	<b>26,60</b>	<b>8,00</b>	<b>108,30</b>	<b>34,60</b>	<b>1,00E-01</b>	
	<b>PROSJEK</b>	<b>49,42</b>	<b>36,18</b>	<b>24,55</b>	<b>7,80</b>	<b>85,60</b>	<b>32,35</b>	<b>1,00E-03</b>	

**GRUPA MATERIJALA 5: TRESET I ORGANSKA GLINA**

▪ TERENSKA ISPITIVANJA

Standardni penetracijski test (SPT)

BUŠOTINA	KOTA UŠĆA (m n.m.)	INTERVAL ISPITIVANJA			BROJ UDARACA				PRIBOR NOŽ/ŠILJAK	N60	MATERIJAL
		OD (m)	DO (m)	DUBINA ISPITIVANJA (m n.m.)	N1 (0-15cm)	N2 (15-30cm)	N3 (30-45cm)	N=N2+N3			
S-155-18-02 (G-2)	110,40	8,00	8,45	101,95	3	6	6	12	NOŽ	17	Pt
S-155-18-02 (G-2)	110,40	10,00	10,45	99,95	1	1	2	3	NOŽ	4	CH/OH
P-26	110,52	7,50	7,95	102,57	-	-	-	-	ŠILJAK	5	Pt/OH
									<b>MIN</b>	<b>4</b>	
									<b>MAKS</b>	<b>17</b>	
									<b>PROSJEK</b>	<b>9</b>	

Džepni penetrometar i džepna krilna sonda

BUŠOTINA	KOTA UŠĆA (m n.m.)	DUBINA ISPITIVANJA		q <sub>u</sub> (kPa)	c <sub>u</sub> (kPa)	c <sub>ur</sub> (kPa)	MATERIJAL
		m	m n.m.				
S-155-18-02 (G-2)	110,40	7,30	103,10	70	90	25	Pt
S-155-18-02 (G-2)	110,40	9,80	100,60	25	60	30	CH/OH

▪ LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Fizikalna svojstva

OZNAKA UZORKA	DUBINA	PRIRODNA VLAGA	GRANICE PLASTIČNOSTI		INDEKS PLASTIČNOSTI	INDEKS KONZISTENCIJE	SADRŽAJ GORIVIH TVARI	SADRŽAJ ORGANSKIH TVARI	SIMBOL
			wL [%]	wP [%]					
<b>BUŠOTINA</b>		<b>S-155-18-02(G-2)</b>							
S-155-18-02-08	8,30-8,40						32,56	61,41	Pt
S-155-18-02-09	9,80-9,90	65,91	103,97	30,78	73,19	0,52			CH/OH



## GRUPA MATERIJALA 6: GLINA NISKE DO VISOKE PLASTIČNOSTI

### TERENSKA ISPITIVANJA

Standardni penetracijski test (SPT)

BUŠOTINA	KOTA UŠČA (m n.m.)	INTERVAL ISPITIVANJA		DUBINA ISPITIVANJA (m n.m.)	BROJ UDARACA			N=N2+N3	PRIBOR NOŽ/ŠILJAK	N60	MATERIJAL
		OD (m)	DO (m)		N1 (0-15cm)	N2 (15-30cm)	N3 (30-45cm)				
S-155-18-02 (G-2)	110,40	11,50	11,95	98,45	2	3	3	6	NOŽ	9	CL/SC
P-25	110,37	8,00	8,45	101,92	-	-	-	-	ŠILJAK	8	CL

### LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Fizikalna svojstva

OZNAKA UZORKA	DUBINA	GRANULOMETRIJSKI SASTAV						SIMBOL
		G [%]	S [%]	M [%]	C [%]	M + C [%]	VDP USBR k [cm/s]	
<b>BUŠOTINA</b>		<b>S-155-18-02(G-2)</b>						
S-155-18-02-11	11,50-11,70	2,80	39,30	39,60	18,30		2,68E-07	CL/SC

## GRUPA MATERIJALA 7: PIJESAK

### TERENSKA ISPITIVANJA

Standardni penetracijski test (SPT)

BUŠOTINA	KOTA UŠČA (m n.m.)	INTERVAL ISPITIVANJA		DUBINA ISPITIVANJA (m n.m.)	BROJ UDARACA			N=N2+N3	PRIBOR NOŽ/ŠILJAK	N60	MATERIJAL
		OD (m)	DO (m)		N1 (0-15cm)	N2 (15-30cm)	N3 (30-45cm)				
S-155-18-01 (G-1)	111,98	9,50	9,95	102,03	20	13	12	25	ŠILJAK	27	SC
S-155-18-01 (G-1)	112,98	15,00	15,45	97,53	5	6	8	14	NOŽ	20	SC
S-155-18-01 (G-1)	113,98	17,00	17,45	96,53	6	8	10	18	NOŽ	26	SC
S-155-18-01 (G-1)	114,98	19,00	19,45	95,53	14	15	17	32	ŠILJAK	34	SC
S-155-18-01 (G-1)	115,98	21,80	22,25	93,73	12	19	20	39	ŠILJAK	42	SC
S-155-18-01 (G-1)	116,98	25,00	25,45	91,53	19	20	24	44	ŠILJAK	47	SC
S-155-18-02 (G-2)	110,40	17,30	17,75	92,65	5	7	9	16	NOŽ	23	SC
S-155-18-02 (G-2)	110,40	19,00	19,45	90,95	5	7	10	17	NOŽ	24	SC
S-155-18-02 (G-2)	110,40	22,00	22,45	87,95	5	9	12	21	NOŽ	30	SC
S-155-18-02 (G-2)	110,40	25,00	25,45	84,95	6	8	11	19	NOŽ	27	SC
P-25	110,37	11,00	11,45	98,92	-	-	-	-	ŠILJAK	7	SP
P-25	110,37	12,00	12,45	97,92	-	-	-	-	ŠILJAK	44	SP
P-25	110,37	15,00	15,45	94,92	-	-	-	-	ŠILJAK	37	SP
P-25	110,37	17,30	17,75	92,62	-	-	-	-	ŠILJAK	30	SP
P-25	110,37	23,00	23,45	86,92	-	-	-	-	ŠILJAK	20	SP
P-25	110,37	25,00	25,45	84,92	-	-	-	-	ŠILJAK	23	SP
P-26	110,52	10,50	10,95	99,57	-	-	-	-	ŠILJAK	6	SP-SC
P-26	110,52	15,00	15,45	95,07	-	-	-	-	ŠILJAK	37	SP
P-29	109,14	9,50	9,95	99,19	-	-	-	-	ŠILJAK	38	SW
P-29	109,14	12,50	12,95	96,19	-	-	-	-	NOŽ	50	SP
									MIN	6	
									MAKS	50	
									PROSJEK	30	





▪ **- LABORATORIJSKA ISPITIVANJA**

Fizikalna svojstva

OZNAKA UZORKA	DUBINA	GRANULOMETRIJSKI SASTAV							SIMBOL
	m	G [%]	S [%]	M [%]	C [%]	G + S [%]	M + C [%]	VDP USBR k [cm/s]	
<b>BUŠOTINA</b>		<b>S-155-18-01(G-1)</b>							
S-155-18-01-07	9,10-9,20	9,90	48,50	28,30	13,30	58,40	41,60	1,02E-06	SC
S-155-18-01-10	15,40-15,60	2,30	47,50	34,10	16,10	49,80	50,20	5,67E-07	SC
S-155-18-01-12	19,40-19,50		68,60	18,70	12,70	68,60	31,40	1,43E-06	SC
<b>BUŠOTINA</b>		<b>S-155-18-02(G-2)</b>							
S-155-18-02-15	24,40-24,60		53,60	26,10	20,30	53,60	46,40	1,49E-07	SC
	<b>MIN</b>	<b>2,30</b>	<b>47,50</b>	<b>18,70</b>	<b>12,70</b>	<b>49,80</b>	<b>31,40</b>	<b>1,00E-07</b>	
	<b>MAKS</b>	<b>9,90</b>	<b>68,60</b>	<b>34,10</b>	<b>20,30</b>	<b>68,60</b>	<b>50,20</b>	<b>1,00E-06</b>	
	<b>PROSJEK</b>	<b>6,10</b>	<b>54,55</b>	<b>26,80</b>	<b>15,60</b>	<b>57,60</b>	<b>42,40</b>	<b>1,00E-06</b>	

**Odabrane karakteristične vrijednosti parametara materijala:**

Materijal	Zapreminska težina Y [kN/m <sup>3</sup> ]	Kohezija c' [kPa]	Efektivni kut trenja φ [°]	Youngov modul elastičnosti E [kPa]	Poissonov koeficijent ν
Kolnička konstrukcija	21	50	45	30000	0,25
Tijelo nasipa – zona korita	19	10	26	4500	0,33
Tijelo nasipa – zona inundacije	19	5	18	4500	0,33
Kamen / Kamena obloga	21	0	35	25000	0,2
CI – CH	19	10	26	5000	0,35
GP (GC)	21	0	35	25000	0,2
SP- SC (SC)	20	0	30	12000	0,33

## 2.2.9 NALAZIŠTE MATERIJALA

Za potrebe izgradnje predmetnog nasipa N5 u sklopu geotehničkih istražnih radova predviđeni su radovi i na potencijalnom nalazištu materijala. Navedeni nasip 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.).

### 2.2.9.1 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 $\text{Mg/m}^3$ (prosjeak 1,59 $\text{Mg/m}^3$ )	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



### NALAZIŠTE IZ PROKOPA KORANA - KUPA – GEOTEHNIČKA SREDINA 2

Tehničko svojstvo	Uvjeti kvalitete (prema OTU)	Rezultati laboratorijskih ispitivanja	Ocjena pogodnosti
Udio organskih tvari	< 6%	2,54-7,77% (prosjeak 5,74%)*	Potrebno detaljnije ispitati
Suha prostorna masa	≥1,50 Mg/m <sup>3</sup> za nasipe visine do 3,00 m; >1,50 Mg/m <sup>3</sup> za nasipe više od 3,00 m	1,54-1,68 Mg/m <sup>3</sup> (prosjeak 1,59 Mg/m <sup>3</sup> )	zadovoljava
Optimalan sadržaj vode, w <sub>opt</sub>	≤ 25%	15,90-22,17% (prosjeak 20,26%)	zadovoljava
Granica tečenja, w <sub>L</sub>	≤ 65%	44,21-77,61% (prosjeak 57,50%)	23 uzorka zadovoljava 6 uzoraka ne zadovoljava
Indeks plastičnosti, I <sub>P</sub>	≤ 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 <sub>opt</sub> ±2%	21,67-29,51% (prosjeak 24,84%)	potrebno dodatno prosušivanje
Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)	d <sub>60</sub> /d <sub>10</sub> ≥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	≥1,50 Mg/m <sup>3</sup> za nasipe visine do 3,00 m; >1,50 Mg/m <sup>3</sup> za nasipe više od 3,00 m	1,54-1,75 Mg/m <sup>3</sup> (prosjeak 1,65 Mg/m <sup>3</sup> )	zadovoljava
Optimalan sadržaj vode, w <sub>opt</sub>	≤ 25%	15,60-22,00% (prosjeak 18,28%)	zadovoljava
Granica tečenja, w <sub>L</sub>	≤ 65%	20,25-69,82% (prosjeak 44,24%)	37 uzorka zadovoljava 3 uzorka ne zadovoljavaju
Indeks plastičnosti, I <sub>P</sub>	≤ 30%	17,74-47,03% (prosjeak 28,80%)	29 uzorka zadovoljava 11 uzorka ne zadovoljava
Bubrenje nakon 4 dana potapanja u vodi	< 4%	1,52-3,85% (prosjeak 2,40%)	zadovoljava

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<sub>L</sub> > 65%, I<sub>P</sub> > 30%) te odstupanje prirodne vlažnosti materijala (w<sub>0</sub>, SREDNJE= 24,84 - 27,55%) od optimalne vlažnosti prema Proctorovom pokusu (w<sub>opt</sub>= 18,28 - 20,26%), sa srednjom razlikom od 6,9%. Obzirom da je za ugradnju glinenih materijala potrebno postići vlažnost u granicama W<sub>opt</sub>± 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.

### 2.2.9.1.1 Geotehničke analize ugradnje CH gline za izgradnju nasipa

Razmatra se izvedba nasipa N5 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).

### 2.2.9.1.2 Analiza parametara visokoplastične gline

Za potrebe izgradnje predmetnog nasipa N5 u sklopu geotehničkih istražnih radova izvršeni su radovi i na potencijalnom nalazištu materijala. Navedeni nasip će se izvoditi od glinenog materijala iz prokopa Korana - Kupa. 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.

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



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.

## 2.3 UTVRĐIVANJE POLOŽAJA INFRASTRUKTURE

Prema prostornim planovima, u zoni zahvata nasipa N5 nema infrastrukture.

<b>Projektant :</b>	<b>Marko Kaić, mag.ing.aedif.</b> (M.P.)
---------------------	--

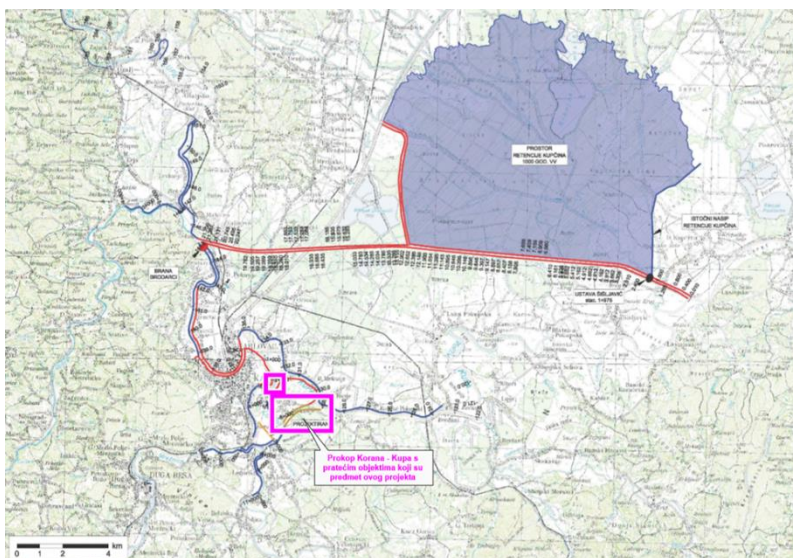




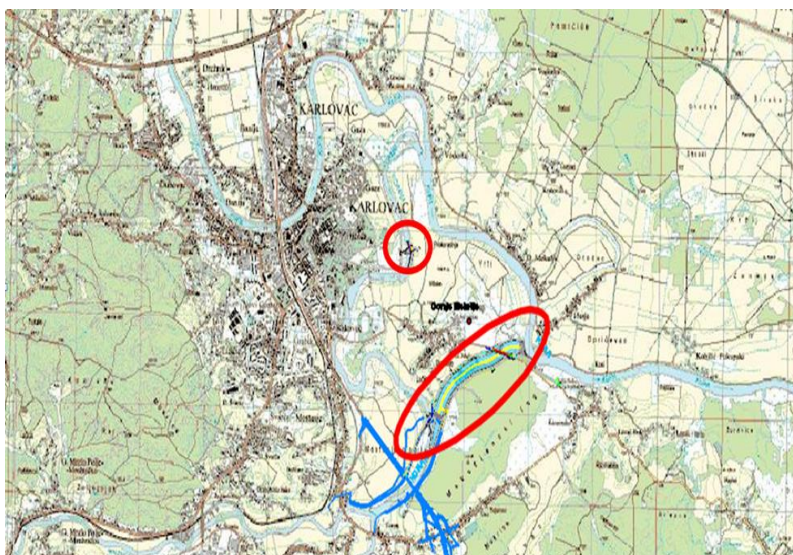
## 3 TEHNIČKI OPIS

### 3.1 OPIS GRAĐEVINE

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. Na sljedećoj karti prikazan je 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 rješenjem 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: 531-06-02-02/02-22-0018 od 23.02.2022.)*. Lokacija zahvata prokopa s pratećim objektima prikazana je u nastavku:





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 m<sup>3</sup>/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



**Ovim projektom Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane obrađen je nasip N5.**

### 3.2 TEHNIČKI OPIS PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE

Ovim projektom opisan je nasip N5. Nasip N5 (sa ispusnom ustavom) nalazi se na nizvodnom dijelu





rijeke Korane u rkm 2+144, u blizini ušća sa rijekom Kupom. Prilikom podizanja vodostaja rijeke Kupe i Korane, vrlo često se događa da vodostaj rijeke Kupe, zbog karakteristika njenih pritoka, a i drugih faktora, raste brže nego vodostaj rijeke Korane. Zbog takve pojave rijeka Kupa stvar uspor Korani prilikom ulijevanja. Time se događa da se na mjestu ušća dio vode iz Kupe prelijeva u rijeku Koranu te stvara „povratni val“. Iz tog razloga izvodi se nasip N5 koji se dimenzionira na maksimalni vodostaj rijeke Kupe od 111,05 m n.m. „sa sigurnosnim nadvišenjem od 1,20 m.

Nasip N5 i ispusna ustava projektirani su sa kotom krune od 112,25 m n.m. Odnosno kota krune ispusne ustave, na lokaciji upravljačkog objekta, izvodi se na koti 25 cm iznad kote krune nasipa tj. na 112,50 m n.m. Prema hidrološkim analizama provedenim za potrebe izrade glavnog projekta, pokazala se potreba za podizanjem kote krune nasipa i ustave. Kota krune izmijenjena je u odnosu na idejni projekt, odnosno povišena je za oko 0,70 m. Ukupna duljina objekta (nasipa i ustave) mjereno po kruni iznosi oko 295 m.

Prema osnovnim karakteristikama i funkcijama objekt se može podijeliti u zasebne dijelove , a to su:

1. Nasip na desnoj obali rijeke Korane
2. Nasip u koritu rijeke Korane
3. Nasip na lijevoj strani rijeke Korane
4. Ispusna ustava
5. Desna obala rijeke Korane u zoni uzvodno i nizvodno od ustave

Nakon izgradnje ispusne ustave i nasipa N5 objekt funkcionira kao cjelina. Nakon konačnog uređenja objekta i nasipa uređuje se desna obala rijeke Korane u zoni uzvodno i nizvodno ispusne ustave. Prilikom izgradnje objekta potrebno je odrediti korake u izgradnji kako je propisano ovim projektom.

### 3.2.1 NASIP N5

Nasip N5 izvodi se sa obje strane ispusne ustave poprečno na os Korane. Svrha izgradnje nasipa je izvedba pregrade preko cijelog profila rijeke Korane. Izvedbom pregrade osigurava se preusmjeravanje toka vode kroz ispusnu ustavu, te isto tako i sprečavanje povratnog toka rijeke Kupe u trenutku zatvaranja ustave. Nasip N5 dimenzioniran je prema maksimalnom proračunatom vodostaju rijeke Kupe od 111,05 m n.m., sa potrebnim sigurnosnim nadvišenjem. Nasip se može podijeliti na 3 osnovna dijela:

1. Nasip u koritu
2. Nasip u inundaciji lijeve obale
3. Nasip u inundaciji desne obale.



Nasip N5 izvodi se do kote krune nasipa na 112,25 m n.m. Širina krune nasipa je 4,0 m, ali ista varira zbog uklapanja ispusne ustave u tijelo nasipa. Zbog potrebe osiguravanja pristupnog puta, za održavanje i upravljanje zapornicama na ispusnoj ustavi, kruna nasipa uređuje se ugradnjom nosivo-habajućeg sloja asfalta debljine 7,0 cm. Ispod sloja asfalta ugrađuje se nosivi sloj od drobljenog kamenog materijala granulacije 0-63 mm i u sloju debljine 73 cm, koji se od tijela nasipa odvaja ugradnjom razdjelnog geotekstila karakteristika opisanih u poglavlju 5.3.6.5. Na pokose nasipa, u debljini sloja tampona (80 cm), izvodi se zaštita ugradnjom humusa debljine sloja 15 cm. Ukupna duljina nasipa po kruni iznosi oko 295 m (od kojih oko 13 m otpada na širinu same ispusne ustave).

Cjelokupni nasip N5 izvodi se od boljeg materijala sa nalazišta, ali je uz to potrebna ugradnja geomreža. Geomreže se ugrađuju u dvije razine prema poprečnim presjecima prikazanim u priložima ovog 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  $D_{50} \leq 0,7$  mm i  $D_{90} \leq 4$  mm.

### 3.2.1.1 Nasip u inundaciji na desnoj obali

Nasip u desnoj inundaciji duljine je 105 m, odnosno od stacionaže 0+000 do stacionaže 0+105 m. U stacionaži 0+000 novi nasip se nadovezuje na postojeći zaštitni nasip u Mekušju. Postojeći nasip prosječne je širine krune 2,5 m i visine 2,0-2,5 m, te je služio za zaštitu naselja od visokih voda Kupe.

Nasip u inundacijskom pojasu na desnoj obali je najniži nasip. Novi nasip je visine od oko 1,0 m na mjestu spoja sa postojećim nasipom te raste do visine od oko 8,8 m na mjestu spoja sa ispusnom ustavom. Jednako kao i visina nasipa, varira i širina krune nasipa od početnih 4,0 m na spoju sa postojećim nasipom, do širine od 15,25 m na spoju sa ispusnom ustavom.

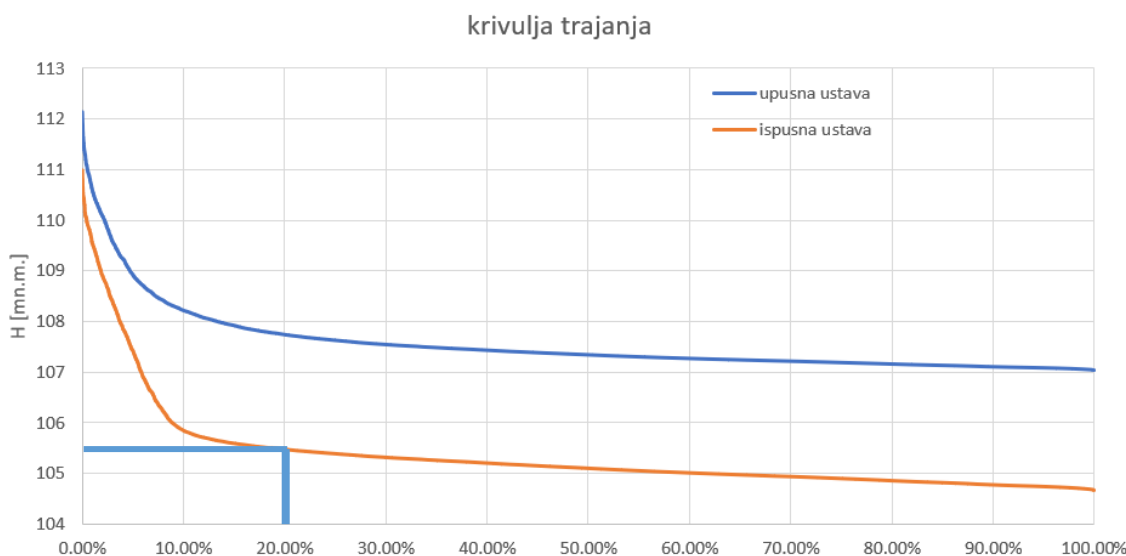
Novi nasip se izvodi od glinenog materijala sa nalazišta ojačanog geomrežama u zonama prema poprečnim presjecima u prilogu projekta. Pokosi nasipa izvode se u nagibu 1:2,5, te se pokosi oblažu ugradnjom kamenog materijala granulacije 30- 50 cm, na prethodno postavljeni razdjelni geotekstil karakteristika opisanih u poglavlju 5.3.6.5. Debljina kamene obloge na strani prema Korani je 0,5 m dok je debljina kamene obloge na pokosu prema Kupi debljine 1,0 m.



### 3.2.1.2 Nasip u koritu

Nasip u koritu duljine je oko 82 m, odnosno od stacionaže 0+118 do stacionaže 0+200 m. U stacionaži 0+200 nasip potpuno prelazi u novi nasip u inundaciji. Visina nasipa u koritu rijeke Korane iznosi oko 11,00 m.

Nasip u koritu izvodi se sa obale rijeke Korane, početnim nasipavanjem kamenog materijala. Zbog nemogućnosti pregrađivanja rijeke Korane i izvođenja radova u suhim uvjetima, radovi se započinju nasipavanjem kamenog materijala i izvedbom „zagata“. Nasipavanje kamena se izvodi od kote 102,30 m n.m. do kote 105,50 m n.m. U nastavku je prikazana krivulja trajanja vodostaja na godišnjoj bazi na mjestu ispusne ustave preuzeta od projektanta mape VPB-TGP-20-0003:



Iz podataka je vidljivo da je na godišnjoj bazi vodostaj Korane 80% vremena niži od kote krune zagata 105,5 m n.m. Može se očekivati da je u sušnom dijelu godine još povoljnija situacija od prikazane te je stoga radove pregrađivanja korita potrebno izvoditi u ljetnom periodu godine.

Nasipavanje se izvodi tako da se u bočne zone nasipa ugrađuje krupniji kameni materijal, dok se u središnji dio nasipa ugrađuje sitniji kameni materijal. U bočne zone ugrađuje se kamen granulacije 30 - 50 cm, dok se u središnju zonu ugrađuje drobljeni kameni materijal granulacije 0-63 mm. Nasipavanje kamena se izvodi sa pokosima u nagibu 1:2,5.

Za nasipavanje kamena se koriste različite granulacije materijala kako bi se omogućila izvedba vodonepropusne zavjese od mlaznoinjektiranih stupnjaka. Prilikom izrade vodonepropusne zavjese koriste se iste projektne pretpostavke kao i prilikom izvedbe stupnjaka za potrebe zaštite dna građevne jame. Prema provedenim proračunima za traženu tlačnu čvrstoću od 15 N/mm<sup>2</sup> u pjeskovitom materijalu koristi se količina cementa od 400 kg/m<sup>3</sup>, a sve projektne pretpostavke će se potvrditi izvedbom probnog polja ili ispitivanjem nakon izvedbe prvih nekoliko stupnjaka kroz tijelo nasipa. Stupnjaci su promjera 80 cm i ukupne duljine 12,00 m. Mlazno injektiranje se izvodi od kote 106,00 m n.m. do kote 94,00 m n.m. izvedbom mlaznoinjektiranih stupnjaka produljuje se put vodi u procjeđivanju kroz tijelo nasipa te se osigurava sprečavanje ispiranja čestica iz tijela nasipa.

Od kote 105,50 m n.m. započinje se sa ugradnjom glinenog materijala. Pokosi nasipa izvode se u nagibu 1:2,5, te se oblažu ugradnjom kamenog materijala granulacije 30- 50 cm, na prethodno postavljeni razdjelni geotekstil karakteristika opisanih u poglavlju 5.3.6.5. Debljina kamene obloge na strani prema Korani je 0,5 m dok je debljina kamene obloge na pokosu prema Kupi debljine 1,0 m. Na strani prema Korani se na koti 107,50 m n.m. izvodi berma od kamenog materijala širine 2,5 m. Kako bi se ojačalo tijelo nasipa, izvedeno od glinenog materijala, predviđena je ugradnja geomreža. Geomreže se ugrađuju u dvije razine prema nacrtima u prilogu. Glineni materijal u tijelu nasipa izvodi se do kote 111,45 m n.m. te se od te kote



do kote 112,25 m n.m. ugrađuje drobljeni kameni materijal granulacije 0-63 mm.

### 3.2.1.3 Nasip u inundaciji na lijevoj obali

Nasip u lijevoj inundaciji duljine je 94 m, odnosno od stacionaže 0+200 do stacionaže 0+294 m. U stacionaži 0+294 novi nasip se nadovezuje na postojeći zaštitni nasip na lijevoj obali rijeke Korane. Postojeći nasip izveden je sa asfaltiranom krunom te može služiti kao pristupni put do nasipa, odnosno ispusne ustave.

Novi nasip se spaja na postojeći nasip, a njegova visina varira do najveće od oko 5,5 m. Novi nasip se izvodi od glinenog materijala sa nalazišta ojačanog geomrežama u zonama prema poprečnim presjecima u prilogu projekta. Pokosi nasipa izvode se u nagibu 1:2,5 te se pokosi oblažu ugradnjom kamenog materijala, na prethodno postavljeni geotekstil, granulacije 30- 50 cm. Debljina kamene obloge na strani prema Korani je 0,5 m dok je debljina kamene obloge na pokosu prema Kupi debljine 1,0 m. Širina krune po cijeloj duljini nasipa iznosi 4,0 m.

## 3.2.2 OPIS SMJEŠTAJA GRAĐEVINE NA GRAĐEVNOJ ČESTICI

Nije određena jednoznačna čestica za izvedbu nasipa i ostalih pratećih objekata.

## 3.2.3 OPIS NAČINA PRIKLJUČENJA NA PROMETNU POVRŠINU

Pristup do nasipa i ispusne ustave je moguć preko katastarske čestice 951/31 na lijevoj obali rijeke Korane ili preko katastarske čestice 1575/2 (put) na desnoj obali rijeke Korane.

## 3.2.4 PODACI ZA OBRAČUN KOMUNALNOG DOPRINOSA

Za regulacijske građevine i zaštitne građevine ne plaća se komunalni doprinos prema Zakonu o vodama (Članak 30.).

## 3.2.5 PODACI ZA OBRAČUN VODNOG DOPRINOSA

Površina nasipa za obračun vodnog doprinosa predstavlja razliku površina prije i poslije izgradnje nasipa. Ukupna površina za otvorene građevine za obračun vodnog doprinosa iznosi 8757,0 m<sup>2</sup> nasipa.

## 3.3 TIJEK IZVEDBE

Radovi na izgradnji nasipa izvode se sljedećim redoslijedom:

Korak	Naziv rada	Opis
1.	<b>Pripremni radovi</b>	Organizacija gradilišta, formiranje pristupnih puteva i privremenih deponija, izmještanje i zaštita instalacija.
2.	<b>Uklanjanje humusa</b>	Iskop i privremeno deponiranje humusnog materijala
3.	<b>Uređenje temeljnog tla</b>	Planiranje i zbijanje temeljnog tla, postavljanje geotekstila i geomreža na dijelovima na kojima je potrebno, sukladno OTU.



Korak	Naziv rada	Opis
4.	<b>Pregrada korita rijeke Korane kamenim materijalom</b>	Ugradnja krupnog kamenog materijala u koritu Korane, prema poprečnim presjecima i OTU, u slojevima uz zbijanje.
5.	<b>Izvedba mlaznog injektiranja</b>	Izrada vodonepropusne zavjese izvedbom mlazno injektiranih stupnjaka duljine 12 m kroz kameni materijal pregrade korita rijeke Korane.
6.	<b>Izrada nasipa od glinenog materijala</b>	Izrada nasipa od glinenog materijala, prema poprečnim presjecima i OTU, u slojevima uz zbijanje.
7.	<b>Izvedba kamene obloge nasipa</b>	Izrada kamene obloge s uzvodne i nizvodne strane nasipa debljina prema priložima projekta.
8.	<b>Izvedba krune i kolničke konstrukcije nasipa</b>	Kolnička konstrukcija sastoji se od kamenog materijala debljine 73 cm te nosivo-habajućeg sloja debljine 7 cm.
9.	<b>Humusiranje i zatravljenje</b>	Humusiranje i zatravljenje (sijanjem i hidrosjetvom) pokosa krune nasipa.
10.	<b>Završni radovi</b>	Odvoz viška materijala, rasporemanje i demontaža gradilišta.

### 3.4 PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE

Minimalni projektirani vijek trajanja iznosi 50 godina. Navedeni vijek trajanja građevine iz ovog projekta može se očekivati ukoliko se svi radovi izvedu prema projektu i sukladno Programu kontrole i osiguranja kvalitete.

### 3.5 UVJETI ZA ODRŽAVANJE GRAĐEVINE

Održavanje građevine podrazumijeva:

- redovite godišnje preglede nasipa u vrijeme niskog rasta vegetacije koji se sastoji od vizualnog pregleda sa izradom izvještaja i prijedlogom mjera redovnih radova i radova pojačanog održavanja,
- izvanredne preglede nasipa za vrijeme vodostaja iznad razine 50 g. VV koji se sastoji od vizualnog pregleda sa izradom izvještaja i prijedlogom mjera redovnih radova i radova pojačanog održavanja,
- izvođenje radova kojima se nasip odnosno njegov dio zadržava ili se vraća u tehničko i/ili funkcionalno stanje određeno projektom odnosno propisima te aktima za građenje u skladu s kojima je građevina izgrađena. U predmetne radove spadaju i redovni radovi košnje nasipa i čišćenja kanala,
- vođenje i čuvanje dokumentacije o održavanju građevine: u kontinuitetu rednih brojeva navedeni i danom nastanka sastavljeni zapisnici s priložima o redovitim i izvanrednim pregledima te izvedenim radovima u svrhu očuvanja projektiranih temeljnih zahtjeva za građevinu, funkcionalnosti i sigurnosti građevine u uporabi.

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

### 3.6 POKUSNI RAD

Nema potrebe za provođenjem pokusnog rada za radove za koje su tehnička rješenja dana ovom mapom glavnog projekta.

### 3.7 UTJECAJ PLANIRANOG ZAHVATA NA OKOLIŠ I PRIRODU

Studija utjecaja na okoliš za cijelo područje grada Karlovca i Siska uzima u obzir sve zahvate u prostoru za zaštitu grada Karlovca i Siska od velikih voda, pa tako i ovaj zahvat.



Prva faza studije: „Sustav zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja“, I faza - karlovačko područje izrađena je u veljači 2018. god. od strane Geateh d.o.o. iz Ljubljane.

U postupku procjene utjecaja na okoliš, zahvat koji je predmet ovog projekta je nosio oznaku "MP3 - Prokop Korana Kupa (desni nasip Korane, desni nasip Kupe i prokop Korana s rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja)".

Ovaj je projekt izrađen sukladno sljedećim propisanim mjerama zaštite okoliša i mjerama ublažavanja negativnih utjecaja na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže.

### 3.7.1 MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA TIJEKOM PRIPREME I GRAĐENJA

#### I. MJERE ZAŠTITE TIJEKOM PROJEKTIRANJA

##### A. Krajobraz

Na kraju izgradnje predmetnog nasipa N5 s nasutom pregradom korita rijeke Korane slijedi krajobrazno uređenje šireg područja obuhvaćenog zahvatom što je predmet idejnog rješenja krajobraznog uređenja.

Potrebe za uređenjem okoliša nasipa uz ispusnu ustavu s nasutom pregradom korita rijeke na području Grada Karlovca proizlaze iz narušavanja prirodosti toga područja unošenjem novih antropogenih struktura koje mijenjaju identitet prostora.

Potrebe se mogu definirati na slijedeći način:

- očuvanje prirodosti okoliša,
- očuvanje vizualnih kvaliteta čovjekovog okoliša i,
- stvaranje novih boravišnih prostora

Projektni program krajobraznog uređenja šireg područja koji je obuhvaćen zahvatom proizašao je iz *Rješenja* (MZOIE, Klasa: UP/I-351-03/18-02/49, Ur.broj: 517-03-1-2-19-35 od 6. kolovoza 2019.) kojim su utvrđene mjere zaštite okoliša i mjere ublažavanja negativnih utjecaja na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže i provedbe programa praćenja stanja okoliša i ekološke mreže. Rješenja o prihvatljivosti zahvata nakon provedenog postupka procjene utjecaja na okoliš za namjeravani zahvat – sustav zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja, I. faza - karlovačko područje u sklopu kojeg je i predmetni nasip za zaštitu od poplavlivanja velikih voda Kupe i Korane, kao i iz prostornih analiza područja.

Nasip uz ispusnu ustavu s nasutom pregradom korita rijeke Korane svojom kontinuiranom linearnom prostornom dispozicijom i volumenom, snažno se nameće u rubnom području Grada Karlovca kao dominantan antropogeni element, a svojom pojavom predstavlja prostornu i vizualnu barijeru.

Kako bi se izgradnjom nasipa izbjegla potpuna prostorna i funkcionalna izolacija obalnog pojasa, ovim je projektom predviđena kultivacija uskog pojasa uz nasip.

Na vodnoj i zaobalnoj strani nasipa N5 predviđa se sadnja drvoreda jablana (*Populus nigra 'Italica'*) u sekvencijalnim nizovima, kako bi se vizualno raščlanila linija nasipa i, unutar postojećih vizura u prostoru, smanjila vidljivost tijela nasipa. Dijelovi trase koje čini nasuta pregrada u koritu rijeke naglašeni su u krajnjim točkama sadnjom voluminoznih platana (*Platanus acerifolia*).

Sadnjom stabala u raspršenoj prostornoj dispoziciji, koja ujedno predstavlja vizualnu barijeru prema predmetnom zahvatu, može se reći da je u sinergiji sa postojećim krajobrazom. To je postignuto na dva načina:

- u dijelu područja koja su danas obrasli travnjaci formiraju se velike travnate površine sa visokom vegetacijom (pojedinačna ili grupirana stabala),
- u dijelovima gdje su danas prirodne površine zarasle neprohodnom vegetacijom predviđa se prorjeđivanje i kultivacija kako bi se iste dovele u bolje stanje uređenosti i očuvala vrijedna





prirodna vegetacija, posebno autohtonih vrsta, kako bi se smanjio utjecaj na šire područje, te kako bi se sačuvala vizualna barijera prema predmetnom zahvatu.

Prirodnost područja u smislu vegetacijskog pokrova obnavlja se sadnjom stabala u raspršenoj prostornoj dispoziciji i odabirom drvenastih biljnih vrsta koje pripadaju autohtonoj fitocenološkoj zajednici hrasta lužnjaka i običnog graba: hrast lužnjak (*Quercus robur*), poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*), crna joha (*Alnus glutinosa*), obični grab (*Carpinus betulus*) koje zajedno s vrbom (*Salix babylonica*) zadovoljavaju zahtjeve za očuvanjem postojeće ekološke strukture krajobraza, a istovremeno stvaraju prostore za ugodan boravak u prirodi, na otvorenom.

Prikaz cjelokupnog krajobraznog uređenja nasipa 5 prikazan je na situaciji u HOK-u u prilogu.

## **B. Vodna tijela**

Izvođenje radova planirati u ljetnom razdoblju, kada je vodostaj rijeke Kupe nizak.

Privremeni skladišni prostori, parkirališta radnih strojeva, privremeni objekti za radnike i prostor za materijal koji se koristi u gradnji, moraju biti smješteni što dalje od vodotoka (najmanje 15 m).

Obaloutvrde projektirati na osnovu predloženih tipova prema uvjetima lokacije.

### Usklađenost

Ovim projektom nije predviđena izgradnja obaloutvrda.

Ukoliko na uskom prostoru između obale i urbanog dijela nema mjesta za nasip, koristiti montažnu zaštitu gdje je tehnički primjenjivo.

### Usklađenost

Ovim projektom nije predviđeno korištenje montažne zaštite.

Trasa linije nasipa uz rijeku treba izbjeći pojas prirodne vegetacije uz obalu gdje je tehnički moguće. Nasip se ne nalazi u pojasu prirodne vegetacije, osim na mjestu gdje će se trasa ovog nasipa križati s koritom rijeke (na mjestu gdje je planirana izgradnja ispusne ustave). Izgradnja nasipa uz ispusnu ustavu nije planirana usporedno s koritom Korane, već će ovaj nasip biti postavljen poprečno u odnosu na korito.

Na područjima gdje se zaštitni zidovi planiraju na mjestima neposredno uz naselja, razmotriti mogućnosti izvedbe mobilnih zaštitnih zidova te predvidjeti odgovarajuće objekte u kojima će se skladištiti mobilni elementi.

### Usklađenost

Ovim projektom nije predviđena izgradnja zaštitnih zidova niti na jednom mjestu.

## **II. MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA TIJEKOM GRAĐENJA**

### **A. Zrak**

U slučaju povećane emisije prašine organizirati polijevanje vodom pristupnih puteva i pranje kotača vozila od blata prije priključka na javnu prometnicu.

### **B. Tlo**

Kretanje teške mehanizacije ograničiti na uski radni pojas, po postojećim cestama i poljskim putevima, a za vrijeme prijevoza organizirati regulaciju prometa.

Prilikom izvođenja zemljanih radova, sloj humusa odvojiti i posebno deponirati uz trasu gradilišta te iskoristiti za završno uređenje.

Osigurati prostor za održavanje radnih strojeva i vozila, prostora za čuvanje i pretakanje onečišćujućih tekućina.

Kao nalazište materijala za izgradnju nasipa koristiti najbliže lokacije: deponije iskopanog materijala na lokacijama uz prokop Korana - Kupa, namjenske lokacije nalazišta uz rijeku Kupu ili višak materijala s



nasipa na lijevoj obali odteretnog kanala Kupa-Kupa.

### **C. Bioraznolikost i zaštićena područja**

U što manjem obuhvatu uklanjati razvijenu vegetaciju (ukoliko nije planirano produbljivanje kanala).

Ukoliko se radna mehanizacija korištena u koritu nekog od vodotoka gdje su zabilježene invazivne vrste planira premjestiti i koristiti i na drugim vodotocima/odsjecima vodotoka gdje pojedine invazivne vrste nisu zabilježene potrebno je:

- Opremu za održavanje očistiti od mulja i vegetacije;
- Provjeriti ima li negdje na stroju zaostalih životinja i/ili vegetacije (školjkaša, puževa i itd.) te ih ukloniti;
- Dobro oprati kontaminiranu opremu vodom pod visokim tlakom (po mogućnosti vrućom parom pod pritiskom);
- Opremu koja se koristi u vodotocima u kojima su prisutne strane vrste rakova (*Orconectes limosus*, *Pacifastacus leniusculus*, *Procambants fallax* *virginalis*) nakon korištenja u potpunosti osušiti kako bi se spriječilo prenošenje račje kuge u vodotoke u kojima strane vrste rakova nisu prisutne.

### **D. Šumarstvo, lovstvo i divljač**

Za mjere zaštite od poplava: MP3, MP4, MP6, MP7, MP8

Prilikom planiranja izvedbe pojedinih dijelova zahvata, a u sklopu organizacije rada na gradilištu s nadležnom šumarskom službom uskladiti korištenje postojeće šumske infrastrukture (šumske ceste i putevi) za potrebe korištenja pristupnih puteva gradilištima kako bi se izbjegla nepotrebna sječa i degradacija šumskih staništa u užim područjima planiranih zahvata.

Dinamiku sječe stabala i šumskih sastojina koje je potrebno posjeći uskladiti s dinamikom izgradnje zahvata.

Nakon provedenih sječa osigurati provedbu šumskog reda.

Stradavanje divljači tijekom izgradnje prijaviti ovlaštenom lovoovlašteniku.

U suradnji s lovoovlaštenikom osigurati mir u lovištu i na taj način očuvati populaciju divljači.

### **E. Kulturna baština**

Osigurati odgovarajuće mjere zaštite kulturnih dobara.

Na lokacijama predmetnih zahvata provesti arheološko rekognosciranje koje obuhvaća vizualni pregled terena i prikupljanje površinskih nalaza temeljem kojeg će se, sukladno dobivenim rezultatima, utvrditi i daljnje postupanje.

#### Usklađenost

U vremenu svibanj/lipanj/2023 izvršeno je Arheološko rekognosciranje (LUPERCAL M.T. d.o.o.).

Zaključci Izvještaja provedenog arheološkog rekognosciranja su sljedeći:

*„Trasa prokopa Korana – Kupa i njezinih popratnih objekata pokriva veliko područje i predstavlja značajnu intervenciju u krajoliku čime će se direktno utjecati na arheološke kulturne slojeve ispod površine. Stanje vegetacije na terenu je onemogućilo detaljniji pregled trase te smatramo da je potrebno izvršiti arheološki nadzor prilikom zemljanih radova kako bi se utvrdilo eventualno prisustvo arheoloških slojeva.“*

*Nadalje, na položaju Prekoradnja bit će potrebno izvršiti zaštitna arheološka istraživanja od 50 m<sup>2</sup> (probni rov ili sonda u konzultaciji s nadležnim konzervatorom) kako bi se na adekvatan način istražili i dokumentirali kulturni slojevi ispod površine na koje nas upućuju prikupljeni površinski nalazi i podaci s prethodnih arheoloških istraživanja.*

Ukoliko se prilikom izvođenja zahvata na kopnu ili u koritu rijeke naiđe na arheološko nalazište ili



nalaze, bez odgađanja obavijestiti nadležni konzervatorski odjel.

#### **F. Krajobraz**

Sve površine oštećene građevinskim aktivnostima nakon završetka radova sanirati i urediti, sukladno projektu krajobraznog uređenja.

Pri izvođenju zemljanih radova, površinski humusni sloj tla deponirati i iskoristiti za kasniju biološku rekultivaciju kod sanacije.

Postojeću vegetaciju na rubnim područjima planiranog zahvata sačuvati u najvećoj mogućoj mjeri, posebno autohtone vrste, kako bi se smanjio utjecaj na šire područje te zbog vizualne barijere prema predmetnom zahvatu.

Na području zahvata oko novih građevina (ustava, pregrada i ostalih hidrotehničkih objekata), tamo gdje je to moguće uzimajući u obzir ograničenja postavljena Zakonom o vodama, predvidjeti zaštitnu buffer zonu sadnjom biljnog materijala (autohtonih vrsta) koja će dodatno umanjiti vizualnu izloženost novog zahvata.

Izvoditi građevinske radove u dnevnom razdoblju. U slučaju potrebe noćnog rada izvoditi samo radove koji ne stvaraju prekomjernu buku i koji nisu u suprotnosti s mjerama zaštite ekološke mreže.

#### **G. Otpad**

Otpad koji nastaje privremeno skladištiti na mjestu nastanka, odvojeno po vrstama, u odgovarajućim spremnicima i predavati ovlaštenoj osobi, uz ispunjen prateći list.

#### **H. Mjere zaštite u slučaju nekontroliranog događaja**

U slučaju nekontroliranog događaja postupiti u skladu s Državnim planom mjera za slučaj izvanrednih i iznenadnih onečišćenja voda.

<b>Projektant :</b>	<b>Marko Kaić, mag.ing.aedif.</b>	(M.P.)
---------------------	-----------------------------------	--------



## 4 DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA

### 4.1 OPĆENITO

Svi neophodni proračuni za potrebe dimenzioniranja provedeni su 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 plohama posmičnog sloma.

**MICROSOFT-EXCEL 2016** program za tabličnu računalnu obradu podataka

Proračuni se provode prema Eurokodu 7 – HRN EN 1997-1:2012 i HRN EN 1997-2:2012.

Proračuni stabilnosti provedeni su na odabranim modelima koji predstavljaju kritični poprečni presjek u zonama kroz tijelo nasipa te je uvažena uslojenost tla iz geotehničkog presjeka 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 koeficijenata 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.
- **Analiza slijeganja temeljnog tla**  
Analiza opterećenja izvedenog projektiranog nasipa izvodi se nakon iskopa te ugradnje glinenog materijala projektiranog nasipa. Analizom slijeganja dobivamo očekivana ukupna slijeganja temeljnog tla provedena na odabranim poprečnim presjecima nasipa. Analiza je provedena za drenirano stanje temeljnog tla u mreži konačnih elemenata u temeljnom tlu (program GeoStudio/SIGMA).
- **Analize stabilnosti 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)



## 4.2 ANALIZE STABILNOSTI

### 4.2.1 KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Tablica 1.1 – Karakteristični parametri tla odabrani za proračun stabilnosti prikazani su u tablici:

Grupa, vrsta i oznaka materijala	Zapreminska težina $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Nedrenirana čvrstoća $C_{uk}$ (kPa)	Kohezija $c'_k$ (kPa)	Kut trenja $\Phi'_k$ (°)
1) Kolnička konstrukcija	21	/	50	45
2) Tijelo nasipa – zona korita	19	45	10	26
3) Tijelo nasipa – zona inundacije	19	25	5	18
4) Kamen	21	/	0	35
5) CI - CH	19	35	10	26
6) GP	21	/	0	35
7) SP-SC	20	/	0	30

Proračuni 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.

$$\text{tg}\phi'_d = \text{tg}\phi'_k / \gamma_\phi$$

$$c'_d = c'_k / \gamma_c$$

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

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

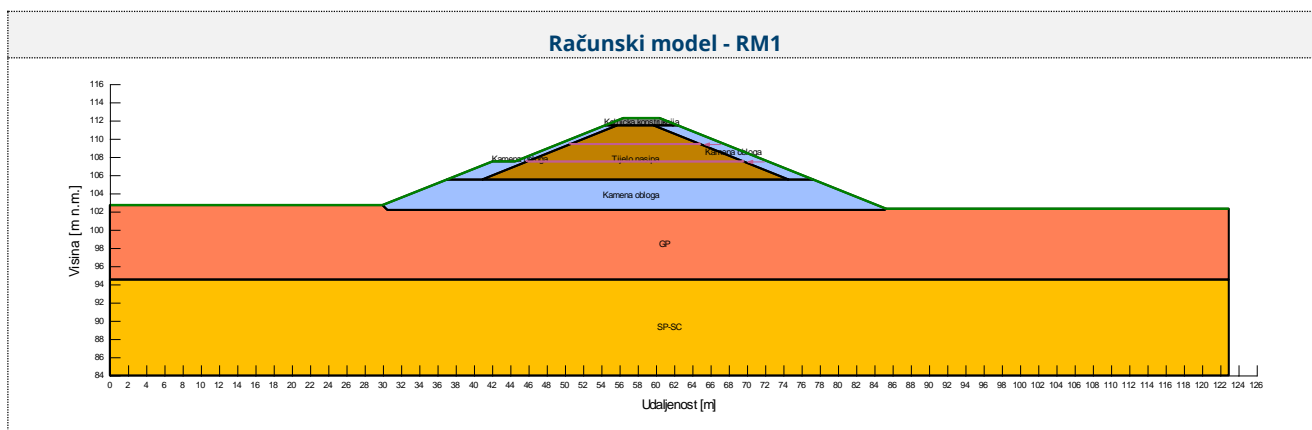


Tablica 1.2 – Proračunske vrijednosti parametara čvrstoće i krutosti temeljnog tla:

Grupa, vrsta i oznaka materijala	Zapreminska težina $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Nedrenirana čvrstoća $c_{ud}$ (kPa)	Kohezija $c'_d$ (kPa)	Kut trenja $\Phi'_d$ (°)
1) Kolnička konstrukcija	21	/	40	38,7
2) Tijelo nasipa – zona korita	19	32,1	8	21,3
3) Tijelo nasipa – zona inundacije	19	17,9	4	14,6
4) Kamen	21	/	0	29,3
5) CI - CH	19	35	8	21,3
6) GP	21	/	0	29,3
7) SP-SC	20	/	0	24,8

#### 4.2.1.1 Računski modeli

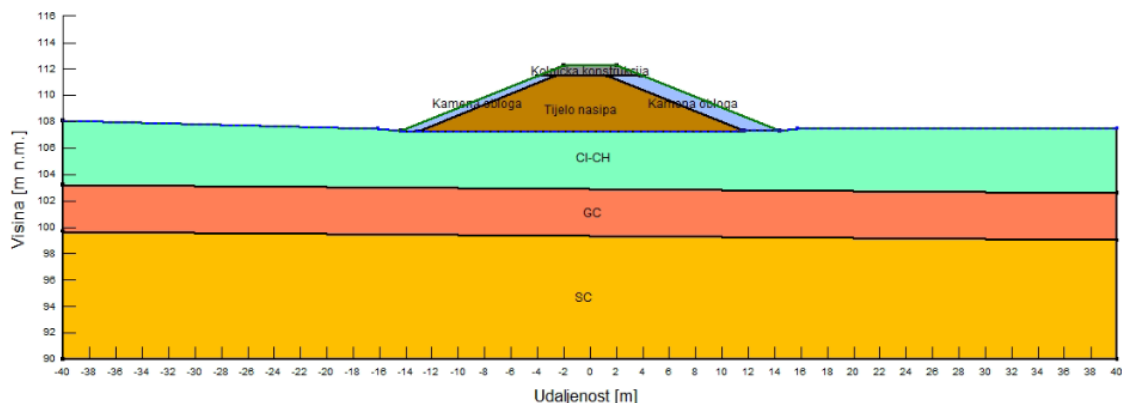
Za potrebe provedbe analize stabilnosti formirani su sljedeći računski modeli: RM1, RM2. Uslojenost modela je u skladu s geotehničkim elaboratom (oznake E-155-18-01, Geokon–Zagreb d.d. ožujak 2020.).







### Računski model – RM2



#### 4.2.1.2 Analiza opterećenja

Proračuni stabilnosti provedeni su za sljedeće proračunske situacije: eksploatacija - srednji vodostaj (105,5 m n.m.), naglo sniženje vodostaja (sniženje od 111,0 m n.m. do kote terena dna korita) na računskom modelu RM1 za obje strane pokosa. Za računski model RM2 provedeni su proračuni stabilnosti za sljedeće proračunske situacije: eksploatacija – visoki vodostaj (111,0 m n.m.), naglo sniženje vodostaja (sniženje od 111,0 m n.m. do kote terena dna korita).

#### 4.2.1.3 Projektne situacije

Analize su provedene na odabranim računskim modelima za dvije projektne situacije:

Tablica 1.1 – Projektne situacije

R. br.	Projektne situacije	PRORAČUNSKI MODEL
S1	Eksploatacijsko stanje	<b>Eksploatacija</b> Proračun je proveden s dreniranim parametrima čvrstoće. Proračuni su provedeni za <b>obje strane</b> pokosa.
S2	Naglo sniženje vodostaja	<b>Naglo sniženje vode</b> Proračun je proveden s dreniranim parametrima čvrstoće. Proračun je proveden za <b>obje strane</b> pokosa.



#### 4.2.1.4 Rezultati proračuna

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

Tablica 1.2 – Faktori sigurnosti za projektne situacije

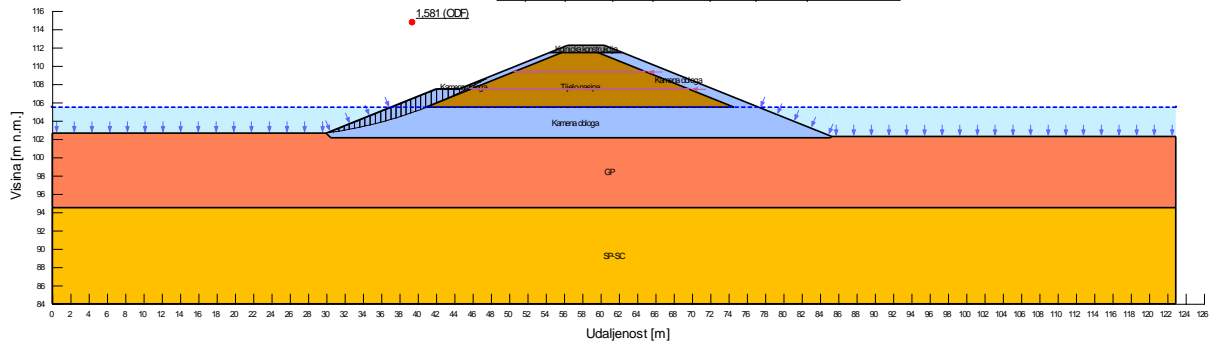
R. br.	Oznaka proj. sit.	Stanje klizišta - Projektna situacija	F <sub>smin</sub>	F <sub>s</sub>	Napomena
1	RM1-S1-a	Eksploatacijsko stanje – <b>lijevi pokos</b> nasipa.	1,00	1,581	Klizna ploha minimalnog F <sub>s</sub> , drenirani parametri, normalni vodostaj na koti 105,50 m n.m.
2	RM1-S1-b	Eksploatacijsko stanje – <b>desni pokos</b> nasipa.	1,00	1,425	Klizna ploha minimalnog F <sub>s</sub> , drenirani parametri, normalni vodostaj na koti 105,50 m n.m.
3	RM1-S2-a	Naglo sniženje vodostaja <b>lijevi pokos</b> nasipa.	1,00	1,328	Klizna ploha minimalnog F <sub>s</sub> , drenirani parametri, zaostali porni pritisci u tijelu nasipa. Sniženje vodostaja sa kote 111,00 m n.m. na dno korita.
4	RM1-S2-b	Naglo sniženje vodostaja <b>desni pokos</b> nasipa.	1,00	1,291	Klizna ploha minimalnog F <sub>s</sub> , drenirani parametri, zaostali porni pritisci u tijelu nasipa. Sniženje vodostaja sa kote 111,00 m n.m. na dno korita.
5	RM2-S1-a	Eksploatacijsko stanje – <b>lijevi pokos</b> nasipa.	1,00	1,165	Klizna ploha minimalnog F <sub>s</sub> , drenirani parametri, visoki vodostaj na koti 111,0 m n.m.
6	RM2-S1-b	Eksploatacijsko stanje – <b>desni pokos</b> nasipa.	1,00	1,391	Klizna ploha minimalnog F <sub>s</sub> , drenirani parametri, visoki vodostaj na koti 111,0 m n.m.
7	RM2-S2-a	Naglo sniženje vodostaja <b>lijevi pokos</b> nasipa.	1,00	1,184	Klizna ploha minimalnog F <sub>s</sub> , drenirani parametri, zaostali porni pritisci u tijelu nasipa. Sniženje vodostaja sa kote 111,00 m n.m. na dno korita
8	RM2-S2-b1	Naglo sniženje vodostaja <b>desni pokos</b> nasipa.	1,00	0,870	Klizna ploha minimalnog F <sub>s</sub> , drenirani parametri, zaostali porni pritisci u tijelu nasipa. Sniženje vodostaja sa kote 111,00 m n.m. na dno korita
9	RM2-S2-b2	Naglo sniženje vodostaja <b>desni pokos</b> nasipa. Ojačanje nasipa geomrežama.	1,00	1,018	Klizna ploha minimalnog F <sub>s</sub> , drenirani parametri, zaostali porni pritisci u tijelu nasipa. Sniženje vodostaja sa kote 111,00 m n.m. na dno korita



1	RM1-S1-a	Eksploatacijsko stanje – lijevi pokos nasipa.	1,00	1,581	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, normalni vodostaj na koti 105,50 m n.m.
---	----------	---	------	-------	--

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
Red	GP	Mohr-Coulomb	21	0	35
Blue	Kamena obloga	Mohr-Coulomb	21	0	35
Grey	Kolnicks konstrukcija	Mohr-Coulomb	21	50	45
Yellow	SP-SC	Mohr-Coulomb	20	0	30
Brown	Tijelo nasipa	Mohr-Coulomb	19	10	26

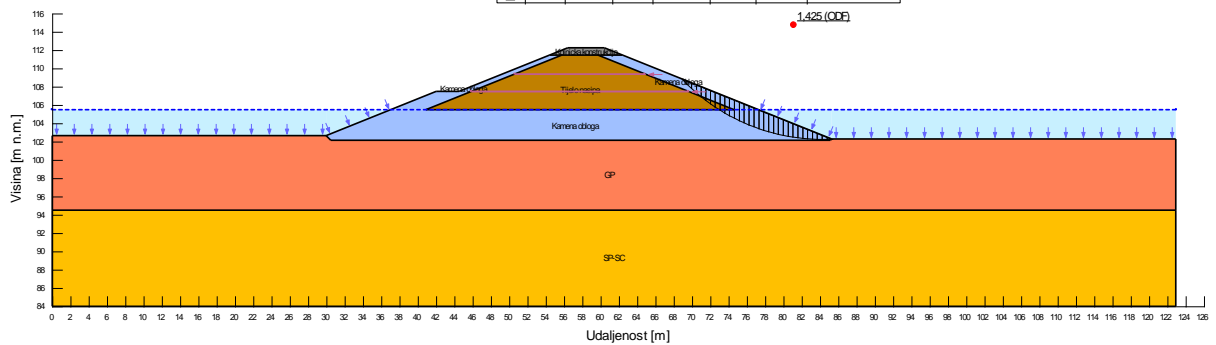
Color	Name	Type	Interface Adhesion (kPa)	Interface Shear Angle (°)	Surface Area Factor	Tensile Capacity (kN)	Factored Tensile Capacity
Pink	Geotexte	Geosynthetic	5	18	1	40	18,182 kN/m



2	RM1-S1-b	Eksploatacijsko stanje – desni pokos nasipa.	1,00	1,425	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, normalni vodostaj na koti 105,50 m n.m.
---	----------	--	------	-------	--

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
Red	GP	Mohr-Coulomb	21	0	35
Blue	Kamena obloga	Mohr-Coulomb	21	0	35
Grey	Kolnicks konstrukcija	Mohr-Coulomb	21	50	45
Yellow	SP-SC	Mohr-Coulomb	20	0	30
Brown	Tijelo nasipa	Mohr-Coulomb	19	10	26

Color	Name	Type	Interface Adhesion (kPa)	Interface Shear Angle (°)	Surface Area Factor	Tensile Capacity (kN)	Factored Tensile Capacity
Pink	Geotexte	Geosynthetic	5	18	1	40	18,182 kN/m

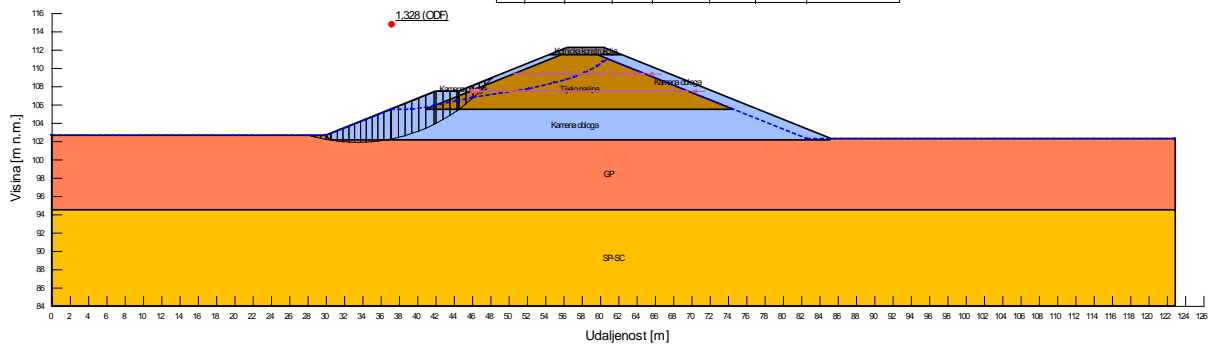




3	RM1-S2-a	Naglo sniženje vodostaja <b>lijevi pokos</b> nasipa.	1,00	1,328	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, zaostali porni pritisci u tijelu nasipa. Sniženje vodostaja sa kote 111,00 m n.m. na dno korita.
---	----------	--	------	-------	---

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
Red	GP	Mohr-Coulomb	21	0	35
Blue	Kamena obloga	Mohr-Coulomb	21	0	35
Grey	Kolnicks konstrukcija	Mohr-Coulomb	21	50	45
Yellow	SP-SC	Mohr-Coulomb	20	0	30
Brown	Tijelo nasipa	Mohr-Coulomb	19	10	26

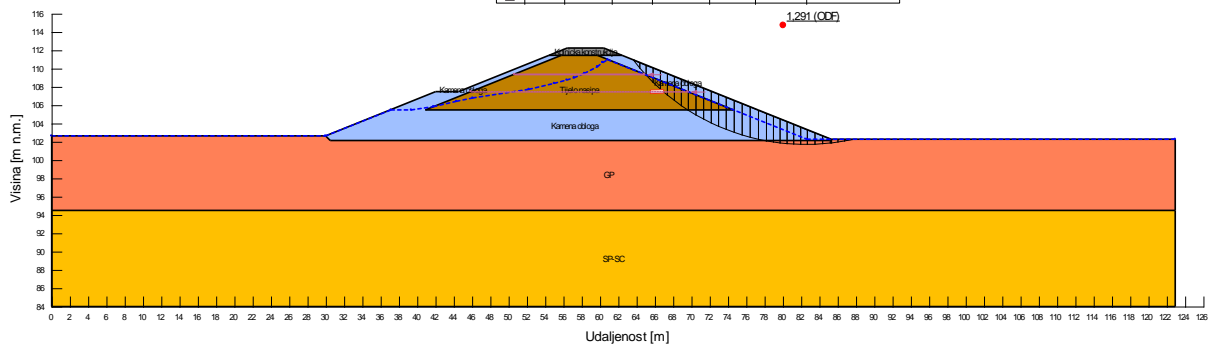
Color	Name	Type	Interface Adhesion (kPa)	Interface Shear Angle (°)	Surface Area Factor	Tensile Capacity (kN)	Factored Tensile Capacity
Pink	Geotextil	Geosynthetic	5	18	1	40	18,182 kN/m



4	RM1-S2-b	Naglo sniženje vodostaja <b>desni pokos</b> nasipa.	1,00	1,291	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, zaostali porni pritisci u tijelu nasipa. Sniženje vodostaja sa kote 111,00 m n.m. na dno korita.
---	----------	---	------	-------	---

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
Red	GP	Mohr-Coulomb	21	0	35
Blue	Kamena obloga	Mohr-Coulomb	21	0	35
Grey	Kolnicks konstrukcija	Mohr-Coulomb	21	50	45
Yellow	SP-SC	Mohr-Coulomb	20	0	30
Brown	Tijelo nasipa	Mohr-Coulomb	19	10	26

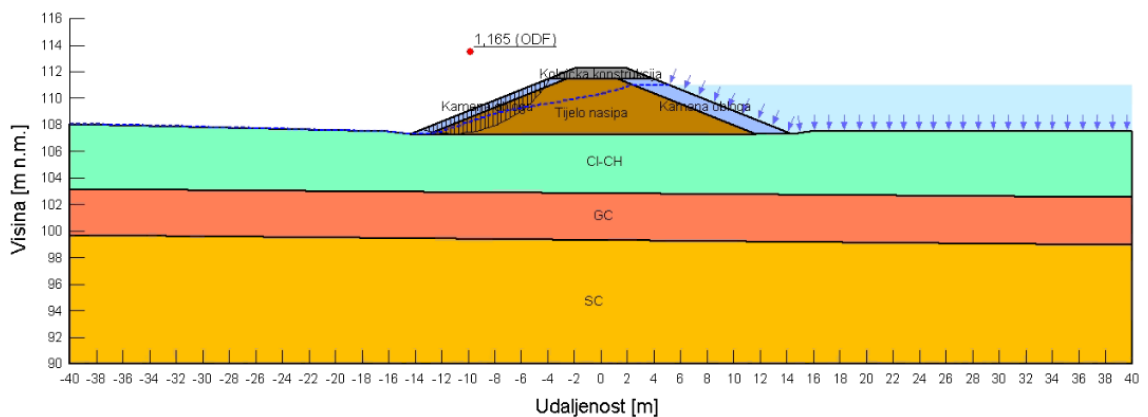
Color	Name	Type	Interface Adhesion (kPa)	Interface Shear Angle (°)	Surface Area Factor	Tensile Capacity (kN)	Factored Tensile Capacity
Pink	Geotextil	Geosynthetic	5	18	1	40	18,182 kN/m





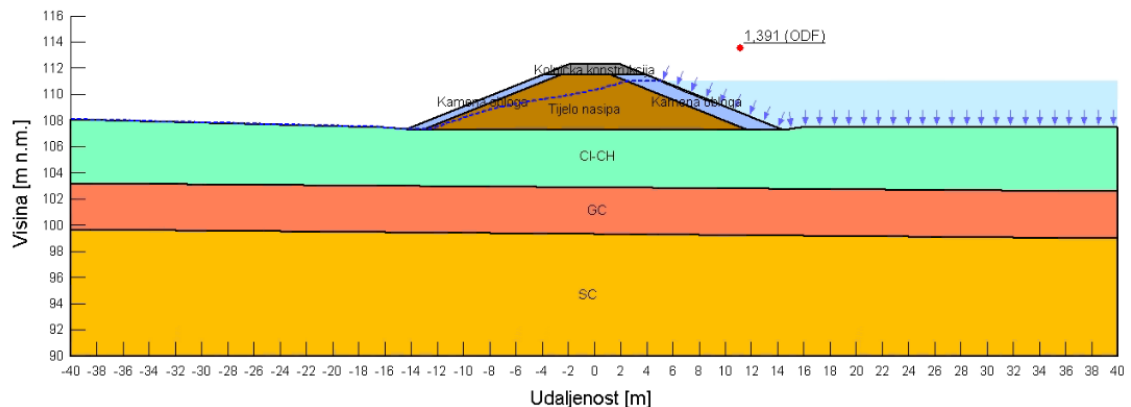
5	RM2-S1-a	Eksploatacijsko stanje – lijevi pokos nasipa.	1,00	1,165	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, visoki vodostaj na koti 111,0 m n.m.
---	----------	---	------	-------	---

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kNm <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
■	Cl-CH	Mohr-Coulomb	19	10	26
■	GC	Mohr-Coulomb	21	0	35
■	Kamena obloga	Mohr-Coulomb	21	0	35
■	Kolnickska konstrukcija	Mohr-Coulomb	21	50	45
■	SC	Mohr-Coulomb	20	0	30
■	Tijelo nasipa	Mohr-Coulomb	19	5	18



6	RM2-S1-b	Eksploatacijsko stanje – desni pokos nasipa.	1,00	1,391	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, visoki vodostaj na koti 111,0 m n.m.
---	----------	--	------	-------	---

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kNm <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
■	Cl-CH	Mohr-Coulomb	19	10	26
■	GC	Mohr-Coulomb	21	0	35
■	Kamena obloga	Mohr-Coulomb	21	0	35
■	Kolnickska konstrukcija	Mohr-Coulomb	21	50	45
■	SC	Mohr-Coulomb	20	0	30
■	Tijelo nasipa	Mohr-Coulomb	19	5	18

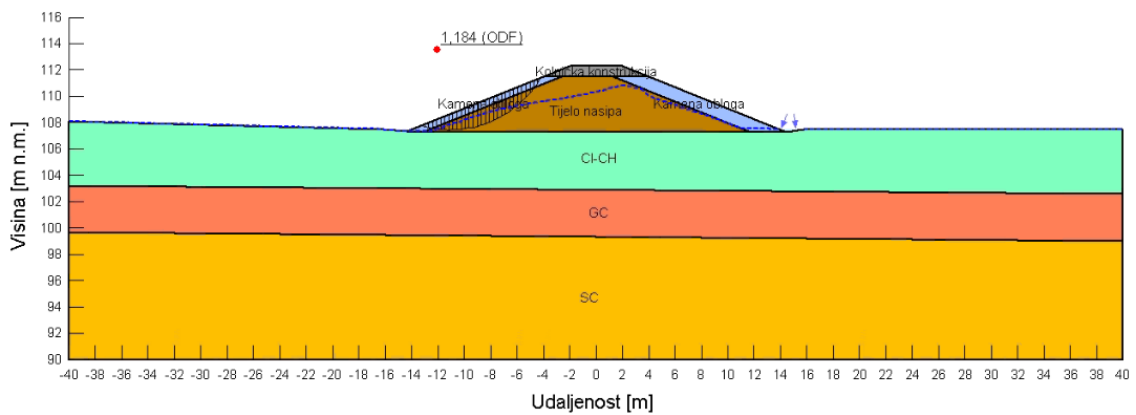






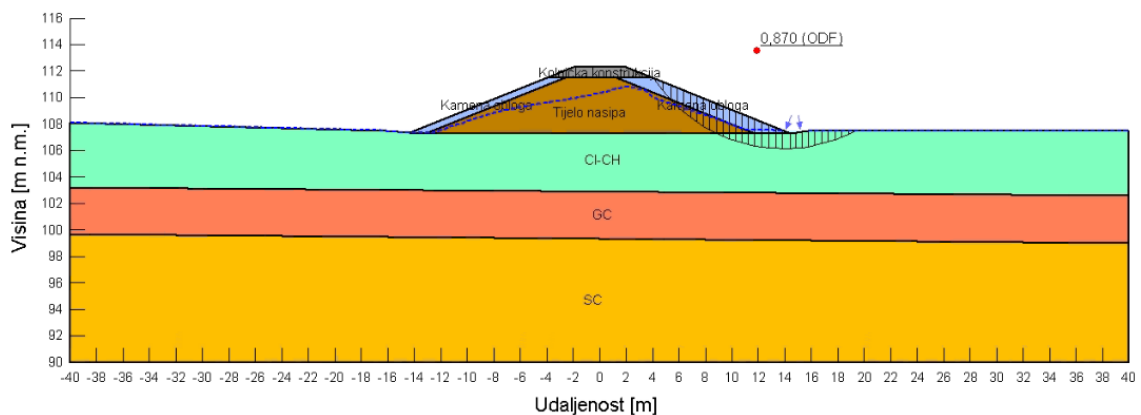
7	RM2-S2-a	Naglo sniženje vodostaja lijevi pokos nasipa.	1,00	1,184	Klizna ploha minimalnog Fs, drenirani parametri, zaostali porni pritisci u tijelu nasipa. Sniženje vodostaja sa kote 111,00 m n.m. na dno korita
---	----------	---	------	-------	--

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
■	CI-CH	Mohr-Coulomb	19	10	26
■	GC	Mohr-Coulomb	21	0	35
■	Kamena obloga	Mohr-Coulomb	21	0	35
■	Kohiicka konstrukcija	Mohr-Coulomb	21	50	45
■	SC	Mohr-Coulomb	20	0	30
■	Tijelo nasipa	Mohr-Coulomb	19	5	18



8	RM2-S2-b1	Naglo sniženje vodostaja desni pokos nasipa.	1,00	0,870	Klizna ploha minimalnog Fs, drenirani parametri, zaostali porni pritisci u tijelu nasipa. Sniženje vodostaja sa kote 111,00 m n.m. na dno korita
---	-----------	--	------	-------	--

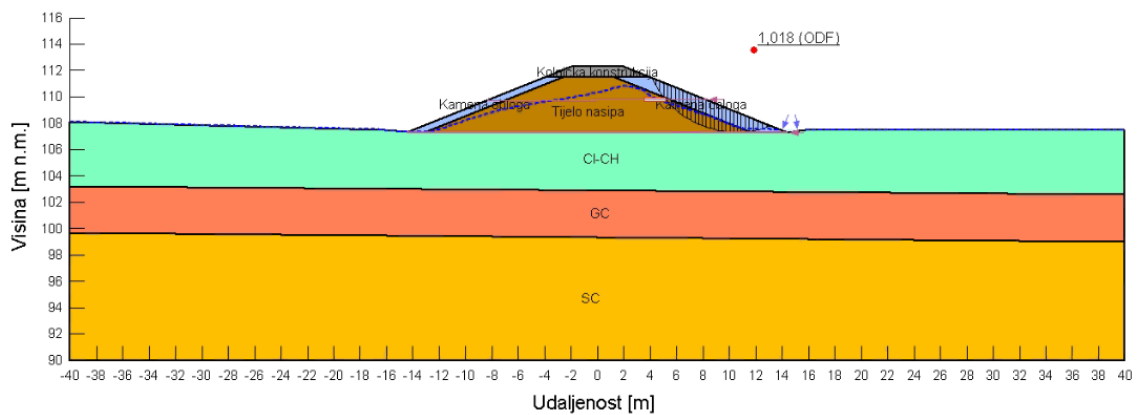
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
■	CI-CH	Mohr-Coulomb	19	10	26
■	GC	Mohr-Coulomb	21	0	35
■	Kamena obloga	Mohr-Coulomb	21	0	35
■	Kohiicka konstrukcija	Mohr-Coulomb	21	50	45
■	SC	Mohr-Coulomb	20	0	30
■	Tijelo nasipa	Mohr-Coulomb	19	5	18





9	RM2-S2-b2	Naglo sniženje vodostaja <b>desni pokos</b> nasipa. Ojačanje nasipa geomrežama.	1,00	1,018	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , drenirani parametri, zaostali porni pritisci u tijelu nasipa. Sniženje vodostaja sa kote 111,00 m n.m. na dno korita
---	-----------	--	------	-------	--

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
■	Cl-CH	Mohr-Coulomb	19	10	26
■	GC	Mohr-Coulomb	21	0	35
■	Kamena obloga	Mohr-Coulomb	21	0	35
■	Kolnickska konstrukcija	Mohr-Coulomb	21	50	45
■	SC	Mohr-Coulomb	20	0	30
■	Tijelo nasipa	Mohr-Coulomb	19	5	18



#### 4.2.1.5 Zaključak analize stabilnosti

Proračuni stabilnosti provedeni su prema Eurokodu 7 – EN 1997 za granično stanje nosivosti. Promatrana je stabilnost nasipa N5 za projektne situacije: eksploatacije, visokog vodostaja i naglog sniženja visoke vode. Ovisno o kritičnim situacijama provjeravana je stabilnost za lijevu ili desnu stranu nasipa.

Provedenim numeričkim analizama stabilnosti i rezultatima proračuna može se zaključiti da projektirano stanje građevine za provjeravane projektne situacije, zadovoljava kriterije stabilnosti, osim za situaciju naglog sniženja vodostaja na uzvodnoj strani nasipa računskog modela RM2.

Za projektnu situaciju naglog sniženja vodostaja na RM2, provedene su dodatne analize stabilnosti s geomrežama ojačanim nasipom. Geomreže se izvode u 2 reda, a potrebna vlačna čvrstoća se određuje prema proračunskoj sili uz primjenu parcijalnih faktora sigurnosti.

Proračunska sila u zategama iznosi:  $P_{pror} = 18,18 \text{ kN/m'}$ .

Potrebna sila u zategama za vijek konstrukcije 50 godina je:

$$P_{pot} = P_{pror} \times F_{sm} \times F_{ss50}$$

gdje su:

$F_{sm}$  - faktor modela,

$F_{ss50}$  - faktor sustava za vijek konstrukcije 50 godina.

Za predmetnu građevinu može se usvojiti faktor modela:  $F_{sm} = 1,30$ .

Faktor sigurnosti sustava jednak je umnošku parcijalnih faktora sigurnosti za odabrani sustav za



vijek konstrukcije 50 godina.

Usvojeni parcijalni faktori za sigurnost sustava iznose:

- $f_m = 1,2$  - faktor sigurnosti proizvodnje i ekstrapolacije podataka,
- $f_d = 1,25$  - faktor sigurnosti za mehanička oštećenja za upotrebu kamenog materijala ispune,
- $f_e = 1,1$  - faktor sigurnosti za utjecaj okoliša,

pa je faktor sigurnosti sustava:  $F_{SS} = 1,65$ ,

što za predmetnu građevinu daje potrebnu minimalnu čvrstoću zatega za vijek konstrukcije 50 godina:

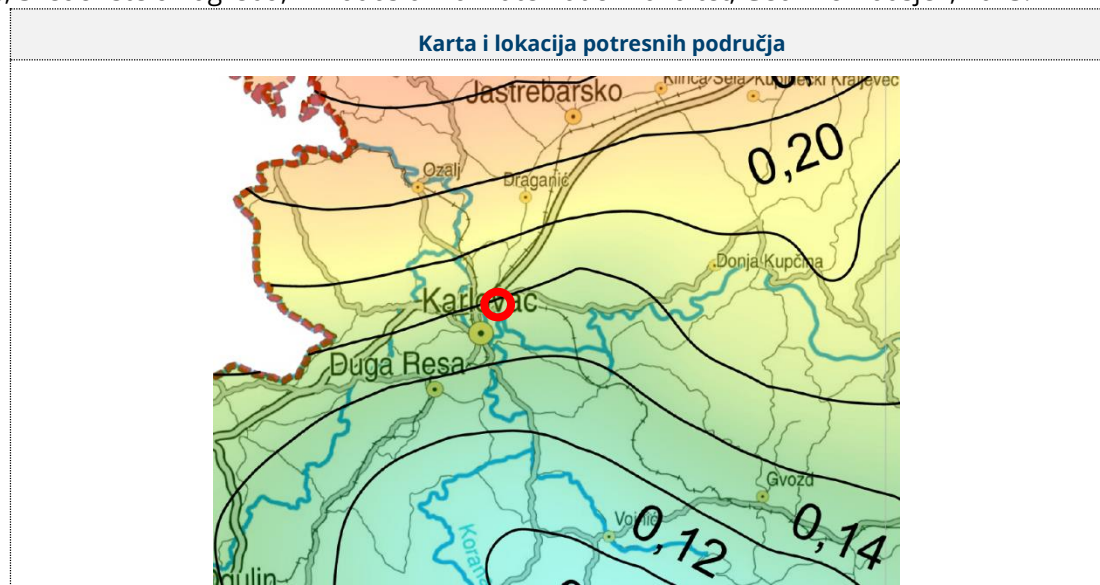
$$P_{pot} = P_{pror} \times F_{sm} \times F_{SS} = 17,21 \times 1,30 \times 1,65 = 36,9 \text{ kN/m'}$$

Zadovoljeni su uvjeti stabilnosti za odabranu geometriju presjeka nasipa i odabrane materijale od kojih se gradi nasip.

## 4.2.2 PRORAČUN NASIPA ZA SEIZMIČKO OPTEREĆENJE

### 4.2.2.1 Analiza stabilnosti na potres – kvazistatična metoda

Seizmička aktivnost na navedenoj lokaciji prikazana je na izvatku Karte potresnih područja Republike Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno Matematički fakultet, Geofizički odsjek, 2013:



Inicijalna analiza stabilnosti na potres provedena je kvazistatičnom metodom. Proračun provjerava granično stanje stabilnosti na pojavu kliznih ploha, za utjecaj komponenti horizontalnog i vertikalnog ubrzanja u tlu od potresa.

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

$$A1+M2+R3$$

M1-proračunska vrijednost parametara čvrstoće tla koja se dobiva na način da se karakteristična vrijednost podijeli s parcijalnim koeficijentom za parametre tla.

$$\text{tg}\phi'_d = \text{tg}\phi'_k / \gamma_\phi$$

$$c'_d = c'_k / \gamma_c$$



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

gdje je  $\gamma_{\phi} = \gamma_c = \gamma_{cu} = 1,0$ .

Tablica 1.3 – Karakteristične vrijednosti parametara tla korištenih u proračunu stabilnosti

Grupa, vrsta i oznaka materijala	Zapreminska težina $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Nedreniran a čvrstoća $C_{uk}$ (kPa)	Kohezija $c'k$ (kPa)	Kut trenja $\Phi_k$ (°)
1) Kolnička konstrukcija	21	/	50	45
2) Tijelo nasipa – zona korita	19	45	10	26
3)Tijelo nasipa – zona inundacije	19	25	5	18
4) Kamen	21	/	0	35
5) CI - CH	19	35	10	26
6) GP	21	/	0	35
7) SP-SC	20	/	0	30

Tablica 1.4 – proračunske vrijednosti parametara tla korištenih u proračunu stabilnosti

Grupa, vrsta i oznaka materijala	Zapreminska težina $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Nedreniran a čvrstoća $C_{uk}$ (kPa)	Kohezija $c'k$ (kPa)	Kut trenja $\Phi_k$ (°)
1) Kolnička konstrukcija	21	/	40	38,7
2) Tijelo nasipa – zona korita	19	32,1	8	21,3
3)Tijelo nasipa – zona inundacije	19	17,9	4	14,6
4) Kamen	21	/	0	29,3
5) CI - CH	19	35	8	21,3
6) GP	21	/	0	29,3
7) SP-SC	20	/	0	24,8

#### 4.2.2.1.2 Projektna situacija

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:  $\alpha$  - ubrzanje tla izraženo postotkom gravitacije  $g$ , za predmetnu lokaciju  
 $T_p=475 \alpha=0,155 g$   
 $S$  - parametar tla prema tipovima tla iz EN 1998 – 1:2004, temeljno tlo je definirano kao tip C stoga je  $S=1,15$   
 $W$  - težina kliznog tijela (za potrebe proračuna uzima se 1,0).

Prema tome za povratni period  $T_{p=95}$  vrijednosti horizontalne i vertikalne komponente iznose:

- horizontalna komponenta:  $F_H = 0,5 \cdot \alpha \cdot S \cdot W = 0,5 \cdot 0,155 \cdot 1,15 \cdot 1 = 0,089 g$

- vertikalna komponenta:  $F_V = \pm 0,5 \cdot F_H = \pm 0,5 \cdot 0,089 \cdot g = \pm 0,045 g$

Tablica 4.5 -

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
<b>C</b>	<b>Debeli nanosi srednje zbijenoga pijeska, šljunka ili srednje krute gline debljine od nekoliko desetaka do više stotina metara.</b>	<b>180 - 360</b>	<b>15-50</b>	<b>70 - 250</b>
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 (L) poprečnih površinskih valova

NSPT - standardni penetracijski test (broj udaraca)

$C_u$  - posmična čvrstoća tla

Ground type	$S$	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (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



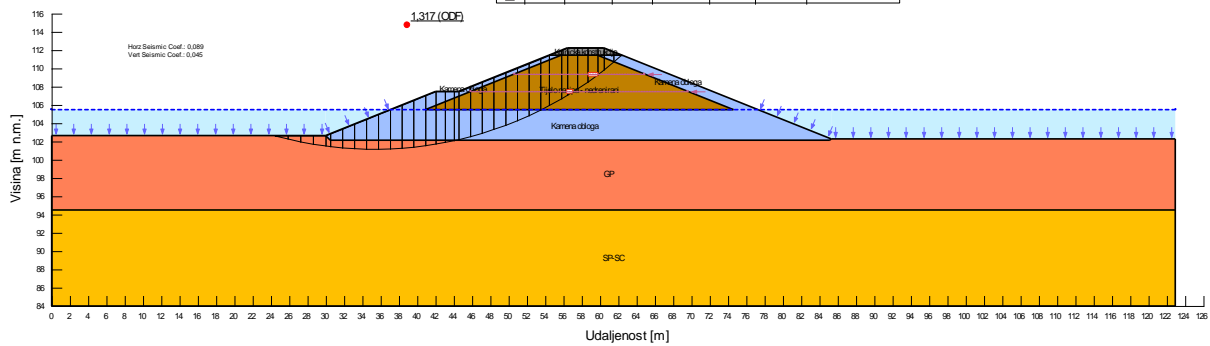
### 4.2.2.1.3 Rezultati proračuna

Numeričkim analizama dobivene su slijedeće vrijednosti faktora sigurnosti za odabrane cilindrične/poligonalne klizne plohe kojima se karakterizira globalna stabilnost nasipa na potres:

1	RM1 – S1	Potres $T_p=475g$ – lijeva strana nasipa	1,0	1,317	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , pri djelovanju potresa pri eksploataciji, $T_p=475g$ , proračunski drenirani parametri tla.
---	----------	--	-----	-------	---

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Total Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
■	GP	Mohr-Coulomb	21		0	35
■	Kamena obloga	Mohr-Coulomb	21		0	35
■	Kolnicks konstrukcija	Mohr-Coulomb	21		50	45
■	SP-SC	Mohr-Coulomb	20		0	30
■	Tijelo nasipa - nedrenirani	Undrained (Phi=0)	19	45		

Color	Name	Type	Interface Adhesion (kPa)	Interface Shear Angle (°)	Surface Area Factor	Tensile Capacity (kN)	Factored Tensile Capacity
■	Geotextil	Geosynthetic	5	18	1	40	18,182 kN/m



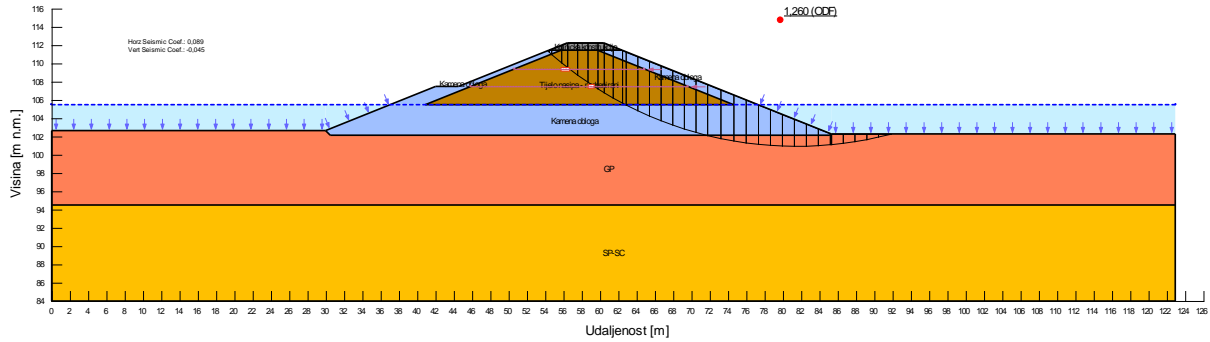




2	RM1 – S1	Potres $T_p=475g$ – desna strana nasipa	1,0	1,260	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , pri djelovanju potresa pri eksploataciji, $T_p=475g$ , proračunski drenirani parametri tla.
---	----------	---	-----	-------	---

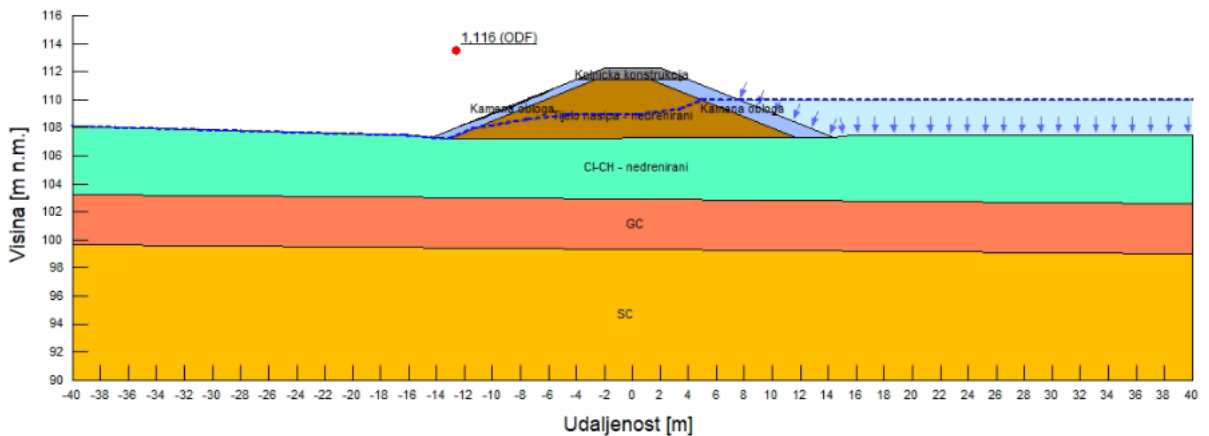
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Total Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
Orange	GP	Mohr-Coulomb	21		0	35
Blue	Kamena obloga	Mohr-Coulomb	21		0	35
Grey	Kolnickska konstrukcija	Mohr-Coulomb	21		50	45
Yellow	SP-SC	Mohr-Coulomb	20		0	30
Brown	Tijelo nasipa - nedrenirani	Undrained (Phi=0)	19	45		

Color	Name	Type	Interface Adhesion (kPa)	Interface Shear Angle (°)	Surface Area Factor	Tensile Capacity (kN)	Factored Tensile Capacity
Purple	Geotextil	Geosynthetic	5	18	1	40	10,182 kN/m



3	RM2 – S1-a	Potres $T_p=475g$ – lijeva strana nasipa	1,0	1,116	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , pri djelovanju potresa pri eksploataciji, $T_p=475g$ , proračunski nedrenirani parametri tla.
---	------------	--	-----	-------	---

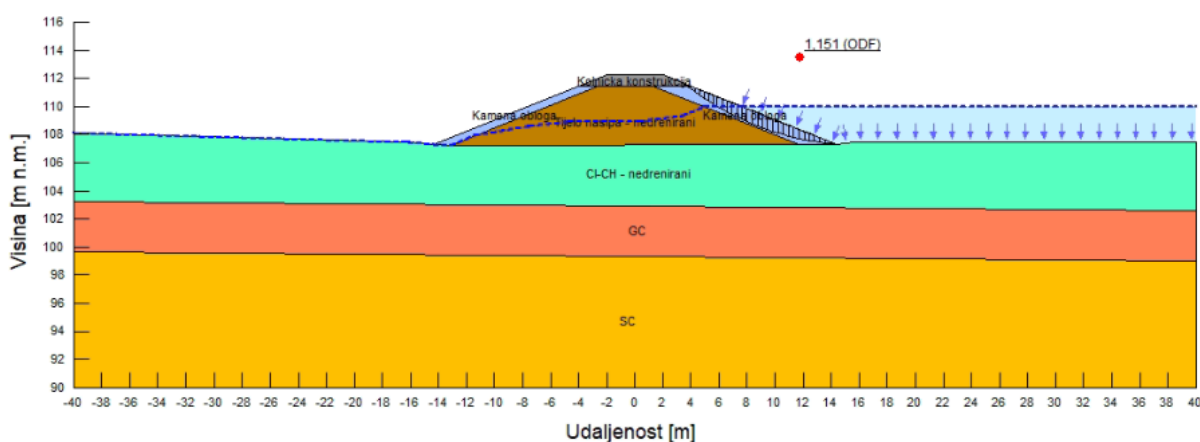
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Total Cohesion (kPa)
Light Green	CI-CH - nedrenirani	Undrained (Phi=0)	19			35
Orange	GC	Mohr-Coulomb	21	0	35	
Blue	Kamena obloga	Mohr-Coulomb	21	0	35	
Grey	Kolnickska konstrukcija	Mohr-Coulomb	21	50	45	
Yellow	SC	Mohr-Coulomb	20	0	30	
Brown	Tijelo nasipa - nedrenirani	Undrained (Phi=0)	19			25





4	RM2 - S1-b	Potres $T_p=475g$ - desna strana nasipa	1,0	1,151	Klizna ploha minimalnog $F_s$ , pri djelovanju potresa pri eksploataciji, $T_p=475g$ , proračunski nedrenirani parametri tla.
---	------------	---	-----	-------	---

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Total Cohesion (kPa)
■	Cl-CH - nedrenirani	Undrained (Phi=0)	19			35
■	GC	Mohr-Coulomb	21	0	35	
■	Kamena obloga	Mohr-Coulomb	21	0	35	
■	Kolnicna konstrukcija	Mohr-Coulomb	21	50	45	
■	SC	Mohr-Coulomb	20	0	30	
■	Tijelo nasipa - nedrenirani	Undrained (Phi=0)	19			25



#### 4.2.2.1.4 Zaključak analize stabilnosti za potres

Prema provedenoj analizi globalne stabilnosti dobiveni faktori sigurnosti zadovoljavaju minimalno tražene za slučaj potresa povratnog perioda 475 godina za lijevu i desnu stranu nasipa N5.



## 4.3 ANALIZA PROCJEĐIVANJA I HIDRAULIČKE STABILNOSTI

Izvršena je stacionarna analiza toka vode kroz nasip i temeljno tlo. Proračun je proveden za proračunsku situaciju kraj gradnje na računskom modelu RM1.

### 4.3.1 KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Vrijednosti koeficijenta vodopropusnosti, te odnos vertikalne i horizontalne propusnosti dani su u tablici:

grupa, vrsta i oznaka materijala	koeficijent vodopropusnosti $\kappa$ (m/s)	$k_y/k_x$
1) Tijelo nasipa	4e-7	0,6
2) Kamen	1,2e-2	1,0
3) CI-CH	1,0e-9	0,6
4) SP-SC (SC)	1,4e-6	0,8
5) GP	1,2e-2	1,0

### 4.3.2 PROJEKTNE SITUACIJE

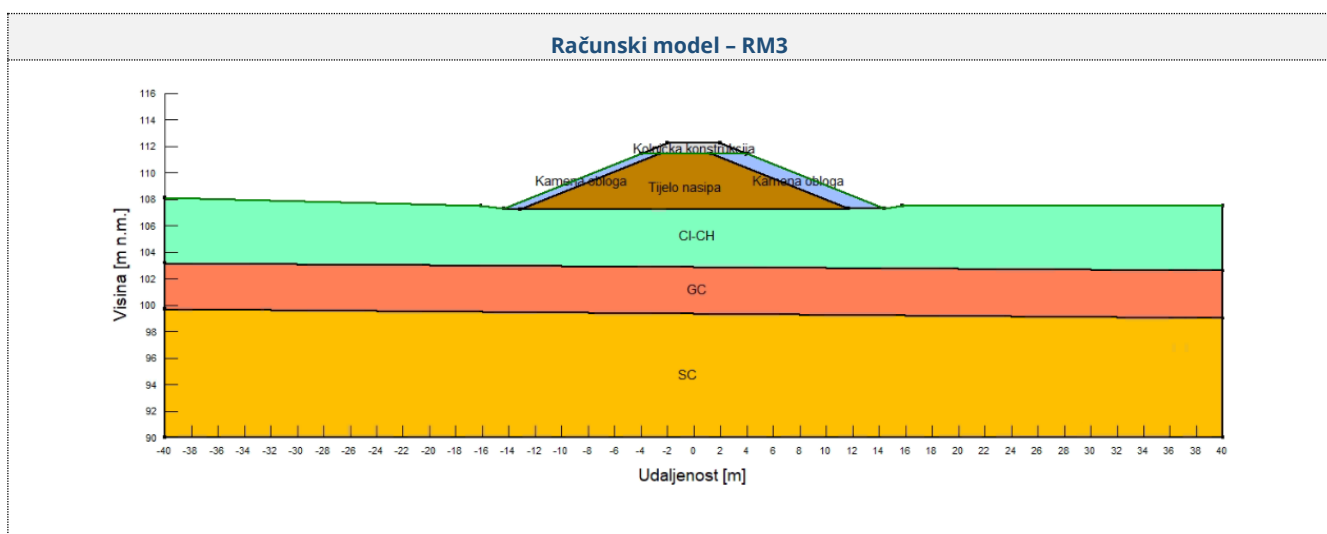
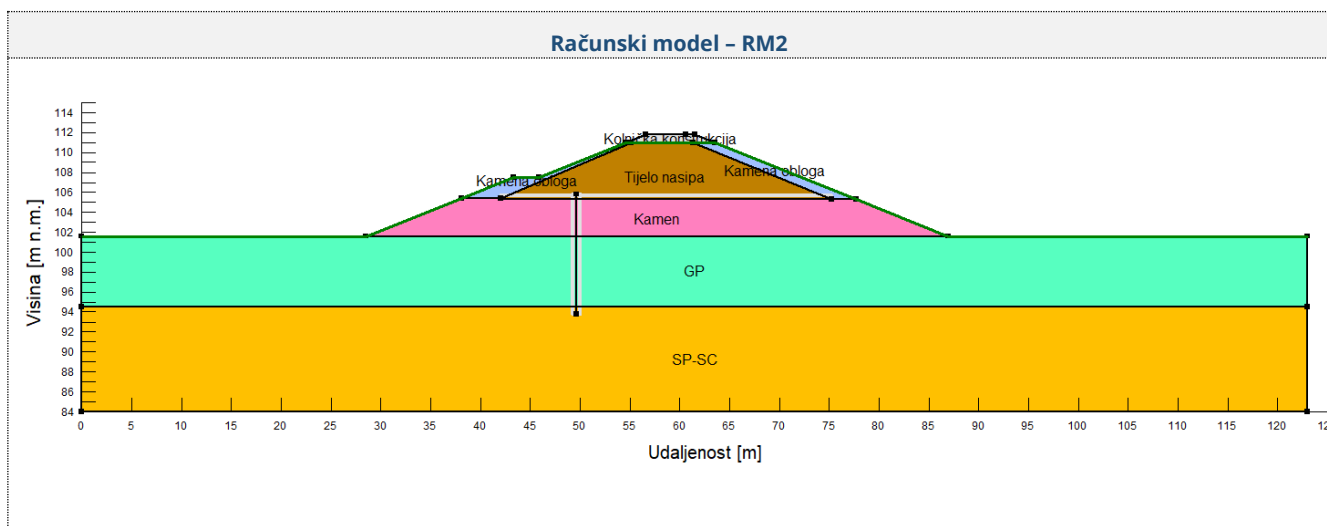
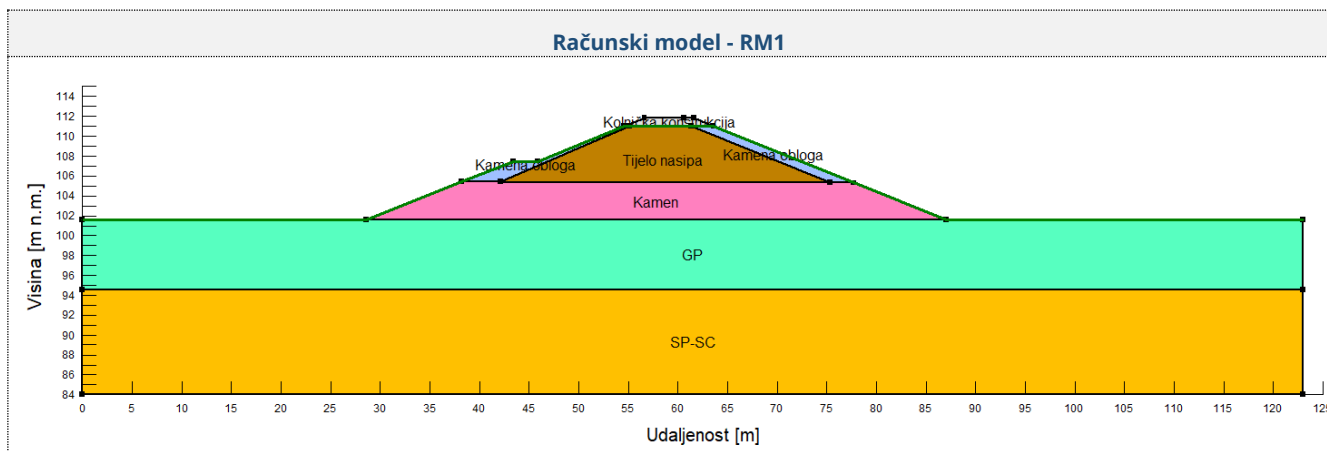
Analiza procjeđivanja za računski model provedena je za slijedeće projektne situacije:

Tablica 1.6 – Projektne situacije

R. br.	Projektna situacija	PRORAČUNSKI MODEL
S1	Eksploatacija –srednji vodostaj	<b>Eksploatacija</b> Stacionarno tečenje kroz nasip, srednji vodostaj (105,5 m n.m.)Proračun je proveden s dreniranim parametrima čvrstoće.
S2	Eksploatacija –srednji vodostaj – jet grouting	<b>Eksploatacija</b> Stacionarno tečenje kroz nasip s ugrađenim mlazno injektiranim stupnjacima L=12 m, srednji vodostaj (105,5 m n.m.). Proračun je proveden s dreniranim parametrima čvrstoće.
S3	Eksploatacija –visoki vodostaj	<b>Eksploatacija</b> Stacionarno tečenje kroz nasip, visoki vodostaj (111,0 m n.m.)Proračun je proveden s dreniranim parametrima čvrstoće.
S4	Eksploatacija –visoki vodostaj – jet grouting	<b>Eksploatacija</b> Stacionarno tečenje kroz nasip s ugrađenim mlazno injektiranim stupnjacima L=12 m, visoki vodostaj (111,0 m n.m.). Proračun je proveden s dreniranim parametrima čvrstoće.

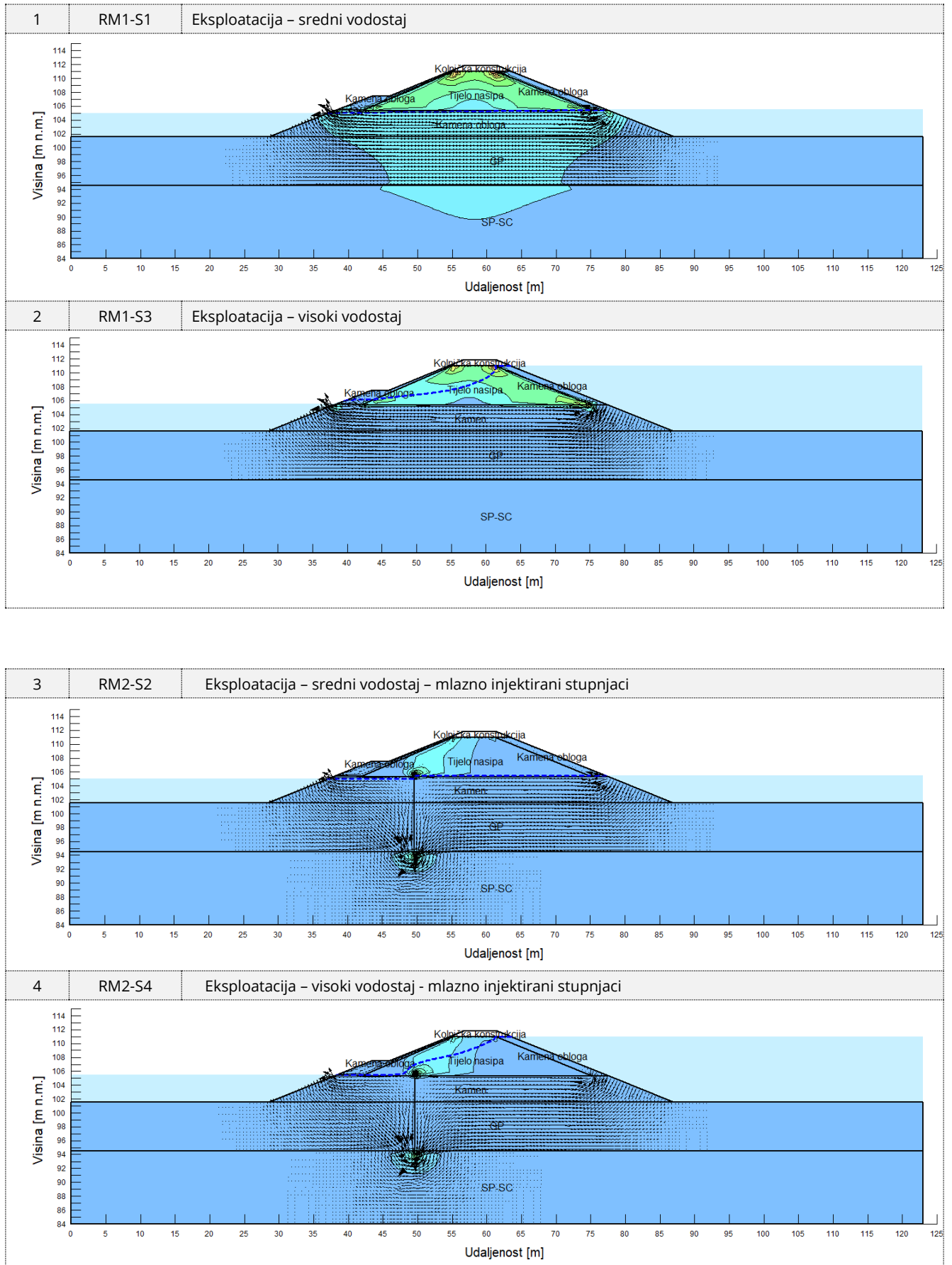


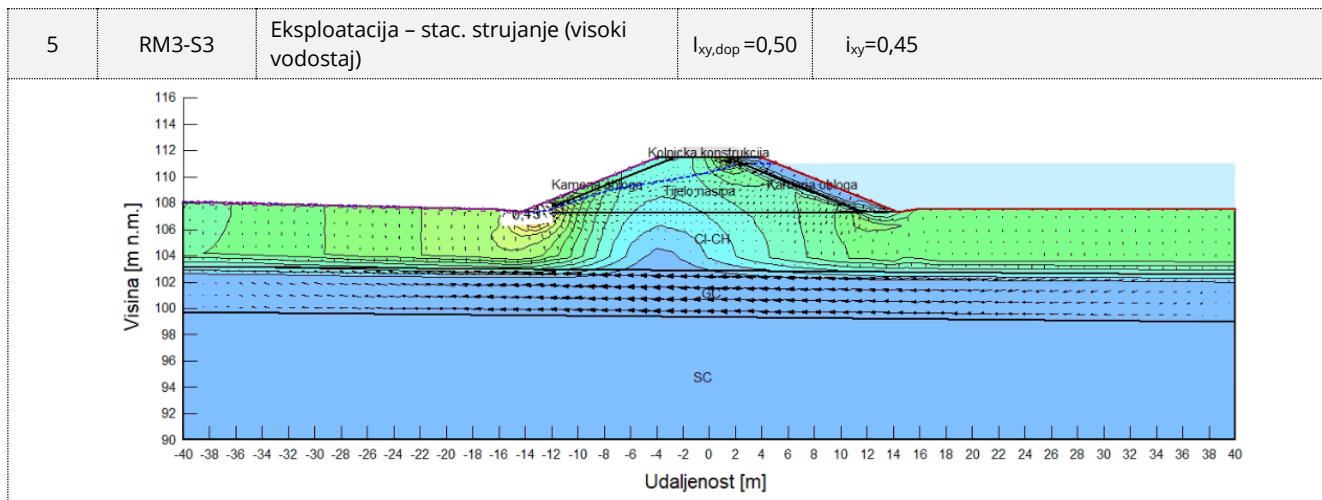
### 4.3.3 RAČUNSKI MODELI





### 4.3.4 REZULTATI PRORAČUNA





Model	Max. vrijednost $i_{xy,max}$	Dopuštena vrijednost $i_{xy,dop}^*$
RM3-S3	$i_{xy}=0,45$	$i_{xy,dop}=0,50$

$i_{xy,dop}^*$ , dopuštena vrijednosti izlaznog hidrauličkog gradijenta za filterski nezaštićen sitnozrni pijesak.

### 4.3.5 ZAKLJUČAK ANALIZE PROCJEĐIVANJA I HIDRAULIČKE STABILNOSTI

Na odabranim računskim modelima provedene su analize stacionarnog procjeđivanja kroz temeljno tlo i nasip za projektnu situaciju pojave 100 g velike vode rijeke Korane. Hidraulička stabilnost je razmatrana kroz provjeru izlaznih hidrauličkih gradijenata u temeljnom tlu i nasipu.

Na proračunskom modelu RM2, korito se zatrpava kamenim materijalom na kojem se izvode mlazno injektirani stupnjaci dubine 12 m (za razliku od proračunskog modela RM1). Izvedbom mlazno injektiranih stupnjaka dobiva se vodonepropusna zavjesa te se produžuje put procjeđivanja vode na zaobalnu stranu. Time je za projektirano stanje na proračunskom modelu RM2, koji reprezentira pregradni nasip u koritu rijeke Korane, iznos izlaznog gradijenta u dopuštenim vrijednostima ( $i_{xy} < 0,5$  – za filterski nezaštićeni sloj).

Za proračunski model RM3 koji reprezentira nasip N5 izvan korita rijeke Korane, iznos izlaznog gradijenta je u dopuštenim vrijednostima ( $i_{xy} < 0,5$  – za filterski nezaštićeni sloj).

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





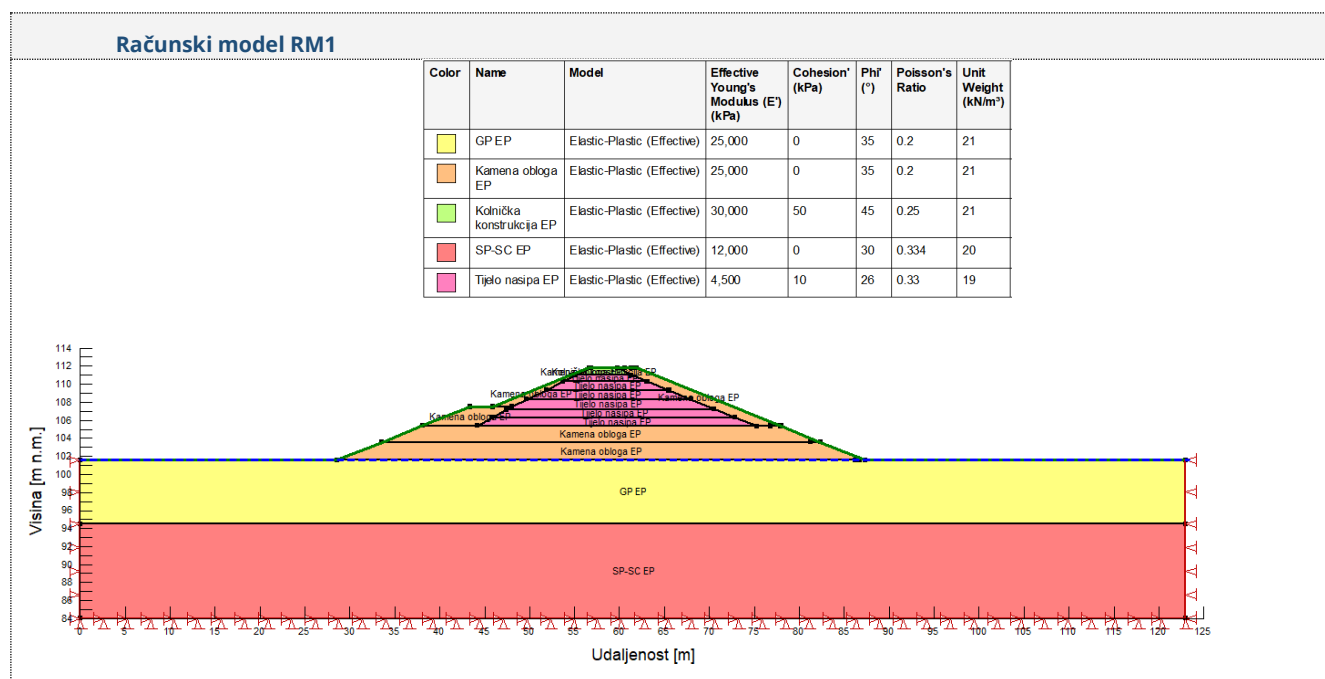
## 4.4 NAPONSKO - DEFORMACIJSKA ANALIZA SLIJEGANJA NASIPA

### 4.4.1 PARAMETRI MATERIJALA

Tablica karakterističnih vrijednosti parametara materijala:

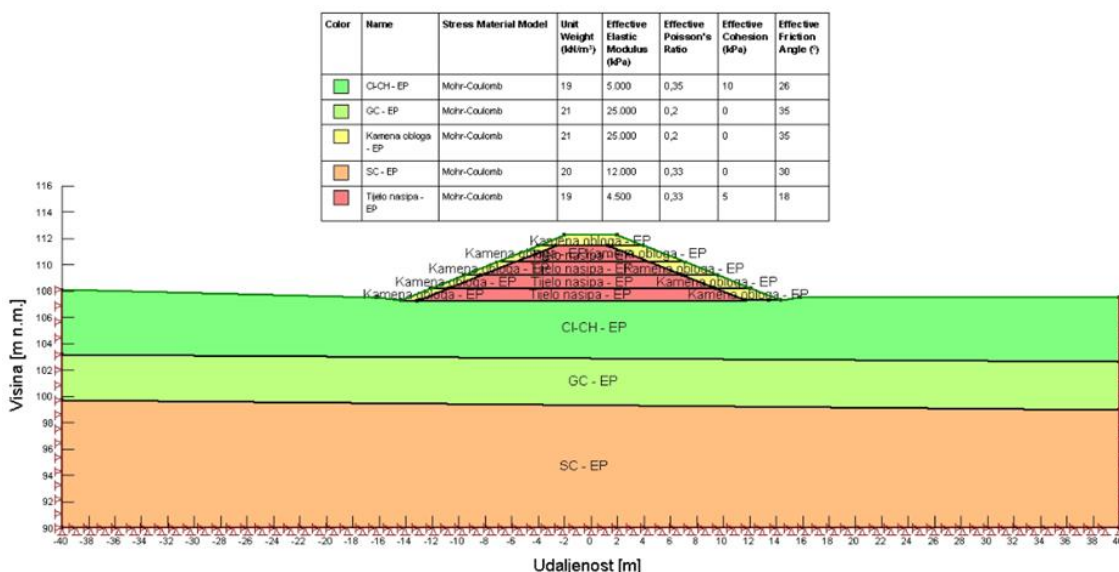
RM1					
	SP-SC	GP	Kamen/ Kamena obloga	Tijelo nasipa	Kolnička konstrukcija
Zapreminska težina $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	20	21	21	19	21
Efektivna kohezija $c'$ (kPa)	0	0	0	10	50
Efektivni kut unutrašnjeg trenja $\phi'$ (°)	30	35	35	26	45
Poissonov koeficijent $\nu$	0,3	0,2	0,2	0,33	0,25
Youngov modul elastičnosti E (MPa)	12	25	25	4,5	30

### 4.4.2 RAČUNSKI MODELI





### Računski model RM2 – izgradnja nasipa visine H=5,00 m u st. km 0+240



### 4.4.3 PROJEKTNJA SITUACIJA

Provjere deformacija nasipa i temeljnog tla provedene su za projektnu situaciju:

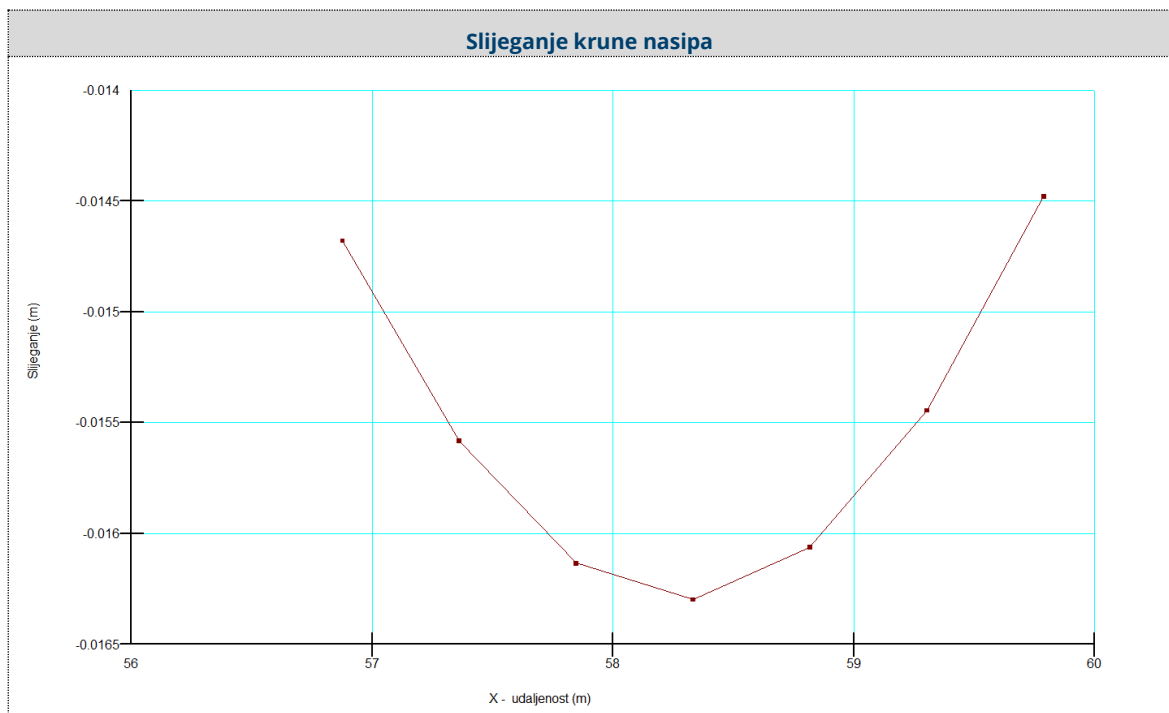
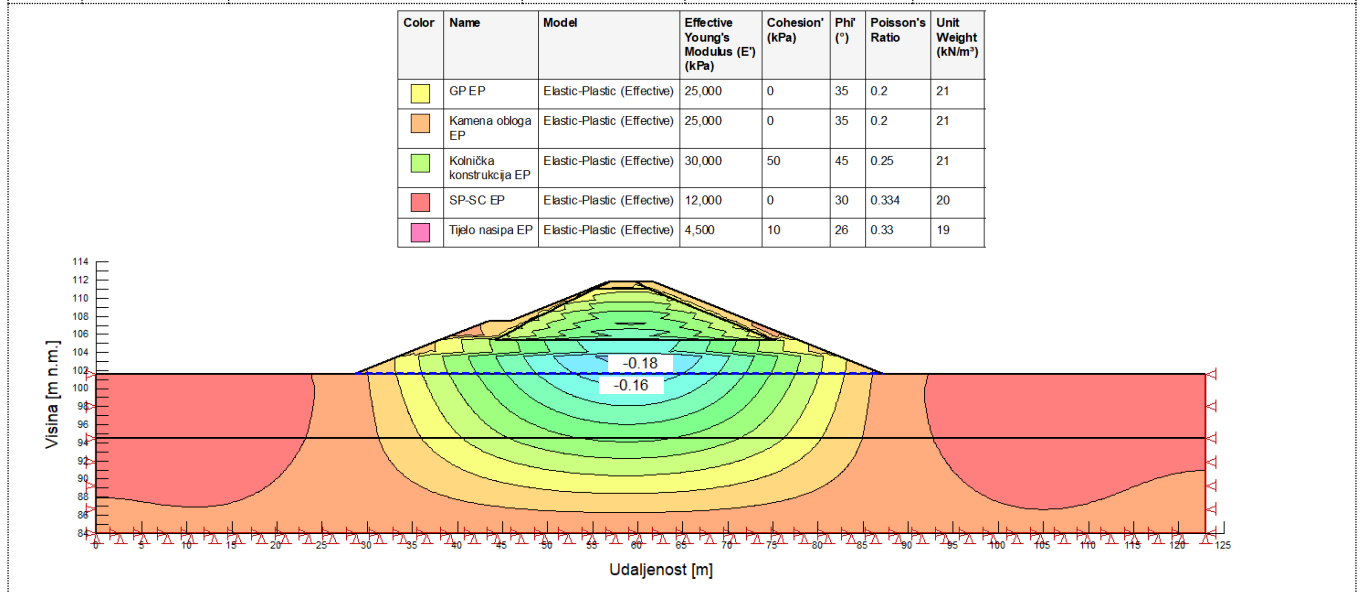
oznaka	PROJEKTNJE SITUACIJE / OPIS
S-1	Proračunom je provedena drenirana analiza, podzemna voda je u razini terena, analizirani su iznosi slijeganja.

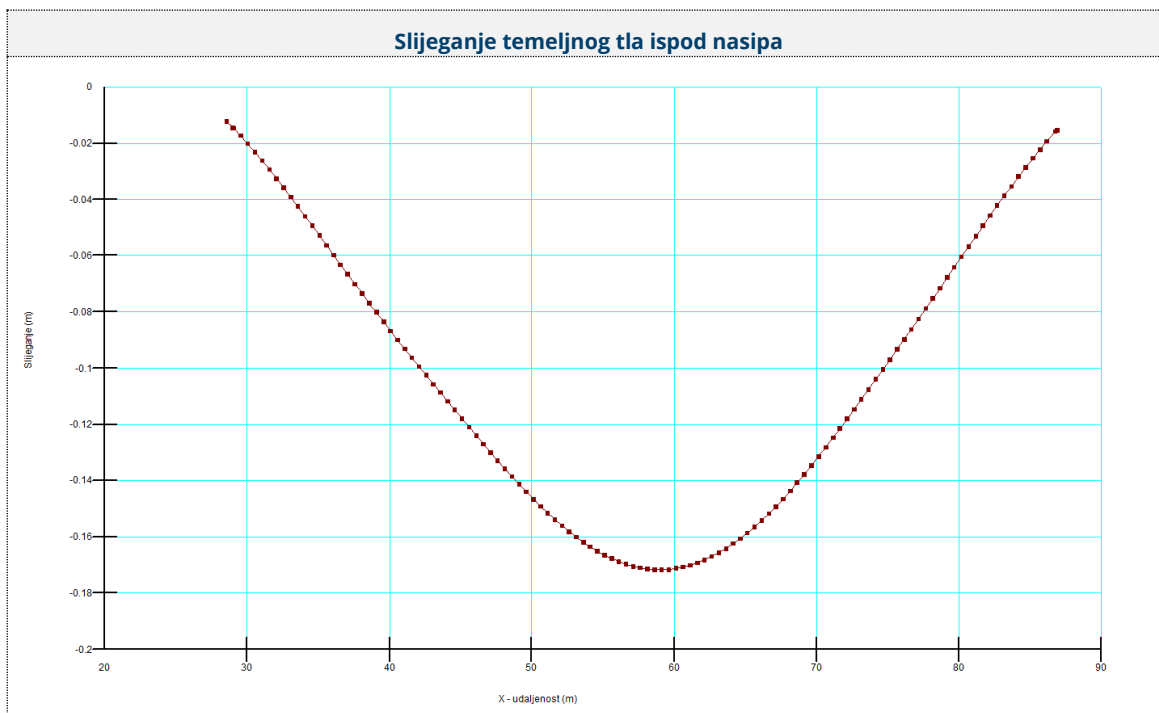


#### 4.4.4 REZULTATI NAPONSKO - DEFORMACIJSKE ANALIZE

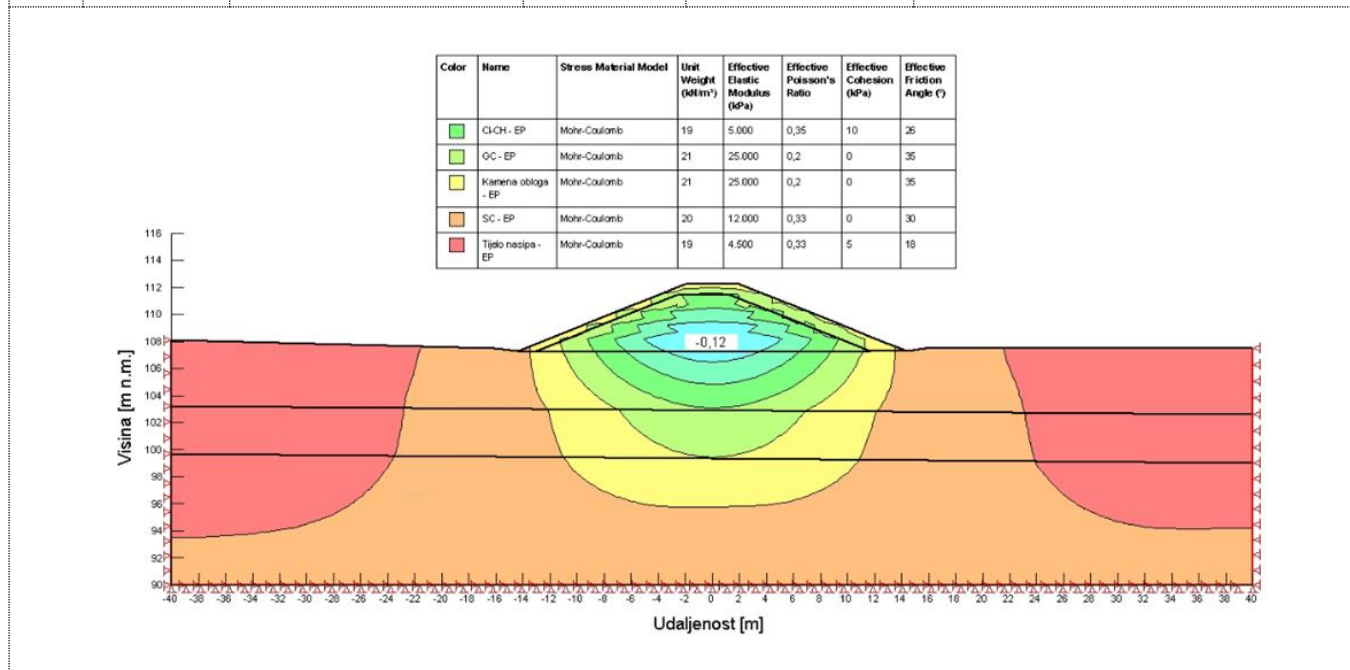
Prikazani su rezultati naponsko - deformacijske analize računskog modela RM1 za projektnu situaciju S1.

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Maksimalni pomak krune Dy (cm)	Pomak na kontaktu nasipa s podlogom Dy (cm)	Napomena
1	RM1-S1	Kraj izgradnje	1,6	17,1	Proračunom je provedena drenirana analiza, podzemna voda je ispod razine terena.



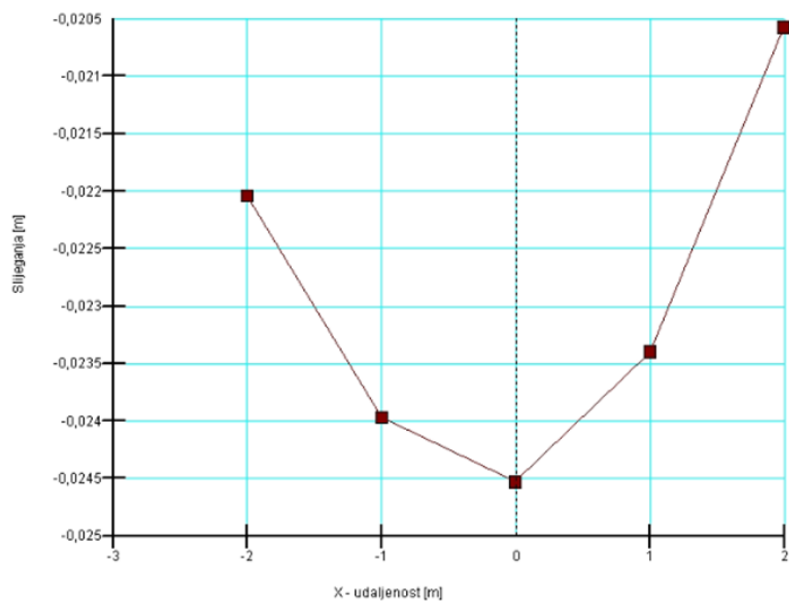


R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Maksimalni pomak krune Dy (cm)	Pomak na kontaktu nasipa s podlogom Dy (cm)	Napomena
2	RM2-S1	Kraj izgradnje	2,45	11	Proračunom je provedena drenirana analiza, podzemna voda je ispod razine terena.

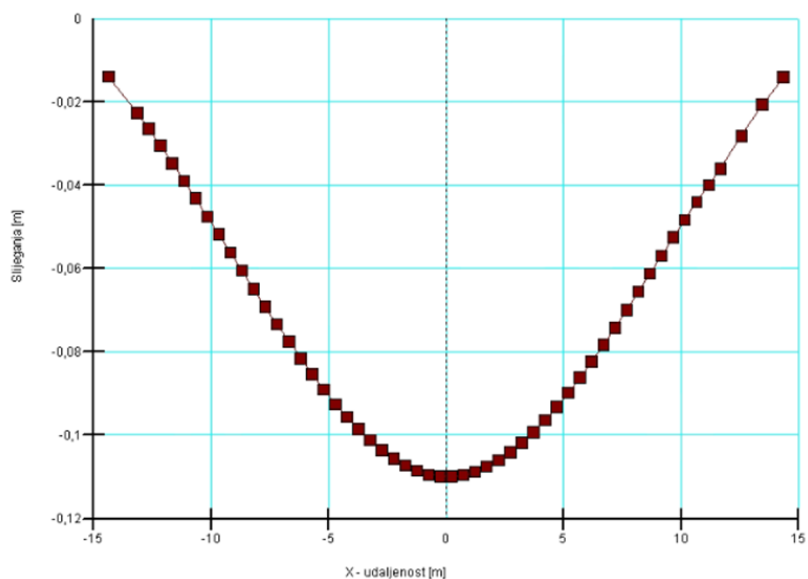




### Slijeganje krune nasipa



### Slijeganje temeljnog tla ispod nasipa





## 4.5 DIMENZIONIRANJE MLAZNO INJEKTIRANIH STUPNJAKA

### 4.5.1 ODABIR TEHNOLOGIJE

Tablica br.3; Odnos vrste tla i mogućih promjera injekcijskih tijela (Čorko,1997.)

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

Prema geotehničkom elaboratu tlo se svrstava u pijesak ,te je odabran promjer stupnjaka 80 cm. S obzirom na vrstu tla (nevezano) i na potreban promjer kao tehnologiju izvođenja odabran je stroj sa jednim fluidom (injektirana smjesa).

Parametri:

Tlak injektiranja: 500 bara

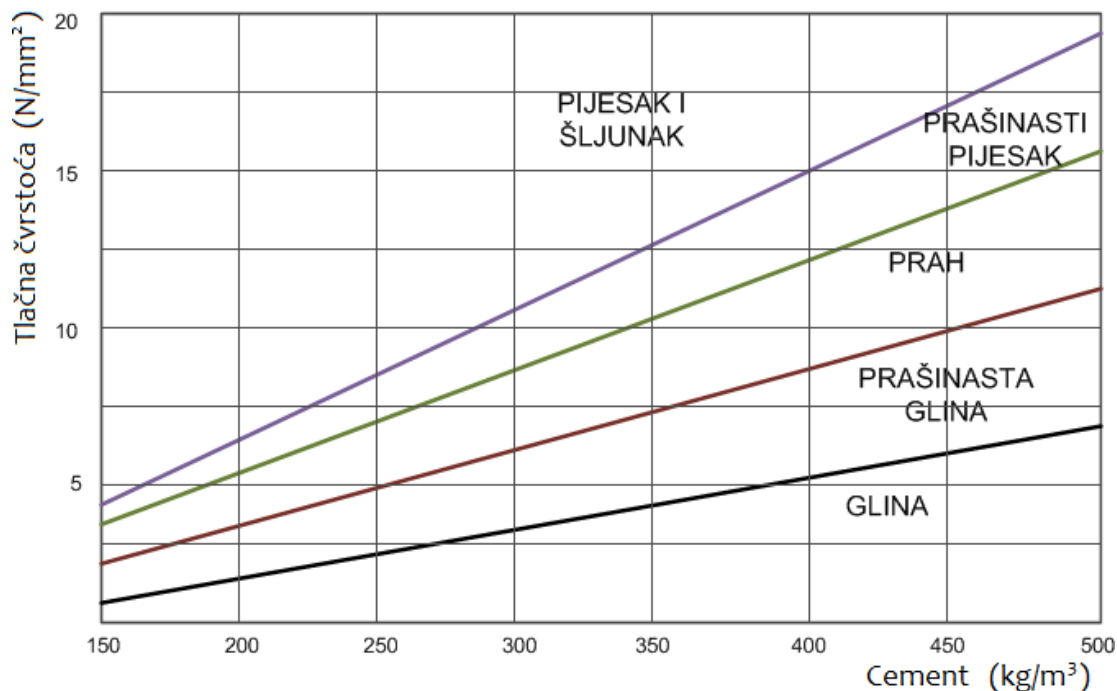
Broj mlaznica: 2

Promjer mlaznica: 2 mm

Vodocementni faktor: W/C=1.0

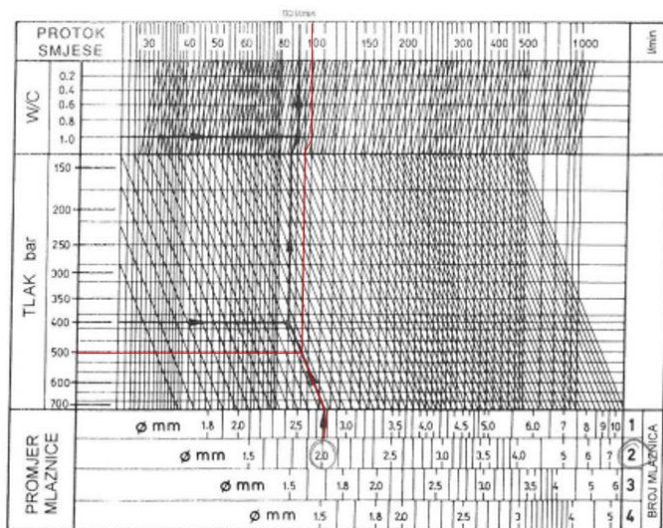
→CASAGRANDE DIJAGRAM →za tlačnu čvrstoću od 15 N/mm<sup>2</sup> potrebno je oko 400 kg/m<sup>3</sup> cementa.





Slika br.8; Odnos čvrstoće i količine cementa ugrađenog u odgovarajući volumen tla (Casagrande)

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



Slika br.9; Nomogram za određivanje protoka injekcijske smjese (Casagrande)



## 4.5.2 SADRŽAJ CEMENTA I VODE U INJEKCIJSKOJ SMJESI

W/C=1.0

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

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

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

## 4.5.3 ANALIZA SASTAVA INJEKCIJSKE SMJESE

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

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

Bentonit	30 kg
Cement	1000 kg
Voda	1000 kg

Količina injekcijske smjese (pretpostavka da cement i bentonit imaju istu gustoću ( $\rho=3\text{t/m}^3$ ):

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

<b>Projektant :</b>	<b>Marko Kaić, mag.ing.aedif.</b> (M.P.)
---------------------	--



## 5 TEHNIČKI UVJETI IZVEDBE I PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

### 5.1 OPĆENITO

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

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

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

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

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

Smatra se da su tehničke specifikacije formulisane 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 formulisane na način da se članci 270. i 271. ZJN 2016 u cijelosti primjenjuju.

### 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.

#### 5.2.2 TEHNIČKE MJERE OSIGURANJA KVALITETE PROJEKTIRANJA

Tijekom projektiranja provedene su sljedeće opće tehničke mjere osiguranja kvalitete:

- 1) obilazak lokacije



- 2) analiza dostupnih podloga,
- 3) tehnički opis i koncepcija rješenja prikazani su u Poglavlju Tehnički opis
- 4) primijenjena je razina sigurnosti u skladu sa značenjem zahvata i uobičajenom inženjerskom praksom.

## 5.3 MJERE OSIGURANJA KVALITETE IZVEDBE

### 5.3.1 PRIPREMNE RADNJE

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

### 5.3.2 IZVOĐAČ

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

### 5.3.3 PROJEKTANTSKI NADZOR

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

### 5.3.4 GEOTEHNIČKI NADZOR

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

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

Osnovni ciljevi geotehničkog nadzora su :

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



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

Redovni vizualni pregledi obavljaju se u skladu sa dinamikom radova, 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.

## 5.3.5 PRIPREMNI RADOVI

### 5.3.5.1 Iskolčenje i osiguranje iskolčenja

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

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

Pri građenju nasipa, nasutih brana i sličnih zemljanih konstrukcija, iskolčenja osi treba u načelu obnavljati na svaki 1,0-1,5 m izvedene visine. Izvoditelj mora u spomenutim visinskim intervalima iskolčiti i granice različitih materijala.

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

#### Opis radova

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

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

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

#### Materijali

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

#### Opis izvođenja radova

Nadzorni inženjer kroz elaborat iskolčenja predaje izvođaču geodetskih radova podatke o točkama geodetske osnovne mreže i operativnog poligona koje su primjereno stabilizirane u skladu s terenom na





kojemu se radovi izvode. Sve navedene geodetske točke ili mreže trebaju biti određene u važećem državnom koordinatnom sustavu, a sve u skladu s važećim geodetskim pravilnicima.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Način preuzimanja radova**

Investitor putem izvoditelja radova predaje izvođaču geodetskih radova glavni i izvedbeni projekt u



analognom i digitalnom obliku te podatke o referentnim geodetskim točkama. Nadzorni inženjer i izvođač geodetskih radova trebaju utvrditi stvarno stanje referentnih geodetskih točaka na terenu. U slučaju uništenja uspostavljenih točaka dogovorit će njihovu obnovu na teret investitora.

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

### Zahtjevi kvalitete

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

### Obračun radova

Rad na iskolčenju linijskih građevina obračunava se po m duljine, a iskolčenja svih drugih građevina prema m<sup>2</sup>.

## 5.3.5.2 Izmjera stvarnog (izvedenog) stanja gotovih građevina

### Opis radova

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

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

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

- elaborat iskolčenja ovjeren od strane ovlaštenog inženjera geodezije,
- geodetski situacijski nacrt izvedenog stanja (situacija) za izgrađenu građevinu kao dio geodetskog elaborata za evidentiranje građevina koji je ovjeralo tijelo državne uprave nadležno za poslove katastra, izradila fizička ili pravna osoba registrirana za obavljanje te djelatnosti po posebnom propisu.
- Popis koordinata lomnih točaka građevine čestice, odnosno obuhvata zahvata u prostoru te jedne ili više građevine na toj čestici, odnosno tom obuhvatu predan i izrađen u GML formatu.

Sastavni dijelovi geodetskog elaborata su:

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



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

Snimak izvedenog stanja investitor naručuje u svrhu izdavanja uporabne dozvole.

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

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

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

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

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

### **Kontrola kvalitete radova**

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

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

### **Obračun radova**

Uobičajeno je obračun geodetskih radova iskazivati po m<sup>2</sup>, odnosno hektaru (ha), a kod linijskih građevina obračun može biti po m<sup>1</sup>.

### **5.3.5.3 Sječa i krčenje drveća i raslinja u zoni zahvata**

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

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

#### **5.3.5.3.1 Sječenje i skupljanje šiblja do Ø 10 cm**

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

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

Obračun se vrši prema m<sup>2</sup> iskrčene površine mjerenjem na terenu.

Strojno sječenje raslinja do promjera Ø 10 cm

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



Ručno sječenje raslinja do promjera  $\varnothing$  10 cm

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

### 5.3.5.3.2 Sječenje stabala motornom pilom $\varnothing$ 10 – 30 cm i veća

Stabla  $\varnothing$  10 – 30 cm i veća, se sijeku motornim pilama što bliže tlu. Nakon rušenja stabla sitne grane se krešu ručno te izvlače van mjesta rada na udaljenost do 20 m i uklanjaju. Debla i krupne grane se režu na dužinu od 1 m, izvlače na udaljenost 50 m van mjesta rada i slažu u pravilne hrpe i odvoze sa gradilišta (odvoz korisnog drveta na udaljenost do 20 km prema nalogu investitora).

Tijekom radova motornom pilom radnici su dužni:

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

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

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

Stabla  $\varnothing$  10 – 30 cm i veća treba posjeći što bliže tlu. Kontrola izvođenja se obavlja vizualno nakon sječenja i uklanjanja sa gradilišta.

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

### 5.3.5.4 Strojno vađenje panjeva

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

Panjevi  $\varnothing$  10-30 cm i veći mogu se vaditi otkopavanjem bagerima. Otkopava se zemlja oko panja sve dok nije moguće potezanjem bagerske lopate ili posebnog alata iščupati panj iz zemlje.

Panjevi se mogu vaditi i potezanjem riperima ili nožem dozera.

Strojno vađenje panjeva  $\varnothing$  10-30 cm i većih treba izvesti tako da se uz panjeve izvadi i veći dio žilja. Prije početka rada panjeve koji se vade treba vidno označiti. Deponiranje je potrebno obaviti sa što manje zemljanog materijala na panju. Kontrola se obavlja vizualno tijekom rada i nakon završetka vađenja.

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

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

### 5.3.5.5 Deponiranje / kontroliranje zbrinjavanje panjeva i nekorisne drvene mase od posječenih stabala

Rad obuhvaća čišćenje i uklanjanje sveg nepotrebnog materijala zaostalog nakon izvedenih radova uklanjanja grmlja, sječe stabala i vađenja panjeva. Stavka obuhvaća utovar i prijevoz nekorisne drvene mase



i panjeva do nalazišta materijala na udaljenosti do 15 km i sve troškove deponiranja u nalazištu materijala. Panjeve strojno zakapati u nalazište materijala s minimalnim nadslojem od 60 cm.

Obračun radova se vrši po m<sup>3</sup> deponirane drvene mase.

## 5.3.6 ZEMLJANI RADOVI

### 5.3.6.1 Uklanjanje humusa

Ispod svake građevine otklanja se humusni sloj zemlje. Preporučljiva 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.

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). 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 kvadratnim metrima (m<sup>2</sup>) površine stvarno iskopanog humusa, a plaća po ugovorenim jediničnim cijenama koje uključuju iskop humusa, svi utovari istovari, odvoz na deponiju s razastiranjem i planiranjem te plaćanjem naknade za korištenje deponije kao i sve ostalo prema opisu uključeno je u jediničnu cijenu stavke, ako nije specificirano drugačije.



### 5.3.6.2 Široki iskop

#### Opis rada

Ovaj rad obuhvaća široke iskope koji su predviđeni projektom, planom osiguranja kvalitete ili zahtjevom nadzornog inženjera, a to su: iskopi usjeka, zasjeka, nalazišta, iskopi radi korekcija vodotoka i regulacija rijeka, iskopi kod devijacije pruge, cesta i prilaznih putova, kao i široki iskopi pri gradnji objekata (mostova, pothodnika, nadvožnjaka, podvožnjaka, propusta). 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 investitora i nadzornog inženjera te 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.

#### 5.3.6.2.1 Iskop u materijalu kategorije "C"

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





spadala bi:

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

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

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

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

### Obračun rada

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

### 5.3.6.3 Iskop stepenica

#### Opis rada

Rad obuhvaća iskope stepenica na nagnutim temeljnim tlima u svim kategorijama materijala, s utovarom, prijevozom i istovarom na deponiju te plaćanje naknade za njeno korištenje, uređenje i sanaciju deponije, prema profilima i mjerama danim u projektu ili po odredbi nadzornog inženjera.

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

#### Izrada

Sav se rad na iskopu stepenica obavlja upotrebom 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 odnosno na trup postojećeg kolosijeka, stepenice se rade kod svih nagiba većih od 20°.

Širina stepenica može biti od min. 1 m ili više s međurazmakom. Visina stepenica je do max. 1,5 m. Stepenice moraju u smjeru nizbrdo imati nagib od 5%. Kosina zasjeka stepenica iznosi 2:1 ili blaže.



Temeljno tlo mora na stepenicama imati traženu zbijenost, ovisno o vrsti tla i visinskom položaju.

### Obračun rada

Iskop stepenica mjeri se po stvarno iskopanoj količini sraslog tla, u kubnim metrima ( $m^3$ ). Iskop stepenica plaća se po kubnom metru iskopanog tla po jediničnim cijenama u koje je, osim iskopa, uključen odvoz i istovar viška materijala na deponiju te potrebno oblikovanje ploha na padini i u temeljnom tlu.

Za višak iskopa, koji nije iskazan projektom ili odobren od nadzornog inženjera, troškove plaća izvođač.

#### 5.3.6.4 Uređenje temeljnog tla mehaničkim zbijanjem

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

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

### Izrada

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

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

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

### Kontrola kakvoće

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

- HRN U.B1.010/79 Uzimanje uzoraka tla
- HRN U.B1.012/79 Određivanje vlažnosti uzoraka tla
- HRN U.B1.014/68 Određivanje specifične težine tla
- HRN U.B1.016/68 Određivanje zapreminske težine tla
- HRN U.B1.018/80 Određivanje granulometrijskog sastava
- HRN U.B1.020/80 Određivanje granica konzistencije tla.
- HRN U.B1.024/68 Određivanje sadržaja sagorljivih i organskih materija tla
- HRN U.B1.038/68 Određivanje optimalnog sadržaja vode

### Tekuća ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak ( $D_{pr}$ ) ili određivanje modula stižljivosti ( $M_s$ ) kružnom pločom  $\varnothing 30$  cm (ovisno o vrsti materijala). Radi se najmanje jedno ispitivanje na svakih  $500 m^2$  uređenog temeljnog tla.

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



## Kontrolna ispitivanja

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

## Obračun radova

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

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

### 5.3.6.5 Ugradnja geotekstila

Ugradnjom netkanog razdjelnog geotekstila u tlo osigurava se separacija ugrađenih slojeva. Hidrauličke funkcije geotekstila (filtriranje i dreniranje) povećavaju posmičnu otpornost. Spojevi geotekstila se rješavaju strojnim šivanjem ili preklapanjem u minimalnoj duljini 25 cm.

#### Zahtjevi na proizvođača materijala i materijal

Geotekstil mora biti proizveden od proizvođača koji je certificiran po EN ISO 9001 (ili jednakovrijednim normama). Svojstva razdjelnog geotekstila dana su u tablici:

SVOJSTVO	NORMA ili jednakovrijedna	zahtjev
Površinska masa (g/m <sup>2</sup> )	EN ISO 9864	≥ 300 g/m <sup>2</sup>
Vlačna čvrstoća u uzdužnom smjeru	EN ISO 10319	≥ 25,0 kN/m
Vlačna čvrstoća u poprečnom smjeru		≥ 25,0 kN/m
Izduženje uzdužni smjer	EN ISO 10319	60%
Izduženje poprečni smjer		60%
Debljina	EN ISO 10319	2,5 mm
Otpornost na CBR proboj	EN ISO 12236	≥ 4500 N
minimalno vrijeme otpornosti na izloženost UV	EN ISO 20432	15 dana

Izvođač je dužan pribaviti odgovarajuće tehničke podatke o netkanom tekstilu od proizvođača, s navedenim područjima primjene i uputama o načinu spajanja.

Prije ugradnje geotekstila treba ukloniti veće neravnine kako bi se geotekstil ugradio na ravnu, odgovarajuće pripremljenu plohu. Spojeve geotekstila treba izvesti šivanjem. Pri spajanju geotekstila šivanjem potrebno je izvesti preklap u širini najmanje 25 cm materijala. Šivanje se obavlja posebnim strojevima, a šav mora biti udaljen od ruba trake minimalno 5-10 cm

Izvođač se prilikom šivanja geotekstila mora pridržavati sljedećeg:

- napetost konca prilikom šivanja mora biti dovoljno velika da stisne geotekstil koji se spaja, ali ne prevelika da ga ne reže;
- gustoća uboda ne može biti manja od 1 uboda na 1 cm;
- ako jednostruki spoj nije dovoljno čvrst može se primijeniti dvostruki ili trostruki konac u jednom ubodu;
- ovisno o traženoj čvrstoći spoja, šivanje se može obaviti u jednom, dva ili tri reda;
- ovisno o traženoj čvrstoći spoja, mogu se primjenjivati različiti tipovi uboda.



## Zahtjevi kakvoće

Netkani geotekstil treba položiti tako da bude dobro i jednoliko napet u uzdužnom i poprečnom smjeru. Zbog toga se rubovi netkanog geotekstila moraju učvrstiti željeznim spojnicaama promjera 5-8 mm ili pomoću drvenih klinova na razmacima od dva metra.

Spajanje pojedinih razastrtih traka netkanog geotekstila treba obaviti u uzdužnom i poprečnom smjeru pomoću željeznih spojnica ili drvenih klinova s preklopom traka od 10 - 20 cm, odnosno šivanjem odgovarajućim strojem ili zavarivanjem pomoću plamenika.

Kod spajanja šivanjem ili zavarivanjem, čvrstoća spoja na kidanje treba biti ista kao čvrstoća netkanog geotekstila, što treba dokazati ispitivanjem.

Kada je geotekstil položen na tlo, ne dozvoljava se prijelaz građevinskih strojeva, kamiona i drugih vozila preko njega.

Netkani geotekstil se ne smije polagati na smrznuto tlo, niti za vrijeme dok pada kiša ili prije opasnosti od nje.

Rad treba organizirati tako da se razastre samo toliko površine netkanog geotekstila koja će se istog dana prekriti nasipnim slojem.

Na podlogu geotekstila se nasipava i zbija takav materijal kako je određeno projektom ili uputama Nadzornog inženjera. Debljina prvog sloja nasipa mora biti dovoljna da zaštiti geotekstil od rada strojeva, a ni u kojem slučaju ne može biti manja od 30 cm. Izvođač mora koristiti takve strojeve i sredstva za nabijanje koja ne oštećuju geotekstil. Na oštećenim mjestima Izvođač je obavezan provesti odgovarajući popravak na svoj trošak. Izvođač mora rad na izgradnji i zbijanju nasipa obaviti tako da ne izazove efekt pregnječenja tla u podlozi geotekstila. Sve štete izazvane pregnječenjem tla padaju na teret Izvođača.

Rad na mora biti obavljen u skladu sa projektom, propisima, ovim programom kontrole i osiguranja kakvoće (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera, poglavljem 3-03.1 i 3-04.1 OTU-a za radove u vodnom gospodarstvu.

## Tekuća ispitivanja

Netkani geotekstil ispituje se prema propisanim zahtjevima, i to minimalno jedan uzorak na 10000 m<sup>2</sup>.

Kakvoća spojeva kontrolira se ispitivanjem aksijalne čvrstoće na kidanje i izduženje kod sloma, prema tablici, na jednom uzorku izrezanom iz jednog mjesta spajanja traka netkanog geotekstila. Obavlja se na svakih 10000 m<sup>2</sup>.

Nadzorni inženjer ima pravo zahtijevati veću učestalost navedenih kontrolnih ispitivanja.

## Obračun radova

Rad se obračunava po m<sup>2</sup> ugrađenog geotekstila.

### 5.3.6.6 Uređenje slabog 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 u cilju ojačanja tijela nasipa.

Te aktivnosti uključuju odstranjivanje slabo nosivog temeljnog tla ukoliko je to potrebno zbog male visine nasipa, polaganje polimernih geomreža. 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), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera.

## Materijali

Prema postupku proizvodnje, razlikuju se sljedeće vrste geomreža:

- **Tkane geomreže** napravljene su od vlakna polimera koja su međusobno spojena tkanjem, pletenjem ili lijepljenjem te čine mekanu elastičnu konstrukciju s potpuno ravnim rebrima malog poprečnog presjeka.
- **Varene geomreže** napravljene su iz traka polimera koje su spojene laserom ili ultrazvučno. Čine savitljivu elastičnu konstrukciju s ravnim trakama (rebrima) malog poprečnog presjeka.
- **Ekstrudirane monolitne geomreže** se proizvode postupkom ekstruzije polimera preko kontra rotirajućeg alata čineći krutu anizotropnu strukturu. Poprečni presjek rebara je promjenjiv, sa zakošenim ili zaobljenim bridovima. Proizvedene su bušenjem i rastezanjem polipropilenske plahte pri visokim temperaturama koja je potom orijentirana u jednom, dva ili više smjerova (ovisno o podvrsti monolitne geomreže i načinu primjene). Strukturu tako dobivene geomreže čine rebra oštih bridova i pravokutnog poprečnog presjeka koja imaju visoki stupanj orijentacije molekula koji se nastavlja kroz cjelinu monolitnog, geometrijski simetričnog, čvora ili poprečnog rebra. Njihova učinkovitost očituje se efektom uklještenja agregata u otvore geomreže gdje kruta rebra i kruti čvorovi preuzimaju opterećenje na način da je pomak čestica zrnatog tla bočno spriječeno.

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

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  $D_{90} \leq 4 \text{ mm}$ .

## Opis izvođenja radova

Osiguranje kakvoće za geomreže provodi se prema zahtjevima iz projekta.



### Priprema postojećeg tla

Postojeće tlo treba pripremiti u svemu prema uvjetima iz projekta.

### Postavljanje polimernih geomreža

Polimerne se geomreže dobivaju u rolama, a razastiru se na pripremljeno temeljno tlo u uzdužnom smjeru odnosno poprečno kod primjene u stabilizaciji pokosa nasipa.

Polimerne geomreže treba položiti tako da budu dobro i jednoliko napete u uzdužnom i poprečnom smjeru, tj. ne smije doći do većih boranja. Zbog toga se rubovi polimernih geomreža moraju učvrstiti željeznim ili drvenim klinovima na razmacima od po dva metra.

Uzdužne i poprečne nastavke polimernih geomreža treba spojiti i učvrstiti željeznim spojnicama  $\varnothing$ 5-8 mm u obliku slova „U“ na razmacima od po dva metra. Ako se uzdužni i poprečni nastavci ne spajaju, treba izvesti preklop od 20 do 30 cm.

Polimerne se geomreže ne smiju polagati na smrznuto tlo niti za vrijeme dok pada kiša.

Rad treba organizirati tako da se razastire samo tolika površina polimernih geomreža koja će se istog dana prekriti nasipnim slojem.

### Izrada nasipnog sloja iznad razastrte polimerne geomreže

Na razastrte polimerne geomreže nanosi se i razastire nasipni materijal kvalitete prema uvjetima iz projekta. Nasipanje se obavlja „s čela“ odnosno nije dozvoljena vožnja teških vozila izravno 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 sa PKOK-om, važećim normama te moraju biti zadovoljeni kriteriji iz projekta.

#### Prethodno ispitivanje materijala za nasipni sloj

Prethodno ispitivanje materijala za nasipni sloj treba u svemu zadovoljiti zahtjeve iz projekta.

#### Prethodno ispitivanje sraslog tla

Prethodno ispitivanje sraslog tla treba zadovoljiti zahtjeve iz projekta.

#### 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 zahtjevima iz projekta.

### **Tekuća ispitivanja**

Tekuća ispitivanja osigurava i plaća Izvođač. Tekućim ispitivanjima obuhvaćeno je ispitivanje polimernih geomreža i ispitivanje nasipnog sloja u skladu sa PKOK.

Polimerne geomreže ispituju se prema zahtjevima iz ovog potpoglavlja, i to najmanje jedan uzorak na svakih 10000 m<sup>2</sup>.





Ispitivanja nasipnog sloja obavljaju se u svemu prema uvjetima iz projekta.

### 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 projekta i to najmanje jedan uzorak na svakih 30000 m<sup>2</sup>. Ispitivanja nasipnog sloja obavljaju se u svemu prema uvjetima iz projekta.

### Način preuzimanja izvedenih radova

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

### Obračun radova

Rad na postavljanju geomreže obračunava se u kvadratnim metrima (m<sup>2</sup>). Plaća se po jediničnoj cijeni iz ugovora, a u cijenu ulazi sav materijal, prijevoz i rad na postavljanju geomreža kao i sve ostalo potrebno za polaganje geomreža.

## 5.3.6.7 Guranje, prebacivanje, utovar, prijevoz i razastiranje 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 2-07. OTU-a za radove u vodnom gospodarstvu.

### 5.3.6.7.1 Guranje materijala

Rad obuhvaća guranje iskopanog materijala kategorije "C", od mjesta iskopa (nalazišta) do mjesta odlaganja odnosno na odlagalište ili u tijelo brane ako je materijal odmah pogodan za ugradnju. Pogodnost materijala potrebno je dokazati laboratorijskim istražnim radovima.

Količina preguranog materijala mjeri se u m<sup>3</sup> iskopanog sraslog materijala prema projektu i stvarno preguranog na određenu udaljenost.

### 5.3.6.7.2 Prijevoz materijala kamionima

Rad obuhvaća prijevoz iskopanog materijala kategorije "C" od mjesta iskopa, koje je u nalazištu, do mjesta istovara, obično u branu ili odlagalište. Pored navedenog, prijevozom su obuhvaćeni i kamioni agregati predviđeni za ugradnju u filter odnosno dren .

Količina prevezenog materijala mjeri se i obračunava u kubičnim metrima (m<sup>3</sup>) iskopa u sraslom stanju prema projektu ili zahtjevu nadzornog inženjera, na određenu udaljenost. Ako se prijevoz izvodi iz nalazišta, prijevoz se mjeri i obračunava po kubičnom metru (m<sup>3</sup>) izrađene brane.

### 5.3.6.7.3 Utovar materijala

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



Rad se obračunava u m<sup>3</sup> stvarno utovarene količine u sraslom (ili rastresitom) stanju koja se određuje iz projektne dokumentacije (troškovnik).

#### 5.3.6.7.4 Prebacivanje materijala

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.

Rad se obračunava u m<sup>3</sup> stvarno prebacane količine u sraslom (ili rastresitom) stanju koja se određuje iz projektne dokumentacije (troškovnik).

#### 5.3.6.7.5 Razastiranje materijala

Razastiranje materijala se obavlja dozerima. Materijal se razastire na određenoj površini na području buduće akumulacije. Određene debljine sloja i određena udaljenosti u skladu je sa projektom ili odlukom nadzornog inženjera.

Rad se obračunava u m<sup>3</sup> razastrtog materijala u određenom sloju.

#### 5.3.6.7.6 Planiranje materijala

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

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  $\pm 3$  cm od projektiranog pada prema projektu.

Radovi se obračunavaju po m<sup>2</sup> isplanirane površine sa nužnim iskopom lokalnih izbočina i strojnim razastiranjem.

#### 5.3.6.7.7 Strojno preguravanje materijala

Preguravanje se obavlja dozerima. Rad obuhvaća još i guranje materijala (zatrpanje) u slojevima maksimalne debljine za koherentne materijale od 30 cm te sa strojnim zbijanjem do postizanja potrebne zbijenosti, (prema zahtjevima iz OTU-a za radove u vodnom gospodarstvu) koju kontrolira nadzorni inženjer.

Obračunava se po m<sup>3</sup> ugrađenog i zbitog materijala do prirodne zbijenosti.

#### 5.3.6.8 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”).

Izgradnja nasipa izvodi se niskoplastičnim, srednjeplastičnim i visokoplastičnim glinenim materijalom (CL, CI, CH) iz nalazišta koji većim dijelom ne odgovara uvjetima za izvedbu nasipa prema OTU za radove u vodnom gospodarstvu. Odstupanja se odnose na preveliku plastičnost materijala (visokoplastične gline:  $w_L > 65\%$ ,  $I_p > 30\%$ ) i sadržaj organskih tvari ( $> 4\%$ ). Obzirom da povoljniji materijal za izvođenje vodozaštitnih nasipa nije dostupan, odlučeno je da će se izgradnja nasipa vršiti sa dostupnim glinenim materijalom uz ojačanja i posebne uvjete za ugradnju. 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 i temeljnog tla na kojem se gradi nasip. Nasip se izvodi u slojevima debljine do 35 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.

### Projektne kriterije 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	$< 10\%$ (kriterij promijenjen u odnosu na OTU)
Suha prostorna masa	HRN EN 13286-2 (standardni Proctor)	$\geq 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe (kriterij promijenjen u odnosu na OTU)
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 (kriterij promijenjen u odnosu na OTU)
		Slojevi nasipa nižih od 1 m i slojevi nasipa viših od 2m u zoni 2m ispod planuma posteljice-krune nasipa	najmanje 85 (kriterij promijenjen u odnosu na OTU)

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, 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 85% maksimalne gustoće prema pokusu Proctor standard mjerodavnom za ugrađeni materijal.

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

### **Kontrolna ispitivanja**

Kontrolna ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) najmanje na svakih 2000 m<sup>2</sup> svakog sloja nasipa, te ispitivanje granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 8000 m<sup>3</sup> izvedenog nasipa.



## Obračun radova

Rad na izradi nasipa od zemljanih, miješanih i kamenih materijala obračunava se mjerenjem u kubičnim metrima ( $m^3$ ) 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.

### 5.3.6.9 Izgradnja nasipa od kamenih materijala

Izgradnja nasipa izvodi se od kamenih materijala, uz poštivanje uvjeta zadanih ovim projektom.

Pod kamenim materijalima razumijevaju se materijali dobiveni miniranjem, kamene drobine i šljunci, tj. materijali koji praktički nisu osjetljivi na prisutnost vode (materijali iskopne kategorije "A" i dio materijala iskopne kategorije "C") a sve prema normi HRN EN 13242:2008.

Ti se materijali zbijaju vibrovaljcima (samohodnim i vučnim), vibronabijačima i kompaktorima, ovisno o vrsti upotrijebljenog materijala u slojevima 40-60 cm.

Osnovi kriteriji koje mora ispuniti kameni materijal za ugradnju u nasip:

- Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)  $d_{60}/d_{10} > 4$
- Udio sitnih čestica (granulometrijski sastav)  $< 15\%$

Zahtijevana zbijenost materijala u nasip od kamenih materijala:

Opis	Min. stupanj zbijenosti Sz (%) u odnosu na standardni Proctor	Min. modul stišljivosti mjereno kružnom pločom $\varnothing 30$ cm; Ms (MN/m <sup>2</sup> )
Slojevi nasipa visokih preko 2m na dijelu od podnožja nasipa do visine 2m ispod planuma posteljice	98	40
Slojevi nasipa nižih od 1 m i slojevi nasipa viših od 2m u zoni 2m ispod planuma posteljice	100	40

Dodatno je potrebno ispitati granulometrijski sastav kamenog materijala kako bi odgovarao traženim zahtjevima. Kameni materijali iz kamenoloma moraju imati važeće ateste kojima se dokazuje zadovoljavanje traženih uvjeta.

### Tekuća ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje Modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom  $\varnothing 30$  cm najmanje na svakih 500  $m^2$  ugrađenog materijala odnosno na svakom izvedenom sloju, te ispitivanja granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 500  $m^3$  izvedenog nasipa.

### Kontrolna ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom  $\varnothing 30$  cm najmanje na svakih 1000  $m^2$  ugrađenog materijala odnosno na svakom izvedenom sloju, te ispitivanja i granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 1000  $m^3$  izvedenog nasipa.

## Obračun radova

Rad na izradi nasipa od kamenih materijala obračunava se mjerenjem u kubičnim metrima ( $m^3$ ) 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, zbijanje slojeva brane, planiranje pokosa te čišćenje okoline nasipa.

Pri kontroli kakvoće izrade sloja, 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 odstupa za više od:

- 10% pri mjerenju modula stišljivosti ( $M_s$ ).

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 predočiti nadzornom inženjeru koji će, ako rezultati zadovoljavaju, odobriti kontrolna ispitivanja i početak izrade kolničke ili druge konstrukcije na posteljici.

### 5.3.6.10 Izrada kamene pregrade korita Korane krupnim kamenim materijalom i kamene obloge

Tehnički uvjeti za kameni materijal pregrade korita Korane i kamenu oblogu nasipa utvrđuju kriterije za kameni materijal u odnosu na sprječavanje unutarnje erozije, opisuju dopremu, preradu, skladištenje i ugradnju materijala.

Ovisno o ulozi koju obavljaju, kameni materijali se mogu opisati na sljedeći način:

- pregrada korita Korane
  - neselektirani kameni materijal 300-500 mm
- Kamena obloga pokosa nasipa (rip-rap)
  - selektirani kameni materijal 300-500 mm

U sklopu nabave kamenog materijala iz kamenoloma, moguće je očekivati dijelove u kojima će stijenska masa biti slabije kvalitete. U tom slučaju morat će se primijeniti selektivna eksploatacija te stroga kontrola proizvodnje drobljenog kamenog agregata uz primjenu odgovarajuće tehnologije prerade. Pri korištenju kamenih blokova za izradu kamene obloge (rip-rap) preporuča se selektivno izdvajanje kvalitetnih blokova kamena tijekom eksploatacije, dakle blokova koji su manje raspucani bez željezovite tvari u vezivu koja povezuje fragmente primarne stijene.

Preporuča se izvesti odgovarajući **tehnološki (rudarski) projekt** kojim će se detaljno definirati geometrija, način i tehnologija iskopa, utovar i transport te prerada kamene sirovine.

Pri izradi nasipa od kamenog materijala, sav materijal dopremljen na gradilište ne mora se ugraditi istog dana.

Pod pripremom materijala obuhvaćene su radnje kojima se materijal dovodi u stanje određeno projektom ili ovim tehničkim uvjetima, a neposredno prije nasipavanja.

Priprema materijala za izradu slojeva od kamena uključuje mogućnost provedbe neke od metoda uklanjanja sitnih čestica (npr. ispiranje ili prosijavanje materijala ili kombinaciju oba postupka). Konačni izbor i sastav kamene obloge i kamene pregrade korita moguće je utvrditi nakon što se ispita tehnologija proizvodnje kamena u kamenolomu.

Prije ugradnje materijala potrebno je ispitivanjima na kamenolomu i na probnom polju utvrditi najpovoljniju tehnologiju proizvodnje kamena i zbijanja kod ugradnje u nasip koja će ograničiti drobljenje materijala na najmanju moguću mjeru.

U ovom projektu selektirani i neselektirani kameni materijal predlaže se ugraditi u slojeve debljine do 1 m uz najveći promjer/veličinu bloka od 50 cm, osim ako rezultati na probnom polju dokažu kako se zbijanjem ne može postići tražena zbijenost.





Prilikom nasipavanja i razastiranja **kamenog materijala** mora se osigurati tehnologija koja sprječava segregaciju materijala. Zbijanje razastrtog materijala se provodi vibracijskim valjcima, načelno težine veće od 10 tona, širine valjka veće od 1.8 m, dinamičke sile 17 tona pri 1400 okretaja u minuti, raspona 1100-1400 vibracija u minuti, brzine manje od 5 km/h. Zadovoljavajuća zbijenost se očekuje nakon 4-6 prijelaza vibracijskim valjkom. Optimalni broj prijelaza odabranim strojem utvrđuje se na probnom polju.

Radi kvalitetnijeg zbijanja slojeva kamenog materijala moguće je dodavati vodu. Voda se dodaje prskanjem prije razastiranja sloja. Obično se dodaje do 10-20 % vode u odnosu na volumen kamenog materijala. Ako je kameni materijala dovoljno čvrst, proizvodi malo sitnih čestica i nije znatno oslabljen vlaženjem, vodu nije potrebno dodavati. Odluka o dodavanju vode donosi se na temelju rezultata na probnom polju.

Zbijanjem nasipa može doći do drobljenja zrna i stvaranja tankog proslojka sitnog materijala. Prije nanošenja novog sloja treba odstraniti takve proslojke kako bi se spriječila pojava nepropusnih zona. Jedan od mogućih postupaka je ispiranje mlazovima vode. Opseg drobljenja zrna i dobiveni granulometrijski sastav utvrditi će se na probnom polju.

U slučaju drobljenja kamenog materijala tijekom ugradnje u nasip moguće je tehnološki pripremiti nešto krupnije frakcije u kamenolomu.

**Zaštitna kamena obloga nasipa (rip-rap)** obično se gradi potiskivanjem većih blokova kamena o susjednu potpornu zonu i završnu obradu pažljivim postavljanjem kamenog materijala s rovokopačem, ponekad s ugrađenim „hvataljkama“. Rip-rap slojevi za nasipe mogu se ugrađivati postupno tijekom izgradnje nasipa ili na dovršenom pokosu, uklanjanjem postojećeg sloja i širenjem nove podloge buldožerom, odnosno bagerom.

Istovar i razastiranje blokova s vrha pokosa nasipa dozerom nije dopušteno jer će u konačnici rezultirati segregacijom. Za ugradnju kamenih blokova rip-rap preporučuje se korištenje rovokopača kapaciteta 1,5 do 2,5 m<sup>3</sup>.

Prilikom izrade obloge kosina nasipa izvođač se mora pridržavati projekta i to posebno u dijelu koji se odnosi na debljinu kamene obloge i dimenzije pojedinih zrna kamena. Isto tako, vrlo je važno da se krupnoća kamena postupno povećava od unutrašnjeg dijela obloge prema vanjskom i da su najkrupnija zrna kamena ugrađena na površini kosine. Da bi se postiglo postupno povećanje dimenzija kamenih zrna prema površini pokosa, treba između nasipa i kamene obloge izvesti prijelaznu zonu, odnosno podlogu Rip-rapa.

Ako je pokos nasipa strmiji od 1:2, vanjski se slabo zbijeni dio tijela nasipa mora odstraniti, a obloga izvesti na dobro zbijenoj podlozi, naročito ako se nasip privremenog uzvodnog zagata projektira kao dio nasipa brane. Vrlo je važno da svako zrno kamena na površini kosine bude dobro ukliješteno i stabilno, što će izvođač izvesti u sklopu posebne obrade površina kosina nasipa. Navedenu obradu površina ručno provodi posebna skupina radnika koristeći se pri radu čeličnim polugama. Kamena zrna većih težina, odnosno kameni blokovi, postavljaju se u stabilan položaj pomoću odgovarajuće mehanizacije. Po potrebi treba pojedina kamena zrna grubo obraditi.

Obloge nizvodnih kosina nasipa nisu izložene takvim utjecajima kao na uzvodnim kosinama pa se te obloge izvode od kamena manje veličine zrna i manjih su debljina. Ne zahtijeva se neka posebna obrada površina obloga nizvodnih kosina. Bitno je da svako zrno kamena bude stabilno, što treba osigurati pregledom izvedenih površina i ručnim podešavanjem pojedinih zrna. Ako je nizvodni pokos strmiji od 1:2,5, tada će trebati posebno obraditi slabo zbijene vanjske zone tijela nasipa, odnosno odstraniti taj dio ugrađenog materijala.

Generalno, kameni materijal se nasipava u slojevima debljine koja će se utvrditi na probnom polju, te zbijati vibracijskim valjcima, sve pod uvjetima iz Programa kontrole i osiguranja kvalitete.

Kontrola kvalitete sastoji se od vizualne kontrole i terenskih i laboratorijskih ispitivanja materijala ugrađenih u nasip.



Za kamene materijale od terenskih ispitivanja dovoljno je da se stalno provjerava debljina razasrtog sloja i broj prelaza valjkom. Program kontrole i osiguranja kvalitete propisuje minimalnu kvalitetu i minimalni opseg ispitivanja nasipa.

Kontrola ugradnje kamenog materijala odnosi na specifikacije (opis postupaka) kako će se ugradnja kontrolirati (npr. izvor materijala, debljine slojeva nasipavanja, valjanje određenim tipom valjka – što je potrebno utvrditi ispitivanjem na probnom polju). Ovaj pristup je primjeren za materijale pregrade korita rijeke Korane i kamene obloge nasipa (krupni kameni materijali).

Nadzorni inženjer dužan je kontrolirati kako se provodi program kontrole kvalitete te da li se redovito vode evidencije i provjeravaju izvještaji. Kontrola kvalitete se provodi na kamenolomu jednako kao i na gradilištu, tako da neprikladan materijal može biti uklonjen i prije nego što stigne do nasipa.

Kontrola kvalitete materijala na kamenolomu i na gradilištu sastoji se od vizualne kontrole i terenskih i laboratorijskih ispitivanja materijala ugrađenih u nasip.

### **Vizualna kontrola materijala ugrađenih u nasip**

Nakon što je materijal u zoni nasipa razasrt, kontrolira se prije početka valjanja debljina sloja i, ako treba, dotjeruje se na propisanu. Zatim se vizualno pregledava jednoličnost materijala, segregacija, pojava gnijezda neprikladnog materijala. Prema potrebi ispravljaju se uočeni nedostaci, nakon čega se sloj zbija. Kamenim materijalima kojima vlažnost nije specifikacijom propisana dovoljno je da se stalno provjerava debljina razasrtog sloja i broj prelaza valjkom. Postignut se rezultat zbijanja provjerava povremeno, u početku rada češće, dok se stekne sigurnost u ocjeni, a poslije rjeđe.

### **Terenska i laboratorijska ispitivanja materijala ugrađenih u nasip**

Na kamenim materijalima za izradu nasipa potrebno je provesti prethodna ispitivanja sirovine na kamenolomu.

Prema ovom programu kontrole i osiguranja kvalitete određuje se minimalni opseg i kvaliteta ispitivanja kamenog materijala ugrađenih u nasip.

### **Granulometrijski sastav**

Kontrolira se na svakih 4000 m<sup>3</sup> ugrađenog materijala. Granulometrijski sastav materijala mora u potpunosti zadovoljiti uvjete koji se postavljaju za kamene materijale ugrađene u nasip. Granulometrijski sastav materijala kontrolira se na kamenolomu i nakon ugradnje u nasip.

### **Modul stišljivosti**

Ovo ispitivanje obuhvaća određivanje Modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm najmanje na svakih 4000 m<sup>3</sup> izvedenog nasipa. Koristi se na probnom polju do uspostave zadovoljavajuće tehnologije zbijanja i nakon ugradnje u nasip. Ispitivanje nije primjenjivo za oblogu nasipa (rip-rap).

### **Mineraloško-petrografska analiza**

Provodi se broj ispitivanja potreban za određivanje petrografije, ali ne manje od 3 uzorka za pregradu korita Korane.

Za kamenu oblogu nasipa (rip-rap) potrebno je dodatno utvrditi otpornost kamenih blokova pod utjecajem vlaženja i sušenja, čvrstoću kamena i procjenu mineralnog sastava.

Izbor lokacija ispitivanja moguće je odrediti na dva načina:

- odabirom onih lokacija za koje nadzorni inženjer procijeni da su najmanje vjerojatni za ispunjenje traženih uvjeta.
- nasumičnim odabirom lokacija ispitivanja.

Terenska i laboratorijska ispitivanja kamenih materijala pregrade korita Korane i kamene obloge nasipa provode se prema normama navedenim u tablici:



Tehničko svojstvo	Ispitna norma	Uvjeti kvalitete
Određivanje granulometrijskog sastava tla	HRN EN ISO 17892-4	Ispituje se
Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)	HRN EN 933-1	$d_{60}/d_{10} > 4$ (kameni materijal)
Udio sitnih čestica (granulometrijski sastav)	HRN EN 933-1	ispituje se
Modul stišljivosti MS (ploča Ø30 cm), MN/m <sup>2</sup>	HRN U.B1.046	najmanje 40

Ako se nasip radi od kamenog materijala dobivenog miniranjem, potrebna kontrola granulometrijskog sastava u laboratoriju obavlja se na materijalu do najvećeg zrna od 10 cm, a udio pojedinih frakcija (10-50 cm) određuje se vizualnom kontrolom i procjenom.

Ukoliko su kameni materijali skloni pregranulaciji prilikom zbijanja, te im se koeficijent nejednolikosti ne može odrediti ili nije realan, njihova pogodnost za ugradnju u nasip se mora odrediti na probnom polju.

### Probna polja

Ako ne postoje provjerena iskustva o mogućnosti zbijanja određenog kamenog materijala, tada se debljina nasipanog sloja, broj prijelaza i vrsta stroja određuje na probnom polju.

Zbijanje razastrtog kamenog materijala provodi se vibracijskim valjcima, načelno težine veće od 10 tona, širine valjka veće od 1.8 m, dinamičke sile 17 tona pri 1400 okretaja u minuti, raspona 1100-1400 vibracija u minuti, brzine manje od 5 km/h. Zadovoljavajuća zbijenost se očekuje nakon 4-6 prijelaza vibracijskim valjkom. Optimalni broj prijelaza odabranim strojem utvrđuje se na probnom polju.

Ispitivanje se obavlja na probnom polju minimalne površine 200 m<sup>2</sup>, prema geometriji nasipa.

Radi osiguranja ispravnih rezultata ispitivanja potrebno je zadovoljiti sljedeće uvjete za izradu probnog polja:

- radi osiguranja ujednačenosti nasipa, područje ispitivanja mora biti dovoljne površine za 25-30 mjernih točaka,
- raspored ispitnih točaka može se postaviti na rasteru 1,5 m ili 1,2 m×1,3 m ili 1,5 m×2,1 m,
- mjerenja se ne smiju vršiti na udaljenosti manjoj od 3 m od ruba,
- probno polje izvodi se u više slojeva različite debljine (najmanje 4 do 5).

Na probno polje naveze se sloj nasipanog materijala pogodne 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. Ispitivanje i ocjena obavljaju se prema metodama i zahtjevima iz ovih tehničkih uvjeta.

U pokusima se slijeganje površine kamenog materijala mjeri nakon svakog prelaska valjka, a rezultati se crtaju kao prosječno slijeganje (ili % slijeganja) u odnosu na broj prijelaza. Ključni faktor za svako probno valjanje tijekom ispitivanja i za ispitnu opremu je korištenje iste opreme za radove na nasipu. Nakon završetka probnog zbijanja, potrebno je iskopati istražne jame na probnoj plohi, kako bi se promatrala struktura unutar sloja kamenog materijala. U okviru probnog polja potrebno je ispitati granulometrijski sastav materijala prije i poslije ugradnje, te zapreminsku gustoću.

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



Na probnom polju, prije početka izgradnje, izvođač predlaže sredstva za zbijanje koja planira koristiti za izradu nasipa.

Geometriju probnog polja i program ispitivanja predlaže izvođač radova uz suglasnost nadzornog inženjera i projektanta.

### 5.3.6.11 Izrada krune nasipa

#### Opis radova

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

Kruna nasipa je završni sloj nasipa ujednačene nosivosti debljine 73 cm.

#### Zahtjevi kakvoće

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

Minimalna tekuća ispitivanja jesu:

- jedno određivanje stupnja zbijenosti na 1.000 m<sup>2</sup>, i/ili
- jedno određivanje modula stišljivosti na 1.000 m<sup>2</sup>
- jedno određivanje granulometrijskog sastava materijala na 6.000 m<sup>2</sup>.

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

Kontrolna ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) najmanje na svakih 2.000 m<sup>2</sup> i određivanje modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm najmanje na svakih 2000 m<sup>2</sup> uređene površine. Pri kontroli kvalitete izrade krune nasipa, ispitivanja se obavljaju u serijama pri čemu je najmanji broj pokusa u jednoj seriji 5.

Granulometrijski sastav materijala iz posteljice ispituje se najmanje na svakih 10.000 m<sup>2</sup>.

#### Način preuzimanja izvedenih radova

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

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

#### Obračun radova

Radovi na izradi krune nasipa od zemljanih, miješanih i kamenih materijala obračunavaju se mjerenjem u kvadratnim metrima (m<sup>2</sup>) uređene i zbijene posteljice.

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



### 5.3.6.12 Ugradnja kamenog materijala u krunu nasipa

#### Opis radova

Pod kamenitim materijalima podrazumijevaju se materijali dobiveni iskopom pomoću miniranja, kamene drobine i šljunci (materijali iskopne kategorije "A" i dio materijala iskopne kategorije "C"). Materijali ove vrste zbijaju se valjcima.

Prethodna ispitivanja, kao i uvjeti kvalitete za ovu vrstu materijala prikazani su u tablici:

Tehničko svojstvo	Ispitna norma	Uvjeti kvalitete
Oznaka mješavine		0/64 Razred
Granulometrijski sastav	HRN EN 933-1	OC <sub>90</sub>
Udio sitnih čestica	HRN EN 933-1	UF <sub>15</sub>
Maksimalna suha prostorna masa	HRN EN 13286-2 (standardni Proctor)	Ispituje se
Optimalan sadržaj vode, w <sub>opt</sub>	HRN EN 13286-2 (standardni Proctor)	Ispituje se
Sadržaj vode	HRN EN 1097-5	Ispituje se

Kod nasipa od kamenitih materijala završni sloj treba izravnati sitnijim kamenitim materijalom.

Prije nasipanja materijala za izravnavajući sloj treba provjeriti njegovu kakvoću. Prethodna ispitivanja, kao i uvjeti kvalitete za ovu vrstu materijala, prikazani su u tablici 2-09.5.3-1.

Materijal ugrađen u krunu nasipa mora zadovoljavati zahtjeve navedene u tablici u nastavku:

Tehničko svojstvo	Ispitna norma	Uvjeti kvalitete
Stupanj zbijenosti Sz u odnosu na standardni Proctor, %	HRN EN 13286-2 (standardni Proctor)	≥100
Modul stišljivosti Ms (ploča Φ 30 cm), MN/m <sup>3</sup>	HRN EN 1097-5	≥40

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 i HRN U.B1.016) za svaku pojedinu vrstu materijala. Navedene korelacije dokazuje izvođač radova kroz tekuću kontrolu, a odobravaju nadzorni inženjer i projektant.

#### Obračun radova

Rad na izradi nasipa od kamenih materijala obračunava se mjerenjem u kubičnim metrima (m<sup>3</sup>) ugrađenog i zbijenog nasipa.



### 5.3.6.13 Zaštita pokosa primjenom humusnog materijala i travnate vegetacije

#### Opis radova

Ovaj rad obuhvaća zaštitu kosih i ravnih površina vodotoka i nasipa, odnosno dna i pokosa kanala, pokosa nasipa te drugih površina koje su izložene djelovanju malih količina vode primjenom humusnog materijala i travnate vegetacije. Ova se zaštita primjenjuje za dno i pokose kanala u kojima pretežiti dio godine nema vode. U protivnom se zaštita zatravljivanjem obavlja iznad jednogodišnje velike vode. Površine koje je potrebno zaštititi određuju se projektom ili prema zahtjevu nadzornog inženjera, uz suglasnost projektanta.

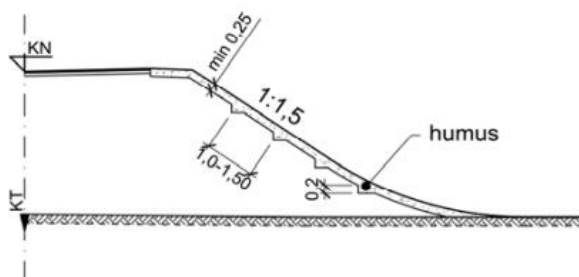
#### Materijal

Za ovu zaštitu upotrebljava se humusni materijal bez primjesa grana, korijenja, kamenih i drugih materijala koji nisu pogodni za razvoj vegetacije, smjesa travnatog sjemena i gnojivo, sve prema projektu. Vrsta i mješavina trave odabire se u ovisnosti o pedološkim svojstvima tla i klimatskim uvjetima područja zbog sigurnosti rasta vegetacije. Pri njihovu odabiru potrebno je voditi brigu i o što boljem uklapanju građevine u prirodni okoliš. Količina sjemena iznosi oko 5,1-8,0 g/m<sup>2</sup>. Ovisno o pedološkim svojstvima tla i odabranom sjemenu trave, treba odabrati prikladno gnojivo. Količina gnojiva iznosi oko 80 g/m<sup>2</sup>.

#### Opis izvođenja radova

Prije početka izrade ove zaštite izvođač je dužan osigurati osnovne uvjete stabilnosti površina koje se štite, prema ovim OTU-ima. Dno kanala mora biti izvedeno u skladu s projektom, propisanog uzdužnog nagiba bez lokalnih neravnina u kojima bi se zadržavala voda. Preko isplanirane površine dna i pokosa kanala, pokosa nasipa ili druge površine koju treba štiti nanosi se humusni materijal. Humusni materijal se pri zaštiti pokosa nanosi počinjući od dna prema vrhu pokosa koji je prethodno u uzdužnom smislu izbrazdan. Debljina humusnog sloja obično je određena projektom. Kada to nije slučaj primjenjuje se sloj minimalne debljine 0,25 m. Humusni se sloj planira i zbija lakim nabijačima. Po fino uređenom humusnom sloju sije se trava.

Nakon izrade humusnog sloja i nakon što je trava zasijana, zaštićene površine treba njegovati do konačnog rasta travnate vegetacije, a ako je potrebno i pokositi 1-2 puta. Primjena ove vrste zaštite kod pokosa nasipa prikazana je na slici.



Zaštita pokosa primjenom humusnog materijala i travnate vegetacije

#### Zahtjevi kakvoće

Izvođač mora predočiti nadzornom inženjeru rezultate analiza o pravilnom izboru vrste trave i gnojiva, kao i rezultate kontrole kakvoće sjemena. Gotove površine zaštićene humusnim materijalom i travnatom vegetacijom preuzimaju se na osnovi količine obrasle površine travom jednolike gustoće, svježije boje i zdravog izgleda. Stvarno izvedenu debljinu humusnog sloja utvrđuje nadzorni inženjer.

#### Način preuzimanja izvedenih radova

Prije početka radova i tijekom radova nadzorni inženjer preuzima svaku fazu radova posebno, o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih





radova. Vizualno se ocjenjuje kvaliteta radova, ravnost površine i usklađenost s projektom, a rezultatima ispitivanja kakvoća upotrijebljenog materijala i građevnih proizvoda.

### Obračun radova

Zaštita dna i pokosa kanala, pokosa nasipa i drugih površina primjenom humusnog materijala i travnate vegetacije obračunava se u kvadratnim metrima (m<sup>2</sup>), prema stvarno izvršenim radovima. U jediničnoj cijeni sadržan je sav materijal potreban za tu vrstu zaštite i za rad opisan u ovom potpoglavlju

#### 5.3.6.14 Zaštita pokosa kamenim materijalom

Ovaj rad obuhvaća nabavu kamena, njegovu grubu obradu, prijevoz na mjesto ugradnje, ugradnju kamena ručno, strojno ili kombinirano, te kontrolna ispitivanja kvalitete kamena prije njegove ugradnje i kontrola tijekom građenja.

#### Opis tehnologije izvođenja rada

Za izradu obloge koristi se kamen koji mora biti otporan na atmosferilije, smrzavice itd. Izrada kamene obloge mora se izvoditi paralelno s izgradnjom brane. Pojedina zrna se ugrađuju u kamenu oblogu ručno ili strojno. Prilikom ugradnje treba strogo voditi računa da je svako pojedino zrno dobro ukliješteno i da je svojom dužinom uvijek okomito na ravninu pokosa. Po potrebi se kamen može grubo obraditi zbog postizanja što boljeg uklještenja. Pri svom dnu mora kamena obloga biti oslonjena na čvrstu podlogu koja se ne će deformirati i uzrokovati naknadne pomake izvedene obloge. Ako treba može se izraditi temelj. Obloga se mora završiti s logičnim i dobro oblikovanim završetkom i prijelazom u kruni nasipa.

Izvođač će po završetku rada očistiti gradilište od otpadaka kamena i ostalog otpadnog materijala.

Prije početka izvedbe kamene obloge Izvođač će nadzornom inženjeru dati na uvid i odobrenje rezultate ispitivanja i dokaze kvalitete kamena i njegove postojanosti i otpornosti prema mrazu, atmosferilijama itd. Tijekom rada se kontroliraju dimenzije kamena i odstupanja ugrađenog kamena od idealne plohe pokosa. Odstupanja ugrađene kamene obloge od projektirane plohe pokosa smiju biti do najviše 10 cm.

### Obračun radova

Radovi na zaštiti pokosa kamenom oblogom obračunavaju se u m<sup>3</sup>. U obračun se uključuje sav potreban rad i materijal opisan u ovoj točki. Obračun količina se provodi prema projektu ili izmjerama na terenu ako tako odluči Nadzorni inženjer.

## 5.3.7 SANACIJA OKOLIŠA GRADILIŠTA

Pod završnim radovima podrazumijeva se uređenje okoline gradilišta tako da se, što je moguće bolje, dovede sve u prvobitno stanje. Eventualno preostali materijal iz privremene deponije treba odvesti na trajnu legalnu deponiju. Privremene objekte gradilišta treba ukloniti tako da ne ostanu vidni tragovi.

## 5.3.8 GEOTEHNIČKI RADOVI

### 5.3.8.1 Mlazno injektiranje stupnjaka

#### Opis radova

Injektiranje je kontrolirano ubacivanje materijala (obično injekcijske smjese na bazi cementa) pod tlakom u tlo ili stijenu s ciljem poboljšanja mehaničkih i fizikalnih karakteristika. Radovi se izvode prema



normi Izvedba posebnih geotehničkih radova – Mlazno injektiranje – HRN EN 12716.

Kod mlaznog injektiranja posve se razbija struktura tla injektiranjem pod visokim tlakom te se čestice tla miješaju (in-situ) s vezivnim sredstvom pa nastaje homogenizirana masa poboljšanih svojstava. Struktura tla se prvenstveno razbija kod koherentnih i cementiranih materijala, dok se kod nekoherentnog tla injekcijska smjesa miješa s rastresitim materijalom, ali i utiskuje u pore tla. Tehnologija se primjenjuje kod raznih vrsta tla s raznim injekcijskim smjesama, iako se normalno koriste vodo-cementne, te vodo-cementno-bentonitne smjese. U određenim slučajevima koristi se i vapno (čisto vapno, vapno s cementom i dr.).

Danas su u primjeni tri osnovna postupka izvedbe mlaznog injektiranja:

- jednofluidni sustav (injekcijska smjesa),
- dvofluidni sustav (injekcijska smjesa + zrak, odnosno injekcijska smjesa + voda),
- trofluidni sustav (injekcijska smjesa + voda + zrak).

Ovisno o primijenjenoj tehnologiji i karakteristikama tla mogu se postići promjeri od 40 do 300 cm tlačne čvrstoće od 0,2 do 10 MPa.

Radovi na izvedbi mlaznog injektiranja sastoje se od:

- pripremnih radova i pripreme lokacije,
- iskolčenja položaja pojedinih stupnjaka,
- izvedbe mlaznog injektiranja rotacijskom tehnikom
- izvedba bušotine do predviđene dubine bez injektiranja,
- povratna operacija uključuje mlazno injektiranje pod tlakom od 200-600 bara
- ugradnja armaturnih šipki u svježe injektiran stupnjak (ako je propisano projektom),
- kontrole kvalitete ugrađenih materijala i kvalitete izvedenih radova,

Brzinom podizanja pribora i kontrolom pritiska postiže se jednoliko radijalno penetriranje injekcijske smjese u tlo. Time se u tlu formiraju valjkasta tijela znatno boljih mehaničkih karakteristika od tretiranog tla.

Veličina, odnosno promjer prodiranja u tlo ovisi prvenstveno o geotehničkim karakteristikama tla i primijenjenim pritiscima.

Tijekom izvođenja radova potrebno je za projektne parametre mlaznog injektiranja mjeriti i bilježiti potrošnju injekcijske smjese.

Projektne parametri dani su na osnovi podataka o sastavu i karakteristikama tla i prema potrebnoj kvaliteti stupnjaka, pri čemu su korišteni iskustveni računski obrasci (dijagrami) za ovakvu vrstu rada.

**U ovom projektu predviđena je upotreba jednofluidnog sustava mlaznog injektiranja.** Može se primijeniti u svim vrstama tla, pri čemu se u zbijenim tlima mogu postići promjeri do 1 m, a u u rahlim do 0,8 m.



### Početni parametri mlaznog injektiranja su:

• tlak injektiranja	cca 500 bara
• utrošak suhe tvari injekcijske smjese po m' vertikalnog stupnjaka	260 kg
• vodocementni faktor	1:1
• broj mlaznica	2
• promjer mlaznica	2,0 mm
• Uz rad s dvije mlaznice $\phi$ 2 mm i injekcijski tlak od 500 bara odabrana smjesa (W/C = 1,0) ugrađuje se u vremenu	cca 100 l/min
• visina podizanja pribora	7 cm
• trajanje injektiranja na nekom nivou	13 sec
• minimalno dva okretaja	
• gustoća smjese	1,5 g/cm <sup>3</sup>
• očekivani promjer stupnjaka	80 cm

Visinu podizanja pribora odnosno brzine podizanja (kad se radi sa kontinuiranim dizanjem a ne u inkrementima), kao i vremena trajanja injektiranja na nekom nivou treba odrediti ovisno o opremi koja se koristi za provedbu mlaznog injektiranja (broj mlaznica, kapacitet opreme-pumpe i dr.). U slučaju da se koristi oprema koja radi po principu podizanja pribora u inkrementima uvjet rada je da imamo najmanje dva puna okreta pribora na svakom horizontu.

- Iskolčenje osi i položaja bušotina s točnošću od cca  $\pm$  5 cm.
- Lociranje bušačkog pribora u centar budućeg injektiranog stupa te bušenje kroz slojeve tla do predviđene dubine. Prilikom bušenja treba konstatirati kroz koje materijale se prolazi.
- Po dosezanju konačne dubine počinje se s mlaznim injektiranjem pri čemu će se formirati mlazno injektirano tijelo u tlu koje nazivamo stupnjak.
- Pri dnu bušačkog pribora nalaze se dvije mlaznice koje imaju otvore okomito na os bušačkog pribora. Pribor se rotira uz istovremeno injektiranje cementnom suspenzijom pod pritiskom od predvidivo 500 bara. Nakon injektiranja od predvidivo 13 s (minimalno dva puna okretaja mlaznica) pribor se podiže za 7 cm, a postupak se ponavlja sve dok se ne izvede stup u predviđenoj visini.
- Osnovni kriterij kod mlaznog injektiranja je uvjet da se po m' stupnjaka ugradi 260 kg cementa (cca 325 l injekcijske mase).

### Materijali - Injekcijska smjesa

Mlazno injektiranje izvest će se smjesama na bazi cementa. Predviđa se koristiti cement aktivnosti minimalno 450 (injekcijskih smjesa na bazi cementa PC 45). Predviđeni vodocementni faktor (w/c) je 1,0. Injekcijska smjesa je slijedećeg sastava:

• cement	1000 kg
• voda	1000 l

U toku rada moguće su manje korekcije o čemu će odluku donijeti voditelj tehničkog nadzora ili projektant.

### Kontrola kvalitete

Kontrolu kvalitete materijala treba provesti u skladu s važećim propisima i normama. Izvođač radova treba posjedovati ateste o kvaliteti svih ugrađenih materijala. Kontrola kvalitete provodi se kako za



komponentne materijale tako i za odgovarajuće smjese Vrsta čelika za armiranje koja se upotrebljava mora biti sukladna odredbama norme HRN EN 13670.

#### **Laboratorijska ispitivanja injekcijske smjese obuhvaćaju:**

- prethodna ispitivanja,
- kontrolna ispitivanja.

Prethodna ispitivanja služe za određivanje recepture smjese pri čemu je potrebno provjeriti:

- fizikalna i mehanička svojstva cementa,
- protočnost,
- izdvajanje vode,
- vrijeme vezivanja,
- promjena zapremnine,
- tlačnu čvrstoću nakon 7, 14 i 28 dana.

Kontrolna laboratorijska ispitivanja obuhvaćaju ispitivanje kvalitete smjese za injektiranje:

- gustoće
- određivanje tlačne čvrstoće.

Kontrolna ispitivanja provode se na dnevnoj bazi ispitivanjem gustoće i uzimanjem uzoraka za ispitivanje tlačne čvrstoće (nakon 7 i 28 dana). Tlačna čvrstoća uzoraka nakon 28 dana treba biti najmanje 3MN/m<sup>2</sup>. Uzorak se uzima iz središnje i obodne zone injektiranog tijela tla.

#### **Kontrolni postupci koji se provode prilikom izvedbe mlaznog injektiranja:**

- brzina mlaza i količina cementa injektiranog u tlo,
- protok injekcijske smjese,
- brzine podizanja (izvlačenja) i rotacije pribora.

Podatke je potrebno bilježiti za svaki pojedini injektirani stup kako bi se kasnije po potrebi mogli analizirati uvjeti izvedbe (npr. je li koja mlaznica bila tijekom izvedbe zabrtvljena i dr.).

#### **5.3.8.1.1 Dokazivanje predviđene tehnologije izvođenja – probno polje:**

Prije početka radova na izvedbi, izvode se tri probna stupnjaka dubine 12,0 m. Za svaki probni stupnjak potrebno je promijeniti tehnologiju izvođenja (variranje tlaka, smjese, brzine izvlačenja...). Probno injektirani stupnjak će se otkopati minimalno 2,0 m od površine, sedam dana po injektiranju, kako bi se izmjerio promjer injektiranog tijela i utvrdila kompaktnost izvedbe. Lokaciju probnog polja osigurava izvođač uz odobrenje nadzora, projektanta i investitora.

Također se uzimaju uzorci dobivenog materijala injektiranjem (mješavina čestica tla i cementne suspenzije) za ispitivanje postignute tlačne čvrstoće. Uzorci se uzimaju rotacijskom tehnikom bušenja sa dijamantnom krunom na svakom m središnje i obodne zone stupnjaka. Ispituje se tlačna čvrstoća nakon 7 i nakon 28 dana.

Za sva prethodna laboratorijska i in situ ispitivanja, potrebno je izraditi izvještaj u formi elaborata i dostaviti ih Nadzornom inženjeru i Projektantu, prije početka radova. U izvještaju uključiti i podatke o tehnologiji izvođenja stupnjaka (brzina mlaza, količina cementa, protok injekcijske smjese, brzina izvlačenja



i rotacije pribora).

Kriterij odabira tehnologije je postizanje projektiranog poprečnog presjeka uz postizanje projektirane tlačne čvrstoće smjese središta i po obodne zone stupnjaka.

### Obračun radova

Radovi se obračunavaju po m' izvedenih stupnjaka prema projektiranim dimenzijama duljine i promjera, ako nije drukčije specificirano.

Ako nije specificirano drukčije, jedinična cijena obuhvaća: pripremu i raspoređivanje gradilišta, transport opreme, pribora i ljudstva, izradu radnog platoa, jalovo bušenje, izvođenje stupnjaka, čišćenje od povratne suspenzije, materijali i radovi na stupnjacima te ispitivanja potrebni za dokazivanje tehnologije izvođenja i kontrola kvalitete prilikom i nakon izvođenja radova.

## 5.3.9 RADOVI NA KOLNIČKOJ KONSTRUKCIJI

### 5.3.9.1 Donji nosivi sloj (podloga)

#### 5.3.9.1.1 Opis radova

Ovaj rad obuhvaća uređenje posteljice u usjecima, nasipima i zasjecima, tj. grubo i fino planiranje materijala i nabijanje do tražene zbijenosti. Posteljicu treba izraditi prema kotama iz projekta.

Posteljica je završni sloj nasipa ili usjeka ujednačene nosivosti, debljine 30 cm od tamponskog materijala granulacije 0-32 mm.

#### 5.3.9.1.2 Kontrola kakvoće

Propisi na osnovi kojih se kontrolira kakvoća materijala za izradu posteljice:

HRN U.B1.010 Uzimanje uzoraka

HRN U.B1.012 Određivanje vlažnosti tla

HRN U.B1.014 Određivanje specifične težine tla

HRN U.B1.016 Određivanje zapreminske težine tla

HRN U.B1.018 Određivanje granulometrijskog sastava

HRN U.B1.020 Određivanje granice tečenja i valjanja tla

HRN U.B1.022 Određivanje promjene zapremine tla

HRN U.B1.024 Određivanje sadržaja sagorljivih i organskih materija tla

HRN U.B1.026 Određivanje sadržaja karbonata tla

HRN U.B1.038 Određivanje optimalnog sadržaja vode

HRN U.B1.042 Određivanje kalifornijskog indeksa nosivosti

HRN U.B1.046 Određivanje modula stišljivosti metodom kruže ploče

HRN U.E8.010 Nosivost i ravnost na nivou posteljice

Uz sve prethodno navedene norme mogu se upotrijebiti i jednakovrijedne norme za navedene ispitivanja.



### 5.3.9.1.3 Tekuća ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak ( $S_z$ ) i određivanje modula stišljivosti ( $M_s$ ) kružnom pločom  $\varnothing$  30 cm uređene površine posteljice.

Minimalna tekuća ispitivanja jesu:

- jedno određivanje stupnja zbijenosti na 1.000 m<sup>2</sup>,
- jedno određivanje modula stišljivosti na 1.000 m<sup>2</sup>,
- jedno određivanje granulometrijskog sastava materijala posteljice na 6.000m<sup>2</sup>.
- jedno ispitivanje stupnja zbijenosti i modula stišljivosti na svakih 200 m u zoni bankine.

Kote planuma posteljice mogu odstupati od projektiranih najviše za  $\pm$  3 cm. Poprečni i uzdužni nagibi posteljice moraju biti prema projektu. Ravnost se mjeri uzdužno, poprečno i dijagonalno.

Visina izrađene posteljice dokazuje se nivelmanskim zapisnikom. Ravnost izrađene posteljice mora biti takva da pri mjerenju letvom dužine 4 m u bilo kojem smjeru ne smije odstupanje biti veće od 3 cm u kohezivnom materijalu.

Ispitivanje ravnosti kao i poprečnog pada posteljice obavlja se na svakih 100 m.

Tek po odobrenju visinskog položaja posteljice pristupa se kontroli postignute zbijenosti.

Pri kontroli kakvoće izrade posteljice, 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 odstupa za više od:

- 5% pri mjerenju potrebne mase u suhom stanju ( $\gamma_d$ ),
- 10% pri mjerenju modula stišljivosti ( $M_s$ ).

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 posteljici.

### 5.3.9.1.4 Kontrolna ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak ( $S_z$ ) najmanje na svakih 2.000 m<sup>2</sup> i određivanje modula stišljivosti ( $M_s$ ) kružnom pločom  $\varnothing$  30 cm najmanje na svakih 2.000 m<sup>2</sup> uređene površine posteljice.

Posebno se ispituje posteljica u zoni bankine na svakih 400 m po jednoj ili po drugoj metodi.

Granulometrijski sastav materijala iz posteljice ispituje se najmanje na svakih 10.000 m<sup>2</sup>.

### 5.3.9.1.5 Izrada posteljice od kamenih materijala

Pod kamenitim materijalima razumijevaju se materijali dobiveni iskopom pomoću miniranja, kamene drobine i šljunci (materijali iskopne kategorije "A" i dio materijala iskopne kategorije "C"). Kod nasipa od kamenitih materijala završni sloj treba izravnati sitnijim kamenitim materijalom.

Prije nasipanja materijala za izravnavajući sloj treba provjeriti njegovu kakvoću. Materijal za izradu posteljice od kamenitih materijala treba zadovoljavati ove uvjete:





- koeficijent nejednakosti  $U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$  mora biti veći od 9,
- maksimalna veličina zrna je 60 mm (10% zrna do 70 mm).

Radovi na izradi posteljice ne smiju se obavljati kada je tlo smrznuto, odnosno kada na trasi ima snijega i leda.

**Kriteriji za ocjenu kakvoće posteljice od kamenitih materijala jesu ovi:**

- stupanj zbijenosti prema standardnom Proctorovu postupku  **$S_z \geq 100\%$ ,**
- modul stišljivosti mjeren kružnom pločom  $\varnothing$  30 cm  **$M_s \geq 80 \text{ MN/m}^2$ .**

### 5.3.9.1.6 Obračun radova

Radovi se obračunavaju u volumenu, odnosno metru kubnom ( $\text{m}^3$ ), stvarno ugrađenog i zbijenog materijala.

### 5.3.9.2 Habajući sloj od asfaltbetona (HS-AB)

Habajući sloj od asfaltbetona (HS-AB) je asfaltni sloj debljine 7 cm, izrađen od mješavine kamenog brašna, kamenog materijala i bitumena kao veziva, gdje je granulometrijski sastav kamene smjese sastavljen po načelu najgušće složenog kamenog materijala.

Asfaltna mješavina za habajući sloj od asfaltbetona dijeli se prema:

- nazivnoj veličini zrna kamenog materijala,
- granulometrijskom sastavu kamene smjese i vrsti upotrijebljenog kamenog materijala.

Prema nazivnoj veličini zrna kamenog materijala habajući sloj od asfaltbetona dijeli se na:

- asfaltni beton AB 4,
- asfaltni beton AB 8,
- asfaltni beton AB 11 i
- asfaltni beton AB 16.

Prema granulometrijskom sastavu kamene smjese i vrsti upotrijebljenog kamenog materijala, asfaltna mješavina za habajući sloj od asfaltbetona dijeli se na:

- AB 4 standardnoga graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese karbonatnog sastava,
- AB 8 standardnoga graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese karbonatnog sastava,
- AB 8E standardnoga graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese silikatnog sastava,
- AB 11 standardnoga graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese karbonatnog sastava,
- AB 11E užega graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese silikatnog sastava,



- AB 16 standardnoga graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese karbonatnog sastava.
- AB 16E užega graničnog područja granulometrijskog sastava kamene smjese silikatnog sastava.

Tablica 5-1 Tehnološke debljine izvedenog HS-AB

Tehnološka debljina sloja (mm)						
AB 4	AB 8	AB 8E	AB 11	AB 11E	AB 16	AB 16E
20 do 30	30 do 40	30 do 40	35 do 50	35 do 50	45 do 60	45 do 60

Tablica 6-03-2 Primjena HS-AB u ovisnosti o grupi prometnog opterećenja

Grupa prometnog opterećenja	Vrsta habajućeg sloja						
	AB 4	AB 8	AB 8E	AB 11	AB 11E	AB 16	AB 16E
Autoceste i vrlo teško	-	-	-	-	+	-	+
Teško	-	-	+	-	+	-	+
Srednje	-	+	+	+	+	+	-
Lako	-	+	-	+	-	+	-
Vrlo lako	+	+	-	+	-	-	-

### 5.3.9.2.1 Uvjeti kakvoće sastavnih materijala za habajući sloj (HS-AB)

#### Kamena sitnež

Kamena sitnež mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.2 OTU za radove na cestama.

Tablica 5-2 Primjena kategorije kakvoće kamene sitneži za HS-AB u ovisnosti o grupi prometnog opterećenja

Autocesta i vrlo teško	Grupa prometnog opterećenja		
	Teško	Srednje	Lako i vrlo lako
KS-E-I	KS-E-I KS-E-II	KS-E-I	KS-E-I
		KS-E-II	KS-E-II
		KS-E-III	KS-E-III
		KS-S-I	KS-S-I
		KS-S-II	KS-S-II

#### Pijesak

Prirodni i drobljeni pijesak mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.4 OTU za radove na cestama.

Tablica 5-3 Primjena kategorije kakvoće pijeska za HS-AB u ovisnosti o grupi prometnog opterećenja



Grupa prometnog opterećenja			
Autocesta i vrlo teško	Teško	Srednje	Lako i vrlo lako
DP02-E-I DP02-E-II DP02-S*	DP02-E-I DP02-E-II DP02-S	sve kategorije drobljenog pijeska eruptivnog i sedimentnog porijekla	sve kategorije drobljenog pijeska eruptivnog i sedimentnog porijekla i sve kategorije prirodnog pijeska

\* do najviše 50 % (m/m) ukupne količine drobljenog pijeska

### **Kameno brašno**

Kameno brašno mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.5 OTU za radove na cestama.

Za autoceste i ceste s vrlo teškim i teškim prometnim opterećenjem može se upotrijebiti kameno brašno samo kategorije KB-I.

Povratno kameno brašno izdvojeno na asfaltnom postrojenju može se vraćati u proizvodni proces pod uvjetom da punilo iz tog kamenog brašna zadovoljava uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.5 OTU za radove na cestama i da nije pridobiveno otprašivanjem kamene smjese u kojoj je primijenjen drobljeni pijesak eruptivnog porijekla.

U asfaltnim mješavinama namijenjenim za autoceste i ceste s vrlo teškim prometnim opterećenjem uporaba povratnog punila nije dopuštena.

### **Bitumensko vezivo**

Prilikom izbora vrste bitumena mora se voditi računa o vrsti i namjeni asfaltne mješavine, te o klimatskim zonama prema normi HRN U.J5.600 ili jednakovrijedno.

Kao vezivo upotrebljavaju se cestograđevni bitumen BIT 45, BIT 60 i BIT 90, kakvoće prema normi HRN U.M3.010 ili jednakovrijedno, ili bitumen oznake 35/50, 50/70 i 70/100 prema normi EN 12591 ili jednakovrijedno.

**Cestograđevni bitumen** mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.6 OTU za radove na cestama.

U posebnim slučajevima primjenjuje se i polimerom modificirani bitumen ili cestograđevni bitumen s dodacima prirodnog bitumena ili polimernih dodataka, koji se primjenjuju u samom procesu umješavanja asfaltne mješavine na asfaltnom postrojenju.

**Polimerom modificirani bitumen (PmB)** mora zadovoljavati uvjete kakvoće dane u potpoglavlju 6-00.2.7 OTU za radove na cestama.



### 5.3.9.2.2 Uvjeti kakvoće habajućeg sloja (HS-AB)

#### Sastav asfaltne mješavine

Tablica 5-4 Granično područje granulometrijskog sastava kamene smjese za HS-AB

Kvadratni otvor okaca sita mm	Vrsta asfaltbetona						
	AB 4	AB 8	AB 8E	AB 11	AB 11E	AB 16	AB 16E
	prolaz kroz sito, % (m/m)						
0,09	8 do 18	4 do 12	4 do 12	3 do 12	3 do 11	3 do 12	3 do 10
0,25	17 do 33	11 do 27	11 do 27	8 do 28	8 do 18	8 do 25	8 do 17
0,71	30 do 51	20 do 41	20 do 41	16 do 38	16 do 30	15 do 36	15 do 28
2,0	55 do 75	38 do 56	38 do 56	31 do 54	31 do 48	27 do 49	27 do 43
4,0	95 do 100	56 do 74	56 do 74	49 do 69	49 do 65	40 do 62	40 do 56
8,0	100	95 do 100	95 do 100	75 do 90	75 do 87	60 do 80	60 do 75
11,2		100	100	97 do 100	97 do 100	74 do 90	74 do 86
16,0				100	100	97 do 100	97 do 100
22,4						100	100

Tablica 6-03-6 Orijentacijski udio bitumena u asfaltnoj mješavini za HS-AB

Vrsta asfaltnog betona	Udio bitumena, %(m/m)
AB 4	6,8 do 8,0
AB 8	5,8 do 7,5
AB 8E	5,8 do 7,5
AB 11	5,4 do 7,0
AB 11E	5,4 do 6,5
AB 16	5,2 do 6,2
AB 16E	5,2 do 6,0

#### Svojstva asfaltne mješavine

Tablica 5-5 Fizičko - mehanička svojstva asfaltne mješavine za HS-AB u ovisnosti prometnog opterećenja

Svojstvo	Grupa prometnog opterećenja				
	Autoceste i vrlo teško	Teško	Srednje	Lako	Vrlo lako
Stabilnost kod 60 °C najmanje, kN	8,5	8,0	7,0	7,0	5,0
Odnos stabilnosti i deformacije kod 60 °C najmanje, kN/mm	2,2	2,0	1,8	1,8	1,2
Udio šupljina, %(V/V)	3,5 do 6,5	3 do 6	3 do 5,5	2 do 4	1 do 3,5
Ispunjenost šupljina kamene smjese bitumenom, %	64 do 79	65 do 82	68 do 83	75 do 88	80 do 93

#### Svojstva izvedenog sloja

Tablica 5-6 Udio šupljina, stupanj zbijenosti, debljina i povezanost izvedenog HS-AB u ovisnosti o grupi prometnog opterećenja



Svojstvo	Grupa prometnog opterećenja			
	Autoceste, vrlo teško i teško	Srednje	Lako	Vrlo lako
Udio šupljina, % (V/V)	3,5 do 7,5	3 do 7	2 do 6	1,5 do 5,5
Stupanj zbijenosti, %	98	97	97	96
Debljina sloja *				
- pojedinačno, najviše, %	- 15 od projektirane			
- srednja vrijednost, najviše, %	- 5 od projektirane			
Povezanost slojeva, najmanje, N/mm <sup>2</sup>	1,0 (1,5)**			

\* U račun srednje debljine ne mogu se uzeti debljine veće od 20 % projektirane debljine.

\*\* U slučaju kad je podloga poprskana polimernom bitumenskom emulzijom

Uvjeti ravnosti, visine, poprečnog pada i horizontalnog položaja izvedenog sloja dani su u tablici 6-03-9. OTU za radove na cestama.

### Hvatljivost habajućeg sloja

Ovim OTU utvrđuju se brojčane vrijednosti koje se moraju postići pri mjerenju hvatljivosti, odnosno pri mjerenju otpora klizanju nakvašene površine habajućeg sloja asfaltnog ili betonskog zastora kolnika. Otpor klizanju mjeri se unutar vremenskog razdoblja ne dužeg od 2 tjedna nakon završetka radova asfaltiranja. Otpor klizanju definiran je s dvije granične vrijednosti koeficijenta trenja  $\mu$  kako slijedi:

- Koeficijent trenja  $\mu_A$  jest *najmanja zahtijevana* vrijednost trenja nakvašene površine pokrovnog sloja pri puštanju ceste u prometovanje. Za vrijeme uporabe ceste vrijednost koeficijenta trenja ne bi smjela biti manja od  $\mu_A$ . Ukoliko se izmjerena vrijednost koeficijenta trenja smanji ispod granične vrijednosti  $\mu_A$ , mora se putem periodičnih mjerenja otpora klizanju motriti stanje površine pokrovnog sloja kolnika.
- Koeficijent trenja  $\mu_B$  jest *najmanja dopuštena* vrijednost otpora klizanju površine pokrovnog sloja koja zbog opasnosti klizanja ne smije biti podbačena. Ukoliko izmjerena vrijednost koeficijenta trenja padne ispod granične vrijednosti  $\mu_B$  moraju se poduzeti primjerene mjere (smanjenje najveće dopuštene brzine vožnje i poboljšanje stanja površine pokrovnog sloja).

Tablica 5-7 Ravnost, visina, poprečni pad i horizontalni položaj izvedenog HS-AB u ovisnosti o grupi prometnog opterećenja

Svojstvo	Grupa prometnog opterećenja			
	Autoceste	Vrlo teško i teško	Srednje	Lako i vrlo lako
Ravnost sloja: - IRI <sub>(100)</sub> , najviše, m/km - mjerna letva 3 m, najviše, mm	1,0 3	1,5 4	2,0 6	2,5 7
Visina sloja: dopušteno visinsko odstupanje sloja od projektiranog visinskog položaja, najviše %	± 5		± 10	
Poprečni pad sloja: dopušteno odstupanje od projektiranog poprečnog pada (svaki profil), najviše, % (aps.)	± 0,4			
Položaj sloja: dopušteno odstupanje (horizontalni položaj lijevog i desnog ruba) od projektiranog visinskog položaja, najviše, mm	± 25		± 50	

Procjena izmjerenih vrijednosti otpora klizanju obavlja se na osnovi zahtjeva danih ovim tehničkim uvjetima, a u ovisnosti o najvećoj brzini vožnje na cesti, skupini prometnog opterećenja i okolnostima na samoj cesti. Te se okolnosti dijele na normalne i nepovoljne (potencijalno opasne) okolnosti.



Kao potencijalno opasne okolnosti na cesti podrazumijevaju se:

- odsječci s uzdužnim nagibom većim od 6% na više od 100 m dužine ceste,
- zavoji s radijusom manjim od 150 m kod ispružene trase ceste,
- opasna mjesta kao što su odsječci ceste s jakim bočnim vjetrom, mostovi, tuneli i odsječci na kojima vozila trebaju usporiti vožnju.

Kao normalne okolnosti na cesti podrazumijevaju se sve ostale okolnosti na cesti koje nisu navedene. Dubina teksture površine kolnika određena "pjeskarenjem" u ovisnosti o najvećoj dopuštenoj brzini vožnje na cesti dana je u tablici 6-03-10 OTU za radove na cestama.

Tablica 5-8 Granične vrijednosti dubine teksture

Svojstvo	Najveća dopuštena brzina vožnje, (km/h)			
	60	80	100	120
Dubina teksture, (mm)	0,13 do 0,30	0,19 do 0,40	0,27 do 0,53	0,37 do 0,70

Sukladno definicijama graničnih vrijednosti koeficijenta trenja  $\mu_B$  i  $\mu_A$ , u tablici 6-03-11 OTU za radove na cestama date su donja (SRT<sub>B</sub>) i gornja (SRT<sub>A</sub>) granična vrijednost SRT za normalne i nepovoljne (opasne) okolnosti na cesti u ovisnosti o kategoriji prometnog opterećenja.

Tablica 5-9 Granične vrijednosti otpora klizanju, SRT

Skupine prometnog opterećenja	Normalne okolnosti na cesti		Nepovoljne (opasne) okolnosti na cesti	
	SRT <sub>B</sub>	SRT <sub>A</sub>	SRT <sub>B</sub>	SRT <sub>A</sub>
Autoceste, vrlo teško, teško i srednje	50	60	-	-
Lako i vrlo lako	45	55	-	-
Sve skupine	-	-	55	65

Postupak za procjenu rezultata izmjerenih vrijednosti dubine teksture površine kolnika "pjeskarenjem" i vrijednosti SRT klatna dat je u tablici 6-03-12 OTU za radove na cestama.

Tablica 5-10 Postupak procjene otpora klizanju zastora kolnika kombiniranom metodom (SRT klatno i "pjeskarenje") prema HRN U. C4.018 ili jednakovrijedno

Izmjerena vrijednost dubine teksture	Izmjerena vrijednost SRT		
	Ispod graničnog područja	U graničnom području	Iznad graničnog područja
Ispod granične krivulje	-	-	-
Između graničnih krivulja	-	*	*
Iznad granične krivulje	-	*	+

- otpor klizanju zastora kolnika je premalen,  
\* potrebno je obaviti dodatna mjerenja,  
+ otpor klizanju zastora kolnika je dovoljno velik.

Granične vrijednosti koeficijenta trenja određene po mjernoj metodi SCRIM, dane su u tablici 6-03-13 OTU za radove na cestama.





Tablica 5-11 Granične vrijednosti koeficijenta trenja po metodi SCRIM

Koeficijent trenja	Brzina mjernog uređaja, km/h		
	40	60	80
$\mu_{SCRIM}$	0,60	0,53	0,46

Najveće dopušteno odstupanje koeficijenta trenja za pojedinačnu izmjerenu vrijednost mjernog odsjeka duljine 100 m, u odnosu na graničnu vrijednost, iznosi 0,03.

Ovo dopušteno odstupanje odnosi se na period garantnog roka.

### 5.3.9.2.3 Proizvodnja, prijevoz i ugradnja habajućeg sloja (HS-AB)

Proizvodnja, prijevoz i ugradnja asfaltne mješavine za habajući sloj (HS-AB) opisani su u potpoglavlju 6-00.3 OTU za radove na cestama.

### 5.3.9.2.4 Kontrola kakvoće habajućeg sloja (HS-AB)

#### **Prethodna ispitivanja**

Aktivnosti prije početka asfaltnih radova s obzirom na prethodna ispitivanja upotrebljivosti materijala, izradu prethodnih i radnih sastava i izradu pokusne dionice, provode se sukladno potpoglavlju 6-00.4.1 OTU za radove na cestama.

U okviru izrade prethodnog sastava za asfaltne mješavine namijenjene za autoceste i ceste grupe vrlo teškog prometnog opterećenja, potrebno je asfaltnu mješavinu ispitati na otpornost prema trajnim deformacijama ( norma EN 12697-22 ili EN 12697-25, ili jednakovrijedno) i na otpornost prema djelovanju vode (norma EN 12697-12 ili jednakovrijedno).

#### **Tekuća ispitivanja**

##### Tekuća ispitivanja sastavnih materijala

Tekuća kontrola sastavnih materijala provodi se prema potpoglavlju 6-00.4.2.1 OTU za radove na cestama.

##### Tekuća ispitivanja proizvedene asfaltne mješavine

Uzorci asfaltne mješavine uzimaju se na mjestu proizvodnje ili na mjestu ugradnje.

Sastav asfaltne mješavine provjerava se ispitivanjem najmanje jednog uzorka na 500 tona proizvedene asfaltne mješavine.

Ispituju se svojstva sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.1 OTU za radove na cestama.

Fizičko - mehanička svojstva asfaltne mješavine provjeravaju se ispitivanjem najmanje jednog uzorka na svakih 500 tona proizvedene asfaltne mješavine.

Ispituju se svojstva sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.1 OTU za radove na cestama.

##### Tekuća ispitivanja ugrađene asfaltne mješavine

Tekuća ispitivanja ugradnje provodi se sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.1 OTU za radove na cestama.

#### **Kontrolna ispitivanja**

##### Kontrolna ispitivanja sastavnih materijala

Uzorci sastavnih materijala za proizvodnju asfaltnih mješavina uzimaju se na asfaltnim bazama i ispituju sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.2 OTU za radove na cestama.



### Kontrolna ispitivanja proizvedene asfaltne mješavine

Uzorci asfaltne mješavine za kontrolno ispitivanje uzimaju se u pravilu na mjestu ugradnje asfaltne mješavine.

Sastav i fizičko - mehanička svojstva asfaltne mješavine provjeravaju se na svakih 1000 tona proizvedene asfaltne mješavine.

Na uzorcima asfaltne mješavine ispituju se svojstva sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.2. OTU za radove na cestama.

Promjena svojstava ekstrahiranog veziva ispituje se na svakih 2000 tona proizvedene asfaltne mješavine sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.2 v OTU za radove na cestama.

### Kontrolna ispitivanja izvedenog sloja

Stupanj zbijenosti, udio šupljina, debljina i povezanost izvedenog sloja ispituju se na uzorcima izvađenim najmanje na svakih 2000 m<sup>2</sup> površine izvedenog sloja prema potpoglavlju 6-00.4.2.2. OTU za radove na cestama.

Ravnost izvedenog sloja ispituje se sukladno potpoglavlju 6-00.4.2.2. OTU za radove na cestama.

Visina, poprečni pad i položaj izvedenog sloja provjeravaju se kontrolom odgovarajućim instrumentom najmanje 20 % podataka koje je snimio izvođač tijekom tekućih ispitivanja ugradnje asfaltne mješavine prema potpoglavlju 6-00.4.2.1. OTU za radove na cestama.

Hvatljivost površine habajućeg sloja ispituje se prema potpoglavlju 6-00.4.2.2 OTU za radove na cestama, najmanje jednom na svakih 10000 m<sup>2</sup> izvedenog habajućeg sloja.

### **5.3.9.2.5 Ocjena kakvoće izvedenog habajućeg sloja (HS-AB)**

Ugrađeni habajući sloj HS-AB ocjenjuje i preuzima nadzorni inženjer na temelju rezultata provedenih tekućih i kontrolnih ispitivanja.

Udio bitumena određen na uzorcima asfaltne mješavine u okviru tekućih i kontrolnih ispitivanja mora zadovoljavati uvjete dane u potpoglavlju 6-00, u tablici 6-00-20. OTU za radove na cestama.

Granulometrijski sastav kamene smjese određen na uzorcima asfaltne mješavine u okviru tekućih i kontrolnih ispitivanja, mora zadovoljavati uvjete dane u tablici 6-03-5 i u potpoglavlju 6-00, u tablici 6-00-21. OTU za radove na cestama.

Fizičko-mehanička svojstva asfaltne mješavine određena na uzorcima asfaltne mješavine u okviru tekućih i kontrolnih ispitivanja, moraju zadovoljavati uvjete dane u potpoglavlju 6-03.3.2, u tablici 6-03-7. OTU za radove na cestama.

Svojstva izvedenog asfaltnog sloja određena u okviru tekućih i kontrolnih ispitivanja, moraju zadovoljavati uvjete dane u potpoglavlju 6-03.3.3, u tablici 6-03-8, tablici 6-03-9, tablici 6-03.10, tablici 6-03.11 i tablici 6-03.13. OTU za radove na cestama.

Sve ustanovljene manjkavosti prema navedenim zahtjevima izvođač će otkloniti.

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

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



### 5.3.9.2.6 Obračun rada

Količina obavljenih radova mjeri se kvadratnim metrima gornje površine stvarno položenog i ugrađenog HS-AB sukladno projektu.

Utvrđene količine plaćaju se po ugovorenim jediničnim cijenama za kvadratni metar.

U cijeni su sadržani svi troškovi nabave materijala, proizvodnje i ugradnje asfaltne mješavine, prijevoz, oprema i sve ostalo što je potrebno za izvođenje radova.

Ako radovi ne zadovoljavaju u potpunosti zahtjeve ovih OTU, kakvoća se ocjenjuje prema potpoglavlju 6-00.5. OTU za radove na cestama

Umanjenje vrijednosti radova odbija se izvođaču od cijene ugovorenih radova.

## 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 opterećenim uvjetima rada.

Kod širokog iskopa potrebno je voditi računa o nagibu bočnih strana kako ne bi došlo do urušavanja. Razupiranje stranica iskopa nije potrebno ako su bočne stranice iskopa uređene pod kutom unutarnjeg trenja tla u kojem se iskop vrši, niti pri etažnom kopanju do dubine manje od 2,0 m.

### 5.4.2 TESARSKI RADOVI

Oštra sječiva tesarskog alata (sjekira, pile, dlijeta i slično) moraju pri prijenosu biti na pogodan način pokrivena. Rukovanje strojevima za obradu drveta na gradilištu smije se povjeriti samo kvalificiranim ili obučanim radnicima. Građa poslije svakog korištenja na gradilištu, mora se pregledati, očistiti od čavala, ostataka okova i dr., i složiti. Ljestve i radni podovi moraju svojim dimenzijama odgovarati propisima. Sva radna mjesta na visini većoj od 1,0 m moraju biti ograđena zaštitnom ogradom visine ne manje od 100 cm.



### 5.4.3 RADOVI NA BETONIRANJU

Prije početka betoniranja svi oštri vrhovi ili rubovi koji vire iz oplata za betoniranje moraju se podviti ili pokriti.

S radovima na betoniranju smije se početi tek po provjeri od strane određene stručne osobe na gradilištu jesu li izvršeni svi prethodni potrebni radovi. Nasilno skidanje (čupanje) oplata pomoću dizalice i drugih uređaja nije dopušteno.

### 5.4.4 GRADILIŠTE

Radovi se obavljaju na otvorenom. Postrojenja i površine namijenjene za rad na otvorenom prostora moraju biti tako locirane da omogućuju sigurno kretanje osoba i prometnih sredstava bez opasnosti za život i zdravlje radnika,

Prostorije namijenjene za obavljanje administrativnih poslova trebaju biti smještene u posebnim objektima.

#### 5.4.4.1 Smanjenje buke

Prilikom izvođenja radova utjecaj buke od radova na ljude koji se nalaze unutar ili u neposrednoj blizini ne smije ugroziti zdravlje.

Tijekom dnevnog razdoblja dopuštena ekvivalentna razina buke iznosi 65 dB(A). U razdoblju od 08.00 do 18.00 sati dopušta se prekoračenje ekvivalentne razine buke od dodatnih 5 dB(A) sukladno s člankom 17. Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN, broj 145/04) i drugim člancima ovog Pravilnika te ih se potrebno pridržavati. Svi strojevi i oprema moraju imati ateste u skladu s hrvatskim i međunarodnim normama i specifikacijama.

#### 5.4.4.2 Zaštita od požara

Osnovna mjera zaštite od požara je pravilno uskladištenje zapaljivog materijala, čišćenje i održavanje prostora, pravilno održavanje električnih instalacija i osposobljenost radnika za preventivno gašenje požara.

Sve radove i usluge treba obavljati uz primjenu odgovarajućih mjera zaštite od požara. Na radilištu se mora nalaziti odgovarajući broj S9 ili P9 aparata. Sva vozila i strojevi trebaju biti opremljena sa aparatom za početno gašenje požara.

Pušenje je zabranjeno u svim zatvorenim prostorijama, te na otvorenim prostorima osim na onim mjestima koja su označena i opremljena.

#### 5.4.4.3 Odstranjivanje štetnih otpadaka

Štetni otpaci koji se pojavljuju na gradilištu (ulja, maziva, goriva i dr.), moraju se odstraniti na mjesta uređena da se izbjegne zagađenja zemljišta, podzemnih voda i čovjekove okoline. Sva ta mjesta moraju biti ograđena i osigurana od pristupa neovlaštenih osoba.

#### 5.4.4.4 Prometnice

Pomoćni putovi za transport tereta i putovi za kretanje osoba trebaju biti projektirani i izvedeni tako



da se što manje presijecaju i poklapaju.

#### 5.4.4.5 Radni prostor

Radni prostor je na otvorenom, pa stoga izvođač posebnu pažnju mora posvetiti uređenju gradilišta, što uključuje:

- osiguranje granica gradilišta prema okolini
- određivanje mjesta, prostora i načina razmještaja i uskladištenja građevnog materijala
- način obilježavanja, odnosno osiguranja, opasnih mjesta i ugroženih prostora na gradilištu
- način rada na mjestima gdje se pojavljuju štetni plinovi, prašina, para, odnosno gdje može nastati vatra i drugo
- određivanje vrste i smještaja građevinskih strojeva i postrojenja i odgovarajuća osiguranja s obzirom na lokaciju gradilišta.

#### 5.4.4.6 Pomoćne prostorije

Radovi se izvode na otvorenom i potrebno je osigurati pomoćne prostorije kao što su: garderoba, kupaonica, nužnici, prostorije za uzimanje obroka hrane, prostorije za povremeno zagrijavanje radnika i drugo.

Garderobe se moraju predvidjeti za siguran smještaj civilne i radne odjeće i obuće i dragih osobnih predmeta. Kupaonice moraju biti tako izvedene da imaju osiguranu toplu i hladnu vodu, da u hladnom vremenskom razdoblju budu grijane. Nužnici moraju biti tako smješteni da udaljenost do najudaljenijih mjesta rada ne bude veća od 200 m. Po jedan nužnik mora se predvidjeti na najviše 30 radnika. Odgovornost za provedbu tehničkih mjera zaštite na radu za vrijeme izvedbe objekta

### 5.4.5 ODGOVORNOST ZA PROVEDBU TEHNIČKIH MJERA ZAŠTITE NA RADU ZA VRIJEME IZVEDBE OBJEKTA

U skladu s odredbama Pravilnik o osposobljavanju iz zaštite na radu i polaganju stručnog ispita (NN 112/2014) Investitor je obavezan imenovati koordinatora zaštite na radu tijekom građenja. Dužnosti koordinatora zaštite na radu tijekom građenja tijekom izvođenja radova propisane su odredbama Zakona o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18) i Pravilnika o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN br. 48/18). Oprema gradilišta, osiguranje pojedinih uređaja i strojeva na njemu te radnika, mora u cijelosti odgovarati HTZ propisima. Provedbu ovih zaštitnih mjera provodi glavni inženjer gradilišta, koordinatore zaštite na radu te inspektor rada.

Projektant :

**Marko Kaić, mag.ing.aedif.**

(M.P.)



## 6 PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE

Na temelju provedenih analiza i ovim projektom projektiranih radova, procjenjuje se vrijednost radova u iznosu od:

- 2.215.000,00 eura (bez PDV-a)
- 553.750,00 PDV
- 2.768.750,00 (s PDV-om)

<b>Projektant :</b>	<b>Marko Kaić, mag.ing.aedif.</b>	(M.P.)
---------------------	-----------------------------------	--------





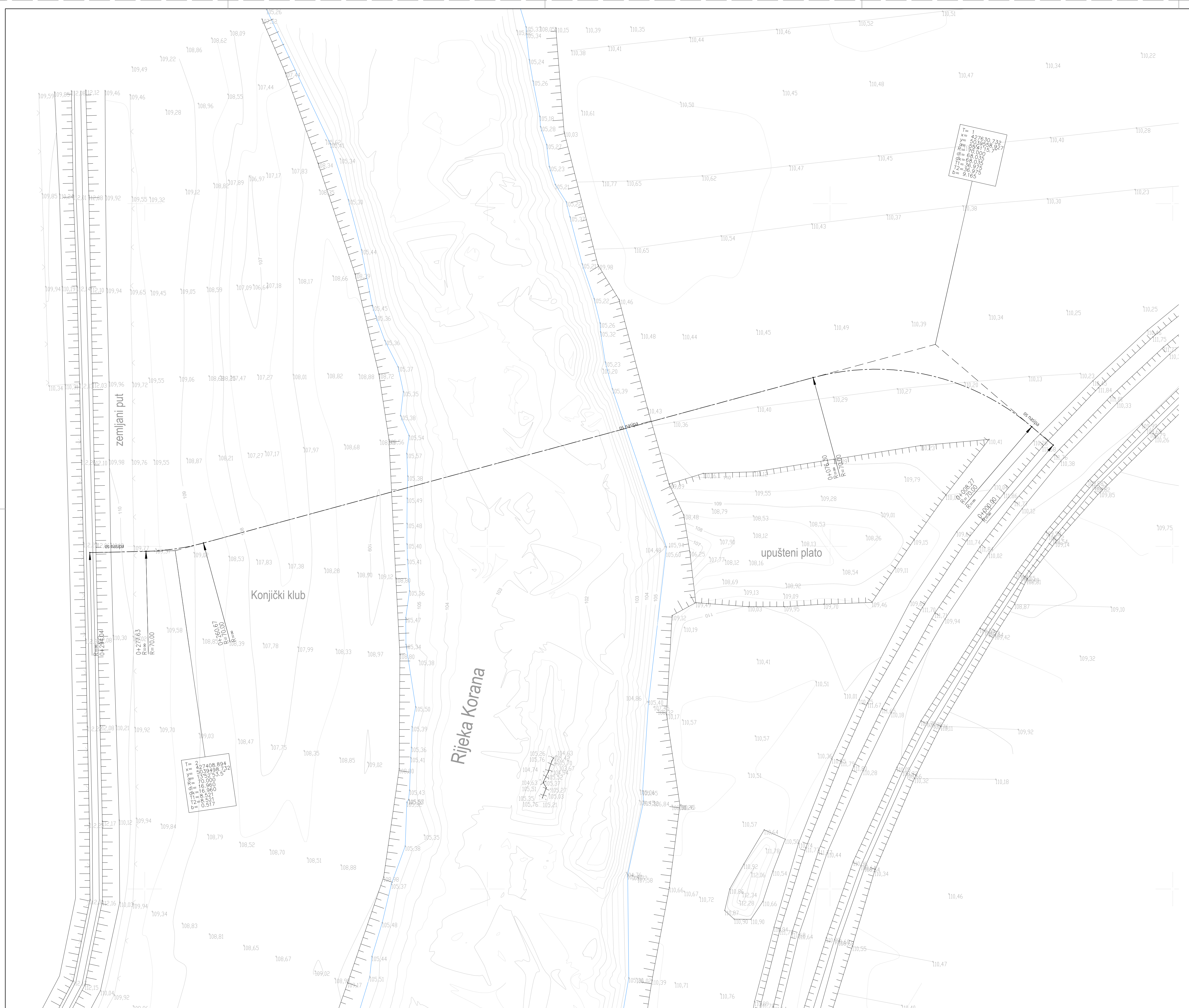
## 7 GRAFIČKI I DRUGI PRILOZI

Rb. priloga	Oznaka priloga	Naziv priloga	Napomena uz prilog
01	1001	Situacija postojećeg stanja	MJ 1:500
02	1101	Situacija projektiranog nasipa 5 s ispusnom ustavom na geodetskoj podlozi	MJ 1:500
03	2001	Uzdužni profil u osi nasipa	MJ 1:500/100
04	3001	Karakteristični poprečni presjek 1 nasipa 5	MJ 1:100
05	3002	Karakteristični poprečni presjek 2 nasipa 5	MJ 1:100
06	3101	Karakteristični poprečni presjek uređenja obale	MJ 1:100
07	4001	Poprečni profili PN5_2 - PN5_7	MJ 1:200
08	4002	Poprečni profili PN5_8 - PN5_13	MJ 1:200
09	4003	Poprečni profili PN5_14 - PN5_19	MJ 1:200
10	4004	Poprečni profili PN5_20 - PN5_25	MJ 1:200
11	4005	Poprečni profili PN5_26 - PN5_31	MJ 1:200
12	4006	Poprečni profili PN5_32 - PN5_37	MJ 1:200
13	4007	Poprečni profil PN5_38	MJ 1:200
14	1201	Situacija krajobraznog uređenja nasipa 5	MJ 1:500

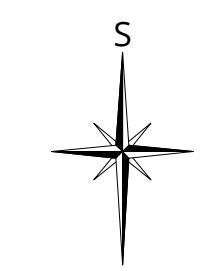
Projektant :

**Marko Kaić, mag.ing.aedif.**

(M.P.)

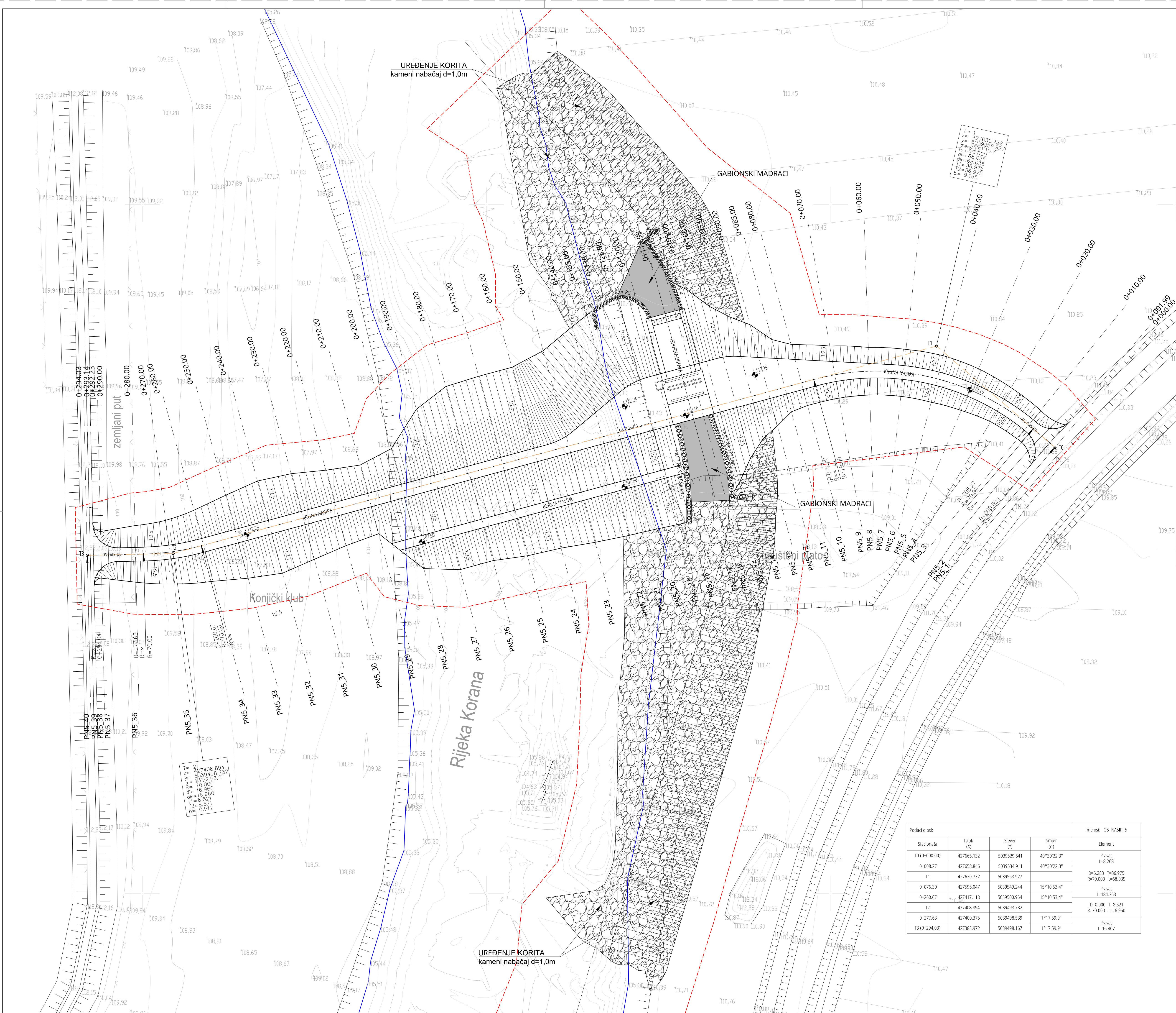


**SITUACIJA POSTOJEĆEG STANJA**  
MJ 1:500



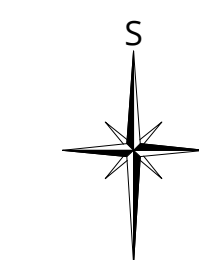
BROJ REVIZIJE:		DATUM:		NAPOMENA REVIZIJE:	
 <b>WWW.GEOKON.HR</b>					
INVESTITOR:		HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001			
PROJEKTANSKI URED:		Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614			
GRADEVINA:		Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekužja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa			
LOKACIJA:		Karlovačka županija, Grad Karlovač k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekužje			
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRADEVINE:		Nasip N5 - nasip uz desnu obalu Korane			
NAZIV MAPE:		Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane			
RAZINA RAZRADE:		STRUKOVNA ODREDNICA: Glavni projekt Građevinski projekt			
PROJEKTANT:		Marko Kalčić, mag. ing. aedif. br. upisa G 4575			
SADRŽAJ PRILOGA:					
SITUACIJA POSTOJEĆEG STANJA					
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): GP-5986/23		OZNAKA MAPE: E-155-18-02		MJEILO: 1:500	
REVIZIJA: 1		OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-02		REDNI BR. PRILOGA: 01	
MJESTO I DATUM: Zagreb, rujun 2024. - ispravak 1		OZNAKA PRILOGA: 1001			





SITUACIJA PROJEKTIRANOG NASIPA 5 S  
ISPUSNOM USTAVOM NA GEODETSKOJ PODLOZI

MJ 1:500



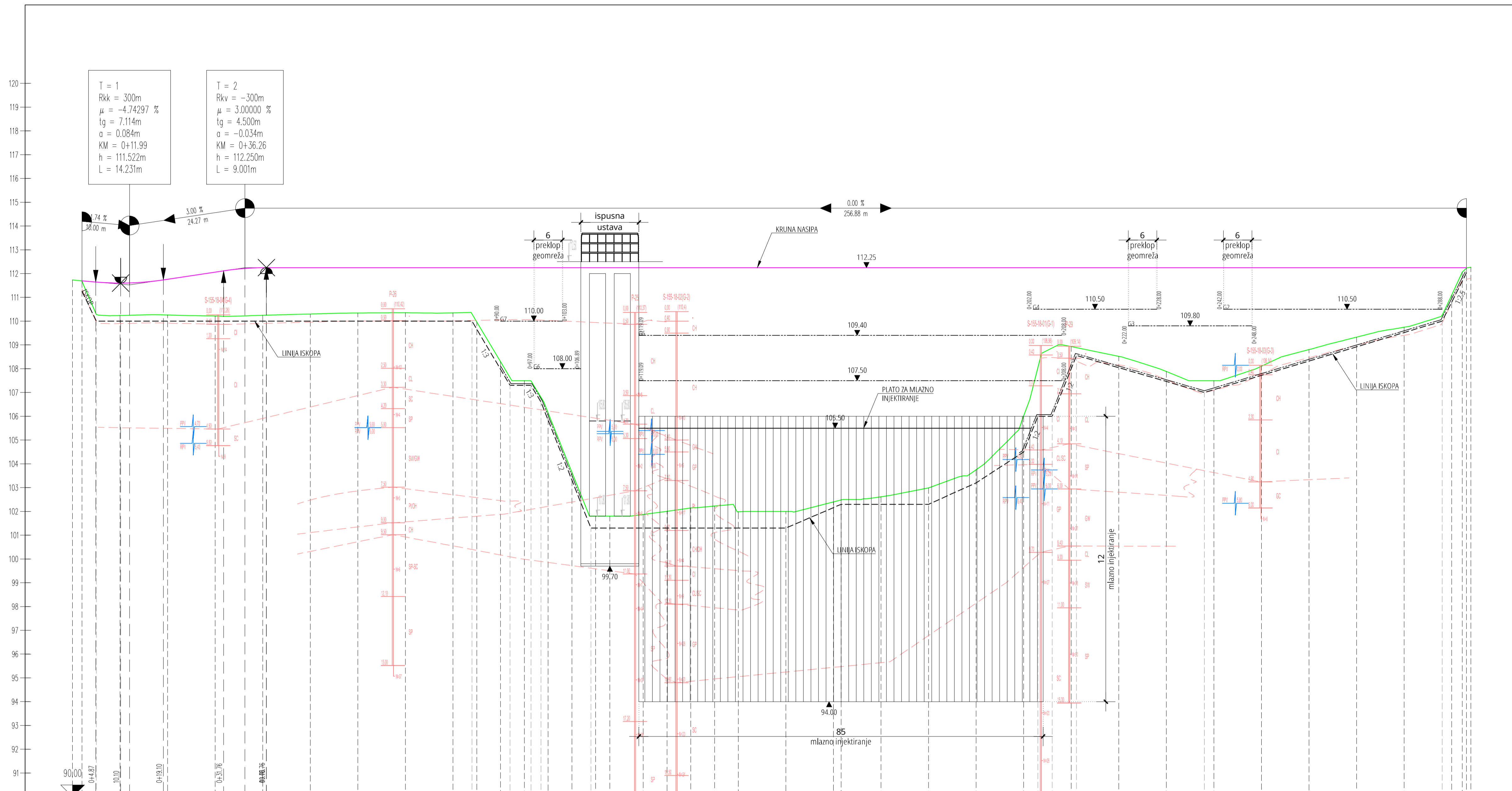
Podaci o osi:				Ime osi: OS_NASIP_5
Stacionaža	Broj (Q)	Sjever (Q)	Smjer (Q)	Element
T0 (0+000.00)	427665.132	5039529.541	40°30'22.3"	Pravac L=8.268
0+008.27	427658.846	5039534.911	40°30'22.3"	D=6.283 l=36.975 R=70.000 L=68.035
T1	427630.732	5039558.927		
0+076.30	427595.047	5039549.244	15°10'53.4"	Pravac L=184.663
0+260.67	427417.118	5039500.964	15°10'53.4"	D=0.000 l=8.521 R=70.000 L=16.960
T2	427408.894	5039498.732		
0+277.63	427400.375	5039498.539	1°17'59.9"	Pravac L=16.407
T3 (0+294.03)	427383.972	5039498.167	1°17'59.9"	

x=427408.894  
 y=5039498.732  
 R=70.000  
 l=16.960  
 T1=427408.894  
 T2=427400.375  
 b=0.517

x=427630.732  
 y=5039558.927  
 R=70.000  
 l=36.975  
 T1=427630.732  
 T2=427658.846  
 b=0.165

BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220	
PROJEKTANSKI URED:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a	
GRADEVINA:	Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekužja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovač, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekužje	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRADEVINE:	Nasip N5 - nasip uz desnu obalu Korane	
NAZIV MAPE:	Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA: Građevinski projekt	
PROJEKTANT:	Marko Kralj, mag. ing. aedif. br. upisa G 4575	
SADRŽAJ PRILOGA:		
SITUACIJA PROJEKTIRANOG NASIPA 5 S ISPUSNOM USTAVOM NA GEODETSKOJ PODLOZI		
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): GP-5986/23	OZNAKA PROJEKTA (ZOP): E-155-18-02	OZNAKA MAPE: E-155-18-02
REVIZIJA: 1	OZNAKA PROJEKTA (ZOP): E-155-18-02	MJERILO: 1:500
MJESTO I DATUM: Zagreb, rujan 2024. - ispravak 1	OZNAKA PRILOGA: 1101	REDNI BR. PRILOGA: 02





T = 1  
 R<sub>kk</sub> = 300m  
 μ = -4.74297 %  
 tg = 7.114m  
 a = 0.084m  
 KM = 0+11.99  
 h = 111.522m  
 L = 14.231m

T = 2  
 R<sub>kk</sub> = -300m  
 μ = 3.00000 %  
 tg = 4.500m  
 a = -0.034m  
 KM = 0+36.26  
 h = 112.250m  
 L = 9.001m

### UZDUŽNI PROFIL U OSI NASIPA

MJ 1:500/100

- TUMAČ OZNAKA:**
- S-155-18-01 Istražne bušotine
  - C-01 CPTU sonde
  - R01 Reperi
  - KRUNA NASIPA
  - DNO ISKOPA
  - GEOMETREŽE
  - TEREN U OSI NASIPA
  - USLOJENOST TLA

OZNAKE PROFILA	PN5_1	PN5_2	PN5_3	PN5_4	PN5_5	PN5_6	PN5_7	PN5_8	PN5_9	PN5_10	PN5_11	PN5_12	PN5_13	PN5_14	PN5_15	PN5_16	PN5_17	PN5_18	PN5_19	PN5_20	PN5_21	PN5_22	PN5_23	PN5_24	PN5_25	PN5_26	PN5_27	PN5_28	PN5_29	PN5_30	PN5_31	PN5_32	PN5_33	PN5_34	PN5_35	PN5_36	PN5_37	PN5_38	PN5_39	PN5_40						
STACIONAŽE	0.00	1.99	5.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	90.00	95.00	98.40	100.00	103.00	103.32	103.64	105.00	108.00	108.30	108.60	108.90	109.20	109.50	109.80	110.10	110.40	110.70	111.00	111.30	111.60	111.90	112.20	112.50	112.80	113.10	113.40	113.70	114.00	114.30	114.60	114.90	115.20		
KOTE TERENA	111.731	111.696	111.696	110.239	110.258	110.218	110.246	110.301	110.355	110.355	110.350	108.297	107.500	107.500	106.146	103.646	103.646	103.646	105.000	108.000	108.300	108.600	108.900	109.200	109.500	109.800	110.100	110.400	110.700	111.000	111.300	111.600	111.900	112.200	112.500	112.800	113.100	113.400	113.700	114.000	114.300	114.600	114.900	115.200		
KOTE NIVELETE	111.70	111.70	111.60	111.76	112.06	112.06	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	112.25	
KOTE ISKOPA	111.25	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96	109.96

**GEOKON**  
 WWW.GEOKON.HR

INVESTITOR: HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220  
 OIB: 28921383001

PROJEKTANTSKI URED: Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjnska 16a  
 OIB: 61600467614

GRADEVINA: 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

LOKACIJA: Karlovačka županija, Grad Karlovac  
 k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje

DJELA GRADEVINE: Nasip N5 - nasip uz desnu obalu Korane

NAZIV MAPE: Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane

RAZINA RAZRADE: Glavni projekt

STRUKOVNA ODREDNICA: Građevinski projekt

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

SADRŽAJ PRILOGA: UZDUŽNI PROFIL U OSI NASIPA

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): GP-5986/23

OZNAKA MAPE: E-155-18-02

REVIZIJA: 1

OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.: E-155-18-02

MJERILO: 1:500/100

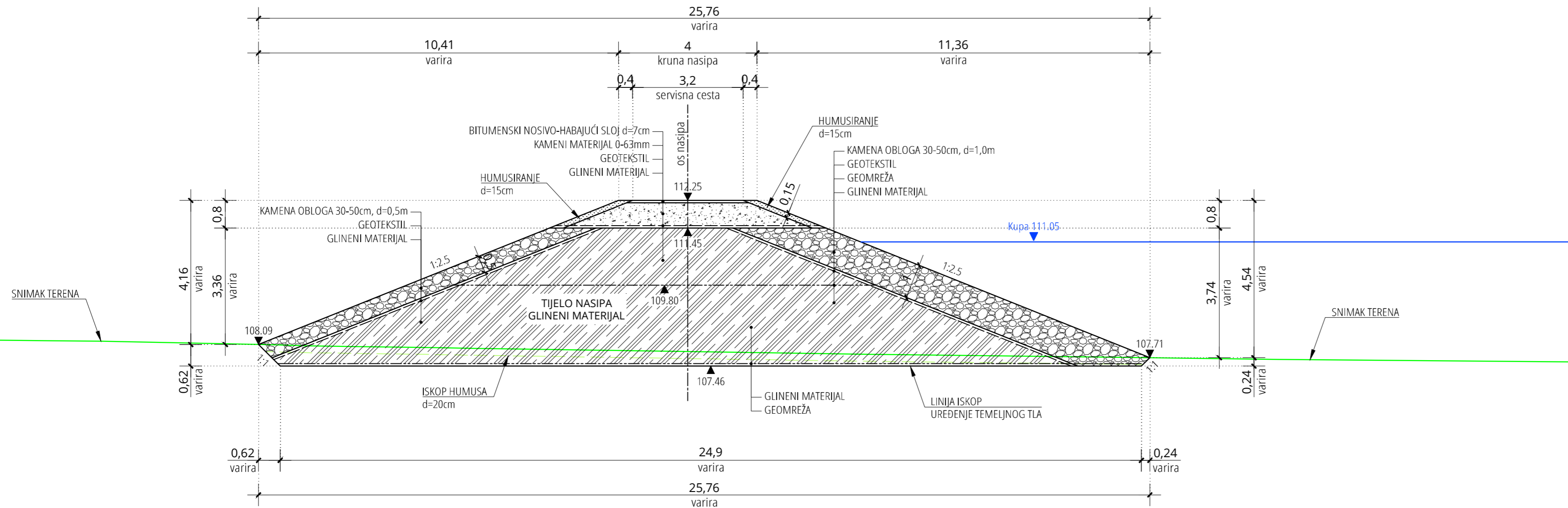
MJESTO I DATUM: Zagreb, rujan 2024. - ispravak 1

OZNAKA PRILOGA: 2001

REDNI BR. PRILOGA: 03



KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK 2  
NASIPA 5  
MJ 1:100

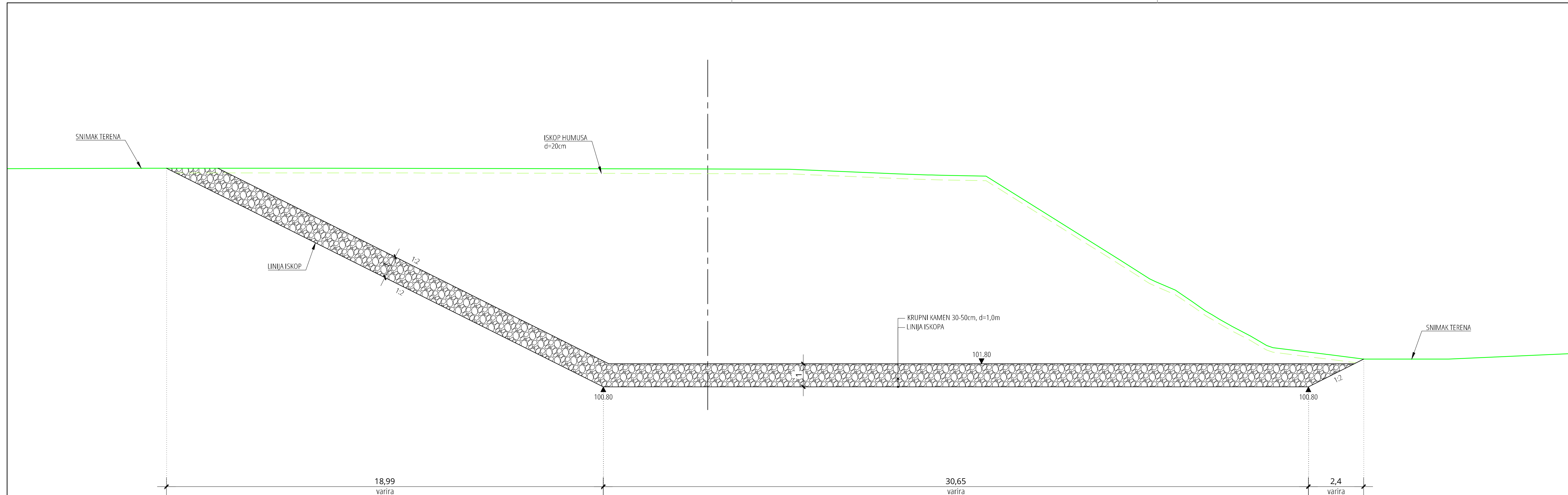


BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> <small>WWW.GEOKON.HR</small>		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjnanska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRADEVINE:	Nasip N5 - nasip uz desnu obalu Korane	
NAZIV MAPE:	Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:	
Glavni projekt	Građevinski projekt	
PROJEKTANT:	Marko Kaić, mag. ing. aedif. br. upisa G 4575	
SADRŽAJ PRILOGA:	KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK 2 NASIPA 5	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): GP-5986/23	OZNAKA MAPE: E-155-18-02	
REVIZIJA: 1	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-02	MJERILO: 1:100
MJESTO I DATUM: Zagreb, rujan 2024. - ispravak 1	OZNAKA PRILOGA: 3002	REDNI BR. PRILOGA: 05

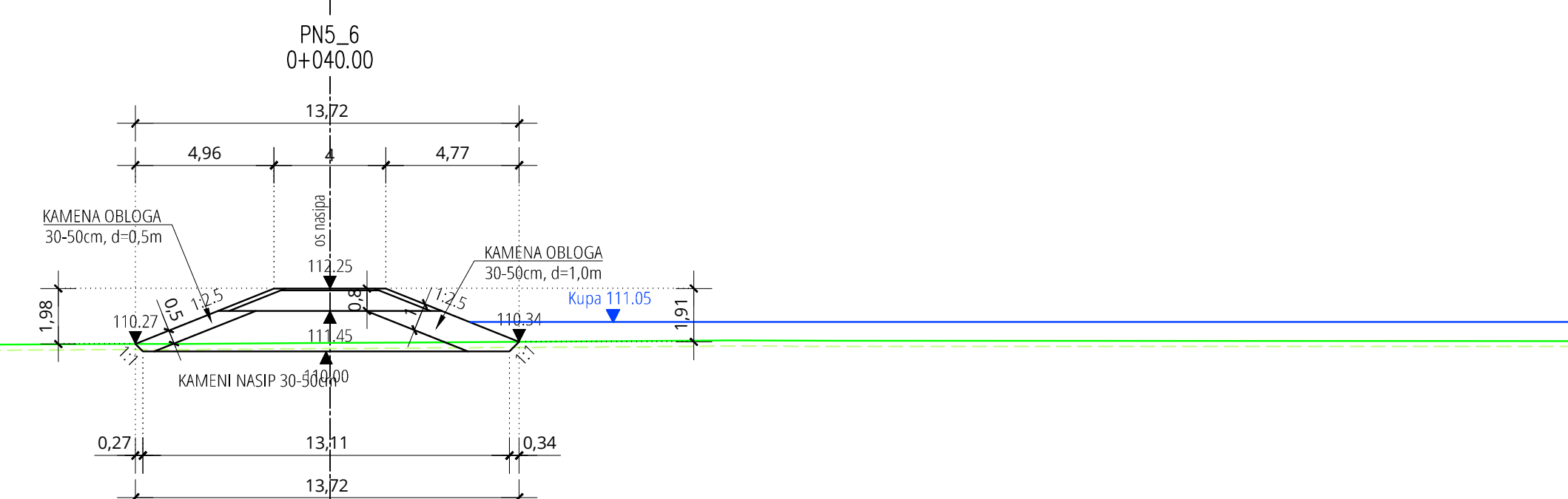
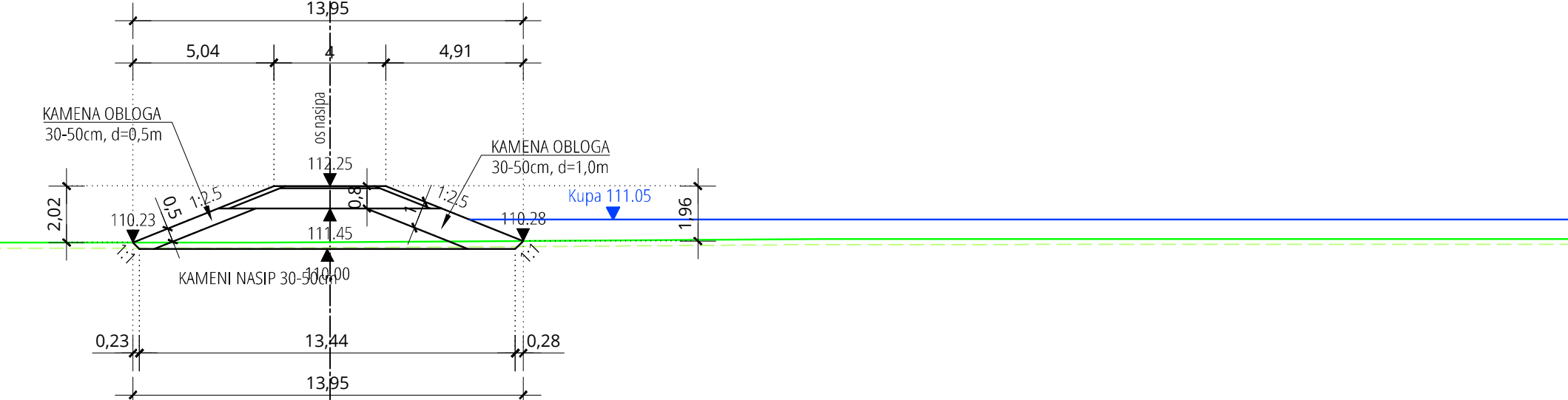
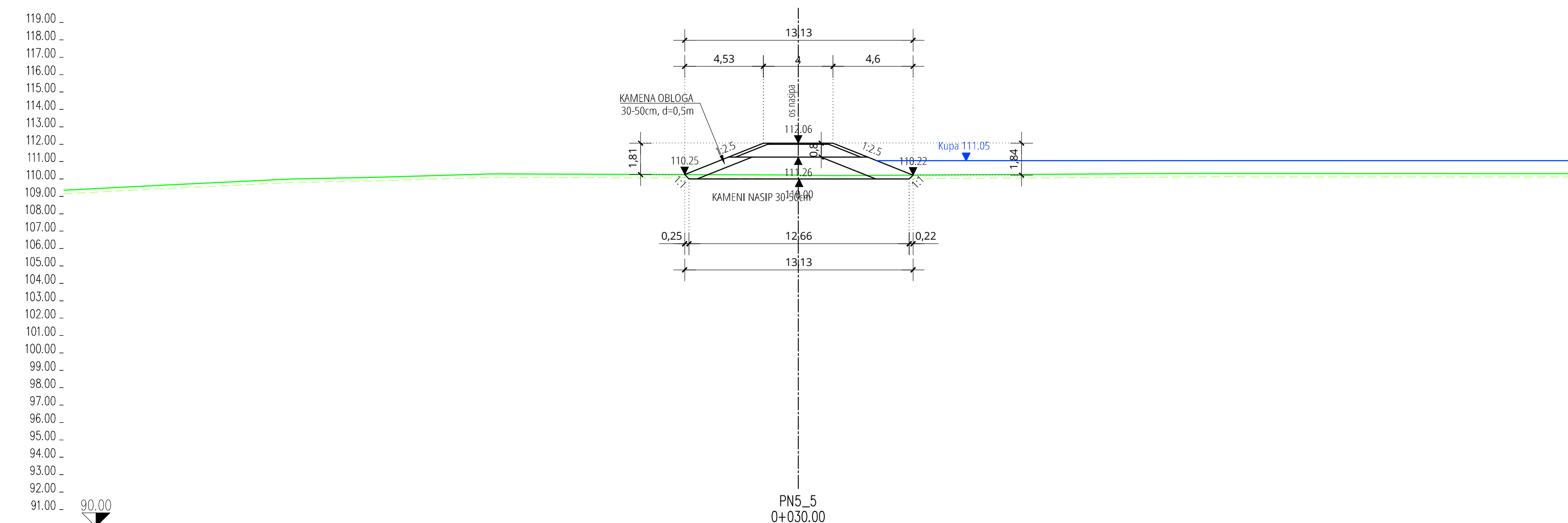
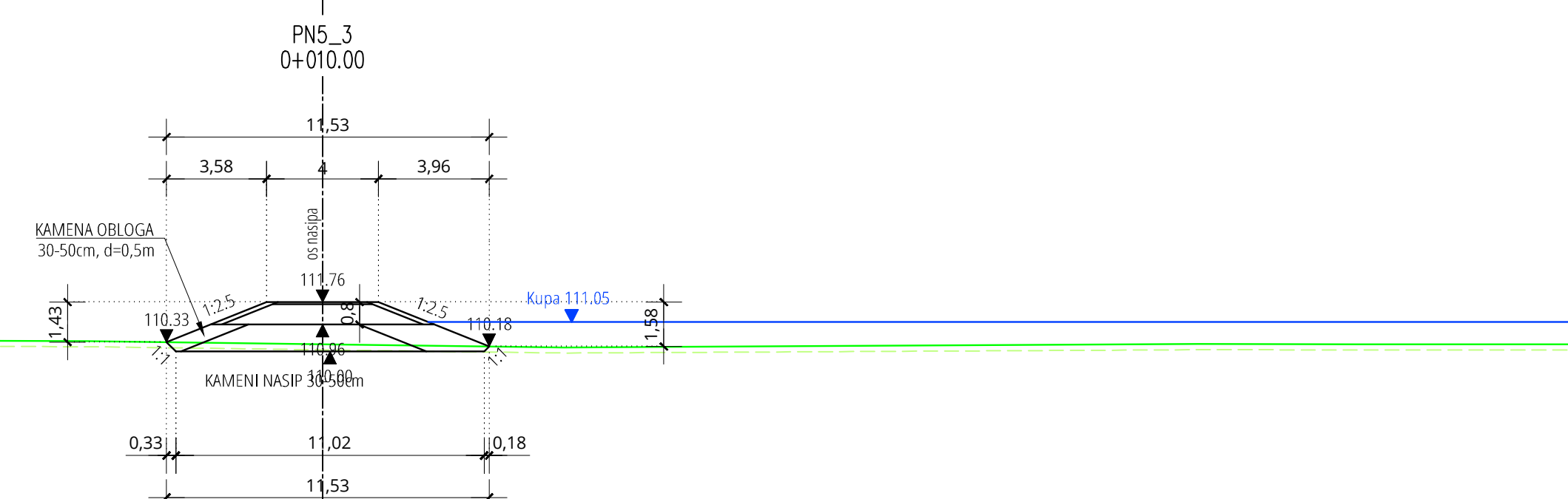
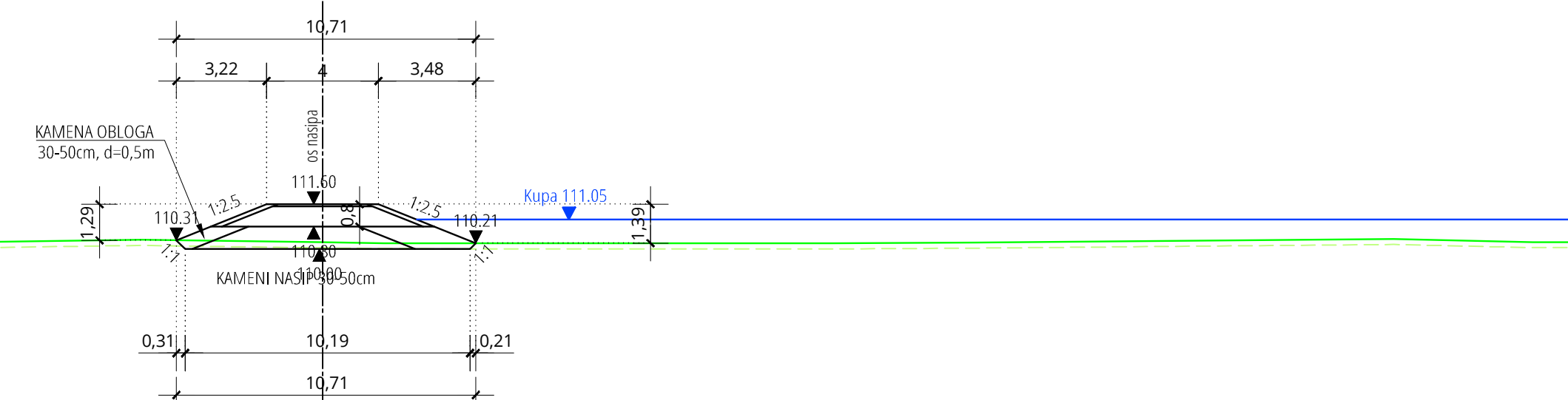
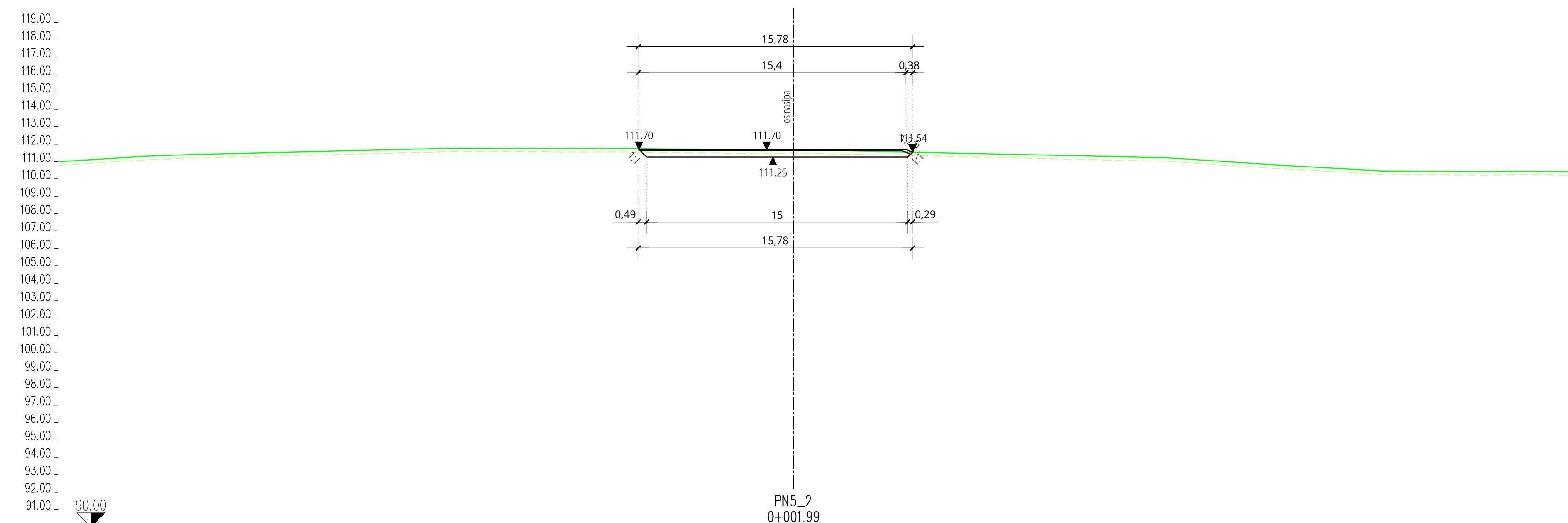


# KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK UREĐENJA OBALE

MJ 1:100

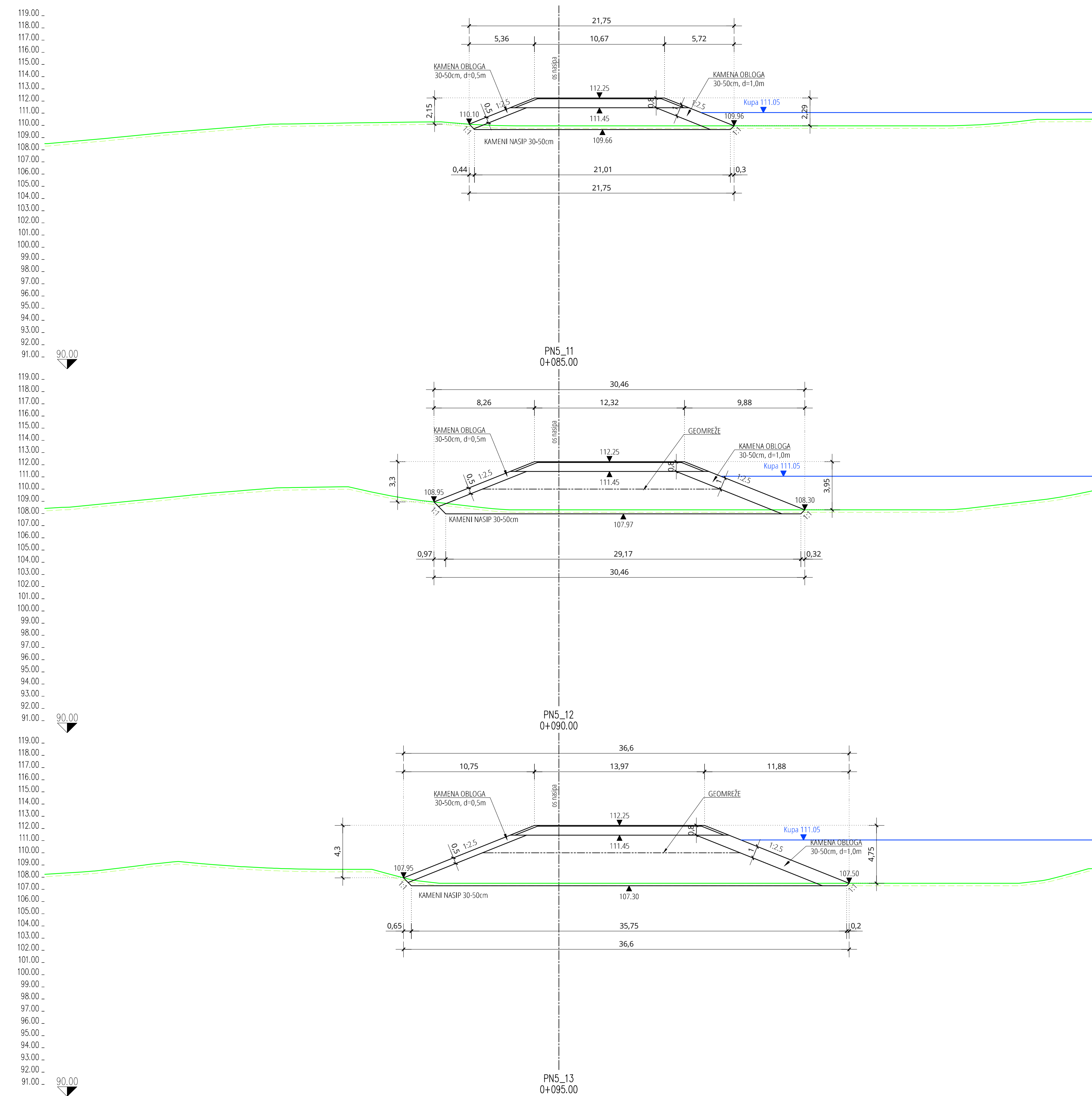
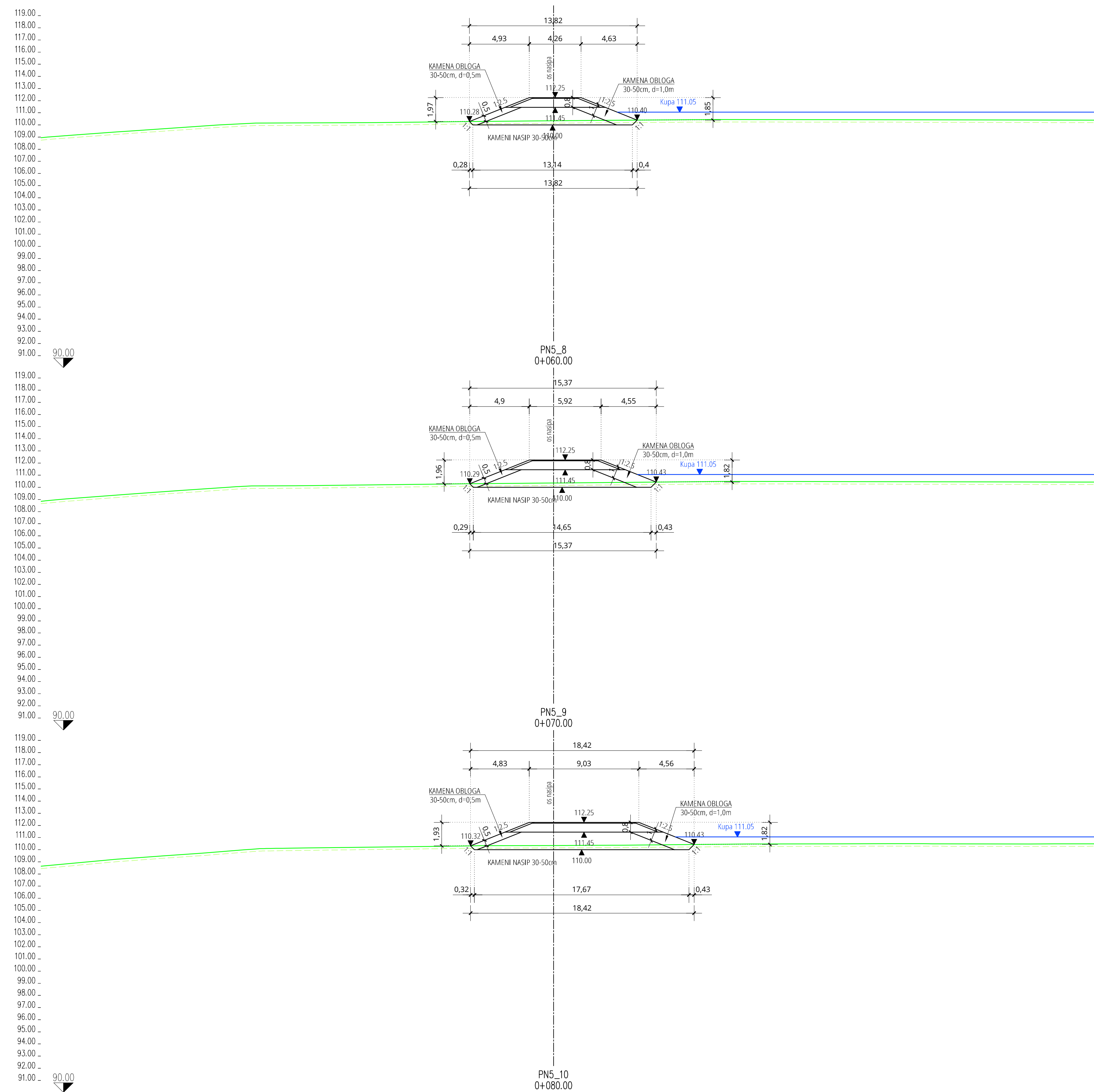


BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjnjska 16a OIB: 61600467614	
GRAĐEVINA:	Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Nasip N5 - nasip uz desnu obalu Korane	
NAZIV MAPE:	Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane	
RAZINA RAZRADE: Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Građevinski projekt	
PROJEKTANT: Marko Kaić, mag. ing. aedif. br. upisa G 4575		
SADRŽAJ PRILOGA:	KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK UREĐENJA OBALE	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): GP-5986/23	OZNAKA MAPE: E-155-18-02	OZNAKA MAPE: E-155-18-02
REVIZIJA: 1	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-02	MJERILO: 1:100
MJESTO I DATUM: Zagreb, rujan 2024. – ispravak 1	OZNAKA PRILOGA: 3101	REDNI BR. PRILOGA: 06



POPREČNI PROFILI PN5\_2 - PN5\_7  
Mj 1:200

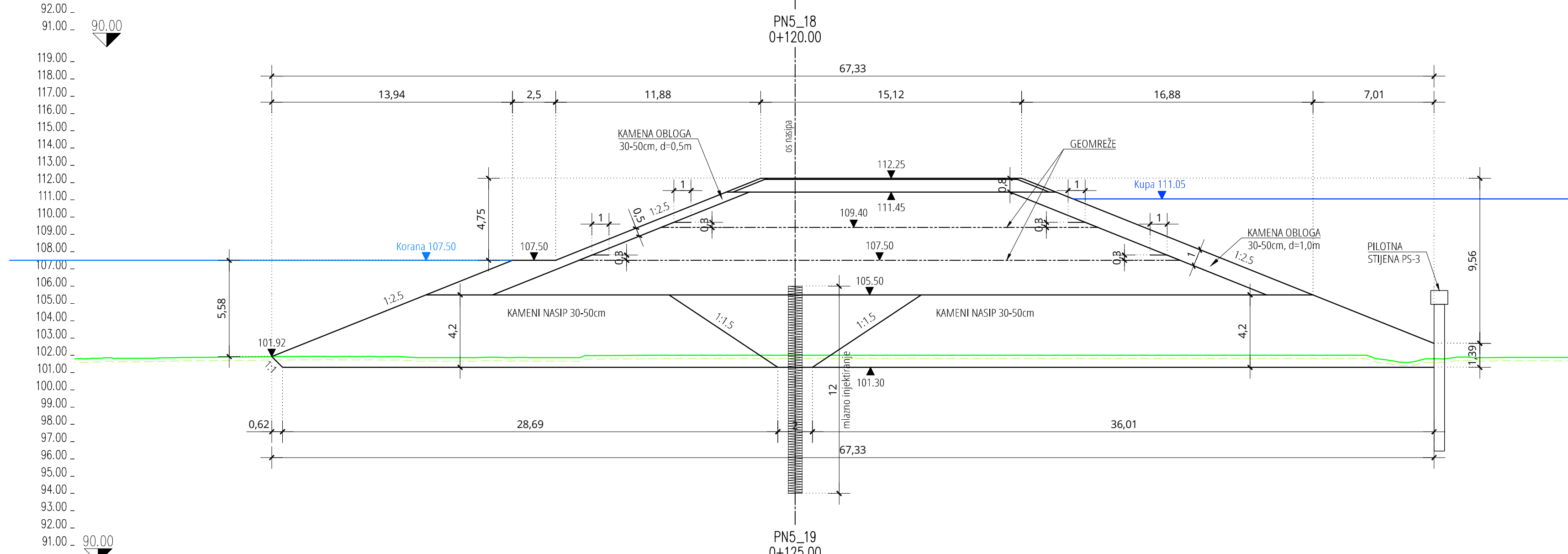
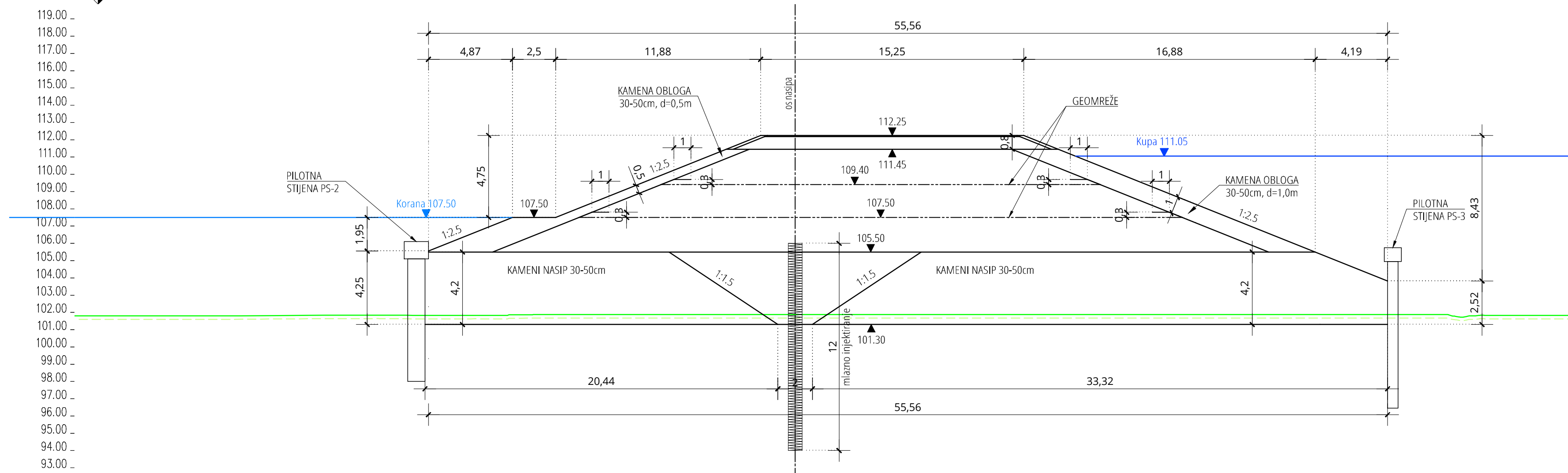
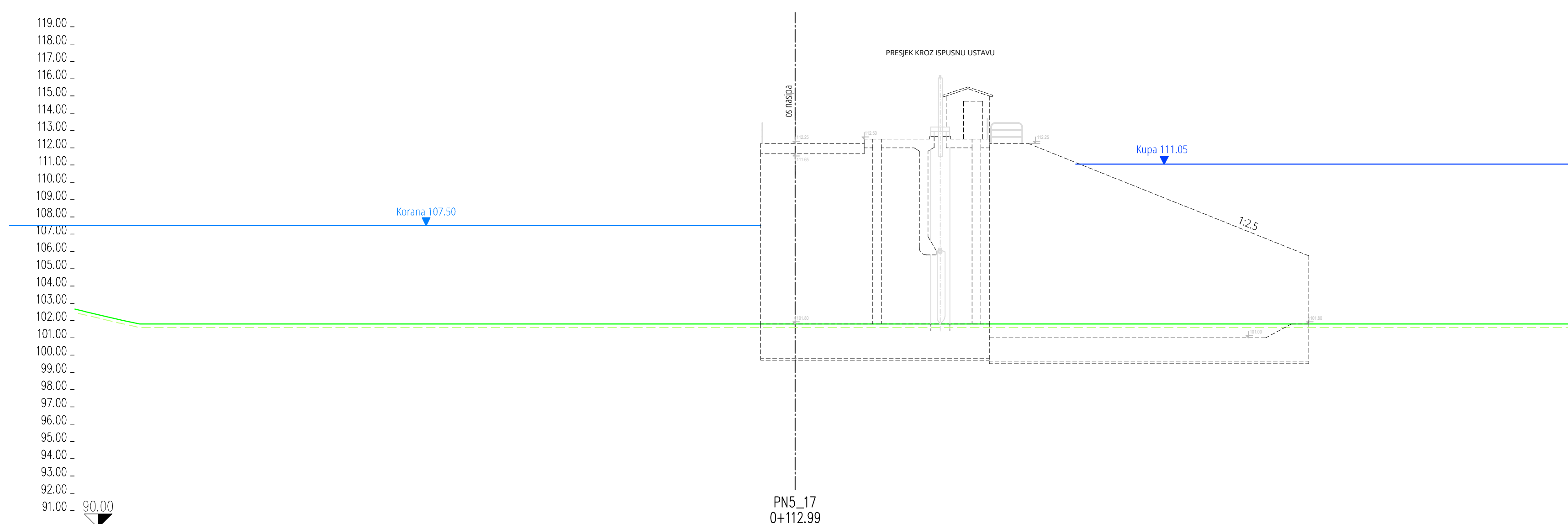
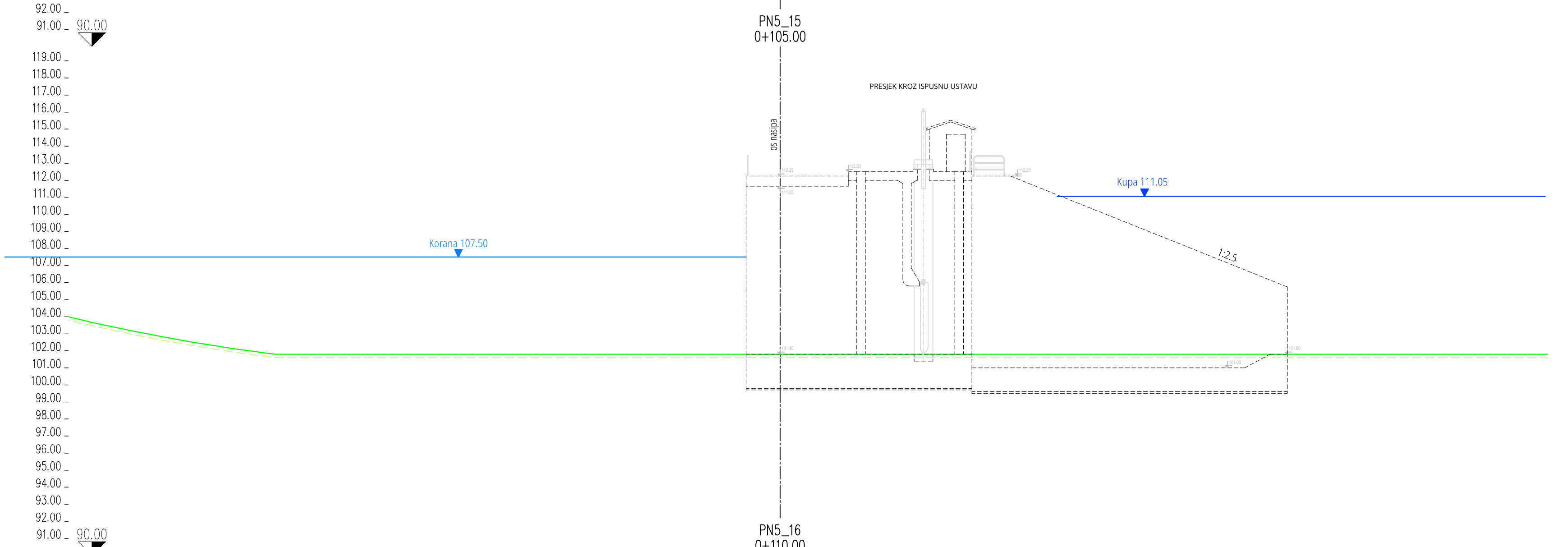
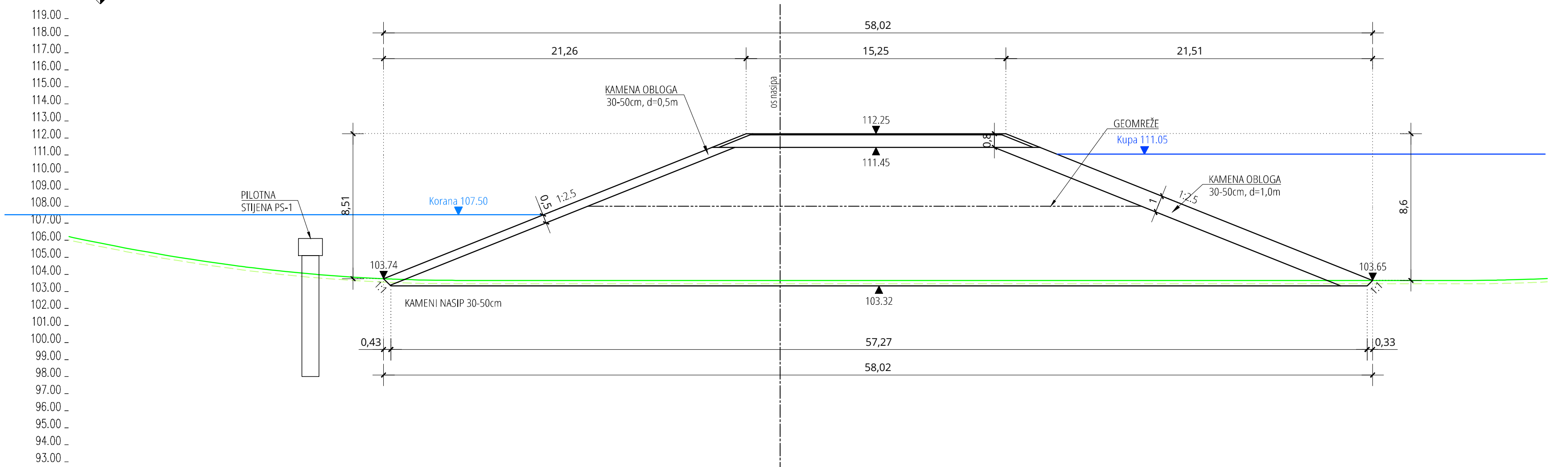
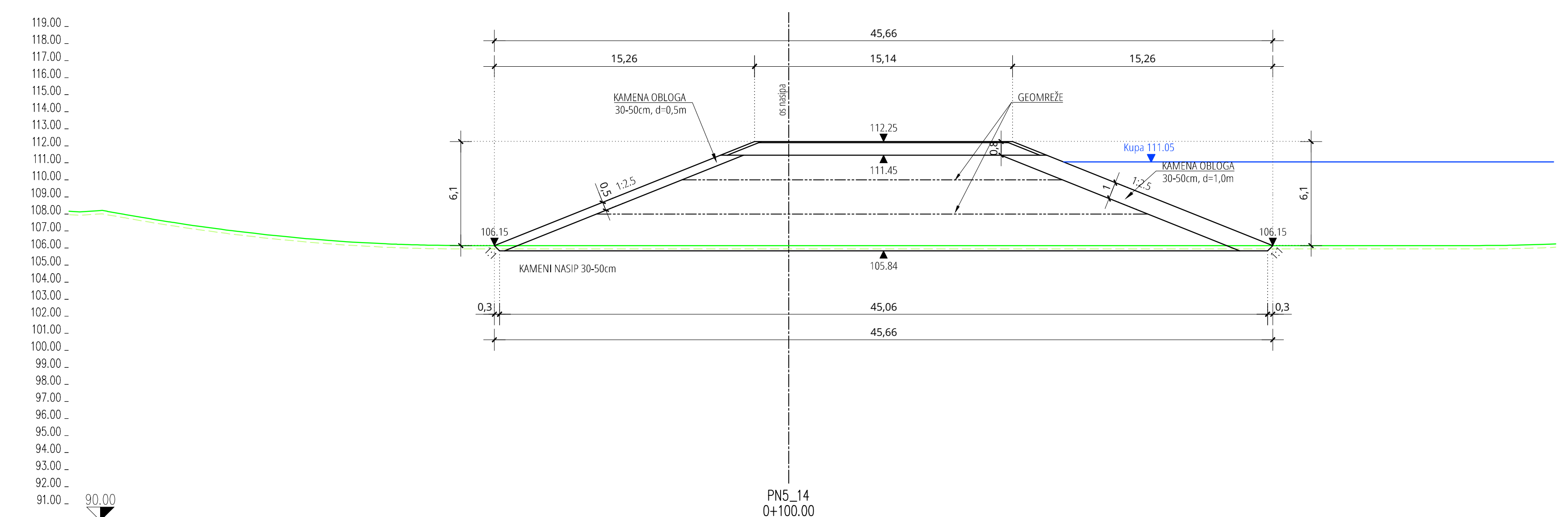
BROJ REVIZIJE:		DATUM:		NAPOMENA REVIZIJE:	
 <b>GEOKON</b> <small>WWW.GEOKON.HR</small>					
INVESTITOR:		HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 2892138301			
PROJEKTANTSKI URED:		Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614			
GRADEVINA:		Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupa i prokopa Korane-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa			
LOKACIJA:		Karlovačka županija, Grad Karlovac k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje			
NAZIV PROJEKTIRANOG DIELA GRADEVINE:		Nasip N5 - nasip uz desnu obalu Korane			
NAZIV MAPE:		Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane			
RAZINA RAZRADE:		STRUKOVNA ODREDNICA: Glavni projekt: Građevinski projekt			
PROJEKTANT:		Marko Kačić, mag. ing. aedif. br. upisa G 4575			
SADRŽAJ PRILOGA:					
POPREČNI PROFILI PN5_2 - PN5_7					
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):		OZNAKA MAPE:			
GP-5986/23		E-155-18-02			
REVIZIJA:		OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.:		MJERILO:	
1		E-155-18-02		1:200	
Mjesto i datum:		OZNAKA PRILOGA:		REDNI BR. PRILOGA:	
Zagreb, rujan 2024. - ispravak 1		4001		07	



POPREČNI PROFILI PN5\_8 - PN5\_13  
 Mj 1:200

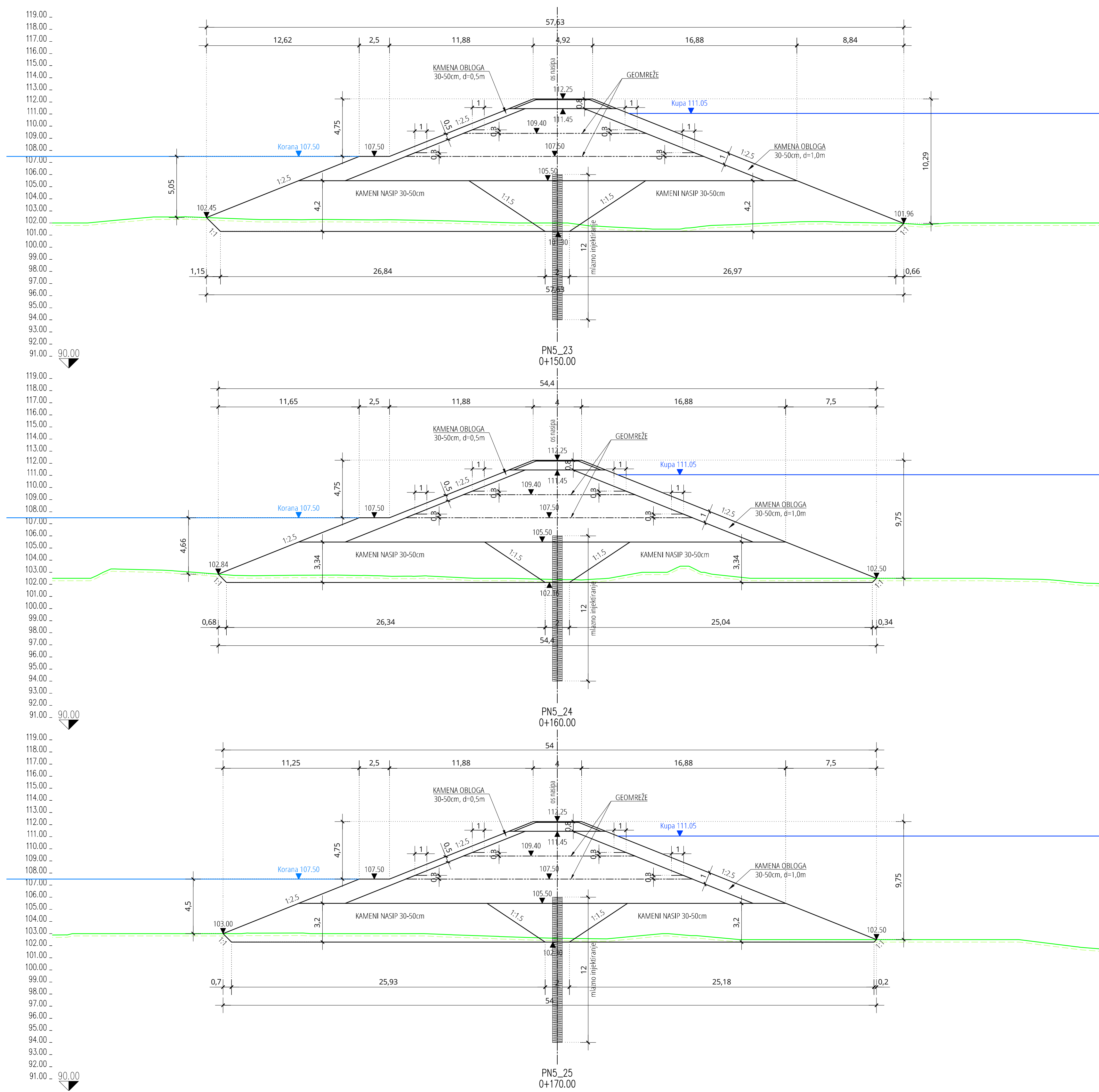
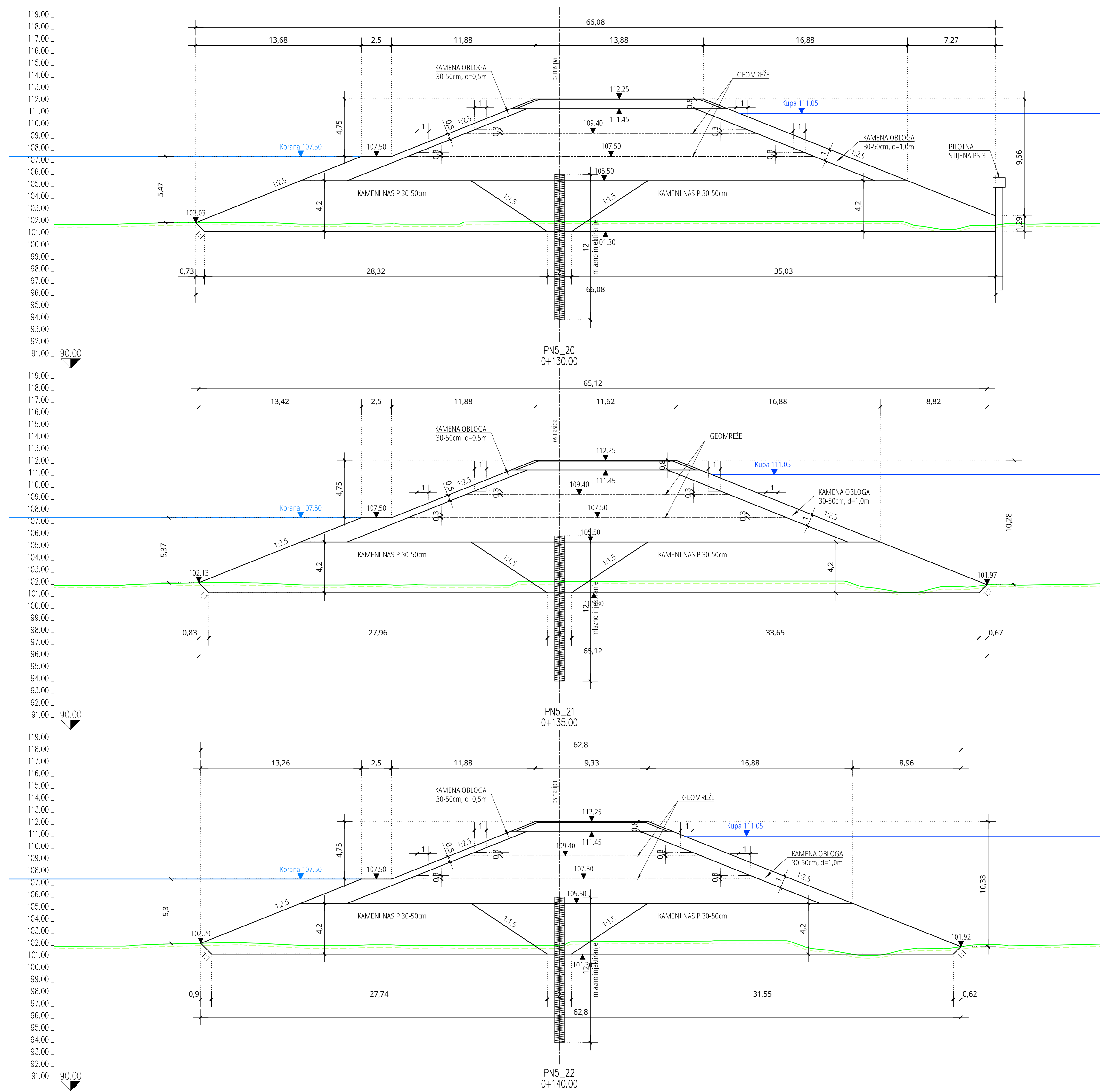
BRJOJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> <small>WWW.GEOKON.HR</small>		
INVESTITOR:	HRVATSKE VOĐE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 2892138301	
PROJEKTANTSKI URED:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupa i prokopu Korane-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTIранOG DIELA GRADEVINE:	Nasip N5 - nasip uz desnu obalu Korane	
NAZIV MAPE:	Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNJA ODREDNICA: Glavni projekt: Građevinski projekt	
PROJEKTANT:	Marko Kaić, mag. ing. aedif. br. upisa G 4575	
SADRŽAJ PRILOGA:	POPREČNI PROFILI PN5_8 - PN5_13	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	GF-5986/23	OZNAKA MAPE: E-155-18-02
REVIZIJA:	1	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-02
MJESTO I DATUM:	Zagreb, rujan 2024. - ispravak 1	MJERILO: 1:200
		REDNI BR. PRILOGA: 08






POPREČNI PROFILI PN5\_14 - PN5\_19  
Mj 1:200

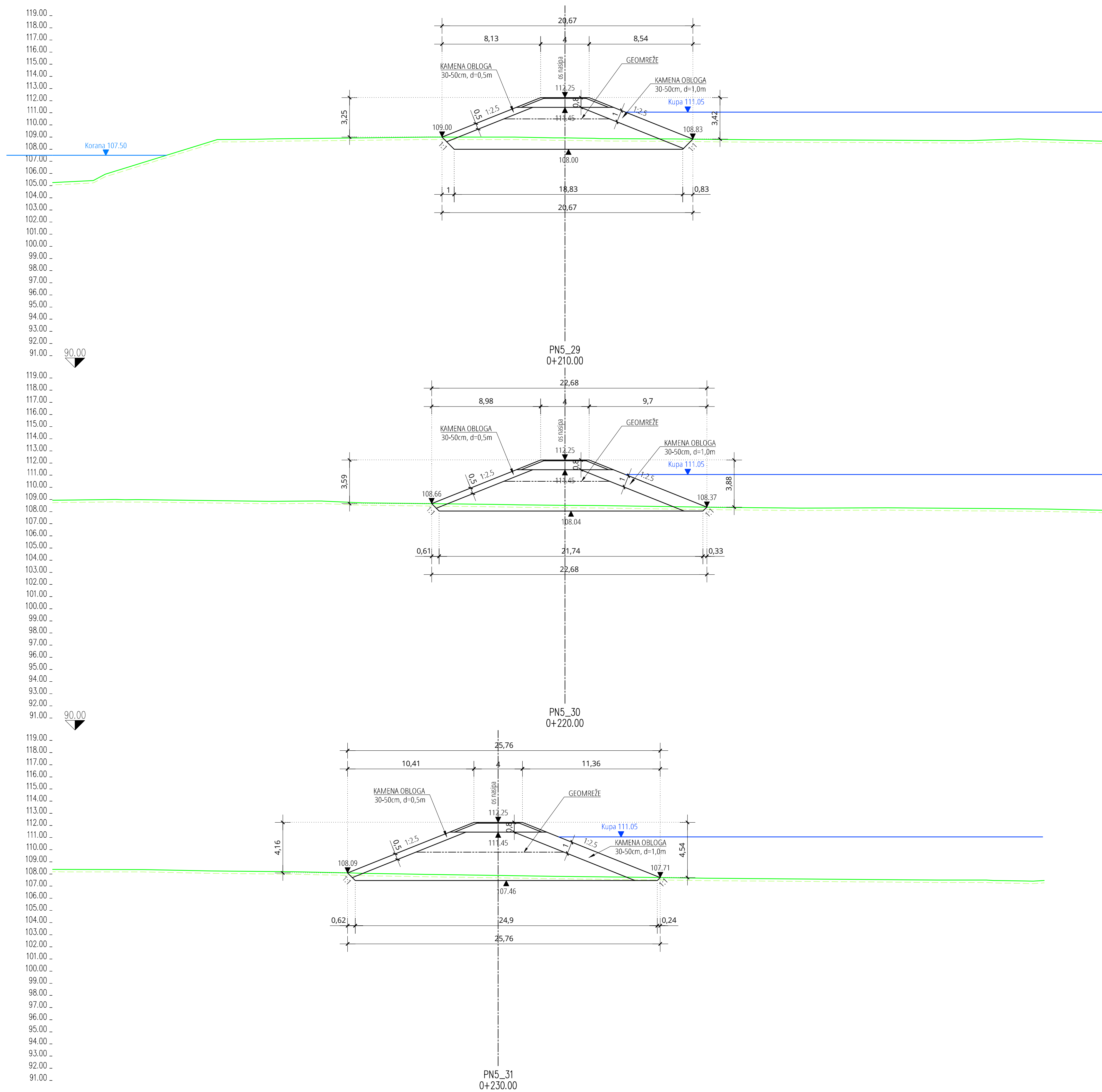
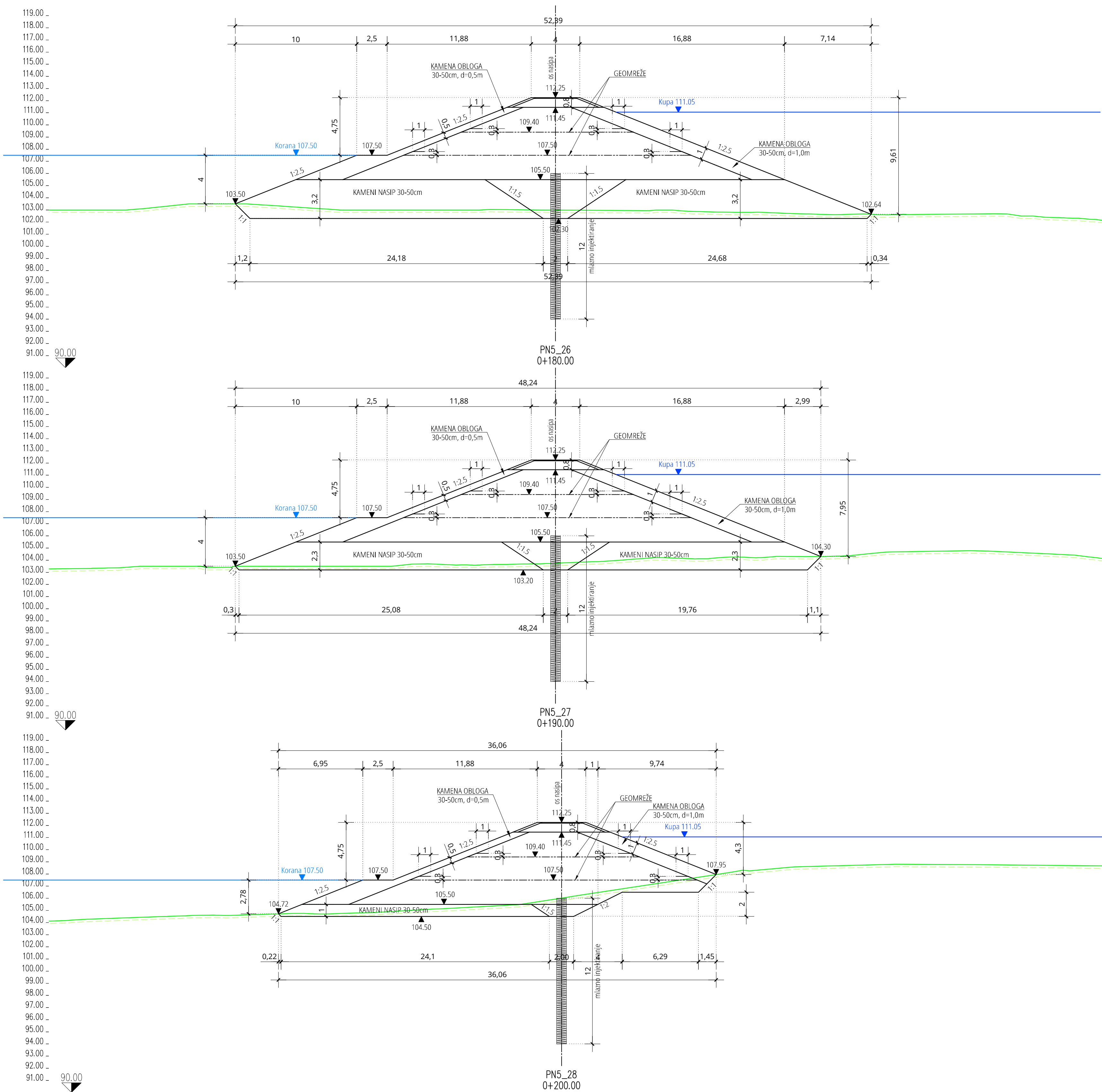
BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> <small>WWW.GEOKON.HR</small>		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383011	
PROJEKTANTSKI URED:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupa i prokopna Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTIранOG DIELA GRADEVINE:	Nasip N5 - nasip uz desnu obalu Korane	
NAZIV MAPE:	Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA: Glavni projekt: Građevinski projekt	
PROJEKTANT:	Marko Kaić, mag. ing. aedif. br. upisa G 4575	
SADRŽAJ PRILOGA:		
POPREČNI PROFILI PN5_14 - PN5_19		
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	GP-5986/23	OZNAKA MAPE: E-155-18-02
REVIZIJA:	1	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-02
MJESTO I DATUM:	Zagreb, rujan 2024. - ispravak 1	MJERILO: 1:200
		OZNAKA PRILOGA: 4003
		REDNI BR. PRILOGA: 09



POPREČNI PROFILI PN5\_20 - PN5\_25  
MJ 1:200

BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> <small>WWW.GEOKON.HR</small>		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 2892138301	
PROJEKTANTSKI URED:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjnska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupa i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTI-RANOG DIELA GRABEVINE:	Nasip N5 - nasip uz desnu obalu Korane	
NAZIV MAPE:	Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA: Glavni projekt: Građevinski projekt	
PROJEKTANT:	Marko Kač, mag. ing. aedif. br. upisa G 4575	
SADRŽAJ PRILOGA:		
POPREČNI PROFILI PN5_20 - PN5_25		
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	GF-5986/23	OZNAKA MAPE: E-155-18-02
REVIZIJA:	1	MJERILO: 1:200
MJESTO I DATUM:	Zagreb, rujan 2024. - ispravak 1	OZNAKA PRILOGA: 4004
		REDNI BR. PRILOGA: 10

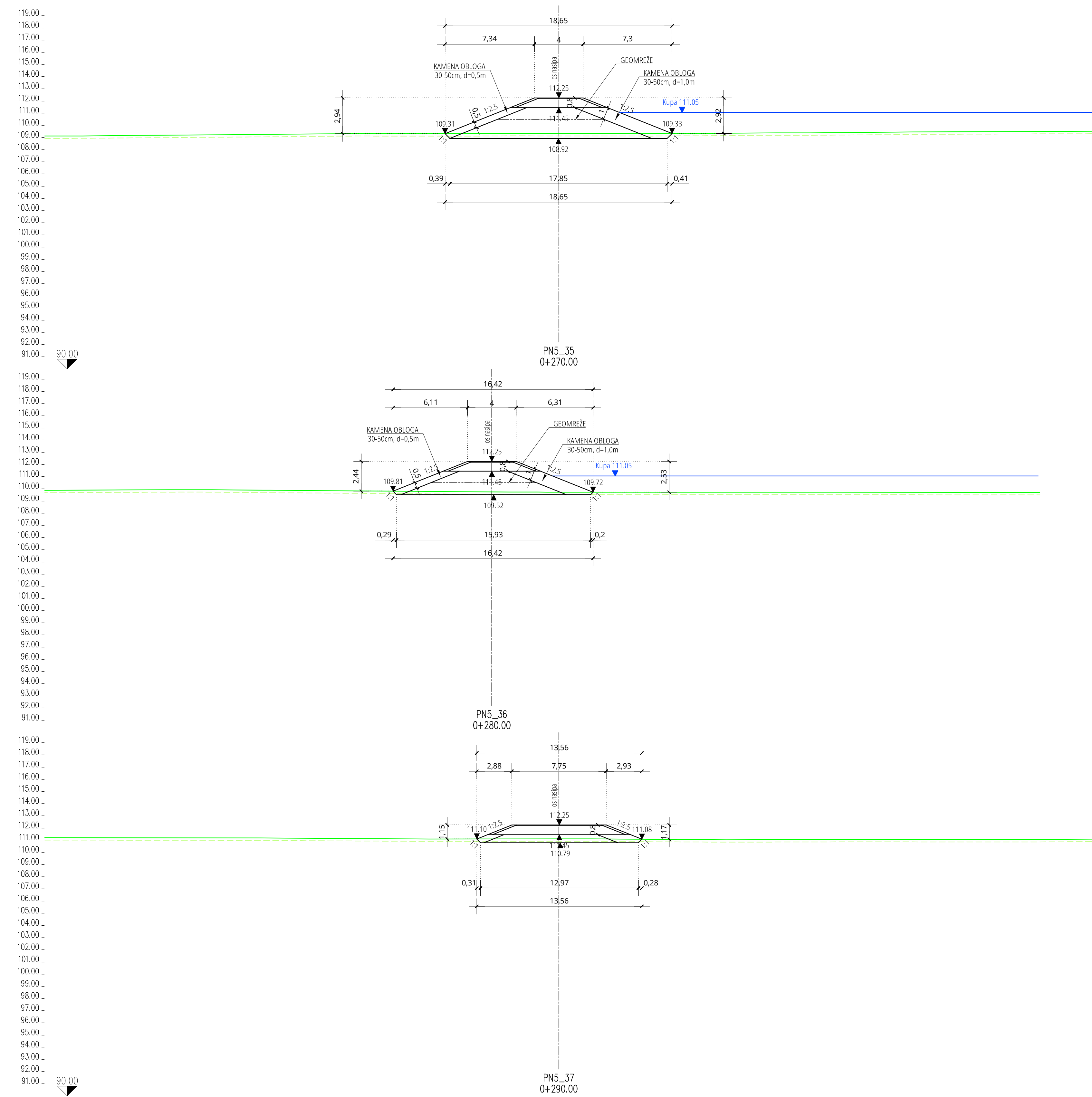
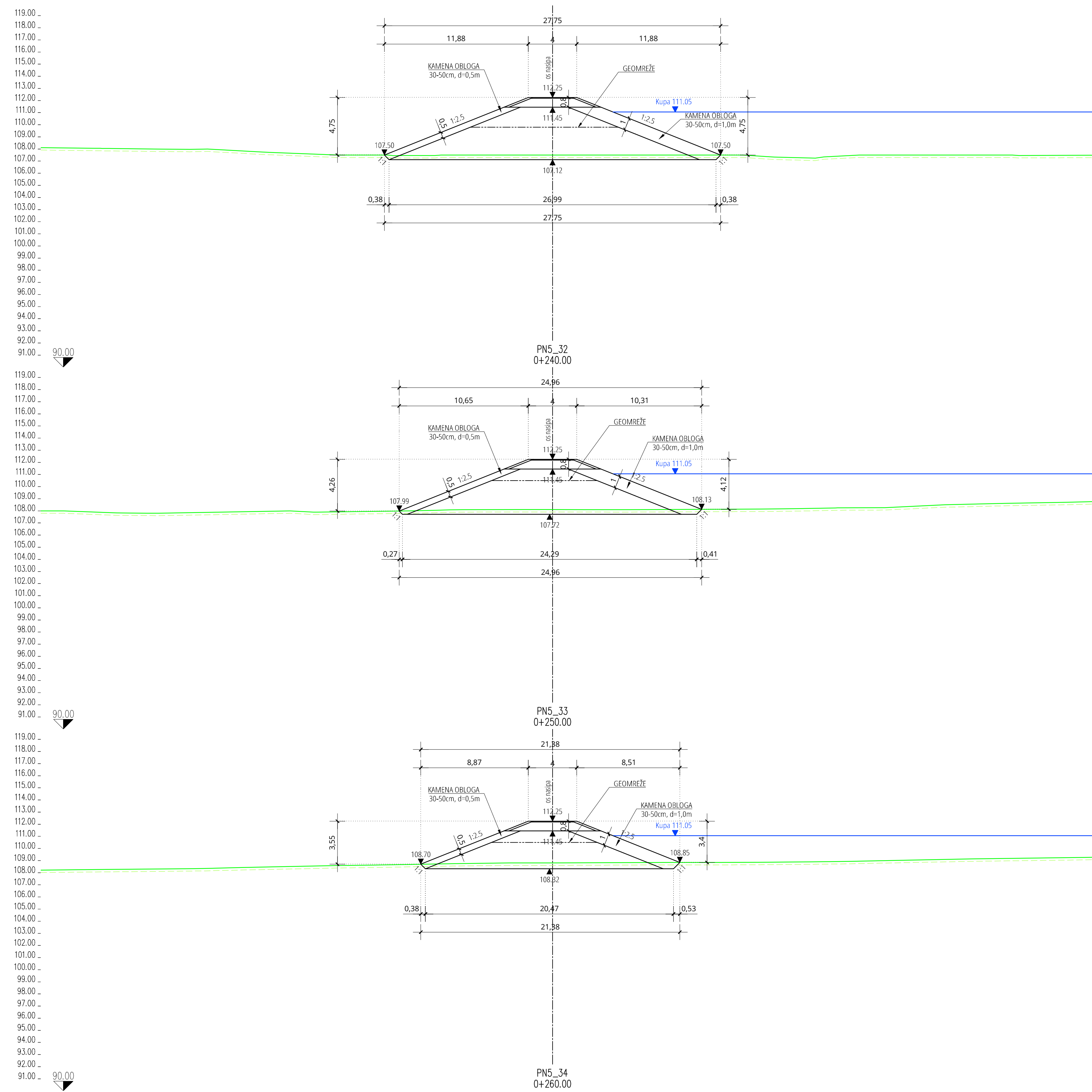




POPREČNI PROFILI PNS\_26 - PNS\_31  
MJ 1:200

BRJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 2892138301	
PROJEKTANTSKI URED:	Geokon-Zagreb.d.d., ZAGREB, Starotrjnska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupa i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTI-RANOG DIELA GRADEVINE:	Nasip N5 - nasip uz desnu obalu Korane	
NAZIV MAPE:	Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane	
RAZINA RAZRADE:	STRUKO-VNA ODREDNICA: Glavni projekt: Građevinski projekt	
PROJEKTANT:	Marko Kač, mag. ing. aedif. br. upisa G 4575	
SADRŽAJ PRILOGA:		
POPREČNI PROFILI PNS_26 - PNS_31		
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	GP-5986/23	OZNAKA MAPE: E-155-18-02
REVIZIJA:	1	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-02
MJESTO I DATUM:	Zagreb, rujan 2024. - ispravak 1	MJERILO: 1:200
		OZNAKA PRILOGA: 11
		REDNI BR. PRILOGA: 11



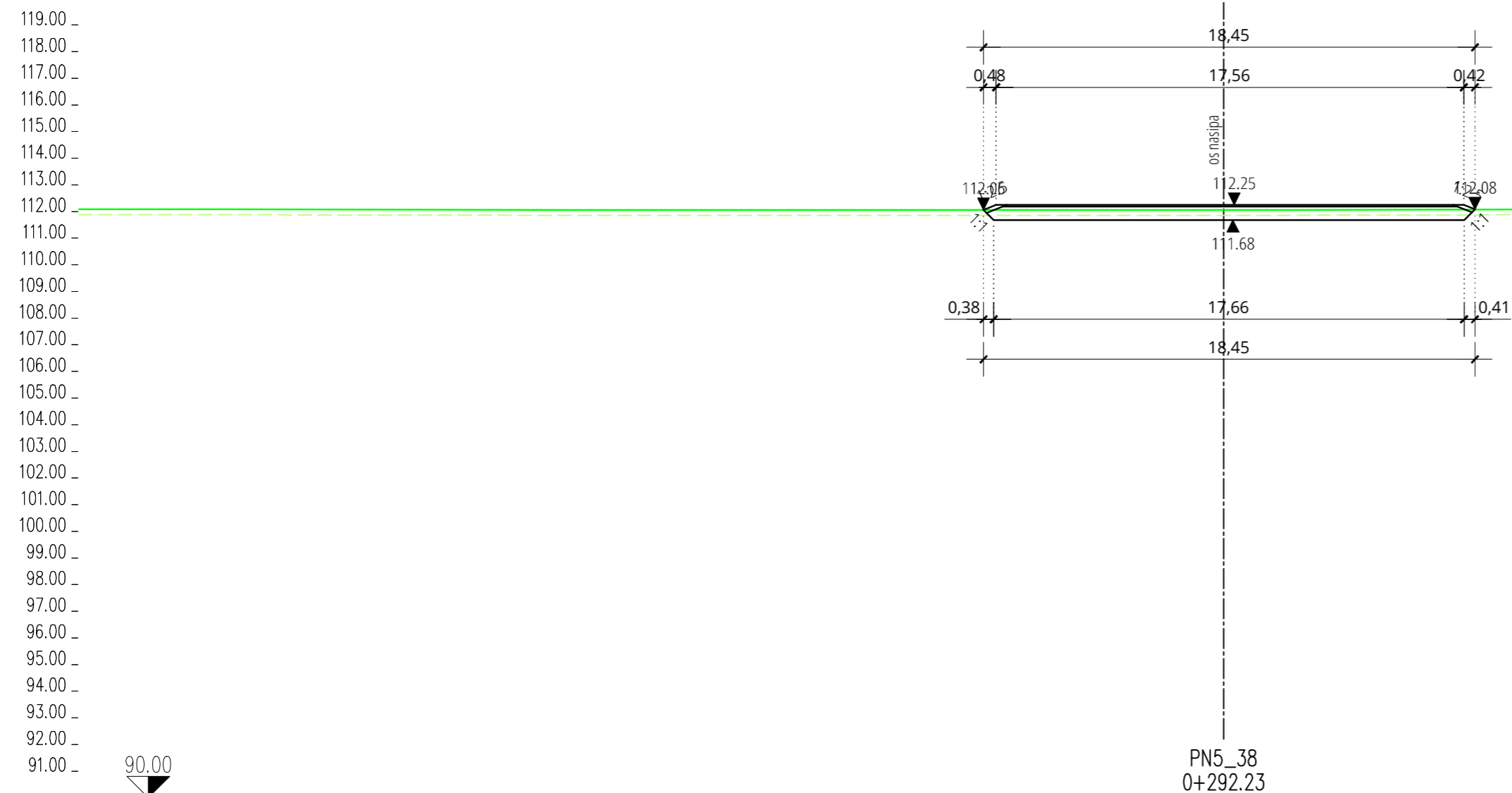


POPREČNI PROFILI PN5\_32 - PN5\_37  
Mj 1:200

BRJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 2892138301	
PROJEKTANTSKI URED:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjnska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupa i prokopu Korane-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTI-RANOG DIELA GRADEVINE:	Nasip N5 - nasip uz desnu obalu Korane	
NAZIV MAPE:	Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane	
RAZINA RAZRADE:	STRUKO-VNA ODREDNICA: Glavni projekt: Građevinski projekt	
PROJEKTANT:	Marko Kaić, mag. ing. aedif. br. upisa G 4575	
SADRŽAJ PRILOGA:		
POPREČNI PROFILI PN5_32 - PN5_37		
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	OZNAKA MAPE:	
GP-5986/23	E-155-18-02	
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
1	E-155-18-02	1:200
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, rujan 2024. - ispravak 1	4006	12

# POPREČNI PROFIL PN5\_38

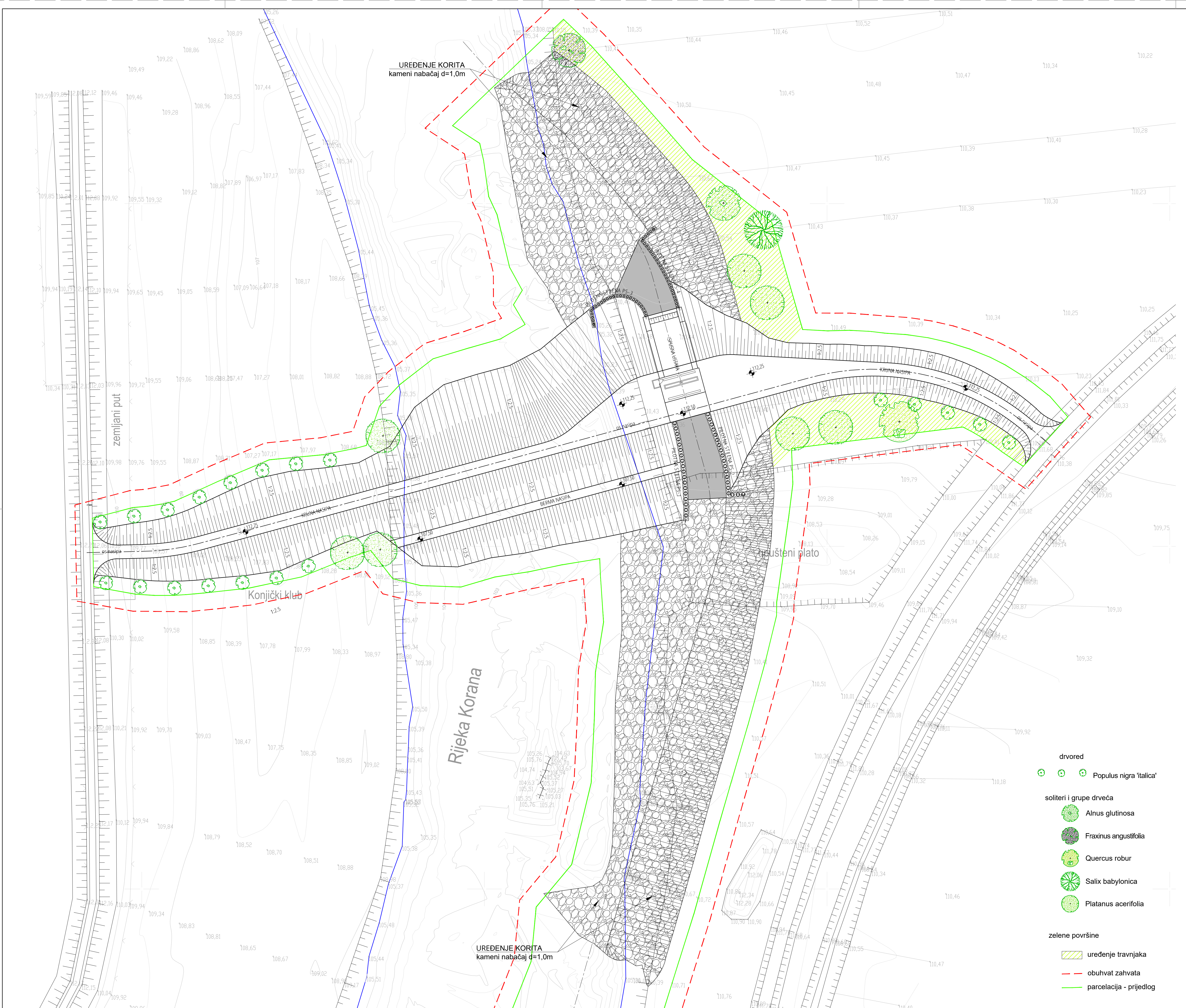
MJ 1:200



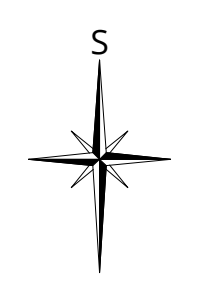
90.00

BROJ REVIZIJE:		DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 <b>GEOKON</b> <small>WWW.GEOKON.HR</small>			
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001		
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnrjanska 16a OIB: 61600467614		
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		
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje		
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Nasip N5 - nasip uz desnu obalu Korane		
NAZIV MAPE:	Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane		
RAZINA RAZRADE: Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Građevinski projekt		
PROJEKTANT: Marko Kaić, mag. ing. aedif. br. upisa G 4575			
SADRŽAJ PRILOGA:	POPREČNI PROFIL PN5_38		
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): GP-5986/23	OZNAKA MAPE: E-155-18-02		
REVIZIJA: 1	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-02	MJERILO: 1:200	
MJESTO I DATUM: Zagreb, rujan 2024. – ispravak 1	OZNAKA PRILOGA: 4007	REDNI BR. PRILOGA: 13	





SITUACIJA KRAJOBRAZNOG UREĐENJA NASIPA 5  
MJ 1:500



- drvod**
- Populus nigra 'italica'*
- soliteri i grupe drveća**
- Alnus glutinosa*
  - Fraxinus angustifolia*
  - Quercus robur*
  - Salix babylonica*
  - Platanus acerifolia*
- zelene površine**
- uređenje travnjaka
  - obuhvat zahvata
  - parcelacija - prijedlog

BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANSKI URED:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekužja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovač k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekužje	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRADEVINE:	Nasip N5 - nasip uz desnu obalu Korane	
NAZIV MAPE:	Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane	
RAZINA RAZRADE:	Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Građevinski projekt
PROJEKTANT:	Marko Kalčić, mag. ing. aedif. br. upisa G 4575	
SDRŽAJ PRILOGA:		
SITUACIJA KRAJOBRAZNOG UREĐENJA NASIPA 5		
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): GP-5986/23	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-02	OZNAKA MAPE: E-155-18-02
REVIZIJA: 1	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-02	MJERILO: 1:500
MJESTO I DATUM: Zagreb, rujun 2024. - ispravak 1	OZNAKA PRILOGA: 1201	REDNI BR. PRILOGA: 14