



GEOKON

WWW.GEOKON.HR

Projektantski ured: **Geokon-Zagreb d.d.**
ZAGREB, Starotrnrjanska 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. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA
S PRATEĆIM OBJEKTIMA**

Projektirani dio
građevine: **UPUSNA USTAVA**

Lokacija: **Grad Karlovac, k.o. Karlovac II i k.o. Mekušje**

Naziv mape: **Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih
zidova**

Razina razrade: **Glavni projekt**

Strukovna odrednica: **Građevinski projekt**

Zajednička oznaka
projekta (ZOP): **GP-5986/23**

Oznaka mape: **E-155-18-04**

R. br. mape: **11.**

Glavni projektant:

Darko Jelašić, dipl.ing.građ.

br. upisa G 160

Projektant:

Predsjednik uprave:

Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.

br. upisa G 3785

Renato Lisica, dipl.ing.rud.

Revizija / izdanje: **00**

Mjesto, datum: **Zagreb, svibanj, 2023.**

OVJERA PROJEKTA OD STRANE OVLAŠTENIH REVIDENATA

Investitor :	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220
Projektantski ured :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjnanska 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. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA
Projektirani dio građevine:	UPUSNA USTAVA
Lokacija :	Grad Karlovac, k.o. Karlovac II i k.o. Mekušje
ZOP :	GP-5986/23
Oznaka mape :	E-155-18-04



POPIS SVIH PROJEKTANATA I SURADNIKA

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. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA
Glavni projektant :	Darko Jelašić, dipl.ing.građ.
ZOP:	GP-5986/23

r.br. mape	Oznaka mape	Projektant	Suradnici	Tvrtka Projektanta
11.	E-155-18-04	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.	Bojan Ninčević, mag.ing.aedif. Josipa Danjo, mag.ing.aedif. Silvija Miloš, mag.ing.aedif. Mario Sudžuka, ing. građ.	Geokon-Zagreb d.d.



PREGLEDNA STRANICA

Investitor:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220, OIB 28921383001		
Projektantski ured:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjnanska 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 – 4. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA		
Projektirani dio građevine:	UPUSNA USTAVA		
Lokacija:	Grad Karlovac, k.o. Karlovac II i k.o. Mekušje		
Naziv mape:	Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova		
Razina razrade:	Glavni projekt	Strukovna odrednica:	Građevinski projekt
Zajednička oznaka projekta (ZOP):	GP-5986/23	Oznaka mape:	E-155-18-04
R.br. mape:	11.		
Oznaka Geokon-Zagreb:	E-155-18-04	Oznaka ugovora:	U-155-18-01
Glavni projektant:	Darko Jelašić, dipl.ing.građ. br. upisa G 160		
Projektant:	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ. br. upisa G 3785		
Ovlašteni inženjer geodezije :	dr.sc. Slaven Marasović, dipl.ing.geod. br. upisa Geo 781		
Suradnici:	Bojan Ninčević, mag.ing.aedif. Josipa Danjo, mag.ing.aedif. Silvija Miloš, mag.ing.aedif. Mario Sudžuka, ing. građ.		
Pregledao:	Goran Grget, dipl.ing.građ.		
Predsjednik uprave:	Renato Lisica, dipl.ing.rud.		
Revizija / izdanje:	00		
Mjesto i datum:	Zagreb, svibanj, 2023.		



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. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA
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-projektjni biro d.d. Zagreb
2	Prokop s pratećim objektima: preljevnim pragom - stepenicom i uljevnim objektom u Kupu	Građevinski projekt	72160-GP-022-2023	Ante Ljubičić, dipl. ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
3	Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa	Građevinski projekt	I - 2165/22	Diana Šustić, dipl. ing. građ.	Hidroing d.o.o. Osijek
4	Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa, geotehnički projekt	Građevinski projekt	72150-GP-034-2023	Zoran Županić, dipl. ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
5	Nasip uz desnu obalu Kupe (Nasip N3) - građevinski dio	Građevinski projekt	G3-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-projektjni 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-projektjni biro d.d. Zagreb



11	Upusna ustava – geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	Građevinski projekt	E-155-18-04	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.	Geokon-Zagreb d.d.
12	Upusna ustava	Strojarski projekt	E-155-18-05	Davorin Gržan, dipl. ing str.	Geokon-Zagreb d.d.
13	Upusna ustava - elektrotehnički dio	Elektrotehnički projekt	E3-091.00.01-E02.0	Marko Grčić, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
14	Ispusna ustava	Građevinski projekt	E-155-18-06	Robert Alar mag.ing.aedif.	Geokon-Zagreb d.d.
15	Ispusna ustava – geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	Građevinski projekt	E-155-18-03	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.	Geokon-Zagreb d.d.
16	Ispusna ustava	Strojarski projekt	E-155-18-07	Davorin Gržan, dipl. ing str.	Geokon-Zagreb d.d.
17	Ispusna ustava - elektrotehnički dio	Elektrotehnički projekt	E3-091.00.01-E01.0	Marko Grčić, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
18	Crpna stanica Sajevec - konstrukcija	Građevinski projekt	G3-091.02.01-G01.0	Ivor Joksović, mag.ing.aedif.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
19	Crpna stanica Sajevec - geotehnički dio	Građevinski projekt	G3-091.02.01-G02.0	Ivan Mališa, mag.ing.aedif.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
20	Crpna stanica Sajevec - strojarski dio	Strojarski projekt	S3-091.02.01-S01.0	Marko Išek, mag.ing.mech.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
21	Crpna stanica Sajevec - elektrotehnički dio	Elektrotehnički projekt	E3-091.02.01-E01.0	Marko Grčić, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
22	Trafostanica – građevinski dio	Građevinski projekt	G3-091.02.01-G03.0	Darko Šilec, Dipl.ing.građ.	Proing d.o.o. Varaždin
23	Trafostanica - elektrotehnički dio	Elektrotehnički projekt	E3-091.02.01-G02.0	Damir Hodak, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
24	Cestovni most preko prokopa - konstrukcija	Građevinski projekt	72120 – GP – 285 – 2020	Mate Pezer, dipl. ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
25	Cestovni most preko prokopa - geotehnički dio	Građevinski projekt	72150 – GP – 035 – 2023	Zoran Županić, dipl. ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
26	Cestovni most preko prokopa - odvodnja mosta	Građevinski projekt	72150 – GP – 032 – 2023	Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
27	Cestovni most preko prokopa - javna rasvjeta	Građevinski projekt	RP2862G1	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.e l.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
32	Rekonstrukcija postojećeg kolektora \varnothing 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 \varnothing 150	Građevinski projekt	72160-GP-024-2023	Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
34	Rekonstrukcija postojećeg plinovoda \varnothing 110	Strojarski projekt	S3-O91.00.01-S01.0	Mislav Crnković dipl.ing.stroj.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
35	Rekonstrukcija postojećeg plinovoda \varnothing 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.....	XII
TEHNIČKI DIO	1-1
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.....	2-9
2.2.6 Geofizički istražni radovi	2-9
2.2.7 Materijali tla i podzemna voda.....	2-12
3 TEHNIČKI OPIS.....	3-1
3.1 Opis građevine	3-1
3.1.1 Prokop	3-2
3.1.2 Nasipi.....	3-3
3.1.3 Građevine za odvodnju zaobalnih voda	3-3
3.1.4 Upusna i ispusna ustava, most preko prokopa, crpna stanica Sajevac.....	3-3
3.2 Tehnički opis projektiranog dijela građevine	3-5
3.2.1 Zagatna građevina za izvedbu radova na upusnoj ustavi	3-5
3.2.2 Građevne jame	3-5
3.2.3 Potporni zidovi za usmjeravanje toka vode u ustavu	3-7
3.3 Tijek izvedbe	3-11
3.4 Projektirani vijek uporabe.....	3-12
3.5 Podaci za obračun komunalnog i vodnog doprinosa	3-12



3.6	Uvjeti za održavanje građevine	3-12
4	DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA.....	4-1
4.1	Uvod.....	4-1
4.2	Građevna jama za izvedbu upusne ustave.....	4-2
4.2.1	Proračun stabilnosti privremene građevne jame upusne ustave na uzgon	4-2
4.2.2	Naponsko-deformacijska analiza privremene potporne konstrukcije za zaštitu građevne jame upusne ustave i krilnih zidova	4-3
4.2.3	Dimenzioniranje elemenata privremene potporne konstrukcije.....	4-10
4.3	Proračun nosivosti temeljnog tla i slijeganje upusne ustave	4-18
4.3.1	Uvod.....	4-18
4.3.2	Djelovanje na temeljno tlo	4-19
4.3.3	Projektne situacije.....	4-19
4.3.4	Pojedinačni prikaz rezultata proračuna	4-20
4.3.5	Zaključak uz analize nosivosti	4-24
4.4	Naponsko – deformacijske analize – pilotne stijene	4-25
4.4.1	Uvod.....	4-25
4.4.2	Računski modeli	4-25
4.4.3	Projektne situacije.....	4-27
4.4.4	Određivanje računskih krutosti i nosivosti elemenata konstrukcije	4-27
4.4.5	Rezultati naponsko – deformacijske analize	4-29
4.4.6	Zaključak naponsko – deformacijskih analiza pilotnih stijena	4-40
4.4.7	Dimenzioniranje elemenata	4-41
4.5	Dimenzioniranje mlazno injektiranih stupnjaka.....	4-60
4.5.1	Odabir tehnologije	4-60
4.5.2	Sadržaj cementa i vode u injekcijskoj smjesi.....	4-62
4.5.3	Analiza sastava injekcijske smjese	4-62
5	TEHNIČKI UVJETI IZVEDBE I PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE	5-1
5.1	Općenito.....	5-1
5.2	Mjere osiguranja kvalitete projektiranja	5-1
5.2.1	Organizacijske mjere osiguranja kvalitete projektiranja	5-1
5.2.2	Tehničke mjere osiguranja kvalitete projektiranja	5-1
5.3	Mjere osiguranja kvalitete izvedbe	5-1
5.3.1	Pripremne radnje.....	5-1
5.3.2	Izvođač.....	5-2
5.3.3	Projektantski nadzor.....	5-2
5.3.4	Geotehnički nadzor	5-2



5.3.5	Pripremni radovi	5-3
5.3.6	Zemljani radovi.....	5-8
5.3.7	Geotehnički radovi.....	5-17
5.3.8	Potporni zidovi – pilotne stijene.....	5-22
5.4	Opće mjere zaštite na radu	5-43
5.4.1	Zemljani radovi.....	5-43
5.4.2	Tesarski radovi	5-43
5.4.3	Radovi na betoniranju	5-43
5.4.4	Gradilište	5-43
5.4.5	Odgovornost za provedbu tehničkih mjera zaštite na radu za vrijeme izvedbe objekta.....	5-45
6	PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE	6-1
7	GRAFIČKI I DRUGI PRILOZI	7-1



IZJAVA PROJEKTANTA O SUKLADNOSTI PROJEKTA

Sukladno odredbi čl. 51 i čl. 70, Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19),

dajem: **IZJAVA PROJEKTANTA DA JE GLAVNI PROJEKT IZRAĐEN U SKLADU S LOKACIJSKOM DOZVOLOM I DRUGIM PROPISIMA U SKLADU S KOJIMA MORA BITI IZRAĐEN**

Gradjevina : IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA – 4. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA

Projektirani dio : UPUSNA USTAVA

Naziv mape : Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova

Razina razrade : Glavni projekt

Strukovna odrednica : Građevinski projekt

ZOP : GP-5986/23

Oznaka mape : **E-155-18-04**

Investitor : HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220

Projektant: Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.
Upisan u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva pod rednim brojem 3785, od 13.07.2006. godine, a što se utvrđuje uvidom u Rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, Hrvatske komore inženjera građevinarstva: klasa: UP/I-360-01/06-01/3785, Urbroj 314-02-07-1 od 19.04.2007. godine.

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

- **Lokacijskom dozvolom: Klasa: UP/I-350-05/09-01/59; Urbroj: 531-06-10-13 od 29.07.2010.,**
- **I. Izmjenom i dopunom Lokacijske dozvole: Klasa: UP/I-350-05/10-01/138; Urbroj: 531-06-10-02 od 21.10.2010.,**
- **II. Izmjenom i dopunom Lokacijske dozvole: Klasa: UP/I-350-05/14-01/10; Urbroj: 531-05-14-02 od 24.03.2014.,**
- **III. Izmjenom i dopunom Lokacijske dozvole: Klasa: UP/I-350-05/20-01/000035; Urbroj: 531-06-02-02/02-22-0018 od 23.02.2022.,**
- **Zakonom o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19),**
- **posebnim uvjetima izdanim od javno pravnih tijela,**
- **drugim propisima navedenim u popisu ove izjave.**

Zagreb, svibanj, 2023.

Projektant:

Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.



POPIS ZAKONA I PROPISA

Zakoni i propisi korišteni u ovom projektu dani su u sljedećem popisu:

- 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 vodama (66/19)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN78/15, 118/18, 110/19)
- 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 šumama (NN 68/18, 115/18, 98/19, 32/20, 145/20)
- Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19)
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19)
- Zakon o zaštiti zraka (NN 127/19)
- Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19)
- Zakon o normizaciji (NN 80/13)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20),
- Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (NN 69/99, 151/03, 157/03, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 44/17, 90/18, 32/20, 62/20)
- Zakon o poljoprivrednom zemljištu (NN 20/2018, 115/18, 98/19)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20)
- 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 idejnog projekta (NN 118/19, 65/20)
- 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)
- Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN 48/18)
- Pravilnik o tehničkim mjerama i o zaštiti na radu pri površinskim kopovima (Sl. list 18/61, 37/64 i 6/67)
- Pravilnik o pružanju prve pomoći radnicima na radu (NN 56/83)
- Pravilnik o poslovima s posebnim uvjetima rada (NN 05/84)
- Pravilnik o najviše dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04)
- Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 55/94, 142/03)
- Pravilnik o mjerama zaštite od požara kod građenja (NN 141/2011)
- Pravilnik o zaštiti na radu pri uporabi radne opreme (NN 018/2017)
- Pravilnik o uporabi osobne zaštitne opreme (NN 005/2021)
- Pravilnik o zapaljivim tekućinama (NN 054/1999)



- Pravilnik o provjeri tehničkih rješenja iz zaštite od požara predviđenih u glavnom projektu (NN 088/11)
- Pravilnik o načinu utvrđivanja obujma i površine građevina u svrhu obračuna komunalnog doprinosa (NN 15/19)
- Pravilnik o načinu provedbe stručnog nadzora građenja, obrascu, uvjetima i načinu vođenja građevinskog dnevnika te o sadržaju završnog izvješća nadzornog inženjera (NN 111/14, 107/15, 20/17, 98/19, 121/19)
- Pravilnik o održavanju građevina (NN 122/14, 98/19)
- Pravilnik o kontroli projekta (NN 32/14, 72/20)
- Pravilnik o nostrifikaciji projekata (NN 98/99, 29/03, 20/17)
- Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/2001)
- Pravilnik o općim uvjetima za građenje u zaštitnom pružnom pojasu (NN 093/2010,)
- Opći tehnički uvjeti za radove na cestama (Hrvatske ceste, 2001.) - u dijelu koji nije u suprotnosti sa važećim propisima,
- Opći tehnički uvjeti za radove u vodnom gospodarstvu (Hrvatske vode, 2011.) - u dijelu koji nije u suprotnosti sa važećim propisima
- 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 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, svibanj, 2023.

Projektant:
Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.

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

Investitor: **HRVATSKE VODE**
ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220
OIB 28921383001

Razina razrade: **Glavni projekt**

Strukovna
odrednica: Građevinski projekt

ZOP: GP-5986/23

Oznaka mape: E-155-18-04

TEHNIČKI DIO

Građevina:

IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA – 4. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA

Projektirani dio: UPUSNA USTAVA

Projektant: Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.

Mjesto, datum: Zagreb, svibanj, 2023.



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 – 4. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA“. U sklopu navedenog projekta tvrtka Geokon-Zagreb d.d. izvršila je radove na izradi mape projekta „Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova “.

Predmetni glavni projekt se odnosi na IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA – 4. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA, 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" i glavni građevinski projekt Mapa VPB-TGP-20-0003 Upusna ustava.

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 projektne rješenja sa tehničkim uvjetima za bitne elemente konstrukcije i izvedbe. U poglavlju 6 dana je procjena troškova projektiranih radova. Grafički i drugi prilozi su dani u poglavlju 7.

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

Projektant :

Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.



2 POPIS KORIŠTENIH PODLOGA

2.1 TEHNIČKE PODLOGE

Slijedeća dokumentacija je korištena kao podloga pri izradi ovog projekta:

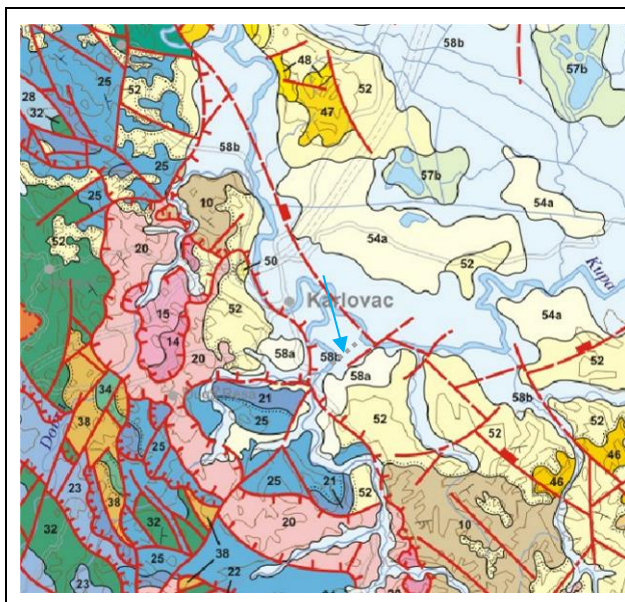
r.br.	vrsta podloge	naziv; (oznaka); mjesto; datum; izvođač	naručitelj	napomena
1.	Idejni projekt	"Idejni projekt prokopa Korana – Kupa s pratećim objektima" (oznaka 31/2019), studeni 2021. - Ispravak br.1 Hidroinženjering d.o.o.	HRVATSKE VODE,	
2.	Geotehnički izvještaj	„Izvještaj o provedenim geotehničkim istražnim radovima za izradu glavne projektne dokumentacije za građevinu prokop Korana-Kupa s pratećim objektima, Nasip N4 i upusna ustava “ (72150-205/22) Zagreb, ožujak 2020. INSTITUT IGH d.d.	HRVATSKE VODE	
3.	Glavni projekt	Mapa 7.: Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke (VPB-TGP-20-0003) Vodoprivredno-projektni biro d.d.	HRVATSKE VODE	
4.	Glavni projekt	Mapa 10.: UPUSNA USTAVA – građevinski projekt (VPB-TGP-20-0003) Vodoprivredno-projektni biro 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.



LEGENDA:

58 a b	dprQ ₂ aQ ₂	Deluvijalno-proluvijalne (a - dprQ ₂) i aluvijalne (b - aQ ₂) naslage (holocen)
57 a b	JQ ₂ bQ ₂	Jezerske (a - JQ ₂) i barske (b - bQ ₂) naslage (holocen)
56	pQ ₂	Eolski pijesci (pQ ₂) (holocen)
55	tsQ ₂	Crvenica (tsQ ₂) (holocen)
54 a b	IQ ₁ jblIQ ₁	Kopneni (a - IQ ₁) i barski (b - jblIQ ₁) les (pleistocen)
53 a b	aQ ₁ fgQ ₁	Fluvijalne (a - aQ ₁) i fluvio-glacijalne (b - fgQ ₁) naslage (pleistocen)
52	PI,Q	Klastične naslage (pliokvartar)

a b
reversni rasjed: utvrđen (a),
pokriven (b)

Lokacija istraživanja

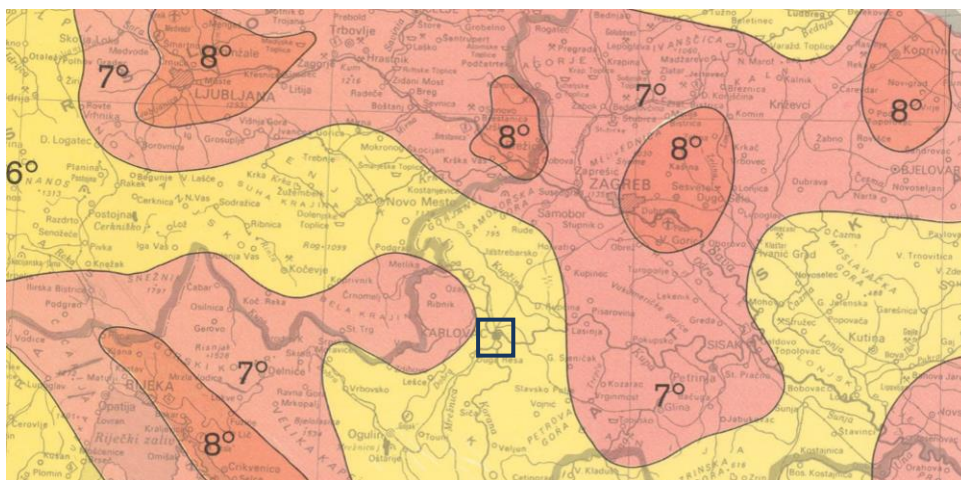
2.2.2 SEIZMOLOŠKI PODACI

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 karata¹ sa označenom lokacijom istraživanja na kojima su prikazani stupnjevi maksimalnih intenziteta očekivanih potresa prema MCS skali.

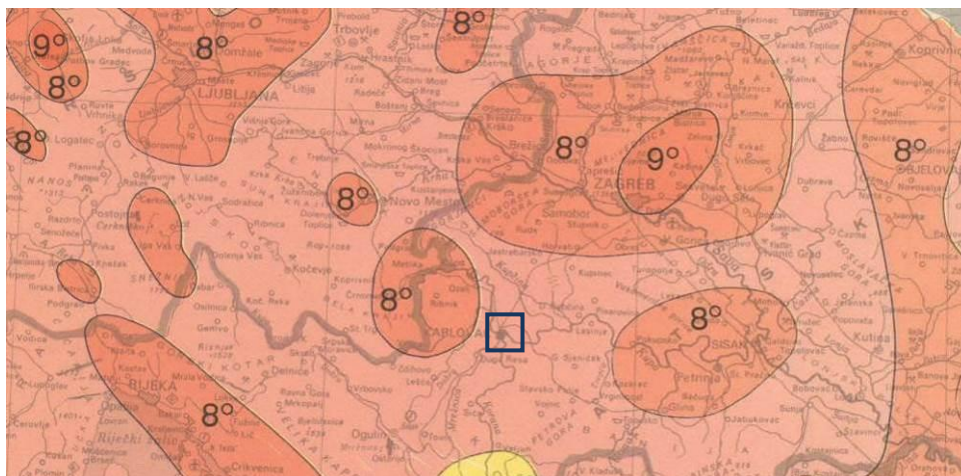
ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 100 GODINA



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



ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 500 GODINA



LEGENDA UZ KARTE



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

Maksimalni intenzitet potresa	
Povratni period	Imax (°) ljestvice MCS
100 godina	6°
500 godina	7°

POREDBENA VRŠNA UBRZANJA a_{gR}

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

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

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

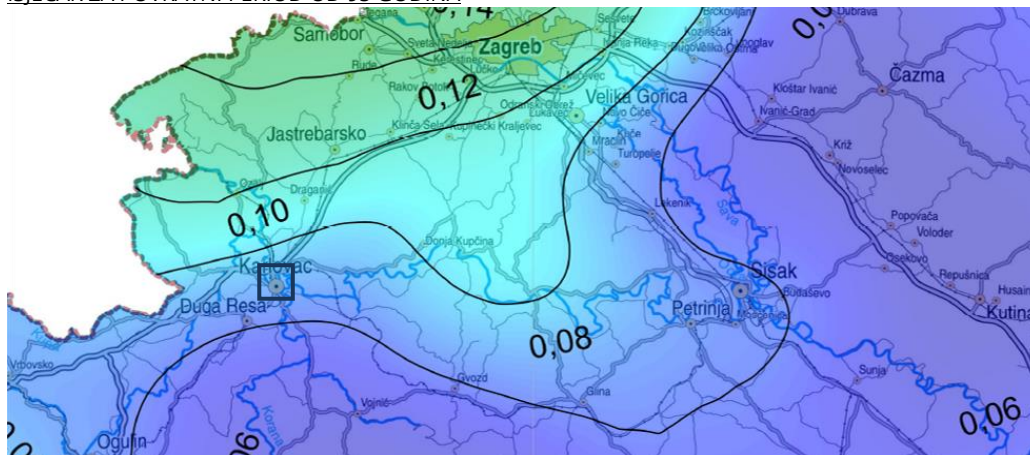
Iznosi poredbenih vršnih ubrzanja na karti prikazani su izolinijama s rezolucijom od 0,02 g. Numerički navedene vrijednosti na karti odnose se na prostor između dvije susjedne izolinije. U slučaju dvojbe valja uzeti prvu susjednu veću vrijednost.

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 Hrvatske² za lokaciju istraživanja na kojoj su prikazana vršna ubrzanja tla tipa A.

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

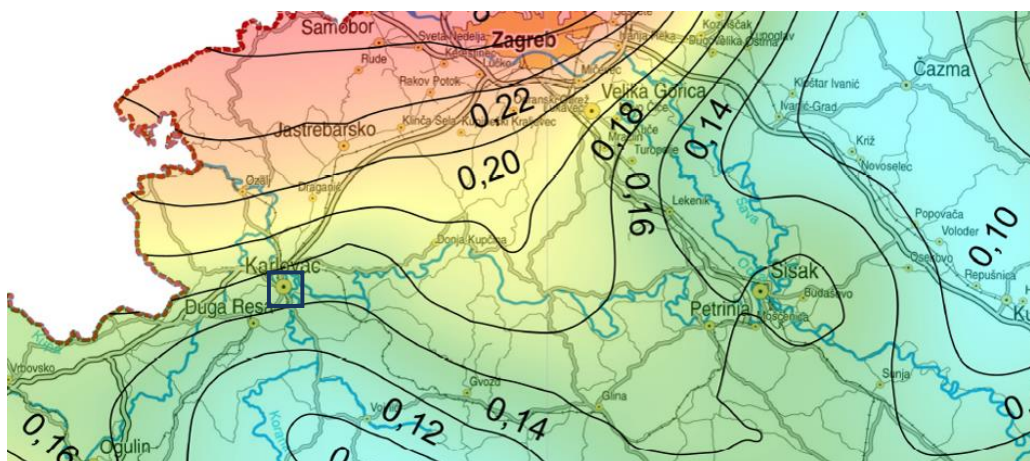


ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 95 GODINA



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

ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 475 GODINA



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

T_{DLR} - DLR = 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

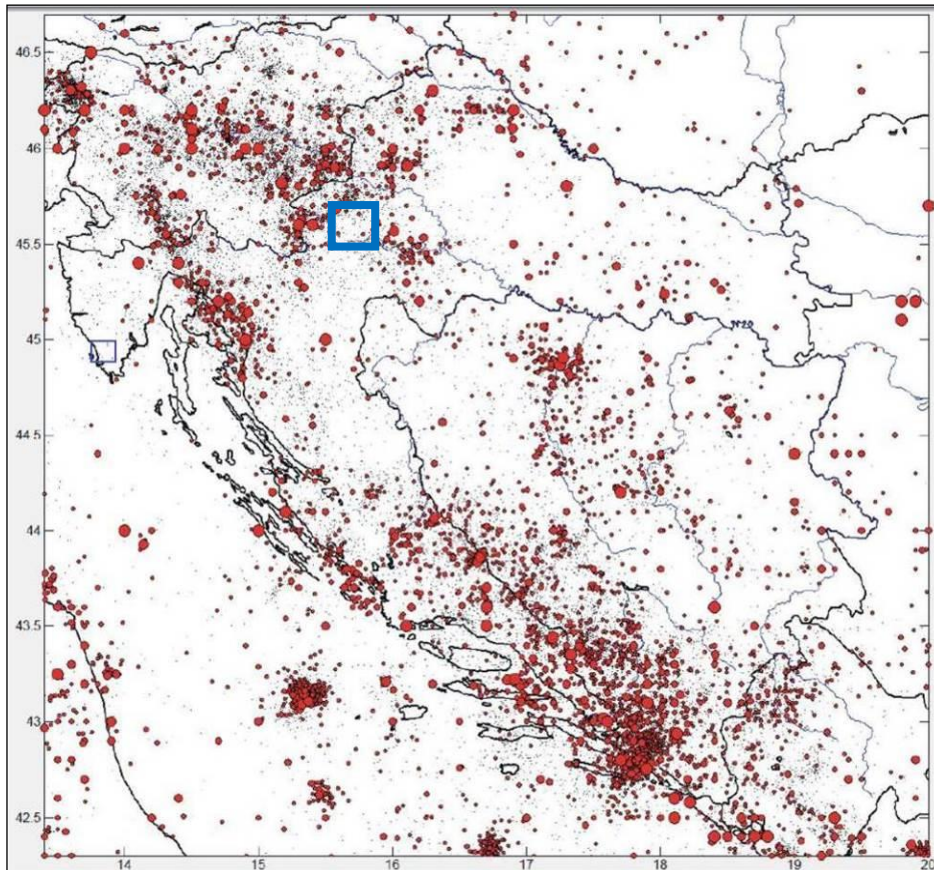
Napomena: za očitavanje poredbenog vršnog ubrzanja predmetne lokacije može se koristiti i web poveznica <http://seizkarta.gfz.hr/karta.php> Geofizičkog zavoda PMF-a. Sukladno uputi, očitavanja na navedenoj poveznici su samo orijentacijska i nužno ih je potvrditi uvidom u karte potresnih područja.

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.

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

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 obavezna, 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:

Geotehnička kategorija	2.
Općenito	Uobičajena vrste konstrukcija i temelja, koja ne uključuju pretjerane opasnosti, neobične ili izuzetno teške uvjete u temeljnom tlu ili uvjete opterećenja, te je moguće uz kvantificirane geotehničke podatke i analize rutinskim postupcima provesti projektiranje i gradnju temelja sa zanemarivim opasnostima za vlasništvo i živote.
Geotehnički hazard	Srednji.
Uvjeti u tlu	Uvjeti u tlu mogu se odrediti iz istražnih radova.
Podzemna voda	Mjereno od ušća bušotine, razina podzemne vode je registrirana na dubini od 2,60 m u bušotini V1 na lokaciji upusne ustave.



Istražni radovi	Potrebni su kvantitativni geotehnički podaci dobiveni rutinskim terenskim istražnim radovima i laboratorijskim ispitivanjima.
Regionalna seizmičnost	<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
Utjecaj okoliša	Rješava se rutinskim postupcima dimenzioniranja.
Osjetljivost konstrukcije	Nema podataka. Pretpostavlja se srednja osjetljivost.
Veličina konstrukcije	Potporni zidovi – izvedba pilotnih stijena od armiranobetonskih pilota nazivnog promjera $\varnothing 1000$ mm, u izmjeni s glinobetonskim zasječenim pilotima te sidrenjem pilotnih stijena geotehničkim sidrima.
Geotehnički rizik	Srednji.
Projektni postupci	Geotehničke analize stabilnosti, pomaka i dimenzioniranja potporne konstrukcije, 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
- 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. Izvedeno je 7 istražnih bušotina dubine 5,00 do 25,00 m. Istražno bušenje izvedeno je u prosincu 2018- i 2019. godine na poziciji upusne ustave te u travnju 2019. godine na poziciji nasipa N4.

Istražne bušotine izvedene su strojnom garniturom "Geotech" promjera 131,116 i 101 mm. Bušenja su izvedena rotacijski, "na suho", uz kontinuirano jezgrovanje vidija bušačom krunom i jednostrukom jezgrenom cijevi. Od zarušavanja stjenke bušotina su štićene 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):

Građevina	Oznaka bušotine	Dubina bušotine(m)	Datum bušenja	Koordinate bušotine		Nivo vode	
				x	y	PPV	RPV
UPUSNA USTAVA	V1	25	03.-12.12. 2018	427861	5037675	3,50	2,60
	V2	25	16.-20.12.2019	427730	5037610	2,80	2,60
NASIP 4	V4	5	25.04.2019	427670	5037458	1,20	0,90
	V5	5	25.04.2019	427682	5037449	2,50	1,70
	V6	5	25.04.2019	427577	5037257	4,10	1,90
	V7	5	25.04.2019	427589	5037251	2,00	1,80

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.

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.

Ispitivanje zbijenosti tla standardnim penetracijskim testom (SPT) je izvršeno prema HRN EN 1997-2:2012, tj. prema HRN EN ISO 22476-3:2008. (Geotehničko istraživanje i ispitivanje – Terensko ispitivanje – 3. dio: Standardno penetracijsko ispitivanje). Pokus je izvođen tijekom bušenja. Nakon postizanja određene dubine bušenja, na šipke se pričvršćuje poseban čelični cilindar (s nožem/šiljkom, zavisno o karakteristikama tla) i spušta na dno bušotine. Na vrhu je uređaj s maljem koji automatski diže i otpušta malj. Masa malja je 63,5 kg i pada s visine od 76 cm. Bilježi se broj udaraca potrebnih za 15 cm prodiranja šipki i cilindra. Prvih 15 cm je početna penetracija kojom se ulazi u neporemećeni sloj tla. Zatim se mjeri broj udaraca za iduća dva intervala od 15 cm u ispitivanom sloju. Zbroj udaraca za ova dva intervala daje mjereni broj udaraca N.



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.

2.2.5 LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Laboratorijska ispitivanja neporemećenih i poremećenih uzoraka tla provedena su u Institutu IGH d.d., Zagreb, Zavod za materijale i konstrukcije, Geotehnički laboratorij (akreditiranom prema normi HRN EN ISO 17025:2007, Instituta IGH d.d., Zagreb, Geotehnički laboratorij (ovlasnica HAA br. 17025/1196.).

Vrsta ispitivanja	Oznaka	Jed.	Norma
Obrada i priprema uzoraka			ASTM D 4543-08
Ispitivanje granulometrijskog sastava		%	ASTM D 422-63 (2007)
Granice plastičnosti	w_L, w_P i I_p	%	BS 1377:1990, P2-4.5,5
Sadržaj prirodne vlage	w_o	%	ATSM D 2216-10
Gustoća čvrstih čestica tla	ρ_s	Mg/m ³	ASTM D 854-14 Metoda B
Izravni posmik	IP (c' , φ')	kPa	ASTM D3080/D3080-11
VDP u edometru	K	cm/s	HRN U.B1.034
Edometar – jednodimenzionalna konsolidacija	Ms	Mpa	ASTM D 2435/D2435-11

Ispitivanja su provedena u skladu s važećim propisima i normama. Rezultati laboratorijskih ispitivanja prikazani su u geotehničkom elaboratu.

2.2.6 GEOFIZIČKI ISTRAŽNI RADOVI

U sklopu istražnih radova su na lokaciji upusne 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 prosincu 2019. godine na poziciji upusne ustave.



Duž geofizičkih profila koji su postavljeni na lokacijama upusne ustave, tako da dubinskim presjecima povezuju bušotine na obalama rijeke, poprečno preko korita rijeke Korane, dobiveni su ulazni paramteri za potrebe izrade detaljnih inženjerskogeoloških presjeka. Ispitivanja su provedena duž profila na kopnu i u vodi.

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

Geoelektrična tomografska ispitivanja su provedena na poziciji upusne ustave te su izvedena dva profila ukupne duljine 400 m (GT_KOR-0 ; 200 m i GT_KOR-1; 200 m)

Plitka refrakcijska seizmika je provedena na lokaciji upusne ustave, a izvedena su dva seizmička profila ukupne duljine 290 m (RF_KOR-0;115 m i RF_KOR-1; 175 m). Terenska podvodna seizmička refrakcijska snimanja obavljena su istovremeno sa mjerenjima na obalama rijeka i izvedena su duž dva kombinirana geofonsko / hidrofonska seizmička dispozitiva.

2.2.6.1 Upusna ustava

Geoelektrična mjerenja na lokaciji upusne ustave izvedena su Wennerovim rasporedom elektroda s razmakom elektroda od 5 metra (30 metara interpretirane dubine), a izveden su dva profila:

- 1) GT_KOR-0, duljine 200 m, paralelno sa koritom rijeke Korane preko bušotine V-1.
- 2) GT_KOR-1, duljine 200 m, preko korita rijeke Korane preko bušotine V-1.

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, PJESKOVITO 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 upusne ustave na rijeci Korani, Gornje Mekušje, a u cilju utvrđivanja površinskog i dubinskog rasprostiranja naslaga te strukture podzemlja prvenstveno u koritu rijeke Korane, urađena je geoelektrična tomografija preko rijeke Korane i jedan profil paralelno s rijekom Koranom.
- Na mikrolokaciji upusne ustave, Gornje Mekušje, u koritu rijeke su šljunkovite naslage s tanjim proslojcima glina, a debljina tih naslaga kreće se od 8 do 13 m.
- Slijede izmjene glina i šljunaka, debljina tog intervala je oko 5 m.
- U podini, na dubini oko 16 m su gline / prahovnjaci.

Refrakcijska seizmička mjerenja su izvedena na dva profila.

Seizmički profil RF_KOR-0 duljine 115 m izveden je na lokaciji upusne ustave paralelno sa koritom rijeke, na desnoj obali Korane. Izveden je u prvoj fazi ispitivanja, za visokog vodostaja Korane, preko lokacije bušotine V1.



Za nižih vodostaja, na lokaciji upusne ustave izveden je seizmički profil RF_KOR-1 duljine 175 m, poprečno na tok 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 < 60 mm <ul style="list-style-type: none">o Vp ~ < 1325 m/so Debljina do 7.5, 0.7 m < Ms < 4.5, 0.01 < fc < 0.7
1500 – 2500	šljunak zaglinjen, pjeskovito prašinstvo šljunak <ul style="list-style-type: none">o Vp ~ < 1450 - 2300 m/so Dubina od 7.5 do 14.5 m, 5 < Ms < 15, 1 < fc < 6 pijesak, šljunkoviti pijesak, valutice < 35 mm; pliokvartar <ul style="list-style-type: none">o Vp ~ < 1950 - 3250 m/so Dubina od 14.5 do 21.5 m, 6 < Ms < 30, 3 < fc < 30
>2500	gline, prahovi, prahovnjaci, matična stijena <ul style="list-style-type: none">o Srednje čvrsta / čvrsta stijena, Vp ~ 2595 - 4000 m/so Dubina > ~ 21.5 m, 15 < Ms < 45, 30 < fc < 65o Rasjedna zona registrirana je na dubinskom presjeku u intervalu profila ~ 85 – 100 m

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

Lokacija UPUSNA USTAVA – Gornje Mekušje	
Vp < 1500	aluvijalni nanos, glina, prašinstva glina, prašinstvo pjeskovita glina -kvartar, šljunak, zaglinjen / pjeskovit, valutice < 60 mm <ul style="list-style-type: none">o Vp ~ < 1325 m/so Debljina do 7.5 mo Otpornosti 35 - 53 Ohmm
Vp -1500 – 2500	šljunak zaglinjen, pjeskovito prašinstvo šljunak <ul style="list-style-type: none">o Vp ~ < 1450 - 2300 m/so Dubina od 7.5 do 14.5 m pijesak, šljunkoviti pijesak, valutice < 35 mm; pliokvartar <ul style="list-style-type: none">o Vp ~ < 1950 - 3250 m/so Dubina od 14.5 do 21.5 mo Otpornosti > 53 Ohmm
Vp >2500	gline, prahovi, prahovnjaci, matična stijena <ul style="list-style-type: none">o Srednje čvrsta / čvrsta stijena, Vp ~ 2595 - 4000 m/so Dubina > ~ 21.5 m, Otpornost < 35 Ohmm

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.



2.2.7 MATERIJALI TLA I PODZEMNA VODA

Na temelju provedenih geotehničkih istraživanja dan je geotehnički model tla za upusnu ustavu. Za formiranje geotehničkog modela tla korišteni su podaci dobiveni u bušotini V1 obzirom da se ona nalazi na samom mjestu upusne ustave dok se ostale bušotine nalaze nešto dalje od ustave (s druge strane korita rijeke Korane).

2.2.7.1 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)	GLINA NISKE DO VISOKE PLASTIČNOSTI	CH-CL	Anorganska glina niske do visoke plastičnosti, teško gnječivog konzistentnog stanja, obojana željezovim oksidom, sivo žute do smeđe boje.
(2)	ŠLJUNAK DOBRO GRADUIRAN	GW	Dobro graduiran šljunak, svih frakcija zrna, djelomično vezan prahom poluzaobljen, maksimalna veličina zrna 60mm, s udjelom pijeska, u krovini zaglinjen, obojan željezovim oksidom, slabo do srednje zbijen, sivo žute boje.
(3)	GLINA VISOKE PLASTIČNOSTI	CH	Anorganska glina visoke plastičnosti, s proslojkom zaglinjenog treseta u intervalu 14,00 – 14,20 m, obojana organski, s tragovima drveta do podine i organskog mirisa, teško gnječivog konzistentnog stanja, sivo žute do tamno sive boje
(4)	ŠLJUNAK DOBRO GRADUIRAN	GW	Šljunak je dobro graduiran, svih frakcija zrna, djelomično vezan prahom, zaobljen, maksimalne veličine zrna do 30 mm, dobro zbijen, svijetlo sive boje
(5)	PRAH NISKE DO VISOKE PLASTIČNOSTI	ML-MH	Prah je anorganski, niske do visoke plastičnosti, s neznatnim tragovima krhotina ljušturica, s udjelom gline, polučvrstoh konzistentnog stanja, sive boje. Prahovnjak..

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

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



2.2.7.2 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:

BUŠOTINE	DUBINA BUŠOTINE (m)	DATUM IZVOĐENJA	POJAVA PODZEMNE VODE PPV (m)	RAZINA PODZEMNE VODE RPV (m)
V-1	25,00	03.12.2019.	3,50	2,60
V-2	25,00	03.12.2019.	2,80	2,60
V-4	5,00	25.04.2019.	1,20	0,90
V-5	5,00	25.04.2019.	2,50	1,70
V-6	5,00	25.04.2019.	4,10	1,90
V-7	5,00	25.04.2019.	2,00	1,80

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.

2.2.7.3 Rezultati terenskih i laboratorijskih ispitivanja

U sljedećim tablicama je dan sumarni prikaz rezultata terenskih i laboratorijskih ispitivanja po pojedinim grupama materijala

GRUPA MATERIJALA 1: GLINA NISKE DO VISOKE PLASTIČNOSTI

TERENSKA ISPITIVANJA

Džepni penetrometar

Bušotina	Dubina ispitivanja [m]	Qu [kPa]	Materijal
V1	0,8	260	CH
V1	1,1	220	CH
V1	1,4	260	CH
V1	1,8	300	CH
V1	2,7	220	CL
V1	3,2	220	CL



▪ **LABORATORIJSKA ISPITIVANJA**

Fizikalna svojstva

Bušotina	Dubina ispitivanja	Prirodna vlaga	Gustoća mase čvrstih čestica	Gustoća mase (suha i ukupna)		Granice plastičnosti		Indeks plastičnosti	Indeks konzistencije	Materijal
	[m]	w ₀ [%]	ρ _s [Mg/m ³]	ρ _d [Mg/m ³]	ρ [Mg/m ³]	w _L [%]	w _P [%]	IP [%]	I _c	
V1	1,20 - 1,40	28,6				74,23	27,04	47,19	0,97	CH
V1	2,00 - 2,30	23,93	2,68	1,6	1,98	63,2	23,14	40,06	0,98	CH
V1	3,00 - 3,20	22,6				47,19	20,39	26,8	0,92	CL

Bušotina	Dubina ispitivanja	Granulometrijski sastav				Materijal
	[m]	G [%]	S [%]	M [%]	C [%]	
V1	1,20-1,40	0	4,24	57,24	38,52	CH
V1	2,00-2,30	0,43	10,33	54,11	35,13	CH
V1	3,00-3,20	0	15,47	62,77	21,76	CL

Mehanička svojstva

Bušotina	Dubina ispitivanja	Direktno smicanje		Stišljivost tla		Materijal
	[m]	standardno		σ _v = 25-50 kPa	σ _v = 50 - 100 kPa	
		c [kPa]	φ [°]	M _s [MPa]		
V1	1,20 - 1,40					CH
V1	2,00 - 2,30	25	18,9	8,18	9,28	CH
V1	3,00 - 3,20					CL

GRUPA MATERIJALA 2: ŠLJUNAK, DOBRO GRADUIRAN

▪ **TERENSKA ISPITIVANJA**

Standardni penetracijski test (SPT)

Bušotina	INTERVAL ISPITIVANJA		BROJ UDARACA			N=N2+N3	Pribor nož / šiljak	Materijal
	Od [m]	Do [m]	N1 (0-15 cm)	N2 (15-30 cm)	N3 (30-45 cm)			
V1	4,00	4,45	2	2	6	6	Š	GW
V1	6,00	6,45	2	4	8	9	Š	GW
V1	9,50	9,95	3	4	4	6	Š	GW-GM
V1	11,7	12,15	2	4	4	6	Š	GW-GC

LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Fizikalna svojstva

Bušotina	Dubina ispitivanja	Granulometrijski sastav				VDP k [cm/s]	Materijal
	[m]	G [%]	S [%]	M [%]	C [%]		
V1	4,70-5,00	61,16	34,53	2,68	1,63		GW
V1	9,00-9,30	45,31	39,8	9,95	4,94		GW-GM
V1	12,00-12,30	43,3	38,29	9,95	4,94		GW-GC



GRUPA MATERIJALA 3: GLINA VISOKE PLASTIČNOSTI

TERENSKA ISPITIVANJA

Standardni penetracijski test (SPT)

Bušotina	INTERVAL ISPITIVANJA		BROJ UDARACA				Pribor nož / šiljak	Materijal
	Od [m]	Do [m]	N1 (0-15 cm)	N2 (15-30 cm)	N3 (30-45 cm)	N=N2+N3		
V1	14,00	14,45	7	8	9	17	N	CH
V1	16,00	16,45	3	4	7	11	N	CH

Džepni penetrometar i krilna sonda

Bušotina	Dubina ispitivanja [m]	Qu [kPa]	Cu [kPa]	Materijal
V1	13,6	150	62	CH
V1	16,5	100		CH
V1	16,6		42	CH
V1	16,8	100	40	CH

LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Fizikalna svojstva

Bušotina	Dubina ispitivanja [m]	Prirodna vlaga wo [%]	Gustoća mase čvrstih čestica ρs [Mg/m ³]	Gustoća mase (suha i ukupna)		Granice plastičnosti		Indeks plastičnosti Ip [%]	Indeks konzistencije Ic	Materijal
				ρd [Mg/m ³]	ρ [Mg/m ³]	wL [%]	wP [%]			
V1	13,70 - 14,00	36,25	2,61	1,35	1,83	102,68	29,44	73,24	0,91	CH
V1	14,30	77,4								CH
V1	16,30	35,9								CH
V1	16,40 - 16,60					77,6	27,28	50,32	1,54	CH

Bušotina	Dubina ispitivanja [m]	Granulometrijski sastav					VDP k [cm/s]	Materijal
		G [%]	S [%]	M [%]	C [%]			
V1	13,70-14,00	0	0,99	11,87	87,14	1,63 E-08	CH	
V1	16,40-16,60	0	2,27	55,66	42,17		CH	

Mehanička svojstva

Bušotina	Dubina ispitivanja [m]	Direktno smicanje		Tlačna čvrstoća qu [kPa]	Stišljivost tla		VDP iz stišljivosti σ = 25 ili 50 kPa k [cm/s]	Materijal
		standardno			σv = 25-50 kPa	σv = 50 - 100 kPa		
	c' [kPa]	φ' [°]	Ms [MPa]					
V1	13,70-14,00	12,7	9,8	90	6,77	5,22	1,63 E-08	CH



GRUPA MATERIJALA 4: ŠLJUNAK, DOBRO GRADUIRAN

TERENSKA ISPITIVANJA

Standardni penetracijski test (SPT)

Bušotina	INTERVAL ISPITIVANJA		BROJ UDARACA			N=N2+N3	Pribor nož / šiljak	Materijal
	Od [m]	Do [m]	N1 (0-15 cm)	N2 (15-30 cm)	N3 (30-45 cm)			
V1	18,60	19,05	6	18	30	36	Š	GW-GM

LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Fizikalna svojstva

Bušotina	Dubina ispitivanja	Granulometrijski sastav				Materijal
	[m]	G [%]	S [%]	M [%]	C [%]	
V1	19,00-19,30	41,78	50,8	5,44	1,98	GW-GM

GRUPA MATERIJALA 5: PRAH NISKE DO VISOKE PLASTIČNOSTI

TERENSKA ISPITIVANJA

Standardni penetracijski test (SPT)

Bušotina	INTERVAL ISPITIVANJA		BROJ UDARACA			N=N2+N3	Pribor nož / šiljak	Materijal
	Od [m]	Do [m]	N1 (0-15 cm)	N2 (15-30 cm)	N3 (30-45 cm)			
V1	20,80	21,25	5	8	11	19	N	CH
V1	23,30	23,75	6	15	25	40	N	ML - MH

Džepni penetrometar i krilna sonda

Bušotina	Dubina ispitivanja [m]	qu [kPa]	Cu [kPa]	Materijal
V1	20,7	100		CH
V1	20,8		34	CH
V1	21,4	150		CH
V1	21,6	160		CH
V1	22,3	350		ML-MH
V1	22,6	380		ML-MH
V1	22,9	200		ML-MH
V1	23,8	380		ML-MH
V1	24,2	380		ML-MH
V1	24,5	400		ML-MH
V1	24,8	>500		ML-MH



▪ **LABORATORIJSKA ISPITIVANJA**

Fizikalna svojstva

Bušotina	Dubina ispitivanja	Prirodna vlaga	Gustoća mase čvrstih čestica	Gustoća mase (suha i ukupna)		Granice plastičnosti		Indeks plastičnosti	Indeks konzistencije	Materijal
	[m]			w_0 [%]	ρ_s [Mg/m ³]	ρ_d [Mg/m ³]	ρ [Mg/m ³]			
V1	21,1	46,6								CH
V1	21,60 - 22,00	46,61	2,62	1,14	1,67	74,91	24,8	50,11	0,56	CH
V1	23,60	29,7								ML-MH
V1	24,10 - 24,30					57,28	23,24	34,04	1,68	ML-MH

Bušotina	Dubina ispitivanja	Granulometrijski sastav				Materijal
	[m]	G [%]	S [%]	M [%]	C [%]	
V1	21,60-22,00	0	15,71	71,3	12,99	CH
V1	24,10-24,30	0	16,12	65,15	18,73	ML-MH

Mehanička svojstva

Bušotina	Dubina ispitivanja	Tlačna čvrstoća	Materijal
	[m]		
V1	21,60-22,00	81	CH

Odabrane karakteristične vrijednosti parametara materijala:

Materijal	Dubina sloja [m]	Zapreminska težina Y [kN/m ³]	Kohezija c' [kPa]	Efektivni kut trenja φ [°]	Nedren. čvrstoća c_u [kPa]	Modul stižljivosti M_s [kPa]	Poissonov koeficijent ν'	Modul elastičnosti E [kPa]
CH-CL	0-3,3	20	15	19	100	8000	0,3	5940
GW 1	3,3-13,5	20	0	34	/	11400	0,25	9500
CH	13,5-17	18	12	15	40	5000	0,3	3715
GW 2	17-20,5	20	0	40	/	25000	0,25	20833
MH-ML	20,5-..	20	15	21	150	17000	0,3	12600

Projektant :

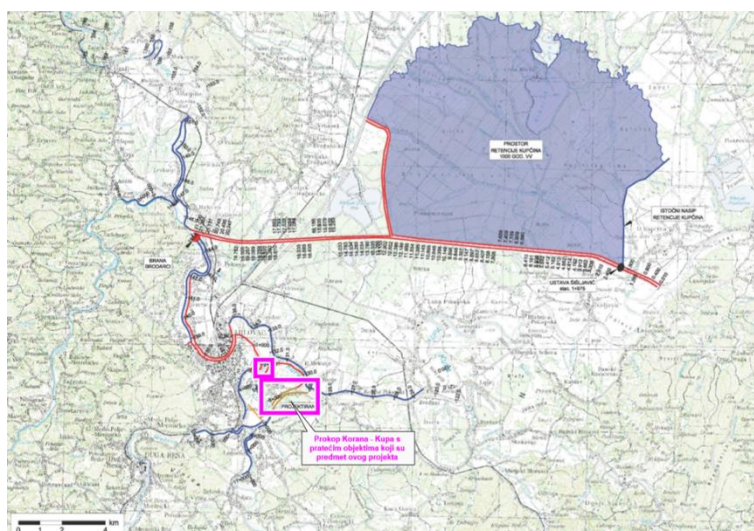
Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.



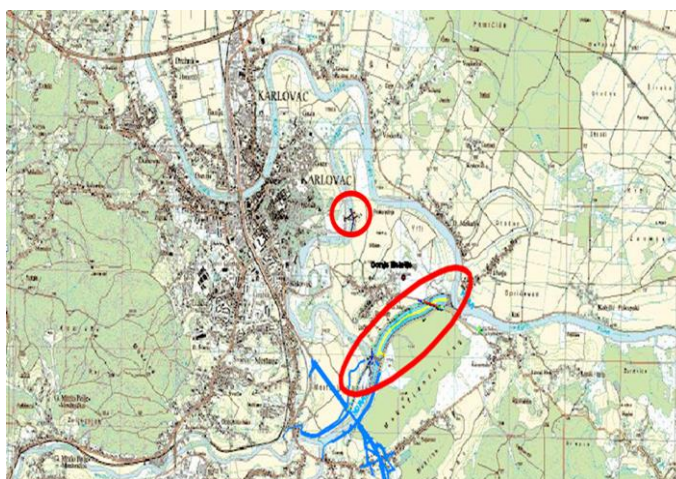
3 TEHNIČKI OPIS

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: 531-06-02-02/22-0018 od 23.02.2022.). Lokacija zahvata prokopa s pratećim objektima prikazana je u nastavku:





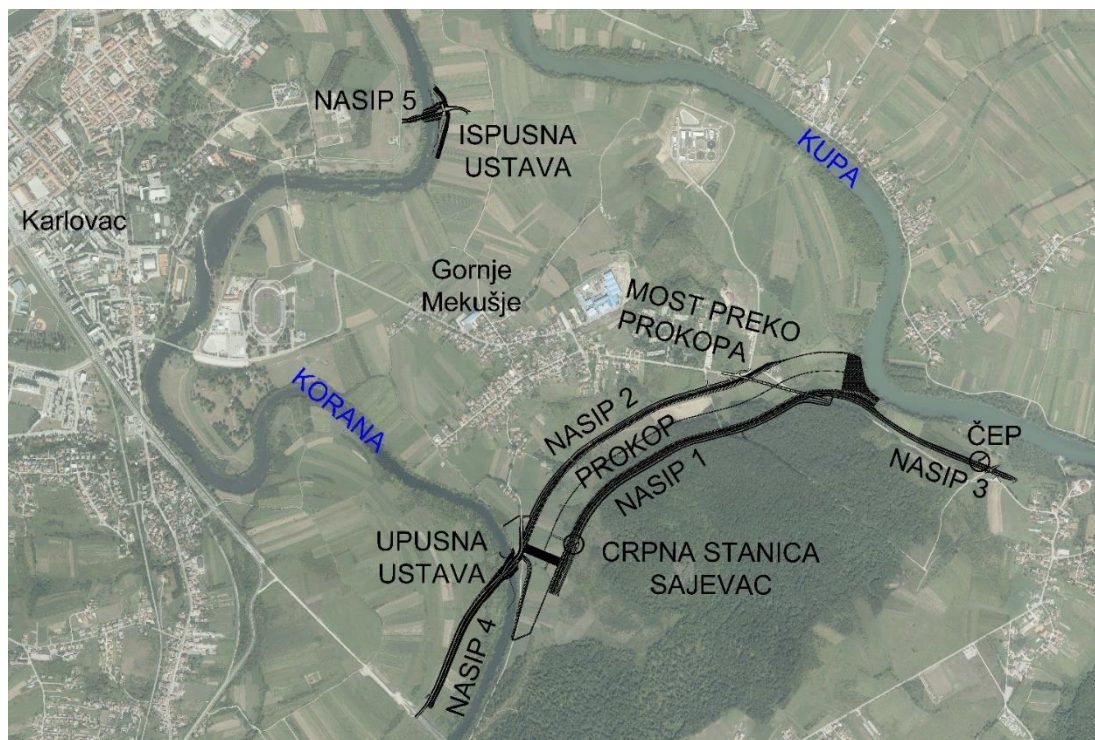
Namjena zahvata je preusmjeravanje velikih voda rijeke Korane prokopom u rijeku Kupu čime bi se izbjegli prolasci visokih vodnih valova kroz gradsko središte i postigla zaštita istočnog dijela Karlovca površine od oko 190 ha. Regulacijom protoka Korane planiranim ustavama, gradskim središtem bi se propuštali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

Zahvat se sastoji od sljedećih građevina:

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

Ovim zahvatom 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



3.1.1 PROKOP

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



3.1.2 NASIPI

Predviđena je izgradnja ukupno 5 nasipa:

- nasip N1 - (nasip uz desnu obalu prokopa)
- nasip N2 - (nasip uz lijevu obalu prokopa sa zasjekom)
- nasip N3 - (nasip uz desnu obalu Kupe)
- nasip N4 - (nasip uz lijevu obalu Korane i upusnu ustavu)
- nasip N5 - (nasip uz ispusnu ustavu)

Navedeni nasipi se izvode od glinenog materijala eksploatiranog sa područja prokopa. Širina nasipa u kruni iznosi 4,00 m, nagib uzvodne kosine nasipa N1 i N2 iznosi 1:4, a nizvodne kosine 1:3, nagib uzvodne i nizvodne kosine nasipa N3 i N4 iznosit će 1:2, nagib uzvodne i nizvodne kosine nasipa N5 iznosit će 1:2,5. Kruna, uzvodna i nizvodna kosina se oblažu humusom na kojem će biti zasijana trava, osim kod nasipa N5 koji se zbog svoje pozicije oblaže krupnim kamenim materijalom. U koritu Korane, nožice nasipa će biti izvedene od kamenog materijala.

U svrhu prelaska cestom preko nasipa N1 u prostor prokopa, preko nasipa N3 prema vojnom poligonu uz desnu obalu rijeke Kupe i u svrhu dolaska do krune nasipa N4 i pristupa upusnoj ustavi planira se izgradnja pristupnih rampi od šljunčanog materijala.

3.1.3 GRAĐEVINE ZA ODVODNJU ZAOTALNIH VODA

Izgradnjom nasipa uz rijeke Koranu i Kupu presjeći će se postojeći putovi odvodnje oborinske vode s okolnog terena prema rijekama. Zato je usporedno s nizvodnom nožicom nasipa i servisnog puta predviđena izgradnja kanala za odvođenje procjednih i zaotalnih voda širine dna od 1,00 m i prosječne dubine od 0,50 m. Navedenim kanalima će se oborinska voda dovoditi do cijevnih propusta kojima će se tijekom niskih vodostaja voda propuštati kroz planirane nasipe. Na završetku svakog od propusta ugradit će se automatski zatvarač koji će se zatvarati u slučaju visokih vodostaja rijeka Korane i Kupe i time spriječiti prodor vode iz rijeka kroz tijelo nasipa u zaotalno područje. Kod visokih vodostaja Korane i Kupe doći će do automatskog zatvaranja propusta za odvodnju zaotalnih voda. Ovim je projektnim zadatkom predviđena izgradnja dva propusta s automatskim zatvaračem:

- propust na nasipu N1 uz desnu obalu prokopa stacionaži km 1+698,76;
- propust na nasipu N3 uz desnu obalu Kupe u stacionaži km 0+211,19.

3.1.4 UPUSNA I ISPUSNA USTAVA, MOST PREKO PROKOPA, CRPNA STANICA SAJEVAC

Projektom je predviđena izgradnja upusne i ispusne ustave na rijeci Korani.

Upusna ustava je i smještena na desnoj obali Korane u rkm 6+400, na nasipu N4 (stacionaža 0+70,14). Upusna ustava se sastoji od ulaznog dijela (s dnom koje će u jednom dijelu biti obloženo gabionskim madracima i bočnih zidova), središnjeg dijela s poslužnim i cestovnim mostom (monolitna armirano-betonska konstrukcija s dnom, bočnim zidovima i mostom) u koji se ugrađuju zaporni organi te slapišta (koje se sastoji od gabionskim madracima obloženog dna i bočnih zidova izvedenih kao sekantni piloti).

Ispusna ustava će biti smještena na desnoj obali Korane u rkm 2+144, na nasipu N5. Ustava se također sastoji od ulazne građevine (s gabionskim madracima i bočnih zidova), središnjeg dijela s poslužnim i cestovnim mostom (monolitna armirano-betonska konstrukcija s dnom, bočnim zidovima i mostom) u koji se ugrađuju zaporni organi te slapišta (koje se sastoji od gabionskim madracima obloženog dna i bočnih



zidova izvedenih kao sekantni piloti).

Planirani prokop i nasip N1 (nasip uz desnu obalu prokopa) presjeći će postojeću nerazvrstanu cestu (nekadašnju lokalnu cestu L 34072) koja povezuje državnu cestu D3 u Karlovcu, naselja Gornje Mekušje i Kamensko sa županijskom cestom Ž3186. Stoga je projektom predviđeno da će cesta u zaobalnoj nožici nasipa zamijeniti postojeći cestovni pravac, a u sklopu kojeg je potrebno izgraditi višerasponski cestovni most preko prokopa Korana-Kupa, prema idejnom projektu.

Projektom je također predviđeno uvođenje potoka Sajevec u prokop Korana-Kupa. Na tom mjestu izvodi se crpna stanica Sajevec.

Ovim projektom Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova obrađuju se: zagatna građevina za izvedbu radova na upusnoj ustavi, građevna jama za izgradnju upusne ustave te potporni zidovi upusne ustave.



3.2 TEHNIČKI OPIS PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE

Ovim projektom obrađuju se: zagatna građevina za izvedbu radova na upusnoj ustavi, građevna jama za izgradnju upusne ustave te potporni zidovi upusne ustave. Upusna ustava nalazi se na desnoj obali Korane u rkm 6+400, na nasipu N4 (stacionaža km 0+70,14).

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

1. Zagatna građevina (pregrada dijela korita rijeke Korane) za izvedbu radova na upusnoj ustavi
2. Građevna jama za izvedbu središnjeg dijela upusne ustave
3. Građevna jama za izvedbu slapišta s krilnim zidovima upusne ustave
4. Potporni zidovi upusne ustave

Prilikom izgradnje objekta potrebno je slijediti korake u izgradnji kako je propisano ovim projektom. Kako bi se radovi na izvedbi upusne ustave mogli izvesti, dio korita rijeke Korane pregrađuje se nasipavanjem materijala granulacije 0-64 mm do kote 109 m n. m. Za potrebe izvedbe zaštite građevne jame, dio inundacije se s kote postojećeg terena iskapa do kote 109 m n.m. u širini 4m oko građevne jame prema situaciji u prilogu ovog projekta.

Nakon izvedbe radnog platoa izvodi se prva građevna jama za središnji dio upusne ustave.

Za zaštitu građevnih jama koriste se čelične talpe duljine 12 m koje se izvode sa kote 109 m n. m. kao i kutne razupore (HEB 280) te vezne grede (HEB 320).

Nakon izvedbe središnjeg dijela upusne ustave slijedi izvođenje druge građevne jame za slapište s krilnim zidovima upusne ustave. Talpe se postavljaju sa 3 strane jame dok se postojeće talpe na spoju druge jame sa građevnom jamom središnjeg dijela ustave vade te se postavljaju kutne razupore koje se tada upiru u zid središnjeg dijela izgrađene ustave.

Slijedi izvedba potpornih zidova za pridržanje nasipa i usmjeravanje vode prema ustavi za čije se potrebe izvodi radni plato nasipavanjem postojećeg terena do kote 111,30 m n. m. Potporni zidovi izvode se kao pilotne stijene od sekantnih pilota, odnosno od armiranobetonskih pilota nazivnog promjera Ø1000mm, u izmjeni s glinobetonskim zasječnim pilotima, a pilotne stijene sidre se geotehničkim sidrima.

3.2.1 ZAGATNA GRAĐEVINA ZA IZVEDBU RADOVA NA UPUSNOJ USTAVI

Za potrebe izvedbe radova na upusnoj ustavi izvodi se zagatna konstrukcija, odnosno pregrada dijela korita rijeke Korane koja služi kao radni plato.

Zagatna konstrukcija se izvodi nasipavanjem kamenog materijala granulacije 0-64 mm do visine 109 m n. m., dok se pokos nasipa oblaže krupnim kamenim materijalom 30-50 cm za zaštitu nasipa od toka vode. Za potrebe izvedbe zaštite građevne jame, dio inundacije se s kote postojećeg terena iskapa do kote 109 m n.m. u širini 4m oko građevne jame, sve prema situaciji u prilogu.

3.2.2 GRAĐEVNE JAME

Zaštita građevnih jama za izvođenje središnjeg dijela ustave i slapišta sa krilnim zidovima je privremena konstrukcija u funkciji izvođenja građevinskih i drugih radova ispod razine površine terena u suhim uvjetima, koji su predmetom ostalih mapa ovog projekta. Funkcija zaštite građevinske jame prestaje po završetku radova ispod razine terena te zatrpavanja dijela iskopa.

Ovaj projekt uzima u obzir mjere zaštite građevne jame samo kao privremene. Konstrukcija buduće



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

3.2.2.1 Građevna jama za središnji dio ustave

U sklopu radova na upusnoj ustavi izvode se dvije građevne jame. Prvo se izvodi građevna jama za izgradnju središnjeg dijela upusne ustave, a nakon izgradnje središnjeg dijela ustave izvodi se druga građevna jama za slapište s krilnim zidovima.

Radovi na izvedbi ustave započinju izvedbom radnog platoa do kote 109,00 m n.m.

Iskop građevne jame započinje sa kote radnog platoa od 109 m n.m., a kota dna građevne jame nalazi se na 102,7 m n.m. što čini denivelaciju od 6,3 m. Stabilnost građevne jame osigurava se potpornom konstrukcijom koja se sastoji od čeličnih talpi i jednog reda kutnih razupora, a hidraulička stabilnost dna jame i izvedba radova u suhim uvjetima osigurava se izvedbom mlazno injektiranih stupnjaka. Razina podzemne vode je pretpostavljena na koti od 108,5 m n.m.

Tloctrne dimenzije građevne jame iznose $L \times \check{S} = 18,00 \times 15,60$ m.

Izvedba građevne jame započinje ugradnjom čeličnih talpi duljine 12,0 m. Talpe se izvode sa kote 109,00 m n.m. do kote 97,00 m n.m. Karakteristike predviđenih čeličnih talpi (vrsta čelika S 355 GP) prikazane su u poglavlju 4.2.2.3.1

Nakon ugradnje čeličnih talpi, izvode se mlazno injektirani stupnjaci sa kote 109 m n.m. odnosno sa kote radnog platoa. Stupnjaci su visine 10,00 m, odnosno izvode se od kote 102,7 m n.m. do kote 92,70 m n.m. Prilikom izvedbe mlazno injektiranih stupnjaka prvih 6,30 m je jalovo bušenje. Odabrana visina stupnjaka je dobivena proračunom protiv mogućeg uzgona. Prema provedenim proračunima za traženu tlačnu čvrstoću od 15 N/mm^2 u materijalu na lokaciji koristi se količina cementa od 400 kg/m^3 . Stupnjaci su promjera 80 cm na rasteru od 70×60 cm. Prije izvođenja radova na zaštiti dna građevne jame potrebno je izvesti probno polje u istim uvjetima kako bi se potvrdile da navedene proračunske pretpostavke zadovoljavaju tražene uvjete te da je moguće ostvariti traženu tlačnu čvrstoću. Probno polje izvodi se dimenzija 10×10 m.

Iskop građevne jame izvodi se u 2 koraka. Izvedbom prvog iskopa slijedi ugradnja kutnih razupora (čelični profili HEB 280) i veznih greda (HEB 320) kojima se osigurava stabilnost potporne konstrukcije. Razupore se nalaze na koti 107,5 m n.m. Razmak između pozicije pridržanja kutnih razupora na sjeverozapadnoj i jugoistočnoj plohi privremene potporne konstrukcije iznosi $s_1 = 4,95$ m, dok na sjeveroistočnoj i jugozapadnoj iznosi $s_1 = 5,75$ m. Vezne grede ugrađuju se na udaljenosti 1,5 m od vrha talpi.

Paralelno s izvedbom središnjeg dijela ustave vrši se zatrpavanje prostora između talpi i zidova ustave materijalom predviđenim za izgradnju nasipa s propisanim zbijanjem min $M_s = 40 \text{ MN/m}^2$. Kada se objekt izvede do razupora, za potrebe daljnje izvedbe objekta ustave razupore se uklanjaju.

3.2.2.2 Građevna jama za slapište s krilnim zidovima

Nakon izvedbe središnjeg dijela objekta upusne ustave izvodi se građevna jama za slapište s krilnim zidovima.

Iskop druge građevne jame započinje sa kote radnog platoa od 109 m n.m. dok se dno iskopa nalazi na koti 103,15 m n.m., što čini denivelaciju od 5,85 m. Stabilnost građevne jame osigurava se potpornom



konstrukcijom koja se sastoji od čeličnih talpi i jednog reda kutnih razupora, a hidraulička stabilnost dna jame i izvedba radova u suhim uvjetima osigurava se izvedbom mlazno injektiranih stupnjaka. Razina podzemne vode je pretpostavljena na koti od 108,5 m n.m.

Tlocrtnne dimenzije građevne jame iznose $L \times \check{S} = 12,00 \times 15,60$ m.

Izvedba građevne jame započinje ugradnjom čeličnih talpi duljine 12,0 m. Talpe se izvode sa kote 109,00 m n.m. do kote 97,00 m n.m. Karakteristike predviđenih čeličnih talpi (vrsta čelika S 355 GP) prikazane su u poglavlju 4.2.2.3.1. Čelične talpe se postavljaju sa 3 strane jame (sjeveroistok, sjeverozapad, jugozapad) dok se postojeće talpe na spoju nove jame sa građevnom jamom središnjeg dijela ustave (jugoistok) vade. Nakon ugradnje čeličnih talpi, izvode se mlazno injektirani stupnjaci sa kote 109 m n.m. odnosno sa kote radnog platoa. Izvodi se iskop do kote 107,5 m n.m. te se postavljaju kutne razupore koje se s te strane upiru u zid središnjeg dijela izgrađene ustave.

Mlazno injektirani stupnjaci su visine 10,00 m, odnosno izvode se od kote 103,15 m n.m. do kote 93,15 m n.m. Prilikom izvedbe mlazno injektiranih stupnjaka prvih 5,85m je jalovo bušenje. Odabrana visina stupnjaka je dobivena proračunom protiv mogućeg uzgona. Prema provedenim proračunima za traženu tlačnu čvrstoću od 15 N/mm² u materijalu na lokaciji koristi se količina cementa od 400 kg/m³. Stupnjaci su promjera 80 cm na rasteru od 70x60 cm.

Iskop građevne jame izvodi se u 2 koraka. Izvedbom prvog iskopa slijedi ugradnja kutnih razupora (čelični profili HEB 280) i veznih greda (HEB 320) kojima se osigurava stabilnost potporne konstrukcije. Razupore se nalaze na koti 107,5 m n.m. Razmak između pozicije pridržanja kutnih razupora na sjeverozapadnoj i jugoistočnoj plohi privremene potporne konstrukcije iznosi $s_1 = 4,95$ m, dok na sjeveroistočnoj i jugozapadnoj iznosi $s_1 = 4,27$ m. Vezne grede ugrađuju se na udaljenosti 1,5 m od vrha talpi.

Paralelno s izvedbom konstrukcije slapišta ustave vrši se zatrpavanje prostora između talpi i krilnih zidova slapišta materijalom predviđenim za izgradnju nasipa s propisanim zbijanjem min $M_s = 40 \text{ MN/m}^2$. Kada se objekt izvede do razupora, za potrebe daljnje izvedbe razupore se uklanjaju.

3.2.3 POTPORNİ ZİDOVI ZA USMJERAVANJE TOKA VODE U USTAVU

U sklopu radova na upusnoj ustavi nasipa N4 potrebno je izvesti potporne zidove koji služe za pridržanje nasipa i usmjeravanje vode prema ustavi kojoj se kota dna kanala nalazi na 104,80 m n.m. S obzirom na geometriju pokosa, geološku građu i karakteristike materijala, kao optimalno rješenje izvedbe potpornih zidova odabrana je izvedba pilotne stijene od armiranobetonskih pilota nazivnog promjera Ø1000mm, u izmjeni s glinobetonskim zasječnim pilotima te sidrenjem pilotnih stijena geotehničkim sidrima.

Nakon izvedbe središnjeg dijela i slapišta ustave, vrši se nasipavanje okolnog terena i dodatno zatrpavanje oko objekta, sve do kote 111,30 m n.m.

S navedene kote izvode se glinobetonski piloti nakon kojih se izvode armiranobetonski piloti zasijecanjem glinobetonskih pilota. Piloti se izvode u duljinama prema prilozima ovog projekta.

Budući su PS-1 i PS-3 konstrukcije pod nagibom koji približno prati krajnji pokos nasipa, radove je potrebno izvoditi postepenim spuštanjem u radnim etažama cca 1m. U radnoj etaži izvode se piloti čija je kota vrha približna koti tog radnog platoa, odštemava se beton slabije kvalitete te se pripremaju za povezivanje s naglavnom gredom. Nakon toga slijedi iskop, odnosno spuštanje od cca 1m visine u nagibu krajnjeg pokosa nasipa, izvedba slijedećeg reda pilota, njihova priprema te se postupak ponavlja do krajnje kote od 108,30 m n.m. s koje se izvode piloti koji su u horizontalnoj ravnini do kraja konstrukcije. Naglavnu gredu moguće je izvoditi u radnim dilatacijama u sklopu postepenog spuštanja do navedene kote ili na kraju izvedenih pilota i otkopavanja po projektiranom pokosu nasipa. Nakon izvedbe pilota i naglavne grede,



izvodi se iskop uvodnog kanala u radnim etažama cca 2m s izvedbom geotehničkih sidara.

Kako su konstrukcije PS-2 i PS-4 horizontalne, radovi se izvode sa kote radnog platoa od 111,30 m n.m. duž cijele konstrukcije. Piloti PS-2 izvode se od kote 111 m n.m dok se piloti konstrukcije PS-4 izvode od kote 110,5 m n.m. Nakon izvedbe svih pilota, odštemava se beton slabije kvalitete te se povezuju naglavnom gredom. Nakon izvedenih pilota i naglavne grede, vrši se iskop uvodnog kanala s jedne strane, a s druge strane konstrukcije iskop u projektiranom nagibu pokosa nasipa.

Naglašava se potreba izvedbe iskopa kanala u potopljenim uvjetima, budući da postoji mogućnost hidrauličkog sloma građevne jame u slučaju crpljenja vode prilikom iskopa novog korita (uvoda u upusnu ustavu).

Pilotne stijene PS-1 (od st. 0+0.000 do st 0+007,7) i PS-2 (od st. 0+000 do st 0+030) nadvisuju se izvedbom AB zida debljine 30 cm na naglavnoj gredi, maksimalne visine 2,20 m koji pridržava nasip.

U tablici u nastavku prikazane su bitne vrijednosti i karakteristike svake pojedine pilotne stijene:

PILOTNA STIJENA		DUŽINA PILOTNE STIJENE (m)	PROMJER PILOTA Ø (mm)	RAZMAK NOSIVIH AB PILOTA (m)	BROJ AB PILOTA / UKUPNI BROJ PILOTA (kom)	NAGLAVNA GREDA – H x B (m)	DULJINE AB PILOTA (m)
LOKACIJA	OZNAKA						
JZ	PS-1	33,20	1000	1,60	21 / 41	1,00 x 1,40	10,20-13,20
JL	PS-2	93,20	1000	1,60	58 / 116	1,00 x 1,40	9,20; 11,20 i 13,20
SZ	PS-3	17,20	1000	1,60	11 / 21	1,00 x 1,40	8,70-13,20
SI	PS-4	22,80	1000	1,60	14 / 28	1,00 x 1,40	7,20; 8,20; 10,20 i 13,20

3.2.3.1 Izvedba pilota

Pilotnu stijenu čine naizmjenično AB piloti i glinobetonški piloti. AB piloti su nosivi i dimenzioniraju se na rezne sile i na osnom razmaku su prikazanom u tablici. Uloga glinobetonških pilota je isključivo vododrživost i izvode se od zajedničke naglavne grede na vrhu, a duljina su kao i AB piloti. Njihov osni razmak je jednak osnom razmaku AB pilota. Nosivi AB piloti izvode se u roku od najviše 7 dana nakon izvedbe susjednih glinobetonških pilota.

Ukupna duljina pilotnih stijena iznosi 166,40 m.

Ukupne duljine AB pilota iznose:

- PS-1: L = 239,10 m
- PS-2: L = 605,60m
- PS-3: L = 108,15 m
- PS-4: L = 142,80 m

Ukupne duljine glinobetonških pilota iznose:

- PS-1: L = 227,45 m
- PS-2: L = 605,60 m
- PS-3: L = 98,00m
- PS-4: L = 142,80 m

Duljine pilota variraju ovisno o pilotnoj stijeni prema prikazanoj tablici. Promjenjiva duljina pilota uvjetovana je geometrijom nasipa budući da naglavne grede prate pokos nasipa na PS-1 i PS-3, odnosno liniju vodostaja Korane 108,0 m n.m dostavljenoj od strane projektanta mape VPB-TGP-20-0003 Nasip 4 -



nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke. Naglavne grede na PS-2 i PS-4 su horizontalne pa su tako i piloti jednoličnih duljina.

S obzirom da su geotehničkim istražnim radovima ustanovljeni pretežito srednje zbijeni pijesci i šljunci te visoka podzemna voda, za postizanje potrebne kvalitete i sigurnosti pilota presudna je tehnologija izvedbe pilota. Izvedba klasičnih bušenih pilota u takvim materijalima je problematična. Pijesak je sklon degradaciji kontaktne zone zbog hidrauličke nestabilnosti tijekom iskopa sa zaštitnom cijevi. Praktično na svim gradilištima gdje su izvođeni bušeni piloti u takvom tipu materijala, došlo je na dijelu pilota do izdizanja pijeska nakon konačnog iskopa, propadanja armaturnih koševa i s tim u vezi i bitnim smanjenjem nosivosti. Kao rezultati toga su upitna sigurnost izvedenih pilota te potrebe za sanacijama ili izvedbom dodatnih pilota.

CFA piloti (Continuous Flight Auger Piles) su pogodni kod visokih razina podzemne vode jer nije potrebno korištenje zacjvljenja ili isplake za odražavanje stabilnosti stjenke bušotine.

Odabrana tehnologija izvedbe su CFA (Continuous Flight Auger) piloti.

Izvođač je obavezan tijekom izvođenja pilota svakodnevno voditi zapisnik - protokol o bušenju pilota koji treba svakodnevno kontrolirati i potpisati nadzorni inženjer.

Potporna konstrukcija se sastoji od zasječenih (sekantnih) pilota nominalnog promjera $\Phi 100$ cm na osnovom razmaku 0,80 m. Izvode se redom glinobetonski piloti na osnovom razmaku 1,60 m, te AB piloti između njih. Ovako izvedeni zasječeni piloti daju preklop pilota od 20 cm. Glinobetonski piloti nemaju nosivu funkciju, nego isključivo kako bi se osigurala vododrživost. Svaki drugi pilot se armira armaturom B500B.

Betoniranje pilota vrši se do razine od 30 cm iznad projektirane kote vrha pilota. Nakon otkopavanja vrha pilota vrši se obrada glave pilota štemanjem betona slabije kvalitete u visini cca 25 cm.

Vrh odštemanog pilota treba biti na razini od 5 cm iznad projektiranog dna naglavne grede.

U cilju lakšeg odbijanja vrha betona s najmanjim oštećenjima armature potrebno je odbijanje vršiti najkasnije 1 dan nakon betoniranja. Dakle, potrebno je vrh pilota otkopati, iščistiti nasipni materijal između pilota te „odštemati“ beton slabije kvalitete u vrhu pilota. Dozvoljeno je beton odbijati ručnim alatima, ali nije dozvoljeno štemati iglom hidrauličkog čekića bagera.

U vrhu pilotnih stijena piloti će se povezati armiranobetonskom naglavnicom presjeka 140x100cm (BxH). Greda se izvodi betonom C30/37, XC2, $D_{max}=32$ mm.

Naglavna greda će se izvesti na sloju podložnog betona C16/20 debljine minimalno 10 cm.

Na izvedenim AB pilotima izvodi se ispitivanje integriteta pilota (cjelovitost tijela pilota) prema normi ASTM D5882-07- Standard Test Method for Low Strain Impact Integrity Testing of Deep Foundations ili jednakovrijedno.

Za praćenje pomaka konstrukcije, uz pilote će se ugraditi tipske plastične inklinometarske cijevi (npr. tipa ABS i promjera prema odabranoj inklinometarskoj sondi). Cijev u vrhu naglavne grede treba biti opremljena zaštitnom metalnom kapom s lokotom. Uz svaku pilotnu stijenu će se ugraditi po jedna inklinometarska cijev. Sveukupno se ugrađuju četiri inklinometarske cijevi.

Prilikom iskopa materijala za usmjeravanje toka vode kroz ustavu, izvodi se armiranobetonska obloga pilota debljine 15 cm (debljina od krajnjeg ruba pilota) u jednostranoj oplati do visine koja ovisi o vodostaju, odnosno do visine do koje će se moći izvoditi. Od visine vodostaja do dna novog korita izvodi kamena obloga pilota krupnim kamenom, sve prema nacrtima u prilogu.



3.2.3.2 Sidrenje pilotne stijene

Kako bi se postigla povoljnija raspodjela naprezanja u pilotnoj stijeni i kako bi se ograničile deformacije pilota, izvršit će se sidrenje pilotnih stijena trajnim geotehničkim sidrima s granicom popuštanja na 650 kN (tri sajle debljine 0,6" kvalitete čelika $f_{tk}=1860$ N/mm²). Sidra se ugrađuju pod kutevima od 15° i 20° od horizontalne ravnine te prednaprežu na 100 kN. Sidrišna dionica iznosi 9,0 m.

Sidrenje pilotnih stijena vršit će se u fazama s razine prethodno izvedenih platoa iskopa ispred pilota.

Pilotne stijene PS-1 i PS-2 sidrit će se pomoću 3 reda sidara dok će se pilotne stijene PS-3 i PS-4 sidriti sa 2 reda sidara.

Potrebno je ugraditi 26 sidara na PS-1, 52 sidra na PS-2, 9 sidara na PS-3 te 5 sidara na PS-4.

Sidra se ugrađuju u naglavnu gredu i glinobetonske pilote. Sidra se izvode sa slobodnom i sidrišnom dionicom.

Sidrišne dionice izvode se dužine 9 m, dok slobodne dionice variraju po dužini kako je prikazano u nastavku:

DUŽINE SLOBODNIH DIONICA SIDARA [m]		
PILOTNA STIJENA	PS-1	PS-2
Gornji red sidara	6,00 m	7,00 m
Srednji red sidara	5,30 m	6,30 m
Donji red sidara	4,50 m	5,50 m

DUŽINE SLOBODNIH DIONICA SIDARA [m]		
PILOTNA STIJENA	PS-3	PS-4
Gornji red sidara	6,00 m	6,00 m
Donji red sidara	5,00 m	5,00 m

Za proračunski horizontalni razmak sidara od 1,60 m, projektna sila u sidrima iznosi max 302 kN.

Bušenje sidara vrši se pod nagibom 15° i 20° od horizontale prema dolje prema karakterističnim poprečnim presjecima u prilogu.

Promjer bušenja za sidro treba iznositi minimalno 150 mm.

Izvođač je obavezan tijekom izvođenja sidara svakodnevno voditi zapisnik - protokol o bušenju sidara, koji treba svakodnevno kontrolirati i potpisati nadzorni inženjer.

Zbog opasnosti od urušavanja bušotine, bušenje kroz nasipne materijale i deluvijalne naslage obavezno vršiti uz zacičevljanje (npr Symmetrix pribor za bušenje ili slično). Zacičevljanje je privremenog karaktera i izvlači se nakon ugradnje sidra.

Probna ispitivanja provode se na 2 sidra. Tekuća ispitivanja provode se na svim sidrima. Kontrolna ispitivanja se provode na 5 sidara.

Sva ugrađena sidra zatežu se nakon ispitivanja moment ključem na silu minimalno 100 kN. Zatezanje se provodi odmah nakon kontrolnih ispitivanja.

Svi elementi zaštite koji ostaju na površini moraju imati odgovarajuću antikorozivnu zaštitu. Da bi to bilo zadovoljeno završetak sidrene šipke (minimalno 1 m) s navojem, podložne pločice i navrtke moraju biti



pocinčane (toplo pocinčanje minimalne debljine 70 μm).

Injekcijska smjesa za sidra treba biti izrađena na bazi cementa s dodatkom bubriva, minimalne tlačne čvrstoće 35 MPa nakon 28 dana.

3.2.3.3 Vododrživost pilotne stijene

Vododrživost pilotnih stijena koje su ujedno i potporni zidovi za usmjeravanje vode prema ustavi će se ostvariti izvedbom AB pilotne sekantne stijene (jedan pilot je armiran, drugi glinobetonski koji je zasječen nije armiran).

3.2.3.4 Inklinometarsko praćenje ponašanja pilotnih stijena

Praćenje ponašanja pilotnih stijena vršit će se periodičkim mjerenjima horizontalnih pomaka inklinometara u prethodno ugrađenim inklinometarskim plastičnim cijevima.

Kako bi se omogućila usporedba izmjerenih vrijednosti s računskim vrijednostima, za mjerenje pomaka u izvedbenom projektu će se odabrati piloti uz koje će se ugraditi inklinometri.

Mjernu cijev treba orijentirati tako da se jedan par utora (vodilica) približno dovede u smjer očekivanih pomaka. Inklinometarske cijevi se međusobno spajaju tipskim spojnicama.

Mjerenja otklona vertikalno ugrađene mjerne cijevi treba obaviti vertikalnom inklinometarskom sondom koja sadrži dva servo-akcelerometarska osjetila koji mjere otklon sonde od vertikale u dvije vertikalne i međusobno okomite ravnine. Kotači sonde trebaju biti na razmaku od 0,5 m. Mjerni raspon treba biti najmanje $\pm 50^\circ$ od vertikale, razlučivost mjerenja 0,05 mm/m' ili bolja, a točnost u terenskim uvjetima 0,1 mm/m' ili bolja.

Nulto mjerenje izvršiti prije početka iskopa ispred pilota. Tijekom gradnje potrebno je napraviti očitavanje pomaka nakon svake faze iskopa. Nakon izgradnje mjerenje pomaka vršit će se periodički na način da se u prvoj godini mjerenja izvode svaki mjesec, a u naredne 2 godine po 3 puta godišnje (po jedno mjerenje obavezno u kišnoj sezoni).

Nakon isteka perioda od 2 godine predlaže se da se mjerenja izvode po potrebi, a obvezno nakon izvanrednih događaja (potres, udar vozila, izvanredne količine oborina).

Nakon svake serije mjerenja treba izraditi izvješće s interpretacijom rezultata i usporedbom s predviđenim rezultatima iz analize pomaka u ovom projektu.

Na temelju rezultata i usporedbe mjerenja može se po potrebi pravovremeno intervenirati pritezanjem postojećih sidara ili ugradnjom dodatnih sidara.

3.3 TIJEK IZVEDBE

Radovi koji se obrađuju ovom mapom izvode se prema sljedećem redosljedu:

Korak	Naziv rada	Opis
1.	Pripremni radovi	Organizacija gradilišta, formiranje pristupnih puteva i privremenih deponija, izmještanje i zaštita instalacija.
2.	Uklanjanje humusa	Iskop i privremeno deponiranje humusnog materijala



Korak	Naziv rada	Opis
3.	Izvedba radnog platoa	Nasipavanje dijeka korita rijeke Korane šljunčanim materijalom granulacije 0-64 mm do kote 109 m n.m. Iskop materijala na dijelu inundacije do kote 109 m n.m. u svrhu izvedbe radnog platoa za izvođenje građevne jame.
4.	Izvedba građevne jame središnjeg dijela upusne ustave	Izvedba potporne konstrukcije od talpi i kutnih razupora te mlazno injektiranje dna jame, iskop,
5.	Izvedba građevne jame za slapište s krilnim zidovima	Izvedba potporne konstrukcije od talpi i kutnih razupora te mlazno injektiranje dna jame, iskop.
6.	Izvedba radnog platoa za izvedbu potpornih zidova	Nasipavanje postojećeg terena do kote 111,30 m n.m.
7.	Izvedba potpornih zidova	Izvedba pilotnih stijena koju čine zasječeni glinobetonski i AB piloti i naglavna greda te zidova iznad pilotnih stijena na PS-1 i PS-2. Iskop uvodnog kanala i ugradnja sidara.
8.	Završni radovi	Odvoz viška materijala, raspremanje i demontaža gradilišta.

3.4 PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE

Projektirana konstrukcija zaštite građevinske jame je privremena konstrukcija za potrebe izvođenja radova te ista nema funkciju po završetku radova. Vijek trajanja privremene konstrukcije zaštite građevne jame je maksimalno do 1 godine. Projektirana privremena potporna konstrukcija u upotrebi je samo za vrijeme izvođenja radova.

Projektirani vijek trajanja potpornih zidova je 50 godina. Navedeni vijek trajanja za konstrukcije iz ovog projekta može se očekivati samo ukoliko se svi radovi izvedu bez ikakvih odstupanja od ovog projekta, a u cijelosti u skladu sa poglavljem 5. Program kontrole i osiguranja kvalitete.

3.5 PODACI ZA OBRAČUN KOMUNALNOG I VODNOG DOPRINOSA

Podaci za obračun komunalnog i vodnog doprinosa prikazani su u mapi *Upusna ustava, VPB-TGP-20-0003, Vodoprivredno-projektne biro d.d.*

3.6 UVJETI ZA ODRŽAVANJE GRAĐEVINE

Održavanje građevine podrazumijeva:

1. redovite godišnje preglede pilotnih stijena koji se sastoje od vizualnog pregleda sa izradom izvještaja i prijedlogom mjera redovnih radova i radova pojačanog održavanja,
2. izvanredne preglede pilotnih stijena 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,
3. izvođenje radova kojima se pilotne stijene odnosno njihov 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.
4. 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.
5. U slučaju izvanrednih pojava kao što je potres potrebno je izvršiti preglede stanja građevine (zida), očitati pomake u inklinometrima i izvršiti popravke svih oštećenja.



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

Projektant :

Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.



4 DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA

4.1 UVOD

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

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

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

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

Svi neophodni proračuni za potrebe dimenzioniranja provedeni su programima:

Plaxis 2D-v.22 proračun i analiza naponsko deformacijskih stanja potporne konstrukcije metodom konačnih elemenata. Proračun je proveden 2D ravninskim modelom. Ovim geostatičkim proračunima analiziraju se različite projektne situacije kroz proračun:

- pomaka terena, AB pilota i talpi,
- reznih sila u pilotima i talpama,
- reznih sila u razuporama i veznim gredama

BETONexpress 19.02 program za dimenzioniranje betonskih konstrukcija, temelja, potpornih zidova u skladu s normom Eurokod

Aspalathos KALKULATOR 2.1: dimenzioniranje betonskih elemenata i armature. Provjera otpornosti čeličnih elemenata.

GGU-Footing koji omogućava analize nosivosti prema DIN 4017 i slijeganja prema DIN 4019. Proračuni se mogu vršiti prema DIN 1054 sa globalnim faktorom sigurnosti te prema 1054 sa parcijalnim faktorima sigurnosti.

MICROSOFT-EXCEL 2016 program za tabličnu računalnu obradu podataka



4.2 GRAĐEVNA JAMA ZA IZVEDBU UPUSNE USTAVE

4.2.1 PRORAČUN STABILNOSTI PRIVREMENE GRAĐEVNE JAME UPUSNE USTAVE NA UZGON

Proračunom stabilnosti na uzgon analizirana je situacija djelovanja uzgona na građevnu jamu. Proračun stabilnosti na uzgon proveden je prema Eurokodu 7 za granično stanje nosivosti UPL. Granično stanje nosivosti UPL koristi se za provjeru gubitka ravnoteže tla ili konstrukcije uslijed uzgona vode.

Tablica A.15(HR) Parcijalni koeficijenti (γ_F) za djelovanja (UPL)

Djelovanje	Simbol	Vrijednost
Stalno	Stalno	Stalno
Nepovoljno	$\gamma_{G,dst}$	1,1
Povoljno	$\gamma_{G,st}$	0,9
Promjenjivo		
Nepovoljno	$\gamma_{Q,dst}$	1,5

Proračun je proveden za 1,0 m² građevne jame s ciljem određivanja minimalne debljine sloja tla poboljšanog mlaznim injektiranjem, koja osigurava stabilnost građevne jame na uzgon.

$$V_{1m^2} = a \cdot b \cdot h = 1 \cdot 1 \cdot (6,3 + z) = (6,3 + z) m^3$$

- jedinični volumen građevne jame (uronjeno)

$$U = V \cdot \gamma_w$$

- sila uzgona

$$\gamma_w = 10 kN/m^3$$

- zapreminska težina vode

$$U = V_{1m^2} \cdot \gamma_w = (6,3 + z) \cdot 10 = 63 + 10z kN$$

- sila uzgona

Da bi građevna jama bila stabilna na uzgon težina tla poboljšanog mlazno injektiranim stupnjacima mora biti veća od uzgona.

$$\gamma_{stupnjak} = 20,0 kN/m^3$$

-zapreminska težina mlazno injektiranih stupnjaka

$$G_{nadsloj} = \gamma_{stupnjak} \cdot z$$

- težina mlazno injektiranih stupnjaka

$$1,1 \cdot U < 0,9 \cdot G_{nadsloj}$$

- uvjet stabilnosti na uzgon

$$69,3 + 11 \cdot z \leq 18 \cdot z$$

$$69,3 \leq 7 \cdot z$$

$$9,9 \leq z$$

- minimalna potrebna duljina mlazno injektiranih stupnjaka

Projektna minimalna debljina tla poboljšanog mlazno injektiranim čepom iznosi $h_{p,min} = 10,00 m$.

$$h_{p,min} \geq h_{min}(z)$$

- kriterij stabilnosti

$$10,00 m \geq 9,9 m$$

- zadovoljen je uvjet stabilnosti



4.2.2 NAPONSKO-DEFORMACIJSKA ANALIZA PRIVREMENE POTPORNE KONSTRUKCIJE ZA ZAŠTITU GRAĐEVNE JAME UPUSNE USTAVE I KRILNIH ZIDOVA

4.2.2.1 Uvod

Naponsko – deformacijska analiza zaštite građevne jame upusne ustave provedena je metodom konačnih elemenata pri čemu su izračunati pomaci i rezne sile na potpornoj konstrukciji. Proračun je proveden 2D ravninskim modelom u računalnom programu Plaxis za granično stanje uporabljivosti i granično stanje nosivosti. Proračun za granično stanje uporabivosti proveden je s nefaktoriziranim stalnim djelovanjem na temeljno tlo i s karakterističnim parametrima tla. Proračun za granično stanje nosivosti proveden je s faktoriziranim stalnim djelovanjem na temeljno tlo i proračunskim parametrima tla prema EC7 PP3. Budući da se naponsko-deformacijska analiza provodi za privremenu zaštitu građevne jame upusne ustave, nisu potrebni proračuni za potresnu proračunsku situaciju.

4.2.2.2 Parametri materijala

Tablica karakterističnih vrijednosti parametara materijala za proračun u programu Plaxis:

	(1) GLINA NISKE DO VISOKE PLASTIČNOS TI	(2) ŠLJUNAK, DOBRO GRADUIRAN	(3) GLINA VISOKE PLASTIČNOS TI	(4) ŠLJUNAK, DOBRO GRADUIRA N	(5) PRAH, NISKE DO VISOKE PLASTIČNOST I	(6) MLAZNO INJEKTIRANI STUPNJACI
Materijal model	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil
Materijal type	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
	CH-CL	GW_1	CH	GW_2	MH-ML	JET
Zapreminska težina γ (kN/m ³)	20,0	20,0	18,0	20,0	20,0	19,5
Efektivna čvrstoća c' (kPa)	15,0	0,5	12,0	0,5	15,0	50,0
Efektivni kut unutrašnjeg trenja φ' (°)	19,0	33,0	15,0	40,0	21,0	36,0
Modul stižljivosti E_{50}^{ref} , E_{oed}^{ref} (MPa)	8,0	11,4	5,0	25,0	17,0	1000,0
Povratni modul elastičnosti E_{ur} (MPa)	24,0	34,2	15,0	75,0	51,0	3000,0



	(1) GLINA NISKE DO VISOKE PLASTIČNOS TI	(2) ŠLJUNAK, DOBRO GRADUIRAN	(3) GLINA VISOKE PLASTIČNOS TI	(4) ŠLJUNAK, DOBRO GRADUIRA N	(5) PRAH, NISKE DO VISOKE PLASTIČNOST I	(6) MLAZNO INJEKTIRANI STUPNJACI
Materijal model	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil
Materijal type	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
	CH-CL	GW_1	CH	GW_2	MH-ML	JET
Bezdimenzijski koeficijent m	0,9	0,5	0,9	0,5	0,8	0,5
Vodopropusnost k (m/s)	1e-10	1e-4	1e-10	1e-4	1e-9	1e-7
Poissonov koeficijent za rasterećenje ν_{ur}	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Tablica proračunskih vrijednosti parametara materijala za proračun u programu Plaxis:

	(1) GLINA NISKE DO VISOKE PLASTIČNOS TI	(2) ŠLJUNAK, DOBRO GRADUIRAN	(3) GLINA VISOKE PLASTIČNOS TI	(4) ŠLJUNAK, DOBRO GRADUIRA N	(5) PRAH, NISKE DO VISOKE PLASTIČNOS TI	(6) MLAZNO INJEKTIRANI STUPNJACI
Materijal model	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil
Materijal type	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
	CH-CL	GW_1	CH	GW_2	MH-ML	JET
Zapreminska težina γ (kN/m ³)	20,0	20,0	18,0	20,0	20,0	19,5
Efektivna čvrstoća c' (kPa)	12,0	0,4	9,6	0,4	12,0	40,0
Efektivni kut unutrašnjeg trenja ϕ' (°)	15,4	27,45	12,1	33,87	17,07	30,17
Modul stišljivosti E_{50}^{ref} ; E_{oed}^{ref} (MPa)	8,0	11,4	5,0	25,0	17,0	1000,0
Povratni modul elastičnosti E_{ur} (MPa)	24,0	34,2	15,0	75,0	51,0	3000,0



	(1) GLINA NISKE DO VISOKE PLASTIČNOSTI	(2) ŠLJUNAK, DOBRO GRADUIRAN	(3) GLINA VISOKE PLASTIČNOSTI	(4) ŠLJUNAK, DOBRO GRADUIRAN	(5) PRAH, NISKE DO VISOKE PLASTIČNOSTI	(6) MLAZNO INJEKTIRANI STUPNJACI
Materijal model	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil
Materijal type	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
	CH-CL	GW_1	CH	GW_2	MH-ML	JET
Bezdimenzionalni koeficijent m	0,9	0,5	0,9	0,5	0,8	0,5
Vodopropusnost k (m/s)	1e-10	1e-4	1e-10	1e-4	1e-9	1e-7
Poissonov koeficijent za rasterećenje ν_{ur}	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

4.2.2.3 Određivanje krutosti potporne konstrukcije

4.2.2.3.1 Čelične talpe

Potporna konstrukcija na sjevernom dijelu građevne jame sastoji se od čeličnih talpi kontinuirano izvedenih duž građevne jame.

Profil	Elastični otporni moment ¹⁾ W_y cm ³	Plastični otporni moment ²⁾ W_y cm ³	Vlastita težina kg/m	Površina poprečnog presijeka cm ²	Obim ²⁾ cm	Površina na koju se nanosi sloj ³⁾ m ² /m	Statički moment cm ³	Površinski moment 2. stepena I_y cm ⁴	Radijus inercije i_y cm	Klasifikacija prema ENV 1993-5			
										S 240 GP	S 355 GP	S 430 GP	
LARSEN 605													
	po m pregrade	2020	2340	139,2	177,3	290	2,90	1170	42420	15,47	2	2	3
	po E	520		83,5	106,4	200	1,88	–	7910	8,62	–	–	–
	po D	2420		167,0	212,8	374	3,62	–	50900	15,47	–	–	–
	po Dr	2790		250,5	319,2	548	5,36	–	70510	14,86	–	–	–

	Otporni moment		Vlastita težina		Površinski moment 2. stepena I_y cm ⁴ /m	Debljina leđa t	Debljina pregrade s	Visina pregrade h	Širina profila b
	W_y ¹⁾ cm ³ /m	cm ³ /	kg/m ²	kg/m					
	Pregrada	Pojed. talpe	Pregrada	Pojed. talpe	Pregrada	mm	mm	mm	mm
LARSEN 605	2020	520	139,2	83,5	42420	12,5	9,0	420	600



Zbog položaja neutralne osi talpi pretpostavlja se djelomično sprezanje uslijed djelovanja trenja na spojevima (bravicama) između talpi u iznosu od 70 % od punog sprezanja. Računska krutost čeličnih talpi reducirana je za 30 %. Čelične talpe karakteristika poput talpi Larssen 605 zadane su sa sljedećim karakteristikama (A_R i I_R):

	A_S	I_S	EA_S	EI_S	A_R	I_R	EA_R	EI_R
	[m ²]	[m ⁴]	[kN]	[kNm ²]	[m ²]	[m ⁴]	[kN]	[kNm ²]
ČELIČNE TALPE	$1,77 \cdot 10^{-2}$	$4,24 \cdot 10^{-4}$	$3,54 \cdot 10^6$	$8,48 \cdot 10^4$	$1,24 \cdot 10^{-2}$	$2,97 \cdot 10^{-4}$	$2,48 \cdot 10^6$	$5,94 \cdot 10^4$

4.2.2.3 Čelične razupore

Čelične razupore definirane su površinom poprečnog presjeka, razmakom između razupora i ekvivalentnom duljinom razupora.

	A_S površina p.p. [m ²]	E [kN/m ²]	EA_S [kN]	L razmak [m]	Ekvivalentna duljina [m]
RM1	9,1E-03	2,1 E+08	7,64E+05	5,9	7,73

4.2.2.4 Djelovanja na privremenu potporna konstrukciju

Kako bi se dokazala globalna stabilnost iskopa, uz rub iskopa uključeno je pokretno opterećenje strojem za izvođenje privremene potporne konstrukcije, s karakterističnim vrijednostima za GSU i proračunskim vrijednostima za GSN. Pokretno opterećenje u GSN faktorizirano je prema EC7 PP3 s parcijalnim faktorom $\gamma_Q=1,5$. Vrijednosti djelovanja na privremenu potporna konstrukciju prikazane su u tablici:

		RM1	
		GSU	GSN
p	kN/m ²	15,0	22,5

gdje je:

p opterećenje strojem za izvođenje potporne konstrukcije

Potrebno je osigurati radove u građevnoj jami u suhim uvjetima za razinu podzemne vode na koti 108,5 m n.m. koja ovisi o vodostaju rijeke Korane.

4.2.2.5 Računski model

Naponsko - deformacijske analize provedene su na računskom modelu koji predstavlja poprečni presjek građevne jame središnjeg dijela ustave:

RM1 - poprečni presjek građevne jame s potpornom konstrukcijom od čeličnih talpi i jednog reda kutnih razupora (sjeveroistočna i jugozapadna ploha privremene potporne konstrukcije)

Razmak između pozicije pridržanja kutnih razupora na sjeverozapadnoj i jugoistočnoj plohi privremene potporne konstrukcije iznosi $s_1=5,00$ m, dok na sjeveroistočnoj i jugozapadnoj iznosi $s_1=5,9$ m. Sjeveroistočna i jugozapadna ploha potporne konstrukcije stoga su mjerodavne za proračun te su

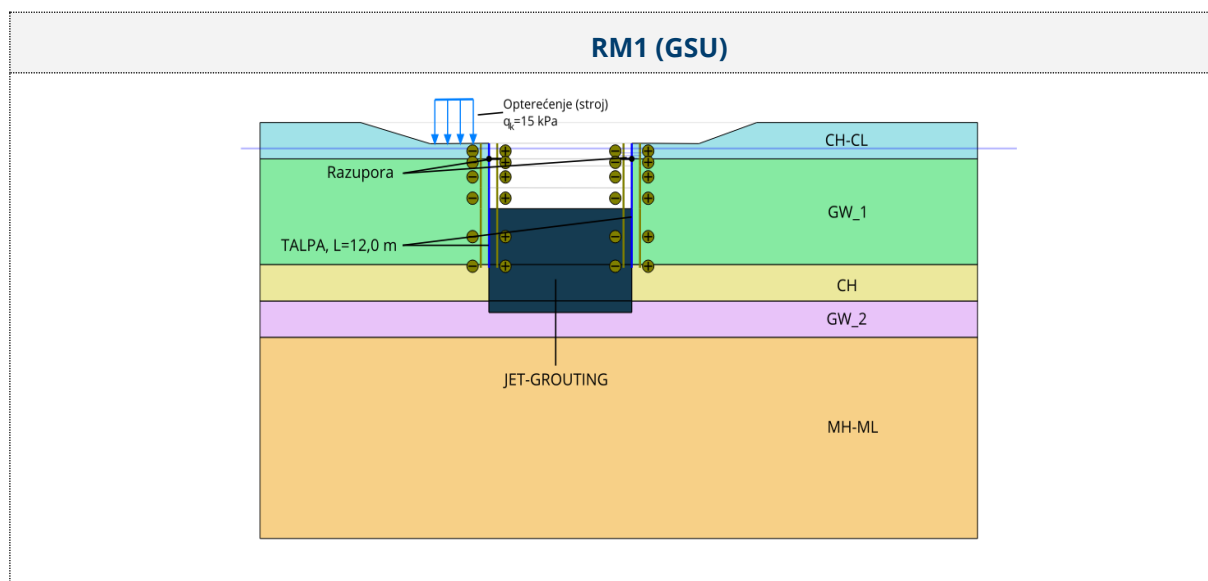


modelirane u računskom modelu RM1.

Građevna jama za izvedbu slapišta s krilnim zidovima manjih je dimanzija od građevne jame središnjeg dijela ustave te je dimenzionirana kao i prva građevna jama, što je na strani sigurnosti.

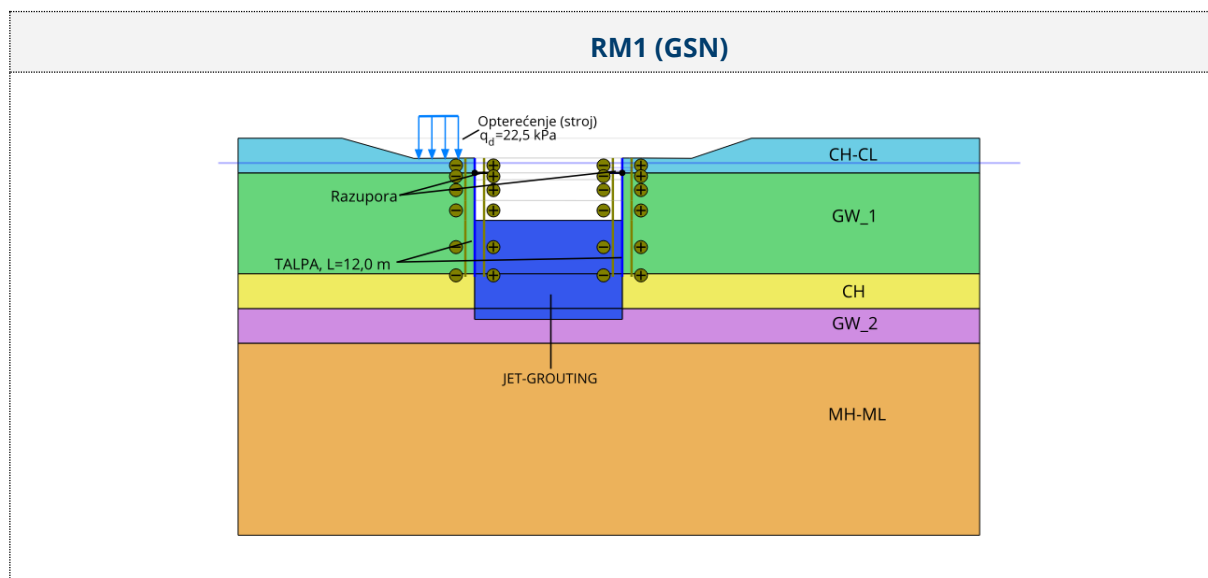
Računski model RM1 (GSU)

Kota dna građevne jame iznosi -6,3 m od kote terena (vrh radnog platoa 109,0 m n.m.). Potporna konstrukcija sastoji se od čeličnih talpi i jednog reda kutnih razupora. Kutne razupore se nalaze 1,5 m ispod kote terena, a ugrađuju na osnim razmacima $s = 5,9$ m. Promjenjivo opterećenje je pokretno opterećenje strojem za izvođenje potporne konstrukcije za zaštitu građevne jame, s karakterističnim vrijednostima $P_k = 15$ kN/m². Geotehnički profil tla definiran je karakterističnim parametrima materijala tla.



Računski model RM1 (GSN)

Kota dna građevne jame iznosi -6,3 m od kote terena (vrh radnog platoa 109,0 m n.m.). Potporna konstrukcija sastoji se od čeličnih talpi i jednog reda kutnih razupora. Kutne razupore se nalaze 1,5 m ispod kote terena, a ugrađuju na osnim razmacima $s = 5,9$ m. Promjenjivo opterećenje je pokretno opterećenje strojem za izvođenje potporne konstrukcije za zaštitu građevne jame, s karakterističnim vrijednostima $P_d = 22,5$ kN/m². Geotehnički profil tla definiran je proračunskim parametrima materijala tla.





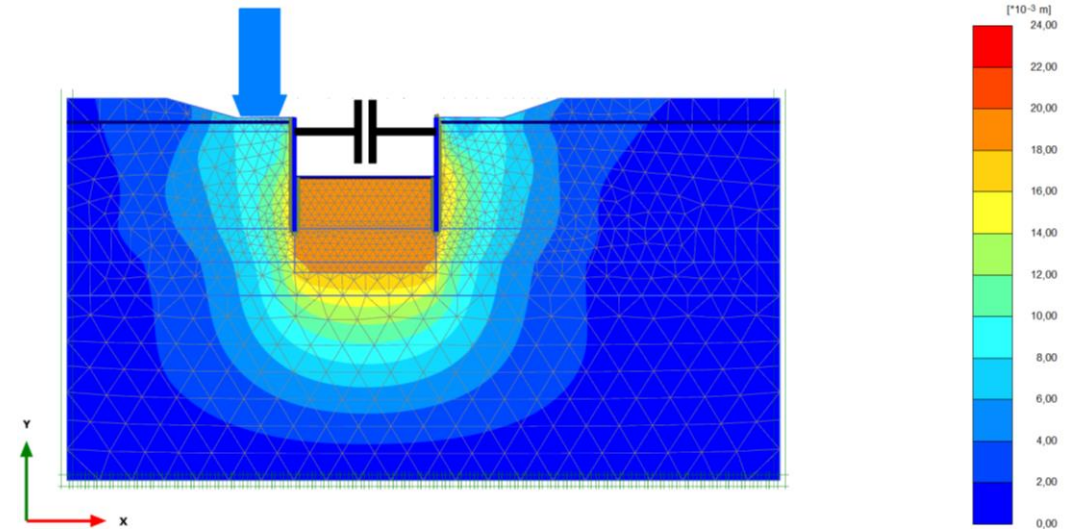
4.2.2.6 Projektne situacije

Oznaka	Projektna situacija
S1	Konačni iskop do dubine 6,3 m – karakteristični parametri (GSU) Iskop dubine 6,3 m. Razina vode je na 108,5 m n.m. Proračunom je provedena drenirana analiza. Promatra se iznos pomaka potporne konstrukcije uslijed iskopa građevne jame za granično stanje uporabivosti.
S2	Konačni iskop do dubine 6,3 m – proračunski parametri (GSN) Iskop dubine 6,3 m. Razina vode je na 108,5 m n.m. Proračunom je provedena drenirana analiza. Promatra se iznos reznih sila privremene potporne konstrukcije uslijed iskopa građevne jame za granično stanje nosivosti.

4.2.2.7 Rezultati naponsko - deformacijske analize

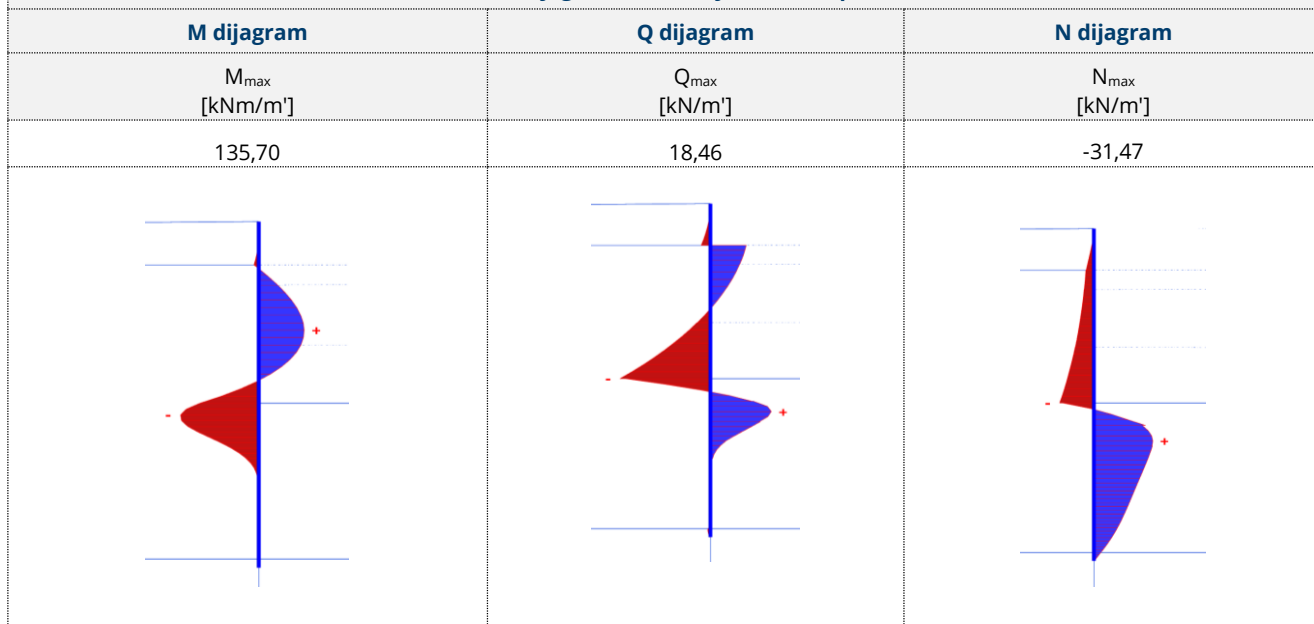
4.2.2.7.1 RM1 – S1

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Napomena
1	RM1-S1	Ukupni iskop dubine 6,3 m – karakteristični parametri	Prikaz modela Iskop 6,3 m građevne jame. Razina podzemne vode je na 108,5 m n.m. Proračunom je provedena drenirana analiza. Prikazani su horizontalni pomaci temeljnog tla.



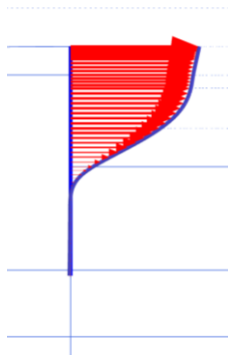


RM1-S1: Dijagrami unutarnjih sila u talpama



RM1-S1

Horizontalni pomaci talpe $u_{MAX}=1,35$ cm



RM1-S1: Razupore N dijagram

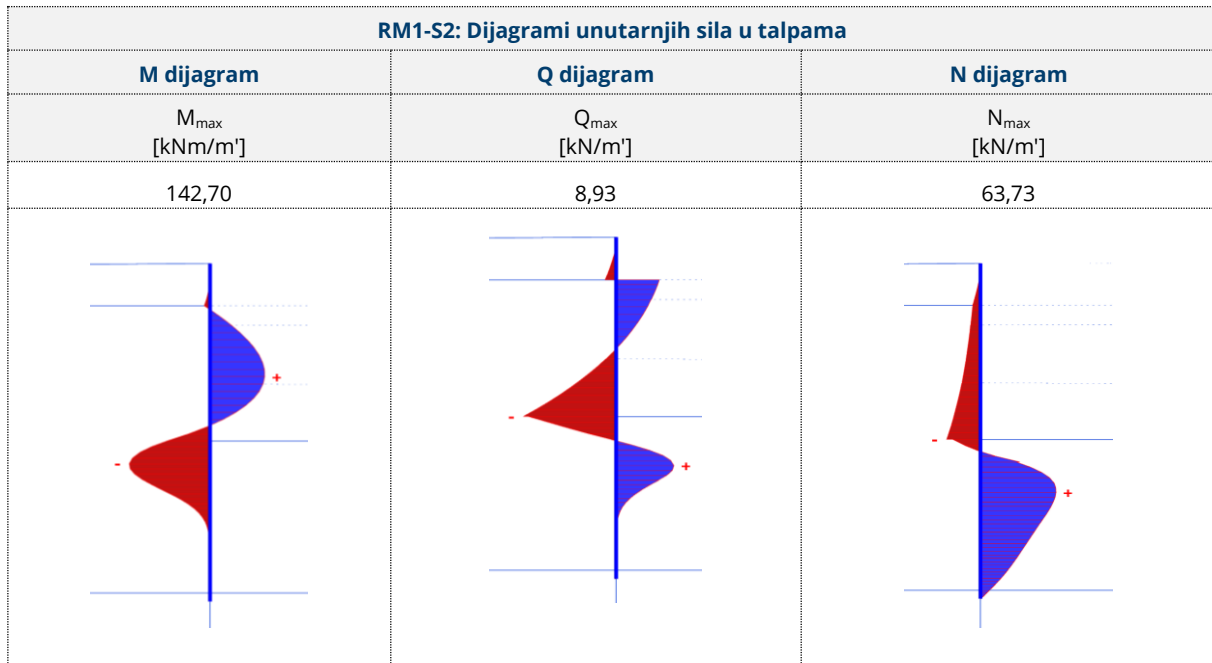
$N_{MAX} = -481,02$ kN

Structural element	X [m]	Y [m]	N [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
FixedEndAnchor_1_1	23,900	107,500	-481,061	-481,061	0,000

Structural element	X [m]	Y [m]	N [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
FixedEndAnchor_2_1	38,800	107,500	-448,018	-448,018	0,000



4.2.2.7.2 RM1 - S2



RM1-S2: Razupore N dijagram

$N_{MAX} = -564,77$ kN

Structural element	X [m]	Y [m]	N [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
FixedEndAnchor_1_1	23,900	107,500	-564,771	-564,771	0,000

Structural element	X [m]	Y [m]	N [kN]	N_{min} [kN]	N_{max} [kN]
FixedEndAnchor_2_1	38,800	107,500	-541,848	-541,848	0,000

4.2.2.8 Zaključak uz naponsko - deformacijsku analizu

Izvršena je naponsko - deformacijska analiza na računskom modelu RM1 koji opisuje građevnu jamu za vrijeme izvođenja. Numeričkom analizom su dobiveni maksimalni očekivani pomaci i maksimalne očekivane rezne sile u elementima prema kojima će se izvršiti dimenzioniranje potporne konstrukcije.

4.2.3 DIMENZIONIRANJE ELEMENATA PRIVREMENE POTPORNE KONSTRUKCIJE

Provedeno je dimenzioniranje dijelova privremene potporne konstrukcije:

1. Čelične talpe
2. Vezne grede za kutne razupore
3. Kutne razupore



4.2.3.1 Dimenzioniranje čeličnih talpi

Proračun nosivosti proveden je za metar dužni potporne konstrukcije od čeličnih talpi

Dimenzioniranje čeličnih talpi provedeno je za mjerodavne rezne sile, dobivene naponsko-deformacijskom analizom provedenom u programu Plaxis, prikazane u poglavlju 4.2.2.7. Za dimenzioniranje poprečnog presjeka mjerodavan je najveći moment savijanja i pripadna poprečna sila. Vrijednosti reznih sila dobivenih proračunom za granično stanje uporabivosti faktorizirane su prema EC7 proračunski pristup PP3 faktorom sigurnosti $\gamma_G=1,35$.

Proračunske vrijednosti najvećeg momenta savijanja i pripadne poprečne sile u talpi prikazane su u tablici:

RM1			
Rezne sile	Mj. jedinica	RM1-S1 (GSU)	RM1-S2 (GSN)
$M_{max,d}$	kNm/m'	183,20	142,7
$Q_{pripadno,d}$	kN/m'	24,92	63,73

Iz tablice iznad vidljivo je da je vrijednost najvećeg momenta savijanja $M_{max,d} = 183,20$ kNm/m'. Stoga je navedeni moment savijanja mjerodavan za dimenzioniranje čeličnih talpi.

Dimenzioniranje čeličnih talpi provedeno je prema EC3:

Karakteristika čelika S 355:

$$f_y = 355 \text{ N/mm}^2 = 3,55 \cdot 10^5 \text{ kN/m}^2$$

Geometrijske karakteristike čeličnih talpi (po metru dužnom zida):

$A = 177,3 \text{ cm}^2 = 1,77 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{m}$	površina poprečnog presjeka
$A_{reducirano} = 0,7 \cdot A = 1,24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{m}$	reducirana površina poprečnog presjeka
$W_y = 2,02 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}$	moment inercije
$W_{y, reducirano} = 0,7 \cdot W_y = 1,41 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}$	reducirani moment inercije

Dokaz nosivosti na djelovanje momenta savijanja:

$$M_{Rd} = \frac{W_{y, reducirano} \cdot f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{1,41 \cdot 10^{-3} \cdot 3,55 \cdot 10^5}{1,1} = 455,05 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{max,d} = 183,20 \text{ kNm/m} \quad - \text{ najveća vrijednost dobivena naponsko-deformacijskom analizom}$$

$$M_{Sd} = M_{max,d} = 183,20 \text{ kNm/m'}$$

$$M_{Sd} \leq M_{Rd} \quad (\text{uvjet nosivosti):}$$

$$183,20 \text{ kN/m' } < 455 \text{ kN/m' } \quad \rightarrow \text{ zadovoljava}$$

Dokaz nosivosti na djelovanje pripadne poprečne sile:

$$Q_{Rd} = A_{reducirano} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{Mo}} = 1,24 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{3,55 \cdot 10^5}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 2312,45 \text{ kN/m'}$$

$$Q_{pripadno} = 24,92 \text{ kN/m' } \quad - \text{ pripadna vrijednost za } M_{max} \text{ iz naponsko-deformacijske analize}$$

$$Q_{Sd} = Q_{pripadno,d} = 24,92 \text{ kN/m'}$$

$$Q_{Sd} \leq Q_{Rd} \quad (\text{uvjet nosivosti):}$$



$$24,92 \text{ kN/m}' < 2312,45 \text{ kN/m}'$$

→ zadovoljava

Rezultati dimenzioniranja čeličnih talpi pokazuju da odabrani elementi potporne konstrukcije zadovoljavaju uvjete proračuna u kontekstu proračunskih pretpostavki.

Odabrane čelične talpe imaju sljedeće karakteristike:

	A_s	I_s	EA_s	EI_s	A_R	I_R	EA_R	EI_R
	[m ²]	[m ⁴]	[kN]	[kNm ²]	[m ²]	[m ⁴]	[kN]	[kNm ²]
ČELIČNE TALPE	$1,77 \cdot 10^{-2}$	$4,24 \cdot 10^{-4}$	$3,55 \cdot 10^6$	$8,48 \cdot 10^4$	$1,24 \cdot 10^{-2}$	$2,97 \cdot 10^{-4}$	$2,48 \cdot 10^6$	$5,94 \cdot 10^4$

4.2.3.2 Dimenzioniranje vezne grede i razupore

4.2.3.2.1 Uvod

Vrijednosti reznih sila dobivenih proračunom za granično stanje uporabivosti faktorizirane su prema EC7 proračunski pristup PP3 faktorom sigurnosti $\gamma_G=1,35$.

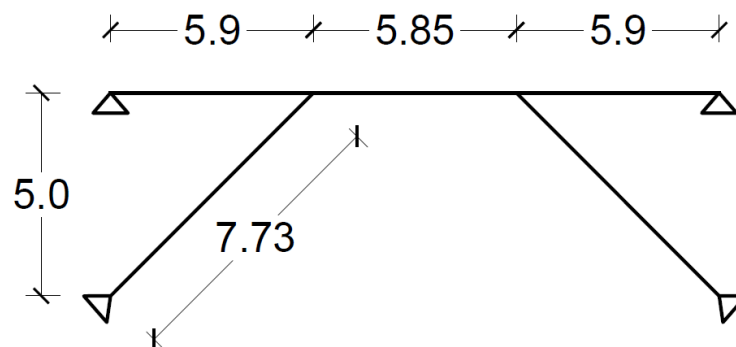
Proračunske vrijednosti uzdužne sile u razupori/kutnoj razupori prikazane su u tablici:

Sila u kutnoj razupori		RM1	
		RM1-S1 (GSU)	RM1-S2 (GSN)
$N_{1,d}$	[kN]	649,43	564,77
$N_{2,d}$	[kN]	604,83	541,85

Iz tablice iznad vidljivo je da je vrijednost uzdužne sile maksimalna u razupori $N_{1,d} = 649,43$ kN. Stoga je navedena sila mjerodavna za dimenzioniranje elemenata podupiranja potporne konstrukcije.

4.2.3.2.2 Vezna greda za kutne razupore

Vezna greda je zadana kao greda s tri polja. Rubni ležajevi predstavljaju rub potporne konstrukcije, a štapovi predstavljaju kutne razupore.

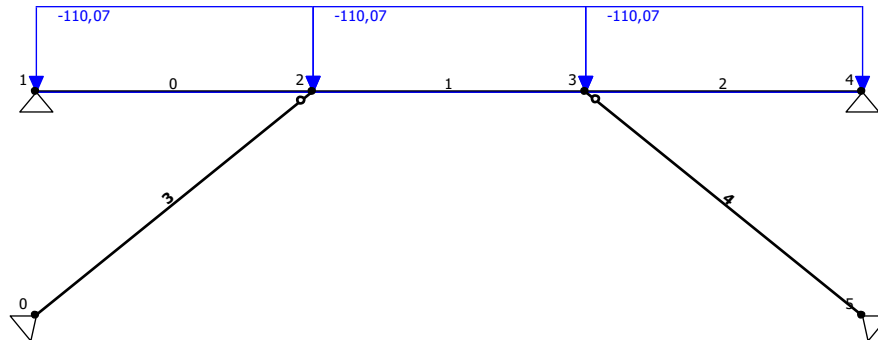


Proračunsko djelovanje na gredu je definirano iz rezultata naponsko-deformacijske analize prikazanih u tablici u poglavlju 4.2.3.2.1. Odabrana je maksimalna vrijednost uzdužne sile u razupori/kutnoj razupori:

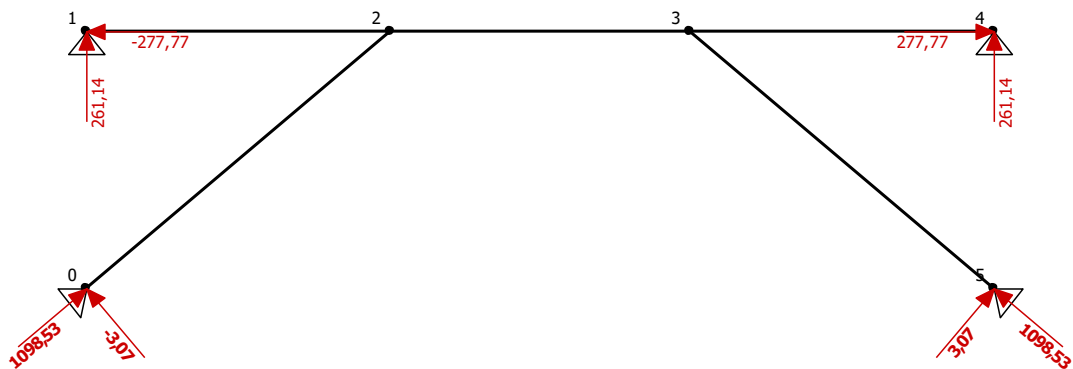


$$q_a = F_{razupora}^{plaxis} = -649,43 \text{ kN} / 5,90 \text{ m} = -110,07 \text{ kN/m}$$

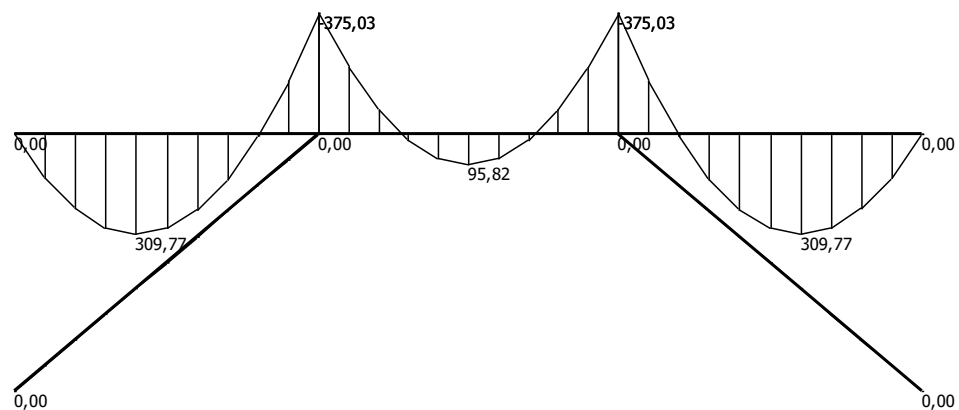
Shema opterećenja:



Reakcije na ležajevima (kN):

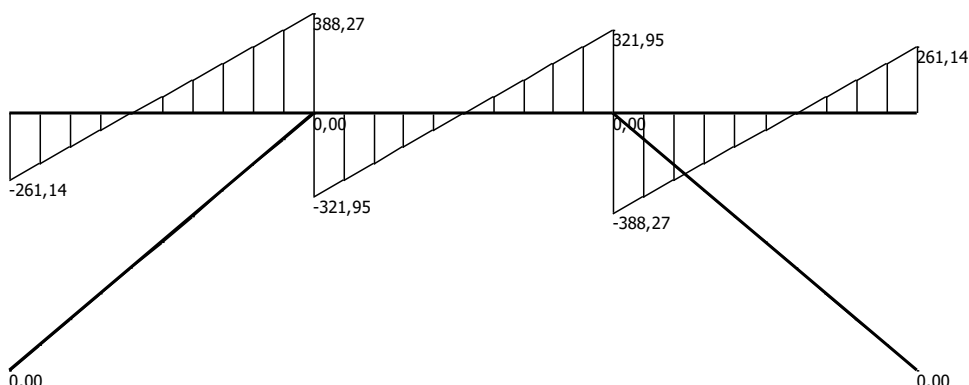


Dijagram momenta (kNm):

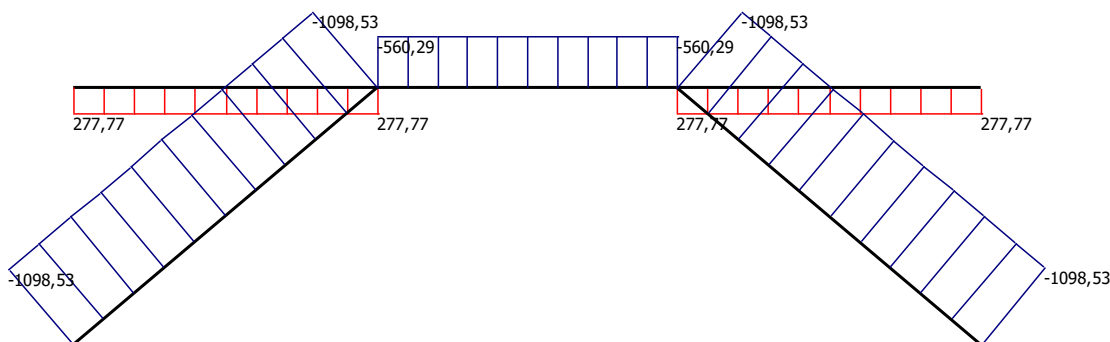




Dijagram poprečnih sila (kN):



Dijagram uzdužnih sila (kN):



Dimenzioniranje vezne grede je provedeno za najveći moment savijanja i pripadnu poprečnu silu, čije su vrijednosti proračunske budući da je djelovanje na statički sustav zadano kao faktorizirana vrijednost.

$$M_{sd} = M_{max} = -375,03 \text{ kNm}$$

$$Q_{sd} = Q_{pripadno} = (388,27 + 321,95) = 710,22 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = N_{pripadno} = (560,29 + 277,77) = -838,06 \text{ kN}$$

MATERIJAL

$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$
 $f_u = 510 \text{ N/mm}^2$
 $\epsilon = 0,814$
 $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $G = 80777 \text{ N/mm}^2$
 $\nu = 0,3$

REZNE SILE

$N_{sd} = -838,06 \text{ kN}$
 $V_{z, sd} = 710,22 \text{ kN}$
 $M_{y, sd} = 375,03 \text{ kNm}$

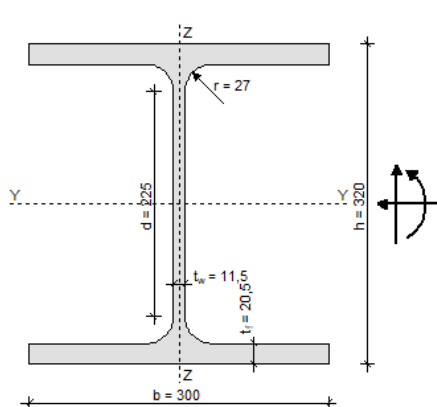
PARC. FAKTORI SIG.

$\gamma_{M0} = 1,1$
 $\gamma_{M1} = 1,1$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

PARAMETRI

$A = 161,300 \text{ cm}^2$
 $A_y = 127,400 \text{ cm}^2$
 $A_z = 51,800 \text{ cm}^2$
 $I_y = 30820,000 \text{ cm}^4$
 $W_y = 1926,500 \text{ cm}^3$
 $W_{ply} = 2149,200 \text{ cm}^3$
 $i_y = 13,800 \text{ cm}$
 $I_z = 9238,800 \text{ cm}^4$
 $W_z = 615,900 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 939,100 \text{ cm}^3$
 $i_z = 7,600 \text{ cm}$
 $I_t = 225,100 \text{ cm}^4$
 $I_{\omega} = 2068712,000 \text{ cm}^6$

HE 320 B





KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

HRBAT

$$\frac{d}{t_w} = 19,57 \leq \frac{396}{13 \cdot \alpha - 1} \cdot \varepsilon = 26,85, \quad \alpha = 1,00 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POJASNICA

$$\frac{c}{t_f} = 7,32 \leq 10 \cdot \varepsilon = 8,14 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POPREČNI PRESJEK JE SVRSTAN U **KLASU 1**

OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

UZDUŽNA SILA N_{Sd}

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \mathbf{5205,59 \text{ kN}} \geq N_{Sd} = 838,06 \text{ kN}$$

MOMENT SAVIJANJA $M_{y,Sd}$

$$M_{y,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \mathbf{693,61 \text{ kNm}} \geq M_{y,Sd} = 375,03 \text{ kNm}$$

POPREČNA SILA $V_{z,Sd}$

$$\frac{d}{t_w} = 19,57 \leq 69 \cdot \varepsilon = 56,14$$

⇒ provjera izbočavanja hrpta nije potrebna

$$V_{z,Rd} = \frac{A_{v,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \mathbf{965,17 \text{ kN}} \geq V_{z,Sd} = 710,22 \text{ kN}$$

INTERAKCIJA M - N - V

$$\rho = \left(2 \cdot \frac{V_{z,Sd}}{V_{z,Rd}} - 1 \right)^2 = 0,222$$

$$\frac{M_{n,v,y,Rd}}{M_{y,Rd}} = 1 - \rho = 0,778 \Rightarrow M_{n,v,y,Rd} = 539,28 \text{ kNm}$$

$$M_{n,v,y,Rd} = \mathbf{539,28 \text{ kNm}} \geq M_{y,Sd} = 375,03 \text{ kNm}$$

OTPORNOST ELEMENTA

UZDUŽNA TLAČNA OTPORNOST

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 76,41, \quad \beta_A = 1,00$$

OS Y-Y

$$I_{yy} = 100 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{yy}}{I_{yy}} = 7,25$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \cdot \sqrt{\beta_A} = 0,095$$

$$h/b = 1,07 \leq 1,2$$

$$t_f = 20,5 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm}$$

LINIJA IZVIJANJA **b**

$$\chi_y = 1,0374$$

OS Z-Z

$$I_{zz} = 413 \text{ cm}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{zz}}{I_{zz}} = 54,34$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \cdot \sqrt{\beta_A} = 0,711$$

LINIJA IZVIJANJA **c**

$$\chi_z = 0,7177$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{\min} \cdot N_{c,Rd} = \mathbf{3736,28 \text{ kN}} \geq N_{Sd} = 838,06 \text{ kN}$$



OTPORNOST NA BOČNO IZVIJANJE

$$g = -0,5 \text{ cm}, L = 590 \text{ cm}$$

$$k = 1,0, k_w = 1,0, C_1 = 1,132, C_2 = 0,459$$

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k \cdot L)^2} \cdot \left(C_2 \cdot g + \sqrt{\frac{k^2}{k_w^2} \cdot \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot g)^2} \right)$$

$$M_{cr} = 1452,01 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{\beta_w \cdot W_{ply} \cdot f_y}{M_{cr}}} = 0,725 > 0,4$$

$$\text{MJERODANVA LINIJA IZVIJANJA } a \Rightarrow \chi_{LT} = 0,8357$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{\beta_w \cdot W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 579,68 \text{ kNm} \geq M_{y,Sd} = 375,03 \text{ kNm}$$

INTERAKCIJA M - N BEZ BOČNOG IZVIJANJA

$$\beta_{M,y} = 1,400$$

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y \cdot (2 \cdot \beta_{My} - 4) + \left(\frac{W_{ply} - W_y}{W_y} \right) = 0,002 \leq 0,9$$

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y \cdot N_{Sd}}{\chi_y \cdot A \cdot f_y} = 1,000 \leq 1,5$$

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_{min} \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} + \frac{k_y \cdot M_{y,Sd}}{\frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} = 0,696 \leq 1$$

INTERAKCIJA M - N S BOČNIM IZVIJANJEM

$$\beta_{M,LT} = 1,400$$

$$\mu_{LT} = \bar{\lambda}_{LT} \cdot (2 \cdot \beta_{MLT} - 4) + \left(\frac{W_{pLLT} - W_{LT}}{W_{LT}} \right) = -0,001 \leq 0,9$$

$$k_{LT} = 1 - \frac{\mu_{LT} \cdot N_{Sd}}{\chi_{LT} \cdot A \cdot f_y} = 1,000 > 1,0 \Rightarrow k_{LT} = 1,0$$

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_z \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} + \frac{k_{LT} \cdot M_{y,Sd}}{\chi_{LT} \cdot \frac{W_{ply} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} = 0,871 \leq 1$$

4.2.3.2.3 Kutna razupora

Dimenzioniranje kutne razupore provedeno je za uzdužnu silu u kutnoj razupori dobivenu statičkim proračunom u poglavlju 4.2.3.2.2:

Kutna razupora	Uzdužna sila u kutnoj razupori (kN)	Duljina kutne razupore (m)
Kutna razupora karakteristika poput HEB 280	-1098,53	7,73

Vrijednost uzdužne sile je proračunska budući da je djelovanje na statički sustav zadano kao faktorizirana vrijednost.



$$N_{Sd} = N = -1098,53 \text{ kN}$$

MATERIJAL

$$\begin{aligned} f_y &= 355 \text{ N/mm}^2 \\ f_u &= 510 \text{ N/mm}^2 \\ \varepsilon &= 0,814 \\ E &= 210000 \text{ N/mm}^2 \\ G &= 80777 \text{ N/mm}^2 \\ \nu &= 0,3 \end{aligned}$$

REZNE SILE

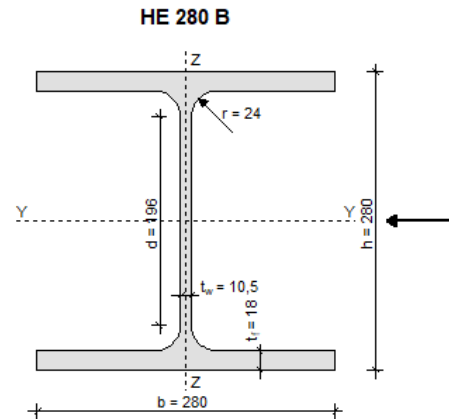
$$N_{Sd} = -1098,53 \text{ kN}$$

PARC. FAKTORI SIG.

$$\begin{aligned} \gamma_{M0} &= 1,1 \\ \gamma_{M1} &= 1,1 \\ \gamma_{M2} &= 1,25 \end{aligned}$$

PARAMETRI

$$\begin{aligned} A &= 131,400 \text{ cm}^2 \\ A_y &= 104,400 \text{ cm}^2 \\ A_z &= 41,100 \text{ cm}^2 \\ I_y &= 19270,000 \text{ cm}^4 \\ W_y &= 1376,400 \text{ cm}^3 \\ W_{ply} &= 1534,400 \text{ cm}^3 \\ i_y &= 12,100 \text{ cm} \\ I_z &= 6594,500 \text{ cm}^4 \\ W_z &= 471,000 \text{ cm}^3 \\ W_{plz} &= 717,600 \text{ cm}^3 \\ i_z &= 7,100 \text{ cm} \\ I_t &= 143,700 \text{ cm}^4 \\ I_\omega &= 1130154,800 \text{ cm}^6 \end{aligned}$$



KLASIFIKACIJA POPREČNOG PRESJEKA

HRBAT

$$\frac{d}{t_w} = 18,67 \leq 33 \cdot \varepsilon = 26,85 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POJASNICA

$$\frac{c}{t_f} = 7,78 \leq 10 \cdot \varepsilon = 8,14 \Rightarrow \text{KLASA 1}$$

POPREČNI PRESJEK JE SVRSTAN U **KLASU 1**

OTPORNOST POPREČNOG PRESJEKA

UZDUŽNA SILA N_{Sd}

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 4240,64 \text{ kN} \geq N_{Sd} = 1098,53 \text{ kN}$$

OTPORNOST ELEMENTA

UZDUŽNA TLAČNA OTPORNOST

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 76,41, \beta_A = 1,00$$

OS Y-Y

$$I_{yy} = 773 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{I_{yy}}{i_y} = 63,88$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \cdot \sqrt{\beta_A} = 0,836$$

$$h/b = 1,00 \leq 1,2$$

$$t_f = 18 \text{ mm} \leq 100 \text{ mm}$$

LINIJA IZVIJANJA **b**

$$\chi_y = 0,7019$$

OS Z-Z

$$I_{zz} = 773 \text{ cm}$$

$$\lambda_z = \frac{I_{zz}}{i_z} = 108,87$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \cdot \sqrt{\beta_A} = 1,425$$

LINIJA IZVIJANJA **c**

$$\chi_z = 0,3402$$

$$N_{b,Rd} = \chi_{\min} \cdot N_{c,Rd} = 1442,47 \text{ kN} \geq N_{Sd} = 1098,53 \text{ kN}$$



4.3 PRORAČUN NOSIVOSTI TEMELJNOG TLA I SLIJEGANJE UPUSNE USTAVE

4.3.1 UVOD

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

A1 – proračunske vrijednosti djelovanja E_d

Djelovanje trajno nepovoljno + djelovanje prolazno nepovoljno – A1

$1,35 \cdot G$ (trajno djelovanje) + $1,50 \cdot Q$ (prolazno djelovanje)

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

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

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

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

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

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

Odabir parametara materijala

Tablica karakterističnih vrijednosti parametara materijala:

	JET GROUT	GW-2	MH-ML
Zapreminska težina γ (kN/m ³)	22	20	20
Efektivna kohezija c' (kPa)	50	0	15
Efektivni kut unutrašnjeg trenja ϕ' (°)	35	40	21
Edometarski modul stišljivosti M_s (MPa)	30000	25	17
Poissonov koeficijent ν	0,15	0,25	0,3



Tablica proračunskih vrijednosti parametara materijala:

	JET GROUT	GW-2	MH-ML
Zapreminska težina γ (kN/m ³)	22	20	20
Efektivna kohezija c' (kPa)	40	0	12
Efektivni kut unutrašnjeg trenja ϕ' (°)	29,3	33,9	17,1
Edometarski modul stišljivosti M_s (MPa)	30000	25	17
Poissonov koeficijent ν	0,15	0,25	0,3

4.3.2 DJELOVANJE NA TEMELJNO TLO

Razina podzemne vode uzeta je 10,0m ispod površine terena u proračunima s dreniranim uvjetima u tlu. Faktorizirana djelovanja na temeljno tlo na razini temeljne ploče preuzeta su iz mape VPB-TGP-20-0003– Upusna ustava, a odnose se na najnepovoljnije kombinacije za GSN i GSU, odnosno najveću uzdužnu silu s pripadajućim poprečnim silama i momentima:

Objekt	d (m)	L (L') (m)	B (B') (m)	A (m ²)	N _d (kN)	T _{dx} (kN)	T _{dy} (kN)	M _{dx} (kNm)	M _{dy} (kNm)
Središnji dio ustave – GSN	0,0	15,20	12,20	185,44	64967	-1461	-12009	64344	-16550
Slapište ustave - GSN	0,0	12,20	11,75	143,35	29142	0	-9332	35414	9812
Središnji dio ustave – GSU	0,0	15,20	12,20	185,44	52767	-1461	-8006	43062	-14578
Slapište ustave - GSU	0,0	12,20	11,75	143,35	25065	0	-6548	24577	7584

gdje su:

- d - dubina temeljenja,
- L - duljina temeljne stope,
- B - širina temeljne stope,
- A - površina temeljne stope,
- N_d - Faktorizirana maksimalna uzdužna sila u temeljnoj stopi N_{max} (kN),
- T_{dx}, T_{dy} - pripadajuće faktorizirane poprečne sile u temeljnoj stopi (kN),
- M_{dx}, M_{dy} - pripadajući faktorizirani momenti u temeljnoj stopi (kNm),

4.3.3 PROJEKTNE SITUACIJE

Proračun je proveden za odabrane najnepovoljnije projektne situacije:

R. br.	Projektna situacija	Napomena
1	GSN	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje – proračunski parametri
2	GSU	Slijeganje – drenirano stanje – karakteristični parametri



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

4.3.4 POJEDINAČNI PRIKAZ REZULTATA PRORAČUNA

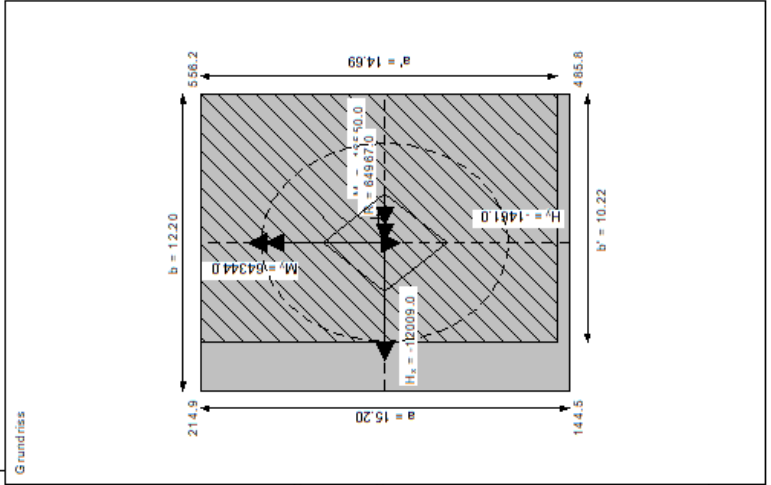
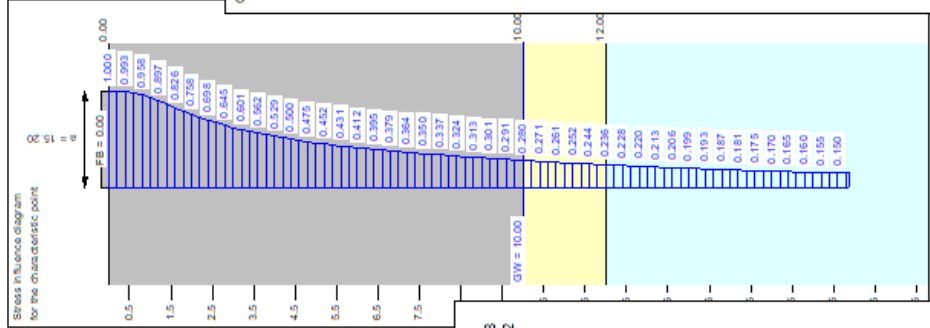
Rezultati proračuna nosivosti temeljnog tla prikazani su u nastavku:

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)	Napomena
1	RM1-S1	GSN	116726,0	64967,0	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje – računski parametri
2	RM2-S1	GSN	100380,0	29142,0	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje – računski parametri

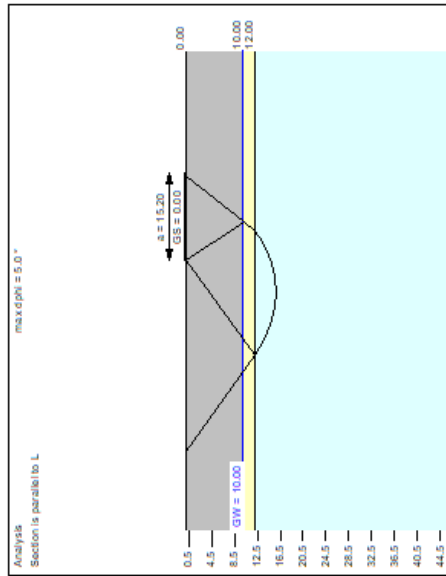


NOSIVOST SREDIŠNJEG DIJELA USTAVE

Basis for calculation:
Upušna ustava - srednji dio
Partial safety factor concept
 $\gamma(G) = 1.00$
 $\gamma(Q) = 1.00$
Footing base depth = 0.00 m
Groundwater = 10.00 m
Limiting depth of $p = 20.0$ %



Soil	γ [kN/m³]	γ^* [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	v [-]	Designation
1	22.0	12.0	29.3	40.0	3000.0	0.10	Jet-grout
2	20.0	10.0	33.9	0.0	25.0	0.30	GW-Z
3	20.0	10.0	17.1	12.0	17.0	0.30	MH-ML



Pad footing results:
 Loads = Permanent / Changeable
 Vertical load $F_{V,k} = 64967.00 / 0.00$ kN
 Horizontal force $F_{H,k,x} = -12009.00 / 0.00$ kN
 Moment $M_{k,x} = -18550.00 / 0.00$ kN * m
 Length L = 15.20 m
 Width B = 12.20 m
 Below permanent loads:
 Eccentricity $e_x = 0.990$ m
 Eccentricity $e_y = 0.255$ m
 Resultant is in 1st core dimen.
 Length L' = 14.69 m
 Width B' = 10.22 m
 Below total loads:
 Eccentricity $e_x = 0.990$ m
 Eccentricity $e_y = 0.255$ m
 Resultant is in 1st core dimen.
 Length L' = 14.69 m
 Width B' = 10.22 m
 Bearing capacity:
 Partial FOS (bearing capacity) $\gamma_{GR} = 1.00$
 $G_{k,x} / G_{k,y} = 777.5 / 777.5$ kN/m²
 $R_k = 118725.7$ kN

bottom right = 3.48 cm
 Torsion (X) (CP) = 1 : 6588.8
 Torsion (Y) (CP) = 1 : 1493.2

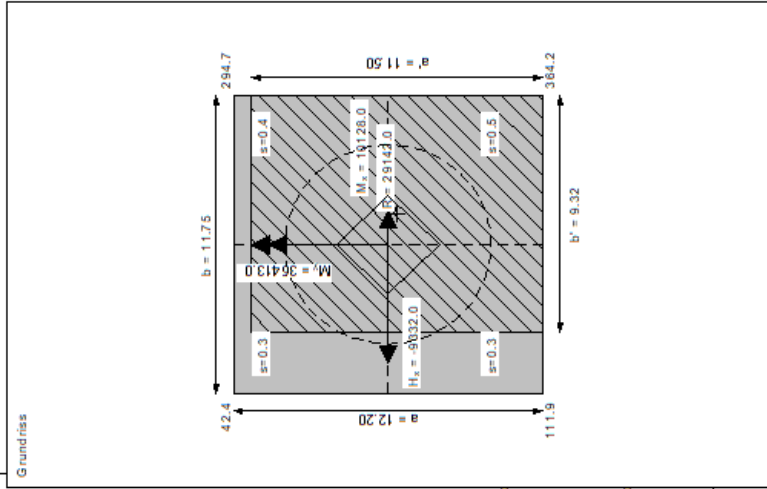
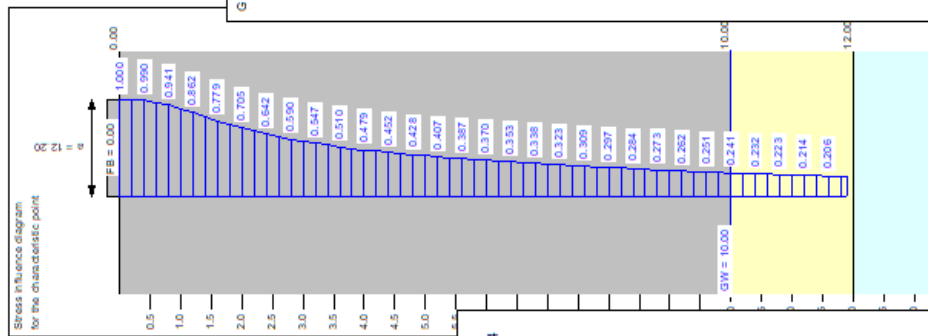
$R_d = 118725.7$ kN
 $V_d = 1.00 * 64967.00 + 1.00 * 0.00$ kN
 $V_d = 64967.00$ kN
 f (parallel to L) = 0.557
 ϕ reduced due to 6° condition
 $\text{calc} = 24.83$ kN/m²
 $\text{calc}'/2 = 19.40$ kN/m²
 $\text{calc}_0 = 0.00$ kN/m²
 Base of log-spiral = 15.75 m u. GOK
 Length log-spiral = 59.49 m
 Area of log-spiral = 476.00 m²
 Bearing capacity coeff. (Y):
 $N_c = 13.9$; $N_q = 5.8$; $N_b = 1.6$
 Shape coeff. (Y):
 $V_c = 1.273$; $V_d = 1.226$; $V_b = 0.791$
 Gradient coeff. (Y):
 $k_c = 0.948$; $k_q = 0.979$; $k_b = 0.979$

Settlement from total loads:
 Limiting depth $l_b = 17.87$ m b. G.L
 Settlement (mean of CPs) = 3.28 cm
 Settlement of CPs:
 top left = 3.05 cm
 top right = 3.65 cm
 bottom left = 2.88 cm

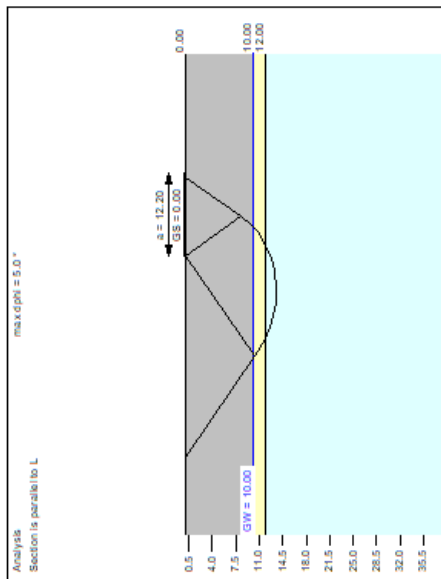


NOSIVOST SLAPIŠTA USTAVE

Basis for calculation:
Upusna ustava - slapište
Partial safety factor concept
 $\gamma(G) = 1.00$
 $\gamma(Q) = 1.00$
Footing base depth = 0.00 m
Groundwater = 10.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %



Soil	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E_s [MN/m ²]	V	Designation
█	22.0	12.0	29.3	40.0	30000.0	0.10	Jet-grout
█	20.0	10.0	33.9	0.0	25.0	0.30	GW-2
█	20.0	10.0	17.1	12.0	17.0	0.30	MH-ML



Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k} = 29142.00 / 0.00$ kN
Horizontal force $F_{h,k} = -9332.00 / 0.00$ kN
Horizontal force $F_{h,y,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Moment $M_{k,x} = 10128.00 / 0.00$ kN * m
Moment $M_{k,y} = 35413.00 / 0.00$ kN * m
Length L = 12.20 m
Width B = 11.75 m
Below permanent loads:
Eccentricity $e_x = 1.215$ m
Eccentricity $e_y = -0.348$ m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 11.50 m
Width B' = 9.32 m
Below total loads:
Eccentricity $e_x = 1.215$ m
Eccentricity $e_y = -0.348$ m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 11.50 m
Width B' = 9.32 m
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) $\gamma_{Gr} = 1.00$
 $G_{ult} / G_{act} = 936.2 / 936.2$ kN/m²
 $R_{yk} = 100380.2$ kN

$R_d = 100380.2$ kN
 $V_d = 1.00 \cdot 29142.00 + 1.00 \cdot 0.00$ kN
Torsion (x) (CP) = 1 : 28363.4
Torsion (y) (CP) = 1 : 7364.7
bottom right = 0.48 cm

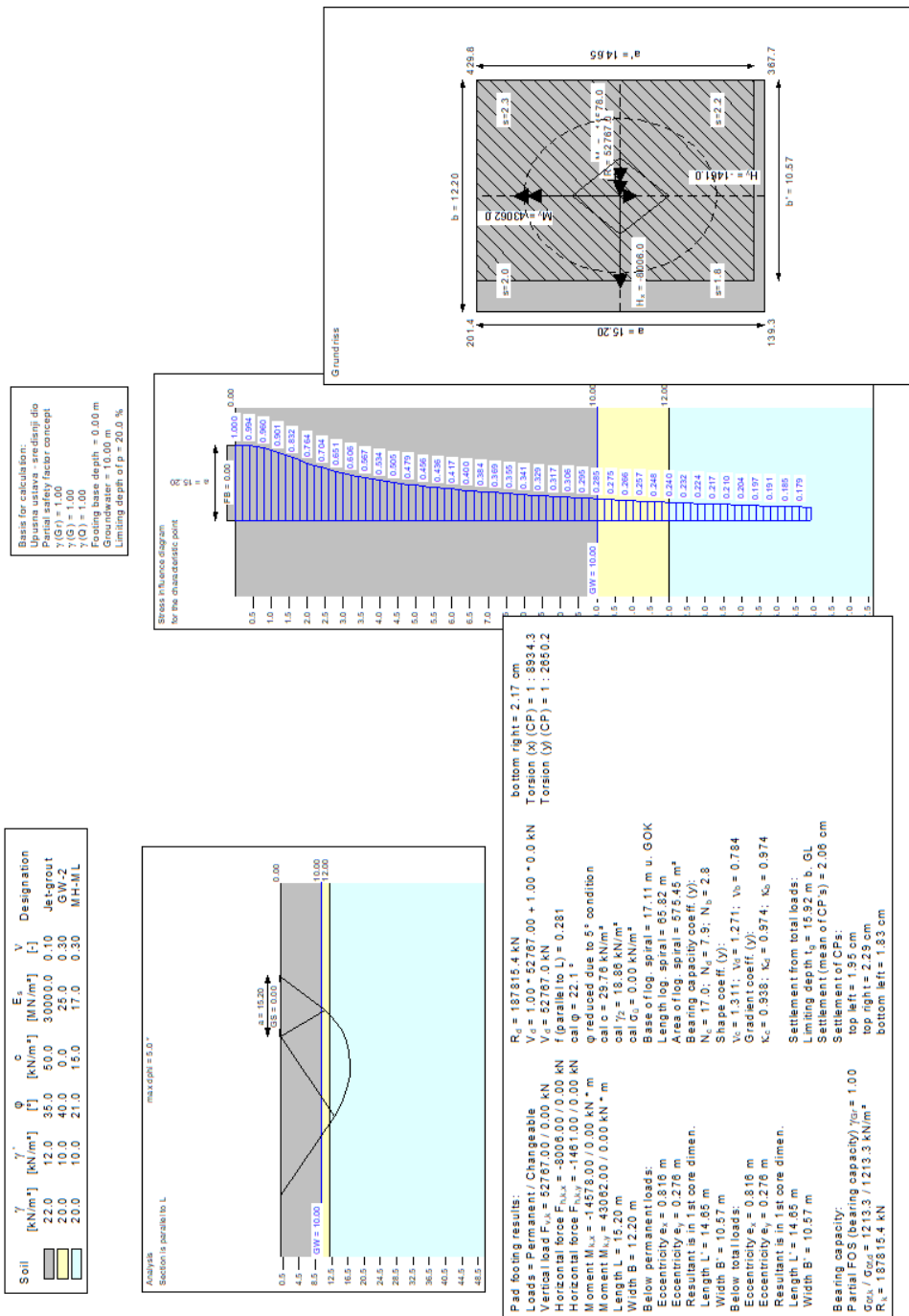
ϕ reduced due to s^* condition
calc = 26.56 kN/m²
cal $\gamma_s = 20.37$ kN/m²
cal $\gamma_d = 0.00$ kN/m²
Base of log spiral = 13.60 m u. GOK
Length log spiral = 51.47 m
Area of log spiral = 356.51 m²
Bearing capacity coeff. (Y):
 $N_c = 15.4$; $N_d = 6.8$; $N_b = 2.2$
Shape coeff. (Y):
 $V_c = 1.335$; $V_d = 1.285$; $V_b = 0.757$
Gradient coeff. (Y):
 $K_c = 1.000$; $K_d = 1.000$; $K_b = 1.000$
Settlement from total loads:
Limiting depth $t_b = 11.92$ m b. GL
Settlement (mean of CP's) = 0.38 cm
Settlement of CP's:
top left = 0.31 cm
top right = 0.43 cm
bottom left = 0.34 cm



Rezultati proračuna slijejanja temeljnog tla prikazani su u nastavku:

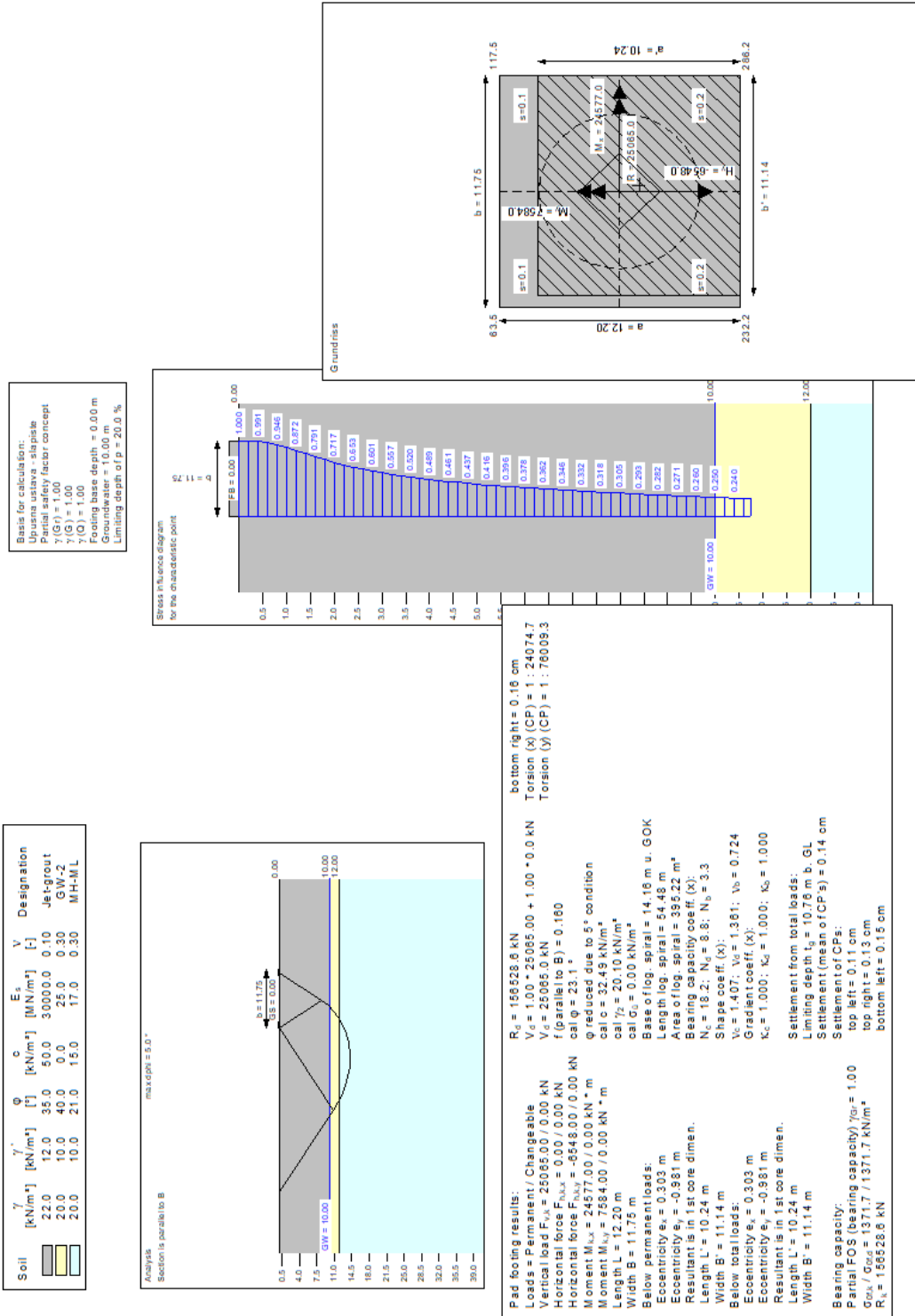
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Opterećenje (kN)	Slijejanje (cm)	Napomena
1	RM1-S2	GSU – središnji dio ustave	52767,0	2,06	Slijejanje – drenirano stanje – karakteristični parametri
2	RM2-S2	GSU - slapište	25065,0	0,14	Slijejanje – drenirano stanje – karakteristični parametri

SLIJEJANJE SREDIŠNJEG DIJELA USTAVE





SLIJEGANJE SLAPIŠTA USTAVE



4.3.5 ZAKLJUČAK UZ ANALIZE NOSIVOSTI

Provedeni su proračuni nosivosti temeljnog tla na poziciji objekta. Proračunima je dokazano da je temeljno tlo ima dostatnu nosivost te adekvatno slijeganje za predloženi način temeljenja.



4.4 NAPONSKO – DEFORMACIJSKE ANALIZE – PILOTNE STIJENE

4.4.1 UVOD

Naponsko - deformacijske analize provedene su metodom konačnih elemenata pri čemu su izračunati pomaci na potpornoj konstrukciji. Proračun je proveden 2D ravninskim modelom u računalnom programu Plaxis za granično stanje uporabljivosti s nefaktoriziranim stalnim djelovanjem na temeljno tlo i s karakterističnim parametrima tla prikazanim u ranijim poglavljima. Na taj način su određeni pomaci i očekivano ponašanje potporne konstrukcije za stvarna djelovanja. Projektni kriterij za potpurnu konstrukciju je pomak do 5 cm. Na temelju dobivenih vrijednosti naprezanja unutar potporne konstrukcije izvedeno je njihovo dimenzioniranje. Pri dimenzioniranju konstrukcije karakteristične vrijednosti reznih sila za mjerodavnu proračunsku situaciju dobivenih naponsko-deformacijskom analizom množene su s parcijalnim koeficijentom 1,35.

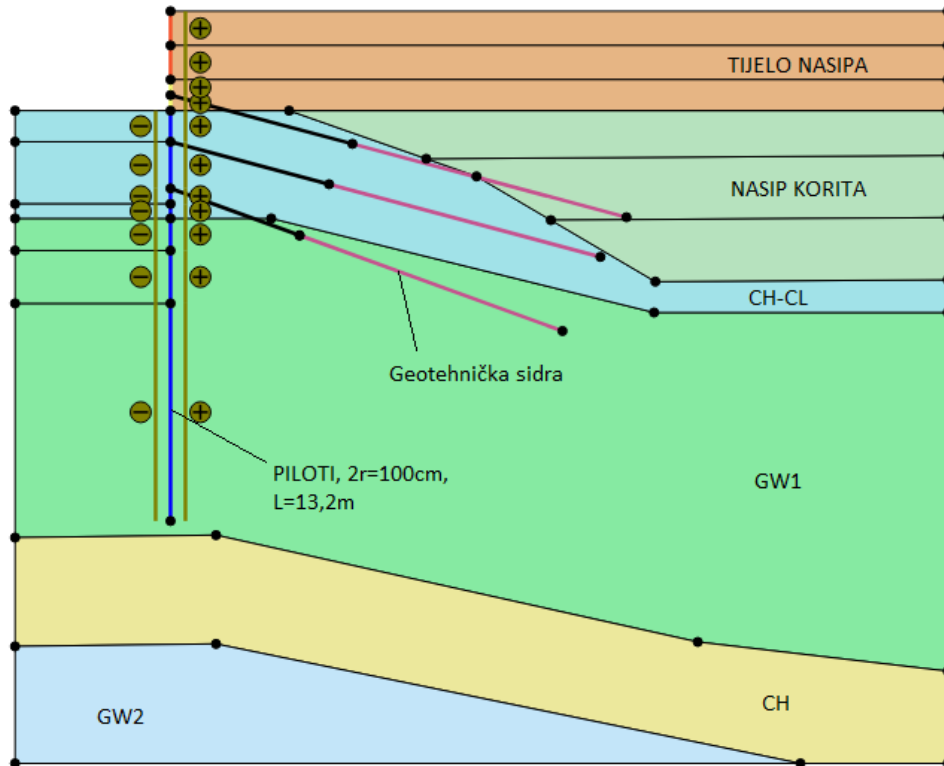
4.4.2 RAČUNSKI MODELI

Naponsko – deformacijske analize su izvršene na računskim modelima RM1 i RM2. Računski model RM1 opisuje karakteristični poprečni profil pilotnih stijena PS-1 i PS-2. Računski model RM2 opisuje karakteristični poprečni profil pilotnih stijena PS-3 i PS-4. Računski modeli opisuju AB pilote \varnothing 100 cm, duljine $L=13,2$ m, osnog razmaka $r=1,6$ m. Geotehnički model tla je konstruiran na osnovi prognozних inženjerskogeoloških profila tla i rezultata geotehničkih ispitivanja prikazanih u geotehničkom elaboratu „Izvještaj o provedenim geotehničkim istražnim radovima za izradu glavne projektne dokumentacije“ (72150-205/22) Zagreb, ožujak 2020. INSTITUT IGH d.d.

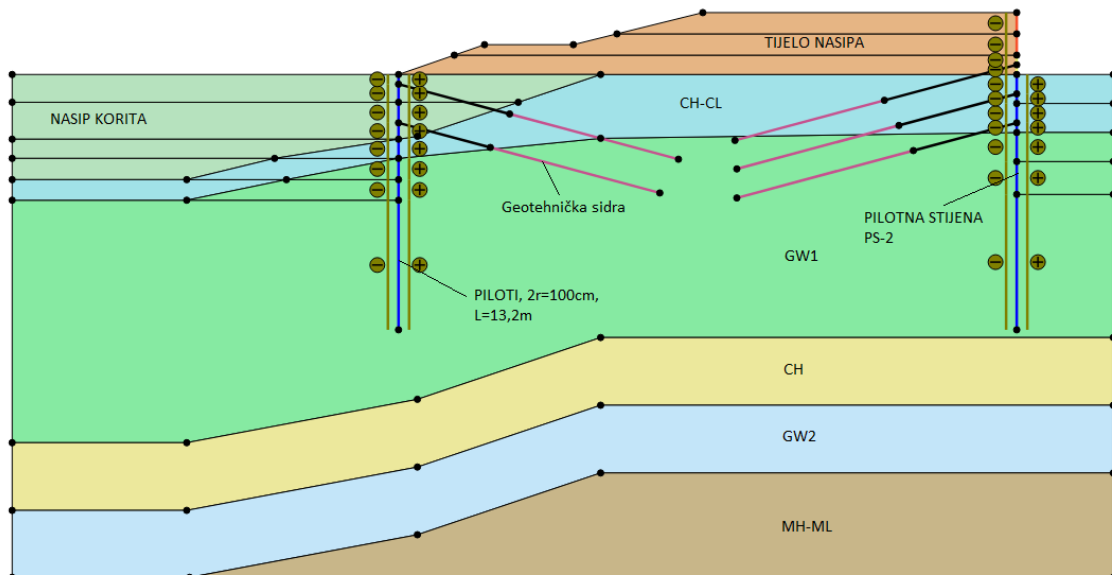
Svi računski modeli provjereni su s razinama podzemne vode na 107,4 i 108,5 m.n.m. te je za dimenzioniranje elemenata potporne konstrukcije korišten nepovoljniji kriterij. Navedene razine podzemne vode vezane su za vodostaj Korane.



Računski model RM1



Računski model RM2





4.4.3 PROJEKTNE SITUACIJE

U tablici su navedene projektne situacije s pripadajućim opisom za provjere graničnog stanja nosivosti i graničnog stanja uporabivosti. Situacije služe za naponsko deformacijsku analizu u kojima se promatraju pomaci tla i konstrukcije te se definiraju unutarnje sile u potpornoj konstrukciji.

Oznaka	Projektna situacija	Opis
S1	Eksploatacija	Promatraju se naprezanja i pomaci u konstrukciji prilikom eksploatacije, (traženi max pomak u konstrukciji je 5cm). Drenirani uvjeti, karakteristični parametri tla, pilot, u sidrima je izvršeno prednaprezanje od 100kN, srednji vodostaj ili niži (prikazani rezultati kritičnije faze)
S2	φ/c redukcijaska analiza: eksploatacija	Promatraju se naprezanja u konstrukciji prilikom eksploatacije. Drenirani uvjeti, karakteristični parametri tla, pilot, u sidrima je izvršeno prednaprezanje od 100kN, srednji vodostaj ili niži (prikazani rezultati kritičnije faze)
S3	Potres	Karakteristični parametri. potporna konstrukcija izvedena, srednji vodostaj. Potres PP 475g.
S4	φ/c redukcijaska analiza: potres	Provedena φ/c redukcijaska analiza za potresnu projektnu situaciju.

4.4.4 ODREĐIVANJE RAČUNSKIH KRUTOSTI I NOSIVOSTI ELEMENATA KONSTRUKCIJE

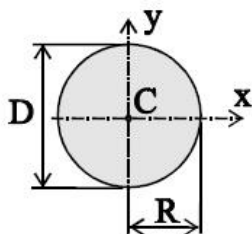
4.4.4.1 AB piloti

Općenito vrijedi:

$$E_r A_r = \frac{E_s A_s}{r}$$

$$E_r I_r = \frac{E_s A_s}{12} \frac{d^2}{r} = \frac{E_s A_s}{12} \frac{\left(\sqrt{12 \frac{I_s}{A_s}} \right)^2}{r} = \frac{E_s I_s}{r}$$

$$d = \sqrt{12 \frac{I_s}{A_s}}$$



$$I_x = I_y = \frac{D^4 \pi}{64} = \frac{R^4 \pi}{4}$$

$$A_r = R^2 \pi$$

gdje su:

E_r računski modul elastičnosti

A_r računska vrijednost površine presjeka



I_r	računska vrijednost momenta inercije presjeka
E_s	stvarni modul elastičnosti
A_s	stvarna vrijednost površine presjeka
I_s	stvarna vrijednost momenta inercije presjeka
r	osni razmak pilota
d	stvarna visina presjeka

Proračun je proveden za pilote promjera $\varnothing 100$ cm na osnovom razmaku $r=1,6$ m za oba računski modela.

			RM1 i RM2
D	promjer pilota	[m]	1,00
A_s	stvarna vrijednost površine presjeka	[m ²]	0,785
$I_s = (\pi \cdot d^4)/64$	stvarna vrijednost momenta inercije presjeka	[m ⁴]	0,0491
$E_s = 3,15 \times 10^7$	stvarni modul elastičnosti	[kN/m ²]	3,15E+07
$E_s A_s$			2,47E+07
$E_s I_s$			1,55E+06
r	osni razmak	[m]	1,6
$d = (12 \cdot I_s / A_s)^{0,5}$	računska visina presjeka	[m]	0,866
$E_r A_r = E_s A_s / r$			1,55E+07
$E_r I_r = E_s A_s \cdot d^2 / (12 \cdot r)$			9,66E+05
w	težina umanjena za težinu tla, $\gamma_{\text{beton}}=25\text{kN/m}^3$	[kN/m/m]	2,45
n	Poisson's ratio		0,15

4.4.4.2 Geotehnička sidra

Tip elementa	Promjer sidrišnog tijela [m]	A_s [m ²]	E_s [kN/m ²]	$E_s A_s$ [kN]	Razmak sidra r_s [m]	$E_r A_r$ [kN/m']
Embedded beam row_ $L_s=8,0$ m (sidrišna dionica)	0,15	0,0176	$2 \cdot 10^7$	353.400,0	1,60	220.000,0
Anchor (slobodna dionica)	-	-	-	302.000	1,60	--



4.4.5 REZULTATI NAPONSKO – DEFORMACIJSKE ANALIZE

Proračun pomaka, reznih sila u pilotima i sidrima proveden je za slijedeće projektne situacije – faze gradnje i eksploatacije:

Početno stanje

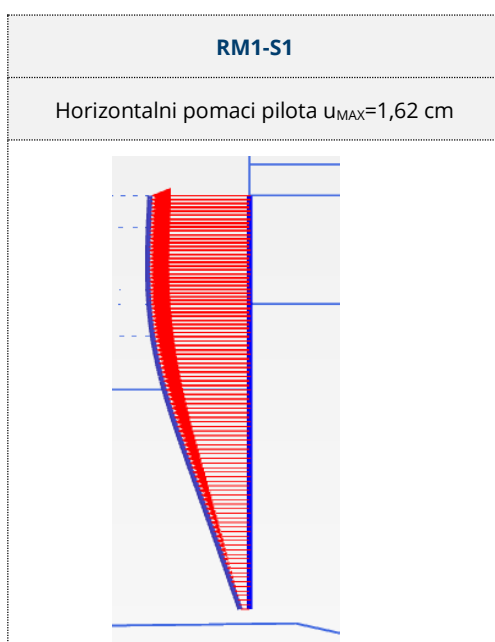
1. Ugradnja pilota
2. Iskop tla u fazama i ugradnja 1. reda sidara (prednapinjanje na 100kN)
3. Iskop i ugradnja 2. reda sidara (prednapinjanje na 100kN)
4. Iskop i ugradnja 3. reda sidara (prednapinjanje na 100kN) – samo računski model RM1
5. Konačna kota iskopa i eksploatacija pri vodostaju Korane 107,4 i 108,5 m n.m.
6. Dinamički uvjeti – potresno opterećenje (500-godišnji povratni period)

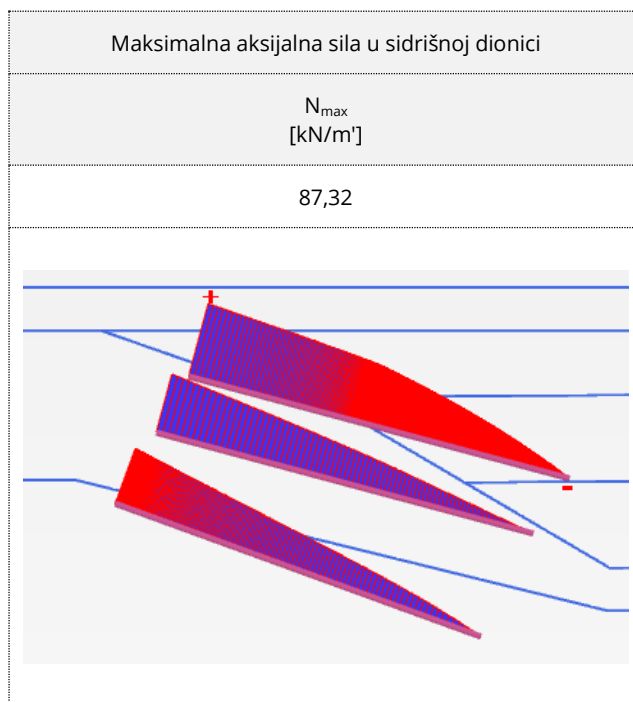
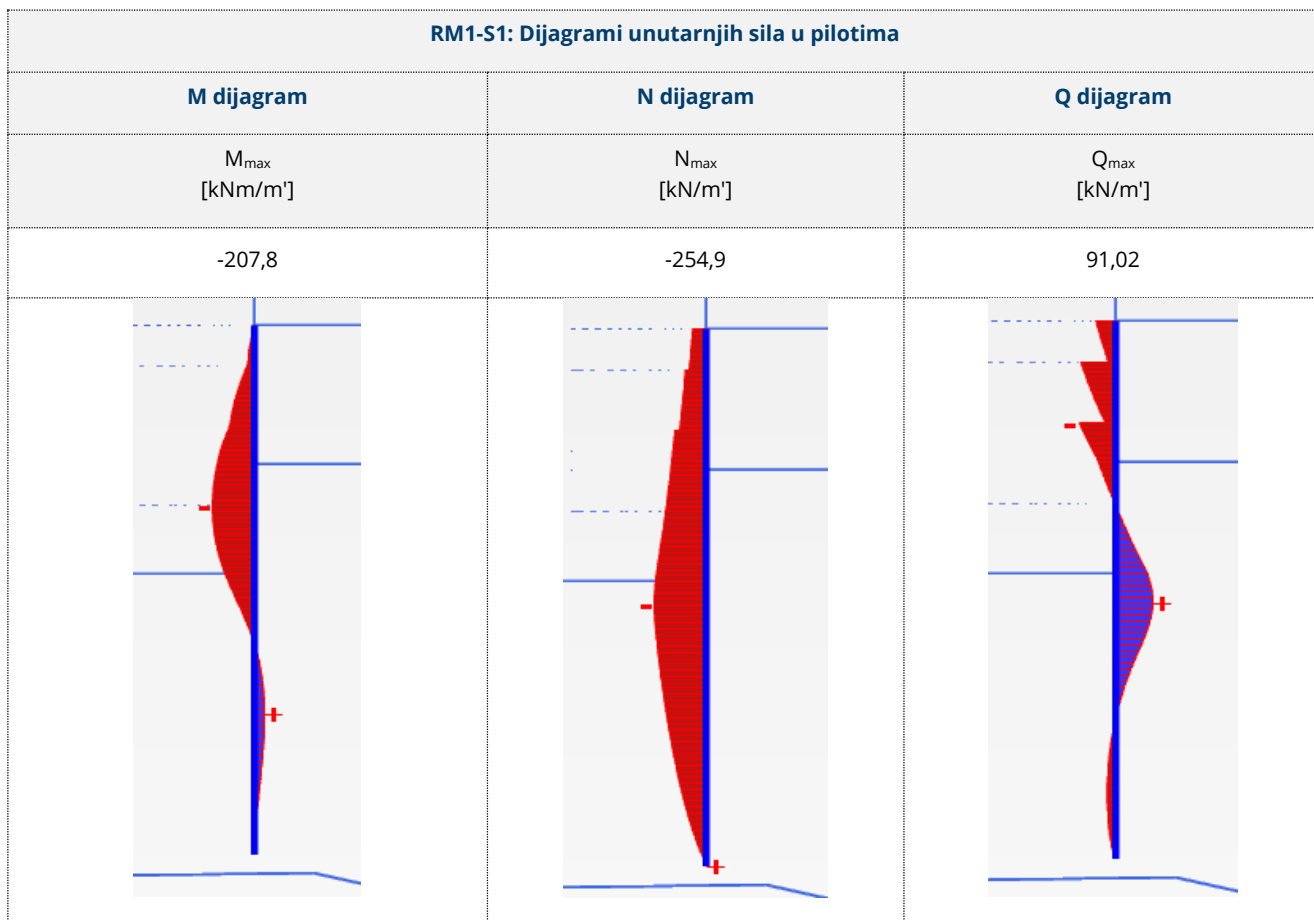
Zbog velike količine rezultata proračuna, odnosno velikog broja faza, u projektu će se prikazati samo rezultati proračuna kritičnih faza (s najvećim pomacima i reznim silama u konstrukciji).

Za fazu konačne kote iskopa i faze potresnih opterećenja provedene su analize globalne stabilnosti, tzv. c-fi analizom.

Naglašava se potreba izvedbe konstrukcije, odnosno iskopa u potopljenim uvjetima, budući da postoji mogućnost hidrauličkog sloma građevne jame u slučaju crpljenja vode prilikom iskopa novog korita (uvoda u upusnu ustavu).

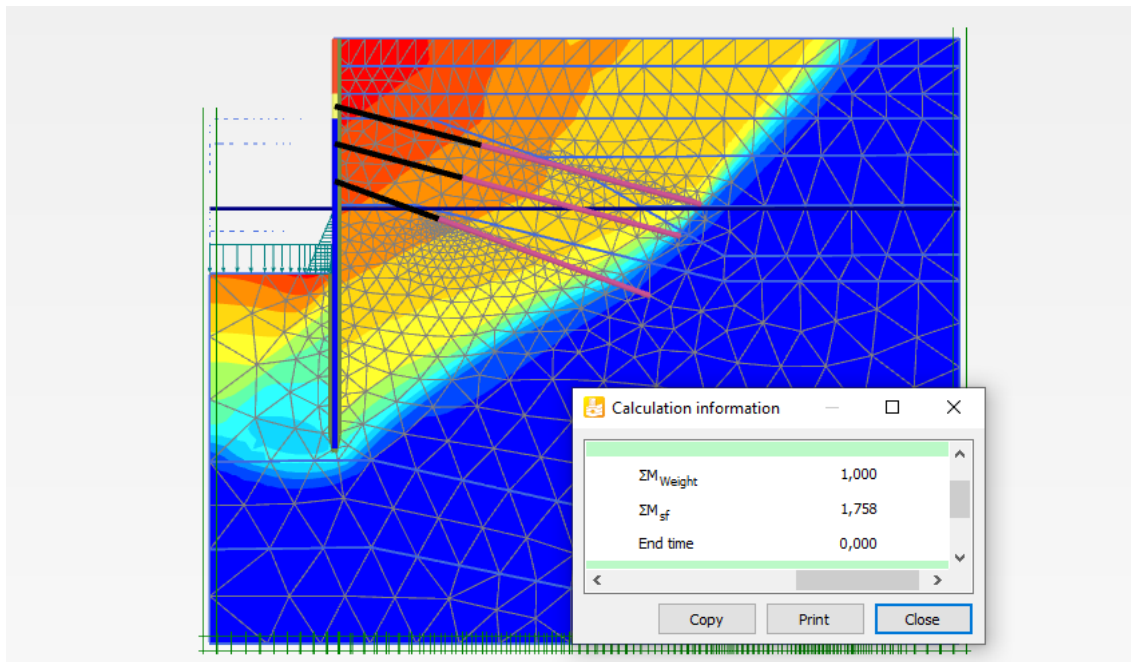
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Napomena
1	RM1-S1	Eksploatacija	Promatraju se naprezanja i pomaci u konstrukciji prilikom eksploatacije, (traženi max pomak u konstrukciji je 5cm). Drenirani uvjeti, karakteristični parametri tla, pilot, u sidrima je izvršeno prednaprezanje od 100kN (prikazani rezultati kritičnije faze)



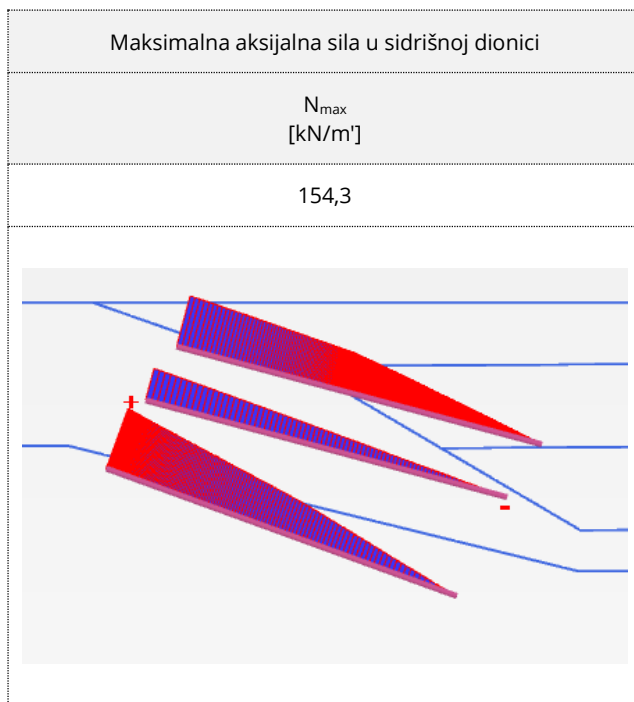




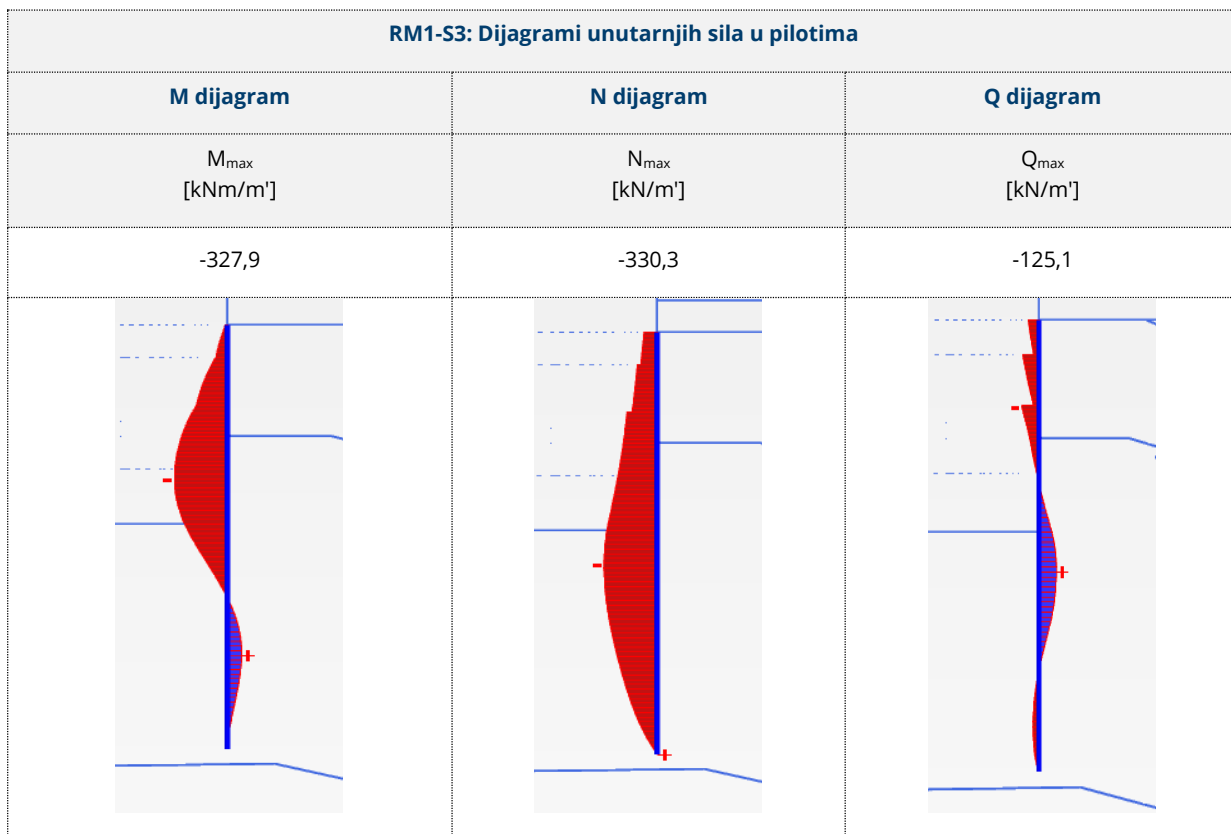
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F_s	Napomena
2	RM1-S2	φ/c redukcijaska analiza: eksploatacija	1,76	Promatraju se naprezanja u konstrukciji prilikom eksploatacije. Drenirani uvjeti, karakteristični parametri tla, pilot, u sidrima je izvršeno prednaprezanje od 100kN.

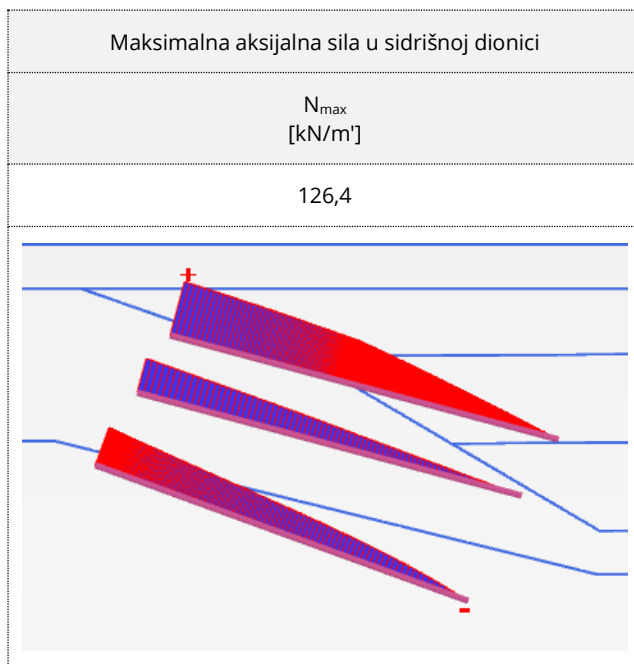


RM1-S2: Dijagrami unutarnjih sila u pilotima		
M dijagram	N dijagram	Q dijagram
M_{max} [kNm/m']	N_{max} [kN/m']	Q_{max} [kN/m']
-705,4	-250,2	-223,9

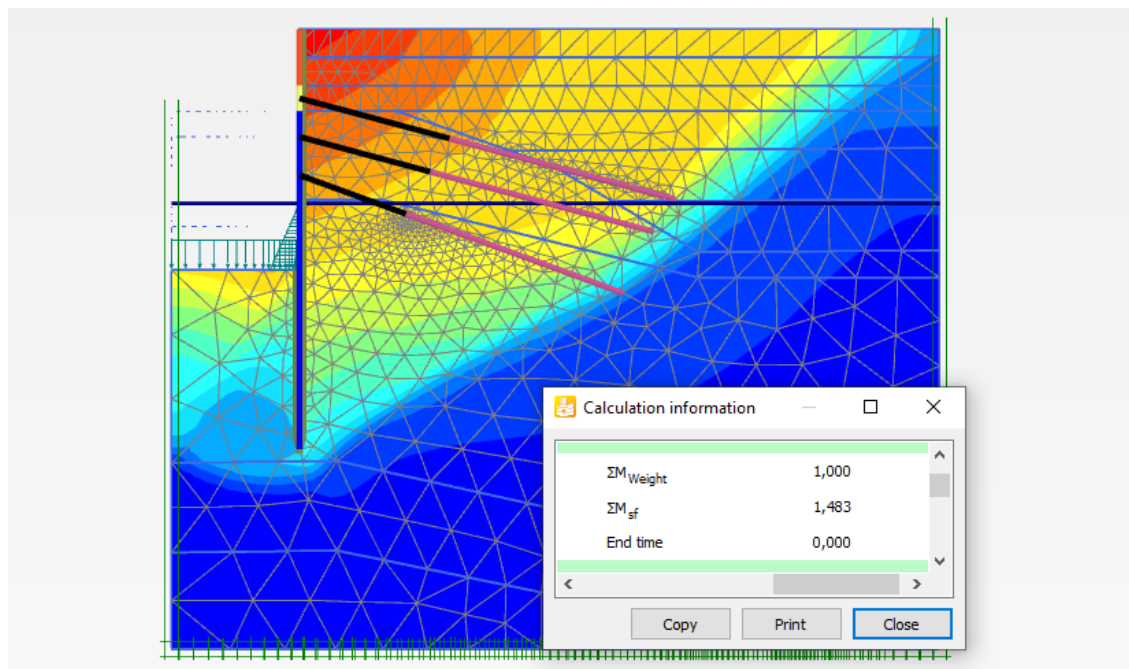


R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Napomena
3	RM1-S3	Potres	Karakteristični parametri. potporna konstrukcija izvedena, srednji vodostaj. Potres PP 475g.



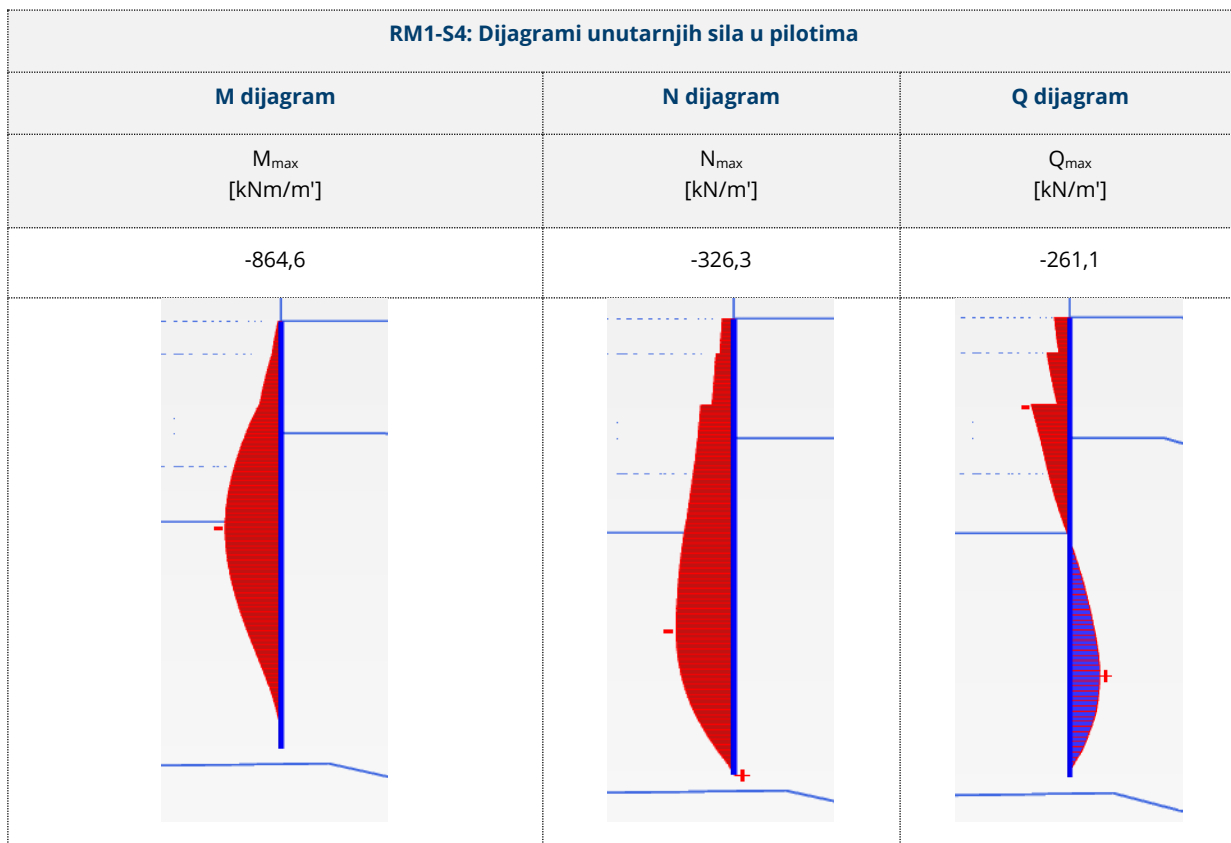


R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Fs	Napomena
4	RM1-S4	ϕ/c redukcijaska analiza: potres	1,48	Provedena ϕ/c redukcijaska analiza za potresnu projektnu situaciju.





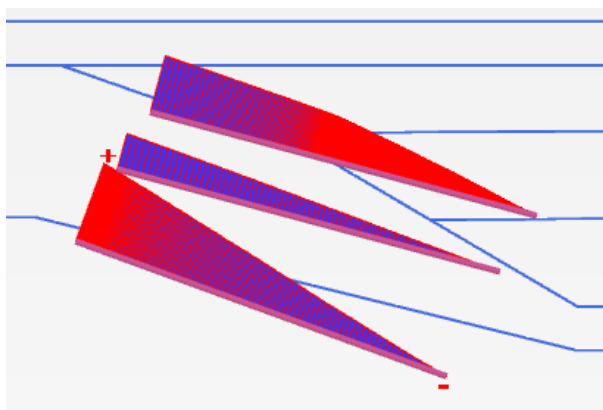
RM1-S4: Dijagrami unutarnjih sila u pilotima



Maksimalna aksijalna sila u sidrišnoj dionici

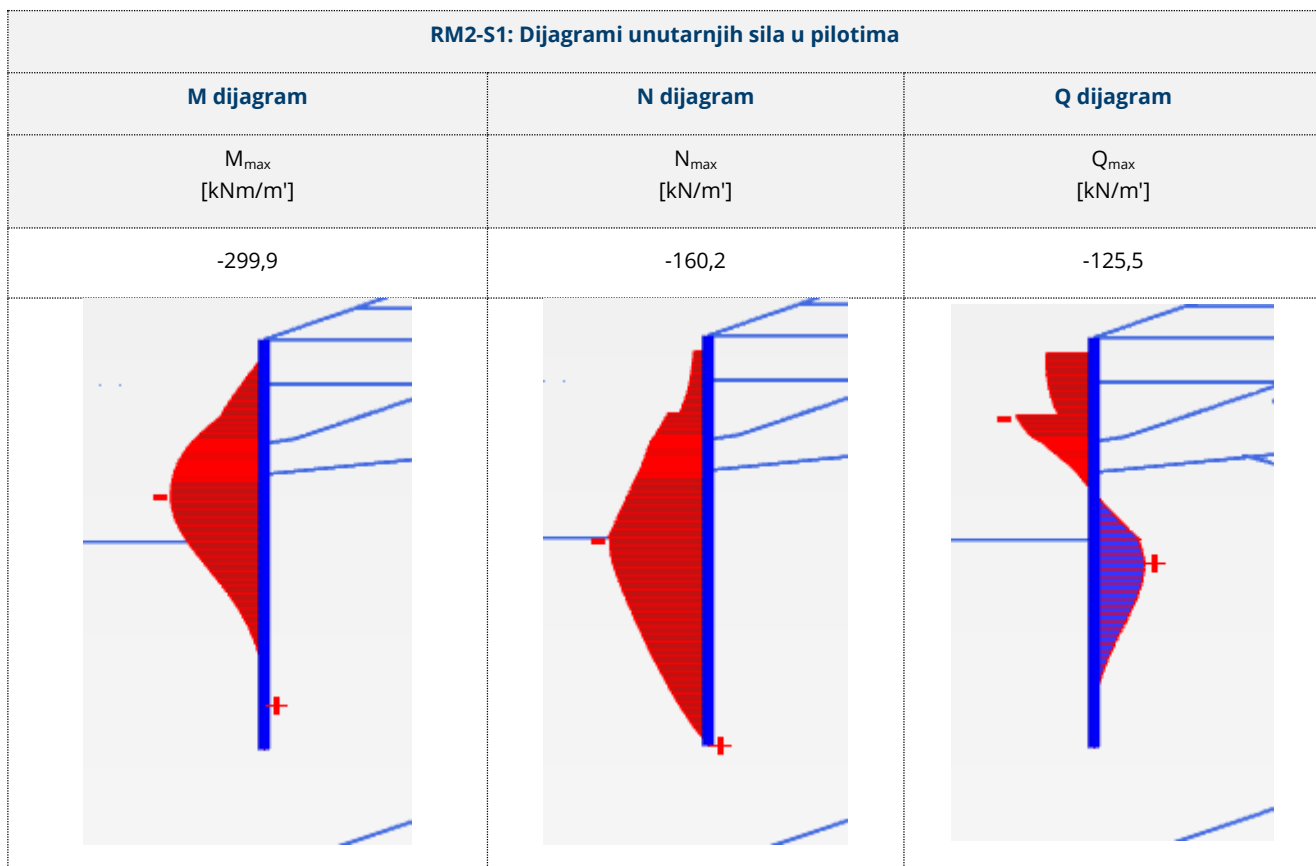
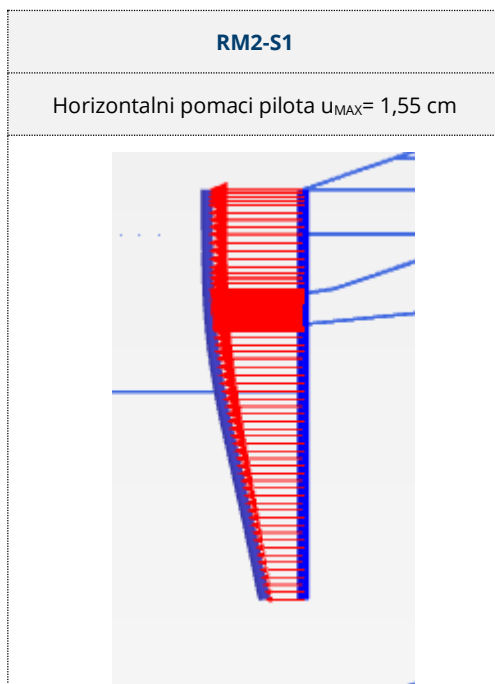
N_{max}
[kN/m']

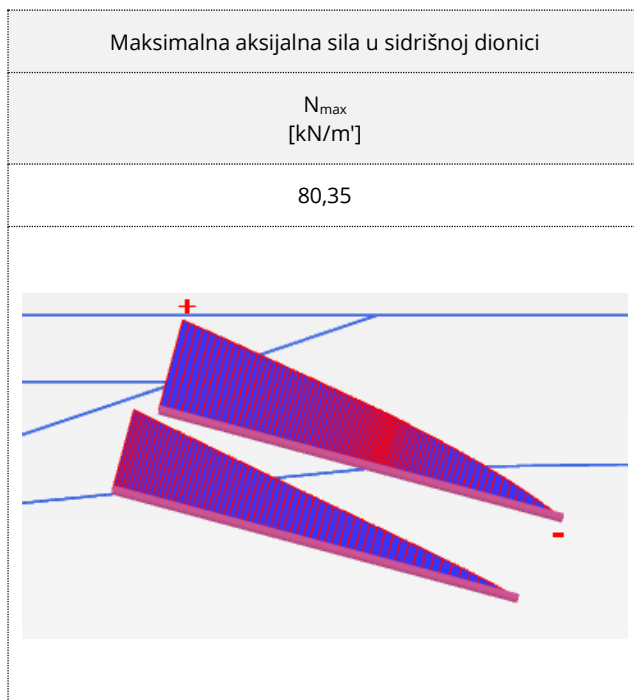
188,9



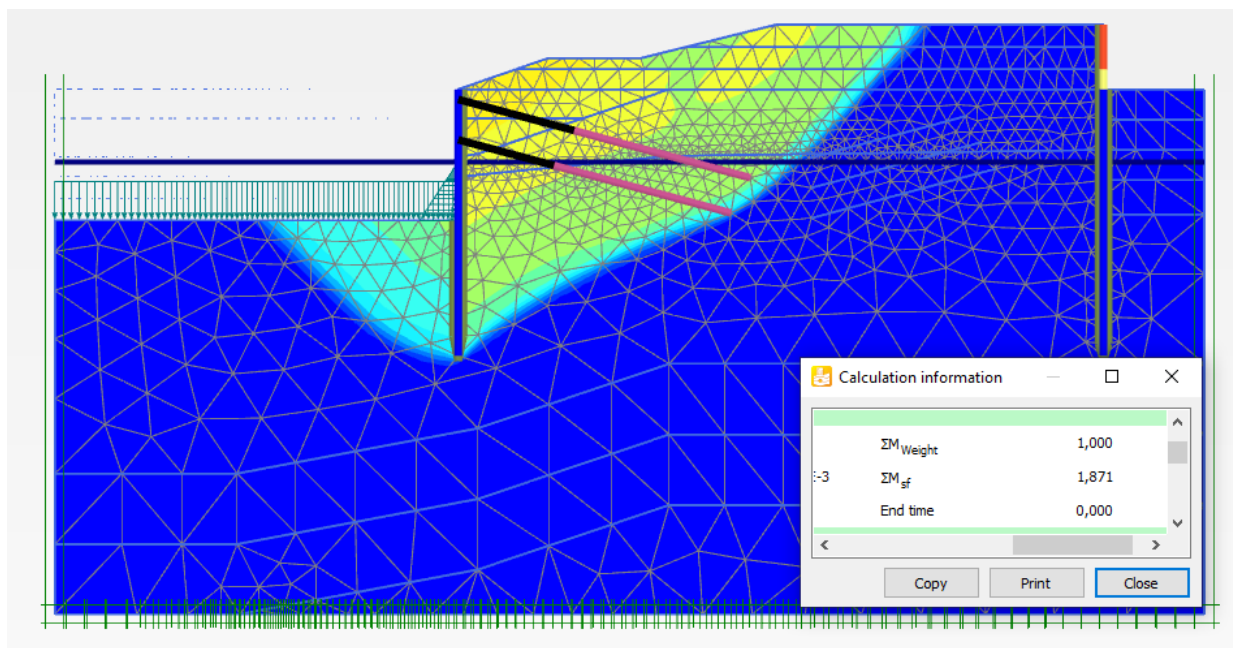


R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Napomena
5	RM2-S1	Eksploatacija	Promatraju se naprezanja i pomaci u konstrukciji prilikom eksploatacije, (traženi max pomak u konstrukciji je 5cm). Drenirani uvjeti, karakteristični parametri tla, pilot, u sidrima je izvršeno prednaprezanje od 100kN (prikazani rezultati kritičnije faze)



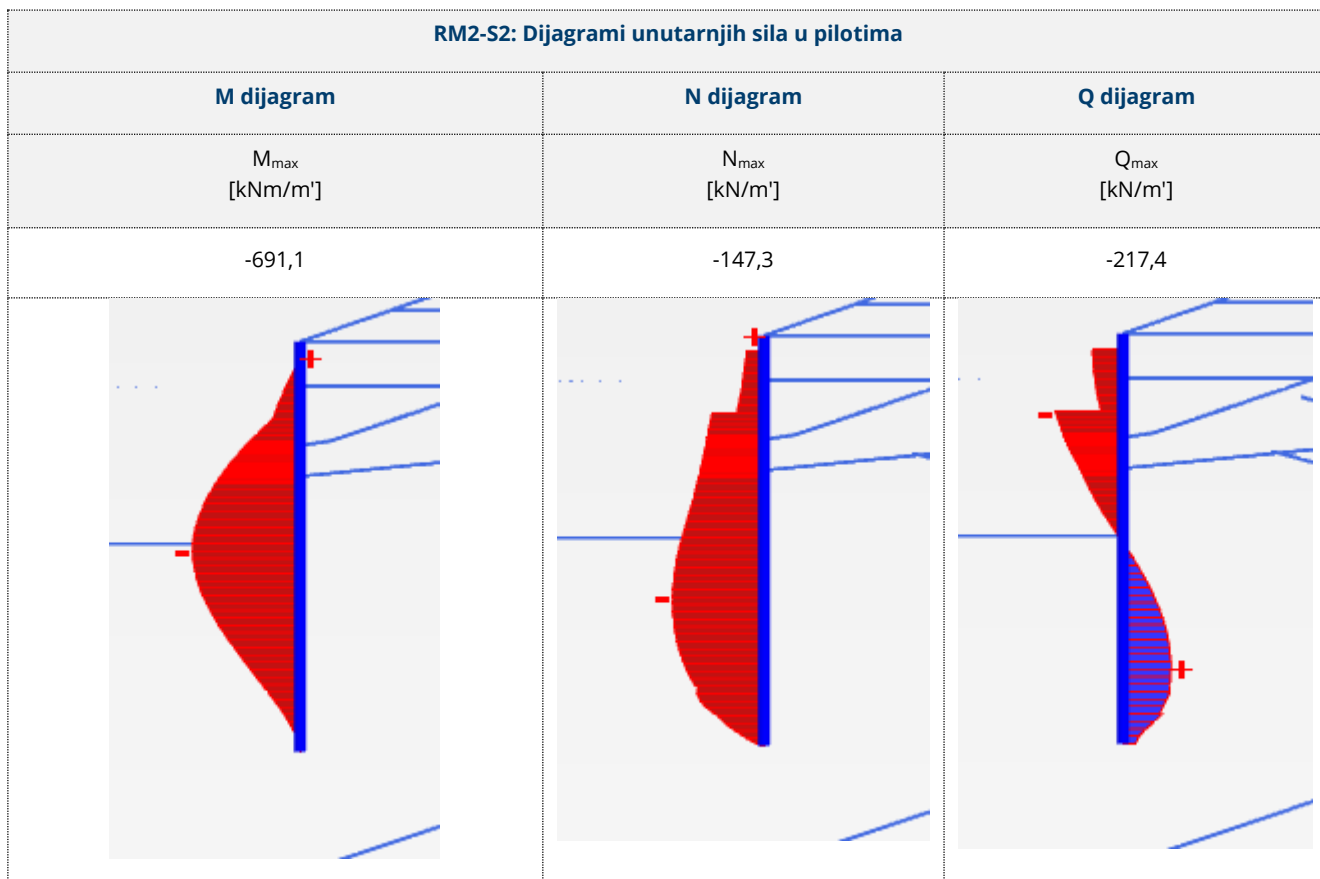


R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Fs	Napomena
6	RM2-S2	ϕ/c redukcijaska analiza: eksploatacija	1,87	Promatraju se naprezanja u konstrukciji prilikom eksploatacije. Drenirani uvjeti, karakteristični parametri tla, pilot, u sidrima je izvršeno prednaprezanje od 100kN (prikazani rezultati kritičnije faze)





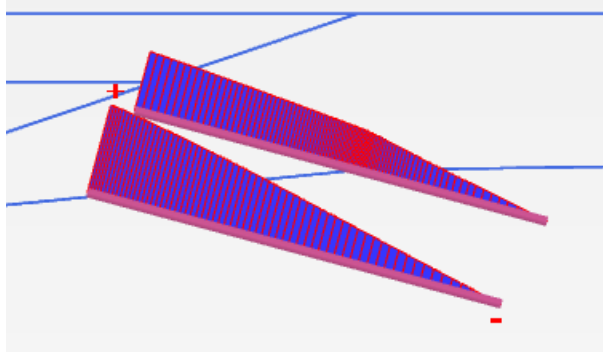
RM2-S2: Dijagrami unutarnjih sila u pilotima



Maksimalna aksijalna sila u sidrišnoj dionici

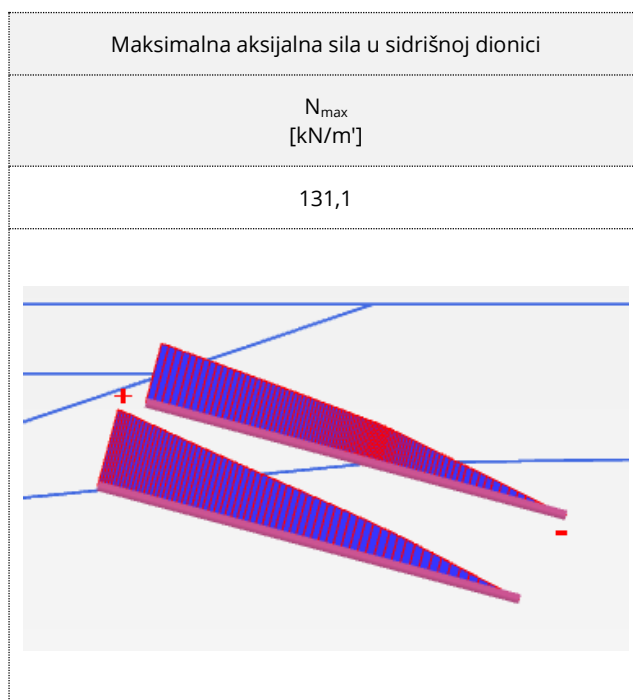
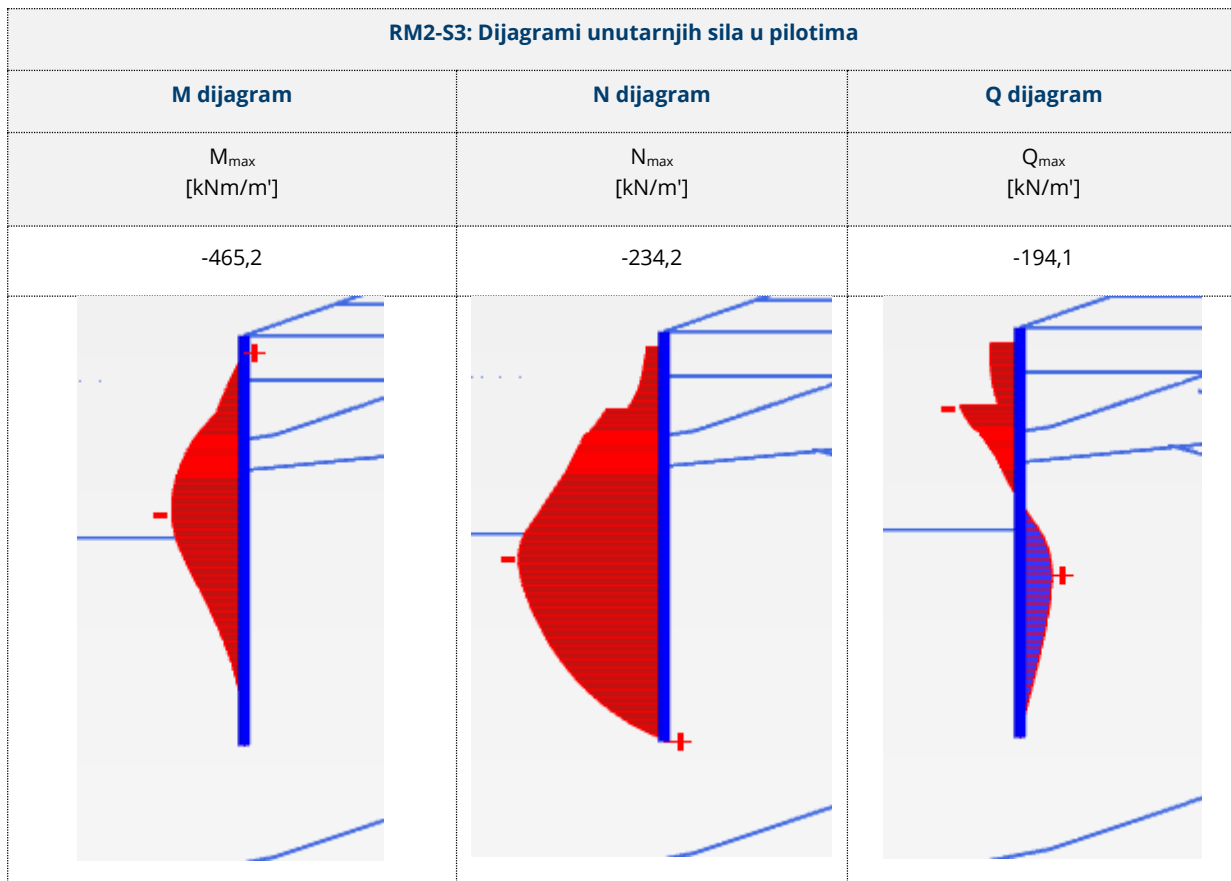
N_{max}
[kN/m']

153,1



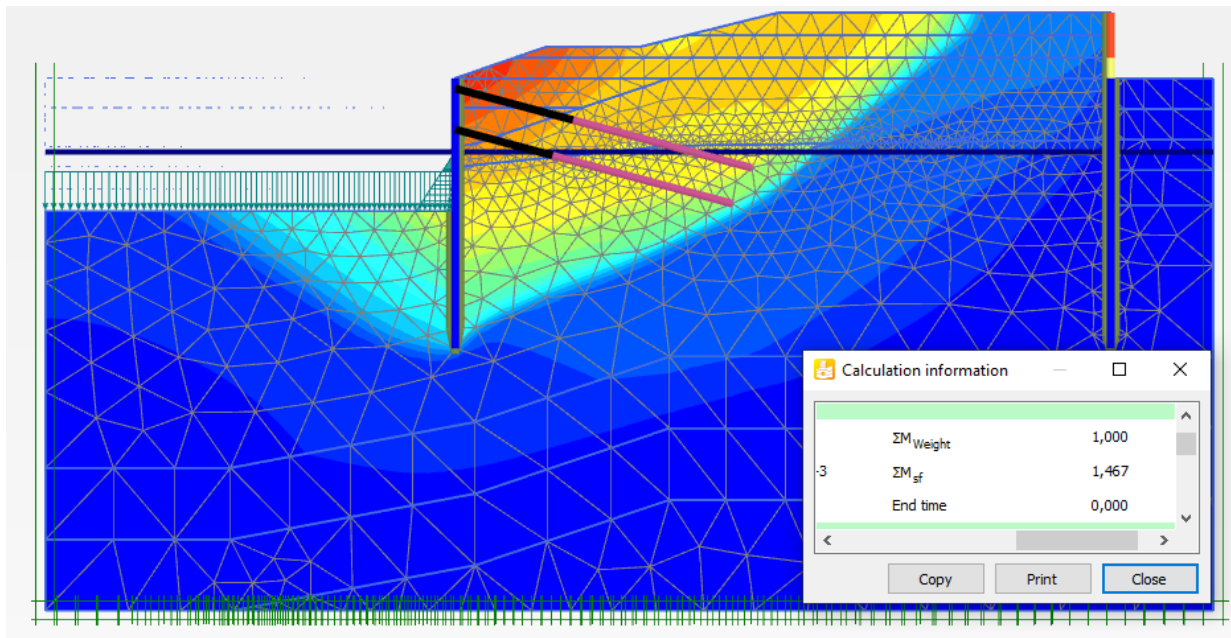


R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Napomena
7	RM2-S3	Potres	Karakteristični parametri. potporna konstrukcija izvedena, srednji vodostaj. Potres PP 475g.

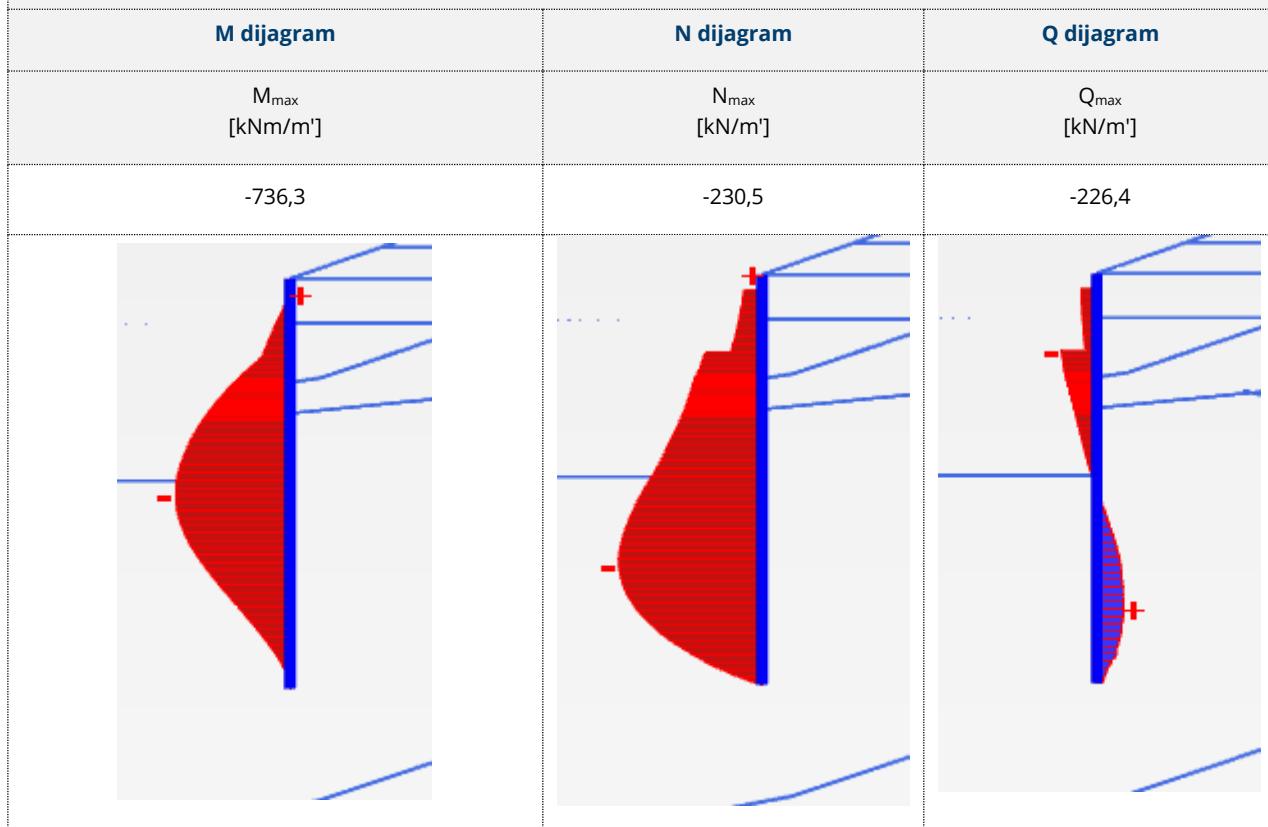


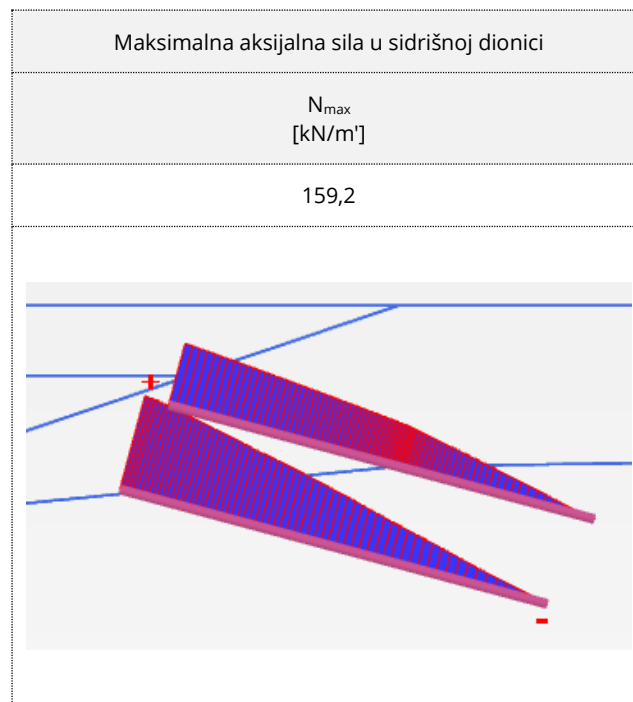


R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Fs	Napomena
8	RM2-S4	ϕ/c redukcijska analiza: potres	1,467	Provedena ϕ/c redukcijska analiza za potresnu projektnu situaciju.



RM2-S4: Dijagrami unutarnjih sila u pilotima





4.4.6 ZAKLJUČAK NAPONSKO - DEFORMACIJSKIH ANALIZA PILOTNIH STIJENA

Analizirana su dva karakteristična poprečna presjeka na dijelovima konstrukcije gdje se očekuju maksimalna naprezanja. Računski modeli formirani su u presjecima s najvećim denivelacijama za pilotne stijene. Pilotne stijene pridržane su geotehničkim sidrima u 3 reda na PS1 i PS-2, odnosno u 2 reda na PS-3 i PS-4 na visinskom razmaku 1,5 m i horizontalnom od 1,6 m. U oba računski modela, analizirane su projektne situacije eksploatacije s vodostajem Korane na 108,5 i 107,4 m n.m.

Rezultati naponsko - deformacijskih analiza ukazuju na dovoljan faktor sigurnosti pilotne stijene - za računski model RM1 $F_s=1,76$ ($F_s=1,48$ u potresnoj proračunskoj situaciji) te RM2 $F_s=1,87$ ($F_s=1,47$ u potresnoj proračunskoj situaciji).

Maksimalni dobiveni horizontalni pomaci vrha pilota u fazi eksploatacije iznose:

RM1: $u_h = 1,62$ cm

RM2: $u_h = 1,55$ cm

Za dimenzioniranje je mjerodavan najveći moment savijanja te pripadna uzdužna i poprečna sila. Naprezanja u pilotu i sidrima u pilotnoj stijeni PS-2 manja su od naprezanja dobivenih u PS-1, dok su naprezanja u pilotu i sidrima pilotne stijene PS-3 manja od naprezanja dobivenih u pilotnoj stijeni PS-4. Stoga se svi piloti i sidra dimenzioniraju na naprezanja pilotnih stijena PS-1 i PS-4 što je na strani sigurnosti.



4.4.7 DIMENZIONIRANJE ELEMENATA

4.4.7.1 Rekapitulacija unutarnjih sila (maksimalne vrijednosti)

Računski model RM1 (PS-1 i PS-2)

GSU - eksploatacija

Moment: $M_{Sd} = 1,35 \times 218,60 \text{ kNm/m}' \times 1,6 \text{ m} = 472,18 \text{ kNm}$

Poprečna sila $V_{Sd} = 1,35 \times 93,08 \text{ kN/m}' \times 1,6 \text{ m} = 201,05 \text{ kN}$

Uzdužna sila $N_{Sd} = 1,35 \times 254,90 \text{ kN/m}' \times 1,6 \text{ m} = 550,58 \text{ kN}$

Sila u sidru: $S_{Sd} = 1,35 \times 90,82 \times 1,6 \text{ kN} = 196,17 \text{ kN}$

Potresna projektna situacija

Moment: $M_{Sd} = 1,00 \times 340,30 \text{ kNm/m}' \times 1,6 \text{ m} = 544,48 \text{ kNm}$

Poprečna sila $V_{Sd} = 1,00 \times 129,20 \text{ kN/m}' \times 1,6 \text{ m} = 206,72 \text{ kN}$

Uzdužna sila $N_{Sd} = 1,00 \times 330,30 \text{ kN/m}' \times 1,6 \text{ m} = 528,48 \text{ kN}$

Sila u sidru: $S_{Sd} = 1,00 \times 127,20 \text{ kN} \times 1,6 \text{ m} = 203,52 \text{ kN}$

GSN - c/fi analiza

Moment: $M_{Sd} = 1,00 \times 864,60 \text{ kNm/m}' \times 1,6 \text{ m} = 1383,36 \text{ kNm}$

Poprečna sila $V_{Sd} = 1,00 \times 261,10 \text{ kN/m}' \times 1,6 \text{ m} = 417,76 \text{ kN}$

Uzdužna sila $N_{Sd} = 1,00 \times 326,30 \text{ kN/m}' \times 1,6 \text{ m} = 522,08 \text{ kN}$

Sila u sidru: $S_{Sd} = 1,00 \times 188,90 \text{ kN} \times 1,6 \text{ m} = 302,24 \text{ kN}$

Računski model RM2 (PS-3 i PS-4)

GSU - eksploatacija

Moment: $M_{Sd} = 1,35 \times 299,90 \text{ kNm/m}' \times 1,6 \text{ m} = 647,78 \text{ kNm}$

Poprečna sila $V_{Sd} = 1,35 \times 125,50 \text{ kN/m}' \times 1,6 \text{ m} = 271,08 \text{ kN}$

Uzdužna sila $N_{Sd} = 1,35 \times 160,20 \text{ kN/m}' \times 1,6 \text{ m} = 346,03 \text{ kN}$

Sila u sidru: $S_{Sd} = 1,35 \times 80,35 \times 1,6 \text{ kN} = 173,56 \text{ kN}$

Potresna projektna situacija

Moment: $M_{Sd} = 1,00 \times 465,20 \text{ kNm/m}' \times 1,6 \text{ m} = 744,32 \text{ kNm}$

Poprečna sila $V_{Sd} = 1,00 \times 194,10 \text{ kN/m}' \times 1,6 \text{ m} = 310,56 \text{ kN}$

Uzdužna sila $N_{Sd} = 1,00 \times 234,20 \text{ kN/m}' \times 1,6 \text{ m} = 374,72 \text{ kN}$

Sila u sidru: $S_{Sd} = 1,00 \times 131,10 \text{ kN} \times 1,6 \text{ m} = 209,76 \text{ kN}$

GSN - c/fi analiza

Moment: $M_{Sd} = 1,00 \times 736,30 \text{ kNm/m}' \times 1,6 \text{ m} = 1178,08 \text{ kNm}$

Poprečna sila $V_{Sd} = 1,00 \times 226,40 \text{ kN/m}' \times 1,6 \text{ m} = 362,24 \text{ kN}$

Uzdužna sila $N_{Sd} = 1,00 \times 230,50 \text{ kN/m}' \times 1,6 \text{ m} = 368,80 \text{ kN}$

Sila u sidru: $S_{Sd} = 1,00 \times 159,20 \text{ kN} \times 1,6 \text{ m} = 254,72 \text{ kN}$



4.4.7.2 Proračun armature pilota Ø100 cm PS-1 i PS-2

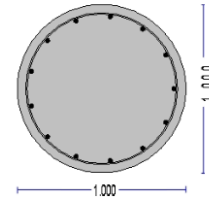
U dimenzioniranju AB pilota Ø 100 cm na osnovm razmaku $r=1,6$ m koriste se naprezanja (po m' modela) dobivene proračunskim programom Plaxis. Za dimenzioniranje je mjerodavan najveći moment savijanja te pripadna uzdužna i poprečna sila.

1. Pilot - fi 100 PSI

Column cross section in biaxial bending
(EC2 EN1992-1-1:2004, ECO EN1990:2002,)

D =1.000 m, Ned =522.00 kN
Med yy =1383.36 kNm, Med zz = 0.00 kNm
Reinforced concrete design

Concrete-Steel class: C30/37-B500B (EC2 §3)
Environmental class : XC4 (EC2 §4.4.1)
Concrete cover : Cnom=50 mm (EC2 §4.4.1)
 $\gamma_c=1.50$, $\gamma_s=1.15$ (EC2 Table 2.1N)
 $f_{cd}=\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1.00 \times 30 / 1.50 = 20.00$ MPa (EC2 §3.1.6)
 $f_{ctd}=\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0.05} / \gamma_c = 1.00 \times 2.0 / 1.50 = 1.33$ MPa (EC2 §3.1.6)
 $f_{yd}=f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15 = 435$ MPa (EC2 §3.2.7)
Modulus of elasticity of concrete $E_{cm}=33.0$ GPa



2. Dimensions and loads

Circular column with diameter D=1.000 m
Loads, Axial load Ned=522.00kN (compression), moments Medxx=1383.36kNm, Medyy=0.00kNm
shear Ved=417.76 kN
Effective depth of cross section $d=h-d_1$, $d_1=d_2=C_{nom}+\varnothing_s+\varnothing/2=50+10+28/2=74$ mm, $d=926$ mm

3. Design for compression with small eccentricity (ULS)

(EC2 §6.1, §9.2.1)

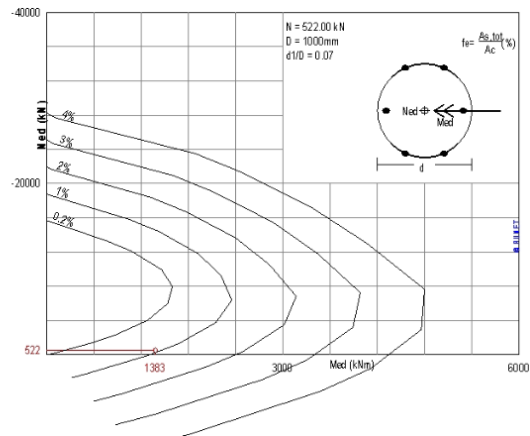
Ned=522.00kN, Med,yy=1383.36kNm, Med,zz=0.00kNm

Design using numerical integration

Design chart for single bending and axial force obtained from numerical integration of the concrete and steel forces over the cross-section
Ned=522.00kN (compression), Med=1383.36kNm
C30/37-B500B
D=1000mm
 $d=926$ mm, $d_1=74$ mm, $d_2=74$ mm, $d_1/D=0.074$
 $e=Med/Ned=1383.36/522.00=2.650$ m=2650mm
 $z_s=h/2-d_1=1000/2-74=426$ mm, $e=2650$ mm> $z_s=426$ mm

$As_1=As_2=3927$ mm², $(As_1+As_2)/Ac=1.00\%$
 $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-3.50/8.36$

$As, tot=78.54$ cm²



Minimum longitudinal reinforcement, $As \geq 0.0020Ac$, $\varnothing_s \geq 8$, $As, min=6\varnothing 20$ (18.84cm²) (EC2 §9.5.2.2)
Maximum longitudinal reinforcement, $As \leq 0.04Ac$, ($As, max=314.2$ cm²) (EC2 §9.5.2.3)
Transverse reinforcement, links with minimum \varnothing_s at maximum spacing $S_{cl,t}$ (EC2 §9.5.3)
at column heights from 1.00m to H-1.00m: Links $\varnothing_s \geq 6$, $S_{cl,t} \leq 400$ mm
at regions 0 to 1.00m and H-1.00m to H : Links $\varnothing_s \geq 6$, $S_{cl,t} \leq 240$ mm
Basic required anchorage length $L_{bd}=620$ mm =0.620m (EC2 Eq.8.3)

Longitudinal reinforcement: 13Ø28 (80.08cm²)

Transverse reinforcement: Links Ø10/400 [h:1.00m~H-1.00m], Ø10/240 [h:0~1.00m, H-1.00m~H]



4. Ultimate limit state (ULS), Design for shear

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2, §9.2.2)

Shear capacity without shear reinforcement V_{rdc} (EC2 §6.2.2)
 $V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100\rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Eq. 6.2.a)
 $V_{rdc} > (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Eq. 6.2.b)
 $C_{rdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.50 = 0.120$, $f_{ck} = 30\text{MPa}$, $b_w = 1000\text{mm}$, $d = 926\text{mm}$
 $k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k = 1.46$, $k_1 = 0.15$
 $\rho_l = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 4000 / (1000 \times 926) = 0.0043$
 $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 1000 \times 522.00 / 1000000 = 0.52\text{N/mm}^2$
 $v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.34\text{N/mm}^2$ (EC2 Eq. 6.3N)
 $V_{rd,c}(\min) = 0.001 \times (0.34 + 0.15 \times 0.52) \times 1000 \times 926 = 387.07\text{kN}$
 $V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.46 \times (0.43 \times 30)^{0.33} + 0.15 \times 0.52] \times 1000 \times 926 = 452.72\text{kN}$
 $V_{ed} = 417.76\text{kN} \leq V_{rdc} = 452.72\text{kN}$, **Ved <= Vrdc shear reinforcement is not needed**

Concrete strut capacity V_{rdmax} (EC2 §6.2.3 Eq. 6.9)
 $V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed} / \max(V_{rdmax}) = 0.09$, $\theta = 45.0^\circ$, $\cot\theta = 1.00$, $\tan\theta = 1.00$
 $\alpha_{cw} = 1.00$, $z = 0.9d$, $f_{ck} = 30.0 \leq 60\text{MPa}$, $v_1 = 0.6 [1 - f_{ck}/250] = 0.6 [1 - 30/250] = 0.528$, $f_{cd} = 20.00\text{MPa}$
 $V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 926 \times 0.528 \times 20.00 / 2.00 = 4400.4\text{kN}$
 $V_{ed} = 417.8\text{kN} < 4400.4\text{kN} = V_{rdmax}$, the check is verified

Odabrana armatura za AB pilote:

- Uzdužna armatura: 13Ø28 ($A_s = 80,08\text{ cm}^2/\text{m}'$)
- Poprečna armatura: Ø12/24 cm (spiralno)
- Prsten za povezivanje: Ø20/ 200cm'

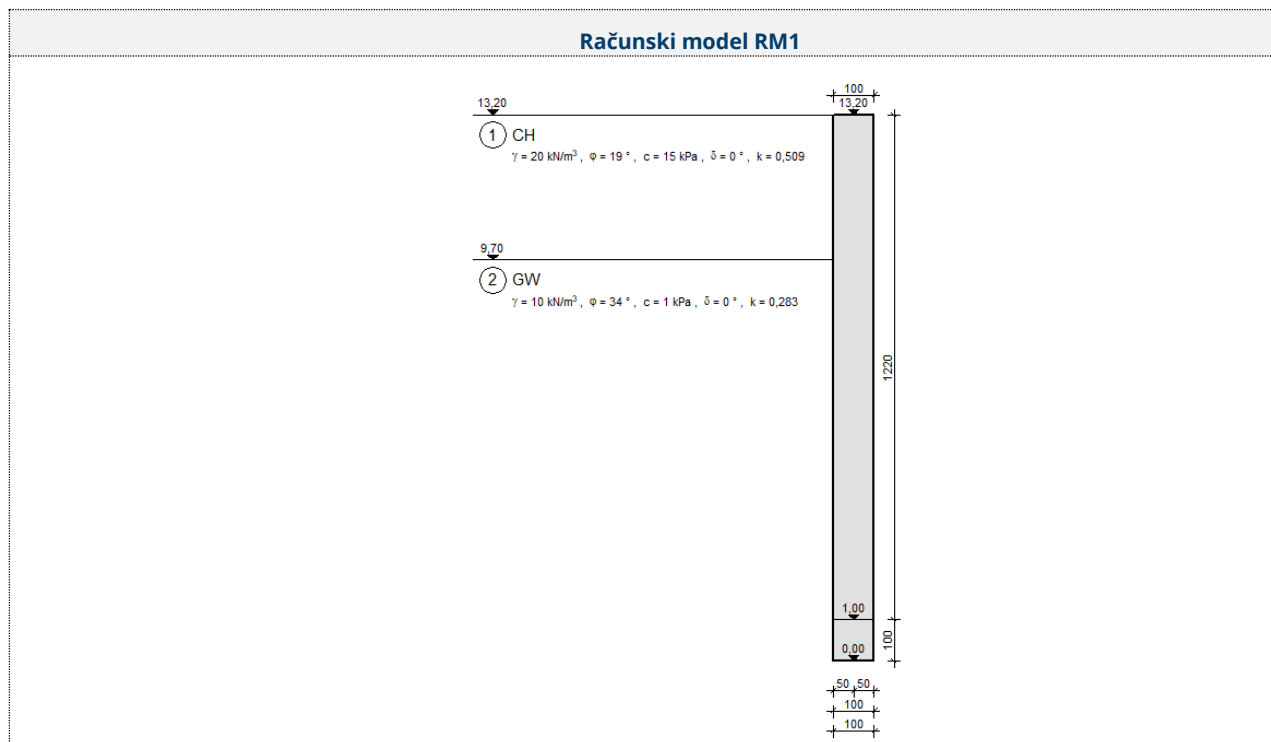


4.4.7.3 Proračun armature naglavne grede PS-1 i PS-2

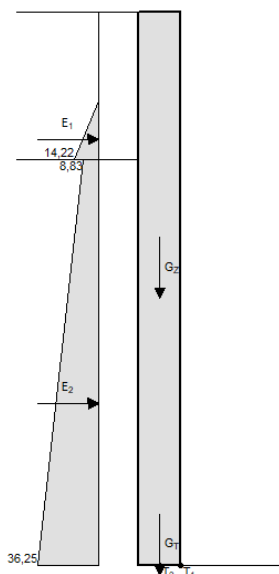
Proračun AB naglavne grede dimenzija poprečnog presjeka HxB = 100 x 140 cm.

Za dimenzioniranje je mjerodavna ukupna poprečna sila koja djeluje na naglavnu gredu u slučaju da jedan pilot izgubi nosivost i pripadni moment.

Horizontalna sila dobivena proračunom efektivnih napona u računalnom programu Aspalathos. Proračun je rađen prema Eurokodu 7 proračunski pristup 3.



Ukupna aktivna sila na pilot iznosi:



Sila	Velikina [kN]	Krak sile (T ₁) [m]	Moment (T ₁) [kNm]	Krak sile (T ₂) [m]	Moment (T ₂) [kNm]
G _Z	305,00	0,50	152,50	0,00	0,00
G _T	25,00	0,50	12,50	0,00	0,00
E ₁ ^H	9,93	10,17	-100,95	10,17	-100,95
E ₂ ^H	218,67	3,87	-845,53	3,87	-845,53

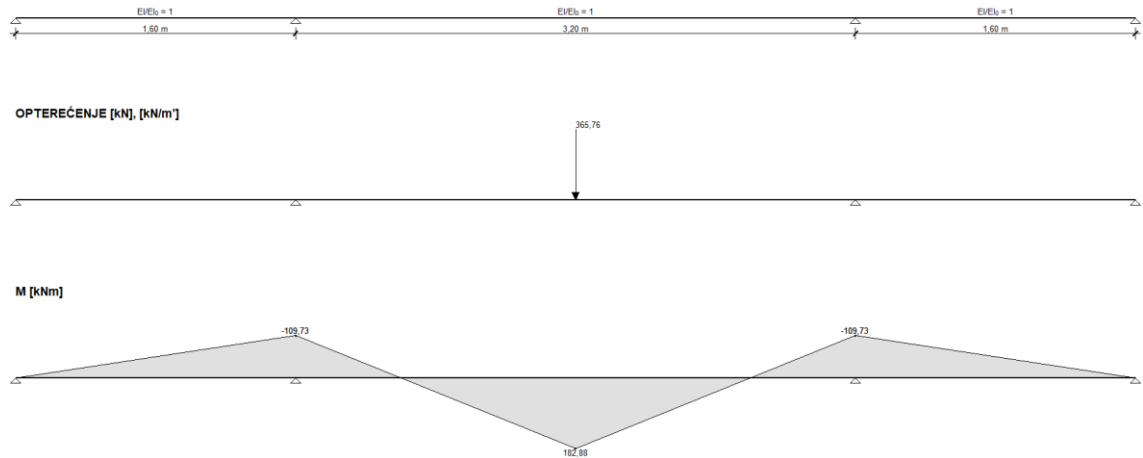
Ukupna horizontalna sila koja djeluje na jedan pilot iznosi:

$$H_{sd} = E_1^H + E_2^H = (9,93 + 218,67) \times 1,6 = 365,76 \text{ kN}$$



Pripadni moment dobiven je uklanjanjem jednog ležaja (pilota) na kontinuiranom nosaču:

GEOMETRIJA



Slijedeća tablica daje vrijednosti sila za proračun armature naglavne grede:

Aspalathos kalkulator	
$V_k = 365,76 \text{ kN}$	$V_d = 365,76 * 1,35 = 493,78 \text{ kN}$
$M_k = 182,88 \text{ kNm/m'}$	$M_d = 182,88 * 1,35 = 246,89 \text{ kN}$

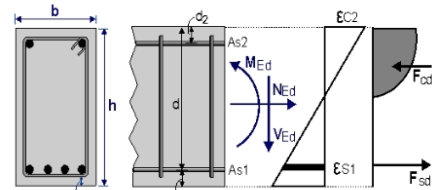
1. naglavna greda 140x100

Design of beam section for bending, and shear
(EC2 EN1992-1-1:2004, ECO EN1990:2002,)

$b \times h = 1.000 \times 1.400 \text{ m}$, $M_{ed} = 246.90 \text{ kNm}$,
 $V_{ed} = 493.80 \text{ kN}$, $N_{ed} = 0.00 \text{ kN}$

Reinforced concrete design

Concrete-Steel class: C30/37-B500B (EC2 §3)
Environmental class : XC4 (EC2 §4.4.1)
Concrete cover : $C_{nom} = 50 \text{ mm}$ (EC2 §4.4.1)
 $\gamma_c = 1.50$, $\gamma_s = 1.15$ (EC2 Table 2.1N)
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1.00 \times 30 / 1.50 = 20.00 \text{ MPa}$ (EC2 §3.1.6)
 $f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0.05} / \gamma_c = 1.00 \times 2.0 / 1.50 = 1.33 \text{ MPa}$ (EC2 §3.1.6)
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15 = 435 \text{ MPa}$ (EC2 §3.2.7)
Modulus of elasticity of concrete $E_{cm} = 33.0 \text{ GPa}$



2. Dimensions and loads

Beam width $b_w = 1.000 \text{ m}$, beam height $h = 1.400 \text{ m}$
Effective depth of cross section $d_l = C_{nom} + \varnothing_s + 0.5 \varnothing = 50 + 10 + 0.5 \times 20 = 70 \text{ mm}$, $d_2 = 70 \text{ mm}$, $d = 1400 - 70 = 1330 \text{ mm}$

Ultimate limit state (ULS)

Bending moment $M_{ed} = 246.90 \text{ kNm}$, Shear $V_{ed} = 493.80 \text{ kN}$, Axial force $N_{ed} = 0.00 \text{ kN}$ (compression)

Serviceability limit state (SLS)

Bending moment $M_{ed} = 246.90 \text{ kNm}$, Shear $V_{ed} = 493.80 \text{ kN}$, Axial force $N_{ed} = 0.00 \text{ kN}$ (compression)

3. Ultimate limit state (ULS), design for bending

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1, §9.2.1)

Effective depth of cross section $d_l = C_{nom} + \varnothing_s + 0.5 \varnothing = 50 + 10 + 0.5 \times 20 = 70 \text{ mm}$, $d = 1400 - 70 = 1330 \text{ mm}$

Dimensioning for bending: Allgower, G.-Avak, R. Bemessungstabeln nach Eurocode 2

fur Rechteck und Plattenbalkenquerschnitte, In: Beton - und Stahlbetonbau 87 (1992)

Reinforcement for bending (only tension reinforcement is needed)

$M_{ed} = 246.90 \text{ kNm}$, $b_w = 1000 \text{ mm}$, $d = 1330 \text{ mm}$, $K_d = 8.46 \times d / 0.03 \times \epsilon_{c2} / \epsilon_{s1} = -0.6 / 20.0$, $k_s = 2.32$, **$A_{s1} = 4.31 \text{ cm}^2$**

Minimum longitudinal tension reinf., $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$, ($A_{s, \min} = 20.06 \text{ cm}^2$) (EC2 §9.2.1.1.1)

Maximum tension or compression reinf., $A_s \leq 0.04 A_c$, ($A_{s, \max} = 560.0 \text{ cm}^2$) (EC2 §9.2.1.1.3)

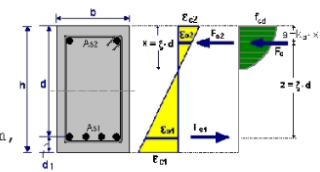
Reinforcement for bending: $7 \varnothing 20$ (21.98 cm^2) (bottom)



3.1. Ultimate moment capacity of cross section

$b=1000\text{mm}$, $h=1400\text{mm}$, $d=1330\text{mm}$, $A_{s1}=2198\text{mm}^2$, $A_{s2}=0\text{mm}^2$
 $\epsilon_{c2}=-1.42\%$, $\epsilon_{s1}=19.97\%$, $A_{s1}/b \cdot d=0.00165$ (0.165%)
 $x/d=\epsilon_{c2}/(\epsilon_{c2}+\epsilon_{s1})=1.42/(1.42+19.97)=0.066$, $x=88.3\text{mm}$
 $\alpha_r=0.542$, $k_a=0.359$, $F_c=\alpha_r \cdot b \cdot x \cdot f_{cd}=F_{s1}=957.04\text{kN}$, $A_{s1}=F_{s1}/f_{yd}=2200\text{mm}^2$
 $z=d-k_a \cdot x=(1-k_a \cdot \epsilon_{c2}/(\epsilon_{c2}+\epsilon_{s1}))d$, $z/d=1.0-0.359 \times 0.066=0.976$, $z=1298.3\text{mm}$,
 $K_d^2=1/(0.542 \cdot 0.066 \cdot 0.976 \cdot 20.00)=1.424 \text{ mm}^2/\text{N}$, $K_d=1.193$
 Bending capacity $M_r=b \cdot d^2/K_d^2=[10^{-6}] \times 1000 \times 1330^2/1.424=1243.00\text{kNm}$

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)



4. Ultimate limit state (ULS), Design for shear

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2, §9.2.2)

Shear capacity without shear reinforcement V_{rdc}

(EC2 §6.2.2)

$V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$

(EC2 Eq. 6.2.a)

$V_{rdc} > (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$

(EC2 Eq. 6.2.b)

$C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=30\text{MPa}$, $b_w=1000\text{mm}$, $d=1330\text{mm}$

$k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=1.39$, $k_1=0.15$

$\rho_l=A_{s1}/(b_w \cdot d)=2198/(1000 \times 1330)=0.0017$

$v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.31\text{N/mm}^2$,

(EC2 Eq. 6.3N)

$V_{rd,c(min)}=0.001 \times (0.31) \times 1000 \times 1330=412.30\text{kN}$

$V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.39 \times (0.17 \times 30)^{0.33}] \times 1000 \times 1330=381.86$, $V_{rdc}=412.30\text{kN}$

$V_{ed}=493.80\text{ kN} > V_{rdc}=412.30\text{ kN}$, **$V_{ed} > V_{rdc}$ shear reinforcement is needed**

Concrete strut capacity V_{rdmax}

(EC2 §6.2.3 Eq. 6.9)

$V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.08$, $\theta=21.8^\circ$ $\cot\theta=2.50$ $\tan\theta=0.40$

$\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=30.0 \leq 60\text{MPa}$ $v_1=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-30/250]=0.528$, $f_{cd}=20.00\text{MPa}$

$V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 1330 \times 0.528 \times 20.00/2.90=4358.7\text{ kN}$

$V_{ed}=493.8\text{ kN} < 4358.7\text{ kN} = V_{rdmax}$, the check is verified

Shear reinforcement of vertical links

(EC2 §6.2.3 Eq. 6.8)

$V_{rds}=(A_{sw}/s)z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$, $V_{rds}=493.80\text{kN}$, $z=0.9d$, $f_{ywd}=0.8f_{yk}=400.00\text{N/mm}^2$, $\cot\theta=2.50$

$A_{sw}/s=V_{rds}/(z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta)= (10^6) \times 493.80 / (0.9 \times 1330 \times 400 \times 2.50)=413\text{mm}^2/\text{m}$ ($A_{sw}/s= 4.13\text{cm}^2/\text{m}$)

Required shear reinforcement: ($A_{sw}/s= 4.13\text{cm}^2/\text{m}$)

Minimum links for shear reinforcement

(EC2 §9.2.2)

Minimum shear reinforcement ratio $\rho_{w,min}$

(EC2 Eq. 9.5N)

$\rho_{w,min}=(0.08 \times (f_{ck})^{0.5})/f_{yk}$, $f_{ck}=30\text{N/mm}^2$, $f_{yk}=500\text{N/mm}^2$, $\rho_{w,min}=0.0009$

$\min A_{sw}/s=10 \times 0.0009 \times 1000 \times \sin(90^\circ)= 9.00\text{cm}^2/\text{m}$

Maximum longitudinal spacing of links $s_{lmax}=0.75d$ ($\leq 600\text{mm}$)=600mm

(EC2 §9.2.2.6, Eq. 9.6N)

Maximum transverse spacing of link legs $s_{tmax}=0.75d$ ($\leq 600\text{mm}$)=600mm

(§9.2.2.8, Eq. 9.8N)

Minimum shear reinforcement **2Ø10/345** ($A_{sw}/s= 9.10\text{cm}^2/\text{m}$)

Shear reinforcement: 2Ø10/345 ($A_{sw}/s= 9.10\text{cm}^2/\text{m}$)

5. Serviceability limit state (SLS)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7)

$M_{ed}(SLS)=246.90\text{ kNm}$, $V_{ed}(SLS)=493.80\text{ kN}$

Final creep coefficient $\phi(\infty, t_0)=1.59$

(EC2 §3.1.4, Annex B)

Total shrinkage strain $\epsilon_{cs}=-0.04\%$

$\gamma_c=1.00$, $\gamma_s=1.00$

(EC2 §2.4.2.4.2)

Modulus of elasticity of concrete $E_{cm}=33.0\text{GPa}$, $E_{ceff}=33.0/(1+1.59)=12.74\text{GPa}=12740\text{MPa}$ (EC2 Eq. 7.20)

Modulus of elasticity of steel $E_s=200\text{GPa}=200000\text{MPa}$

Modular ratio $E_s/E_c=200/33.0=6.06$, effective $E_s/E_{c,eff}=200/12.74=15.70$

Tension reinforcement: **7Ø20** (21.98cm^2)

Reinforcement ratio $\rho=A_{s1}/(b \cdot d)=2198/(1000 \times 1330)=0.002$

5.1. State I (uncracked section) (SLS)

Bending stiffness of uncracked section, $EI=(200/15.70) \times (0.001 \times 241.201)=3072630\text{ kNm}^2$

$A_i=A_c+(n-1)(A_{s1} \cdot y_{1s}-A_{s2} \cdot y_{2s})/A_i$, $I=I_c+b \cdot h \cdot e^2+(A_{s1} \cdot y_{1s}^2+A_{s2} \cdot y_{2s}^2)(n-1)$

$S=A_s \cdot y_{2s}=(0.001)^2 \times 2198 \times 0.616=(0.001) \times 1.354\text{ m}^3$, $y_2=686\text{mm}$, $y_{2s}=y_2-d_2=686-70=616\text{mm}$ (EC2 Eq. 7.21)

Curvature due to moment $1/r_M=246.90/3072630=(0.001) \times 0.080$ (1/m)

Curvature due to shrinkage $1/r_{cs}=(0.001 \times 0.04) \times 15.70 \times (1.354/241.201)=(0.001) \times 0.004$ (1/m)

Total curvature $1/r=(0.001) \times 0.080+(0.001) \times 0.004=(0.001) \times 0.084$ (1/m)

Cracking moment, $M_{cr}=f_{ctm} \cdot (I/y_2)=2.9 \times (241.201/0.686)=1019.97\text{ kNm}$



5.2. State II (fully cracked section) (SLS)

$\rho = A_s / (b \cdot d) = 0.002$, $n \cdot \alpha_e = 15.70$, $n \cdot \rho = 0.031$, $\xi = 0.721$, $\alpha = 0.221$, $x = \alpha \cdot d = 0.294\text{m}$
Bending stiffness of fully cracked section, $EI = \xi \cdot E_s \cdot A_s \cdot d^2 = 0.721 \times 200 \times 2198 \times 1.330^2 = 560986 \text{ kNm}^2$
 $y_2 = (1 - \alpha)d = 1036\text{mm}$, $\epsilon_s = y_2 \cdot M / EI = (0.001) \times 1036 \times 246.90 / 560986 = 0.46$
 $S = A_s \cdot y_2 = (0.001)^2 \times 2198 \times 1.036 = (0.001) \times 2.277 \text{ m}^3$ (EC2 Eq. 7.21)
Curvature due to moment $1/r_M = 246.90 / 560986 = (0.001) \times 0.440 \text{ (1/m)}$
Curvature due to shrinkage $1/r_{cs} = (0.001 \times 0.04) \times 15.70 \times (2.277 / 44.033) = (0.001) \times 0.032 \text{ (1/m)}$
Total curvature $1/r = (0.001) \times 0.440 + (0.001) \times 0.032 = (0.001) \times 0.473 \text{ (1/m)}$
 $M_{ed} = 246.90 \text{ kNm}$, $\epsilon_c / \epsilon_s = 0.13 / 0.46$, $x = 294\text{mm}$, $\sigma_s = 91 \text{ N/mm}^2$

5.3. Checking deflections by calculation (SLS)

$M_{ed} = 246.90 < 0.70 \times M_{cr} = 0.70 \times 1019.97 = 713.98 \text{ kNm}$, $\zeta = 0.00$ (Eq. 7.19)
Final curvature $(1/r) = 0.00 \times (0.001 \times 0.473) + (1 - 0.00) \times (0.001 \times 0.084) = (0.001) \times 0.084 \text{ (1/m)}$ (Eq. 7.18)

5.4. Minimum reinforcement areas (SLS)

Minimum reinforcement areas $A_{s,min} = k_c \cdot k_{fct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$ (EC2 Eq. 7.1)
 $b = 1.000\text{m}$, $b_{eff} = 1.000\text{m}$, $h = 1.400\text{m}$, $d = 1.330\text{m}$, $x = 0.294\text{m}$, $\varnothing = 20\text{mm}$
 $N_{ed} = 0.00\text{kN}$, $\sigma_c = (N_{ed} / bh) = 0.0\text{N/mm}^2$, $\sigma_s = f_{yd} = 435\text{N/mm}^2$
 $A_{ct} = (h - x) \cdot b = (1400 - 294) \times 1000 = 1105859 \text{ mm}^2$
 $\max(h, b) = 1\text{mm}$, $f_{ctm} = 2.90\text{N/mm}^2$, $A_{ct} = 1105859\text{mm}^2$, $k = 0.65$, $k_c = 0.40$, $k_1 = 1.50$
Minimum reinforcement, $A_{s,min} = 0.40 \times 0.65 \times 2.90 \times 1105859 / 435 = 1917\text{mm}^2$

5.5. Calculation of crack width (SLS)

$w_k = s_r, \max \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$ (EC2 Eq. 7.8)
 $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{eff}) (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})] / E_s \geq 0.6 \sigma_s / E_s$ (EC2 Eq. 7.9)
 $\sigma_s = 91\text{N/mm}^2$, short term loading: $E_s / E_c = 6.06$, $k_t = 0.6$, long term loading: $E_s / E_c = 15.70$, $k_t = 0.4$
 $2.5(h - d) = 175 \text{ mm}$, $(h - x) / 3 = 368 \text{ mm}$, $h / 2 = 700 \text{ mm}$
 $A_{ceff} = 2.5(h - d)b = 2.5 \times (1400 - 1330) \times 1000 = 175000 \text{ mm}^2$ (§7.3.2.3)
 $\rho_{eff} = A_s / A_{ceff} = 2198 / 175000 = 0.013$
 $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [91 - 0.4 \times (2.9 / 0.013) (1 + 15.70 \times 0.013)] / 200 = -0.10\% \geq 0.6 \times 91 / 200 = 0.27\%$
 $s_r, \max = k_3 \cdot (C_{nom} + \varnothing) + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \varnothing / \rho_{eff}$ (EC2 Eq. 7.11)
 $\varnothing = 20\text{mm}$, $k_1 = 0.8$, $k_2 = (e_1 + e_2) / 2e_1 = 0.5$, $k_3 = 3.4$, $k_4 = 0.425$
 $s_r, \max = 3.4 \times 60.00 + 0.8 \times 0.5 \times 0.425 \times 20 / 0.013 = 474.70 \text{ mm}$
 $w_k = s_r, \max \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 474.70 \times 0.001 \times 0.27 = 0.13 \text{ mm}$
 $w_k = 0.13\text{mm} < 0.30\text{mm} = w_{max}$, Environmental class: XC4, **Crack width under limit**

Odabrana armatura za naglavnu gredu:

- Nosiva armatura: 7Ø20 cm ($A_s = 21,98 \text{ cm}^2/\text{m}'$)
- Konstruktivna armatura: 7Ø20 cm ($A_s = 21,98 \text{ cm}^2/\text{m}'$)
- Poprečna armatura (vilice): 2Ø10/25 cm ($12,56 \text{ cm}^2/\text{m}'$)

4.4.7.4 Proračun armature pilota Ø100 cm PS-3 i PS-4

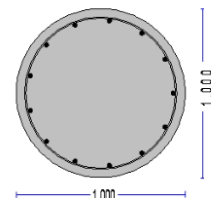
U dimenzioniranju AB pilota Ø 100 cm na osnovom razmaku $r = 1,6 \text{ m}$ koriste se naprezanja (po m' modela) dobivene proračunskim programom Plaxis. Za dimenzioniranje je mjerodavan najveći moment savijanja te pripadna uzdužna i poprečna sila.

1. Pilot - fi 100 PS3-4

Column cross section in biaxial bending
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002,)

D = 1.000 m, **N_{ed} = 368.80 kN**
M_{ed yy} = 1178.08 kNm, **M_{ed zz} = 0.00 kNm**
Reinforced concrete design

Concrete-Steel class: C30/37-B500B (EC2 §3)
Environmental class : XC4 (EC2 §4.4.1)
Concrete cover : $C_{nom} = 50 \text{ mm}$ (EC2 §4.4.1)
 $\gamma_c = 1.50$, $\gamma_s = 1.15$ (EC2 Table 2.1N)
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1.00 \times 30 / 1.50 = 20.00 \text{ MPa}$ (EC2 §3.1.6)
 $f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0.05} / \gamma_c = 1.00 \times 2.0 / 1.50 = 1.33 \text{ MPa}$ (EC2 §3.1.6)
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15 = 435 \text{ MPa}$ (EC2 §3.2.7)
Modulus of elasticity of concrete $E_{cm} = 33.0 \text{ GPa}$





2. Dimensions and loads

Circular column with diameter $D=1.000$ m
Loads, Axial load $N_{ed}=368.80$ kN (compression), moments $M_{edxx}=1178.08$ kNm, $M_{edyy}=0.00$ kNm
shear $V_{ed}=362.24$ kN
Effective depth of cross section $d=h-d_1$, $d_1=d_2=C_{nom}+\varnothing_s+\varnothing/2=50+10+28/2=74$ mm, $d=926$ mm

3. Design for compression with small eccentricity (ULS)

(EC2 §6.1, §9.2.1)

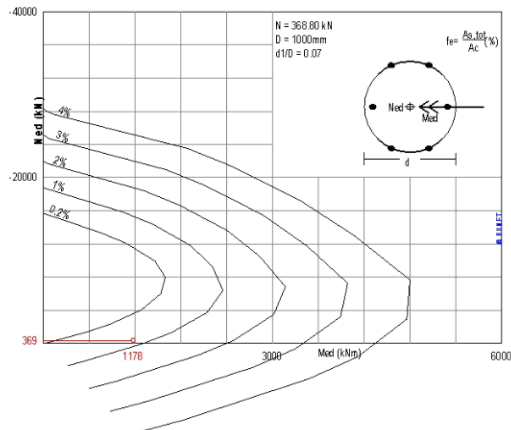
$N_{ed}=368.80$ kN, $M_{ed,yy}=1178.08$ kNm, $M_{ed,zz}=0.00$ kNm

Design using numerical integration

Design chart for single bending and axial force obtained from numerical integration of the concrete and steel forces over the cross-section
 $N_{ed}=368.80$ kN (compression), $M_{ed}=1178.08$ kNm
C30/37-B500B
 $D=1000$ mm
 $d=926$ mm, $d_1=74$ mm, $d_2=74$ mm, $d_1/D=0.074$
 $e=M_{ed}/N_{ed}=1178.08/368.80=3.194$ m=3194 mm
 $z_s=h/2-d_1=1000/2-74=426$ mm, $e=3194$ mm $>$ $z_s=426$ mm

$A_{s1}=A_{s2}=3927$ mm², $(A_{s1}+A_{s2})/A_c=1.00\%$
 $\rho_2/\rho_1=-3.50/8.36$

$A_{s,tot}=78.54$ cm²



Minimum longitudinal reinforcement, $A_s \geq 0.0020 A_c$, $\varnothing_s \geq 8$, $A_{s,min} = 6\varnothing 20$ (18.84 cm²) (EC2 §9.5.2.2)

Maximum longitudinal reinforcement, $A_s \leq 0.04 A_c$, ($A_{s,max} = 314.2$ cm²) (EC2 §9.5.2.3)

Transverse reinforcement, links with minimum \varnothing_s at maximum spacing $S_{cl,t}$ (EC2 §9.5.3)

at column heights from 1.00m to H-1.00m: Links $\varnothing_s \geq 6$, $S_{cl,t} \leq 400$ mm

at regions 0 to 1.00m and H-1.00m to H: Links $\varnothing_s \geq 6$, $S_{cl,t} \leq 240$ mm

Basic required anchorage length $L_{bd} = 620$ mm = 0.620m (EC2 Eq.8.3)

Longitudinal reinforcement: 13 $\varnothing 28$ (80.08 cm²)

Transverse reinforcement: Links $\varnothing 10/400$ [h:1.00m~H-1.00m], **$\varnothing 10/240$** [h:0~1.00m, H-1.00m~H]

4. Ultimate limit state (ULS), Design for shear

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2, §9.2.2)

Shear capacity without shear reinforcement V_{rdc} (EC2 §6.2.2)

$V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} + k_1 \cdot \rho_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Eq.6.2.a)

$V_{rdc} > (v_{min} + k_1 \cdot \rho_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Eq.6.2.b)

$C_{rdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.50 = 0.120$, $f_{ck} = 30$ MPa, $b_w = 1000$ mm, $d = 926$ mm

$k = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2$, $k = 1.46$, $k_1 = 0.15$

$\rho_l = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 4000 / (1000 \times 926) = 0.0043$

$\rho_{cp} = N_{ed} / A_c = 1000 \times 368.80 / 1000000 = 0.37$ N/mm²

$v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.34$ N/mm², (EC2 Eq.6.3N)

$V_{rd,c(min)} = 0.001 \times (0.34 + 0.15 \times 0.37) \times 1000 \times 926 = 366.23$ kN

$V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.46 \times (0.43 \times 30)^{0.33} + 0.15 \times 0.37] \times 1000 \times 926 = 431.88$ kN

$V_{ed} = 362.24$ kN $\leq V_{rdc} = 431.88$ kN, **$V_{ed} \leq V_{rdc}$ shear reinforcement is not needed**

Concrete strut capacity V_{rdmax} (EC2 §6.2.3 Eq.6.9)

$V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$, $V_{ed} / \max(V_{rdmax}) = 0.08$, $\theta = 45.0^\circ$ $\cot \theta = 1.00$ $\tan \theta = 1.00$

$\alpha_{cw} = 1.00$ $z = 0.9d$, $f_{ck} = 30.0 \leq 60$ MPa $v_1 = 0.6 [1 - f_{ck}/250] = 0.6 [1 - 30/250] = 0.528$, $f_{cd} = 20.00$ MPa

$V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 926 \times 0.528 \times 20.00 / 2.00 = 4400.4$ kN

$V_{ed} = 362.2$ kN $<$ 4400.4 kN $= V_{rdmax}$, the check is verified

Odabrana armatura za AB pilote:

- Uzdužna armatura: 13 $\varnothing 28$ ($A_s=80,08$ cm²/m')

- Poprečna armatura: - $\varnothing 12/24$ cm (spiralno)

- Prsten za povezivanje: $\varnothing 20/200$ cm'

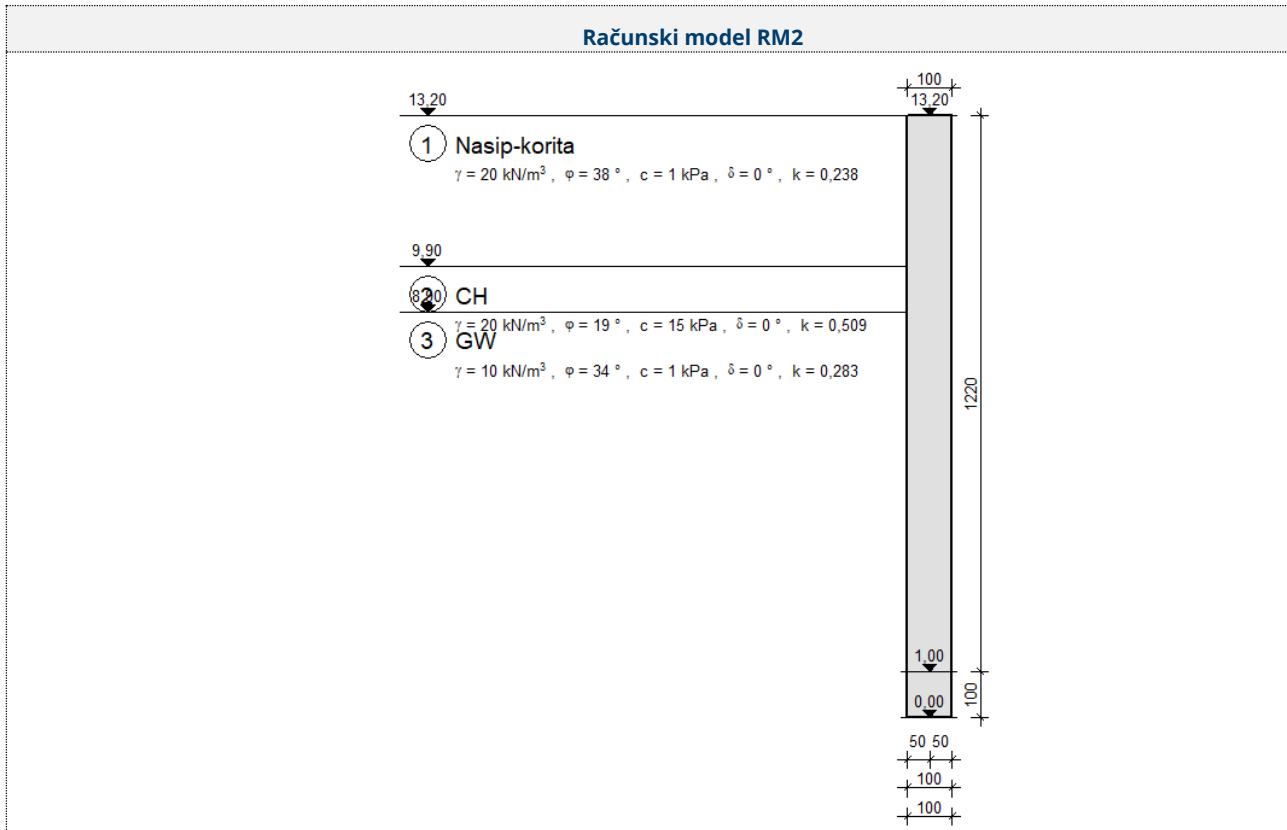


4.4.7.5 Proračun armature naglavne grede PS-3 i PS-4

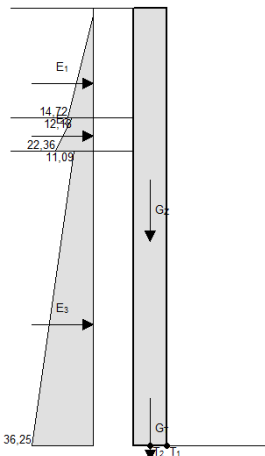
Proračun AB naglavne grede dimenzija poprečnog presjeka HxB = 100 x 140 cm.

Za dimenzioniranje je mjerodavna ukupna poprečna sila koja djeluje na naglavnu gredu u slučaju da jedan pilot izgubi nosivost i pripadni moment.

Horizontalna sila dobivena proračunom efektivnih napona u računalnom programu Aspalathos. Proračun je rađen prema Eurokodu 7 proračunski pristup 3.



Ukupna aktivna sila na pilot iznosi:



Sila	Veličina [kN]	Krak sile (T ₁) [m]	Moment (T ₁) [kNm]	Krak sile (T ₂) [m]	Moment (T ₂) [kNm]
G_Z	305,00	0,50	152,50	0,00	0,00
G_T	25,00	0,50	12,50	0,00	0,00
E₁^H	22,79	10,93	-249,09	10,93	-249,09
E₂^H	17,27	9,35	-161,48	9,35	-161,48
E₃^H	210,70	3,66	-771,53	3,66	-771,53

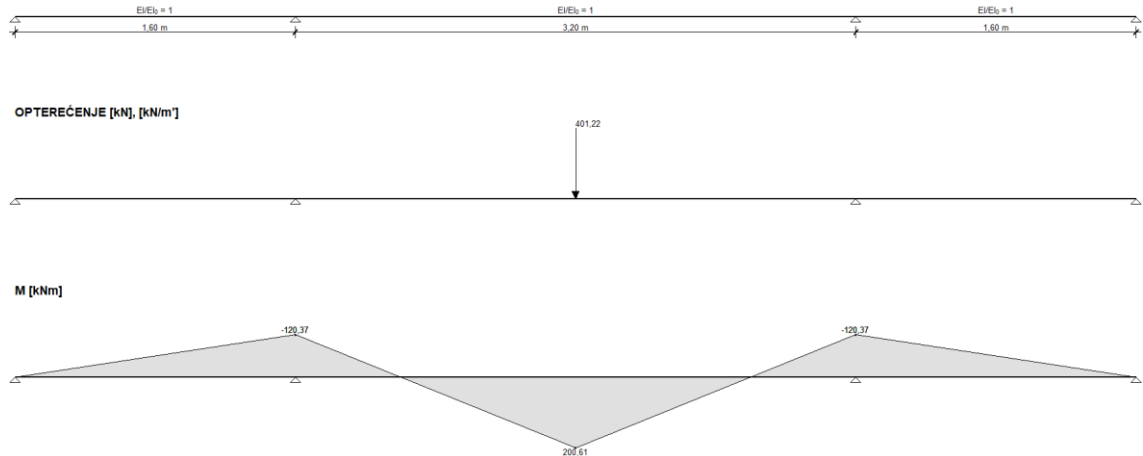
Ukupna horizontalna sila koja djeluje na jedan pilot iznosi:

$$H_{sd} = E_1^H + E_2^H + E_3^H = (22,79 + 17,27 + 210,70) \times 1,6 = 401,22 \text{ kN}$$



Pripadni moment dobiven je uklanjanjem jednog ležaja (pilota) na kontinuiranom nosaču:

GEOMETRIJA



Slijedeća tablica daje vrijednosti sila za proračun armature naglavne grede:

Aspalathos kalkulator	
$V_k = 401,22 \text{ kN}$	$V_d = 401,22 * 1,35 = 541,65 \text{ kN}$
$M_k = 200,61 \text{ kNm/m'}$	$M_d = 200,61 * 1,35 = 270,82 \text{ kN}$

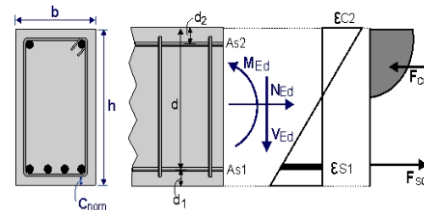
1. naglavna greda 140x100

Design of beam section for bending, and shear
(EC2 EN1992-1-1:2004, ECO EN1990:2002,)

$b \times h = 1.000 \times 1.400 \text{ m}$, $M_{ed} = 270.82 \text{ kNm}$,
 $V_{ed} = 541.65 \text{ kN}$, $N_{ed} = 0.00 \text{ kN}$

Reinforced concrete design

Concrete-Steel class: C30/37-B500B (EC2 §3)
Environmental class : XC4 (EC2 §4.4.1)
Concrete cover : $C_{nom} = 35 \text{ mm}$ (EC2 §4.4.1)
 $\gamma_c = 1.50$, $\gamma_s = 1.15$ (EC2 Table 2.1N)
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1.00 \times 30 / 1.50 = 20.00 \text{ MPa}$ (EC2 §3.1.6)
 $f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk} \cdot 0.05 / \gamma_c = 1.00 \times 2.0 / 1.50 = 1.33 \text{ MPa}$ (EC2 §3.1.6)
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15 = 435 \text{ MPa}$ (EC2 §3.2.7)
Modulus of elasticity of concrete $E_{cm} = 33.0 \text{ GPa}$



2. Dimensions and loads

Beam width $b_w = 1.000 \text{ m}$, beam height $h = 1.400 \text{ m}$
Effective depth of cross section $d_1 = C_{nom} + \varnothing_s + 0.5 \varnothing = 35 + 10 + 0.5 \times 20 = 55 \text{ mm}$, $d_2 = 55 \text{ mm}$, $d = 1400 - 55 = 1345 \text{ mm}$

Ultimate limit state (ULS)

Bending moment $M_{ed} = 270.82 \text{ kNm}$, Shear $V_{ed} = 541.65 \text{ kN}$, Axial force $N_{ed} = 0.00 \text{ kN}$ (compression)

Serviceability limit state (SLS)

Bending moment $M_{ed} = 189.57 \text{ kNm}$, Shear $V_{ed} = 541.65 \text{ kN}$, Axial force $N_{ed} = 0.00 \text{ kN}$ (compression)

3. Ultimate limit state (ULS), design for bending

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1, §9.2.1)

Effective depth of cross section $d_1 = C_{nom} + \varnothing_s + 0.5 \varnothing = 35 + 10 + 0.5 \times 20 = 55 \text{ mm}$, $d = 1400 - 55 = 1345 \text{ mm}$

Dimensioning for bending: Allgower, G.-Avak, R. Bemessungstabellen nach Eurocode 2

für Rechteck und Plattenbalkenquerschnitte, In: Beton - und Stahlbetonbau 87 (1992)

Reinforcement for bending (only tension reinforcement is needed)

$M_{ed} = 270.82 \text{ kNm}$ $b_w = 1000 \text{ mm}$ $d = 1345 \text{ mm}$ $K_d = 8.17 \times x/d = 0.03$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1} = -0.6/20.0$ $k_s = 2.32$, **$A_{s1} = 4.67 \text{ cm}^2$**

Minimum longitudinal tension reinf., $A_s \geq 0.26 b_d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$, ($A_{s, \min} = 20.28 \text{ cm}^2$) (EC2 §9.2.1.1.1)

Maximum tension or compression reinf., $A_s \leq 0.04 A_c$, ($A_{s, \max} = 560.0 \text{ cm}^2$) (EC2 §9.2.1.1.3)

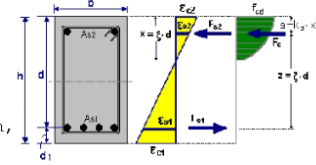
Reinforcement for bending: 7Ø20 (21.98 cm²) (bottom)



3.1. Ultimate moment capacity of cross section

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

$b=1000\text{mm}$, $h=1400\text{mm}$, $d=1345\text{mm}$, $A_{s1}=2198\text{mm}^2$, $A_{s2}=0\text{mm}^2$
 $\epsilon_{c2}=-1.41\%$, $\epsilon_{s1}=19.96\%$, $A_{s1}/b \cdot d=0.00164$ (0.164%)
 $x/d=\epsilon_{c2}/(\epsilon_{c2}+\epsilon_{s1})=1.41/(1.41+19.96)=0.066$, $x=88.7\text{mm}$
 $\alpha_r=0.539$, $k_a=0.359$, $F_c=\alpha_r \cdot b \cdot x \cdot f_{cd}=F_{s1}=957.23\text{kN}$, $A_{s1}=F_{s1}/f_{yd}=2201\text{mm}^2$
 $z=d-k_a \cdot x=(1-k_a \cdot \epsilon_{c2}/(\epsilon_{c2}+\epsilon_{s1}))d$, $z/d=1.0-0.359 \cdot 0.066=0.976$, $z=1313.1\text{mm}$,
 $K_d^2=1/(0.539 \cdot 0.066 \cdot 0.976 \cdot 20.00)=1.439$ mm^2/N , $K_d=1.200$
 Bending capacity $M_r=b \cdot d^2/K_d^2=[10^{-6}] \times 1000 \times 1345^2/1.439=1257.00\text{kNm}$



4. Ultimate limit state (ULS), Design for shear

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2, §9.2.2)

Shear capacity without shear reinforcement V_{rdc} (EC2 §6.2.2)
 $V_{rdc}=[C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} + k_l \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Eq.6.2.a)
 $V_{rdc} > (v_{min} + k_l \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Eq.6.2.b)
 $C_{rdc}=0.18/\gamma_c=0.18/1.50=0.120$, $f_{ck}=30\text{MPa}$, $b_w=1000\text{mm}$, $d=1345\text{mm}$
 $k=1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k=1.39$, $k_l=0.15$
 $\rho_l=A_{s1}/(b_w \cdot d)=2198/(1000 \times 1345)=0.0016$
 $v_{min}=0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}}=0.31\text{N/mm}^2$, (EC2 Eq.6.3N)
 $V_{rdc}(\text{min})=0.001 \times (0.31) \times 1000 \times 1345=416.95\text{kN}$
 $V_{rdc}=0.001 \times [0.120 \times 1.39 \times (0.16 \times 30)^{0.33}] \times 1000 \times 1345=378.44$, $V_{rdc}=416.95\text{kN}$
 $V_{ed}=541.65\text{kN} > V_{rdc}=416.95\text{kN}$, **$V_{ed} > V_{rdc}$ shear reinforcement is needed**

Concrete strut capacity V_{rdmax} (EC2 §6.2.3 Eq.6.9)
 $V_{rdmax}=\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_l \cdot f_{cd}/(\cot\theta + \tan\theta)$, $V_{ed}/\max(V_{rdmax})=0.08$, $\theta=21.8^\circ$ $\cot\theta=2.50$ $\tan\theta=0.40$
 $\alpha_{cw}=1.00$ $z=0.9d$, $f_{ck}=30.0 < 60\text{MPa}$ $v_l=0.6[1-f_{ck}/250]=0.6[1-30/250]=0.528$, $f_{cd}=20.00\text{MPa}$
 $V_{rdmax}=0.001 \times 1.00 \times 1000 \times 0.9 \times 1345 \times 0.528 \times 20.00/2.90=4407.9\text{kN}$
 $V_{ed}=541.7\text{kN} < 4407.9\text{kN} = V_{rdmax}$, the check is verified

Shear reinforcement of vertical linkss (EC2 §6.2.3 Eq.6.8)
 $V_{rds}=(A_{sw}/s) \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta$, $V_{rds}=541.65\text{kN}$, $z=0.9d$, $f_{ywd}=0.8f_{yk}=400.00\text{N/mm}^2$, $\cot\theta=2.50$
 $A_{sw}/s=V_{rds}/(z \cdot f_{ywd} \cdot \cot\theta)=541.65/(0.9 \times 1345 \times 400 \times 2.50)=447\text{mm}^2/\text{m}$ ($A_{sw}/s=4.47\text{cm}^2/\text{m}$)
 Required shear reinforcement: ($A_{sw}/s=4.47\text{cm}^2/\text{m}$)

Minimum links for shear reinforcement (EC2 §9.2.2)
 Minimum shear reinforcement ratio $\rho_{w,\text{min}}$ (EC2 Eq.9.5N)
 $\rho_{w,\text{min}}=(0.08 \times (f_{ck})^{0.5})/f_{yk}$, $f_{ck}=30\text{N/mm}^2$, $f_{yk}=500\text{N/mm}^2$, $\rho_{w,\text{min}}=0.0009$
 $\text{min } A_{sw}/s=10 \times 0.0009 \times 1000 \times \sin(90^\circ)=9.00\text{cm}^2/\text{m}$
 Maximum longitudinal spacing of links $s_{l\text{max}}=0.75d$ ($\leq 600\text{mm}$)=600mm (EC2 §9.2.2.6, Eq.9.6N)
 Maximum transverse spacing of link legs $s_{t\text{max}}=0.75d$ ($\leq 600\text{mm}$)=600mm (§9.2.2.8, Eq.9.8N)

Minimum shear reinforcement $2\text{Ø}10/345$ ($A_{sw}/s=9.10\text{cm}^2/\text{m}$)

Shear reinforcement: $2\text{Ø}10/345$ ($A_{sw}/s=9.10\text{cm}^2/\text{m}$)

5. Serviceability limit state (SLS)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7)

$M_{ed}(\text{SLS})=189.57\text{kNm}$, $V_{ed}(\text{SLS})=541.65\text{kN}$
 Final creep coefficient $\phi(\infty, t_0)=1.59$ (EC2 §3.1.4, Annex B)
 Total shrinkage strain $\epsilon_{cs}=-0.04\%$
 $\gamma_c=1.00$, $\gamma_s=1.00$ (EC2 §2.4.2.4.2)
 Modulus of elasticity of concrete $E_{cm}=33.0\text{GPa}$, $E_{\text{eff}}=33.0/(1+1.59)=12.74\text{GPa}=12740\text{MPa}$ (EC2 Eq.7.20)
 Modulus of elasticity of steel $E_s=200\text{GPa}=200000\text{MPa}$
 Modular ratio $E_s/E_c=200/33.0=6.06$, effective $E_s/E_c, \text{eff}=200/12.74=15.70$
 Tension reinforcement: $7\text{Ø}20$ (21.98cm²)
 Reinforcement ratio $\rho=A_{s1}/(b \cdot d)=2198/(1000 \times 1345)=0.002$

5.1. State I (uncracked section) (SLS)

Bending stiffness of uncracked section, $EI=(200/15.70) \times (0.001 \times 241.805)=3080324\text{kNm}^2$
 $A_i=A_c+(n-1)(A_{s1}+A_{s2})$, $e=(n-1)(A_{s1} \cdot y_{1s}-A_{s2} \cdot y_{2s})/A_i$, $I=I_c+b \cdot h \cdot e^2+(A_{s1} \cdot y_{1s}^2+A_{s2} \cdot y_{2s}^2)(n-1)$
 $S=A_s \cdot y_{2s}=(0.001)^2 \times 2198 \times 0.630=(0.001) \times 1.386\text{m}^3$, $y_2=685\text{mm}$, $y_{2s}=y_2-d_2=685-55=630\text{mm}$ (EC2 Eq.7.21)
 Curvature due to moment $1/r_M=189.57/3080324=(0.001) \times 0.062$ (1/m)
 Curvature due to shrinkage $1/r_{cs}=(0.001 \times 0.04) \times 15.70 \times (1.386/241.805)=(0.001) \times 0.004$ (1/m)
 Total curvature $1/r=(0.001) \times 0.062+(0.001) \times 0.004=(0.001) \times 0.065$ (1/m)
 Cracking moment, $M_{cr}=f_{ctm} \cdot (I/y_2)=2.9 \times (241.805/0.685)=1023.03\text{kNm}$

5.2. State II (fully cracked section) (SLS)

$\rho=A_s/(b \cdot d)=0.002$, $n=\alpha_e=15.70$, $n \cdot \rho=0.031$, $\xi=0.721$, $\alpha=0.221$, $x=\alpha \cdot d=0.297\text{m}$
 Bending stiffness of fully cracked section, $EI=\xi \cdot E_s \cdot A_s \cdot d^2=0.721 \times 200 \times 2198 \times 1.345^2=573712\text{kNm}^2$
 $y_2=(1-\alpha)d=1048\text{mm}$, $\epsilon_s=y_2 \cdot M/EI=(0.001) \times 1048 \times 189.57/573712=0.35$
 $S=A_s \cdot y_2=(0.001)^2 \times 2198 \times 1.048=(0.001) \times 2.302\text{m}^3$ (EC2 Eq.7.21)
 Curvature due to moment $1/r_M=189.57/573712=(0.001) \times 0.330$ (1/m)
 Curvature due to shrinkage $1/r_{cs}=(0.001 \times 0.04) \times 15.70 \times (2.302/45.032)=(0.001) \times 0.032$ (1/m)
 Total curvature $1/r=(0.001) \times 0.330+(0.001) \times 0.032=(0.001) \times 0.363$ (1/m)
 $M_{ed}=189.57\text{kNm}$, $\epsilon_c/\epsilon_s=0.10/0.35$, $x=297\text{mm}$, $\sigma_s=69\text{N/mm}^2$



5.3. Checking deflections by calculation (SLS)

(EC2 §7.4.3)

$M_{ed}=189.57 < 0.70 \times M_{cr}=0.70 \times 1023.03=716.12$ kNm, $\zeta=0.00$

(Eq. 7.19)

Final curvature $(1/r)=0.00x(0.001x0.363)+(1-0.00)x(0.001x0.065)=(0.001)x0.065$ (1/m)

(Eq. 7.18)

5.4. Minimum reinforcement areas (SLS)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.2)

Minimum reinforcement areas $A_{s,min}=k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$

(EC2 Eq.7.1)

$b=1.000$ m, $b_{eff}=1.000$ m, $h=1.400$ m, $d=1.345$ m, $x=0.297$ m, $\varnothing=20$ mm

$N_{ed}=0.00$ kN, $\sigma_c=(N_{ed}/bh)=0.0$ N/mm², $\sigma_s=f_{yd}=435$ N/mm²

$A_{ct}=(h-x) \cdot b=(1400-297) \times 1000=1102541$ mm²

$\max(h, b_1)=1$ mm, $f_{ctm}=2.90$ N/mm², $A_{ct}=1102541$ mm², $k=0.65$, $k_c=0.40$, $k_1=1.50$

Minimum reinforcement, $A_{s,min}=0.40 \times 0.65 \times 2.90 \times 1102541 / 435=1911$ mm²

5.5. Calculation of crack width (SLS)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.3)

$w_k=s_r, \max \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})$

(EC2 Eq.7.8)

$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}=[\sigma_s-kt \cdot (f_{ct,eff}/\rho_{eff})(1+\alpha_e \cdot \rho_{eff})] / E_s \geq 0.6 \sigma_s / E_s$

(EC2 Eq.7.9)

$\sigma_s=69$ N/mm², short term loading: $E_s/E_c=6.06$, $kt=0.6$, long term loading: $E_s/E_c=15.70$, $kt=0.4$

$2.5(h-d)=137$ mm, $(h-x)/3=367$ mm, $h/2=700$ mm

$A_{ceff}=2.5(h-d)b=2.5 \times (1400-1345) \times 1000=137500$ mm²

(§7.3.2.3)

$\rho_{eff}=A_s/A_c, eff=2198/137500=0.016$

$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}=[69-0.4 \times (2.9/0.016)(1+15.70 \times 0.016)] / 200=-0.11\% \geq 0.6 \times 69 / 200=0.21\%$

(EC2 Eq.7.11)

$s_r, \max=k_3 \cdot (C_{nom}+\varnothing_s)+k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \varnothing / \rho_{eff}$

$\varnothing=20$ mm, $k_1=0.8$, $k_2=(e_1+e_2)/2e_1=0.5$, $k_3=3.4$, $k_4=0.425$

$s_r, \max=3.4 \times 45.00+0.8 \times 0.5 \times 0.425 \times 20 / 0.016=365.69$ mm

$w_k=s_r, \max \cdot (\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm})=365.69 \times 0.001 \times 0.21=0.08$ mm

$w_k=0.08$ mm ≤ 0.30 mm = w_{max} , Environmental class: XC4, **Crack width under limit**

Odabrana armatura za naglavnu gredu:

- Nosiva armatura: 7Ø20 cm ($A_s=21,98$ cm²/m')
- Konstruktivna armatura: 7Ø20 cm ($A_s=21,98$ cm²/m')
- Poprečna armatura (vilice): 2Ø10/25 cm (12,56 cm²/m')



4.4.7.6 Proračun armature potpornog zida

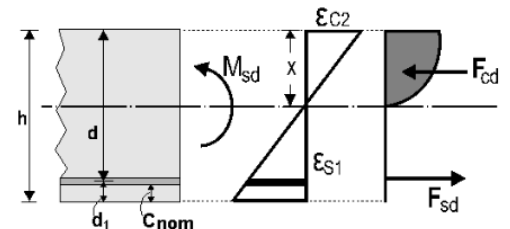
Proračun AB zida širine 30 cm dimenzionira se kao ploča na savijanje.

Za dimenzioniranje je mjerodavan najveći moment savijanja. Za PS-1 i PS-2 najveći moment je približno jednak te iznosi: $M_{sd} = 1,35 \times 14,89 \text{ kNm/m} = 20,10 \text{ kNm}$

Cross section of solid slab in bending
(EC2 EN1992-1-1:2004, ECO EN1990:2002,)

h=0.300 m, Med=20.11 kNm
Reinforced concrete design

Concrete-Steel class: C30/37-B500B (EC2 §3)
Environmental class : XC4 (EC2 §4.4.1)
Concrete cover : Cnom=50 mm (EC2 §4.4.1)
 $\gamma_c=1.50, \gamma_s=1.15$ (EC2 Table 2.1N)
 $f_{cd}=\alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c=1.00 \times 30/1.50=20.00 \text{ MPa}$ (EC2 §3.1.6)
 $f_{ctd}=\alpha_{ct} \cdot f_{ctk0.05}/\gamma_c=1.00 \times 2.0/1.50=1.33 \text{ MPa}$ (EC2 §3.1.6)
 $f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s=500/1.15=435 \text{ MPa}$ (EC2 §3.2.7)
Modulus of elasticity of concrete $E_{cm}=33.0 \text{ GPa}$



2. Dimensions and loads

Slab thickness $h=0.300 \text{ m}$, Bending moment $Med=20.11 \text{ kNm}$ (ULS), $Med=14.08 \text{ kNm}$ (SLS)
Effective depth of cross section $d=h-d_1, d_1=Cnom+\varnothing/2=50+12/2=56 \text{ mm}$, $d=300-56=244 \text{ mm}$

3. Ultimate limit state (ULS), design for bending

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1, §9.3.1)

$Med(ULS)=20.11 \text{ kNm/m}$

Dimensioning for bending: Allgower, G.-Avak, R. Bemessungstabellen nach Eurocode 2 für Rechteck und Plattenbalkenquerschnitte, In: Beton - und Stahlbetonbau 87 (1992)
($\sigma_c=f_{cd}[1-(1-\epsilon_c/\epsilon_{c2})^2]$, $f_{cd}=20.00 \text{ MPa}$, $\epsilon_{c2}=0.0020$, $\epsilon_{cu2}=0.0035$, $f_{yd}=435 \text{ MPa}$)

$Med=20.11 \text{ kNm/m}$, $d=244 \text{ mm}$, $K_d=5.44$ $x/d=0.04$ $\epsilon_{c2}/\epsilon_{s1}=-0.9/20.0$ $k_s=2.33$, **$A_s=1.92 \text{ cm}^2/\text{m}$**

Minimum slab reinforcement, $A_s \geq 0.26 b d \cdot f_{ctm}/f_{yk}=3.68 \text{ cm}^2/\text{m}$, $s \leq 400 \text{ mm}$, $s' \leq 450 \text{ mm}$ (EC2 §9.3.1)

minimum principal reinforcement $\varnothing 12/305$ ($3.70 \text{ cm}^2/\text{m}$), secondary $\varnothing 8/450$ ($1.12 \text{ cm}^2/\text{m}$)

Slab-principal reinforcement $\varnothing 12/305$ ($3.70 \text{ cm}^2/\text{m}$), secondary $\varnothing 8/450$ ($1.12 \text{ cm}^2/\text{m}$)

3.1. Ultimate moment capacity of cross section

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

$b=1000 \text{ mm}$, $h=300 \text{ mm}$, $d=244 \text{ mm}$, $A_{s1}=370 \text{ mm}^2$

$\epsilon_{c2}=-1.34\%$, $\epsilon_{s1}=19.78\%$, $A_{s1}/b \cdot d=0.00152$ (0.152%)

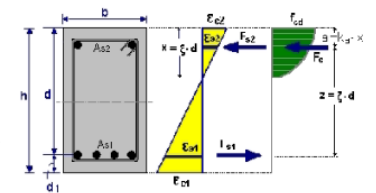
$x/d=\epsilon_{c2}/(\epsilon_{c2}+\epsilon_{s1})=1.34/(1.34+19.78)=0.063$, $x=15.5 \text{ mm}$

$\alpha_r=0.520$, $k_a=0.357$, $F_c=\alpha_r \cdot b \cdot x \cdot f_{cd}=F_{s1}=161.12 \text{ kN}$, $A_{s1}=F_{s1}/f_{yd}=370 \text{ mm}^2/\text{m}$

$z=d-k_a \cdot x=(1-0.357 \times 0.063) \cdot d$, $z/d=1.0-0.357 \times 0.063=0.977$, $z=238.5 \text{ mm}$,

$K_d^2=1/(0.520 \cdot 0.063 \cdot 0.977 \cdot 20.00)=1.550 \text{ mm}^2/\text{N}$, $K_d=1.245$

Bending capacity $M_r=b \cdot d^2/K_d^2=[10^{-6}] \times 1000 \times 244^2/1.550=39.00 \text{ kNm}$



4. Serviceability limit state (SLS)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7)

$Med(SLS)=14.08 \text{ kNm/m}$

Final creep coefficient $\varphi(\infty, t_0)=2.79$

(EC2 §3.1.4, Annex B)

Total shrinkage strain $\epsilon_{cs}=-0.43\%$

$\gamma_c=1.00, \gamma_s=1.00$

(EC2 §2.4.2.4.2)

Modulus of elasticity of concrete $E_{cm}=33.0 \text{ GPa}$, $E_{ceff}=33.0/(1+2.79)=8.71 \text{ GPa}=8710 \text{ MPa}$ (EC2 Eq.7.20)

Modulus of elasticity of steel $E_s=200 \text{ GPa}=200000 \text{ MPa}$

Modular ratio $E_s/E_c=200/33.0=6.06$, effective $E_s/E_{c,eff}=200/8.71=22.96$

Tension reinforcement: $\varnothing 12/305$ ($3.70 \text{ cm}^2/\text{m}$)

Reinforcement ratio $\rho=A_{s1}/(b \cdot d)=370/(1000 \times 244)=0.002$



4.1. State I (uncracked section) (SLS)

Bending stiffness of uncracked section, $EI=(200/22.96) \times (0.001 \times 2.320) = 20208 \text{ kNm}^2$
 $A_i = A_c + (n-1)(A_{s1} + A_{s2})$, $e = (n-1)(A_{s1} \cdot y_{1s} - A_{s2} \cdot y_{2s}) / A_i$, $I = I_c + b \cdot h \cdot e^2 + (A_{s1} \cdot y_{1s}^2 + A_{s2} \cdot y_{2s}^2) (n-1)$
 $S = A_s \cdot y_{2s} = (0.001)^2 \times 370 \times 0.092 = (0.001) \times 0.034 \text{ m}^3$, $y_2 = 148 \text{ mm}$, $y_{2s} = y_2 - d_2 = 148 - 56 = 92 \text{ mm}$ (EC2 Eq. 7.21)
Curvature due to moment $1/r_M = 14.08 / 20208 = (0.001) \times 0.697 \text{ (1/m)}$
Curvature due to shrinkage $1/r_{cs} = (0.001 \times 0.43) \times 22.96 \times (0.034 / 2.320) = (0.001) \times 0.144 \text{ (1/m)}$
Total curvature $1/r = (0.001) \times 0.697 + (0.001) \times 0.144 = (0.001) \times 0.841 \text{ (1/m)}$
Cracking moment, $M_{cr} = f_{ctm} \cdot (I / y_2) = 2.9 \times (2.320 / 0.148) = 45.61 \text{ kNm}$

4.2. State II (fully cracked section) (SLS)

$\rho = A_s / (b \cdot d) = 0.002$, $n = \alpha_e = 22.96$, $n \cdot \rho = 0.046$, $\xi = 0.675$, $\alpha = 0.261$, $x = \alpha \cdot d = 0.064 \text{ m}$
Bending stiffness of fully cracked section, $EI = \xi \cdot E_s \cdot A_s \cdot d^2 = 0.675 \times 200 \times 370 \times 0.244^2 = 2975 \text{ kNm}^2$
 $y_2 = (1 - \alpha) d = 180 \text{ mm}$, $\varepsilon_s = y_2 \cdot M / EI = (0.001) \times 180 \times 14.08 / 2975 = 0.85$
 $S = A_s \cdot y_2 = (0.001)^2 \times 370 \times 0.180 = (0.001) \times 0.067 \text{ m}^3$ (EC2 Eq. 7.21)
Curvature due to moment $1/r_M = 14.08 / 2975 = (0.001) \times 4.733 \text{ (1/m)}$
Curvature due to shrinkage $1/r_{cs} = (0.001 \times 0.43) \times 22.96 \times (0.067 / 0.342) = (0.001) \times 1.930 \text{ (1/m)}$
Total curvature $1/r = (0.001) \times 4.733 + (0.001) \times 1.930 = (0.001) \times 6.663 \text{ (1/m)}$
 $M_{ed} = 14.08 \text{ kNm}$, $\varepsilon_c / \varepsilon_s = 0.30 / 0.85$, $x = 64 \text{ mm}$, $\sigma_s = 171 \text{ N/mm}^2$

4.3. Checking deflections by calculation (SLS)

$M_{ed} = 14.08 < 0.70 \times M_{cr} = 0.70 \times 45.61 = 31.92 \text{ kNm}$, $\zeta = 0.00$ (EC2 §7.4.3)
Final curvature $(1/r) = 0.00 \times (0.001 \times 6.663) + (1 - 0.00) \times (0.001 \times 0.841) = (0.001) \times 0.841 \text{ (1/m)}$ (Eq. 7.19) (Eq. 7.18)

4.4. Minimum reinforcement areas (SLS)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.2)

Minimum reinforcement areas $A_{s,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$ (EC2 Eq. 7.1)
 $b = 1.000 \text{ m}$, $b_{eff} = 1.000 \text{ m}$, $h = 0.300 \text{ m}$, $d = 0.244 \text{ m}$, $x = 0.064 \text{ m}$, $\varnothing = 12 \text{ mm}$
 $N_{ed} = 0.00 \text{ kN}$, $\sigma_c = (N_{ed} / b h) = 0.0 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_s = f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$
 $A_{ct} = (h - x) \cdot b = (300 - 64) \times 1000 = 236416 \text{ mm}^2$
 $\max(h, b_1) = 0 \text{ mm}$, $f_{ctm} = 2.90 \text{ N/mm}^2$, $A_{ct} = 236416 \text{ mm}^2$, $k = 1.00$, $k_c = 0.40$, $k_1 = 1.50$
Minimum reinforcement, $A_{s,min} = 0.40 \times 1.00 \times 2.90 \times 236416 / 435 = 630 \text{ mm}^2 / \text{m}$

4.5. Calculation of crack width (SLS)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7.3.3)

$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$ (EC2 Eq. 7.8)
 $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{eff}) (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})] / E_s \geq 0.6 \sigma_s / E_s$ (EC2 Eq. 7.9)
 $\sigma_s = 171 \text{ N/mm}^2$, short term loading: $E_s / E_c = 6.06$, $k_t = 0.6$, long term loading: $E_s / E_c = 22.96$, $k_t = 0.4$
 $2.5(h - d) = 140 \text{ mm}$, $(h - x) / 3 = 79 \text{ mm}$, $h / 2 = 150 \text{ mm}$
 $A_{c,eff} = 0.333(h - x)b = 0.333 \times (300 - 64) \times 1000 = 78727 \text{ mm}^2$ (§7.3.2.3)
 $\rho_{eff} = A_s / A_{c,eff} = 370 / 78727 = 0.005$
 $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = [171 - 0.4 \times (2.9 / 0.005) (1 + 22.96 \times 0.005)] / 200 = -0.51\% \geq 0.6 \times 171 / 200 = 0.51\%$
 $s_{r,max} = k_3 \cdot C_{nom} + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \varnothing / \rho_{eff}$ (EC2 Eq. 7.11)
 $\varnothing = 12 \text{ mm}$, $k_1 = 0.8$, $k_2 = (e_1 + e_2) / 2 e_1 = 0.5$, $k_3 = 3.4$, $k_4 = 0.425$
 $s_{r,max} = 3.4 \times 50.00 + 0.8 \times 0.5 \times 0.425 \times 12 / 0.005 = 604.06 \text{ mm}$
 $w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 604.06 \times 0.001 \times 0.51 = 0.31 \text{ mm}$
 $w_k = 0.31 \text{ mm} \sim 0.30 \text{ mm} = w_{max}$, Environmental class: XC4, Crack width under limit

Odabrana armatura AB zida:

- Uzdužna armatura (stražnja strana zida): $\varnothing 12 / 300 \text{ mm}$ ($A_s = 3,77 \text{ cm}^2 / \text{m}'$)
- Uzdužna armatura (prednja strana zida): $\varnothing 12 / 300 \text{ mm}$ ($A_s = 3,77 \text{ cm}^2 / \text{m}'$)
- Poprečna armatura: $\varnothing 8 / 300 \text{ mm}$ ($A_s = 1,68 \text{ cm}^2 / \text{m}'$)



4.4.7.7 Proračun sidara

4.4.7.7.1 Proračun otpornosti na kontaktu sidrišnog tijela i tla

$$R_{ak} = \tau \cdot (2 \cdot r \cdot \pi) \cdot L_s$$

- otpornost sidra (kontakt tlo – sidro) gdje je:

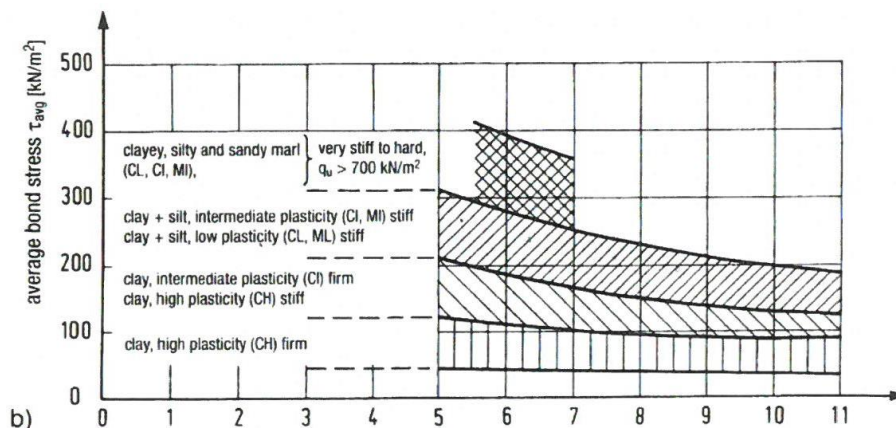
$r = 0,075 \text{ m}$ - polumjer bušotine

$L_s = 8 \text{ m}$ - sidrišna dionica

τ - očekivana prosječna karakteristična vrijednost posmičnog naprezanja

Sidrišne dionice se dijelom pretpostavljeno nalaze u šljunkovitim naslagama, a dijelom u glini visoke do niske plastičnosti (CH-CL). Otpornost na kontaktu sidrišnog tijela i tla uzima se u sloju gline, što je na strani sigurnosti.

Iskustvene (očekivane) prosječne vrijednosti posmičnog naprezanja na kontaktu sidra i tla prikazane su na grafu u nastavku (prema Smoltczyk-u.):



Sukladno temeljnom tlu, iz tablice je odabrana vrijednost za krutu glinu niske plastičnosti.

$$\tau = 0,14 \text{ MPa.}$$

$$R_{ak} = 140 \cdot (2 \cdot 0,075 \cdot \pi) \cdot 8 = 527,79 \text{ kN}$$

- karakteristična vanjska otpornost sidrišnog tijela

$$R_{ad} = R_{ak} / \gamma_R = 527,79 / 1,5 = 351,86 \text{ kN}$$

- računaska vanjska otpornost sidrišnog tijela (trajno sidro)

PS-1 i PS-2

$$P_k = 188,90 \text{ kN} \times 1,6 \text{ m} = 302,24 \text{ kN}$$

- projektna sila dobivena proračunom u programu Plaxis

$$P_d = P_k \cdot \gamma_Q = 1,00 \times 302,24 \text{ kN} = 302,24 \text{ kN}$$

- računaska sila u sidru (potresna projektna situacija)

$$P_d \leq R_{ad}$$

- uvjet nosivosti

$$302,24 \text{ kN} \leq 351,86 \text{ kN}$$

- zadovoljava

$$\text{Iskoristivost: } \eta = 85,9\% < 100\%$$

- zadovoljava

PS-3 i PS-4

$$P_k = 159,20 \text{ kN} \times 1,6 \text{ m} = 254,72 \text{ kN}$$

- projektna sila dobivena proračunom u programu Plaxis

$$P_d = P_k \cdot \gamma_Q = 1,00 \times 254,72 \text{ kN} = 254,72$$

- računaska sila u sidru (potresna projektna situacija)



$P_d \leq R_{ad}$ - uvjet nosivosti
 $254,72 \text{ kN} \leq 351,86 \text{ kN}$ - zadovoljava
Iskoristivost: $\eta = 72,4\% < 100\%$ - zadovoljava

4.4.7.2 Proračun otpornosti tetive sidra

Proračun se vrši za sidra sa 3 užadi $\Phi 0,6''$. Karakteristike su prikazane u tablici:

Tehničke specifikacije	Mjerna jedinica	3 $\Phi 0,6''$
Efektivni vanjski promjer	mm	140
Prosječni unutarnji promjer	mm	-
Prosječna površina poprečnog presjeka	mm ²	420
Vlačna čvrstoća pri pucanju	kN	743
Granica popuštanja	kN	655

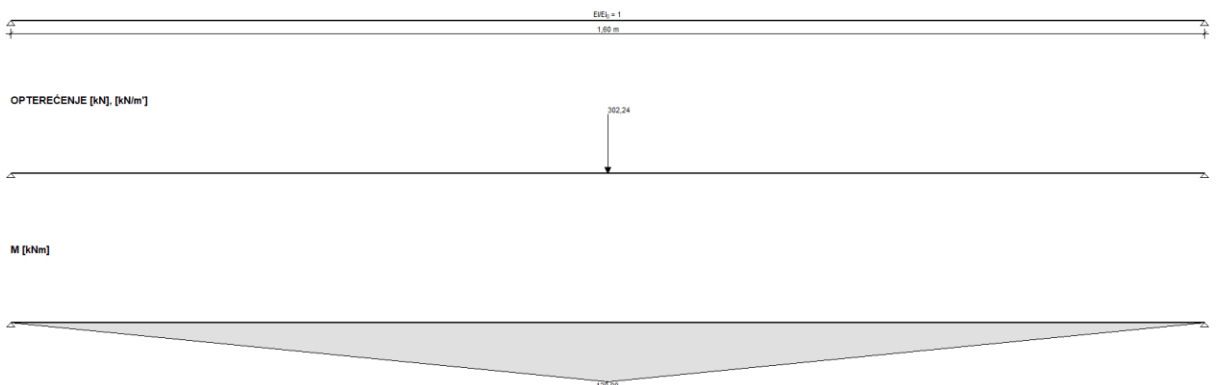
$P_{p0,1k} = 655 \text{ kN}$ - karakteristična otpornost tetive (čvrstoća popuštanja)
 $R_{k,i} = P_{p0,1k} / \gamma_R = 655 / 1,15 = 569 \text{ kN}$ - računski otpornost tetive
 $P_k = 1,00 \times 302,24 \text{ kN} = 302,24 \text{ kN}$ - projektna sila dobivena proračunom u programu Plaxis
 $P_d = P_k \cdot \gamma_Q = 302,24 \cdot 1,00 = 302,24 \text{ kN}$ - računski sila u sidru
 $P_d \leq R_{k,i}$ - uvjet nosivosti
 $302,24 \text{ kN} \leq 569,00 \text{ kN}$ - zadovoljava
Iskoristivost $\eta = 53,1\% < 100\%$ - zadovoljava

4.4.7.3 Proračun sidrene grede

Ukupna horizontalna sila koja djeluje na sidrenu gredu jednaka je najvećoj sili kojom sidro djeluje na gredu, a koja iznosi $P_d = 302,24 \text{ kN}$:

Pripadni moment dobiven je nanošenjem sile sidra između ležajeva (AB pilota):

GEOMETRIJA



Slijedeća tablica daje vrijednosti sila za proračun armature sidrene grede:



Aspalathos kalkulator

$V_k = 302,24 \text{ kN}$

$M_k = 120,90 \text{ kNm/m'}$

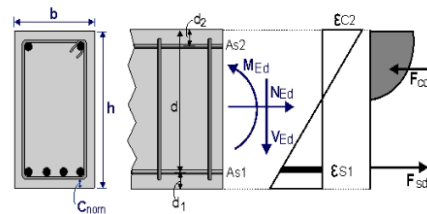
1. sidrena greda 70*70

Design of beam section for bending, shear and axial force
(EC2 EN1992-1-1:2004, EC0 EN1990:2002,)

$b \times h = 0.700 \times 0.700 \text{ m}$, $M_{ed} = 120.90 \text{ kNm}$,
 $V_{ed} = 302.20 \text{ kN}$, $N_{ed} = -12.25 \text{ kN}$

Reinforced concrete design

Concrete-Steel class: C30/37-B500B (EC2 §3)
Environmental class : XC4 (EC2 §4.4.1)
Concrete cover : $C_{nom} = 50 \text{ mm}$ (EC2 §4.4.1)
 $\gamma_c = 1.50$, $\gamma_s = 1.15$ (EC2 Table 2.1N)
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1.00 \times 30 / 1.50 = 20.00 \text{ MPa}$ (EC2 §3.1.6)
 $f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk} \cdot 0.05 / \gamma_c = 1.00 \times 2.0 / 1.50 = 1.33 \text{ MPa}$ (EC2 §3.1.6)
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15 = 435 \text{ MPa}$ (EC2 §3.2.7)
Modulus of elasticity of concrete $E_{cm} = 33.0 \text{ GPa}$



2. Dimensions and loads

Beam width $b_w = 0.700 \text{ m}$, beam height $h = 0.700 \text{ m}$
Effective depth of cross section $d_1 = C_{nom} + \varnothing_s + 0.5 \varnothing_2 = 50 + 8 + 0.5 \times 12 = 64 \text{ mm}$, $d_2 = 64 \text{ mm}$, $d = 700 - 64 = 636 \text{ mm}$

Ultimate limit state (ULS)

Bending moment $M_{ed} = 120.90 \text{ kNm}$, Shear $V_{ed} = 302.20 \text{ kN}$, Axial force $N_{ed} = -12.25 \text{ kN}$ (compression)

Serviceability limit state (SLS)

Bending moment $M_{ed} = 84.63 \text{ kNm}$, Shear $V_{ed} = 302.20 \text{ kN}$, Axial force $N_{ed} = -12.25 \text{ kN}$ (compression)

3. Ultimate limit state (ULS), design for bending with axial force (EC2 §6.1, §9.2.1)

Dimensioning for bending: Allgower, G.-Avak, R. Bemessungstabelfn nach Eurocode 2
Für Rechteck und Plattenbalkenquerschnitte, In: Beton - und Stahlbetonbau 87 (1992)

Reinforcement for bending with axial force (only tension reinforcement is needed)

$M_{ed} = 121 \text{ kNm}$, $N_{sd} = -12 \text{ kN}$, $b_w = 700 \text{ mm}$, $d = 636 \text{ mm}$, $K_d = 4.77$, $x/d = 0.05$, $\epsilon_c / \epsilon_{s1} = -1.1 / 20.0$, $k_s = 2.34$, **$A_{s1} = 4.30 \text{ cm}^2$**

Minimum longitudinal tension reinf., $A_s \geq 0.26 b_d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$, ($A_{s,min} = 6.71 \text{ cm}^2$) (EC2 §9.2.1.1.1)

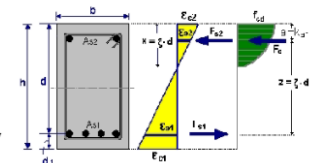
Maximum tension or compression reinf., $A_s \leq 0.04 A_c$, ($A_{s,max} = 196.0 \text{ cm}^2$) (EC2 §9.2.1.1.3)

Longitudinal reinforcement: 6Ø12 (6.78cm²) (bottom)

3.1. Ultimate moment capacity of cross section

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

$b = 700 \text{ mm}$, $h = 700 \text{ mm}$, $d = 636 \text{ mm}$, $A_{s1} = 678 \text{ mm}^2$, $A_{s2} = 0 \text{ mm}^2$
 $\epsilon_c = -1.35\%$, $\epsilon_{s1} = 19.95\%$, $A_{s1} / b \cdot d = 0.00152$ (0.152%)
 $x/d = \epsilon_c / (\epsilon_c + \epsilon_{s1}) = 1.35 / (1.35 + 19.95) = 0.063$, $x = 40.3 \text{ mm}$
 $\alpha_r = 0.523$, $k_a = 0.358$, $F_c = \alpha_r \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} = F_{s1} = 295.22 \text{ kN}$, $A_{s1} = F_{s1} / f_{yd} = 679 \text{ mm}^2$
 $z = d - k_a \cdot x = [(1 - k_a \cdot \epsilon_c / (\epsilon_c + \epsilon_{s1}))] d$, $z/d = 1.0 - 0.358 \times 0.063 = 0.977$, $z = 621.6 \text{ mm}$,
 $K_d^2 = 1 / (0.523 \cdot 0.063 \cdot 0.977 \cdot 20.00) = 1.543 \text{ mm}^2 / \text{N}$, $K_d = 1.242$
Bending capacity $M_r = b \cdot d^2 / K_d^2 = [10^{-6}] \times 700 \times 636^2 / 1.543 = 184.00 \text{ kNm}$





4. Ultimate limit state (ULS), Design for shear

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.2, §9.2.2)

Shear capacity without shear reinforcement V_{rdc} (EC2 §6.2.2)
 $V_{rdc} = [C_{rdc} \cdot k \cdot (100 \rho_l \cdot f_{ck})^{0.33} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Eq.6.2.a)
 $V_{rdc} > (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$ (EC2 Eq.6.2.b)
 $C_{rdc} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.50 = 0.120$, $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, $b_w = 700 \text{ mm}$, $d = 636 \text{ mm}$
 $k = 1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2$, $k = 1.56$, $k_1 = 0.15$
 $\rho_l = A_{s1} / (b_w \cdot d) = 678 / (700 \times 636) = 0.0015$
 $\sigma_{cp} = N_{ed} / A_c = 1000 \times 12.25 / 490000 = 0.03 \text{ N/mm}^2$
 $v_{min} = 0.0350 \cdot k^{1.50} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.37 \text{ N/mm}^2$, (EC2 Eq.6.3N)
 $V_{rd, c(\min)} = 0.001 \times (0.37 + 0.15 \times 0.03) \times 700 \times 636 = 166.73 \text{ kN}$
 $V_{rdc} = 0.001 \times [0.120 \times 1.56 \times (0.15 \times 30)^{0.33} + 0.15 \times 0.03] \times 700 \times 636 = 139.60$, $V_{rdc} = 166.73 \text{ kN}$
 $V_{ed} = 302.20 \text{ kN} > V_{rdc} = 166.73 \text{ kN}$, **Ved > Vrdc shear reinforcement is needed**

Concrete strut capacity V_{rdmax} (EC2 §6.2.3 Eq.6.9)
 $V_{rdmax} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$, $V_{ed} / \max(V_{rdmax}) = 0.14$, $\theta = 21.8^\circ$, $\cot \theta = 2.50$, $\tan \theta = 0.40$
 $\alpha_{cw} = 1.00$, $z = 0.9d$, $f_{ck} = 30.0 < 60 \text{ MPa}$, $v_1 = 0.6 [1 - f_{ck} / 250] = 0.6 [1 - 30 / 250] = 0.528$, $f_{cd} = 20.00 \text{ MPa}$
 $V_{rdmax} = 0.001 \times 1.00 \times 700 \times 0.9 \times 636 \times 0.528 \times 20.00 / 2.90 = 1459.0 \text{ kN}$
 $V_{ed} = 302.2 \text{ kN} < 1459.0 \text{ kN} = V_{rdmax}$, the check is verified

Shear reinforcement of vertical links V_{rds} (EC2 §6.2.3 Eq.6.8)
 $V_{rds} = (A_{sw} / s) \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$, $V_{rds} = 302.20 \text{ kN}$, $z = 0.9d$, $f_{ywd} = 0.8 f_{yk} = 400.00 \text{ N/mm}^2$, $\cot \theta = 2.50$
 $A_{sw} / s = V_{rds} / (z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta) = (10^6) \times 302.20 / (0.9 \times 636 \times 400 \times 2.50) = 528 \text{ mm}^2 / \text{m}$ ($A_{sw} / s = 5.28 \text{ cm}^2 / \text{m}$)
Required shear reinforcement: ($A_{sw} / s = 5.28 \text{ cm}^2 / \text{m}$)

Minimum links for shear reinforcement (EC2 §9.2.2)
Minimum shear reinforcement ratio $\rho_{w, \min}$ (EC2 Eq.9.5N)
 $\rho_{w, \min} = (0.08 \times f_{ck})^{0.5} / f_{yk}$, $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$, $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$, $\rho_{w, \min} = 0.0009$
 $\min A_{sw} / s = 10 \times 0.0009 \times 700 \times \sin(90^\circ) = 6.30 \text{ cm}^2 / \text{m}$
Maximum longitudinal spacing of links $s_{lmax} = 0.75d$ ($\leq 600 \text{ mm}$) = 475 mm (EC2 §9.2.2.6, Eq.9.6N)
Maximum transverse spacing of link legs $s_{tmax} = 0.75d$ ($\leq 600 \text{ mm}$) = 475 mm (§9.2.2.8, Eq.9.8N)

Minimum shear reinforcement $2 \text{ } \varnothing \text{ 8/315}$ ($A_{sw} / s = 6.39 \text{ cm}^2 / \text{m}$)

Shear reinforcement: $2 \text{ } \varnothing \text{ 8/315}$ ($A_{sw} / s = 6.39 \text{ cm}^2 / \text{m}$)

5. Serviceability limit state (SLS)

(EC2 EN1992-1-1:2004, §7)

$M_{ed}(SLS) = 84.63 \text{ kNm}$, $V_{ed}(SLS) = 302.20 \text{ kN}$, $N_{ed}(SLS) = -12.25 \text{ kN}$
Final creep coefficient $\varphi(\infty, t_0) = 1.59$ (EC2 §3.1.4, Annex B)
Total shrinkage strain $\epsilon_{cs} = -0.04\%$
 $\gamma_c = 1.00$, $\gamma_s = 1.00$ (EC2 §2.4.2.4.2)
Modulus of elasticity of concrete $E_{cm} = 33.0 \text{ GPa}$, $E_{eff} = 33.0 / (1 + 1.59) = 12.74 \text{ GPa} = 12740 \text{ MPa}$ (EC2 Eq.7.20)
Modulus of elasticity of steel $E_s = 200 \text{ GPa} = 200000 \text{ MPa}$
Modular ratio $E_s / E_c = 200 / 33.0 = 6.06$, effective $E_s / E_c, \text{eff} = 200 / 12.74 = 15.70$
Tension reinforcement: $6 \text{ } \varnothing \text{ 12}$ (6.78 cm^2)
Reinforcement ratio $\rho = A_{s1} / (b \cdot d) = 678 / (700 \times 636) = 0.002$

5.1. State I (uncracked section) (SLS)

Bending stiffness of uncracked section, $EI = (200 / 15.70) \times (0.001 \times 20.807) = 265061 \text{ kNm}^2$
 $A_i = A_c + (n-1)(A_{s1} + A_{s2})$, $e = (n-1)(A_{s1} \cdot y_{1s} - A_{s2} \cdot y_{2s}) / A_i$, $I = I_c + b \cdot h \cdot e^2 + (A_{s1} \cdot y_{1s}^2 + A_{s2} \cdot y_{2s}^2) (n-1)$
 $S = A_s \cdot y_{2s} = (0.001)^2 \times 678 \times 0.280 = (0.001) \times 0.190 \text{ m}^3$, $y_2 = 344 \text{ mm}$, $y_{2s} = y_2 - d_2 = 344 - 64 = 280 \text{ mm}$ (EC2 Eq.7.21)
Curvature due to moment $1/r_M = 84.63 / 265061 = (0.001) \times 0.319$ (1/m)
Curvature due to shrinkage $1/r_{cs} = (0.001 \times 0.04) \times 15.70 \times (0.190 / 20.807) = (0.001) \times 0.006$ (1/m)
Total curvature $1/r = (0.001) \times 0.319 + (0.001) \times 0.006 = (0.001) \times 0.325$ (1/m)
Cracking moment, $M_{cr} = f_{ctm} \cdot (I / y_2) = 2.9 \times (20.807 / 0.344) = 175.26 \text{ kNm}$



5.2. State II (fully cracked section) (SLS)

$\rho = A_s / (b \cdot d) = 0.002$, $n \cdot \alpha_e = 15.70$, $n \cdot \rho = 0.031$, $\xi = 0.721$, $\alpha = 0.221$, $x = \alpha \cdot d = 0.141\text{m}$
Bending stiffness of fully cracked section, $EI = \xi \cdot E_s \cdot A_s \cdot d^2 = 0.721 \times 200 \times 678 \times 0.636^2 = 39570 \text{ kNm}^2$
 $y_2 = (1 - \alpha)d = 495\text{mm}$, $\epsilon_s = y_2 \cdot M / EI = (0.001) \times 495 \times 84.63 / 39570 = 1.06$
 $S = A_s \cdot y_2 = (0.001)^2 \times 678 \times 0.495 = (0.001) \times 0.336 \text{ m}^3$ (EC2 Eq. 7.21)
Curvature due to moment $1/r_M = 84.63 / 39570 = (0.001) \times 2.139 \text{ (1/m)}$
Curvature due to shrinkage $1/r_{cs} = (0.001 \times 0.04) \times 15.70 \times (0.336 / 3.106) = (0.001) \times 0.068 \text{ (1/m)}$
Total curvature $1/r = (0.001) \times 2.139 + (0.001) \times 0.068 = (0.001) \times 2.207 \text{ (1/m)}$
 $M_{ed} = 84.63 \text{ kNm}$, $N_{ed} = -12.25 \text{ kN}$, $\epsilon_c / \epsilon_s = 0.30 / 1.06$, $x = 142\text{mm}$, $\sigma_s = 211 \text{ N/mm}^2$

5.3. Checking deflections by calculation (SLS)

$M_{ed} = 84.63 < 0.70 \times M_{cr} = 0.70 \times 175.26 = 122.68 \text{ kNm}$, $\zeta = 0.00$ (Eq. 7.19)
Final curvature $(1/r) = 0.00 \times (0.001 \times 2.207) + (1 - 0.00) \times (0.001 \times 0.325) = (0.001) \times 0.325 \text{ (1/m)}$ (Eq. 7.18)

5.4. Minimum reinforcement areas (SLS)

Minimum reinforcement areas $A_{s,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$ (EC2 Eq. 7.1)
 $b = 0.700\text{m}$, $b_{eff} = 0.700\text{m}$, $h = 0.700\text{m}$, $d = 0.636\text{m}$, $x = 0.142\text{m}$, $\varnothing = 12\text{mm}$
 $N_{ed} = -12.25 \text{ kN}$, $\sigma_c = (N_{ed} / bh) = 0.0\text{N/mm}^2$, $\sigma_s = f_{yd} = 435\text{N/mm}^2$
 $A_{ct} = (h - x) \cdot b = (700 - 142) \times 700 = 390898 \text{ mm}^2$
 $\max(h, b) = 1\text{mm}$, $f_{ctm} = 2.90\text{N/mm}^2$, $A_{ct} = 390898\text{mm}^2$, $k = 0.72$, $k_c = 0.40$, $k_1 = 0.67$
Minimum reinforcement, $A_{s,min} = 0.40 \times 0.72 \times 2.90 \times 390898 / 435 = 751\text{mm}^2$

5.5. Calculation of crack width (SLS)

$w_k = s_r, \max \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$ (EC2 Eq. 7.8)
 $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [\sigma_s - k_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{eff}) (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})] / E_s \geq 0.6 \sigma_s / E_s$ (EC2 Eq. 7.9)
 $\sigma_s = 211\text{N/mm}^2$, short term loading: $E_s / E_c = 6.06$, $k_t = 0.6$, long term loading: $E_s / E_c = 15.70$, $k_t = 0.4$
 $2.5(h - d) = 160 \text{ mm}$, $(h - x) / 3 = 186 \text{ mm}$, $h / 2 = 350 \text{ mm}$
 $A_{ceff} = 2.5(h - d)b = 2.5 \times (700 - 636) \times 700 = 112000 \text{ mm}^2$ (§7.3.2.3)
 $\rho_{eff} = A_s / A_{ceff} = 678 / 112000 = 0.006$
 $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = [211 - 0.4 \times (2.9 / 0.006) (1 + 15.70 \times 0.006)] / 200 = 0.01\% \geq 0.6 \times 211 / 200 = 0.63\%$
 $s_r, \max = k_3 \cdot (C_{nom} + \varnothing) + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \varnothing / \rho_{eff}$ (EC2 Eq. 7.11)
 $\varnothing = 12\text{mm}$, $k_1 = 0.8$, $k_2 = (e_1 + e_2) / 2e_1 = 0.5$, $k_3 = 3.4$, $k_4 = 0.425$
 $s_r, \max = 3.4 \times 58.00 + 0.8 \times 0.5 \times 0.425 \times 12 / 0.006 = 534.19 \text{ mm}$
 $w_k = s_r, \max \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = 534.19 \times 0.001 \times 0.63 = 0.34 \text{ mm}$
 $w_k = 0.34\text{mm} < 0.40\text{mm} = w_{max}$, Environmental class: XC4, **Crack width under limit**

Odabrana armatura za sidrene grede:

- Nosiva armatura: 6Ø12 cm ($A_s = 6,78 \text{ cm}^2/\text{m}'$)
- Poprečna armatura (vilice): Ø10/24 cm ($6,54 \text{ cm}^2/\text{m}'$)



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

Prema geotehničkom elaboratu tlo se svrstava 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:

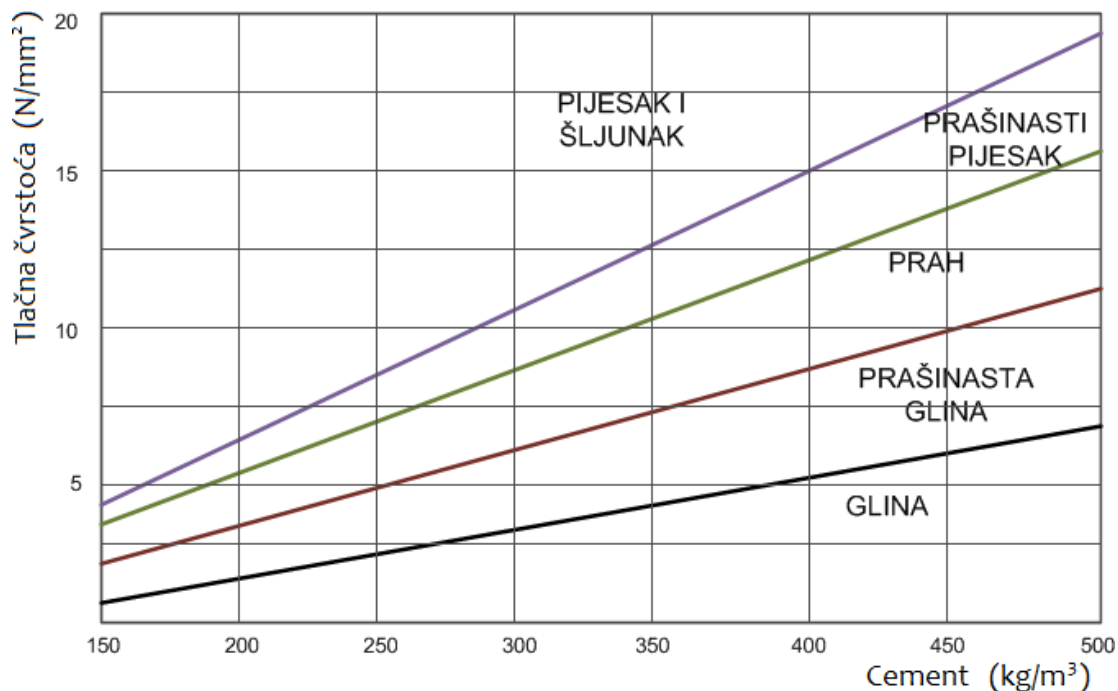
Tlak injektiranja: 500 bara

Broj mlaznica: 2

Promjer mlaznica: 2 mm

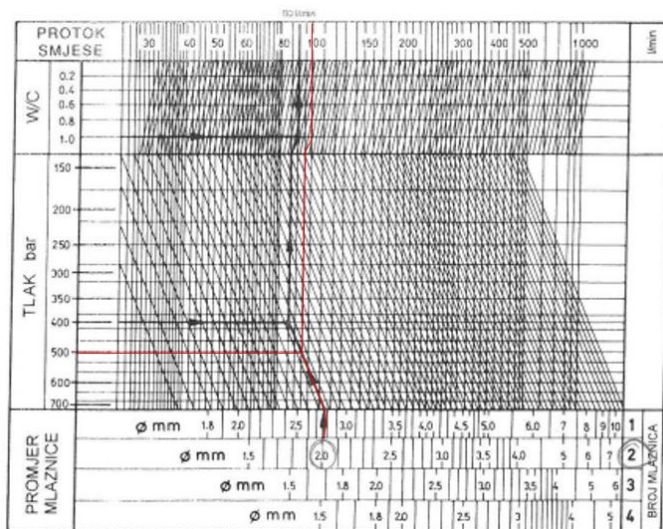
Vodocementni faktor: W/C=1.0

→CASAGRANDE DIJAGRAM→za tlačnu čvrstoću od 15 N/mm² potrebno je oko 400 kg/m³ 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 . 1.3 Promjer valjka: 0.8 m

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

Treba ugraditi 400 kg/m³ cementa: $C''=400 \cdot 0.503=201.2 \text{ kg/m'}$

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

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



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

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

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



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

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 podloga, koje su navedene u Poglavlju 2.1 Tehničke podloge.
- 3) tehnički opis i koncepcija rješenja prikazani su u Poglavlju 3
- 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 početaka izvedbe pa do kraja geotehničkih elemenata zahvata. U sklopu geotehničkog nadzora obavlja se:

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

Osnovni ciljevi geotehničkog nadzora su :

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

Redovni vizualni pregledi obavljaju se u skladu sa dinamikom radova, 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 obvezan dati nadzornom inženjeru na uvid sve podatke o iskolčenima zbog promjena u projektu.

Opis radova

Iskolčenje osi trase ili građevina obuhvaća sva geodetska mjerenja kojima se 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 m².

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 m², odnosno hektaru (ha), a kod linijskih građevina obračun može biti po m¹.

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 m² iskrčene površine mjerenjem na terenu.

Strojno sječenje raslinja do promjera Ø 10 cm

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

Ručno sječenje raslinja do promjera Ø 10 cm

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

5.3.5.3.2 Sječenje stabala motornom pilom Ø 10 – 30 cm i veća

Stabla Ø 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 Ø 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 Ø 10-30 cm i većih, otkopavanjem bagerima ili vađenjem dozerom sa riperima te njihovim sakupljanjem van mjesta rada na udaljenosti do 30 m.

Panjevi Ø 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 Ø 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 i 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 m³ 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 zatavljenje 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 (m²) 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, pozajmišta, 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^3) stvarno iskopanog materijala u sraslom stanju. U jediničnu cijenu uračunani su svi radovi na iskopu materijala s utovarom u prijevozna sredstva, odvozom i istovarom viška materijala na deponiju, troškovi privremenog i trajnog deponiranja te radovi na uređenju i čišćenju pokosa od labilnih blokova i rastresitog materijala, planiranje iskopanih i susjednih površina, te izvođač nema pravo zahtijevati bilo kakvu dodatnu naknadu za taj rad.

5.3.6.3 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 Iskopi za temelje i građevne jame

Opis rada

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

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

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

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

Opis izvođenja radova

Metode iskopa građevne jame definirane su ovisno o sljedećim okolnostima:

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

Pri iskopu treba provesti sve mjere zaštite na radu i sva potrebna osiguranja postojećih objekata i komunikacija.

Posebno treba paziti da prilikom iskopa ne dođe do potkopavanja ili oštećenja projektom predviđenih pokosa kako ne bi došlo do klizanja pokosa ili odrona. Izvoditelj je dužan svaki slučaj potkopavanja ili oštećenja pokosa odmah sanirati prema uputama nadzornog inženjera ili za složenije slučajeve prema projektu sanacije.

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

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

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

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

Iskope za temelje treba obavljati prema izvedbenim nacrtima projekta temeljenja.

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

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

Ako se pri iskopu pojavljuju prepreke kao što su kabeli, kanali, drenaže, ostaci objekata, izvođač je



dužan o tome obavijestiti nadzornog inženjera koji odlučuje na koji će način izvođač odstraniti ili osigurati takve prepreke, poštujući sve propise i upute vezane za njihovo djelovanje i upravljanje.

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

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

Način preuzimanja izvedenih radova

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

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

Obračun radova

Rad se obračunava kubnim metrima (m³) po stvarno obavljenom iskopu u sraslom stanju prema mjerama iz projekta ili odredbama nadzornog inženjera. Mjeri se od gornjeg ruba do dna iskopa, pri čemu se uzimaju u obzir i kategorije tla.

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

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

5.3.6.5 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 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 tlo 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 Ø30 cm (ovisno o vrsti materijala). Radi se najmanje jedno ispitivanje na svakih 500 m² 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 m² uređenog temeljnog tla.

Obračun radova

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

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

5.3.6.6 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 20 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 ²)	EN ISO 9864	≥ 300 g/m ²
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 preklop u širini najmanje 20 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 primijenjivati 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 spojnicama 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 izvedbi 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 m².

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 m².

Nadzorni inženjer ima pravo zahtijevati veću učestalost navedenih kontrolnih ispitivanja.

Obračun radova

Rad se obračunava po m² ugrađenog geotekstila.

5.3.6.7 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 zatravljanjem obavlja iznad jednogodišnje velike vode. Površine koje je potrebno zaštititi određuju se projektom ili prema zahtjevu nadzornog inženjera, uz suglasnost projektanta.

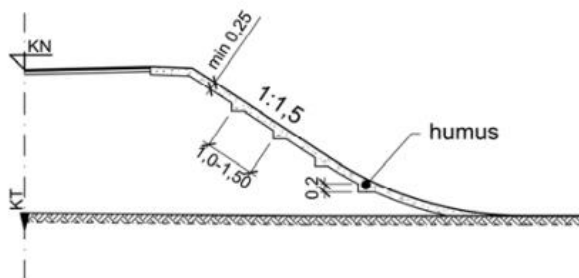
Materijal

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/m². Ovisno o pedološkim svojstvima tla i odabranom sjemenu trave, treba odabrati prikladno gnojivo. Količina gnojiva iznosi oko 80 g/m².

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 štititi 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 trava 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 (m²), prema stvarno izvršenim radovima. U jediničnoj cijeni sadržan je sav materijal potreban za tu vrstu zaštite i za rad opisan u ovom potpoglavlju.

5.3.6.8 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 m³. 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 GEOTEHNIČKI RADOVI

5.3.7.1 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 ϕ 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 ³
• 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 doseganju 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/m². 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.).

5.3.7.1.1 Dokazivanje predviđene tehnologije izvođenja – probno polje

Prije početka radova na izvedbi, izvode se tri probna stupnjaka dubine 16,5 m. Za svaki probni stupnjak potrebno je promijeniti tehnologiju izvođenja (variranje tlaka, smjese, brzine izvlačenje...). Probno injektirani stupnjaci će se otkopati prilikom iskopa građevne jame, sedam dana po injektiranju, kako bi se izmjerili promjeri 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 raspremanje 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.

5.3.7.2 Izvedba zagatnih stijena od čeličnog žmurja

Predradnje na izvedbi žmurja

Projektom je predviđeno korištenje čeličnog žmurja za zaštitu građevne jame. Kako bi se radovi izvodili potrebnom dinamikom, a u skladu s ovim projektom i tehničkim uvjetima, izvođač treba izraditi plan rada. Predviđeni plan rada treba sadržavati: organizaciju i opremu gradilišta, dinamiku izvođenja radova, te opis mehanizacije i tehničkih karakteristika opreme. Plan rada daje se na uvid Nadzoru, koji može tražiti njegovu izmjenu uz pismeno obrazloženje. Izvođač je dužan prije početka radova odrediti odgovornu osobu za njihovo izvođenje.

Prije izvođenja radova zabijanja čeličnih talpi, sve komunalne i druge instalacije na poziciji talpi će se ukloniti ili premjestiti.

Prije započinjanja radova, os zagatnog zida će se geodetski iskolčiti.

Materijali

Čelično žmurje izvodi se od platice jednakih ili boljih karakteristika nego onih predviđenih u ovom projektu, a za mehaničke karakteristike odgovara proizvođač svojim certifikatom.

Karakteristike čeličnog žmurja su sljedeće:

Svojtvo:	Minimalne tražene vrijednosti:
Vrsta čelika	S355
Moment otpora po m' zida od talpi W_y (cm ³ /m')	2020
Površina poprečnog presjeka po metru (cm ²)	177,3
Moment inercije po m' zida od talpi I_y (cm ⁴ /m')	42420

Izvoditelj može upotrebljavati nove platice ili već upotrijebljene ukoliko nisu oštećene, deformirane i potrebno čiste, uz predočenje certifikata o sukladnosti;

Projektom rješenjem je predviđeno da se žmurje izvede kao vodonepropusno.



Izvođenje

Izvođač specijalističkih radova na zabijanju žmurja mora imati svu potrebnu opremu kako bi osigurao konačne dimenzije konstrukcije unutar propisanih vrijednosti. Obzirom na sastav temeljnog tla u koje se zabija čelično žmurje izvođač će odrediti metodu zabijanja koja je optimalna u pogledu brzine i točnosti zabijanja, te će po potrebi izvršiti zabijanje žmurja na probnoj dionici.

Elementi se ugrađuju u tlo pomoću odgovarajućeg vibro uređaja.

Prije ugradnje potrebno je premazati žmurje zaštitnim premazom protiv korozije u visini od 2,5 m od vrha žmurja.

Žmurje se zabija kontinuirano, jedan panel do drugog tako da ostanu kontinuirano međusobno zabravljani. Prilikom zabijanja potrebno je paziti na položaj i na vertikalnost svakog čeličnog panela, odnosno elementa. Zabijanje se izvodi najprije do polovice dubine, a zatim u drugoj fazi do konačne dubine predviđene projektom.

Iznimno su moguća veća odstupanja od dopuštenih uz odobrenje i na način koji to odredi geotehnički nadzor ako se time ne narušavaju bitna svojstva konstrukcije određene ovim projektom. To se posebno odnosi na sljedeće:

- ukoliko pojedine elemente čeličnog žmurja (talpe) neće biti moguće uz primijenjenu tehnologiju zabiti do projektirane dubine, može se upotrijebiti predbušenje svrdlom ϕ 20 – 30 cm kako bi se razrahnilo temeljno tlo;
- ukoliko se iz bilo kojeg razloga neće moći ostvariti projektirana dubina zabijanja žmurja pojedinog elementa, iznimno se uz suglasnost i upis geotehničkog nadzora može dopustiti završetak na dosegnutoj koti. Čelična talpa se na površini terena se prema potrebi reže na projektiranu visinu, a podaci o položaju talpe i dosegnutoj dubini se upisuju u građevinski dnevnik;
- ukoliko zabijanjem čeličnih talpi dođe do naginjanja elementa u smjeru vođenja linije potrebno je izvlačenjem talpi, te ponovnim zabijanjem naginjanje ispraviti. Ako se navedenim postupkom ne postigne ispravljanje nagiba talpi, te dođe u pitanje nastavak zabijanja preostalih talpi, iznimno se uz suglasnost i upis geotehničkog nadzora može dopustiti da sa zabije talpa izvan spojnice prethodne, na način da vrši izravnavanje položajno i nagibom. Od te talpe nadalje se nastavlja zabijanje u liniji i spojnica.

Kontrola kvalitete

Ovim se uvjetima propisuju maksimalna dopuštena odstupanja horizontalne i vertikalne poravnatosti, te nagiba žmurja u odnosu na projektirani vertikalni položaj koji se mogu ostvariti prilikom izvedbe (zabijanja) žmurja. Veličine dopuštenih odstupanja konačnih mjera preuzete su iz **norme HRN EN 12063 "Izvedba posebnih geotehnički radova – zagatne stijene od žmurja"**:

- Maksimalni dopušteni odmak linije žmurja od projektirane horizontalne osi na površini terena \pm 50 mm,
- Maksimalna dopuštena visinska razlika vrha zabijenog žmurja u odnosu na projektiranu visinu vrha žmurja \pm 20 mm (iznimno \pm 50 mm),
- Maksimalni dopušteni otklon od projektirane vertikale po dubini za smjer okomit na liniju vođenja žmurja L/100,
- Maksimalni dopušteni otklon od projektirane vertikale po dubini za smjer linije vođenja žmurja L/75.

Konačna odstupanja konstrukcije od žmurja moraju se kretati unutar propisanih dopuštenih vrijednosti kako bi se osigurala bitna svojstva konstrukcije vezana na stabilnost, funkcionalnost i trajnost u skladu s projektom.



Obračun radova

Izvedba zagatne stijene od čeličnog žmurja obračunava se po m² projektirane površine zagatnog zida od vrha do dna konstrukcije.

Jedinične cijene obuhvaćaju pripremu i raspremanje gradilišta, transport opreme, pribora i ljudstva, izradu radnog platoa za, zabijanje žmurja.

Ukoliko nije drukčije specificirano jedinične cijene uključuju i razupiranje i/ili sidrenje žmurja za osiguranje stabilnosti zagatne stijene.

Ukoliko nije drukčije specificirano, te ukoliko se projektom zahtijeva vodonepropusnost zagatne konstrukcije, jedinične cijene uključuju i brtvljenje spojnica žmurja, kao i crpenje vode iz građevinske jame za vrijeme trajanja radova.

5.3.8 POTPORNİ ZİDOVI – PILOTNE STIJENE

5.3.8.1 Betonski i armiranobetonski radovi

5.3.8.1.1 Općenito

Radovi na betonskim konstrukcijama odnose se na izradu potporne konstrukcije, odnosno pilotnih stijena povezanih naglavnom gredom i zidova na naglavnim gredama.

Svi betonski i armiranobetonski radovi moraju se izvršiti prema odredbama „Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije“ (NN br.17/17, prilog II) i smjernicama iz norme HRN EN 13670 „Izvedba betonskih konstrukcija“ ili jednakovrijedno, ovim tehničkim uvjetima te odgovarajućim HRN normama ili jednakovrijedno.

Prema zahtjevima iz ovog Programa kontrole i osiguranja kvalitete beton se proizvodi kao Projektirani beton (beton sa specificiranim tehničkim svojstvima).

Prije početka radova Izvođač mora dostaviti Nadzornom inženjeru na odobrenje rezultate početnih ispitivanja betona, i Projekt tehnologije i izvođenja pojedinih radova koji će sadržavati sastave betona, pripremu (proizvodnju) betona, transport, ugradnju, njegu i kontrolu kvalitete betona.

Izvođač je dužan dokumentirati kvalitetu radova, elemenata i objekta statistički obrađenim rezultatima izvršenih ispitivanja i na drugi način, te certifikatima izdanim prema tehničkim propisima i tehničkim uvjetima ovog projekta.

Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670 ili jednakovrijedno i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrstulog betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima projekta betonske konstrukcije, ali ne manje od jednog uzorka za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida ugrađivanja betona izvedu unutar 24 sata od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača.

Za slučaj nepotvrđivanja zahtijevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nedokazanog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema HRN EN 12504-1 ili jednakovrijedno i ocjenu sukladnosti prema EN 13791.

Geodetske kontrole i izmjere potrebne za izvođenje betonskih i armirano betonskih radova moraju



biti izvedene točno i u svemu suglasno s izvedbenim nacrtima.

5.3.8.1.2 Materijali za beton

Na osnovu rezultata početnih ispitivanja sastojaka i svojstava betona odabrati će se isporučioći sastojaka. Odabrani cement, agregat i voda moraju zadovoljavati uvjete propisane u normi HRN EN 206 ili jednakovrijedno i tamo navedenim normama.

Za proizvodnju betona mogu se upotrebljavati samo sastojci betona koji imaju propisanu deklaraciju i certifikat o sukladnosti s odgovarajućim specifikacijama. Vrste i učestalost nadzora/kontrole ispitivanja opreme i sastojaka betona provode se prema HRN EN 206 ili jednakovrijedno.

Agregat – Ugrađivat će se drobljeni separirani agregat sukladan zahtjevima norme HRN EN 12620 „Agregati za beton“ ili jednakovrijedno i odredbama norme HRN EN 206 ili jednakovrijedno.

Cement – Ugrađivat će se portland cement opće namjene oznake CEM I, specificiran prema normi HRN EN 197-1 ili jednakovrijedno, sukladan odredbama norme HRN EN 206 ili jednakovrijedno.

Dodaci – Dodaci na bazi klorida se ne smiju dodavati. Kontrola kemijskog i mineralnog dodatka betonu provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za proizvodnju predgotovljenih betonskih proizvoda i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206 ili jednakovrijedno. Za konkretnu primjenu kemijskih i mineralnih dodatka izvođač mora pribaviti certifikat prije početka prethodnih ispitivanja. Prikladnost dodataka za konkretnu primjenu mora se utvrditi tijekom prethodnih ispitivanja betona.

Voda – Ako se koristi voda iz javnog vodovoda može se upotrebljavati bez potrebe dokazivanja uporabljivosti. Ako se za pripremanje betona koristi voda koja nije pitka Izvođač mora prethodno dokazati uporabljivost te vode u skladu s normom HRN EN 1008:2002 ili jednakovrijedno, najmanje jednom svaka tri mjeseca (postojanje soli, sadržaj organskih tvari).

5.3.8.1.3 Čelik za armiranje

Vrsta čelika za armiranje koja se upotrebljava mora biti sukladna odredbama norme HRN EN 13670 ili jednakovrijedno.

Čelik za armiranje mora imati isprave o sukladnosti u skladu sa Zakonom o građevnim proizvodima i drugim važećim propisima.

Za armirano betonske konstrukcije predviđen je slijedeći čelik za armiranje:

- armaturne rebraste šipke B 500 razreda duktilnosti B ($f_{yk} = 500$ MPa - karakteristična granica razvlačenja)
- zavarene mreže B 500 razreda duktilnosti A i B ($f_{yk} = 500$ MPa - karakteristična granica razvlačenja)

Ispitivanje svojstava čelika za armiranje provodi se prema nizovima normi HRN EN 10080 ili jednakovrijedno, te prema nizu normi HRN EN ISO 15630 ili jednakovrijedno i prema normi HRN EN 10002-1 ili jednakovrijedno.

5.3.8.1.4 Oplate i skele

Skele i oplate, uključujući njihove potpore i temelje, treba projektirati i konstruirati tako da su:

- otporne na svako djelovanje kojem su izložene tijekom izvedbe,



- dovoljno čvrste da osiguraju zadovoljenje tolerancija uvjetovanih za konstrukciju i spriječe oštećivanje konstrukcije,
- oblik, funkcioniranje, izgled i trajnost stalnih radova ne smiju biti ugroženi ni oštećeni svojstvima skela i oplata te njihovim uklanjanjem,
- Skele i oplata moraju zadovoljavati mjerodavne hrvatske i europske norme kao što je EN 1065.

5.3.8.1.5 Kontrola proizvodnje betona

Unutarnja kontrola proizvodnje betona provodit će se prema normi HRN EN 206 ili jednakovrijedno i mora obuhvatiti sve mjere nužne za održavanje i osiguranje svojstva betona sukladno zahtjevima norme HRN EN 206 ili jednakovrijedno i normi HRN EN 13670 ili jednakovrijedno.

Proizvođač je odgovoran za ocjenu sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima te mora provoditi i sljedeće:

- početno ispitivanje kad je traženo,
- kontrolu proizvodnje,
- kontrolu sukladnosti.

Proizvođačevu kontrolu proizvodnje treba za sve betone klase iznad C16/20 vrednovati i pregledavati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim ovjeriti ovlašteno certifikacijsko tijelo.

Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje.

5.3.8.1.6 Kontrolni postupci kod ugradnje betona

Izvoditelj mora prema normi HRN EN 13670 ili jednakovrijedno prije početka ugradnje provjeriti da li je beton u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije te da li je tijekom transporta došlo do promjene njegovih svojstava koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

Svježi beton

Kontrolu svježeg betona izvoditelj treba provoditi pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te ispitivanjem konzistencije prema normi HRN EN 12350-2 (ispitivanje svježeg betona slijeganjem) ili jednakovrijedno o čemu treba voditi evidenciju.

Očvrsnuli beton

Ispitivanje očvrsnulog betona će se provoditi na uzorcima uzetim tijekom izvođenja radova, a u opsegu određenom programom u nastavku. Ispitivanje očvrsnulog betona se sastoji od ispitivanja:

- Tlačne čvrstoće prema HRN EN 12390-3 ili jednakovrijedno.

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje u betonsku konstrukciju, ali ne manje od jednog uzorka za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida.

Uzorci će se uzimati i njegovati u skladu s HRN EN 12390-2 ili jednakovrijedno. Uzorci su oblika kocke dimenzija 15x15x15 cm. Rezultati ispitivanja će se evidentirati redosljedom kako su uzimani. Evidentirani rezultati će se grupirati u grupe betona. Grupe betona su definirane u programu uzimanja kontrolnih betonskih uzoraka.



5.3.8.1.7 Izvođenje betonskih radova

Transport betona

Transport projektiranog betona će se vršiti auto-miješalicama pri čemu moraju biti zadovoljeni svi zahtjevi iz tehničkih uvjeta projekta. Transportna sredstva ne smiju izazivati segregaciju betonske smjese tijekom vožnje od mjesta proizvodnje do mjesta ugradnje.

Vrijeme transporta i drugih manipulacija sa svježim betonom mora biti u neposrednoj vezi s vremenom početka vezivanja cementa prema zahtjevima HRN EN 206 ili jednakovrijedno.

Ugrađivanje betona (prema HRN EN 13670 ili jednakovrijedno)

S betoniranjem se može početi samo na osnovu pismene potvrde o preuzimanju podloge, armature i odobrenju betoniranja od strane nadzornog inženjera. Beton se mora ugrađivati sistematski i programirano prema određenom planu i odabranoj tehnologiji (kran-beton, pumpani beton). Zabranjeno je korigiranje vode u svježem betonu bez prisustva tehnologa betona.

Beton treba ugraditi i zbiti tako da se sva armatura i uloženi elementi dobro obuhvate betonom i osigura zaštitni sloj betona unutar propisanih tolerancija te beton dobije traženu čvrstoću i trajnost. Posebnu pažnju treba posvetiti ugradnji i zbijanju betona na mjestima promjene presjeka, suženja presjeka, uz otvore, na mjestima zgusnute armature i prekida betoniranja.

Ako se beton ugrađuje izravno na tlo, svježi beton treba zaštititi od miješanja s tlom i gubitka vode. Konstrukcijske elemente treba podložnim betonom od najmanje 3-5 cm odvojiti od temeljnog tla ili za odgovarajuću vrijednost povećati donji zaštitni sloj betona.

Prije betoniranja treba oplatu polijevati. Pri polijevanju oplata u tijeku betoniranja treba voditi računa da voda ne uđe u betonsku masu.

Beton treba ubacivati što bliže njegovom konačnom položaju u konstrukciji da bi se izbjegla segregacija. Nije dozvoljeno transportirati beton pomoću pervibratora. Svaki započeti konstruktivni dio ili element mora biti izbetoniran neprekinuto u započetoj opsegu, kako to predviđa program betoniranja, bez obzira na radno vrijeme, vremenske promjene ili isključenje pojedinih uređaja mehanizacije iz pogona.

Ugrađivanje betona u posebnim uvjetima

Ugrađivanje betona u kalupe ili oplatu pri vanjskim temperaturama ispod +5 ili iznad +30°C se smatra betoniranjem u posebnim uvjetima. Za betoniranje u posebnim uvjetima se moraju osigurati posebne mjere zaštite betona, treba rabiti dodatke protiv smrzavanja betona. Prije prvog smrzavanja beton mora imati najmanje 50% zahtijevane čvrstoće. Kad se u vrlo hladnim danima skida oplata, ne smije doći do naglog hlađenja betona te se vanjske površine betona moraju zaštititi.

Pri betoniranju na visokim temperaturama početnu obradivost treba odrediti prema prethodno utvrđenom gubitku obradivosti prilikom transporta i ugradnje. U slučaju dužeg transporta ili spore ugradnje betona treba rabiti dodatke-usporničke vezivanja.

Cement i sastav betona koji se ugrađuju u masivne elemente moraju biti takvi da ni u kom slučaju temperatura betona ugrađenog u masu elementa ne bude iznad +65°C. U protivnom se poduzimaju mjere za hlađenje komponenata betona ili hlađenje betona u samom elementu.

Njegovanje ugrađenog betona

Neposredno nakon betoniranja beton će se zaštićivati od:

- oborina i tekuće vode; prekrivanjem paronepropusnim folijama, vlaženjem i zaštitnim premazima,
- vibracija koje mogu utjecati na promjenu unutrašnje strukture i prionjivost betona i armature, kao i drugih mehaničkih oštećenja u vrijeme vezivanja i početnog očvršćivanja,



- niskih temperatura, zadržavanjem u oplati, prekrivanjem folijama i grijanjem vanjskim izvorima topline, do postizanja potrebnih površinskih čvrstoća,
- visokih vanjskih temperatura i isušivanja, vlaženjem i prekrivanjem materijalima koji zadržavaju vlagu.

Primjena zaštitnih premaza nije dopuštena na konstrukcijskim spojnica, na površinama koje će se naknadno obrađivati ili na površinama na kojima treba osigurati vezu s drugim materijalima, osim ako se prethodno potpuno ne uklone prije te sljedeće operacije ili ako dokazano ne djeluju štetno na tu sljedeću operaciju.

5.3.8.1.8 Ocjena postignute kvalitete

Ocjena sukladnosti betona

Beton mora zadovoljavati kriterije sukladnosti u skladu s normom HRN EN 206 ili jednakovrijedno.

Minimalni broj uzoraka za potvrđivanje sukladnosti određen je tablicom 17 (norme HRN EN 206 ili jednakovrijedno):

Proizvodnja	Minimalni broj uzoraka		
	Početnih 50 m3 proizvodnje	Nakon početnih 50 m3 proizvodnje; mjerodavan je veći uvjet:	
		Beton sa certificiranom proizvodnjom	Beton bez certificirane proizvodnje
Početna (do dosegnutih rezultata min. 35 uzoraka)	3 uzorka	1 na svakih 200 m ³ ili 1 na 3 dana proizvodnje ^d	1 na svakih 150 m ³ ili 1 na dan proizvodnje ^d
Kontinuirana ^b (nakon dosegnutih rezultata min. 35 uzoraka)	---	1 na svakih 400 m ³ ili 1 na 5 dana proizvodnje ^{c, d} ili 1 na mjesec	

^a Uzorkovanje će biti raspoređeno tijekom proizvodnje i neće obuhvaćati više od 1 uzorka na svakih 25 m³.

^b Za slučaj da standardna devijacija na 15 ili više uzoraka premašuje gornju granicu standardne devijacije s_n prema tablici 19, broj uzoraka će se povećati da odgovara zahtjevu za početnu proizvodnju za sljedećih 35 uzoraka.

^c Ili ako ima više od 5 dana proizvodnje u 7 uzastopnih dana, jednom na tjedan.

^d Definicija „dana proizvodnje“ odredit će se u planom proizvodnje na gradilištu.

Za armirano betonske pilote predviđene ovim projektom određuje se uzorkovanje minimalno 1 uzorka za svaki dan betoniranja.

Kriteriji identičnosti tlačne čvrstoće

Beton certificirane kvalitete proizvodnje - Identičnost betona se ocjenjuje za svaki pojedini rezultat tlačne čvrstoće i srednju vrijednost od «n» pojedinih rezultata koji se ne preklapaju kako je naznačeno u tablici B-1 (norme HRN EN 206 ili jednakovrijedno). Smatra se da beton pripada sukladnom skupu ako su oba kriterija iz tablice zadovoljena za «n» rezultata dobivenih ispitivanjem čvrstoće uzoraka betona uzetih iz definirane količine betona.

Tablica B-1 (norma HRN EN 206 ili jednakovrijedno) - Kriteriji identičnosti tlačne čvrstoće

Broj «n» rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće definirane količine betona	Kriterij 1	Kriterij 2
	Srednja vrijednost od «n» rezultata (fcm) N/mm ²	Svaki pojedini rezultat (fci) N/mm ²
1	Nije primjenjiv	$\geq f_{ck} - 4$
2-4	$\geq f_{ck} + 1$	$\geq f_{ck} - 4$
5-6	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$



U slučaju proizvodnje betona u tvornici koja još nema certificiranu kvalitetu proizvodnje, za ocjenu će se primjenjivati kriterij sukladnosti tlačne čvrstoće naveden u tablici 14 (norme HRN EN 206 ili jednakovrijedno).

Završna ocjena kvalitete betona u konstrukciji-uporabljivost betonske konstrukcije

Za ugrađeni beton će se dati Završna ocjena kvalitete betona koja obuhvaća:

- dokumentaciju o preuzimanju betona po grupama-rezultate nadzornih radnji i kontrolnih postupaka koji se sukladno normi HRN EN 206 ili jednakovrijedno obavezno provode prije ugradnje građevnih proizvoda u betonsku konstrukciju,
- dokaze uporabljivosti (rezultate ispitivanja, zapise o provedenim postupcima i dr.) koje je izvoditelj osigurao tijekom građenja betonske konstrukcije,
- mišljenje o kvaliteti ugrađenog betona koje se donosi na temelju vizualnog pregleda konstrukcije, pregleda dokumentacije u tijeku izvođenja,
- uvjete građenja i druge okolnosti koje prema građevinskom dnevniku i drugoj dokumentaciji izvoditelj mora imati na gradilištu, te dokumentacija koju mora imati proizvođač građevinskog proizvoda, a mogu biti od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

Završnu ocjenu kvalitete betona u konstrukciji će dati zadužena stručna osoba naručitelja (nadzorni inženjer) ili po njemu angažirana pravna osoba za djelatnost kontrole i osiguranja kvalitete betona. Na osnovu ove ocjene se dokazuje uporabljivost i trajnost konstrukcije uvjetovana projektom konstrukcije i važećim propisima ili se traži naknadni dokaz kvalitete betona.

5.3.8.1.9 Zahtijevana svojstva za svježi i očvrslu beton za elemente predviđene ovim projektom

U tablici su dana svojstva o zahtjevima za svježi i očvrslu beton, prema elementima koji su predmetom ovog projekta:

Vrijednosti sastava i svojstava betona ovisno o klasi izloženosti, sukladno normi HRN EN 206 ili jednakovrijedno:

Konstruktivni element	Klasa tlačne čvrstoće	Razred izloženosti	Zaštitni sloj armature (mm)	Razred sadržaja klorida	max v/c omjer	Max. zrno agregata (mm)	Min. količina cementa (kg/m ³)	Konzistencija - slijeganje (mm)
AB piloti	C30/37	XC2	50	Cl 0,20	0,60	16	400	175-225
Naglavna greda i zid na naglavnoj gredi	C30/37	XC2	50	Cl 0,20	0,60	32	400	150-200

5.3.8.1.10 Armirački radovi

Tehnička svojstva armature moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu i moraju, ovisno o vrsti čelika biti specificirana prema normama nizova HRN EN 10080 ili jednakovrijedno, HRN 1130 ili jednakovrijedno odnosno normi HRN EN 1992-1-1 ili jednakovrijedno.

Savijanje je potrebno raditi točno prema nacrtima savijanja. Armatura se upotrebljava po oznakama B 500B.

Prije betoniranja armaturu treba očistiti, dobro povezati i podložiti da se osigura zaštitni sloj betona.



Prije početka betoniranja armaturu pregledava nadzorni inženjer investitora, a kod složenijih konstrukcija i projektant. Betoniranje može početi tek nakon odobrenja odgovornog nadzornog inženjera i upisa u dnevnik.

Rukovodilac gradilišta dužan je od dobavljača pribaviti ateste čelika koji će se ugraditi kao i potvrde da se svi atesti odnose na taline iz kojih je betonski čelik izrađen.

Ispitivanje svojstava čelika za armiranje

Ispitivanja svojstava čelika za armiranje provodi se prema normama nizova HRN EN 10080 ili jednakovrijedno, HRN 1130 ili jednakovrijedno odnosno normi HRN EN 1992-1-1 ili jednakovrijedno te prema normama niza HRN EN ISO 15630 ili jednakovrijedno i prema normi HRN EN 10002-1 ili jednakovrijedno.

Dokazivanje uporabivosti i potvrđivanje sukladnosti

Dokazivanje uporabivosti armature izrađene prema projektu betonske konstrukcije provodi se prema projektu i pripadajućim normama, a uključuje sljedeće:

- Izvođačeva kontrola izrade i ispitivanja,
- Nadzor proizvodnog pogona i nadzor izvođačeve kontrole izrade armature,
- Potvrđivanje sukladnosti čelika za armiranje.

Ugradnja armature

Armaturu treba ugraditi u projektirane pozicije. Posebnu pažnju treba posvetiti armaturi i zaštitnom sloju betona na mjestu malih otvora koji nisu tretirani u projektu.

Pretpostavlja se da projektne specifikacije daju detaljne informacije o postavljanju i razmaku šipki armature te o mjerama koje treba poduzeti na mjestima zgusnutih šipki armature.

Armaturu treba učvrstiti i osigurati njezinu poziciju tako da se zadovolje tolerancije ovih Tehničkih specifikacija.

Uvjetovani zaštitni sloj betona treba osigurati pogodnim podmetačima ili ulošcima. Čelični držači u dodiru s površinom dopušteni su samo u suhoj okolini, tj. klasi izloženosti X0 prema HRN EN 206 ili jednakovrijedno.

Zahtjev za zaštitni sloj betona treba uzeti kao nominalnu vrijednost, C_n , i računati do površine bilo koje armature, uključivo i vezne.

Ugradnja armature za armirano-betonske pilote predviđene ovim projektom dodatno mora zadovoljiti uvjete iz norme HRN EN 1536 Izvedba posebnih geotehničkih radova - Bušeni Piloti ili jednakovrijedno.

Zavarivanje spojeva

Čelični prsten za povezivanje vari se na uzdužnu nosivu armaturu pilota. Radovi se izvode u skladu sa normom HRN EN ISO 17660-1 ili jednakovrijedno.

5.3.8.2 Geotehnički radovi

5.3.8.2.1 Izvedba bušenih CFA pilota (Continuous Flight Auger Piles)

Općenito

CFA piloti (Continuous Flight Auger Piles) su posebice pogodni kod visokih razina podzemne vode i pretežno pjeskovitih materijala tla jer nije potrebno korištenje zacjvljenja ili isplake za održavanje stabilnosti stjenke bušotine. Tehnički uvjeti izvođenja temeljenja na bušenim pilotima u skladu su s



uobičajenim principima projektiranja i izvedbe radova na dubokom temeljenju, te odgovarajućim pravilnicima za beton i armirani beton. Bušeni piloti izvode se u skladu s projektom i normom HRN EN 1536 Izvedba posebnih geotehničkih radova - Bušeni Piloti. Oni se mogu nadopuniti ili izmijeniti u tijeku radova, u dogovoru s projektantom i investitorom, ali samo u okvirima predviđenim ovim projektom. Takve dopune tehničkih uvjeta, koje propiše projektant ili nadzorni inženjer, obvezuju izvođača radova. Ako te promjene znače promjenu uvjeta fiksiranih ugovorom o izvođenju, predviđaju se dopune ugovora.

Predradnje na izvedbi pilota

Izvođač radova mora obići lokaciju kako bi se upoznao s uvjetima na terenu. Naročitu pažnju treba posvetiti pitanju pristupa lokaciji, uređenju radilišta, kao i kretanju po samom radilištu. Zbijenost podloge mora biti takva da omogućava nesmetano kretanje predviđene mehanizacije neovisno o vremenskim prilikama (oborine duljeg trajanja).

Kako bi se radovi izvodili potrebnom dinamikom, a u skladu s ovim projektom i tehničkim uvjetima, izvođač pilota treba izraditi plan rada. Predviđeni plan rada treba sadržavati: organizaciju i opremu gradilišta, dinamiku izvođenja radova, te opis mehanizacije i tehničkih karakteristika opreme. Plan rada daje se na uvid Nadzoru, koji može tražiti njegovu izmjenu uz pismeno obrazloženje. Izvođač je dužan prije početka radova odrediti odgovornu osobu za njihovo izvođenje.

Prije početka radova mora se ispitati materijal betona koji će se upotrijebiti, uzimajući u obzir predviđenu tehnologiju izvođenja betonskih radova. Konzistencija betona treba odgovarati tehnologiji betoniranja pilota. Kod određivanja konzistencije svježeg betona, treba voditi računa o načinu transporta i ugradbe. Količina vode (vodocementni faktor) ovisi o agregatu, njegovom granulometrijskom sastavu, vrsti cementa, te eventualnim aditivima, i treba se kretati u granicama od 0.51 - 0.55. Ako se koriste aditivi, proizvođač treba dokazati da neće doći do smanjenja kvalitete betona.

Geodetski radovi

Prije početka predmetnih radova, osi pilota trebaju biti iskolčene položajno i prema nacrtima projekta i planovima iskolčenja. Visinske kote definirat će se prema planovima gornje konstrukcije.

Točnost iskolčenja treba se kretati u granicama od 1,0 cm (visinski i položajno). U tijeku izvedbe pilota potrebno je konstantno kontrolirati iskolčenje. Pilote treba izvesti u tlocrtu s točnošću od 5 cm u bilo kojem smjeru. Dozvoljeno odstupanje osi pilota od vertikale iznosi 1%.

Radnje na izvedbi CFA pilota

Radovi na izvedbi CFA pilota se sastoje od:

- izvedbe bušotina i prema potrebi sa osiguranjem stabilnosti bušotine,
- za vrijeme bušenja pilota na temelju vizualne obrade izvađenog materijala sa određene dubine određuje se geološki profil tla,
- priprema i ugradnja betona,
- pripreme i ugradnje armaturnih koševa (uvibriranje),
- uređenja glave pilota,
- pripreme pilota za vezu s naglavnom pločom,
- kontrole kvalitete materijala i kvalitete samih pilota.

Sve radove treba izvesti u skladu s projektom, te uputama nadzornog inženjera i projektanta. Tehnologija izvođenja bušotine je u ovisnosti o sastavu i karakteristikama tla i razinama podzemne vode.

Iskop i osiguranje stabilnosti bušotine

CFA piloti se izvode bušenjem u jednom koraku pomoću beskonačne spirale. Tijekom bušenja tlo i spirala drže bokove bušotine stabilnim od zarušavanja. Nakon postizanja projektirane kote spirala se uz



minimalnu rotaciju ili bez rotacije podiže kontroliranom brzinom uz istovremeno ispunjavanje bušotine sitnozrnim betonom žitke konzistencije ili injekcijskom smjesom na bazi cementa i pijeska kroz vrh spirale. Nakon završetka betoniranja pripremljeni armaturni koš se uvibrira u ispunjenu bušotinu neposredno nakon bušenja i betoniranja.

Bušaći stroj treba imati odgovarajuću snagu (pritisak na pribor i mogućnost rotacije) za izvedbu bušotine. Režim bušenja (brzinu rotacije i penetracije) je potrebno prilagoditi uvjetima u tlu. Nakon što se bušenjem dođe do projektirane kote potrebno je izvući spiralnu za oko 15 cm i započeti ugradnju betona pod odgovarajućim tlakom. Izvlačenje spirale više od 15 cm prije ugradnje betona nije dopušteno jer dolazi do relaksacije u tlu i smanjenja nosivosti pilota na vrh, a može doći i do zarušavanja bušotine i miješanja tla i betona.

Također je bitno spiralnu izvlačiti konstantnom brzinom koja je u zavisnosti od kapaciteta pumpe za ugradnju betona. Rotacija spirale bez penetracije u tlo ili upumpavanja betona je zabranjena.

Tlak ugradnje betona na dnu spirale treba minimalno biti jednak efektivnom vertikalnom naprezanju u tlu. Tlak treba održavati tijekom ugradnje betona (izvlačenja spirale) kako bi se osigurala stabilnost bušotine.

S ugradnjom betona treba započeti odmah nakon bušenja do projektirane dubine. U protivnom može doći do zaglavljenja bušaćeg pribora. Preporuča se dopremiti na gradilište potrebnu količinu betona prije početka bušenja pilota.

Iznos betona ugrađenog u bušotinu se kreće u granicama oko 15-20% iznad idealnih teoretskih vrijednosti volumena pilota.

Armatura

Za CFA pilote predviđen je deblji zaštitni sloj betona (75-100 mm). Vodicice potrebno postaviti na razmaku od maksimalno 3 m duž armaturnih šipki. Zbog načina ugradnje vibriranjem i utiskivanjem potrebno je koristiti veće profile armature, tj. izraditi krute armaturne koševe. Armaturne šipke se, također zbog lakše ugradnje, može poviti na vrhu pilota na način da čine šiljak.

Za izradu koševa upotrijebit će se rebrasta armatura B 500B. Kvalitetu upotrjebljenih materijala isporučitelj treba dokazati odgovarajućim ispitivanjima. Armaturni koševi složeni su iz armaturnih šipki, koje se razlikuju po funkciji kojoj su namijenjene:

- (a) šipke konstrukcije ukrućenja koševa (ukrute),
- (b) šipke za preuzimanje unutrašnjih sila (glavna armatura),
- (c) šipke za raspodjelu opterećenja (spirala).

Šipke za preuzimanje unutrašnjih sila određene su statičkim proračunom. Sastavljanje pojedinog koša provodi se slijedećim redom:

Prvo se izradi konstrukcija ukrućenja koša. Nakon toga se na izrađenu konstrukciju polažu vertikalne šipke skupine (b), a preko njih spirala - šipke (c). Svaki prolaz šipki (b) preko šipki (a) potrebno je spojiti varenjem. Šipke (b) i (c) međusobno se vežu: dijelom varenjem (cca 1/2 spojeva), a dijelom čeličnom paljenom žicom.

Izrada vodicica i postavljanje na pojedini koš obavlja se prema nacrtima armature koševa pilota. Uloga vodicica neobično je važna, jer one omogućuju ravnomjerno spuštanje koša, i što je najvažnije, da koš po ugradnji bude simetrično smješten u iskopu. Nadzorni inženjer će provjeriti armaturne koševe prije spuštanja u bušotinu.

Betonski radovi na izvođenju pilota

Beton u pilot se nalijeva kroz cijev u svrdlu (koje privremeno podupire bušotinu). Tlak ugradnje betona na dnu spirale treba minimalno biti jednak efektivnom vertikalnom naprezanju u tlu. Tlak treba



održavati tijekom ugradnje betona (izvlačenja spirale) kako bi se osigurala stabilnost bušotine. S ugradnjom betona treba započeti odmah nakon bušenja do projektirane dubine. U protivnom može doći do zaglave bušačeg pribora. Armatura se ubacuje u žitki beton vibriranjem.

Imajući u vidu da se betoniranje pilota treba izvesti bez prekida, nemogućnost uspješne intervencije u slučaju prekida betoniranja i brzinu izvedbe bušotina za pilota, izvođač treba osigurati pravovremenu isporuku kvalitetnog betona u dovoljnoj količini.

Izbor načina prijevoza mora jamčiti homogenost svježeg betona i stalnost njegova sastava. Beton se u pravilu prevozi posebnim vozilima (miješalicama, mikserima).

Uređenjem glave pilota slijedi nakon postizanja potrebne otvrdlosti-čvrstoće betona na način da se višak betona na vrhu pilota ručnim alatima razbije i odstrani, a gornja površina se poravna i pripravi na zadanu kotu za spoj s naglavnom gredom. Odštemana betonska površina ne smije imati ostatke labavog agregata i mora biti potpuno čista i ravna prije betoniranja naglavnice.

Za izvedbu CFA pilota je pogodan sitnozrni beton žitke konzistencije. Vrijednost slump testa betonske mješavine treba biti 200 mm ± 25 mm.

Beton treba imati takva svojstva da se omogući:

- ugradnja pumpanjem kroz pribor bez poteškoća,
- penetracija i ispunjavanje šupljina u tlu nastalih prilikom bušenja,
- ugradnju armaturnog koša.

Može se upotrijebiti samo beton za koji se prethodnim ispitivanjem utvrdilo da ispunjava predviđene uvjete kvalitete.

Prije početka predmetnih radova potrebno je izvršiti sva nužna ispitivanja materijala koji će se upotrijebiti, uzimajući u obzir predviđenu tehnologiju izvođenja betonskih radova.

Da bi se betoniranje pilota uspješno obavilo, potrebno je maksimalno uskladiti rad svih sudionika pri izvedbi, što znači:

- na vrijeme pripremiti i ugraditi armaturne koševe,
- redovito opskrbljivati gradilište pravilno spravljenim i svježim betonom,
- ugradnju betona provoditi ujednačeno, bez prekida.

Pilot se betonira kontinuirano. Izvođač mora osigurati kvalitetan beton u dovoljnoj količini jer u slučaju prekida nije moguće uspješno nastaviti betoniranja. Prije početka betoniranja armaturu pregledava nadzorni inženjer investitora, a kod složenijih konstrukcija i projektant. Betoniranje može početi tek nakon upisa odgovornog inženjera u građevinski dnevnik da je armatura po položaju i broju komada ispravno izrađena. Nakon toga izvodi se betoniranje pilota te se nakon betoniranja uvibrira armaturni koš.

Betoniranje pilota mora se izvršiti u neprekidnom radu po cijeloj njegovoj dužini, a zastoji u radu ne smiju biti duži od 1 sata. U jediničnoj cijeni potrebno je uračunati vanprofilski dio kao i višak betona na vrhu pilota kojeg treba ručno odstraniti.

Kontrola kvalitete ugrađenih materijala

Beton za pilote se izrađuje po recepturi za beton klase C 30/37, klase izloženosti XC2 s minimalno 400 kg cementa na 1,0 m³ gotovog betona. Za spravljanje betona treba koristiti cement klase 45. Potrebno je pribaviti izjave o sukladnosti za sve sastavne komponente betona. Cijela količina cementa treba potjecati od istog proizvođača.

Voda za pripremu betona treba biti čista i bez štetnih sastojaka, što se potvrđuje atestom. Ako se upotrebljava obična voda za piće, nije potreban atest da kvaliteta odgovara propisanom.



Izbor načina transporta mora garantirati homogenost svježeg betona i konstantnost njegova sastava.

Kvaliteta čelika, betona i njegovih komponentnih materijala treba odgovarati normama iz "Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije".

Beton treba biti propisane klase i konzistencije. Klasa betona kontrolira se pomoću probnih kocaka, a konzistencija pomoću mjere slijeganja.

Ako se beton ne proizvodi na samom gradilištu, kvaliteta gotovog betona kontrolirat će se uzimanjem probnih kocaka prilikom istovara iz prijevoznog sredstva. U tom slučaju, uzorci koji se uzimaju za ispitivanje u centralnim betonarama, služe za provjeru kvalitete proizvodnje u pogonu, dok uzorci uzeti prilikom istovara služe za dokaz kvalitete ugrađenog betona.

Kod volumena pilota manje od 15 m³ uzima se jedna probna kocka za testiranje nakon 28 dana. Ako je volumen jednog pilota 15 - 30 m³, tada se uzimaju 2 probne kocke iz svakog pilota. U slučaju da je volumen pilota veća od 30 m³, iz svakog se pilota uzimaju 3 probne kocke. Probne kocke obavezno se uzimaju iz različitih miksera. Odnos između čvrstoća kocaka od 7 i 28 dana mora se prethodno odrediti u laboratoriju za određenu vrst cementa i mješavinu betona. Približan odnos čvrstoća betona je slijedeći:

$$\sigma_7 = 0,58 \sigma_{28}$$

Ovako ispitivan uzorak betona mora zadovoljiti uvjete minimalno za beton klase C 30/37 za pilote odnosno naglavnu gredu. Izvještaji o kontroli kvalitete betona moraju biti dostavljeni odmah nakon izvršenog testiranja. Kod svakog testa treba biti označen broj elementa na koji se odnosi ispitivanje.

Ispitivanje izvedenih pilota

Integritet pilota (PIT)

Ispitivanje cjelovitosti pilota (PIT) u široj je primjeni kao ne razorna metoda ispitivanja kvalitete izvedenih betonskih pilota, prije njihovog uklapanja u konstrukciju.

Projektom su predviđena su ispitivanja cjelovitosti (integriteta) svih AB pilota. Ispitivanja cjelovitosti obavljaju se nakon što je glava pilota odbijena na projektiranu kotu. Provedenim ispitivanjima se dokazuje da su piloti izvedeni u kontinuitetu bez prekida betoniranja te da ne postoje zone slabije kvalitete ili smanjenog promjera u odnosu na projektirane dimenzije pilota. O svim provedenim ispitivanjima treba tijekom izvedbe ažurno dostavljati preliminarne podatke. Detaljnu obradu i interpretaciju rezultata ispostaviti po završenom ispitivanju u obliku završnog izvještaja. U slučaju da se ustanove oštećenja i prekidi betoniranja značajnih dimenzija pristupit će se sanaciji pilota. Ova sanacija se može izvesti bušenjem bušotine kroz pilot i injektiranjem pod tlakom odgovarajućom injekcijskom smjesom.

Obračun radova

Radovi se obračunavaju po m' izvedenih bušenih pilota 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 za bušenje, bušenje pilota, utovar i odvoz iskopanog tla (eventualno pomiješanog s isplakom) na predviđeno odlagalište, postavljanje armaturnih koševa i betoniranje pilota, uz predviđeno nadvišenje u glavi pilota, odbijanje pneumatskim čekićem lošeg betona u glavi pilota, utovar i odvoz betonskog otpada, priprema pilota za spoj s naglavnicom i ispitivanje cjelovitosti pilota.

Ukoliko nije drukčije specificirano, jedinične cijene uključuju i armirano betonske i armiračke radove, kao i dokaze kvalitete prema ovim tehničkim specifikacijama.



5.3.8.2.2 Izvedba glinobetonских pilota

Općenito

Tehnički uvjeti izvođenja temeljenja na bušenim pilotima u skladu su s uobičajenim principima projektiranja i izvedbe radova na dubokom temeljenju, te odgovarajućim pravilnicima za beton i armirani beton. Bušeni armiranobetonski piloti izvode se u skladu s projektom i normom HRN EN 1536 Izvedba posebnih geotehničkih radova - Bušeni Pilot te u skladu s normom Izvedba posebnih geotehničkih radova – Dijafragme (HRN EN 1538). Oni se mogu nadopuniti ili izmijeniti u tijeku radova, u dogovoru s projektantom i investitorom, ali samo u okvirima predviđenim ovim projektom. Takve dopune tehničkih uvjeta, koje propiše projektant ili nadzorni inženjer, obvezuju izvođača radova. Ako te promjene znače promjenu uvjeta fiksiranih ugovorom o izvođenju, predviđaju se dopune ugovora.

Prilikom izvedbe, glinobetonski piloti se izvode bušenjem u promjeru \varnothing 100 cm, odnosno \varnothing 60 cm između AB pilota uz međusobno preklapanje za 20 cm, odnosno 10 cm.

Predradnje na izvedbi pilota

Izvođač radova mora obići lokaciju kako bi se upoznao sa uvjetima na terenu. Naročitu pažnju treba posvetiti pitanju pristupa lokaciji, uređenju radilišta, kao i kretanju po samom radilištu. Zbijenost podloge mora biti takva da omogućava nesmetano kretanje predviđene mehanizacije neovisno o vremenskim prilikama (oborine duljeg trajanja).

Kako bi se radovi izvodili potrebnom dinamikom, a u skladu s ovim projektom i tehničkim uvjetima, izvođač pilota treba izraditi plan rada. Predviđeni plan rada treba sadržavati: organizaciju i opremu gradilišta, dinamiku izvođenja radova, te opis mehanizacije i tehničkih karakteristika opreme. Plan rada daje se na uvid Nadzoru, koji može tražiti njegovu izmjenu uz pismeno obrazloženje. Izvođač je dužan prije početka radova odrediti odgovornu osobu za njihovo izvođenje.

Prije početka radova mora se ispitati materijal betona koji će se upotrijebiti, uzimajući u obzir predviđenu tehnologiju izvođenja betonskih radova.

Geodetski radovi

Prije početka predmetnih radova, osi pilota trebaju biti iskolčene položajno i prema nacrtima projekta i planovima iskolčenja. Visinske kote definirat će se prema planovima gornje konstrukcije.

Točnost iskolčenja treba se kretati u granicama od 1,0 cm (visinski i položajno). U tijeku izvedbe pilota potrebno je konstantno kontrolirati iskolčenje. Pilote treba izvesti u tlocrtu s točnošću od 5 cm u bilo kojem smjeru. Dozvoljeno odstupanje osi pilota od vertikale iznosi 1%.

Materijali

Sastav glino-betona odrediti će se prema preporukama EN 1538:2000 u m^3 smjese ulazi:

- Voda 400 l do -500 l
- Cement 50 kg do 200 kg
- Agregat 1200 kg do 1500 kg
- Natrij bentonit 12 kg do 30 kg
- Kalcij bentonit 30kg do 90 kg

Kontrola kvalitete ugrađenih materijala

Očekivane mehaničke karakteristike su sljedeće:

- tlačna čvrstoća nakon 28 dana $\sigma_{tl} > 1,5 \text{ MN/m}^2$,
- Youngov modul elastičnosti $E = 300 - 350 \text{ MN/m}^2$,



- gustoća 2 kg/dm³,
- vodopropusnost reda veličine 10⁻⁸ m/s.

Beton mora biti fluidan, imati sposobnosti istjecanja i zbijanja vlastitom težinom.

Kvalitetu svježe smjese treba dokazati prethodnim ispitivanjem i tekućim ispitivanjima za vrijeme izvođenja radova. Prethodnim ispitivanjima potrebno je dokazati zadovoljenje traženih svojstava u smislu: gustoće, viskoziteta, izlučivanja vode, jednoosne tlačne čvrstoće i vodopropusnosti. Za izvođenje su definirana kontinuirana ispitivanja uzimanjem uzoraka. Ispituju se: gustoća, jednoosna tlačna čvrstoća i vodopropusnost.

Učestalost ispitivanja je 1 uzorak na 100 m³ svježe suspenzije.

Obračun radova

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

Ako nije specificirano drukčije, jedinična cijena obuhvaća: pripremu i raspremanje gradilišta, transport opreme, pribora i ljudstva, izradu radnog platoa za bušenje, bušenje pilota, utovar i odvoz iskopanog tla (eventualno pomiješanog s isplakom) na predviđeno odlagalište, betoniranje pilota, uz predviđeno nadvišenje u glavi pilota, odbijanje pneumatskim čekićem lošeg betona u glavi pilota, utovar i odvoz betonskog otpada, priprema pilota za spoj s naglavnicom.

5.3.8.2.3 Geotehnička sidra

Izvedba čeličnih geotehničkih sidara treba biti u skladu s normom HRN EN 1537:2013 ili jednakovrijedno Izvedba posebnih geotehničkih radova - Sidra u tlu i stijeni.

Općenito

Kako bi se radovi izvodili potrebnom dinamikom, a u skladu s ovim projektom i tehničkim uvjetima, izvođač treba izraditi plan rada. Predviđeni plan rada treba sadržavati: organizaciju i opremu gradilišta, dinamiku izvođenja radova, te opis mehanizacije i tehničkih karakteristika opreme. Plan rada daje se na uvid Nadzoru, koji može tražiti njegovu izmjenu uz pismeno obrazloženje. Izvođač je dužan prije početka radova odrediti odgovornu osobu za njihovo izvođenje.

Radnje na izvedbi geotehničkih sidara

Radovi na izvedbi geotehničkih sidara se sastoje od:

- Pripremni radovi (radionička izrada vlačnog elementa sidra),
- izrada bušotine,
- ugradnja sidra,
- ugradnja injekcijske smjese te po potrebi post-grouting,
- prenaprezanje i uređenje glave sidra.

Sve radove treba izvesti u skladu s projektom te uputama nadzornog inženjera i projektanta. Tehnologija izvođenja bušotine je u ovisnosti o sastavu i karakteristikama tla i količini podzemne vode.

Izvedba sidara

Nakon što je izvedena naglavna i sidrena greda i nakon što je beton dostigao 70% projektirane čvrstoće pristupa se izradi sidara. Prethodno je prilikom izrade sidrene grede, s armaturom potrebno povezati uvodno kućište za sidra i upuštene niše u sidrenoj gredi na mjestu sidra.

Izvoditelj sidara treba posjedovati na gradilištu jedan primjerak geomehaničkog izvještaja te tijekom



iskopa kontrolirati sastav i karakteristike tla.

Redoslijed izvedbe sidara treba biti takav da se pri izvođenju slijedećeg ne oštećuje prethodno izvedeno sidro koje još nije postiglo punu čvrstoću.

Sav nabušeni materijal potrebno je ukloniti od ušća bušotine kako isti ne bi smetao pri izvedbi sidara.

Odmah po dovršetku bušenja sidara slijedi ugradnja sidra od visokovrijednog čelika i injektiranje kroz odgovarajuću opremu kojim je moguće i kontrolirati količinu utrošene smjese.

Količina utroška smjese se kontrolira i treba biti za najmanje 10% veći od idealnog volumena.

Ugrađeno sidro je potrebno zaštititi od preranog opterećenja.

Materijali

Sidro - Osnovna svojstva materijala strukova trebaju zadovoljavati neki od standarda (ASTM A416, SS 5896, Euronorm 138).

Svojstvo:	Minimalne tražene vrijednosti:
Nominalni promjer struka (")	0,6
Broj struka (kom)	3
Površina jednog struka (mm ²)	140
Vlačna čvrstoća čelika f_{pk} (N/mm ²)	1860

Za ugrađeni materijal izvođač mora imati propisane ateste kojima se dokazuje kvaliteta.

Cement - Za spravljanje injekcijske smjese treba koristiti cement klase 45, Cijelu potrebnu količinu cementa treba pribaviti od istog proizvođača. Nije dozvoljeno koristiti CEM III / C, CEM IV i CEM V prema standardu EN 197-1.

Aditivi - U injekcijsku smjesu preporuča se dodati sredstvo za povećavanje volumena smjese tijekom vezivanja. Povećanje volumena treba biti 5+10%. Aditivi trebaju imati atest proizvođača, a provjerava ih se u kontrolnoj smjesi. Ako proizvođač daje recepturu za korištenje aditiva, treba je se pridržavati.

Važno je predvidjeti i cijevi za post grouting tj sekundarno injektiranje sidara. Post grouting može značajno poboljšati nosivost sidra u kohezivnom tlu povećanjem otpora po plaštu tijela sidra i okolnog tla. U prvotno sidrišno tijelo u dužini sidrišne dionice na sidru uvodi se dodatna injekcijska smjesa kroz unaprijed postavljene cijevi i to s pritiscima do 10 bara.

Voda – Ako se koristi voda iz javnog vodovoda može se upotrebljavati bez potrebe dokazivanja uporabljivosti. Ako se za pripremanje betona koristi voda koja nije pitka Izvođač mora prethodno dokazati uporabljivost te vode u skladu s normom HRN EN 1008:2002 ili jednakovrijedno, najmanje jednom svaka tri mjeseca (postojanje soli, sadržaj organskih tvari).

Radionička izrada sidra

Standardni postupak izrade geotehničkih sidara sastoji se od slijedećih aktivnosti:

- Rezanje strukova na potrebnu duljinu, pri čemu treba voditi računa da je rezna površina okomita na os žice,
- Premazivanje strukova u slobodnoj dionici mašću i navlačenje cijevi PEHD cijevi na svaki struk.
- Izrada kabela, tj. montaža elemenata sidara na točno određen broj strukova u snopu i ulaganje PEHD cijevi za sekundarno injektiranje.



Injekcijska smjesa

Injekcijska smjesa se spravlja od cementa, vode i dodataka. Konzistencija gotove smjese treba odgovarati tehnologiji injektiranja. Kod određivanja potrebne količine vode i konzistencije svježe smjese voditi računa i o načinu ugrađivanja.

Smjesa za injektiranje treba imati slijedeća svojstva:

- dobra sposobnost tečenja,
- dobra obradivost,
- malo otpuštanje vode,
- sposobnost bubrenja od 5% do 10%,
- čvrstoću uzorka koja odgovara C30/37,
- razliku čvrstoće uzorka na mješalici i izlazu injektora do 10%.

Obradivost, sposobnost tečenja, zadržavanje vode i bubrenje injekcijske smjese postiže se izradom sastava i upotrebom dodataka.

Injektiranje se izvodi smjesom čiji je orijentacioni sastav slijedeći:

- cement aktivnosti 45,
- dodatak za bubrenje,
- dodatak za ugrađivanje,
- dodatak za ubrzano vezivanje,
- odnos cement: voda = 1 : 0,35÷0,5.

Receptura za smjesu odredit će se laboratorijski na osnovu prethodnih ispitivanja prema HRN EN 447 ili jednakovrijedno od strane ovlaštene institucije.

Spravljanje smjese vršiti pomoću posebne miješalice - injektora, koji omogućuje izradu tiksotropne cementne suspenzije - injekcijske smjese uz kontrolu pritiska injektiranja. Injekcijska smjesa se miješa prisilno - mehanički.

Tijekom rada potrebno je kontrolirati svojstva injekcijske smjese uzimanjem uzoraka na mješalici i na izlazu injektora. Uzorci se čuvaju na radilištu, na njima se ispituje tlačna čvrstoća (7 i 28 dana). Ukoliko je razlika u čvrstoći uzoraka uzetih iz miješalice i na izlazu injektora veća od 10%, to ukazuje na gubitak vode u transportu, odnosno da smjesa nema dovoljnu sposobnost zadržavanja vode, što treba odmah korigirati.

Vršiti provjeru komponenata od kojih se izrađuje injekcijska smjesa. Sav materijal treba biti pravilno uskladišten.

Obzirom da se pri izradi smjese miješa više komponenti, nužno je držati se određenog redoslijeda doziranja i miješanja. Prvo se izmiješaju suhe komponente s manjom količinom vode, kako ne bi došlo do grudanja smjese, a zatim se dodaje potrebna količina vode za postizanje tražene konzistencije.

Utrošak injekcijske smjese iskazuje se u količini suhe tvari po m³ bušotine, a određuje će se prema utrošcima na probnim sidrima.

Bušenje

Sidra se ulažu prethodno izvedene bušotine.

S prethodno pripremljenog platoa izvode se kose bušotine završnog promjera 155 mm. Bušenje se radi rotacionom metodom bez vode, uz začevljenje. Bušotine su u nagibu 20° od vodoravne ravnine, uz toleranciju nagiba ±2°. Kod izrade bušotine potrebno je provjeriti da iskop odgovara projektiranim dimenzijama i da nije došlo do zarušavanja ili stezanja bušotine.



Bušenje za sidra treba biti 50 cm dublje od duljine sidra (taložnica).

Eventualno zacjvljenje izvlači se tijekom injektiranja bušotine.

Ugradnja i injektiranje

Svrha injektiranja sidrišne dionice je ostvarenje kontakta sidro - tlo, povećanje čvrstoće i smanjenje propusnosti materijala tla u sidrišnoj dionici.

Za provođenje uspješnog injektiranja potrebno je dobro pročititi bušotinu, odabrati adekvatnu smjesu za injektiranje, te odrediti kvantitativni režim injektiranja.

U injektiranju bušotina postoje tri, eventualno četiri glavna čimbenika koji imaju neposredni utjecaj na kvalitetu izvedbe. To su:

- receptura smjese za injektiranje,
- veličina i način primjene injekcijskog tlaka,
- brzina i vrijeme ubrizgavanja injekcijske smjese,
- eventualno - dodatak za brzi prirast čvrstoće injekcijske smjese.

Izvođač je dužan osigurati odgovarajuću opremu za izvođenje radova na injektiranju sa slijedećim karakteristikama:

- bušača garnitura treba biti tako opremljena da omogući bušenje do max. duljine od 45 m uz mogućnost istodobnog zacijevljivanja s napredovanjem bušenja,
- injektor s mogućnošću neprekidnog rada kapaciteta od min. 10 l/min pritiska 20 bara,
- samoregulirajući manometar koji treba automatski bilježiti čitav proces injektiranja bez prekida (mora imati podjelu od 100 kN/m² s mogućnošću čitanja na skali do max. 20 bara).

Injektiranju se pristupa nakon što je ugrađeno sidro. Izvodi se u više radnih postupaka:

- ispunjavanje cijevi injekcijskom smjesom, s ušća bušotine,
- izvlačenje zaštitne cijevi od početka sidrišne dionice,
- primarno injektiranje kroz zaštitnu cijev od postizanja pritiska od cca 5 bara,
- vođenje zaštitne cijevi,
- postavljenje brtvenog sklopa na uvodno kućište,
- sekundarno injektiranje sidrišne dionice kroz cijev za injektiranje,
- ispiranje injekcijske smjese unutar uvodnog kućišta.

Odmah po završenom bušenju obavljaju se svi potrebni radovi kako bi se u kontinuitetu pristupilo ugradnji vlačnog elementa i injektiranju. Po završenoj izradi bušotine ulaže se nosivi vlačni element od visokovrijednog čelika koji treba biti postavljen centrično, te taj položaj treba zadržati do kraja injektiranja.

Prilikom izvedbe injekcijskih radova potrebno je stalno nadzirati i kontrolirati radove, jer je to izuzetno važan zahvat o kojem ovisi kvaliteta sidara.

Nakon ugradnje vlačnog elementa sidra pristupa se izradi brtve tako da se brzovezujućim mortom napravi čep debljine 10-20 cm, kroz koji prolaze cjevčica za injektiranje i kratka cjevčica za odzračivanje.

Injektiranje sidra provodi se nakon što je ono položeno u bušotinu i paralelno, odnosno naizmjenično s vađenjem zacjvljenja bušotine. Injektiranje treba vršiti pomoću posebne miješalice - injektora, koji omogućuje izradu tiksotropne cementne suspenzije - injekcijske smjese, te kontrolu pritiska injektiranja.

Pritisak injektiranja treba mjeriti kontinuirano, manometrima s podjelom na 0,1 bara, postavljenim na injekcijsku pumpu i injekcijski vod kod ušća bušotine.



Nakon što se izvrši zapunjavanje sidrišne dionice propisanom injekcijskom smjesom, pojava injekcione smjese na ušću bušotine, pritisak injektiranja treba postepeno podizati do završnog pritiska injektiranja koji iznosi 5 bara za prvi red sidara, 10 bara za postgrouting na drugom redu sidara. Navedeni završni pritisak potrebno je održavati min. 10 minuta. Utrošak ugrađene smjese treba biti kontroliran i pri tome treba biti veći od 10% i manji od 100% povećanog idealnog volumena sidrišne bušotine.

Ukoliko se tijekom rada pokažu nedostaci danih kriterija, isti se mogu korigirati u dogovoru s projektantom izvedbenog projekta.

Prekid injektiranja dozvoljava se samo izuzetno (viša sila i slično). U takvom slučaju potrebno je isprati bušotinu i ponoviti injektiranje.

Za vrijeme injektiranja potrebno je opažati okolni teren:

- da bi se pravovremeno uočilo eventualno izbijanje smjese,
- da ne bi došlo do neželjenih poremećaja u tlu ili na okolnim objektima.

Prenaprezanje i ispitivanje sidara

Prenaprezanju sidara i ispitnim procedurama može se pristupiti tek nakon što smjesa za injektiranje sidrišne dionice dostigne čvrstoću 30 MPa. Ispitna procedura izvodi se prema HRN EN 1537:2000 – testna metoda 1 ili jednakovrijedno. Ispituju se isključivo sve strune istovremeno unutar jednog geotehničkog sidra. Maksimalno povećanje opterećenja u sidru iznosi 10 kN/sec. Ispituju se sva sidra od čega 10% sidara se ispituje na uvjet prikladnosti, a ostala sidra se ispituju na uvjet prihvatljivosti. Pozicije sidara ispitivanih na uvjet prikladnosti određuje nadzorni inženjer uz suglasnost projektanta.

Točan trenutak prednaprezanja odredit će se na osnovu rezultata prethodnih ispitivanja injekcijske smjese. Prednaprezanje ujedno predstavlja i primopredajno ispitivanje sidra, čime se kontrolira uspješnost izvedenih sidara. Dozvoljena maksimalna sila u sidru koju nije dozvoljeno prekoračiti tijekom ispitivanja određuje se u odnosu na lomnu čvrstoću i granicu popuštanja.

Za unošenje sile tijekom prednaprezanja treba koristiti specijalne hidrauličke preše kapaciteta minimalno 1000 kN. U sklopu preše i pumpe trebaju biti ispravni i baždareni mjerni instrumenti (manometar, dinamometar i milimetarsko mjerilo na klipu).

Osim navedenog, u sustavu mjernih sklopova trebaju biti i dvije mikrourice učvršćene na nepomičnoj podlozi, pomoću kojih se očitavaju pomaci sidrene grede u smjeru sidra, na mjestu sidrišne ploče. Oslonci nosača mikrourice moraju biti min. 2 m udaljeni od sidra.

Na početku prednaprezanja potrebno je registrirati slijedeće podatke:

- Oznaka i položaj sidra,
- Vrijeme početka prednaprezanja,
- slobodni hod preše.

Nakon toga potrebno je kontinuirano pratiti:

- Vrijeme,
- Opterećenje,
- pomak klipa preše,
- pomak na mjestu sidrišne ploče.

Ispitivanje prikladnosti

Ispitivanja prikladnosti uključuju inkrementalno naprezanje i relaksiranje ugrađenog sidra. Ispitivanje prikladnosti koristi se za provjeru kapaciteta sidra, utvrđivanje ponašanja opterećenja i deformacija, utvrđivanje uzroka pomicanja sidra i za provjeru stvarne dužine sidrišne dionice. Ispitivanja



prikladnosti provode se na 10% ugrađenih sidara.

Standardni program prednaprezanja za ispitivanje prikladnosti treba imati tijekom prema slijedećoj tablici:

broj 0,6" struna		3	
Sila zaklinjenja		$P_0=$	100 kN
Najveća sila ispitivanja		$P_p=1,25 \cdot P_0$	125 kN
1. krug opterećenja			
Ispitna sila (% najveće ispitivanja)	Sila (kN)	Vrijeme zadržavanja sile	
10		1	
25		15	
10		1	
2. krug opterećenja			
Ispitna sila (% najveće ispitivanja)	Sila (kN)	Vrijeme zadržavanja sile	
10		1	
25		1	
40		15	
25		1	
10		1	
Ukupno vrijeme 1. kruga: 17 min		Ukupno vrijeme 2. kruga: 19 min	
3. krug opterećenja			
Ispitna sila (% najveće ispitivanja)	Sila (kN)	Vrijeme zadržavanja sile	
10		1	
40		1	
55		15	
40		1	
10		1	
Ukupno vrijeme 3. kruga: 19 min		Ukupno vrijeme 4. kruga: 35 min	
4. krug opterećenja			
Ispitna sila (% najveće ispitivanja)	Sila (kN)	Vrijeme zadržavanja sile	
10		1	
55		1	
70		30	
55		1	
10		1	
Ukupno vrijeme 3. kruga: 19 min		Ukupno vrijeme 4. kruga: 35 min	
5. krug opterećenja			
Ispitna sila (% najveće ispitivanja)	Sila (kN)	Vrijeme zadržavanja sile	
10		1	
70		1	
85		30	
70		1	
10		1	
Ukupno vrijeme 5. kruga: 35 min		Ukupno vrijeme 6. kruga: 65 min	
6. krug opterećenja			
Ispitna sila (% najveće ispitivanja)	Sila (kN)	Vrijeme zadržavanja sile	
10		1	
85		1	
100		60	
85		1	
10		1	
Ukupno vrijeme 5. kruga: 35 min		Ukupno vrijeme 6. kruga: 65 min	

P_{tk} =Granična vlačna sila; P_0 = Sila zaklinjenja; P_p = Najveća sila ispitivanja ; P_a =Inicijalna sila



Ispitivanje prihvatljivosti

Standardni program prednapreznja za ispitivanje prihvatljivosti treba imati tijekom prema slijedećoj tablici:

broj 0,6" struna		3		
Sila zaklinjenja	$P_0=$	100 kN		
Inicijalna sila	$P_a=10\%P_p$	30 kN		
Najveća sila ispitivanja	$P_p=1,25 \cdot P_0$	125 kN		
1. krug opterećenja		2. krug opterećenja		
Ispitna sila (% najveće sile ispitivanja)	Sila (kN)	Vrijeme zadržavanja sile	Ispitna sila (% najveće sile ispitivanja)	Vrijeme zadržavanja sile
10		1	10	1
40		3	40	1
70		3	70	1
85		3	100	Sila zaklinjenja
100		15		
10		1		
Ukupno vrijeme 1. kruga: 28 min		Ukupno vrijeme 2. kruga: 5 min		

Probna sidra

Prije početka radova, na predmetnoj lokaciji treba dokazati nosivost sidara uz tehnologiju koju će izvođač primijeniti, izvedbom probnog sidara. Pri tome je potrebno ispitati 2 probna sidra koja ostaju ugrađena u konstrukciju. Procedura ispitivanja je uz kontrolirani prirast pomaka, a prema standardnom programu prednapreznja za ispitivanje prikladnosti.

O testiranju svakog pojedinog sidra mora se voditi zapisnik u kojem će se evidentirati sve relevantne podatke (režim prednapinjanja, silu i deformaciju u pojedinim fazama te napomene vezane na standardno ponašanje sidara), kao i ostala ispitivanja i dokaze za radna sidra.

Sidra će se testirati na 1.5 *projektne sile = 1,5*300,00 kN = 450,0 kN

Prilikom ispitivanja, napreznja ne smiju premašiti 90% granice elastičnih deformacija čeličnog elementa. U skladu s tim odabrati promjer čeličnog elementa probnog sidra. Sva ispitivanja se vrše uz kontrolirani prirast pomaka.

Priprema za testiranje sidara

Uz sidra koja će se testirati potrebno je pripremiti oslonce za prešu, koji moraju biti udaljeni najmanje 1m od sidra te čvrstu točku na kojoj će se postaviti mikroure.

Upotrebljena oprema mora imati mogućnost unošenja i mjerenja pomaka do 100 mm u neprekinutom hodu te mogućnost održavanja stalne sile, bez obzira na eventualno popuštanje sidra.

Svi mjerni i pogonski uređaji moraju imati važeće ateste, a proces testiranja treba biti vođen kvalificiranom osobom.

Obračun radova

Izvedba sidrenja aktivnim sidrima obračunava se po m' ugrađenih sidara.

Jedinične cijene obuhvaćaju pripremu i raspoređivanje gradilišta, transport opreme, pribora i ljudstva, izradu radnog platoa za bušenje sidara, bušenje, injektiranje, postavljanje glave sidra, ispitivanje i zatezanje,



kao i demontažu glave sidra za privremene konstrukcije. Ukoliko nije drugačije specificirano jedinične cijene uključuju sav materijal i radove na probnom sidru.

5.3.8.2.4 Monitoring

Opažanje pomaka na vertikalnim inklinometrima

Instalacija se sastoji od cijevi, kliznih spojnica, vijaka i zaštitne trake. Na vrh instalacije se ugrađuje sidreno ušće, koje služi za pričvršćenje nosača kabela. Cijevi su ugrađene u bušotinu promjera cca 110 mm. Prostor između cijevi i stjenke bušotine je injektiran. Vrh i dno inklinacijske cijevi zatvoriti poklopcem i čepom. Cijevi međusobno spojiti spojnicama. Brtvljenje spojeva osigurati brtvećim trakama i dodatno obložiti samoljepivom trakom kako ne bi došlo do prodora injekcijske smjese u unutrašnjost cijevi. Vrh inklinacijske cijevi učvrstiti i zaštititi čeličnom zaštitnom cijevi i kapom koja se zatvara lokotom.

Mjerenje horizontalnih pomaka u vertikalno ugrađenim inklinometarskim cijevima izvodi se digitalnom inklinometarskom sondom i pripadnom mjernom opremom. Obrada mjernih podataka obavlja se kompjuterskim programom komatibilnim sa mjernom opremom.

Mjerna oprema sastoji se od sljedećeg:

- Inklinometarska sonda,
- Mjerni kabel s nosačem,
- Digitalni uređaj za očitavanje i pohranu mjernih podataka.

Princip mjerenja horizontalnih pomaka u vertikalno ugrađenoj inklinacijskoj cijevi zasniva se na razlici izmjerenih pomaka između dva mjerenja. Da bi bili u mogućnosti pratiti stanje pomaka u vremenu nužno je izvršiti referentno mjerenje, koje se još naziva „0“ (nulto) ili početno mjerenje. Referentno „0“ (nulto) mjerenje služi kao referentni podatak – koordinatni sustav za sva sljedeća mjerenja, tj. inkrementalne pomake u odnosu na početno referentno mjerenje.

Podaci nultog mjerenja odnose se samo na uređaj kojim je izvršeno mjerenje i na njih se može referencirati samo uz korištenje istog uređaja.

Prilikom mjerenja horizontalnih pomaka na inklinometru obvezatno je mjerenje pomaka na pripadnom geodetskom reperu.

Evidencija podataka mjerenja

Osnovni podaci o obavljanju mjerenja (datum izvršavanja mjerenja, izvršitelj mjerenja i sl.) unose se u posebni formular. Ovi podaci se odlažu u Građevinski dnevnik.

Učestalost mjerenja

Tijekom izvedbe konstrukcije, jedanput u dva tjedna i prema fazama izvedbe navedenim u tehničkom opisu.

Po završetku i izgradnji objekta učestalost geodetskog opažanja smanjuje se na 1 puta mjesečno u periodu 12 mjeseca iza izvedbe konstrukcije.

Sva pojedinačna mjerenja treba ažurno dostavljati glavnom inženjeru, nadzornom inženjeru i projektantu kako bi se na vrijeme moglo intervenirati u koliko ponašanje temelja nije u skladu s projektnim predviđanjima.

Opažanje pomaka geodetskim reperima

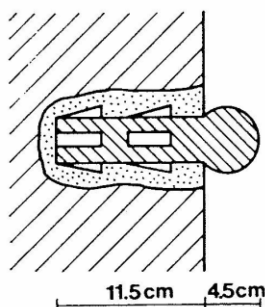
Geodetske kontrolne točke (reperi) ugrađuju se u elemente betonskih nadtemeljnih konstrukcija s ciljem praćenja pomaka objekata kroz građenje i u eksploataciji.

Geodetski reperi ugrađuju se kao klinovi ugrađeni u betonski element.



Klin je tokarena šipka duljine 15 cm izrađena od mesinga ili prokroma, sa navojem promjera 5/8" ili bez njega.

Ugradnju geodetskih kontrolnih točaka treba izvršiti prema uputama i uz kontrolu geodetskog nadzora.



HR

Horizontalno ugrađen reper s glavom u objektu

Projektom je predviđeno:

- Opažanje slijeganja pomoću preciznog geodetskog nivelmana,
- Zahtijevana točnost mjerenja iznosi ± 1.0 mm.

Učestalost mjerenja

Tijekom izvedbe konstrukcije, jedanput u dva tjedna. Obvezno je mjerenje svih repera nakon značajnijeg nanošenja opterećenja (etažni iskopi, izvedba nasipa, betoniranje kampada, naglavne grede i dr.).

Po završetku i izgradnji objekta učestalost geodetskog opažanja smanjuje se na 1 puta mjesečno u periodu 12 mjeseci iza izvedbe konstrukcije.

Sva pojedinačna mjerenja treba ažurno dostavljati glavnom inženjeru, nadzornom inženjeru i projektantu kako bi se na vrijeme moglo intervenirati u koliko ponašanje temelja nije u skladu s projektnim predviđanjima.

Evidencija podataka mjerenja

Osnovni podaci o obavljanju mjerenja (datum izvršavanja mjerenja, izvršitelj mjerenja i sl.) unose se u posebni formular. Ovi podaci se odlažu u Građevinski dnevnik.

Prezentacija i interpretacija podataka mjerenja

Za obradu geodetski mjerenih vrijednosti potrebno je maksimalno koristiti mogućnosti generiranja podataka u dijagrame. Na dijagramima trebaju biti vidljivi prostorni pomaci svake točke pojedinačno, njihov međusobni odnos kao i vremenski razvoj mjerenih vrijednosti.



5.4 OPĆE MJERE ZAŠTITE NA RADU

5.4.1 ZEMLJANI RADOVI

5.4.1.1 Ručni iskop

Kada se pri građenju objekta ručno iskopava zemlja, moraju se primijeniti slijedeće zaštitne mjere:

- pri izvođenju zemljanih radova na dubini većoj od 1,0 m moraju se poduzeti zaštitne mjere protiv rušenja zemljanih naslaga s bočnih strana i protiv obrušavanja iskopanog materijala,
- ručno otkopavanje zemlje mora se izvoditi odozgo naniže, a svako potkopavanje je zabranjeno.

5.4.1.2 Iskop građevinskim strojevima i mehaniziranim alatom

Kada se pri građenju objekta iskapa zemlja građevinskim strojevima i mehaniziranim alatom rukovanje strojevima smije se povjeriti samo radniku koji je stručno osposobljen za taj posao i upoznat s opasnostima koje prijete pri tom radu.

Ispravnost građevinskih strojevi i uređaja mora biti pregledana prije postavljanju na mjesto rada i samog rada.

Mehanizirani alat koji se koristi (pneumatski čekići i drugo) moraju biti oblika i težine pogodnih za lako prenošenje i rukovanje i pod otežanim uvjetima rada.

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

5.4.2 TESARSKI RADOVI

Oštra sječiva tesarskog alata (sjekira, pile, dljeteta 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 razmještanja 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 :

Ivan Mihaljević, dipl.ing.grad.



6 PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE

Na temelju provedenih analiza i ovim projektom projektiranih radova, procjenjuje se vrijednost radova u iznosu od 2.833.000,00 eura (bez PDV-a).

Projektant :	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.
---------------------	---------------------------------

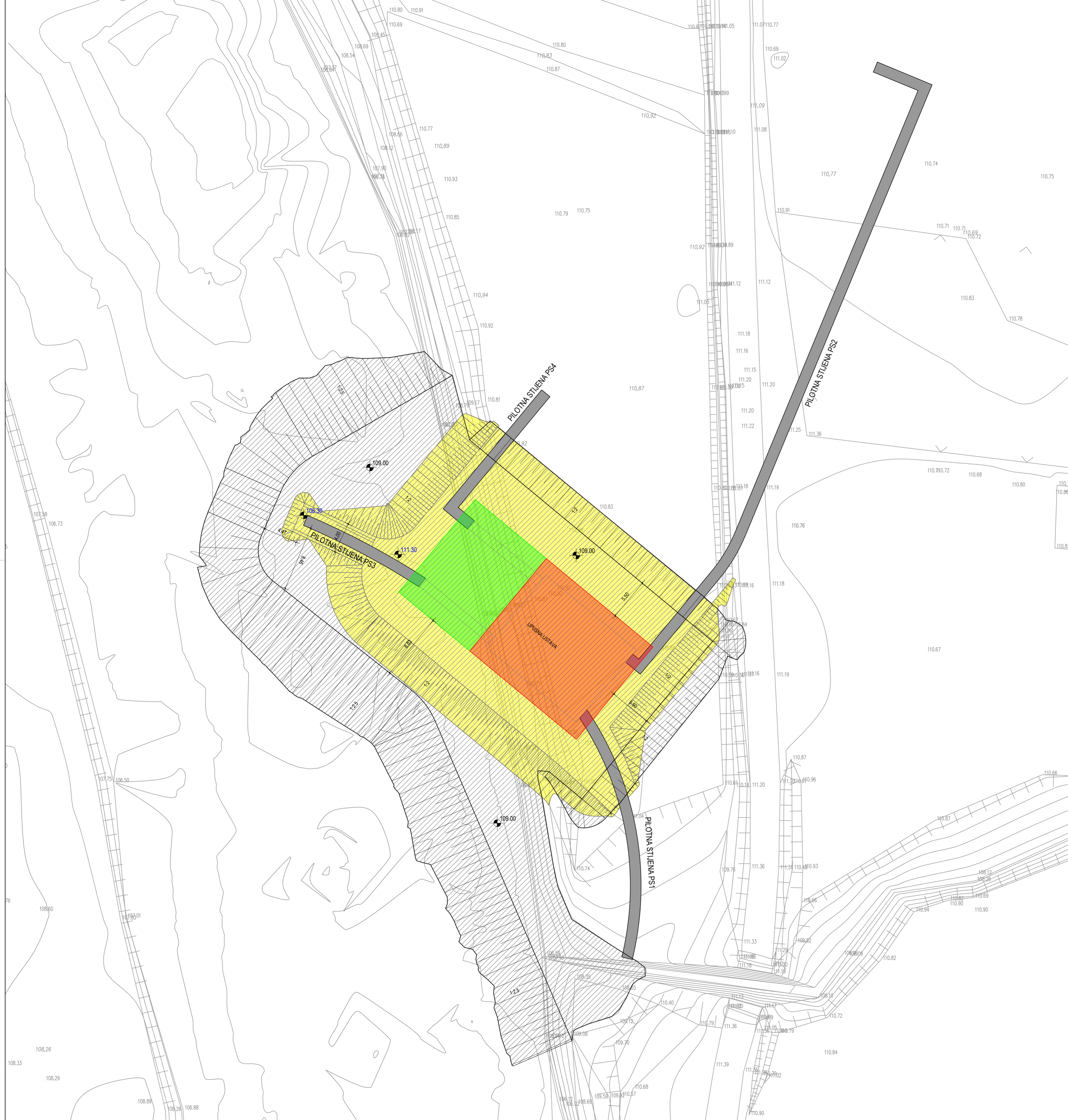


7 GRAFIČKI I DRUGI PRILOZI

R. br.	Oznaka priloga	Naziv priloga	Napomena uz prilog
1	1001	Situacija upusne ustave - faznosti izgradnje	1:250
2	1002	Građevinska jama upusne ustave - situacija	1:100
3	1003	Situacija pilotnih stijena PS1, PS2, PS3 i PS4	1:250
4	2001	Građevinska jama upusne ustave – uzdužni profil A-A	1:100
5	2002	Pilotna stijena PS1 – uzdužni profil	1:100
6	2003	Pilotna stijena PS2 – uzdužni profil	1:100
7	2004	Pilotna stijena PS3 – uzdužni profil	1:100
8	2005	Pilotna stijena PS4 – uzdužni profil	1:100
9	4001	Građevinska jama upusne ustave – poprečni presjek 1-1	1:100
10	4002	Građevinska jama upusne ustave – poprečni presjek 2-2	1:100
11	4101	Pilotna stijena PS1 – poprečni presjeci 1-1 i 2-2	1:100
12	4102	Pilotna stijena PS2 – poprečni presjeci 3-3 i 4-4	1:100
13	4103	Pilotna stijena PS3 – poprečni presjeci 5-5 i 6-6	1:100
14	4104	Pilotna stijena PS4 – poprečni presjeci 7-7 i 8-8	1:100

Projektant :

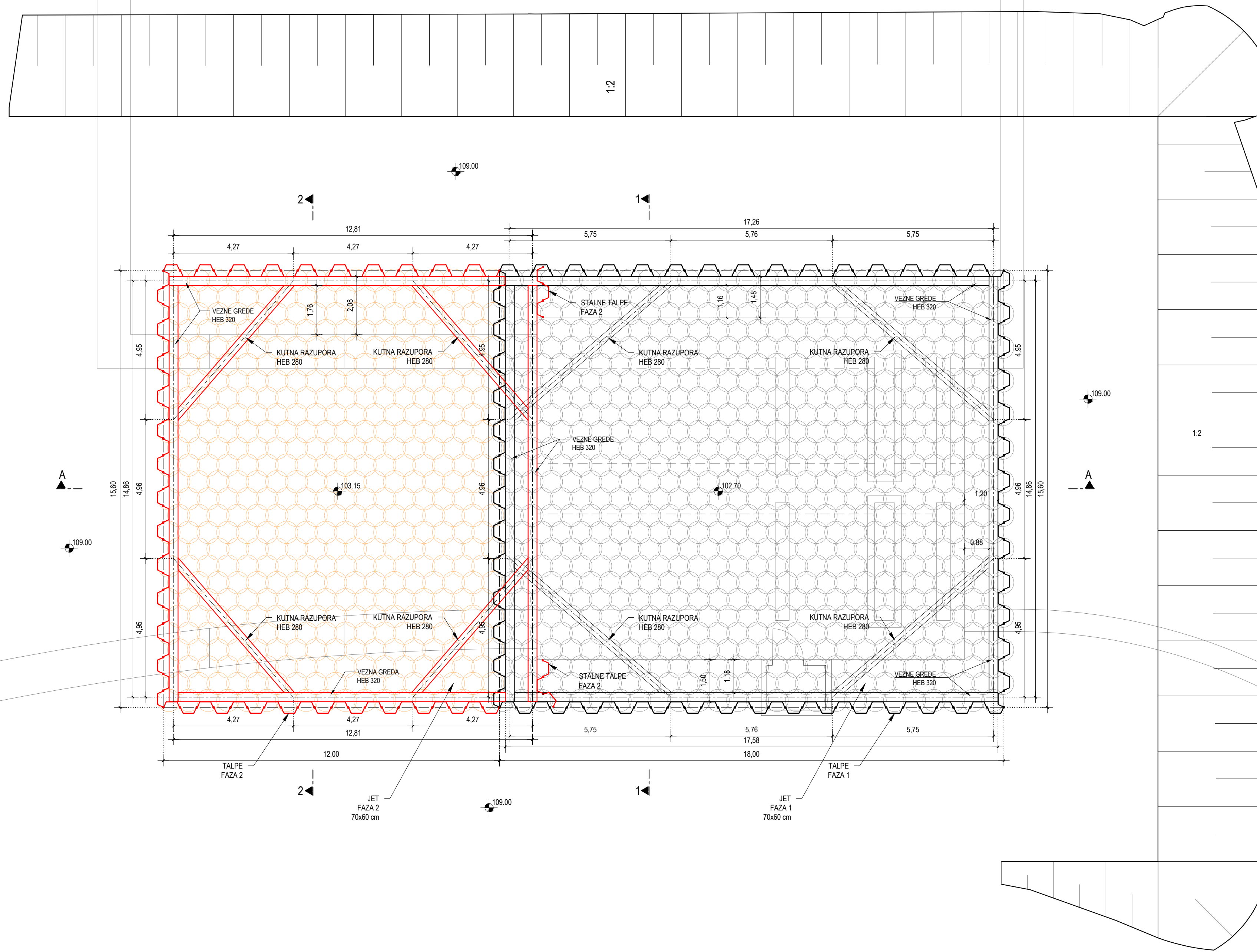
Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.



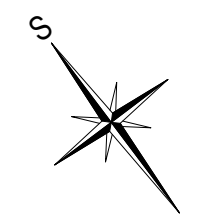
FAZNOST RADOVA

- FAZA 1 - RADNI PLATO NA 109.00 m n.m.
- FAZA 2 - GRADEVNA JAMA SREDIŠNJEG DIJELA UPUSNE USTAVE
- FAZA 3 - GRADEVNA JAMA SLAPIŠTA UPUSNE USTAVE
- FAZA 4 - RADNI PLATO NA 111.30 m n.m.
- FAZA 5 - PILOTNE STIJEVE

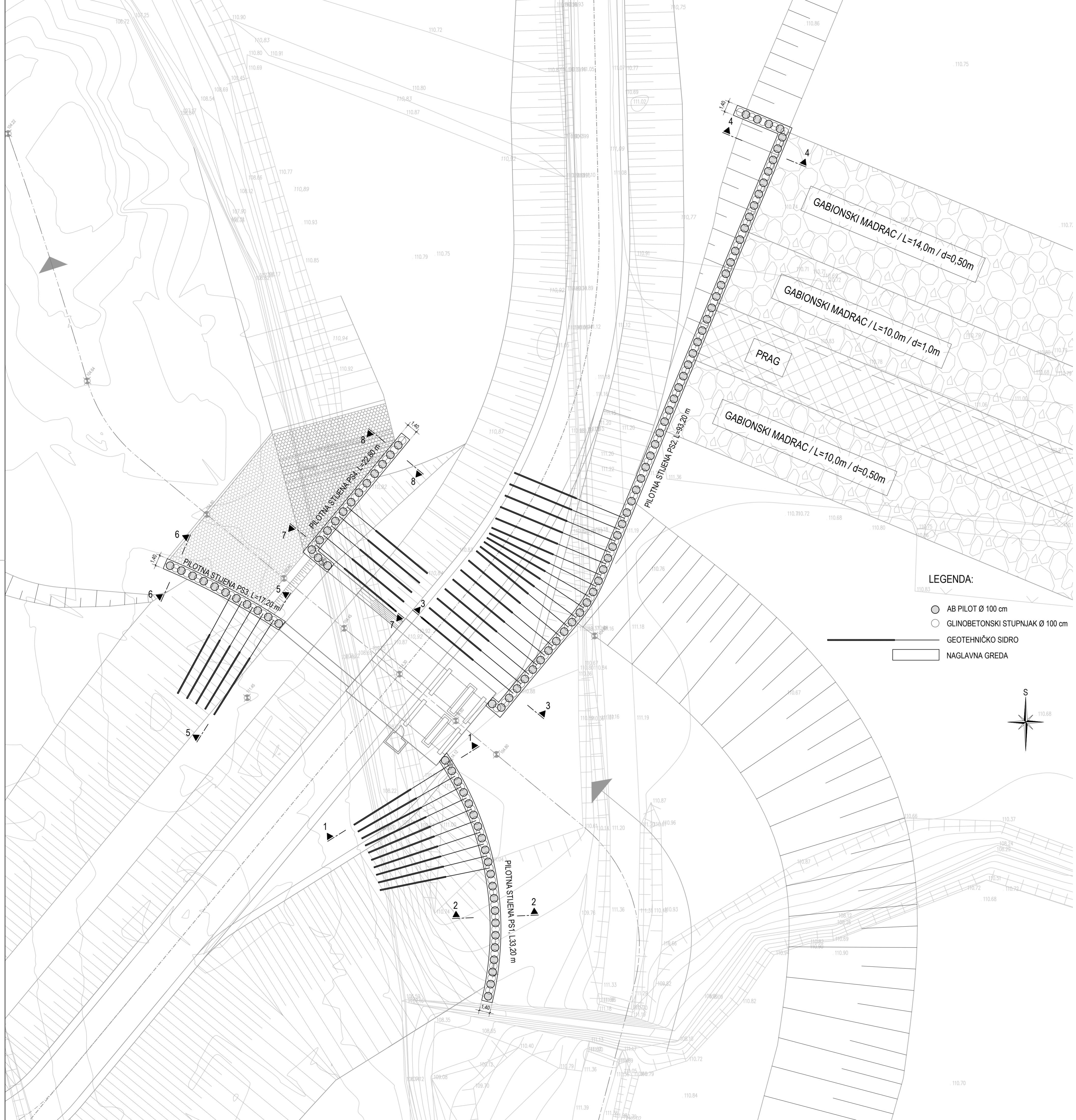
BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
GEOKON <small>WWW.GEOKON.HR</small>		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61500467614	
GRADEVINA:	IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA - 4. I. F. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRADEVINE:	UPUSNA USTAVA	
NAZIV MAPE:	Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:	
Glavni projekt	Građevinski projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	SITUACIJA UPUSNE USTAVE FAZNOSTI IZGRADNJE	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	OZNAKA MAPE:	OZNAKA MAPE:
GP-5986/23	E-155-18-04	E-155-18-04
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
0	E-155-18-04	1:250
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, svibanj, 2023.	1001	1



GRAĐEVINSKA JAMA UPUSNE USTAVE
SITUACIJA
MJ 1:100



BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 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 - 4. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRADEVINE:	UPUSNA USTAVA	
NAZIV MAPE:	Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA: Građevinski projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	GRAĐEVINSKA JAMA UPUSNE USTAVE SITUACIJA	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	GP-5986/23	OZNAKA MAPE: E-155-18-04
REVIZIJA:	0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-04 MJERILO: 1:100
MJESTO I DATUM:	Zagreb, svibanj, 2023.	OZNAKA PRILOGA: 1002 REDNI BR. PRILOGA: 2



LEGENDA:

- AB PILOT Ø 100 cm
- GLINOBETONSKI STUPNJAK Ø 100 cm
- GEOTEHNIČKO SIDRO
- ▭ NAGLAVNA GREDA

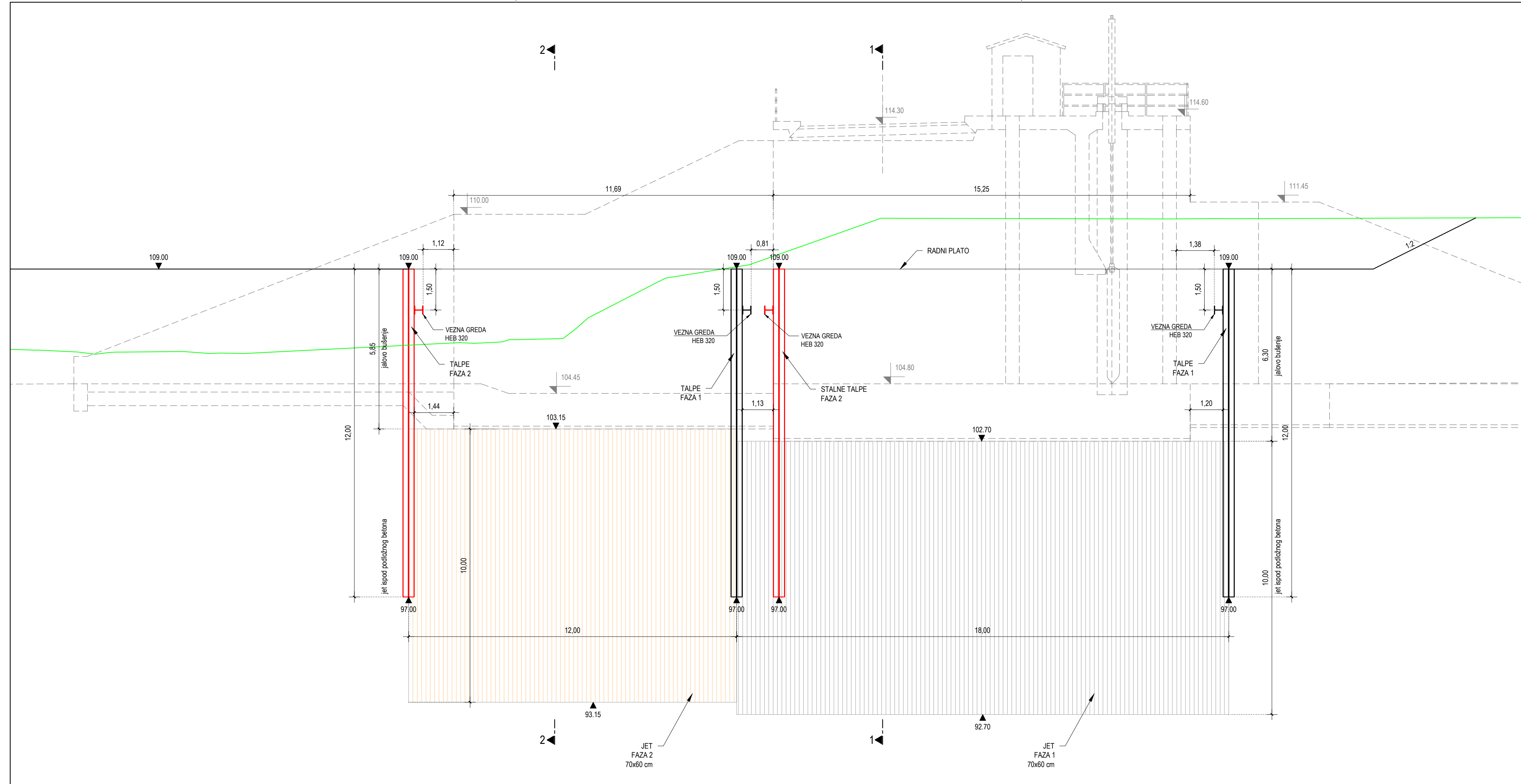


BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 GEOKON WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA - 4. I.5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTIŠKOG DIJELA GRADEVINE:	UPISNA USTAVA	
NAZIV MAPE:	Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA: Građevinski projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	SITUACIJA PILOTNIH STUENA PS1, PS2, PS3 I PS4	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	OZNAKA MAPE:	
GP-5986/23	E-155-18-04	
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
0	E-155-18-04	1:250
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, svibanj, 2023.	1003	3

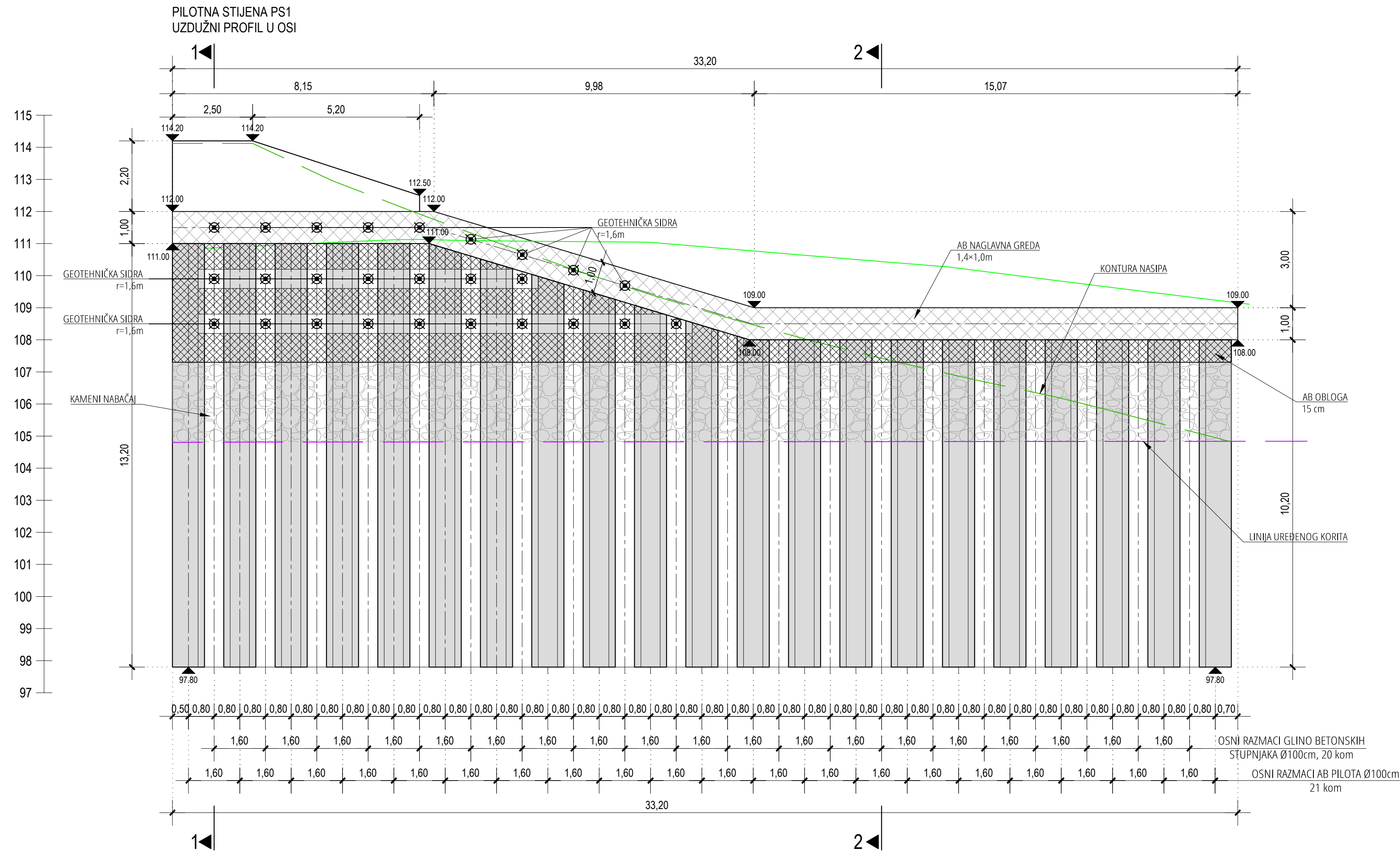
GRAĐEVINSKA JAMA UPUSNE USTAVE

UZDUŽNI PROFIL A-A

MJ 1:100

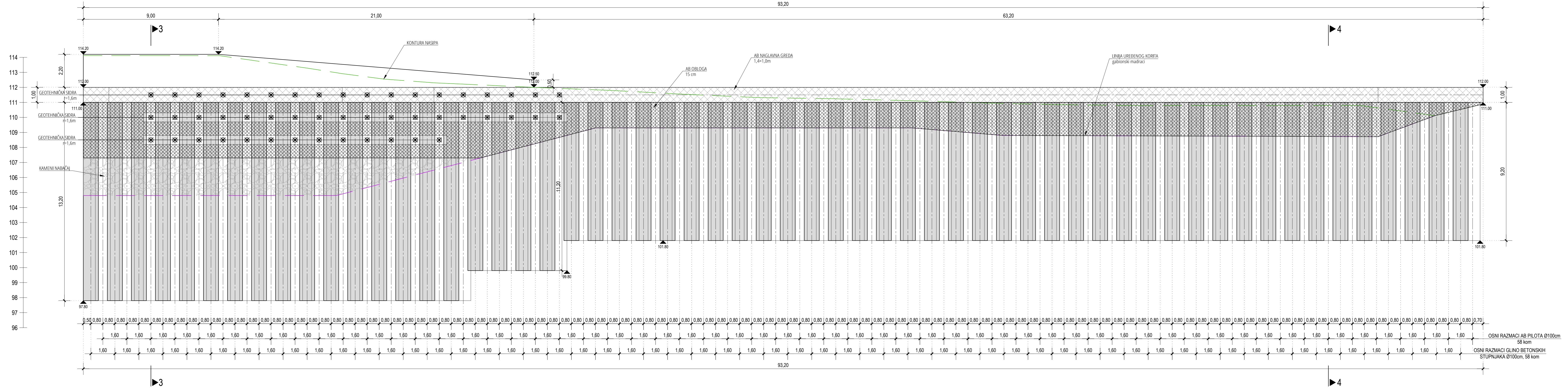


BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotmjanska 16a OIB: 61600467614	
GRAĐEVINA:	IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA - 4. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	UPUSNA USTAVA	
NAZIV MAPE:	Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:	
Glavni projekt	Građevinski projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. građ. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	GRAĐEVINSKA JAMA UPUSNE USTAVE UZDUŽNI PROFIL A-A	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	GP-5986/23	OZNAKA MAPE: E-155-18-04
REVIZIJA:	0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-04
MJESTO I DATUM:	Zagreb, svibanj, 2023.	MJERILO: 1:100
	OZNAKA PRILOGA: 2001	REDNI BR. PRILOGA: 4

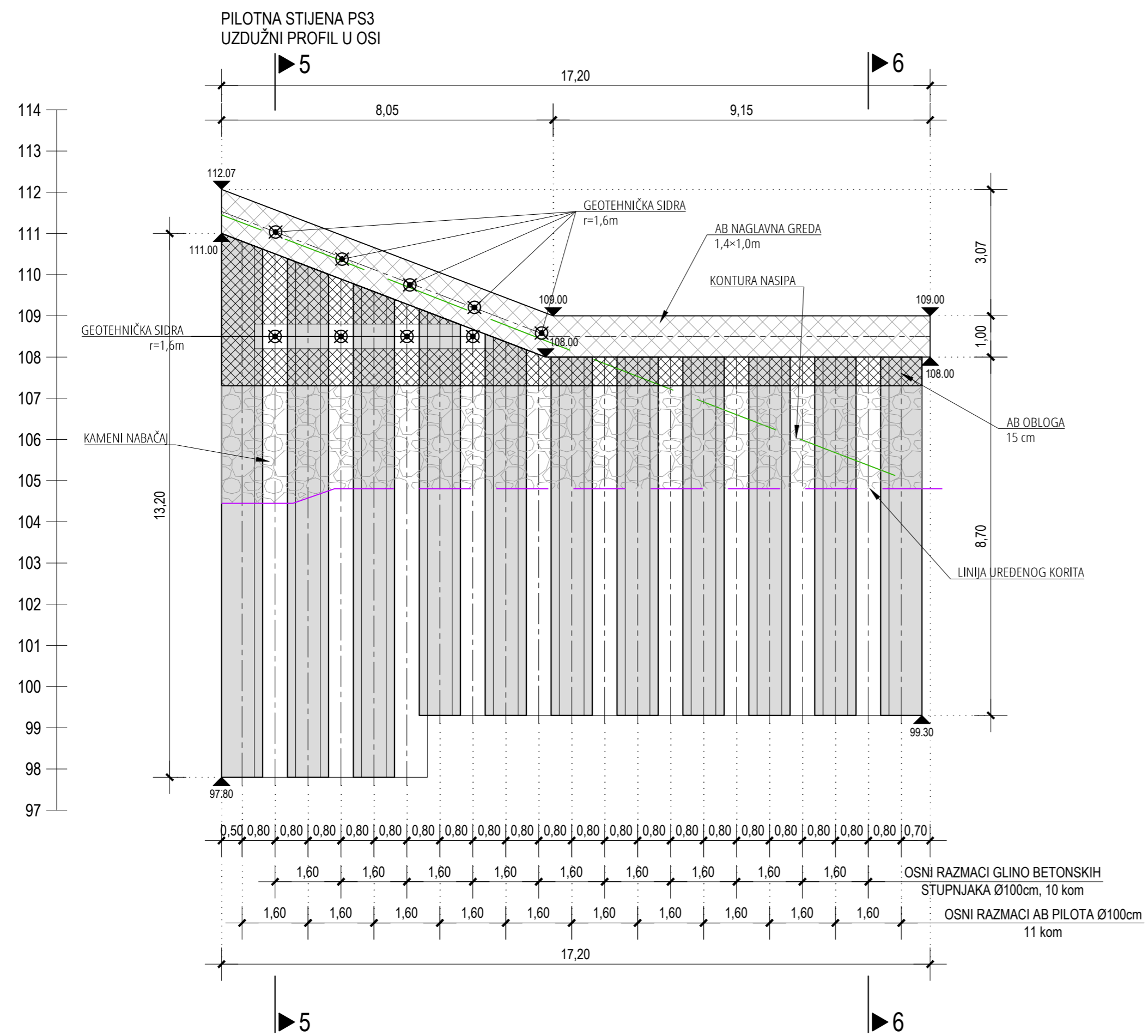


BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 GEOKON WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjanska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA - 4. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRADEVINE:	UPUSNA USTAVA	
NAZIV MAPE:	Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:	
Glavni projekt	Građevinski projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	PILOTNA STIJENA PS1 UZDUŽNI PROFIL	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): GP-5986/23	OZNAKA MAPE: E-155-18-04	
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-04	MJERILO: 1:100
MJESTO I DATUM: Zagreb, svibanj, 2023.	OZNAKA PRILOGA: 2002	REDNI BR. PRILOGA: 5

PILOTNA STIJENA PS2
UZDUŽNI PROFIL U OSI



BROJ REVIZIJE:		DATUM:		NAPOMENA REVIZIJE:	
 GEOKON WWW.GEOKON.HR					
INVESTITOR:					
HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220					
OIB: 28921383001					
PROJEKTANTSKI URED:					
Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotmjanska 16a					
OIB: 61600467614					
GRABEVINA:					
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 - 4.15. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA					
LOKACIJA:					
Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gomje Mekušje					
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRADEVINE:					
UPUSNA USTAVA					
NAZIV MAPE:					
Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova					
RAZINA RAZRADE:					
Glavni projekt				STRUKOVNA ODREDNICA:	
				Građevinski projekt	
PROJEKTANT:					
Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad.					
G 3785					
SADRŽAJ PRILOGA:					
PILOTNA STIJENA PS2 UZDUŽNI PROFIL					
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):					
GP-5986/23					
OZNAKA MAPE:					
E-155-18-04					
REVIZIJA:					
0		OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.		MJERILO:	
		E-155-18-04		1:100	
MJESTO I DATUM:					
Zagreb, svibanj, 2023.		OZNAKA PRILOGA:		REDNI BR. PRILOGA:	
		2003		6	

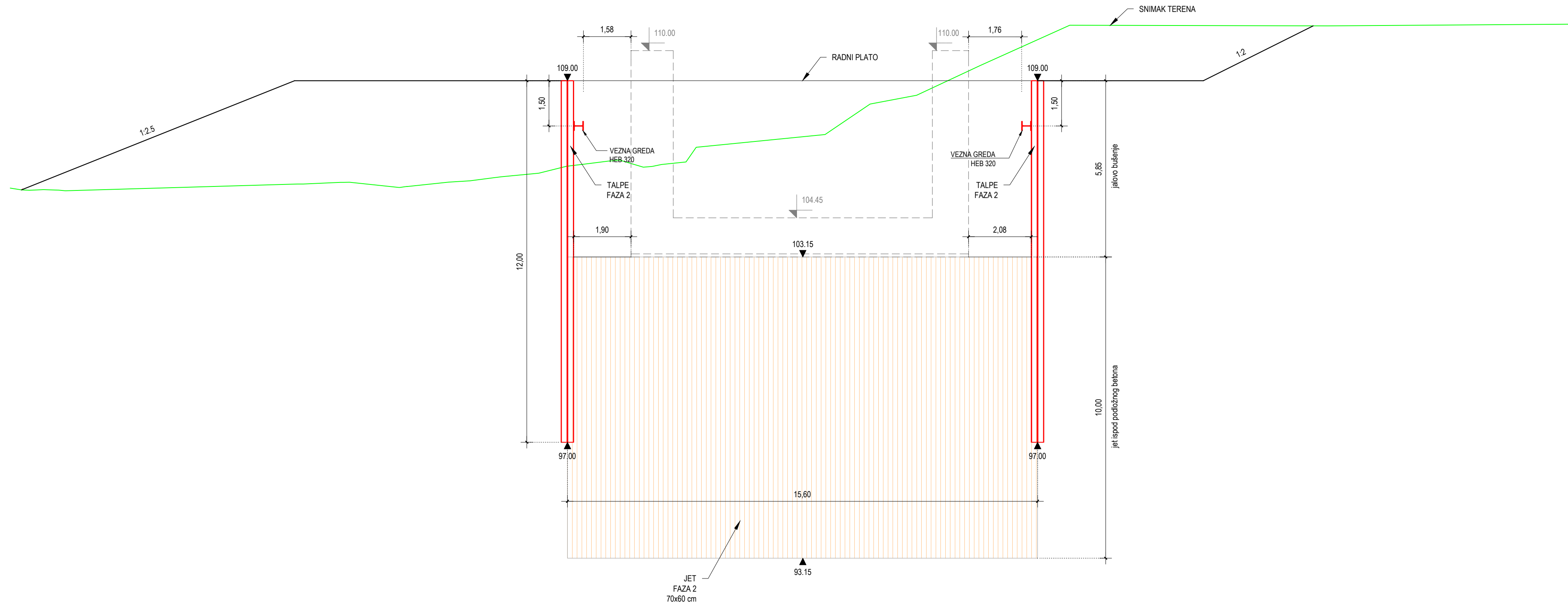


BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 GEOKON WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRADEVINA:	IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA - 4. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRADEVINE:	UPUSNA USTAVA	
NAZIV MAPE:	Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	
RAZINA RAZRADE:	Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Građevinski projekt
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	PILOTNA STIJENA PS3 UZDUŽNI PROFIL	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): GP-5986/23	OZNAKA MAPE: E-155-18-04	OZNAKA MAPE: E-155-18-04
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-04	MJERILO: 1:100
MJESTO I DATUM: Zagreb, svibanj, 2023.	OZNAKA PRILOGA: 2004	REDNI BR. PRILOGA: 7

GRAĐEVINSKA JAMA UPUSNE USTAVE

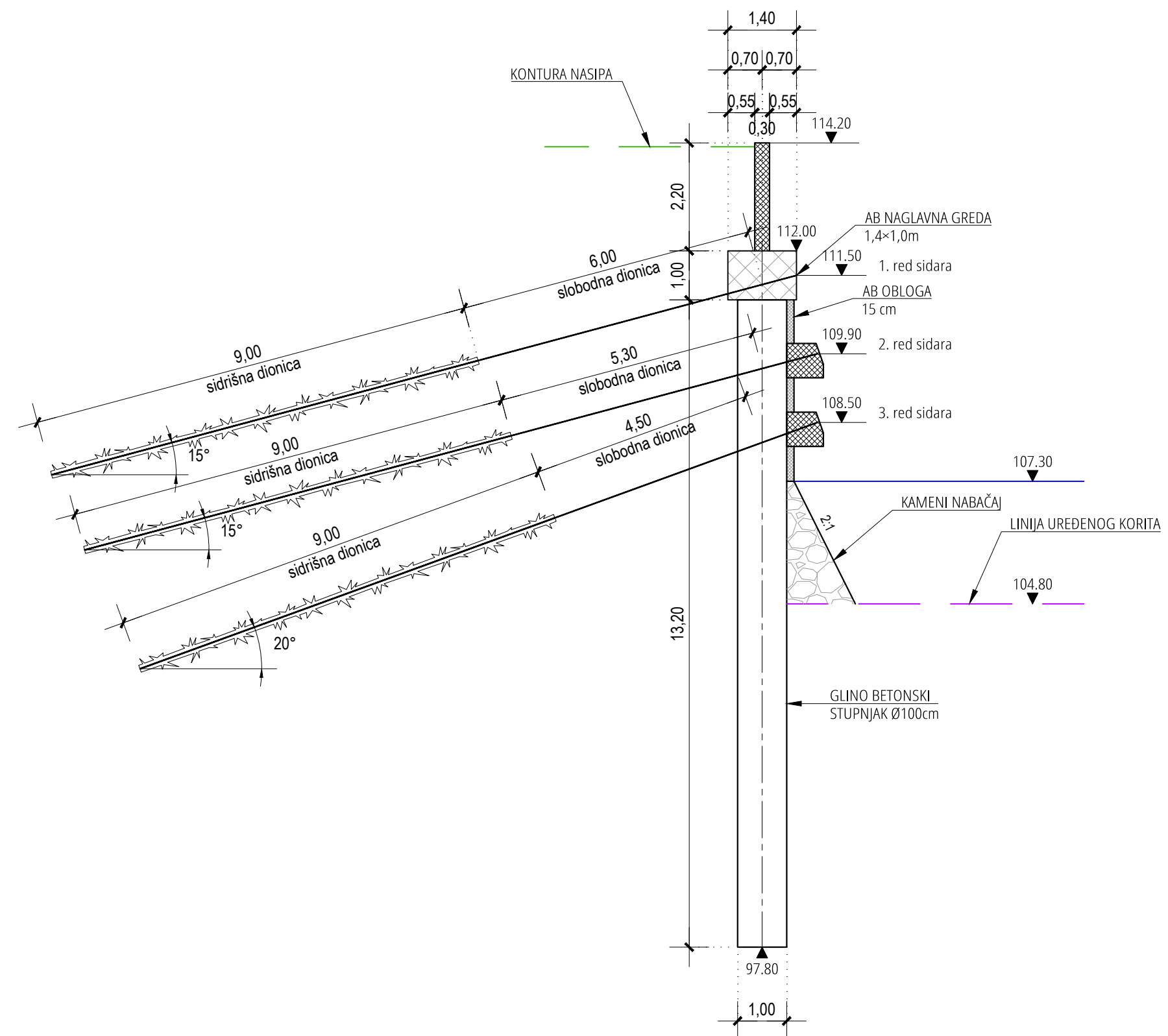
POPREČNI PRESJEK 2-2

MJ 1:100

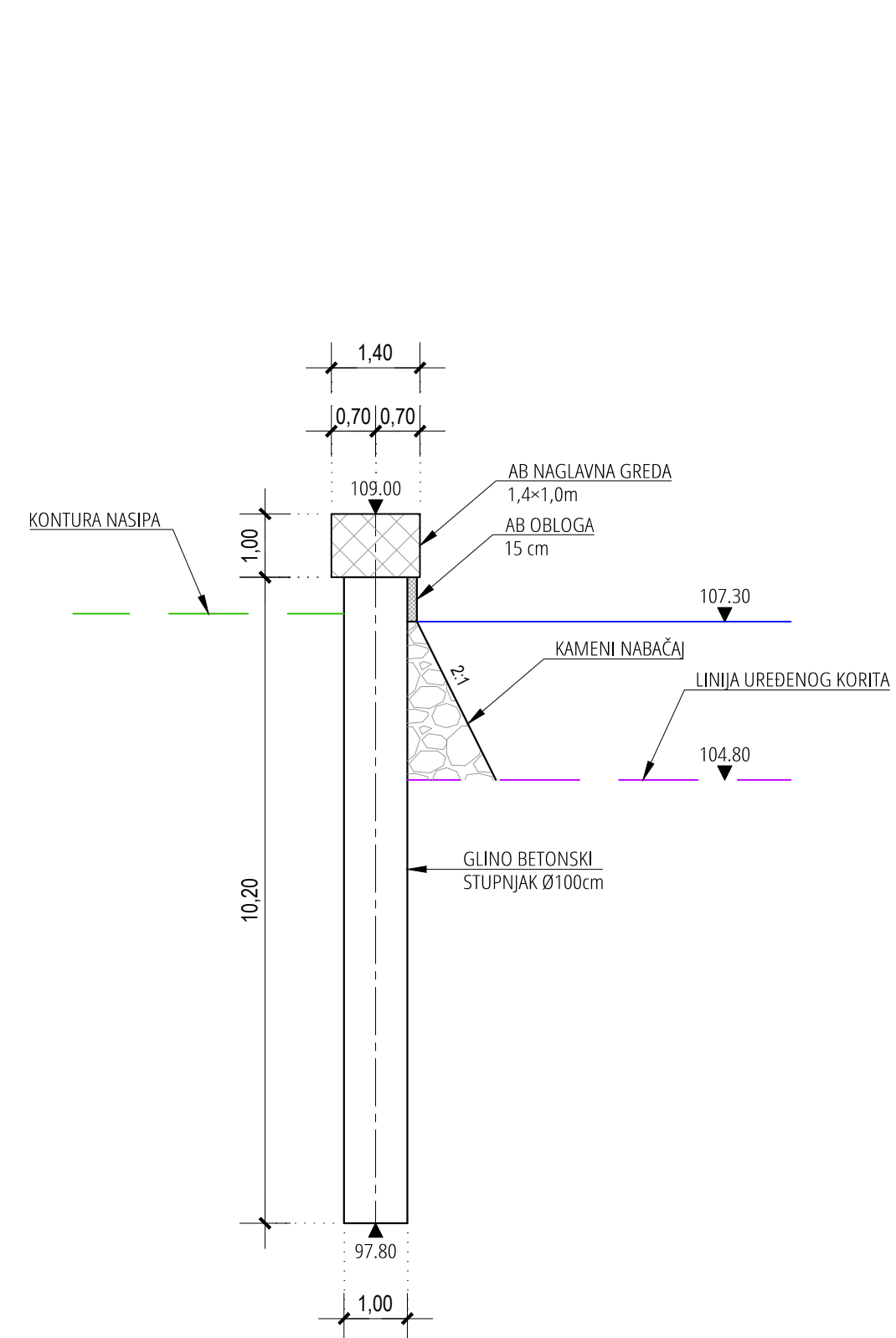


BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRAĐEVINA:	IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA - 4. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	UPUSNA USTAVA	
NAZIV MAPE:	Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:	
Glavni projekt	Građevinski projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	GRAĐEVINSKA JAMA UPUSNE USTAVE POPREČNI PRESJEK 2-2	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):	OZNAKA MAPE:	
GP-5986/23	E-155-18-04	
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
0	E-155-18-04	1:100
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, svibanj, 2023.	4002	10

PILOTNA STIJENA PS1
POPREČNI PRESJEK 1-1

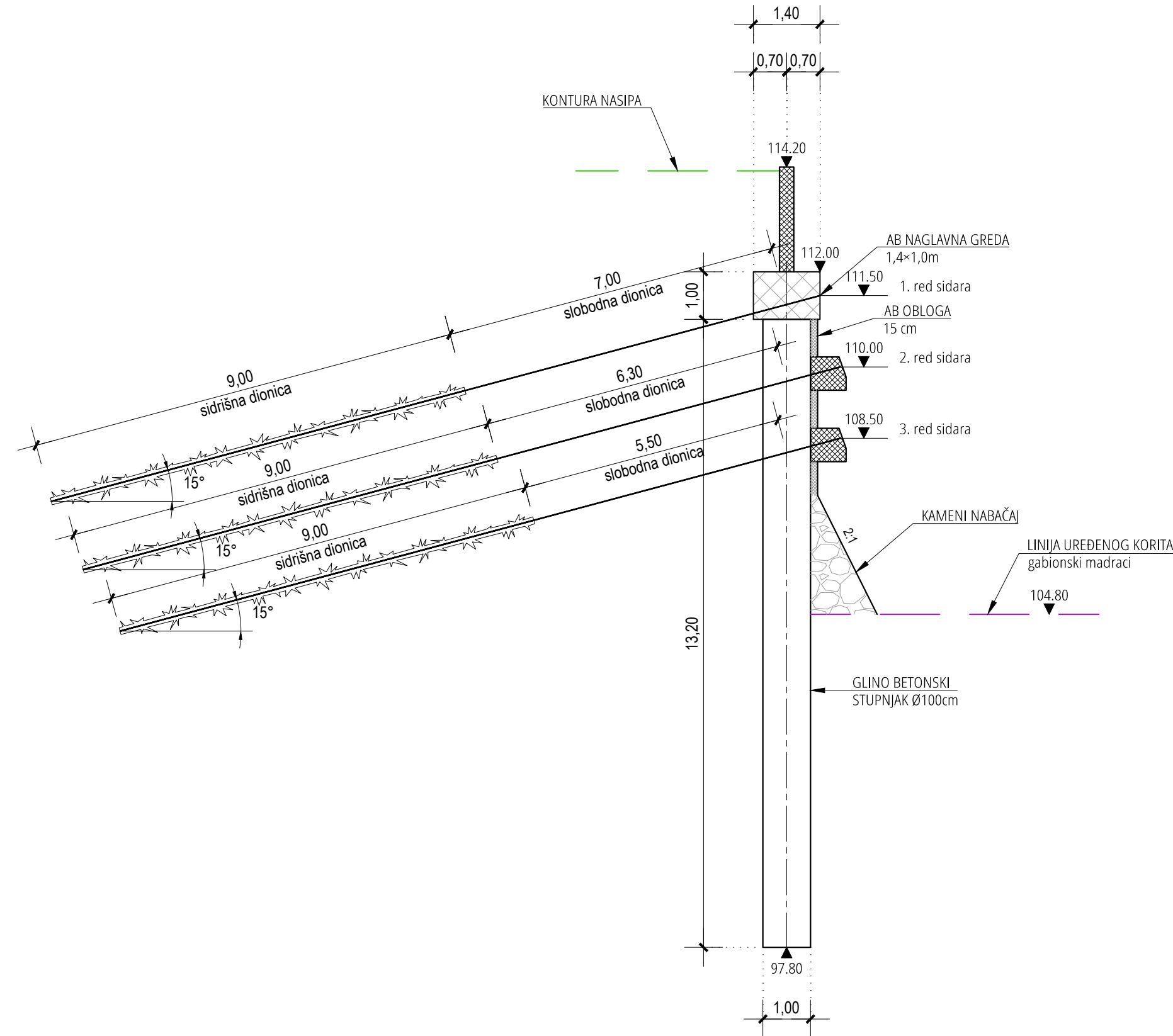


PILOTNA STIJENA PS1
POPREČNI PRESJEK 2-2

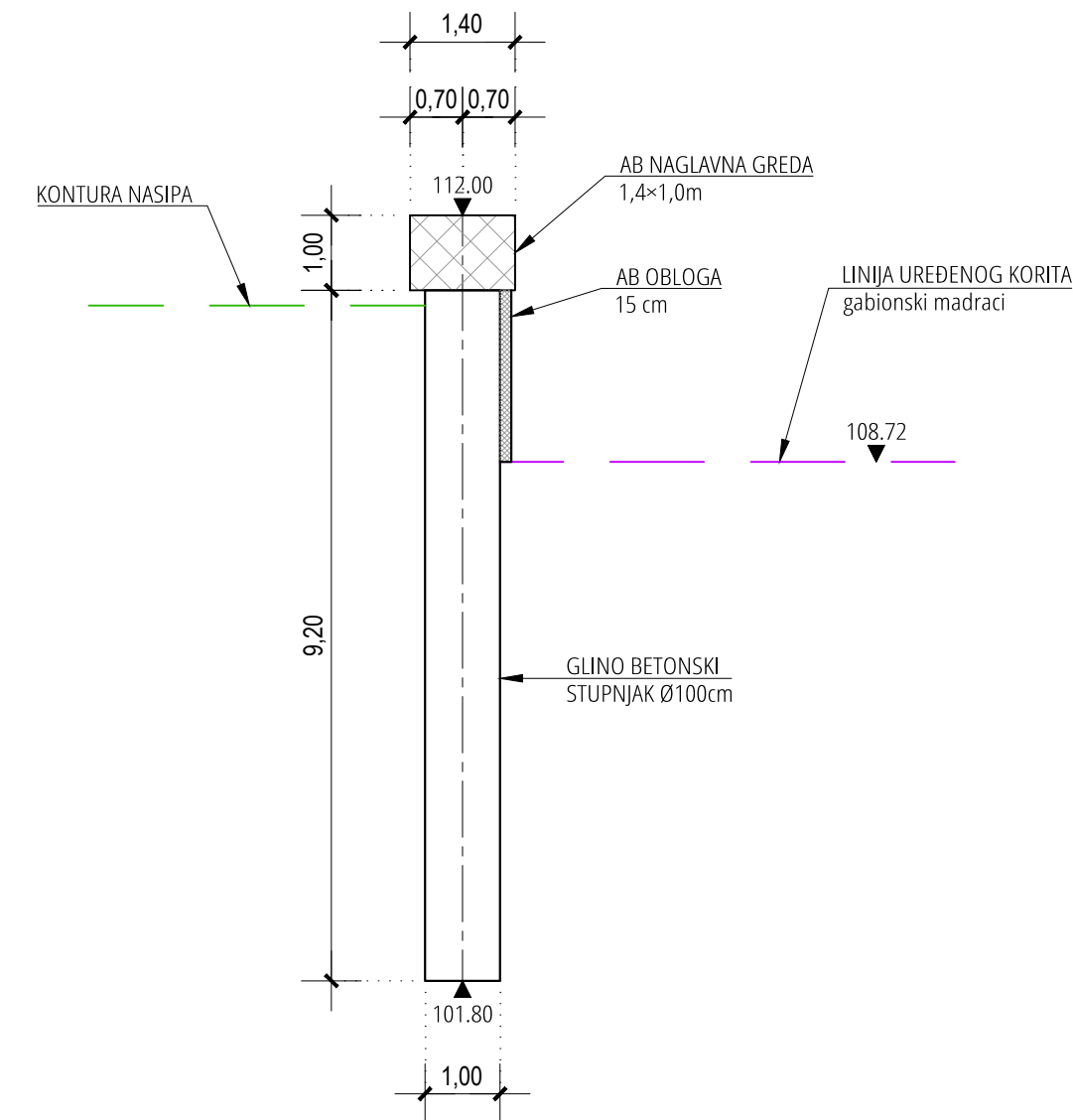


BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 GEOKON WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjnska 16a OIB: 61600467614	
GRAĐEVINA:	IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA - 4. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	UPUSNA USTAVA	
NAZIV MAPE:	Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:	
Glavni projekt	Građevinski projekt	
PROJEKTANT:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785	
SADRŽAJ PRILOGA:	PILOTNA STIJENA PS1 POPREČNI PRESJECI 1-1 I 2-2	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): GP-5986/23	OZNAKA MAPE: E-155-18-04	
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-04	MJERILO: 1:100
MJESTO I DATUM: Zagreb, svibanj, 2023.	OZNAKA PRILOGA: 4101	REDNI BR. PRILOGA: 11

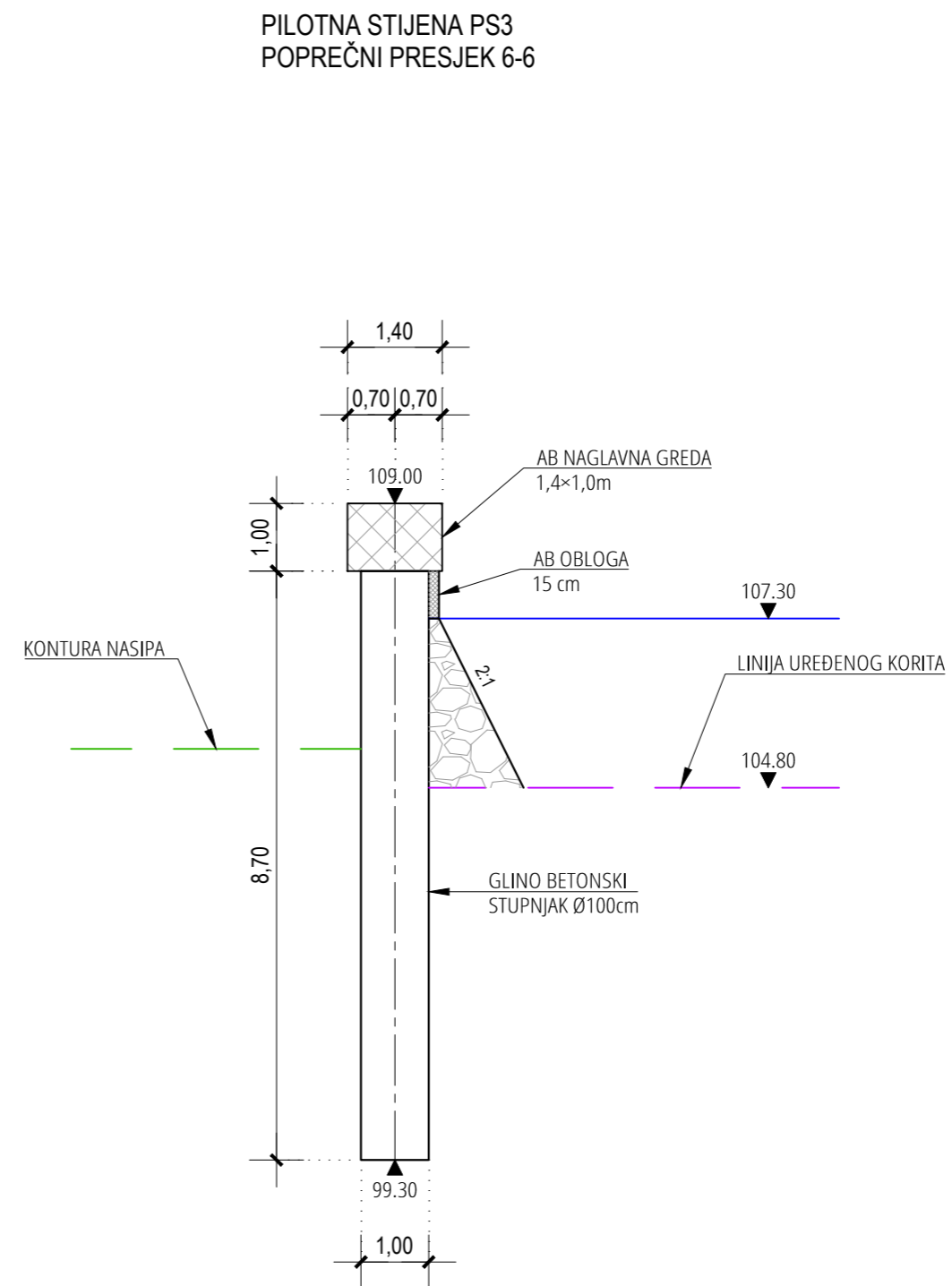
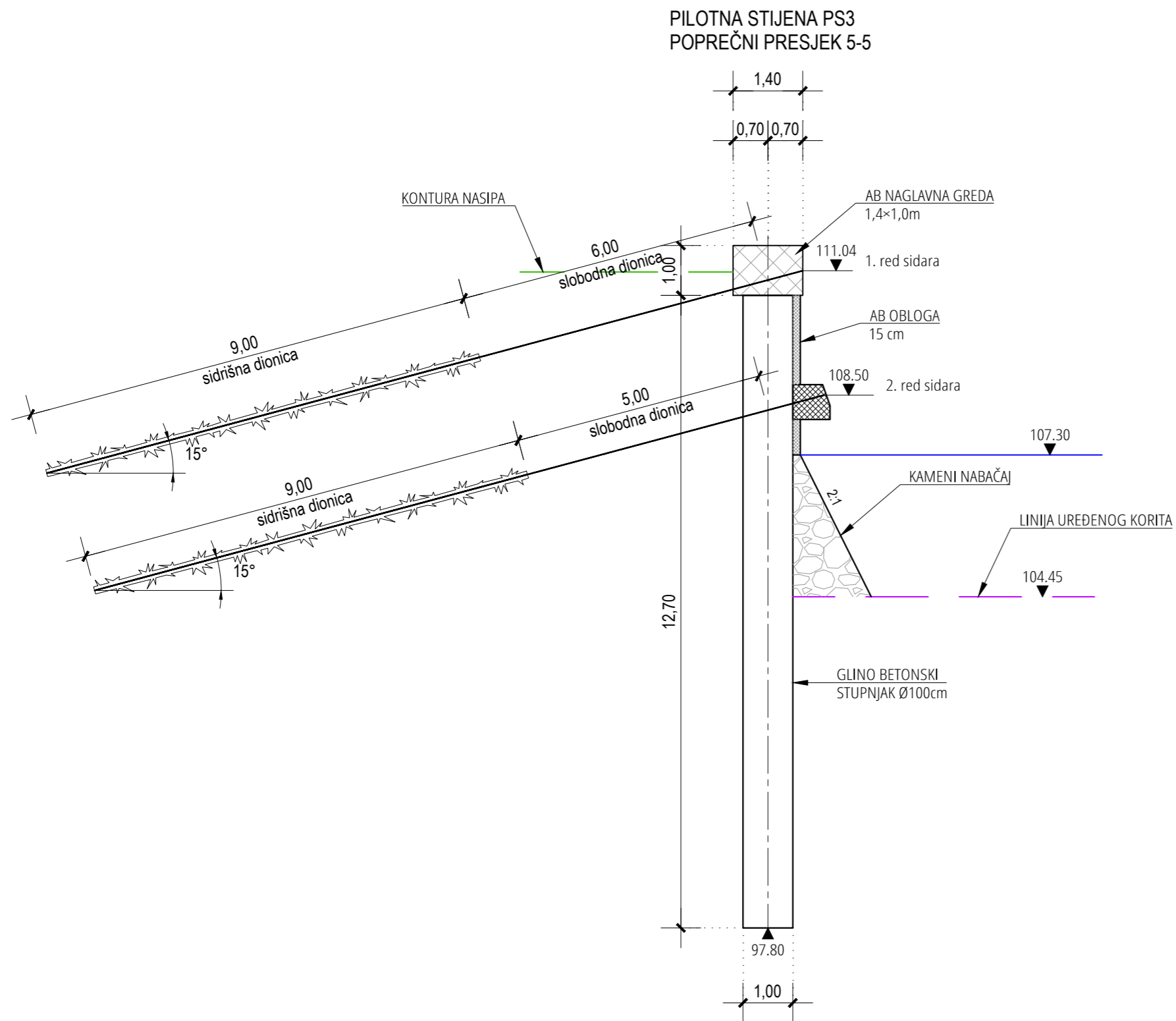
PILOTNA STIJENA PS2
POPREČNI PRESJEK 3-3



PILOTNA STIJENA PS2
POPREČNI PRESJEK 4-4



BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 GEOKON WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrjnska 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 - 4. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	UPUSNA USTAVA	
NAZIV MAPE:	Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	
RAZINA RAZRADE: Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Građevinski projekt	
PROJEKTANT: Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. građ. G 3785		
SADRŽAJ PRILOGA:	PILOTNA STIJENA PS2 POPREČNI PRESJECI 3-3 I 4-4	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): GP-5986/23	OZNAKA MAPE: E-155-18-04	
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-04	MJERILO: 1:100
MJESTO I DATUM: Zagreb, svibanj, 2023.	OZNAKA PRILOGA: 4102	REDNI BR. PRILOGA: 12



BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:
 GEOKON WWW.GEOKON.HR		
INVESTITOR:	HRVATSKE VODE, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001	
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614	
GRAĐEVINA:	IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA - 4. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA	
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Karlovac II, k.o. Gornje Mekušje	
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	UPUSNA USTAVA	
NAZIV MAPE:	Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	
RAZINA RAZRADE: Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Građevinski projekt	
PROJEKTANT: Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad. G 3785		
SADRŽAJ PRILOGA:	PILOTNA STIJENA PS3 POPREČNI PRESJECI 5-5 I 6-6	
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): GP-5986/23	OZNAKA MAPE: E-155-18-04	
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-155-18-04	MJERILO: 1:100
MJESTO I DATUM: Zagreb, svibanj, 2023.	OZNAKA PRILOGA: 4103	REDNI BR. PRILOGA: 13

