

HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

**PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA
KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I
RETENCIJI KUPČINA**

Idejni projekt - Građevinski

USPORNİ NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD BRODARACA

G2-O89.00.02-G01.0

ZOP: O89

2019

elektroprojekt

projektiranje, konzalting i inženjering d.d.
HR/10000 Zagreb,
Alexandera von Humboldta 4
OIB 48197173493

Investitor:	HRVATSKE VODE 10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220		
Građevina:	PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINA		
Dio građevine:			
Lokacija građevine:	k.o.Velika Jelsa, Donje Pokupje, Zadobarje, Mahično, Pokupje, Jaškovo, Trg, Zorkovac, Šišljavić, Blatnica Pokupska i Luka Pokupska		
Vrsta dokumentacije-projekta:	Idejni projekt - Građevinski		
Projekt/Posao:	USPORNİ NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD BRODARACA		
Knjiga/mapa:			

Oznaka projekta-knjige:	G2-O89.00.02-G01.0	Mapa: 2 od 5	ZOP: O89
Voditelj posla:	mr.sc. Danijel Krešić, mag.ing.aedif.		

Projektanti:

mr.sc. Danijel Krešić,
mag.ing.aedif.

Darko Radevski,
dipl.ing.građ.

Ivan Birovljević,
mag.ing.aedif.

dr.sc. Davor Milaković,
dipl.ing.građ.

Za stručno vijeće:
Željko Pavlin,
dipl.ing.građ.

Direktor:
Davor Paradžik, dipl.ing.

Mjesto i datum:

Zagreb, 16.12.2019.



POPIS PROJEKATA/KNJIGA/MAPA:

R.br. mape	Oznaka projekta/knjige	Naziv projekta/knjige
1	Y2-O89.00.01-G01.0	IDEJNI PROJEKT ZA ISHOĐENJE LOKACIJSKE DOZVOLE
2	G2-O89.00.02-G01.0	USPORNİ NASİPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD BRODARACA
3	G2-O89.00.03-G01.0	NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA
4	Y2-O89.00.04-G01.0	USTAVA ŠIŠLJAVIĆ
5	Y2-O89.00.05-G01.0	PREGRADA BRODARCI



24	UZDUŽNI PRESJECI ČEPOVA KROZ NASIP I ZID UZ LIJEVU OBALU KUPE	G2-O89.00.02-G01.0-501
25	UZDUŽNI PRESJECI ČEPOVA KROZ NASIP UZ DESNU OBALU KUPE	G2-O89.00.02-G01.0-502
26	UZDUŽNI PRESJECI ČEPOVA KROZ NASIP UZ LIJEVU OBALU DOBRE	G2-O89.00.02-G01.0-503
27	UZDUŽNI PRESJECI ČEPOVA 1 I 2 KROZ NASIP UZ DESNU OBALU KUPE KOD MJESTA TRG	G2-O89.00.02-G01.0-504
28	SITUACIJA NASIPA S LOKACIJAMA ISTRAŽNIH RADOVA	G2-O89.00.02-G01.0-601
29	UZDUŽNI PROGNOZNI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA	G2-O89.00.02-G01.0-602
30	POPREČNI PROGNOZNI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA	G2-O89.00.02-G01.0-603



REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Jakić Branko
Zagreb, Zelinska 3

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA	
MBS:	080181847
OIB:	4819173493
TVRTKA:	1 ELEKTROPROJEKT, projektiranje, konzalting i inženjering d.d.
	1 English Elektroprojekt Consulting Engineers
	1 German Elektroprojekt Beratungsingenieure
	1 French Elektroprojekt Ingenieurs-consultants
	1 Italian Elektroprojekt Consulting Engineers
	1 ELEKTROPROJEKT d.d.
SJEDIŠTE/ADRESA:	
	4 Zagreb (Grad Zagreb) Ulica Alexandra von Humboldta 4
PRAVNI OBLIK:	
	1 dioničko društvo
PREDMET POSLOVANJA:	
1	72 - Računarske i srodne aktivnosti
1	73 - Istraživanje i razvoj
1	73.20.2 - Istraž. i razvoj u tehn. i tehnol. znan.
1	74.20 - Arhitektonske i inženj. djel. i tehn. savjet.
1	74.30 - Tehničko ispitivanje i analiza
1	74.40 - Promidžba (reklama i propaganda)
1	74.8 - Ostale poslovne djelatnosti, d. n.
1	74.14 - Savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravlj.
1	50.1 - Trgovina motornim vozilima
1	50.3 - Teq. dijelovima i priborom za motorna vozila
1	51 - Trgovina na veliko i posredovanje u trgovini, osim trgovina motornim vozilima i motorkilima
1	* - izvođenje investicijskih radova u inozemstvu
1	* - izrada ekspertiza i studija, investicijskih programa, prostornih i urbanističkih planova i projekata, idejnih, glavnih i detaljnih projekata i investicijsko-tehničke dokumentacije, licitacijskih elaborata (tenderske dokumentacije)
1	* - izrada druge investicijske dokumentacije za objekte i radove
1	* - izvođenje geodetskih, geoloških i drugih istražnih radova
1	* - stručno-tehnički nadzor nad izvođenjem investicijskih radova u inozemstvu i nad izradnjom investicijskih objekata
1	* - davanje stručne pomoći odnosno konzultantskih usluga u tolu izradnje i u radovima na izgrađenim objektima
1	* - drugi poslovi pri izvođenju investicijskih radova u inozemstvu
5	* - stručni poslovi zaštite okoliša

Odlomci: 2018-04-12 09:48:16
Podaci od: 2018-04-12 02:25:32

Stranica: 1 od 5

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Jakić Branko
Zagreb, Zelinska 3

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA	
PREDMET POSLOVANJA:	
7	20 - Poslovanje nekretninama
7	* - izrada geoloških, hidrogeoloških i inženjersko-geoloških elaborata i podloga
10	* - djelatnost privatne zaštite
10	* - izrada projekata tehničke zaštite
13	* - upravljanje projektom gradnje
13	* - usluge građevinskog vještacenja
13	* - projektiranje vodnih građevina
15	* - projektiranje i građenje građevina te stručni nadzor gradnje
15	* - energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i završni pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
16	* - istraživanje i eksploatacija mineralnih sirovina
16	* - izrada projekta gradnje rudarskih objekata i postrojenja
16	* - građenje ili izvođenje pojedinih radova na rudarskim objektima i postrojenjima
NADZORNI ČLOBOVI:	
18	Tomislav Jančijev, OIB: 3257046694 Zagreb, Maksimirska 88
18	- predsjednik nadzornog odbora
18	- postao predsjednik nadzornog odbora 01.09.2015. godine
18	Kruno Gelić, OIB: 50177873667 Zagreb, Barčev trg 15
18	- zamjenik predsjednika nadzornog odbora
18	- postao član zamjenik predsjednika nadzornog odbora 01.09.2015. godine
18	Jošip Matijević, OIB: 33218258954 Zagreb, MatiješKovićeVa 55
18	- član nadzornog odbora
18	- postao član nadzornog odbora 01.09.2015. godine
18	Dubravko Kužurak, OIB: 9802940429 Zagreb, Blakovec 3
18	- član nadzornog odbora
18	- postao član nadzornog odbora 01.09.2015. godine
18	Ivan Kostelac, OIB: 44364315104 Zagreb, Vladimira Varčeka 4
18	- član nadzornog odbora
18	- postao član nadzornog odbora 01.09.2015. godine
OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:	
20	Davor Paradžik, OIB: 25433042938 Zagreb, Vojensc Frane Gotovca 8
20	- direktor
20	- zastupnik društvo pojedinačno i samostalno od 10.04.2018. godine

Odlomci: 2018-04-12 09:48:16
Podaci od: 2018-04-12 02:25:32

Stranica: 2 od 5

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Jakić Branko
Zagreb, Zelinska 3

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA	
TEMELJNI KAPITAL:	
7	34.124.000,00 kuna
PRAVNI ODMOCI:	
Osnivački akt:	
1	Statut Društva usvojen je 18. 11. 1995. godine odlukom Skupštine 18. studenog 1995. godine
10	Odlukom glavne skupštine od 24. svibnja 2005. godine izmijenjena odredbe Statuta u članku 8. o predmetu poslovanja. Pročišćeni tekst Statuta od 24. svibnja 2005. godine dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
Statut:	
3	Odlukom Glavne skupštine od 25.04.1998. godine izmijenjen Statut u članku 42. o nagradi članovima Nadzornog odbora. Pročišćeni tekst Statuta od 25.04.1998. dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
5	Odlukom Glavne skupštine od 30. lipnja 2001. godine izmijenjen Statut u čl. 8. o predmetu poslovanja. Pročišćeni tekst Statuta od 30. lipnja 2001. godine dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
7	Odlukom Glavne skupštine od 15.10.2003. godine izmijenjen Statut u članku 7. o predmetu poslovanja i članku 19. o temeljnom kapitalu. Pročišćeni tekst Statuta od 15.10.2003. godine dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
8	Odlukom Glavne skupštine od 12.05.2004. godine izmijenjen je Statut u čl. 38. o predsjedniku Glavne skupštine izz. st. 3. dodaju se st. 4., 5. i 6. Pročišćeni tekst Statuta od 12.05.2004. godine dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
13	Odlukom Glavne skupštine od 09.12.2009. godine izmijenjen Statut u članku 8. o predmetu poslovanja. Pročišćeni tekst Statuta sa javnobilježničkom potvrdom od 09.12.2009. je dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
15	Odlukom Glavne skupštine od 28.03.2014. godine izmijenjen je Statut u člancima 8. i 9. o predmetu poslovanja. Potpun tekst Statuta sa javnobilježničkom potvrdom od 28.03.2014. godine je dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
16	Odlukom Glavne skupštine od 14.11.2014. godine izmijenjen je Statut u članku 8. o predmetu poslovanja. Potpun tekst Statuta sa javnobilježničkom potvrdom od 14.11.2014. godine je dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.
OSTALI PODACI:	
1	Subjekt je bio upisan kod Trgovačkog suda u Zagrebu na reg.uj.br. 1-521
13	Glavna skupština društva je dana 29.09.2018.godine s 54.194 glasova ZA od ukupno danih 65.371 glasova, a što čini 82,74 odnosno broj glasova koji predstavljaju više od tri četvrtine, a manje od desetice desetina temeljnog kapitala zastupljenog na glavnoj skupštini pri donošenju odluke; donijela odluku o povlačenju dionica s uzeri Statuta na uređenom tržištu kojim ELEKTROPROJEKT d.d., sa sjedištem u Zagrebu, Ulica Alexandra von Humboldta 4, upisanog u sudski registar Trgovačkog suda u Zagrebu, s matičnim brojem subjekta MBS: 080181847, OIB: 4819173493, povlači dionice u vrijednosti na uređenom tržištu - Zagrebačka burza d.d., u ukupnom broju od 89.800 redovnih dionica na ime, svaka u nominalnom iznosu od 380,00 kuna, a koje su izdane u nematerijaliziranom obliku i koje se vode u Središnjem klirinškom depozitarnom društvu d.d. pod

Odlomci: 2018-04-12 09:48:16
Podaci od: 2018-04-12 02:25:32

Stranica: 3 od 5

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Jakić Branko
Zagreb, Zelinska 3

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA	
OSTALI PODACI:	
otkazom vrijednosnog papira ELKP-R-A, ISIRI HRELPRAD003 te se na redovitom tržištu Zagrebačke burze d.d. trgaše pod oznakom: ELKP-R-A.	
FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:	
	Predano God. za razdoblje Vrsta izvještaja
eu	21.06.17 2016 01.01.16 - 31.12.16 GFT-POD izvještaj
eu	21.06.17 2016 01.01.16 - 31.12.16 GFT-POD izvještaj (konsolidirani)
Upise u glavnu knjigu proveo su:	
KBU TL	Datum Kasiv suda
0001 TL-95/13424-2	28.11.1997 Trgovački sud u Zagrebu
0002 TL-95/13424-6	11.06.1998 Trgovački sud u Zagrebu
0003 TL-99/5825-2	02.12.1999 Trgovački sud u Zagrebu
0004 TL-99/1050-2	04.12.1999 Trgovački sud u Zagrebu
0005 TL-01/4982-4	23.11.2001 Trgovački sud u Zagrebu
0006 TL-01/844-4	13.01.2003 Trgovački sud u Zagrebu
0007 TL-03/10971-2	21.01.2004 Trgovački sud u Zagrebu
0008 TL-04/6590-4	18.08.2004 Trgovački sud u Zagrebu
0009 TL-05/11588-2	20.12.2005 Trgovački sud u Zagrebu
0010 TL-06/7799-2	21.07.2006 Trgovački sud u Zagrebu
0011 TL-07/8694-6	19.09.2007 Trgovački sud u Zagrebu
0012 TL-08/1533-4	22.02.2008 Trgovački sud u Zagrebu
0013 TL-09/14573-2	21.12.2009 Trgovački sud u Zagrebu
0014 TL-13/20261-2	13.09.2013 Trgovački sud u Zagrebu
0015 TL-14/8429-2	01.04.2014 Trgovački sud u Zagrebu
0016 TL-14/26212-2	21.11.2014 Trgovački sud u Zagrebu
0017 TL-15/19274-2	01.07.2015 Trgovački sud u Zagrebu
0018 TL-15/24955-2	01.09.2015 Trgovački sud u Zagrebu
0019 TL-16/30758-2	14.10.2016 Trgovački sud u Zagrebu
0020 TL-18/14704-2	11.04.2018 Trgovački sud u Zagrebu
eu	/ 10.06.2009 elektronički upis
eu	/ 23.09.2009 elektronički upis
eu	/ 02.06.2010 elektronički upis
eu	/ 23.06.2010 elektronički upis
eu	/ 10.06.2011 elektronički upis
eu	/ 05.09.2011 elektronički upis
eu	/ 04.06.2012 elektronički upis
eu	/ 28.08.2012 elektronički upis
eu	/ 27.05.2013 elektronički upis
eu	/ 10.09.2013 elektronički upis
eu	/ 21.05.2014 elektronički upis

Odlomci: 2018-04-12 09:48:16
Podaci od: 2018-04-12 02:25:32

Stranica: 4 od 5



Broj: 002542

Sukladno sustavu upravljanja Elektroprojekt projektiranje, konzalting, inženjering d.d. donosi

RJEŠENJE

mr.sc. Danijel Krešić, mag.ing.aedif.

imenuje se

VODITELJEM POSLA

PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA-KUPA,
RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINA
Idejni projekt

Ugovor broj: 025-GA-0117 od dana 04.12.2018.

Imenovani udovoljava uvjetima iz članka 130. stavka 1. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19), a upisan je u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore inženjera građevinarstva pod brojem 4507.

Imenovani je odgovoran za cjelovitost i međusobnu usklađenost projekata.

Direktor:

Davor Paradžik, dipl.ing.građ.

Zagreb, 8.4.2019.

Voditelj QA:



Broj: 011245

Na osnovi članka 130. stavka 1. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19) Elektroprojekt projektiranje, konzalting, inženjering d.d. donosi

RJEŠENJE

mr.sc. Danijel Krešić, mag.ing.aedif.

imenuje se za

PROJEKTANTA

USPORNİ NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD BRODARACA
Idejni projekt
Građevinski

Građevina: PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA
KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI
KUPČINA
Projekt: USPORNİ NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD
BRODARACA
Oznaka projekta-knjige: G2-O89.00.02-G01.0
Investitor: HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Ugovor broj: 025-GA-0117 od dana 04.12.2018.

Imenovani udovoljava uvjetima iz članka 130. stavka 1. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19), a upisan je u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore inženjera građevinarstva pod brojem 4507.

Imenovani je odgovoran da je projekt izrađen u skladu s Zakonom o prostornom uređenju, uvjetima za provedbu zahvata u prostoru propisanim prostornim planom, posebnim propisima i posebnim uvjetima te da su njegovi pojedini dijelovi međusobno usklađeni.

Direktor:

Davor Paradžik, dipl.ing.građ.

Zagreb, 8.8.2019.

Voditelj QA:



Na osnovi članka 130. stavka 1. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19) Elektroprojekt projektiranje, konzalting, inženjering d.d. donosi

RJEŠENJE

Ivan Birovljević, mag.ing.aedif.

imenuje se za

PROJEKTANTA

USPORNİ NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD BRODARACA
Idejni projekt
Građevinski

Građevina: PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA
KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI
KUPČINA
Projekt: USPORNİ NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD
BRODARACA
Oznaka projekta-knjige: G2-O89.00.02-G01.0
Investitor: HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Ugovor broj: 025-GA-0117 od dana 04.12.2018.

Imenovani udovoljava uvjetima iz članka 130. stavka 1. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19), a upisan je u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore inženjera građevinarstva pod brojem 6084.

Imenovani je odgovoran da je projekt izrađen u skladu s Zakonom o prostornom uređenju, uvjetima za provedbu zahvata u prostoru propisanim prostornim planom, posebnim propisima i posebnim uvjetima te da su njegovi pojedini dijelovi međusobno usklađeni.

Direktor:

Davor Paradžik, dipl.ing.građ.

Zagreb, 8.8.2019.

Voditelj QA:



Na osnovi članka 130. stavka 1. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19) Elektroprojekt projektiranje, konzalting, inženjering d.d. donosi

RJEŠENJE

dr.sc. Davor Milaković, dipl.ing.građ.

imenuje se za

PROJEKTANTA

USPORNİ NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD BRODARACA
Idejni projekt
Građevinski

Građevina: PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA
KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI
KUPČINA
Projekt: USPORNİ NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD
BRODARACA
Oznaka projekta-knjige: G2-O89.00.02-G01.0
Investitor: HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Ugovor broj: 025-GA-0117 od dana 04.12.2018.

Imenovani udovoljava uvjetima iz članka 130. stavka 1. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19), a upisan je u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore inženjera građevinarstva pod brojem 619.

Imenovani je odgovoran da je projekt izrađen u skladu s Zakonom o prostornom uređenju, uvjetima za provedbu zahvata u prostoru propisanim prostornim planom, posebnim propisima i posebnim uvjetima te da su njegovi pojedini dijelovi međusobno usklađeni.

Direktor:

Davor Paradžik, dipl.ing.građ.

Zagreb, 8.8.2019.

Voditelj QA:



Na osnovi članka 130. stavka 1. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19) Elektroprojekt projektiranje, konzalting, inženjering d.d. donosi

RJEŠENJE

Darko Radevski, dipl.ing.građ.

imenuje se za

PROJEKTANTA

USPORNİ NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD BRODARACA
Idejni projekt
Građevinski

Građevina: PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA
KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI
KUPČINA
Projekt: USPORNİ NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD
BRODARACA
Oznaka projekta-knjige: G2-O89.00.02-G01.0
Investitor: HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Ugovor broj: 025-GA-0117 od dana 04.12.2018.

Imenovani udovoljava uvjetima iz članka 130. stavka 1. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19), a upisan je u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore inženjera građevinarstva pod brojem 4877.

Imenovani je odgovoran da je projekt izrađen u skladu s Zakonom o prostornom uređenju, uvjetima za provedbu zahvata u prostoru propisanim prostornim planom, posebnim propisima i posebnim uvjetima te da su njegovi pojedini dijelovi međusobno usklađeni.

Direktor:

Davor Paradžik, dipl.ing.građ.



Na osnovi članka 128. stavka 3. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19) kao PROJEKTANT IDEJNOG PROJEKTA dajem

IZJAVU

Naziv projekta: USPORNI NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD BROADARACA

Vrsta projekta: Građevinski

Građevina: PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINA

Oznaka projekta-knjige: G2-O89.00.02-G01.0

Investitor: HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Idejni projekt izrađen je u skladu s prostornim planovima KARLOVAČKE ŽUPANIJE, Glasnik Karlovačke županije, broj 26/01, 33/01-ispravak, 36/08-pročišćeni tekst, 56/13, 07/14-ispravak, 50b/14 ZAGREBAČKE ŽUPANIJE, Glasnik Zagrebačke županije 3/02, 6/02 (ispravak), 8/05, 8/07, 4/10, 10/11, 14/12 (pročišćeni tekst), 27/15 i 31/15 (pročišćeni tekst) GRADA KARLOVCA, Glasnik Grada Karlovca, broj 01/02, 13/03, 04/04, 05/10 GRADA OZLJA, Službeni glasnik Grada Ozlja, broj 04/06, 05/15 GRADA JASTREBARSKO, Službeni vjesnik Grada Jastrebarsko broj 2/02, 3/04, 8/08, 2/11, 9/11, 8/12, 9/13, 9/14, 10/14 (pročišćeni tekst), 1/16, 2/16 (pročišćeni tekst), 1/19 i 2/19 (pročišćeni tekst) OPĆINE PISAROVINA, Glasnik Zagrebačke županije broj 6/03, 1/06, 12/06, 20/07 (ispravak Odluke), 15/09, 27/09 (ispravak Odluke), 25/12, Službene novine Općine Pisarovina 7/15, 9/15 (pročišćeni tekst), 4/17, 9/17 (pročišćeni tekst), 15/18 i 2/19 (pročišćeni tekst) i OPĆINE DRAGANIĆ, Glasnik Karlovačke županije, broj 30/06, 26/10, 40/10 - pročišćeni tekst, 13/17), te posebnim zakonima i propisima u skladu s kojima se izdaje lokacijska dozvola.

mr.sc. Danijel Krešić, mag.ing.aedif.



Zagreb, 16.12.2019.

Voditelj QA:

Predsjednik SVEPZ-a:



Na osnovi članka 128. stavka 3. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19) kao PROJEKTANT IDEJNOG PROJEKTA dajem

IZJAVU

Naziv projekta: USPOJNI NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD
BRODARACA

Vrsta projekta: Građevinski

Građevina: PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA
KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI
KUPČINA

Oznaka projekta-knjige: G2-O89.00.02-G01.0

Investitor: HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Idejni projekt izrađen je u skladu s prostornim planovima KARLOVAČKE ŽUPANIJE, Glasnik Karlovačke županije, broj 26/01, 33/01-ispravak, 36/08-pročišćeni tekst, 56/13, 07/14-ispravak, 50b/14 ZAGREBAČKE ŽUPANIJE, Glasnik Zagrebačke županije 3/02, 6/02 (ispravak), 8/05, 8/07, 4/10, 10/11, 14/12 (pročišćeni tekst), 27/15 i 31/15 (pročišćeni tekst) GRADA KARLOVCA, Glasnik Grada Karlovca, broj 01/02, 13/03, 04/04, 05/10 GRADA OZLJA, Službeni glasnik Grada Ozlja, broj 04/06, 05/15 GRADA JASTREBARSKO, Službeni vjesnik Grada Jastrebarsko broj 2/02, 3/04, 8/08, 2/11, 9/11, 8/12, 9/13, 9/14, 10/14 (pročišćeni tekst), 1/16, 2/16 (pročišćeni tekst), 1/19 i 2/19 (pročišćeni tekst) OPĆINE PISAROVINA, Glasnik Zagrebačke županije broj 6/03, 1/06, 12/06, 20/07 (ispravak Odluke), 15/09, 27/09 (ispravak Odluke), 25/12, Službene novine Općine Pisarovina 7/15, 9/15 (pročišćeni tekst), 4/17, 9/17 (pročišćeni tekst), 15/18 i 2/19 (pročišćeni tekst) i OPĆINE DRAGANIĆ, Glasnik Karlovačke županije, broj 30/06, 26/10, 40/10 - pročišćeni tekst, 13/17), te posebnim zakonima i propisima u skladu s kojima se izdaje lokacijska dozvola.

Ivan Birovljević, mag.ing.aedif.



Zagreb, 16.12.2019.

Voditelj QA:

Predsjednik SVEPZ-a:



Na osnovi članka 128. stavka 3. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19) kao PROJEKTANT IDEJNOG PROJEKTA dajem

IZJAVU

Naziv projekta: USPORNI NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD
BRODARACA

Vrsta projekta: Građevinski

Građevina: PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA
KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI
KUPČINA

Oznaka projekta-knjige: G2-O89.00.02-G01.0

Investitor: HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Idejni projekt izrađen je u skladu s prostornim planovima KARLOVAČKE ŽUPANIJE, Glasnik Karlovačke županije, broj 26/01, 33/01-ispravak, 36/08-pročišćeni tekst, 56/13, 07/14-ispravak, 50b/14 ZAGREBAČKE ŽUPANIJE, Glasnik Zagrebačke županije 3/02, 6/02 (ispravak), 8/05, 8/07, 4/10, 10/11, 14/12 (pročišćeni tekst), 27/15 i 31/15 (pročišćeni tekst) GRADA KARLOVCA, Glasnik Grada Karlovca, broj 01/02, 13/03, 04/04, 05/10 GRADA OZLJA, Službeni glasnik Grada Ozlja, broj 04/06, 05/15 GRADA JASTREBARSKO, Službeni vjesnik Grada Jastrebarsko broj 2/02, 3/04, 8/08, 2/11, 9/11, 8/12, 9/13, 9/14, 10/14 (pročišćeni tekst), 1/16, 2/16 (pročišćeni tekst), 1/19 i 2/19 (pročišćeni tekst) OPĆINE PISAROVINA, Glasnik Zagrebačke županije broj 6/03, 1/06, 12/06, 20/07 (ispravak Odluke), 15/09, 27/09 (ispravak Odluke), 25/12, Službene novine Općine Pisarovina 7/15, 9/15 (pročišćeni tekst), 4/17, 9/17 (pročišćeni tekst), 15/18 i 2/19 (pročišćeni tekst) i OPĆINE DRAGANIĆ, Glasnik Karlovačke županije, broj 30/06, 26/10, 40/10 - pročišćeni tekst, 13/17), te posebnim zakonima i propisima u skladu s kojima se izdaje lokacijska dozvola.

dr.sc. Davor Milaković, dipl.ing.građ.



Zagreb, 16.12.2019.

Voditelj QA:

Predsjednik SVEPZ-a:



Na osnovi članka 128. stavka 3. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19) kao PROJEKTANT IDEJNOG PROJEKTA dajem

IZJAVU

Naziv projekta: USPOJNI NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD
BRODARACA

Vrsta projekta: Građevinski

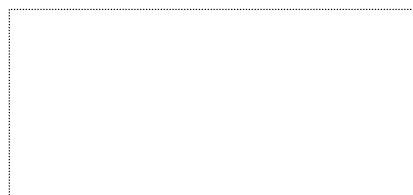
Građevina: PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA
KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI
KUPČINA

Oznaka projekta-knjige: G2-O89.00.02-G01.0

Investitor: HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Idejni projekt izrađen je u skladu s prostornim planovima KARLOVAČKE ŽUPANIJE, Glasnik Karlovačke županije, broj 26/01, 33/01-ispravak, 36/08-pročišćeni tekst, 56/13, 07/14-ispravak, 50b/14 ZAGREBAČKE ŽUPANIJE, Glasnik Zagrebačke županije 3/02, 6/02 (ispravak), 8/05, 8/07, 4/10, 10/11, 14/12 (pročišćeni tekst), 27/15 i 31/15 (pročišćeni tekst) GRADA KARLOVCA, Glasnik Grada Karlovca, broj 01/02, 13/03, 04/04, 05/10 GRADA OZLJA, Službeni glasnik Grada Ozlja, broj 04/06, 05/15 GRADA JASTREBARSKO, Službeni vjesnik Grada Jastrebarsko broj 2/02, 3/04, 8/08, 2/11, 9/11, 8/12, 9/13, 9/14, 10/14 (pročišćeni tekst), 1/16, 2/16 (pročišćeni tekst), 1/19 i 2/19 (pročišćeni tekst) OPĆINE PISAROVINA, Glasnik Zagrebačke županije broj 6/03, 1/06, 12/06, 20/07 (ispravak Odluke), 15/09, 27/09 (ispravak Odluke), 25/12, Službene novine Općine Pisarovina 7/15, 9/15 (pročišćeni tekst), 4/17, 9/17 (pročišćeni tekst), 15/18 i 2/19 (pročišćeni tekst) i OPĆINE DRAGANIĆ, Glasnik Karlovačke županije, broj 30/06, 26/10, 40/10 - pročišćeni tekst, 13/17), te posebnim zakonima i propisima u skladu s kojima se izdaje lokacijska dozvola..

Darko Radevski, dipl.ing.građ.



Zagreb, 16.12.2019.

Voditelj QA:

Predsjednik SVEPZ-a:



Investitor : HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Građevina : PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA
NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I
RETENCIJI KUPČINA

Lokacija građevine : k.o. Velika Jelsa, Donje Pokupje, Zadobarje, Mahično,
Pokupje, Jaškovo, Trg, Zorkovac, Šišljavić, Blatnica
Pokupska i Luka Pokupska

Vrsta dokumentacije : Idejni projekt

Vrsta projekta : Građevinski

Projekt/Posao : USPORN NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD
BRODARACA

**Prilog 002 : PODLOGE, PRIMIJENJENI PROPISI I
NORME**

Projektant : mr.sc. Danijel Krešić, mag.ing.aedif.

Suradnik : Josip Husajina, mag.ing.aedif.

Kontrolirao : Nenad Heček, dipl.ing.građ.



SADRŽAJ

2.1	OPĆENITO	3
2.2	RASPOLOŽIVE PODLOGE	3
2.3	GEODETSKE PODLOGE	4
2.4	PROSTORNO PLANSKA DOKUMENTACIJA	4
2.5	PRIMIJENJENI PROPISI, ZAKONI I PRAVILNICI	4
2.6	PROJEKTNI ZADATAK	7



2.1 OPĆENITO

Ugovor o uslugama provedbe geodetskog snimanja i istražnih radova, izrada projektnih podloga, ishođenje posebnih uvjeta i izrada idejnog projekta za ishođenje lokacijske dozvole za zahvat "Izgradnja brane Brodarci na Kupi s pripadajućim objektima i uspornim nasipima uz Kupu i Dobru, rekonstrukcija dijelova kanala Kupa-Kupa i pripadajućih nasipa te izgradnja ustave Šišljavić, obodnih nasipa retencije i ostalih regulacijskih građevina u području retencije Kupčina sklopljen je između Hrvatskih voda i konzorcijskih partnera čiji je vodeći član Elektroprojekt s druge strane kao izvršitelj. Ugovor je potpisan 04.12.2018. godine. Razina obrade je idejni projekt za lokacijsku dozvolu.

Projekt „Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca“ je dio građevine „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina“.

Građevina „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina“ je dio „Projekta zaštite od poplava grada Karlovca“ te kao takav strateški investicijski projekt Republike Hrvatske prema odluci Vlade Republike Hrvatske (NN 111/2018).

Predmet projekta „Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca“ je izmještanje županijske ceste ZC3143 i izgradnja nasipa na lijevoj i desnoj obali rijeke Kupe i lijevoj obali rijeke Dobre u ukupnoj duljini od 15.711 m.

2.2 RASPOLOŽIVE PODLOGE

Na području uspornih nasipa uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca korištene su sljedeće raspoložive podloge:

1. Projekt zaštite od poplava na slivu Kupe, studijska dokumentacija (Postojeće stanje na slivu Kupe, Prikaz prijedloga rješenja, Studija izvodljivosti) Zagreb, 2016. god.
2. Idejno rješenje sustava zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja, WYG Savjetovanje d.o.o., GEATEH d.o.o., Hrvatske vode, 2017.
3. Sustav zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja, I faza – karlovačko područje Studija o utjecaju zahvata na okoliš; Geateh d.o.o.; Zagreb, veljača 2019. god.
4. Obrana od poplave grada Karlovca; Idejno rješenje; VPB d.d. Zagreb, 2004. god.
5. Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca - Geotehnički elaborat, Geološki i geotehnički istražni radovi - nasip; 72370-41/19, Institut IGH d.d. Zagreb, siječanj 2020.
6. Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca - Geotehnički elaborat, Laboratorijska ispitivanja - nasip; 72370-41/19, Institut IGH d.d. Zagreb, siječanj 2020.
7. Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca - Geotehnički elaborat, Geološki i geotehnički istražni radovi – Pozajmište materijala; 72370-41/19, Institut IGH d.d. Zagreb, siječanj 2020.



2.3 GEODETSKE PODLOGE

Za potrebe izrade idejnog projekta izrađeno je geodetsko snimanje zahvata iz zraka od strane tvrtke VPB d.d. u ožujku 2019. godine.

Snimanje je izvršeno bespilotnom letjelicom senseFly eBee RTK uz pratnju automobilom u kojem je smješten sustav za upravljanje i praćenje letjelice.

Podatci se obrađuju pomoću dva softvera: software „eMotion 2“ za pripremu fotografija, putanja lijeta i telemetrijskih podataka o lijetu i software „Postflight Terra 3D“ za izradu Ortomozaika, DMS-a i oblaka točaka (eng. Point Cloud). Software-i su povezani izlaznom datotekom software-a „eMotion 2“ s koja je istovremeno ulazna datoteka za „Postflight Terra 3D“.

U skladu s terenskim uvjetima i projektnim potrebama geodeska snimka iz zraka se provjerava ili dopunjuje klasičnim snimanjem na tlu. Za izmjeru su korištena dva dvofrekvencijska uređaja GNSS (Global Navigation Satellite System) Trimble 5800 R3. Uređaj mjeri na 24 kanala, koristi GPS (Global Positioning System) i GLONASS (rus. Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema or Global Navigation Satellite System) aplikacije GNSS (Global Navigation Satellite System) sustava, posjeduje precizni kod (P-kod) te ima mogućnost bežične bluetooth komunikacije. Primjenjena je RTK (Real Time Kinematic) metoda pozicioniranja u realnom vremenu. Mjerenje je izvršeno preko CROPOS sustava (CROatian Positioning System).

Referentni koordinatni sustav korišten za snimanje je HTRS96 (HVR571), dobivene koordinate i visine moguće je preračunati pomoću T7D u HDKS (Visine-Trst).

2.4 PROSTORNO PLANSKA DOKUMENTACIJA

Prostorni planovi koji su aktualni na području ovog projekta su slijedeći:

1. PPŽ Karlovačka županija, Glasnik Karlovačke županije broj 26/01, 33/01-ispravak, 36/08-pročišćeni tekst
2. PPUG Karlovac, Glasnik Grada Karlovca broj 01/02, 13/03, 04/04, 05/10
3. PPUG Ozalj, Službeni glasnik Grada Ozlja broj 04/06

2.5 PRIMIJENJENI PROPISI, ZAKONI I PRAVILNICI

Zakoni	Glasilno broj
• Zakon o prostornom uređenju	NN <u>153/13, 65/17,</u> <u>114/18, 39/19, 98/19</u>
• Zakon o gradnji	NN <u>153/13, 20/17, 39/19,</u> <u>125/19</u>
• Zakon o vlasništvu i drugim stvarnim pravima (pročišćeni tekst)	NN <u>81/15, 94/17</u>
• Zakon o poljoprivrednom zemljištu	NN <u>20/18, 115/18, 98/19</u>
• Zakon o komasaciji poljoprivrednog zemljišta	NN <u>51/15</u>
• Zakon o preuzimanju Zakona o standardizaciji	NN 53/91
• Zakon o normizaciji	NN <u>80/13</u>
• Zakon o mjeriteljstvu	NN <u>74/14, 111/18</u>
• Zakon o obveznim odnosima	NN 35/05, 41/08, 78/15, <u>29/18</u>
• Zakon o obavljanju geodetske djelatnosti	NN <u>25/18</u>



• Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina	NN	<u>112/18</u>
• Zakon o izvlaštenju i određivanju naknade	NN	<u>74/14, 69/17</u>
• Zakon o javnoj nabavi	NN	<u>120/16</u>
• Zakon o cestama	NN	<u>84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19</u>
• Zakon o sigurnosti prometa na cestama	NN	<u>67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 89/15, 108/17, 70/19</u>
• Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti	NN	<u>80/13, 14/14, 32/19</u>
• Zakon o energiji	NN	<u>120/12, 14/14, 102/15</u>
• Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje	NN	<u>78/15, 118/18, 110/19</u>
• Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju	NN	<u>78/15, 114/18, 110/19</u>
• Zakon o reguliranim profesijama i priznavanju inozemnih stručnih kvalifikacija	NN	<u>82/15</u>
• Zakon o građevnim proizvodima	NN	<u>76/13, 30/14, 130/17, 39/19</u>
• Zakon o općoj sigurnosti proizvoda	NN	<u>30/09, 139/10, 14/14, 32/19</u>
• Zakon o koncesijama	NN	<u>69/17</u>
• Zakon o financiranju vodnoga gospodarstva	NN	<u>153/09, 56/13, 119/15, 120/16, 127/17, 66/19</u>
• Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara	NN	<u>69/99, 151/03, 157/03, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 98/15, 44/17, 90/18</u>
• Zakon o Državnom inspektoratu	NN	<u>115/18</u>
• Zakon o procjeni vrijednosti nekretnina	NN	<u>78/15</u>
• Zakon o strateškim investicijskim projektima Republike Hrvatske	NN	<u>29/18, 114/18</u>
• Zakon o uspostavi institucionalnog okvira za provedbu europskih strukturnih i investicijskih fondova u Republici Hrvatskoj u financijskom razdoblju od 2014./2020.	NN	<u>92/14</u>
• Zakon o Projektu zaštite od poplava u slivu rijeke Kupe	NN	<u>118/18</u>
Pravilnici		Glasilno broj
• Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima	NN	<u>112/17, 34/18, 36/19, 98/19</u>
• Pravilnik o zahvatima u prostoru koji se ne smatraju građenjem, a za koje se izdaje lokacijska dozvola	NN	<u>105/17, 108/17</u>
• Pravilnik o kontroli projekata	NN	<u>32/14</u>
• Pravilnik o uvjetima i mjerilima za davanje ovlaštenja za kontrolu projekata	NN	<u>32/14, 69/14, 27/15</u>
• Pravilnik o nostrifikaciji projekata	NN	<u>98/99, 29/03, 20/17</u>
• Pravilnik o mjernim jedinicama	NN	<u>88/15</u>



• Pravilnik o načinu provedbe stručnog nadzora građenja, obrascu, uvjetima i načinu vođenja građevinskog dnevnika te o sadržaju završnog izvješća nadzornog inženjera	NN	<u>111/14</u> , <u>107/15</u> , <u>20/17</u> , <u>98/19</u> , <u>121/19</u>
• Pravilnik o tehničkom pregledu građevine	NN	<u>46/18</u> , <u>98/19</u>
• Pravilnik o sadržaju pisane izjave izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine	NN	<u>43/14</u>
• Pravilnik o materijalno-tehničkim uvjetima za rad građevinskih inspektora	NN	<u>116/19</u>
• Pravilnik o stručnom ispitu osoba koje obavljaju poslove graditeljstva i prostornoga uređenja	NN	<u>129/15</u>
• Pravilnik o obračunu i naplati vodnoga doprinosa	NN	<u>107/14</u>
• Pravilnik o katastru infrastrukture	NN	<u>29/17</u>
• Pravilnik o katastru zemljišta	NN	<u>84/07</u> , <u>148/09</u>
• Pravilnik o geodetskim elaboratima	NN	<u>59/18</u>
• Pravilnik o ustroju i djelovanju zajedničkog informacijskog sustava zemljišnih knjiga i katastra	NN	<u>107/10</u>
• Pravilnik o sadržaju i obliku katastarskog operata katastra nekretnina	NN	<u>142/08</u> , <u>148/09</u>
• Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa	NN	<u>110/01</u>
• Pravilnik o načinu utvrđivanja obujma građevine za obračun komunalnog doprinosa	NN	<u>136/06</u> , <u>135/10</u> , <u>55/12</u> , <u>15/19</u>
• Pravilnik o načinu izračuna građevinske (bruto) površine zgrade	NN	<u>93/17</u>
• Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda	NN	<u>113/08</u>
• Pravilnik o tehničkim dopuštanjima za građevne proizvode	NN	<u>103/08</u>
• Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu	NN	<u>95/14</u>
• Pravilnik o održavanju cesta	NN	<u>90/14</u>
• Pravilnik o vrsti i sadržaju projekta za javne ceste	NN	<u>53/02</u> , <u>20/17</u>
• Pravilnik o izdavanju vodopravnih akata	NN	<u>78/10</u> , <u>79/13</u> , <u>09/14</u>
• Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama	NN	<u>92/19</u>
• Pravilnik o korištenju cestovnog zemljišta i obavljanju pratećih djelatnosti na javnoj cesti	NN	<u>78/14</u>
• Pravilnik o geodetskom projektu	NN	<u>12/14</u> , <u>56/14</u>
• Pravilnik o obaveznom sadržaju idejnog projekta	NN	<u>118/19</u>
• Pravilnik o obaveznom sadržaju i opremanju projekta građevina	NN	<u>118/19</u>
• Pravilnik o državnom planu prostornog razvoja	NN	<u>122/15</u>
• Pravilnik o izdavanju suglasnosti za obavljanje stručnih poslova prostornoga uređenja	NN	<u>136/15</u>
Uredbe, naredbe, upute, strategije		Glasilno broj
• Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske	NN	<u>106/17</u>
• Uredba o određivanju zahvata u prostoru i građevina za koje Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva izdaje lokacijsku i/ili građevinsku dozvolu	NN	<u>116/07</u> , <u>56/11</u>
• Uredba o postupku dodjele koncesije i načinu određivanja granice za luke posebne namjene	NN	<u>23/04</u>
• Državni plan obrane od poplava	NN	<u>84/10</u>
• Uredba o uvjetima davanja koncesija za gospodarsko korištenje voda	NN	<u>89/10</u> , <u>46/12</u> , <u>51/13</u> , <u>120/14</u>
• Uredba o mjerilima za razvrstavanje javnih cesta	NN	<u>34/12</u>
• Državni plan za zaštitu voda	NN	<u>8/99</u>



• Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske	NN	1997
• Odluka o razvrstavanju javnih cesta	NN	103/18, 17/18
• Odluka o cestama na području velikih gradova koje prestaju biti razvrstane u javne ceste	NN	44/12
• Popis usklađenih hrvatskih normi u području opće sigurnosti proizvoda	NN	101/18

2.6 PROJEKTI ZADATAK

U nastavku se daje izvod iz projektnog zadatka za dio koji se odnosi na usporne nasipe uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca.

3.5. USPORNI NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD BROADARACA

3.5.1. UVOD

Planirani usporni nasipi rijeke Kupe i Dobre uzvodno od brane Brodarci dio su funkcionalne cjeline obrane od poplava grada Karlovca, te je ujedno i dio sustava zaštite od velikih voda Srednjeg Posavlja. Ugroženost od poplava u Karlovcu stalno je prisutna, a posljedice plavljenja teške. Grad Karlovac trebao bi biti zaštićen od 1000 godišnjih velikih voda.

Rješenje obrane od poplave u slivu Kupe, sastavni je dio cjelovitog rješenja obrane od poplave cijelog Srednjeg Posavlja. Osnovna koncepcija tog rješenja nalazi se u tome, da se viškovi vode koji se ne mogu prihvatiti postojećim vodotocima reteniraju u prostorima koji su i do sada predstavljali prirodne depresije, redovito plavljene, a koje su sada definirane okvirnim nasipima. Manipulacija vodama se vrši nizom hidrotehničkih objekata. Prvenstveni zadatak je obrana od poplave grada Karlovca koji zbog visoke urbanizacije daje ograničenja u rješenju obrane od poplave. Zato je uzvodno od Karlovca predviđena izgradnja brane Brodarci na Kupu, na kojoj se vrši distribucija velikih voda po principu: maksimalno 650 m³/s Kupom kroz Karlovac, a ostatak u kanal Kupa-Kupa. Ovaj kanal, dužine 21,9 km, vodi višak velikih voda ponovo u Kupu nizvodno od Jamničke Kiselice, ukoliko to nivoi u Kupu i općenito stanje u cijelom sustavu Srednjeg Posavlja dozvoljavaju. Inače se višak voda preljeva na preljevnom nasipu u retenciju Kupčina.

Analize provedene u dosada izrađenim elaboratima pokazale su da bez izgradnje brane Brodarci ne može realizirati tražena zaštita grada Karlovca od velikih voda. Pregrada Brodarci planirana je u 145. km Kupe, oko 10 km uzvodno od centra Karlovca. Namijenjena je kontroli vodostaja i protoka, prvenstveno velikih, poplavnih voda, ali s mogućnošću povećanja minimalnih protoka, te proizvodnju električne energije (protočna elektrana). Lokacija je uvjetovana položajem uzvodno od grada i potrebom da se zahvati i rijeka Dobra, pa će se brana nalaziti neposredno nizvodno od ušća Dobre u Kupu.

U prioritetnim radovima obrane od poplava na području Srednjeg Pokuplja izveden je kanal Kupa-Kupa i postavljeni su okviri za razvoj budućeg sustava retencije Kupčina, a nastavno je trebala slijediti realizacija građevina na čvoru Brodarci. Do realizacije nije došlo, prvenstveno iz financijskih razloga i moglo bi se reći nezainteresiranosti elektroprivrede da krene u razvoj energetskog sustava na predviđenoj lokaciji. Kako se problem zaštite grada Karlovca mora riješiti hitno, pokrenuta je inicijativa da se analizira jednonamjensko tehničko rješenje izgradnje čvora Brodarci s isključivom funkcijom distribucije velikih voda.

Na osnovi tih spoznaja izrađen je projekt „Obrana od poplava grada Karlovca“ (VPB d.d. Zagreb, 2004. godine). Tim projektom u području Brodaraca je predviđena nasuta kamena građevina obrane od poplava, kojom se dijelom pregrađuje korito Kupe i izvodi slobodan preljev. Nije predviđeno energetsko korištenje voda Kupe tim rješenjem. Također je predviđeno da se po potrebi taj objekt u budućnosti može nadograditi (II faza) u svrhu osiguranja kontrolirane distribucije velikih i malih voda na čvoru Brodarci. Nadogradnja obuhvaća dogradnju nasute brane i izvedbu ispusne ustave (prema Glavnom projektu VES Brodarci, 1981. god. – temeljni ispust na brani Brodarci).

Izgradnjom brane Brodarci doći će do povišenja vodnih razina uzvodno od Brodaraca. Usporno djelovanje pregrade prostire se do HE Ozalj, tj. od km 145,0 do km 161,8. Velike vode ugrožavaju: naselja uz rijeku Kupu na promatranom uzvodnom dijelu sustava (Mahično,



G.Pokuplje, Levkušje, Zorkovac i Trg), prometnu infrastrukturu (ceste i željezničku prugu) i velik dio obradivih poljoprivrednih površina. Zbog toga se s razvojem pregrade Brodarci trebaju predvidjeti i radovi na izradi zaštitne linije uzvodno uz rijeku Kupu i rijeku Dobru.

Zbog učestalih poplava grada Karlovca s razvojem i nadogradnjom sustava treba nastaviti, kako bi se osigurala potrebna zaštita svih dijelova sustava, zaštitili ljudski životi, spriječile moguće štete, osigurali povoljni uvjeti za održivi razvoj područja u gospodarskom i ekonomskom pogledu i pravovremeno korigirale uočene manjkavosti u sustavu. U navedene aktivnosti može se ubrojiti i izrada ovog idejnog projekta uspornih nasipa uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca.

3.5.2. OPIS ZADATKA

Predmet ovog projektnog zadatka je izrada projektnih podloga i idejnog projekta uspornih nasipa uz Kupu i Dobru uzvodno od brane Brodarci. Projekt treba temeljiti na važećim zakonima i propisima, uvjetima gradnje, usvojenim projektnim i konceptijskim rješenjima, te važećom prostorno-planskom dokumentacijom. Projektom je potrebno obuhvatiti i definirati nalazište materijala za nasipe.

Planiranim nasipima se štite područja uz rijeku Kupu i rijeku Dobru na potezu uspornog djelovanja brane Brodarci. Na mjestima gdje nasip prolazi kroz naselje, zbog skučenosti prostora, treba predvidjeti umjesto zemljanog nasipa izgradnju zida. Nasipe uz rijeku Kupu, prema Studiji sliva Kupe (2015.), treba predvidjeti na dvije kritične dionice: prva se pruža do presjeka s željezničkom prugom u naselju Zorkovac (obostrani nasip), a druga je zaštitna linija naselja Trg (desni nasip). Na rijeci Dobri nasip treba predvidjeti samo na lijevoj strani i to od ušća u Kupu do naselja Jaškovo. Ukupna dužina planiranih nasipa je oko 15 km, a srednja visina je 3 m.

Nasipe (zidove) treba dimenzionirati sa sigurnosnim nadvišenjem od 1,2 m iznad mjerodavne 100 godišnje velike vode Kupe i Dobre u skladu sa Studijom sliva Kupe (2015.).

Izgradnjom zaštitnih nasipa će se porušiti prirodno ocjeđivanje zaobalja u recipijent, pa zaobalnim kanalima i ispuštima, treba osigurati evakuaciju površinskih voda s branjenog područja.

Geomehničkim istražnim radovima treba definirati podlogu na kojoj se grade nasipi, način ugradnje zemljanog materijala, ali i lokacije nalazišta materijala za izgradnju nasipa.

Nasipi uz rijeku Kupu potpadaju pod građevine od važnosti za Republiku Hrvatsku. Za planirani zahvat, koji pripada sustavu obrane od poplave Srednjeg Posavlja, postoji iz svibnja 2008. godine Rješenje o prihvatljivosti zahvata za okoliš uz primjenu mjera zaštite okoliša i uz program praćenja stanja okoliša (Klasa UP/I-351-03/07-02/54, Ur.broj:531-08-1-1-2-6-08-11- izdalo Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva).

Planirane hidrotehničke građevine sadržane su u PP Karlovačke županije i PPUG Karlovca.

Pri izradi kao polazište za izradu projekta koristiti Studiju sliva Kupe iz 2015. godine. Trasu lijevobalnog uspornog nasipa uz Kupu nije nužno uskladiti sa trasom predloženom u Studiji sliva Kupe iz 2015. već ju je potrebno optimizirati obzirom na smjernicu iz Studije sliva Kupe



iz 2015. dano u knjizi 4 u poglavlju 9. ASPEKTI ZAŠTITE OKOLIŠA I PRIRODE ZA VARIJANTNA RJEŠENJA

3.5.3. SADRŽAJ RADA

Ovim projektnim zadatkom predviđena je izrada i provedba:

1. Geodetske podloge
2. Geomehaničke podloge
3. Idejnog projekta

3.5.3.1. GEODETSKA PODLOGA

Geodetske radove treba izvesti u takvom opsegu da budu kvalitetna podloga i za kasniju izradu glavnog projekta, s priključenjem na državnu trigonometrijsku mrežu.

Sadržaj rada je sljedeći:

- tahimetrijsko snimanje trase budućeg nasipa, na dužini od oko 15 km i prosječnoj širini od 70 metara, razmak poprečnih profila na svakih 50-100 m, a gustoću snimljenih točaka prilagoditi promjenama terena
- izvršiti postavljanje i snimanje pomoćnog poligonskog vlaka
- situaciju, poprečne i uzdužne profile obraditi na računalu i prikazati u prikladnom mjerilu
- u svim navedenim prikazima ucrtati važnije objekte na vodotoku (mostove, propuste, putne grabe i slično) kao i utoke pritoka, instalacije
- nakon izvedbe geomehaničkih istražnih radnji potrebno je snimiti lokacije geotehničkih bušotina
- sve geodetske snimke prikazati apsolutnim kotama

Temeljem očitovanja Ministarstva graditeljstva i prostornog uređenja, Uprave za dozvole državnog značaja, Sektora lokacijskih dozvola i investicija od 11.rujna 2014. godine (klasa: 350-01/14-01/223, urbroj: 531-06-1-14-2), prema kojem gradnja/rekonstrukcija zaštitnih i regulacijskih vodnih građevina (nasipa, retencija, uređenja vodotoka s proširenjem i produbljenjem korita) su zahvati koji pripadaju grupi zahvata u prostoru iz čl. 17. St. 3. Pravilnika o obveznom sadržaju Idejnog projekta (NN 55/14), koji određuje da se za ceste, željezničke pruge i slične građevine u lokacijskoj dozvoli određuje obuhvat zahvata u prostoru određivanjem koridora, a građevna čestica se formira parcelacijskim elaboratom u skladu s izdanom lokacijskom dozvolom, za predmetni zahvat „Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca“ nije potrebno izraditi geodetski projekt sukladno Pravilniku o geodetskom projektu (NN 12/14) i Pravilniku o izmjenama i dopunama pravilnika o geodetskom projektu (NN 56/14) nego je sukladno čl. 18. St. 1. Toč. 3. Pravilnika o obveznom sadržaju Idejnog projekta (NN 55/14) potrebno situaciju zahvata prikazati na preslici katastarskog plana, HOK-u ili ortofoto karti, u odgovarajućem mjerilu.

Prema tome, smještaj građevine unutar obuhvata zahvata u prostoru i obuhvat zahvata prikazuje se situacijom na navedenim podlogama koja je uvezana u idejni projekt, sa svim



potrebnim podacima sukladno Zakonu o prostornom uređenju (NN 153/13) i Pravilniku o obveznom sadržaju Idejnog projekta (NN 55/14).

3.5.3.2. GEOMEHANIČKA PODLOGA

Istražne radove treba izvesti u opsegu prihvatljivom za razinu idejnog projekta, a u daljnjoj fazi izrade projektne dokumentacije provesti će se dodatni istražni radovi na dijelu obuhvata zahvata na kojemu rezultati provedenih istražnih radova za potrebe izrade idejnog projekta će biti nepotpuni u smislu kvalitetne izrade glavnog projekta za ishođenje građevinske dozvole.

Kod izrade geomehaničkih podloga Izvršitelj će se koristiti sa dosad izvedenim geomehaničkim izvještajima i /ili elaboratima. Postojeću dokumentaciju koja se odnosi na geomehaničke istražne radove (pobrojane na kraju ove točke) potrebno je sistematizirati i dopuniti sa novim istražnim radovima što će rezultirati kvalitetnom podlogom za izradu idejnog projekta.

U troškove istražnih radova treba uključiti mobilizaciju i demobilizaciju strojeva, osoblja i opreme, lokalne Transporte na lokaciji te izradu pristupnih putova i radnih platoa. Pozicije bušenja određuje Projektant.

Prije provedbe geotehničkih istražnih radova potrebno je provesti inženjersko geološku prospekciju terena na području obuhvata zahvata, na temelju vizualnog pregleda terena i raspoloživih geoloških i drugih podloga. Geološka istraživanja sastoje se od prikupljanja postojećih geoloških karata (Osnovna geološka karta, M 1:100.000) te reinterpretacije geoloških podataka na razinu mjerila 1:5000 (HOK 1:5000).

Inženjerskogeološka i hidrogeološka istraživanja se sastoje od inženjerskogeološkog i hidrogeološkog kartiranja predmetnog područja u mjerilu 1:5000 (podloga je HOK 1:5000) i inženjerskogeološke determinacije jezgre bušenja.

Inženjerskogeološkim i hidrogeološkim kartiranjem potrebno je prikupiti podatke o: "povijesti" lokacije na temelju razgovora s predstavnicima Naručitelja i lokalnim stanovništvom, geomorfološkim odnosima, vegetaciji, litološkom sastavu naslaga na površini terena, inženjerskogeološkim pojavama i inženjerskogeološkim procesima te vodnim pojavama.

Nakon toga, ovim projektnim zadatkom predviđena je provedba geofizičkih istraživanja metodom geoelektrične tomografije duž trase budućih nasipa, a predviđena dužina ispitivanja je oko 15 km.

Cilj geomehaničkih radova je utvrđivanje osnovnog sastava materijala tla ugrađenog u tijelo nasipa i temeljnog tla nasipa, te uzimanje poremećenih i neporemećenih uzoraka, i ispitivanje fizičkih i mehaničkih karakteristika materijala. Geomehaničkim istražnim radovima potrebno je obuhvatiti terenske istražne radove i laboratorijsko ispitivanje.



Za konkretizaciju zadatka predviđa se izvesti slijedeće:

- na predviđenoj trasi nasipa potrebno je izvesti geotehničke profile, na razmaku koji će se odrediti nakon sistematizacije i interpolacije dosada izvedenih geomehaničkih istražnih radova, a da profili ne budu na udaljenosti većoj od 300 m po 2 bušotine dubine 10 m, predviđa se izvesti ukupno 50 bušotina dubine 10 m
- na lokaciji potencijalnog nalazišta materijala izvesti najmanje 25 bušotina do 4 m
- terenska klasifikacija i identifikacija tla
- uzimanje velikih poremećenih uzoraka, neporemećenih uzoraka tla i izvođenje standardnog penetracijskog pokusa
- laboratorijsko ispitivanje karakteristika tla na neporemećenim uzorcima:
 - određivanje granulometrijskog sastava materijala,
 - određivanje Atterbergovih granica
 - određivanje prirodne vlažnosti materijala
 - određivanje zapreminske težine materijala
 - određivanje modula stišljivosti u edometru
 - određivanje vodopropusnosti u edometru
 - određivanje jednoosne tlačne čvrstoće materijala uz praćenje deformacija
 - određivanje posmične čvrstoće materijala metodom izravnog posmika
- laboratorijsko ispitivanje karakteristika tla na poremećenim uzorcima:
 - određivanje granulometrijskog sastava materijala,
 - određivanje Atterbergovih granica
 - određivanje prirodne vlažnosti materijala (ukoliko je uzorak bio upakiran na način da je sačuvana prirodna vlažnost)
- elaborat o provedenim istražnim radovima s interpretacijom rezultata i preporukama za izradu tehničkog rješenja

Geomehničkim proračunom utvrditi optimalne pokose i oblik samog nasipa, tehnologiju ugradnje materijala, nosivost temeljnog tla, definirati odvodnju nožice nasipa i zaštitu nasipa od erozije.

Postojeće geomehničke podloge koje je potrebno koristiti:

1. Izvještaj o prospektorskom bušenju u blizini pregradnog profila HE Brodarci te o geološkoj determinaciji dubljih strukturnih bušotina, Institut za geološka istraživanja Zagreb, 1977, arh broj: 2205
2. VES Brodarci-geoelektrična i seizmičko-refrakcijska ispitivanja, Geofizika Zagreb, 1979, arh broj: 2206
3. VES Brodarci na Kupi - geotehnički elaborat, Građevinski institut, 1979, arh broj: 2231
4. VES Brodarci na Kupi – preliminarni geotehnički elaborat, Građevinski institut, 1979, arh broj: 2417
5. VES Brodarci – geotehnički istražni radovi, Geološki zavod Zagreb, 1985, arh broj: 3433



6. VES Brodarci – seizmološka neotektonska istraživanja, RGN fakultete , Zagreb, 1986, arh broj: 3535
7. VES Brodarci – Glavni projekt knjiga 2, Elektroprojekt, 1981, arh broj: 2651

3.5.3.4. IDEJNI PROJEKT - PRILOG ZAHTJEVU ZA IZDAVANJE LOKACIJSKE DOZVOLE

Idejni projektu treba izraditi kao skup međusobno usklađenih dokumenata i nacрта kojima se daje osnovno idejno-tehničko rješenje izgradnje nasipa prema kriterijima dimenzioniranja iz točke 2. koje je usklađeno s mjerodavnom prostorno-planskom dokumentacijom.

Idejni projekt treba izraditi u skladu sa Zakonom o prostornom uređenju (NN 153/13), Zakonu o gradnji (NN 153/13), Pravilnikom o obveznom sadržaju idejnog projekta (NN 55/14), prostornim planom i drugim propisima donesenim na temelju Zakona, posebnim propisima, posebnim uvjetima, elaboratima čija izrada prethodi izradi idejnog projekta na temelju posebnih propisa te uvjeta koji se utvrđuju u postupku procjene utjecaja zahvata na okoliš i u postupku ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu.

Sve građevine koje su dio projektiranog zahvata moraju biti projektirane na način da tijekom svog trajanja ispunjavaju temeljne zahtjeve za građevinu, posebice mehaničku otpornost i stabilnost, ali i druge zakonom propisane zahtjeve ovisno o vrsti građevine, a građevni proizvodi koji su projektom predviđeni za ugradnju moraju ispunjavati zahtjeve propisane Zakonom o gradnji (NN 153/13) i posebnim propisima.

Kako bi idejni projekt bio prihvatljiva podloga za ishođenje lokacijske dozvole trebao bi sadržavati najmanje sljedeće:

m) OPĆI DIO:

- naslovnu stranicu sa sljedećim podacima:
 - naslov projekta
 - naziv i adresa projektnog ureda, izvođača projekta
 - ime, potpis i pečat odgovorne osobe
 - naziv i adresa investitora
 - datum izrade projekta
- sadržaj projekta, kojeg čine:
 - popis knjiga
 - popis poglavlja po knjigama
 - popis grafičkih priloga
- izvadak iz sudskog registra – registracija projektne tvrtke
- imenovanje glavnog projektanta
- projektni zadatak ovjeren od investitora

n) TEHNIČKI OPIS

- izvod iz prostornog plana iz kojeg je vidljiva planirana izgradnja predmetnog zahvata
- izjava projektanta da je IP sukladan prostornom planu



- podatke o projektnim podlogama koje su poslužile za izradu IP (geodetske, geotehničke)
 - razlozi i ciljevi izgradnje zahvata
 - opis koncepcije i funkcioniranja zahvata
 - opis mjerodavnih kriterija prema kojima je izvršeno dimenzioniranje građevine
 - svi potrebni proračuni kojima se dokazuje zadovoljavanje bitnih zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine, hidrauličke provodljivosti i ostalih uvjeta, te zadovoljavanje funkcionalnih zahtjeva postavljenih projektnim zadatkom
 - dokazi o zadovoljenju posebnih uvjeta tijela i osoba prema posebnim zakonima
 - mjere zaštite okoliša, odnosno uvjeti zaštite prirode utvrđeni procjenom utjecaja na okoliš
 - dokaz o zadovoljenju uvjeta priključenja građevine na prometnu (i komunalnu) infrastrukturu
 - popis vlasnika i posjednika katastarskih čestica unutar obuhvata zahvata i popis vlasnika i posjednika katastarskih čestica koje graniče s predmetnim zahvatom
 - procjenu troškova izgradnje (troškovnik) samo u primjercima za naručitelja
- o) GRAFIČKI PRIKAZI (NACRTI)**
- prikaz smještaja građevine na građevnoj čestici, odnosno geodetski situacijski nacrt, iz kojeg je vidljiv oblik i veličina građevinske čestice s ucrtanom linijom obuhvata zahvata
 - situacije, normalni poprečni presjeci, udužni profili, karakteristični presjeci, tlocrti
 - ostali grafički prilozi u mjerilu 1:200 (ili odgovarajućem)

3.5.4. OSTALI UVJETI IZRADE PROJEKTA

Glavni projektant odgovoran je za cjelovito sagledavanje svih dijelova projekta, u svim fazama i za njihovo uspješno odvijanje i objedinjavanje.

Projektant se u izradi projektnih podloga i projektne dokumentacije treba pridržavati uputa iz projektnog zadatka i u svemu poštivati Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13), Zakon o gradnji (NN 153/13), Zakon o vodama (NN 153/09, 63711, 130/11, 56/13 i 14/14), ostale važeće posebne zakone i podzakonske propise te pravila struke.

Projektant se obvezuje tehničko rješenje uskladiti s katastarskim stanjem. Isto tako nakon definiranja koncepcije rješenja projektant se obvezuje kod ustanova s javnim ovlastima ishoditi neformalne tehničke uvjete, kako bi projektirano rješenje bilo usklađeno s istima, te kako u postupku ishođenja lokacijske dozvole ne bi postojala potreba za dodatnom korekcijom idejnog projekta.

U toku izrade projekta a najmanje prije ispostavljanja računa potrebno je predstavniku investitora predočiti izvršeni dio radova. Po završetku projekta, investitoru se dostavlja projektna dokumentacija najprije u jednom primjerku, a nakon otklanjanja mogućih



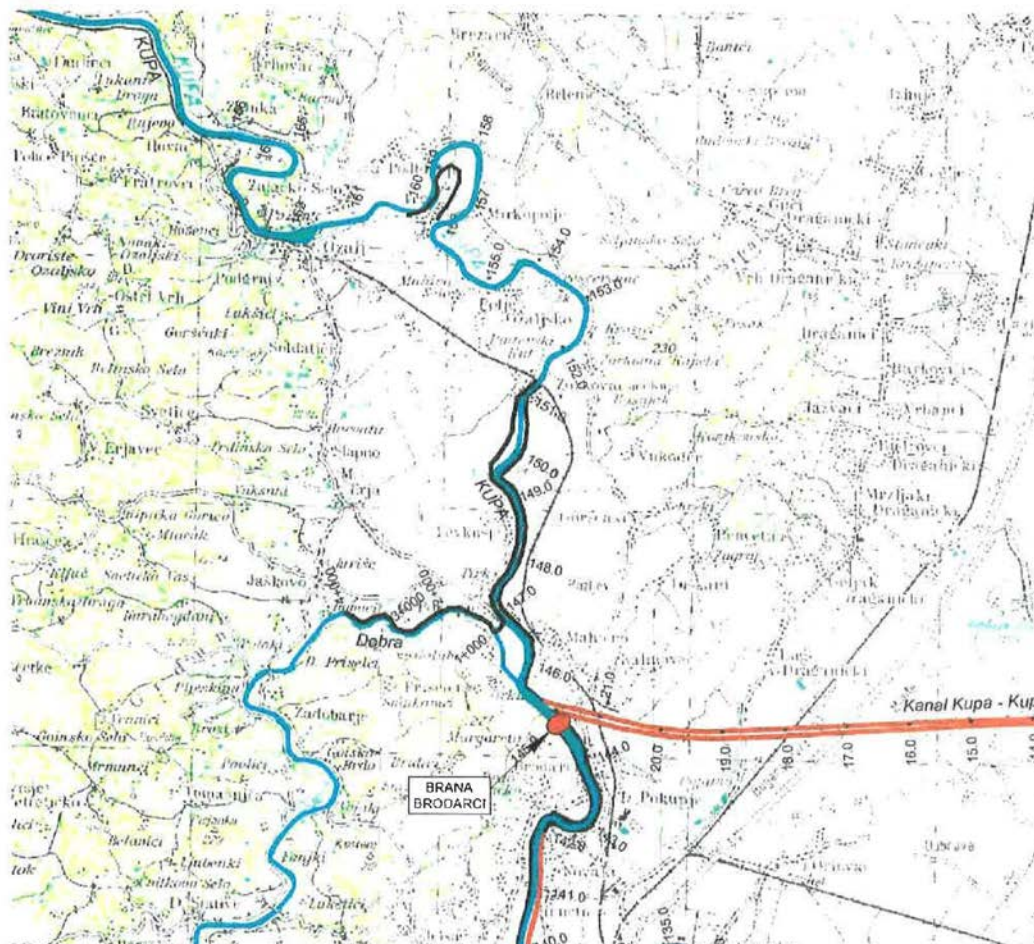
korekcija sukladno mišljenju interne komisije naručitelja za pregled projekta naručitelju se dostavlja projektna dokumentacija u ugovorenom broju primjeraka.

Projektant se obvezuje u okviru ugovorenog iznosa izvršiti korekcije sukladno primjedbama revizijske komisije Hrvatskih voda. Projekt će se smatrati usvojenim nakon što ga usvoji revizijska komisija Hrvatskih voda.

S obzirom na česte izmjene zakonske regulative u posljednje vrijeme koje je nemoguće predvidjeti prije ugovaranja poslova, obvezuje se projektant da u okviru ugovorenog iznosa izvrši prilagodbu projektne dokumentacije eventualnim manjim izmjenama ukoliko ne iziskuju značajnije dodatne troškove.

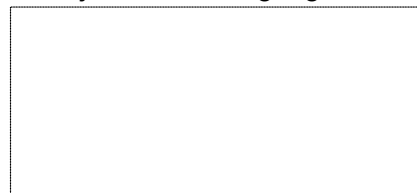
Projektne podloge treba dostaviti naručitelju u tri primjerka u analognom obliku i na CD-u, u formatu primjerenom mogućim naknadnim promjenama. Idejni projekt treba dostaviti naručitelju u šest primjeraka u analognom obliku i na CD-u, a nakon podnošenja zahtjeva za ishođenje lokacijske dozvole prema zahtjevu nadležnog tijela istom dostaviti traženi broj primjeraka. Svi primjerci trebaju biti isporučeni u okviru ugovorenog iznosa.

Prilog: Pregledna situacija planiranih nasipa prema „Studija za sliv Kupe“ (2015.)



Projektant:

mr.sc. Danijel Krešić, mag.ing.aedif.





Investitor : HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Građevina : PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA
NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I
RETENCIJI KUPČINA

Lokacija građevine : k.o. Velika Jelsa, Donje Pokupje, Zadobarje, Mahično,
Pokupje, Jaškovo, Trg, Zorkovac, Šišljavić, Blatnica
Pokupska i Luka Pokupska

Vrsta dokumentacije : Idejni projekt

Vrsta projekta : Građevinski

Projekt/Posao : USPORNI NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD
BRODARACA

:

**Prilog 003 : JEDINSTVENI OPIS ZAHVATA U
PROSTORU**

Projektant : mr.sc. Danijel Krešić, mag.ing.aedif.

Suradnik : Josip Husajina, mag.ing.aedif.

Kontrolirao : Nenad Heček, dipl.ing.građ.



SADRŽAJ:

3.1	UVOD	3
3.2	LOKACIJA	3
3.3	NAMJENA ZAHVATA	4
3.4	KONCEPCIJA TEHNIČKOG RJEŠENJA	4
3.5	OPIS ZAHVATA	5
3.5.1	..... Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca.....	5
3.5.1.1	Nasipi za zaštitu od poplava.....	5
3.5.1.2	Građevine za odvodnju zaobalnih voda.....	7
3.5.1.3	Pozajmišta glinenog materijala za izgradnju tijela nasipa	8
3.6	OBUHVAT ZAHVATA	8
3.7	ETAPNOST GRADNJE	8
3.8	NAČIN PRIKLJUČENJA PLANIRANOG ZAHVATA NA JAVNO PROMETNU POVRŠINU I KOMUNALNU INFRASTRUKTURU	8
3.9	MJERE (NAČIN) SPRJEČAVANJA NEPOVOLJNA UTJECAJA NA OKOLIŠ I PRIRODU	9
3.9.1	..... Mjere zaštite tijekom izgradnje	9
3.9.2	..... Mjere zaštite tijekom korištenja	11



3.1 UVOD

Predmet projekta „Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca“ je izgradnja nasipa na lijevoj i desnoj obali rijeke Kupe i lijevoj obali rijeke Dobre u ukupnoj duljini od 15.711 m.

Projekt „Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca“ je dio građevine „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina“ kao 1. faza u 1. etapi. Navedena građevina sastoji se od slijedećih etapa i faza:

1. ETAPA - Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca

Faza 1	Nasipi 1 i 2 na lijevoj obali rijeke Kupe
Faza 2	Nasip na desnoj obali rijeke Kupe
Faza 3	Nasip oko sela Trg na desnoj obali rijeke Kupe
Faza 4	Nasip na lijevoj obali rijeke Dobre

2. ETAPA - Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka

3. ETAPA – Radovi na kanalu Kupa – Kupa i Istočnom nasipu

Faza 1	Rušenje lijevog nasipa kanala Kupa – Kupa
Faza 2	Istočni nasip retencije Kupčina
Faza 3	Nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa – Kupa

4. ETAPA - Ustava Šišljavić

5. ETAPA - Pregrada Brodarci

Građevina „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina“ je dio „Projekta zaštite od poplava grada Karlovca“ te kao takav strateški investicijski projekt Republike Hrvatske prema odluci Vlade Republike Hrvatske (NN 111/2018).

Za potrebe ishođenja lokacijske dozvole izrađen je idejni projekt za ishođenje lokacijske dozvole (Elektroprojekt, 2020) oznake Y2-O89.00.01-G01.0 koji je obuhvatio sve predviđene etape projekta i kojemu je podloga bila ova knjiga.

3.2 LOKACIJA

Građevine koje se planiraju graditi projektom „Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca“ smješteni su na području Grada Karlovca i Grada Ozlja u Karlovačkoj županiji.

Objekti su smješteni u slijedećim katastarskim općinama:

- K.O. Donje Pokupje
- K.O. Mahično
- K.O. Pokupje
- K.O. Zorkovac
- K.O. Trg
- K.O. Jaškovo
- K.O. Zadobarje



3.3 NAMJENA ZAHVATA

Namjena planiranog zahvata je zaštita od poplava na slivu rijeke Kupe a ujedno i grada Karlovca. Predviđeno tehničko rješenje definirano je kao jedno od mjera optimalnog rješenja prema Projektu zaštite od poplava na slivu Kupe (2015. godina).

Usljed stvaranja uspora na pregradi Brodarci u svrhu korištenja potpunog kapaciteta kanala Kupa – Kupa, plavi se područje uz Kupu i Dobru što se rješava izgradnjom nasipa ili obrambenih zidova. Izgradnja nasipa na desnoj obali Kupe između Levkušja i Zorkovca uvjetuje potrebu izmještanja županijske ceste ŽC3143 u duljini od oko 568 m kojom se obavlja javni promet.

3.4 KONCEPCIJA TEHNIČKOG RJEŠENJA

Zaštita od poplava na slivu rijeke Kupe a ujedno i grada Karlovca definirana je Studijom, a osnova tog rješenja je kanal Kupa – Kupa koji je izgrađen, dok će punu funkciju dobiti izgradnjom pregrade Brodarci. Usporni nasipi uz Kupu i Dobro uzvodno od Brodaraca su dio tog tehničkog rješenja.

Tehničko rješenje predviđeno ovim projektom predviđa izgradnju pregrade Brodarci kojom se omogućuje kontroliranje nizvodnog protoka u Kupi i stvaranje uspora uzvodno čime se omogućuje rasterećenje dijela protoka Kupe korištenjem potpunog kapaciteta kanala Kupa – Kupa. Stvaranje uspora uzvodno od Brodaraca plavi područja uz Kupu i Dobru što se rješava izgradnjom nasipa ili obrambenih zidova na lijevoj i desnoj obali Kupe i lijevoj obali Dobre.

U ovisnosti o hidrološkim prilikama na području ušća odteretnog kanala Kupa – Kupa u korito rijeke Kupe, postoji mogućnost da se neće moći sav vodni val koji protječe kanalom propustiti nizvodno. U ovome slučaju, ustavom Šišljavić regulira se propuštanje ovog vodnog vala nizvodno od ušća te podizanjem vodnog lica unutar samog odteretnog kanala započinje bočno prelijevanje u retenciju Kupčina. Prostor retencije Kupčina je nizinski prostor sjeverno od kanala Kupa – Kupa ograničen južno kanalom Kupa – Kupa, zapadno nasipom uz vodotok Kupčina a sjeverno visokim terenom. Kako bi se ostvario retencijski prostor i kontrola protoka potrebno je izgradnja ustave Šišljavić, rušenje dijela lijevog nasipa kanala Kupa – Kupa, nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa – Kupa, izgradnja istočnog nasipa retencije Kupčina i izgradnja nasipa za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka. Vidi knjigu G2-O89.00.03-G01.0

Planirani objekti dimenzionirani su na temelju 100-godišnje velike vode na Kupi i korespondentnog protoka Dobre uz uvjet da ne dođe do preljevanja prilikom nailaska 1000-godišnje velike vode Kupe i korespondentne protoke Dobre. Objekti planirani ovim projektom, kada se izgrade, funkcionirat će kao jedinstveni sustav sa svrhom rasterećena dijela velikih voda Kupe i reteniranja dijela vodnog vala u retenciji Kupčina kao jedna od mjera optimalnog rješenja prema Projektu zaštite od poplava na slivu Kupe (2015. godina).



3.5 OPIS ZAHVATA

3.5.1 Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca

3.5.1.1 Nasipi za zaštitu od poplava

Izgradnjom pregrade Brodarci stvara se uspor vode kako bi se iskoristio kapacitet kanala Kupa – Kupa u rasterećenju vodnog vala. Uslijed stvaranja uspora uzvodno od pregrade Brodarci dolazi do plavljenja dijela površina uz Kupu i Dobru koje je zato potrebno zaštititi nasipima ili zaštitnim zidovima.

Položaj planiranih nasipa prikazan je na inženjersko-geološkoj karti u prilogu 201 do 204 koje su sastavni dio ovog projekta i obuhvaćaju slijedeće građevine:

- nasip 1 na lijevoj obali rijeke Kupe s krunom na visini od 117,43 do 117,69 m n.m. ukupne duljine 1.288 m (od spoja s nasipom kanala Kupa-Kupa do budućeg mosta preko rijeke Kupe)
- nasip 2 na lijevoj obali rijeke Kupe s krunom na visini od 117,70 do 118,63 m n.m. ukupne duljine 4.677 m (od budućeg mosta preko rijeke Kupe do željezničkog mosta u Zorkovcu)
- nasip na desnoj obali rijeke Kupe s krunom na visini od 117,76 do 118,63 m n.m. ukupne duljine 4.597 m (od budućeg mosta preko rijeke Kupe do željezničkog mosta Zorkovca na Kupi)
- nasip oko sela Trg na desnoj obali rijeke Kupe s krunom na visini od 119,52 do 120,32 m n.m. duljine 1.853 m
- nasip na lijevoj obali rijeke Dobre s krunom na visini od 117,76 do 117,93 m n.m. ukupne duljine 3.296 m (od budućeg mosta preko rijek Kupe od isklinjenja na prirodnom terenu kod Jaškova)

Kota krune nasipa definirana je kao nadvišenje od 1,2 m iznad 100-godišnje velike vode. Točna kota krune nasipa definirat će se u glavnom projektu. Prosječna visina nasipa iznosi oko 3,8 m, a maksimalna visina iznosi 5,4 m na nasipu Dobre.

Ovisno o situaciji na terenu, geotehničkim podlogama, položaju nasipa i zaštitnih zidova u odnosu na obalu vodotoka, stabilnost obale vodotoka i načinu korištenja rijeke predviđena je izvedba četiri različita poprečna presjeka nasipa ili zaštitnog zida. U nastavku se daje opis karakterističnih poprečnih presjeka korištenih prilikom definiranja tehničkih rješenja uspornih nasipa:

- TIP 1 - nasip će se izvoditi od glinenog materijala. Širina krune nasipa iznosi 4,0 m i izvest će se od zaglinjenog šljunka debljine 0,30 m kako bi se omogućio promet po kruni za potrebe održavanja. Nagib uzvodnog i nizvodnog pokosa nasipa iznosi 1:2,5 i biti će obloženi humusom na kojem je zasijana trava. U tijelu nasipa predviđena je izvedba horizontalnog drena na nizvodnoj nožici nasipa. Usporedo s nizvodnom nožicom nasipa planirana je izgradnja servisnog puta širine 3,00 m od drobljenog kamena ili šljunka i kanala za odvođenje procjednih i zaobalnih voda širine dna od 0,60 m i prosječne dubine od 0,50 m u sloju površinske gline. Na lokacijama gdje je uzvodna nožica nasipa blizu obale, izvodi se obaloutvrda koju čini nožica s pokosom nagiba 1:1,5 i berma širine 3,0 m. Predviđeno je oblaganje pokosa obaloutvrde, berme i uzvodnog pokosa nasipa kamenim materijalom debljine 0,4 m (prilog 401). Za poprečne profile terena na kojima je utvrđena mala debljina površinskog sloja gline (cca do 1 m) potrebno je izvršiti zamjenu materijala



ugradnjom uzvodnog nepropusnog tepiha od gline debljine cca 1-2 m, u ovisnosti od udaljenosti nasipa od obale.

- TIP 2 – nasip će se izvoditi od glinenog materijala. Širina krune nasipa iznosi 4,0 m i izvest će se od zaglinjenog šljunka debljine 0,30 m kako bi se omogućio promet po kruni za potrebe održavanja. Nagib uzvodnog i nizvodnog pokosa iznosi 1:1,5. Na svim poprečnim profilima terena izvodi se obaloutvrda koju čini nožica s pokosom promjenjivog nagiba 1:1,5 do 1:5. Na lokacijama gdje je visina uzvodne strane nasipa veća od 4,0 m, izvodi se berma širine 2,5-3,0 m. Predviđeno je oblaganje pokosa obaloutvrde, berme i uzvodnog pokosa nasipa kamenim materijalom debljine 0,4 m. Nizvodni pokos biti će obložen humusom na kojem je zasijana trava. U tijelu nasipa predviđena je izvedba horizontalnog drena na nizvodnoj nožici nasipa. Usporedo s nizvodnom nožicom nasipa planirana je izgradnja betonske kanalice širine 0,60 m i visine 0,25 m s funkcijom odvođenja procjernih i zaobalnih voda. (prilog 402). Za sve poprečne profile terena na kojima je utvrđena mala debljina površinskog sloja gline (cca do 2 m) potrebno je izvršiti zamjenu materijala ugradnjom uzvodnog nepropusnog tepiha od gline debljine cca 2 m i ugraditi injekcijsku zavjesu ispod uzvodne nožice nasipa.
- TIP 3 – na lokacijama gdje je sada omogućen direktan pristup rijeci predviđeno je osigurati lokalnom stanovništvu pristup i nakon izgradnje uspornih nasipa. Iz tog razloga predviđeno je nasip izvoditi od glinenog materijala s širinom krune od 4,0 m. Nagib uzvodnog i nizvodnog pokosa izvest će se u nagibu 1:5 (20%). Uzvodni i nizvodni pokos kao i krana brane biti će obloženi kamenim nabačajem debljine 0,40 m koji će omogućiti pristup rijeci vozilima. Uzvodni pokos nasipa dio je obaloutvrde koju čine tijelo nasipa i nožica s pokosom nagiba 1:5 (prilog 403).
- TIP 4 – na lokacijama gdje nema dovoljno mjesta između obala rijeke i postojećih zgrada i prometnica za izgradnju nasipa, planirano je izvođenje armiranobetonskog zaštitnog zida. Zid je planiran debljine 0,40 m a poprečni presjek definirat će se u višim fazama projektiranja ovisno o visini zida i karakteristikama temeljnog tla. Zbog smanjenja procjeđivanja i osiguranja hidrauličke stabilnosti samog zida predviđeno je izvođenje kombinacije injekcijske zavjese i mikropilota ispod njega. S obzirom da je zid uglavnom na rubu obale vodotoka, ukoliko je obala blažeg nagiba, izvesti će obaloutvrda koju čine nožica s pokosom nagiba 1:1,5 koji je obložen kamenim materijalom debljine 0,40 m. U varijantama kada je obala strmijeg nagiba predviđena je izvedba obaloutvrde gabionima na gabionskoj temeljnoj nožici. Iza gabiona izvršit će se nasipavanje zamjenskog materijala a površina terena do zida uredit će se oblaganjem obale kamenim materijalom debljine 0,30 m u nagibu maksimalno 1:2 (prilog 304). Za sve poprečne profile terena na kojima je utvrđena mala debljina površinskog sloja gline (cca do 2 m) potrebno je izvršiti zamjenu materijala ugradnjom uzvodnog nepropusnog tepiha od gline debljine cca 2 m. Na dijelovima trase gdje je moguće izvesti će se osiguranje stabilnosti obale na ekološki prihvatljiv način (najčešće zaštita obale kamenom oblogom (rip – rap), potpornim drvenim zidom s obraštajem na obali, fašinski madraci, kolje i eventualno gabioni u kombinaciji s drugim mjerama). Navedena rješenja su u skladu s ekološkim smjernicama i osiguravaju zaštitu obale i zadržavanje prirodnog izgleda sadnjom autohtonih kultura. Za primjenu navedenih tehničkih rješenja potrebno je osigurati blagu obalu ili dovoljno prostora za izvedbu viših obaloutvrda.

Za prikazana rješenja bitno je naglasiti da ukoliko se postavljaju gabioni ili kameni nabačaj, potrebno je šupljine ispuniti lokalnim šljunkom i/ili pijeskom kako bi se spriječilo naseljavanje invazivnih vrsta. Također prilikom pripreme obale za izvedbu potrebno je pokušati iskoristiti korijenje srušenih stabala za dodatnu stabilizaciju obala.



U svrhu prelaska preko nasipa u prostor između nasipa i obala rijeka ili na lokacijama gdje se prekidaju postojeći poljski putevi predviđena je po izgradnja rampi od šljunčanog materijala čiji položaj je vidljiv na grafičkim priložima 201 do 204.

Rampe za prijelaz preko nasipa smještene su na slijedećim stacionažama:

- nasip 1 na lijevoj obali rijeke Kupe – stacionaža 0+759 m
- nasip 2 na lijevoj obali rijeke Kupe – stacionaža 0+545 m, 2+581 m i 3+854
- nasip na desnoj obali rijeke Kupe – stacionaža 2+413 m, 2+527 m i 3+048 m
- nasip oko sela Trg na desnoj obali rijeke Kupe – stacionaža 0+204 m, 0+715 m, 0+878 m i 1+123 m
- nasip na lijevoj obali rijeke Dobre – stacionaža 0+180 m i 2+294 m

Na mjestima na kojima će navedene rampe presjeći drenažni kanal planira se izvođenje cijevnog propusta kroz trup rampe. Za propust je odabrana betonska cijev promjera 0,5 m. Na početku i završetku cijevnog propusta izvest će se potporni zidovi od betona koji će štiti kanal od odrona pokosa nasipa rampe.

Na dijelovima građevine gdje se izgradnjom nasipa prekida pristup česticama, uz rampe za prijelaz preko nasipa predviđena je izgradnja zamjenskih pristupnih puteva čija trasa je postavljena uz nizvodnu nožicu nasipa iz uz vanjski rub drenažnog kanala ovisno o lokaciji čestica kojima je potrebno pristupiti. Širina zamjenskih pristupnih cesta iznosi min. 3,0 m i izvodi se kao makadamska konstrukcija debljine 0,4 m. Lokacija zamjenskih pristupnih cesta prikazana je na priložima 201 do 204.

Potvrdu navedenih tehničkih rješenja i dimenzija uspornih nasipa potrebno je provesti putem proračuna na nivou Glavnog projekta.

3.5.1.2 Građevine za odvodnju zaobalnih voda

Izgradnjom nasipa uz rijeke Kupu i Dobru presjeći će se postojeći putevi odvodnje oborinske vode s okolnog terena prema rijekama. Zato je usporedno s nožicom nasipa predviđena izgradnja servisne ceste i kanala za odvođenje procjednih i zaobalnih voda. Ovim kanalima se oborinska voda dovodi do lokacija planiranih propusta kroz nasip koji se najčešće nalaze na lokaciji ušća manjih vodotoka u rijeke. Planiranim objektima omogućiti će se propuštanje vode kroz planirane nasipe tijekom niskih vodostaja. Na krajevima propusta kroz nasipe predviđena je ugradnja automatskih zatvarača koji će se zatvarati u slučaju visokih vodostaja Kupe i Dobre i spriječiti plavljenje branjenog područja. U tim situacijama zaobalne vode će se mobilnim crpkama prebacivati preko nasipa u vodotoke Kupu i Dobru. Za mobilne crpke pristup je omogućen preko planiranih servisnih putova koji će prolaziti usporedno s nizvodnom nožicom nasipa i koji će biti povezani s postojećim prometnim površinama.

Ovim idejnim projektom predviđeno je 16 čepova kroz nasipe s automatskim zatvaračima:

1. čep LNK 1 na nasipu 1 na lijevoj obali Kupe na stacionaži 0+916
2. čep LNK 2 na nasipu 1 na lijevoj obali Kupe na stacionaži 1+236
3. čep LNK 3 na nasipu 2 na lijevoj obali Kupe na stacionaži 0+331
4. čep LNK 4 na nasipu 2 na lijevoj obali Kupe na stacionaži 2+765
5. čep LNK 5 na nasipu 2 na lijevoj obali Kupe na stacionaži 4+438
6. čep DNK 1 na nasipu na desnoj obali Kupe na stacionaži 0+573
7. čep DNK 2 na nasipu na desnoj obali Kupe na stacionaži 0+850
8. čep DNK 3 na nasipu na desnoj obali Kupe na stacionaži 2+458



9. čep DNK 4 na nasipu na desnoj obali Kupe na stacionaži 2+957
10. čep DNK 5 na nasipu na desnoj obali Kupe na stacionaži 4+408
11. čep LND 1 na nasipu na lijevoj obali Dobre na stacionaži 0+369
12. čep LND 2 na nasipu na lijevoj obali Dobre na stacionaži 1+015
13. čep LND 3 na nasipu na lijevoj obali Dobre na stacionaži 2+710
14. čep TRG 1 na nasipu oko sela Trg na desnoj obali Kupe na stacionaži 0+013
15. čep TRG 2 na nasipu oko sela Trg na desnoj obali Kupe na stacionaži 0+112
16. čep TRG 3 na nasipu oko sela Trg na desnoj obali Kupe na stacionaži 1+121

3.5.1.3 Pozajmišta glinenog materijala za izgradnju tijela nasipa

Za izgradnju tijela nasipa uspornih nasipa uz Kupu i Dobru uzvodno od pregrade Brodarci planira se koristiti glineni materijal iz 4 pozajmišta koja se nalaze u inundaciji rijeke Kupe i na ušću rijeke Dobru u Kupu.

Pozajmište 1 nalazi se na ušću rijeke Dobru u Kupu, širine je oko 300 m i dužine oko 620 m. Pozajmište 2 nalazi se u inundaciji lijeve obale Kupe, širine je oko 70 m i duljine oko 1100 m. Pozajmište 3 također se nalazi u inundaciji lijeve obale Kupe, širine je 110 m i duljine oko 1000 m. Pozajmište 4 nalazi se u inundaciji desne obale Kupe, širine je oko 120 m i duljine oko 750 m. Skidanje materijala predviđeno je u dubini od 1,0 do 2,5 m ovisno o geotehničkim parametrima.

Pozajmišta bi trebala biti udaljena 50-80 m od nožice nasipa i oko 25 m od obale rijeke. Nagib pokosa iskopa će biti 2:1 što približno odgovara nagibu prirodnog stanja obale. Nakon završetka iskopa materijala iz pozajmišta potrebno je vratiti uklonjeni humus te prekriti površinu iskopa slojem debljine od oko 30 cm.

3.6 OBUHVAT ZAHVATA

Projekt „Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca“ je dio građevine „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina“. Obuhvat zahvata prikazan je u knjizi Y2-O89.00.01-G01.0, Idejni projekt za ishodaenje lokacijske dozvole.

3.7 ETAPNOST GRADNJE

Ovaj projekt je dio građevine „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina“ kao 1.faza u 1. etapi prema definiranoj etapnosti.

Sve građevine obuhvaćene su jednom (1) lokacijskom dozvolom dok će se građevinske dozvole ishoditi za svaku građevinu zasebno i to prema redosljedu građenja i etapnosti.

3.8 NAČIN PRIKLJUČENJA PLANIRANOG ZAHVATA NA JAVNO PROMETNU POVRŠINU I KOMUNALNU INFRASTRUKTURU

Kruna projektiranog nasipa i servisni putevi nisu predviđeni za promet vozilima osim u slučaju održavanja građevine (košnja i popravci nasipa) i provođenja mjera obrane od poplave. Neovlašten pristup vozilima je zapriječen postavljenim brkljama na kruni nasipa. Pristup na krunu nasipa i servisne puteve osiguran je priključenjem na postojeće prometnice



Za potrebe prijelaza postojećih javnih kolnih putova preko krune nasipa predviđeno su rampe kojima je omogućen obostran pristup nasipu kako iz retencijskog prostora ili inundacije tako i od vanjskog, branjenog područja.

Projektirani nasipi nemaju potrebu priključenja na komunalnu i drugu infrastrukturu.

3.9 MJERE (NAČIN) SPRJEČAVANJA NEPOVOLJNA UTJECAJA NA OKOLIŠ I PRIRODU

Planirani zahvat je dio namjeravanog zahvata sustav zaštite od poplava karlovačko – sisačkog područja, I. faza – karlovačko područje za koji je izdano rješenje na studiju o utjecaju na okoliš (klasa: UP/I-351-03/18-02/49, urbroj: 517-03-1-2-19-35 od 6. kolovoza 2019. godine).

Rješenjem su definirane mjere zaštite okoliša i ekološke mreže koje su korištene i prilikom projektiranja ovog idejnog projekta. Predmetna je građevina projektirana tako da:

- Ne ugrožava zdravlje ljudi te radni i životni prostor
- Ne oslobađa opasne plinove i pare ili druge štetne tvari po okoliš
- Ne stvara štetna zračenja i ne zagađuje vodu i tlo

Tijekom izvedbe radova za provedbu mjera zaštite okoliša odgovoran je izvoditelj radova čija je obveza da posjeduje slijedeće elaborate:

- “Elaborat zaštite na radu” za konkretne ugovorene glavne i pripremne radove,
- “Elaborat zaštite od požara” za konkretne ugovorene glavne i pripremne radove,
- ostale zakonski obavezne dokumente i elaborate.

Nakon završetka radova potrebno je postupiti prema slijedećem:

- Prostor koji je služio kao skladište materijala, alata i mehanizacije, treba vratiti u prvobitno stanje
- Sve privremene građevine koje su izgrađene, opremu, neutrošeni materijal, otpad i slično treba ukloniti sa čitavog terena na području obuhvata sukladno važećoj zakonskoj regulative o zbrinjavanju otpada
- Sva eventualna oštećenja učinjena na postojećim objektima potrebno je sanirati i objekte dovesti u prvobitno stanje

3.9.1 Mjere zaštite tijekom izgradnje

S obzirom na karakteristike i obuhvat zahvata, tijekom izgradnje potrebno je provoditi sljedeće mjere zaštite okoliša:

1. Potrebno je na odgovarajući način spriječiti pristup neovlaštenih osoba na gradilište te postaviti znakove o izvođenju radova.
2. Kako bi se umanjila degradacija staništa potrebno je kretanje teške mehanizacije ograničiti na uski radni pojas, po postojećim cestama i poljskim putevima, a za vrijeme prijevoza organizirati regulaciju prometa.
3. Prilikom izvođenja zemljanih radova, sloj humusa treba odvojiti i posebno deponirati uz trasu gradilišta te iskoristiti za završno uređenje nasipa.



4. U slučaju povećane emisije prašine potrebno je organizirati polijevanje vodom pristupnih puteva i pranje kotača vozila od blata prije priključka na javnu prometnicu.
5. Osigurati postavljanje kemijskih toaleta, prostora za održavanje radnih strojeva i vozila, prostora za čuvanje i pretakanje onečišćujućih tekućina, te predvidjeti razvrstavanje otpada na gradilištu.
6. Trebalo bi u što manjem obuhvatu uklanjati razvijenu vegetaciju (ukoliko nije planirano produbljivanje kanala).
7. Stradavanje divljači tijekom izgradnje prijaviti ovlaštenom lovoovlašteniku.
8. Dinamiku sječe stabala i šumskih sastojina koje je potrebno posjeći u svrhu izgradnje predloženog zahvata potrebno je uskladiti s dinamikom izgradnje zahvata.
9. Nakon provedenih sječa potrebno je osigurati da se provede šumski red.



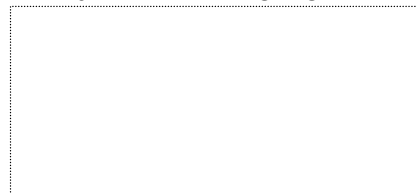
3.9.2 Mjere zaštite tijekom korištenja

1. Sve objekte i građevine sustava za zaštitu od poplava potrebno je redoviti održavati kako bi se osigurali pozitivni utjecaji.
2. Potrebno je održavanje pokosa nasipa na kojima treba travnate površine održavati košnjom, a u vremenu izvan gniježđenja ptica (planirati radove izvan perioda od ožujka do lipnja).

Održavati obalnu vegetaciju u skladu s planom uređenja i namjene prostora. U slučaju pojave invazivnih stranih biljnih vrsta, izraditi plan eradikacije istih sukladno uputama nadležnog tijela.

Projektant:

mr.sc. Danijel Krešić, mag.ing.aedif.





Investitor : HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Građevina : PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA
NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I
RETENCIJI KUPČINA

Lokacija građevine : k.o. Velika Jelsa, Donje Pokupje, Zadobarje, Mahično,
Pokupje, Jaškovo, Trg, Zorkovac, Šišljavić, Blatnica
Pokupska i Luka Pokupska

Vrsta dokumentacije : Idejni projekt

Vrsta projekta : Građevinski

Projekt/Posao : USPORNi NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD
BRODARACA

**Prilog 004 : GRAĐEVINSKO I HIDROTEHNIČKO
RJEŠENJE**

Projektant : Ivan Birovljević, mag.ing.aedif.

Suradnik : Matea Gudelj, mag.ing.aedif.

Kontrolirao : Nenad Heček, dipl.ing.građ.



SADRŽAJ:

4.1	UVOD	3
4.2	HIDRAULIČKI MODEL TEČENJA	4
4.2.1	..... Općenito.....	4
4.2.2	..... Opis modela.....	4
4.2.3	..... Ulazni podaci.....	6
4.2.4	..... Kalibracija	7
4.2.5	..... Verifikacija.....	9
4.2.6	..... Rezultati	12
4.3	HIDROLOŠKI I HIDRAULIČKI PRORAČUN ČEPOVA	33
4.3.1	..... HIDROLOŠKI ANALIZA SLIVA	33
4.3.2	..... HIDRAULIČKI PRORAČUN ČEPOVA.....	37



4.1 UVOD

Izgradnjom pregrade Brodarci stvara se uspor vode kako bi se iskoristio kapacitet kanala Kupa – Kupa u rasterećenju vodnog vala. Uslijed stvaranja uspora uzvodno od pregrade Brodarci dolazi do plavljenja dijela površina uz Kupu i Dobru koje je zato potrebno zaštititi nasipima ili zaštitnim zidovima.

U ovom prilogu prikazan je hidraulički model tečenja vodotoka na području vezanim za građevinu „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina“ te su definirani mjerodavni vodostaji za definiranje nasipa i zaštitnih zidova na dionicama uspornih nasipa uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca. Također je u nastavku dan hidrološko hidraulički proračun planiranih propusta kroz nasipe čija funkcija je odvodnja zaobalnih i procjednih voda u Kupu i Dobru.

Projektom su planirani sljedeći nasipi (prilozi 201 do 204):

- nasip 1 na lijevoj obali rijeke Kupe s krunom na visini od 117,43 do 117,69 m n.m. ukupne duljine 1288 m
- nasip 2 na lijevoj obali rijeke Kupe s krunom na visini od 117,70 do 118,63 m n.m. ukupne duljine 4.677 m
- nasip na desnoj obali rijeke Kupe s krunom na visini od 117,76 do 118,63 m n.m. ukupne duljine 4.597 m
- nasip oko sela Trg na desnoj obali rijeke Kupe s krunom na visini od 119,52 do 120,32 m n.m. duljine 1.853 m
- nasip na lijevoj obali rijeke Dobre s krunom na visini od 117,76 do 117,93 m n.m. ukupne duljine 3.296 m

Kota krune nasipa definirana je kao nadvišenje od 1,2 m iznad 100-godišnje velike vode. Točna kota krune nasipa definirat će se u glavnom projektu.

Izgradnjom nasipa uz rijeke Kupu i Dobru presjeći će se postojeći putevi odvodnje oborinske vode s okolnog terena prema rijekama. Zato je usporedno s nožicom nasipa predviđena izgradnja servisne ceste i kanala za odvođenje procjednih i zaobalnih voda. Ovim kanalima se oborinska voda dovodi do lokacija planiranih propusta kroz nasip koji se najčešće nalaze na lokaciji ušća manjih vodotoka u rijeke. Planiranim objektima omogućiti će se propuštanje vode kroz planirane nasipe tijekom niskih vodostaja. Na krajevima propusta kroz nasipe predviđena je ugradnja automatskih zatvarača koji će se zatvarati u slučaju visokih vodostaja Kupe i Dobre i spriječiti plavljenje branjenog područja. Projektom predviđeno je 16 čepova kroz nasipe s automatskim zatvaračima:

1. čep LNK 1 na nasipu 1 na lijevoj obali Kupe na stacionaži 0+916
2. čep LNK 2 na nasipu 1 na lijevoj obali Kupe na stacionaži 1+236
3. čep LNK 3 na nasipu 2 na lijevoj obali Kupe na stacionaži 0+331
4. čep LNK 4 na nasipu 2 na lijevoj obali Kupe na stacionaži 2+765
5. čep LNK 5 na nasipu 2 na lijevoj obali Kupe na stacionaži 4+438
6. čep DNK 1 na nasipu na desnoj obali Kupe na stacionaži 0+573
7. čep DNK 2 na nasipu na desnoj obali Kupe na stacionaži 0+850
8. čep DNK 3 na nasipu na desnoj obali Kupe na stacionaži 2+458
9. čep DNK 4 na nasipu na desnoj obali Kupe na stacionaži 2+957
10. čep DNK 5 na nasipu na desnoj obali Kupe na stacionaži 4+408
11. čep LND 1 na nasipu na lijevoj obali Dobre na stacionaži 0+369
12. čep LND 2 na nasipu na lijevoj obali Dobre na stacionaži 1+015



13. čep LND 3 na nasipu na lijevoj obali Dobre na stacionaži 2+710
14. čep TRG 1 na nasipu oko sela Trg na desnoj obali Kupe na stacionaži 0+013
15. čep TRG 2 na nasipu oko sela Trg na desnoj obali Kupe na stacionaži 0+112
16. čep TRG 3 na nasipu oko sela Trg na desnoj obali Kupe na stacionaži 1+121

4.2 HIDRAULIČKI MODEL TEČENJA

4.2.1 Općenito

Građevinski objekti u ovom Idejnom projektu imaju ulogu obrane od poplava, dio su sustava obrane od poplava grada Karlovca, te njihovo dimenzioniranje ovisi o kotama vodnih lica i protocima. Zbog toga je napravljen je hidraulički model koji je osnova za dimenzioniranje objekata. Model obuhvaća Kupu na dionici od HE Ozalj do vodomjerne postaje (u daljnjem tekstu VP) Karlovac, Dobru na dionici od VP Donje Stative do ušća Dobre i kanal Kupa-Kupa.

U studijskoj dokumentaciji „Projekt zaštite od poplava na slivu Kupe“, (Postojeće stanje na slivu Kupe, Prikaz prijedloga rješenja, Studija izvodljivosti) Zagreb, 2016. god., u prilogu 2.2 ove knjige navedena je kao podloga 1, provedena je analiza hidroloških podataka i definirani su teoretski hidrografi za različita povratna razdoblja. U hidrauličkom modelu, kao ulazni podaci, korišteni su teoretski hidrografi za povratno razdoblje PP 100 godina i PP 1000 godina. Teoretski hidrografi su definirani kao 100 godišnja, odnosno 1000 godišnja, velika voda na Kupi i korespondentna velika voda na Dobri.

4.2.2 Opis modela

Za izradu modela i provođenje hidrauličkog proračuna korišten je kompjuterski program HEC-RAS. HEC-RAS služi za modeliranje jednodimenzionalnog hidrauličkog tečenja u prirodnim i umjetnim vodotocima. Zbog složenije hidrografske mreže i potrebe za različitim hidrotehničkim objektima bilo je neophodno da kompjuterski program ima sve potrebne opcije. HEC-RAS je odabran jer zadovoljava te uvjete.

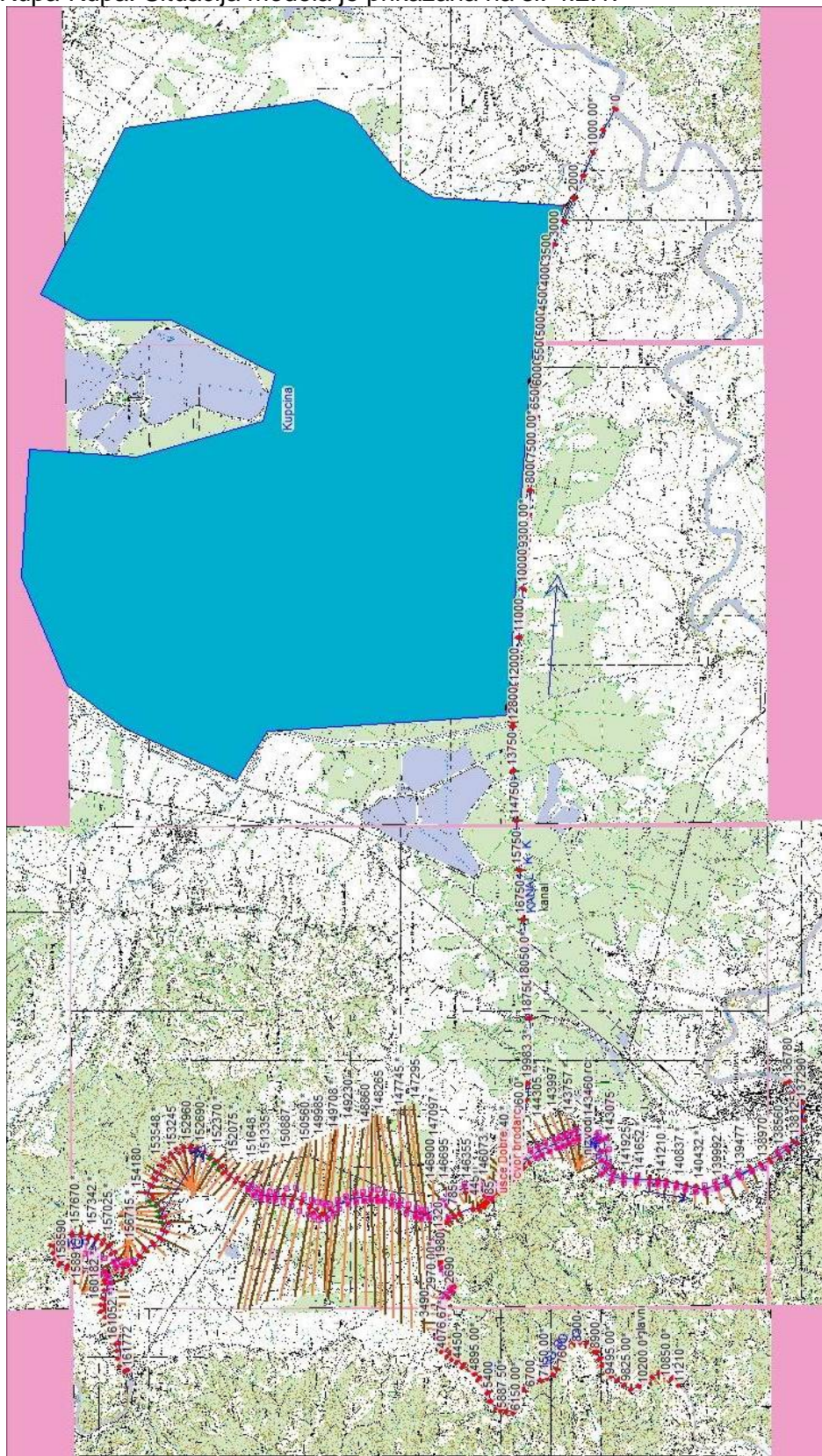
Zbog velikog projektnog područja bilo je jasno da će i hidraulički model morati obuhvaćati cijelo to područje koje čine rijeka Dobra, rijeka Kupa i kanal Kupa-Kupa.

Osnovni ulazni podaci su hidrološki podaci koji su poznati na vodomjernim postajama Donje Stative i Kamanje. Navedene postaje su prvotno bile gornji rubni uvjeti modela. Kod HE Ozalj je u koritu Kupe veliki uzdužni skok, te je odlučeno da će model biti kvalitetniji ako se skрати do HE Ozalj, najviše zbog točnije kalibracije jer za HE Ozalj imamo vodostaje za nekoliko velikovodnih događaja. Što se tiče promjene u superponiranju velikih vodnih valova u Dobri i Kupi, skraćivanjem modela do HE Ozalj smo na strani sigurnosti jer je nestacionarnom analizom, za slučaj da je granica modela HE Ozalj, utvrđeno da je neznatno veći superponirani vodni val koji nastaje spajanjem rijeke Dobre i rijeke Kupe. Rijeka Dobra je unesena u model od stacionaže 0+000 do 12+100 rkm, rijeka Kupa je u modelu od stacionaže 136+780 do 161+772 rkm, dok je kanal Kupa-Kupa cijelom dužinom u modelu od stacionaže 0+000 do 21+700.

Nizvodni rubni uvjeti su VP Karlovac i ušće kanala Kupa-Kupa. Os svih vodotoka je geopozicionirana u HDKS-u, na kanalu Kupa-Kupa je geopozicioniran i svaki poprečni profil. Zbog lakšeg očitavanja rezultata cijeli model je visinski stavljen u HTRS koordinatni sustav.



Za buduće stanje u model su stavljeni usporni nasipi uz Kupu i Dobru, pregrada Brodarci, ustava Šišljavić i retencija Kupčina s pripadajućim preljevima na lijevom nasipu kanala Kupa-Kupa. Situacija modela je prikazana na sl. 4.2.1.



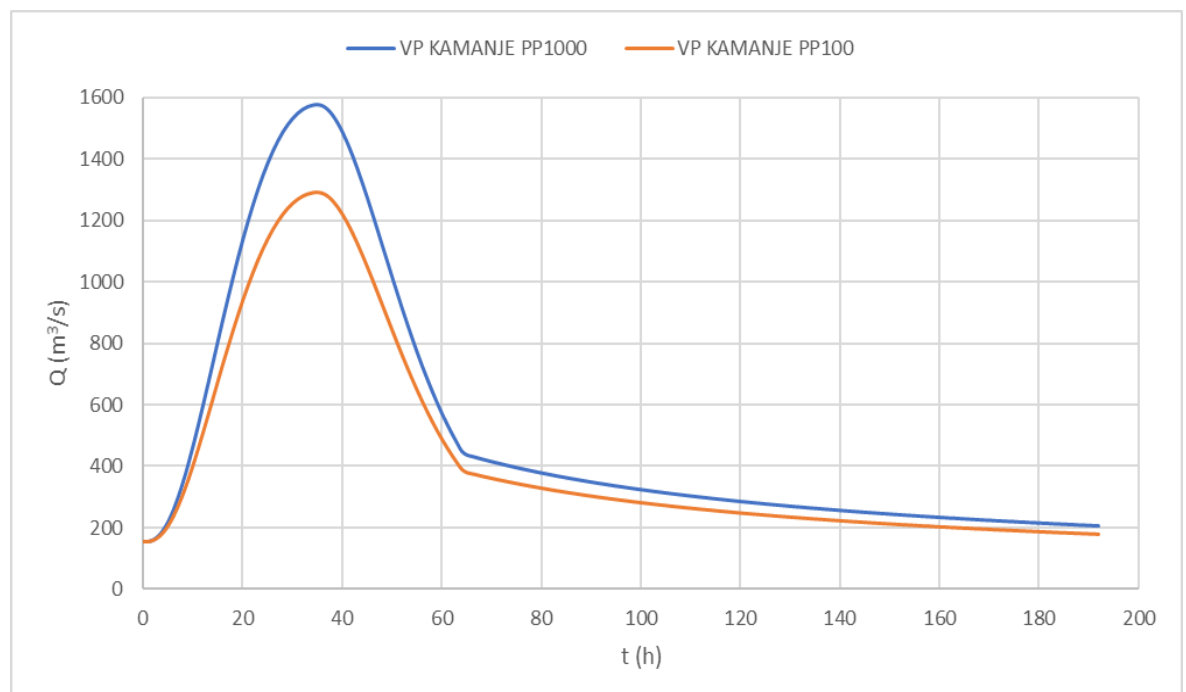
sl. 4.2.1 Prikaz situacije hidrauličkog modela



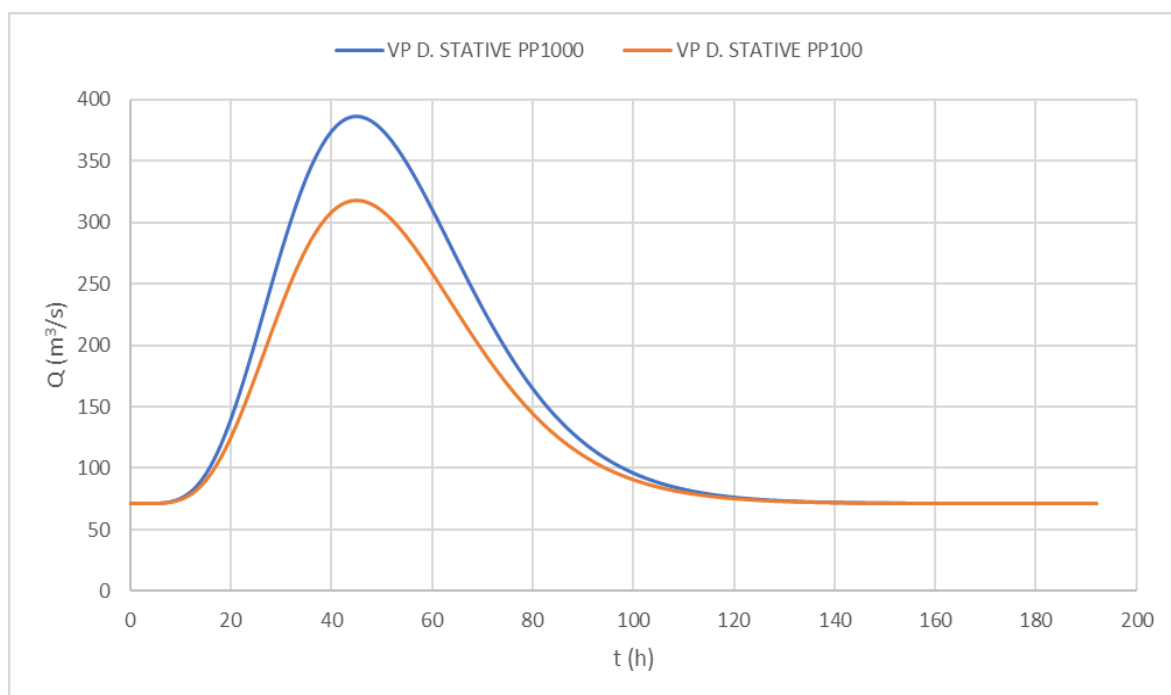
4.2.3 Ulazni podaci

4.2.3.1 Hidrološki podaci

U modelu su korišteni poznati hidrološki podaci koje smo preuzeli iz studije [1] i podaci koje smo dobili iz baze podataka Hrvatskih voda. Hidrološki podaci su vezani za vodomjerne postaje. Na VP Kamanje i VP D. Stative u studiji [1] definirani su teoretski hidrogrami povratnog razdoblja 100 i 1000 godina. Na VP Kamanje isti je korišten kao ulazni podatak u modelu, dok je na VP D. Stative korišten korespondentni hidrogram. Na ostalim postajama su korišteni podaci o vodostajima koji su u hidrauličkom modelu služili ili za donji rubni uvjet ili za kalibraciju. Postaje na kojima raspolažemo s hidrološkim podacima su sljedeće: VP Brodarci, VP D. Stative, VP Mahično, VP Brodarci, VP Karlovac Kupa, VP Donja Kupčina, VP Rečica i VP Jamnička Kiselica.



sl. 4.2.2 teoretski hidrogram na VP Kamanje na Kupa za PP 100 i PP 1000 godina



sl. 4.2.3 teoretski korespondentni hidrogram na VP D. Stative na Dobri za PP 100 i PP 1000 godina

4.2.3.2 Geodetske podloge

Poprečne profile na rijekama Kupi i Dobri dobiveni su od tvrtke VPB, radi se o profilima snimljenima 1959. godine no pretpostavka je da se korita nisu značajno mijenjala jer većinom su građena od stjenovitog materijala. Profili su snimljeni vrlo široko i obuhvaćena su šira inundacijska područja. Navedeni poprečni profili su korišteni pri izradi hidrauličkih modela ovog područja u prijašnjim studijama i projektima kao i u studiji [1].

Geodezija na području kanala Kupa Kupa (od stacionaže kanala 1+500 km do 12+700 km) i ustave Šišljavić je za potrebe ovog Idejnog projekta snimljena dronom u suhom periodu. Uzvodno od Spojnog kanala (12+700 km) nismo raspolagali s podacima o geometriji kanala te je bilo potrebno naknadno snimanje što je geodet i napravio na naš zahtjev. Napravljeno je ručno snimanje poprečnih profila svakih 1000 m kanala. Navedena geodezija, snimljena dronom i ručno snimljena, je korištena u hidrauličkom modelu.

4.2.4 Kalibracija

Kalibracija služi da se hidraulički model kalibrira, odnosno umjeri, tako da model bude prikaz realnog hidrauličkog stanja. Za kalibraciju je korišten stacionarni model tečenja u koji je unesena postojeća geometrija.

Kalibracija se provodi tako da se u stacionarnom stanju puste neki zabilježeni protoci te se na vodomjernim postajama pokušavaju dobiti vodostaji koji odgovaraju stvarno zabilježenima. Vrijednosti koje se mijenjaju su Manningov koeficijent hrapavosti i efektivna protjecajna površina po profilima.

Kalibracija je provedena na hidrauličkom modelu postojećeg stanja za nekoliko velikovodnih događaja koji su se dogodili 2001., 2005., 2013. i 2015. godine. Za



kalibriranje su nam koristile VP Donje Stative, VP Brodarci, VP Donja Kupčina, VP Karlovac Kupa i vodostaji kod HE Ozalj. HEP Ozalj nam je isporučio podatke donje vode kod HE Ozalj za tražene velikovodne događaje. Model je skraćen do HE Ozalj i poznati protoci na VP Kamanje su ubačeni na HE Ozalj.

Na potezu od VP Brodarci do VP Kamanje, duljine 28 km nema ni jedne vodomjerne postaje, imamo samo podatke vodostaja za pojedine velikovodne događaje na HE Ozalj. No i od VP Brodarci do HE Ozalj je potez od 17 km bez mjerenja odnosno vodomjernih postaja. Zbog navedenog hidraulički model na tom relativno dugačkom potezu može imati odstupanja te bi za glavni projekt bilo dobro izvršiti mjerenja vodostaja kod velikovodnih događaja na tom potezu, npr. na željezničkom mostu u Zorkovcu.

4.2.4.1 Događaj 2001. godine

tab. 4.2.1 velikovodni događaj 04.03.2001.

2001 (HDKS)	HE Ozalj	VP D. Stative	VP Brodarci
$Q_{\text{zabilježeno}}$ (m ³ /s)	874	212	-
Q_{model} (m ³ /s)	874	212	898
$H_{\text{zabilježeno}}$ (m n.m.)	117,75	120,40	112,54
H_{model} (m n.m.)	118,19	120,50	112,57
Razlika $H_{\text{zabilježeno}}$ i H_{model} (m)	+0,44	+0,10	+0,03

4.2.4.2 Događaj 2005. godine

tab. 4.2.2 velikovodni događaj 27.11.2005.

2005 (HDKS)	HE Ozalj	VP D. Stative	VP Brodarci
$Q_{\text{zabilježeno}}$ (m ³ /s)	1123	286	-
Q_{model} (m ³ /s)	1123	286	1161
$H_{\text{zabilježeno}}$ (m n.m.)	118,75	120,74	113,04
H_{model} (m n.m.)	119,11	120,81	113,21
Razlika $H_{\text{zabilježeno}}$ i H_{model} (m)	+0,36	+0,07	+0,17



4.2.4.3 Događaj 2013. godine

tab. 4.2.3 velikovodni događaj 11.11.2013.

2013 (HDKS)	HE Ozalj	VP D. Stative	VP Brodarci
$Q_{\text{zabilježeno}}$ (m ³ /s)	828	261	-
Q_{model} (m ³ /s)	828	261	902
$H_{\text{zabilježeno}}$ (m n.m.)	117,70	120,63	112,47
H_{model} (m n.m.)	117,99	120,72	112,56
Razlika $H_{\text{zabilježeno}}$ i H_{model} (m)	+0,29	+0,09	+0,09

4.2.4.4 Događaj 2015. godine

tab. 4.2.4 velikovodni događaj 16.10.2015. godine

2015 (HDKS)	HE Ozalj	VP D. Stative	VP Brodarci
$Q_{\text{zabilježeno}}$ (m ³ /s)	945	220	-
Q_{model} (m ³ /s)	945	220	944
$H_{\text{zabilježeno}}$ (m n.m.)	-	120,43	112,95
H_{model} (m n.m.)	-	120,54	112,70
Razlika $H_{\text{zabilježeno}}$ i H_{model} (m)	-	+0,11	-0,25

4.2.5 Verifikacija

Nakon što je model kalibriran u stacionarnom obliku tečenja, da bi model bio vjerodostojniji, potrebno je provesti i verifikaciju modela u nestacionarnom obliku tečenja. Verifikacija ima ulogu provjere modela na stvarno zabilježenim događajima a rezultati se uspoređuju na grafovima u obliku nivograma.

Verifikacija je provedena na nestacionarnom hidrauličkom modelu tečenja. Donji rubni uvjeti su bili zabilježeni nivogrami na VP Karlovac Kupa i na VP Donja Kupčina koja se nalazi na stacionaži 1+300 km kanala Kupa-Kupa. Gornji rubni uvjet su zabilježeni hidrogrami na vodomjernim postajama Donje Stative na Dobri i Kamanje na Kupi. Korišteni su velikovodni događaji 2014. i 2015. godine koji su se tada pojavili. Na VP Brodarci i VP Donje Stative su uspoređivani zabilježeni nivogrami s onima dobivenim u modelu.

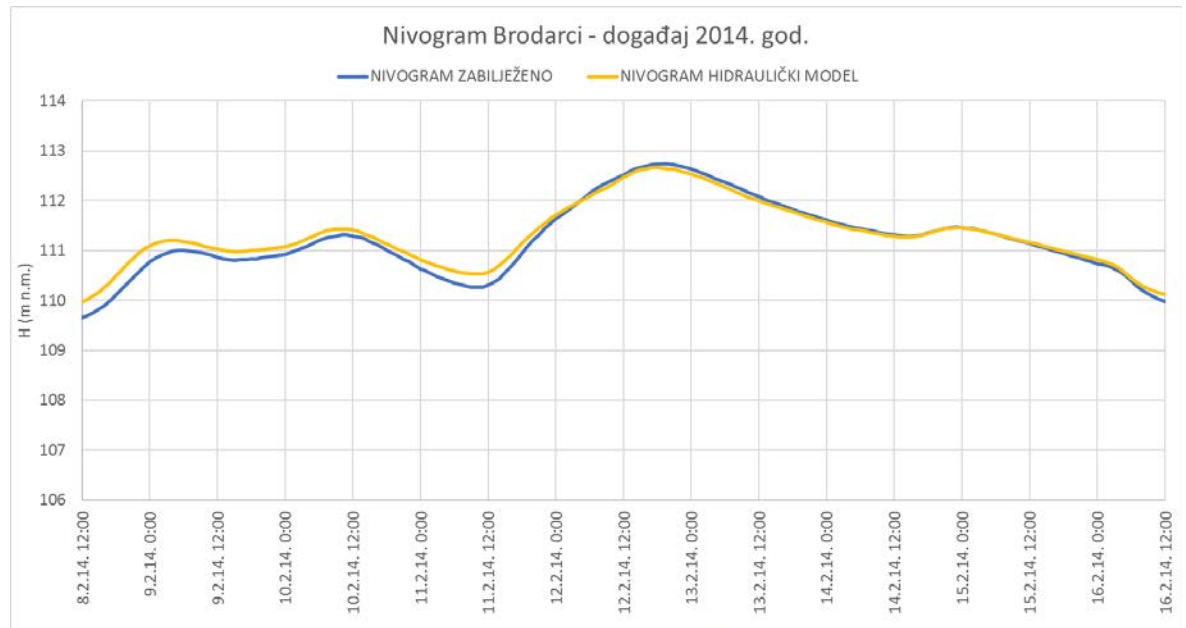
Korišteni poprečni profili su ponegdje široki i 2000 m, zbog toga su se u modelu stavljali graničnici do kojih voda efektivno teče kako bi se simuliralo stvarno stanje.



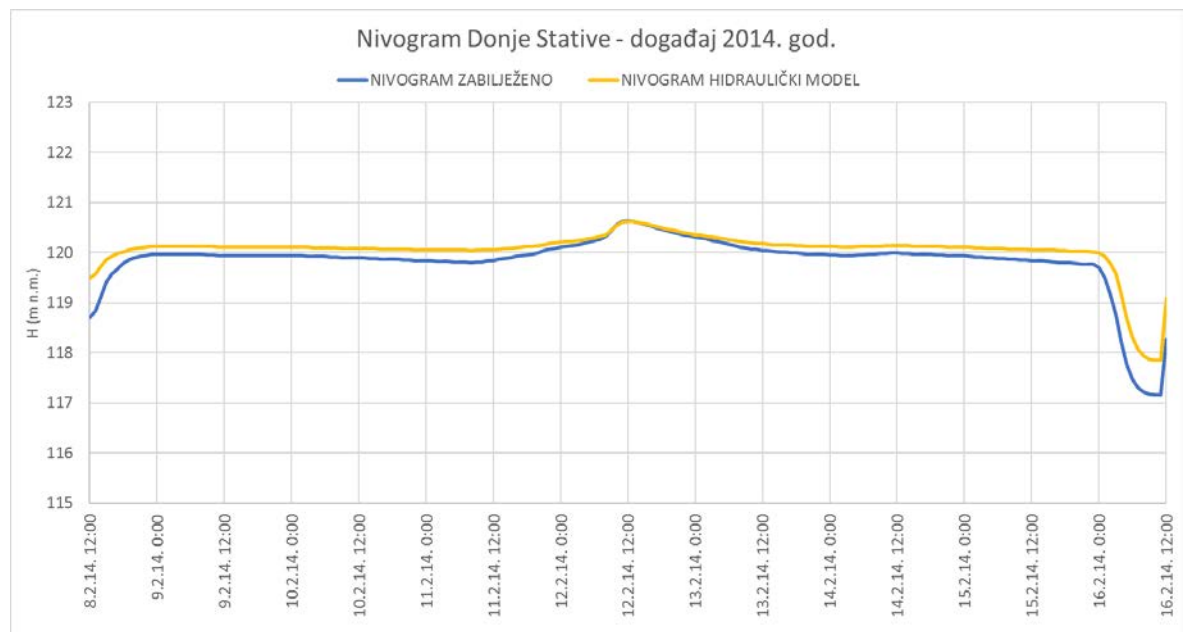
VP Kamanje nije obuhvaćena u verifikaciji jer se na HE Ozalj nalazi veliki uzdužni skok korita Kupe, umjetno napravljen, te uzvodno od HE Ozalj model ne može dobro prikazivati podatke vodostaja.

4.2.5.1 Događaj 2014. godine

U veljači 2014. godine su zabilježene velike poplave na kupskom i savskom slivu. Verifikacija je provedena za razdoblje 08.02.2014.-16.02.2014. te je prikazana na grafovima sl. 4.2.4 i sl. 4.2.5.



sl. 4.2.4 Usporedba nivograma zabilježenog i iz hidrauličkog modela na VP Brodarci



sl. 4.2.5 Usporedba nivograma zabilježenog i iz hidrauličkog modela na VP D. Stative



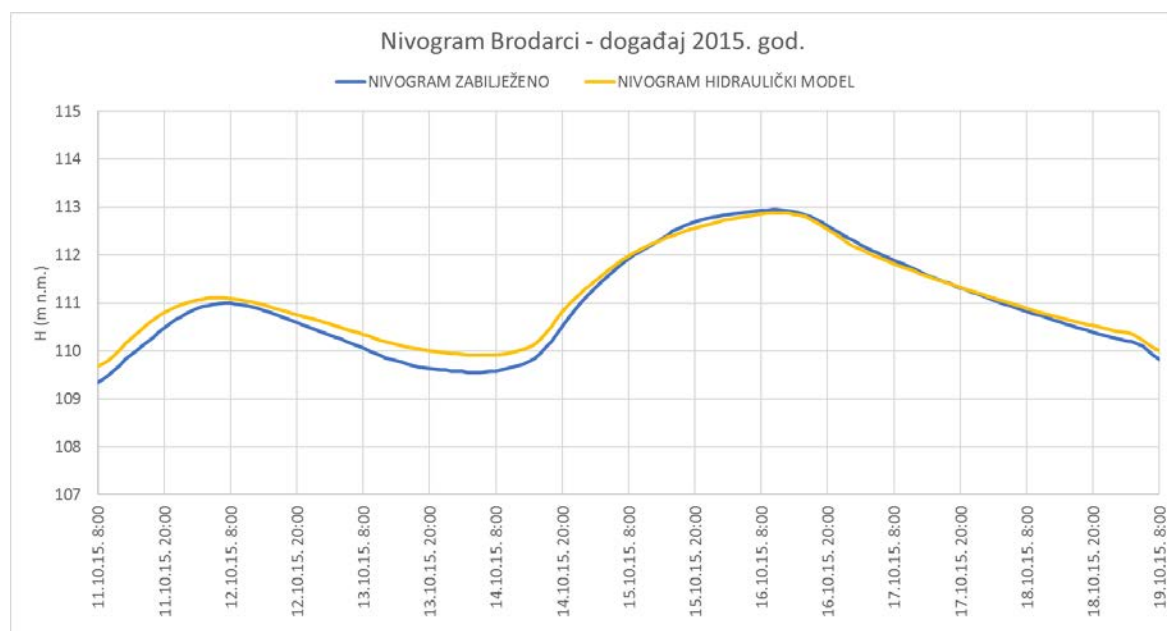
Na VP Brodarci je najveći zabilježeni vodostaj 112,74 m n.m., u modelu je dobiven vodostaj 112,66 m n.m. što je razlika od -0,08 m.

Na VP Donje Stative je najveći zabilježeni vodostaj od 120,64 m n.m., u modelu je dobiven vodostaj 120,63 m n.m. što je razlika od -0,01 m.

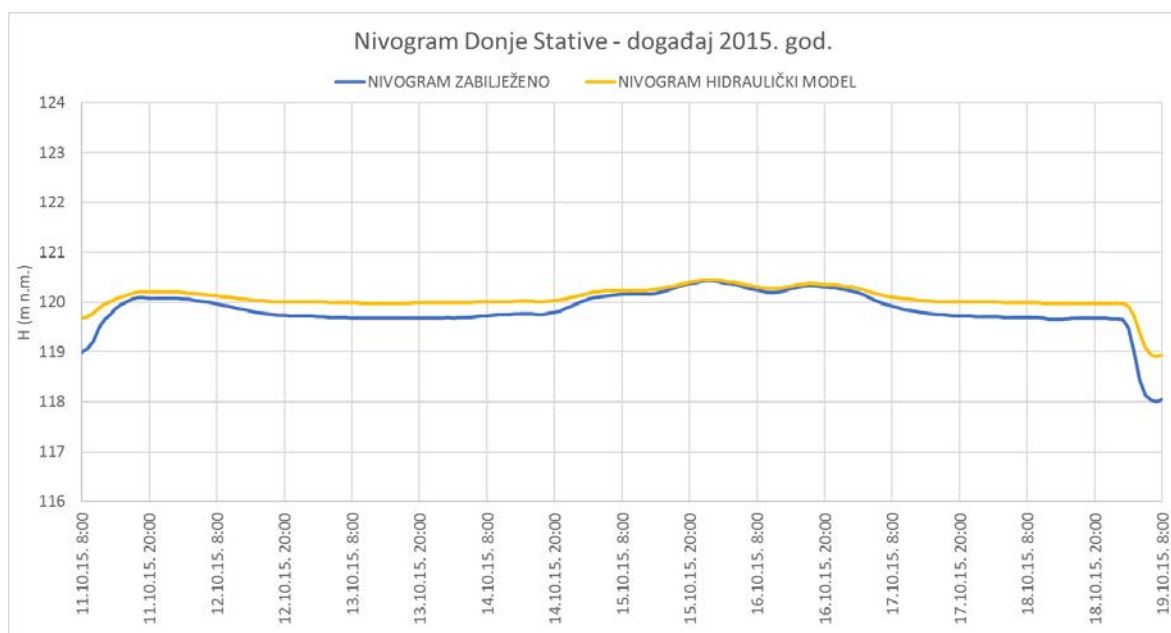
Na VP Mahićno je najveći zabilježeni vodostaj od 112,63 m n.m., u modelu je vodostaj 112,66 m n.m. što je razlika od +0,03 m.

4.2.5.2 Događaj 2015. godine

U listopadu 2015. godine su zabilježene velike poplave na karlovačkom području. Verifikacija je provedena za razdoblje 11.10.2015.-19.10.2015. te je prikazana na grafovima sl. 4.2.6 i sl. 4.2.7.



sl. 4.2.6 Usporedba nivograma zabilježenog i iz hidrauličkog modela na VP Brodarci



sl. 4.2.7 Usporedba nivograma zabilježenog i iz hidrauličkog modela na VP D. Stative

Na VP Brodarci je najveći zabilježeni vodostaj od 112,95 m n.m., u modelu je vodostaj 120,88 m n.m. što je razlika od -0,07 m.

Na VP Donje Stative je najveći zabilježeni vodostaj od 120,43 m n.m., u modelu je vodostaj 120,45 m n.m. što je razlika od +0,02 m.

4.2.6 Rezultati

Hidraulički proračun nestacionarnog tečenja je proveden za postojeće i za buduće stanje i to za 100 g. povratni period i 1000 g. povratni period. Napravljena je i usporedba postojećeg i budućeg stanja izgrađenosti.

Za postojeće stanje gornji rubni uvjeti su bili ulazni teoretski hidrogrami, dok je donji rubni uvjet u Karlovcu bio teoretski vodostaj za PP 100 g. i procjena vodostaja za PP 1000 g.

Za buduće stanje su isti gornji rubni uvjeti, a donji rubni uvjet je uvjetovan projektnim zadatkom i iznosi 110,70 m n.m. za razinu Kupe u Karlovcu. Na pregradi Brodarci imamo i uvjet iz projektnog zadatka da ona za PP 100 g. mora propuštati u Karlovac 650 m³/s dok se ostatak propušta u kanal Kupa-Kupa. Za PP 1000 g. geometrija kanala Kupa-Kupa je ograničavajući faktor, naime kanal u sadašnjem stanju izgrađenosti može propustiti određenu količinu vode. Stoga je nam je uvjet u modelu za PP 1000 g. bio da se u kanalu dopusti razina vode do najviše 0,50 m ispod krune nasipa kanala dok se ostatak vode mora propustiti kroz pregradu Brodarci prema Karlovcu.

Kako se radi o nestacionarnom tečenju, u rezultatima su prikazani samo najveći proračunati vodostaji i protoci.

4.2.6.1 Postojeće PP 100 g.

Rezultati hidrauličkog modela nestacionarnog tečenja za postojeće stanje za povratni period PP 100 g. prikazani su niže u tablicama tab. 4.2.5 - tab. 4.2.9. Prikazani su maksimalni proračunati vodostaji odnosno anvelopa najvećih vodostaja. Raspodjela



protoka se također odnosi na maksimalne proračunate protoke na određenim profilima vodotoka.

U tab. 4.2.5 su prikazana vodna lica po stacionažama rijeke u modelu na Kupi.

tab. 4.2.5 maksimalne kote vodostaja Kupa PP 100 g.

stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)
161772	119.21	157670	118.16	153245	117.05	148860	115.77
161755	119.24	157505	118.14	153102	117.02	148700	115.76
161520	119.41	157342	118.06	152960	117	148540	115.72
161360	119.36	157180	118.04	152825	116.94	148402	115.62
161200	119.26	157025	118.02	152690	116.84	148265	115.55
161052	119.2	156870	118	152530	116.79	148102	115.51
160905	119.14	156715	117.91	152370	116.73	147940	115.46
160742	119.06	156560	117.85	152210	116.69	147745	115.43
160580	119.04	156427	117.86	152075	116.68	147550	115.41
160447	119.01	156295	117.86	151940	116.66	147422	115.36
160315	119	156157	117.8	151805	116.62	147295	115.29
160182	118.95	156020	117.71	151648	116.55	147097	115.15
160050	118.92	155842	117.7	151491	116.47	146900	114.97
159890	118.84	155665	117.66	151335	116.41	146695	114.89
159730	118.78	155467	117.59	151182	116.38	146525	114.84
159612	118.77	155270	117.59	151030	116.37	146355	114.8
159495	118.75	155097	117.54	150887	116.31	146225	114.7
159355	118.74	154925	117.48	150745	116.26	146073	114.55
159215	118.71	154783	117.44	150560	116.21	145921	114.38
159065	118.64	154641	117.37	150375	116.14	145770	114.24
158915	118.57	154500	117.3	150180	116.09	145675	114.03
158752	118.5	154340	117.37	149985	116.05	145560	113.85
158590	118.46	154180	117.39	149846	116.02	145405	113.62
158453	118.42	153995	117.22	149708	116.01	145290	113.52
158316	118.37	153847	117.19	149570	115.97	145140	113.37
158180	118.32	153700	117.16	149400	115.95	144990	113.25
158007	118.26	153548	117.13	149230	115.9		
157835	118.2	153396	117.09	149045	115.83		

U tab. 4.2.6 su prikazana vodna lica po stacionažama rijeke u modelu na Dobri.



tab. 4.2.6 maksimalne kote vodostaja Dobra PP 100 g.

stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)
11210	120.65	8150	118.66	5040	116.25	2220	114.7
11000	120.75	8000	118.59	4895	116.1	2100	114.72
10850	120.69	7870	118.58	4750	115.96	1980	114.68
10700	120.65	7740	118.56	4600	115.84	1860	114.64
10550	120.55	7600	118.3	4450	115.67	1740	114.55
10400	120.38	7450	118.13	4332.5	115.65	1620	114.56
10200	120.21	7300	118.07	4215	115.64	1500	114.54
10000	120.1	7150	117.92	4076.67	115.61	1320	114.48
9825	119.93	7000	117.84	3938.33	115.59	1190	114.44
9650	119.57	6850	117.71	3800	115.58	1020	114.44
9495	119.46	6700	117.59	3645	115.55	905	114.43
9340	119.41	6500	117.42	3490	115.47	785	114.43
9195	119.33	6300	117.39	3295	115.46	645	114.42
9050	119.26	6150	117.2	3100	115.43	445	114.4
8900	119.2	6000	116.76	2970	115.35	325	114.39
8850	119.19	5887.5	116.66	2840	115.23	200	114.39
8725	119.09	5775	116.62	2690	114.99	125	114.39
8600	118.96	5587.5	116.51	2575	114.84	85	114.36
8450	118.85	5400	116.4	2460	114.67	0	114.39
8300	118.74	5220	116.29	2340	114.71		

U tab. 4.2.7 su prikazani vodostaji na Kupi na bitnim lokacijama koje su vezane za objekte u ovom Idejnem projektu.

tab. 4.2.7 maksimalni vodostaji na lokacijama na Kupi PP 100 g.

stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	lokacija
144990	113.25	Brana Brodarci
145290	113.52	Ulaz u kanal Kupa Kupa
146900	114.97	Početak desnog nasipa uz Kupu
151030	116.37	Kraj desnog nasipa uz Kupu
156560	117.85	Početak nasipa kod mjesta Trg
160050	118.92	Kraj nasipa kod mjesta Trg

U tab. 4.2.8 su prikazani vodostaji na Dobri na bitnim lokacijama koje su vezane za objekte u ovom Idejnem projektu.

tab. 4.2.8 maksimalni vodostaji na lokacijama na Dobri PP 100 g.

stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	lokacija
0	114.39	Početak nasipa uz Dobru
3800	115.58	Kraj nasipa uz Dobru



Raspodjela protoka

U tab. 4.2.9 je prikazana raspodjela protoka po dijelovima hidrografske mreže.

tab. 4.2.9 raspodjela maksimalnih protoka PP 100 g.

lokacija	(m ³ /s)
VP Kamanje	1290
VP Donje Stative	318
Kupa nakon ušća Dobre	1560
Kupa nakon brane Brodarci	1290
Kanal Kupa Kupa	270

4.2.6.2 Postojeće PP 1000 g.

Rezultati hidrauličkog modela nestacionarnog tečenja za postojeće stanje za povratni period PP 1000 g. prikazani su niže u tablicama tab. 4.2.10 - tab. 4.2.14. Prikazani su maksimalni proračunati vodostaji odnosno anvelopa najvećih vodostaja. Raspodjela protoka se također odnosi na maksimalne proračunate protoke na određenim profilima vodotoka.

U tab. 4.2.10 su prikazana vodna lica po stacionažama rijeke u modelu na Kupi.

tab. 4.2.10 maksimalne kote vodostaja Kupa PP 1000 g.

stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)
161772	119.78	157670	118.8	153245	117.55	148860	116.18
161755	119.86	157505	118.76	153102	117.52	148700	116.19
161520	120.08	157342	118.69	152960	117.5	148540	116.16
161360	120.03	157180	118.67	152825	117.44	148402	116.04
161200	119.93	157025	118.65	152690	117.3	148265	115.97
161052	119.85	156870	118.63	152530	117.24	148102	115.93
160905	119.78	156715	118.51	152370	117.17	147940	115.87
160742	119.7	156560	118.45	152210	117.11	147745	115.85
160580	119.68	156427	118.48	152075	117.11	147550	115.83
160447	119.65	156295	118.46	151940	117.1	147422	115.78
160315	119.64	156157	118.39	151805	117.06	147295	115.74
160182	119.59	156020	118.27	151648	116.97	147097	115.58
160050	119.55	155842	118.29	151491	116.87	146900	115.36
159890	119.49	155665	118.24	151335	116.79	146695	115.29
159730	119.44	155467	118.19	151182	116.76	146525	115.24
159612	119.43	155270	118.17	151030	116.74	146355	115.19
159495	119.42	155097	118.14	150887	116.69	146225	115.1
159355	119.4	154925	118.04	150745	116.65	146073	114.95
159215	119.37	154783	117.99	150560	116.63	145921	114.8
159065	119.3	154641	117.91	150375	116.55	145770	114.68
158915	119.22	154500	117.81	150180	116.51	145675	114.5



stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)
158752	119.12	154340	117.9	149985	116.47	145560	114.35
158590	119.07	154180	117.93	149846	116.45	145405	114.22
158453	119.03	153995	117.74	149708	116.44	145290	114.16
158316	118.99	153847	117.7	149570	116.37	145140	114.02
158180	118.95	153700	117.66	149400	116.38	144990	113.87
158007	118.89	153548	117.63	149230	116.34		
157835	118.84	153396	117.59	149045	116.25		

U tab. 4.2.11 su prikazana vodna lica po stacionažama rijeke u modelu na Dobri.

tab. 4.2.11 maksimalne kote vodostaja Dobra PP 1000 g.

stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)
11210	120.84	8150	118.97	5040	116.48	2220	115.1
11000	121.02	8000	118.9	4895	116.34	2100	115.12
10850	120.96	7870	118.89	4750	116.2	1980	115.07
10700	120.92	7740	118.88	4600	116.07	1860	115.04
10550	120.81	7600	118.61	4450	115.9	1740	114.97
10400	120.65	7450	118.45	4332.5	115.9	1620	114.97
10200	120.46	7300	118.38	4215	115.9	1500	114.95
10000	120.35	7150	118.23	4076.67	115.87	1320	114.92
9825	120.19	7000	118.13	3938.33	115.85	1190	114.87
9650	119.82	6850	118	3800	115.84	1020	114.87
9495	119.76	6700	117.87	3645	115.82	905	114.86
9340	119.72	6500	117.67	3490	115.75	785	114.86
9195	119.64	6300	117.68	3295	115.73	645	114.86
9050	119.57	6150	117.49	3100	115.71	445	114.84
8900	119.5	6000	116.99	2970	115.65	325	114.82
8850	119.5	5887.5	116.92	2840	115.55	200	114.82
8725	119.4	5775	116.88	2690	115.33	125	114.82
8600	119.27	5587.5	116.77	2575	115.21	85	114.79
8450	119.15	5400	116.64	2460	115.08	0	114.82
8300	119.04	5220	116.52	2340	115.11		



U tab. 4.2.12 su prikazani vodostaji na Kupi na bitnim lokacijama koje su vezane za objekte u ovom Idejnom projektu.

tab. 4.2.12 maksimalni vodostaji na lokacijama na Kupi PP 1000 g.

stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	lokacija
144990	113.87	Brana Brodarci
145290	114.16	Ulaz u kanal Kupa Kupa
146900	115.36	Početak desnog nasipa uz Kupu
151030	116.74	Kraj desnog nasipa uz Kupu
156560	118.45	Početak nasipa kod mjesta Trg
160050	119.55	Kraj nasipa kod mjesta Trg

U tab. 4.2.13 su prikazani vodostaji na Dobri na bitnim lokacijama koje su vezane za objekte u ovom Idejnom projektu.

tab. 4.2.13 maksimalni vodostaji na lokacijama na Dobri postojeće stanje PP 1000 g.

stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	lokacija
0	114.82	Početak nasipa uz Dobru
3800	114.87	Kraj nasipa uz Dobru

Raspodjela protoka

U tab. 4.2.14 je prikazana raspodjela protoka po dijelovima hidrografske mreže.

tab. 4.2.14 raspodjela maksimalnih protoka PP 1000 g.

lokacija	(m ³ /s)
VP Kamanje	1570
VP Donje Stative	386
Kupa nakon ušća Dobre	1900
Kupa nakon brane Brodarci	1550
Kanal Kupa Kupa	345



4.2.6.3 BUDUĆE PP 100 g.

Rezultati hidrauličkog modela nestacionarnog tečenja za buduće stanje za povratni period PP 100 g. prikazani su niže u tablicama tab. 4.2.15 - tab. 4.2.19. Prikazani su maksimalni proračunati vodostaji odnosno anvelopa najvećih vodostaja. Raspodjela protoka se također odnosi na maksimalne proračunate protoke na određenim profilima vodotoka.

U tab. 4.2.15 su prikazana vodna lica po stacionažama rijeke u modelu na Kupi.

tab. 4.2.15 maksimalne kote vodostaja Kupa PP 100 g.

stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)
161772	119.38	157670	118.54	153245	117.76	148860	117.03
161755	119.42	157505	118.52	153102	117.75	148700	117
161520	119.58	157342	118.47	152960	117.74	148540	116.98
161360	119.54	157180	118.45	152825	117.72	148402	116.95
161200	119.45	157025	118.44	152690	117.62	148265	116.89
161052	119.4	156870	118.42	152530	117.6	148102	116.86
160905	119.34	156715	118.38	152370	117.56	147940	116.83
160742	119.27	156560	118.32	152210	117.53	147745	116.81
160580	119.25	156427	118.32	152075	117.53	147550	116.8
160447	119.23	156295	118.32	151940	117.54	147422	116.77
160315	119.22	156157	118.27	151805	117.52	147295	116.72
160182	119.18	156020	118.2	151648	117.48	147097	116.66
160050	119.15	155842	118.2	151491	117.44	146900	116.59
159890	119.08	155665	118.17	151335	117.37	146695	116.54
159730	119.04	155467	118.14	151182	117.37	146525	116.59
159612	119.03	155270	118.13	151030	117.36	146355	116.58
159495	119.02	155097	118.11	150887	117.33	146225	116.57
159355	119.01	154925	118.05	150745	117.3	146073	116.54
159215	118.98	154783	118.02	150560	117.28	145921	116.51
159065	118.92	154641	117.96	150375	117.25	145770	116.48
158915	118.86	154500	117.91	150180	117.21	145675	116.41
158752	118.8	154340	117.96	149985	117.18	145560	116.36
158590	118.76	154180	117.98	149846	117.16	145405	116.34
158453	118.73	153995	117.86	149708	117.16	145290	116.18
158316	118.7	153847	117.84	149570	117.16	145140	116.17
158180	118.66	153700	117.82	149400	117.12	144990	116.17
158007	118.61	153548	117.81	149230	117.08		
157835	118.57	153396	117.79	149045	117.05		



U tab. 4.2.16 su prikazana kote vodnih lica po stacionažama rijeke u modelu na Dobri.

tab. 4.2.16 maksimalne kote vodostaja Dobra PP 100 g.

stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)
11210	120.65	8150	118.67	5040	116.87	2220	116.57
11000	120.75	8000	118.6	4895	116.83	2100	116.57
10850	120.69	7870	118.59	4750	116.79	1980	116.57
10700	120.65	7740	118.58	4600	116.75	1860	116.57
10550	120.55	7600	118.32	4450	116.72	1740	116.56
10400	120.38	7450	118.17	4332.5	116.73	1620	116.55
10200	120.21	7300	118.1	4215	116.74	1500	116.53
10000	120.1	7150	117.97	4076.67	116.73	1320	116.55
9825	119.94	7000	117.88	3938.33	116.73	1190	116.54
9650	119.57	6850	117.77	3800	116.73	1020	116.54
9495	119.47	6700	117.66	3645	116.72	905	116.53
9340	119.41	6500	117.51	3490	116.67	785	116.54
9195	119.33	6300	117.5	3295	116.68	645	116.54
9050	119.27	6150	117.34	3100	116.68	445	116.53
8900	119.21	6000	117.07	2970	116.64	325	116.53
8850	119.2	5887.5	117.05	2840	116.63	200	116.53
8725	119.1	5775	117.04	2690	116.58	125	116.53
8600	118.97	5587.5	116.98	2575	116.57	85	116.52
8450	118.86	5400	116.92	2460	116.57	0	116.53
8300	118.75	5220	116.88	2340	116.56		

U tab. 4.2.17 su prikazani vodostaji na Kupi na bitnim lokacijama koje su vezane za objekte u ovom Idejnem projektu.

tab. 4.2.17 maksimalni vodostaji na lokacijama na Kupi PP 100 g.

stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	lokacija
144990	116.17	Brana Brodarci
145290	116.18	Ulaz u kanal Kupa Kupa
146900	116.59	Početak desnog nasipa uz Kupu
151030	117.36	Kraj desnog nasipa uz Kupu
156560	118.32	Početak nasipa kod mjesta Trg
160050	119.15	Kraj nasipa kod mjesta Trg



U tab. 4.2.18 su prikazani vodostaji na Dobri na bitnim lokacijama koje su vezane za objekte u ovom Idejnem projektu.

tab. 4.2.18 maksimalni vodostaji na lokacijama na Dobri PP 100 g.

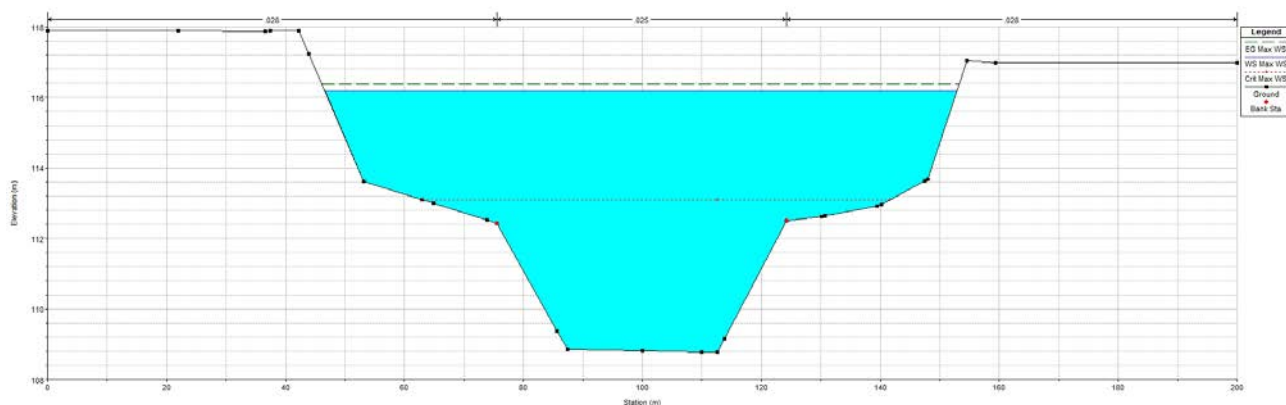
stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	lokacija
0	116.53	Početak nasipa uz Dobru
3800	116.73	Kraj nasipa uz Dobru

Raspodjela protoka

U tab. 4.2.19 je prikazana raspodjela protoka po dijelovima hidrografske mreže.

tab. 4.2.19 raspodjela maksimalnih protoka PP 100 g.

lokacija	(m ³ /s)
VP Kamanje	1290
VP Donje Stative	318
Kupa nakon ušća Dobre	1535
Kupa nakon brane Brodarci	650
kanal Kupa Kupa	885



sl. 4.2.8 Poprečni presjek u kanalu Kupa-Kupa na stacionaži 21+700 s pripadajućim maksimalnim vodostajem za PP 100 g. buduće stanje



4.2.6.4 BUDUĆE PP 1000 g.

Rezultati hidrauličkog modela nestacionarnog tečenja za buduće stanje za povratni period PP 1000 g. prikazani su niže u tablicama tab. 4.2.20 - tab. 4.2.24. Prikazani su maksimalni proračunati vodostaji odnosno anvelopa najvećih vodostaja. Raspodjela protoka se također odnosi na maksimalne proračunate protoke na određenim profilima vodotoka.

U tab. 4.2.20 su prikazana vodna lica po stacionažama rijeke u modelu na Kupi.

tab. 4.2.20 maksimalne kote vodostaja Kupa PP 1000 g.

stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)
161772	119.95	157670	119.15	153245	118.33	148860	117.5
161755	120.01	157505	119.12	153102	118.31	148700	117.47
161520	120.22	157342	119.07	152960	118.3	148540	117.44
161360	120.18	157180	119.05	152825	118.28	148402	117.41
161200	120.08	157025	119.04	152690	118.15	148265	117.34
161052	120.02	156870	119.02	152530	118.13	148102	117.3
160905	119.95	156715	118.98	152370	118.09	147940	117.26
160742	119.88	156560	118.91	152210	118.06	147745	117.25
160580	119.86	156427	118.92	152075	118.06	147550	117.22
160447	119.84	156295	118.9	151940	118.07	147422	117.2
160315	119.83	156157	118.85	151805	118.05	147295	117.14
160182	119.78	156020	118.75	151648	118.02	147097	117.07
160050	119.76	155842	118.78	151491	117.98	146900	116.97
159890	119.7	155665	118.75	151335	117.88	146695	116.91
159730	119.66	155467	118.72	151182	117.87	146525	116.98
159612	119.65	155270	118.71	151030	117.87	146355	116.97
159495	119.65	155097	118.69	150887	117.83	146225	116.96
159355	119.63	154925	118.61	150745	117.8	146073	116.92
159215	119.61	154783	118.57	150560	117.78	145921	116.89
159065	119.55	154641	118.51	150375	117.76	145770	116.85
158915	119.48	154500	118.44	150180	117.72	145675	116.77
158752	119.39	154340	118.5	149985	117.68	145560	116.7
158590	119.34	154180	118.53	149846	117.66	145405	116.68
158453	119.32	153995	118.42	149708	117.66	145290	116.53
158316	119.29	153847	118.4	149570	117.66	145140	116.52
158180	119.26	153700	118.39	149400	117.6	144990	116.5
158007	119.21	153548	118.37	149230	117.56		
157835	119.17	153396	118.35	149045	117.53		



U tab. 4.2.21 su prikazana vodna lica po stacionažama rijeke u modelu na Dobri.

tab. 4.2.21 maksimalne kote vodostaja Dobra PP 1000 g.

stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)	stac. rkm	vodno lice (m n.m.)
11210	120.84	8150	118.99	5040	117.25	2220	116.96
11000	121.02	8000	118.92	4895	117.21	2100	116.97
10850	120.96	7870	118.91	4750	117.18	1980	116.96
10700	120.92	7740	118.9	4600	117.14	1860	116.96
10550	120.81	7600	118.64	4450	117.11	1740	116.95
10400	120.65	7450	118.49	4332.5	117.13	1620	116.94
10200	120.46	7300	118.43	4215	117.14	1500	116.92
10000	120.35	7150	118.28	4076.67	117.13	1320	116.93
9825	120.19	7000	118.19	3938.33	117.13	1190	116.93
9650	119.83	6850	118.07	3800	117.13	1020	116.92
9495	119.76	6700	117.96	3645	117.11	905	116.92
9340	119.73	6500	117.78	3490	117.06	785	116.93
9195	119.65	6300	117.81	3295	117.07	645	116.92
9050	119.57	6150	117.66	3100	117.07	445	116.92
8900	119.51	6000	117.44	2970	117.04	325	116.91
8850	119.51	5887.5	117.42	2840	117.02	200	116.91
8725	119.41	5775	117.42	2690	116.97	125	116.91
8600	119.28	5587.5	117.36	2575	116.96	85	116.9
8450	119.17	5400	117.3	2460	116.95	0	116.91
8300	119.06	5220	117.27	2340	116.95		

U tab. 4.2.22 su prikazani vodostaji na Kupi na bitnim lokacijama koje su vezane za objekte u ovom Idejnom projektu.

tab. 4.2.22 maksimalni vodostaji na lokacijama na Kupi PP 1000 g.

stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	lokacija
144990	116.5	Brana Brodarci
145290	116.53	Ulaz u kanal Kupa Kupa
146900	116.97	Početak desnog nasipa uz Kupu
151030	117.87	Kraj desnog nasipa uz Kupu
156560	118.91	Početak nasipa kod mjesta Trg
160050	119.76	Kraj nasipa kod mjesta Trg



U tab. 4.2.23 su izvučeni vodostaji na Dobri na bitnim lokacijama koje su vezane za objekte u ovom Idejnem projektu.

tab. 4.2.23 maksimalni vodostaji na lokacijama na Dobri PP 1000 g.

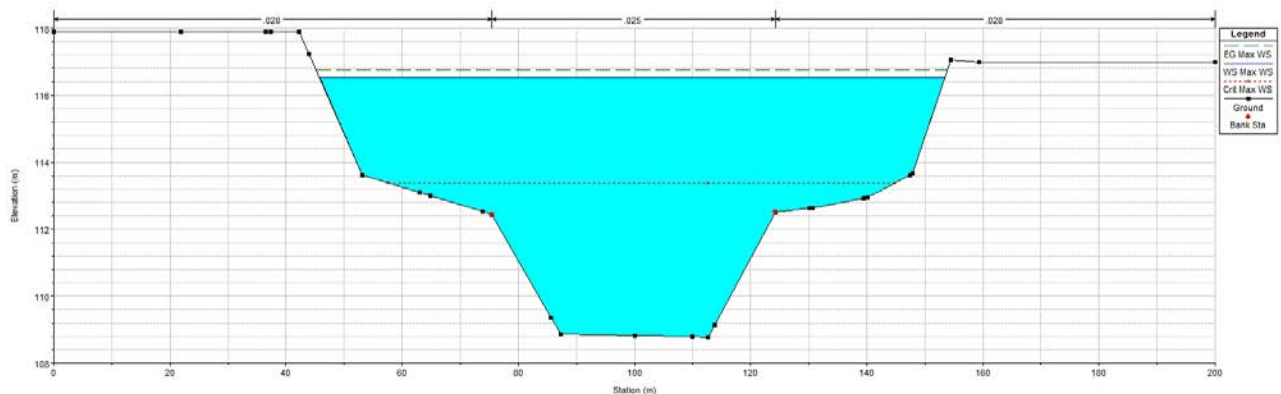
stac.rkm	vodno lice (m n.m.)	lokacija
0	116.91	Početak nasipa uz Dobru
3800	117.13	Kraj nasipa uz Dobru

Raspodjela protoka

U tab. 4.2.24 je prikazana raspodjela protoka po dijelovima hidrografske mreže.

tab. 4.2.24 raspodjela maksimalnih protoka PP 1000 g.

lokacija	(m ³ /s)
VP Kamanje	1560
VP Donje Stative	386
Kupa nakon ušća Dobre	1860
Kupa nakon brane Brodarci	880
Kanal Kupa Kupa	980



sl. 4.2.9 Poprečni presjek u kanalu Kupa-Kupa na stacionaži 21+700 s pripadajućim maksimalnim vodostajem za PP 1000 g. buduće stanje

4.2.6.5 Usporedba rezultata za PP 100 g.

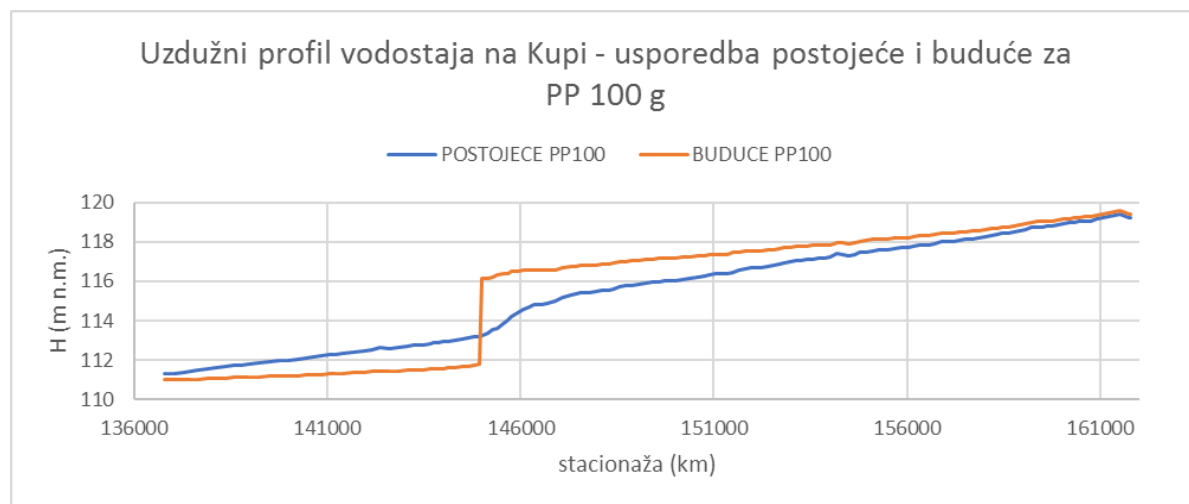
Ustava Brodarci negativno utječe na vodostaje uzvodno, te će na tom području doći do povećanja vodostaja na Kupi i Dobri u budućem stanju izgrađenosti. Nizvodno od ustave Brodarci, i u Karlovcu, će doći do sniženja vodostaja, što je i svrha objekata koji su dio ovog Idejnog projekta.

Na Kupi u profilu ustave Brodarci 144+990 rkm, u budućem stanju za 100 g. veliku vodu će doći do povećanja vodostaja za 2,92 m. Kod mosta u Zorkovcu na stacionaži Kupe

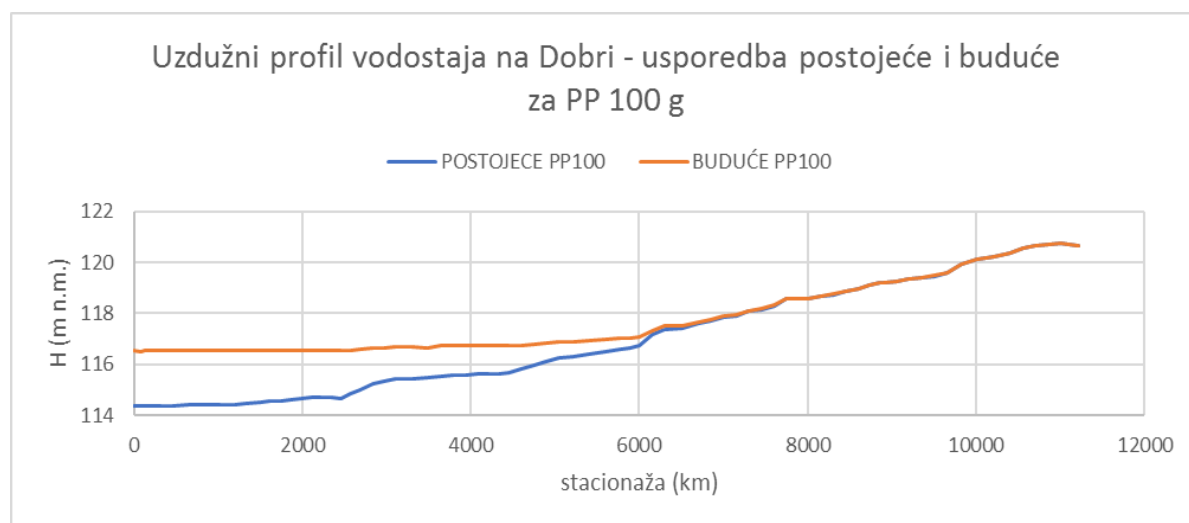


151+491 rkm budućem stanju će doći do povećanja vodostaja 0,97 m dok će na najuzvodnijem dijelu budućih nasipa kod mjesta Trg doći do povećanja vodostaja od 0,23 m.

Na rijeci Dobri je kod ušća predviđeno povećanje vodostaja u budućem stanju od 2,14 m dok će na stacionaži Dobre 7+000 rkm nestati razlika postojećeg i budućeg stanja. Uzvodno od te stacionaže neće biti promjena.



sl. 4.2.10 Uzdužni profil vodnih lica na Kupi uzvodno od ustave Brodarci za PP 100 g.



sl. 4.2.11 Uzdužni profil vodnih lica na Dobri od ušća do VP D. Stative za PP 100 g.

Usporedba protoka

U tab. 4.2.25 je prikazana usporedba protoka za postojeće i buduće stanje po dijelovima hidrografske mreže.



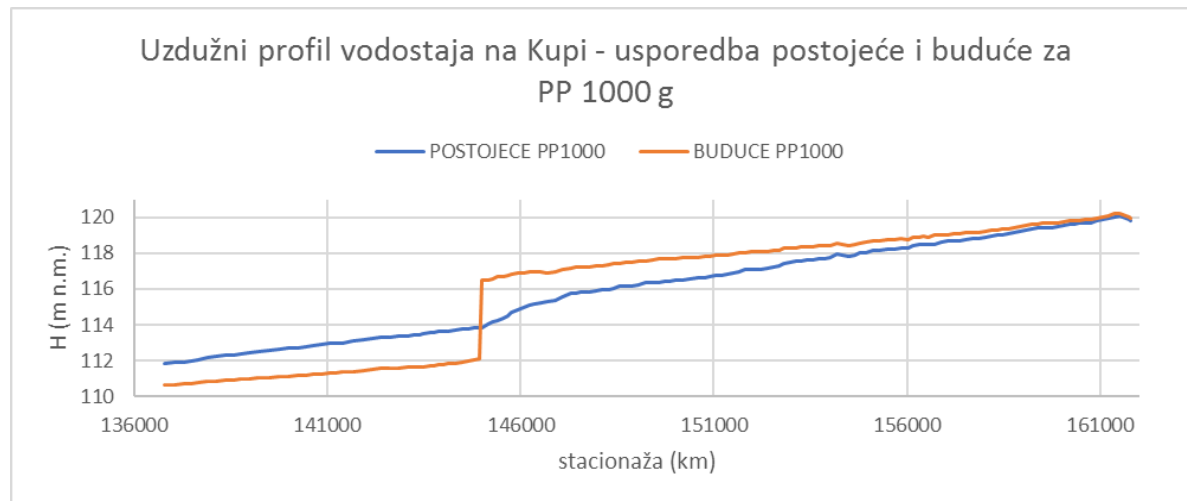
tab. 4.2.25 usporedba maksimalnih protoka PP 100 g.

lokacija	POSTOJEĆE (m ³ /s)	BUDUĆE (m ³ /s)	RAZLIKA (m ³ /s)
VP Kamanje	1290	1290	+0,00
VP Donje Stative	318	318	+0,00
Kupa nakon ušća Dobre	1560	1535	-25
Kupa nakon brane Brodarci	1290	650	-640
Kanal Kupa Kupa	270	885	+615

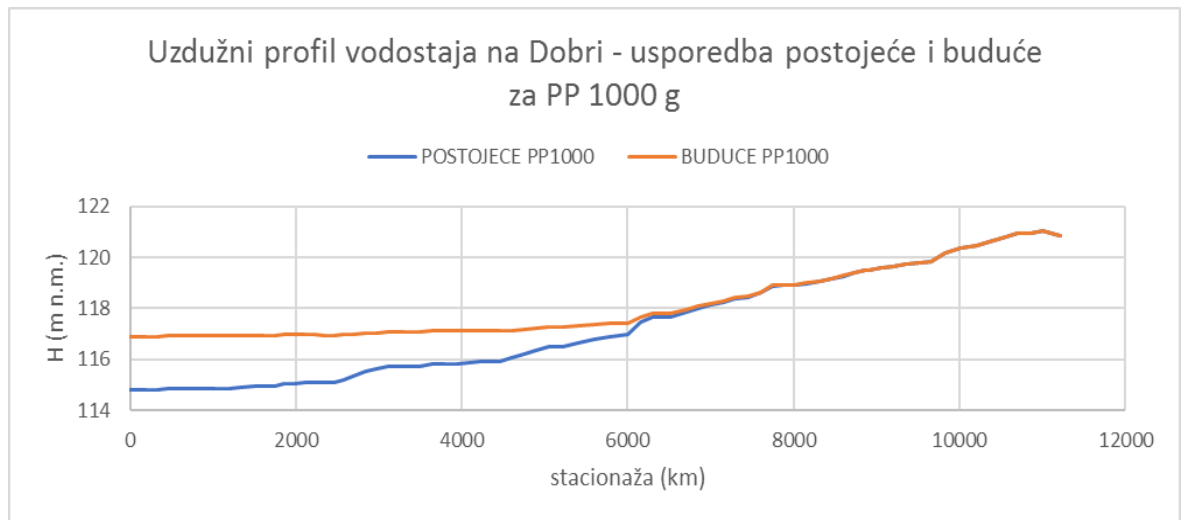
4.2.6.6 Usporedba rezultata za PP 1000 g.

Na Kupi u profilu ustave Brodarci 144+990 rkm, u budućem stanju za 1000 g. veliku vodu će doći do povećanja vodostaja za 2,63 m. Kod mosta u Zorkovcu na stacionaži Kupe 151+491 rkm budućem stanju će doći do povećanja vodostaja 1,11 m dok će na najuzvodnijem dijelu budućih nasipa kod mjesta Trg doći do povećanja vodostaja od 0,21 m.

Na rijeci Dobri je kod ušća predviđeno povećanje vodostaja u budućem stanju od 2,09 m dok će na stacionaži Dobre oko 8+000 rkm nestati razlika postojećeg i budućeg stanja. Uzvodno od te stacionaže neće biti promjena.



sl. 4.2.12 Uzdužni profil vodnih lica na Kupi uzvodno od ustave Brodarci za PP 1000 g.



sl. 4.2.13 Uzdužni profil vodnih lica na Dobri od ušća do VP D. Stative za PP 1000 g.

Usporedba protoka

U tab. 4.2.26 je prikazana usporedba protoka za postojeće i buduće stanje po dijelovima hidrografske mreže.

tab. 4.2.26 usporedba maksimalnih protoka PP 1000 g.

lokacija	POSTOJEĆE (m ³ /s)	BUDUĆE (m ³ /s)	RAZLIKA (m ³ /s)
VP Kamanje	1575	1575	+0,00
VP Donje Stative	386	386	+0,00
Kupa nakon ušća Dobre	1900	1860	-40
Kupa nakon brane Brodarci	1550	880	-670
Kanal Kupa Kupa	345	980	+635

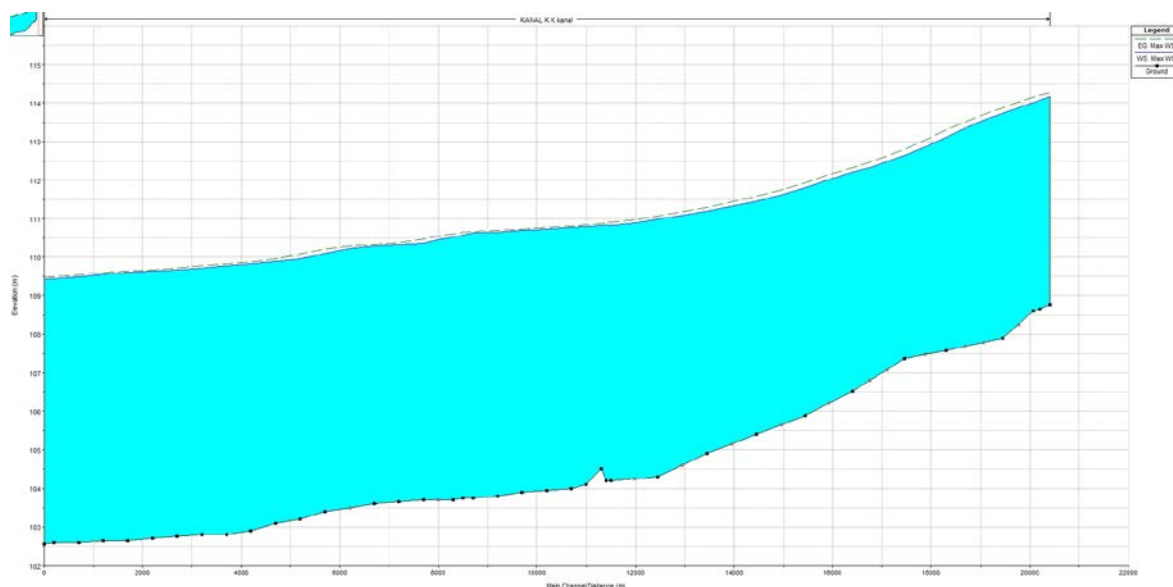


4.2.6.7 Rušenje lijevog nasipa na kanalu Kupa-Kupa

Rušenje lijevog nasipa na kanalu Kupa-Kupa je analizirano za postojeće stanje, za fazu gradnje i za buduće stanje.

Postojeće stanje

U postojećem stanju izgrađeni preljevi su na kotama od 110,70 m n.m. do 111,00 m n.m. Najveća kota vodnog lica u modelu na lokacijama preljeva, i to za 1000 g. VV je oko 110,80 m n.m., možemo zaključiti da u postojećem stanju preljevi praktički ne funkcioniraju i punjenje retencije Kupčina se odvija kroz dva otvora u lijevom nasipu kanala Kupa-Kupa. Radi se zapravo o ušćima postojećih kanala Tešnjić i Kupčina. Uzdužni profil kanala u postojećem stanju za 1000 g. VV je prikazan na slici sl. 4.2.14.



sl. 4.2.14 Uzdužni profil kanala Kupa-Kupa postojeće stanje, PP 1000 g., $Q=345 \text{ m}^3/\text{s}$

Faza izgradnje

Rušenje lijevog nasipa se predviđa početi od uzvodnog dijela prema nizvodnom, točnije od Spojnog kanala. Najosjetljivija faza će biti nakon što se krene rušiti nasip stoga je u modelu u HEC-RAS-u simuliran srušeni dio koji je u model stavljen u obliku preljeva na definiranoj koti rušenja u duljini od 200 m.

U fazi izgradnje je model skraćen na kanal Kupa-Kupa i retenciju Kupčina. Ulazni hidrogram je uzet iz cjelokupnog modela na mjestu ulaza u kanal i to za PP 5 g. VV.

Protok u kanalu koji se javlja za taj slučaj je $166 \text{ m}^3/\text{s}$. Pri tome se na početku rušenja lijevog nasipa, na stacionaži 12+500 km kanala, javlja vodostaj od 108,72 m n.m. Kota rušenja na tom dijelu je od 108,85 m n.m. do 109,00 m n.m. te možemo zaključiti da neće dolaziti do preljevanja preko nove kote srušenog nasipa.



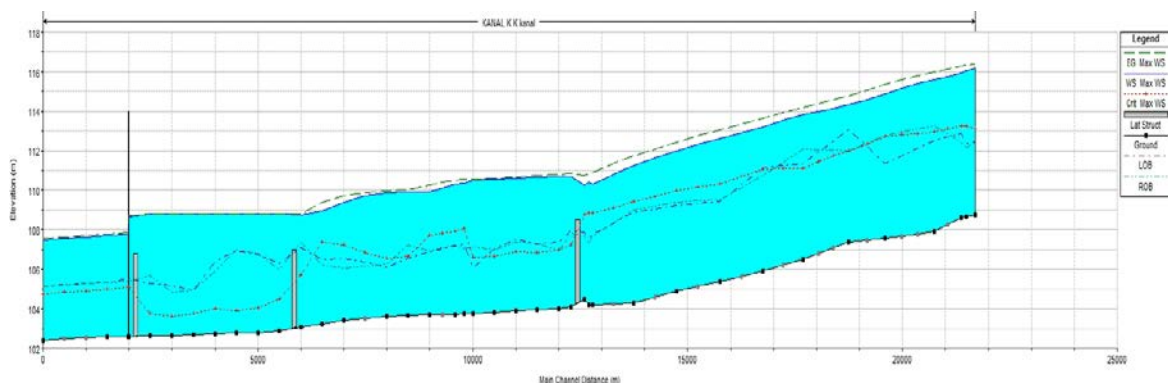
Buduće stanje

Projektnim zadatkom je predviđeno rušenje lijevog nasipa od Spojnog kanala na stacionaži 12+700 do ustave Šišljavić na stacionaži 2+000. Nakon provedenih geotehničkih istraživanja u suradnji s tvrtkom IGH definirane su kote i duljine rušenja lijevog nasipa. Kote su definirane tako da se zadovolje hidraulički uvjeti tečenja, da se ostvari stabilnost nasipa i da se zadovolje potrebe materijala. Zbog svega navedenog kote rušenja nasipa su promjenjive i imaju prekide rušenja, ne ruši se nasip cijelom duljinom, a postojeći otvori se zadržavaju.

Dionice koje se ruše se sljedeće:

- prva dionica – od stac. kanala 2+000 do 8+680
- druga dionica – od stac kanala 9+740 do 10+740
- treća dionica – od stac. kanala 11+887 do 12+650

Preljevi su u model stavljani s počecima na stacionažama 12+500, 5+900 i 2+000 km kanala jer su na tim lokacijama najniže kote budućeg preljeva. Na 5+900 i 2+000 se nalaze postojeći otvori u nasipima jer se tu nalaze ušća potoka Tešnjić i Kupčina. Duljine preljeva u modelu su 100 m, jer se kod definiranih planiranih duljina rušenja nasipa u nestacionarnom tečenju u modelu javlja nestabilnost i model nije u mogućnosti provesti proračun. Preljevi zadovoljavaju i za duljine od 3x100 m, u stvarnosti će preljevi biti puno dulji time i njihov kapacitet.



sl. 4.2.15 Uzdužni profil kanala Kupa-Kupa buduće stanje

Na stacionaži kanala 2+000 nalaziti će se ustava Šišljavić za koju se pretpostavlja da će biti zatvorena kod punjenja retencije Kupčina. Kada se ustava zatvori ubrzo će doći do uspora u kanalu Kupa Kupa u kojemu će se pojaviti gotovo horizontalno vodno lice i male brzine tečenja. Upravo zbog malih brzina tečenja u kanalu može se pretpostaviti preljevanje iz kanala u retenciju po zakonu spojenih posuda te možemo koristiti jednadžbe za preljevanje preko širokog praga. Da bi dokazali da preljevi zadovoljavaju, na tri najniže dionice preljeva iz modela ručno je proveden proračun kapaciteta svakog pojedinog preljeva.

Protok preko preljeva je u funkciji širine preljeva B , gornje vode H i koeficijenta protoka m koji je odabran 0,32. Koeficijent protoka je odabran prema istraživanju D. I. Kuzmina (izvor: Agroskin, Hidraulika, 1973). Jednadžba protoka preko preljeva koja je korištena je izvedena iz Bernoullijeve jednadžbe i njen oblik je prikazan niže.



$$Q = m \cdot B \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{3/2}$$

gdje je:

Q.....protok preko preljeva (m³/s)

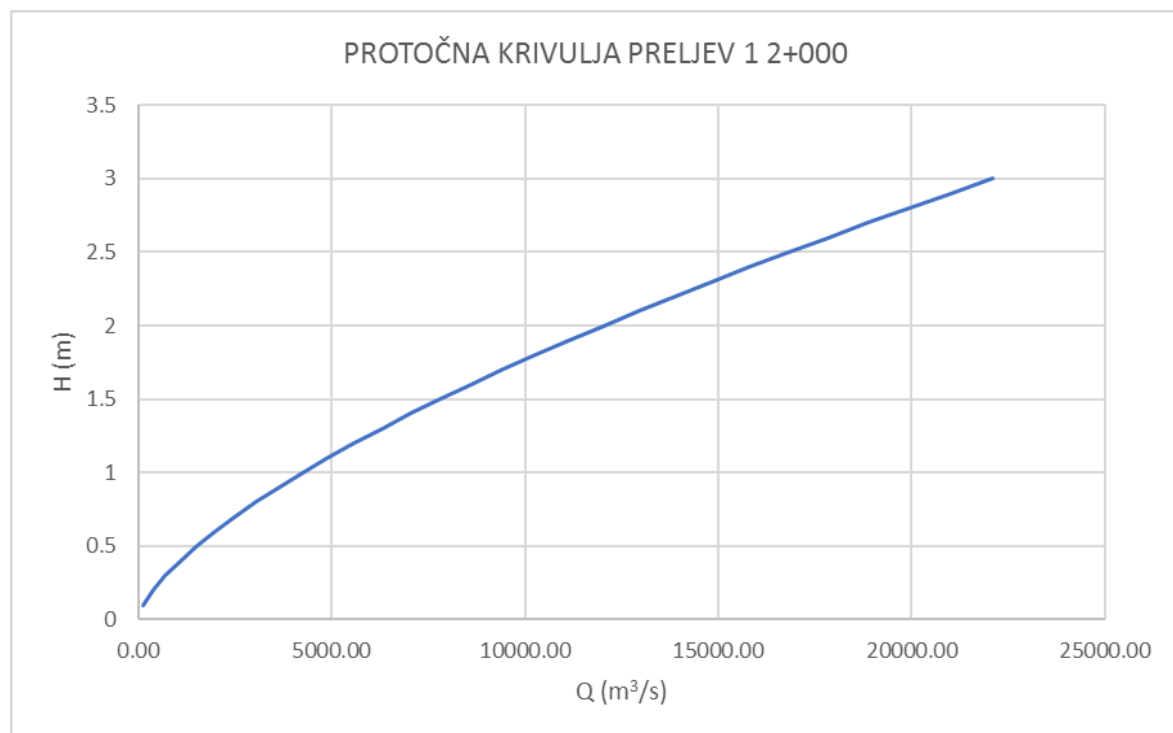
g.....ubrzanje sile teže (m/s²)

H.....visina gornje vode s obzirom na kotu preljeva (m)

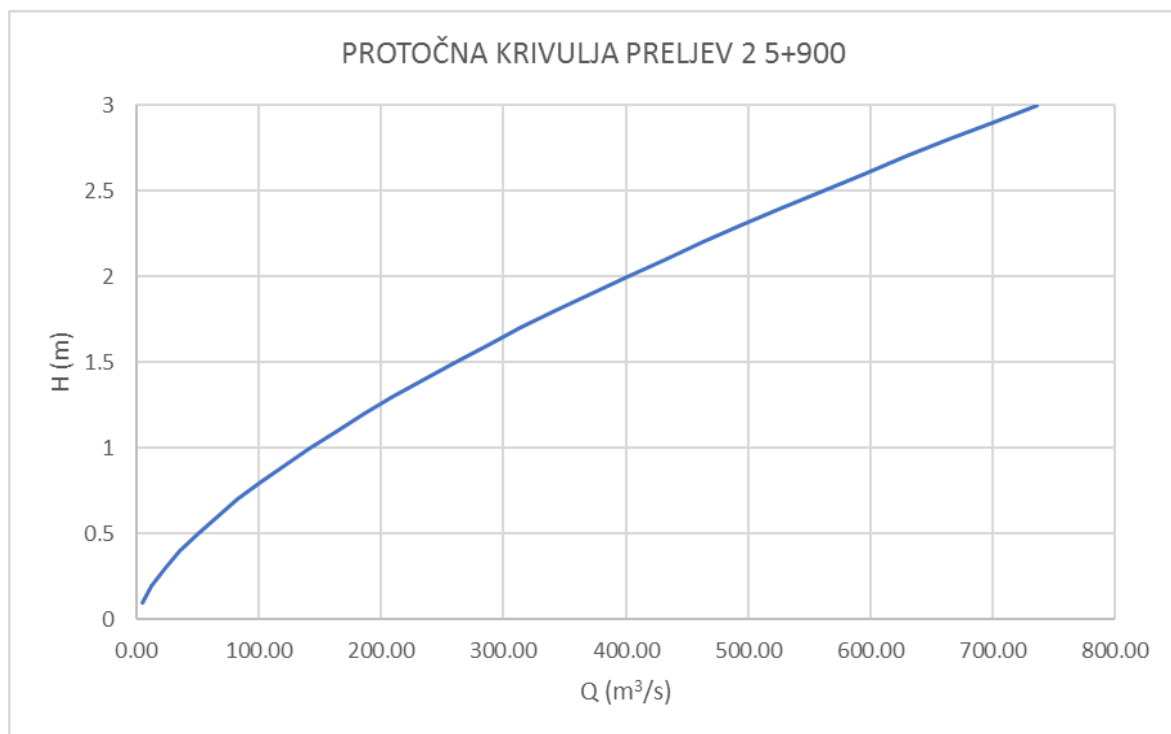
B.....širina preljeva (m)

m.....koeficijent protoka (1)

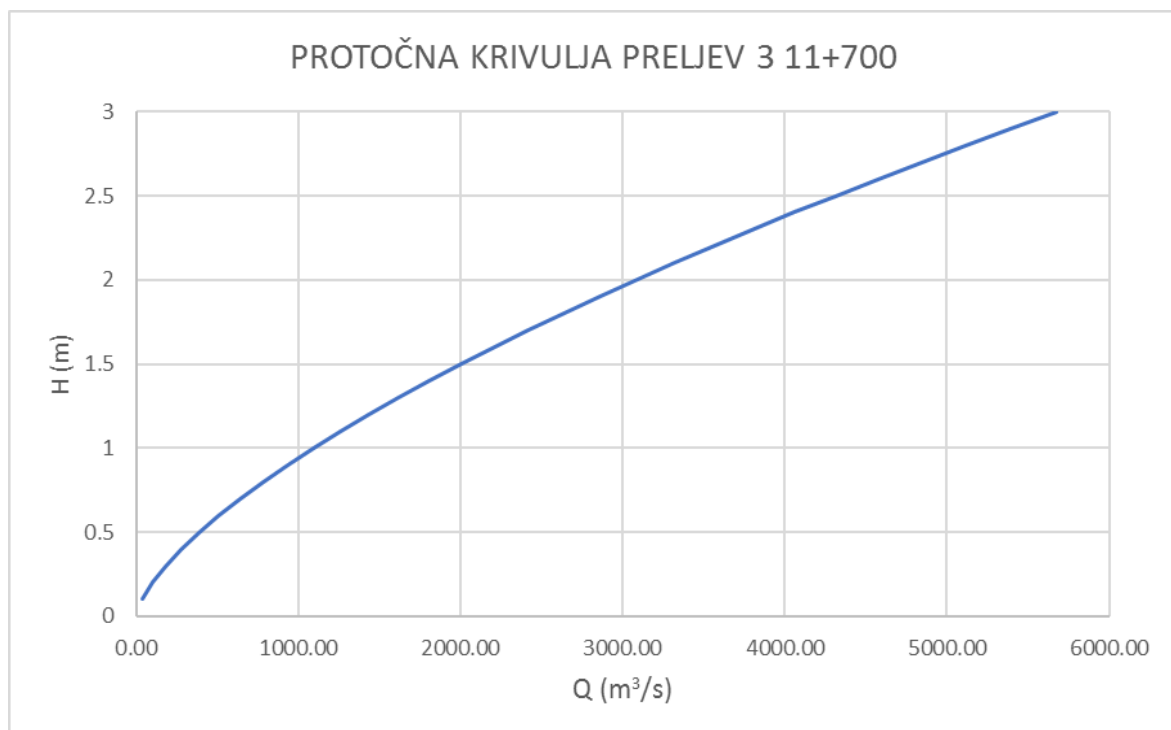
Preljev 1 počinje na stacionaži kanala 2+000 ukupne je duljine 3000 m i nalazi se na koti 106,80 m n.m. Za tako veliku duljinu dobivamo i veliki kapacitet preljeva. Na sl. 4.2.16 je prikazana protočna krivulja preko preljeva 1. Preljev 2 počinje na stacionaži kanala 5+900 ukupne je duljine 100 m i nalazi se na koti 107,00 m n.m. dok preljev 3 počinje na stacionaži kanala 11+700 duljine 770 m a kota preljeva je u padu od 108,84 do 109,00 m n.m. Protočne krivulje na preljevima 2 i 3 su prikazane na sl. 4.2.17 i sl. 4.2.18.



sl. 4.2.16 Protočna krivulja preko preljeva 1 s početkom na stacionaži 2+000 km kanala Kupa-Kupa



sl. 4.2.17 Protočna krivulja preko preljeva 2 s početkom na stacionaži 5+900 km kanala Kupa-Kupa



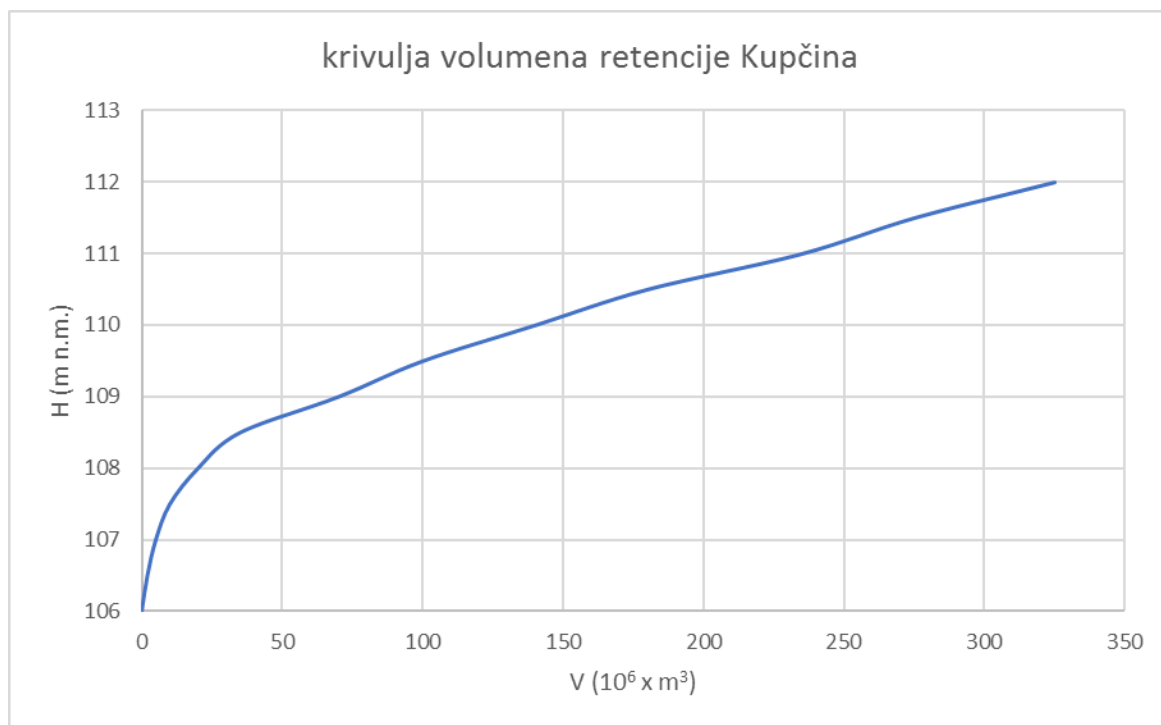
sl. 4.2.18 Protočna krivulja preko preljeva 3 s početkom na stacionaži 11+700 km kanala Kupa-Kupa

Protočne krivulje odgovaraju početnoj fazi punjenja retencije Kupčine dok se na preljevima javlja nepotopljeno tečenje. Možemo uočiti da su preljevi vrlo velikog kapaciteta i da su sposobni propustiti svu nadolazeću vodu u retenciju Kupčina. Već pri koti vode od



109,00 m n.m. koja se javlja u kanalu ukupni kapacitet sva 3 preljeva je $Q=13000 \text{ m}^3/\text{s}$, što daleko nadmašuje zahtjeve za preljeve.

Kada se retencija ispuni vodom tada će se preljevi potopiti i dio kanala Kupa Kupa će s retencijom Kupčina tvoriti jedno vodno tijelo. Sva preostala voda koja bude dolazila kanalom će se ulijevati u tu formiranu retenciju sve dok je ustava Šišljavić zatvorena. Krivulja volumena retencije Kupčina je preuzeta iz studije [1] i prikazana na sl. 4.2.19.



sl. 4.2.19 krivulja volumena retencije Kupčina

U slučaju da je retencija Kupčina prazna te da se pojavi hidrološki slučaj povratnog perioda 100 g., uz pretpostavku da je ustava Šišljavić zatvorena, doći će do punjenja retencije do određene razine. U tablici tab. 4.2.27 je prikazano punjenje retencije za takav teoretski događaj po satima. Vidi se da je maksimalna kota retencije za PP 100 g. 109,91 m n.m. dok je maksimalna dopuštena kota u retenciji 110,15 m n.m.

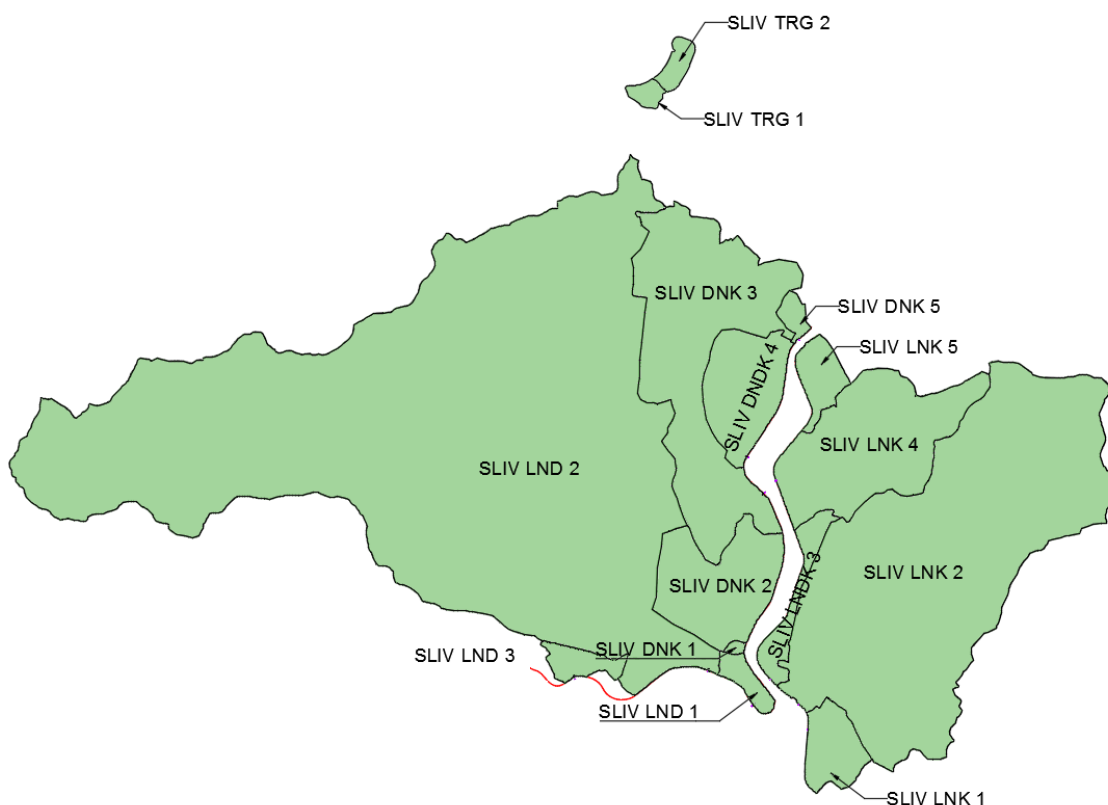


tab. 4.2.27 prikaz punjenja retencije za teoretski događaj PP 100 g.

Sat (h)	Volumen (m ³ ·10 ⁶)	Razina vode (m n.m.)
0	0	106
10	1.17	106.29
20	8.12	107.31
30	28.24	108.27
40	57.66	108.82
50	87.40	109.29
60	106.21	109.58
70	113.46	109.67
80	117.35	109.72
90	119.88	109.75
100	121.69	109.77
110	123.19	109.79
120	124.56	109.81
130	125.84	109.82
140	127.04	109.84
150	128.19	109.85
160	129.30	109.87
170	130.37	109.88
180	131.41	109.89
190	132.41	109.91
192	132.60	109.91

4.3 HIDROLOŠKI I HIDRAULIČKI PRORAČUN ČEPOVA

Voda se kanalima za odvođenje procjednih i zaobalnih voda dovodi do lokacija planiranih čepova kroz nasip koji se najčešće nalaze na lokaciji ušća manjih vodotoka u rijeke. S obzirom na lokacije čepova teren je podijeljen na podslivove (sl. 4.3.1) uz pomoć Arc GIS programa i topografske karte te je izračunat maksimalni protok koji se može pojaviti, na temelju toga su dimenzionirane cijevi. Na krajevima čepova kroz nasipe predviđena je ugradnja nepovratnih zaklopka (žablji poklopac).



sl. 4.3.1 Prikaz podjele sliva na podslivove ovisno o pozicijama čepova

4.3.1 HIDROLOŠKI ANALIZA SLIVA

Za potrebe dimenzioniranja čepova kroz nasipe potrebno je odrediti maksimalni protok za svaki podsliv. Maksimalni protok određen je pomoću Srebrebrenovićeve formule za male slivove koja je po svojem obliku složenija od ostalih, a izvedena je temeljem racionalne formule.

Maksimalni protoci po različitim povratnim periodima dani su sljedećom formulom:

$$Q_{Mp} [m^3/s] = 0,48 * \frac{\alpha}{(\beta * \omega)^{\frac{3}{4}}} * A^{0,96} * \psi_p * S^{1/3}$$

Gdje je:

$A [km^2]$ – površina sliva



α – otjecajni koeficijent, koji u obzir uzima povratno razdoblje p [god] i faktor ovisan o propusnosti, pošumljenosti i sl. [$\beta=1 - 3$].

$$\alpha = 0,80 * [1 + 0,075 * (\log p - \beta)]$$

ψ_p definiran je kao:

$$\psi_p = [P * (1 + 1,5 \log p)]^{1,43}$$

P [m] – prosječna godišnja oborina

S [m/km] – pad sliva

ω – ovisi o vremenu površinskog sabiranja τ_1 i vremenu tečenja duž vodotoka τ_2 :

$$\omega = 1 + \frac{\tau_2}{\tau_1}$$

Prosječna godišnja oborina korištena u proračunu je za grad Karlovac za period od 2010. godine i kao mjerodavna odabrano je $P=1.117$ mm. (tab. 4.3.1)

tab. 4.3.1 Mjesečne i godišnje visine oborina za mjernu postaju Karlovac

Karlovac	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ukupno
2019 [mm]	52,5	25,40	63,6	143,4	170,1	73,8	85,4	81,5	93,2	55,6	193,2	117,9	1,155,6
2018 [mm]	70,20	192,10	72,80	57,20	108,70	133,10	89,70	55,70	60,10	58,30	79,10	40,10	1017,10
2017 [mm]	53,00	69,50	48,30	74,90	67,80	67,10	32,30	102,30	295,30	73,20	184,90	99,00	1167,60
2016 [mm]	84,40	207,10	87,90	62,90	121,40	109,50	55,40	111,60	95,00	144,00	127,20	3,20	1209,60
2015 [mm]	95,00	114,60	63,20	44,10	184,40	70,60	87,40	128,50	100,20	269,80	69,70	1,20	1228,70
2013 [mm]	230,60	168,80	159,50	66,00	133,40	25,80	64,60	79,00	158,60	42,80	209,30	17,90	1356,30
2012 [mm]	20,50	67,60	2,30	67,00	146,00	75,30	88,00	20,90	233,70	129,50	148,90	98,40	1098,10
2011 [mm]	29,80	18,20	33,70	62,30	85,00	138,00	95,90	28,10	23,70	116,50	4,70	106,00	741,90
H[mm]													1117,04
H[m]													1,12

Ulazni parametri za proračun maksimalnih protoka dani su u sljedećim tablicama (tab. 4.3.2 do tab. 4.3.4)

tab. 4.3.2 Ulazni parametri za lijevi nasip Kupe

		LNK 1	LNK 2	LNK 3	LNK 4	LNK 5
H_0	(m)	117,40	135,42	114,79	125,04	115,72
H_{min}	(m)	114,66	111,91	113,23	114,07	113,00
L	(m)	1172,90	6019,00	2034,00	3018,60	1021,00
	(km)	1,17	6,02	2,03	3,02	1,02
S	-	7,94	6,93	11,44	8,97	6,66
U	(m)	329,40	3692,40	90,30	1110,20	356,30
	(km)	0,33	3,69	0,09	1,11	0,36
A	(km ²)	0,50	8,18	0,37	2,25	0,34
θ	-	2,20	3,00	3,00	3,00	3,00
P	(m)	1,117	1,117	1,117	1,117	1,117
	(mm)	1117,00	1117,00	1117,00	1117,00	1117,00
τ_2	(h)	1,04	2,75	0,83	1,64	0,96
	(min)	62,21	164,89	49,66	98,37	57,73
O	(km)	2,97	14,69	4,91	7,41	2,82
K	-	1,03	0,30	1,66	0,55	0,67
L	(km)	0,69	6,79	0,27	2,45	0,82



tab. 4.3.3 Ulazni parametri za desni nasip Kupe

		DNK 1	DNK 2	DNK 3	DNK 4	DNK 5
H_0	(m)	112,90	114,46	116,33	115,32	116,06
H_{min}	(m)	112,00	111,93	112,75	111,75	113,00
L	(m)	169,60	2830,10	5433,50	2093,90	577,20
	(km)	0,17	2,83	5,43	2,09	0,58
S	-	10,75	4,86	4,01	4,83	11,42
U	(m)	81,70	449,60	507,40	745,00	258,80
	(km)	0,08	0,45	0,51	0,75	0,26
A	(km ²)	0,03	1,38	3,53	1,03	0,12
β	-	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
P	(m)	1,117	1,117	1,117	1,117	1,117
	(mm)	1117,00	1117,00	1117,00	1117,00	1117,00
τ_2	(h)	0,35	1,71	2,49	1,55	0,56
	(min)	21,21	102,54	149,50	93,06	33,85
O	(km)	0,67	5,47	13,23	4,31	1,56
K	-	0,99	1,12	1,05	0,64	0,58
L	(km)	0,17	1,04	1,78	1,48	0,54

tab. 4.3.4 Ulazni parametri za lijevi nasip Dobre i Trg

		LND 1	LND 2	LND 3	TRG 1	TRG 2
H_0	(m)	113,04	183,36	113,88	119,37	118,40
H_{min}	(m)	112,24	112,51	112,23	117,87	114,39
L	(m)	710,80	9810,30	803,30	476,70	714,80
	(km)	0,71	9,81	0,80	0,48	0,71
S	-	11,62	17,22	6,65	7,94	16,05
U	(m)	96,70	3222,90	178,80	188,00	233,00
	(km)	0,10	3,22	0,18	0,19	0,23
A	(km ²)	0,18	20,01	0,23	0,09	0,14
β	-	2,20	3,00	2,20	2,20	2,20
P	(m)	1,117	1,117	1,117	1,117	1,117
	(mm)	1117,00	1117,00	1117,00	1117,00	1117,00
τ_2	(h)	0,65	2,73	0,85	0,58	0,54
	(min)	39,09	163,99	51,18	35,00	32,20
O	(km)	2,09	27,21	2,68	1,24	1,68
K	-	1,81	0,46	0,98	0,77	0,72
L	(km)	0,14	8,23	0,49	0,38	0,50

Mjerodavno povratno razdoblje za dimenzioniranje čepova je 5 godina, a u nastavku tablično su prikazane vrijednosti za to povratno razdoblje uključujući i maksimalni protok (tab. 4.3.5 do tab. 4.3.7).



tab. 4.3.5 Ulazni parametri za lijevi nasip Kupe

<i>Pov. Razdoblje</i> [god]	5	LNK 1	LNK 2	LNK 3	LNK 4	LNK 5
α	-	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
ψ	-	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27
τ_1	<i>sati</i>	11,26	16,28	13,13	14,57	16,57
ω	-	1,09	1,17	1,06	1,11	1,06
τ_p	<i>sati</i>	12,30	19,03	13,95	16,21	17,53
Q_{Mp}	m^3/s	0,62	6,45	0,42	2,11	0,32
q_{Mp}	$m^3/s/km^2$	1,22	0,79	1,13	0,94	0,95
V	$10^6 m^3$	0,03	0,46	0,02	0,13	0,02

tab. 4.3.6 Ulazni parametri za desni nasip Kupe

<i>Pov. Razdoblje</i> [god]	5	DNK 1	DNK 2	DNK 3	DNK 4	DNK 5
α	-	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
ψ	-	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27
τ_1	<i>sati</i>	9,89	13,91	15,11	13,94	9,63
ω	-	1,04	1,12	1,16	1,11	1,06
τ_p	<i>sati</i>	10,24	15,62	17,60	15,49	10,20
Q_{Mp}	m^3/s	0,04	1,35	3,03	1,02	0,17
q_{Mp}	$m^3/s/km^2$	1,58	0,98	0,86	1,00	1,50
V	$10^6 m^3$	0,00	0,08	0,20	0,06	0,01

tab. 4.3.7 Ulazni parametri za lijevi nasip Dobre i Trg

<i>Pov. Razdoblje</i> [god]	5	LND 1	LND 2	LND 3	TRG 1	TRG 2
α	-	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
ψ	-	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27
τ_1	<i>sati</i>	9,56	11,01	12,16	11,26	8,32
ω	-	1,07	1,25	1,07	1,05	1,06
τ_p	<i>sati</i>	10,21	13,74	13,01	11,84	8,86
Q_{Mp}	m^3/s	0,27	19,62	0,28	0,12	0,23
q_{Mp}	$m^3/s/km^2$	1,47	0,98	1,21	1,35	1,66
V	$10^6 m^3$	0,01	1,01	0,01	0,01	0,01



4.3.2 HIDRAULIČKI PRORAČUN ČEPOVA

S obzirom na dobivene protoke određene su dimenzije i broj cijevi. Maksimalan promjer cijevi je DN1200 jer su to ujedno i najveće dimenzije za nepovratne zaklopke. U sljedećim tablicama prikazan je maksimalni protok za povratno razdoblje od 5 godina za svaki podsliv, protok koji može proći kroz cijevi odabranog promjera i broj potrebnih cijevi.

tab. 4.3.8 Potrebne dimenzije i broj cijevi na čepovima za lijevi nasip Kupe.

ČEP		LNK 1	LNK 2	LNK 3	LNK 4	LNK 5
PROTOK [5 god]	m ³ /s	0,62	6,45	0,42	2,11	0,32
DN cijevi	mm	800,00	1200,00	400,00	1000,00	400,00
Max protok kroz jednu cijev	m ³ /s	2,20	3,25	0,42	2,13	0,35
Potreban broj cijevi	kom	1	2	1	1	1

tab. 4.3.9 Potrebne dimenzije i broj cijevi na čepovima za desni nasip Kupe.

ČEP		DNK 1	DNK 2	DNK 3	DNK 4	DNK 5
PROTOK [5 god]	m ³ /s	0,04	1,35	3,03	1,02	0,17
DN cijevi	mm	400,00	1200,00	1200,00	1200,00	400,00
Max protok kroz jednu cijev	m ³ /s	0,27	2,83	3,39	3,70	0,29
Potreban broj cijevi	kom	1	1	(1)-2	(1)-2	1

Iako je proračunski na desnoj obali kupe za čepove DNK 3 i DNK 4 potrebna jedna cijev postaviti će se dvije jer je na tim mjestima postojeći vodotok većih dimenzija te je za očekivati i veće protoke od dobivenih.



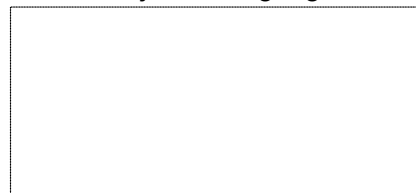
tab. 4.3.10 Potrebne dimenzije i broj cijevi na čepovima za Lijevi nasip Dobre i Trg.

ČEP		LND 1	LND 2	LND 3	TRG 1	TRG 2
PROTOK [5 god]	m ³ /s	0,27	19,62	0,28	0,12	0,23
DN cijevi	mm	1000,00	1200,00	1000,00	600,00	600,00
Max protok kroz jednu cijev	m ³ /s	2,39	4,35	2,23	0,86	0,80
Potreban broj cijevi	kom	1	4	1	1	1

Na lijevoj obali Dobre na mjestu čepa LND 2 potrebne su četiri cijevi iz razloga što će se dio protoka zadržati na podslivu zbog postojećih prirodnih retencija te neće sav doći do čepa.

Projektant:

Ivan Birovljević, mag.ing.aedif.





Investitor : HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Građevina : PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA
NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I
RETENCIJI KUPČINA

Lokacija građevine : k.o. Velika Jelsa, Donje Pokupje, Zadošarje, Mahično,
Pokupje, Jaškovo, Trg, Zorkovac, Šišljavić, Blatnica
Pokupska i Luka Pokupska

Vrsta dokumentacije : Idejni projekt

Vrsta projekta : Građevinski

Projekt/Posao : USPORNİ NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD
BRODARACA

Prilog 005 : GEOTEHNIČKO RJEŠENJE

Projektant : dr.sc. Davor Milaković, dipl.ing.građ.

Suradnik : Josip Husajina, mag.ing.aedif.

Kontrolirao : Nenad Heček, dipl.ing.građ.



SADRŽAJ

5.1	OPIS TEHNIČKOG RJEŠENJA.....	3
5.1.1	Općenito.....	3
5.1.2	Usporni nasipi uz Kupu i Dobru	3
5.1.3	Pozajmišta glinenog materijala za izgradnju tijela nasipa	5
5.2	GEOTEHNIČKI PODACI.....	6
5.2.1	Geotehnički istražni radovi	6
5.2.2	Opis temeljnog tla	8
5.2.3	Opis materijala iz nalazišta – tijelo nasipa	25
5.3	GEOTEHNIČKE ANALIZE.....	29
5.3.1	Općenito.....	29
5.3.2	Proračunski modeli.....	29
5.3.3	Proračunski pristup prema EC7 normama.....	34
5.4	ZAKLJUČAK	85
5.4.1	Općenito.....	85
5.4.2	Potvrda karakterističnih profila	85
5.4.3	Smjernice za daljnje projektiranje	87



5.1 OPIS TEHNIČKOG RJEŠENJA

5.1.1 Općenito

Svrha planiranog zahvata je zaštita od poplava na slivu rijeke Kupe a ujedno i grada Karlovca. Osnova tog rješenja je korištenje postojećeg kanala Kupa – Kupa, koji će punu funkciju dobiti izgradnjom brane Brodarci i uzvodno nasipa uz Kupu i Dobru.

5.1.2 Usporni nasipi uz Kupu i Dobru

Izgradnjom pregrade Brodarci stvara se uspor vode kako bi se iskoristio kapacitet kanala Kupa – Kupa u rasterećenju vodnog vala. Uslijed stvaranja uspora uzvodno od pregrade Brodarci dolazi do plavljenja dijela površina uz Kupu i Dobru koje je zato potrebno zaštititi nasipima ili zaštitnim zidovima.

Položaj planiranih nasipa prikazan je na inženjersko-geološkoj karti u prilogu 601 koje su sastavni dio ovog projekta i obuhvaćaju slijedeće građevine:

- nasip 1 na lijevoj obali rijeke Kupe s krunom na visini od 117,43 do 117,69 m n.m. ukupne duljine 1.288 m (prilog 201 i 602)
- nasip 2 na lijevoj obali rijeke Kupe s krunom na visini od 117,70 do 118,63 m n.m. ukupne duljine 4.677 m (prilog 201 i 602)
- nasip na desnoj obali rijeke Kupe s krunom na visini od 117,76 do 118,63 m n.m. ukupne duljine 4.597 m (prilog 202 i 602)
- nasip oko sela Trg na desnoj obali rijeke Kupe s krunom na visini od 119,25 do 120,10 m n.m. duljine 1.853 m (prilog 204 i 602)
- nasip na lijevoj obali rijeke Dobre s krunom na visini od 117,76 do 117,93 m n.m. ukupne duljine 3.296 m (prilog 203 i 602)

Kota krune nasipa definirana je kao nadvišenje od 1,2 m iznad 100-godišnje velike vode. Točna kota krune nasipa definirat će se u glavnom projektu.

Ovisno o situaciji na terenu, geotehničkim podlogama, položaju nasipa i zaštitnih zidova u odnosu na obalu vodotoka, stabilnosti obale vodotoka i načinu korištenja rijeke predviđena je izvedba četiri različita poprečna presjeka nasipa ili zaštitnog zida. U nastavku se daje opis karakterističnih poprečnih presjeka korištenih prilikom definiranja tehničkih rješenja uspornih nasipa:

- TIP 1 (MODEL 1 i 4) - nasip će se izvoditi od glinenog materijala. Širina krune nasipa iznosi 4,0 m i izvest će se od zaglinjenog šljunka debljine 0,30 m kako bi se omogućio promet po kruni za potrebe održavanja. Nagib uzvodnog i nizvodnog pokosa nasipa iznosi 1:2,5 i biti će obloženi humusom na kojem je zasijana trava. U tijelu nasipa predviđena je izvedba horizontalnog drena na nizvodnoj nožici nasipa. Usporedo s nizvodnom nožicom nasipa planirana je izgradnja servisnog puta širine 3,00 m od drobljenog kamena ili šljunka i kanala za odvođenje procjednih i zaobalnih voda širine dna od 0,60 m i prosječne dubine od 0,50 m u sloju površinske gline. Na lokacijama gdje je uzvodna nožica nasipa blizu obale, izvodi se obaloutvrda koju čini nožica s pokosom nagiba 1:1,5 i berma širine 3,0 m. Predviđeno je oblaganje pokosa obaloutvrde, berme i uzvodnog pokosa nasipa kamenim materijalom debljine 0,4 m (prilog 401 i 603, list 1). Za poprečne profile terena na kojima je utvrđena mala debljina površinskog sloja gline (cca do 1 m) potrebno je izvršiti zamjenu materijala



- ugradnjom uzvodnog nepropusnog tepiha od gline debljine cca 1-2 m, u ovisnosti od udaljenosti nasipa od obale.
- TIP 2 (MODEL 2) – nasip će se izvoditi od glinenog materijala. Širina krune nasipa iznosi 4,0 m i izvest će se od zaglinjenog šljunka debljine 0,30 m kako bi se omogućio promet po kruni za potrebe održavanja. Nagib uzvodnog i nizvodnog pokosa iznosi 1:1,5. Na svim poprečnim profilima terena izvodi se obaloutvrda koju čini nožica s pokosom promjenjivog nagiba 1:1,5 do 1:5. Na lokacijama gdje je visina uzvodne strane nasipa veća od 4,0 m, izvodi se berma širine 2,5-3,0 m. Predviđeno je oblaganje pokosa obaloutvrde, berme i uzvodnog pokosa nasipa kamenim materijalom debljine 0,4 m. Nizvodni pokos biti će obložen humusom na kojem je zasijana trava. U tijelu nasipa predviđena je izvedba horizontalnog drene na nizvodnoj nožici nasipa. Usporedo s nizvodnom nožicom nasipa planirana je izgradnja betonske kanalice širine 0,60 m i visine 0,25 m s funkcijom odvođenja procjednih i zaobalnih voda (prilog 402 i 603, list 2). Za sve poprečne profile terena na kojima je utvrđena mala debljina površinskog sloja gline (cca do 2 m) potrebno je izvršiti zamjenu materijala ugradnjom uzvodnog nepropusnog tepiha od gline debljine cca 2 m i ugraditi injekcijsku zavjesu ispod uzvodne nožice nasipa.
 - TIP 3 (MODEL 2) – na lokacijama gdje je sada omogućen direktan pristup rijeci predviđeno je osigurati lokalnom stanovništvu pristup i nakon izgradnje uspornih nasipa. Iz tog razloga predviđeno je nasip izvoditi od glinenog materijala s širinom krune od 4,0 m. Nagib uzvodnog i nizvodnog pokosa izvest će se u nagibu 1:5 (20%). Uzvodni i nizvodni pokos kao i kruna brane biti će obloženi kamenim nabačajem debljine 0,40 m koji će omogućiti pristup rijeci vozilima. Uzvodni pokos nasipa dio je obaloutvrde koju čine tijelo nasipa i nožica s pokosom nagiba 1:5 (prilog 403 i 603, list 3).
 - TIP 4 (MODEL 3) – na lokacijama gdje nema dovoljno mjesta između obala rijeke i postojećih zgrada i prometnica za izgradnju nasipa, planirano je izvođenje armiranobetonskog zaštitnog zida. Zid je planiran debljine 0,40 m a poprečni presjek definirat će se u višim fazama projektiranja ovisno o visini zida i karakteristikama temeljnog tla. Zbog smanjenja procijeđivanja i osiguranja hidrauličke stabilnosti samog zida predviđeno je izvođenje kombinacije injekcijske zavjese i mikropilota ispod njega. S obzirom da je zid uglavnom na rubu obale vodotoka, ukoliko je obala blažeg nagiba, izvesti će obaloutvrda koju čine nožica s pokosom nagiba 1:1,5 koji je obložen kamenim materijalom debljine 0,40 m. U varijantama kada je obala strmijeg nagiba predviđena je izvedba obaloutvrde gabionima na gabionskoj temeljnoj nožici. Iza gabiona izvršit će se nasipavanje zamjenskog materijala a površina terena do zida uredit će se oblaganjem obale kamenim materijalom debljine 0,30 m u nagibu maksimalno 1:2 (prilog 404 i 603, list 4). Za sve poprečne profile terena na kojima je utvrđena mala debljina površinskog sloja gline (cca do 2 m) potrebno je izvršiti zamjenu materijala ugradnjom uzvodnog nepropusnog tepiha od gline debljine cca 2 m.

Potvrdu navedenih tehničkih rješenja uspornih nasipa potrebno je provesti putem proračuna na nivou Glavnog projekta.



5.1.3 Pozajmišta glinenog materijala za izgradnju tijela nasipa

Za izgradnju tijela nasipa uspornih nasipa uz Kupu i Dobru uzvodno od pregrade Brodarci planira se koristiti glineni materijal iz 4 pozajmišta koja se nalaze u inundaciji rijeke Kupe i na ušću rijeke Dobru u Kupu.

Pozajmište 1 nalazi se na ušću rijeke Dobru u Kupu, širine je oko 300 m i dužine oko 620 m. Pozajmište 2 nalazi se u inundaciji lijeve obale Kupe, širine je oko 70 m i duljine oko 1100 m. Pozajmište 3 također se nalazi u inundaciji lijeve obale Kupe, širine je 110 m i duljine oko 1000 m. Pozajmište 4 nalazi se u inundaciji desne obale Kupe, širene je oko 120 m i duljine oko 750 m. Skidanje materijala predviđeno je u dubini od 1,0 do 2,5 m ovisno o geotehničkim karakteristikama materijala iz pozajmišta.

Pozajmišta bi trebala biti udaljena 50-80 m od nožice nasipa i oko 25 m od obale rijeke. Nagib pokosa iskopa će biti 2:1 što približno odgovara nagibu prirodnog stanja obale. Nakon završetka iskopa materijala iz pozajmišta potrebno je prekriti površinu iskopa slojem tla minimalne debljine 30 cm.



5.2 GEOTEHNIČKI PODACI

5.2.1 Geotehnički istražni radovi

Cilj ovih istražnih radova je:

- utvrđivanje geotehničkih sredina i njihovih karakteristika duž trase nasipa i na lokacijama objekata,
- određivanje karakteristika temeljnog tla ispod nasipa i potpornih zidova,
- određivanje pogodnosti materijala iz potencijalnih pozajmišta za izvedbu nasipa.

Geomehanička istraživanja temeljnog tla na lokaciji uspornih nasipa uz Kupu i Dobru, uključujući lokacije potencijalnih pozajmišta materijala provedena su u nekoliko navrata, te prikazana u okviru slijedećih elaborata:

- (1) VES Brodarci na Kupi - Geotehnički elaborat (**knjiga 1**) o provedenim geomehaničkim istraživanjima uz trasu uspornih nasipa, Građevinski institut, 1979.
- (2) VES Brodarci na Kupi - Geotehnički elaborat (**knjiga 2**) o provedenim geomehaničkim istraživanjima na lokacijama pozajmišta, Građevinski institut, 1979.
- (3) Geotehnički izvještaj (**knjiga 3**) za idejni projekt uspornih nasipa uz Kupu i Dobru, IGH, 2019.

U okviru **elaborata (1)** prikazani su sondažni profili bušotina i rezultati laboratorijskih ispitivanja provedenih uz trasu uspornih nasipa Kupe i Dobre tijekom 1979. godine, na temelju čega je utvrđen inženjersko-geološki model tla uz lijevu i desnu obalu Kupe i lijevu obalu Dobre.

Na trasi nasipa izvedene su istražne bušotine na svakih 400 m udaljenosti oznake 'S' i dodatne bušotine na mjestima gdje su predviđeni 'obrambeni betonski zidovi' ili utvrđeno vodopropusno šljunkovito tlo oznake 'D'. Sveukupno je na širem području uspornih nasipa uz Kupu i Dobru izvedeno 50 bušotina, od čega je:

- na lijevoj obali Kupe (LNK) izvedeno sedamnaest bušotina oznaka S-1 do S-13 i D-14 do D-17 u predviđenom koridoru nasipa (osi ili uzvodnoj/nizvodnoj nožici nasipa), pojedinačnih dubina bušenja od 5 do 10 m,
- na desnoj obali Kupe (DNK-1) izvedeno dvadeset bušotina oznaka S-6 do S-18 i D-19 do D-25 u predviđenom koridoru nasipa (osi ili uzvodnoj/nizvodnoj nožici nasipa), pojedinačnih dubina bušenja od 6 do 10 m,
- na desnoj obali Kupe u naselju Trg (DNK-2) izvedeno pet bušotina oznaka S-1 do S-5 u predviđenom koridoru nasipa (osi ili uzvodnoj/nizvodnoj nožici nasipa), pojedinačnih dubina bušenja od 7 do 10 m,
- na lijevoj obali Dobre (LND) izvedeno osam bušotina oznaka S-1 do S-2 i S-4 do S-9 u predviđenom koridoru nasipa (osi ili uzvodnoj/nizvodnoj nožici nasipa), pojedinačnih dubina bušenja od 3 do 8 m.

Rezultat analize dobivenih podataka je slijedeći inženjersko-geološki profil tla na cijelom području uspornih nasipa uz Kupu i Dobru:

- površinski sloj humusa,



- pripovršinski sloj gline najmanje debljine sloja od 1,0 m. Glina je srednje ili niske plastičnosti (CI-CL). Prema laboratorijskim ispitivanjima ovaj materijal je pretežno lako do teško gnječivog konzistentnog stanja. Može se smatrati vodonepropusnim. Mjestimično glina sadrži veće dodatke pijeska ili praha, dok su ponegdje izbušeni slojevi praha,
- ispod sloja gline u velikoj većini istražnih bušotina izbušeni su slojevi pijeska ili šljunka (stare oznake SFs, SFc, GP, GW). Mjestimično su ovi slojevi dosta tanki, dok su u nekim bušotinama do 5,0 m debljine. Nadalje, mjestimično su pijesak odnosno šljunak čisti, dok se na određenim mjestima izbušilo prekomjerno prašinate ili glinovite pijeske, odnosno šljunke. Prema korelaciji s brojem udaraca terenskog standardnog penetracijskog testa (SPT) ovi materijali uglavnom su rahle zbijenosti, dok se mjestimično naišlo na šljunke srednje zbijenosti. Na nekoliko lokacija ovaj sloj je izbušen odmah ispod površine terena. Slojevi nekoherentnog tla su dosta propusni, ovisno o prisutnoj količini praha ili gline, te ih generalno treba smatrati vodonosnim slojevima,
- ispod ovih slojeva nalazi se podloga od gline srednje plastičnosti, uglavnom polučvrstog konzistentnog stanja, te praktički vodonepropusna.

U okviru **elaborata (2)** prikazani su sondažni profili i rezultati laboratorijskih ispitivanja provedeni na lokacijama potencijalnih pozajmišta tijekom 1979. godine, na temelju čega je utvrđena pogodnost materijala za ugradnju u nasipe.

Pozajmišta uz trasu nasipa predviđena su na lokacijama većih udaljenosti između korita rijeke i nasipa, odnosno gdje postoji mogućnost njihovog formiranja. Osim pozajmišta uz trasu nasipa ispitano je i potencijalno pozajmište u blizini ušća Dobre u Kupu.

Na razmaku cca 40-50 m od osi nasipa prema koritu rijeke izvedene su na svakih 100 m udaljenosti istražne bušotine oznake 'P' ili istražne jame oznake 'J'. Sveukupno je na širem području uspornih nasipa uz Kupu i Dobru izvedeno 36 bušotina i 16 istražnih jama, od čega je:

- na lijevoj obali Kupe (LNK) izvedeno dvanaest bušotina oznaka P-1 do P-12 i pet istražnih jama oznaka J-1 do J-5 u predviđenom koridoru pozajmišta, pojedinačnih dubina bušenja od 4 m i istražnih jama od 3 m,
- na desnoj obali Kupe (DNK) izvedeno deset bušotina oznaka P-1 do P-10 i pet istražnih jama oznaka J-1 do J-5 u predviđenom koridoru pozajmišta, pojedinačnih dubina bušenja od 4 m i istražnih jama od 3 m,
- na lijevoj obali Dobre (LND) izvedeno sedam bušotina oznaka P-1 do P-7 i tri istražne jame oznaka J-1 do J-3 u predviđenom koridoru pozajmišta, pojedinačnih dubina bušenja od 4 m i istražnih jama od 3 m,,
- na ušću Dobre u Kupu (PP) izvedeno sedam bušotina oznaka P-100 do P-106 i tri istražne jame oznaka J-100 do J-102 pojedinačnih dubina bušenja od 4 m i istražnih jama od 2,5 m.

Na lokacijama pozajmišta generalno su utvrđene dvije vrste materijala:

- glinoviti materijal u površinskim slojevima,
- pjeskoviti i šljunkoviti materijal koji se nalazi ispod sloja gline.

Glinoviti materijal koji čine uglavnom gline niske i srednje plastičnosti laboratorijski su ispitani većim brojem pokusa iz kojih je dobivena prosječna optimalna vlažnost $w_{opt} = 16\%$, što je nešto manje od prirodne vlažnosti tla. S obzirom na relativno malu zakrivljenost Proctorove krivulje treba očekivati dobru ugradivost ovog materijala s



prirodnom vlažnosti. Nadalje, prema laboratorijskim ispitivanjima materijala zbijenog 95% po standardnom Proctoru vidljivo je postizanje zadovoljavajuće posmične čvrstoće i stišljivosti, te se materijal može smatrati vodonepropusan.

Laboratorijski je također određena optimalna vlažnost po Proctoru za pjeskovito prašinaste i pjeskovito glinovite mješavine materijala. Optimalna vlažnost je nešto manja nego za sloj čiste gline, što je očekivano, ali je i prirodna vlažnost ovih materijala manja tako da treba očekivati dobru ugradivost u nasipe.

U okviru novih istraživanja, prema **elaboratu (3)**, istražena je trasa uspornih nasipa uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca. U razdoblju od ožujka do prosinca 2019. godine provedeni su sljedeći geotehnički istražni radovi:

- **inženjersko-geološko istraživanje** s ciljem reinterpetacije postojećih geoloških podataka, kartiranja terena duž trase nasipa u pojasu širine 100 m zahvaćajući i pozicije potencijalnih nalazišta materijala te geološke determinacije izbušene jezgre,
- **geofizička istraživanja** za određivanje karakteristika plićih slojeva tla metodom geoelektrične 2-D tomografije. Izvedeno je ukupno 54 profila duljine od 80 do 600 m, sveukupno cca 14000 m.
- **istražno bušenje** s kontinuiranim jezgrovanjem i uzimanjem poremećenih i neporemećenih uzoraka tla. Ukupno je izvedeno 50 bušotina; od čega 49 bušotina dubine 10,0 m i 1 bušotina dubine 6,0 m (po dvije bušotine u paru na osima lijevog nasipa rijeke Dobre i Kupe te desnom nasipu Kupe i četiri puta po jedna bušotina na desnom nasipu Kupe u mjestu Trg) te 25 bušotina dubine 4,0 m na četiri lokacije potencijalnih nalazišta materijala. Tijekom bušenja izvođeni su in-situ pokusi: standardni penetracijski pokus (SPT), a praćena je i pojava podzemne vode.
- **laboratorijska istraživanja** na izvađenim poremećenim i neporemećenim uzorcima tla s ciljem određivanja indeksnih i klasifikacijskih, te hidrauličkih, mehaničkih i ugradbenih svojstava tla.

U okviru novih istraživanja izvedeni su sljedeći pokusi: određivanje prirodne vlažnosti materijala, specifične i zapreminske težine; određivanje Atterbergovih granica plastičnosti i tečenja, granulometrijskog sastava, bubrenje uzoraka nakon 4 dana potapanja u vodi i sadržaja organskih tvari te disperzivnost tla u pinhole testu; određivanje vodopropusnosti i stišljivosti neporemećenih uzoraka u edometru, određivanje parametara čvrstoće u pokusima izravnog posmika te određivanje jednoosne čvrstoće uzoraka; ugradbena svojstva iz standardnog Proctorovog pokusa.

Za određivanje geotehničkih karakteristika temeljnog tla i materijala iz pozajmišta korišteni su rezultati svih do sada provedenih istraživanja.

5.2.2 Opis temeljnog tla

5.2.2.1 Geološka determinacija

Prema **geološkoj determinaciji** naslage tla u širem području uspornih nasipa i do većih dubina čine aluvijalne i poplavne naslage (kvartar-holocen; Q), lapori, glinoviti i pjeskoviti, pijesci, pješčenjaci (gornji pont; Pl_1^2) i pješčenjaci, šejlovi, konglomerati (srednji i gornji perm; Pz2).



Aluvijalni i poplavni sedimenti sastoje se od naslaga glina, prahova, pijeska i šljunka. Na cijelom području u površinskom dijelu su prisutne naslage glina i prahova, koje su mjestimično pjeskovite. Ispod ovih naslaga javljaju se šljunci i pijesci, te mjestimično i fragmenti starijih naslaga. Ovaj površinski glinovito prahoviti sloj vjerojatno dijelom pripada poplavnim sedimentima, a dijelom aluvijalnim dok pijesci i šljunci uglavnom nešto manje debljine pripadaju aluvijalnim naslagama.

Ispod kvartarnih naslaga, istražnim bušenjem, najčešće ispod dubine od 5,0 m ustanovljene su naslage podine. Razlikuju se dvije vrsta naslaga. Mlađe naslage gornjeg pontaa (PI_1^2) i starije naslage gornjeg paleozoika, odnosno perma (PZ_2).

Gornjopontske naslage litološki su predstavljene laporima i u manjem dijelu zaglinjenim pijescima i pijescima. Često sadrže fosilne ostatke. Na terenu su vidljive samo mjestimično u zasjeku rijeke, naročito kod naselja Trg gdje se nalaze ispod aluvijalnog nanosa. Tu su vidljivi slojevi vrlo blago nagnuti prema istoku, jugoistoku.

Istražnim bušenjem ustanovljen je trošni dio naslaga lapora sive boje koje zapravo predstavljaju gline i prahove, niske ili visoke plastičnosti. Ove glinovite naslage su većih čvrstoća nego površinske glinovite naslage. Mjestimično sadrže i pjeskovitu komponentu. Predstavljaju trošenje glinovitih i pjeskovitih lapora koji se nalaze na većim dubinama koje nisu zahvaćena istražnim radovima.

Ove su naslage u podini nabušene na lijevom nasipu rijeke Dobre, od stacionaže 2+358 km do kraja osi, na lijevom nasipu Kupe od stacionaže 2+619 km do kraja osi, te na desnom nasipu Kupe od stacionaže 1+403 km do kraja osi uključujući i nasip u naselju Trg.

Najstarije naslage na istraživanom terenu sastoje se litološki od pješčenjaka i šejlova u podjednakim omjerima, te mjestimično kvarcnih konglomerata. Ove naslage međusobno se izmjenjuju u tankim proslojcima ili čak slojevima debljine i do 10 metara. Istražnim bušenjem nabušeni su odlomci i kršje spomenutih naslaga koje čine trošni dio stjenovite mase. Na površini su vidljive jedino naslage pješčenjaka i šejlova u koritu rijeke, te manjih pritoka. Slojevi su nagnuti prema zapadu, sjeverozapadu pod kutem do 20° .

Ove naslage javljaju se na početku svake osi nasipa pa do stacionaža od 2+358 km na lijevom nasipu Dobre, te stacionaža 2+619 km na lijevom nasipu Kupe i 1+403 km na desnom nasipu Kupe. U naselju Trg nisu zabilježene istražnim radovima.

Kontakt navedenih podinskih naslaga je tektonski. Radi se, kako je moguće zaključiti iz geofizičkih ispitivanja, o širim rasjednim zonama, čak i nekoliko 10-taka i 100-tina m unutar kojih su naslage podine razlomljene i rastrošene i u navlačnom kontaktu, te zapravo ne postoji jasna granica već prelazna zona unutar koje je moguće naći obje vrste naslaga.

5.2.2.2 Geoelektrična mjerenja

Geoelektrična mjerenja daju uvid u temeljno tlo do dubina od približno 30 m. U klastičnim sedimentima osnovicu litološkog raspoznavanja izmjenjenog električnog otpora čini veličina zrna i prisutnost vode u porama sedimentata, pri čemu krupnozrni sedimenti pokazuju znatno veću otpornost od sitnozrnih, dok zasićenost vodom smanjuje otpornost. Obrada rezultata mjerenja geoelektrične tomografije LIS sustavom izvedena je na osobnom računaru uz pomoć programa RES2DINV. Na osnovi vrijednosti električnih otpornosti rezultata mjerenja geoelektričnom tomografijom, a koristeći podatke determinacije jezgre



istražnih bušotina na području istraživanja, prognozirana je zastupljenost sljedećih naslaga:

- područje pretežito glina i prahova te prahovitih pijeskova i glinovitih lapora (otpornost naslaga do 30 ohmm),
- druga karakteristična sredina su prahovi, prahoviti pijesci, pijesci i šljunkoviti pijesci te pjeskoviti lapori i jako razlomljena stijena (otpornost naslaga od 30 do 60 ohmm),
- treća karakteristična sredina su pijesci, pjeskoviti šljunci i šljunci te razlomljena stijena (otpornost naslaga od 60 do 150 ohmm),
- posljednja karakteristična sredina su krupni kvarcni šljunci te pješčenjaci, kvarcni konglomerat i šejl (otpornost naslaga od 150 ohmm).

Na ispitivanom području granice između pojedinih materijala nisu uvijek oštre, već su prelazi iz jedne u drugu sredinu postepeni, a time i vrijednosti otpornosti litoloških članova nisu izričito gore navedene vrijednosti

5.2.2.3 Istražna bušenja i laboratorijska ispitivanja

Detaljniji uvid u svojstva temeljnog tla daju rezultati istražnih bušenja, in-situ pokusa u bušotinama i laboratorijskih ispitivanja. Reprezentativne bušotine dubina do 10 m (oznake B-1 do B-50) pozicionirane su uzduž lijevog i desnog uzvodnog nasipa Kupe i lijevog uzvodnog nasipa Dobre. Uz identifikaciju jezgre, u ovim bušotinama učestalo po dubini su vađeni poremećeni i neporemećeni uzorci, te izvođeni in-situ pokusi (standardni penetracijski pokus). Za verifikaciju pružanja naslaga relevantne dubine poprečno na os nasipa izvedeni su parovi bušotina na karakterističnim profilima.

U prilogima 3-1 do 3-8 elaborata (3) prikazani su sondažni profili navedenih bušotina s izdvojenim prikazima prepoznatih slojeva na terenu, izmjenom razinom podzemne vode, klasifikacijskim pokazateljima (granulometrijski sastav, Atterbergove granice i indeks plastičnosti), te pokazateljima konzistencije materijala (prirodna vlažnost, indeks konzistencije, nedrenirane čvrstoće i broj udaraca SPT).

5.2.2.4 Rezultati istraživanja

Rezultati istraživanja posebno su prikazani za 4 uzdužna profila uz lijevu i desnu obalu Kupe, te lijevu obalu Dobre uzvodno od pregrade Brodarci na Kupi.

a) Uzdužni profil tla na lijevoj obali Kupe (LNK)

Na osnovu izvedenih istražnih radova na lijevoj obali Kupe (bušotine oznake B-15 do B-30, B-33 do B-34, B-37 do B-42 i B-45 do B-46) moguće je izdvojiti sljedeći profil tla:

- na površinu terena nasip ili humusni pokrivač s glinom do prahom debljine do 0,60 m,
- ispod nasipa ili humusnog pokrivača se od 0,15 m do najviše 5,30 m rasprostiru naslage gline (CL, CH), debljine 0,80 do 3,70 m, niske do visoke plastičnosti, lako do teško gnječive konzistencije, s primjesama Fe oksida žutosmeđe do sivo žute boje. Rezultati SPT ispitivanja u površinskim naslagama iznose 3 do 18 udaraca,
- na dubini od 1,10 m do najviše 6,30 m rasprostiru se slojevi šljunka uglavnom dobro ili loše graduiran, zaglinjen ili prahovit i slabo do srednje zbijen (GW/GP-GC/GM) ili pijeska uglavnom slabo graduiran, glinovit ili prahovit i slabo zbijen (SP-SC/SM), debljine 0,70 do 4,40 m. Rezultati SPT ispitivanja u tim naslagama



- iznose od 5 do 26 udaraca (G-šljunak) i od 3 do 12 udaraca (S-pijesak), uglavnom ispod nivoa podzemne vode,
- na dubini 2,00 do 6,30 m pa do dna bušenja registrirana je podina, koju predstavljaju naslage odlomaka i kršja stijene (šejl i rijetko pješćenjak) vezani glinovitim i prahovitim pijeskom te glinom i prahom (G-Cb/SC-SM/CL-ML), sive do tamnosive boje ili glinoviti i pjeskoviti lapor (CL/CH-ML), visoko/niskoplastičan, polučvrstog konzistentnog stanja, sive boje. Rezultati SPT ispitivanja nalaze se u intervalu od 16 do 50 udaraca.

Za vrijeme bušenja registrirana je pojava podzemne vode dok je nakon završenog bušenja izmjerena razina podzemne vode PPV/RPV: najviše -2,60 m/-1,10 m (B-22) do najniže -4,00 m/-3,20 m (B-17).

Za određivanje pripadajućih svojstava i karakterističnih parametara temeljnog tla, korišteni su svi rezultati terenskih i laboratorijskih ispitivanja iz elaborata (1) – (3).

1. **Glina (CL, CH)**, debljine 0,80 do 3,70 m, niske do visoke plastičnosti, lako do teško gnječive konzistencije.

In situ ispitivanjima u bušotinama dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

LNK iz elaborata (1) S-1 do S-14 i D-14 do D-17 prosječno **N=9**.

LNK iz elaborata (3) B-15 do B-30, B-33 do B-34, B-37 do B-42 i B-45 do B-46 prosječno **N=8** (najmanja vrijednost N=3).

B-15 (1,20-1,50)	N=12
B-16 (1,40-1,70)	N=12
B-19 (1,60-1,90)	N=13
B-20 (1,50-1,80)	N=5
B-21 (1,40-1,70)	N=15
B-23 (1,20-1,50)	N=7
B-24 (2,60-2,90)	N=18
B-25 (2,00-2,30)	N=5
B-26 (1,40-1,70)	N=7
B-27 (2,20-2,50)	N=4
B-27 (4,20-4,50)	N=3
B-28 (1,50-1,80)	N=5
B-30 (1,10-1,40)	N=9
B-33 (1,20-1,50)	N=6
B-34 (2,00-2,30)	N=7
B-37 (1,20-1,50)	N=11
B-37 (3,20-3,50)	N=15
B-38 (1,90-2,20)	N=11
B-39 (2,50-2,80)	N=7
B-40 (1,70-2,00)	N=5
B-41 (1,40-1,70)	N=7
B-42 (2,00-2,30)	N=5
B-45 (2,50-2,80)	N=11

-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednost (srednja vrijednost iz elaborat 3 / srednja vrijednost iz elaborat 1):
prirodna vlažnost $w_o = 21,50 / 26,38\%$



granica tečenja	$w_l = 44,70 / 35,69\%$
granica plastičnosti	$w_p = 21,40 / 20,50\%$
indeks plastičnosti	$I_p = 23,30 / 15,19$
indeks konzistencije	$I_k = 1,08 / 0,61$
gustoća (zapreminska težina)	$\gamma = 19,0 / 19,7 \text{ kN} / \text{m}^3$
specifična gustoća	$\gamma_s = 27,1 / 27,1 \text{ kN} / \text{m}^3$
nedrenirana čvrstoća (laboratorij-jedn. čvrstoća)	$c_u = 96 / 53 \text{ kPa}$
nedrenirana čvrstoća (korelacije)	$c_u = 112 / 78 \text{ kPa}$
kohezija (laboratorij-dir. smicanje)	$c' = 19,0 / 15,8 \text{ kPa}$
kut unutrašnjeg trenja (laboratorij-dir. smicanje)	$\phi' = 22,3^\circ / 22,6^\circ$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\phi' = 27,8^\circ / 29,6^\circ$
modul stišljivosti (laboratorij-iz edometra)	$M_k = - \text{MPa (za } \bar{\sigma}_v = 50-100 \text{ kPa)}$ $M_k = 5,2 / 4,4 \text{ MPa (za } \bar{\sigma}_v = 100-200 \text{ kPa)}$ $M_k = 8,7 / 5,8 \text{ MPa (za } \bar{\sigma}_v = 200-400 \text{ kPa)}$
modul stišljivosti (korelacije)	$M_k = 4,0 / 5,4 \text{ MPa (za } \bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa)}$
koeficijent propusnosti (iz edometra)	$k = 2,4 \cdot 10^{-8} / 5,3 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$

2. **Šljunak zaglinjen ili prahovit (GW/GP-GC/GM) ili pijesak zaglinjen ili prahovit (SP-SC/SM)** na dubini od 1,10 m do 6,30 m, debljine 0,70 do 4,40 m, slabo do srednje zbijeni.

In situ ispitivanjima dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

LNK iz elaborata (1) S-1 do S-14 i D-14 do D-17 prosječno **N=13** za šljunak (GW/GP-GC/GM) i **N=7** za pijesak (SP-SC/SM).

LNK iz elaborata (3) B-15 do B-30, B-33 do B-34, B-37 do B-42 i B-45 do B-46 prosječno **N=9** za šljunak (GW/GP-GC/GM) i **N=5** za pijesak (SP-SC/SM).

B-15 (3,20-3,50)	N=5 (G)
B-16 (4,20-4,50)	N=26 (G)
B-17 (2,40-2,70)	N=5 (G/S)
B-18 (1,40-1,70)	N=7 (G/S)
B-18 (3,50-3,80)	N=5 (G/S)
B-19 (3,50-3,80)	N=6 (S)
B-22 (2,40-2,70)	N=5 (S)
B-23 (3,00-3,30)	N=11 (G)
B-24 (4,20-4,50)	N=5 (S)
B-25 (4,10-4,40)	N=3 (S)
B-26 (3,00-3,30)	N=5 (S)
B-26 (5,00-5,30)	N=10 (G)
B-28 (3,10-3,40)	N=3 (S)
B-28 (5,10-5,40)	N=10 (G)
B-29 (2,20-2,50)	N=12 (G)
B-29 (4,20-4,50)	N=8 (G)
B-30 (3,40-3,70)	N=12 (S)
B-30 (5,10-5,40)	N=7 (G)
B-33 (3,20-3,50)	N=10 (G)
B-34 (4,10-4,40)	N=8 (G)
B-38 (4,10-4,40)	N=8 (G)
B-40 (3,00-3,30)	N=6 (G)
B-41 (3,50-3,80)	N=8 (G)
B-46 (1,50-1,80)	N=11 (G).



-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednosti (srednja vrijednost iz elaborat 3 / srednja vrijednost iz elaborat 1):

gustoća (zapreminska težina)	$\gamma = 19,7 \text{ kN} / \text{m}^3$
specifična gustoća	$\gamma_s = 27,1 \text{ kN} / \text{m}^3$
kohezija	$c' = 0-1 \text{ kPa}$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\phi' = 31,8^\circ / 34,1^\circ \text{ (G)}$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\phi' = 28,8^\circ / 30,4^\circ \text{ (S)}$
koeficijent propusnosti (La Franc)	$k = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ cm} / \text{s} \text{ (G)}$
koeficijent propusnosti (US Bureau)	$k = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ cm} / \text{s} \text{ (G)}$
koeficijent propusnosti (US Bureau)	$k = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ cm} / \text{s} \text{ (S)}$

3. **Naslage odlomaka i kršja stijene (G-Cb/SC-SM/CL-ML) ili glinoviti i pjeskoviti lapor (CL/CH-ML)** na dubini 2,00 do 6,30 m pa do dna bušenja. Značajke lapora su niska ili visoka plastičnost i polučvrsto konzistentno stanje.

In situ ispitivanjima u bušotinama dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

LNK iz elaborata (1) S-1 do S-14 i D-14 do D-17 prosječno **N=33**.

LNK iz elaborata (3) B-15 do B-30, B-33 do B-34, B-37 do B-42 i B-45 do B-46 prosječno **N=38** (najmanja vrijednost N=16).

B-15	N=50, 50
B-16	N=50, 50
B-17	N=17, 50, 36, 41
B-18	N=20, 50, 50
B-19	N=50, 50
B-20	N=50, 50
B-21	N=50
B-22	N=50, 50, 50
B-23	N=50, 43
B-24	N=39, 35
B-25	N=50
B-26	N=50, 50
B-27	N=46, 50, 48
B-28	N=50, 50
B-29	N=40, 50, 44
B-30	N=50, 49
B-33	N=28, 38
B-34	N=37, 40, 50
B-37	N=32, 37, 50
B-38	N=47, 50, 50
B-39	N=24, 24
B-40	N=20, 23, 31
B-41	N=20, 26, 34
B-42	N=24, 21, 27
B-45	N=16, 20, 18, 22
B-46	N=20, 19, 22, 21.

-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednosti (srednja vrijednost iz elaborat 3 / srednja vrijednost iz elaborat 1):



prirodna vlažnost	$w_o = 27,55 / 23,32\%$ (CL/CH-ML)
granica tečenja	$w_l = 23,09 / 40,90\%$ (G-Cb/SC-SM/CL-ML)
granica tečenja	$w_l = 52,80 / 40,90\%$ (CL/CH-ML)
granica plastičnosti	$w_p = 14,30 / 22,66\%$ (G-Cb/SC-SM/CL-ML)
granica plastičnosti	$w_p = 26,99 / 22,66\%$ (CL/CH-ML)
indeks plastičnosti	$I_p = 8,79 / 18,24$ (G-Cb/SC-SM/CL-ML)
indeks plastičnosti	$I_p = 25,81 / 18,24$ (CL/CH-ML)
indeks konzistencije	$I_k = 0,98 / 0,99$
gustoća (zapreminska težina)	$\gamma = 19,0 / 19,9$ kN / m ³
specifična gustoća	$\gamma_s = 27,0 / 26,9$ kN / m ³
nedrenirana čvrstoća (laboratorij-jedn. čvrstoća)	$c_u = 254 / 140$ kPa (CL/CH-ML)
nedrenirana čvrstoća (korelacije)	$c_u = 174 / 180$ kPa
kohezija (laboratorij-dir. smicanje)	$c' = 37$ kPa
kut unutrašnjeg trenja (laboratorij-dir. smicanje)	$\phi' = 26,6^\circ$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\phi' = 26,7^\circ / 28,7^\circ$
modul stišljivosti (laboratorij-iz edometra)	$M_k = -$ MPa (za $\bar{\sigma}_v = 50-100$ kPa) $M_k = -$ MPa (za $\bar{\sigma}_v = 100-200$ kPa) $M_k = 12,7$ MPa (za $\bar{\sigma}_v = 200-400$ kPa)
modul stišljivosti (korelacije)	$M_k = 18 / 19$ MPa (za $\bar{\sigma}_v = 100$ kPa)
koeficijent propusnosti (iz edometra)	$k = 2,1^{-8} / 5,3 \cdot 10^{-8}$ cm/s (CL/CH-ML)

b) Uzdužni profil tla na desnoj obali Kupe (DNK-1)

Na osnovu izvedenih istražnih radova na lijevoj obali Kupe (bušotine oznake B-31 do B-32, B-35 do B-36 i B-43 do B-44) moguće je izdvojiti sljedeći profil tla:

- na površinu terena nasip ili humusni pokrivač s glinom do prahom debljine do 0,5 m,
- ispod nasipa ili humusnog pokrivača se od 0,2 m do najviše 3,2 m rasprostiru naslage gline (CL-CH) ili glina do pijesak glinovit (CL-SC) ili prah do pijesak prahovit (ML-SM), debljine 1,8 do 2,95 m, niske do visoke plastičnosti, lako gnječive konzistencije, s primjesama Fe oksida žutosmeđe do sivo žute boje. Rezultati SPT ispitivanja u površinskim naslagama iznose 2 do 4 udaraca,
- na dubini od 2,0 m do najviše 5,5 m rasprostiru se slojevi šljunka uglavnom dobro ili loše graduiran, prahovit i slabo do srednje zbijen (GW/GP-GM) ili pijeska, prahovit i vrlo slabo zbijen (SM), debljine 2,0 do 3,0 m. Rezultati SPT ispitivanja u tim naslagama iznose od 5 do 10 udaraca (G-šljunak) i od 2 do 3 udaraca (S-pijesak), uglavnom ispod nivoa podzemne vode,
- na dubini 4,5 do 6,1 m pa do dna bušenja registrirana je podina, koju predstavljaju naslage glinovitog i pjeskovitog lapora ili prah niskoplastičan (CH, ML), polučvrstog konzistentnog stanja, sive boje. Rezultati SPT ispitivanja nalaze se u intervalu od 20 do 50 udaraca.

Za vrijeme bušenja registrirana je pojava podzemne vode dok je nakon završenog bušenja izmjerena razina podzemne vode PPV/RPV: najviše -2,70 m/-1,90 m (B-31) do najniže -3,80 m/-2,60 m (B-32).

Za određivanje pripadajućih svojstava i karakterističnih parametara temeljnog tla, korišteni su svi rezultati terenskih i laboratorijskih ispitivanja iz elaborata (1) – (3).

1. **Glina** (CL-CH/CL-SC/ML-SM), debljine 1,80 do 2,95 m, niske do visoke plastičnosti, lako gnječive konzistencije.



In situ ispitivanjima u bušotinama dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

DNK-1 iz elaborata (1) S-6 do S-18 i D-20 do D-25 prosječno **N=9**.

DNK-1 iz elaborata (3) B-31 do B-32, B-35 do B-36 i B-43 do B-44 prosječno **N=3** (najmanja vrijednost N=2).

B-31 (1,20-1,50)	N=4
B-32 (2,00-2,30)	N=4
B-35 (2,10-2,40)	N=2
B-36 (1,20-1,50)	N=4
B-43 (1,60-1,90)	N=4
B-44 (2,10-2,40)	N=3

-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednost (srednja vrijednost iz elaborat 3 / srednja vrijednost iz elaborat 1):

prirodna vlažnost	$w_o = 25,20 / 25,30\%$
granica tečenja	$w_l = 40,54 / 35,60\%$
granica plastičnosti	$w_p = 22,48 / 20,14\%$
indeks plastičnosti	$I_p = 18,06 / 15,26$
indeks konzistencije	$I_k = 0,85 / 0,51$
gustoća (zapreminska težina)	$\gamma = 20,0 / 19,6 \text{ kN} / \text{m}^3$
specifična gustoća	$\gamma_s = 27,1 / 27,1 \text{ kN} / \text{m}^3$
nedrenirana čvrstoća (laboratorij-jedn. čvrstoća)	$c_u = 70 / 68 \text{ kPa}$
nedrenirana čvrstoća (korelacije)	$c_u = 20 / 70 \text{ kPa}$
kohezija (laboratorij-dir. smicanje)	$c' = 9,2 / 17,5 \text{ kPa}$
kut unutrašnjeg trenja (laboratorij-dir. smicanje)	$\phi' = 26,6^\circ / 25,3^\circ$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\phi' = 28,6^\circ / 29,6^\circ$
modul stišljivosti (laboratorij-iz edometra)	$M_k = - \text{MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 50-100 \text{ kPa}$) $M_k = 4,6 / 5,4 \text{ MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 100-200 \text{ kPa}$) $M_k = 6,4 / 7,8 \text{ MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 200-400 \text{ kPa}$)
modul stišljivosti (korelacije)	$M_k = 2,0 / 5,4 \text{ MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa}$)
koeficijent propusnosti (iz edometra)	$k = 3,1 \cdot 10^{-8} / 3,8 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$

2. **Šljunak prahovit (GW/GP-GM) ili pijesak prahovit (SM)** na dubini od 2,0 m do 5,5 m, debljine 2,0 do 3,0 m, vrlo slabo do srednje zbijen.

In situ ispitivanjima dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

DNK-1 iz elaborata (1) S-6 do S-18 i D-20 do D-25 prosječno **N=18** za šljunak (GW/GP-GM) i **N=10** za pijesak (SM).

DNK-1 iz elaborata (3) B-31 do B-32, B-35 do B-36 i B-43 do B-44 prosječno **N=8** za šljunak (GW/GP-GC/GM) i **N=3** za pijesak (SP-SC/SM).

B-31 (3,20-3,50)	N=5 (G)
B-32 (3,50-3,80)	N=2 (S)
B-35 (4,00-4,30)	N=10 (G)
B-36 (3,10-3,40)	N=3 (S)
B-43 (3,30-3,60)	N=7 (G)
B-44 (3,70-4,00)	N=9 (G).



-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednosti (srednja vrijednost iz elaborat 3 / srednja vrijednost iz elaborat 1):

gustoća (zapreminska težina)	$\gamma = 19,7 \text{ kN / m}^3$
specifična gustoća	$\gamma_s = 27,1 \text{ kN / m}^3$
kohezija	$c' = 0-1 \text{ kPa}$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\phi' = 31,1^\circ / 36,6^\circ \text{ (G)}$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\phi' = 26,8^\circ / 32,4^\circ \text{ (S)}$
koeficijent propusnosti (La Franc)	$k = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s (G)}$
koeficijent propusnosti (US Bureau)	$k = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s (G)}$
koeficijent propusnosti (US Bureau)	$k = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ cm/s (S)}$

3. **Naslage glinovitog i pjeskovitog lapora ili prah niskoplastičan (CH, ML)** na dubini 4,5 do 6,1 m pa do dna bušenja. Značajke lapora su niska plastičnost i polučvrsto konzistentno stanje.

In situ ispitivanjima u bušotinama dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

DNK-1 iz elaborata (1) S-6 do S-18 i D-20 do D-25 prosječno **N=30**.

DNK-1 iz elaborata (3) B-31 do B-32, B-35 do B-36 i B-43 do B-44 prosječno **N=32** (najmanja vrijednost N=20).

B-31 (7,00-7,30)	N=30
B-31 (9,00-9,30)	N=33
B-32 (6,50-6,80)	N=23
B-32 (8,00-8,30)	N=26
B-32 (9,70-10,0)	N=30
B-35 (6,40-6,70)	N=28
B-35 (8,20-8,50)	N=50
B-35 (9,70-10,0)	N=31
B-36 (5,40-5,70)	N=36
B-36 (7,00-7,30)	N=50
B-36 (9,20-9,50)	N=44
B-43 (5,20-5,50)	N=20
B-43 (7,00-7,30)	N=26
B-43 (9,00-9,30)	N=27
B-44 (6,30-6,60)	N=23
B-44 (8,00-8,30)	N=25
B-44 (9,70-10,0)	N=37.

-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednosti (srednja vrijednost iz elaborat 3 / srednja vrijednost iz elaborat 1):

prirodna vlažnost	$w_o = 28,73 / 22,60\% \text{ (CH, ML)}$
granica tečenja	$w_l = 53,34 / 38,26\% \text{ (CH, ML)}$
granica plastičnosti	$w_p = 24,92 / 22,35\% \text{ (CH, ML)}$
indeks plastičnosti	$I_p = 28,42 / 15,91\% \text{ (CH, ML)}$
indeks konzistencije	$I_k = 0,86 / 0,98$
gustoća (zapreminska težina)	$\gamma = - / 20,3 \text{ kN / m}^3$
specifična gustoća	$\gamma_s = - / 27,0 \text{ kN / m}^3$
nedrenirana čvrstoća (laboratorij-jedn. čvrstoća)	$c_u = 108 / 104 \text{ kPa (CH, ML)}$
nedrenirana čvrstoća (korelacije)	$c_u = 145 / 170 \text{ kPa}$



kohezija (laboratorij-dir. smicanje)	$c' = 10 \text{ kPa}$
kut unutrašnjeg trenja (laboratorij-dir. smicanje)	$\varphi' = 30,7^\circ$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\varphi' = 26,2^\circ / 29,4^\circ$
modul stišljivosti (laboratorij-iz edometra)	$M_k = - \text{MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 50-100 \text{ kPa}$) $M_k = 8,54 / 5,3 \text{ MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 100-200 \text{ kPa}$) $M_k = 8,77 / 8,8 \text{ MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 200-400 \text{ kPa}$)
modul stišljivosti (korelacije)	$M_k = 15 / 18 \text{ MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa}$)
koeficijent propusnosti (iz edometra)	$k = 5,12^{-8} / 1,6 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$ (CH, ML)

c) Uzdužni profil tla na desnoj obali Kupe u naselju Trg (DNK-2)

Na osnovu izvedenih istražnih radova na lijevoj obali Kupe u naselju Trg (bušotine oznake B-47 do B-50) moguće je izdvojiti sljedeći profil tla:

- na površinu terena nasip ili humusni pokrivač s glinom do prahom debljine do 1,2 m,
- ispod nasipa ili humusnog pokrivača se od 0,6 m do najviše 2,6 m rasprostiru naslage gline (CL), debljine 1,4 do 1,8 m, niske plastičnosti, teško gnječive konzistencije, s primjesama Fe oksida žutosmeđe boje. Rezultati SPT ispitivanja u površinskim naslagama iznose 12 do 17 udaraca,
- na dubini od 2,0 m do najviše 4,3 m rasprostiru se slojevi šljunka i pijeska, prahoviti i srednje zbijeni (GM-SM), debljine 0,6 do 2,1 m. Rezultati SPT ispitivanja u tim naslagama iznose od 6 do 10 udaraca, uglavnom ispod nivoa podzemne vode,
- na dubini 1,2 do 4,3 m pa do dna bušenja registrirana je podina, koju predstavljaju naslage glinovitog i pjeskovitog lapora ili prah (CL-ML/CH-MH), polučvrstog konzistentnog stanja, sive boje. Rezultati SPT ispitivanja nalaze se u intervalu od 18 do 38 udaraca.

Za vrijeme bušenja registrirana je pojava podzemne vode dok je nakon završenog bušenja izmjerena razina podzemne vode PPV/RPV: najviše -1,20 m/-0,60 m (B-50) do najniže -3,70 m/-3,35 m (B-49).

Za određivanje pripadajućih svojstava i karakterističnih parametara temeljnog tla, korišteni su svi rezultati terenskih i laboratorijskih ispitivanja iz elaborata (1) – (3).

1. **Glina (CL)**, debljine 1,4 do 1,8 m, niske plastičnosti, teško gnječive konzistencije.

In situ ispitivanjima u bušotinama dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

DNK-2 iz elaborata (1) S-1 do S-5 prosječno **N=9**.

DNK-2 iz elaborata (3) B-47 do B-50 prosječno **N=14** (najmanja vrijednost N=12).

B-48 (2,00-2,30) N=17

B-49 (2,10-2,40) N=12

-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednosti (srednja vrijednost iz elaborat 3 / srednja vrijednost iz elaborat 1):

prirodna vlažnost	$w_o = 22,50 / 18,30\%$
granica tečenja	$w_l = 41,70 / 35,80\%$
granica plastičnosti	$w_p = 22,24 / 19,20\%$



indeks plastičnosti	$I_p = 19,46 / 16,60$
indeks konzistencije	$I_k = 0,98 / 1,05$
gustoća (zapreminska težina)	$\gamma = 20,0 / 20,2 \text{ kN} / \text{m}^3$
specifična gustoća	$\gamma_s = 27,1 / 27,0 \text{ kN} / \text{m}^3$
nedrenirana čvrstoća (laboratorij-jedn. čvrstoća)	$c_u = 82 / 134 \text{ kPa}$
nedrenirana čvrstoća (korelacije)	$c_u = 66 / 54 \text{ kPa}$
kohezija (laboratorij-dir. smicanje)	$c' = 7,6 / 12,5 \text{ kPa}$
kut unutrašnjeg trenja (laboratorij-dir. smicanje)	$\phi' = 28,8^\circ / 22,5^\circ$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\phi' = 28,4^\circ / 29,1^\circ$
modul stišljivosti (laboratorij-iz edometra)	$M_k = - \text{MPa (za } \bar{\sigma}_v = 50-100 \text{ kPa)}$ $M_k = 4,0 / 14,1 \text{ MPa (za } \bar{\sigma}_v = 100-200 \text{ kPa)}$ $M_k = 6,0 / 19,1 \text{ MPa (za } \bar{\sigma}_v = 200-400 \text{ kPa)}$
modul stišljivosti (korelacije)	$M_k = 2,0 / 5,4 \text{ MPa (za } \bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa)}$
koeficijent propusnosti (iz edometra)	$k = 5,4 \cdot 10^{-8} / 1,8 \cdot 10^{-9} \text{ cm/s}$

2. **Šljunak i pijesak (GM-SM)** na dubini od 2,0 m do 4,3 m, debljine 0,6 do 2,1 m, srednje zbijen.

In situ ispitivanjima dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

DNK-2 iz elaborata (1) S-1 do S-5 prosječno **N=12** za šljunak i pijesak (GM-SM).

DNK-2 iz elaborata (3) B-47 do B-50 prosječno **N=8** za šljunak i pijesak (GM-SM).

B-47 (2,20-2,50)	N=10 (G/S)
B-48 (4,10-4,40)	N=6 (S)

-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednosti (srednja vrijednost iz elaborat 3 / srednja vrijednost iz elaborat 1):

gustoća (zapreminska težina)	$\gamma = 19,7 \text{ kN} / \text{m}^3$
specifična gustoća	$\gamma_s = 27,1 \text{ kN} / \text{m}^3$
kohezija	$c' = 0-1 \text{ kPa}$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\phi' = 31,1^\circ / 33,6^\circ \text{ (G/S)}$
koeficijent propusnosti (La Franc)	$k = 8,2 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s (G)}$
koeficijent propusnosti (US Bureau)	$k = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ cm/s (G/S)}$

3. **Naslage glinovitog i pjeskovitog lapora ili prah (CL-ML/CH-MH)** na dubini 1,2 do 4,3 m pa do dna bušenja. Značajke lapora su niska ili visoka plastičnost i polučvrsto konzistentno stanje.

In situ ispitivanjima u bušotinama dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

DNK-2 iz elaborata (1) S-1 do S-5 prosječno **N=23**.

DNK iz elaborata (3) B-47 do B-50 prosječno **N=28** (najmanja vrijednost N=18).

B-47 (4,10-4,40)	N=18
B-47 (6,00-6,30)	N=19
B-47 (8,10-8,40)	N=21
B-47 (9,70-10,0)	N=23
B-48 (6,00-6,30)	N=21



B-48 (8,00-8,30)	N=25
B-48 (9,70-10,0)	N=20
B-49 (4,30-4,60)	N=20
B-49 (6,00-6,30)	N=29
B-49 (8,20-8,50)	N=38
B-49 (9,70-10,0)	N=37
B-50 (2,20-2,50)	N=27
B-50 (3,70-4,00)	N=34
B-50 (6,20-6,50)	N=32
B-50 (8,00-8,30)	N=36
B-50 (9,70-10,0)	N=37

-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednosti (srednja vrijednost iz elaborat 3 / srednja vrijednost iz elaborat 1):

prirodna vlažnost	$w_0 = 28,95 / 24,00\%$
granica tečenja	$w_l = 48,43 / 43,17\%$
granica plastičnosti	$w_p = 27,07 / 23,63\%$
indeks plastičnosti	$I_p = 21,36 / 19,54\%$
indeks konzistencije	$I_k = 0,91 / 0,98$
gustoća (zapreminska težina)	$\gamma = - / 20,1 \text{ kN} / \text{m}^3$
specifična gustoća	$\gamma_s = - / 27,1 \text{ kN} / \text{m}^3$
nedrenirana čvrstoća (laboratorij-jedn. čvrstoća)	$c_u = - / 162 \text{ kPa}$
nedrenirana čvrstoća (korelacije)	$c_u = 148 / 126 \text{ kPa}$
kohezija (laboratorij-dir. smicanje)	$c' = 14,2 \text{ kPa}$
kut unutrašnjeg trenja (laboratorij-dir. smicanje)	$\phi' = 29,4^\circ$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\phi' = 27,8^\circ / 28,2^\circ$
modul stižljivosti (laboratorij-iz edometra)	$M_k = - \text{ MPa (za } \bar{\sigma}_v = 50-100 \text{ kPa)}$ $M_k = - / 8,0 \text{ MPa (za } \bar{\sigma}_v = 100-200 \text{ kPa)}$ $M_k = - / 12,5 \text{ MPa (za } \bar{\sigma}_v = 200-400 \text{ kPa)}$
modul stižljivosti (korelacije)	$M_k = 15 / 12 \text{ MPa (za } \bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa)}$
koeficijent propusnosti (iz edometra)	$k = 4,4^{-7} / 6,1 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$

c) Uzdužni profil tla na lijevoj obali Dobre (LND)

Na osnovu izvedenih istražnih radova na lijevoj obali Kupe (bušotine oznake B-1 do B-14) moguće je izdvojiti sljedeći profil tla:

- na površinu terena nasip ili humusni pokrivač s glinom do prahom debljine do 0,65 m,
- ispod nasipa ili humusnog pokrivača se od 0,20 m do najviše 3,30 m rasprostiru naslage gline (CL, CH), debljine 0,65 do 3,10 m, niske do visoke plastičnosti, lako do teško gnječive konzistencije, s primjesama Fe oksida žutosmeđe do sive boje. Rezultati SPT ispitivanja u površinskim naslagama iznose 3 do 13 udaraca,
- na dubini od 0,95 m do najviše 5,40 m rasprostiru se slojevi šljunka, zaglinjen ili prahovit i slabo do dobro zbijen (GM, GC) ili pijeska uglavnom dobro građuiran, prahovit i slabo do srednje zbijen (SW-SM), debljine 0,60 do 3,50 m. Rezultati SPT ispitivanja u tim naslagama iznose od 4 do 16 udaraca (G-šljunak) i od 3 do 10 udaraca (S-pijesak), uglavnom ispod nivoa podzemne vode,
- na dubini 3,20 do 5,40 m pa do dna bušenja registrirana je podina, koju predstavljaju naslage odlomaka i kršja stijene (šejl i rijetko pješćenjak) vezani glinovitim i prahovitim pijeskom te glinom i prahom (G-Cb/SC-SM/CL-ML), sive do tamnosive boje ili glinoviti i pjeskoviti lapor (MH, CH-MH), visokoplastičan,



polučvrstog do čvrstog konzistentnog stanja, sive boje. Rezultati SPT ispitivanja nalaze se u intervalu od 32 do 50 udaraca.

Za vrijeme bušenja registrirana je pojava podzemne vode dok je nakon završenog bušenja izmjerena razina podzemne vode PPV/RPV: najviše -2,60 m/-0,30 m (B-11) do najniže -2,80 m/-2,60 m (B-5).

Za određivanje pripadajućih svojstava i karakterističnih parametara temeljnog tla, korišteni su svi rezultati terenskih i laboratorijskih ispitivanja iz elaborata (1) – (3).

1. **Glina (CL, CH)**, debljine 0,65 do 3,10 m, niske do visoke plastičnosti, lako do teško gnječive konzistencije.

In situ ispitivanjima u bušotinama dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

LND iz elaborata (1) S-1 do S-9 prosječno **N=14**.

LND iz elaborata (3) B-1 do B-14 prosječno **N=6** (najmanja vrijednost N=3).

B-1 (2,40-2,70)	N=4
B-2 (1,40-1,70)	N=13
B-3 (2,60-2,90)	N=3
B-4 (1,50-1,80)	N=3
B-5 (2,70-3,00)	N=4
B-6 (1,70-2,00)	N=11
B-7 (1,70-2,00)	N=6
B-8 (2,30-2,60)	N=3
B-9 (2,50-2,80)	N=6
B-10 (1,50-1,80)	N=8
B-12 (1,20-1,50)	N=4

-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednosti (srednja vrijednost iz elaborat 3 / srednja vrijednost iz elaborat 1):

prirodna vlažnost	$w_o = 26,22 / 26,90\%$
granica tečenja	$w_l = 45,97 / 43,00\%$
granica plastičnosti	$w_p = 21,87 / 20,18\%$
indeks plastičnosti	$I_p = 24,10 / 22,82$
indeks konzistencije	$I_k = 0,82 / 0,71$
gustoća (zapreminska težina)	$\gamma = - / 19,6 \text{ kN} / \text{m}^3$
specifična gustoća	$\gamma_s = 26,9 / 26,8 \text{ kN} / \text{m}^3$
nedrenirana čvrstoća (laboratorij-jedn. čvrstoća)	$c_u = 72 / 76 \text{ kPa}$
nedrenirana čvrstoća (korelacije)	$c_u = 30 / 72 \text{ kPa}$
kohezija (laboratorij-dir. smicanje)	$c' = 11,4 / 19,0 \text{ kPa}$
kut unutrašnjeg trenja (laboratorij-dir. smicanje)	$\phi' = 26,8^\circ / 23,7^\circ$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\phi' = 27,1^\circ / 27,3^\circ$
modul stižljivosti (laboratorij-iz edometra)	$M_k = - \text{ MPa (za } \bar{\sigma}_v = 50-100 \text{ kPa)}$ $M_k = 6,4 / 5,8 \text{ MPa (za } \bar{\sigma}_v = 100-200 \text{ kPa)}$ $M_k = 7,8 / 8,0 \text{ MPa (za } \bar{\sigma}_v = 200-400 \text{ kPa)}$
modul stižljivosti (korelacije)	$M_k = 3,0 / 6,7 \text{ MPa (za } \bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa)}$
koeficijent propusnosti (iz edometra)	$k = 4,9 \cdot 10^{-8} / 7,0 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$



2. **Šljunak zaglinjen ili prahovit (GM, GC) ili pijesak prahovit (SW-SM)** na dubini od 0,95 m do 5,40 m, debljine 0,60 do 3,50 m, slabo do dobro zbijeni.

In situ ispitivanjima dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

LND iz elaborata (1) S-1 do S-9 prosječno **N=9** za šljunak (GM, GC) i **N=4** za pijesak (SW-SM).

LND iz elaborata (3) B-1 do B-14 prosječno **N=10** za šljunak (GM, GC) i **N=6** za pijesak (SW-SM).

B-2 (3,10-3,40)	N=8 (G/S)
B-3 (4,10-4,40)	N=6 (S)
B-4 (3,10-3,40)	N=6 (S)
B-5 (4,20-4,50)	N=3 (S)
B-6 (3,20-3,50)	N=10 (S)
B-7 (3,20-3,50)	N=3 (S)
B-8 (4,20-4,50)	N=5 (S)
B-9 (4,10-4,40)	N=13 (G)
B-10 (3,10-3,40)	N=4 (G)
B-12 (3,20-3,50)	N=16 (G)
B-13 (2,10-2,40)	N=8 (G)
B-14 (1,20-1,50)	N=5 (S)
B-14 (3,20-3,50)	N=16 (G/S)

-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednost (srednja vrijednost iz elaborat 3 / srednja vrijednost iz elaborat 1):

gustoća (zapreminska težina)	$\gamma = 19,7 \text{ kN / m}^3$
specifična gustoća	$\gamma_s = 27,1 \text{ kN / m}^3$
kohezija	$c' = 0-1 \text{ kPa}$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\varphi' = 32,4^\circ / 31,8^\circ \text{ (G)}$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\varphi' = 29,6^\circ / 27,8^\circ \text{ (S)}$
koeficijent propusnosti (La Franc)	$k = 4,1 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s (G/S)}$
koeficijent propusnosti (US Bureau)	$k = 1,3 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s (G)}$
koeficijent propusnosti (US Bureau)	$k = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s (S)}$

3. **Naslage odlomaka i kršja stijene (G-Cb/SC-SM/CL-ML) ili glinoviti i pjeskoviti lapor (MH, CH-MH)** na dubini 3,20 do 5,40 m pa do dna bušenja. Značajke lapora su visoka plastičnost i polučvrsto do čvrsto konzistentno stanje.

In situ ispitivanjima u bušotinama dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

LND iz elaborata (1) S-1 do S-9 prosječno **N=50**.

LND iz elaborata (3) B-1 do B-14 prosječno **N=48** (najmanja vrijednost N=16).

B-1 (4,00-4,30)	N=50
B-1 (6,40-6,70)	N=33
B-1 (8,20-8,50)	N=33
B-1 (9,70-10,0)	N=32
B-2 (4,10-10,0)	N=3x50
B-3 (4,90-10,0)	N=3x50



B-4 (4,00-10,0)	N=3x50
B-5 (4,50-10,0)	N=3x50
B-6 (4,40-10,0)	N=3x50
B-7 (4,30-10,0)	N=3x50
B-8 (5,40-10,0)	N=3x50
B-9 (4,20-10,0)	N=3x50
B-10 (3,70-10,0)	N=3x50
B-11 (3,20-10,0)	N=3x50
B-13 (4,50-4,80)	N=40
B-13 (6,00-6,30)	N=50
B-13 (7,80-8,10)	N=50
B-14 (3,50-10,0)	N=3x50

-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednost (srednja vrijednost iz elaborat 3 / srednja vrijednost iz elaborat 1):

prirodna vlažnost	$w_0 = 26,32 / 21,90\%$ (MH, CH-MH)
granica tečenja	$w_l = 53,99 / 39,00\%$ (MH, CH-MH)
granica plastičnosti	$w_p = 30,14 / 28,30\%$ (MH, CH-MH)
indeks plastičnosti	$I_p = 23,85 / 10,70$ (MH, CH-MH)
indeks konzistencije	$I_k = 1,16 / 1,60$
gustoća (zapreminska težina)	$\gamma = - / 20,1 \text{ kN} / \text{m}^3$
specifična gustoća	$\gamma_s = - / 27,3 \text{ kN} / \text{m}^3$
nedrenirana čvrstoća (laboratorij-jedn. čvrstoća)	$c_u = - / 177 \text{ kPa}$ (MH, CH-MH)
nedrenirana čvrstoća (korelacije)	$c_u = 240 / 400 \text{ kPa}$
kohezija (laboratorij-dir. smicanje)	$c' = - \text{ kPa}$
kut unutrašnjeg trenja (laboratorij-dir. smicanje)	$\phi' = - ^\circ$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\phi' = 27,1^\circ / 31,6^\circ$
modul stižljivosti (laboratorij-iz edometra)	$M_k = - \text{ MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 50-100 \text{ kPa}$) $M_k = - \text{ MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 100-200 \text{ kPa}$) $M_k = - \text{ MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 200-400 \text{ kPa}$)
modul stižljivosti (korelacije)	$M_k = 24 / 25 \text{ MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa}$)
koeficijent propusnosti (iz edometra)	$k = -$ (MH, CH-MH)

5.2.2.5 Karakteristični parametri temeljnog tla

Parametri temeljnog tla određeni su na osnovi izmjerenih ili koreliranih rezultata terenskih i laboratorijskih ispitivanja uz sljedeće napomene:

A) Koherentno tlo

- karakteristične projektne vrijednosti nedrenirane čvrstoće, c_u izabrane su kao oprezno odabrane vrijednosti rezultata jednoosne čvrstoće te korelacije s SPT-om i indeksom plastičnosti (Clayton, 1995 i Stroud, 1975)
- projektni kut trenja u dreniranim uvjetima, ϕ' izabran je kao oprezno odabrane vrijednosti rezultata pokusa izravnog smicanja za vršni kut trenja te korelacijama s indeksom plastičnosti za kut trenja pri konstantnom volumenu (ϕ_{cv}' , kritično stanje), $\sin \phi_{cv}' = 0,8-0,094 I_n I_p$ (Manual, 1990), pri čemu je uzeto u obzir da normalno prekonsolidirani materijali imaju vršnu čvrstoću jednaku ili manju od one u kritičnom stanju
- kohezija u dreniranim uvjetima, c' u pravilu je nepouzdan parametar, a izabran je kao oprezno odabrane vrijednost iz rezultata pokusa direktnog smicanja.
- Youngovi moduli za drenirano stanje, E' procijenjeni su na osnovi preporučenih korelacija s SPT-om (Clayton, 1995 i Schneid, 2009)



- karakteristične projektne vrijednosti edometarskog modula, E_{oed} date su kao oprezno odabrane vrijednosti iz edometrijskih pokusa i korelacija s SPT-om i indeksom plastičnosti (Clayton, 1995 i Stroud, 1975)
- projektne vrijednosti koeficijenta vodopropusnosti za koherentne slojeve temeljnog tla odabrane su iz edometrijskih pokusa; $k = 10^{-10} \text{ m/s} - 10^{-9} \text{ m/s}$ ($10^{-8} \text{ cm/s} - 10^{-7} \text{ cm/s}$)
- zapreminske težine sitnozrnih slojeva tla uzete su kao oprezno odabrane vrijednosti donjih granica rezultata pokusa

Korelacije za koherentna tla

- c_u – iz laboratorijskih ispitivanja jednoosne čvrstoće $c_u = q_u/2$
- c_u – iz indeksa konzistencije $I_c = (w_l - w_0)/(w_l - w_p)$, $c_u = 1.7 \cdot 102 I_c$
- c_u , – iz laboratorijskih ispitivanja - nekonsolidirani nedrenirani pokus
- c_u , – iz N (SPT) i I_p $c_u = f_1 \times N_{60} \text{ (kPa)}$ $f_1(I_p)$ iz dijagrama (Clayton, Stroud 1995)
- c_u , – iz N (SPT) $c_u = (4.5-10) N_{60} \text{ (kPa)}$ (Clayton, 1995)
- c_u , – iz N (SPT) $c_u = (4-6) N \text{ (kPa)}$ (Stroud & Butler, 1975)
- φ_{cv}' - iz $\varphi' = \arcsin(0,8 - 0,094 \ln I_p / 1,1)$ (prema FHWA 2002, Terzaghy i dr. 1996)
- φ_{vr}' , c' - iz laboratorijskog ispitivanja izravnog posmika (direktno smicanje)
- E_{oed}/M_v – iz edometra ili iz korelacija $f(I_p)$ Schmertmann (1953)
- E_{oed}/M_v – iz N (SPT) $f_2 \times N_{60} \text{ (kPa)}$ $f_2(I_p)$ korelacija iz dijagrama (Clayton, 1995)
- E' – iz N (SPT); $E' = 2/3 E_u (1 + \nu')$; $E_u = 0.9N \text{ (MPa)}$; $0.1 < \nu' < 0.3$ (Clayton 1995, Schneid 2009)

B) Nekoherentno tlo

- Efektivni kut trenja, φ' izabran je kao oprezno odabrane vrijednosti korelacija iz SPT-a (Hatanaka & Uchida, 1996) i indeksa zbijenosti (ID) za vršni efektivni kut trenja (φ_{vr}'), te iz procjene koeficijenta zaobljenosti (R) za kut trenja pri konstantnom volumenu (φ_{cv}' , kritično stanje), pri čemu je uzeto u obzir da zbijeni materijali imaju vršnu čvrstoću veću od one u kritičnom stanju
- kohezija u dreniranim uvjetima, c' u pravilu je jednaka nula
- Youngovi moduli za drenirano stanje, E' procijenjeni su na osnovi preporučenih korelacija s SPT-om (Clayton, 1995 i Schneid, 2009)
- zapreminske težine krupnozrnih tla uzete su kao oprezno odabrane vrijednosti donjih granica rezultata pokusa.

Korelacije za nekoherentna tla

- φ_{vr}' - iz N (SPT) $20^\circ + (15.4(N_1)_{60})^{0.5}$ (Hatanaka & Uchida, 1996)
- φ_{vr}' - iz $(N_1)_{60}$ i I_D EC7-2 tablica Prilog F.2
- φ_{vr}' - iz N (SPT) $C \arctg(N / (12.2 + 20.3 (\bar{\sigma}_v/p_a)))^{0.34}$ $C = 1 \text{ do } 1,2$ (1,1 za ravninsko stanje)
- φ_{cv}' (kritično stanje) $42-17R$, ($R = 0,1-0,9$) (Chan & Page, 1979)
- $E' = N_{60} \text{ (MPa)}$ (normalno kons. pijesci) (za $0.1 < p/q_f < 0.3$) Clayton, 1995; Schneid, 2009
- E' – iz v_s $E'/E_0 = 1 - (p/q_f)^{0.3}$ $E' = 2.5 G_0$ $G_0 = \rho v_s^2$ (Mayne, 2005)

 γ = zapreminska težina tla I_p/I_c = indeks plastičnosti / indeks konzistencije N/N_{60} = broj udarac iz standardnog penetracijskog testa (SPT) c_u = nedrenirana čvrstoća v_s = posmična brzina seizmičkih valova φ' = unutarnji kut trenja c' = kohezija



E = modul elastičnosti (Youngov modul)
 E_{oed}/M_{vk} = modul stišljivosti (Edometarski modul)
 R = zaobljenost krupnozrnog tla
 I_D = indeks zbijenosti
 q_u = jednoosna tlačna čvrstoća

Uz primjenu preporuke prema Orr i Farrell, 1999, za statističku obradu rezultata terenskih i laboratorijskih ispitivanja, dobivene su **karakteristične** vrijednosti parametara **temeljnog tla** prikazane za 4 uzdužna profila uz lijevu i desnu obalu Kupe i lijevu obalu Dobre u tab. 5.2.1 do tab. 5.2.4.

Uputa za statističku obradu podataka prema Orr i Farrell, 1999: $X_k/X_{sr}=1,0$ (γ), 0,85 (c_u), 0,95 ($\tan \phi'$), 0,8 (c'), 0,8 (E_{oed}).

tab. 5.2.1 Karakteristični parametri temeljnog tla za LNK

SLOJ	Debljina (m)	γ (kN/m ³)	I_p/I_c	N (SPT)	$c_{u,k}$ (kPa)	ϕ'_k (°)	c'_k (kPa)	$E_{oed,k}/M_{vk}$ (MPa)	E'_k (MPa)
Glina (CL, CH)	0,8-3,7	19,0	23/1,08	8	88	21	15	5	7
Šljunak, (GW/GP-GC/GM)	0,7-4,4	20,0	-	9	-	30,5	1	7	9
Pijesak (SP-SC/SM)	0,7-4,4	20,0	-	5	-	27,5	1	4	5
Podloga od razlomljene stijene (G-Cb/SC-SM/CL-ML)	Počev od 2,0-6,3 od površine terena	21,0	-	-	-	40,5	1	-	1000
Podloga od lapora (CL/CH-ML)	Počev od 2,0-6,3 od površine terena	20,0	26/0,98	38	171	25,5	24	18	24

tab. 5.2.2 Karakteristični parametri temeljnog tla za DNK-1

SLOJ	Debljina (m)	γ (kN/m ³)	I_p/I_c	N (SPT)	$c_{u,k}$ (kPa)	ϕ'_k (°)	c'_k (kPa)	$E_{oed,k}/M_{vk}$ (MPa)	E'_k (MPa)
Glina (CL, CH)	1,8-2,95	19,0	18/0,85	3	38	25	7	4	5
Šljunak, (GW/GP-GC/GM)	2,0-3,0	20,0	-	8	-	30	1	7	8
Pijesak (SP-SC/SM)	2,0-3,0	20,0	-	3	-	25,5	1	3	3
Podloga od lapora (CH, ML)	Počev od 4,5-6,1 od površine terena	20,0	28/0,86	32	123	29	8	9	12



tab. 5.2.3 Karakteristični parametri temeljnog tla za DNK-2 naselje Trg

SLOJ	Debljina (m)	γ (kN/m ³)	Ip/lc	N (SPT)	$c_{u,k}$ (kPa)	ϕ'_k (°)	c'_k (kPa)	$E_{oed,k}/M_{vk}$ (MPa)	E'_k (MPa)
Glina (CL)	1,4-1,8	19,0	19/0,98	12	68	27	6	7	8
Šljunak i pijesak, (GM-SM)	0,6-2,1	20,0	-	8	-	30	1	6	8
Podloga od lapora (CL-ML/CH-MH)	Počev od 1,2-4,3 od površine terena	20,0	21/0,91	28	127	28	11	15	18

tab. 5.2.4 Karakteristični parametri temeljnog tla za LND

SLOJ	Debljina (m)	γ (kN/m ³)	Ip/lc	N (SPT)	$c_{u,k}$ (kPa)	ϕ'_k (°)	c'_k (kPa)	$E_{oed,k}/M_{vk}$ (MPa)	E'_k (MPa)
Glina (CL, CH)	0,65-3,1	19,0	24/0,82	6	47	25,5	10	5	6
Šljunak, (GM, GC)	0,6-3,5	20,0	-	10	-	31	1	8	10
Pijesak (SW-SM)	0,6-3,5	20,0	-	6	-	28,5	1	5	6
Podloga od razlomljene stijene (G-Cb/SC-SM/CL-ML)	Počev od 3,2-5,4 od površine terena	21,0	-	-	-	40,5	1	-	1000
Podloga od lapora (MH, CH-MH)	Počev od 3,2-5,4 od površine terena	20,0	20/1,16	48	150	28	11	24	30

5.2.3 Opis materijala iz nalazišta – tijelo nasipa

Za dobivanje uvida u sastav i pogodnost materijala za ugradnju u tijelo nasipa provedeni su prethodni istražni radovi na više potencijalnih lokacija nalazišta materijala. Istražni radovi sastojali su se od istražnog bušenja i laboratorijskih ispitivanja kao i obavljenog inženjerskogeološkog kartiranja na četiri lokacije:

- Lokacija I - pozajmište u zoni ušća Dobre u Kupu,
- Lokacija II - pozajmište u inundaciji uz lijevi nasip Kupe od stac. km 2+100 do 3+350,
- Lokacija III - pozajmište u inundaciji uz lijevi nasip Kupe od stac. km 4+150 do 5+350,
- Lokacija IV - pozajmište u inundaciji uz desni nasip Kupe od stac. km 3+000 do 3+750.

Od navedenih lokacija ovdje je analizirana pogodnost materijala iz Lokacije I - pozajmište u zoni ušća Dobre u Kupu nešto uzvodnije od buduće pregrade Brodarci.

**LOKACIJA I - pozajmište u zoni ušća Dobre u Kupu**

5.2.3.1 Rezultati istraživanja

Na osnovu obavljenog istraživanja na lokaciji potencijskog pozajmišta u zoni ušća Dobre u Kupu iz elaborata (2) (bušotine oznake P-100 do P-106 i istražne jame J-100 do J-102) i elaborata (3) (bušotine oznake BP-1 do BP-11), moguće je izdvojiti sljedeći profil tla:

- površinu terena prekriva sloja humusa debljine do 0,30 m,
- ispod sloja humusa do najveće dubine 4,0 m, debljine sloja od 1,40 - 3,75 m, rasprostiru se naslage gline (CL, CH) niske do visoke plastičnosti, mjestimično pjeskovite, lako do teško gnječivog konzistentnog stanja, žutosmeđe boje,
- ispod sloja gline do dna bušenja rasprostire se šljunak dobro građuiran, prahovit s pijeskom (GW-GM), žutosmeđe do sive boje ili pijesak slabo građuiran, prahovit (SM, SP-SM), žutosmeđe boje.

Za vrijeme bušenja registrirana je pojava podzemne vode PPV -2,50 m (BP-10) do -3,20 m (BP-6).

Za određivanje pripadajućih svojstava i karakterističnih parametara materijala za ugradnju u tijelo nasipa, korišteni su rezultati laboratorijskih ispitivanja na in-situ uzorcima i uzorcima pripremljenim po Proctorovom optimumu iz elaborata (2) i (3).

1. **Glina (CL, CH)**, debljine sloja 1,40 do 3,75 m, niske do visoke plastičnosti, mjestimično pjeskovita, lako do teško gnječivog konzistentnog stanja.

In situ ispitivanjima u bušotinama dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

LNK iz elaborata (3) BP-1 do BP-11 prosječno **N=7** (najmanja vrijednost N=3).

BP-1 (0,90-1,20)	N=8
BP-2 (1,00-1,30)	N=4
BP-3 (1,00-1,30)	N=9
BP-4 (1,00-1,30)	N=7
BP-5 (1,10-1,40)	N=3
BP-6 (1,00-1,30)	N=9
BP-7 (1,20-1,50)	N=6
BP-8 (1,10-1,40)	N=5
BP-9 (1,00-1,30)	N=13
BP-10 (1,00-1,30)	N=6
BP-11 (1,10-1,40)	N=6

- **Laboratorijskim ispitivanjima** u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednosti (srednja vrijednost iz elaborat 3 / srednja vrijednost iz elaborat 2):

prirodna vlažnost	$w_o = 23,09 / 22,00\%$
granica tečenja	$w_l = 44,06 / 40,20\%$
granica plastičnosti	$w_p = 22,81 / 18,75\%$
indeks plastičnosti	$I_p = 21,25 / 21,45$
indeks konzistencije	$I_k = 0,92 / 0,85$
specifična gustoća	$\gamma_s = - / 27,0 \text{ kN/m}^3$
suha zapreminska gustoća	$\gamma_d = - / 17,0 \text{ kN/m}^3$

vlažna zapreminska gustoća $\gamma_w = - / 20,2 \text{ kN/m}^3$

Standardni Proctorov pokus:

optimalna vlažnost $w_{opt} = 18,4 / 17,2\%$ suha zapreminska gustoća $\gamma_{d \text{ opt}} = 17,0 / 17,3 \text{ kN/m}^3$ nedrenirana čvrstoća (laboratorij-jed. čvrstoća) $c_u = 107 / - \text{ kPa}$ kohezija (laboratorij-dir. smicanje) $c' = 17,3 / 49,0 \text{ kPa}$ kut unutrašnjeg trenja (laboratorij-dir. smicanje) $\phi' = 26,2 / 19,0^\circ$ modul stižljivosti (iz edometra) $M_k = - \text{ MPa (za } \sigma_v = 50-100 \text{ kPa)}$ $M_k = 6,2 / 5,0 \text{ MPa (za } \sigma_v = 100-200 \text{ kPa)}$ $M_k = 7,6 / 7,6 \text{ MPa (za } \sigma_v = 200-400 \text{ kPa)}$ koeficijent propusnosti (iz edometra) $k = 6,3 \cdot 10^{-8} / 4,7 \cdot 10^{-9} \text{ cm/s}$

5.2.3.2 Karakteristični parametri materijala u tijelu nasipa

Uz primjenu preporuke prema Orr i Farrell, 1999, za statističku obradu rezultata terenskih i laboratorijskih ispitivanja iz uzoraka pripremljenih po Proctoru, dobivene su **karakteristične** vrijednosti parametara **materijala u tijelu nasipa** prikazane u tab. 5.2.5.

Uputa za statističku obradu podataka prema Orr i Farrell, 1999: $X_k/X_{sr}=1,0$ (γ), 0,85 (c_u), 0,95 ($\tan \phi'$), 0,8 (c'), 0,8 (E_{oed}).

tab. 5.2.5 Karakteristični parametri materijala za ugradnju u tijelo nasipa

SLOJ	Debljina (m)	Ip/Ic	N (SPT)	$c_{u,k}$ (kPa)	ϕ'_k (°)	c'_k (kPa)	$E_{oed,k}/M_{vk}$ (MPa)	$\gamma_{d \text{ opt}}$ (kN/m ³)
Glina (CL, CH)	do 4 m	21/0,92	7	91	25	14	6	17,0
Uzorc pripremljeni po Proctoru								

Na osnovu provedenih istraživanja utvrđena je pogodnost materijala za ugradnju u tijelo nasipa koji se može opisati kao glina niske i visoke plastičnosti, mjestimično pjeskovita, lako do teško gnječivog konzistentnog stanja.

Prije početka ugradnje gline odnosno eksploatacije nalazišta potrebno je provjeriti njenu prirodnu vlagu, gustoću i indeks plastičnosti koje moraju biti unutar dozvoljenih granica prema OTU (Opći tehnički uvjeti za radove u vodnom gospodarstvu; Knjiga 1 - Regulacijske i zaštitne vodne građevine; Hrvatske vode, Zagreb, ožujak 2011) na sljedeći način:

- vlažnost mora biti unutar područja $w = w_{opt} \pm 2\%$ u odnosu na standardni Proctor-ov pokus
- minimalna suha gustoća $\gamma_{dmin} = 0,95 \times \gamma_{dmax} \geq 15,5 \text{ kN/m}^3$ (u odnosu standardni Proctor-ov pokus)
- indeks plastičnosti $IP \leq 30\%$ pri čemu se glina s organskim primjesama ne smije ugrađivati u tijelo nasipa
- granica tečenja $W_L \leq 65\%$
- koeficijent nejednolikosti $d_{60}/d_{10} \geq 9$
- udio sitnih čestica do 0,063 mm $\geq 50\%$
- udio organske tvari $< 6\%$
- bubrenje nakon 4 dana potapanja u vodi $< 4\%$



Uvidom u rezultate laboratorijskih ispitivanja CL,CH gline iz pozajmišta na Lokaciji I vidljivo je kako isti zadovoljavaju sve tražene kriterije osim djelomično kriterij udjela organskih tvari (prosječno odstupanje od 1,3%) koje je vjerojatno posljedica uzimanja uzoraka iz površinskog sloja humusa (bušotine BP-2, BP-3, BP-5, BP-9 i BP-11).

Glineni materijali čija prirodna vlaga zadovoljava kriterij $w_{opt} \pm 2\%$ mogu se direktno ugrađivati u tijelo brane, dok je za glineni materijal čija prirodna vlaga ne zadovoljava potrebno sušenje odnosno vlaženje materijala.

Prema dobivenim rezultatima laboratorijskih ispitivanja gline iz pozajmišta prirodna vlaga je prosječno 23,1%, što u odnosu na prosječnu optimalnu vlagu iz Proctor-ovog pokusa od 18,4 % daje prosječno odstupanje od +4,7%.

Zbog povećane prirodne vlage gline na pozajmištu, materijal se prije ugrađivanja u nasip mora prosušiti (npr. rijanjem, razastiranjem, usitnjavanjem, prebacivanjem, izlaganjem suncu, vjetru, poboljšanje tla vapnom). Pri izradi nasipa od zemljanog, koherentnog materijala, sav materijal dopremljen na gradilište mora se ugraditi tj. zbiti istog dana. **Tehnologiju iskopa, prosušivanja i ugradnje gline dužan je predložiti izvođača prije početka radova.**



5.3 GEOTEHNIČKE ANALIZE

5.3.1 Općenito

U cilju izrade proračunskog modela i provedbe analiza stabilnosti i deformacija uspornih nasipa uz Kupu i Dobru odabrani su karakteristični profili koji najbolje opisuju ponašanje projektiranih zaštitnih građevina tijekom pojave velikih voda rijeke Kupe i korespodentne Dobre.

Karakteristični profili obuhvaćaju četiri različita modela tla (LNK, DNK-1, DNK-2 naselje Trg i LND) i dva tipa zaštitnih građevina (nasip i potporni zid). Za nivo idejnog projekta provesti će se geotehničke analize za kritične proračunske modele koji se odnosi na sve nasipe i potporne zidove uz Kupu i Dobru.

5.3.2 Proračunski modeli

Za geotehničke analize odabrana su četiri proračunska modela; (1) za analizu nasipa uz Kupu, (2) za analizu nasipa i obaloutvrde uz Kupu, (3) za analizu potpornog zida uz Kupu i (4) za analizu nasipa uz Dobru.

Karakteristični profil **nasipa uz Kupu** nalazi se na lijevoj obali u stac. km 0+329, s visinom nasipa od 4,0 m (117,40 m n.m.), širinom krune nasipa 4,0 m te nagibom pokosa nasipa 1:2,5 ili 1:3.

Karakteristični profil **nasipa i obaloutvrde uz Kupu** nalazi se na lijevoj obali u stac. km 0+858, s visinom nasipa od 3,0 m (117,60 m n.m.), širinom krune nasipa 4,0 m te nagibom pokosa nasipa 1:2,5 ili 1:3.

Karakteristični profil **potpornog zida** nalazi se na lijevoj obali Kupe u stac. km 1+566, s visinom zida 3,0 m (117,70 m n.m.) od površine terena i 4,0/5,0 m od temeljne stope plitkog temelja ili 4,0 m od stope naglavne grede mikropilota.

Karakteristični profil **nasipa uz Dobru** nalazi se na lijevoj obali u stac. km 2+358, s visinom nasipa od 3,0 m (117,80 m n.m.), širinom krune nasipa 4,0 m te nagibom pokosa nasipa 1:2,5 ili 1:3.

Maksimalna kota vode je određena tako da odgovara 100 godišnjoj velikoj vodi uvećanoj za 1,2 m, a raspored slojeva temeljnog tla je određen prema geotehničkom modelu tla prikazanom u poglavlju 5.2.2.

Za određivanje reprezentativnih slojeva, njihove debljine i rasprostiranja, te pripadajućih svojstava i projektnih parametara, korišteni su rezultati terenskih i laboratorijskih ispitivanja. U nastavku je dat pregled odabranih parametara za reprezentativne slojeve na 4 uzdužna profila uz lijevu i desnu obalu Kupe i lijevu obalu Dobre.



5.3.2.1 Lijevi nasip Kupe (LNK)

I. Parametri slojeva temeljnog tla

DRENIRANI PARAMETRI

NEDRENIRANI PARAMETRI

1. Glina (CL,CH) - debljina 0,8-3,7 m

$$c' = 15 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 21^\circ$$

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\nu = 0,25$$

$$E_{\text{oed}} (M_k) = 5 \text{ MPa} \quad (\text{za } \sigma_v = 100 \text{ kPa})$$

$$E' = 7 \text{ MPa}$$

$$k = 5,3 \cdot 10^{-10} \text{ m/s} \quad (k = 5,3 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s})$$

$$c_u = 88 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 1^\circ$$

$$E_u = 8 \text{ MPa}$$

2. Šljunak (GW/GP-GC/GM) ili Pijesak (SP-SC/SM)

$$c' = 1 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 30,5^\circ \text{ (G)} / 27,5^\circ \text{ (S)}$$

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\nu = 0,25$$

$$E_{\text{oed}} (M_k) = 7 \text{ (G)} / 4 \text{ (S)} \text{ MPa}$$

$$E' = 9 \text{ (G)} / 5 \text{ (S)} \text{ MPa}$$

$$k = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s} \quad (4,2 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s})$$

$$c_u = -$$

$$\varphi = -$$

$$E_u = -$$

3. Naslage kršja stijene (G-Cb/SC-SM/CL-ML) ili lapor (CL/CH-ML) u podlozi

$$c' = 1 \text{ kPa (G-Cb)} / 24 \text{ kPa (CL/CH-ML)}$$

$$\varphi' = 40,5^\circ \text{ (G-Cb)} / 25,5^\circ \text{ (CL/CH-ML)}$$

$$\gamma = 21/20 \text{ kN/m}^3$$

$$\nu = 0,3$$

$$E_{\text{oed}} (M_k) = - \text{ (G-Cb)} / 18 \text{ Mpa (CL/CH-ML)} \quad (\text{za } \sigma_v = 100 \text{ kPa})$$

$$E' = 1000 \text{ Mpa (G-Cb)} / 24 \text{ Mpa (CL/CH-ML)}$$

$$k = 2,1 \cdot 10^{-10} \text{ m/s} \quad (k = 2,1 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s})$$

$$c_u = 171 \text{ kPa (CL/CH-ML)}$$

$$\varphi' = 1^\circ$$

$$E_u = 28 \text{ Mpa (CL/CH-ML)}$$

II. Parametri materijala u tijela nasipa

Nekoherentni materijali u presjeku nasipa su propisani tehničkim uvjetima, a glinoviti materijali iz pozajmišta određeni su iz rezultata fizičko-mehaničkih svojstava dobivenih na uzorcima pripremljenim iz Proctora, uvažavajući i kriterije za ugradnju (minimalni moduli zbijenosti probnom pločom $M_s = 20 \text{ MPa}$ za glinovite materijale i $M_s = 35 \text{ MPa}$ za nekoherentne miješane materijale).

1. Glina (CL, CH) – tijelo nasipa

DRENIRANI PARAMETRI

NEDRENIRANI PARAMETRI

$$c' = 14 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$\gamma_{\text{d opt}} = 17,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\nu = 0,25$$

$$c_u = 91 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 1^\circ$$



$$E_{oed} (M_k) = 6 \text{ MPa} \quad (\text{za } \bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa})$$
$$E' = 7 \text{ MPa} \quad E_u = 8,5 \text{ MPa}$$
$$k = 6,3 \cdot 10^{-9} \text{ do } 6,3 \cdot 10^{-11} \text{ m/s} \quad (k = 6,3 \cdot 10^{-7} \text{ do } 6,3 \cdot 10^{-9} \text{ cm/s})$$

2. Šljunak (GW) – drenaža (pretpostavljeno)

$$c' = 1 \text{ kPa} \quad c_u = -$$
$$\varphi' = 35^\circ \quad \varphi' = -$$
$$\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$$
$$v = 0,25$$
$$E_{oed} (M_k) = 25,0 \text{ MPa} \quad (\text{za } \bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa})$$
$$E' = 30,0 \text{ MPa} \quad E_u = -$$
$$k = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \quad (k = 1 \text{ cm/s})$$

3. Šljunak glinovit (GC) – završni sloj bankine i nasipa (pretpostavljeno)

$$c' = 2 \text{ kPa} \quad c_u = -$$
$$\varphi' = 33^\circ \quad \varphi' = -$$
$$\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$$
$$v = 0,25$$
$$E_{oed} (M_k) = 20,0 \text{ MPa} \quad (\text{za } \bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa})$$
$$E' = 25,0 \text{ MPa} \quad E_u = -$$
$$k = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} \quad (k = 1 \cdot 10^{-4} \text{ cm/s})$$

4. Selektirani kamen – obloga nizvodnog drenažnog kanala (pretpostavljeno)

$$c' = 1 \text{ kPa} \quad c_u = -$$
$$\varphi' = 54^\circ \quad \varphi' = -$$
$$\gamma = 21,0 \text{ kN/m}^3$$
$$v = 0,3$$
$$E_{oed} (M_k) = 40,0 \text{ MPa} \quad (\text{za } \bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa})$$
$$E' = 40,0 \text{ MPa} \quad E_u = -$$
$$k = 1 \cdot 10^{-1} \text{ m/s} \quad (k = 1 \cdot 10^1 \text{ cm/s})$$

Verifikacija ovih projektnih parametara provest će se u pripreмноj fazi izgradnje, na početku eksploatacije nalazišta glinovitih materijala i materijala iz šljunčare ili kamenoloma.

5.3.2.2 Desni nasip Kupe (DNK-1)

I. Parametri slojeva temeljnog tla

DRENIRANI PARAMETRI

NEDRENIRANI PARAMETRI

1. Glina (CL,CH) - debljina 1,8-2,95 m

$$c' = 7 \text{ kPa} \quad c_u = 38 \text{ kPa}$$
$$\varphi' = 25^\circ \quad \varphi' = 1^\circ$$
$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$
$$v = 0,25$$
$$E_{oed} (M_k) = 4 \text{ MPa} \quad \text{za } \bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa}$$
$$E' = 5 \text{ MPa} \quad E_u = 6 \text{ MPa}$$
$$k = 3,1 \cdot 10^{-10} \text{ m/s} \quad (k = 3,1 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s})$$



2. Šljunak (GW/GP-GC/GM) ili Pijesak (SP-SC/SM)

$c' = 1 \text{ kPa}$	$c_u = -$
$\varphi' = 30^\circ \text{ (G) / } 25,5 \text{ (S)}$	$\varphi = -$
$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	
$\nu = 0,25$	
$E_{\text{oed}} (M_k) = 7 \text{ (G) / } 4 \text{ (S) MPa}$	
$E' = 9 \text{ (G) / } 3 \text{ (S) MPa}$	$E_u = -$
$k = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s (} 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s)}$	

3. Lapor (CH, ML) u podlozi

$c' = 8 \text{ kPa}$	$c_u = 123 \text{ kPa}$
$\varphi' = 29^\circ$	$\varphi' = 1^\circ$
$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	
$\nu = 0,3$	
$E_{\text{oed}} (M_k) = 9 \text{ Mpa (za } \sigma_v = 100 \text{ kPa)}$	
$E' = 12 \text{ Mpa}$	$E_u = 14 \text{ Mpa}$
$k = 5,1 \cdot 10^{-10} \text{ m/s (} k = 5,1 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s)}$	

II. Parametri materijala u tijela nasipa

Vidjeti u točki 5.3.2.1.

5.3.2.3 Desni nasip Kupe (DNK-2) naselje Trg

I. Parametri slojeva temeljnog tla

DRENIRANI PARAMETRI

NEDRENIRANI PARAMETRI

1. Glina (CL) - debljina 1,4-1,8 m

$c' = 6 \text{ kPa}$	$c_u = 68 \text{ kPa}$
$\varphi' = 27^\circ$	$\varphi' = 1^\circ$
$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$	
$\nu = 0,25$	
$E_{\text{oed}} (M_k) = 7 \text{ MPa za } \sigma_v = 100 \text{ kPa}$	
$E' = 8 \text{ MPa}$	$E_u = 10 \text{ MPa}$
$k = 5,4 \cdot 10^{-10} \text{ m/s (} k = 5,4 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s)}$	

2. Šljunak i Pijesak (GM-SM)

$c' = 1 \text{ kPa}$	$c_u = -$
$\varphi' = 30^\circ \text{ (G/S)}$	$\varphi = -$
$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	
$\nu = 0,25$	
$E_{\text{oed}} (M_k) = 6 \text{ Mpa (G/S)}$	
$E' = 8 \text{ (G/S) MPa}$	$E_u = -$
$k = 8,2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s (} 8,2 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s)}$	

3. Lapor (CL-ML/CH-MH) u podlozi

$c' = 11 \text{ kPa}$	$c_u = 127 \text{ kPa}$
-----------------------	-------------------------



$$\begin{aligned} \varphi' &= 28^\circ & \varphi' &= 1^\circ \\ \gamma &= 20 \text{ kN/m}^3 \\ \nu &= 0,3 \\ E_{\text{oed}} (M_k) &= 15 \text{ Mpa} \quad (\text{za } \sigma_v = 100 \text{ kPa}) \\ E' &= 18 \text{ Mpa} & E_u &= 21 \text{ Mpa} \\ k &= 4,4 \cdot 10^{-9} \text{ m/s} \quad (k = 4,4 \cdot 10^{-7} \text{ cm/s}) \end{aligned}$$

II. Parametri materijala u tijela nasipa

Vidjeti u točki 5.3.2.1.

5.3.2.4 Lijevi nasip Dobre (LND-1)

I. Parametri slojeva temeljnog tla

DRENIRANI PARAMETRI

NEDRENIRANI PARAMETRI

1. **Glina (CL,CH) - debljina 0,65-3,1 m**

$$\begin{aligned} c' &= 10 \text{ kPa} & c_u &= 47 \text{ kPa} \\ \varphi' &= 25,5^\circ & \varphi' &= 1^\circ \\ \gamma &= 19 \text{ kN/m}^3 \\ \nu &= 0,25 \\ E_{\text{oed}} (M_k) &= 5 \text{ MPa} \quad (\text{za } \sigma_v = 100 \text{ kPa}) \\ E' &= 6 \text{ MPa} & E_u &= 7 \text{ MPa} \\ k &= 4,9 \cdot 10^{-10} \text{ m/s} \quad (k = 4,9 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}) \end{aligned}$$

2. **Šljunak (GM, GC) ili Pijesak (SW-SM)**

$$\begin{aligned} c' &= 1 \text{ kPa} & c_u &= - \\ \varphi' &= 31^\circ \text{ (G)} / 28,5 \text{ (S)} & \varphi &= - \\ \gamma &= 20 \text{ kN/m}^3 \\ \nu &= 0,25 \\ E_{\text{oed}} (M_k) &= 8 \text{ (G)} / 5 \text{ (S)} \text{ MPa} \\ E' &= 10 \text{ (G)} / 6 \text{ (S)} \text{ MPa} & E_u &= - \\ k &= 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s} \quad (4,1 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s}) \text{ (G/S)} \end{aligned}$$

3. **Naslage kršja stijene (G-Cb/SC-SM/CL-ML) ili lapor (MH, CH-MH) u podlozi**

$$\begin{aligned} c' &= 1 \text{ kPa (G-Cb)} / 11 \text{ kPa (MH, CH-MH)} & c_u &= 150 \text{ kPa (MH, CH-MH)} \\ \varphi' &= 40,5^\circ \text{ (G-Cb)} / 28^\circ \text{ (MH, CH-MH)} & \varphi' &= 1^\circ \\ \gamma &= 21/20 \text{ kN/m}^3 \\ \nu &= 0,3 \\ E_{\text{oed}} (M_k) &= - \text{ (G-Cb)} / 24 \text{ Mpa (MH, CH-MH)} & (\text{za } \sigma_v = 100 \text{ kPa}) \\ E' &= 1000 \text{ Mpa (G-Cb)} / 30 \text{ Mpa (MH, CH-MH)} & E_u &= 34 \text{ Mpa (MH, CH-MH)} \\ k &= 4,4 \cdot 10^{-9} \text{ m/s} \quad (k = 4,4 \cdot 10^{-7} \text{ cm/s}) \end{aligned}$$

II. Parametri materijala u tijela nasipa

Vidjeti u točki 5.3.2.1.



5.3.3 Proračunski pristup prema EC7 normama

U cilju osiguranja dokaza mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine (uspornih nasipa Kupe i Dobre) provedene su geotehničke analize na proračunskom modelu nasipa i temeljnog tla koristeći računalne programe (konačnih elemenata) *GEOSTUDIO* (analize procjeđivanja, analize stabilnosti i analize deformacija temeljnog tla i nasipa).

Osiguranje da neko od graničnih stanja nosivosti STR ili GEO (otkazivanje otpornosti konstrukcije ili tla) za neku proračunsku situaciju ne bude prekoračeno zahtjeva da bude zadovoljena opća nejednadžba provjere

$$E_d \leq R_d$$

gdje E_d označava proračunski učinak djelovanja, a R_d proračunsku otpornost uz uvođenje odgovarajućih parcijalnih koeficijenata za djelovanja, materijalne parametre i otpornosti te njihovih kombinacijskih faktora za odgovarajuću kombinaciju djelovanja.

Računsku provjeru da granična stanja nosivosti vrste STR ili GEO nisu premašena moguće je prema Eurokodu 7 provesti jednim od tri ponuđena proračunska pristupa. Svaka zemlja koja prihvati sustav Eurokodova može izabrati koji će se proračunski pristup uvažavati u toj zemlji. U Republici Hrvatskoj je prihvaćen proračunski pristup 3 (PP3) kroz Nacionalni dodatak HRN EN 1997-1_2012NA.

Za granična stanja nosivosti STR i GEO odabrane su kombinacije grupa parcijalnih koeficijenata A2 (djelovanja), M2 (materijal) i R3 (otpornosti).

Parcijalni koeficijenti za djelovanja i učinke djelovanja prema PP3 dani su u tab. 5.3.1.

tab. 5.3.1 Parcijalni koeficijenti za djelovanja i učinke djelovanja prema Eurocode 7 normi i PP3 (A2)

(1) Parcijalni koeficijenti za djelovanja (γ_F) i učinke djelovanja (γ_E)				
Djelovanja		simbol	A1	A2
trajna	nepovoljna	γ_G	1.35	1
	povoljna	γ_G	1	1
prolazna (povremena)	nepovoljna	γ_Q	1.5	1.3
	povoljna	γ_Q	0	0

Parcijalni koeficijenti za geotehničke parametre tla prema PP3 dani su u tab. 5.3.2.

tab. 5.3.2 Parcijalni koeficijenti za geotehničke parametre tla prema Eurocode 7 normi i PP3 (M2)

Parcijalni koeficijenti za geotehničke parametre (γ_M)				
Svojstvo		simbol	M1	M2
tangens efektivnog kuta trenja		$\gamma_{\varphi'}$	1	1.25
efektivna kohezija		$\gamma_{c'}$	1	1.25
nedrenirana i jednoosna čvrstoća		γ_{cu} i γ_{qu}	1	1.4
gustoća		γ_{ρ}	1	1



Parcijalni koeficijenti za otpornosti nisu primjenjivi u slučaju projektiranja nasipa odnosno njihov utjecaj je neutralan, $\gamma_R=1.0$ za pristup PP3 (slučaj R3).

Za provedbu geotehničkih analiza na proračunskom modelu nasipa i temeljnog tla potrebno je predvidjeti sve realne situacije (odnosno događaje ili opterećenja) koje se mogu pojaviti tijekom izgradnje i eksploatacije te za navedene situacije (događaje, opterećenja) dokazati njenu stabilnost i sigurnost.

5.3.4 Analize procjeđivanja

Analize procjeđivanja provedene su da bi se provjerila hidraulička stabilnost nasipa, u što ulazi provjera vodnog lica u tijelu nasipa, rasporeda pornih tlakova za analize stabilnosti u efektivnim naprezanjima, veličine hidrauličkih gradijenata u nasipu i temeljnom tlu, te količine procjedne vode kroz pregradni profil.

Za analize procjeđivanja, odnosno hidrauličke stabilnosti nasipa, definirane su sljedeće projektne situacije:

- a) stacionarno stanje tečenja – uz konzervativnu pretpostavku uspostavljanja trajnog uspora za maksimalni vodostaj u rijeci kada je voda na koti krune nasipa, što odgovara nadvišenju od 1,2 m iznad velike vode povratnog razdoblja 100 godina, dok je nizvodno razina vode na površini terena

Analize su provedene na karakterističnim proračunskim modelima duž lijeve i desne obale rijeke Kupe i lijeve obale rijeke Dobre:

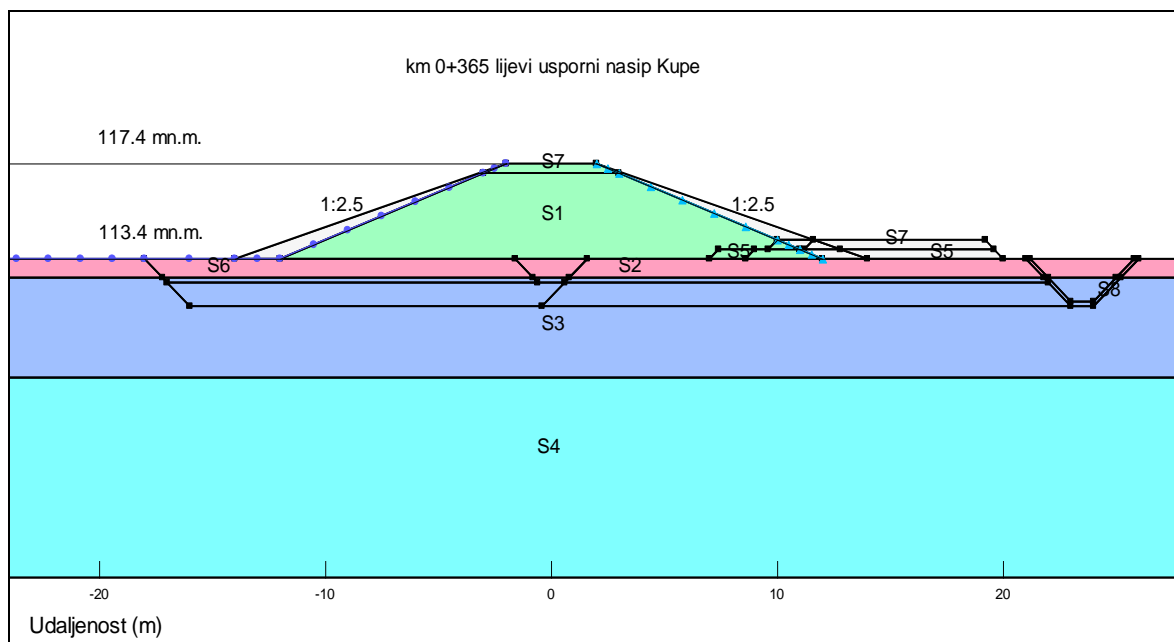
- **MODEL 1** - karakteristični profil **nasipa uz Kupu** (LNK u km 0+329),
- **MODEL 2** - karakteristični profil **nasipa i obaloutvrde uz Kupu** (LNK u km 0+858),
- **MODEL 3** - karakteristični profil **potpornog zida uz Kupu** (LNK u km 1+566),
- **MODEL 4** - karakteristični profil **nasipa uz Dobru** (LND u km 1+520).

Proračun je proveden računalnim programom GeoStudio 2019/SEEPW (GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada) koji problem stacionarnog tečenja u tlu rješava metodom konačnih elemenata.

1. MODEL 1 (LNK u km 0+329)

Proračunski Model 1 koji približno odgovara poprečnom presjeku lijevog uspornog nasipa Kupe u km 0+329 prikazan je na sl. 5.3.1. Mreža konačnih elemenata konstruirana je tako da su rubovi dovoljno daleko od nasipa, kako bi utjecaj nedovoljno poznatih rubnih uvjeta bio zanemariv. Najniža kota prirodnog terena ispod nasipa je oko 113.40 m n.m. (dno temeljne jame ovisit će o debljini zamjene materijala u podlozi), a projektna kota krune nasipa je na 117.40 m n.m., tj oko 1.2 m više od maksimalne očekivane razine 100-godišnje visoke vode. Za modeliranje je uzet kritični presjek nasipa visine 4 metra iznad terena s maksimalnom projektnom razinom vode na 117.40 m n.m. (kota krune nasipa).

Raspored materijala u nasipu odgovara projektnim veličinama. Raspored materijala u podlozi odgovara geotehničkim podlogama koje su identificirale slojeve površinske gline, ispod koje se rasprostiru slojevi šljunka i pijeska te odlomci i kršje stijene ili lapor u podlozi.



sl. 5.3.1 Proračunski Model 1 lijevog uspornog nasipa Kupe u km 0+329

U model je uključena zona zamjene materijala u podlozi glinovitim tлом u uzvodnom i nizvodnom dijelu presjeka. Dubinske dimenzije prikazanog modela proizlaze iz kompatibilnosti mreže s ostalim dijelovima geotehničkih proračuna, i nisu od posebnog značaja za analizu procjeđivanja.

Rubni uvjeti za stacionarno tečenje na uzvodnoj strani predstavljeni su ukupnim potencijalom za maksimalnu razinu vode na kruni nasipa, a na nizvodnoj strani vodom približno na površini terena (113.40 m n.m.).

Proračunski parametri tla i materijala u tijelu nasipa te vodopropusnost, izražena preko koeficijenta vodopropusnosti k , prikazani su u tab. 5.3.3.

Rezultati analiza

Analizama su obuhvaćeni slučajevi simulacije trajnog uspora za maksimalni vodostaj u rijeci, te stacionarno tečenje kroz nasip.

Rezultati su prikazani na sl. 5.3.2 do sl. 5.3.10, koje prikazuju liniju slobodnog vodnog lica, raspored linija ekvipotencijala, iznose hidrauličkih gradijenata te iznos proračunskih protoka u presjeku kroz nasip i podlogu za stacionarno stanje (u $m^3 / s / m^2$ brane).

Detaljnija analiza stanja u nasipu i podlozi tijekom prolaska vodnog vala provedena je za različite debljine površinskog sloja gline (S2) i različiti VDP materijala u tijelu nasipa (S1).

Na sl. 5.3.2 prikazana je osnovna varijanta nasipa s debljinom površinskog sloja gline (S2) od 0,8 m i s relativno najvećom vodopropusnosti tijela nasipa (S1) od $k=6,3 \times 10^{-9} m/s$. Nagib pokosa nasipa je 1:2,5.

Procijenjena količina vode koja protječe kroz nasip i temelno tlo:

$$Q_{\text{nasip}} = 1,8 \times 10^{-8} m^3/s = 1,5 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}} = 4,1 \times 10^{-7} m^3/s = 35 \text{ l/dan}$$

Analiza procjeđivanja pokazuje procjednu vodu ('vrelnu plohu') u nizvodnoj nožici nasipa.



tab. 5.3.3 Proračunski parametri tla i materijala u tijelu nasipa za model lijevog uspornog nasipa Kupe u km 0+329

MODEL	SLOJ		DEBLJINA SLOJA [m]	Opis materijala ili sloja	Zapreminska težina	Koeficijent vodopropusnosti
					γ	k
					[kN/m ³]	[m/s]
0+329 lijevi usporni nasip Kupe	S1	nasip	do 5,0 m	CL glina u nasipu	19,00	6,3×10 ⁻¹¹ - 6,3×10 ⁻⁹
	S2	temeljno tlo	0,8-3,7	CL,CH glina	19,00	5,3×10 ⁻¹⁰
	S3 - G		0,7-4,4	GW/GP-GC/GM šljunak	20,00	4,2×10 ⁻⁴
	S3 - S		0,7-4,4	SP-SC/SM pijesak	20,00	1,1×10 ⁻⁶
	S4		2,0-6,3	Naslage kršja stijene ili lapor u podlozi	21,00	2,1×10 ⁻¹⁰
	S5	nasip	0,40	GW šljunak u drenaži	20,00	1×10 ⁻²
	S6		1,0 - 2,0	CL glineni tepih ispod nasipa	19,00	6,3×10 ⁻¹¹ - 6,3×10 ⁻⁹
	S7		0,40	GC šljunak glinovit	20,00	1×10 ⁻⁶
S8	0,20		Selektirani kamen	21,00	1×10 ⁻¹	

Zato je analizirana varijanta s drenažnim slojem (S5) u nizvodnoj nožici (sl. 5.3.3). Ugradnja drenaže povoljno utječe na spuštanje procjedne linije u nožici nasipa.

$$Q_{\text{nasip}}=1,9 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 1,6 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{dren}}=7,0 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s} = 0,6 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}}=4,1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} = 35 \text{ l/dan}$$

Izvedba nizvodne bankine (nasipa za pristup vozila) bitno ne utječe na položaj procjedne linije u tijelu nasipa (sl. 5.3.4), ali povoljno utječe na sprječavanje iznošenja sitnih čestica u nožici nasipa za varijantu s malom debljinom površinske gline.

$$Q_{\text{nasip}}=1,9 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 1,6 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{dren}}=8,0 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s} = 0,7 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}}=4,1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} = 35 \text{ l/dan}$$

U zaobalju nizvodno od nasipa predviđena je izrada odvodnog kanala. Ukoliko odvodni kanal ulazi u propusne slojeve šljunka i pijeska moglo bi doći do plavljenja nizvodnog pokosa nasipa, posljedično i nestabilnost nasipa (sl. 5.3.5). Zato se odvodni kanal mora izvesti isključivo u sloju površinske nepropusne gline.

$$Q_{\text{nasip}}=1,0 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 0,9 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{kanal}}=3,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 26784 \text{ l/dan (ne zadovoljava)}$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}}=1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 13824 \text{ l/dan (ne zadovoljava)}$$

Na lokacijama gdje debljina površinskog sloja gline (S2) nije dovoljna za izvedbu odvodnog kanala izvesti će se nepropusni tepih od materijala predviđenog za izradu nasipa (sl. 5.3.6).

$$Q_{\text{nasip}}=1,9 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 1,6 \text{ l/dan}$$



$$Q_{\text{kanal}} = 1,9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} = 164 \text{ l/dan}$$
$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}} = 8,6 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} = 74 \text{ l/dan}$$

Ovdje je analiziran slučaj iskopa materijala u zoni inundacije Kupe radi formiranja pozajmišta materijala za izradu nasipa. Može se zaključiti kako za sve promatrane slučajeve iskop u inundaciji nepovoljno utječe na stabilnost nasipa – vidi količine protoka vode ispod nasipa za lokacije pozajmišta na udaljenosti od 30, 40 i 50 m od uzvodne nožice nasipa (sl. 5.3.7).

$$Q_{\text{nasip}} = 8,1 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s} = 0,7 \text{ l/dan}$$
$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}} = 1,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 16416 \text{ l/dan (ne zadovoljava)}$$

Analiziran je utjecaj različitih koeficijenata vodopropusnosti nasipa na pojavu procjedne vode na nizvodnom pokosu. Očekivano, nasipi sa smanjenom vodopropusnosti povoljno utječu na spuštanje vodnog lica i smanjenje protoka vode kroz nasip (sl. 5.3.8).

$$Q_{\text{nasip}} = 4,8 \cdot 10^{-10} \text{ m}^3/\text{s} = 0,04 \text{ l/dan}$$
$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}} = 4,1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} = 41 \text{ l/dan}$$

Analiza procjeđivanja za $k = 6,3 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$ za sloj nasipa (S1) ne pokazuje procjednu vodu u nizvodnoj nožici nasipa.

Na sl. 5.3.9 prikazana je varijanta nasipa s povećanom debljinom površinskog sloja gline (S2) od 2,0 m.

$$Q_{\text{nasip}} = 1,4 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 1,2 \text{ l/dan}$$
$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}} = 1,9 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} = 16 \text{ l/dan}$$

Analiza procjeđivanja pokazuje procjednu vodu ('vrelnu plohu') u nizvodnoj nožici nasipa. U odnosu na varijantu nasipa s debljinom površinskog sloja gline (S2) od 0,8 m (sl. 5.3.2) smanjena je količina protoka vode kroz nasip i temeljno tlo.

Na sl. 5.3.10 prikazana je varijanta nasipa s bez površinskog sloja gline (S2).

$$Q_{\text{nasip}} = 9,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} = 803 \text{ l/dan (ne zadovoljava)}$$
$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}} = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 27648 \text{ l/dan (ne zadovoljava)}$$

Analiza procjeđivanja pokazuje procjednu vodu ('vrelnu plohu') visoko na nizvodnom pokosu nasipa. U odnosu na varijantu nasipa s debljinom površinskog sloja gline (S2) od 0,8 m (slika 5.3.2) značajno je povećana količina protoka vode kroz nasip i temeljno tlo. Ova varijanta nepovoljno utječe na stabilnost nasipa te je nužno provesti zamjenu temeljnog tla ugradnjom nepropusnog tepiha od materijala predviđenog za izradu nasipa.

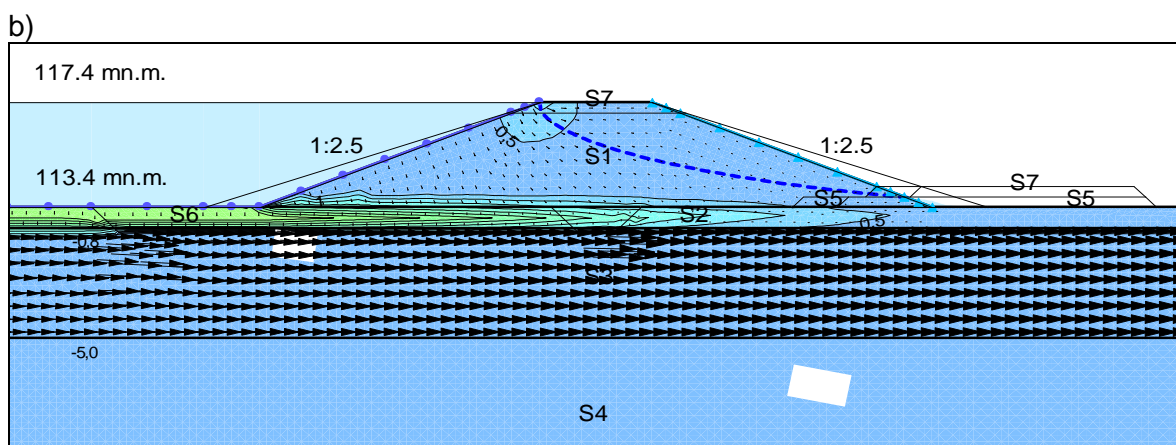
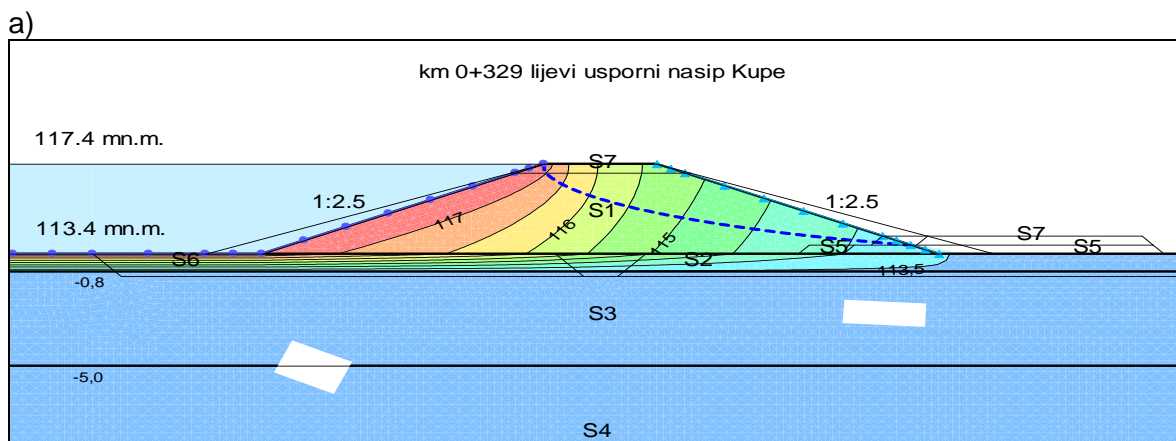
Stabilnost u odnosu na ispiranje sitnih čestica iz tijela nasipa provjerena je izračunom hidrauličkih gradijenata na nizvodnoj strani vododrživih nasipa (sl. 5.3.2, sl. 5.3.3, sl. 5.3.4, sl. 5.3.6, sl. 5.3.8 i sl. 5.3.9). Dobivene vrijednosti manje su od propisanog i dozvoljenog gradijenta za zbijenu glinu nezaštićenu filterskim materijalom $i_c = 0,5$ prema normi HRN U.C5.020. Ostali promatrani slučajevi (sl. 5.3.5, sl. 5.3.7 i sl. 5.3.10) ne osiguravaju vododrživost jer je došlo do plavljenja nizvodnog pokosa nasipa.

Pregled rezultata hidrauličkih gradijenata ($i_{c,max}$) i protoka vode kroz nasip i temeljno tlo, izražena preko vrijednosti Q ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}'$ ili $\text{l/dan}/\text{m}'$), te završna ocjena vododrživosti nasipa prikazani su u

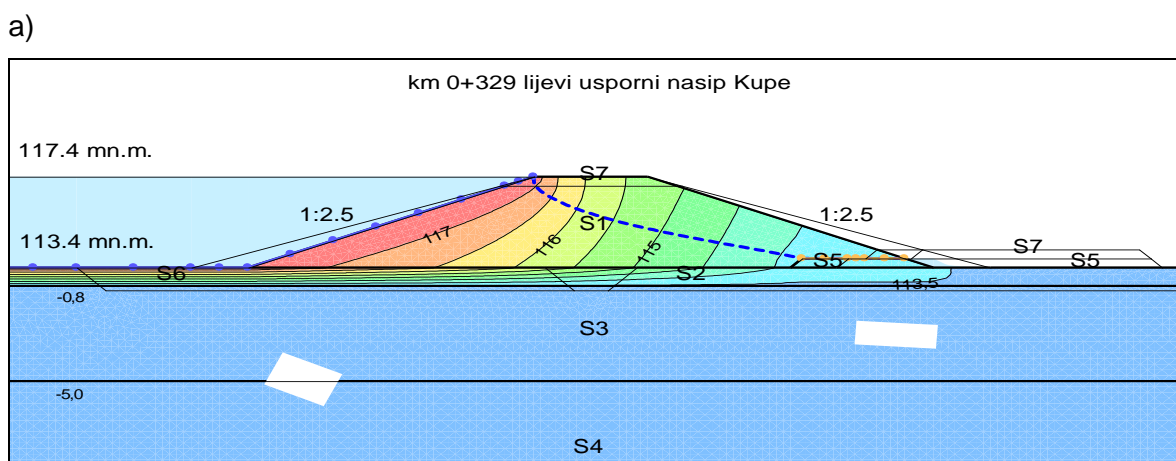


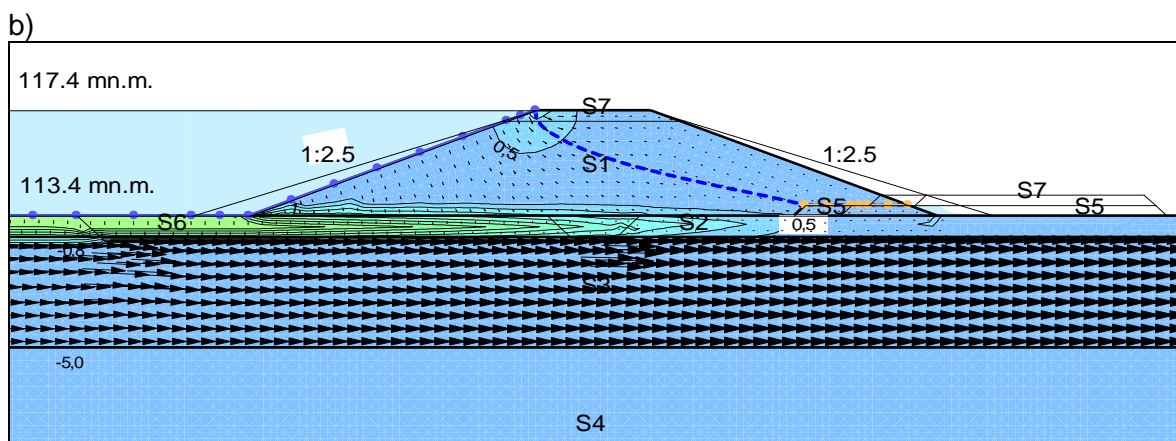
tab. 5.3.4 Ocjena vododrživosti nasipa i temeljnog tla za model lijevog uspornog nasipa Kupe u km 0+329

MODEL	OPIS PROJEKTNE SITUACIJE (NASIP U INUNDACIJI KUPE)	$i_{c,max}$ (hidraulički gradijent)	Q (m ³ /s/m')	Q (l/dan/m')	Q (m ³ /s/m')	Q (l/dan/m')	VODODRŽIVOST (da/ne)
		Nizvodni pokos nasipa/potpornog zida	Nasip (sloj S1)		Nasip + Temeljno tlo (slojevi S1-S2-S3-S4)		
1 - LNK km 0+329	Model 1 - Osnovna varijanta: VDP tijela nasipa 6,3x10-9 m/s, nagib pokosa nasipa 1:2,5 i debljina površinskog sloja S2 - CL,CH od 0,8 m (slika 5.3.2)	0,5	1,8*10-8	1,5	4,1*10-7	35	DA
	Model 1 + nizvodna drenaža (slika 5.3.3)	0,5	1,9*10-8	1,6	4,1*10-7	35	DA
	Model 1 + nizvodna drenaža + bankina (slika 5.3.4)	0,5	1,9*10-8	1,6	4,1*10-7	35	DA
	Model 1 + nizvodna drenaža + bankina + drenažni kanal (slika 5.3.5)	0,5	1,0*10-8	0,9	1,6*10-4	13824	NE
	Model 1 + uzvodni glineni tepih debljine 2 m (slika 5.3.6)	0,5	1,9*10-8	1,6	8,6*10-7	74	DA
	Model 1 + iskop pozajmišta u inundaciji udaljenog 50 m od nasipa (slika 5.3.7)	0,5	8,1*10-9	0,7	1,9*10-4	16416	NE
	Model 1 + VDP tijela nasipa 6,3x10-11 m/s (slika 5.3.8)	0,5	4,8*10-10	0,1	4,1*10-7	41	DA
	Model 1 + debljina površinskog sloja S2 - CL,CH od 2,0 m (slika 5.3.9)	0,5	1,4*10-8	1,2	1,9*10-7	16	DA
	Model 1 + bez površinskog sloja S2 - CL,CH (slika 5.3.10)	0,5	9,3*10-6	803,0	3,2*10-4	27648	NE

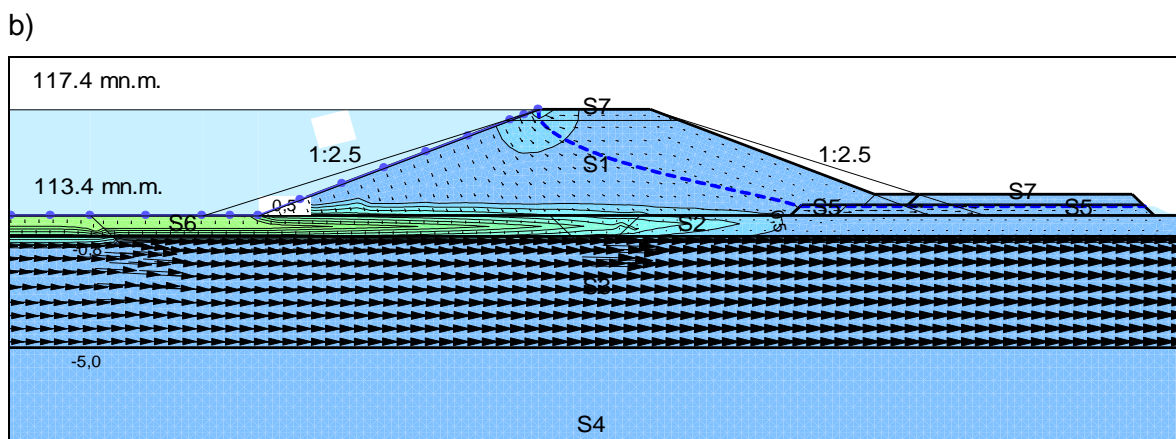
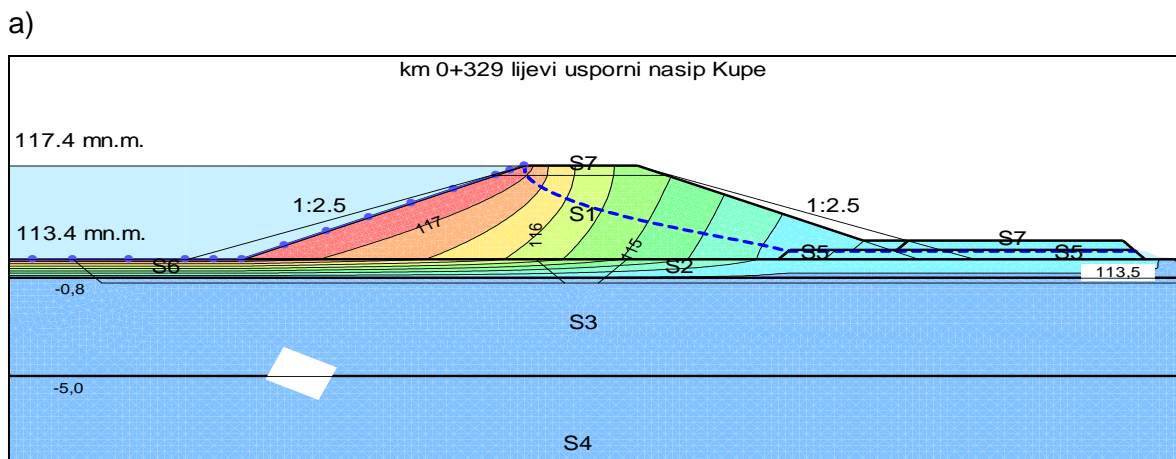


sl. 5.3.2 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 koji obuhvaća debljinu sloja gline (S2) 0,8 m i vodopropusnost materijala u tijela nasipa (S1) $k=6,3 \times 10^{-9} \text{ m/s}$: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

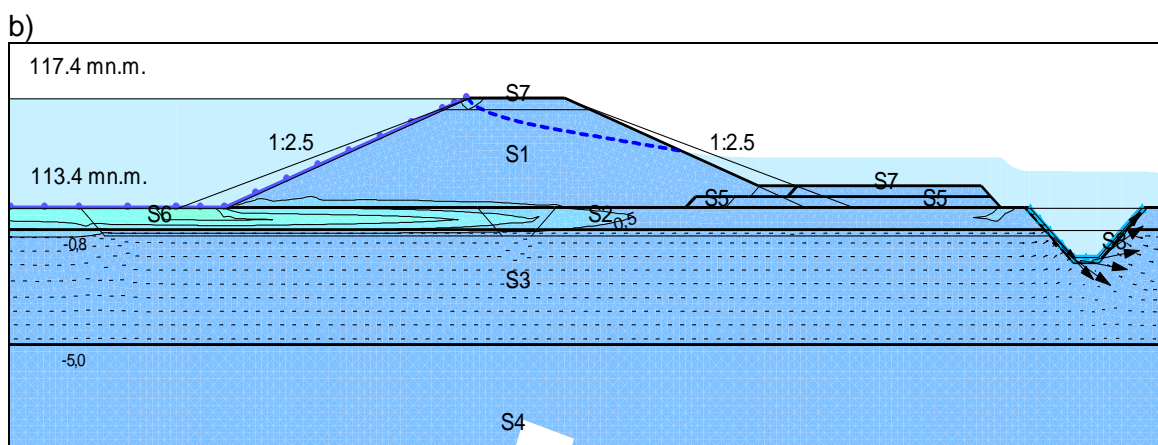
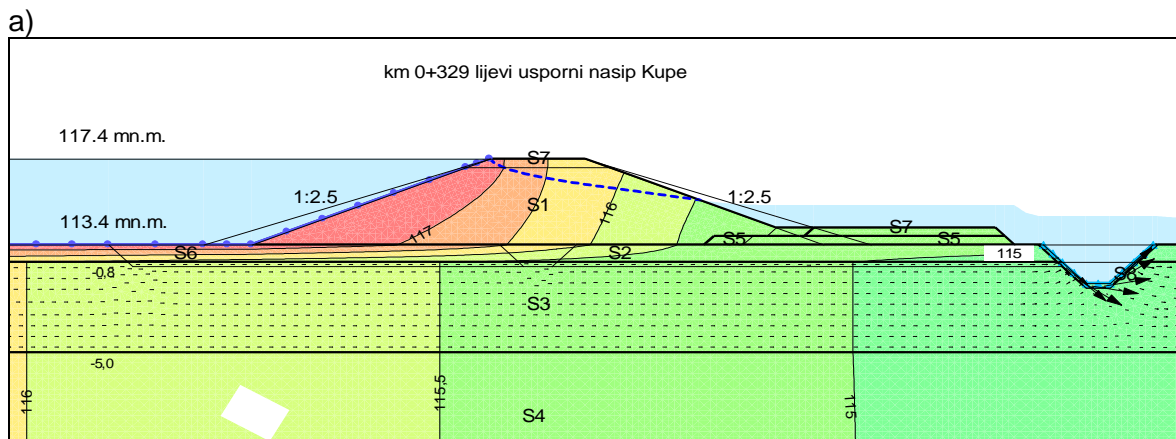




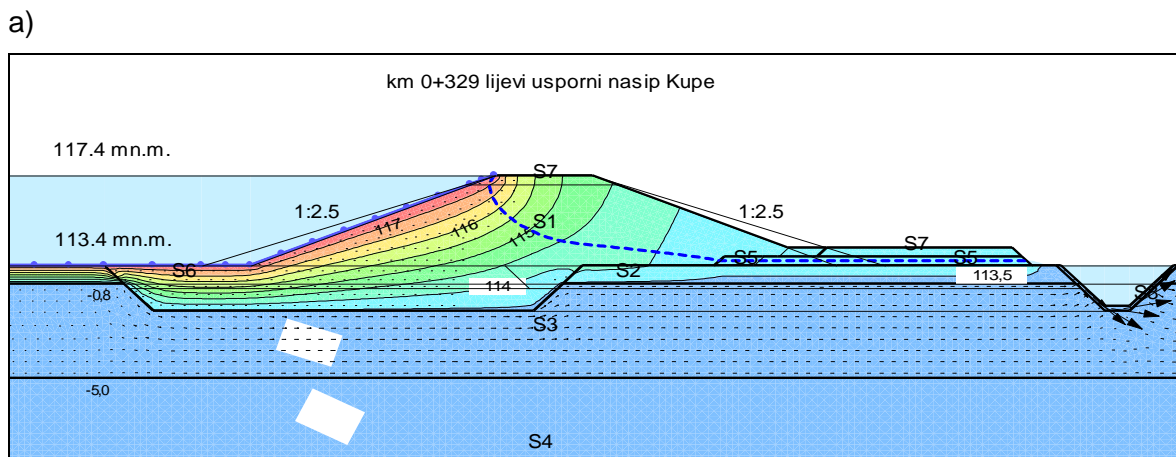
sl. 5.3.3 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 uz ugradnju nizvodne drenaže: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

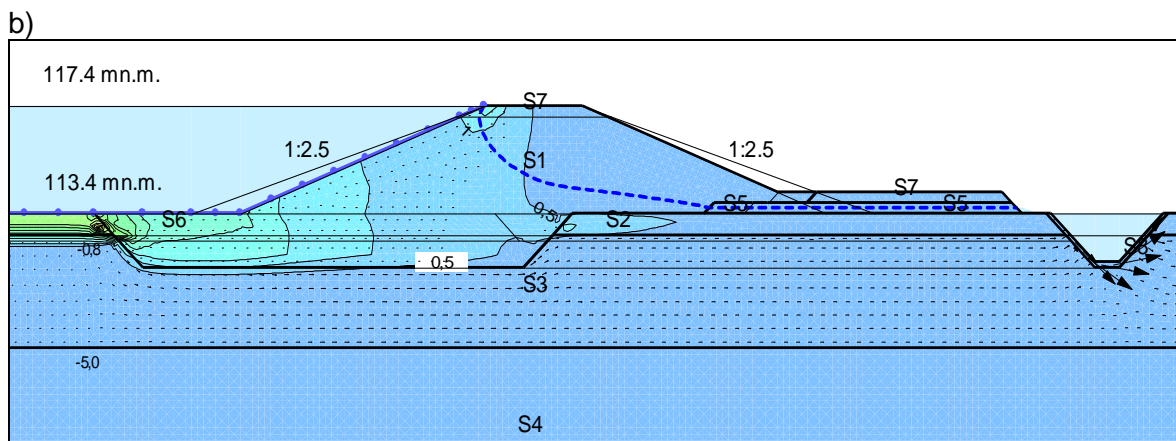


sl. 5.3.4 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 uz ugradnju nizvodne drenaže i bankine: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

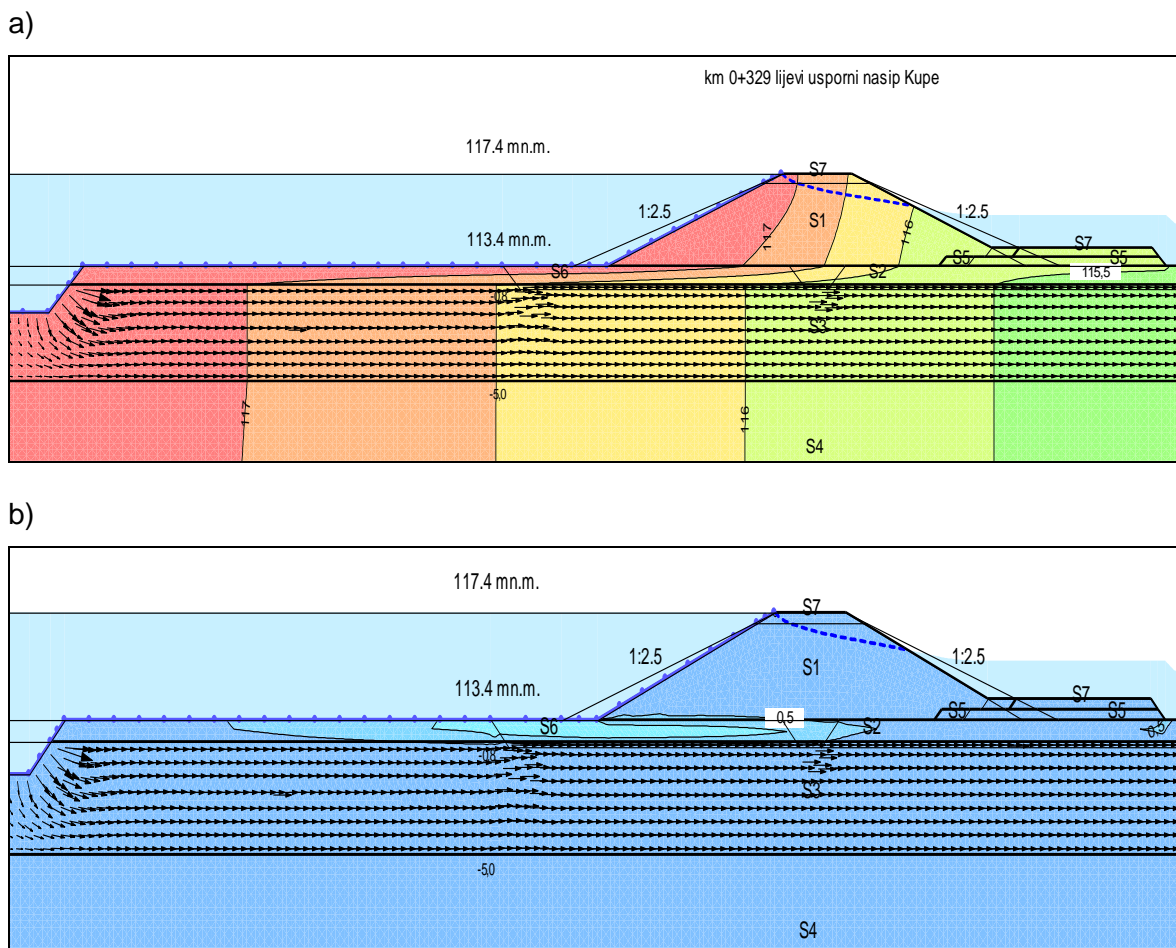


sl. 5.3.5 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 uz izvedbu odvodnog kanala u zaobalju: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

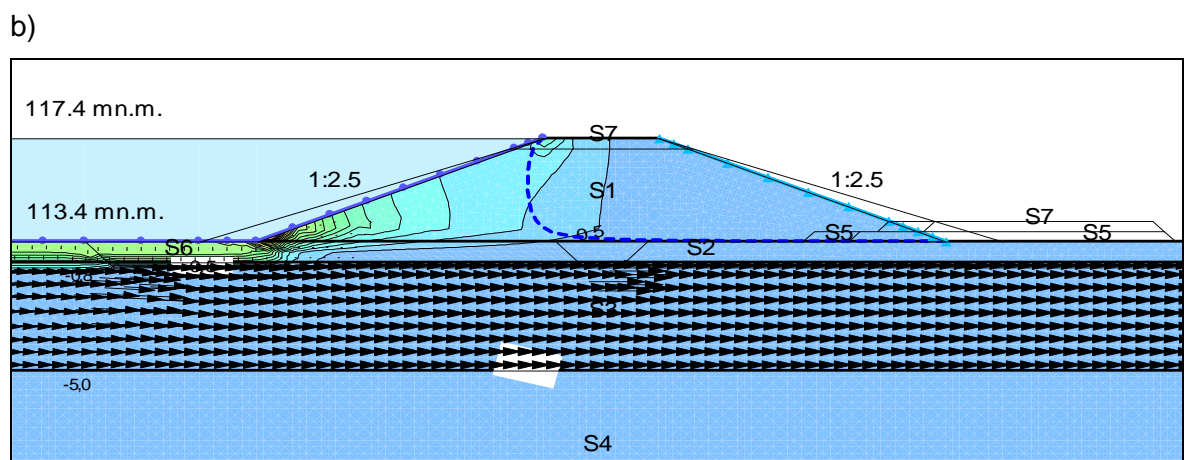
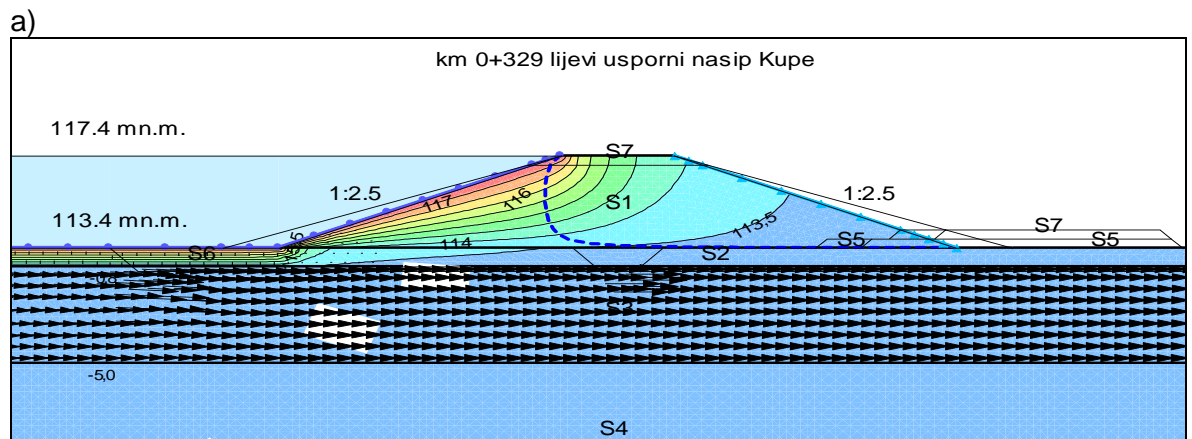




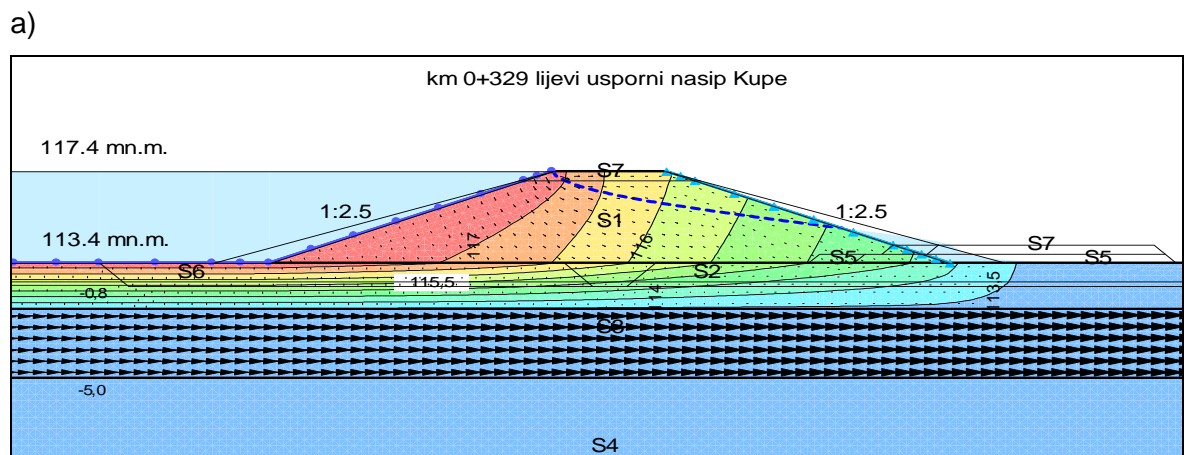
sl. 5.3.6: Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 uz izvedbu nepropusnog tepiha od gline : a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

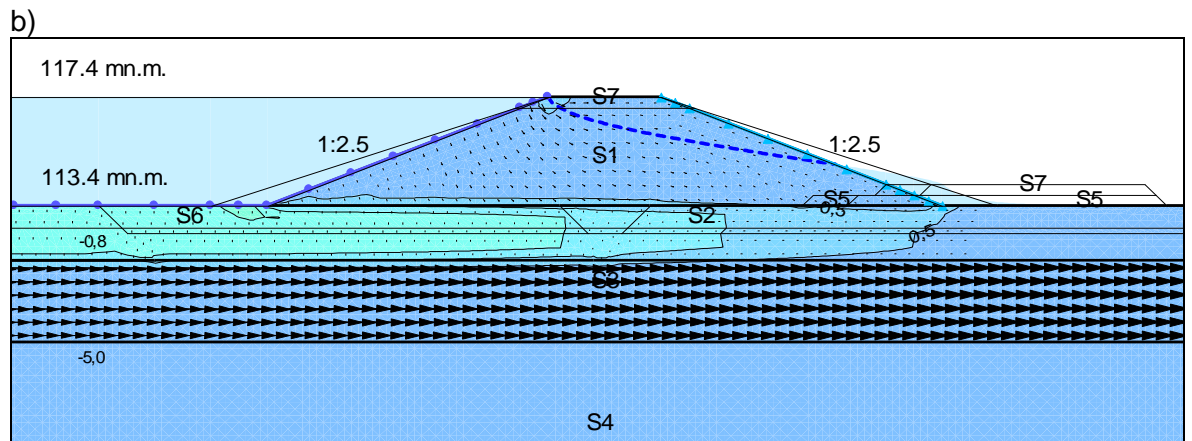


sl. 5.3.7 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 uz iskop materijala u zoni inundacije : a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

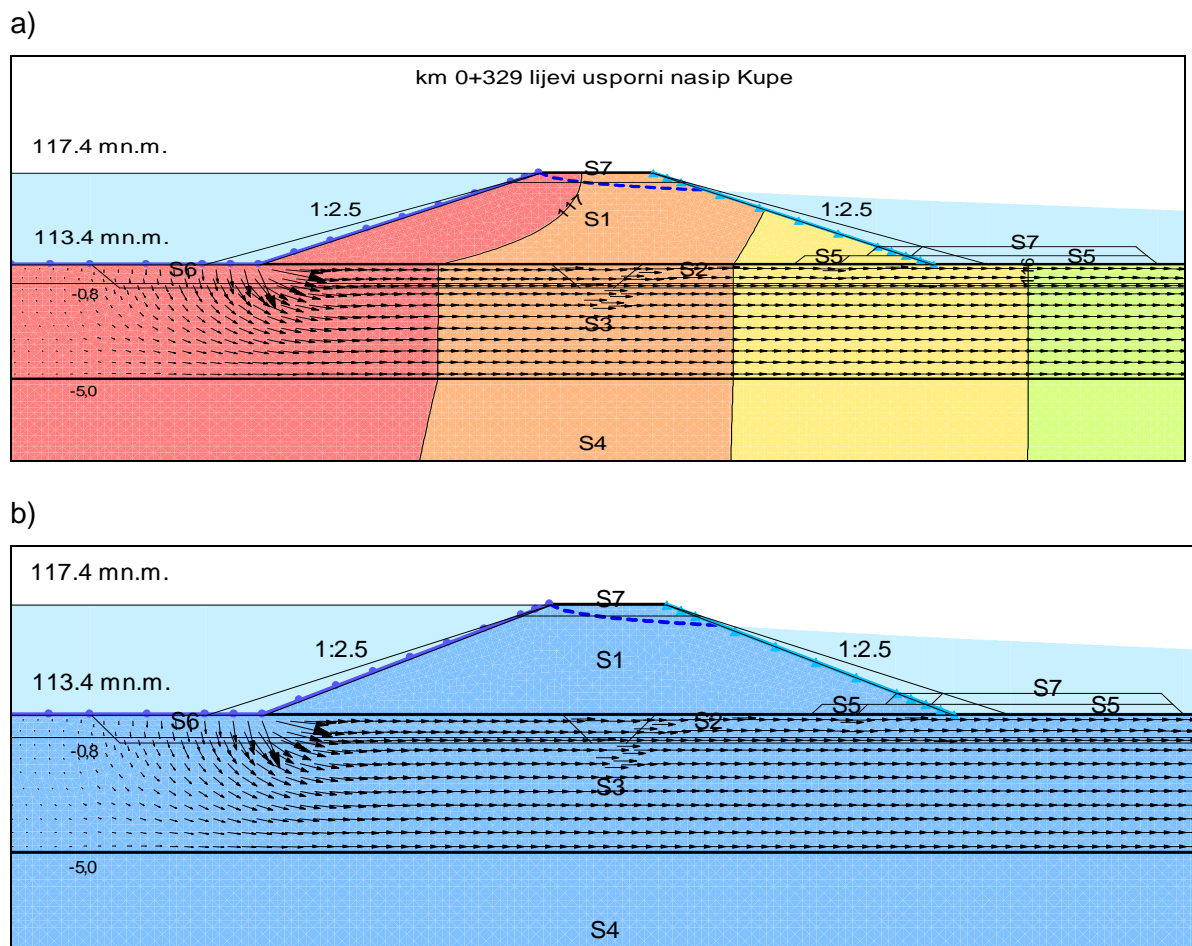


sl. 5.3.8 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 uz manju vodopropusnost materijala u tijela nasipa (S1) $k=6,3 \times 10^{-11} \text{m/s}$: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode





sl. 5.3.9 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 uz promjenu debljine sloja gline (S2) od 2,0 m: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode



sl. 5.3.10 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 bez površinskog sloja gline: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

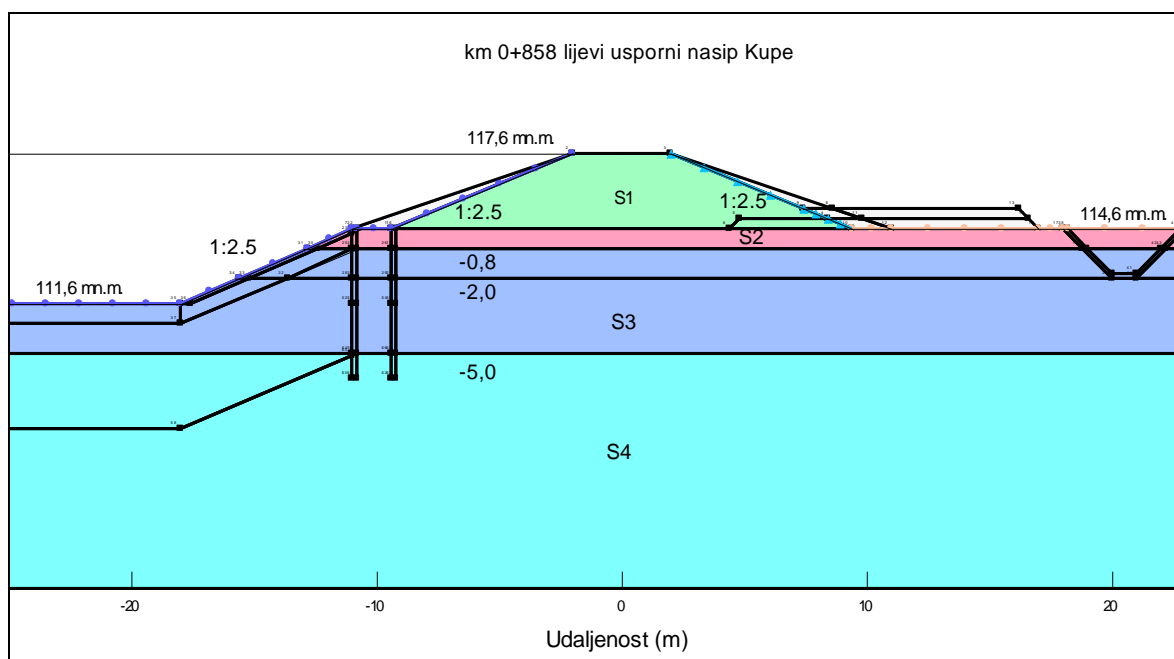
2. MODEL 2 (LNK u km 0+858)

Proračunski Model 2 koji približno odgovara poprečnom presjeku lijevog uspornog nasipa Kupe u km 0+858 prikazan je na sl. 5.3.11. Mreža konačnih elemenata konstruirana je tako da su rubovi dovoljno daleko od nasipa, kako bi utjecaj nedovoljno poznatih rubnih uvjeta bio zanemariv. Najniža kota prirodnog terena ispod nasipa je oko 114.60 m n.m. (dno temeljne jame ovisit će o debljini zamjene materijala u podlozi), a projektna kota krune nasipa je na 117.60 m n.m., tj oko 1.2m više od maksimalne očekivane razine 100-godišnje visoke vode. Za modeliranje je uzet kritični presjek nasipa i obaloutvrde visine 3 metra iznad terena i 6 metara iznad dna korita rijeke Kupe, s maksimalnom projektnom razinom vode na 117.60 m n.m. (kota krune nasipa).

Raspored materijala u nasipu odgovara projektnim veličinama. Raspored materijala u podlozi odgovara geotehničkim podlogama koje su identificirale slojeve površinske gline, ispod koje se rasprostiru slojevi šljunka i pijeska te odlomci i kršje stijene ili lapor u podlozi.

U model je uključena zona zamjene materijala u podlozi glinovitim tlom u uzvodnom i nizvodnom dijelu presjeka i izvedba injekcijske zavjese ispod uzvodne nožice nasipa. Dubinske dimenzije prikazanog modela proizlaze iz kompatibilnosti mreže s ostalim dijelovima geotehničkih proračuna, i nisu od posebnog značaja za analizu procjeđivanja.

Rubni uvjeti za stacionarno tečenje na uzvodnoj strani predstavljeni su ukupnim potencijalom za maksimalnu razinu vode na kruni nasipa, a na nizvodnoj strani vodom približno na površini terena (114.60 m n.m.).



sl. 5.3.11 Proračunski model 2 lijevog uspornog nasipa Kupe u km 0+858

Proračunski parametri tla i materijala u tijelu nasipa te vodopropusnost, izražena preko koeficijenta vodopropusnosti k , prikazani su u tab. 5.3.5.



tab. 5.3.5 Proračunski parametri tla i materijala u tijelu nasipa za model lijevog uspornog nasipa Kupe u km 0+858

MODEL	SLOJ		DEBLJINA SLOJA [m]	Opis materijala ili sloja	Zapreminska težina	Koeficijent vodopropusnosti
					γ	k
					[kN/m ³]	[m/s]
0+858 lijevi usporni nasip Kupe	S1 - beton	obaloutvrda	do 1,0 m	Beton	25,00	0
	S1 - nasip	nasip	do 5,0 m	CL glina u nasipu	19,00	6,3×10 ⁻¹¹ - 6,3×10 ⁻⁹
	S2	temeljno tlo	0,8-3,7	CL,CH glina	19,00	5,3×10 ⁻¹⁰
	S3 - G		0,7-4,4	GW/GP-GC/GM šljunak	20,00	4,2×10 ⁻⁴
	S3 - S		0,7-4,4	SP-SC/SM pijesak	20,00	1,1×10 ⁻⁶
	S4		2,0-6,3	Naslage kršja stijene ili lapor u podlozi	21,00	2,1×10 ⁻¹⁰
	S5	nasip	0,40	GW šljunak u drenaži	20,00	1×10 ⁻²
	S6		1,0 - 2,0	CL glineni tepih ispod nasipa	19,00	6,3×10 ⁻¹¹ - 6,3×10 ⁻⁹
	S7		0,40	GC šljunak glinovit	20,00	1×10 ⁻⁶
S8	0,20		Selektirani kamen	21,00	1×10 ⁻¹	

Rezultati analiza

Analizama su obuhvaćeni slučajevi simulacije nailaska i prolaska visokog vodnog vala u rijeci, te stacionarno tečenje kroz nasip i obaloutvrdu.

Rezultati su prikazani na slikama sl. 5.3.12 do sl. 5.3.16, koje prikazuju liniju slobodnog vodnog lica, raspored linija ekvipotencijala, iznose hidrauličkih gradijenata te iznos proračunskih protoka u presjeku kroz nasip i podlogu za stacionarno stanje (u m³ / s / m² nasipa).

Detaljnija analiza stanja u nasipu i podlozi tijekom prolaska vodnog vala provedena je za različite debljine površinskog sloja gline (S2) i različiti VDP materijala u tijelu nasipa (S1).

Na sl. 5.3.12 prikazana je osnovna varijanta nasipa s debljinom površinskog sloja gline (S2) od 0,8 m i s relativno najvećom vodopropusnosti tijela nasipa (S1) od $k=6,3 \times 10^{-9}$ m/s. Nagib pokosa nasipa i obaloutvrde je 1:2,5.

Procjenjena količina vode koja protječe kroz nasip i temelno tlo:

$$Q_{\text{nasip}} = 3,6 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s} = 0,3 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}} = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 10368 \text{ l/dan (ne zadovoljava)}$$

Analiza procjeđivanja pokazuje veliku količinu protoka vode kroz temeljno tlo i procjednu vodu ('vrelnu plohu') visoko na nizvodnom pokosu nasipa.

Zato je analizirana varijanta s drenažnim slojem (S5) u nizvodnoj nožici (sl. 5.3.13). Ugradnja drenaže povoljno utječe na spuštanje procjedne linije, ali ne rješava problem protoka vode kroz temeljno tlo i veliki hidraulički gradijent u nožici nasipa.



$$Q_{\text{nasip}} = 1,3 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 1,1 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{dren}} = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 6,3 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}} = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 9504 \text{ l/dan (ne zadovoljava)}$$

Izvedba nizvodne bankine (nasipa za pristup vozila) ne utječe na količine protoka vode niti na položaj procjedne linije u tijelu nasipa (sl. 5.3.14), ali povoljno utječe na smanjenje hidrauličkog gradijenta u nožici nasipa.

$$Q_{\text{nasip}} = 1,3 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 1,1 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{dren}} = 7,3 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 6,3 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}} = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 9504 \text{ l/dan (ne zadovoljava)}$$

Na sl. 5.3.15 prikazana je varijanta nasipa s povećanom debljinom površinskog sloja gline (S2) od 2,0 m.

$$Q_{\text{nasip}} = 4,1 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s} = 0,4 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}} = 8,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} = 7085 \text{ l/dan (ne zadovoljava)}$$

Analiza procjeđivanja još uvijek pokazuje veliku količinu protoka vode kroz temeljno tlo i procjednu vodu ('vrelnu plohu') visoko na nizvodnom pokosu nasipa.

Na lokacijama gdje debljina površinskog sloja gline (S2) nije dovoljna izvesti će se injekcijska zavjesa ispod uzvodne nožice nasipa i obaloutvrda koja služi za stabilizaciju obale rijeke (sl. 5.3.16).

$$Q_{\text{nasip}} = 1,9 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 1,6 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{dren}} = 2,4 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 2,1 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}} = 4,7 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 4 \text{ l/dan}$$

Stabilnost u odnosu na ispiranje sitnih čestica iz tijela nasipa provjerena je izračunom hidrauličkih gradijenata na nizvodnoj strani nasipa. Većina slučajeva (sl. 5.3.12 do sl. 5.3.15) ne osigurava vododrživost jer dolazi do plavljenja nizvodnog pokosa nasipa.

Samo za varijantu ugradnje injekcijske zavjese (sl. 5.3.16) dobivamo vrijednosti manje od propisanog i dozvoljenog gradijenta za zbijenu glinu nezaštićenu filterskim materijalom $i_c = 0,5$ prema normi HRN U.C5.020.

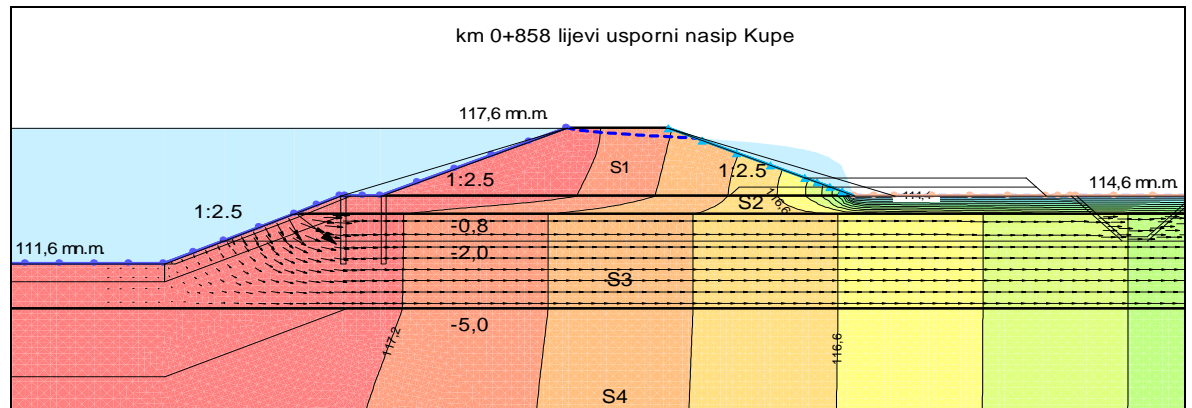
Pregled rezultata hidrauličkih gradijenata ($i_{c,max}$) i protoka vode kroz nasip i temeljno tlo, izražena preko vrijednosti Q ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}'$ ili $\text{l}/\text{dan}/\text{m}'$), te završna ocjena vododrživosti nasipa prikazani su u tab. 5.3.6.

tab. 5.3.6 Ocjena vododrživosti nasipa i temeljnog tla za model lijevog uspornog nasipa Kupe u km 0+858

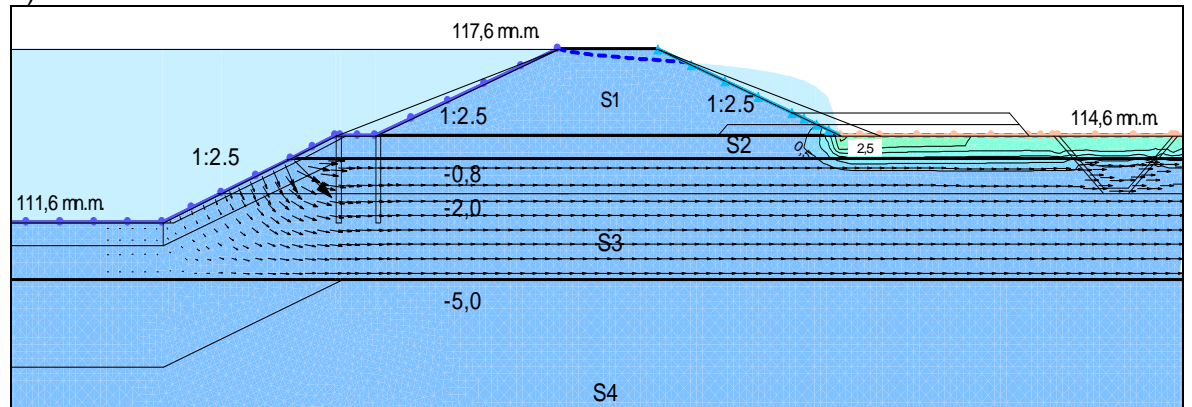
MODEL	OPIS PROJEKTNE SITUACIJE (NASIP UZ OBALU)	$i_{c,max}$ (hidraulički gradijent)	Q ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}'$)	Q ($\text{l}/\text{dan}/\text{m}'$)	Q ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}'$)	Q ($\text{l}/\text{dan}/\text{m}'$)	VODODRŽIVOST (da/ne)
		Nizvodni pokos nasipa/potpornog zida	Nasip (sloj S1)		Temeljno tlo (slojevi S2-S3)		
2 - LNK km 0+858	Model 2 - Osnovna varijanta: VDP tijela nasipa 6,3x10-9 m/s, nagib pokosa nasipa 1:2,5 i debljina površinskog sloja S2 - CL,CH od 0,8 m (slika 5.3.12)	2,5	3,6*10-9	0,3	1,2*10-4	10368	NE
	Model 2 + nizvodna drenaža (slika 5.3.13)	2,5	1,3*10-8	1,1	1,1*10-4	9504	NE
	Model 2 + nizvodna drenaža + bankina (slika 5.3.14)	0,5	1,3*10-8	1,1	1,1*10-4	9504	NE
	Model 2 + debljina površinskog sloja S2 - CL,CH od 2,0 m (slika 5.3.15)	1,5	4,1*10-9	0,4	8,2*10-5	7085	NE
	Model 2 + injekcijska zavjesa do nepropusnog sloja (slika 5.3.16)	0,5	1,9*10-8	1,6	4,7*10-8	4	DA



a)

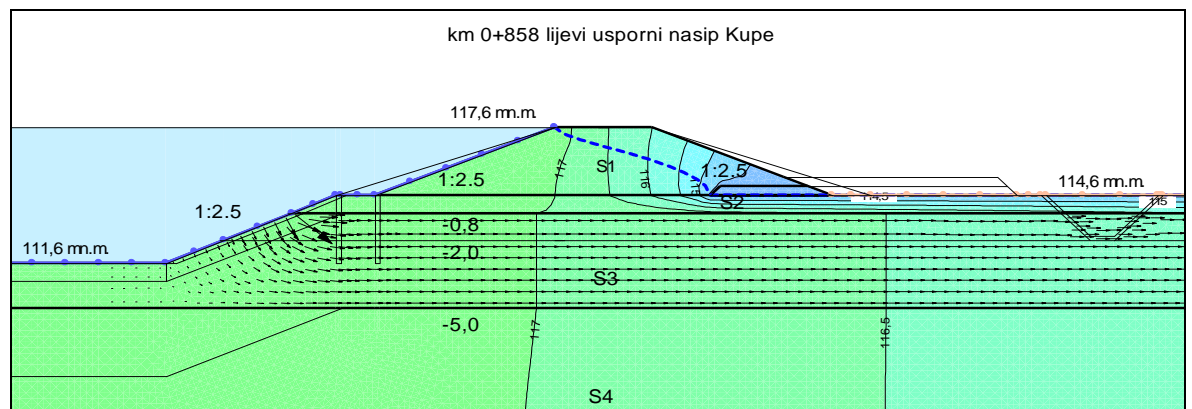


b)



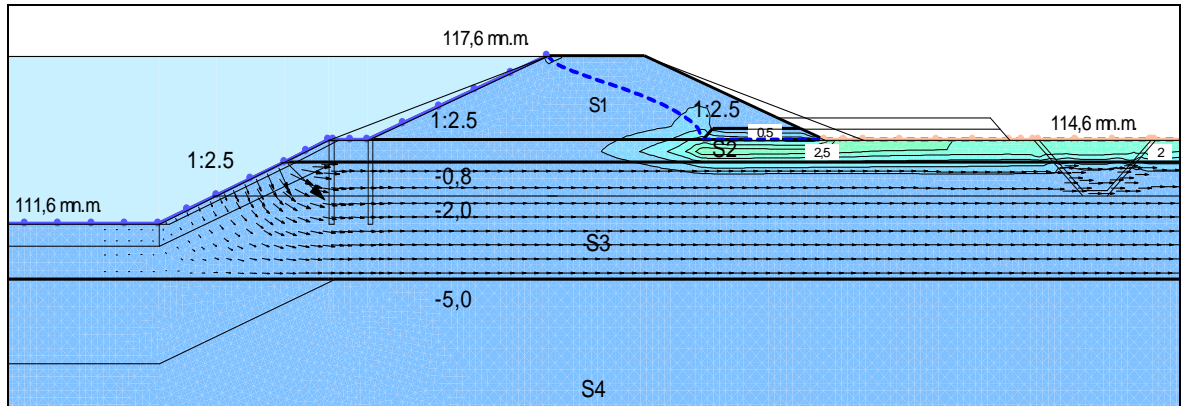
sl. 5.3.12: Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 2 koji obuhvaća debljinu sloja gline (S2) 0,8 m i vodopropusnost materijala u tijela nasipa (S1) $k=6,3 \times 10^{-9} \text{m/s}$: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

a)



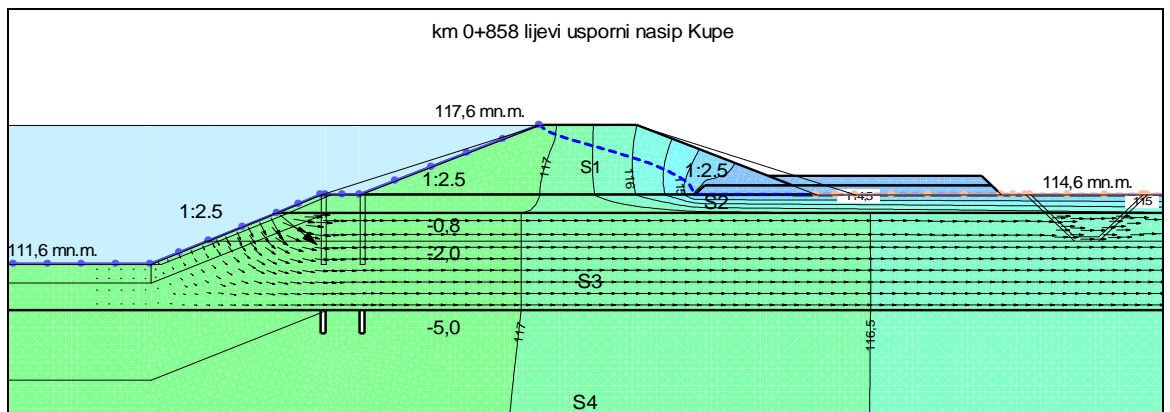


b)

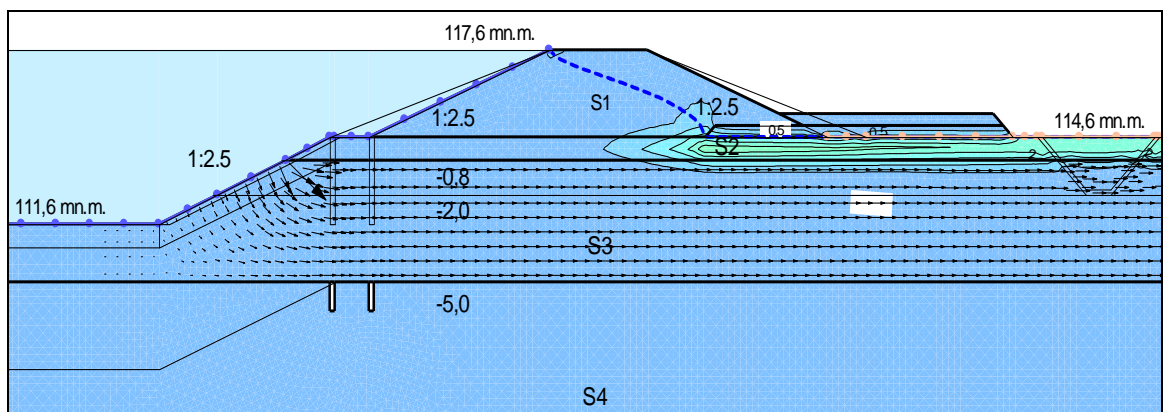


sl. 5.3.13 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 2 uz ugradnju nizvodne drenaže: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

a)



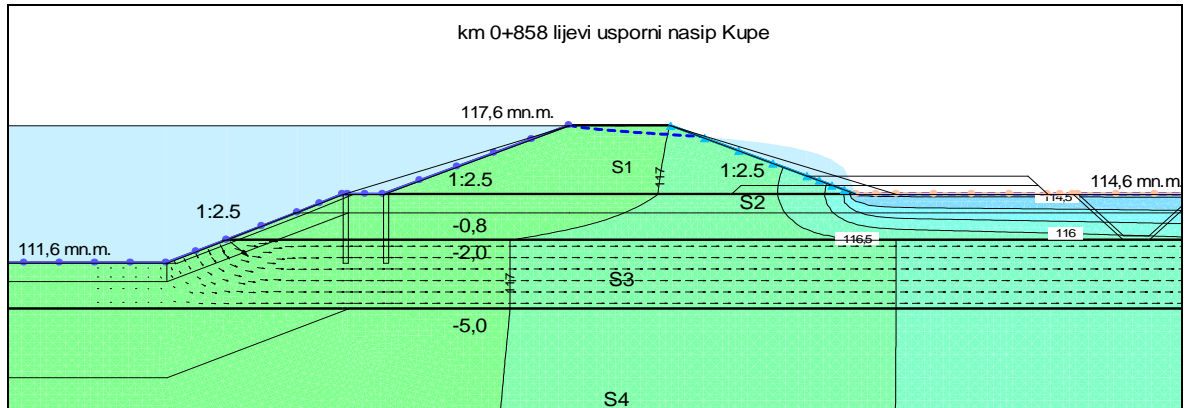
b)



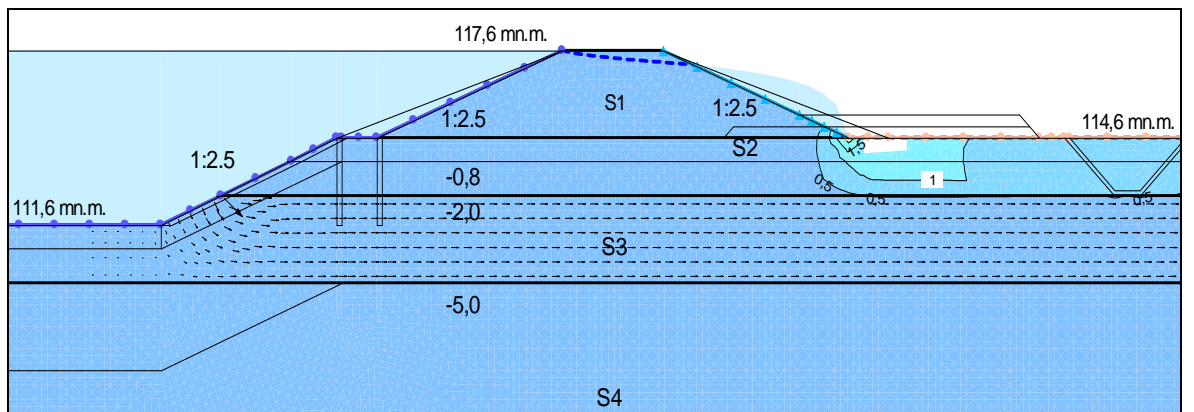
sl. 5.3.14 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 2 uz ugradnju nizvodne drenaže i bankine: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode



a)

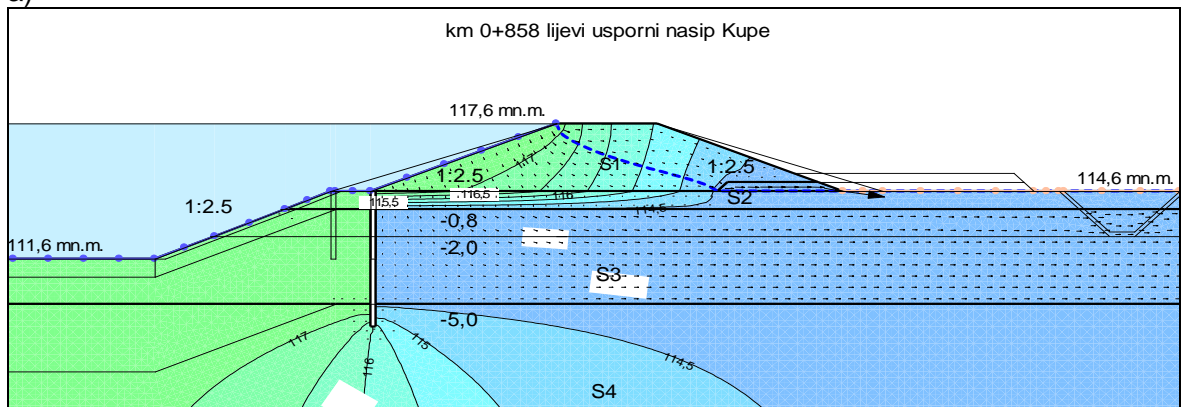


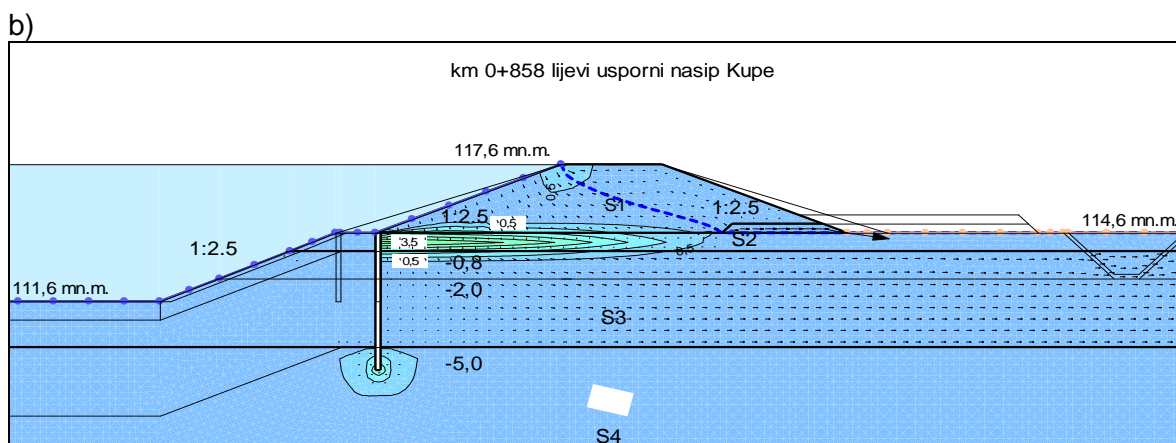
b)



sl. 5.3.15 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 2 uz promjenu debljine sloja gline (S2) od 2,0 m: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

a)





sl. 5.3.16 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 2 uz izvedbu injekcijske zavjese ispod uzvodne nožice nasipa: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

3. MODEL 3 (LNK u km 1+566)

Proračunski Model 3 koji približno odgovara poprečnom presjeku lijevog uspornog potpornog zida Kupe u km 1+566 prikazan je na sl. 5.3.17. Mreža konačnih elemenata konstruirana je tako da su rubovi dovoljno daleko od potpornog zida, kako bi utjecaj nedovoljno poznatih rubnih uvjeta bio zanemariv. Najniža kota prirodnog terena je oko 114.70 m n.m., dno temeljne stope potpornog zida je na -1,0 m od površine terena, a projektna kota vrha potpornog zida je na 117.70 m n.m., tj oko 1.2m više od maksimalne očekivane razine 100-godišnje visoke vode. Za modeliranje je uzet kritični presjek potpornog zida visine 3 metra iznad terena, s maksimalnom projektnom razinom vode na 117.40 m n.m. (kota vrha potpornog zida).

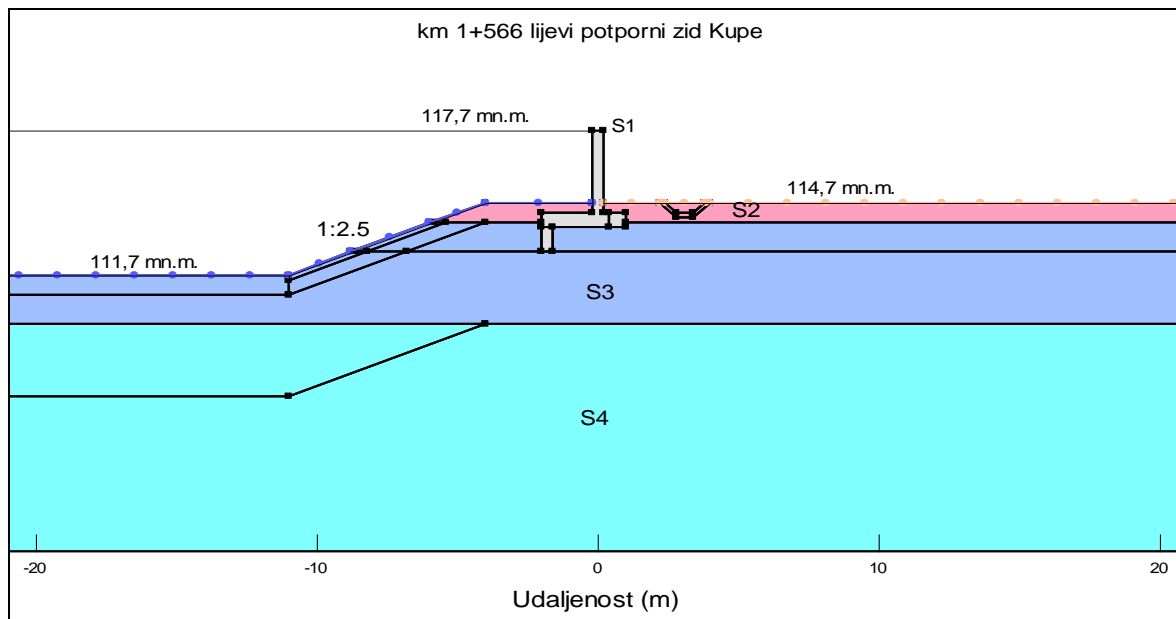
Raspored materijala u podlozi odgovara geotehničkim podlogama koje su identificirale slojeve površinske gline, ispod koje se rasprostiru slojevi šljunka i pijeska te odlomci i kršje stijene ili lapor u podlozi.

U model je uključena zona zamjene materijala u podlozi glinovitim tлом u uzvodnom i nizvodnom dijelu presjeka te izvedba injekcijske zavjese i mikropilota ispod potpornog zida. Dubinske dimenzije prikazanog modela proizlaze iz kompatibilnosti mreže s ostalim dijelovima geotehničkih proračuna, i nisu od posebnog značaja za analizu procjeđivanja.

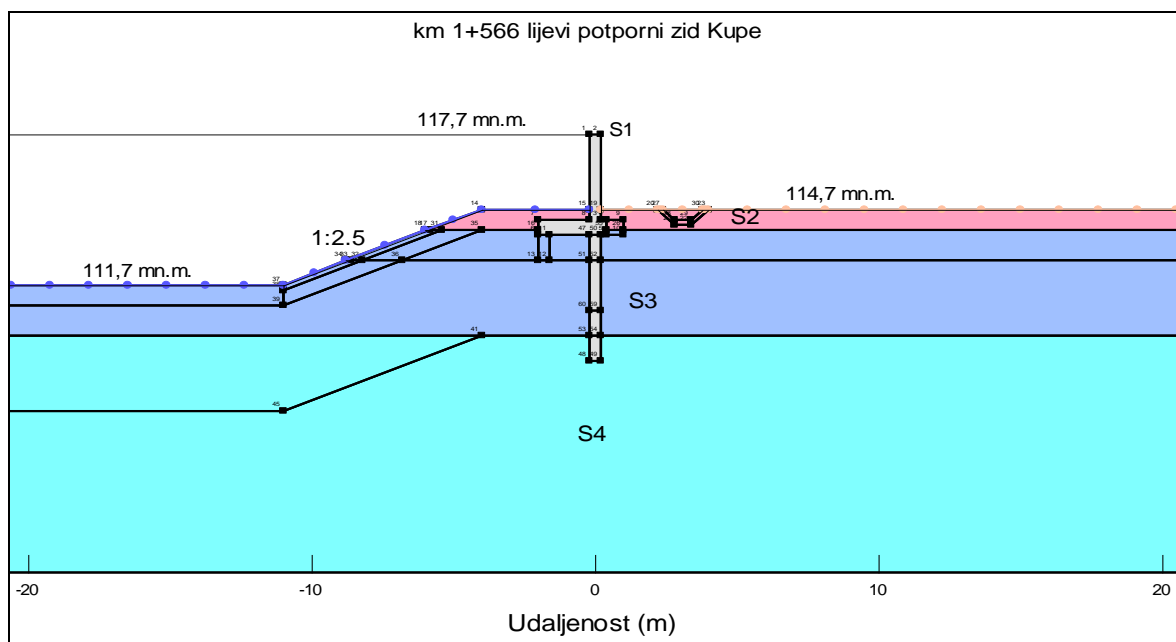
Rubni uvjeti za stacionarno tečenje na uzvodnoj strani predstavljeni su ukupnim potencijalom za maksimalnu razinu vode na vrhu potpornog zida, a na nizvodnoj strani vodom približno na površini terena (114.70 m n.m.).



a)



b)



sl. 5.3.17 Proračunski model 3 lijevog potpornog zida Kupe u km 1+566: a) 'T-profil' zida; b) 'L-profil' zida

Proračunski parametri tla i potpornog zida te vodopropusnost, izražena preko koeficijenta vodopropusnosti k , prikazani su u tab. 5.3.7.



tab. 5.3.7 Proračunski parametri tla za model lijevog potpornog zida Kupe u km 1+566

MODEL	SLOJ		DEBLJINA SLOJA [m]	Opis materijala ili sloja	Zapreminska težina	Koeficijent vodopropusnosti
					γ	k
					[kN/m ³]	[m/s]
1+566 lijevi usporni nasip Kupe	S1	potporni zid	do 1,0 m	Beton	25,00	0
	S2	temeljno tlo	0,8-3,7	CL,CH glina	19,00	5,3×10 ⁻¹⁰
	S3 - G		0,7-4,4	GW/GP-GC/GM šljunak	20,00	4,2×10 ⁻⁴
	S3 - S		0,7-4,4	SP-SC/SM pijesak	20,00	1,1×10 ⁻⁶
	S4		2,0-6,3	Naslage kršja stijene ili lapor u podlozi	21,00	2,1×10 ⁻¹⁰
	S6		1,0 - 2,0	CL glineni tepih ispod potpornog zida	19,00	6,3×10 ⁻¹¹ - 6,3×10 ⁻⁹

Rezultati analiza

Analizama su obuhvaćeni slučajevi simulacije nailaska i prolaska visokog vodnog vala u rijeci, te stacionarno tečenje ispod potpornog zida.

Rezultati su prikazani na sl. 5.3.18 do sl. 5.3.21, koje prikazuju liniju slobodnog vodnog lica, raspored linija ekvipotencijala, iznose hidrauličkih gradijenata te iznos proračunskih protoka u presjeku iza potpornog zida za stacionarno stanje (u m³ / s / m² temeljnog tla).

Detaljnija analiza stanja ispod i iza potpornog zida tijekom prolaska vodnog vala provedena je za različite debljine površinskog sloja gline (S2).

Na sl. 5.3.18 prikazana je osnovna varijanta potpornog zida obrnutog 'T profila' s debljinom površinskog sloja gline (S2) od 0,8 m.

Procjenjena količina vode koja protječe ispod potpornog zida:

$$Q_{\text{temeljno tlo}} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 12960 \text{ l/dan (ne zadovoljava)}$$

Analiza procjeđivanja pokazuje značajne količine protoka vode kroz temeljno tlo i visoke vrijednosti hidrauličkih gradijenata iza potpornog zida.

Na sl. 5.3.19 prikazana je varijanta potpornog zida obrnutog 'T profila' s povećanom debljinom površinskog sloja gline (S2) od 2,0 m.

Procjenjena količina vode koja protječe ispod potpornog zida:

$$Q_{\text{temeljno tlo}} = 9,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} = 8208 \text{ l/dan (ne zadovoljava)}$$

Analiza procjeđivanja pokazuje još uvijek značajne količine protoka vode kroz temeljno tlo ali nešto niže vrijednosti hidrauličkih gradijenata iza potpornog zida.



Na lokacijama gdje debljina površinskog sloja gline (S2) nije dovoljna izvesti će se zamjena materijala od nepropusnog glinovitog tepiha i obaloutvrda (sl. 5.3.20).

$$Q_{\text{temeljno tlo}} = 2,6 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} = 22 \text{ l/dan}$$

Analiza procjeđivanja pokazuje značajno smanjenje hidrauličkih gradijenata iza potpornog zida.

Na istim lokacijama, gdje debljina površinskog sloja gline (S2) nije dovoljna, moguće je izvesti injekcijsku zavjesu i mikropilote ispod potpornog zida 'L profila' (sl. 5.3.21).

$$Q_{\text{temeljno tlo}} = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s} = 0,1 \text{ l/dan}$$

Analiza procjeđivanja pokazuje značajno smanjenje hidrauličkih gradijenata ispod i iza potpornog zida.

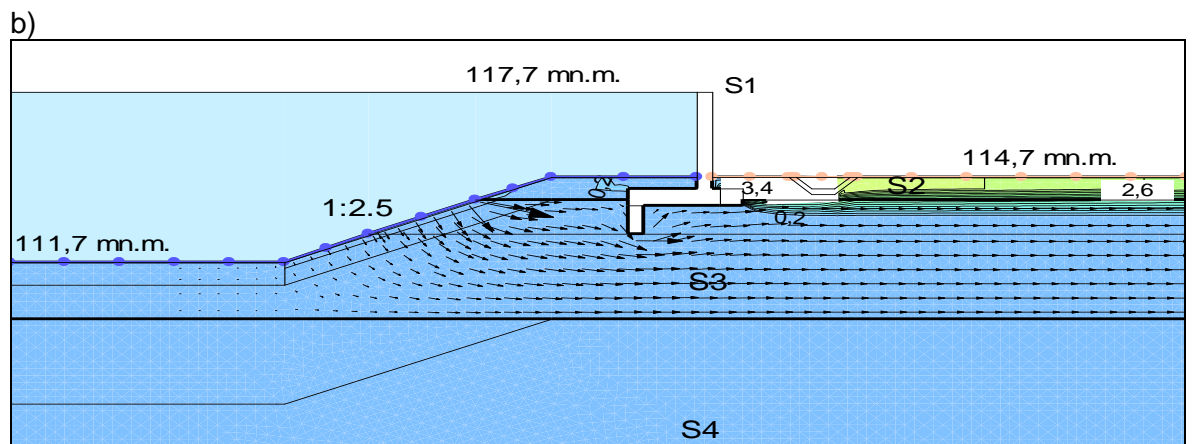
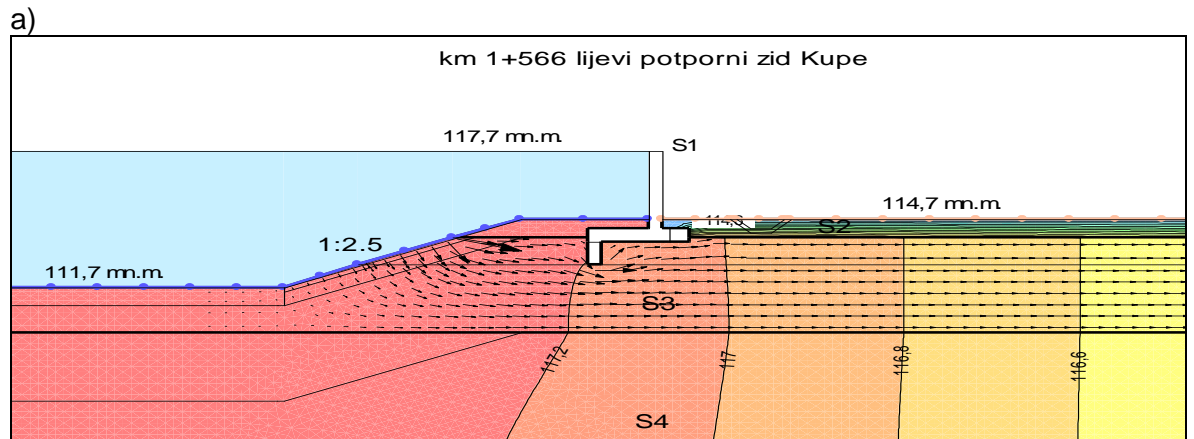
Stabilnost u odnosu na ispiranje sitnih čestica iz tijela nasipa provjerena je izračunom hidrauličkih gradijenata na nizvodnoj strani nasipa. Osnovni slučajevi bez primjene dodatnih mjera (sl. 5.3.18 i sl. 5.3.19) ne osiguravaju vododrživost jer dolazi do plavljenja zone iza potpornog zida.

Varijante s izvedbom zamjene materijala od nepropusnog glinovitog tepiha ili injekcijske zavjese (sl. 5.3.20 i sl. 5.3.21) dobivamo vrijednosti manje od propisanog i dozvoljenog gradijenta za zbijenu glinu nezaštićenu filterskim materijalom $i_c = 0,5$ prema normi HRN U.C5.020.

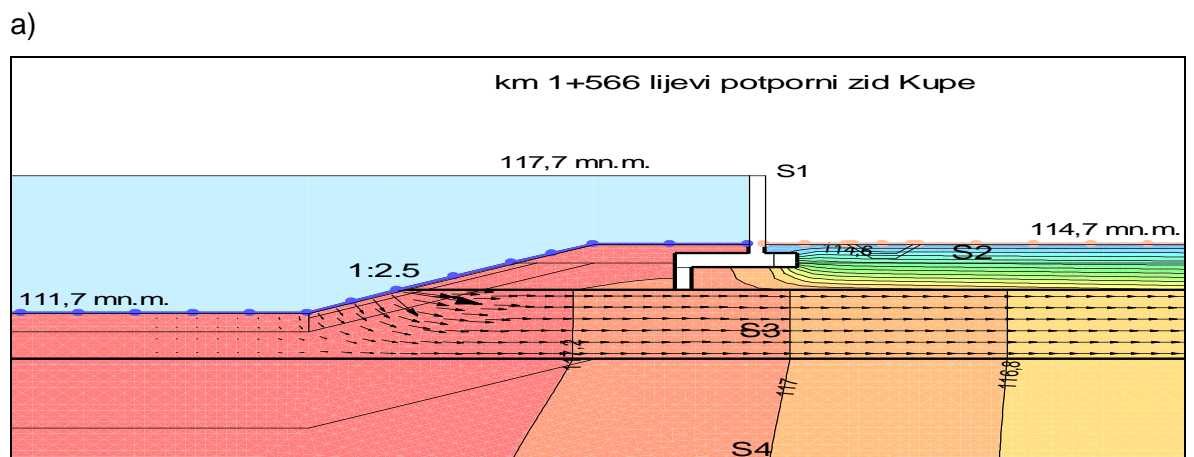
Pregled rezultata hidrauličkih gradijenata ($i_{c,max}$) i protoka vode kroz nasip i temeljno tlo, izražena preko vrijednosti Q ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}'$ ili $\text{l}/\text{dan}/\text{m}'$), te završna ocjena vododrživosti nasipa prikazani su u tab. 5.3.8.

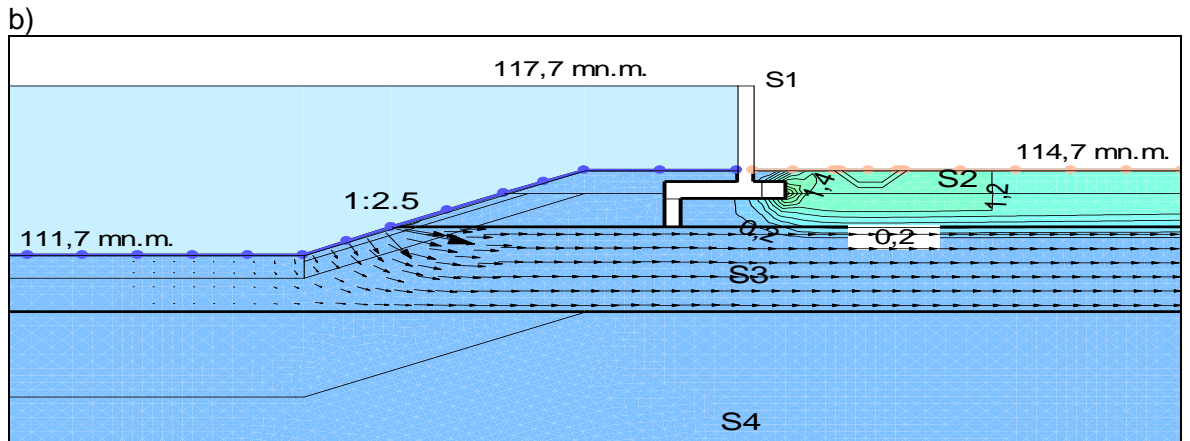
tab. 5.3.8 Ocjena vododrživosti potpornog zida i temeljnog tla za model lijevog potpornog zida Kupe u km 1+566

MODEL	OPIS PROJEKTNE SITUACIJE (POTPORNI ZID)	$i_{c,max}$ (hidraulički gradijent)	Q ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}'$)	Q ($\text{l}/\text{dan}/\text{m}'$)	Q ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}'$)	Q ($\text{l}/\text{dan}/\text{m}'$)	VODODRŽIVOST (da/ne)
		Nizvodni pokos nasipa/potpornog zida	Potporni zid		Temeljno tlo (slojevi S2-S3-S4)		
3 - LNK km 1+566	Model 3 - Osnovna varijanta: Potporni zid obrnutog 'T profila' s debljinom površinskog sloja S2 - CL,CH od 0,8 m (slika 5.3.18)	3,4			$1,5 \cdot 10^{-4}$	12960	NE
	Model 3 + debljina površinskog sloja S2 - CL,CH od 2,0 m (slika 5.3.19)	1,4			$9,5 \cdot 10^{-5}$	8208	NE
	Model 3 + uzvodni glineni tepih ili obaloutvrda debljine 2,0 m (slika 5.3.20)	0,2			$2,6 \cdot 10^{-7}$	22	DA
	Model 3 + potporni zid 'L-profila' uz primjenu injekcijske zavjese do nepropusnog sloja (slika 5.3.21)	0,2			$1,5 \cdot 10^{-9}$	0,1	DA

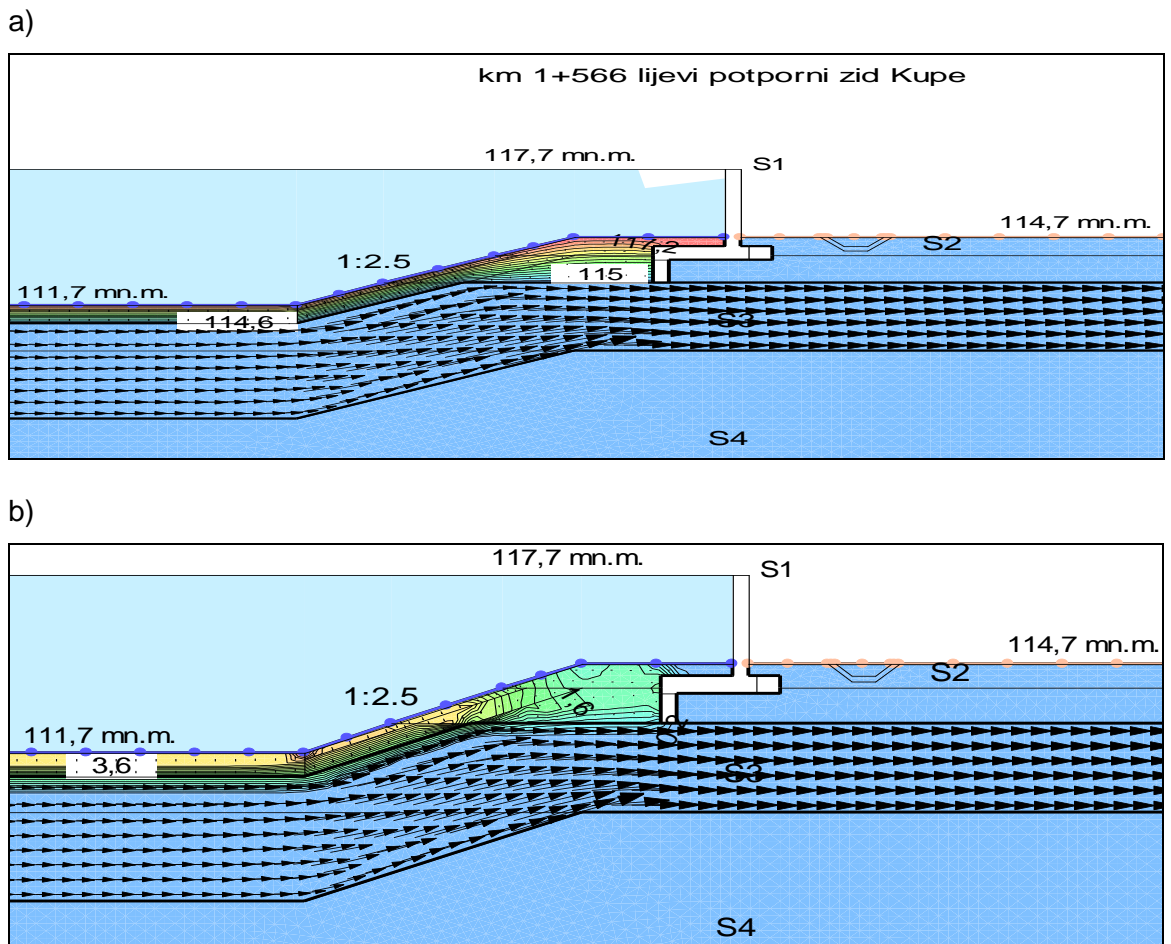


sl. 5.3.18 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 3 koji obuhvaća debljinu sloja gline (S2) 0,8 m i potporni zid 'T-profila' (S1): a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

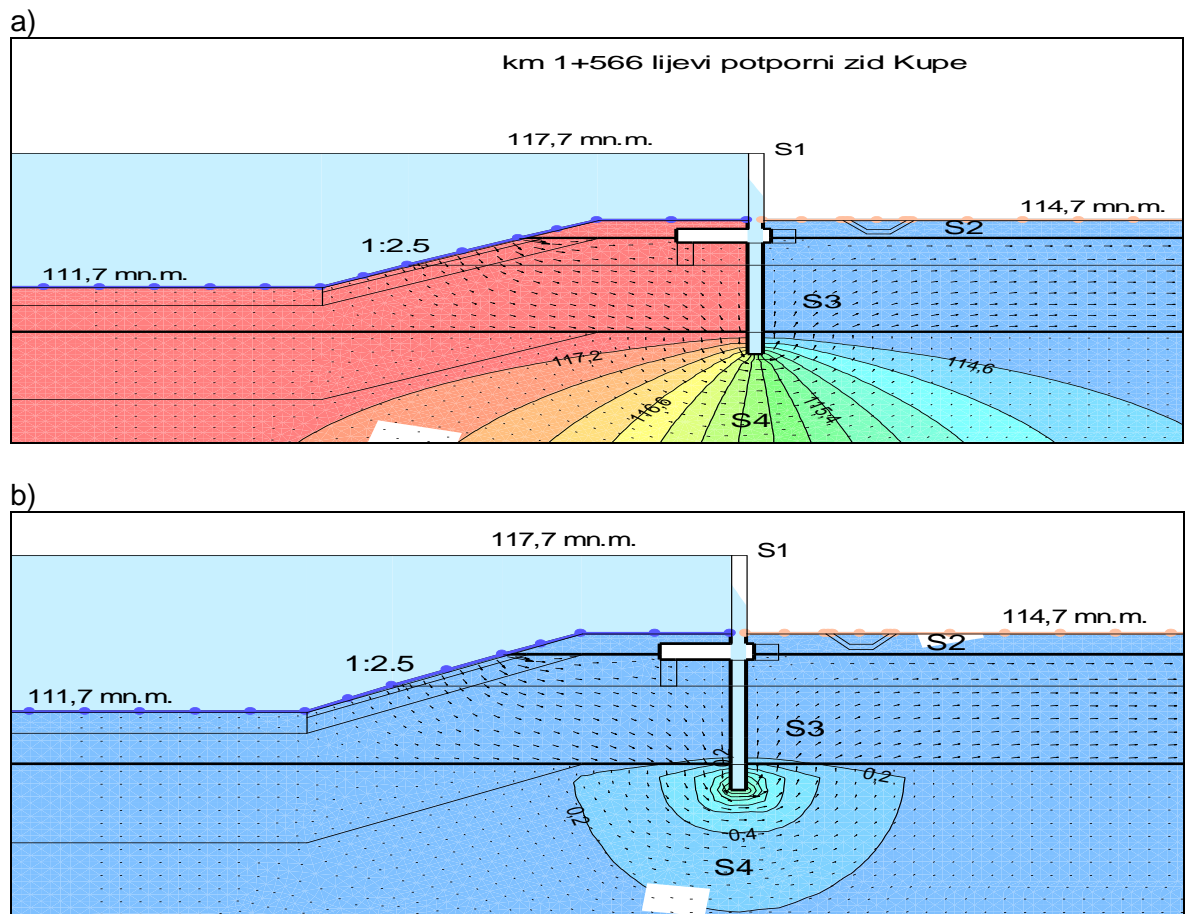




sl. 5.3.19 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 3 uz promjenu debljine sloja gline (S2) od 2,0 m: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode



sl. 5.3.20 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 3 uz izvedbu nepropusnog tepiha od gline : a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode



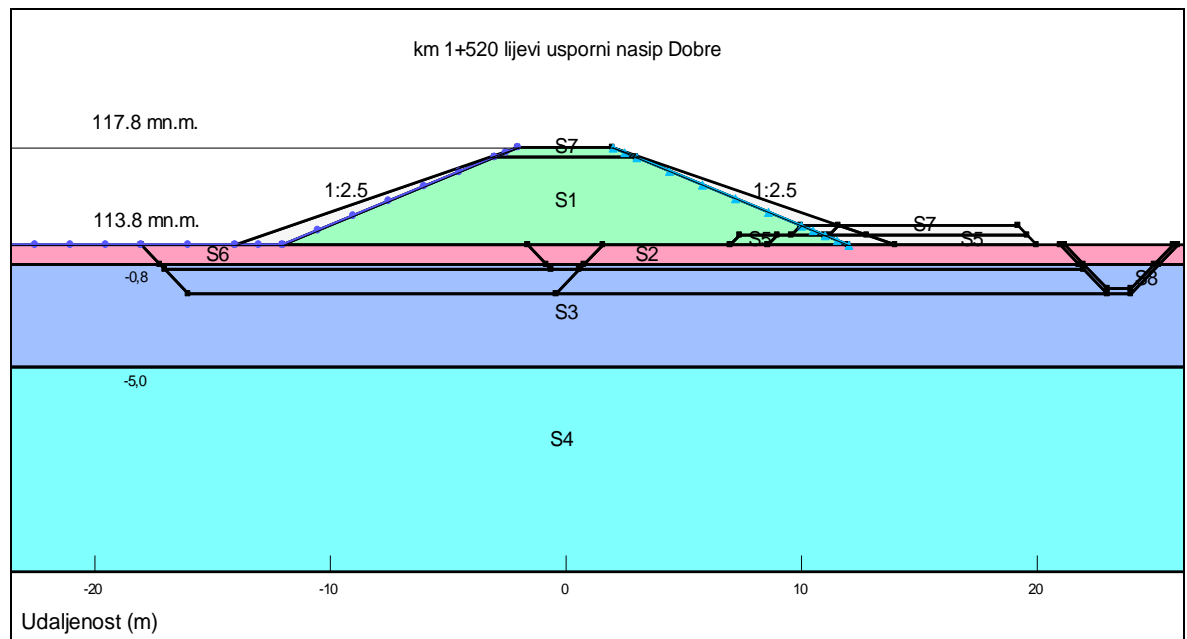
sl. 5.3.21 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 3 i potporni zid 'L-profila' (S1) uz izvedbu injekcijske zavjese i mikropilota ispod potpornog zida: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

4. Model 4 (LND u km 1+520)

Proračunski Model 4 koji približno odgovara poprečnom presjeku lijevog uspornog nasipa Dobre u km 1+520 prikazan je na sl. 5.3.22. Mreža konačnih elemenata konstruirana je tako da su rubovi dovoljno daleko od nasipa, kako bi utjecaj nedovoljno poznatih rubnih uvjeta bio zanemariv. Najniža kota prirodnog terena ispod nasipa je oko 113.80 m n.m. (dno temeljne jame ovisit će o debljini zamjene materijala u podlozi), a projektna kota krune nasipa je na 117.80 m n.m., tj oko 1.2m više od maksimalne očekivane razine 100-godišnje visoke vode. Za modeliranje je uzet kritični presjek nasipa visine 4 metra iznad terena, s maksimalnom projektnom razinom vode na 117.80 m n.m. (kota krune nasipa).

Raspored materijala u nasipu odgovara projektnim veličinama. Raspored materijala u podlozi odgovara geotehničkim podlogama koje su identificirale slojeve površinske gline, ispod koje se rasprostiru slojevi šljunka i pijeska te odlomci i kršje stijene ili lapor u podlozi.

U model je uključena zona zamjene materijala u podlozi glinovitim tlom u uzvodnom i nizvodnom dijelu presjeka. Dubinske dimenzije prikazanog modela proizlaze iz kompatibilnosti mreže s ostalim dijelovima geotehničkih proračuna, i nisu od posebnog značaja za analizu procjeđivanja.



sl. 5.3.22 Proračunski Model 4 lijevog uspornog nasipa Dobre u km 1+520

Rubni uvjeti za stacionarno tečenje na uzvodnoj strani predstavljeni su ukupnim potencijalom za maksimalnu razinu vode na kruni nasipa, a na nizvodnoj strani vodom približno na površini terena (113.80 m n.m.).

Proračunski parametri tla i materijala u tijelu nasipa te vodopropusnost, izražena preko koeficijenta vodopropusnosti k , prikazani su u tab. 5.3.9.

tab. 5.3.9 Proračunski parametri tla i materijala u tijelu nasipa za model lijevog uspornog nasipa Dobre u km 1+520

MODEL	SLOJ		DEBLJINA SLOJA [m]	Opis materijala ili sloja	Zapreminska težina	Koeficijent vodopropusnosti
					γ	k
					[kN/m ³]	[m/s]
1+520 lijevi usporni nasip Dobre	S1	nasip	do 5,0 m	CL glina u nasipu	19,00	6,3×10 ⁻¹¹ - 6,3×10 ⁻⁹
	S2	temeljno tlo	0,65-3,1	CL,CH glina	19,00	4,9×10 ⁻¹⁰
	S3 - G		0,6-3,5	GW/GP-GC/GM šljunak	20,00	4,1×10 ⁻⁴
	S3 - S		0,6-3,5	SP-SC/SM pijesak	20,00	1,1×10 ⁻⁶
	S4		4,6-6,8	Naslage kršja stijene ili lapor u podlozi	21,00	4,4×10 ⁻⁰⁹
	S5	nasip	0,40	GW šljunak u drenaži	20,00	1×10 ⁻²
	S6		1,0 - 2,0	CL glineni tepih ispod nasipa	19,00	6,3×10 ⁻¹¹ - 6,3×10 ⁻⁹
	S7		0,40	GC šljunak glinovit	20,00	1×10 ⁻⁶
S8	0,20		Selektirani kamen	21,00	1×10 ⁻¹	



Rezultati analiza

Analizama su obuhvaćeni slučajevi simulacije nailaska i prolaska visokog vodnog vala u rijeci, te stacionarno tečenje kroz nasip.

Rezultati su prikazani na sl. 5.3.23, koja prikazuje liniju slobodnog vodnog lica, raspored linija ekvipotencijala, iznose hidrauličkih gradijenata te iznos proračunskih protoka u presjeku kroz nasip i podlogu za stacionarno stanje (u $m^3/s/m$ brane).

Detaljnija analiza stanja u nasipu i podlozi tijekom prolaska velikog vodnog vala provedena je za najmanju debljinu površinskog sloja gline (S2) i najveći VDP materijala u tijelu nasipa (S1).

Na sl. 5.3.23 prikazana je osnovna varijanta nasipa s debljinom površinskog sloja gline (S2) od 0,8 m i s relativno najvećom vodopropusnosti tijela nasipa (S1) od $k=6,3 \times 10^{-9} m/s$. Nagib pokosa nasipa je 1:2,5.

Procjenjena količina vode koja protječe kroz nasip i temelno tlo:

$$Q_{\text{nasip}} = 2,0 \times 10^{-8} m^3/s = 1,7 l/dan$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}} = 5,3 \times 10^{-7} m^3/s = 45 l/dan$$

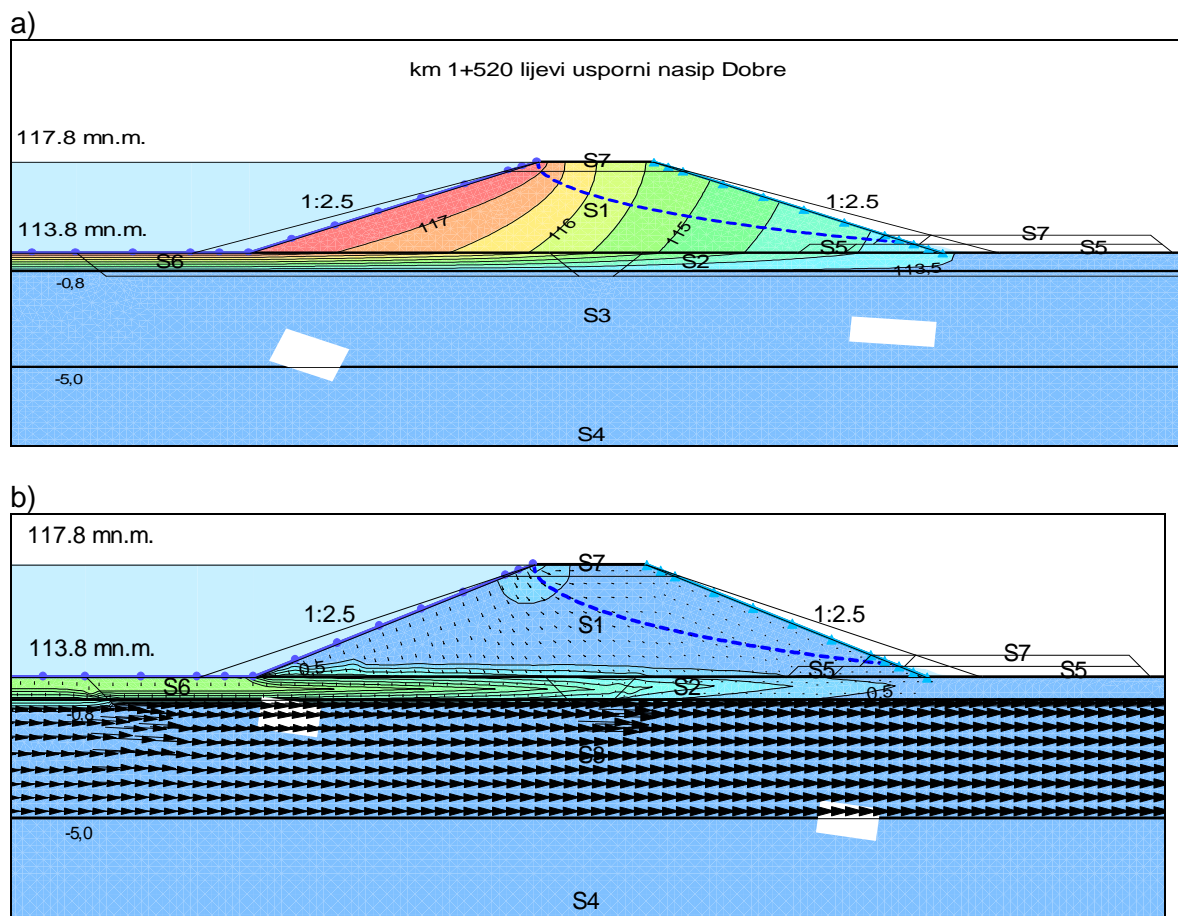
Analiza procjeđivanja pokazuje procjednu vodu ('vrelnu plohu') u nizvodnoj nožici nasipa.

Usporedbom rezultata procjeđivanja kroz nasip na modelu 1 (LNK) i na modelu 4 (LND), za iste uvjete opterećenja, dobivamo neznatna odstupanja iz čega zaključujemo kako je moguće primijeniti konstrukcijska rješenja (nizvodna drenaža, bankina, odvodni kanal, nepropusni tepih, iskop u inundaciji) iz modela 1 (LNK) na model 4 (LND).

Pregled rezultata hidrauličkih gradijenata ($i_{c,max}$) i protoka vode kroz nasip i temeljno tlo, izražena preko vrijednosti Q ($m^3/s/m$ ili $l/dan/m'$), te završna ocjena vododrživosti nasipa prikazani su u tab. 5.3.10.

tab. 5.3.10 Ocjena vododrživosti nasipa i temeljnog tla za model lijevog uspornog nasipa Dobre u km 1+520

MODEL	OPIS PROJEKTNE SITUACIJE (NASIP U INUNDACIJI KUPE)	$i_{c,max}$ (hidraulički gradijent)	Q ($m^3/s/m'$)	Q ($l/dan/m'$)	Q ($m^3/s/m'$)	Q ($l/dan/m'$)	VODODRŽIVOST (da/ne)
		Nizvodni pokos nasipa/potpornog zida	Nasip (sloj S1)	Nasip + Temeljno tlo (slojevi S1-S2-S3-S4)			
4 - LND km 1+520	Model 4 - Osnovna varijanta: VDP tijela nasipa $6,3 \times 10^{-9} m/s$, nagib pokosa nasipa 1:2,5 i debljina površinskog sloja S2 - CL, CH od 0,8 m (slika 5.3.23)	0,5	$2,0 \times 10^{-8}$	1,7	$5,3 \times 10^{-7}$	45	DA



sl. 5.3.23 Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 4 koji obuhvaća debljinu sloja gline (S2) 0,8 m i vodopropusnost materijala u tijela nasipa (S1) $k=6,3 \times 10^{-9} \text{m/s}$: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

5.3.5 Analiza stabilnosti

Analize stabilnosti provedene su kako bi se ocijenila sigurnost tijela nasipa i temeljnog tla od sloma i prekomjernih pomaka. Ocjena sigurnosti provedena je metodom granične ravnoteže, a rezultati analize su kritične klizne plohe i pripadajući minimalni faktori sigurnosti za razne slučajeve opterećenja.

Prema proračunskom pristupu PP3 (vidjeti poglavlje 5.3.3) tako dobiveni proračunski faktori moraju imati vrijednost $F_{s,\min} > 1,0$.

Za analize stabilnosti definirane su sljedeće projektne situacije:

- završetak izgradnje nasipa - ova projektna situacija pokriva stabilnost nasipa u trenutku dovršetka izgradnje i kroz onaj dio eksploatacijskog perioda nasipa kada nema pojave velikog vodnog vala. Analize stabilnosti rađene su s dreniranim i nedreniranim parametrima čvrstoće uz konzervativnu pretpostavku brze izgradnje nasipa
- visoka voda na kruni nasipa - ova projektna situacija pokriva stabilnost nasipa u vremenu prolaska velikog vodnog vala. U analizi su korišteni drenirani parametri posmične čvrstoće

- c) naglo sniženje vode u inundaciji - ova projektna situacija pokriva tzv. „rapid draw-down“, odnosno brzo sniženje razine vode u inundaciji, uz zaostatke pornih pritisaka u tijelu nasipa. Procjedna linija vode zadana je „ručno“, a u analizi su korišteni drenirani parametri posmične čvrstoće.

U nastavku je dan prikaz analiziranih karakterističnih proračunskih modela duž lijeve i desne obale rijeke Kupe i lijeve obale rijeke Dobre:

- **MODEL 2** - karakteristični profil **nasipa i obaloutvrde uz Kupu** (LNK u km 0+858),
- **MODEL 3** - karakteristični profil **potpornog zida uz Kupu** (LNK u km 1+566).

Proračun je proveden računalnim programom GeoStudio 2019/SLOPEW (GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada) koji problem stabilnosti rješava metodom granične ravnoteže.

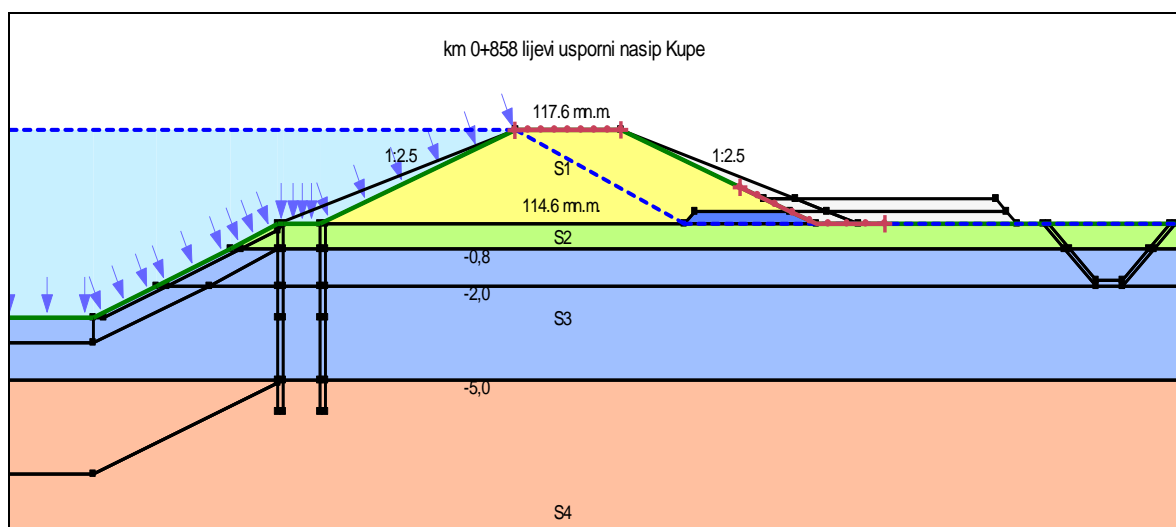
Analize stabilnosti provedene su metodom Morgenstern-Price za kružne klizne plohe i navedene slučajeve opterećenja.

1. MODEL 2 (LNK u km 0+858)

Proračunski Model 2 koji približno odgovara poprečnom presjeku lijevog uspornog nasipa Kupe u km 0+858 prikazan je na sl. 5.3.24. Za modeliranje je uzet kritični presjek nasipa i obaloutvrde visine 3 metra iznad terena i 6 metara iznad dna korita rijeke Kupe.

Proračunski model uključuje tijelo nasipa s izvedenim drenom u nizvodnoj nožici, temeljno tlo i porne pritiske iz procijenjenih piezometarskih linija. Tlo ispod nasipa čini sloj površinske gline, ispod kojeg se rasprostiru slojevi šljunka i pijeska te odlomci i kršje stijene ili lapor u podlozi.

Proveden je veći broj analiza za svaku karakterističnu projektnu situaciju. Brojčani rezultati su navedeni u tekstu, a slikama su ilustrirani karakteristični primjeri.



sl. 5.3.24 Proračunski model 2 lijevog uspornog nasipa Kupe u km 0+858

Proračunski parametri tla i materijala u tijelu nasipa prikazani su u tab. 5.3.11.



tab. 5.3.11 Proračunski parametri tla i materijala u tijelu nasipa za model lijevog uspornog nasipa Kupe u km 0+858

MODEL	SLOJ		DEBLJINA SLOJA [m]	Opis materijala ili sloja	Zapreminska težina	Drenirana posmična čvrstoća		Nedrenirana posmična čvrstoća	RPV	cu[kPa] reducirana sa 1,4	c'[kPa] reducirana sa 1,25	φ' [°] reduciran sa 1,25	
						Kohezija	Kut unutarnjeg trenja	Kohezija					
						γ	c'	φ'		c _u			
						[kN/m ³]	[kPa]	[°]		[kPa]			
0+858 lijevi usporni nasip Kupe	S1 - beton	obaloutvrda	do 1,0 m	Beton	25,00	1000,00				0,00	800,00	0,00	
	S1 - nasip	nasip	do 5,0 m	CL glina u nasipu	19,00	14,00	25,00	91,00		65,00	11,20	20,46	
	S2	temeljno tlo	0,8-3,7	CL,CH glina	19,00	15,00	21,00	88,00	1,1 do 3,2 m	62,86	12,00	17,07	
	S3 - G		0,7-4,4	GW/GP-GC/GM šljunak	20,00	1,00	30,50	0,00		0,00	0,80	25,23	
	S3 - S		0,7-4,4	SP-SC/SM pijesak	20,00	1,00	27,50	0,00		0,00	0,80	22,61	
	S4		2,0-6,3	Naslage kršja stijene ili lapor u podlozi	21,00	24,00	25,50	171,00		122,14	19,20	20,89	
	S5	nasip	0,40	GW šljunak u drenaži	20,00	1,00	35,00	0,00		0,00	0,80	29,26	
	S6		1,0 - 2,0	CL glineni tepih ispod nasipa	19,00	14,00	25,00	91,00		65,00	11,20	20,46	
	S7		0,40	GC šljunak glinovit	20,00	2,00	33,00	0,00		0,00	1,60	27,45	
S8	0,20		Selektirani kamen	21,00	1,00	40,00	0,00		0,00	0,80	33,87		

Rezultati analiza

a) Završetak izgradnje nasipa. Budući da su tijelo nasipa i površinska CL,CH glina u nezasićenom stanju, a izgradnja predstavlja relativno brzo opterećenje, mjerodavno stanje za te materijale može se opisati nedreniranim parametrima.

Stoga je za glinene (sitnozrne) materijale provedena analiza u totalnim naprezanjima uz parametre nedrenirane čvrstoće, a nekoherentni materijali analizirani su u efektivnim naprezanjima. Kritične klizne plohe prolaze kroz slojeve S1, S2 i S3 (sl. 5.3.25 do sl. 5.3.27). Rezultati pokazuju povećane faktore sigurnosti (globalnu stabilnost) s povećanjem debljine površinskog sloja CL,CH gline i sa smanjenjem nagiba pokosa nasipa.

Dodatno je provedena i analiza s dreniranim parametrima i za glinene materijale u tijelu nasipa, fiktivno simulirajući trajno niski nivo vode u rijeci (sl. 5.3.28). Rezultati pokazuju zadovoljavajuće faktore sigurnosti koji su za drenirane uvjete nešto veći u odnosu na nedrenirano stanje.

b) Visoka voda na kruni nasipa. Analize su provedene u efektivnim naprezanjima uz pretpostavljenu procjednu liniju kroz tijelo nasipa (sl. 5.3.29 do sl. 5.3.30).

Analize su provedene za uzvodnu i nizvodnu kosinu nasipa. Kritična je nizvodna kosina, u kojoj nema povećanja površinskih pritisaka zbog djelovanja nizvodnog drena.

Rezultati analize stabilnosti za visoku vodu na kruni nasipa i usporedba s istom analizom stabilnosti za vodu s vodnim licem 100 godišnjeg vodnog vala ukazuju na neznatne promjene faktora sigurnosti što upućuje na mali utjecaj opterećenja od podizanja nivoa vode u inundaciji na stabilnost nizvodnog pokosa nasipa.



c) Naglo sniženje vode u inundaciji ('rapid drawdown'). Analize su provedene za sniženje vode u inundaciji tijekom povlačenja poplavne vode u korito rijeke (sl. 5.3.31 do sl. 5.3.33).

Analize su provedene u efektivnim naprezanjima, a za porne pritiske pretpostavljena je procjedna linija vode na površini uzvodnog dijela nasipa.

Minimalni faktori sigurnosti manji su za slučaj 'rapid drawdown' što je posljedica pretpostavke o naglom sniženju vodnog lica i zadržavanju zaostalih pornih tlakova u CL glini po cijeloj visini nasipa. Navedena pretpostavka nije sasvim realna jer se sniženje vodnog lica odvija kroz određeni vremenski period što omogućava smanjenje pornih tlakova i postepeno povećanje stabilnosti pokosa nasipa.

Iz analiza stabilnosti za naglo sniženje vode u inundaciji možemo zaključiti kako je za sloj površinske gline manji od 2 m potrebno izvesti obaloutvrdu.

Zaključne napomene

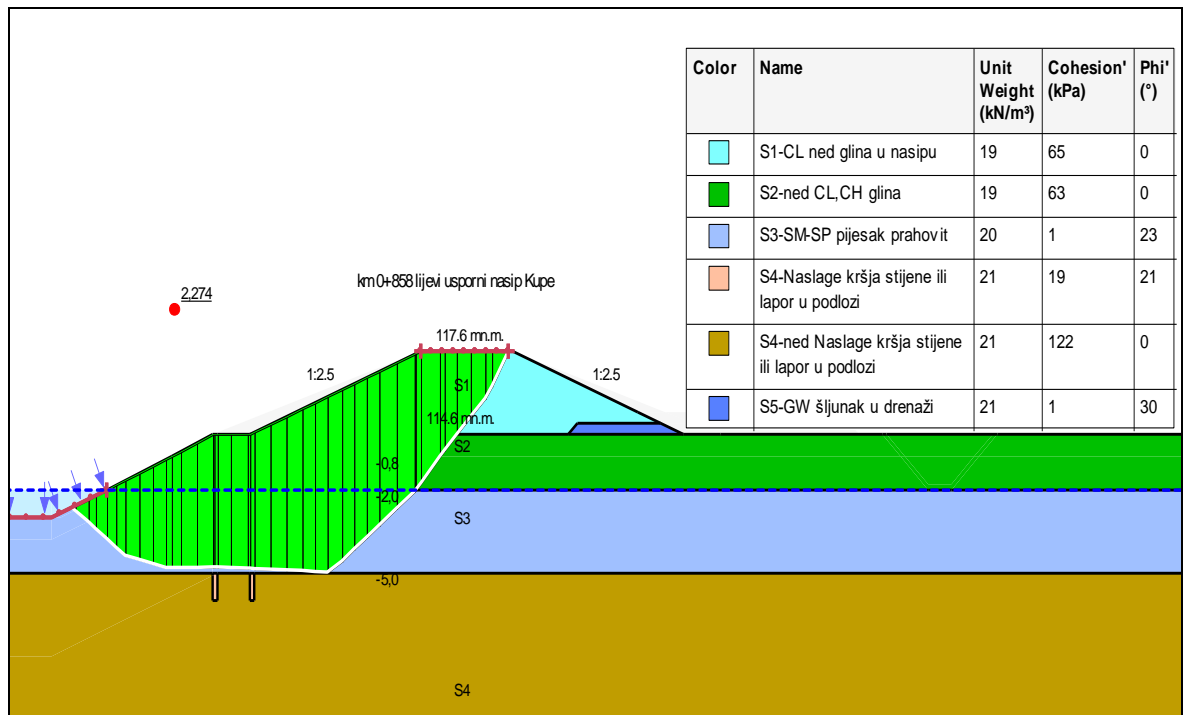
Pokazuje se da su za sve uvjete postignuti faktori sigurnosti iznad minimalnih vrijednosti, $F_s > 1.0$, osim za slučaj naglog sniženja vode u inundaciji bez površinskog sloja CL,CH gline pa sve do minimalne debljine 0,8 m (sl. 5.3.32 i sl. 5.3.33). Stoga je, u navedenom slučaju, potrebno izgraditi obaloutvrdu.

Pregled rezultata navedenih analiza stabilnosti je prikazan u tab. 5.3.12.

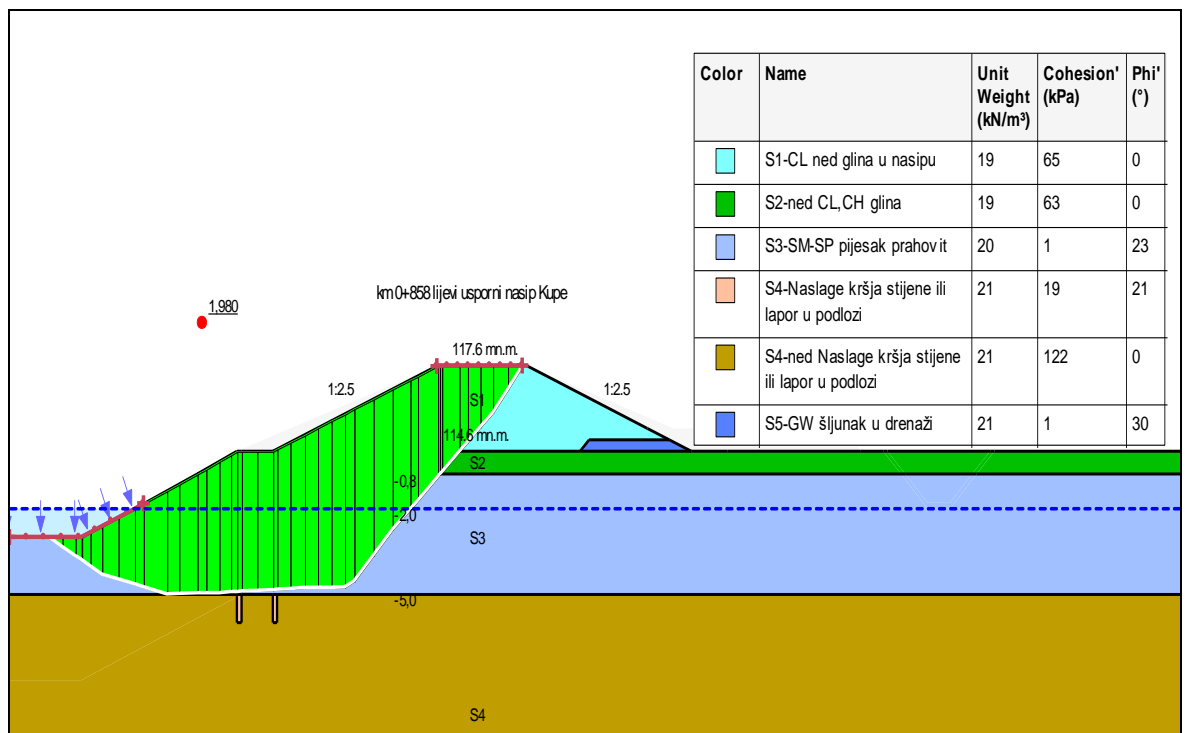
tab. 5.3.12 Pregled rezultata analiza stabilnosti (Slope/W) za model lijevog uspornog nasipa Kupe u km 0+858 (Model 2)

MODEL	OPIS PROJEKTNE SITUACIJE (NASIP UZ OBALU)	FAKTOR SIGURNOSTI ($F_{s,min}$)		ZADOVOLJAVJA
		Uzvodno	Nizvodno	
2 - LNK km 0+858	Završetak izgradnje nasipa - nedrenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 2,0 m, voda do kote 112,4 mn.m. (slika 5.3.25)	2,274	-	DA
	Završetak izgradnje nasipa - nedrenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 0,8 m, voda do kote 112,4 mn.m. (slika 5.3.26)	1,980	-	DA
	Završetak izgradnje nasipa - nedrenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_bez površinskog sloja CL,CH gline, voda do kote 112,4 mn.m. (slika 5.3.27)	1,829	-	DA
	Završetak izgradnje nasipa - drenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 0,8 m, voda do kote 112,4 mn.m. (slika 5.3.28)	1,463	-	DA
	Visoka voda na kruni nasipa – drenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_bez površinskog sloja CL,CH gline, voda do kote 117,4 mn.m., nizvodno (slika 5.3.29)	-	1,728	DA
	Visoka voda na kruni nasipa – drenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_bez površinskog sloja CL,CH gline, voda do kote 117,4 mn.m., uzvodno (slika 5.3.30)	2,687	-	DA
	Naglo sniženje vode u inundaciji – drenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 2,0 m, voda do kote 112,4 mn.m. (slika 5.3.31)	1,013	-	DA
	Naglo sniženje vode u inundaciji – drenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 0,8 m, voda do kote 112,4 mn.m. (slika 5.3.32)	*0,949 / 1,829	-	NE/DA
	Naglo sniženje vode u inundaciji – drenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_bez površinskog sloja CL,CH gline, voda do kote 112,4 mn.m. (slika 5.3.33)	*0,905 / 1,209	-	NE/DA

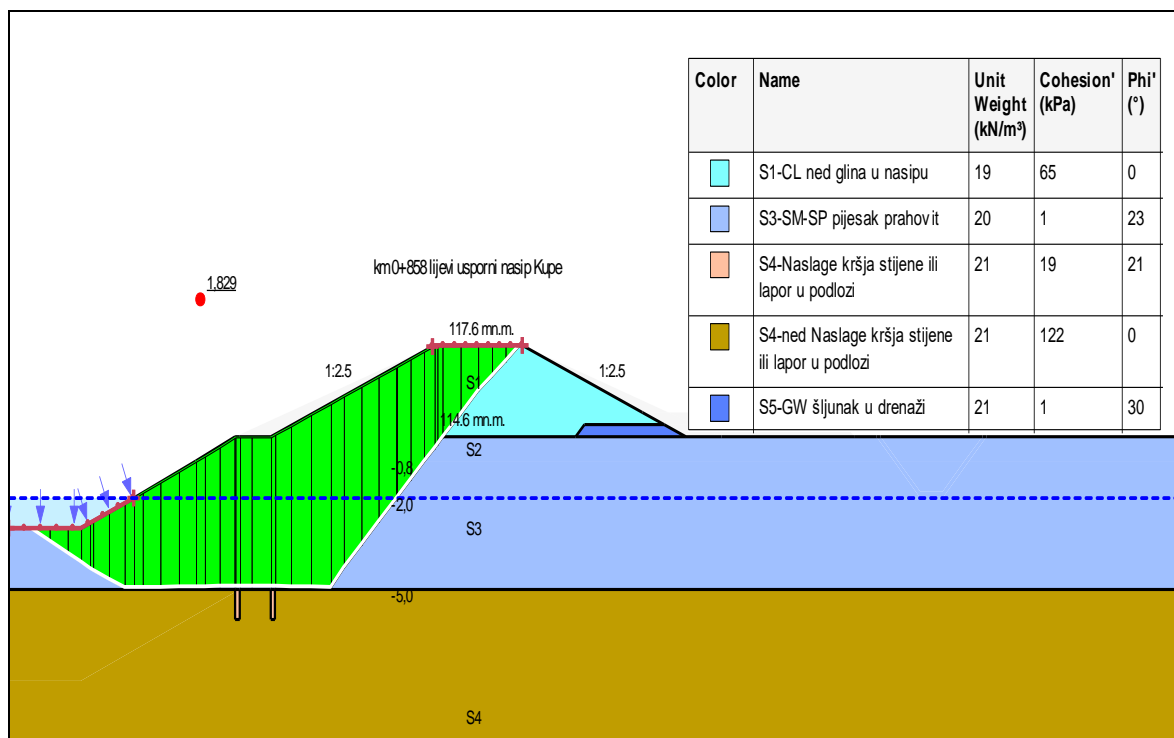
Napomena: * Faktor sigurnosti nasipa + obaloutvrda / faktor sigurnosti nasipa



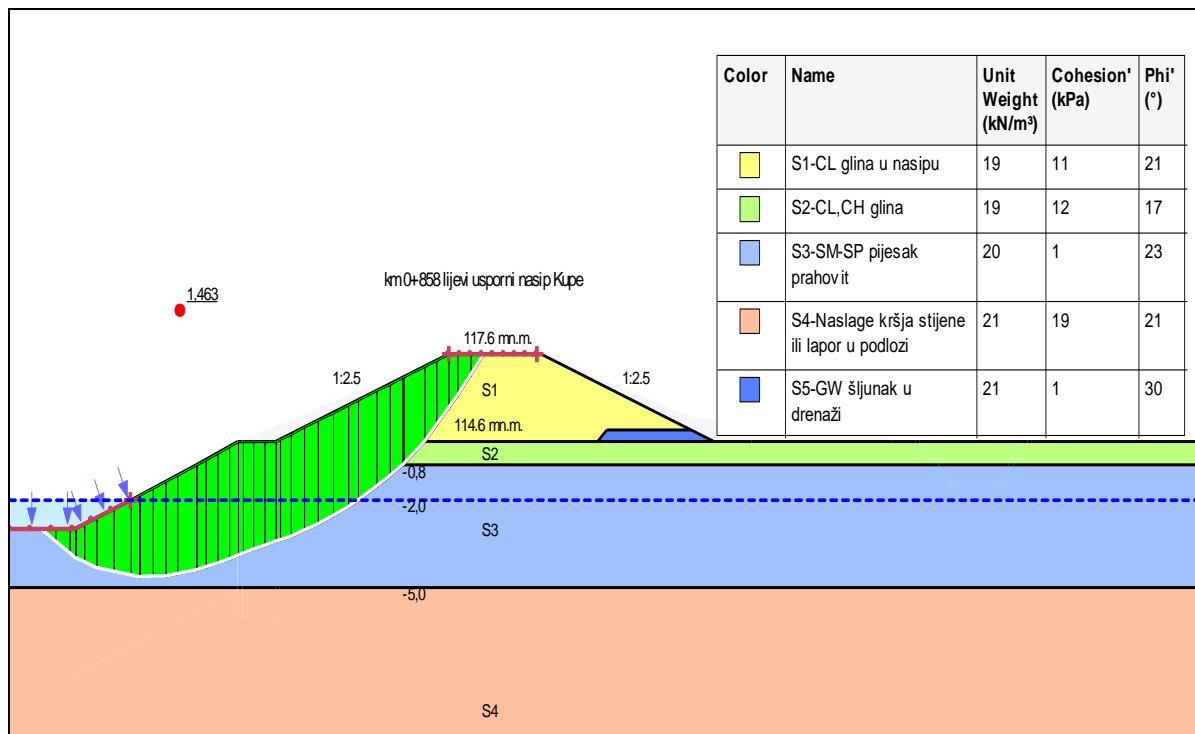
sl. 5.3.25 Završetak izgradnje nasipa – nedrenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 2,0 m, voda do kote 112,6 mn.m. ($F_s=2.274$)



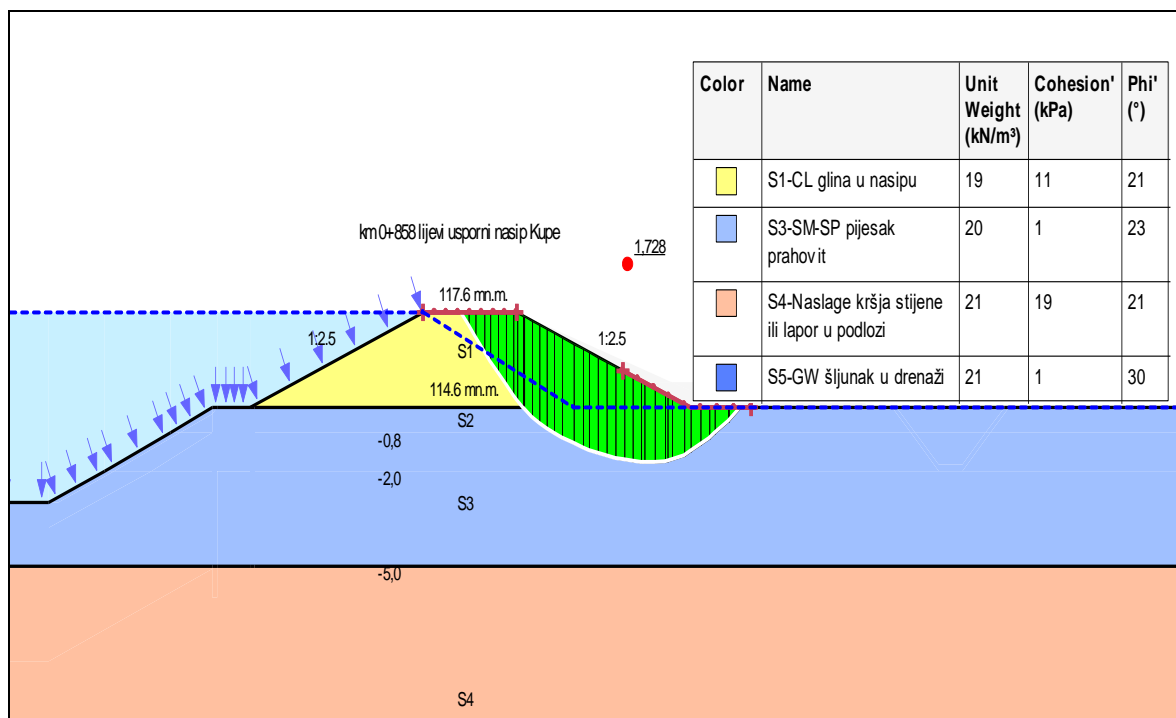
sl. 5.3.26 Završetak izgradnje nasipa – nedrenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 0,8 m, voda do kote 112,6 mn.m. ($F_s=1.980$)



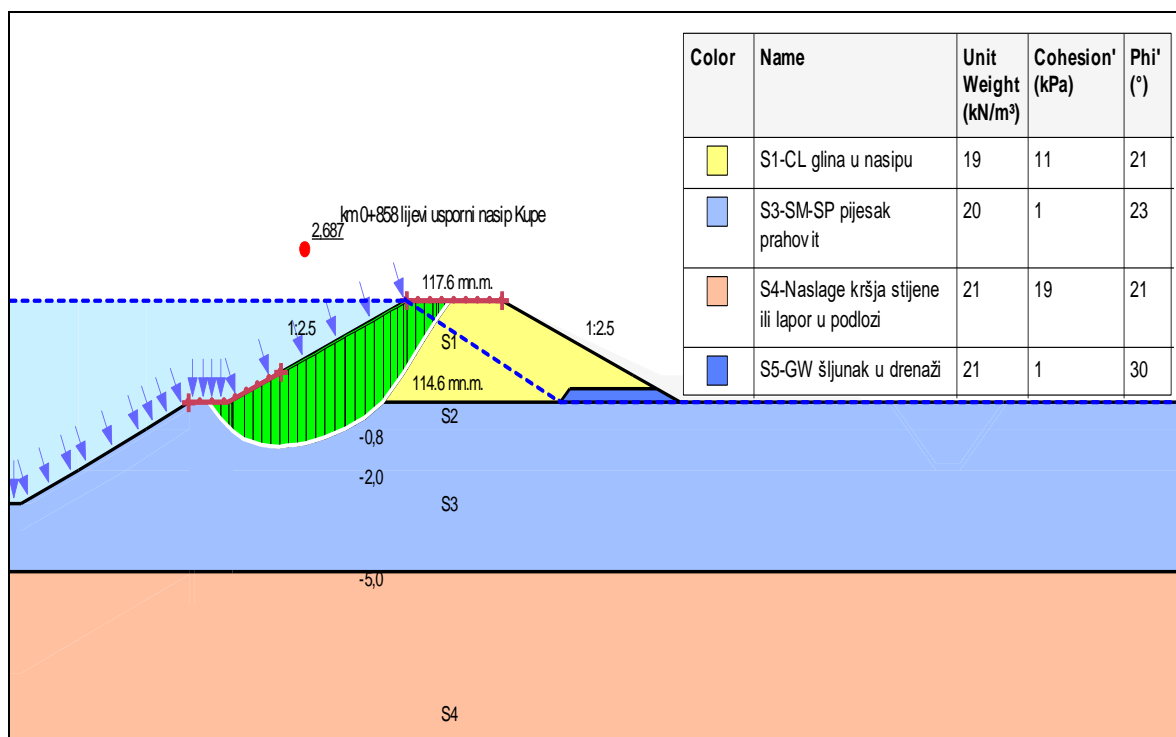
sl. 5.3.27 Završetak izgradnje nasipa – nedrenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_bez površinskog sloja CL,CH gline, voda do kote 112,6 mn.m. (Fs=1.829)



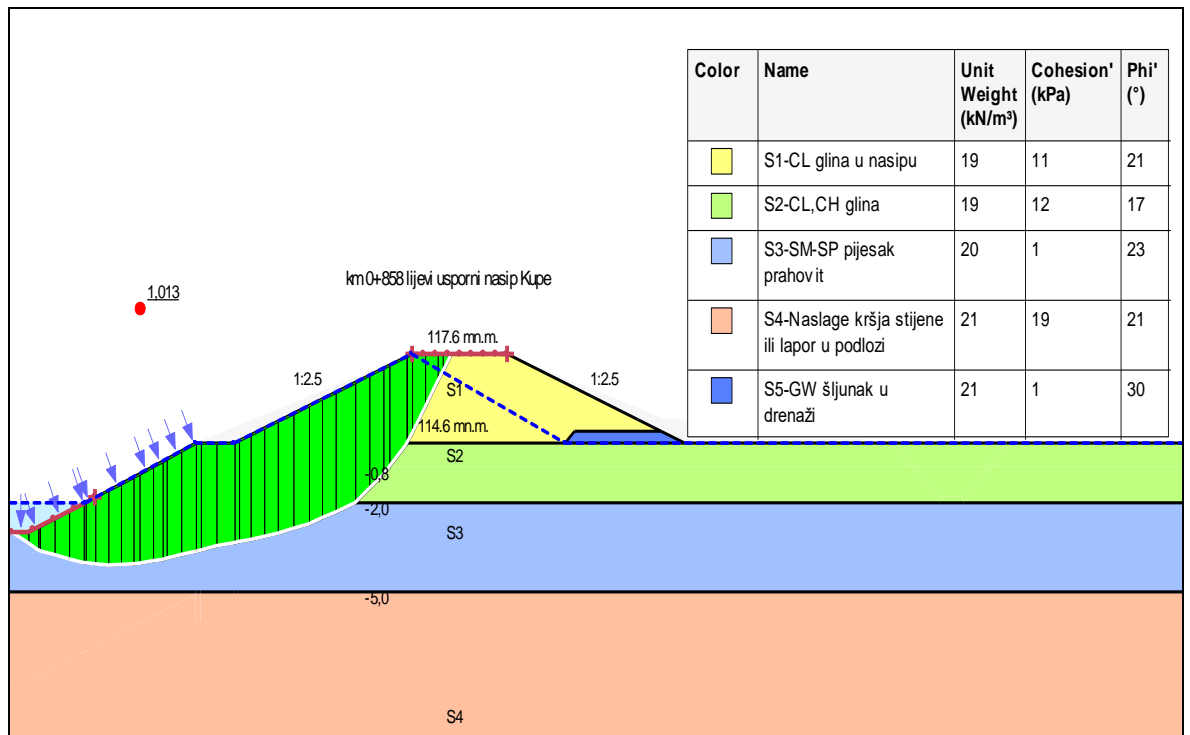
sl. 5.3.28 Završetak izgradnje nasipa – drenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 0,8 m, voda do kote 112,6 mn.m. (Fs=1.463)



sl. 5.3.29 Visoka voda na kruni nasipa – drenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_bez površinskog sloja CL,CH gline, voda do kote 117,6 mn.m., nizvodno (Fs=1.728)

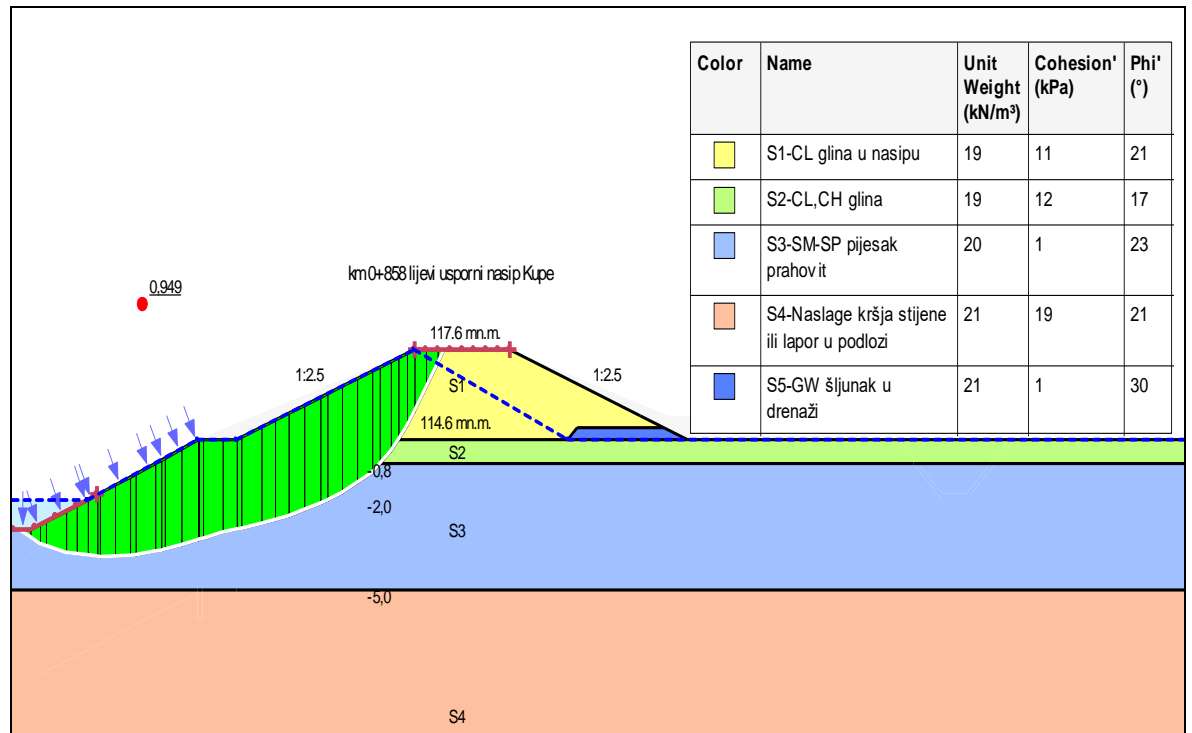


sl. 5.3.30 Visoka voda na kruni nasipa – drenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_bez površinskog sloja CL,CH gline, voda do kote 117,6 mn.m., uzvodno (Fs=2.687)



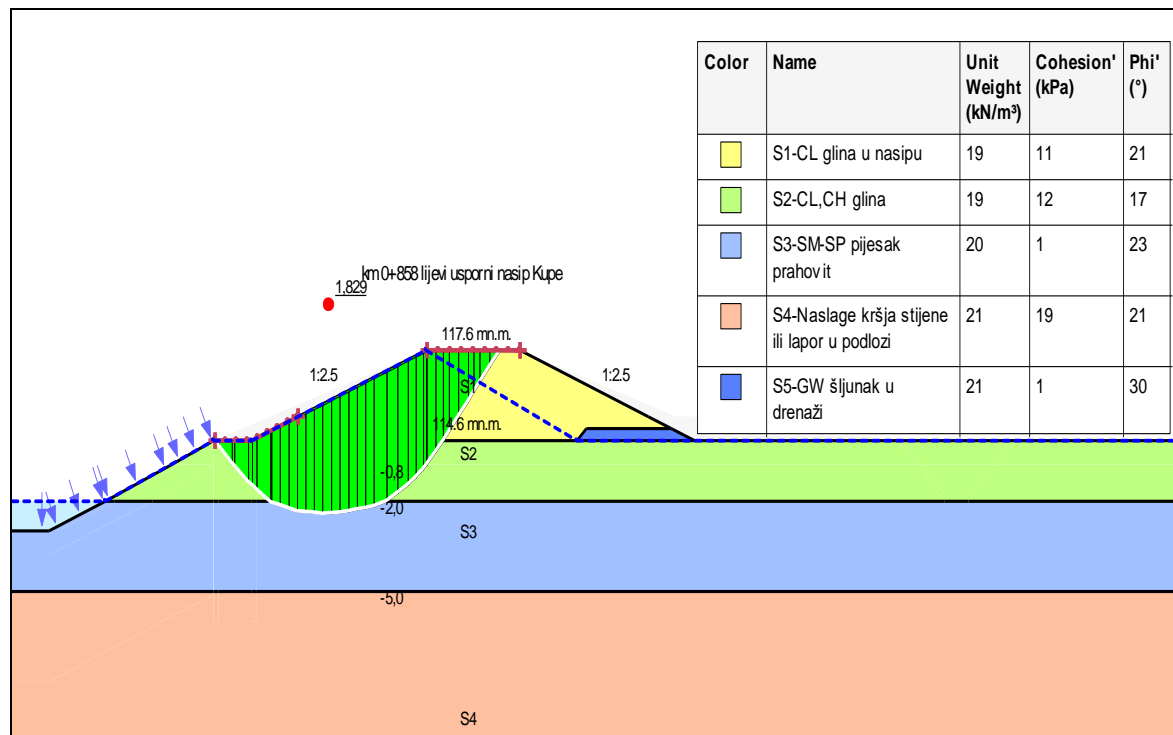
sl. 5.3.31 Naglo sniženje vode u inundaciji – drenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 2,0 m, voda do kote 112,6 mn.m. (Fs=1.013)

a)



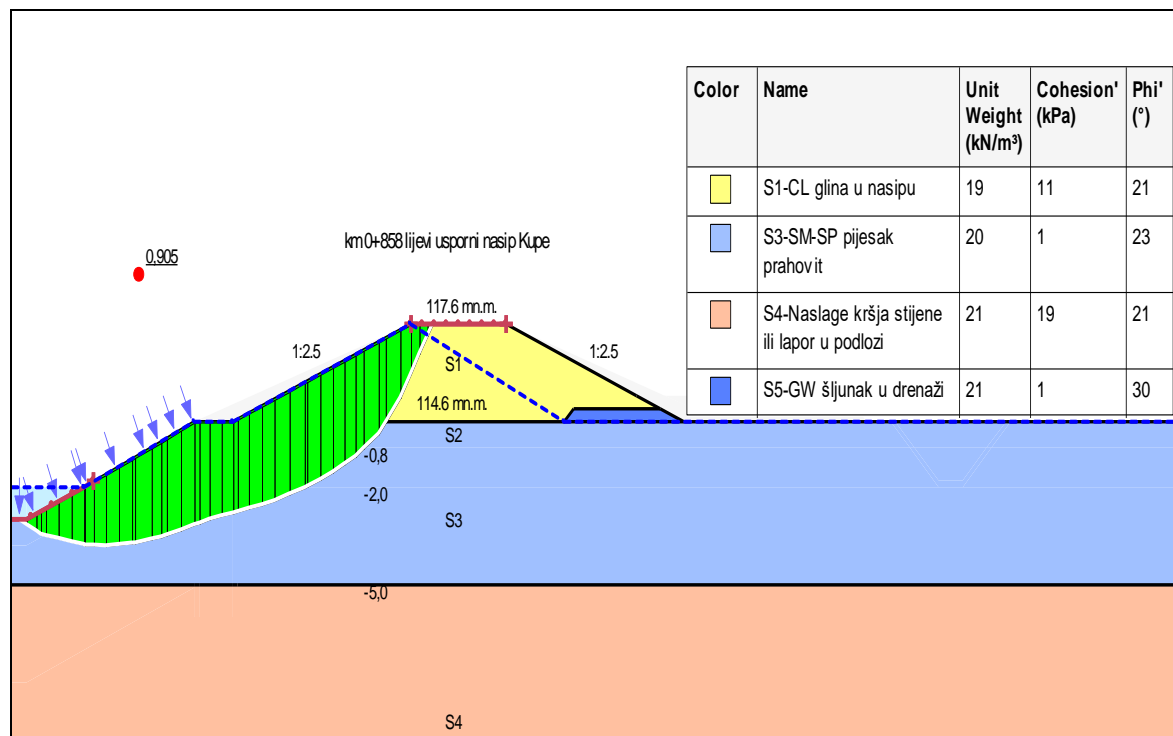


b)



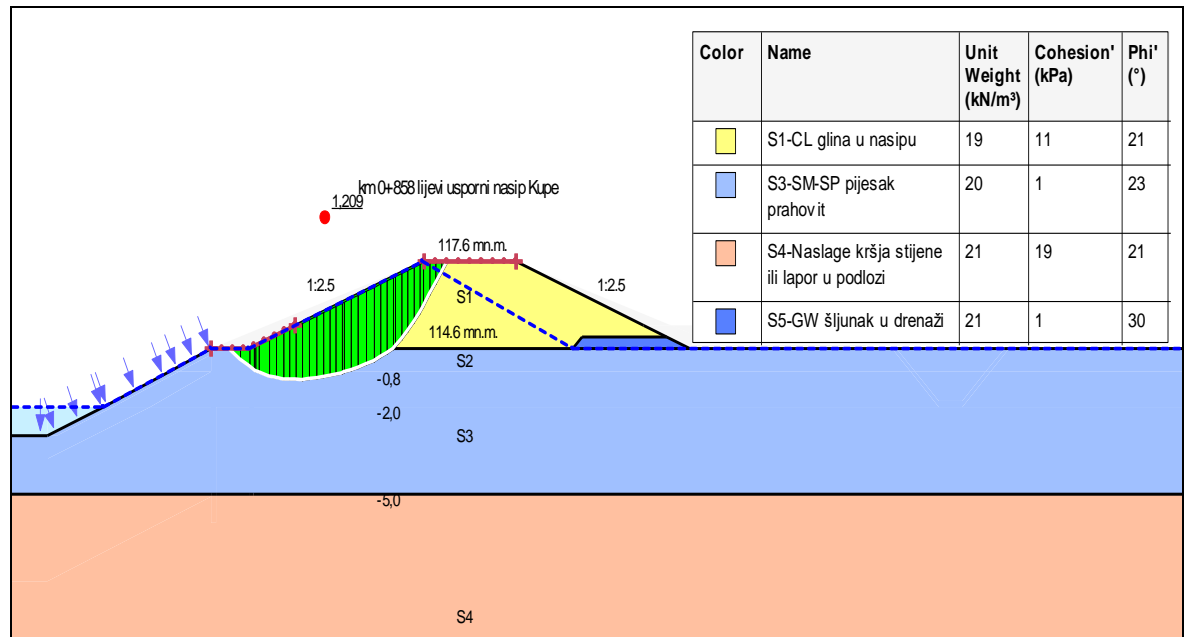
sl. 5.3.32 Naglo sniženje vode u inundaciji – drenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 0,8 m, voda do kote 112,6 mn.m., kritične klizne plohe za a) nasip + obaloutvrda (Fs=0.949); b) nasip (Fs=1.829)

a)





b)

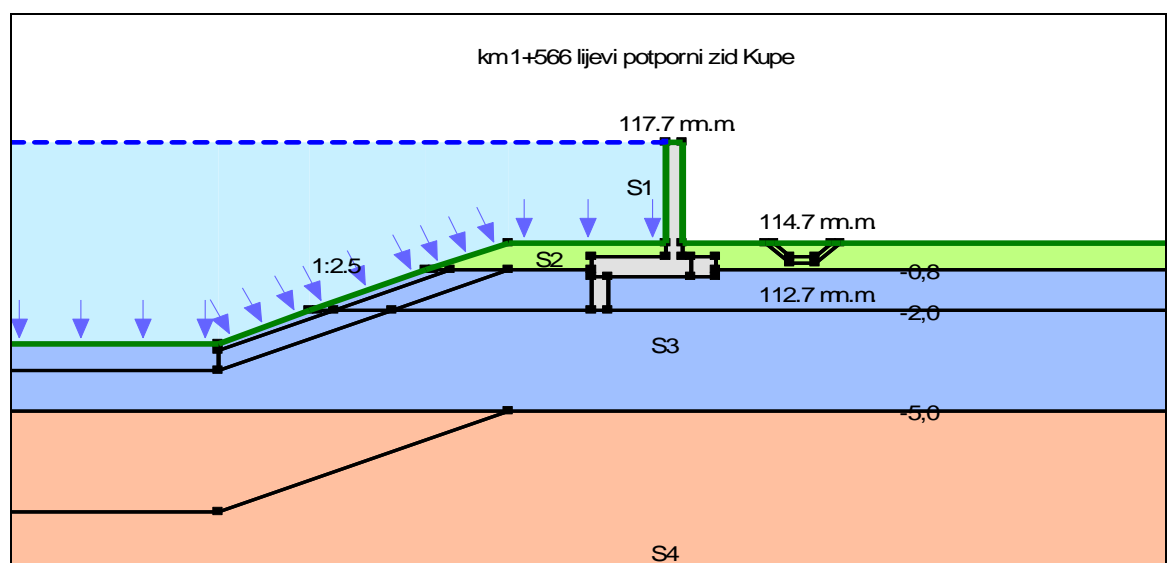


sl. 5.3.33 Naglo sniženje vode u inundaciji – drenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5 bez površinskog sloja CL,CH gline, voda do kote 112,6 mn.m., kritične klizne plohe za a) nasip + obaloutvrda ($F_s=0.905$); b) nasip ($F_s=1.209$)

2. MODEL 3 (LNK u km 1+566)

Proračunski Model 3 koji približno odgovara poprečnom presjeku lijevog uspornog potpornog zida Kupe u km 1+566 prikazan je na sl. 5.3.34. Za modeliranje je uzet kritični presjek potpornog zida visine 3 m i obaloutvrda nagiba pokosa 1:2,5.

Proračunski model uključuje potporni zid izgrađen od armiranog betona obrnutog 'T' ili 'L' profila, temeljno tlo i porne pritiske iz procijenjenih piezometarskih linija. Tlo ispod potpornog zida čini sloj površinske gline, ispod kojeg se rasprostiru slojevi šljunka i pijeska te odlomci i kršje stijene ili lapor u podlozi.



sl. 5.3.34 Proračunski model 3 lijevog potpornog zida Kupe u km 1+566



Proveden je veći broj analiza za svaku karakterističnu projektnu situaciju. Brojčani rezultati su navedeni u tekstu, a slikama su ilustrirani karakteristični primjeri.

Proračunski parametri tla i potpornog zida prikazani su u tab. 5.3.13.

tab. 5.3.13 Proračunski parametri tla i materijala u tijelu nasipa za model lijevog potpornog zida Kupe u km 1+566

MODEL	SLOJ		DEBLJINA SLOJA [m]	Opis materijala ili sloja	Zapreminska težina	Drenirana posmična čvrstoća		Nedrenirana posmična čvrstoća	RPV	cu[kPa] reducirana sa 1,4	c'[kPa] reducirana sa 1,25	φ[°] reduciran sa 1,25	
						Kohezija	Kut unutarnjeg trenja	Kohezija					
						γ	c'	φ'		c _v			
						[kN/m ³]	[kPa]	[°]		[kPa]			
1+566 lijevi usporni potporni zid Kupe	S1	potporni zid	do 1,0 m	Beton	25,00	1000,00				0,00	800,00	0,00	
	S2	temeljno tlo	0,8-3,7	CL,CH glina	19,00	15,00	21,00	88,00	1,1 do 3,2 m	62,86	12,00	17,07	
	S3 - G		0,7-4,4	GW/GP-GC/GM šljunak	20,00	1,00	30,50	0,00		0,00	0,80	25,23	
	S3 - S		0,7-4,4	SP-SC/SM pijesak	20,00	1,00	27,50	0,00		0,00	0,80	22,61	
	S4		2,0-6,3	Naslage kršja stijene ili lapor u podlozi	21,00	24,00	25,50	171,00		122,14	19,20	20,89	
	S6		1,0 - 2,0	CL glineni tepih ispod potpornog	19,00	14,00	25,00	91,00		65,00	11,20	20,46	

Rezultati analiza

a) Završetak izgradnje potpornog zida. Budući da izgradnja potpornog zida predstavlja relativno sporo opterećenje na maloj površini terena, mjerodavno stanje za glinene (sitnozrne) materijale može se opisati efektivnim naprezanjima.

Stoga je provedena analiza s dreniranim parametrima, fiktivno simulirajući trajno niski nivo vode u rijeci. Kritične klizne plohe prolaze kroz slojeve S2 i S3 (sl. 5.3.35 do sl. 5.3.37). Rezultati pokazuju povećane faktore sigurnosti s povećanjem debljine površinskog sloja CL,CH gline kao posljedica relativnih odnosa kohezije pojedinih slojeva tla.

Dodatno je provedena i analiza nedreniranim parametrima za glinene materijale u temeljnom tlu (sl. 5.3.38). Rezultati pokazuju zadovoljavajuće faktore sigurnosti koji su za nedrenirane uvjete veći u odnosu na drenirano stanje.

b) Naglo sniženje vode u inundaciji ('rapid drawdown'). Analize su provedene za sniženje vode u inundaciji tijekom povlačenja poplavne vode u korito rijeke (sl. 5.3.39 do sl. 5.3.42).

Analize su provedene u efektivnim naprezanjima, a za određivanje pornih tlakova pretpostavljena je procjedna linija vode na površini uzvodnog dijela obale do potpornog zida.

Minimalni faktori sigurnosti smanjuju se za slučaj 'rapid drawdown' što je posljedica pretpostavke o naglom sniženju vodnog lica i zadržavanju zaostalih pornih tlakova u površinskom sloju CL,CH gline. Navedena pretpostavka nije sasvim realna jer se sniženje



vodnog lica odvija kroz određeni vremenski period što omogućava smanjenje pornih tlakova i postepeno povećanje stabilnosti obale.

Iz analiza stabilnosti za naglo sniženje vode u inundaciji možemo zaključiti kako je za sloj površinske gline manji od 2 m potrebno izvesti obaloutvrdu ili zamjenu materijala glinenim tepihom.

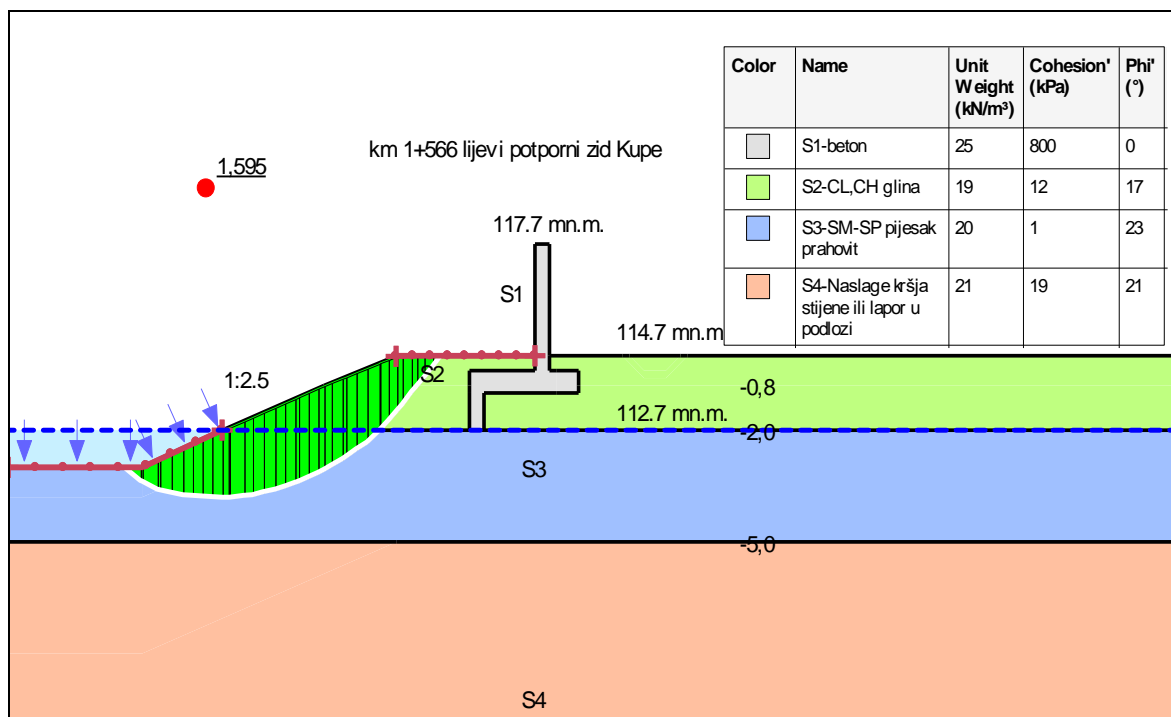
Zaključne napomene

Pokazuje se da su za sve uvjete postignuti faktori sigurnosti iznad minimalnih vrijednosti, $F_s > 1,0$, osim za slučaj naglog sniženja vode u inundaciji bez površinskog sloja CL,CH gline pa sve do minimalne debljine 0,8 m (sl. 5.3.40 i sl. 5.3.41). Stoga je, u navedenom slučaju, potrebno izgraditi obaloutvrdu ili izvesti zamjenu materijala glinenim tepihom od nožice riječne obale do uzvodne strane potpornog zida (sl. 5.3.42).

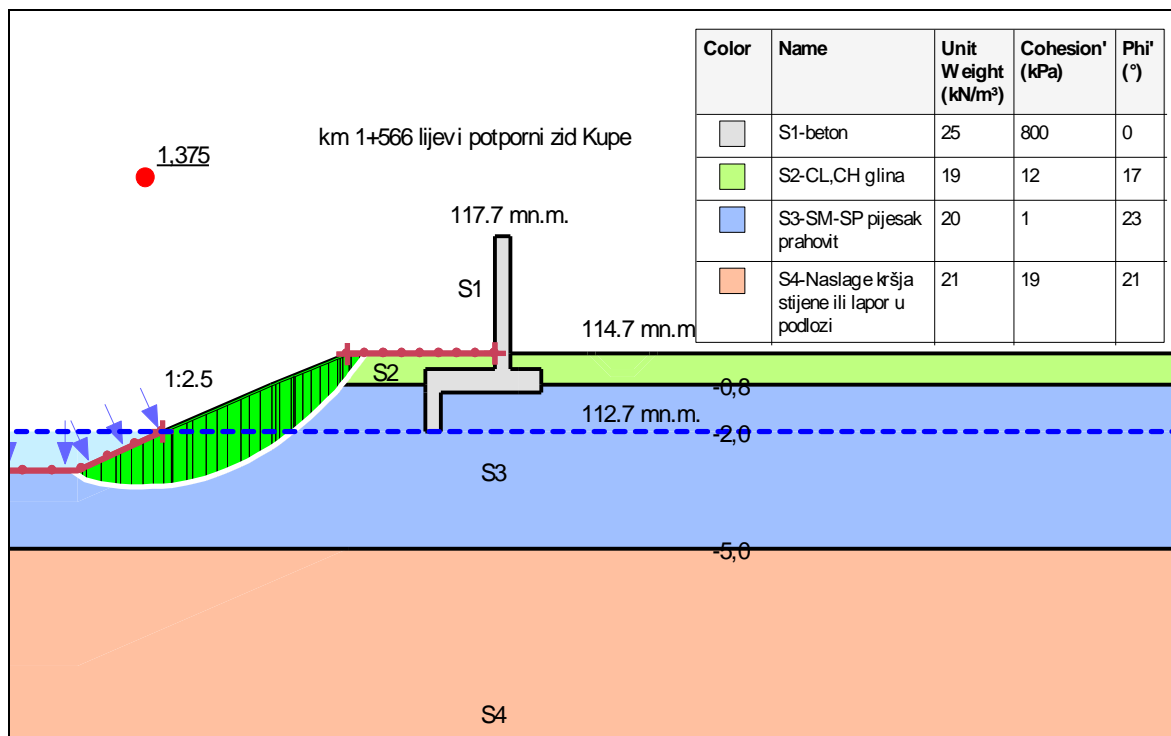
Pregled rezultata navedenih analiza stabilnosti je prikazan u tab. 5.3.14, a tipične kritične klizne plohe na sl. 5.3.35 do sl. 5.3.42.

tab. 5.3.14 Pregled rezultata analiza stabilnosti (Slope/W) za model lijevog uspornog potpornog zida Kupe u km 1+566 (Model 3)

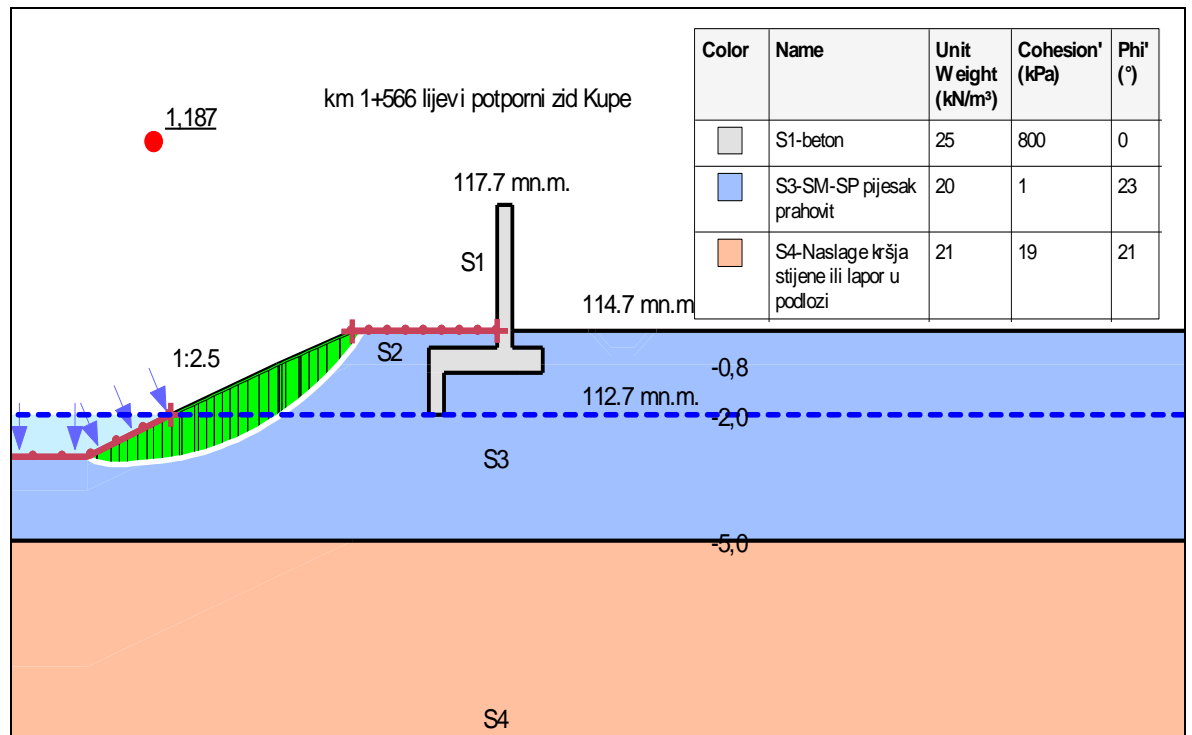
MODEL	OPIS PROJEKTNE SITUACIJE (POTPORNI ZID)	FAKTOR SIGURNOSTI ($F_{s,min}$)		ZADOVOLJAVA
		Uzvodno	Nizvodno	
3 - LNK km 1+566	Završetak izgradnje potpornog zida - drenirani uvjeti, nagib obale 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 2,0 m, voda u rijeci do kote 112,7 mn.m. (slika 5.3.35)	1,595	-	DA
	Završetak izgradnje potpornog zida - drenirani uvjeti, nagib obale 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 0,8 m, voda u rijeci do kote 112,7 mn.m. (slika 5.3.36)	1,375	-	DA
	Završetak izgradnje potpornog zida - drenirani uvjeti, nagib obale 1:2.5_bez površinskog sloja CL,CH gline, voda u rijeci do kote 112,7 mn.m. (slika 5.3.37)	1,187	-	DA
	Završetak izgradnje potpornog zida - nedrenirani uvjeti, nagib obale 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 0,8 m, voda u rijeci do kote 112,7 mn.m. (slika 5.3.38)	1,840	-	DA
	Naglo sniženje vode u inundaciji – drenirani uvjeti, nagib obale 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 2,0 m, voda u rijeci do kote 112,7 mn.m. (slika 5.3.39)	1,226	-	DA
	Naglo sniženje vode u inundaciji – drenirani uvjeti, nagib obale 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline od 0,8 m, voda u rijeci do kote 112,7 mn.m. (slika 5.3.40)	0,988	-	NE
	Naglo sniženje vode u inundaciji – drenirani uvjeti, nagib obale 1:2.5_bez površinskog sloja CL,CH gline, voda u rijeci do kote 112,7 mn.m. (slika 5.3.41)	0,778	-	NE
	Naglo sniženje vode u inundaciji – drenirani uvjeti, nagib izvedene obale 1:2.5_ugtadnja obaloutvrde ili zamjene materijala glinenim tepihom, voda u rijeci do kote 112,7 mn.m. (slika 5.3.42)	1,045	-	DA



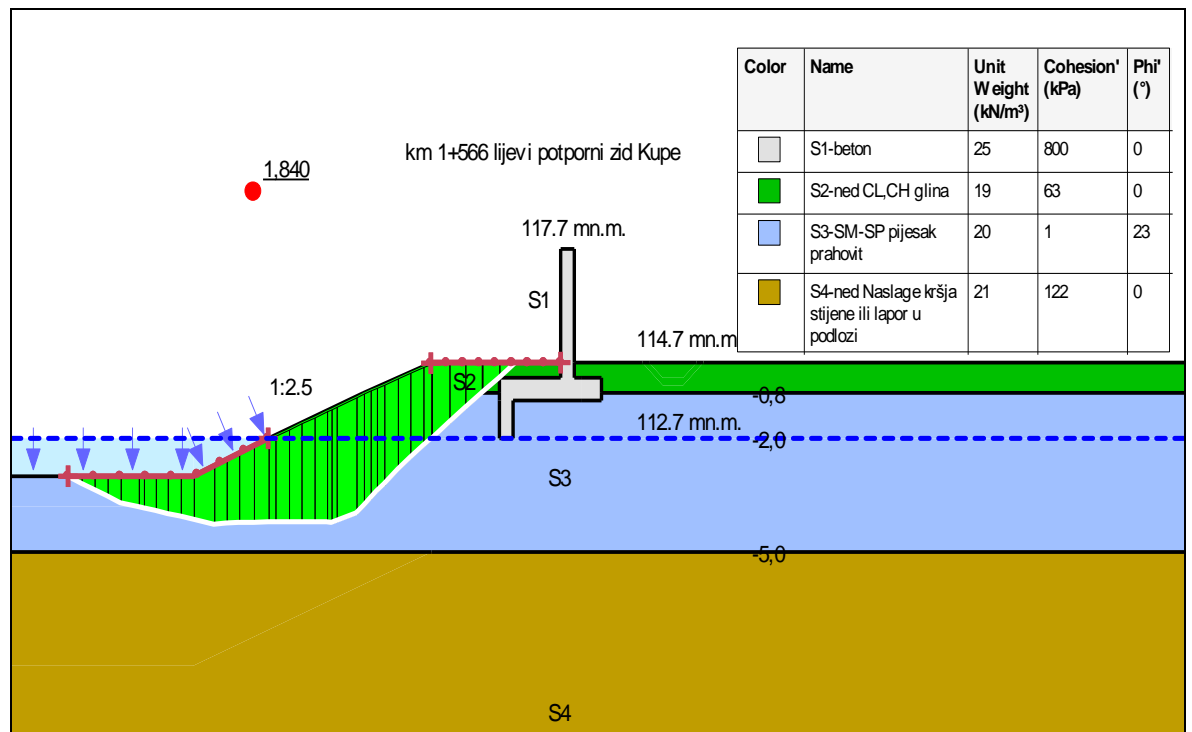
sl. 5.3.35 Završetak izgradnje potpornog zida – drenirani uvjeti, nagib obale 1:2.5, debljina površinskog sloja CL,CH gline od 2,0 m, voda do kote 112,7 mn.m. ($F_s=1.595$)



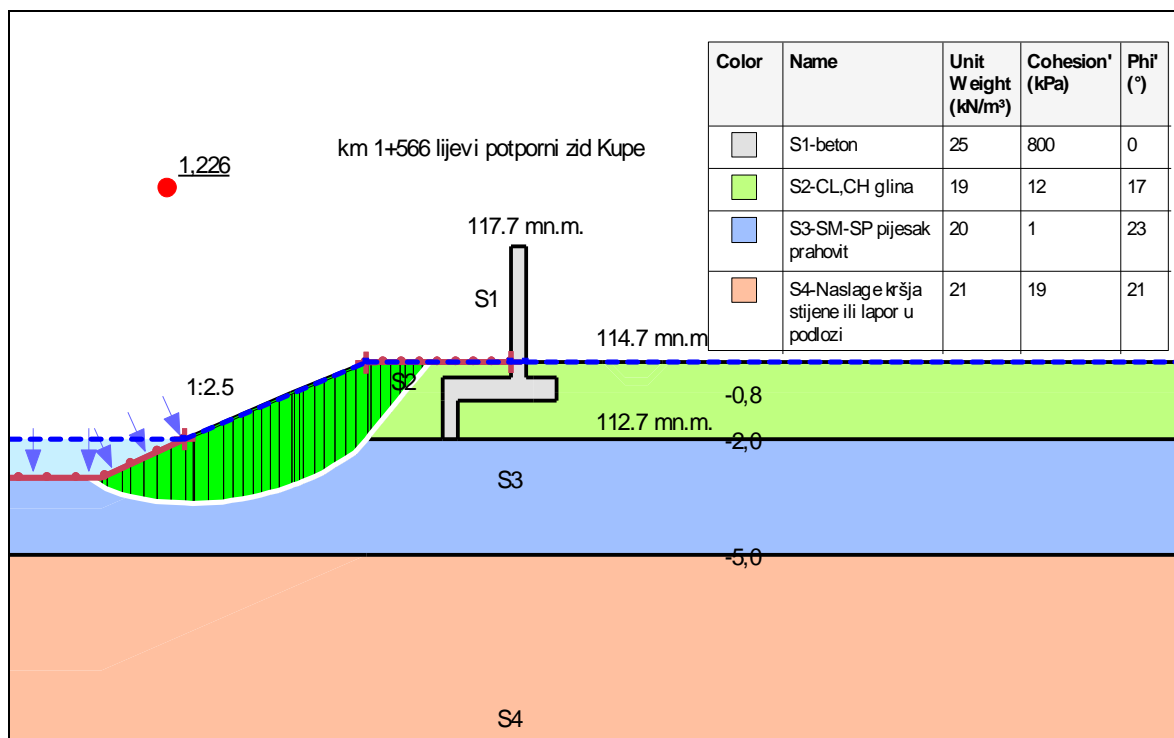
sl. 5.3.36 Završetak izgradnje potpornog zida - drenirani uvjeti, nagib obale 1:2.5, debljina površinskog sloja CL,CH gline od 0,8 m, voda do kote 112,7 mn.m. ($F_s=1.375$)



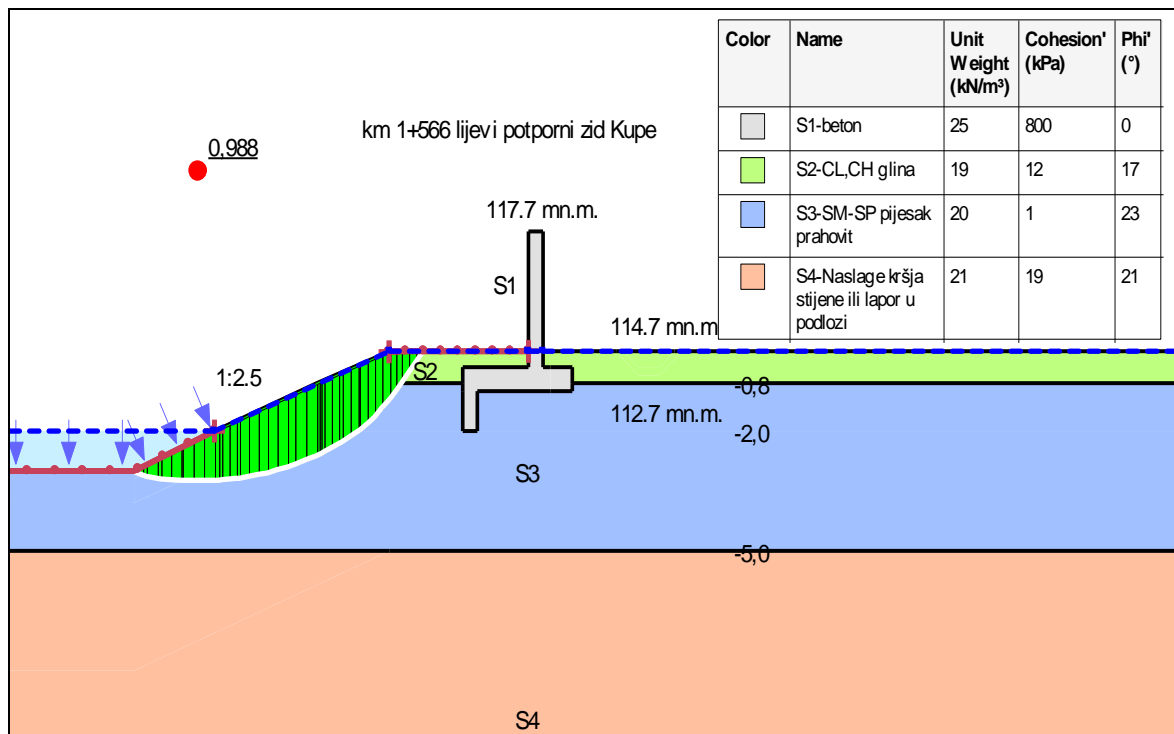
sl. 5.3.37 Završetak izgradnje potpornog zida – drenirani uvjeti, nagib obale 1:2.5, bez površinskog sloja CL,CH gline, voda do kote 112,7 mn.m. (Fs=1.187)



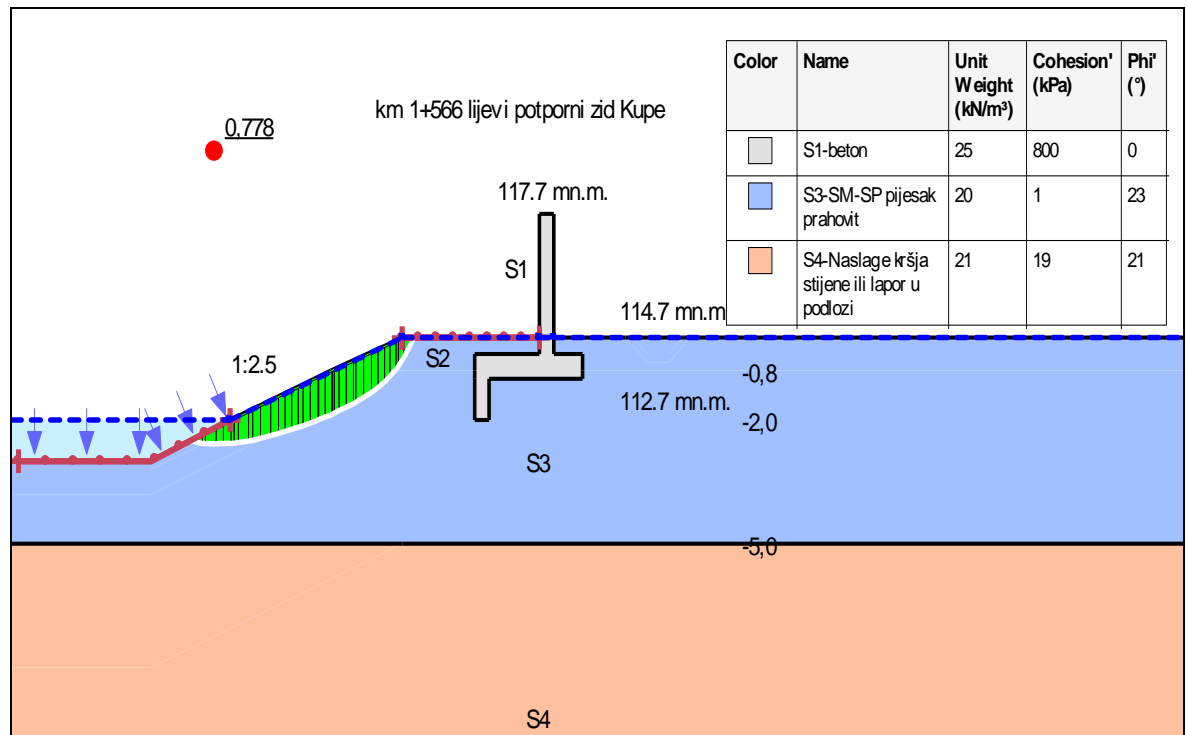
sl. 5.3.38 Završetak izgradnje potpornog zida – nedrenirani uvjeti, nagib obale 1:2.5, debljina površinskog sloja CL,CH gline od 0,8 m, voda do kote 112,7 mn.m. (Fs=1.840)



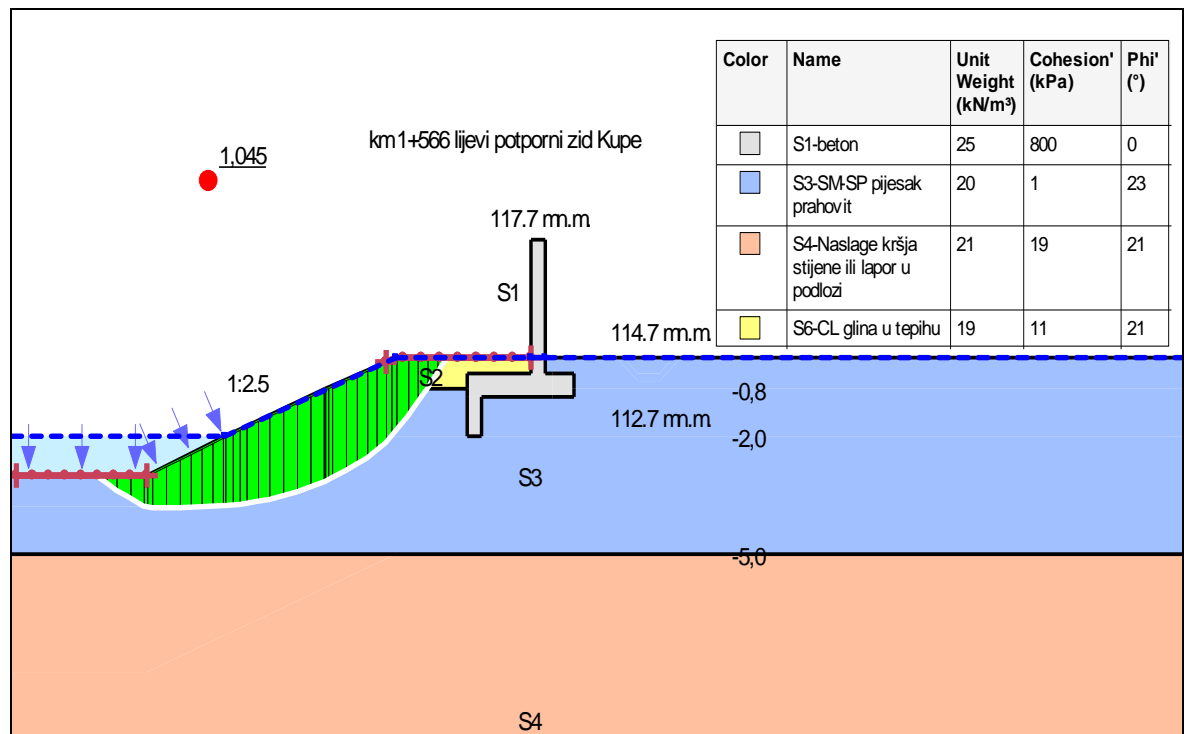
sl. 5.3.39 Naglo sniženje vode u inundaciji – drenirani uvjeti, nagib obale 1:2.5, debljina površinskog sloja CL,CH gline od 2,0 m, voda do kote 112,7 mn.m. ($F_s=1.226$)



sl. 5.3.40 Naglo sniženje vode u inundaciji – drenirani uvjeti, nagib obale 1:2.5, debljina površinskog sloja CL,CH gline od 0,8 m, voda do kote 112,7 mn.m. ($F_s=0.988$)



sl. 5.3.41 Naglo sniženje vode u inundaciji – drenirani uvjeti, nagib obale 1:2.5, bez površinskog sloja CL,CH gline, voda do kote 112,7 mn.m. (Fs=0.778)



sl. 5.3.42 Naglo sniženje vode u inundaciji – drenirani uvjeti, nagib izvedene obale 1:2.5, ugradnja obaloutvrde ili zamjena materijala glinenim tepihom, voda do kote 112,7 mn.m. (Fs=1.045)



5.3.6 Analiza slijeganja i deformacija

Analize deformacija provedene su prvenstveno radi procjene slijeganja nasipa i temeljnog tla. Proračun deformacija u karakterističnom presjeku nasipa proveden je metodom konačnih elemenata.

Za analize deformacija definirane su sljedeće projektne situacije:

- završetak izgradnje nasipa - ova projektna situacija pokriva deformacije samog nasipa do trenutka dovršetka izgradnje i kroz onaj dio eksploatacijskog perioda kada je završena konsolidacija nasipa. Analize deformacija rađene su s dreniranim i nedreniranim parametrima čvrstoće uz konzervativnu pretpostavku brze izgradnje nasipa
- visoka voda na kruni nasipa - ova projektna situacija pokriva deformacije nasipa uslijed opterećenja vodom u vremenu prolaska velikog vodnog vala. U analizi su korišteni drenirani parametri posmične čvrstoće.

U nastavku je dan prikaz analiziranih karakterističnih proračunskih modela duž lijeve i desne obale rijeke Kupe i lijeve obale rijeke Dobre:

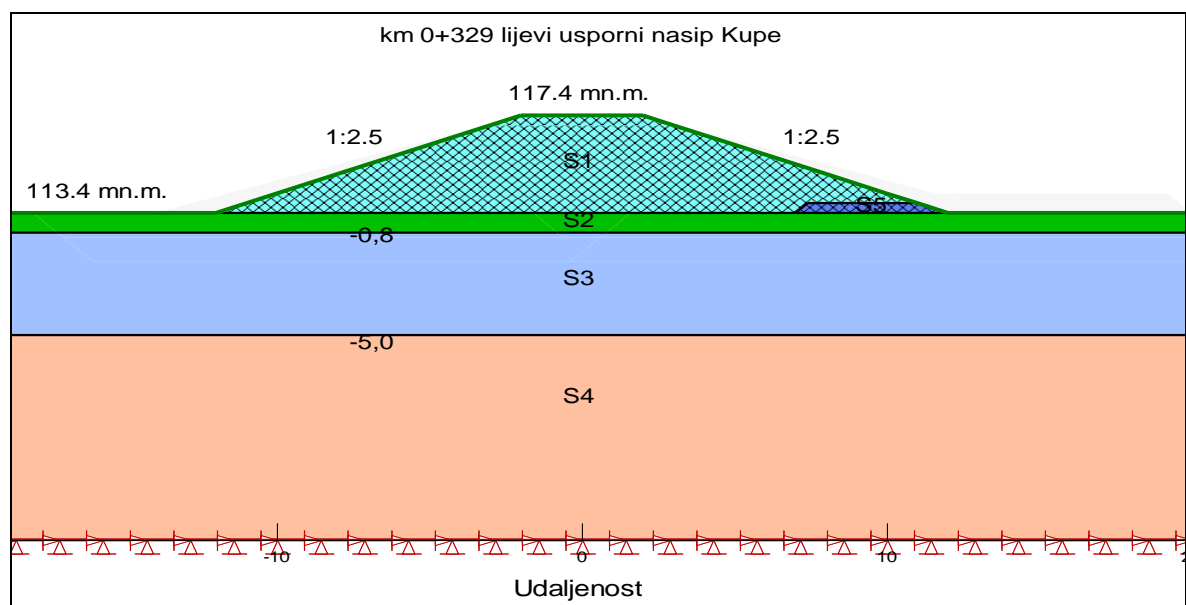
- MODEL 1** - karakteristični profil **lijevog uspornog nasipa Kupe** (LNK u km 0+329).

Analize su provedene računalnim programom GeoStudio 2019/SIGMAW (GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada) koji proračun deformacija provodi metodom konačnih elemenata.

1. MODEL 1 (LNK u km 0+329)

Proračunski Model 1 koji približno odgovara poprečnom presjeku lijevog uspornog nasipa Kupe u km 0+329 prikazan je na sl. 5.3.43.

Mreža konačnih elemenata konstruirana je tako da su rubovi dovoljno daleko od nasipa, kako bi utjecaj nedovoljno poznatih rubnih uvjeta bio zanemariv. Najniža kota prirodnog terena ispod nasipa je oko 113.40 m n.m. Za modeliranje je uzet kritični presjek nasipa visine 4 metra iznad terena, s maksimalnom projektnom razinom vode na 117.40 m n.m. (kota krune nasipa).



sl. 5.3.43 Proračunski model 1 lijevog uspornog nasipa Kupe u km 0+329



Nasip je homogen i izgrađen od gline s drenažom u nizvodnoj nožici. Raspored materijala u podlozi odgovara geotehničkim podlogama koje su identificirale slojeve površinske gline, ispod koje se rasprostiru slojevi šljunka i pijeska te odlomci i kršje stijene ili lapor u podlozi.

Proračunski parametri tla i materijala u tijelu nasipa prikazani su u tab. 5.3.15.

tab. 5.3.15 Proračunski parametri tla i materijala u tijelu nasipa za model lijevog nasipa Kupe u km 0+329

MODEL	SLOJ		DEBLJINA SLOJA [m]	Opis materijala ili sloja	Zapreminska težina	Drenirana posmična čvrstoća		Nedrenirana posmična čvrstoća	Efektivni modul krutosti	Totalni modul krutosti	RPV	cu [kPa]	c' [kPa]	φ [°]
						Kohezija	Kut unutarnjeg trenja	Kohezija	Krutost	Krutost		reducirana sa 1,4	reducirana sa 1,25	reducirana sa 1,25
												γ	c'	φ	$c_u$	E'	$E_u$
						[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]		[MPa]		
0+329 lijevi usporni nasip Kupe	S1	nasip	do 5,0m	CL glina u nasipu	19,00	14,00	25,00	91,00	7,00	8,50	1,1 do 3,2 m	65	11	20
	S2		0,8-3,7	CL,CH glina	19,00	15,00	21,00	88,00	7,00	8,00		63	12	17
	S3 - G		0,7-4,4	GW/GP-GC/GM šljunak	20,00	1,00	30,50	0,00	9,00			0	1	25
	S3 - S	temeljno tlo	0,7-4,4	SP-SC/SM pijesak	20,00	1,00	27,50	0,00	5,00			0	1	23
	S4		2,0-6,3	Naslage kršja stijene ili lapor u podlozi	21,00	24,00	25,50	171,00	24,00	28,00		122	19	21
	S5	nasip	0,40	GW šljunak u drenaži	20,00	1,00	35,00	0,00	30,00			0	1	29

Rezultati analiza

a) Završetak izgradnje nasipa. Prikaz deformacija nasipa i temeljnog tla nalazi se na sl. 5.3.44-a, za nedrenirano stanje neposredno nakon izgradnje, te na sl. 5.3.44-b, za drenirano konačno stanje nakon završene konsolidacije.

Na sl. 5.3.44-a prikazuje karakterističan oblik deformirane mreže nakon izgradnje uz pretpostavku nedreniranih (viših) modula elastičnosti u koherentnim (sitnozrnim) materijalima tijela nasipa i površinskog sloja CL,CH gline, a sl. 5.3.44-b nakon završene konsolidacije, slijeganja uz niže module, za konačno stanje.

b) Visoka voda na kruni nasipa. Provedena je i analiza deformacija nasipa i temeljnog tla uslijed prolaska visoke vode u inundaciji. Analiziran je slučaj djelovanja totalnih opterećenja vodom na tijelo nasipa i uzvodno temeljno tlo kao kruti nepropusni blok (sl. 5.3.45).

Analiza je provedena s nedreniranim modulima glinovitog tijela nasipa i temeljnog tla. Prikazi linija istih pomaka dani su na sl. 5.3.45-a, za verikalna slijeganja, i sl. 5.3.45-b, za horizontalne pomake uzvodne strane nasipa i temeljnog tla.



Zaključne napomene

Rezultati procjene slijeganja i pomaka u tipičnim točkama nasipa prikazan je u tab. 5.3.16, a prikaz rasporeda izolinija slijeganja i pomaka po dubini na sl. 5.3.44 i sl. 5.3.45.

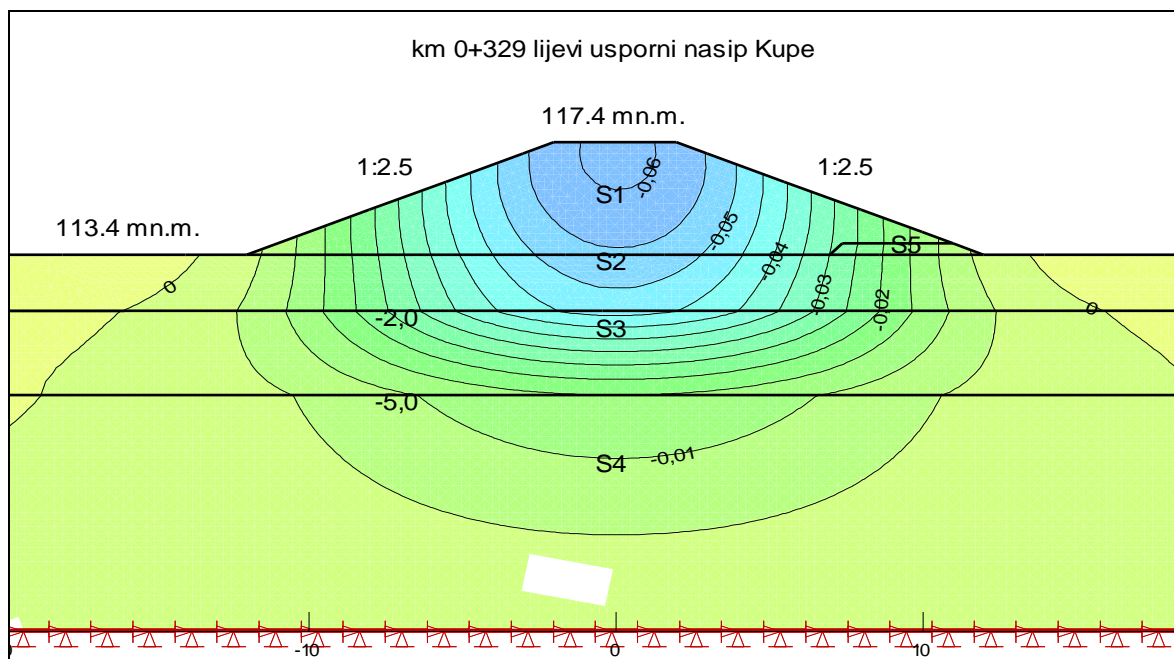
Rezultati pokazuju raspone očekivanih slijeganja. Ocjenjuje se da dobiveni proračunski pomaci nakon završetka izgradnje i za vrijeme visoke vode u inundaciji nemaju bitnog utjecaja na funkcioniranje nasipa.

tab. 5.3.16 Skupni rezultati slijeganja i pomaka u za model lijevog nasipa Kupe u km 0+329

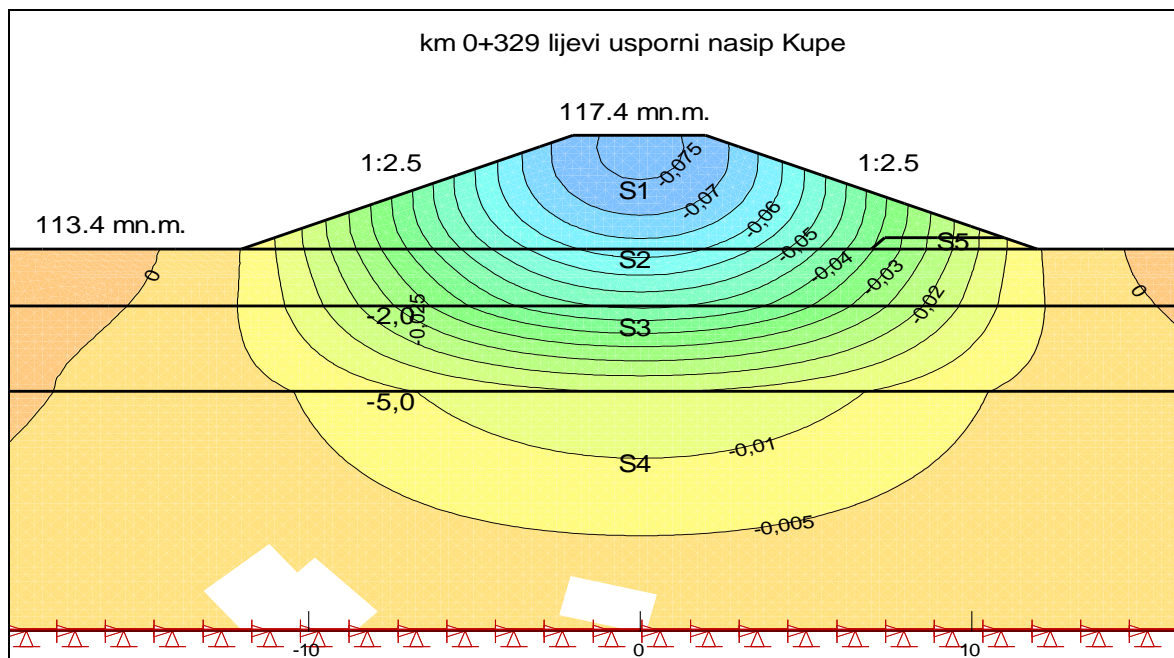
MODEL	PARAMETRI MATERIJALA	slijeganje krune nasipa (m)	slijeganje uzvodne nožice nasipa (m)	slijeganje nizvodne nožice nasipa (m)	slijeganje temeljnog tla (m)	horizontalni pomak - uzvodna nožica (m)	horizontalni pomak - nizvodna nožica (m)
1 - LNK km 0+329	NEDRENIRANI	0,06	0,005	0,005	0,05	0,0004	0,00035
	DRENIRANI	0,075	0,005	0,005	0,06		



a) Završetak izgradnje nasipa - nedrenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline 2,0 m, podzemna voda na dubini 112,4 mn.m. (slijezanja $S_{vmax}=6,0cm$)



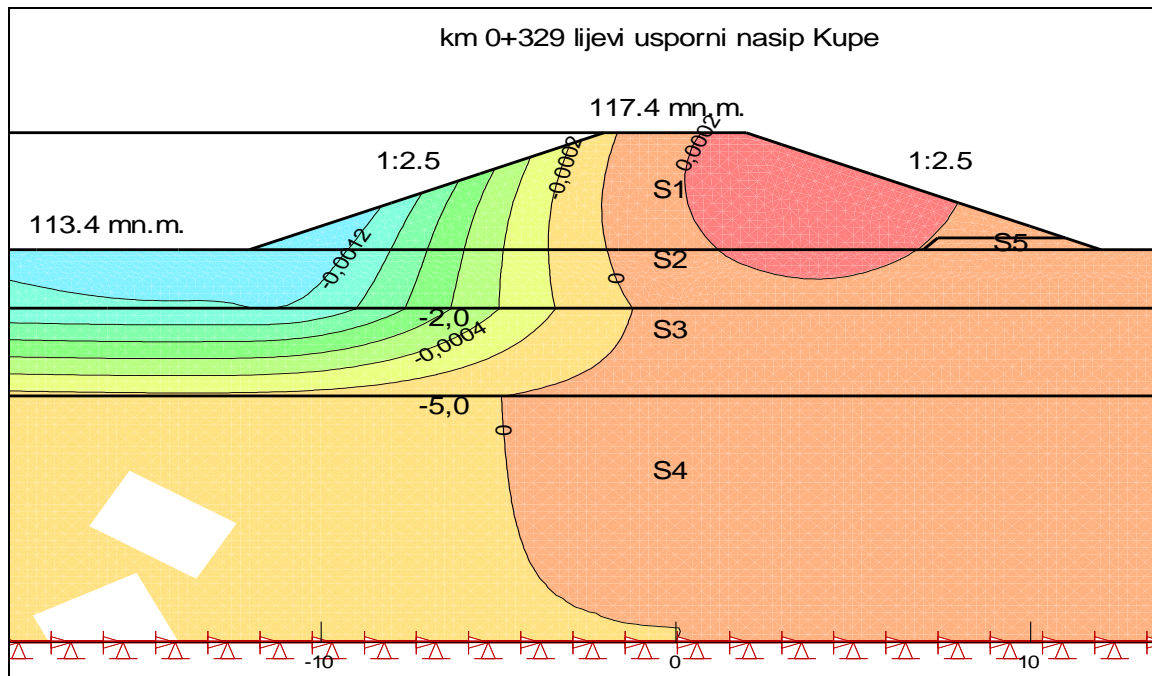
b) Završetak izgradnje nasipa – drenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline 2,0 m, podzemna voda na dubini 112,4 mn.m. (slijezanja $S_{vmax}=7,5cm$)



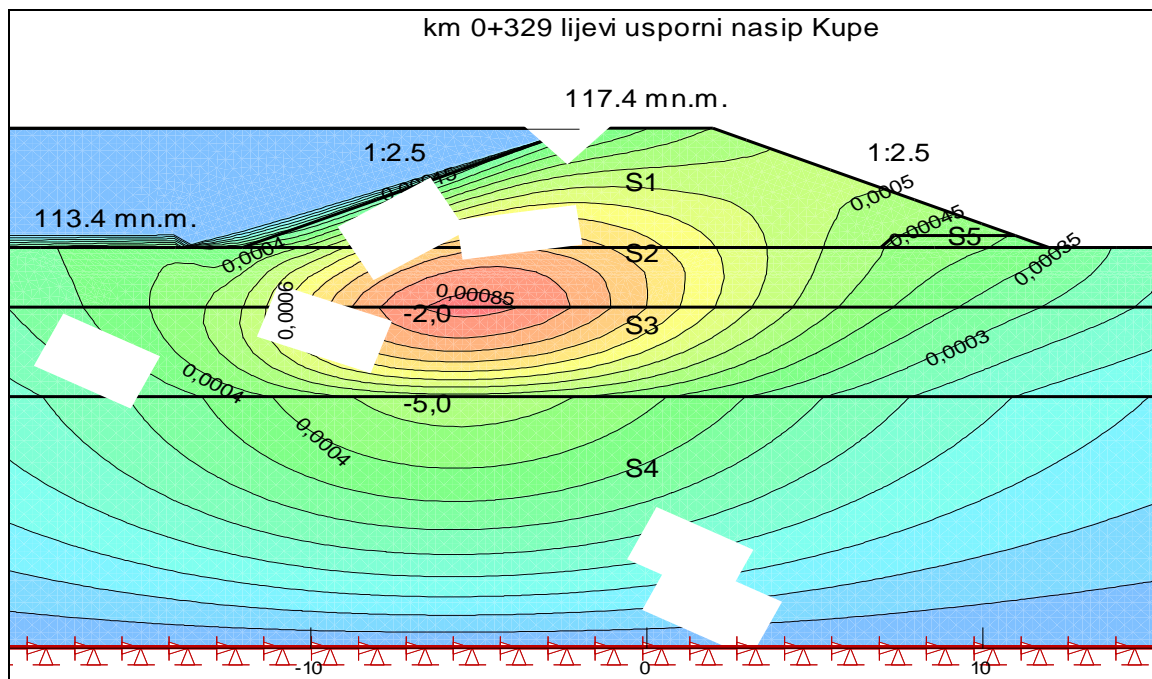
sl. 5.3.44 Proračun slijezanja i deformacija nasipa elastičnoplastičnim modelom:
a) slijezanja nasipa neposredno nakon izgradnje b) trajna slijezanja nasipa



a) Visoka voda na kruni nasipa – nedrenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline 2,0 m, voda uzvodno do kote krune nasipa 117,4 mn.m. (slijeganja $s_{vmax}=0,12cm$)



b) Visoka voda na kruni nasipa – nedrenirani uvjeti, nagib pokosa 1:2.5_debljina površinskog sloja CL,CH gline 2,0 m, voda uzvodno do kote krune nasipa 117,4 mn.m., (horizontalni pomak $s_{hmax}=0,085cm$)



sl. 5.3.45: Deformacije nasipa i tla u inundaciji tijekom visoke vode na kruni nasipa:
a) vertikalna slijeganja nasipa i temeljnog tla b) horizontalni pomaci uzvodne i nizvodne strane nasipa i temeljnog tla



5.3.7 Analiza likvefakcije tla ispod nasipa

Analiziran je likvefakcijski potencijal tla na trasi uspornih nasipa gdje je utvrđen sloj prahovitog i slabo zbijenog pijeska (SM, ML-SM) na površini terena. Debljina ovog sloja varira od 0,9 do 3,15 m, a zbog svojih karakteristika (prilično uniforman granulometrijski sastav, slaba zbijenost) procijenjeno je da ovaj sloj materijala u uvjetima visoke saturacije posjeduje likvefakcijski potencijal u slučaju potresa. Ovaj sloj ocijenjen je kao srednje vodopropustan ($k=1 \cdot 10^{-6}$ m/s).

Zone potencijalne likvefabilnosti utvrđene su uzduž desne obale rijeke Kupe (DNK), na istražnim bušotinama B-35, B-36 i B44 cca stacionaža km 1+100 - 2+100 i 3+900 -4+100.

U slučaju istovremene pojave velikog vodnog vala rijeke Kupe (koja bi uzrokovala saturiranje temeljnog tla ispod nasipa) i pojave potresa, ova vrsta tla se ocjenjuje kao potencijalno likvefabilna što bi moglo uzrokovati nestabilnost temeljnog tla i moguće rušenje nasipa.

Postupak je proveden prema pojednostavljenoj proceduri H.B. Seed, i I.M. Idriss iz 1971. godine gdje je za odabir PGA indeksa uzeta vrijednost maksimalne akceleracije za povratni period od 475 godina, $a_{max}=0,19g$, a za faktor prigušenja tla vrijednost $S = 1,0$.

Izračun je proveden prema podacima iz bušotina B-35, B-36 i B-44 i dat je na slikama sl. 5.3.46, sl. 5.3.47 i sl. 5.3.48 u nastavku, a za izračun je uzet slučaj kada je temeljno tlo nasipa u potpunosti saturirano vodom te potres povratnog perioda od $T = 475$ godina za predmetnu lokaciju.

ESTIMATING LIQUEFACTION POTENTIAL OF SOILS

In order to estimate the liquefaction potential of a soil at a certain depth, the Cyclic Stress Ratio concept (Seed and Idriss, 1971.***) is used. Also, it is assumed that $N_{60} = N$. Enter data into the fields below:

Enter "N" or "N ₆₀ " (number of SPT blows):	2	[-]	Calculated (N) ₆₀ :	3	[-]
Enter the effective vertical stress at the depth of the test:	40,00	[kPa]	Calculated effective PGA:	0,19	[g]
Enter the total vertical stress at the depth of the test:	40,00	[kPa]	Cyclic Stress Ratio formula:		
Enter rock base "PGA" in "g's" (Peak Ground Acceleration):	0,19	[g]	$\frac{\tau_{cyc}}{\sigma'_v} = 0.65 \times \frac{PGA_{eff}}{g} \times \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \times \tau_d$		
Enter Soil Factor "S" based on EC8 guidelines (see "EC8 tables" sheet):	1,00	[-]	Cyclic Stress Ratio:		
Enter Stress Reduction factor (r _d) chosen from the chart below:	0,950	[-]	0,117		

Liquefaction potential can now be estimated according to these charts (Seed and de Alba***):

(a) Clean Sands
Fines < 5%

(b) Silty Sands
Fines=35% 65% < 5%

Stress Reduction vs. Depth

sl. 5.3.46 Rezultati analize potencijala na likvefakciju površinskog (pjeskovitog i prahovitog) materijala na trasi DNK; na lokaciji bušotine B -35.



Ukoliko se dobivena vrijednost Cyclic Stress Ratio (0,117) i pripadajuća vrijednost korigirane zbijenosti $(N_1)_{60}$ (3) uvrste na dijagram b) Silty Sands na sl. 5.3.46, uz korištenje krivulje za pjeskovite materijale s približno 35% sitnih čestica (praha), izlazi da se tako dobivena točka nalazi rubno na dijelu dijagrama koji upućuje na likvefabilnost što je opet dostatno da se za navedeni materijal uzme u obzir rizik od likvefakcije. Iz toga proizlazi da u analiziranom materijalu, u slučaju potresa i visoke razine podzemne vode (što se može dogoditi i izvan nailaska velikog vodnog vala u rijeci Kupi) eventualno može doći do likvefakcije materijala, odnosno potpunog gubitka posmične čvrstoće temelja nasipa.

Slični rezultati dobiveni su za bušotinu B-36 prikazani na sl. 5.3.47 i za bušotinu B-44 prikazani na sl. 5.3.48.

ESTIMATING LIQUEFACTION POTENTIAL OF SOILS

In order to estimate the liquefaction potential of a soil at a certain depth, the Cyclic Stress Ratio concept (Seed and Idriss, 1971.***) is used. Also, it is assumed that $N_{60} = N$. Enter data into the fields below:

Enter "N" or "N ₆₀ " (number of SPT blows):	3	[-]	
Enter the effective vertical stress at the depth of the test:	50,00	[kPa]	
Enter the total vertical stress at the depth of the test:	60,00	[kPa]	
Enter rock base "PGA" in "g's" (Peak Ground Acceleration):	0,19	[g]	
Enter Soil Factor "S" based on EC8 guidelines (see "EC8 tables" sheet):	1,00	[-]	
Enter Stress Reduction factor (r _d) chosen from the chart below:	0,950	[-]	

ESTIMATING LIQUEFACTION POTENTIAL OF SOILS

In case the EC8 procedure to determine the effective PGA (PGA for that exact soil/material type) is not used, the Soil Factor (S) can be disregarded by giving it a value of 1,00.

Calculated $(N_1)_{60}$:	4	[-]	$(N_1)_{60}$ formula: $(N_1)_{60} = N \times \sqrt{\frac{96}{\sigma'_v}}$
Calculated effective PGA:	0,19	[g]	Effective PGA: $PGA_{eff} = PGA \times S$

Cyclic Stress Ratio formula:

$$\frac{\tau_{cyc}}{\sigma'_v} = 0.65 \times \frac{PGA_{eff}}{g} \times \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \times r_d$$

Cyclic Stress Ratio:
0,141

Liquefaction potential can now be estimated according to these charts (Seed and de Alba^{***}):

(a) Clean Sands
Fines < 5%

(b) Silty Sands
Fines=35% 15% < 5%

STRESS REDUCTION vs. DEPTH

sl. 5.3.47 Rezultati analize potencijala na likvefakciju površinskog (pjeskovitog i prahovitog) materijala na trasi DNK; na lokaciji bušotine B -36.



ESTIMATING LIQUEFACTION POTENTIAL OF SOILS

In order to estimate the liquefaction potential of a soil at a certain depth, the Cyclic Stress Ratio concept (Seed and Idriss, 1971.***) is used. Also, it is assumed that $N_{60} = N$. Enter data into the fields below:

Enter "N" or "N₆₀" (number of SPT blows): [-]

Enter the effective vertical stress at the depth of the test: [kPa]

Enter the total vertical stress at the depth of the test: [kPa]

Enter rock base "PGA" in "g's" (Peak Ground Acceleration): [g]

Enter Soil Factor "S" based on EC8 guidelines (see "EC8 tables" sheet): [-]

Enter Stress Reduction factor (r_d) chosen from the chart below: [-]

Stress Reduction vs. Depth

In case the EC8 procedure to determine the effective PGA (PGA for that exact soil/material type) is not used, the Soil Factor (S) can be disregarded by giving it a value of 1,00.

Calculated (N₁)₆₀: [-]

Calculated effective PGA: [g]

Effective PGA: $PGA_{eff} = PGA \times S$

Cyclic Stress Ratio formula:

$$\frac{\tau_{cy}}{\sigma'_v} = 0.65 \times \frac{PGA_{eff}}{g} \times \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \times r_d$$

Cyclic Stress Ratio:

Liquefaction potential can now be estimated according to these charts (Seed and de Alba***):

sl. 5.3.48 Rezultati analize potencijala na likvefakciju površinskog (pjeskovitog i prahovitog) materijala na trasi DNK; na lokaciji bušotine B -44.

Ukoliko bi se nasip sagradio na ovakvom tlu, postoji vjerojatnost za trajnu nestabilnost nasipa zbog sloma temeljnog tla. Iz tog razloga potrebno je predvidjeti mjeru djelomične zamjene materijala u temeljima desnog nasipa Kupe (DNK).

Za potvrdu zaključaka o potencijalnoj likvefabilnosti tla i određivanju zona zamjene materijala potrebno je provesti dodatna istraživanja na nivou glavnog projekta.



5.4 ZAKLJUČAK

5.4.1 Općenito

U cilju utvrđivanja stabilnosti i nosivosti nasipa i potpornih zidova, predviđenih za zaštitu Gornjeg Pokupja od nailaska visokih voda rijeke Kupe i Dobre, provedene su geotehničke analize procjeđivanja, analize stabilnosti te analize slijeganja i deformacija.

Za geotehničke analize odabrana su četiri proračunska modela; po jedan za analizu nasipa koji su udaljeni od obale Kupe i od obale Dobre, ukupno dva modela, zatim jedan za analizu nasipa koji se nalazi uz obalu Kupe, te jedan za analizu potpornog zida uz obalu Kupe.

Za utvrđivanje uslojenosti tla, te pripadajućih svojstava i projektnih parametara, korišteni su geotehnički podaci dobiveni iz rezultata terenskih i laboratorijskih ispitivanja.

Analiza procjeđivanja provedena je radi provjere hidrauličke stabilnosti tijekom uspostavljanja trajnog uspora za maksimalni vodostaj u rijeci kada je voda na koti krune nasipa i potpornog zida.

Analiza stabilnosti provedena je kako bi se ocijenila sigurnost tijela nasipa i temeljnog tla od sloma i prekomjernih pomaka nakon završetka izgradnje nasipa, u vremenu prolaska velikog vodnog vala i tijekom naglog snižavanja vode u inundaciji.

Analize slijeganja i deformacija provedene su radi procjene slijeganja nasipa i temeljnog tla nakon završetka izgradnje nasipa i u vremenu prolaska velikog vodnog vala.

5.4.2 Potvrda karakterističnih profila

Promatrana su četiri karakteristična profila prema kojima su izrađeni modeli uspornih nasipa i potpornih zidova uz rijeku Kupu i Dobru.

- MODEL 1 - nasip u inundaciji rijeke Kupe
- MODEL 4 - nasip u inundaciji rijeke Dobre

Predlaže se ugradnja sljedećih konstrukcijskih elemenata poprečnog profila nasipa:

- osnovni model za **homogeni nasip** od gline, malu debljinu površinskog sloja gline i nagib pokosa 1:2,5 ne zadovoljava u odnosu na procjeđivanje kroz nasip jer se formira procjedna linija na nizvodnoj nožici nasipa,
- **nizvodna drenaža** povoljno utječe na spuštanje procjedne linije u nasipu i predlaže se njezina ugradnja duž cijele trase uspornih nasipa Kupe i Dobre,
- **nizvodna bankina** bitno ne utječe na položaj procjedne linije u nasipu, ali usporava proces iznošenja sitnih čestica te se predlaže njezina primjena kod malih debljina površinskog sloja gline (cca do 1 m),
- **nizvodni drenažni kanal**, koji ulazi u propusne slojeve šljunka i pijeska, nepovoljno utječe na stabilnost nasipa te se predlaže njegova izvedba isključivo u sloju površinske nepropusne gline,



- **uzvodni nepropusni tepih od gline** povoljno utječe na stabilnost nasipa te se predlaže njegova primjena kod malih debljina površinskog sloja gline (cca 1 m zamjene materijala),
 - **iskop za pozajmišta materijala u inundaciji**, do sloja šljunka i pijeska, nepovoljno utječe na stabilnost nasipa, te se predlaže ograničena primjena na većoj udaljenosti od uzvodne nožice nasipa, isključivo u sloju površinske nepropusne gline,
 - radi ostvarenja minimalne vodopropusnosti nasipa potrebno je osigurati adekvatnu tehnologijom ugradnje,
 - analize stabilnost zadovoljavaju za sve kritične situacije nakon završetka izgradnje nasipa i naglog sniženja vode u inundaciji,
 - proračunska slijeganja nakon završetka izgradnje i za vrijeme visoke vode u inundaciji nemaju bitnog utjecaja na funkcioniranje nasipa,
 - očekivana **nadvišenja nasipa** iznose između 5 i 8 cm.
- MODEL 2 - nasip i obaloutvrda uz rijeku Kupu i Dobru

Predlaže se ugradnja sljedećih konstrukcijskih elemenata poprečnog profila nasipa:

- osnovni model za **homogeni nasip** od gline, malu debljinu površinskog sloja gline i nagib pokosa 1:2,5 ne zadovoljava u odnosu na procjeđivanje kroz nasip jer se formira procjedna linija visoko na nizvodnom pokosu nasipa,
- **nizvodna drenaža** povoljno utječe na spuštanje procjedne linije u nasipu ali ne rješava problem velikog hidrauličkog gradijenta u nizvodnoj nožici nasipa. Svejedno, predlaže se njezina ugradnja duž cijele trase uspornih nasipa Kupe i Dobre,
- **nizvodna bankina** ne utječe na položaj procjedne linije u nasipu, ali usporava proces iznošenja sitnih čestica te se predlaže njezina primjena kod malih debljina površinskog sloja gline (cca do 2 m),
- **uzvodni nepropusni tepih od gline** (cca 2 m zamjene materijala) usporava proces iznošenja sitnih čestica, ali ne rješava problem procjedne vode visoko na nizvodnom pokosu nasipa,
- **injekcijska zavjesa** ispod uzvodne nožice nasipa rješavaju problem procjedne vode na pokosu nasipu i iznošenja sitnih čestica iza nasipa, te se predlaže njena ugradnja duž trase uspornih nasipa uz samu obalu Kupe i Dobre,
- radi ostvarenja minimalne vodopropusnosti nasipa potrebno je osigurati adekvatnu tehnologijom ugradnje,
- analize stabilnosti nasipa i obale rijeke ne zadovoljavaju za naglo sniženje vode u inundaciji i rijeci, te je predviđena ugradnja uzvodnog nepropusnog tepiha od gline (cca 2 m zamjene materijala) i obaloutvrde koja služi za stabilizaciju obale rijeke (točne dionice izvedbe uzvodnog nepropusnog tepiha od gline i obaloutvrde definirat će se glavnim projektom)
- proračunska slijeganja nakon završetka izgradnje i za vrijeme visoke vode u inundaciji nemaju bitnog utjecaja na funkcioniranje nasipa,
- očekivana **nadvišenja nasipa** iznose između 5 i 8 cm.



- MODEL 3 – potporni zid uz rijeku Kupu

Predlaže se ugradnja sljedećih konstrukcijskih elemenata u zoni potpornog zida:

- osnovni model za **potporni zid** te debljinu površinskog sloja gline do 2 m ne zadovoljava zbog visoke vrijednosti hidrauličkih gradijenata iza potpornog zida,
- **uzvodni nepropusni tepih od gline** značajno smanjuje hidraulički gradijent i usporava proces iznošenja sitnih čestica iza potpornog zida,
- **injekcijska zavjesa i mikropiloti** ispod potpornog zida '**L profila**' značajno smanjuju hidraulički gradijent i usporavaju proces iznošenja sitnih čestica iza potpornog zida,
- analize stabilnosti ne zadovoljavaju za naglo sniženje vode u inundaciji, te se predlaže ugradnja **obaloutvrde** i izvedba **uzvodnog nepropusnog tepiha od gline** duž cijele trase potpornih zidova '**obrnuto T profila**' uz samu obalu Kupe.

Iz rezultata provedenih analiza na nivou Idejnog projekta može se zaključiti da ovako postavljen koncept uspornih nasipa i potpornih zidova uz obalu Kupe i Dobro zadovoljava uvjete stabilnosti za ovaj tip građevine.

5.4.3 Smjernice za daljnje projektiranje

Na nivou Glavnoga projekta potrebno je provesti dodatne geomehničke analize stabilnosti nasipa, nosivosti potpornih zidova i pogodnosti materijala iz pozajmišta.

Smjernice za daljnje radove u sklopu Glavnoga projekta su sljedeće:

1. Dodatna istraživanja na nalazištima materijala. Dodatnim istraživanjima potrebno je precizno ustvrditi sljedeće:
 - a. Raspoložive količine glinenog materijala na nalazištima gline „Lokacije 1 do 4“
 - b. Ispitivanja pogodnosti gline sa nalazišta, obrađene Proctorovim pokusom
 - c. Ispitivanja udjela organskih tvari
 - d. Mogućnosti dobivanja materijala za drenažni sloj i bankinu na nalazištima u blizini nasipa, istraživanja za procjenu količina navedenog materijala
2. Detaljna inženjerskogeološka i hidrogeološka kartiranja na mjestima izvedbe obaloutvrda i injekcijskih zavjesa
3. Dodatna istraživanja potencijala likvefakcije. Utvrditi potencijal likvefakcije tla prema procedurama predloženim u Eurocode 8
4. Detaljna razrada projekta uspornih nasipa na razini Glavnoga projekta, što između ostalog uključuje:
 - a. Definiranje granulometrijskih kriterija drenažnih slojeva i općenito materijala iz tijela nasipa
 - b. Geomehničke analize: procjeđivanje i hidraulička stabilnost nasipa; geomehnička stabilnost; naponsko-deformacijske analize; provjera stabilnosti i deformacije nasipa i potpornog zida u slučaju potresa

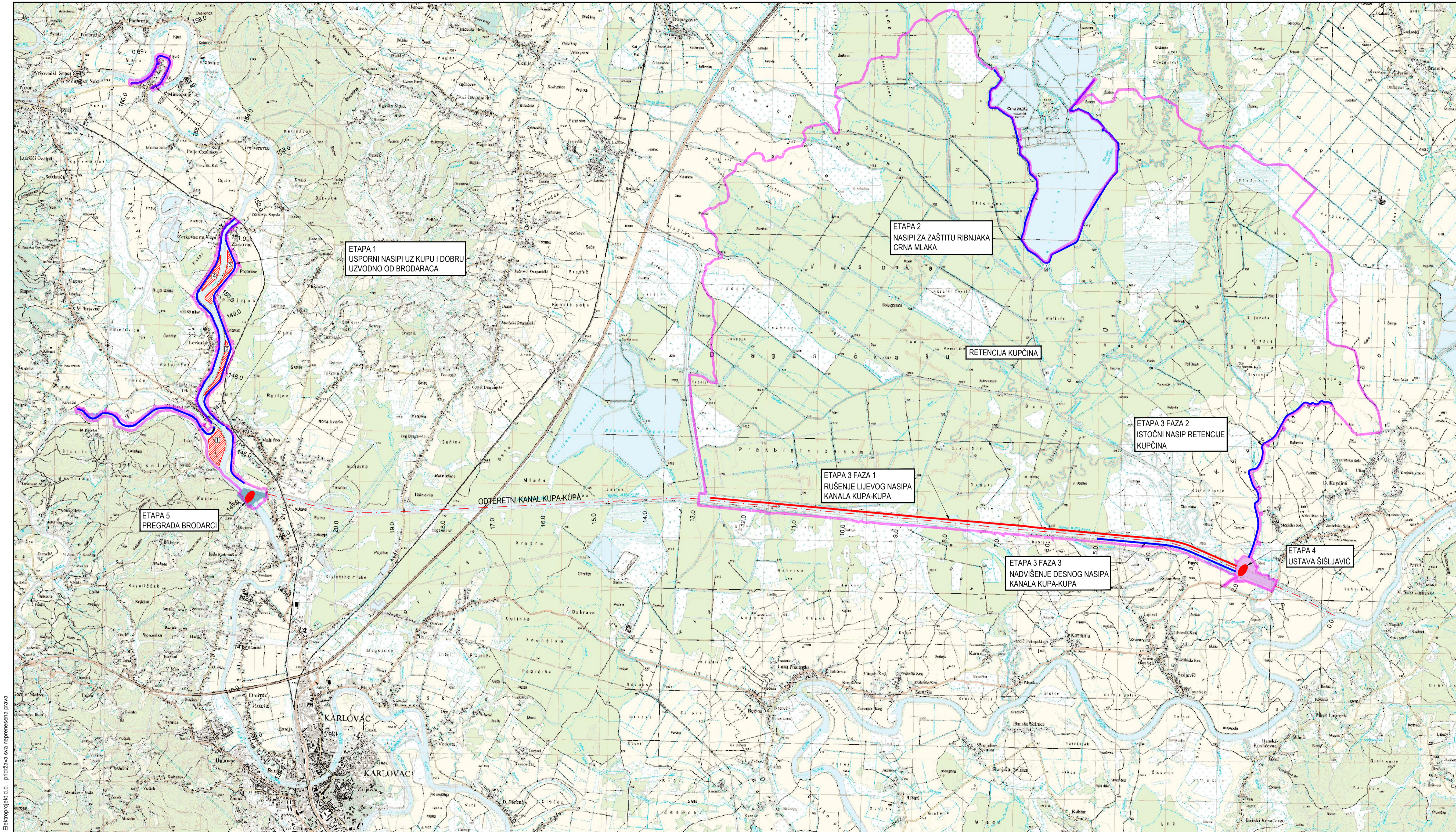


- c. Definiranje zona u kojima će se primijeniti projektna rješenja zamjene materijala nepropusnim glinenim tepihom, injekcijske zavjese i obaloutvrde
- d. Izračun potrebnog nadvišenja nasipa za neutralizaciju utjecaja slijeganja krune nasipa
- e. Proračun injekcijske zavjese i mikropilota ispod potpornih zidova
- f. Projekt eksploatacije i sanacije nalazišta materijala za izgradnju nasipa
- g. Projektantsku procjenu dinamike izvođenja radova na izgradnji nasipa
- h. Troškovnik

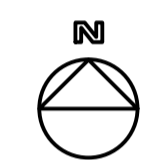
Projektant:

dr.sc. Davor Milaković, dipl.ing.građ.

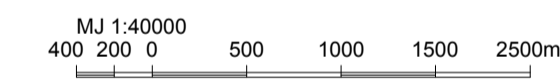




PREGRADA BRODARCI PREGLEDNA SITUACIJA SVIH GRAĐEVINA



- LEGENDA:**
- obuhvat zahvata
 - trasa nasipa
 - potencijalno nalazište materijala

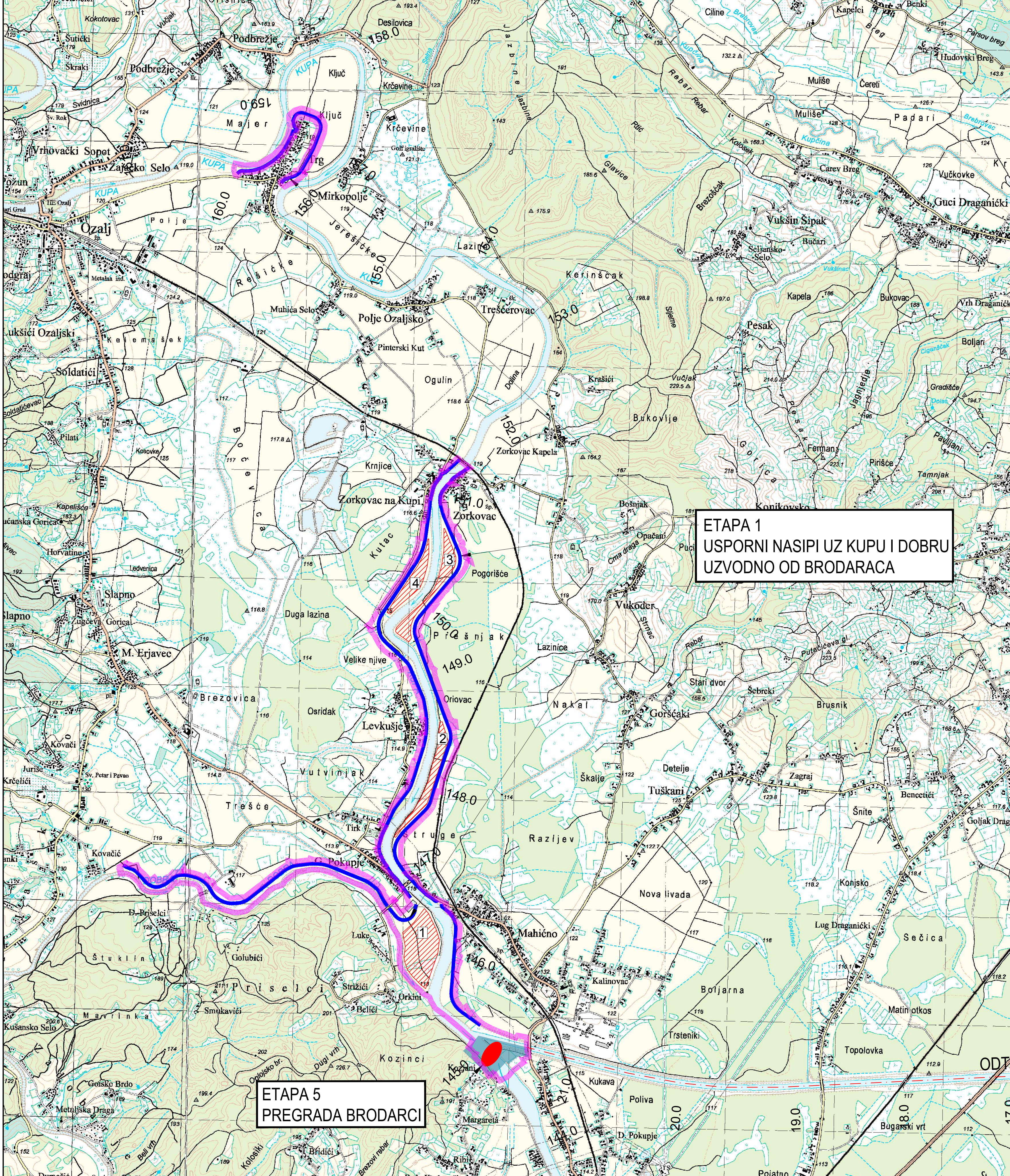


HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Danijel Krešić
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4507

		Investitor	
		HRVATSKE VODE ULICA GRADA VUKOVARA 220, ZAGREB	
Projektant		Građevina	
mr.sc. Danijel Krešić mag.ing.aedif.		PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINA	
Izradio		Vrsta	
Josip Husajina mag.ing.aedif.		Idejni projekt - Građevinski	
Kontrolirao		Projekt	
Nenad Heček dipl.ing.grad.		Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca	
Datum:		Sadržaj	
12. 2019.		PREGRADA BRODARCI - pregledna situacija svih građevina	
Mjerilo:		Format:	
1:40000		A3+	
Tipski nacrt		Vrsta	
G2		Projekt	
O89.00.02		Knjiga	
G01.0		Prilog	
101		Istovna	
		01	
		Ist	
		01	

Elektroprojekt d.d. - pričuva sva neispisana prava

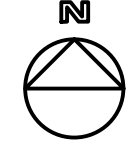
Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno



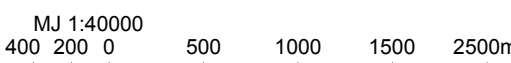
**ETAPA 1
USPORNİ NASİPI UZ KUPU I DOBRU
UZVODNO OD BROADARACA**

**ETAPA 5
PREGRADA BROADARCI**


**PREGRADA BROADARCI
PREGLEDNA SITUACIJA SVIH GRAĐEVINA**



- LEGENDA:**
- obuhvat zahvata
 - trasa nasipa
 - potencijalno nalazište materijala

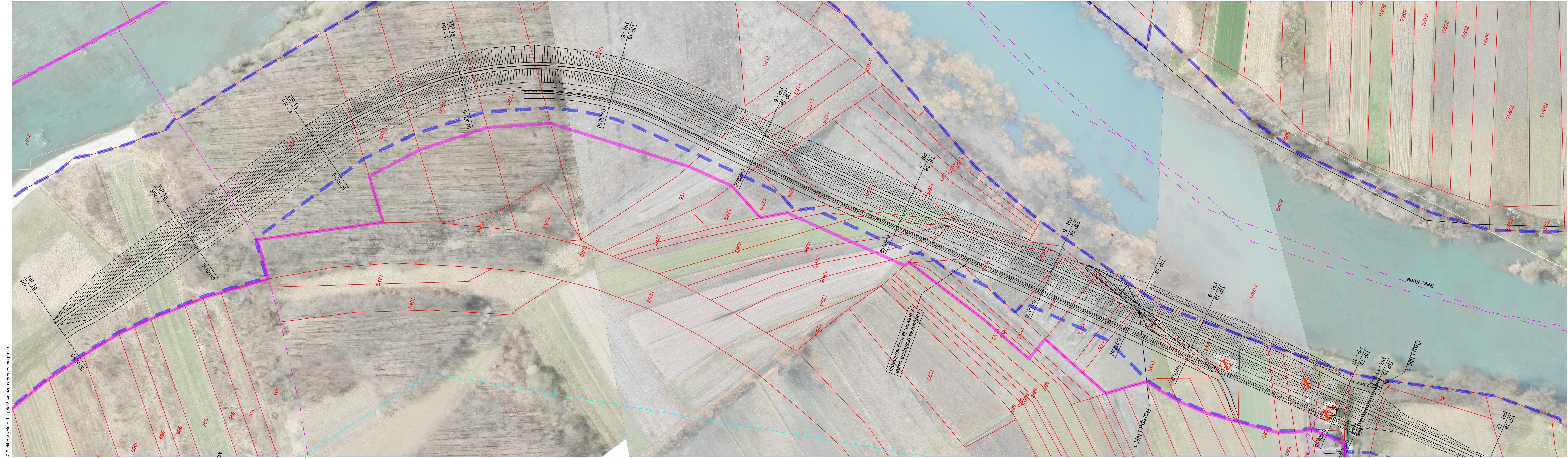


HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Danijel Krešić
mag.ing.aedif.
Ovlašten inženjer građevinarstva
G 4507

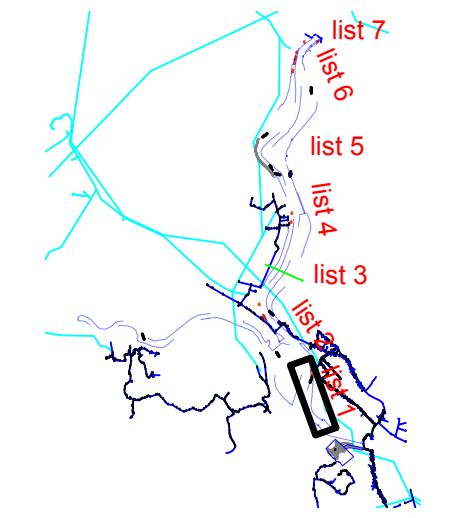
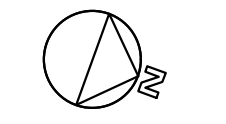
		Investitor	
		HRVATSKE VODE ULICA GRADA VUKOVARA 220, ZAGREB	
Projektant	mr.sc. Danijel Krešić mag.ing.aedif.	Građevina	
Izradio	Josip Husajina mag.ing.aedif.	PREGRADA BROADARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINA	
Kontrolirao	Nenad Heček dipl.ing.grad.	Vrsta	
		Idejni projekt - Građevinski	
		Projekt	
		Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Broadaraca	
		Sadržaj	
		PREGRADA BROADARCI - pregledna situacija uspornih nasipa	
Datum: 12. 2019.		Vrsta	
Mjerilo: 1:20000		Projekt	
Format: A3+		Knjiga	
Tipski nacrt		Prilog	
		listova	
		01	
		list	
		01	

Elektroprojekt d.d. - prihvata sva neopreznost prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno



NASIP UZ LIJEVU OBALU KUPE
(1.DIO) stac. 0+000 - 0+900

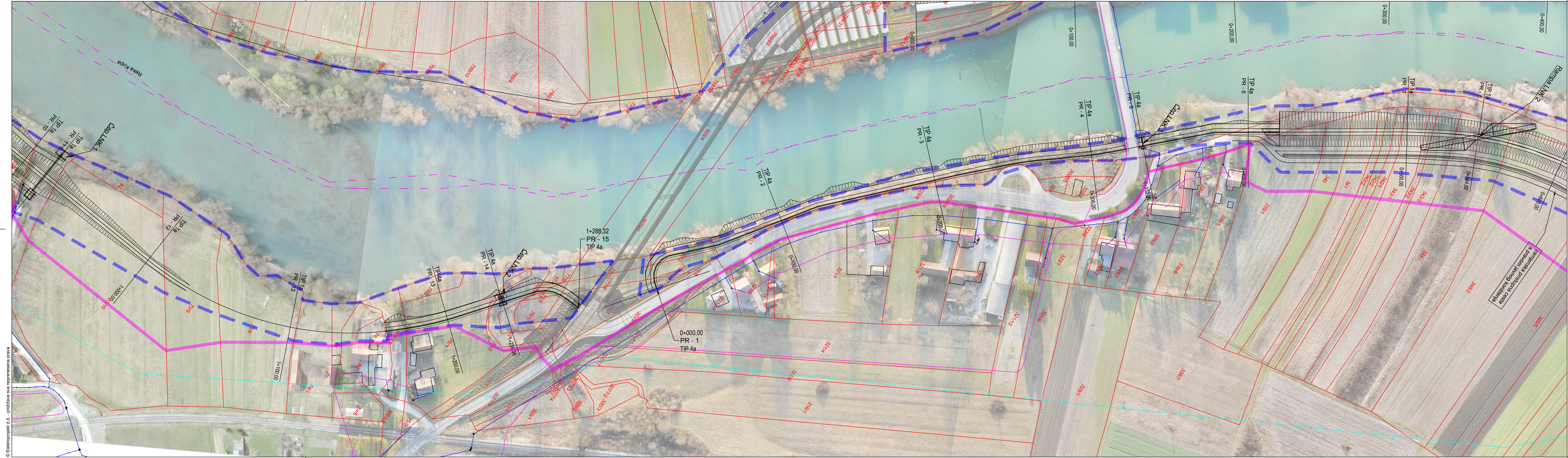


- LEGENDA :
- - GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
 - - - - PRIJEDLOG PARCELACIJE

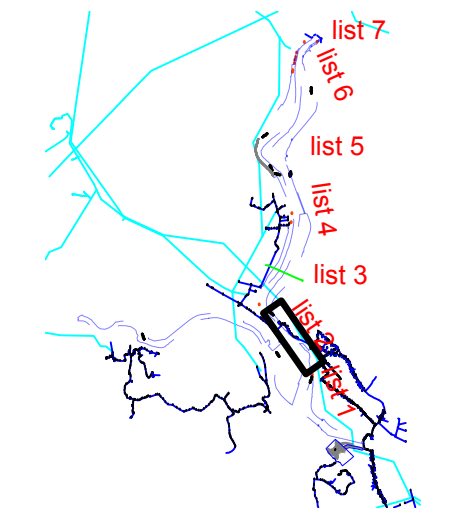
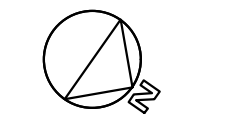
		Investitor		HRVATSKE VODE		
		Gradjevina		Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb		
Projektant		Datum:		Vrsta		
Izradio		12.2019.		Projekt		
Kontrolirao		Format:		Sadržaj		
Tipski nacrt		Mjerilo:		Projekt		
		1:1000		Knjiga		
		G2		Prilog		
		O89.00.02		listova		
				7		
				list		
				1		

© Elektroprojekt d.d. - pridržava sva neopisana prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno



NASIP UZ LIJEVU OBALU KUPE
 (1.DIO) stac. 0+900 - 1+288
 (2.DIO) stac. 0+000 - 0+600

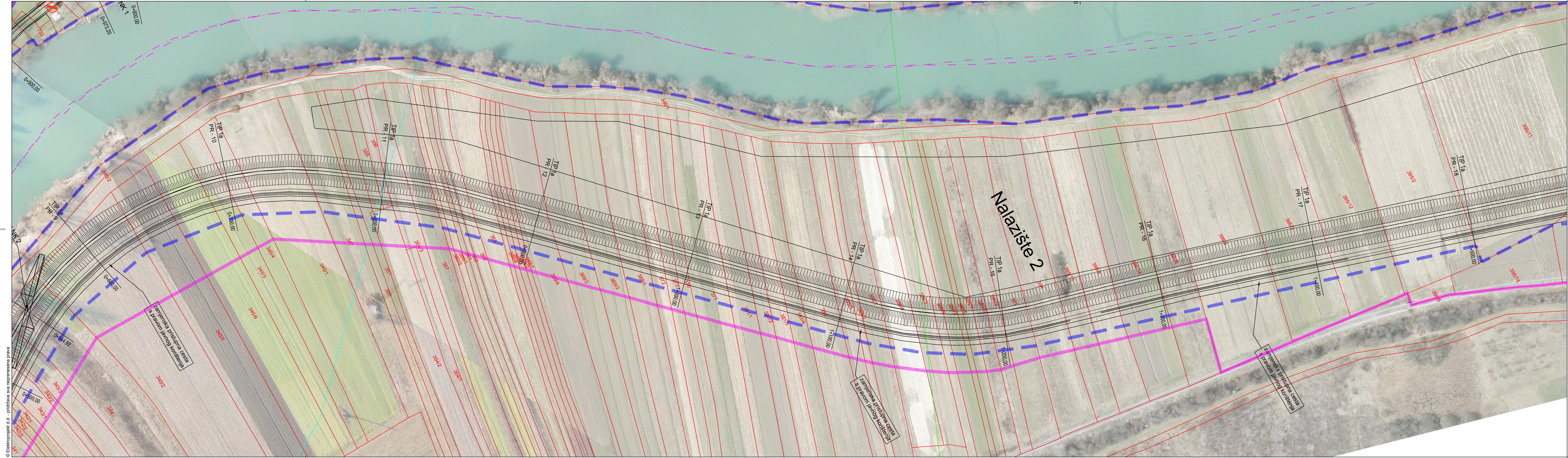


- LEGENDA :**
- - GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
 - - - - PRIJEDLOG PARCELACIJE

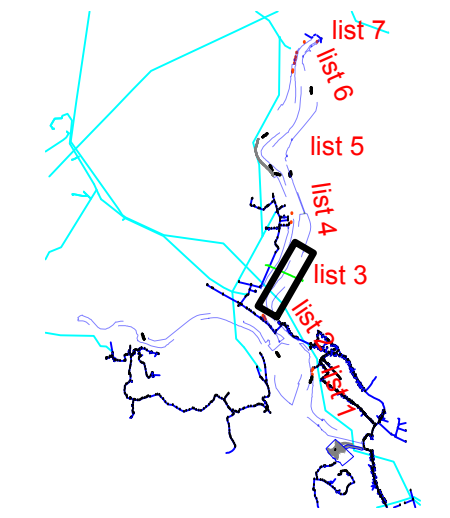
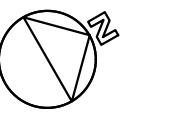
		Investitor		HRVATSKE VODE	
		Gradjevina		Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant		Datum:		Vrsta	
Izradio		12.2019.		Projekt	
Kontrolirao		Format:		Sadržaj	
Tipski nacrt		Mjerilo:		Projekt	
		1:1000		Knjiga	
		G2		Prilog	
		O89.00.02		listova	
		G01.0		7	
		201		list	
				2	

© Elektroprojekt d.d. - pridržava sva neopisana prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno



NASIP UZ LIJEVU OBALU KUPE
(2.DIO) stac. 0+600 - 1+500

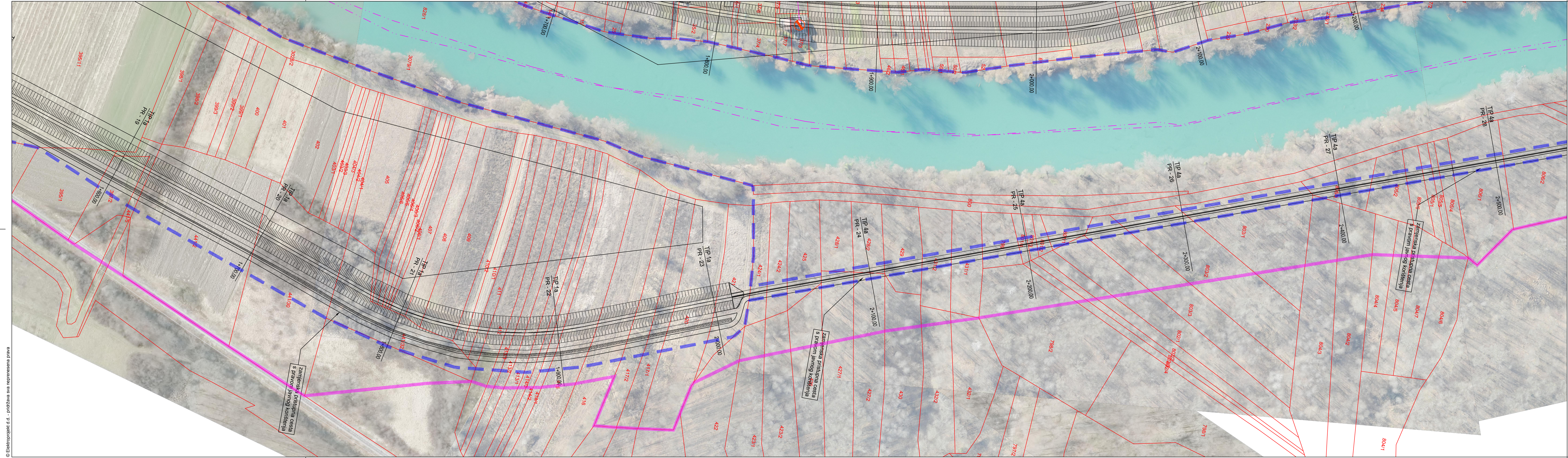


- LEGENDA :
- - - - GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
 - - - - PRIJEDLOG PARCELACIJE

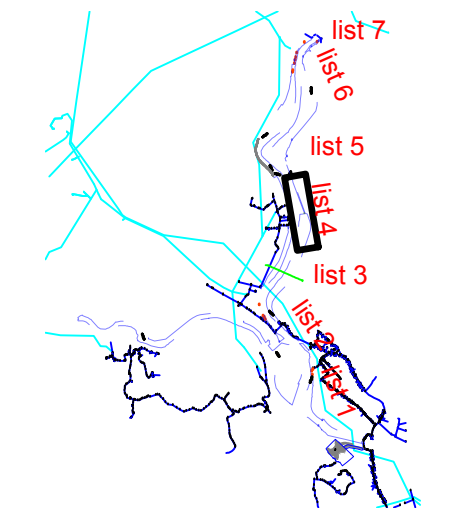
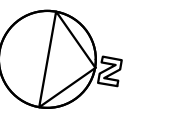
		Investitor HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant m.r.sc.Danijel Kresić mag.ing.aedif.		Datum: 12.2019.	
Izradio Matea Gudelj mag.ing.aedif.		Vrsta: Idejni projekt - Građevinski	
Kontrolirao Marijan Marasović dipl.ing.građ.		Projekt: Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca	
Mjerilo: 1:1000		Sadržaj: Situacija nasipa na katastru i ortofoto karti Nasip uz lijevu obalu Kupe (2.dio) 0+600 do 1+500	
Tipski nacrt		Vrsta: G2	Projekt: O89.00.02
		Knjiga: G01.0	Prilog: 201
		Prilog: 201	lista: 7
		Prilog: 201	lista: 3

© Elektroprojekt d.o.o. - pridržava sva neopisana prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno



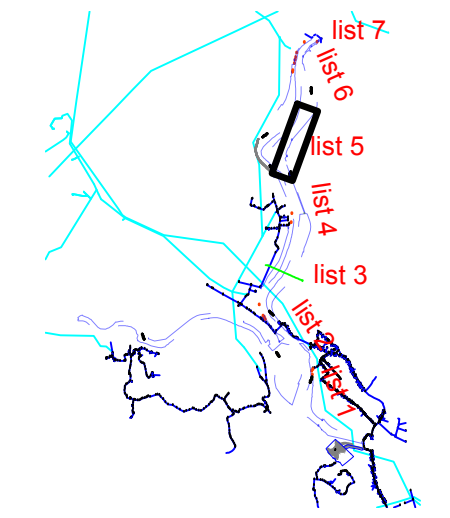
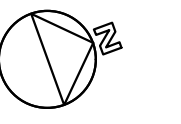
NASIP UZ LIJEVU OBALU KUPE
(2.DIO) stac. 1+500 - 2+500



- LEGENDA :
- - GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
 - - - - PRIJEDLOG PARCELACIJE

		Investitor HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant mr.sc.Danijel Krešić mag.ing.aedif.		Datum: 12.2019.	
Izradio Matea Gudelj mag.ing.aedif.		Vrsta: Idejni projekt - Građevinski	
Kontrolirao Marijan Marasović dipl.ing.građ.		Projekt: Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca	
Tipski nacrt		Sadržaj: Situacija nasipa na katastru i ortofoto karti Nasip uz lijevu obalu Kupe (2.dio) 1+500 do 2+500	
Mjerilo: 1:1000		Vrsta: Projekt	
G2		Knjiga: G01.0	
O89.00.02		Prilog: 201	
list 4		list 7	

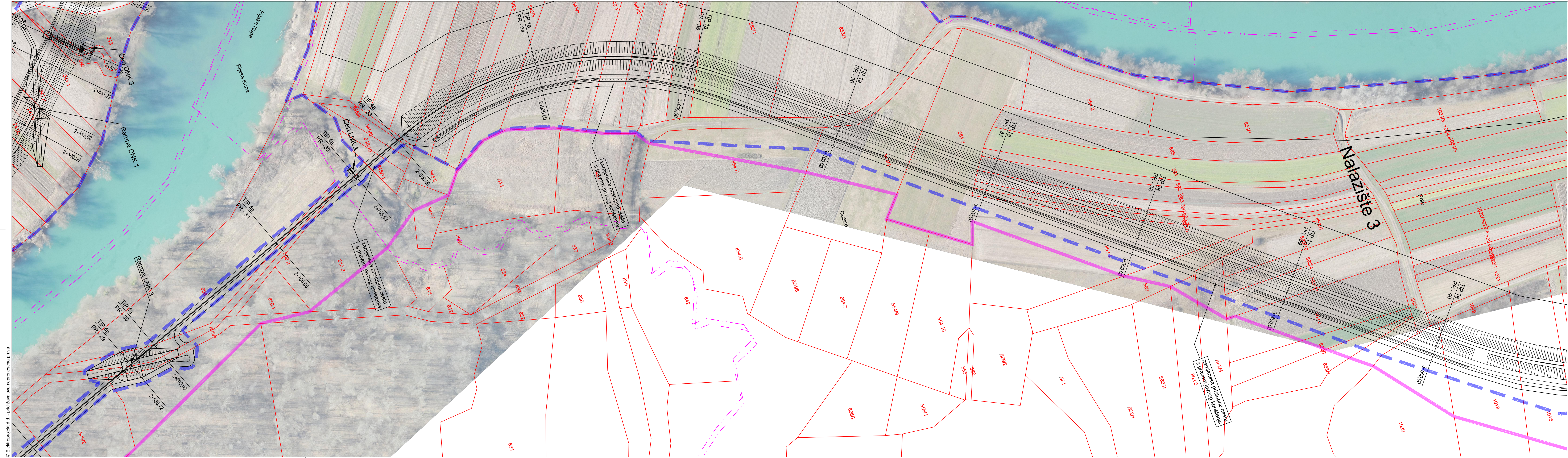
NASIP UZ LIJEVU OBALU KUPE
(2.DIO) stac. 2+500 - 3+500



LEGENDA :

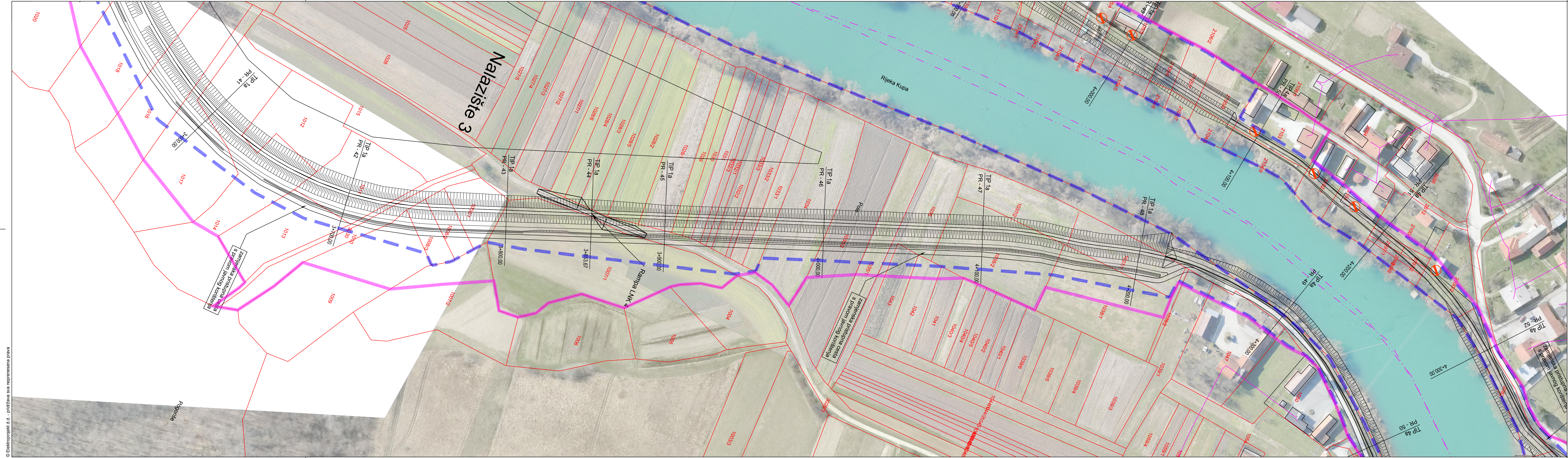
- - GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
- - PRIJEDLOG PARCELACIJE

		Investitor HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant mr.sc.Danijel Kresić mag.ing.aedif.		Datum: 12.2019.	
Izradio Matea Gudelj mag.ing.aedif.		Vrsta Idejni projekt - Građevinski	
Kontrolirao Marijan Marasović dipl.ing.građ.		Projekt Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca	
Tipiski nacrt		Sadržaj Situacija nasipa na katastru i ortofoto karti Nasip uz lijevu obalu Kupe (2.dio) 2+500 do 3+500	
Mjerilo: 1:1000		Format: 30 0.35 m ²	
Mjerna skala 1:1000		Mjerna skala 1:1000	
Vrsta G2		Projekt O89.00.02	
Knjiga G01.0		Prilog 201	
Prilog 201		listova 7	
Prilog 201		list 5	

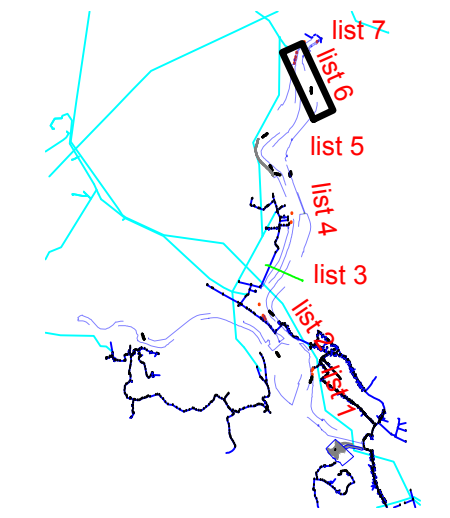


© Elektroprojekt d.d. - pridržava sva neopisana prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno

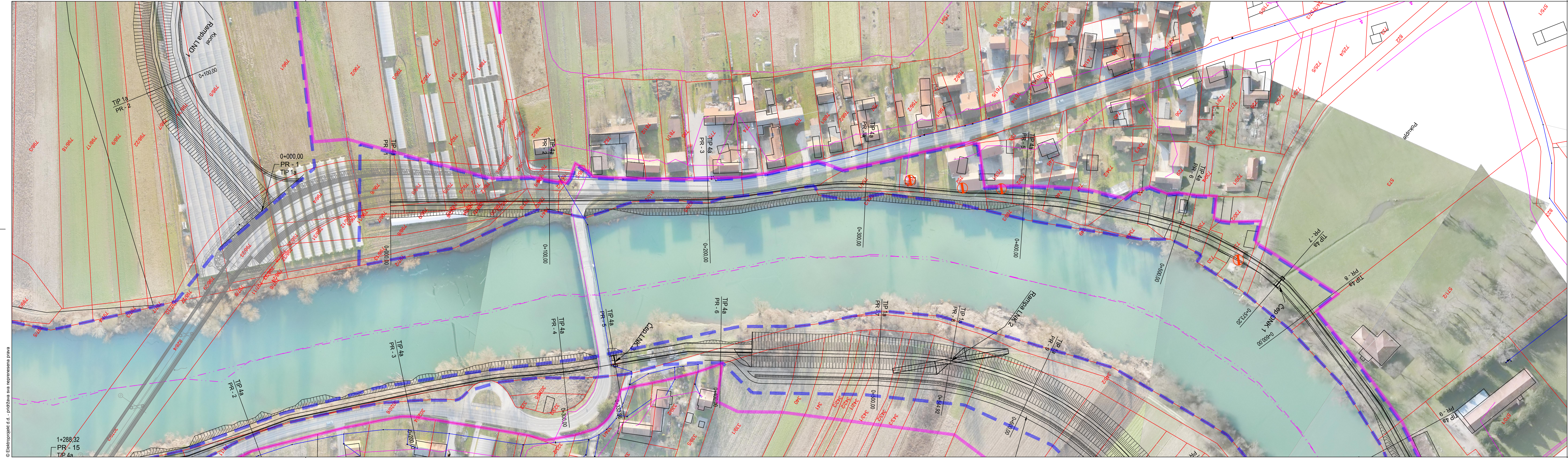


NASIP UZ LIJEVU OBALU KUPE
(2.DIO) stac. 3+500 - 4+400

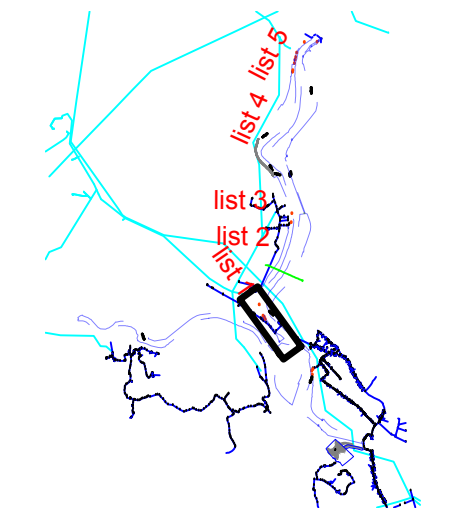
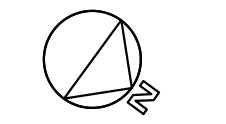


- LEGENDA :
- - GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
 - - PRIJEDLOG PARCELACIJE

		Investitor		HRVATSKE VODE	
		Gradjevina		Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant		Datum:		Vrsta	
Izradio		Projekt		Idejni projekt - Građevinski	
Kontrolirao		Sadržaj		Projekt	
Tipski nacrt		Mjerilo:		Vrsta	
		1:1000		Projekt	
		G2		Knjiga	
		O89.00.02		Prilog	
		G01.0		listova	
		201		7	
				list 6	



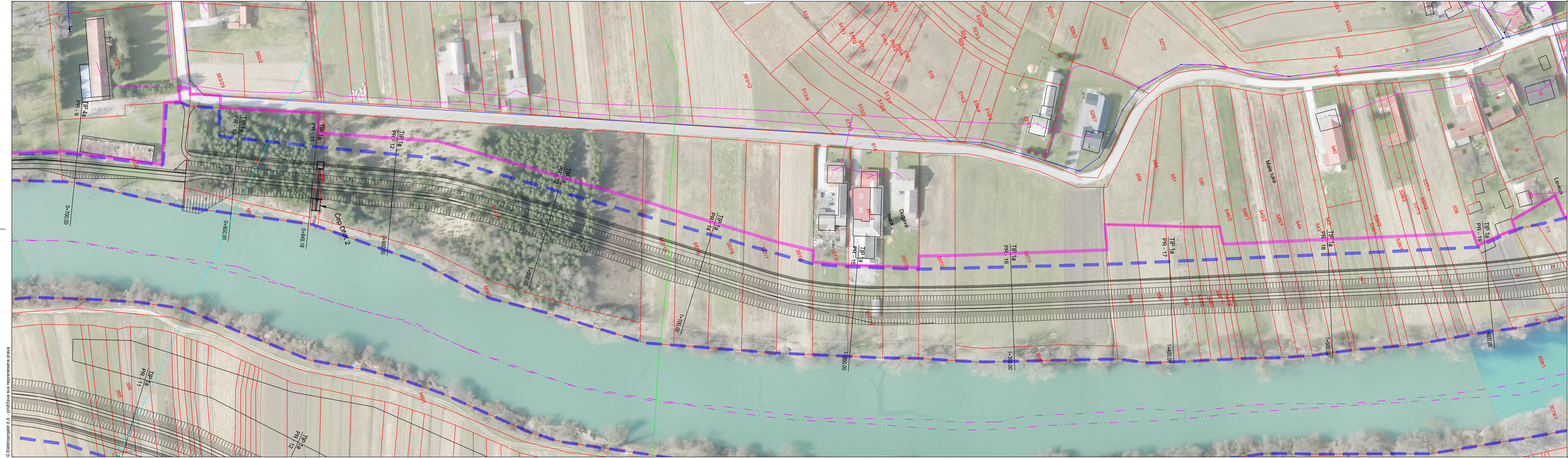
NASIP UZ DESNU OBALU KUPE
stac. 0+000 - 0+700



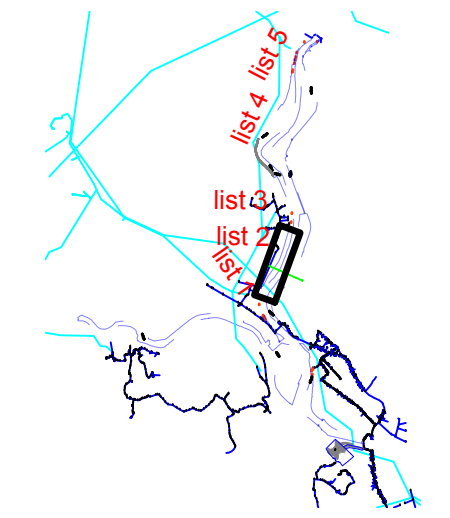
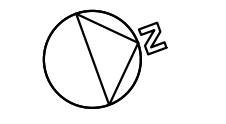
LEGENDA :

- - GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
- - - - PRIJEDLOG PARCELACIJE

		Investitor		HRVATSKE VODE		
		Gradjevina		Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb		
Projektant		Datum:		Vrsta		
Izradio		12.2019.		Projekt		
Kontrolirao		Format:		Sadržaj		
Tipski nacrt		Mjerilo:		Situacija nasipa na katastru i ortofoto karti		
		1:1000		Nasip uz desnu obalu Kupe 0+000 do 0+700		
		Vrsta		Projekt		
		Knjiga		Prilog		
		G2		202		
		O89.00.02		listova		
		G01.0		5 list		

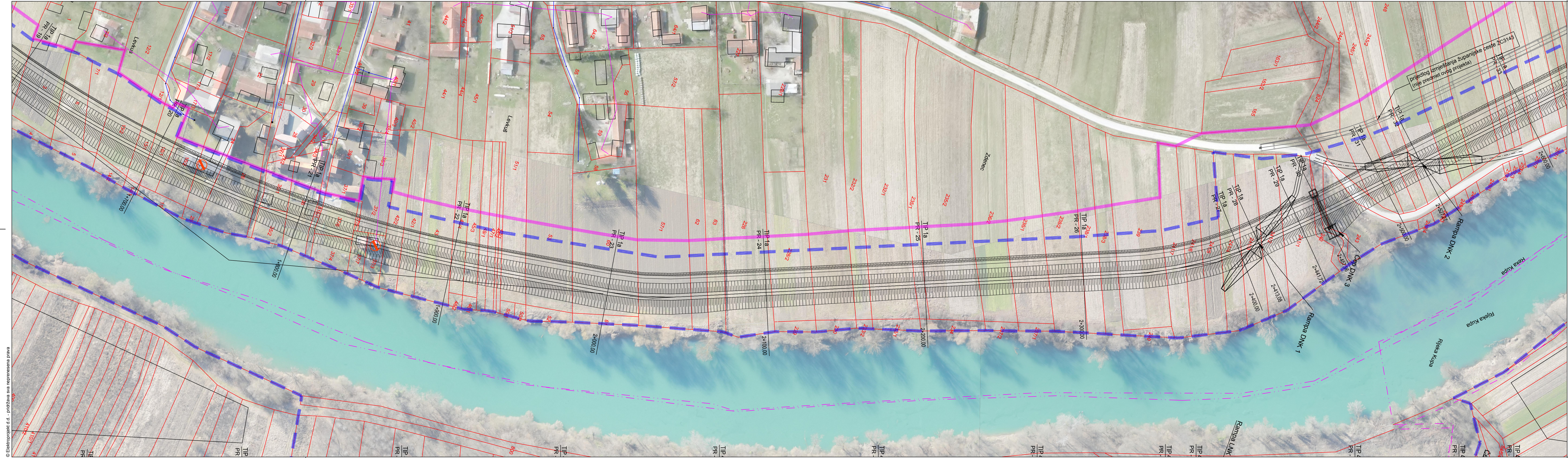


NASIP UZ DESNU OBALU KUPE
stac. 0+700 - 1+600

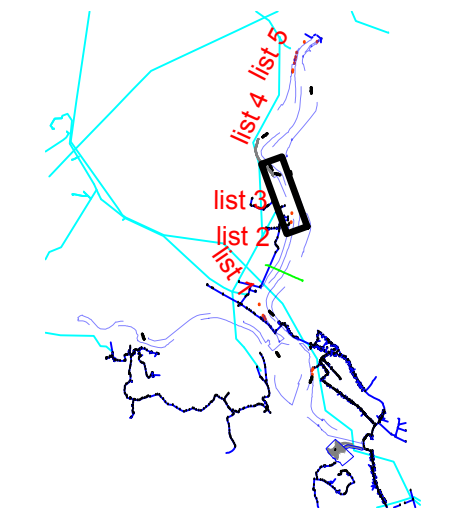
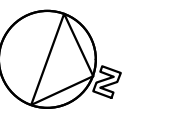


- LEGENDA :
- - GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
 - - - - PRIJEDLOG PARCELACIJE

		Investitor		HRVATSKE VODE		
		Projektant		Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb		
Izradio		Datum:		Vrsta		
Kontrolirao		12.2019.		Projekt		
Tipski nacrt		Format:		Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca		
		Mjerilo:		Sadržaj		
		1:1000		Situacija nasipa na katastru i ortofoto karti		
		G2		Nasip uz desnu obalu Kupe 0+700 do 1+600		
		O89.00.02		Knjiga		
		G01.0		Prilog		
		202		listova		
				5		
				list 2		



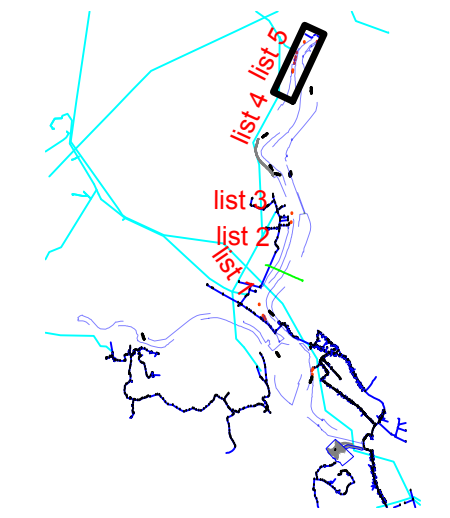
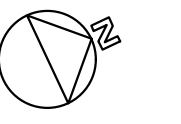
NASIP UZ DESNU OBALU KUPE
stac. 1+600- 2+600



- LEGENDA :
- - - - GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
 - - - - PRIJEDLOG PARCELACIJE

		Investitor		HRVATSKE VODE		
		Gradjevina		Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb		
Projektant		Datum:		Vrsta		
Izradio		12.2019.		Projekt		
Kontrolirao		Format:		Sadržaj		
Tipski nacrt		Mjerilo:		Situacija nasipa na katastru i ortofoto karti		
		1:1000		Nasip uz desnu obalu Kupe 1+600 do 2+600		
		G2		Projekt	Knjiga	Prilog
		O89.00.02		G01.0	202	listova 5
						list 3

NASIP UZ DESNU OBALU KUPE
stac. 3+600 - 4+597

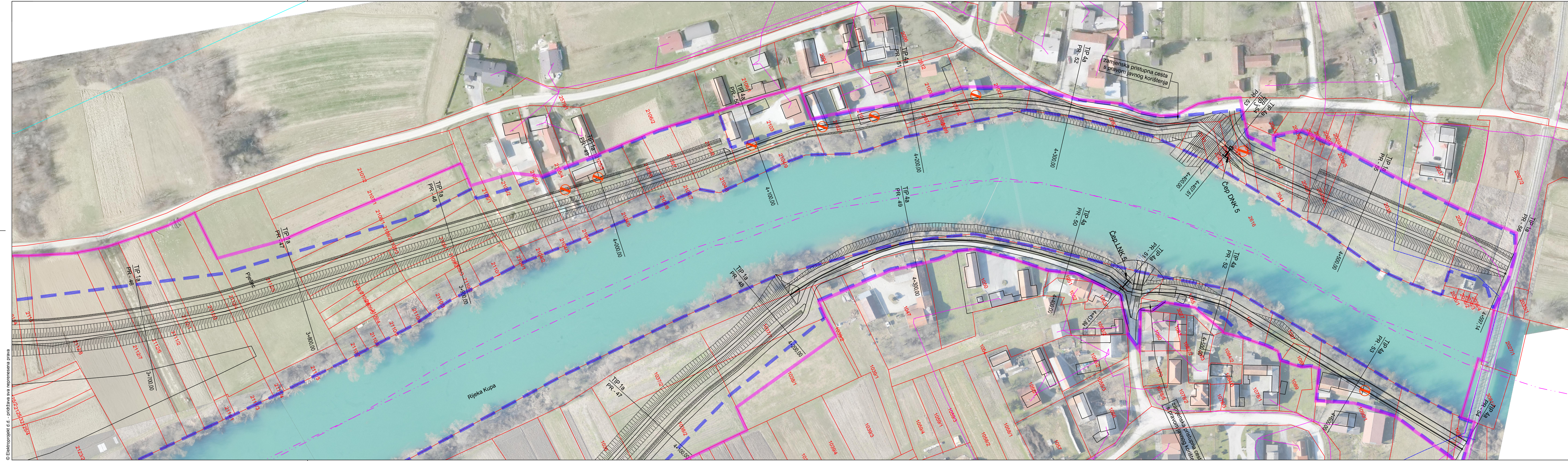


LEGENDA :

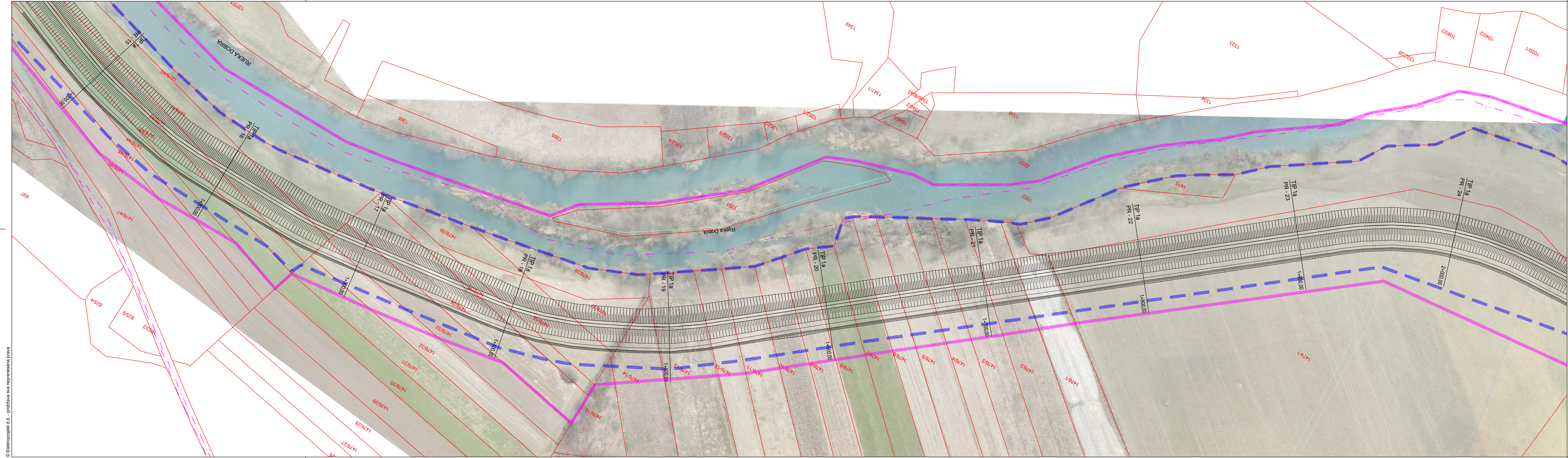
- - GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
- - - - PRIJEDLOG PARCELACIJE



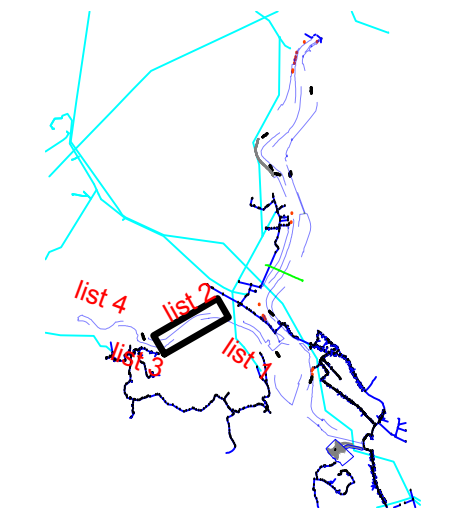
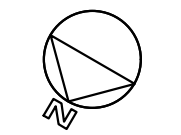
Projektant	mr.sc.Danijel Kresic mag.ing.aedif.	Datum:	12.2019.	Investitor	HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb
Izradio	Matea Gudelj mag.ing.aedif.	Format:	30 0.35 m ²	Gradjevina	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupa i Dobri i retenciji Kupčina
Kontrolirao	Marijan Marasović dipl.ing.građ.	Mjerilo:	1:1000	Vrsta	Idejni projekt - Građevinski
Tipski nacrt				Projekt	Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca
				Sadržaj	Situacija nasipa na katastru i ortofoto karti Nasip uz desnu obalu Kupe 3+600 do 4+597
				Vrsta	Projekt
				Knjiga	G01.0
				Prilog	202
				listova	5
				list	5



© Elektroprojekt d.d. - pridržava sva neopisana prava
Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno

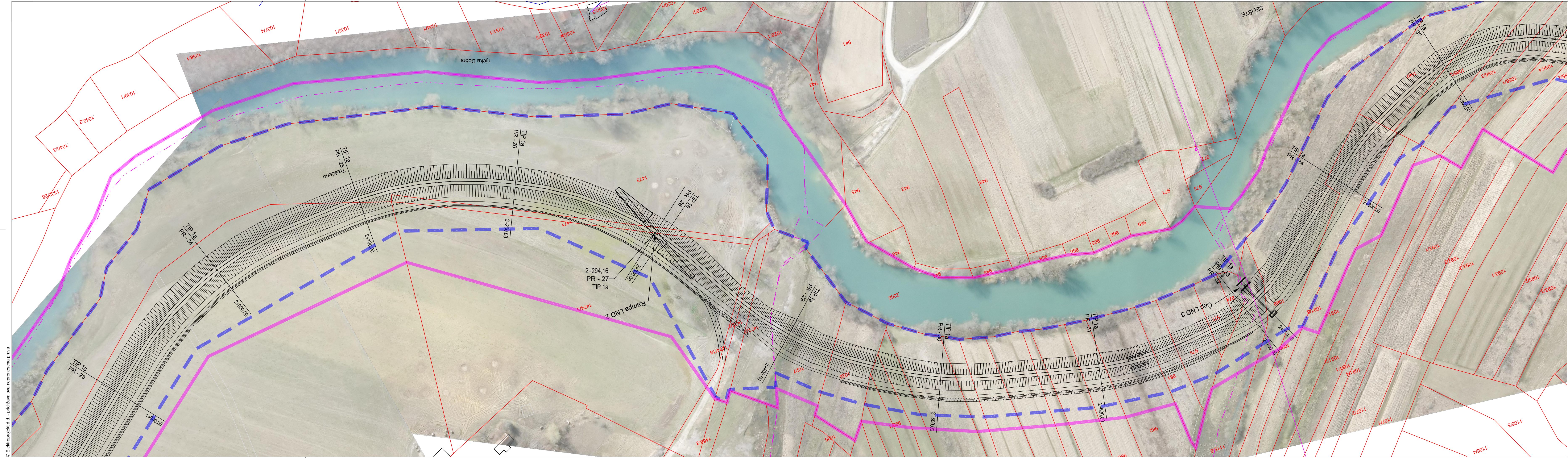


NASIP UZ LIJEVU OBALU DOBRE
stac. 1+100 - 2+000

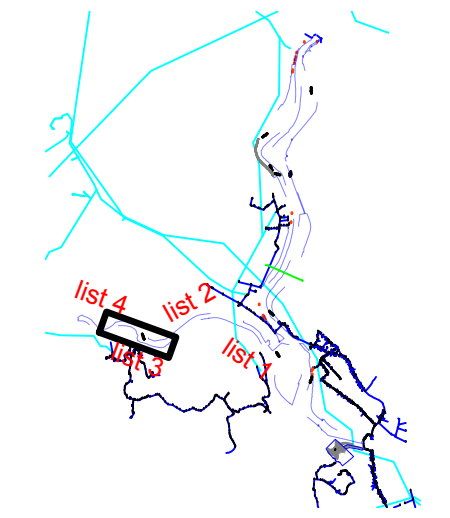
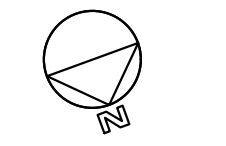


- LEGENDA :
- - GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
 - - - - PRIJEDLOG PARCELACIJE

		Investitor HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant mr.sc.Daniyel Krešić mag.ing.aedif.		Datum: 12.2019.	
Izradio Matea Gudelj mag.ing.aedif.		Vrsta: Idejni projekt - Građevinski	
Kontrolirao Marijan Marasović dipl.ing.građ.		Projekt: Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca	
Tipski nacrt		Mjerilo: 1:1000	
		Sadržaj: Situacija nasipa na katastru i ortofoto karti Nasip uz lijevu obalu Dobre 1+100 do 2+000	
		Mjerna lica:	
		Vrsta: G2	
		Projekt: O89.00.02	
		Knjiga: G01.0	
		Prilog: 203	
		Listova: 4	
		List: 2	



NASIP UZ LIJEVU OBALU DOBRE
stac. 2+000 - 2+900

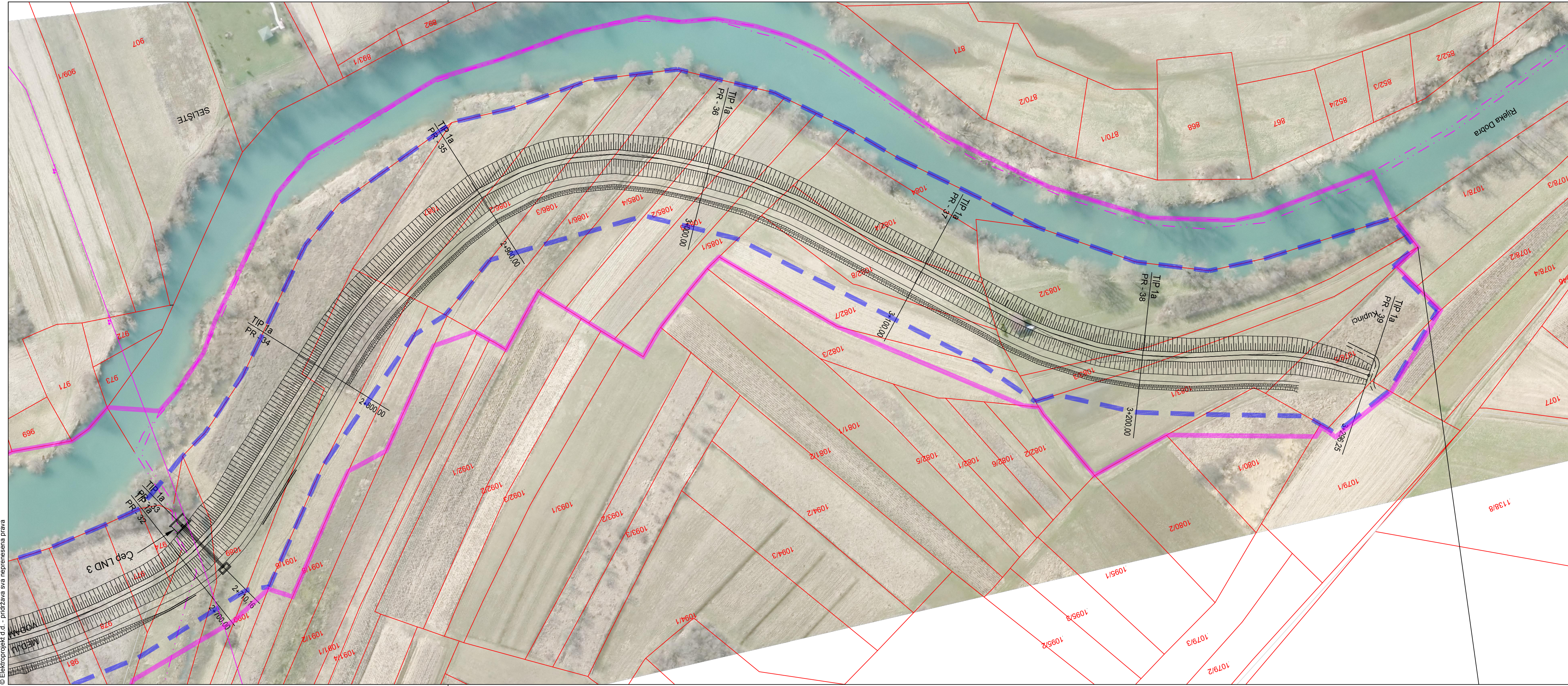


- LEGENDA :
- - GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
 - - - - PRIJEDLOG PARCELACIJE

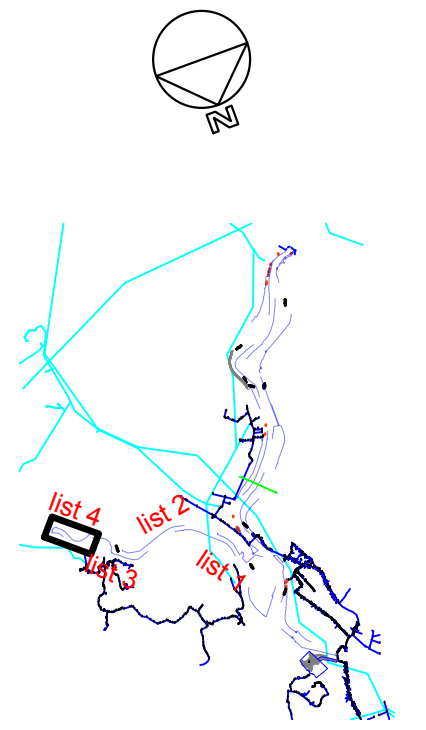
		Investitor		HRVATSKE VODE	
		Građevina		Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant		m.r.sc.Danijel Kresić mag.ing.aedif.		Datum:	
Izradio		Matea Gudelj mag.ing.aedif.		12.2019.	
Kontrolirao		Marjan Marasović dipl.ing. građ.		Format:	
Tipski nacrt		1:1000		30 0.35 m ²	
Vrsta		Y2		Mjerilo:	
Projekt		O89.00.01		Vrsta	
Knjiga		G01.0		Prilog	
203				listova	
				4	
				list	
				3	

© Elektroprojekt d.d. - pridržava sva neopisana prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno



NASIP UZ LIJEVU OBALU DOBRE
stac. 2+900 - 3+297



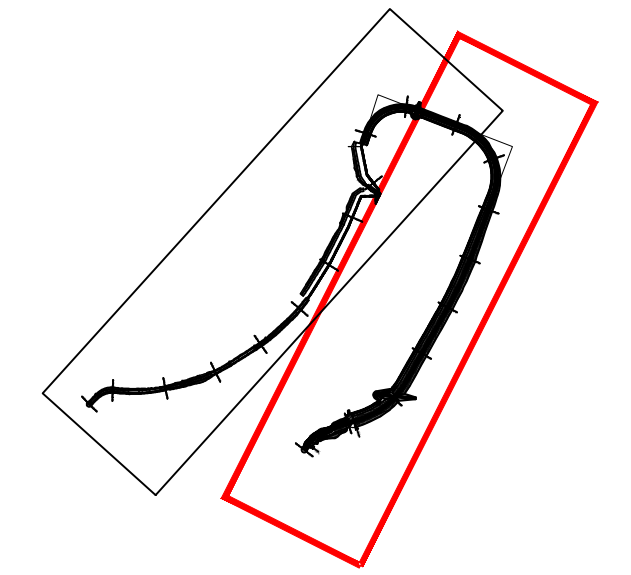
- LEGENDA :
- - GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
 - - PRIJEDLOG PARCELACIJE

© Elektroprojekt d.d. - pridržava sva neprenesena prava

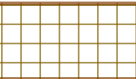





Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno


		Investitor		HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
		Građevina		Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina	
Projektant	mr.sc.Danijel Krešić mag.ing.aedif.	Datum:	12.2019.		
Izradio	Matea Gudelj mag.ing.aedif.	Vrsta	Idejni projekt - Građevinski		
Kontrolirao	Marijan Marasović dipl.ing.građ.	Projekt	Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca		
Glavni projektant		Sadržaj	Situacija nasipa na katastru i ortofoto karti Nasip uz lijevu obalu Dobre 2+900 do 3+297		
Tipski nacrt		Mjerilo:	Vrsta	Projekt	Knjiga
		1:1000	G2	O89.00.02	G01.0
					Prilog
					203
					listova 4 list 4

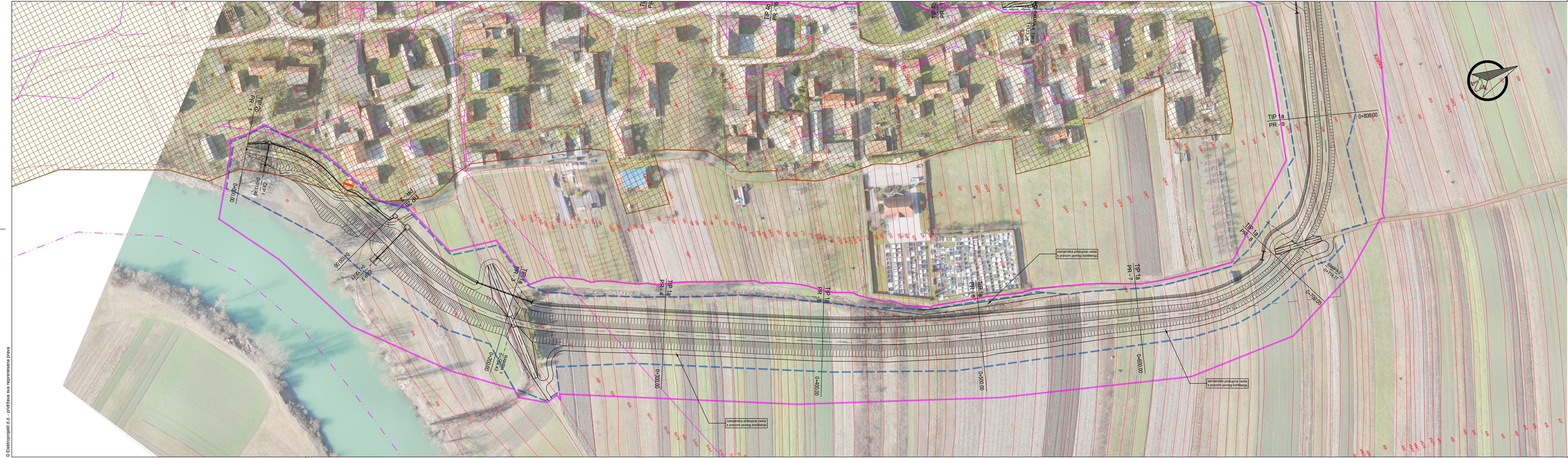
NASIP UZ DESNU OBALU KUPE
KOD MJESTA TRG
stac. 0+000,00 - 0+800,00

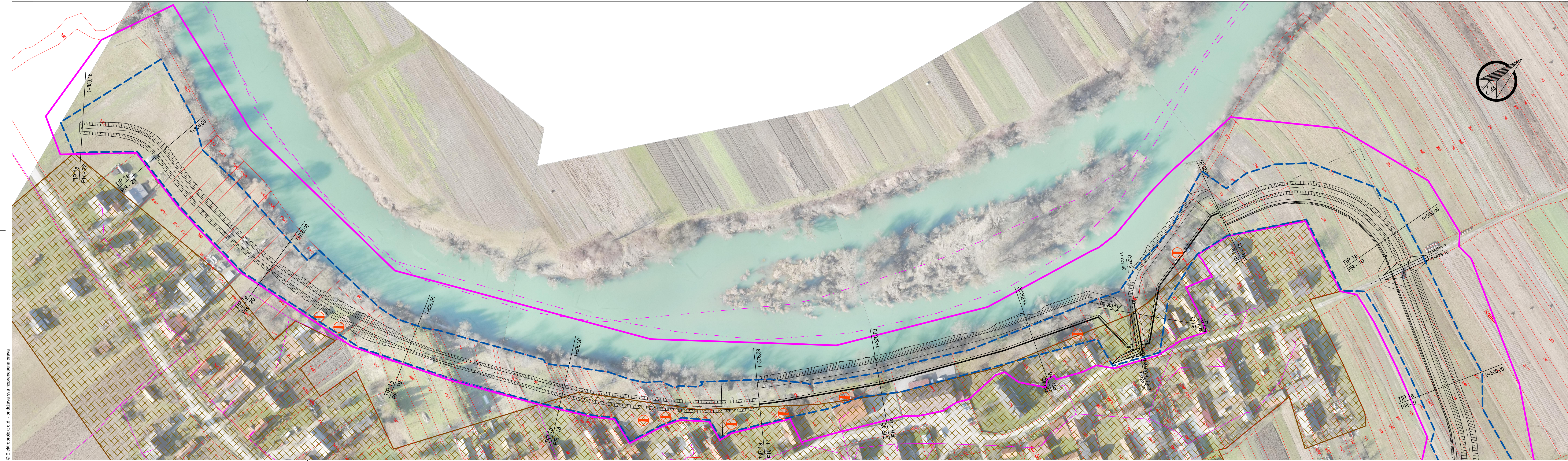


LEGENDA :

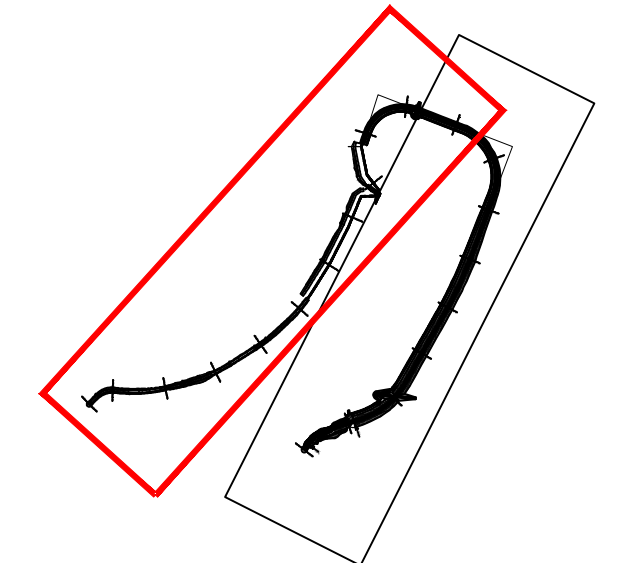
-  GRAĐEVINSKO PODRUČJE
-  GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
-  PRIJEDLOG PARCELACIJE
-  GRANICA K.Č.
-  GRANICA K.O.
-  PLANIRANO RUŠENJE POSTOJEĆEG OBJEKTA

		Investitor HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant mr.sc. Danijel Krešić mag. ing. aedif.		Građevina Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina	
Izradio Ivan Birovčević mag. ing. aedif.		Vrsta Idejni projekt - Građevinski	
Kontrolirao Marijan Marasović dipl. ing. građ.		Projekt Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca	
Tipski nacrt		Sadržaj Situacija nasipa na katastru i ortofoto karti nasipi uz Kupu kod mjesta Trg stac. od 0+000 m do 0+800 m	
Datum: 12.2019.		Format: 30 0.35 m ²	
Mjerilo: 1:1000		Mjerilo: 1:1000	
Vrsta G2		Projekt O89.00.02	
Prilog 204		Knjiga G01.0	
listova 2		list 1	

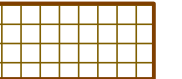









NASIP UZ DESNU OBALU KUPE
KOD MJESTA TRG
stac. 0+800,00 - 1+853,16



LEGENDA :

-  GRAĐEVINSKO PODRUČJE
-  GRANICA OBUHVATA ZAHVATA
-  PRIJEDLOG PARCELACIJE
-  GRANICA K.Č.
-  GRANICA K.O.
-  PLANIRANO RUŠENJE POSTOJEĆEG OBJEKTA

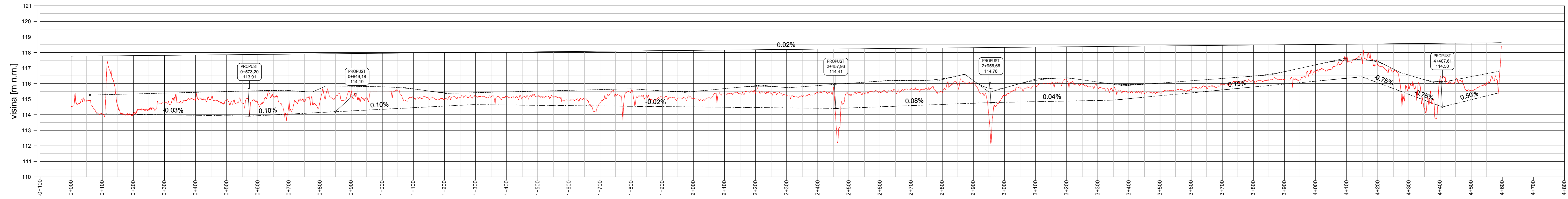
		Investitor HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant mr.sc.Danijel Kresić mag.ing.aedif.		Datum: 12.2019.	
Izradio Ivan Birovjević mag.ing.aedif.		Vrsta Idejni projekt - Građevinski	
Kontrolirao Marijan Marasović dipl.ing.građ.		Projekt Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca	
Mjerilo: 1:1000		Format: 30 0,35 m ²	
Tipski nacrt		Sadržaj Situacija nasipa na katastru i ortofoto karti nasipi uz Kupu kod mjesta Trg stac. od 0+800 do 1+853	
		Vrsta G2	Projekt O89.00.02
		Knjiga G01.0	Prilog 204
		listova 2	list 2

© Elektroprojekt d.d. - pridržava sva neopisana prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno

NASIP UZ DESNU OBALU KUPE
UZDUŽNI PROFIL

KUPA DESNO OS NASIPA-uzdužni profil



- LEGENDA
- teren u osi nasipa
 - niveleta krune nasipa
 - - - niveleta kanala
 - · · niveleta ceste

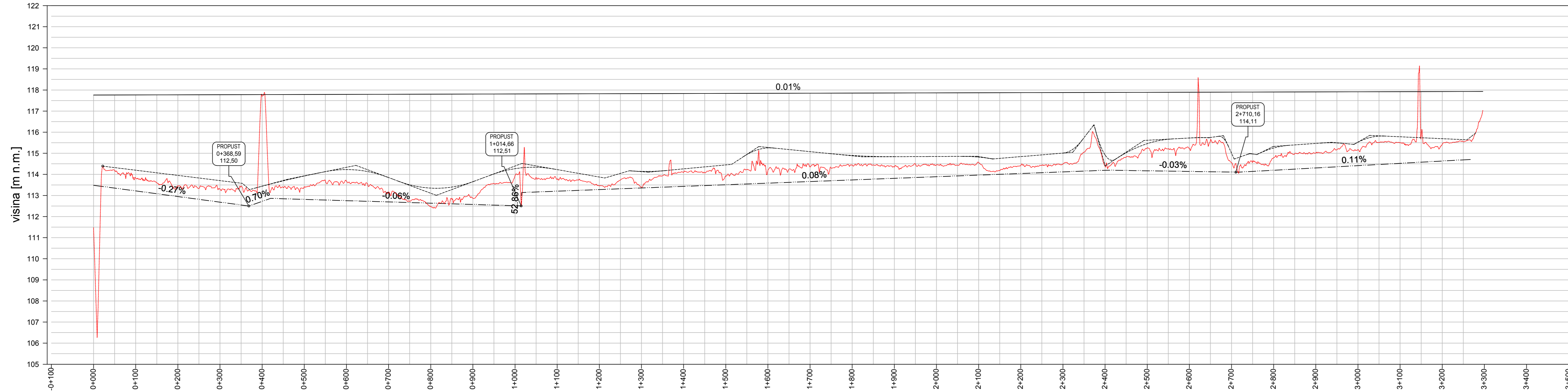
Kota terena u osi	Kota krune nasipa	Uzdužni nagib kanala	Oznaka profila
117.76	114.53		Profil 1
117.77	114.91		Profil 2
117.79	114.52		Profil 3
117.80	114.03		Profil 4
117.81	114.30		Profil 5
117.82	114.77	493.27	Profil 6
117.84	115.02	-0.03%	Profil 7
117.85	115.02		Profil 8
117.86	114.93		Profil 9
117.86	114.75		Profil 10
117.87	114.70	117.62	Profil 11
117.88	115.16	0.10%	Profil 12
117.89	114.74		Profil 13
117.90	114.85		Profil 14
117.91	114.86		Profil 15
117.92	115.15		Profil 16
117.93	115.55		Profil 17
117.94	115.11	600.07	Profil 18
117.95	115.47		Profil 19
117.96	115.55		Profil 20
117.97	115.15		Profil 21
117.98	115.01		Profil 22
117.99	114.98		Profil 23
118.00	115.13		Profil 24
118.01	115.18		Profil 25
118.02	115.18		Profil 26
118.03	115.07		Profil 27
118.04	115.19		Profil 28
118.05	115.16		Profil 29
118.06	114.94		Profil 30
118.07	114.99		Profil 31
118.08	114.74		Profil 32
118.09	115.30		Profil 33
118.10	115.46		Profil 34
118.11	115.22	1173.29	Profil 35
118.12	115.12		Profil 36
118.13	115.05		Profil 37
118.14	115.05		Profil 38
118.15	115.11		Profil 39
118.16	115.32		Profil 40
118.17	115.38		Profil 41
118.18	115.44		Profil 42
118.19	115.35		Profil 43
118.20	115.22		Profil 44
118.21	115.40		Profil 45
118.22	115.61		Profil 46
118.23	115.25		Profil 47
118.24	115.35		Profil 48
118.25	115.41		Profil 49
118.26	115.52		Profil 50
118.27	115.68	491.72	Profil 51
118.28	115.66		Profil 52
118.29	115.44		Profil 53
118.30	115.88		Profil 54
118.31	116.05		Profil 55
118.32	113.90		Profil 56
118.33	115.23		Profil 57
118.34	115.77		Profil 58
118.35	115.87		Profil 59
118.36	115.95	392.42	Profil 60
118.37	116.24		Profil 61
118.38	115.96		Profil 62
118.39	115.73		Profil 63
118.39	115.51		Profil 64
118.40	115.42		Profil 65
118.41	115.36		Profil 66
118.42	115.40		Profil 67
118.43	115.57		Profil 68
118.44	115.62		Profil 69
118.45	115.69		Profil 70
118.46	115.93		Profil 71
118.47	116.15	800.00	Profil 72
118.48	116.17		Profil 73
118.49	116.21		Profil 74
118.50	116.25		Profil 75
118.51	116.22		Profil 76
118.52	116.73		Profil 77
118.53	116.94		Profil 78
118.54	117.71		Profil 79
118.55	117.29		Profil 80
118.55	117.17	128.22	Profil 81
118.56	116.79		Profil 82
118.57	115.96		Profil 83
118.58	114.38	130.08	Profil 84
118.59	116.36		Profil 85
118.60	116.26		Profil 86
118.61	115.52	180.04	Profil 87
118.62	116.07		Profil 88



		Investitor: HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant: mr. sc. Danijel Kresić mag. ing. aedf.		Datum: 12.2019.	
Izradio: Matea Gudelj mag. ing. aedf.		Vrsta: Idejni projekt - Građevinski	
Kontrolirao: Marjan Marasović dipl. ing. građ.		Projekt: Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca	
Glavni projektant: mr. sc. Danijel Kresić mag. ing. aedf.		Format: A3+ 0.40 m ²	
Tipiski nacrt		Mjerilo: 1:5000/100	
Vrsta: Projekt		Knjiga: G01.0	
Prilog: 402		listova: 1	

© Elektroprojekt d.d. - pričuva sva nepretna prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno



- LEGENDA
- teren u osi nasipa
 - niveleta krune nasipa
 - - - niveleta kanala
 - niveleta ceste



Kota terena u osi	117.76	117.76	117.77	117.77	117.77	117.78	117.79	117.79	117.80	117.80	117.81	117.81	117.82	117.82	117.83	117.83	117.84	117.84	117.85	117.85	117.86	117.86	117.87	117.87	117.88	117.88	117.89	117.89	117.90	117.90	117.91	117.91	117.92	117.92	117.93	117.93	
Kota krune nasipa	117.76	117.76	117.77	117.77	117.77	117.78	117.79	117.79	117.80	117.80	117.81	117.81	117.82	117.82	117.83	117.83	117.84	117.84	117.85	117.85	117.86	117.86	117.87	117.87	117.88	117.88	117.89	117.89	117.90	117.90	117.91	117.91	117.92	117.92	117.93	117.93	
Uzdužni nagib kanala			-0.27%		0.70%				-0.06%		52.86%								0.08%																		
Oznaka profila	Profil 1	Profil 2	Profil 3	Profil 4	Profil 5	Profil 6	Profil 7	Profil 8	Profil 9	Profil 10	Profil 11	Profil 12	Profil 13	Profil 14	Profil 15	Profil 16	Profil 17	Profil 18	Profil 19	Profil 20	Profil 21	Profil 22	Profil 23	Profil 24	Profil 25	Profil 26	Profil 27	Profil 28	Profil 29	Profil 30	Profil 31	Profil 32	Profil 33	Profil 34	Profil 35	Profil 36	Profil 37

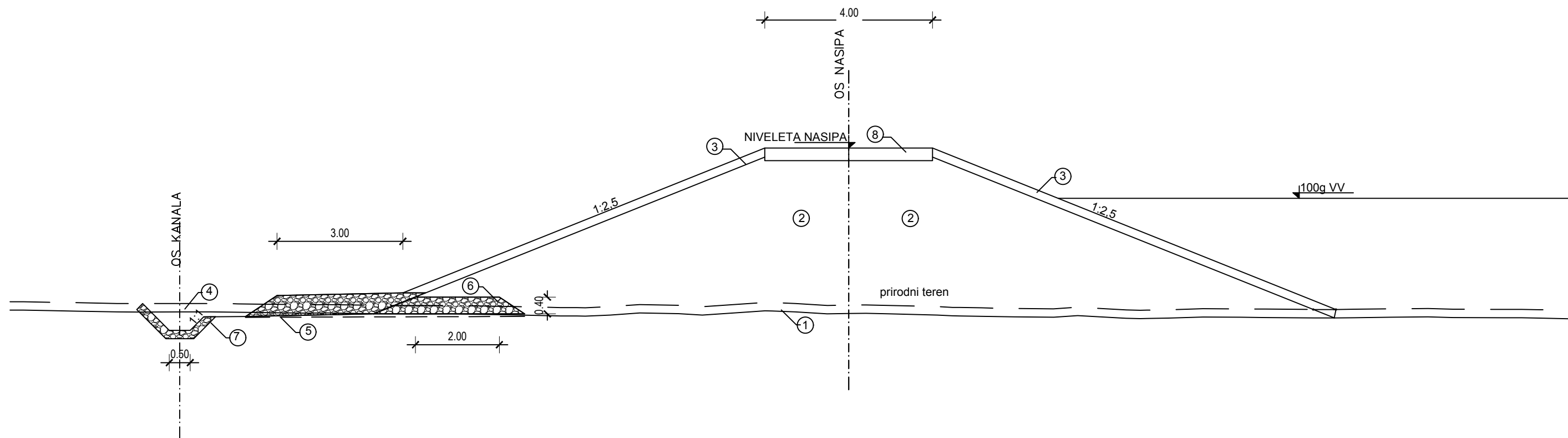
		Investitor HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. aedif.		Datum: 12.2019.	
Vrsta: Idejni projekt - Građevinski		Gradjevina: Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina	
Izradio: Matea Gudelj mag. ing. aedif.		Projekt: Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca	
Kontrolirao: Marijan Marasović dipl. ing. građ.		Sadržaj: UZDUŽNI PROFIL NASIPA DOBRE	
Glavni projektant: mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. aedif.		Mjerilo: 1:5000/100	
Tipski nacrt		Vrsta: Projekt Knjiga: O89.00.02 Prilog: G01.0 Ilistova: 403 Ilist: 1	

KARAKTERISTIČNI PRESJEK NASIPA

MJERILO 1:100

TUMAČ OZNAKA

- ① OBRADA TEMELJNE POVRŠINE - skidanje humusa i zbijanje
- ② TIJELO NASIPA - glineni materijal
- ③ ZAŠTITA KOSINA - humus i trava
- ④ PROCJEDNI KANAL - široki iskop
- ⑤ GEOTEKSTIL
- ⑥ HORIZONTALNI DREN - filtarski materijal
- ⑦ KAMENA OBLOGA d=0,20 m - lomljeni kamen Ø 5-20 cm
- ⑧ ZAGLINJENI ŠLJUNAK d=0,20 m - lomljeni kamen Ø 5-20 cm



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Danijel Krešić
 mag. ing. arhif.
 ovlašten inženjer građevinarstva
 G 4507

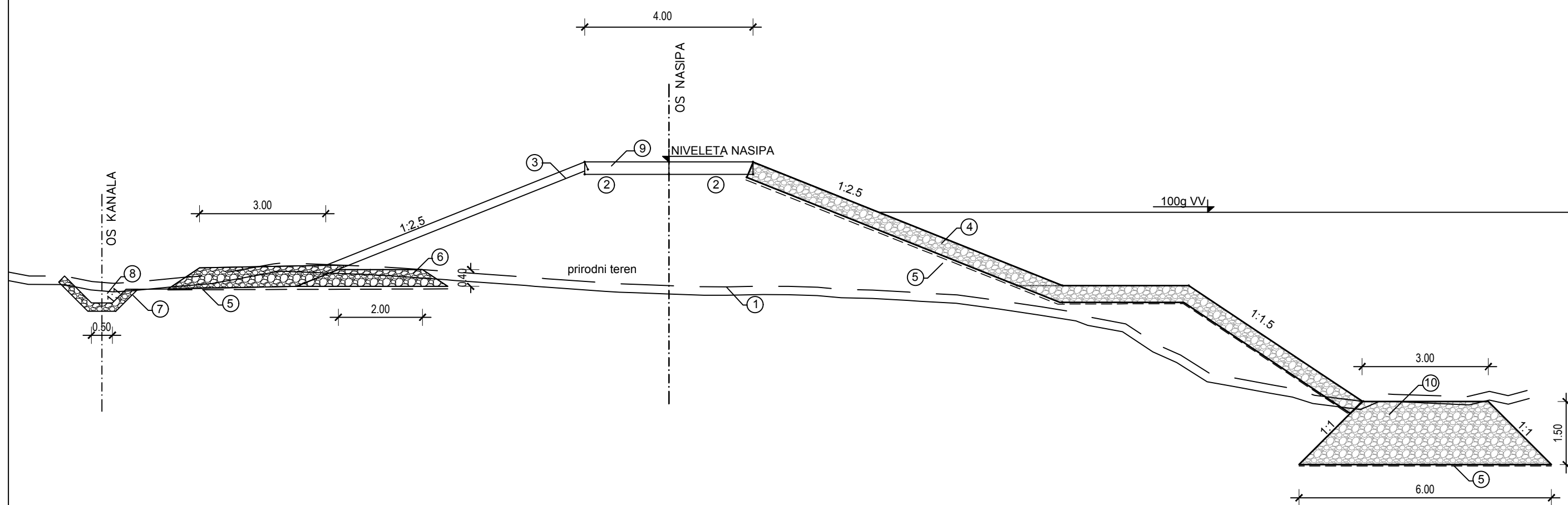
		Investitor		HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
		Građevina		Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupu i Dobri i retenciji Kupčina	
Projektant	mr.sc.Danijel Krešić mag. ing. aedif.	Datum:	Vrsta		
Izradio	Matea Gudelj mag. ing. aedif.		12.2019.	Idejni projekt - Građevinski	
Kontrolirao	Marijan Marasović dipl. ing. građ.	Format: 32 0.18 m ²	Projekt		
Glavni projektant	mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. aedif.		Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca		
Tipski nacrt	1:100	Mjerilo:	Sadržaj		
			KARAKTERISTIČNI PRESJEK NASIPA TIP 1 TIP 1a - Nasip sa servisnom cestom i drenažnim kanalom		
		Vrsta	Projekt	Knjiga	Prilog
		G2	O89.00.02	G01.0	405
					listova 2
					list 1

KARAKTERISTIČNI PRESJEK NASIPA

MJERILO 1:100

TUMAČ OZNAKA

- ① OBRADA TEMELJNE POVRŠINE - skidanje humusa i zbijanje
- ② TIJELO NASIPA - glineni materijal
- ③ ZAŠTITA KOSINA - humus i trava
- ④ OBALOUTVRDA - kameni nabačaj d=0,40 m - Ø 10-30 cm
- ⑤ GEOTEKSTIL
- ⑥ HORIZONTALNI DREN - filtarski materijal
- ⑦ KAMENA OBLOGA d=0,20 m - lomljeni kamen Ø 5-20 cm
- ⑧ PROCJEDNI KANAL - široki iskop
- ⑨ ZAGLINJENI ŠLJUNAK d=0,20 m - lomljeni kamen Ø 5-20 cm
- ⑩ NOŽICA OBALOUTVRDE - kameni nabačaj d=0,40 m - Ø 10-30 cm



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Danijel Krešić
 mag. ing. arhif.
 član Hrvatske inženjerske komore građevinarstva
 G 4507

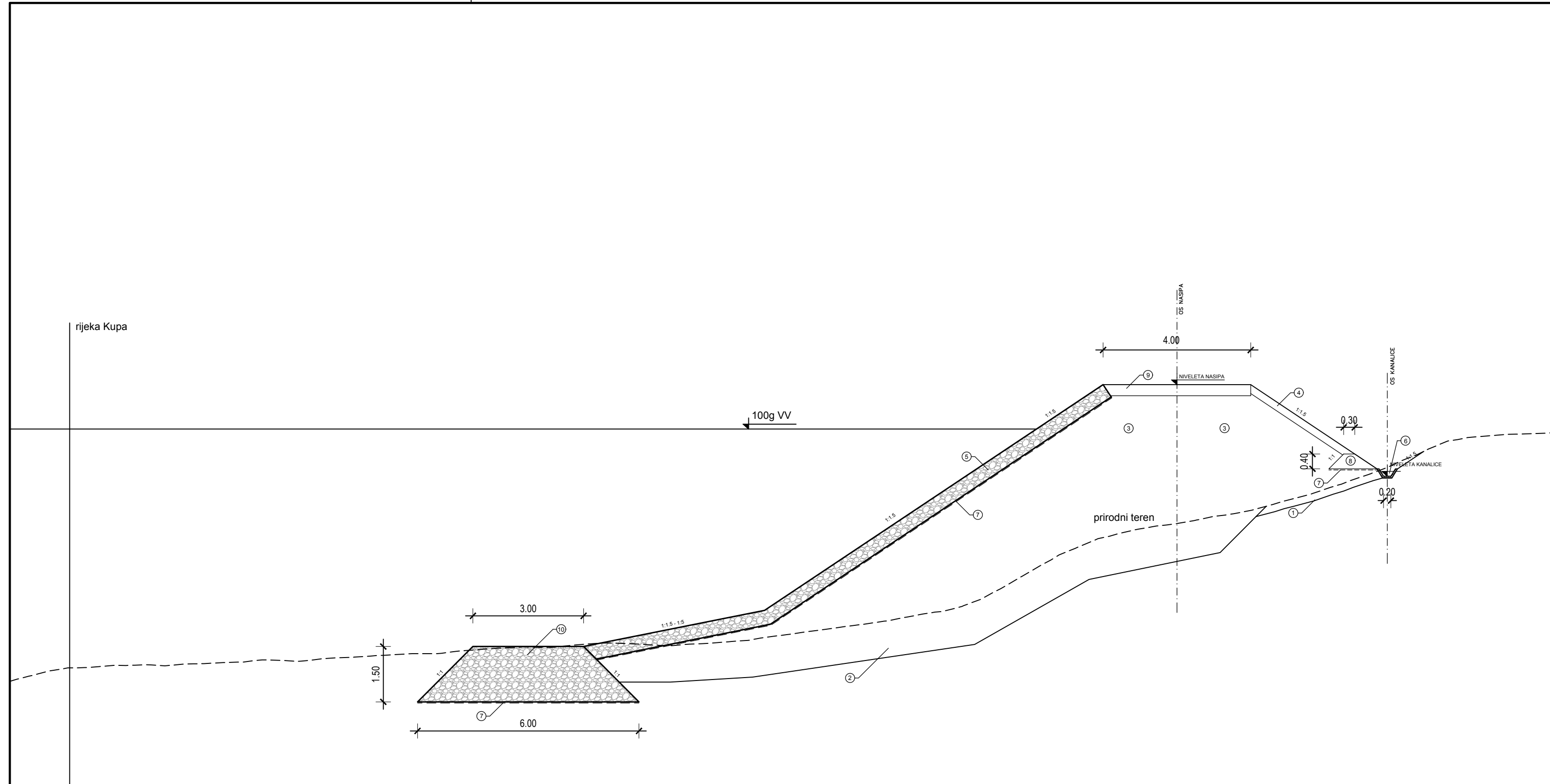
		Investitor		HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb			
		Građevina		Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina			
Projektant	mr.sc.Danijel Krešić mag. ing. arhif.	Datum:	Vrsta				
Izradio	Matea Gudelj mag. ing. arhif.		12.2019.	Idejni projekt - Građevinski			
Kontrolirao	Marijan Marasović dipl. ing. građ.	Format: 32 0.18 m ²	Projekt				
Glavni projektant	mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. arhif.		Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca				
Tipski nacrt	1:100	Mjerilo:	Sadržaj				
			KARAKTERISTIČNI PRESJEK NASIPA TIP 1 TIP 1b - Nasip s obaloutvrdom				
			Vrsta	Projekt	Knjiga	Prilog	listova
			G2	O89.00.02	G01.0	405	2
							list
							2

KARAKTERISTIČNI PRESJEK NASIPA TIP 2a

MJERILO 1:100

TUMAČ OZNAKA

- ① OBRADA TEMELJNE POVRŠINE - skidanje humusa i zbijanje
- ② ZAMJENA MATERIJALA d=1,00 m
- ③ TIJELO NASIPA - glineni materijal
- ④ ZAŠTITA KOSINA d=0,20 m - humus i trava
- ⑤ KAMENI NABAČAJ d=0,40 m - Ø 10-30 cm
- ⑥ PROCJEDNA KANALICA - beton
- ⑦ GEOTEKSTIL
- ⑧ HORIZONTALNI DREN - filtarski materijal
- ⑨ ZAGLINJENI ŠLJUNAK d=0,30 m
- ⑩ NOŽICA OBALOUTVRDE - kameni nabačaj d=1,50 m - Ø 10-30 cm



HRVATSKA KOMORA INŽINJERA GRAĐEVINARSTVA
Danijel Krešić
mag. ing. aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4507

		Investitor		HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant		Gradjevina		Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina	
Izradio		Vrsta		Idejni projekt - građevinski	
Kontrolirao		Projekt		Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca	
Glavni projektant		Sadržaj		KARAKTERISTIČNI PRESJEK NASIPA TIP 2 TIP 2a - Nasip s obaloutvrdom, nagib pokosa 1:1,5	
Tipski nacrt		Mjerilo		1:100	
		Vrsta		Projekt	
		Knjiga		G01.0	
		Prilog		406	
		listova		2	
		list		1	

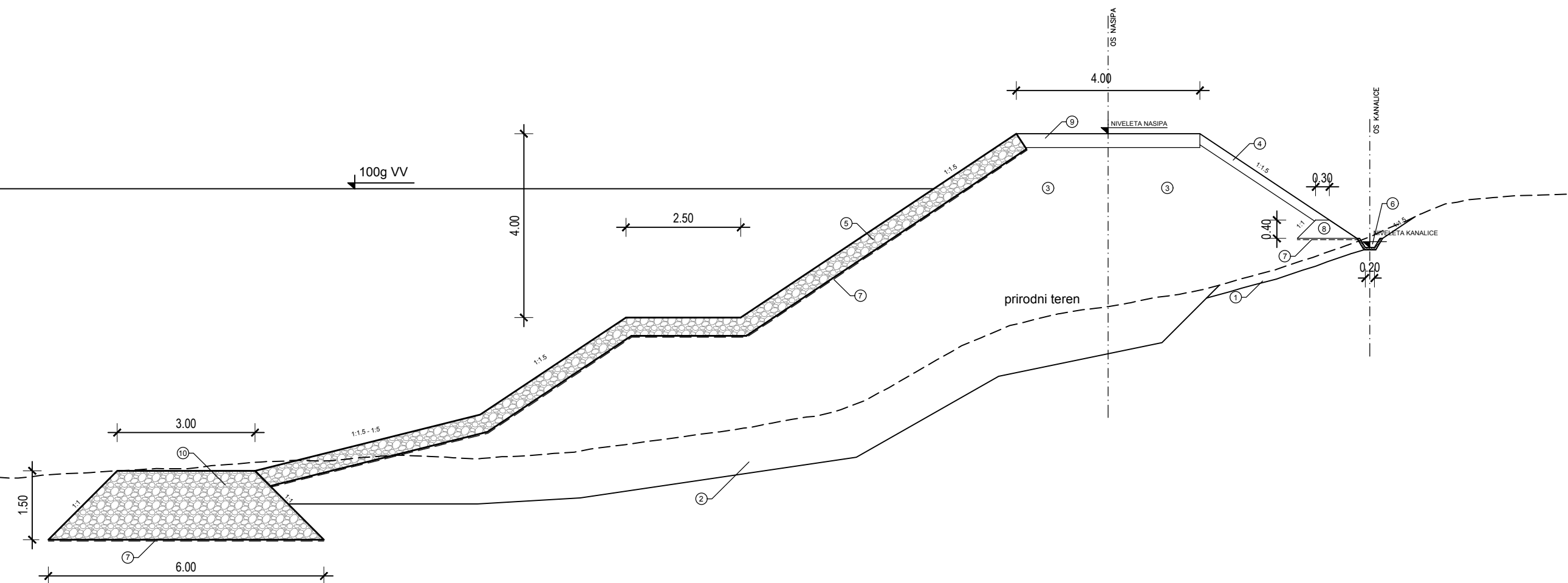
KARAKTERISTIČNI PRESJEK NASIPA TIP 2b

MJERILO 1:100

TUMAČ OZNAKA

- ① OBRADA TEMELJNE POVRŠINE - skidanje humusa i zbijanje
- ② ZAMJENA MATERIJALA d=1,00 m
- ③ TIJELO NASIPA - glineni materijal
- ④ ZAŠTITA KOSINA d=0,20 m - humus i trava
- ⑤ KAMENI NABAČAJ d=0,40 m - Ø 10-30 cm
- ⑥ PROCJEDNA KANALICA - beton
- ⑦ GEOTEKSTIL
- ⑧ HORIZONTALNI DREN - filtrarski materijal
- ⑨ ZAGLINJENI ŠLJUNAK d=0,30 m
- ⑩ NOŽICA OBALOUTVRDE - kameni nabačaj d=1,50 m - Ø 10-30 cm

rijeka Kupa



HRVATSKA KOMORA INŽINJERA GRAĐEVINARSTVA
Danijel Krešić
mag. ing. aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4507

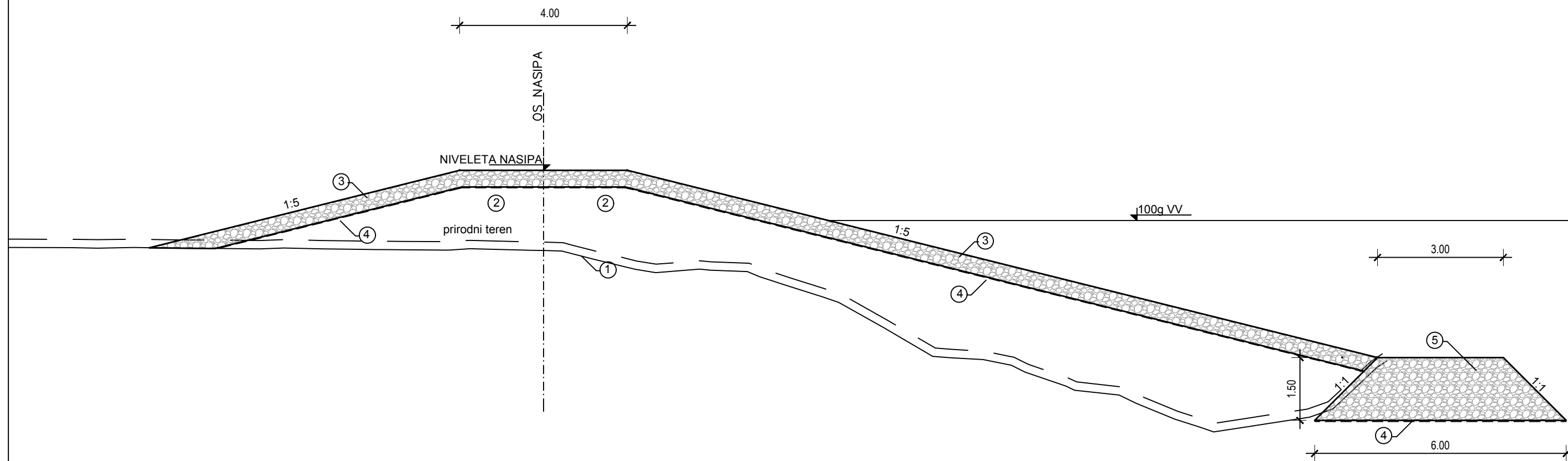
		Investitor		HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant		mr.sc.Danijel Krešić mag. ing. aedif.		Datum:	
Izradio		Ivan Birovljević mag. ing. aedif.		12.2019.	
Kontrolirao		Marijan Marasović dipl. ing. građ.		Format:	
Glavni projektant		mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. aedif.		32 0.18 m ²	
Tipski nacrt		Mjerilo:		1:100	
Vrsta		Projekt		Knjiga	
G2		O89.00.02		G01.0	
Prilog		406		listova	
				2	
				list	
				2	

KARAKTERISTIČNI PRESJEK NASIPA

MJERILO 1:100

TUMAČ OZNAKA

- ① OBRADA TEMELJNE POVRŠINE - skidanje humusa i zbijanje
- ② TIJELO NASIPA - glineni materijal
- ③ OBALOUTVRDA - kameni nabačaj d=0,40 m - Ø 10-30 cm
- ④ GEOTEKSTIL
- ⑤ NOŽICA OBALOUTVRDE - kameni nabačaj d=0,40 m - Ø 10-30 cm



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Danijel Krešić
 mag. ing. arhif.
 ovlašten inženjer građevinarstva
 G 4507

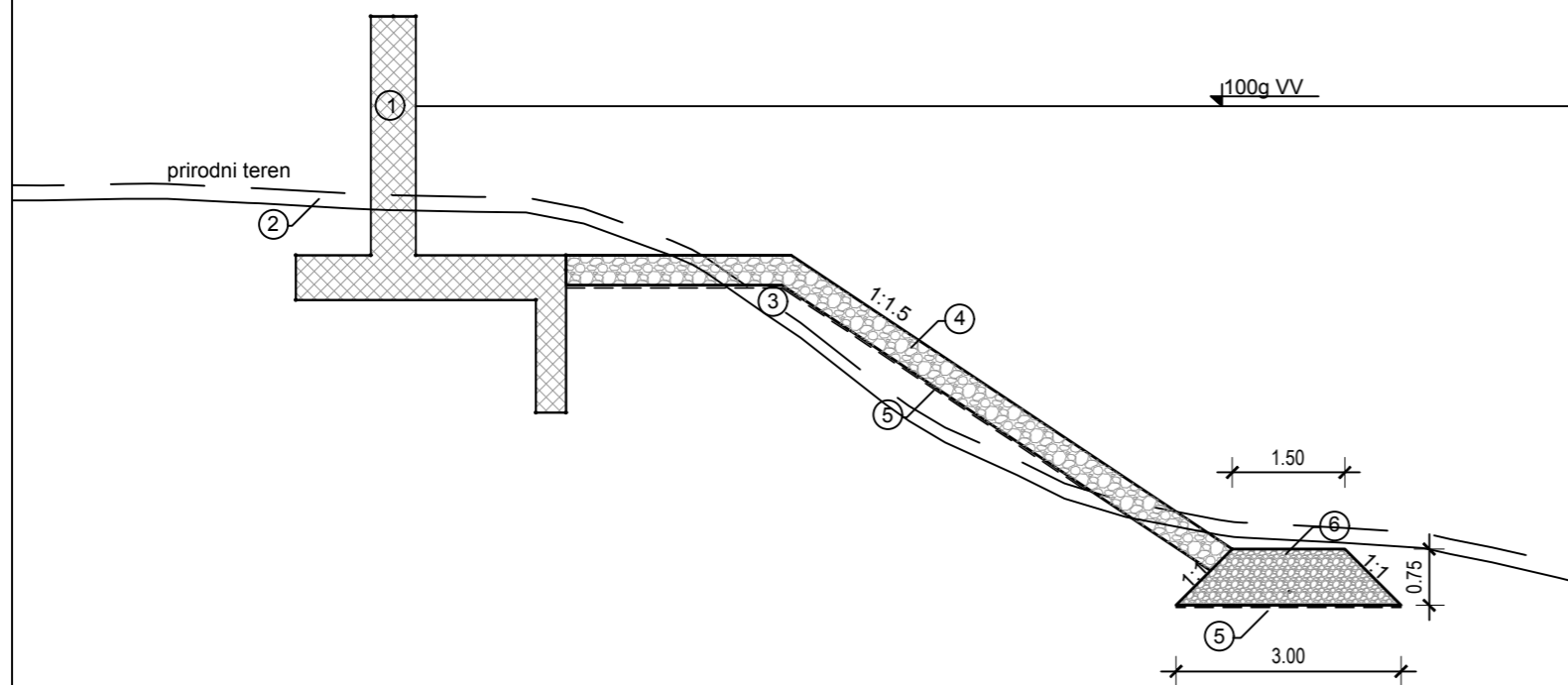
		Investitor		HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb			
		Građevina		Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina			
Projektant	mr.sc.Danijel Krešić mag. ing. arhif.	Datum:	Vrsta				Idejni projekt - Građevinski
Izradio	Matea Gudelj mag. ing. arhif.		12.2019.	Projekt				Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca
Kontrolirao	Marijan Marasović dipl. ing. građ.	Format: 32 0.18 m ²	Sadržaj				KARAKTERISTIČNI PRESJEK NASIPA S OBALOUTVRDOM TIP 3 - Nasip s obaloutvrdom
Glavni projektant	mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. arhif.		Mjerilo:	Vrsta	Projekt	Knjiga	Prilog	listova 1
Tipski nacrt		1:100	G2	O89.00.02	G01.0	407	list 1

KARAKTERISTIČNI PRESJEK ZIDA S OBALOUTVRDOM

MJERILO 1:100

TUMAČ OZNAKA

- ① AB OBRAMBENI ZID
- ② OBRADA TEMELJNE POVRŠINE - skidanje humusa i zbijanje
- ③ ISPUNA OD ZEMLJANOG MATERIJALA
- ④ OBALOUTVRDA - kameni nabačaj d=0,40 m - Ø 10-30 cm
- ⑤ GEOTEKSTIL
- ⑥ NOŽICA OBALOUTVRDE - kameni nabačaj d=0,40 m - Ø 10-30 cm

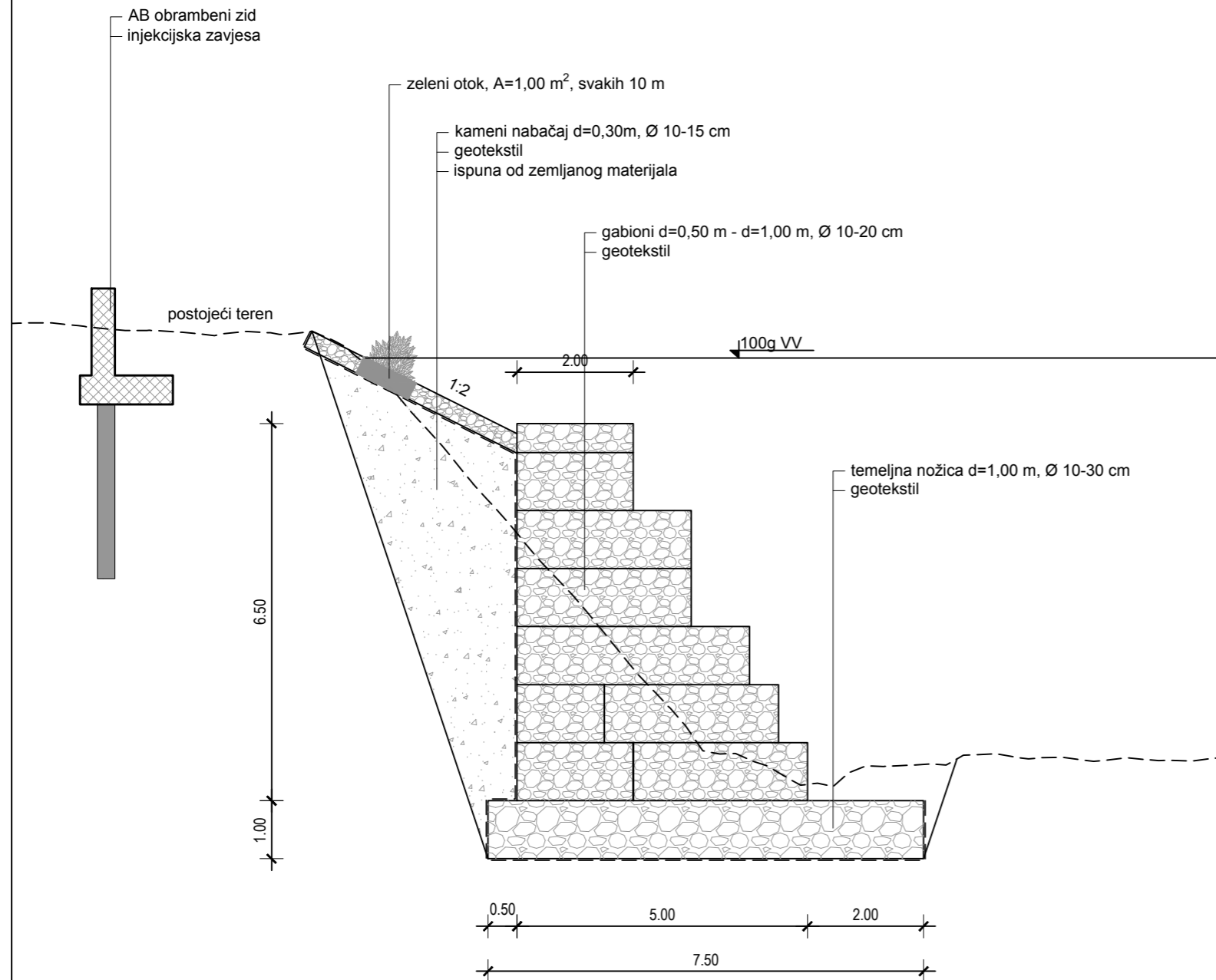


HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Danijel Krešić
mag. ing. aedif.
Članički broj: 4507
G 4507

		Investitor		HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb							
		Građevina		Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupa i Dobri i retenciji Kupčina							
Projektant	mr.sc.Danijel Krešić mag. ing. aedif.	Datum:	Vrsta				Idejni projekt - Građevinski				
Izradio	Matea Gudelj mag. ing. aedif.		12.2019.	Projekt				Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca			
Kontrolirao	Marijan Marasović dipl. ing. građ.	Format:	Sadržaj				KARAKTERISTIČNI PRESJEK ZIDA S OBALOUTVRDOM TIP 4a - Zid s obaloutvrdom				
Glavni projektant	mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. aedif.		A3 0.13 m ²	Mjerilo:				Vrsta	Projekt	Knjiga	Prilog	listova
Tipski nacrt		1:100	G2	O89.00.02	G01.0	408	2				1

KARAKTERISTIČNI PRESJEK ZIDA S OBALOUTVRDOM

MJERILO 1:100



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Danijel Krešić
mag. ing. aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4507

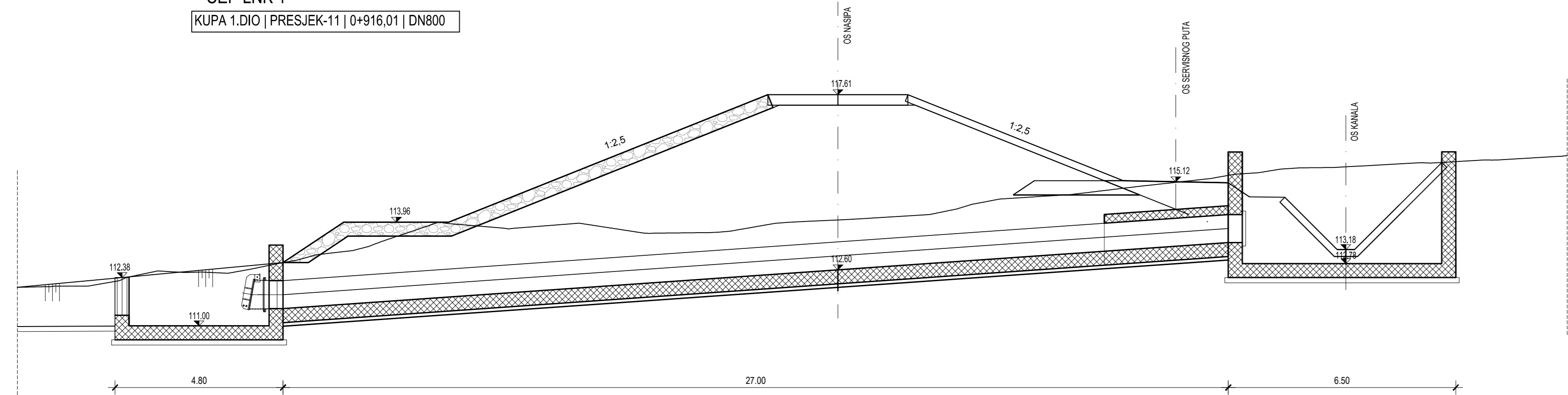
© Elektroprojekt d.d. - pridržava sva neprenesena prava

		Investitor		HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb				
		Građevina		Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupa i Dobri i retenciji Kupčina				
Projektant	mr.sc.Danijel Krešić mag. ing. aedif.		Datum:	Vrsta				
Izradio	Matea Gudelj mag. ing. aedif.		12.2019.	Idejni projekt - Građevinski				
Kontrolirao	Marijan Marasović dipl. ing. građ.		Format:	Sadržaj				
Glavni projektant	mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. aedif.		A3 0.14 m ²	KARAKTERISTIČNI PRESJEK ZIDA TIP 4b - Zid s obaloutvrdom od gabionskih madraca				
Tipski nacrt			Mjerilo:	Vrsta	Projekt	Knjiga	Prilog	listova
			1:100	G2	O89.00.02	G01.0	408	2 list 2

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno

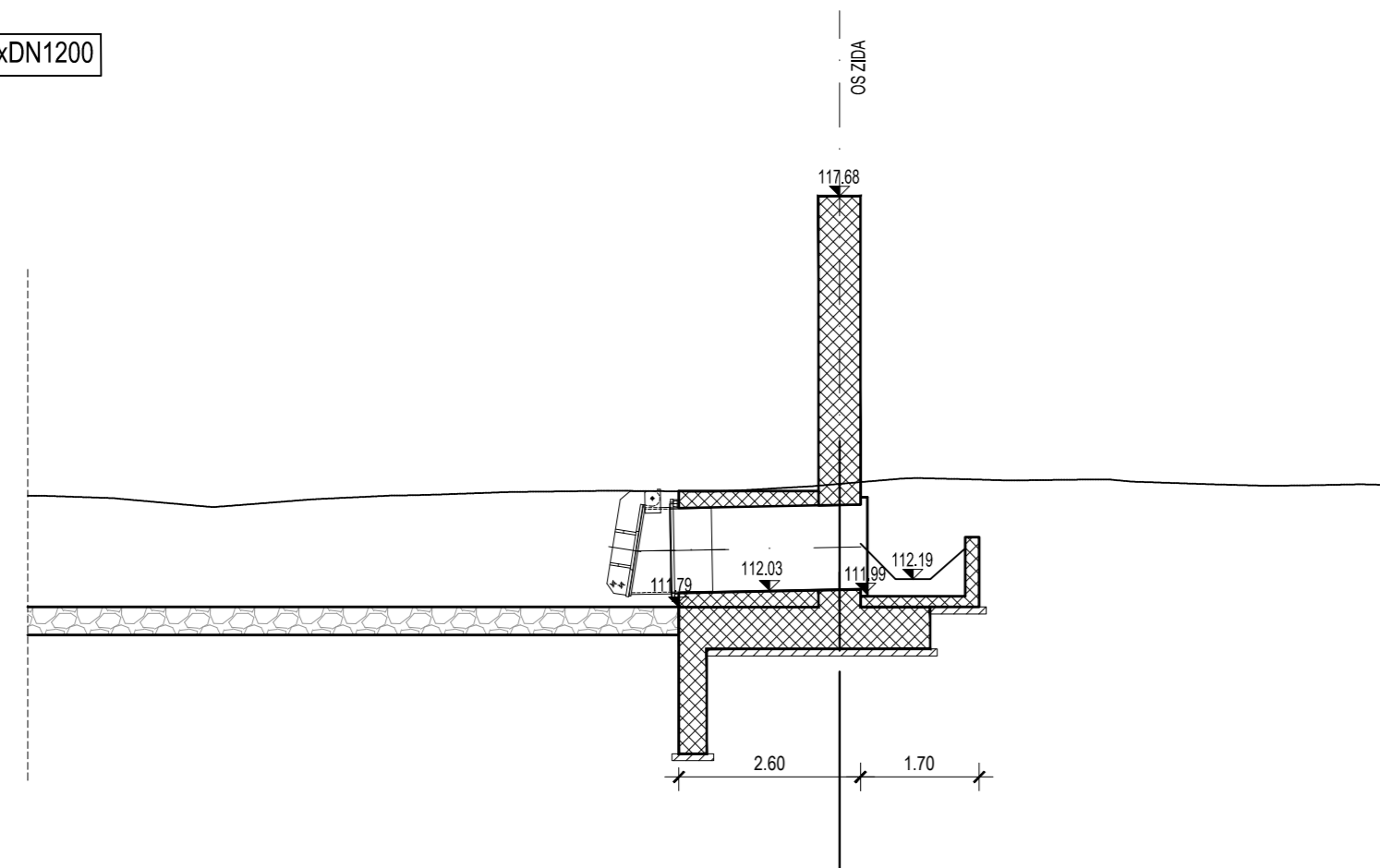
ČEP LNK 1

KUPA 1.DIO | PRESJEK-11 | 0+916,01 | DN800



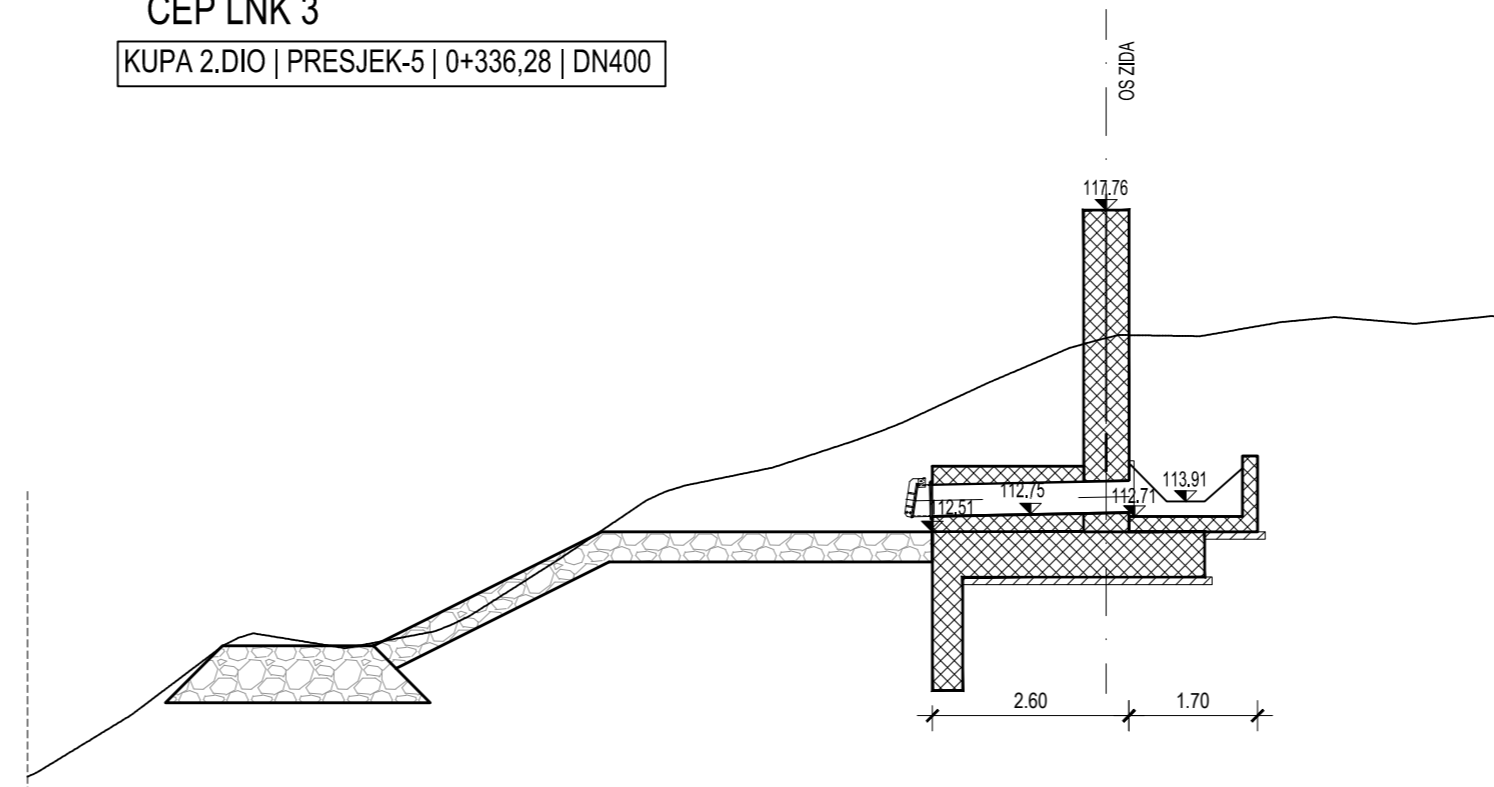
ČEP LNK 2

KUPA 1.DIO | PRESJEK-15 | 1+236,36 | 2xDN1200



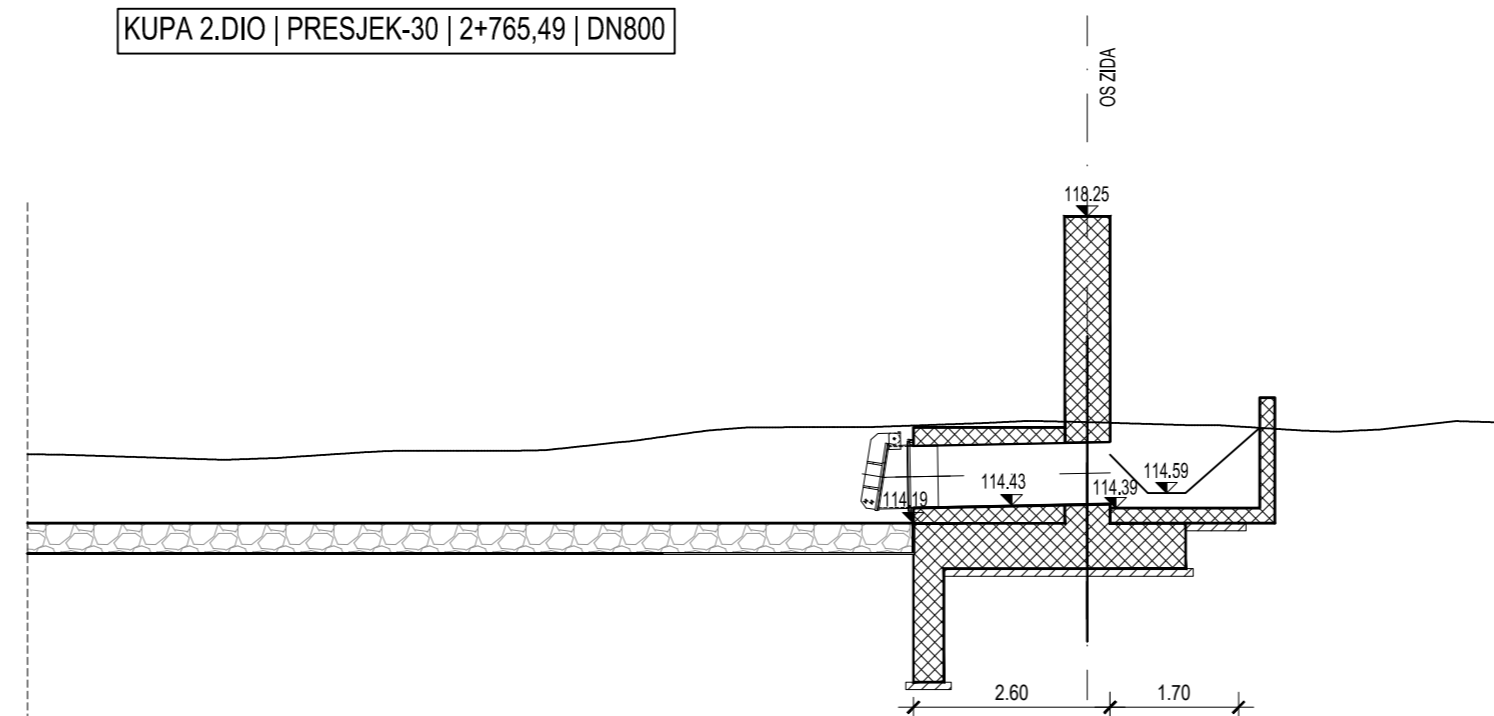
ČEP LNK 3

KUPA 2.DIO | PRESJEK-5 | 0+336,28 | DN400



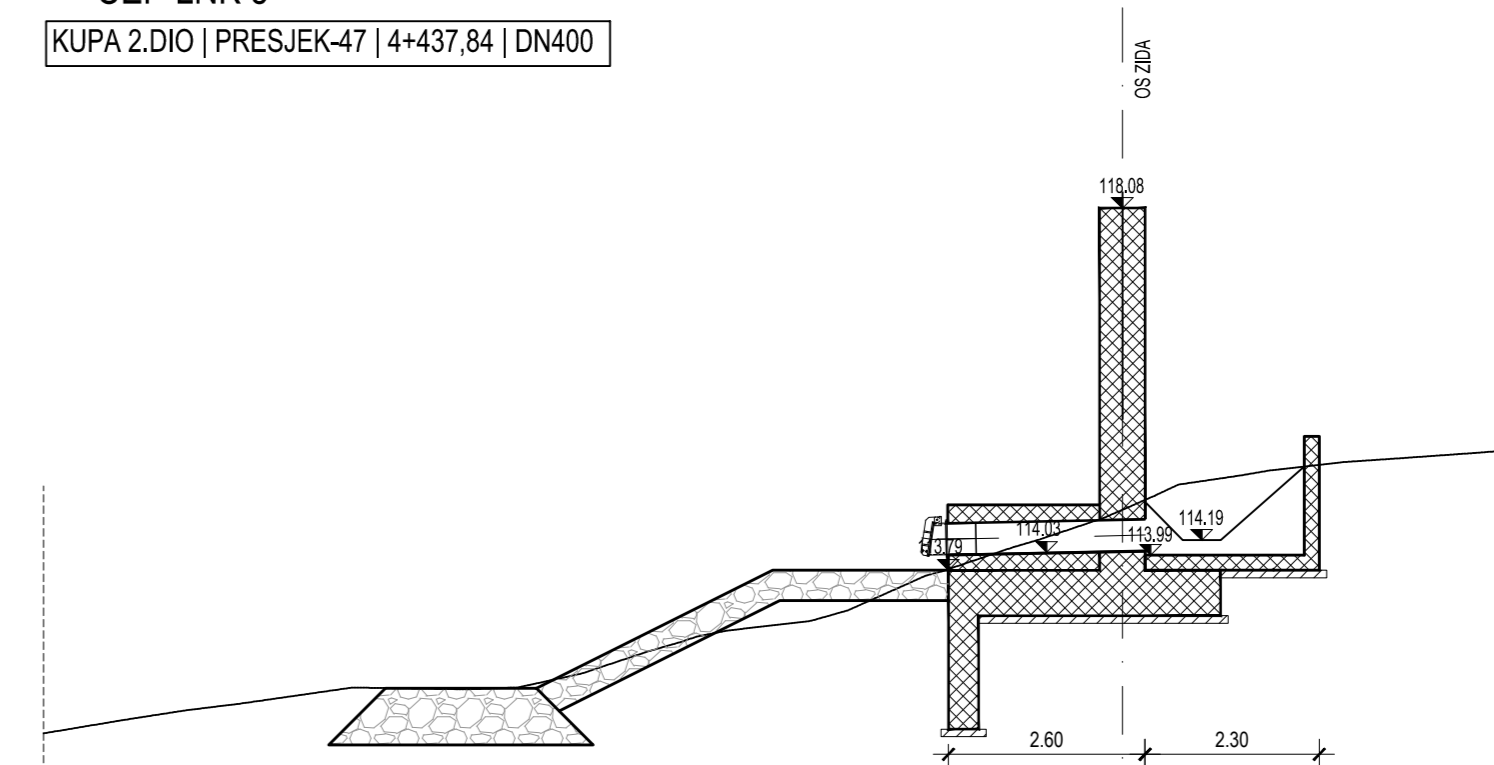
ČEP LNK 4

KUPA 2.DIO | PRESJEK-30 | 2+765,49 | DN800



ČEP LNK 5

KUPA 2.DIO | PRESJEK-47 | 4+437,84 | DN400



ČEPOVI KROZ NASIP I ZID LIJEVA OBALA KUPE (1.DIO)

MJERILO 1:100

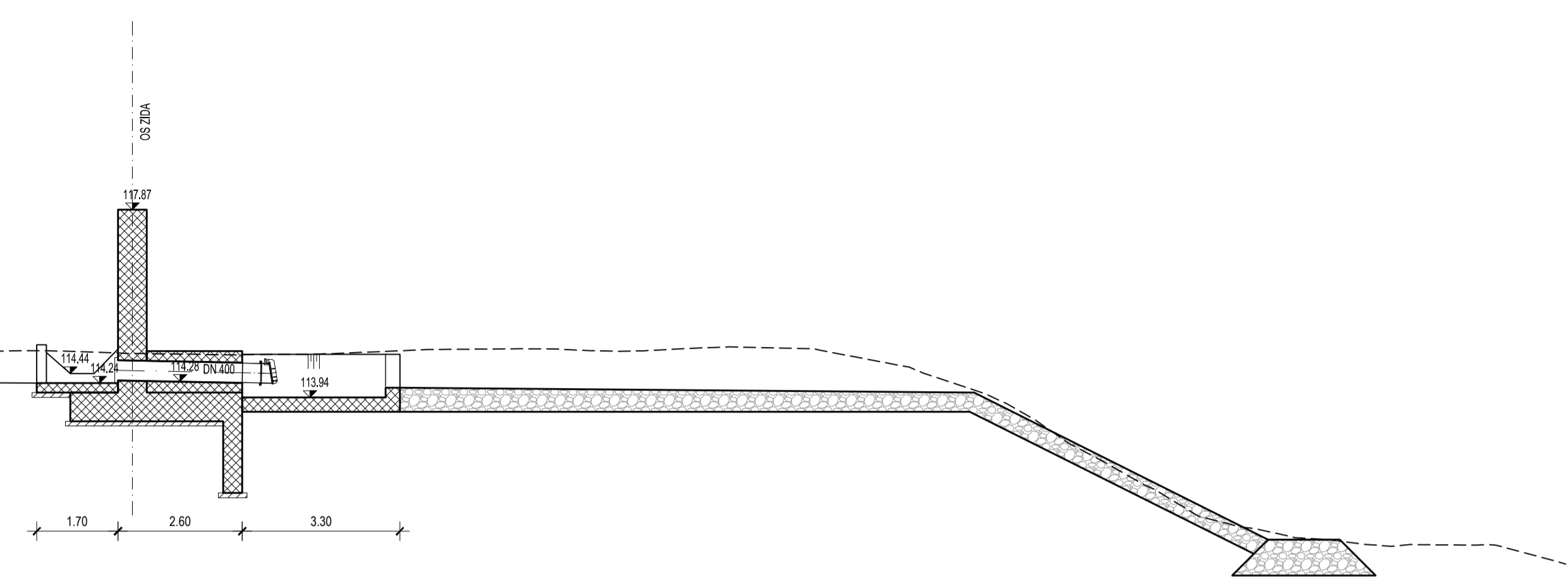


		Investitor: HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant: mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. arhif.		Datum: 12.2019.	
Izradio: Matea Gudej mag. ing. arhif.		Vrsta: Idejni projekt - Građevinski	
Kontrolirao: Marijan Marasović dipl. ing. građ.		Projekt: Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca	
Glavni projektant: mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. arhif.		Format: A3+ 0.40 m ²	
Tipski nacrt		Mjerilo: 1:5000/100	
Vrsta: G2		Projekt: O89.00.02	
Knjiga: G01.0		Prilog: 501	
Prilog: 501		lista: 1	

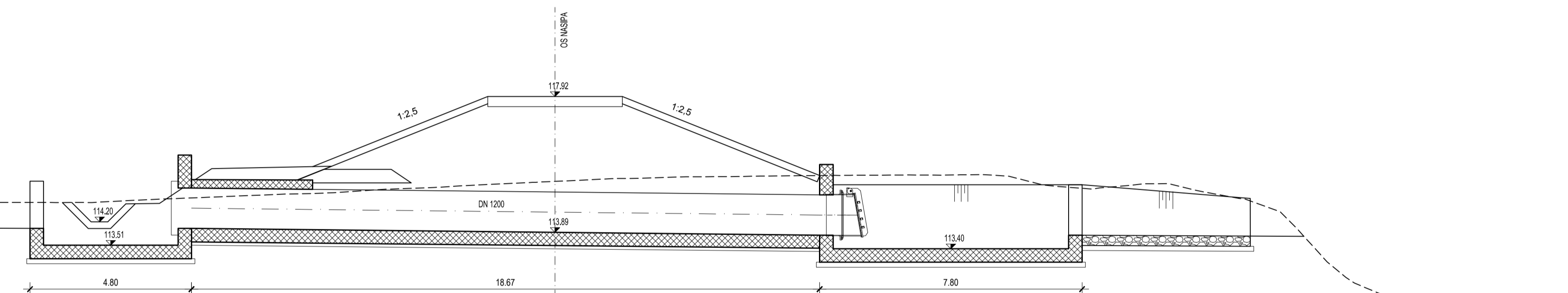
ČEPOVI KROZ NASIP I ZID
UZ DESNU OBALU KUPE

MJERILO 1:100

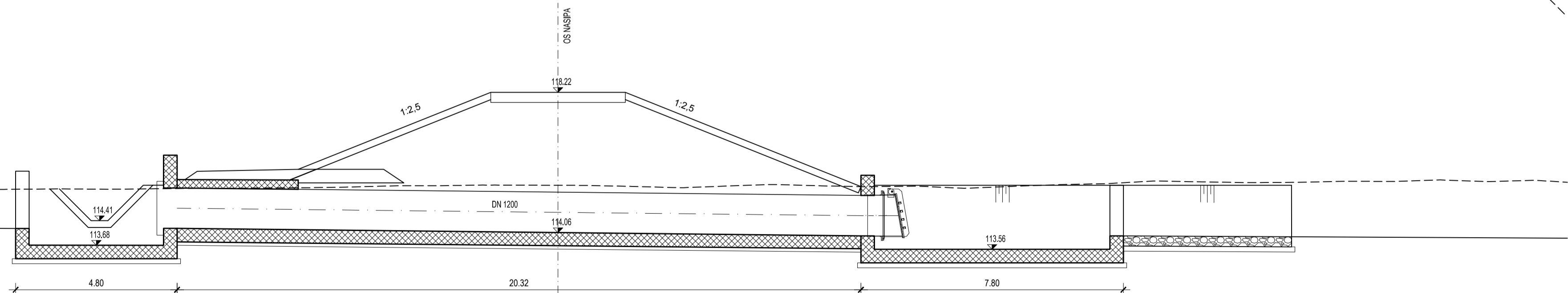
ČEP DNK 1, 0+573,20



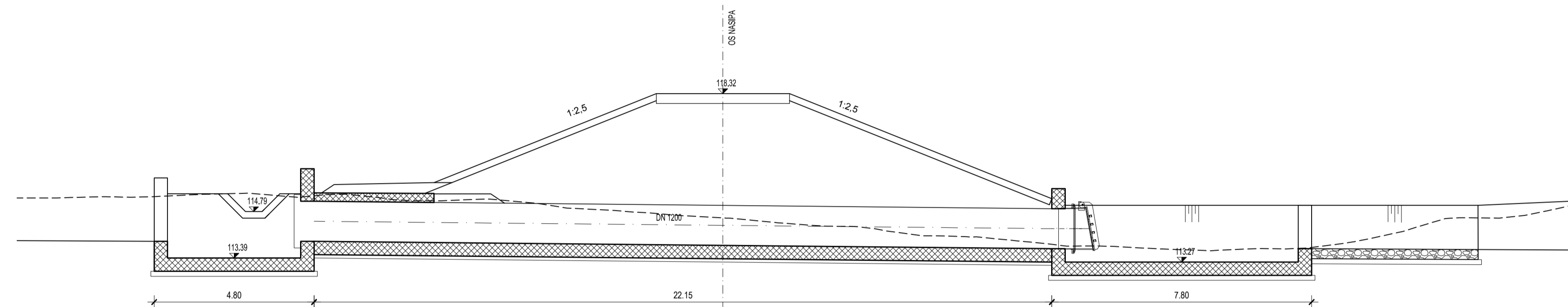
ČEP DNK 2, 0+850,00



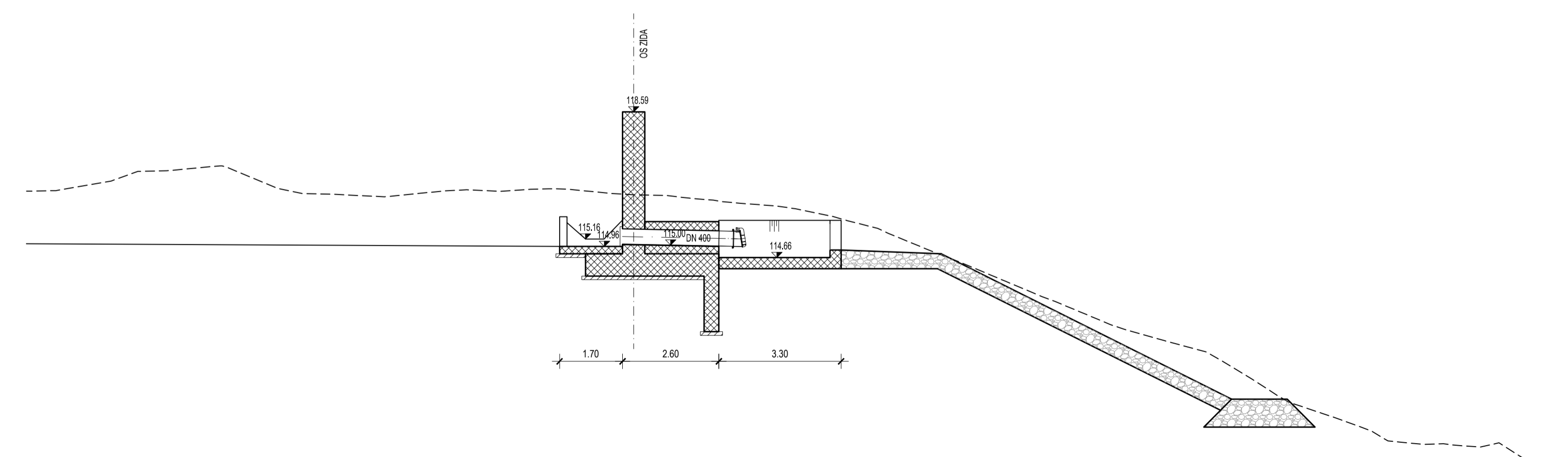
ČEP DNK 3, 2+457,96




ČEP DNK 4, 2+956,93



ČEP DNK 5, 4+408,12



HRVATSKA KOVODA INŽINJERSKO GRAĐEVINARSTVA
Danijel Krešić
mag. ing. arh. arh.
Diplomirani inženjer građevinarstva
G 4507

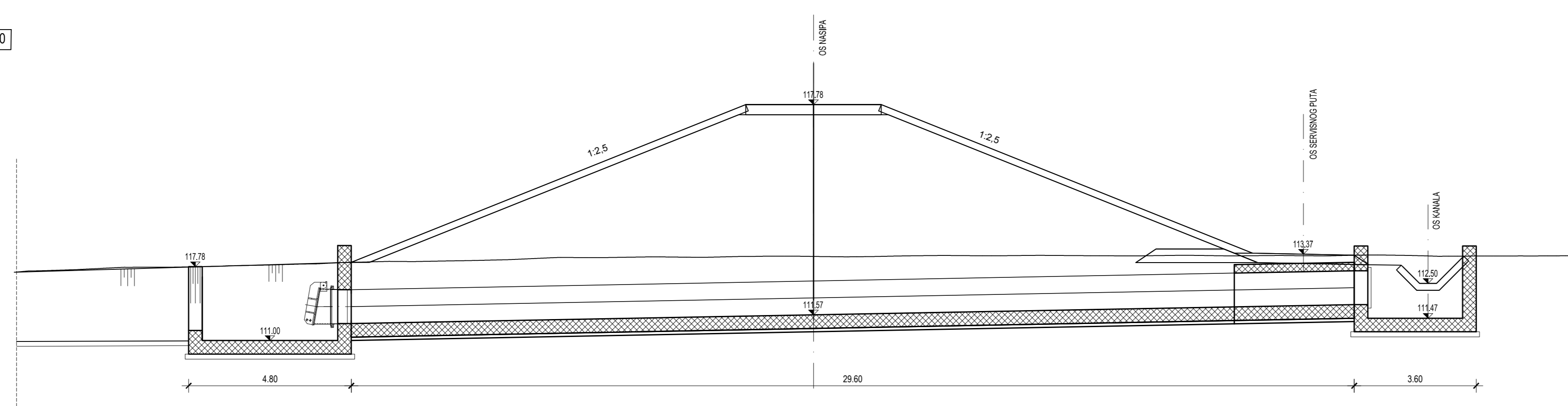
		Investitor HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
Projektant mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. arh. arh.		Građevina PREGRADA BROADARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINA	
Izdradio Ivan Birovčević mag. ing. arh. arh.		Vrsta Idejni projekt - građevinski	
Kontrolirao Marjan Marasović dipl. ing. grad.		Projekt USPORN I NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD BROADARACA	
Glavni projektant mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. arh. arh.		Sadržaj Uzdužni presjeci čepova od 1 do 5 kroz nasip i zid uz desnu obalu Kupe na stac. nasipa 0+573, 0+850, 2+457, 2+956 i 4+408	
Datum: 12.2019.		Vrsta Projekt	
Mjerilo: 1:100		Knjiga G01.0	
Format: 20 (0.35 m ²)		Prilog 502	
Tipski nacrt		listova 1 list 1	

© Elektroprojekt d.d. - pričuva svih prava na radu

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno

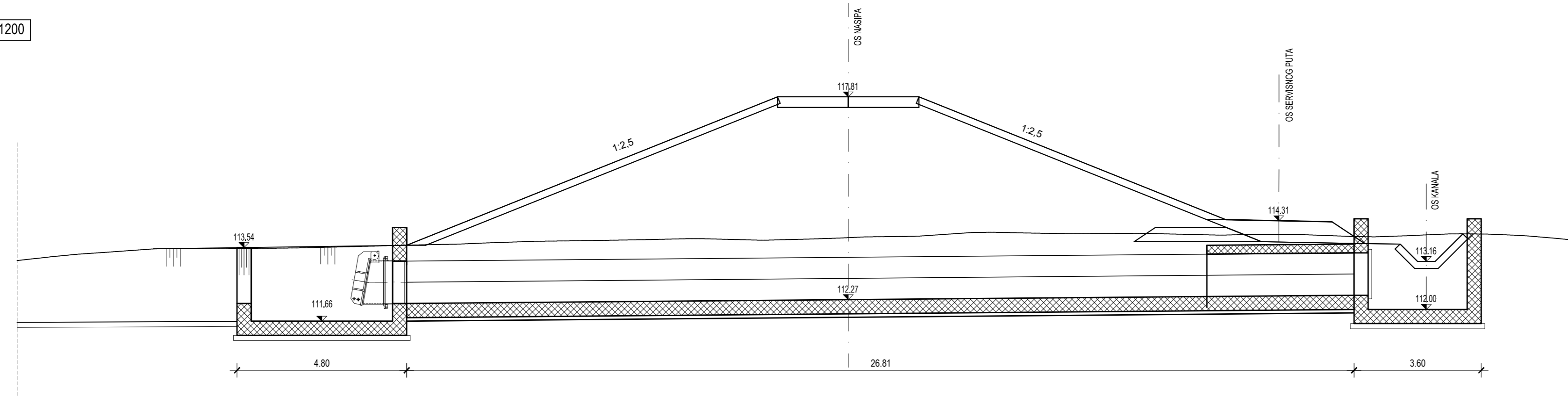
ČEP LND 1

DOBRA | PRESJEK-5 | 0+368,59 | DN1000



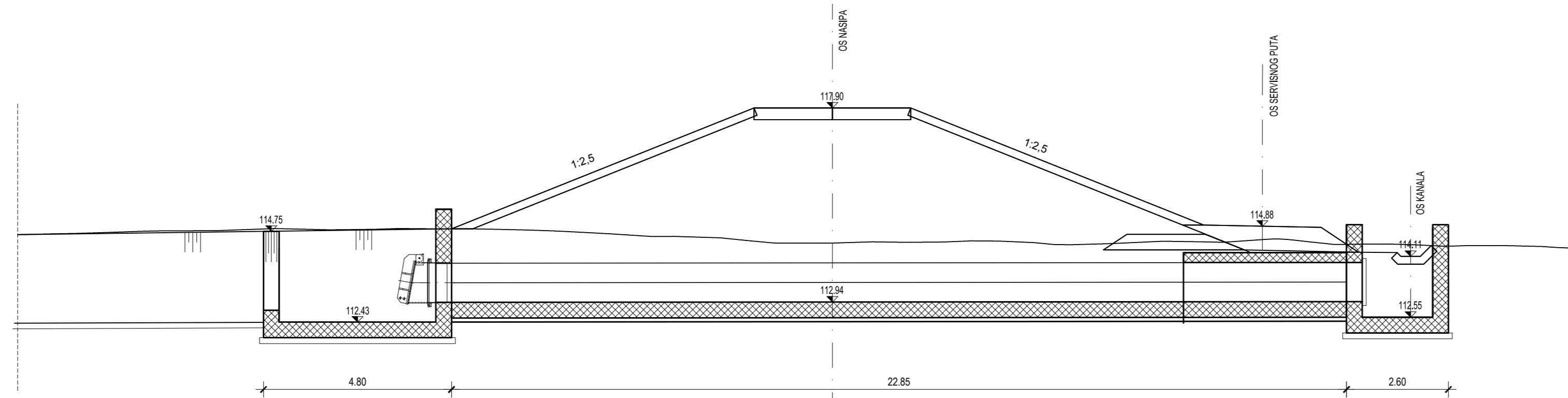
ČEP LND 2

DOBRA | PRESJEK-13 | 1+016,98 | 4xDN1200



ČEP LND 3

DOBRA | PRESJEK-31 | 2+710,16 | DN1000



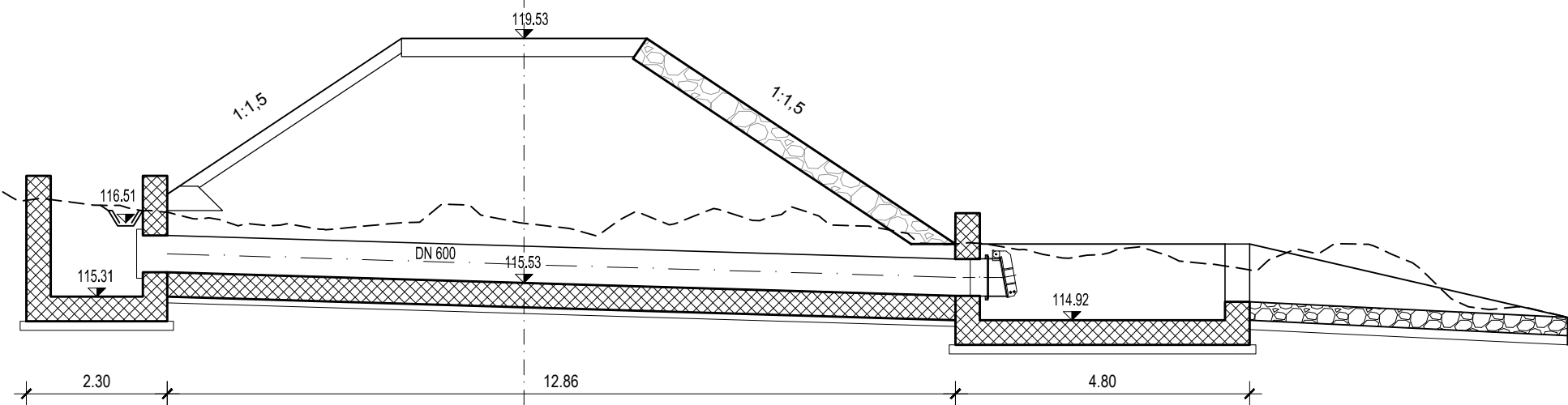
ČEPOVI KROZ NASIP
LIJEVA OBALA DOBRE

MJERILO 1:100

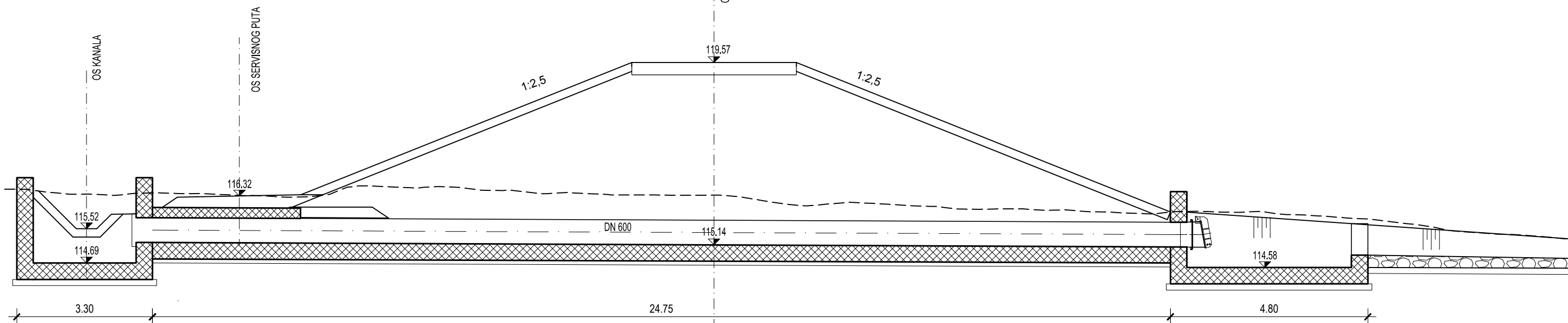


		Investitor		HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb	
		Projektant		mr.sc.Danijel Krešić mag. ing. aedif. <i>DK</i>	
Izradio		Ivan Birovjević mag. ing. aedif. <i>Ivan</i>		Građevina	
Kontrolirao		Marijan Marasović dipl. ing. građ. <i>MM</i>		PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINA	
Glavni projektant		mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. aedif. <i>DK</i>		Vrsta	
Datum:		12.2019.		Idejni projekt - građevinski	
Mjerilo:		1:100		Projekt	
Format:		20 (0.35 m ²)		USPORNİ NASIPI UZ KUPU I DOBRU UZVODNO OD BRODARACA	
Tipski nacrt				Sadržaj	
				Uzdužni presjeci čepova kroz nasip i zid uz lijevu obalu Dobre na stac. 0+369, 1+017 i 2+710	
				Vrsta	
		G2		Projekt	
		O89.00.02		Knjiga	
		G01.0		Prilog	
		503		listova	
				1	
				list	
				1	

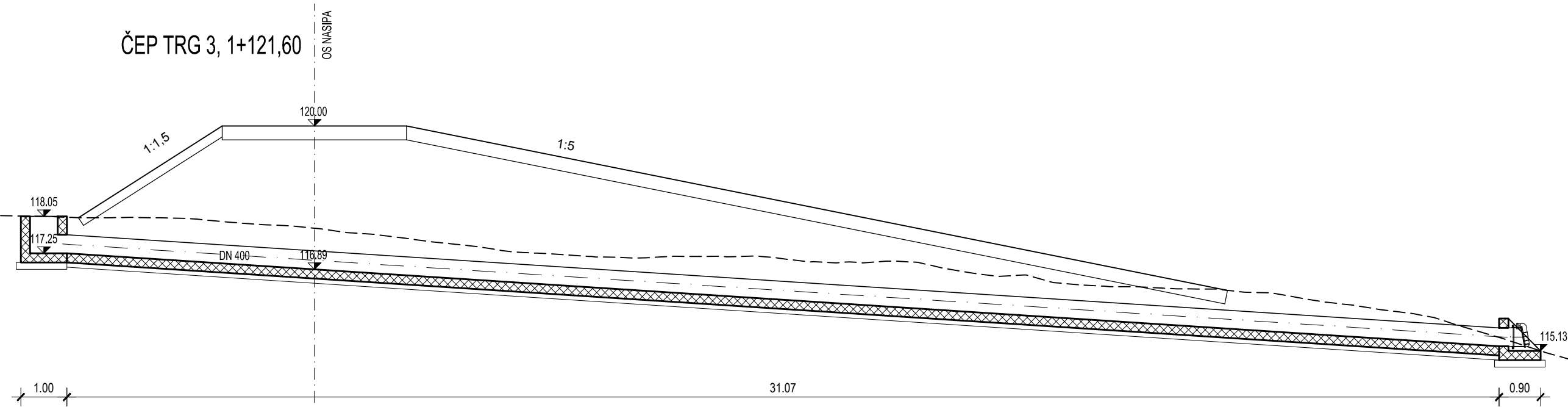
ČEP TRG 1, 0+013,40



ČEP TRG 2, 0+112,11



ČEP TRG 3, 1+121,60



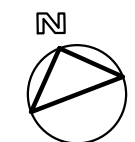
ČEPOVI KROZ NASIP U MJESTU TRG

MJERILO 1:100

HRVATSKA KOMORA INŽINJERA GRAĐEVINARSTVA
Danijel Krešić
mag. ing. aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4507

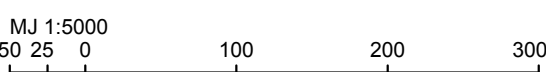
		Investitor	HRVATSKE VODE Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb			
Projektant	mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. aedif.	Datum:	12.2019.			
Izradio	Ivan Birovljević mag. ing. aedif.	Format:	32 0.18 m ²			
Kontrolirao	Marijan Marasović dipl. ing. građ.	Mjerilo:	1:100			
Glavni projektant	mr. sc. Danijel Krešić mag. ing. aedif.	Vrsta	Projekt	Knjiga	Prilog	listova 1 list 1
Tipski nacrt		G2	O89.00.02	G01.0	504	
		Gradevina	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupa i Dobri i retenciji Kupčina			
		Vrsta	Idejni projekt - građevinski			
		Projekt	Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca			
		Sadržaj	Uzdužni presjeci čepova 1, 2 i 3 kroz nasip uz desnu obalu Kupe u Trgu na stac. nasipa 0+013,40, 0+112,11 i 1+121,60			

SITUACIJA NASIPA S LOKACIJAMA ISTRAŽNIH RADOVA



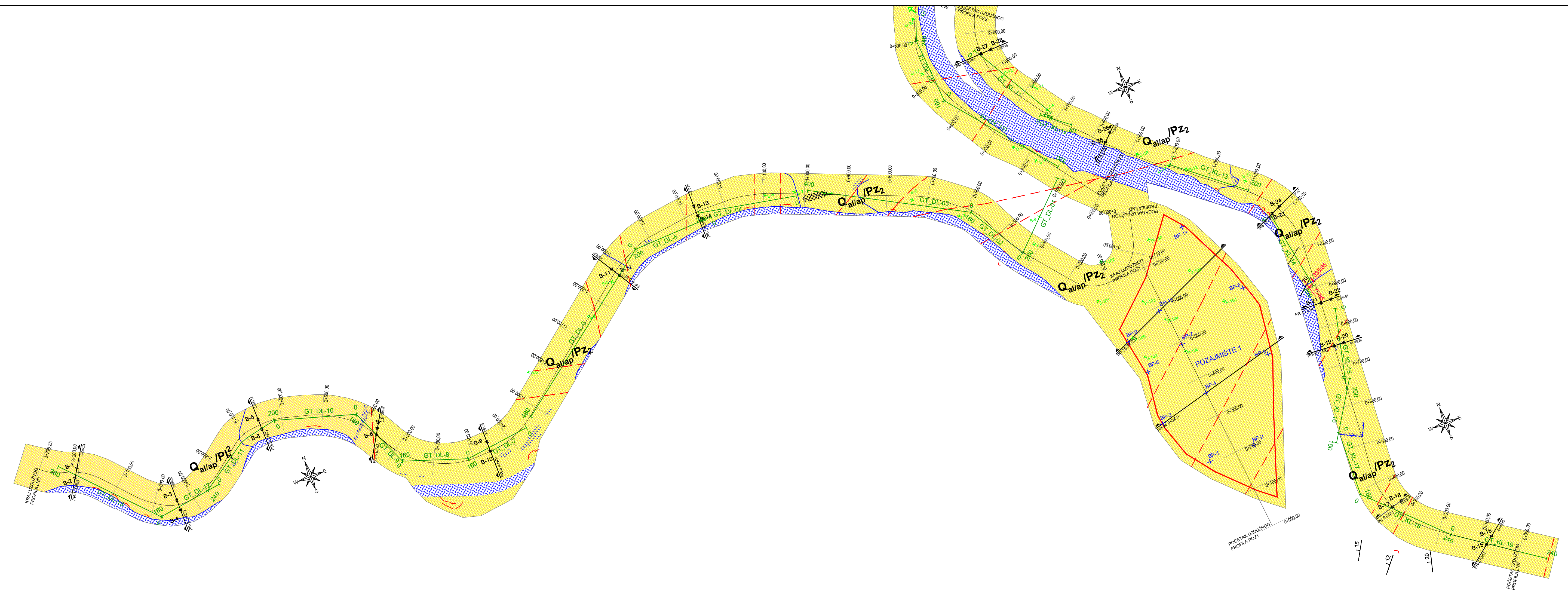
LEGENDA:

- C, M, S, G; Q_{al}ap** Glina, prah, pijesak, šljunak; aluvij/sedimenti poplava - kvartar (holocen). POKRIVAČ-naslage promjenjive vodopropusnosti
- Ms, S, Ss; P₁²** Lapani glinoviti i pjeskoviti, pijesci, pjesčenjaci; gornji pant (P₁²). PODLOGA-slabo propusne naslage
- Cg, Ss, Sh; P₂²** Kvarcni konglomerati, pjesčenjaci, šejlovi; paleozoik (P₂²). PODLOGA-nepropusne naslage
- Rijeka (Kupa i Dobra)
- Q_{al}ap / P₁²** Naslage pokrivača/naslage podloge.
- Q_{al}ap / P₂²** Rasjedi - pretpostavljeni na temelju OGK i geofizičkih ispitivanja
- BP-1** Pozajmište materijala s bušotinom, 2019. g. (4 LOKACIJE)
- S-1 D-1** Istraživačka bušotina, 1981. g.
- P-1 J-1** Istraživačka bušotina, na pozajmištu, 1981. g.
- Ulegnuće na površini terena sa čestim zadržavanjem vode ili močvarno raslinje
- Ulegnuće na površini terena (suho)
- Nestabilnosti uz korito rijeke (fosilni ili potencijalni odroni)
- Nagnuto drvo
- Stalan ili povremen tok vode (kanal ili vodotok)
- Vododerina (jaružanje)
- B-1** Istraživačka bušotina, 2019. g.
- Profil geoelektrične tomografije 0 GT_KL-01
- Pozicija uzdužnog inženjerskeološkog profila
- Pozicija poprečnog inženjerskeološkog profila



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
dr.sc. Davor Milaković
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 619

		Investitor		HRVATSKE VODE ULICA GRADA VUKOVARA 220, ZAGREB	
Projektant		Datum:		Vrsta	
dr.sc.Davor Milaković dipl.ing.građ.		12. 2019.		Idejni projekt - građevinski	
Izradio		Format:		Projekt	
Vlatka Vučić Graffius mag.ing.geol.		A4+		Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca	
Kontrolirao		Mjerilo:		Sadržaj	
Marijan Marasović dipl.ing.građ.		1:5000		SITUACIJA NASIPA S LOKACIJAMA ISTRAŽNIH RADOVA	
Tipski nacrt		Vrsta		Projekt	
		G2		O89.00.02	
		Knjiga		Prilog	
		G01.0		601	
		list		list	
		03		01	



© Elektroprojekt d.o.o. - pridržava sva neprenesena prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno

SITUACIJA NASIPA S LOKACIJAMA ISTRAŽNIH RADOVA



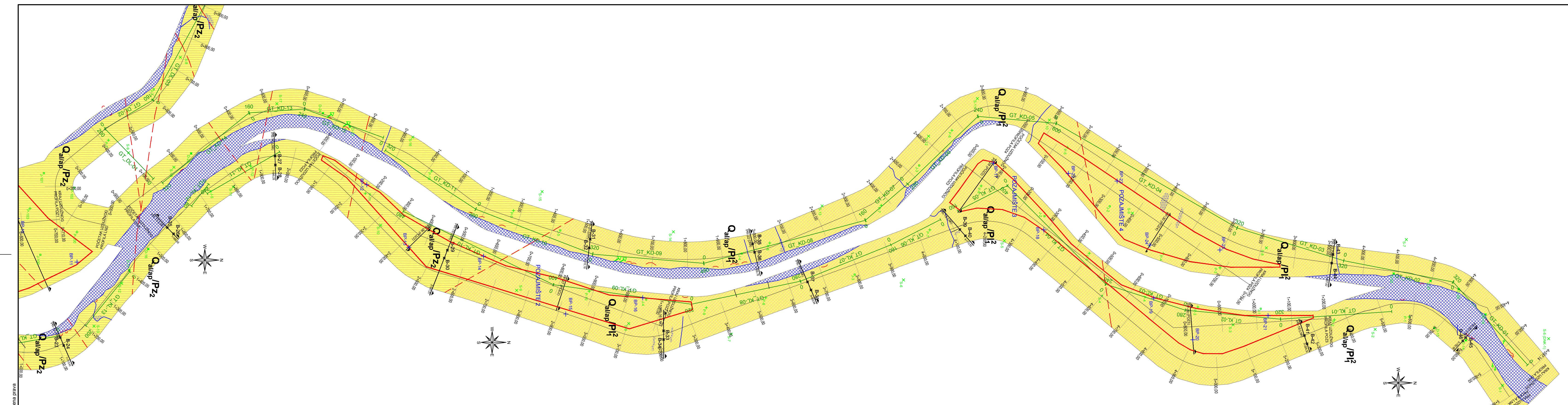
LEGENDA:

- C,M,S,G; Q_{al/ap}** Glina, prah, pijesak, šljunak; aluvij/sedimenti poplava - kvartar (holocen), POKRIVAČ-naslage promjenjive vodopropusnosti
- Ms,S,Ss; P₁²** Laponi glinoviti i pjeskoviti, pijesci, pjesčenjaci; gornji pont (P₁²); PODLOGA-slabo propusne naslage
- Cg,Ss,Sh; P₂** Kvarcni konglomerati, pjesčenjaci, šejlovi; paleozoik (P₂); PODLOGA-nepropusne naslage
- Rijeka (Kupa i Dobra)
- Q_{al/ap}/P₁²** Naslage pokrivača/naslage podloge.
- Q_{al/ap}/P₂** Rasjedi - pretpostavljeni na temelju OGK i geofizičkih ispitivanja
- BP-1** Pozajmište materijala s bušotinom, 2019. g. (4 LOKACIJE)
- S-1 D-1** Istraživačka bušotina, 1981. g.
- P-1 J-1** Istraživačka bušotina, na pozajmištu, 1981. g.
- Ulegnuće na površini terena sa čestim zadržavanjem vode i/ili močvarno raslinje
- Ulegnuće na površini terena (suho)
- Nestabilnosti uz korito rijeke (fosilni ili potencijalni odroni)
- Nagluto drvo
- Stalan ili povremeni tok vode (kanal ili vodotok)
- Vododerina (jaruzanje)
- B-1
- Istraživačka bušotina, 2019. g.
- Profil geoelektrične tomografije
- Pozicija uzdužnog inženjerskeološkog profila
- Pozicija poprečnog inženjerskeološkog profila



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
dr.sc. Davor Milaković
dipl. ing. grad.
Ovlašteni inženjer građevinarstva

		Investitor		HRVATSKE VODE ULICA GRADA VUKOVARA 220, ZAGREB	
Projektant		Datum:		Vrsta	
Izradio		12. 2019.		Projekt	
Kontrolirao		Format:		Sadržaj	
Tipski nacrt		1:5000		SITUACIJA NASIPA S LOKACIJAMA ISTRAŽNIH RADOVA	
Mjerilo:		Vrsta		Projekt	
1:5000		G2		O89.00.02	
Knjiga		Prilog		listova	
G01.0		601		03	
				list	
				02	



© Elektroprojekt d.o.o. - pridržava sva neprenesena prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno

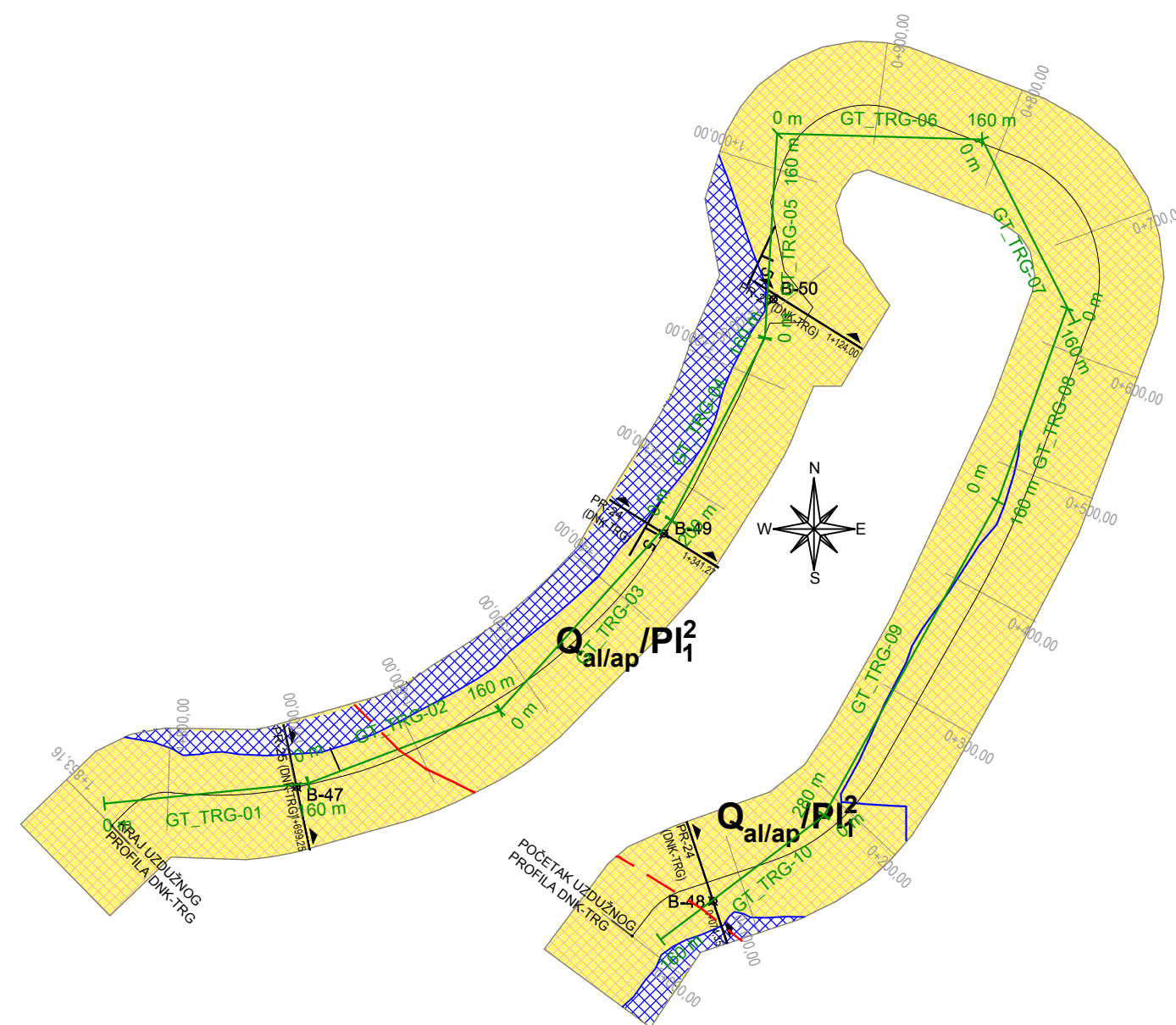
SITUACIJA NASIPA S LOKACIJAMA ISTRAŽNIH RADOVA



LEGENDA:

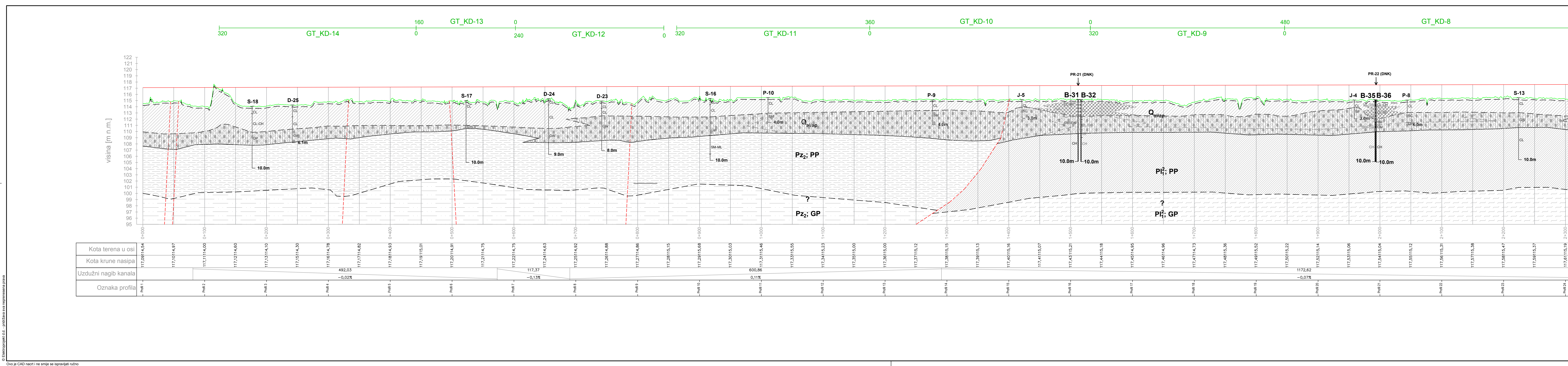
C, M, S, G; Q_{al/ap}	Glina, prah, pijesak, šljunak; aluvij/sedimenti poplava - kvartar (holocen). POKRIVAČ-naslage promjenjive vodopropusnosti	Ulegnuće na površini terena sa čestim zadržavanjem vode i/ili močvarno raslinje
Ms, S, Ss; P₁²	Laporji glinoviti i pjeskoviti, pijesci, pješčenjaci; gornji pont (P ₁ ²). PODLOGA-slabo propusne naslage	Ulegnuće na površini terena (suhu)
Cg, Ss, Sh; P₂	Kvarcni konglomerati, pješčenjaci, šejlovi; paleozoik (P ₂). PODLOGA-nepropusne naslage	Nestabilnosti uz korito rijeke (fosilni ili potencijalni odroni)
	Rijeka (Kupa i Dobra)	Nagnuto drvo
Q_{al/ap}/P₁² Q_{al/ap}/P₂	Naslage pokrivača/naslage podloge.	Stalan ili povremen tok vode (kanal ili vodotok)
	Rasjedi - pretpostavljeni na temelju OGK i geofizičkih ispitivanja	Vododerina (jaružanje)
	Pozajmište materijala s bušotinom, 2019. g. (4 LOKACIJE)	B-1 Istraživačka bušotina, 2019. g.
	S-1 D-1 Istraživačka bušotina, 1981. g.	Profil geoelektrične tomografije GT_KL-01
	P-1 J-1 Istraživačka bušotina, na pozajmištu, 1981. g.	Pozicija uzdužnog inženjerskogeološkog profila
		Pozicija poprečnog inženjerskogeološkog profila

MJ 1:5000
50 25 0 100 200 300m



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
dr.sc. Davor Milaković
dipl. ing. grad.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 619

		Investitor	HRVATSKE VODE ULICA GRADA VUKOVARA 220, ZAGREB			
Projektant		Datum:	12. 2019.			
Izradio		Vrsta	Idejni projekt - građevinski			
Kontrolirao		Projekt	Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca			
Tipski nacrt		Format:	A4+			
		Sadržaj	SITUACIJA NASIPA S LOKACIJAMA ISTRAŽNIH RADOVA			
Mjerilo:	Vrsta	Projekt	Knjiga	Prilog	listova	
1:5000	G2	O89.00.02	G01.0	601	03	03



UZDUŽNI PROGNOZIRANI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA

LEGENDA:

- Humus i gline do prah niskoplastični.
- GLINA, uglavnom niskoplastična, mjestimice nisko do viskoplastična, uglavnom lako gredivo, rjeđe lako do teško gredivo konzistentnog stanja (SPP-2-9). Gline je mjestimice sa višim sadržajem pjeska ili pjeskovita.
- GLINA do PRAH, niskoplastični, lako do teško gredivo konzistentnog stanja do PUJESAK; glinoviti i prahoviti. Javlja se mjestimice, na prelazu prema stoji pjeska i šljunka u podu.
- ŠLJUNAK I PUJESAK, najčešće prahoviti, te slabo i srednje zbijeni (SPP-3-25). Javljaju se kao mjestovita materijala (GM-SM) ili u zamjeni prodoljeka u višim ili manjim sadržajem šljunka (GM) i pjeska (SM). KVARTAR (Q_{sup})
- GLINA, niskoplastična, rjeđe niskoplastičan prah ili viskoplastična gline u podnom dijelu profila, mjestimice pjeskoviti, čvrstog konzistentnog stanja. GLINOVITI (i rjeđe PJEŠKOVITI) LAPOR - GORNJI PONT (PE) - POVRŠINSKI POJAS TROŠENJA.
- LAPOR, glinoviti (i rjeđe pjeskoviti), trošan i razlomljen. GORNJI PONT (PE) - GORNJI POJAS TROŠENJA.
- ODLOMCI I KRŠJE ŠEJLA, PUJEŠČENJAKA i rjeđe KONGLOMERATA, vezani glinom, prahom i pjeskom. PERM (P₂) - POVRŠINSKI POJAS TROŠENJA.
- ŠEJLA, PUJEŠČENJAK (i rjeđe KONGLOMERAT u izmjeni; trošan i razlomljen). PERM (P₂) - GORNJI POJAS TROŠENJA.
- Granice između stratigrafskih članova (puna crta), litoloških članova ili pojedina trošenja (orkano-deblje), te manji prodoljci ili postojena trošenja unutar istog litološkog člana (crtkano-tanje)
- Rasjed
- Istraživačke bušotine, 2019. g. - po osi nasipa (10 m) - na pozajmlju (4 m)
- Istraživačke bušotine (+bušotina na pozajmlju), 1981. g.
- Profil geoelektrične tomografije
- Poprečni inženjersko-geološki profil na lokaciji nasipa

HRVATSKA KONGOR INŽENJERSKA GRAĐEVINARSKA DR. SC. DAVOR MILOKOVIĆ dipl. ing. grad. Ovlašten inženjer građevinarstva

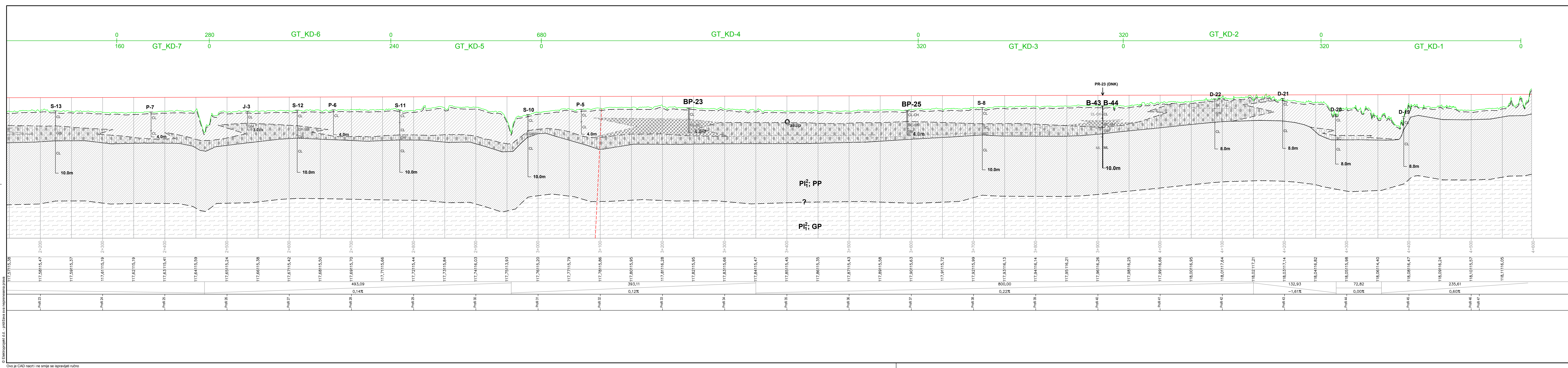
elektroprojekt • zagreb

Investitor: HRVATSKE VODE
 Građevina: ULICA GRADIA VUKOVARA 220, ZAGREB
 Pregledna BRČKANOVA I VOJNOI GRADJEVINARNA NA KANALU KUPA-KUPA, RUKAVAMA KUPA I DOBRI I RETENCULI KUPČINA

Projektant: dr. sc. Davor Miloković
 Datum: 12. 2019.
 Izradio: Marija Vučević
 Projekt: Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Biodaraca
 Kontrolirao: Marijan Marasović
 Format: A4
 Sadržaj: UZDUŽNI PROGNOZIRANI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA - vršenje po osi donjeg nasipa Kupa (DNK) elev. 90-100,00 - 1-100,00

Mjerilo: Vrata: Projekt: Košica: Ploča: ISEB24
 1:2000/200 G2 O89.00.02 G01.0 602 07 01

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno



UZDUŽNI PROGNOZIRANI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA

LEGENDA:

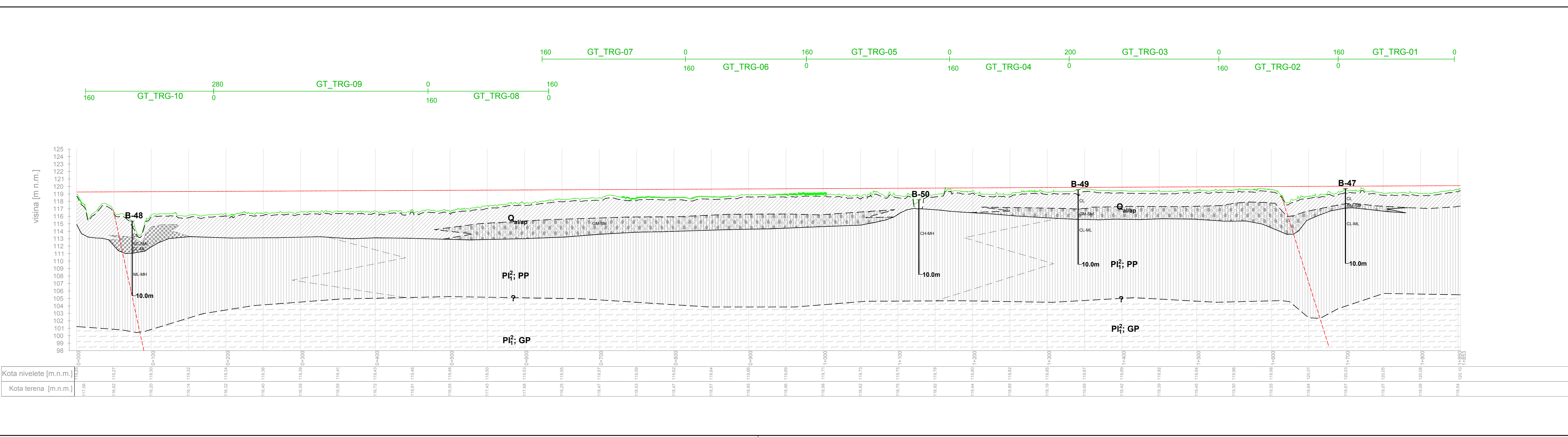
<ul style="list-style-type: none"> Humus i gline do prah niskoplastični. GLINA, uglavnom niskoplastična, mjestimice nisko do viskoplastična, uglavnom lako građevno, rjeđe lako do teško građevno konzistentnog stanja (SPP2-9). Gline je mjestimice sa višim sadržajem pjeska ili pjeskovita. GLINA do PRAH, niskoplastični, lako do teško građevno konzistentnog stanja do PUJESAK; glinoviti i prahoviti. Javlja se mjestimice, na prelazu prema stoji pjeska i šljunka u podni. ŠLJUNAK I PUJESAK, najčešće prahoviti, te slabo i srednje zbijeni (SPP3-25). Javljaju se kao mjestovita materijala (GM, SM) sa u izmjeni proporcija s višim ili manjim sadržajem šljunka (GM) i pjeska (SM). GLINA, niskoplastična, rjeđe niskoplastičan prah ili viskoplastična gline u podnom dijelu profila, mjestimice pjeskoviti, čvrstog konzistentnog stanja. GLINOVITI (i rjeđe PJEŠKOVITI) LAPOR - GORNJI PONT (PE) - POVRŠINSKI POJAS TROŠENJA. LAPOR, glinoviti (i rjeđe pjeskoviti), trošan i razlomljen. GORNJI PONT (PE) - GORNJI POJAS TROŠENJA. ODLOMCI I KRŠJE ŠEJLA, PJEŠČENJAKA i rjeđe KONGLOMERATA, vezani glinom, prahom i pjeskom. PERM (P2) - POVRŠINSKI POJAS TROŠENJA. ŠEJLA, PJEŠČENJAK i rjeđe KONGLOMERAT u izmjeni; trošan i razlomljen. PERM (P2) - GORNJI POJAS TROŠENJA. 	<ul style="list-style-type: none"> Granice između stratigrafskih članova (puna crta), litoloških članova ili pojedina trošenja (crkano-deblje), te manji prolazi ili postojani prelazi unutar istog litološkog člana (crkano-tanje) Rasjed Istraživačke bušotine, 2019. g. - po osi nasipa (10 m) - na pozajmlju (4 m) Istraživačka bušotina (+bušotina na pozajmlju), 1981. g. Profil geoelektrične tomografije Poprečni inženjersko-geološki profil na lokaciji nasipa
---	--

HRVATSKA KONGORA INŽENJERSKA GRAĐEVINARSKA DR. SC. DAVOR MIŠKAVIĆ dipl. ing. grad. Dviletim inženjer građevinarstva

Investitor: HRVATSKE VODE
 Građevina: ULICA GRADIA VUKOVARA 220, ZAGREB
 Pregledna brojevnica: SVOJIM GRADJEVINARIMA NA KANALU KUPA-KUPA, RUKAVAMA KUPA I DOBRIM I RETENCIJAMA KUPCIMA.

Projekat: dr. sc. Davor Miškavić dipl. ing. grad.	Datum: 12. 2019.	Vrsta: Iđalni projekt - građevinski
Izradio: Maja Vuk Graštin inženj. grad.	Projekt: Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Biodaraca	Sadržaj: UZDUŽNI PROGNOZIRANI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA - pregled po osi dužnog nasipa Kupa (DNK) elev. 3-300.00 - 4-454.34
Kontrolirao: Marjan Maršević dipl. ing. grad.	Format: A4	Mjerilo: Vrata: G2
Tipak nacrt:	Mjerilo: Vrata: G2	Projekt: O89.00.02
	Mjerilo: Kupa: G01.0	Kolja: 602
	Mjerilo: Prilog: 07	15.03.2020.

Elektroprojekt d.o.o. - poslužna i ne odgovorna strana
 Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno



UZDUŽNI PROGNOZIRANI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA

LEGENDA:

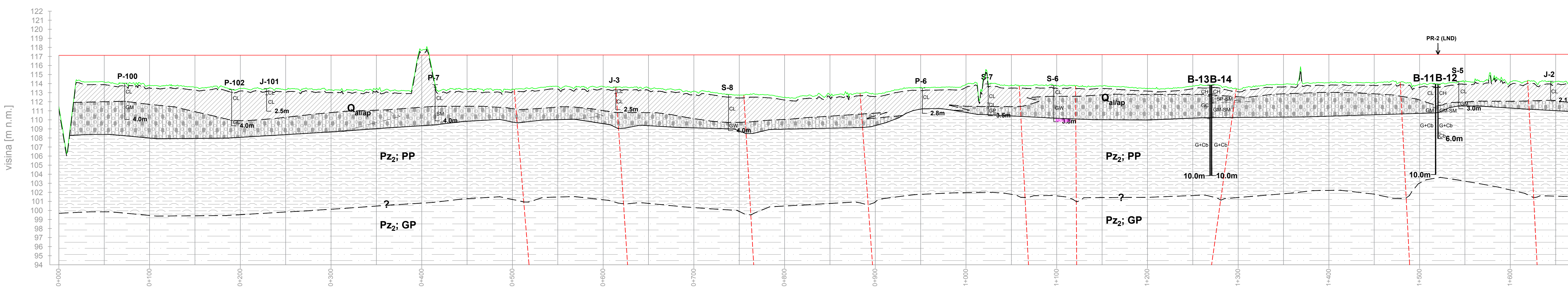
	Humus i gline do prah niskoplastični, te nasip cesta i puteva.		Granice između stratigrafskih članova (puna crta), litoloških članova ili pojaseva trošenja (crtkano-deleja) te manji prosjeci ili postepeni prelazi unutar istog litološkog čana (crtkano-lanije).
	GLINA: niskoplastična, uglavnom teško grještivo, rjeđe tako do teško grještivo konzistentnog stanja (SPH=12). Gline je većinom sa visim sadržajem pijeska ili pješkovita. KVARTAR (Q _{kuq})).		Rastjed
	GLINA do PRAH: niskoplastični, teško grještivo konzistentnog stanja do PUESAK: glinoviti i prahoviti. Javlja se mjestimično, na pretežu prema sloju pijeska i šljunka u podni. KVARTAR (Q _{kuq})).		Istraživačke bušotine, 2019. g. po osi nasipa (10 m) -na pozajmljstvu (4 m).
	ŠLJUNAK I PUESAK: najčešće prahoviti, te srednje zrnati (SPH=10). Javlja se kao mješavina materijala (GM-SM) ili u izmjeni prosjeka s višim ili manjim sadržajem šljunka (GM) i pijeska (SM). KVARTAR (Q _{kuq})).		Profili geoelektrične tomografije
	GLINA do PRAH: niskoplastični ili viskoplastični, te PRAH: nisko do viskoplastičan, mjestimično pješkoviti, polukruti do mjestimično prema dubljim dijelovima čvrstog konzistentnog stanja. GLINOVITI (i rjeđe PJEŠKOVITI) LAPOR - GORNJI PONT (P2) - POVRŠINSKI POJAS TROŠENJA.		LAPOR, glinoviti (i rjeđe pješkoviti), trošan i rasčomjen. GORNJI PONT (P2) - GORNJI POJAS TROŠENJA.

HRVATSKA KOPNENA INŽINERNA GRAĐEVINARSKA dr. sc. Davor Miliaković dipl. ing. građ. Ovlašten inženjer građevinarstva		HRVATSKE VOJDE ULICA GRADIA VUKOVARA 235, ZAGREB PREGOVANA BRIGADNICE I VOJNIM GRAĐEVINARIMA NA KANALU KUPA-KUPA, BJEKAMA KUPA I DOBRI I BRENJOLJA KUPČINA	
elektroprojekt • zagreb Projekat: dr. sc. Davor Miliaković, dipl. ing. građ. Izradio: Vlasta Vuk Gratiša, dipl. ing. građ. Kontrolirao: Marijan Murešević, dipl. ing. građ.	Datum: 12. 2019. Forma: A4+ Mjerilo: 1:2000/200	Vrsta: Idejni projekt - građevinski Projekt: Usporni nasipi uz Kupu i Dobru u okviru od Brodarača Sadržaj: UZDUŽNI PROGNOZIRANI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA - presjek po osi devetog nasipa Kupa (DIAK TRG) nac. 04/00/00 - 1+883,14	Projekt: Kopa Prilog: 07 08 09
Tipak nacrt:		G2 O89.00.02 G01.0 602	

UZDUŽNI PROGNOZIRANI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA

LEGENDA:

- Humus i gлина do prah niskoplastični, te nasip cesta i puteva.
- GLINA do PRAH: niskoplastična, uglavnom tako do teško grjeđivog konzistentnog stanja (SPP=3-13). Mjestimično, a naročito prema podini sa višim sadržajem pijeska ili pjeskovita. Rijetko se javljaju prosjoci visokoplastične gline. KVARTAR (Q_{glip})
- GLINA do PRAH: niskoplastični, lako do teško grjeđivog konzistentnog stanja do PLESAK; glinoviti i prahoviti. Javljaju se na kraju profila na prelazu u stoji pjeska. KVARTAR (Q_{glip})
- ŠLJUNAK i PLESAK, najčešće prahoviti i slabo zbijeni (SPP=3-16.5). Javljaju se kao mješavina materijala (GM-SM) ili izmjeni prosjoci s višim ili manjim sadržajem šljunka (GM) i pjeska (SM). KVARTAR (Q_{glip})
- GLINA i PRAH: viskoplastični, pjeskoviti, čvrstog konzistentnog stanja. GLINOVIT I PJEŠKOVIT LAPOR - GORNJI PONT (P₂) - POVRŠINSKI POJAS TROŠENJA. LAPOR: glinoviti i pjeskoviti, trošani i razlomljeni. GORNJI PONT (P₂) - GORNJI POJAS TROŠENJA.
- ODLOMCI I KRŠJE ŠEJLA I PJEŠČENJAKA, vezani glinom, prahom i pjeskom. PERM (P₂) - POVRŠINSKI POJAS TROŠENJA.
- ŠEJLA I PJEŠČENJAK u izmjeni, trošani i razlomljeni. PERM (P₂) - GORNJI POJAS TROŠENJA.
- Granice između stratigrafskih članova (puna crta), litoloških članova ili pojaseva trošenja (crtkano-deblje), te manji prosjeci ili postepeni prelazi unutar istog litološkog člana (crtkano-tanje)
- Rasjed
- Istraživačke bušotine, -po osi nasipa (10 m) -na pozajmštu (4 m)
- Istraživačka bušotina (+bušotina na pozajmštu), 1981 g.
- Profil geoelektrične tomografije
- Poprečni inženjersko-geološki profil na lokaciji nasipa



Kota terena u osi	0+000	0+100	0+200	0+300	0+400	0+500	0+600	0+700	0+800	0+900	1+000	1+100	1+200	1+300	1+400	1+500	1+600
Kota krune nasipa	117,12	117,12	117,13	117,13	117,14	117,15	117,16	117,17	117,17	117,18	117,19	117,20	117,20	117,21	117,22	117,23	117,24
Uzdužni nagib kanala			379,92		40,26			594,58			1,31						
Oznaka profila	Prof1	Prof2	Prof3	Prof4	Prof5	Prof6	Prof7	Prof8	Prof9	Prof10	Prof11	Prof12	Prof13	Prof14	Prof15	Prof16	Prof17

HRVATSKA KONORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
 dr.sc. Davor Milaković
 dipl. inž. građ.
 Ovlašteni inženjer građevinarstva

elektroprojekt • zagreb

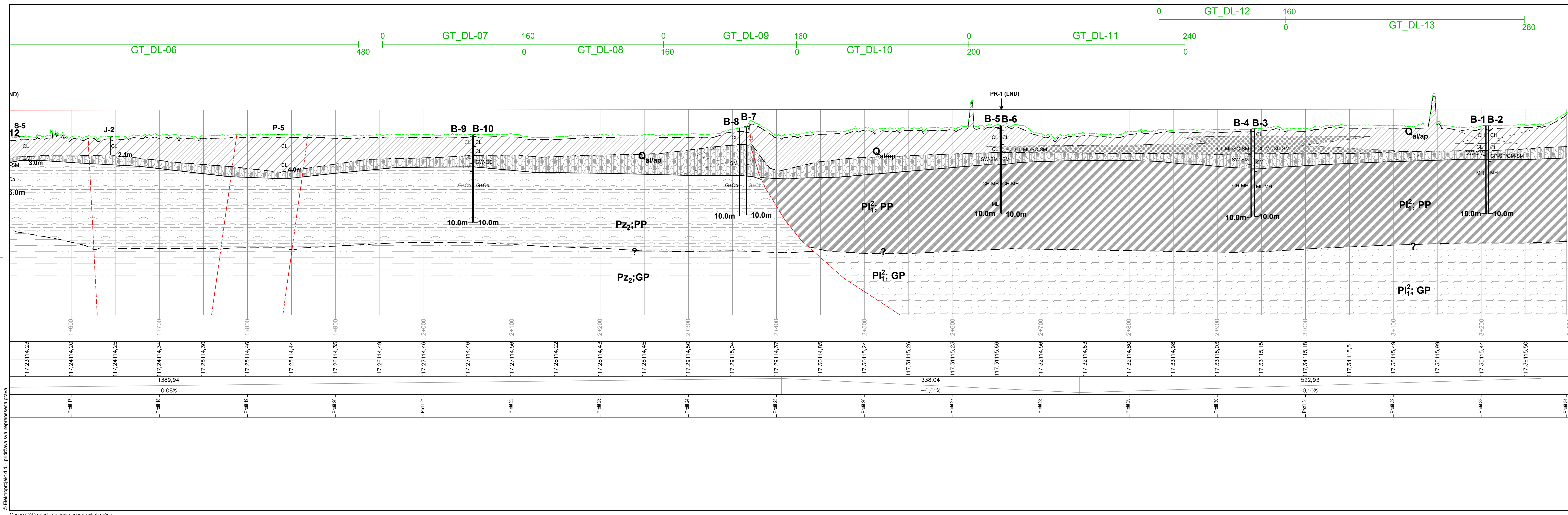
Investitor: HRVATSKE VODE
 Građevina: ULICA GRADA VUKOVARA 220, ZAGREB
 PREGRAĐA BRODARSKI 3. VODNIH GRAĐEVINARNA NA KANALU KUPA KUPA, RUKAVAMA KUPA I DOBRI I RETENCIJA KUPČINA

Projektant: dr. sc. Davor Milaković, dipl. inž. građ.
 Izradio: Vlasta Vaz, Grafičar, mag. inž. građ.
 Kontrolirao: Marko Marasović, dipl. inž. građ.

Datum: 12. 2019.
 Vrsta: Idejni projekt - građevinski
 Projekt: Usporni nasipi uz Kapu i Dobru uzvodno od Brodaraca
 Format: A4+
 Sadržaj: UZDUŽNI PROGNOZNI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA - presjek po osi lijevog nasipa Dobre (LND) stac. 0+000,00 - 1+600,00

Mjerilo: 1:2000
 Vrsta: Projekt
 Obrn: 089.00.02
 Knjiga: G01.0
 Prilog: 602
 Ispis: 02

© Elektroprojekt d.o.o. - pridržava sva nepretrana prava
 Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno



UZDUŽNI PROGNOZIRANI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA

LEGENDA:

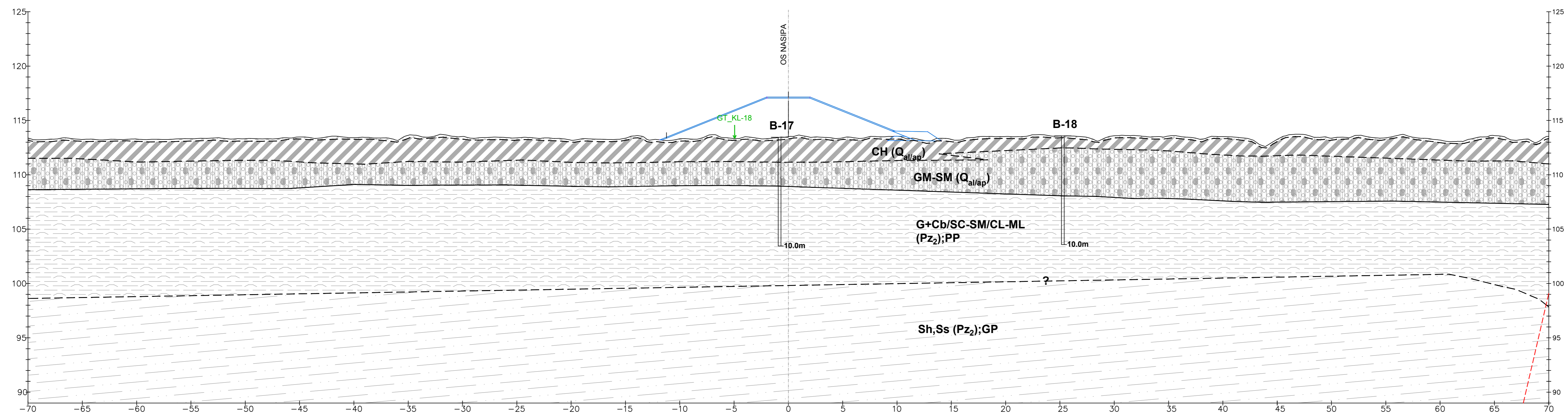
- Humus i gline do prah niskoplastični, te nasip ceste i puteva.
- GLINA: niskoplastična, uglavnom tako do teško gredjivog konzistentnog stanja (SPP=3-13). Mjestimno, a naročito prema podini sa višim sadržajem pijeska ili pjeskovita. Rijetko se javljaju prosjeci viskoplastične gline. KVARTAR (Q_{gljap})
- GLINA DO PRAH: niskoplastični, lako do teško gredjivog konzistentnog stanja do PLESAK; glinoviti i prahoviti. Javija se na kraju profila na prelazu u stoji pjeska. KVARTAR (Q_{gljap})
- ŠLJUNAK I PLESAK, najčešće prahoviti i slabo zbijeni (SPP=3-16.5). Javljaju se kao mješavina materijala (GM-SM) ili u izmjeni prosjeka s višim ili manjim sadržajem šljunka (GM) i pjeska (SM). KVARTAR (Q_{gljap})
- GLINA I PRAH: viskoplastični, pjeskoviti, čvrstog konzistentnog stanja. GLINOVIT I PLESKOVIT LAPOR - GORNJI POJAS (P₁²) - POVRŠINSKI POJAS TROŠENJA. LAPOR: glinoviti i pjeskoviti, trošan i razlomljen. GORNJI POJAS (P₁²) - GORNJI POJAS TROŠENJA.
- ODLOMCI I KRŠJE ŠEJLA I PJEŠČENJAKA, vezani glinom, prahom i pjeskom. PERM (P₂¹) - POVRŠINSKI POJAS TROŠENJA. CL-ML (P₂¹); PP
- ŠEJLA I PJEŠČENJAK u izmjeni, trošni i razlomljeni. PERM (P₂¹) - GORNJI POJAS TROŠENJA. Sh, Sa (P₂¹); GP
- Granice između stratigrafskih članova (puna crta), litoloških članova ili pojaseva trošenja (crtkano-deblje), te manji prosjeci ili postepeni prelazi unutar istog litološkog člana (crtkano-tanje)
- Rasjed
- Istraživačka bušotina, -po osi nasipa (10 m) -na pozajmštu (4 m)
- Istraživačka bušotina (+bušotina na pozajmštu), 1981 g.
- Profil geoelektrične tomografije
- Poprečni inženjersko-geološki profil na lokaciji nasipa

HRVATSKA KONORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
 dr. sc. Davor Milaković
 dipl. inž. građ.
 Ovlašteni inženjer građevinarstva
 G 619

Investitor	HRVATSKE VODE				
Gradjevina	ULICA GRADA VUKOVARA 220, ZAGREB PREGRAĐA BRODARSKI 3. VODNI GRABEVAČKI NA KANALU KUPA KUPA, RUKAVAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJA KUPČINA				
Projektant	dr. sc. Davor Milaković dipl. inž. građ.				
Izdadio	Vlasta Voz Grafičar mag. inž. građ.				
Kontrolirao	Marko Marasović dipl. inž. građ.				
Datum:	12. 2019.				
Vrsta	Idejni projekt - građevinski				
Projekt	Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca				
Format:	A4+				
Sadržaj	UZDUŽNI PROGNOZIRANI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA - presjek po osi lijevog nasipa Dobre (LND) stac. 1+600.00 - 3+296.25				
Mjerilo:	Vrsta	Projekt	Knjiga	Prilog	listova
1:2000/200	G2	O89.00.02	G01.0	602	07 181 02

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno

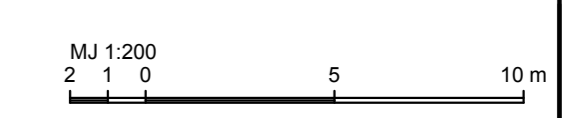
Usporni nasip Kupa | PR-3 | 0+329,00



KARAKTERISTIČNI POPREČNI PROGNOZNI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA

LEGENDA:

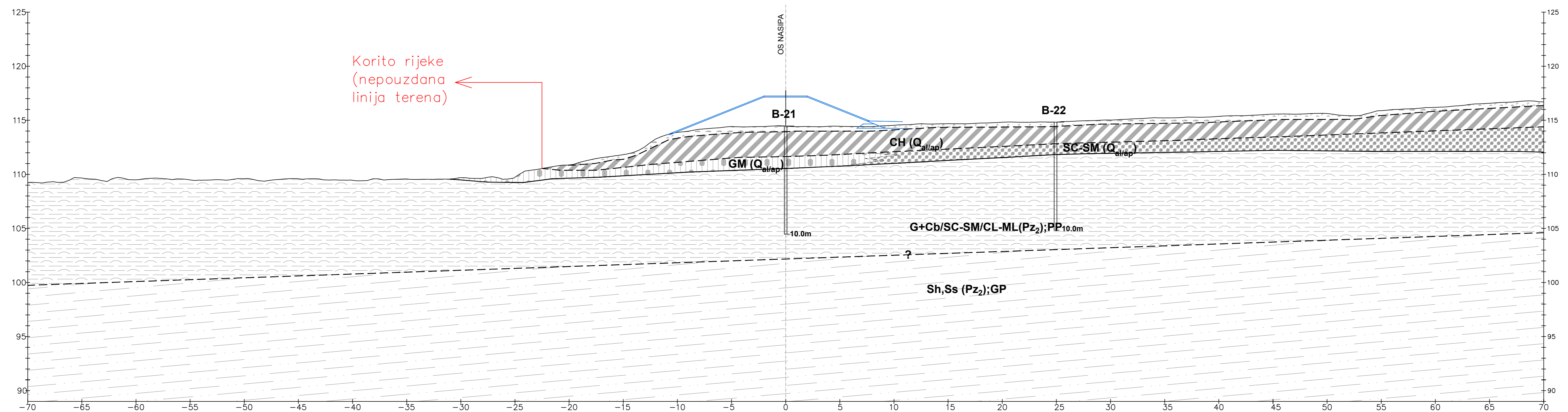
- Humus i glina do prah niskoplastični.
- GLINA; viskoplastična, teško gnječivoj konzistentnog stanja. KVARTAR (Q_{all})
- ŠLJUNAK I PJEŠAK; prahoviti i stabo zbijeni (SPP-5-7). Javljaju se kao mješavina materijala ili u izmjeni proslojaka s višim ili manjim sadržajem šljunka i pijeska. KVARTAR (Q_{sp})
- ODLOMCI I KRŠJE ŠEJLA I PJEŠČENJAKA; vezani glinom, graham i pjeskom. PERM (P_z) - POVRŠINSKI POJAS TROŠENJA.
- ŠEJLA I PJEŠČENJAK u izmjeni; trošni i razlomljeni. PERM (P_z) - GORNJI POJAS TROŠENJA.
- Sh,Ss (P_z); GP
- Granice između stratigrafskih članova (puna crta), litoloških članova ili pojaseva trošenja (ortkano-deblje), te manji proslojci ili poslepeni prelazi unutar istog litološkog člana (ortkano-tanje)
- Rasjed
- B-1 BP-1 Istraživačke bušotine, 2019.g. po osi nasipa (10 m) na pozajmištu (4 m)
- S-1 (D-1, P-1, J-1) Istraživačka bušotina (i bušotina na pozajmištu), 1981.g.
- GT_KL-01 Profili geoelektične tomografije, okomiti na profil



elektroprojekt • zagreb Projektant: dr. sc. Davor Mlaković, dipl. ing. građ. Izradio: Vlasta Vasić, Criffus mag. ing. geol. Kontrolirao: Marijan Marasović, dipl. ing. građ.		Datum: 12. 2019. Vrsta: Idejni projekt - građevinski Projekt: Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca Format: A4+ Sadržaj: KARAKTERISTIČNI POPREČNI PROGNOZNI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA - bušotina B17-1818	
Investitor: HRVATSKE VODE ULICA GRADA VUKOVARA 225, ZAGREB PREGLEDNA BREGJARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA, KUPA, RLEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJA KUPČINA		Mjerilo: 1:200 Vrsta: G2 Projekt: O89.00.02 Krijuga: G01.0 Prilog: 603 Iščova: 04/18/01	

© Elektroprojekt d.o.o. - pridržava sva neprepisana prava
 Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno

Usporni nasip Kupa | PR-4 | 0+858,58

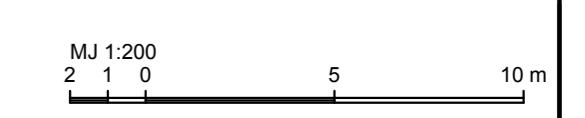


Korito rijeke
(nepouzdana
linija terena)

**KARAKTERISTIČNI POPREČNI PROGNOZNI
GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA**

LEGENDA:

- Humus i glina do prah niskoplastični.
- GLINA: visokoplastična, teško gnječivoj konzistentnog stanja. KVARTAR (Q_{kv})
- SLJUNAK I PJEŠAK: prahoviti i stabo zbijeni (SPP-5-7). Javljaju se kao mješavina materijala ili u izmjeni proslogaka s višim ili manjim sadržajem šljunka i pijeska. KVARTAR (Q_{kv})
- ODLOMCI I KRŠJE ŠEJLA I PJEŠČENJAKA: vezani glinom, prahom i pijeskom. PERM (Pz₂) - POVRŠINSKI POJAS TROŠENJA. CL-ML (Pz₂); PP
- ŠEJLA I PJEŠČENJAK u izmjeni: trošni i razlomljeni. PERM (Pz₂) - GORNJI POJAS TROŠENJA. Sh, Ss (Pz₂); GP
- Granice između stratigrafskih članova (puna crta), litoloških članova ili pojaseva trošenja (ortkano-deblje), te manji proslogi ili postlepeni prelati unutar istog litološkog člana (ortkano-tanje)
- Rasjed
- Istraživačke bušotine, 2019. g. po osi nasipa (10 m na pozajmisti) (4 m)
- Istraživačka bušotina (i bušotina na pozajmisti), 1981. g.
- Profili geoelektične tomografije, okomiti na profil

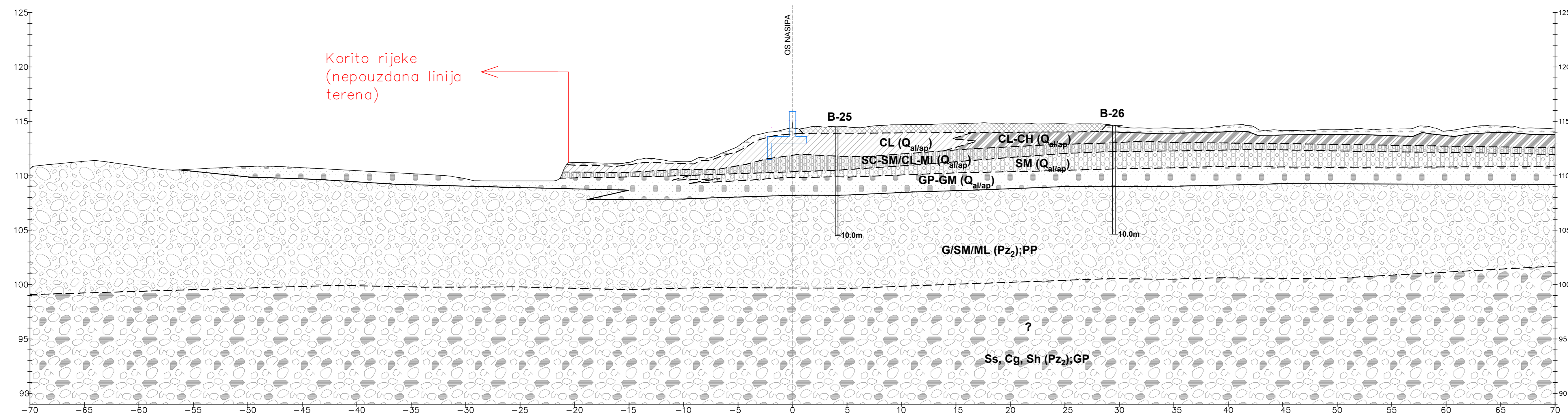


HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
dr. sc. Davor Mlaković
dipi. inž. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 619

	Investitor	HRVATSKE VODE			
	Gradjevina	ULICA GRADA VUKOVARA 225, ZAGREB			
Projektant	dr. sc. Davor Mlaković dipi. inž. građ.	Datum:	12. 2019.	Vrsta	Idejni projekt - građevinski
Izdradio	Vlasta Vuc, Criffus mag. inž. geol.	Projekt	Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca		
Kontrolirao	Marijan Marasović dipi. inž. građ.	Format:	A4+	Sadržaj	KARAKTERISTIČNI POPREČNI PROGNOZNI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA - bušotina B21 - B22
Tipski nacrt		Mjerilo:	1:200	Vrsta	Projekt
				Knjiga	Prilog
				G01.0	603
					04 15 02

© Elektroprojekt d.o.o. - pridržava sva nepretrpana prava
Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno

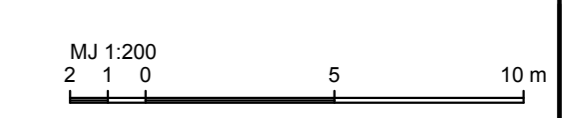
Usporni nasip Kupa | PR-5 | 1+566,56



KARAKTERISTIČNI POPREČNI PROGNOZNI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA

LEGENDA:

- Humus i glina do prah niskoplastični.
- GLINA: viskoplastična, teško gnječivoj konzistentnog stanja. KVARTAR (Q_{al/ap})
- SLJUNAK I PUESAK: prahoviti i stabo zbijeni (SPP-5-7). Javljaju se kao mješavina materijala ili u izmjeni prosjeka s višim ili nižim sadržajem šljunka i pijeska. KVARTAR (Q_{al/ap})
- ODLOMCI I KRŠE: ŠEJLA I PJEŠČENJAKA: vezani glinom, prahom i pjeskom. PERM (Pz₂) - POVRŠINSKI POJAS TROŠENJA. CL-ML (Pz₂);PP
- ŠEJLA I PJEŠČENJAK u izmjeni: trošni i razlomljeni. PERM (Pz₂) - GORNJI POJAS TROŠENJA. Sh,Ss (Pz₂);GP
- Granice između stratigrafskih članova (puna crta), litoloških članova ili pojaseva trošenja (ortkano-deblje), te manji prosjeci ili postepeni prelazi unutar istog litološkog člana (ortkano-tanje)
- Rasjed
- Istraživačke bušotine, 2019.g. po osi nasipa (10 m) na pozajmisti (4 m)
- Istraživačka bušotina (i bušotina na pozajmisti), 1981.g. GT_KL-01
- Profili geoelektične tomografije, okomit na profil

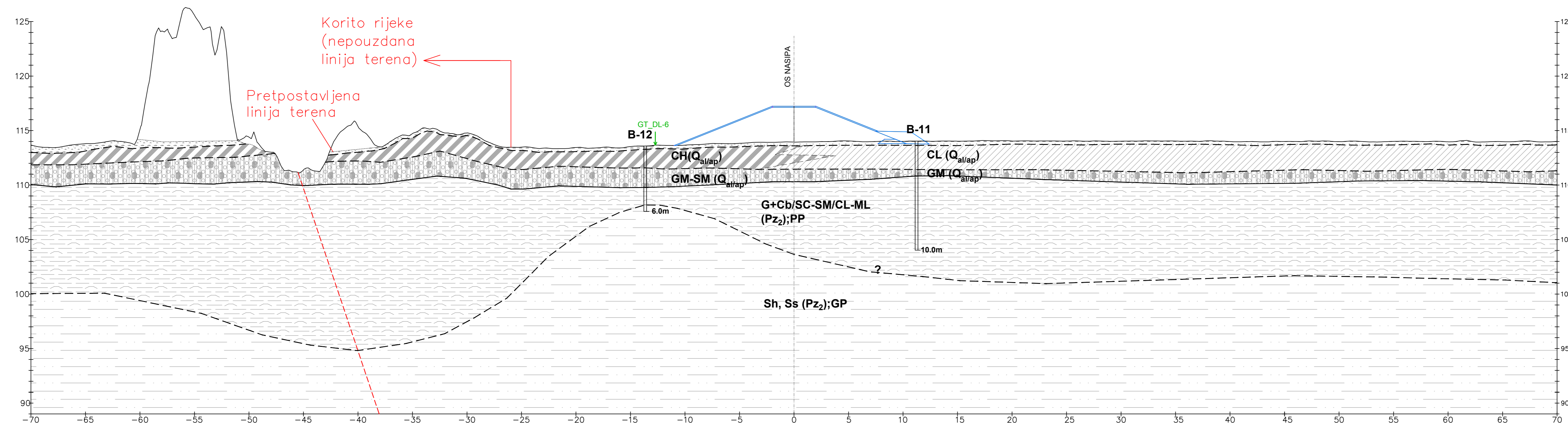


HRVATSKA KOMORA INŽENERA GRAĐEVINARSTVA
 dr. sc. Davor Milaković
 dipl. ing. građ.
 Ovlašten inženjer građevinarstva
 G 619

		Investitor: HRVATSKE VODE	
Projektant: dr. sc. Davor Milaković, dipl. ing. građ.		ULICA GRADA VUKOVARA 225, ZAGREB	
Izdradio: Vlatko Vasić, Criffus mag. ing. geol.		Gradjevina: PREGRAĐIVA BREDARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA, KUPA, RLEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJA KUPČINA	
Kontrolirao: Marijan Marasović, dipl. ing. građ.		Datum: 12. 2019.	
Tipski nacrt		Vrsta: Idejni projekt - građevinski	
Mjerilo: 1:200		Projekt: Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Bredaraca	
Vrsta: G2		Sadržaj: KARAKTERISTIČNI POPREČNI PROGNOZNI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA - bušotina B25-1826	
Projek: O89.00.02		Krijuga: G01.0	
Prilog: 603		Istov: 04	
		18	
		03	

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno

Usporni nasip Dobra lijevo | PR-2 | 1+520,28



KARAKTERISTIČNI POPREČNI PROGNOZNI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA

LEGENDA:

- Humus i glina do prah niskoplastični.
- GLINA: viskoplastična, teško gnječivoj konzistentnog stanja. KVARTAR (Q_{litap})
- SLJUNAK I PUESAK: prahoviti i stabo zbijeni (SPP-5-7). Javljaju se kao mješavina materijala ili u izmjeni proslojaka s višim ili manjim sadržajem šljunka i pijeska. KVARTAR (Q_{litap})
- ODLOMCI I KRŠJE ŠEJLA I PJEŠČENJAKA: vezani glinom, prahom i pijeskom. PERM (P_{z2}) - POVRŠINSKI POJAS TROŠENJA.
- ŠEJLA I PJEŠČENJAK u izmjeni: trošni i razlomljeni. PERM (P_{z2}) - GORNJI POJAS TROŠENJA.
- Sh, Ss (P_{z2}); GP
- Granice između stratigrafskih članova (puna crta), litoloških članova ili pojaseva trošenja (crtkano-deblje), te manji prosloji ili poslojevi prelazi smjeru stog litološkog člana (crtkano-tanje)
- Rasjed
- Istraživačke bušotine, 2019.g. po osi nasipa (10 m) na pozajmištu (4 m)
- Istraživačka bušotina (10.0m) na pozajmištu (4 m)
- Profili geoelektrične tomografije, okomit na profil

HRVATSKA KONORA INŽENJERSKA GRAĐEVINARSTVA
 dr.sc. Davor Mlaković
 dipl. ing. grad.
 Ovlašteni inženjer građevinarstva

		Investitor: HRVATSKE VODE ULICA GRADA VUKOVARA 225, ZAGREB	
Projektant: dr.sc. Davor Mlaković dipl. ing. grad.		Datum: 12. 2019.	
Izradio: Vlasta Vasić, Criffus mag. ing. geol.		Vrsta: Idejni projekt - građevinski	
Kontrolirao: Marijan Marasović dipl. ing. grad.		Projekt: Usporni nasipi uz Kupi i Dobru uzvodno od Brodaraca	
Tipski nacrt		Sadržaj: KARAKTERISTIČNI POPREČNI PROGNOZNI GEOTEHNIČKI PROFILI NASIPA - bušotina B11-1B12	
Mjerilo: 1:200	Vrsta: Projekt	Knjiga: G01.0	Prilog: 603
		lista 04 05 06	

© Elektroprojekt d.o.o. - pridržava sva nepreovisna prava
 Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno