

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

NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA

G2-O89.00.03-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:	NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA		
Knjiga/mapa:			
Oznaka projekta-knjige:	G2-O89.00.03-G01.0	Mapa: 3 od 5	ZOP: O89
Voditelj posla:	mr.sc. Danijel Krešić, mag.ing.aedif.		

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

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 NASIPI 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



SADRŽAJ PROJEKTNE KNJIGE/MAPE

		Oznaka priloga
1	OPĆI DIO	G2-O89.00.03-G01.0-001
1.01	Naslovno potpisni list	
1.02	Popis projekata/knjiga/mapa	
1.03	Sadržaj projektne knjige/mape	
1.04	Izvadak iz sudskog registra	
1.05	Rješenje Voditelj posla	
1.06	Rješenja Projektanti	
1.07	Izjava o sukladnosti	
1.08	Popis suradnika projektne knjige/mape	
2	PODLOGE, PRIMIENJENI PROPISI I NORME	G2-O89.00.03-G01.0-002
3	JEDINSTVENI OPIS ZAHVATA U PROSTORU	G2-O89.00.03-G01.0-003
4	GRAĐEVINSKO I HIDROTEHNIČKO RJEŠENJE	G2-O89.00.03-G01.0-004
5	GEOTEHNIČKO RJEŠENJE	G2-O89.00.03-G01.0-005
6	PREGLEDNA SITUACIJA SVIH GRAĐEVINA	G2-O89.00.03-G01.0-101
7	SITUACIJA NASIPA NA KATASTARSKOM PLANU	G2-O89.00.03-G01.0-201
8	UZDUŽNI PRESJEK NASIPA	G2-O89.00.03-G01.0-301
9	KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJECI NASIPA	G2-O89.00.03-G01.0-401



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 BROADARCI 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: 011249

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

NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA

Idejni projekt
Građevinski

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

Projekt: NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA

Oznaka projekta-knjige: G2-O89.00.03-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:

Oznaka projekta-knjige-priloga
G2-O89.00.03-G01.0-001

Revizija: 00
List: 6/12



Broj: 011250

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

NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA

Idejni projekt
Građevinski

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

Projekt: NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA

Oznaka projekta-knjige: G2-O89.00.03-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:



Broj: 011251

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

NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA
Idejni projekt
Građevinski

Građevina: PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA
KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI
KUPČINA
Projekt: NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA
Oznaka projekta-knjige: G2-O89.00.03-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:



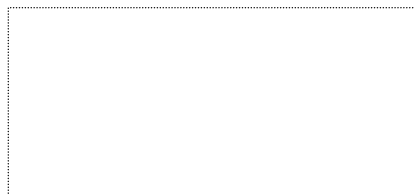
Na osnovi članka 128. stavka 3. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19) kao PROJEKTANT IDEJNOG PROJEKTA dajem

IZJAVU

Naziv projekta: NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA
Vrsta projekta: Građevinski
Građevina: PREGRADA BROADARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA
KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI
KUPČINA
Oznaka projekta-knjige: G2-O89.00.03-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:

Oznaka projekta-knjige-priloga
G2-O89.00.03-G01.0-001

Revizija: 00
List: 9/12



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: NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA
Vrsta projekta: Građevinski
Građevina: PREGRADA BROADARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA
KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI
KUPČINA
Oznaka projekta-knjige: G2-O89.00.03-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:

Oznaka projekta-knjige-priloga
G2-O89.00.03-G01.0-001

Revizija: 00
List: 10/12



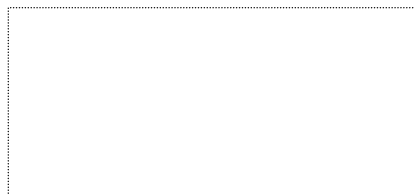
Na osnovi članka 128. stavka 3. Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19) kao PROJEKTANT IDEJNOG PROJEKTA dajem

IZJAVU

Naziv projekta: NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA
Vrsta projekta: Građevinski
Građevina: PREGRADA BROADARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA
KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI
KUPČINA
Oznaka projekta-knjige: G2-O89.00.03-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:

Oznaka projekta-knjige-priloga
G2-O89.00.03-G01.0-001

Revizija: 00
List: 11/12



Investitor : HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Građevina : PREGRADA BROADARCI 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 : NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA - KUPA

**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	3
2.4	PROSTORNO PLANSKA DOKUMENTACIJA	4
2.5	PRIMIJENJENI PROPISI, ZAKONI I PRAVILNICI	4
2.6	PROJEKTNII 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 „Nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa - Kupa“ 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 „Nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa-Kupa“ je osiguravanje potrebnog sigurnosnog nadvišenja desnog nasipa kanala Kupa-Kupa kod najveće kote vode u retenciji Kupčina.

2.2 RASPOLOŽIVE PODLOGE

Na području nadvišenja desnog nasipa kanala Kupa - Kupa korištene su sljedeće raspoložive podloge:

1. Projekt zaštite od poplava na slivu Kupe, studentska 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. Geotehnički istražni radovi za Idejni projekt rekonstrukcije lijevog nasipa kanala Kupa-Kupa; E-141-18-10 v 1.0, Geokon Zagreb, listopad 2019.

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 ljeteta i telemetrijskih podataka o ljetu 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 (HVRs71), 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

2.5 PRIMIJENJENI PROPISI, ZAKONI I PRAVILNICI

Zakoni	Glasiilo broj
• Zakon o prostornom uređenju	NN 153/13 , 65/17 , 114/18 , 39/19 , 98/19
• Zakon o gradnji	NN 153/13 , 20/17 , 39/19 , 125/19
• Zakon o vlasništvu i drugim stvarnim pravima (pročišćeni tekst)	NN 81/15 , 94/17
• Zakon o poljoprivrednom zemljištu	NN 20/18 , 115/18 , 98/19
• Zakon o komasaciji poljoprivrednog zemljišta	NN 51/15
• Zakon o preuzimanju Zakona o standardizaciji	NN 53/91
• Zakon o normizaciji	NN 80/13
• Zakon o mjeriteljstvu	NN 74/14 , 111/18
• Zakon o obveznim odnosima	NN 35/05, 41/08, 78/15, 29/18
• Zakon o obavljanju geodetske djelatnosti	NN 25/18
• Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretna	NN 112/18
• Zakon o izvlaštenju i određivanju naknade	NN 74/14 , 69/17
• Zakon o javnoj nabavi	NN 120/16
• Zakon o cestama	NN 84/11, 22/13 , 54/13 , 148/13 , 92/14 , 110/19



• Zakon o sigurnosti prometa na cestama	NN	<u>67/08</u> , <u>48/10</u> , <u>74/11</u> , <u>80/13</u> , <u>158/13</u> , <u>92/14</u> , <u>64/15</u> , <u>89/15</u> , <u>108/17</u> , <u>70/19</u>
• Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti	NN	<u>80/13</u> , <u>14/14</u> , <u>32/19</u>
• Zakon o energiji	NN	<u>120/12</u> , <u>14/14</u> , <u>102/15</u>
• Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje	NN	<u>78/15</u> , <u>118/18</u> , <u>110/19</u>
• Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju	NN	<u>78/15</u> , <u>114/18</u> , <u>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</u> , <u>30/14</u> , <u>130/17</u> , <u>39/19</u>
• Zakon o općoj sigurnosti proizvoda	NN	<u>30/09</u> , <u>139/10</u> , <u>14/14</u> , <u>32/19</u>
• Zakon o koncesijama	NN	<u>69/17</u>
• Zakon o financiranju vodnoga gospodarstva	NN	<u>153/09</u> , <u>56/13</u> , <u>119/15</u> , <u>120/16</u> , <u>127/17</u> , <u>66/19</u>
• Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara	NN	<u>69/99</u> , <u>151/03</u> , <u>157/03</u> , <u>87/09</u> , <u>88/10</u> , <u>61/11</u> , <u>25/12</u> , <u>136/12</u> , <u>157/13</u> , <u>152/14</u> , <u>98/15</u> , <u>44/17</u> , <u>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</u> , <u>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</u> , <u>34/18</u> , <u>36/19</u> , <u>98/19</u>
• Pravilnik o zahvatima u prostoru koji se ne smatraju građenjem, a za koje se izdaje lokacijska dozvola	NN	<u>105/17</u> , <u>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</u> , <u>69/14</u> , <u>27/15</u>
• Pravilnik o nostrifikaciji projekata	NN	<u>98/99</u> , <u>29/03</u> , <u>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	84/07, 148/09
• Pravilnik o geodetskim elaboratima	NN	<u>59/18</u>
• Pravilnik o ustroju i djelovanju zajedničkog informacijskog sustava zemljišnih knjiga i katastra	NN	107/10
• Pravilnik o sadržaju i obliku katastarskog operata katastra nekretnina	NN	142/08, 148/09
• Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa	NN	110/01
• Pravilnik o načinu utvrđivanja obujma građevine za obračun komunalnog doprinosa	NN	136/06, 135/10, 55/12, <u>15/19</u>
• Pravilnik o načinu izračuna građevinske (bruto) površine zgrade	NN	<u>93/17</u>
• Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda	NN	113/08
• Pravilnik o tehničkim dopuštjenjima za građevne proizvode	NN	103/08
• 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	53/02, <u>20/17</u>
• Pravilnik o izdavanju vodopravnih akata	NN	78/10, <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 prostornog uređenja	NN	<u>136/15</u>
Uredbe, naredbe, upute, strategije		Glasiilo 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	116/07, 56/11
• Uredba o postupku dodjele koncesije i načinu određivanja granice za luke posebne namjene	NN	<u>23/04</u>
• Državni plan obrane od poplava	NN	84/10
• Uredba o uvjetima davanja koncesija za gospodarsko korištenje voda	NN	<u>89/10</u> , 46/12, <u>51/13</u> , <u>120/14</u>
• Uredba o mjerilima za razvrstavanje javnih cesta	NN	34/12
• Državni plan za zaštitu voda	NN	8/99
• Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske	NN	1997
• Odluka o razvrstavanju javnih cesta	NN	<u>103/18</u> , 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	<u>101/18</u>



2.6 PROJEKTNII ZADATAK

U nastavku se daje izvod iz projektnog zadatka za dio koji se odnosi na nadvišenje desnog nasipa anala Kupa – Kupa.

3.4. REKONSTRUKCIJA NASIPA KANALA KUPA-KUPA

3.4.1. UVOD

Retencija Kupčina je dio sustava obrane od poplava grada Karlovca, a ujedno je sastavni dio cjelovitog rješenja obrane od poplave Srednjeg Posavlja. Ugroženost od poplava u Karlovcu stalno je prisutna, a posljedice plavljenja teške.

Odteretni kanal Kupa-Kupa je za sada jedini potpuno izgrađeni objekt zaštitnoga sustava. Završen je početkom 80-tih godina u projektom predviđenom obliku i dimenzijama. Ukupna dužina mu je 21,5 km, s tim što stacionaža 21+507 odgovara uzvodnom rubu kanala u kojemu se na njega treba nadovezati budući upusni objekt čvora Brodarci.

Trasa kanala je položena gotovo u pravcu. Spaja sa na svom nizvodnom kraju s Kupom nešto uzvodnije od Jamničke Kiselice, u kupskom km 100+065, a na uzvodnom kraju s gornjom Kupom u profilu Brodarci, na stacionaži Kupe km 145+100. Na taj način formirana je paralelna komunikacija voda, koja je za oko 23 km kraća od matičnog, nizinskog i meandrirajućeg toka Kupe, te je direktna evakuacija odterećenih voda kanalom nešto ubrzana u odnosu na prirodno stanje. Trasa kanala u svom donjem i srednjem dijelu približno prati i presijeca prirodne trase vodotoka Blatnica i Kupčina. Trasom kanala, odnosno njegovim obostranim nasipima definirane su dvije melioracijske cjeline: na lijevoj strani kanala to su šumske površine Kupčine, a na desnoj kompleks obradivih površina između kanala i Kupe. Na taj način paralelni nasipi kanala imaju s lijeve strane ulogu južnog graničnog nasipa retencije Kupčina, a s desne strane zaštitnog nasipa urbanih i poljoprivrednih površina.

Kanal je dimenzioniran, sukladno ranijim hidrološkim obradama (prije Studije sliva Kupa iz 2015.), na veliku vodu frekvencije 1%: na najuzvodnijoj dionici to je odterećeni protok Kupe od 765 m³/s, na srednjoj dionici 320 - 800 m³/s (područje rasterećenja dijela vodnih količina u retencijski prostor Kupčine) i na donjoj dionici 320 m³/s. Na priloženom uzdužnom profilu kanala Kupa-Kupa, prikazane su projektne vrijednosti za mjerodavne velike vode (napominje se prema starijim hidrološkim obradama).

U skladu s mjerodavnim hidrološkim karakteristikama za dimenzioniranje kanala prema hidrološkim obradama koje prethode Studiji sliva Kupe iz 2015 izdvajaju se tri dionice kanala:

- najuzvodnija od km 12+700 do 21+507, na kojem dijelu toka prolaze odterećene vode Kupe od zahvata kod Brodaraca do retencije Kupčina. Mjerodavni hidrološko-hidraulički elementi su rezultirali dubokim ukapanjem korita kanala u njegovom gornjem dijelu. Višak materijala iz iskopa iskorišten je za izgradnju paralelnih nasipa. Projektirano nadvišenje nadmašuje uobičajenih 1,20 m i iznosi 1,70 m iznad mjerodavne 100-godišnje velike vode. Na taj način osigurani su uvjeti za prihvat i 1000 -godišnjeg odterećenja Kupe – 1140 m³/s - što osigurava traženu 99.9 %-tnu sigurnost grada Karlovca.
- srednja dionica od km 6+400 do 12+700, na kojem dijelu trase je povećan protok za lateralni dotok spojnim kanalom. Ove količine vode raspodjeljuju se na dio koji se privremeno retenira u bočnoj retenciji Kupčina i dio koji direktno otječe u Kupu. Odterećenje u retenciju vrše se preko tri bočna preljeva, uz aktiviranje regulacijske planirane ustave Šišljavić. Za dimenzioniranje kanala uzet je, prema



ranijim hidrološkim obradama, mjerodavni protok od 320 m³/s u režimu s maksimalnom Kupom kad uspor Kupe na ušću kanala iznosi 109,70 m n.m., odnosno protok od 405 m³/s (približno 100-godišnji dotok spojnim kanalom) u režimu maksimalnih unutarnjih voda, kad nema uspornog djelovanja Kupe i na ušću kanala se uspostavlja kritična dubina vode. Bočni preljevi projektirani su u lijevom nasipu kanala Kupa-Kupa, na visini koja približno odgovara vodnom licu kod protoka 320 m³/s. Kapacitet preljeva u 100-godišnjem režimu, prema ranijim hidrološkim obradama, računski iznosi 480 m³/s i osigurati će se uz pomoć nizvodno locirane uspore ustave Šišljavić, kota usporene vode 110,80 m n.m. Kod 1000-godišnjeg protoka računsko odterećenje u retencijski prostor iznosi 1020 m³/s kod uspora 111,03 m n.m.

Stacionaža kanala Kupa-Kupa	Duljina preljeva [m]	Kota krune preljeva [m n.m.]
6+500 - 7+600	1100	110,70- 110,82
8+600 - 9+650	1050	110,79-110,96
11+740 - 12+650	910	110,97- 111,00

- najnižvodnija dionica trase od km 0+000 do 6+400. Uzvodnim regulacijskim građevinama u sustavu osigurala bi se potpuna kontrola dotoka vode u ovu dionicu kanala te će po njihovoj izvedbi biti moguće upravljati izlaznim protokom Kupe u Jamničkoj Kiselici, koji je u kompleksu cjelovitog sustava Srednjeg Posavlja limitiran na 1550 m³/s.

Retencija Kupčina i odteretni kanal Kupa–Kupa čine tehnološku cjelinu i u funkciji su regulacije vodnog režima velikih voda rijeke Kupe. Kanal Kupa-Kupa prihvaća i evakuira u rijeku Kupu vode s vlastitog brdskog sliva (sliv Spojnog kanala) i unutarnjeg sliva retencije Kupčina. Na taj se način otorećene i vlastite vode direktno, i bez nepotrebnog razlijevanja, odvođe izvan poplavnog područja. U slučaju potrebe – višak voda neprihvatljiv za donju Kupu preusmjerava se iz kanala Kupa-Kupa i privremeno retenira u bočnoj retenciji Kupčina.

Retencija Kupčina je dio prirodne depresije na lijevoj obali srednjeg dijela toka rijeke Kupe, prirodno izložena čestom stihijskom poplavljanju i relativno dugom zadržavanju poplavnih voda. Ovaj prirodni – pozitivni učinak retencije na redukciju vršnih protoka rijeke Kupe, uklopljen je u sustav obrane od poplava Srednjeg Pokuplja. U budućem izgrađenom sustavu eliminirati će se stihijski faktor u funkcioniranju retencije. U tu svrhu predviđene su regulacijske gradnje kojima će se zaštititi prostor od stihijskog utjecaja kupskih voda. Projektirana je kao zatvoreni prostor, koji se kontrolirano puni i prazni preko preljeva na kanalu Kupa–Kupa. Lijeva obala kanala Kupa-Kupa čine južnu granicu retencije, nasip Spojnog kanala omeđuje je sa zapada, visoki teren i obuhvatni nasip ribnjaka Crna Mlaka sa sjevera, te tzv. Istočni retencijski nasip s istoka. Punjenje i pražnjenje retencije vanjskim vodama vršiti će se preko lijeve obale kanala Kupa-Kupa, a kontrolira se uspornom ustavom Šišljavić na kanalu Kupa-Kupa.

U postojećem stanju izgrađenosti retencija je formirana u konačnim planiranim okvirima na južnoj, zapadnoj i sjevernoj strani. Istočna granica retencije još nije formirana, a čini je trasa Istočnog nasipa retencije Kupčina. Predmetna građevina svrstana je u prioritetne građevine dogradnje kupskog dijela sustava obrane od poplava.



Punjenje retencije vanjskim vodama osigurat će se na potezu od 2. do 12,65. km kanala gdje se planira rušiti lijevi nasip kanala, a desni nasip se planira nadvisiti. Punjenje i pražnjenje retencije osigurava se izvedbom usporne ustave Šišljavić na kanalu koja će se locirati na mjesto spoja Istočnog nasipa s kanalom Kupa-Kupa.

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 rušenja lijevog i nadogradnje desnog nasipa kanala Kupa-Kupa.

3.4.2. OPIS ZADATKA

Predmet ovog projektnog zadatka je izrada idejnog projekta rušenja lijevog i nadogradnje desnog nasipa kanala Kupa-Kupa. Projekt treba temeljiti na važećim zakonima i propisima, uvjetima gradnje, usvojenim projektnim i koncepcijskim rješenjima, te važećom prostorno-planskom dokumentacijom. Projektom je potrebno obuhvatiti i definirati nalazište materijala za nasipe.

Kanal Kupa-Kupa je izgrađen i prihvaća odterećene vode Kupe. Izgradnjom čvora Brodarci predviđa se u kanal pri nailasku velikih voda 100-godišnjeg povratnog perioda upuštati 900 m³/s, a u slučaju 1000 god- velikih voda kanalom bi otjecalo oko 990 m³/s. Da bi se osiguralo prelijevanje navedenih količina vode u retenciju Kupčina, projektom je potrebno obraditi rušenje lijevog nasipa kanala na dionici od stacionaže 2+000 do 12+650 km te nadvišenje desnog nasipa za oko 2,0 m na dionici od stacionaže 2+000 do 5+750 km. Na stacionaži 1+975 kanala predviđa se izgraditi ustava Šišljavić.

Pri izradi idejnog projekta koristiti podatke iz Studije sliva Kupe (2015.).

Poprečni presjek objekta potrebno je odabrati tako da se zadovolje uvjeti stabilnosti, a način izgradnje i materijale na način da spriječe procjeđivanje vode.

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

S obzirom na nedavna neugodna iskustva u županjskoj posavini, gdje je zbog relativno tankog sloja nepropusnog tla ispod nasipa došlo do odrona temeljnog tla te zbog učestalije pojave velikih voda posljednjih godina, nalaže se projektantu da posebnu pozornost obrati analizi sastava temeljnog tla ispod nasipa te odabere odgovarajuće tehničko rješenje te da stabilnost nasipa provjeri i za slučaj mjerodavne VV u razini krune nasipa.

Pri izradi projekta može se koristiti postojeća projektna dokumentacija iz koje se izdvaja:

- Retencija Kupčina, OVP Zagreb, idejni projekt, 1979. godina
- Ustave Šisljević i Kupčina, idejni projekt, Elektroprojekt-Zagreb, 1981. godina
- Kompleksno uređenje sliva Kupe, studija, Elektroprojekt, Zagreb, 1988. godina



- Aktualizacija trase Istočnog nasipa retencije Kupčina, idejno rješenje, VPB d.d., 2003. godina
- Obrana od poplava grada Karlovca, idejno rješenje, VPB d.d., 2004. godina
- Sustav obrane od poplave Srednjeg Posavlja, studija, VPB d.d., 2011. godina
- Studija sliva Kupe, 2015. godine

3.4.3. SADRŽAJ RADA

Ovim projektnim zadatkom predviđena je izrada i provedba:

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

3.4.3.1. 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 lijevog nasipa, na dužini od oko 7,6 km i prosječnoj širini od 50 metara, razmak poprečnih profila na svakih 50-100 m, a gustoću snimljenih točaka prilagoditi promjenama terena
- tahimetrijsko snimanje desnog nasipa, na dužini od oko 3,8 km i prosječnoj širini od 50 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 „Rušenje lijevog i nadogradnja desnog nasipa kanala Kupa-Kupa“ 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).

3.4.3.2. 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 ishodenje građevinske dozvole.

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).

Inženjersko-geološka i hidrogeološka istraživanja se sastoje od inženjersko-geološkog i hidrogeološkog kartiranja predmetnog područja u mjerilu 1:5000 (podloga je HOK 1:5000) i inženjersko-geološke determinacije jezgre bušenja.

Inženjersko-geološkim 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, inženjersko-geološkim pojavama i inženjersko-geološkim procesima te vodnim pojavama.

Nakon toga, ovim projektom zadatkom predviđena je provedba geofizičkih istraživanja metodom geoelektrične tomografije duž trase budućih nasipa, a predviđena dužina ispitivanja je oko 3,8 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. Geomehničkim istražnim radovima potrebno je obuhvatiti terenske istražne radove i laboratorijsko ispitivanje.

Za konkretizaciju zadatka predviđa se izvesti sljedeće:



- na trasi lijevog nasipa potrebno je izvesti geotehničke bušotine na svakih 1000 m u osi nasipa, ukupno 10 bušotina dubine oko 4 m
- na predviđenoj trasi rekonstrukcije desnog nasipa kanala Kupa Kupa potrebno je izvesti geotehničke profile, na svakih oko 400 m po 2 bušotine dubine 12 m. Što iznosi 18 bušotina puta 12 m, 216 m
- na lokaciji potencijalnog nalazišta materijala izvesti najmanje 8 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 stižljivosti 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.

3.4.3.3. IDEJNI PROJEKT - PRILOG ZAHTJEVU ZA IZDAVANJE LOKACIJSKE DOZVOLE

Idejni projektu treba izraditi kao skup međusobno usklađenih dokumenata i nacrti 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:

j) OPĆI DIO:

- naslovnu stranicu sa slijedećim 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

k) 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



I) 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)

3.4.4. 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 predložiti 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.

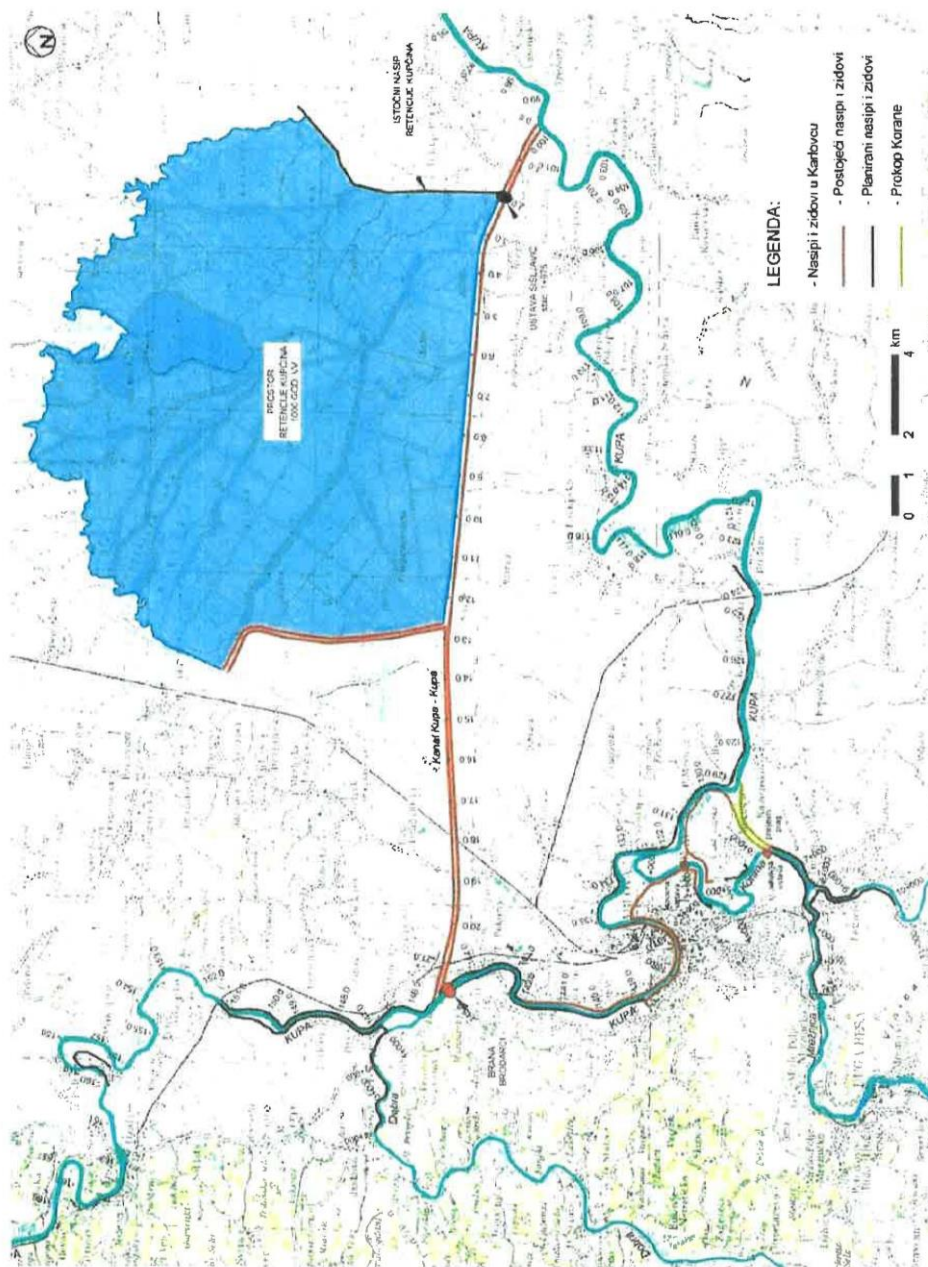
Projektant se obvezuje u okviru ugovorenog iznosa izvršiti korekcije sukladno primjedbama revizijske komisije Hrvatskih voda. Projekt će se smatrati usvojenim nakon što ga usvoji revizijska komisija Hrvatskih voda.

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.

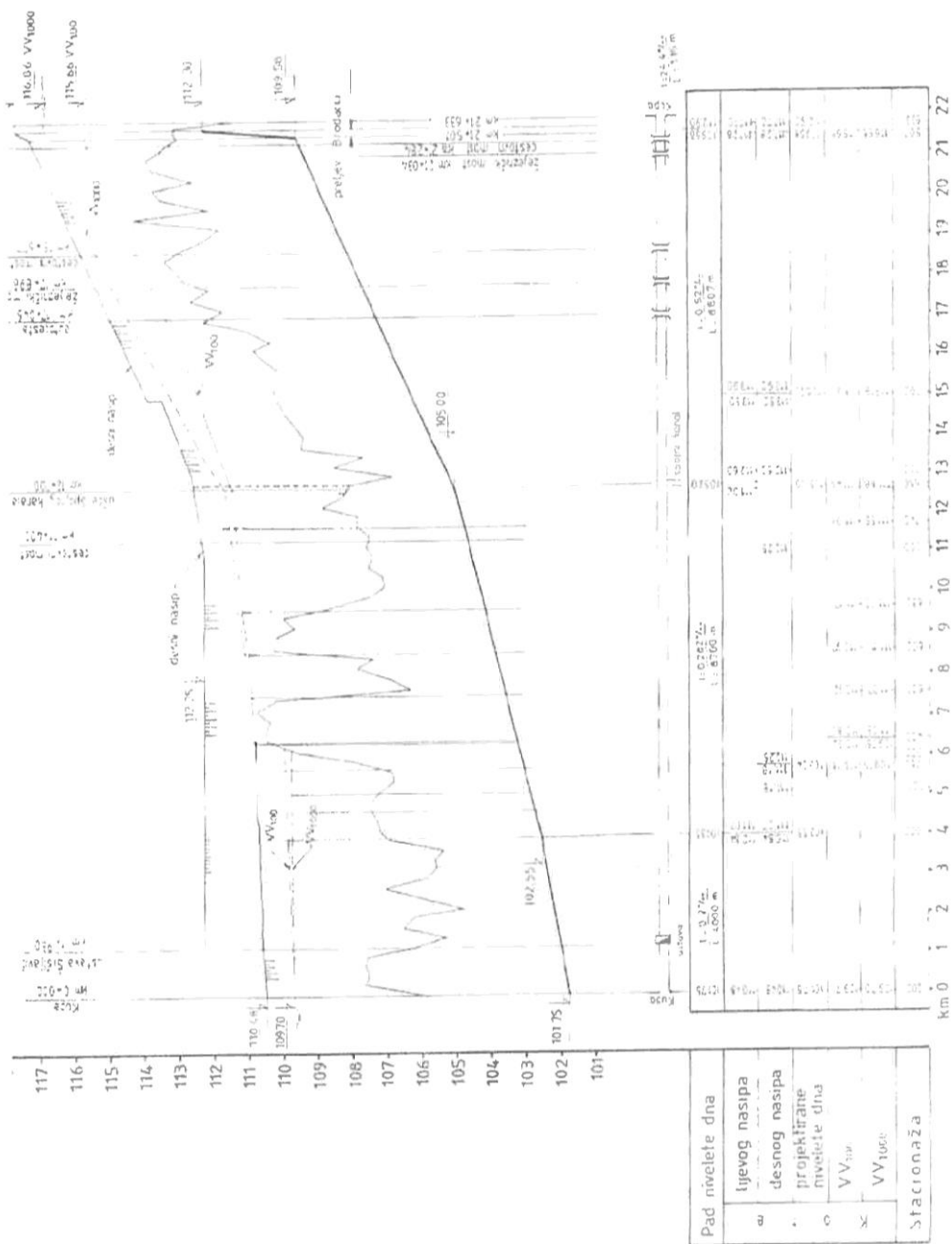


Prilog: Pregledna situacija i uzdužni profil kanala Kupa-Kupa





41



Projektant:

mr.sc. Danijel Krešić, mag.ing.aedif.





Investitor : HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Građevina : PREGRADA BROADARCI 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 : NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA - KUPA

**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	3
3.4	KONCEPCIJA TEHNIČKOG RJEŠENJA	4
3.5	OPIS ZAHVATA	4
3.6	OBUHVAT ZAHVATA	6
3.7	ETAPNOST GRADNJE	6
3.8	NAČIN PRIKLJUČENJA PLANIRANOG ZAHVATA NA JAVNO PROMETNU POVRŠINU I KOMUNALNU INFRASTRUKTURU	6
3.9	MJERE (NAČIN) SPRJEČAVANJA NEPOVOLJNA UTJECAJA NA OKOLIŠ I PRIRODU	7



3.1 UVOD

Predmet projekta „Nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa-Kupa“ je osiguravanje potrebnog sigurnosnog nadvišenja desnog nasipa kanala Kupa-Kupa kod najveće kote vode u retenciji Kupčina.

Projekt „Nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa-Kupa“ je dio građevine „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina“ kao faza 3 u etapi 3. Navedena građevina sastoji se od slijedećih etapa:

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 „Nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa-Kupa“ smješteni su na području Grada Karlovca u Karlovačkoj županiji.

Objekti su smješteni u slijedećim katastarskim općinama:

- K.O. Šišljavić

3.3 NAMJENA ZAHVATA

Planirani zahvat je jedan element zaštite 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).



Namjena nadvišenja desnog nasipa kanala Kupa-Kupa, kao rubnog objekta retencije Kupčine s njene južne strane, je osiguravanje potrebnog sigurnosnog nadvišenja nasipa u budućem stanju kada kanal i retencija budu imali svoj maksimalan kapacitet.

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.

Tehničko rješenje predviđeno ovim projektom predviđa izgradnju odnosno rekonstrukciju dijela desnog nasipa kanala Kupa-Kupa.

Izgradnjom pregrade Brodarci omogućuje se kontroliranje protoka u Kupi i stvaranje uspora a time se omogućuje rasterećenje dijela protoka Kupe te korištenje potpunog kapaciteta kanala Kupa – Kupa. Dio vodnog vala koji je nastao rasterećenjem protoka u kanala Kupa – Kupa može se retenirati u retenciji Kupčina. Prostor retencije Kupčina u postojećem stanju je nizinski prostor sjeverno od kanala Kupa – Kupa ograničen južno kanalom Kupa – Kupa, zapadno nasipom uz vodotok Spojni kanal a sjeverno visokim terenom. Retencija u sadašnjem stanju nije u potpunosti izgrađena.

Kako bi se ostvario definirani retencijski prostor i potreban uspor u kanalu, potrebna je izgradnja ustave Šišljavić i ostalih rubnih nasipa. Ustava Šišljavić će stvarati uspor u kanalu Kupa-Kupa kako bi se omogućilo potpuno punjenje retencije Kupčina. Stvaranje uspora u kanalu Kupa-Kupa i punjenje retencije Kupčina do definirane kote od 110,15 m n.m. stvara nove uvjete u budućem stanju, odnosno potrebno je nadvišenje dijela desnog nasipa kanala Kupa - Kupa.

Kanal Kupa-Kupa je izgrađen prije gotovo 40 godina, prema koncepciji rješenja koje se razlikuje od koncepcije dane u ovom Idejnom projektu. Desni nasip u kanalu je prvotno projektiran i izveden s nižom kotom nivelete nego što su pokazali hidraulički proračuni u ovom projektu. Također u tom periodu na njegovim nasipima ponegdje je došlo i do slijeganja. Zbog navedenih promjena i novih uvjeta koji će se pojaviti u budućem stanju nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa-Kupa je nužno kako bi se osigurala potrebna sigurnost istog.

Planirani objekti dimenzionirani su na temelju 100-godišnje velike vode na Kupi i korespondentnom protoku 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 rasterećenja 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

Nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa – Kupa predviđeno je na duljini od oko 2.970 m, odnosno od lokacije ustave Šišljavić na stacionaži kanala Kupa – Kupa 1+980 m do stacionaže oko 4+950. Kota krune nasipa definirana je kao nadvišenje od 1,2 m iznad 100-godišnje velike vode te iznosi 111,35 m n.m. Točna kota krune nasipa definirat će se u glavnom projektu. Maksimalno nadvišenje nasipa, u odnosu na postojeće kote, iznosi oko 1,0 m. U daljnjim fazama projektiranja potrebno je definirati točnu veličinu nadvišenja nad mjerodavnim vodostajima u retenciji iz razloga što izgradnjom građevine „Pregrada Brodarci

s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina“ desni nasip kanala Kupa – Kupa postaje nasip retencije koji se može klasificirati kao velika brana.

Nadvišenje je planirano izvesti od glinenog materijala. Širina krune nasipa će iznositi 4,0 m i izvest će se od zaglinjenog šljunka kako bi se omogućio promet po kruni za potrebe održavanja. Nagib uzvodnog pokosa iznosi 1:2, dok je nagib nizvodnog pokosa 1:2,5. Uzvodna i nizvodna kosina nasipa oblagat će se humusom na kojem će biti zasijana trava.

Ovisno o poprečnom presjeku postojećeg nasipa, predviđena je izvedba tri različita tipa poprečnih presjeka koji se razlikuju u količini uklanjanja postojećeg nasipa i izradi uzdužnog i poprečnog drena.

Kod poprečnog presjeka tip 1 (sl. 3.5.1) predviđa se nadvišenje nizvodne strane pokosa nasipa dok se na uzvodnoj strani prati pokos postojećeg nasipa. Tip 1 uključuje i uzdužni dren na nizvodnoj nožici nasipa, širina drena iznos 0,30 m a visina 0,40 m.

Tip 2 (sl. 3.5.2) poprečnog presjeka se izvodi gdje se značajno proširuje nizvodna strana pokosa postojećeg nasipa, na tim dionicama ima mjesta da se postavi poprečni dren koji je širine 2,40 m i visine 0,40 m. Na uzvodnoj strani se prati pokos postojećeg nasipa.

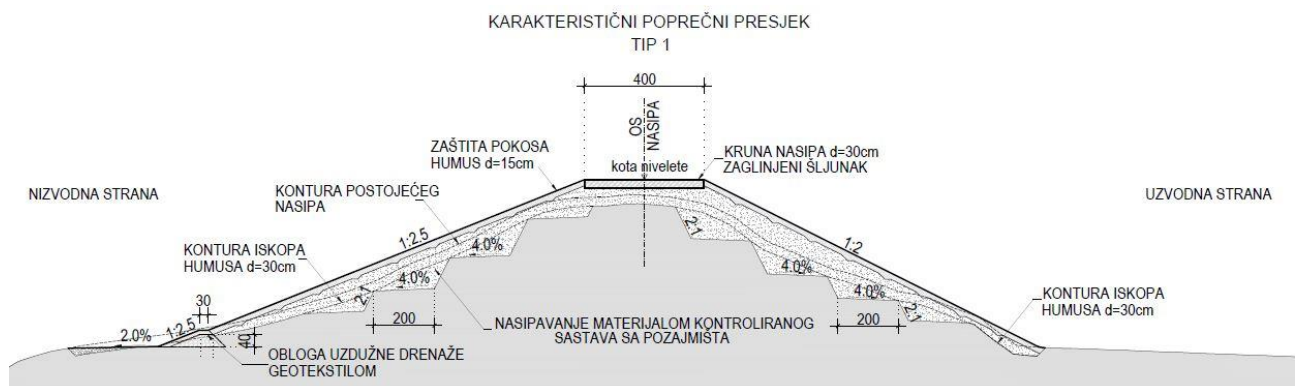
Tip 3 (sl. 3.5.3) ima kao i tip 1 uzdužni dren, razlika je što je u ovom slučaju postojeći nasip širi nego što je potrebno te ga je potrebno otkopati i suziti s obje strane.

Kod sva 3 tipa poprečnih presjeka kruna postojećeg nasipa se nadvisuje. Poprečni i uzdužni presjeci prikazani su u prilogima 301 i 401.

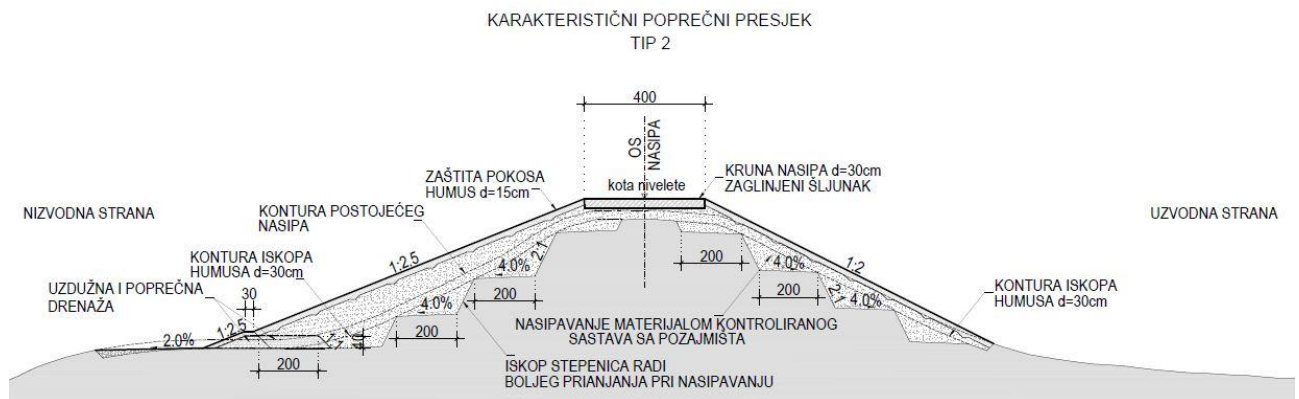
Usporedo s nizvodnom nožicom nasipa planirano je uređenje terena i izgradnja servisnog puta širine 3,00 m od drobljenog kamena ili šljunka koji postoji u postojećem stanju a koji će osigurati procjeđivanje u postojeći kanal.

U svrhu prelaska preko nasipa u prostor između nasipa i kanala, predviđeno je zadržavanje postojeće rampe na stacionaži kanala od oko 3+580 m a također će biti omogućen pristup i s ustave Šišljavić.

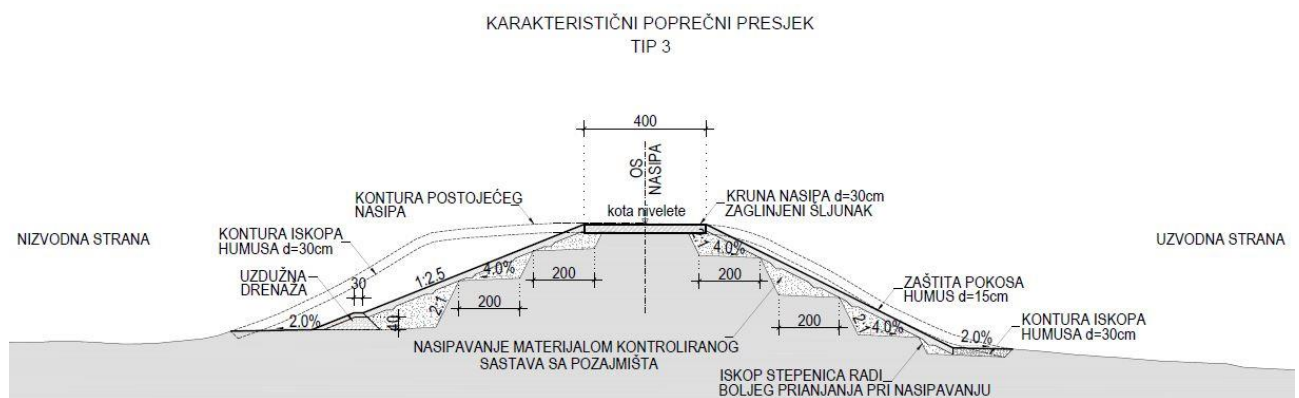
Nadvišenje desnog nasipa situativno je prikazano u prilogu 201.



sl. 3.5.1 Poprečni presjek nadvišenja – tip 1



sl. 3.5.2 Poprečni presjek nadvišenja – tip 2



sl. 3.5.3 Poprečni presjek nadvišenja – tip 3

3.6 OBUHVAT ZAHVATA

Projekt „Nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa-Kupa“ 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 ishođenje 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 faza 3 u etapi 3. etapa prema definiranoj etapnosti.

Sve građevine obuhvaćene su jednom (1) lokacijskom dozvolom dok će se građevinske dozvole ishoditi za jednu ili više etapa zasebno i to prema redoslijedu građenja i etapnosti. Nisu predviđene faze za prikazanu etapu „Nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa – Kupa“.

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

Za pristup na nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa-Kupa koristiti će se postojeće postojeće prometnice kojima se i do sada pristupalo nasipu. U budućem stanju biti će moguće i koristiti pristupne puteve ustave Šišljavić



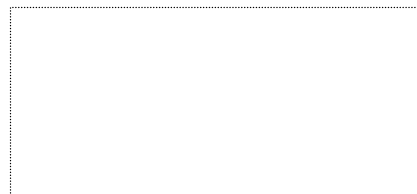
3.9 MJERE (NAČIN) SPRJEČAVANJA NEPOVOLJNA UTJECAJA NA OKOLIŠ I PRIRODU

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.

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 : NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA - KUPA

**Prilog 004 : GRAĐEVINSKO I HIDROTEHNIČKO
RJEŠENJE**

Projektant : Ivan Birovljević, mag.ing.aedif.

Suradnik : Josip Husajina, mag.ing.aedif.

Kontrolirao : Nenad Heček, dipl.ing.građ.



SADRŽAJ:

4.1	UVOD	3
4.2	HIDRAULIČKI PRORAČUN	3



1.1 UVOD

Desni nasip kanala Kupa-Kupa je u postojećem stanju u funkciji nasipa koji onemogućava preljevanje vode iz kanala u desno zaobalje. U budućem stanje desni nasip će imati i funkciju rubnog nasipa retencije Kupčina u koju će se usmjeriti dio vode pri nailasku velikovodnih događaja na karlovačkom području.

1.2 HIDRAULIČKI PRORAČUN

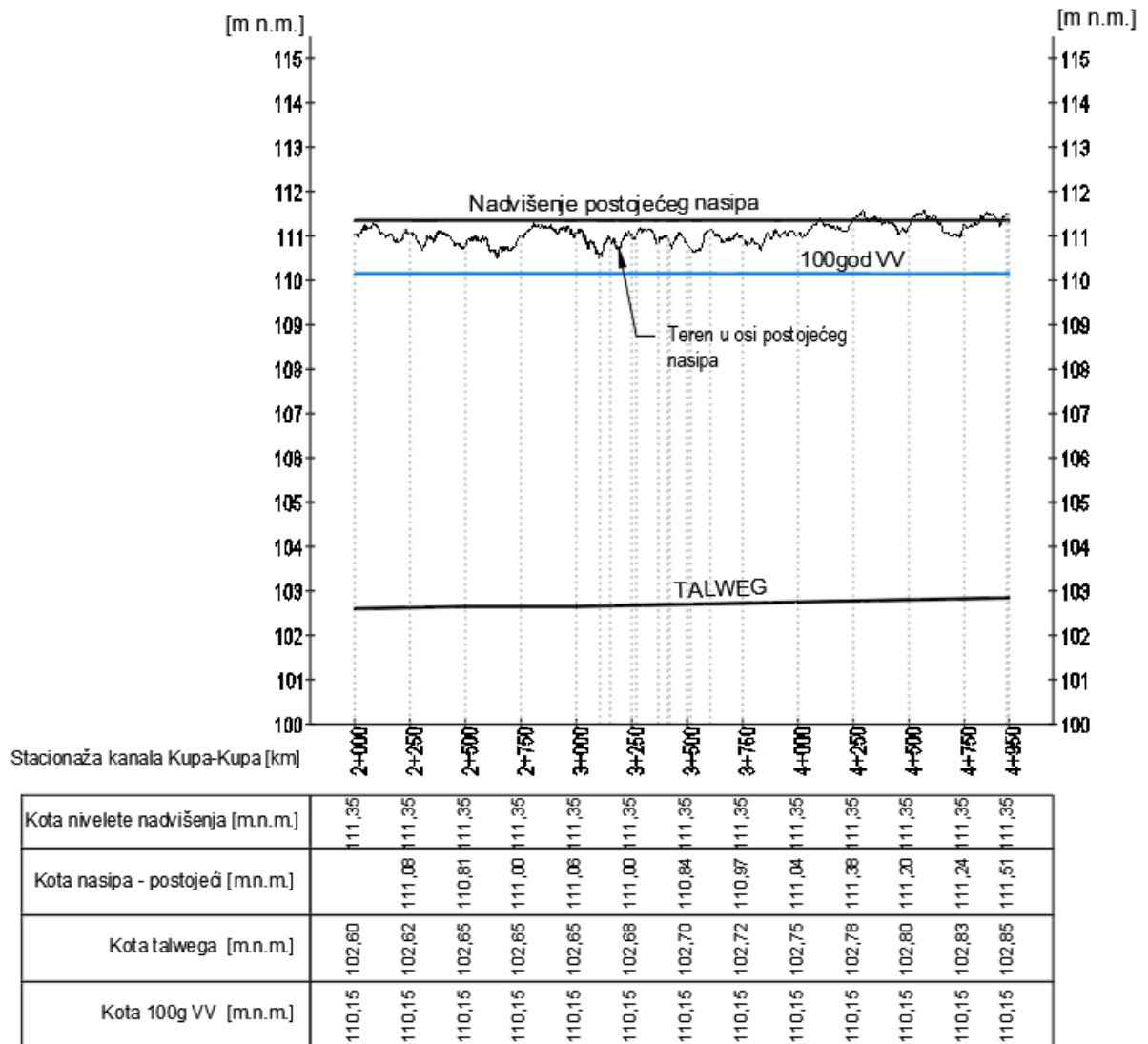
Hidraulički proračun nadvišenja desnog nasipa u odteretnom kanalu Kupa-Kupa proveden je pomoću hidrauličkog modela sustava zaštite Karlovca od velikih voda koji je izrađen za potrebe ovog Idejnog projekta. U modelu su analizirani utjecaji uspornih nasipa na Kupi i Dobri, rekonstrukcije odteretnog kanala Kupa-Kupa, ustave Šišljavić i pregrade Brodarci na hidrološko-hidrauličke pojave.

Kanal Kupa-Kupa je izgrađen i prihvaća odtorećene vode Kupe. Izgradnjom pregrade Brodarci predviđa se u kanal pri nailasku velikih voda 100-godišnjeg povratnog perioda upuštati 885 m³/s, a u slučaju 1000 godišnjih velikih voda kanalom bi protjecalo oko 980 m³/s.

Hidrauličkim modelom utvrđeno je da pri nailasku 100-godišnje velike vode za navedeni protok od 885 m³/s vodostaj u kanalu iznosi oko 108,50 m n.m. na dijelu kanala od stac. 2+000 do stac. 5+000 km na kojem se planira nadvišenje desnog nasipa. To vrijedi za slučaj otvorene ustave Šišljavić. U slučaju zatvorene ustave Šišljavić voda u retenciji Kupčina i kanalu Kupa-Kupa će se nastaviti podizati i time će nastati jedno vodno tijelo. Kota koju će 100 g. vodni val prouzročiti u retenciji je 109,91 m. n.m. Maksimalna kota vode koja će biti dopuštena u retenciji i kanalu, s obzirom na uvjete u retenciji i oko nje, je definirana hidrauličkim modelom prema Projektu zaštite od poplava na slivu Kupe (2015.) i iznosi 110,15 m n.m. Ustavom Šišljavić će se upravljati tako da se ta kota ne premaši. Hidraulički proračun cijelog predmetnog područja je prikazan u projektu G2-O89.00.02-G01.0-004 Usporni nasipi uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca, prilog 4: Građevinsko i hidrotehničko rješenje.

Kota nadvišenja postojećeg nasipa odredila se na način da se maksimalna dopuštena kota u retenciji Kupčina uvećala za 1,20 m kako je traženo projektним zadatkom. Ovime se ujedno postiže i nadvišenje dostatno u slučaju 1000-godišnje vode.

Nadvišenje s novo određenom kotom desnog nasipa koja iznosi 111,35 m n.m. vodi se od stacionaže 1+995 km kanala, gdje je smještena ustava Šišljavić. Nadvišenje se provodi do stacionaže 4+950 km jer na ovoj stacionaži niveleta postojećeg nasipa je jednaka ili viša od navedene kote. Uzdužni profil navedene dionice je prikazan na sl. 4.1.



sl. 4.1 Uzdužni profil na dionici nadvišenja desnog nasipa

S obzirom da nasipi unutar odteretnog kanala za slučaj poplavljenе retencije Kupčina preuzimaju ulogu "brane", potrebno je provjeriti da li nadvišenje zadovoljava uvjete tako da ne dođe do prelijevanja kod valova izazvanih vjetrom. Za mjerodavno određivanje visine penjanja vala na pokos potrebno je najprije odrediti visinu i duljinu signifikantnoga vala pri brzini vjetra od (procijenjeno) 80 km/h iz najnepovoljnijeg smjera.

a) visina signifikantnoga vala

$$H_{vs} = 0,005 \times v^{1,06} \times L_v^{0,47}$$

H_{vs} – signifikantna visina vala

v – brzina vjetra – 80 [km/h]

L_v – efektivna duljina razmaha vjetra – 4,00 [km]

$$H_{vs} = 0,005 \times 80^{1,06} \times 4^{0,47}$$

$$H_{vs} = 1,00 \text{ m}$$



b) duljina signifikantnoga vala

$$L_{vs} = 0,17 \times v^{0,88} \times L_v^{0,56}$$

$$L_{vs} = 0,17 \times 80^{0,88} \times 4^{0,56}$$

$$L_{vs} = 17,47 \text{ m}$$

Visina penjanja vala na kosinu očitava se sa dijagrama (Ervin Nonweiler, "Nasute brane, projektiranje i građenje", Školska knjiga, Zagreb, 1983) i to za slijedeće parametre:

- nagib kosine 1:2,5
- omjer $H_{vs}/L_{vs} = 1,00/17,47 = 0,06$

Očitano:

- $H_p/H_v = 1,80$

$$\text{pa je: } H_p = 1,80 \times H_v = 1,80 \times 1,00 = 1,80$$

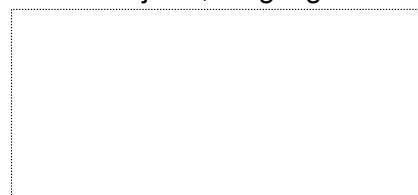
$$H_p = 1,80 \text{ m}$$

Kotom nadvišenja nasipa od 111,35 m n.m. zadovoljen je kriterij nadvišenja nad mjerodavnom kotom 100 godišnje vode u retenciji zadan projektnim zadatkom od 1,20 m. S obzirom da nasipi u slučaju poplavljenosti preuzimaju ulogu brane, prema provjeri od prelijevanja uzrokovanog vjetrovnim valovima, kota nadvišenja ne zadovoljava kriterije sigurnosti. Stoga je u glavnom projektu potrebno definirati tehničko rješenje zaštite od prelijevanja uzrokovanog vjetrovnim valovima na način da se zadovolje uvjeti nadvišenja nad mjerodavnom kotom vode. Moguća tehnička rješenja su slijedeća:

- dodatno nadvišenje nasipa u svrhu zadovoljavanja kriterija
- oblaganje uzvodnog pokosa nasipa u svrhu smanjenja penjanja vala
- ugradnja valobrana po kruni nasipa
- smanjenje maksimalnih dopuštenih vodostaja u retenciji Kupčina u svrhu zaštite od prelijevanja

Projektant:

Ivan Birovljević, mag.ing.aedif.





Investitor : HRVATSKE VODE
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220

Građevina : PREGRADA BROADARCI 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 : NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA - KUPA

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	Nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa - Kupa	3
5.2.....	GEOTEHNIČKI PODACI	4
5.2.1	Geotehnički istražni radovi	4
5.2.2	Opis temeljnog tla	5
5.2.2.1..	Geološka determinacija	5
5.2.2.2..	Geoelektrična mjerenja	5
5.2.2.3..	Istražna bušenja i laboratorijska ispitivanja.....	6
5.2.2.4..	Rezultati istraživanja	6
5.2.2.5..	Karakteristični parametri temeljnog tla.....	10
5.2.3	Opis materijala iz nalazišta – tijelo nasipa	12
5.2.3.1	Rezultati istraživanja	12
5.2.3.2	Karakteristični parametri materijala u tijelu nasipa	13
5.3.....	GEOTEHNIČKE ANALIZE	15
5.3.1	Općenito.....	15
5.3.2	Proračunski modeli.....	15
5.3.3	Proračunski pristup prema EC7 normama.....	17
5.3.4	Analiza procjeđivanja	18
5.4.....	ZAKLJUČAK	28
5.4.1	Općenito.....	28
5.4.2	Potvrda karakterističnih profila nasipa	28
5.4.3	Smjernice za daljnje projektiranje	29



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 nadvišenjem desnog nasipa kanala Kupa - Kupa.

5.1.2 Nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa - Kupa

Izgradnjom pregrade Brodarci stvara se uspor vode kako bi se iskoristio kapacitet kanala Kupa – Kupa u rasterećenju vodnog vala. Kako bi se omogućila evakuacija velikih voda kanalom Kupa - Kupa potrebno je izvesti nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa – Kupa na duljini od oko 2.970 m, odnosno od lokacije ustave Šišljavić na stacionaži 1+980 m do stacionaže kanala Kupa – Kupa oko 4+950.

Položaj planiranih nasipa prikazan je na situaciji nasipa u prilogu 201.

Kota krune nasipa definirana je kao nadvišenje od 1,2 m iznad 100-godišnje velike vode te iznosi 111,35 m n.m. Točna kota krune nasipa definirat će se u glavnom projektu. Maksimalno nadvišenje postojećih nasipa iznosi oko 1,0 m.

Ovisno o poprečnom presjeku postojećeg nasipa, predviđena je izvedba tri novelirana poprečna presjeka oznake Tip 1, Tip 2 i Tip 3 (prilog 401) koja se razlikuju u količini uklanjanja postojećeg nasipa i izradi uzdužnog i poprečnog drena. Na dijelu trase gdje je predviđen samo uzdužni dren na nizvodnoj nožici nasipa, širina drena iznosi 0,30 m na vrhu i visina 0,40 m, a ukoliko se izvodi poprečni dren; širina drena iznosi 2,40 m na vrhu i visina 0,40 m.

Nadvišenje nasipa je planirano izvesti od glinenog materijala. Širina krune nasipa će iznositi 4,0 m i izvest će se od zaglinjenog šljunka kako bi se omogućio promet po kruni za potrebe održavanja. Nagib uzvodnog pokosa iznosi 1:2, dok je nagib nizvodnog pokosa 1:2 ili 1:2,5. Uzvodna i nizvodna kosina nasipa oblagat će se humusom na kojem će biti zasijana trava.

Navedena tehnička rješenja nadvišenja desnog nasipa potrebno je potvrditi dodatnim proračunima na nivou Glavnog projekta.

5.1.3 Nalazišta glinenog materijala za izgradnju nadvišenja nasipa

Za izgradnju nadvišenja desnog nasipa kanala Kupa - Kupa planira se koristiti glineni materijal nastao rušenjem lijevog nasipa kanala Kupa - Kupa koje se nalazi na više potencijalnih lokacija materijala u inundacijskom prostoru na lijevoj obali kanala Kupa – Kupa.

Potencijalna nalazišta se nalaze na 2. km, 7. km i 9. km kanala Kupa – Kupa. Od navedenih lokacija pogodnost materijala prema OTU za radove u vodnom gospodarstvu zadovoljavaju samo gline srednje plastičnosti (Cl) do dubina 1,00 i 1,30 m na nalazištu materijala u 7. km.



Nalazišta bi trebala biti udaljena minimalno 25 m od obale kanala. 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,
- određivanje karakteristika temeljnog tla ispod nasipa,
- određivanje pogodnosti materijala iz potencijalnih pozajmišta za izvedbu nasipa.

Geomehanička istraživanja temeljnog tla na lokaciji desnog nasipa kanala Kupa – Kupa, uključujući lokacije potencijalnih pozajmišta materijala, provedena su u okviru **Geotehničkog elaborata (1)** za idejni projekt rekonstrukcije desnog nasipa kanala Kupa - Kupa, Geokon oznake E-141-18-04 v 1.0, listopad 2019. i **Geotehničkog elaborata (2)** na nalazištu materijala za rekonstrukciju nasipa kanala Kupa - Kupa, Geokon oznake E-141-18-09 v 1.0, listopad 2019.

U razdoblju od svibnja do srpnja 2019. godine provedeni su sljedeći geotehnički istražni radovi:

- **inženjersko-geološko i hidro-geološko istraživanje** s ciljem reinterpetacije postojećih geoloških podataka, kartiranja terena duž trase osi nasipa u pojasu širine 100 m, te geološke determinacije izbušene jezgre
- **geofizička istraživanja** za određivanje karakteristika plićih slojeva tla, metodom geoelektrične 2-D tomografije. Izvedena su dva profila ukupne duljine 3840 m.
- **istražno bušenje** s kontinuiranim jezgrovanjem i uzimanjem poremećenih i neporemećenih uzoraka tla. Izvedeno je 18 istražnih bušotina na 9 poprečnih profila (kruna nasipa / zaobalna strana). Dubine bušotina su od 12,00 do 13,00 m, ukupno 276 m bušenja. 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 ovih istraživanja izvedeni su sljedeći pokusi: određivanje prirodne vlažnosti materijala, te specifične i zapreminske težine; određivanje Atterbergovih granica plastičnosti i tečenja, granulometrijskog sastava 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 nalazišta 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 nasipa čine barske naslage holocena (b, Q_2) na površini ispod kojih se nalaze aluvijalne naslage holocena (a, Q_2).

Inženjerskogeološkim kartiranjem površine terena utvrđene su naslage antropogenog pokrivača (obrambeni nasip) i prirodnog geološkog pokrivača aluvijalne geneze (aluvijalni pokrivač). Unutar naslaga aluvija se prema svojim karakteristikama mogu izdvojiti sljedeći materijali: površinska glina, glinoviti pijesak, glina, te šljunak i pijesak.

Antropogeni pokrivač (nasip) umjetna je tvorevina nastala kontroliranom ugradnjom materijala - nasipavanjem, u svrhu izgradnje sustava za obranu od poplava. Sastoji se uglavnom od glina srednje do visoke plastičnosti, srednje do kruto plastične konzistencije, te u manjoj mjeri pjeskovite gline niske plastičnosti (CL) i glinoviti pijesak (SC). Od primjesa, gline sadrže konkrete željeznih oksida i mangana, te nešto organskih tvari.

Aluvijalne naslage kvartarne starosti nastale su taloženjem sitnozrnog materijala i krupnozrnog materijala koji su transportirani rijekom Kupom. Aluvijalne naslage zastupljene su glinama, te pijescima i šljuncima.

5.2.2.2 Geoelektrična mjerenja

Geoelektrična mjerenja daju uvid u temeljno tlo do dubina od cca 30 m. U klasičnim sedimentima osnovicu litološkog raspoznavanja izmjerenog električnog otpora čini veličina zrna i prisutnost vode u porama sedimenta, pri čemu krupnozrni sedimenti pokazuju znatno veću otpornost od sitnozrnih, a zasićenost vodom smanjuje otpornost.

Na izmjerenim geoelektričnim profilima GT_KUPA-1 i GT_KUPA-2 ukupne duljine 3840 m mogu se raspoznati karakteristične litološke sredine:

- Nasip - u površinskom dijelu nasip se sastoji od mješavine drobljenog kamena i gline, te gline koja je ugrađivana u tijelo nasipa. Otpornost nasipa je do 50 ohmmetara dok se debljina kreće od 3 do 4 metra u prosjeku. Lateralne promjene u otpornosti uzrokovane su različitim materijalima koji su ugrađivani u tijelo nasipa. Prema otpornostima u pojedinim dijelovima gline u nasipu sadrže više prahovitih i pjeskovitih sitnih čestica te se u tom dijelu mjerene otpornosti veće od 30 ohmmetara
- Gline – ispod postojećih nasipa izmjerene su otpornosti od 12 do 30 ohmmetara koje su karakteristične za gline, prahovite gline i pjeskovite gline s proslojcima praha ili pijeska. Debljina ovih naslaga je od 3 do 6 metara u prosjeku.
- Gline i prahovi, pjeskoviti, šljunkoviti povećane otpornosti ispod glina ukazuje na naslage prahova i pijeska s otpornostima većim od 30 ohmmetara. Iz tomografskih mjerenja vidljivo je da se otpornosti mijenjaju kako lateralno tako i po dubini na što utječu odnosi sitnozrnih i krupnozrnatih čestica. Otpornosti veće od 40 ohmmetara trebale bi odgovarati glinama s većim udjelom pijeska i šljunka. Što su nam otpornosti veće sadržaj krupnozrnatih čestica je veći. Iste otpornosti mogu imati i slojevi pijeska s većim sadržajem gline i praha. Za točniju determinaciju ove sredine upravo zbog omjera sitnozrnatih i krupnozrnatih čestica pouzdaniji su podaci dobiveni istražnim bušenjem i granulometrijskim analizama na uzorcima iz bušotina.



- Pijesci – otpornosti od 50 do 110 ohmmetara koje su karakteristične za pijeske, s manjim ili većim sadržajem čestica gline ili praha te šljunka. Ove naslage nalazimo na istraživanom području kontinuirano ispod naslaga glina. Debljina im varira ali se u prosjeku kreće od 1 do 15 metara.
- Šljunak – otpornosti od 110 do 200 ohmmetara koje su karakteristične za šljunke, s manjim ili većim sadržajem čestica gline, praha te pijeska. Ove naslage pojavljuju se unutar naslaga pijeska, nisu kontinuirane na mjerenim profilima a debljina im se kreće do desetak metara.

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 12-13 m (oznake S-141-18-59 do S-141-18-76) pozicionirane su uzduž desnog nasipa kanala Kupa – Kupa (prilozi 201, list 1-5) . 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 2-1 do 2-18 elaborata (1) 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

Na osnovu izvedenih istražnih radova na desnom nasipu kanala Kupa – Kupa (bušotine oznake S-141-18-59 do S-141-18-76) moguće je izdvojiti sljedeći profil tla:

- na površini terena humusni pokrivač debljine do 0,40 m ili tijelo nasipa od gline srednje do visoke plastičnosti (**CI, CH**), debljine 3,60 do 5,00 m, srednje do kruto plastične konzistencije, s primjesama željeznih oksida, sive do smeđe boje. Rezultati SPT ispitivanja u tijelu nasipa iznose 6 do 14 udaraca
- ispod humusnog pokrivača se od 0,10 m do najviše 8,00 m rasprostiru naslage gline (**CI, CH**), debljine 1,80 do 7,70 m, srednje do visoke plastičnosti, srednje do kruto plastične konzistencije, s primjesama željeznih oksida i mangana, sivo do narančasto smeđe boje. Rezultati SPT ispitivanja u ovim naslagama iznose 0 do 17 udaraca,
- na dubini od 1,80 m do najviše 12,00 m rasprostiru se slojevi pijeska, glinoviti ili slabo graduirani (**SC, SP**), srednje zbijeni, sive boje debljine 0,90 do 7,20 m. Rezultati SPT ispitivanja u tim naslagama iznose od 3 do 28 udaraca (ovisno o položaju sloja u odnosu na površinu terena i nivo podzemne vode),
- na dubini od 3,90 do 12,00 m pa do dna bušenja registrirana je podina koju predstavlja sloj šljunka uglavnom slabo do dobro graduiran, zaglinjen i srednje zbijen, sive boje (**GW-GC, GP**). Rezultati SPT ispitivanja u tim naslagama iznose od 4 do 26.

Za vrijeme bušenja registrirana je pojava podzemne vode dok je nakon završenog bušenja izmjerena razina podzemne vode PPV/RPV: najviše -3,00 m/-2,10 m (S-60) do najniže -7,20 m/-7,30 m (S-67).

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



1. **Nasip od gline N(CI,CH)**, debljine 3,60 do 5,00 m, srednje do visoke plastičnosti, srednje do kruto plastične konzistencije.

In situ ispitivanjima u bušotinama dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

Prosječno N=9 (najmanja vrijednost N=6).

S-141-18-61 (4,00-4,45)	N=9
S-141-18-63 (2,00-2,45)	N=9
S-141-18-63 (3,80-4,25)	N=11
S-141-18-65 (4,00-4,45)	N=9
S-141-18-67 (2,00-2,45)	N=14
S-141-18-67 (4,00-4,45)	N=11
S-141-18-69 (2,00-2,45)	N=7
S-141-18-71 (2,00-2,45)	N=6
S-141-18-71 (4,00-4,45)	N=9

-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednosti:

prirodna vlažnost	wo= 25,83
granica tečenja	wl= 51,99%
granica plastičnosti	wp= 22,74%
indeks plastičnosti	lp= 29,25
indeks konzistencije	lk= 0,92
gustoća (zapreminska težina)	$\gamma = 19,1 \text{ kN / m}^3$
specifična gustoća	$\gamma_s = 27,1 \text{ kN / m}^3$
nedrenirana čvrstoća (laboratorij-jedn. čvrstoća)	cu= 58 kPa
nedrenirana čvrstoća (korelacije)	cu= 156 / 40 kPa
kohezija (laboratorij-dir. smicanje)	c'= 15,0 kPa
kut unutrašnjeg trenja (laboratorij-dir. smicanje)	$\phi' = 19,8^\circ$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\phi' = 26^\circ$
modul stižljivosti (laboratorij-iz edometra)	Mk = 2,4 MPa (za $\sigma_v = 50-100 \text{ kPa}$) Mk = 3,8 MPa (za $\sigma_v = 100-200 \text{ kPa}$) Mk = 4,9 MPa (za $\sigma_v = 200-400 \text{ kPa}$)
modul stižljivosti (korelacije)	Mk = 4,0 MPa (za $\sigma_v = 100 \text{ kPa}$)
koeficijent propusnosti (iz edometra)	k = $3,8 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$.

2. **Glina (CI, CH)**, debljine 1,80 do 7,70 m, srednje do visoke plastičnosti, srednje do kruto plastične konzistencije.

In situ ispitivanjima u bušotinama dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

Prosječno N=9 (najmanja vrijednost N=0).

S-141-18-59 (6,00-6,45)	N=6
S-141-18-66 (3,00-3,45)	N=17
S-141-18-72 (3,00-3,45)	N=3
S-141-18-73 (6,00-6,45)	N=13
S-141-18-74 (3,00-3,45)	N=0
S-141-18-75 (6,00-6,45)	N=14

-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednosti:

prirodna vlažnost	wo= 27,50%
granica tečenja	wl= 50,50%



granica plastičnosti	$w_p = 22,50\%$
indeks plastičnosti	$I_p = 28,03$
indeks konzistencije	$I_k = 0,83$
gustoća (zapreminska težina)	$\gamma = 19,1 \text{ kN/m}^3$
specifična gustoća	$\gamma_s = 27,1 \text{ kN/m}^3$
nedrenirana čvrstoća (laboratorij-jedn. čvrstoća)	$c_u = 78 \text{ kPa}$
nedrenirana čvrstoća (korelacije)	$c_u = 141 / 40 \text{ kPa}$
kohezija (laboratorij-dir. smicanje)	$c' = 20,6 \text{ kPa}$
kut unutrašnjeg trenja (laboratorij-dir. smicanje)	$\phi' = 22,5^\circ$
kut unutrašnjeg trenja (korelacije)	$\phi' = 26,3^\circ$
modul stižljivosti (laboratorij-iz edometra)	$M_k = 3,1 \text{ MPa (za } \sigma_v = 50-100 \text{ kPa)}$ $M_k = 4,2 \text{ MPa (za } \sigma_v = 100-200 \text{ kPa)}$ $M_k = 7,0 \text{ MPa (za } \sigma_v = 200-400 \text{ kPa)}$
modul stižljivosti (korelacije)	$M_k = 4,2 \text{ MPa (za } \sigma_v = 100 \text{ kPa)}$
koeficijent propusnosti (iz edometra)	$k = 5,0 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s.}$

3. **Pijesak glinovit (SC, SP)** na dubini od 1,80 m do 12,00 m debljine 0,90 do 7,20 m, srednje zbijen.

In situ ispitivanjima u bušotinama dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

Prosječno $N=15$ (najmanja vrijednost $N=3$).

S-141-18-59 (8,00-8,45)	N=6
S-141-18-59 (12,00-12,45)	N=23
S-141-18-60 (3,10-3,55)	N=14
S-141-18-61 (8,00-8,45)	N=14
S-141-18-61 (12,00 12,45)	N=14
S-141-18-62 (2,00-2,45)	N=6
S-141-18-62 (4,00-4,45)	N=16
S-141-18-63 (6,00-6,45)	N=13
S-141-18-63 (8,00-8,45)	N=27
S-141-18-64 (3,00-3,45)	N=10
S-141-18-64 (4,50-4,95)	N=13
S-141-18-65 (8,00-8,45)	N=10
S-141-18-67 (8,00-8,45)	N=16
S-141-18-68 (3,00-3,45)	N=11
S-141-18-69 (9,00-9,45)	N=27
S-141-18-70 (3,00-3,45)	N=10
S-141-18-71 (8,60-9,05)	N=20
S-141-18-71 (10,00-10,45)	N=24
S-141-18-71 (12,00-12,45)	N=26
S-141-18-72 (6,50-6,95)	N=11
S-141-18-72 (8,00-8,45)	N=19
S-141-18-72 (10,00-10,45)	N=16
S-141-18-72 (12,00-12,45)	N=12
S-141-18-73 (8,00-8,45)	N=12
S-141-18-73 (10,00-10,45)	N=16
S-141-18-73 (12,00-12,45)	N=26
S-141-18-74 (5,00-5,45)	N=5
S-141-18-74 (7,50-7,95)	N=28
S-141-18-74 (9,50-9,95)	N=12
S-141-18-75 (8,00-8,45)	N=3
S-141-18-75 (10,00-10,45)	N=14



S-141-18-75 (12,00-12,45) N=9
S-141-18-76 (3,00-3,45) N=9
S-141-18-76 (8,00-8,45) N=12
S-141-18-76 (10,00-10,45) N=20
S-141-18-76 (12,00-12,45) N=19

-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednost:
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) $\varphi' = 35,2^\circ$
koeficijent propusnosti (US Bureau) $k = 8,3 \cdot 10^{-4} \text{ cm/s}$

4. **Šljunak zaglinjen (GW-GC, GP)** na dubini počev od 3,90 m do 12,00 m, srednje zbijen.

In situ ispitivanjima u bušotinama dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

Prosječno N=14 (najmanja vrijednost N=4).

S-141-18-61 (10-10,45) N=14
S-141-18-62 (6-6,45) N=16
S-141-18-62 (8-8,45) N=17
S-141-18-62 (10-10,45) N=20
S-141-18-63 (10-10,45) N=26
S-141-18-63 (12-12,45) N=16
S-141-18-65 (10-10,45) N=12
S-141-18-65 (12-12,45) N=8
S-141-18-66 (8-8,45) N=21
S-141-18-66 (10-10,45) N=20
S-141-18-67 (10-10,45) N=23
S-141-18-67 (12-12,45) N=10
S-141-18-68 (5-5,45) N=10
S-141-18-68 (7-7,45) N=10
S-141-18-68 (9-9,45) N=12
S-141-18-68 (12-12,45) N=18
S-141-18-69 (12,00-12,45) N=11
S-141-18-70 (5-5,45) N=10
S-141-18-70 (7-7,45) N=8
S-141-18-70 (9-9,45) N=9
S-141-18-70 (12-12,45) N=24
S-141-18-72 (4,50-4,95) N=10
S-141-18-76 (5-5,45) N=4
S-141-18-76 (6,5-6,95) N=9.

-Laboratorijskim ispitivanjima u ovom sloju dobivene su sljedeće vrijednost:

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) $\varphi' = 34,5^\circ$
koeficijent propusnosti (US Bureau) $k = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ cm/s (G)}$



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), $\sin \phi_{cv}' = 0,8-0,094 \ln I_p$ (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 $I_c = (w_l - w_0)/(w_l - w_p)$, $c_u = 1.7 \cdot 10^2 I_c$
- c_u , – iz laboratorijskih ispitivanja - nekonsolidirani nedrenirani pokus
- c_u , – iz N (SPT) i I_p $c_u = f_1 \times N_{60}$ (kPa) $f_1(I_p)$ iz dijagrama (Clayton, Stroud 1995)
- c_u , – iz N (SPT) $c_u = (4.5-10) N_{60}$ (kPa) (Clayton, 1995)
- c_u , – iz N (SPT) $c_u = (4-6) N$ (kPa) (Stroud & Butler, 1975)
- ϕ_{cv}' - iz $\phi' = \arcsin(0,8-0,094 \ln I_p / 1,1)$ (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) $f_2 \times N_{60}$ (kPa) $f_2(I_p)$ korelacija iz dijagrama (Clayton, 1995)
- E' – iz N (SPT); $E' = 2/3 E_u (1+v')$; $E_u = 0.9N$ (MPa); $0.1 < v' < 0.3$ (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) $20^0 + (15.4(N_1)_{60})^{0.5}$ (Hatanaka & Uchida, 1996)
 - ϕ_{vr}' - iz $(N_1)_{60}$ i I_D EC7-2 tablica Prilog F.2
 - ϕ_{vr}' - iz N (SPT) $C \arctg(N/(12.2+20.3(\sigma_v/p_a)))^{0.34}$ $C=1$ do $1,2$ (1,1 za ravninsko stanje)
 - ϕ_{cv}' (kritično stanje) 42-17R, (R=0,1-0,9) (Chan&Page, 1979)
- $E'=N_{60}$ (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

Ip/lc = 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 u tablici 5.2.1.

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. 0.1

Tablica 5.2.1: Karakteristični parametri temeljnog tla (prema Orr i Farrell, 1999)

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)
(S2) Nasip od gline (CI,CH)	3,6-5,0	19,0	29/0,92	9(6)	58	19,8	15,0	3,8	5,0
(S3) Glina (CI,CH)	1,8-7,7	19,0	28/0,83	9(0)	78	22,5	20,6	4,2	5,2
(S4) Pijesak glinovit (SC,SP)	0,9-7,2	20,0	-	15(3)	-	35,2	2	12	15
(S5) Šljunak zaglinjen (GW-GC,GP)	Počev od 3,9-12,0 od površine terena	20,0	-	14(4)	-	34,5	1	11	14



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 u inundacijskom prostoru na lijevoj obali kanala Kupa – Kupa. Istražni radovi sastojali su se od istražnog bušenja i laboratorijskih ispitivanja na tri lokacije:

1. Nalazište materijala u 2. km,
2. Nalazište materijala u 7. km,
3. Nalazište materijala u 9. km.

Od navedenih lokacija pogodnost materijala prema OTU za radove u vodnom gospodarstvu zadovoljavaju samo gline srednje plastičnosti (CI) do dubina 1,00 i 1,30 m na nalazištu materijala u 7. km.

Ostali materijali ne mogu se ugrađivati bez dodatnih mjera poboljšanja i posebnih tehničkih rješenja.

5.2.3.1 Rezultati istraživanja

Na osnovu obavljenog istraživanja na lokaciji potencijalnog nalazišta materijala na 7. km (bušotine oznake S-141-18-47 i S-141-18-48) moguće je izdvojiti sljedeći profil tla:

- površinu terena prekriva sloja humusa debljine do 0,30 m,
- ispod sloja humusa do najveće dubine 1,3 m, debljine sloja 0,7 - 1,0 m, rasprostiru se naslage gline (CI) srednje plastičnosti, kruto plastične konzistencije, žuto smeđe boje,
- ispod sloja (CI) gline do dna bušenja, debljine sloja 3,7 - 4,0 m, rasprostiru se gline visoke plastičnosti (CH), kruto plastične konzistencije, sivo žute boje.

Za vrijeme bušenja nije registrirana pojava podzemne vode PPV i RPV koja generalno ovisi o hidrološkim uvjetima te o razini vode u kanalu Kupa-Kupa.

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).

1. **Glina (CI)**, debljine sloja 0,7 - 1,0 m, srednje plastičnosti, kruto plastične konzistencije i **Glina (CH)**, debljine sloja 3,7 - 4,0 m, visoke plastičnosti, kruto plastične konzistencije.

In situ ispitivanjima dobivene su sljedeće vrijednosti:

-SPT (N-broj udaraca)

Prosječno N=14 (najmanja vrijednost N=13).

S-141-18-47 (1,00-1,45)	N=14(CH)
S-141-18-47 (3,50-3,95)	N=13 (CH)
S-141-18-47 (5,00-5,45)	N=13 (CH)
S-141-18-48 (3,00-3,45)	N=16 (CH)
S-141-18-48 (5,00-5,45)	N=13 (CH)

- **Laboratorijskim ispitivanjima** u ovim slojevima dobivene su sljedeće vrijednosti (srednja vrijednost za CI glinu / srednja vrijednost za CH glinu):

prirodna vlažnost	$w_o = 22,48\% / 26,73\%$
granica tečenja	$w_l = 47,23\% / 60,72\%$



granica plastičnosti	$w_p = 21,36\% / 22,67\%$
indeks plastičnosti	$I_p = 25,87 / 38,05$
indeks konzistencije	$I_k = 0,96 / 0,89$
specifična gustoća	$\gamma_s = - / 27,2 \text{ kN/m}^3$
suha zapreminska gustoća	$\gamma_d = - / 14,3 \text{ kN/m}^3$
vlažna zapreminska gustoća	$\gamma_w = - / 18,4 \text{ kN/m}^3$

Standardni Proctorov pokus iz slojeva CI-CH gline (kompozitni uzorak oznake S-141-18-54-1):

prirodna vlažnost	$w_o = 27,46\%$
granica tečenja	$w_l = 50,73\%$
granica plastičnosti	$w_p = 22,80\%$
indeks plastičnosti	$I_p = 27,93$
indeks konzistencije	$I_k = 0,83$
specifična gustoća	$\gamma_s = 26,7 \text{ kN/m}^3$
suha zapreminska gustoća	$\gamma_d = 16,3 \text{ kN/m}^3$
vlažna zapreminska gustoća	$\gamma_w = 19,1 \text{ kN/m}^3$
optimalna vlažnost	$w_{opt} = 16,3\%$
suha zapreminska gustoća	$\gamma_{d\ opt} = 16,45 \text{ kN/m}^3$
nedrenirana čvrstoća (laboratorij-jed. čvrstoća)	$c_u = 90 \text{ kPa}$
kohezija (laboratorij-dir. smicanje)	$c' = 17,7 \text{ kPa}$
kut unutrašnjeg trenja (laboratorij-dir. smicanje)	$\phi' = 23,0^\circ$
modul stišljivosti (iz edometra)	$M_k = 3,0 \text{ MPa}$ (za $\sigma_v = 50-100 \text{ kPa}$) $M_k = 5,0$ (za $\sigma_v = 100-200 \text{ kPa}$) $M_k = 6,1$ (za $\sigma_v = 200-400 \text{ kPa}$)
koeficijent propusnosti (iz edometra)	$k = 8,45 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$

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 tablici 5.2.2.

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}).

Tablica 5.2.2: Karakteristični parametri materijala za ugradnju u tijelo nasipa

SLOJ	Debljina (m)	I_p/I_c	N (SPT)	$c_{u,k}$ (kPa)	ϕ'_k ($^\circ$)	c'_k (kPa)	$E_{oed,k}/M_{vk}$ (MPa)	$\gamma_{d\ opt}$ (kN/m^3)
(S1) Glina (CI, CH)	do 5 m	28/0,83	-	90	23	18	5	16,5
Uzorcima pripremljeni po Proctoru								

Na osnovu provedenih istraživanja utvrđena je pogodnost materijala za ugradnju u tijelo brane koji se može opisati kao glina srednje i visoke plastičnosti, kruto plastične konzistencije.



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

- 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 na 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 $0,063 \text{ mm} \geq 50\%$
- udio organske tvari $< 6\%$
- bubrenje nakon 4 dana potapanja u vodi $< 4\%$

Uvidom u rezultate laboratorijskih ispitivanja in-situ i kompozitnog uzorka CI,CH gline iz nalazišta na 7. km vidljivo je kako isti zadovoljavaju sve tražene kriterije osim djelomično kriterij indeksa plastičnosti za donji sloj CH gline koji će se zato poboljšati miješanjem s gornjim slojem CI gline.

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

Prema dobivenim rezultatima laboratorijskih ispitivanja kompozitne gline iz nalazišta na 7. km prirodna vlaga je prosječno 27,5%, što u odnosu na prosječnu optimalnu vlagu iz Proctor-ovog pokusa od 16,3% daje prosječno odstupanje od +11,2%.

Zbog povećane prirodne vlage gline na nalazištu, 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 preliminarnih analiza hidrauličke stabilnosti desnog nasipa kanala Kupa – Kupa odabran je najnepovoljniji karakteristični profil koji najbolje opisuje ponašanje nasipa tijekom pojave velikih voda.

Za nivo idejnog projekta provesti će se geotehničke analize za kritični proračunski model koji se odnosi na desni nasip kanala Kupa - Kupa.

5.3.2 Proračunski modeli

Za geotehničke analize odabran je najnepovoljniji karakteristični profil u stac. km 2+600, s visinom nasipa od 4,15 m (111,35 m n.m.) koja uključuje nadvišenje nasipa od 1,35 m, širinu krune 4,0 m i promjenjive nagibe pokosa nasipa koje je potrebno potvrditi proračunom.

Maksimalna kota vode je određena tako da odgovara 100 godišnjoj velikoj vodi (110,15 m n.m.) uvećanoj za 1,2 m, a raspored slojeva nasipa i temeljnog tla na način da odgovara bušotini karakterističnoj S-141-18-61.

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 tla uz desni nasip kanala Kupa – Kupa.

I. Parametri slojeva temeljnog tla

Za proračunski model odabrani su sljedeći parametri temeljnog tla:

DRENIRANI PARAMETRI

NEDRENIRANI PARAMETRI

1. (S3) Glina (Cl,CH)

$c' = 21 \text{ kPa}$
 $\varphi' = 22^\circ$
 $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
 $\nu = 0,25$
 $E_{\text{oed}} (M_k) = 4,2 \text{ MPa}$ za $\sigma_v = 100 \text{ kPa}$
 $E' = 5,2 \text{ MPa}$
 $k = 5,0 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$ ($k = 5,0 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$)

$c_u = 78 \text{ kPa}$
 $\varphi = 1^\circ$

$E_u = 6,5 \text{ MPa}$

2. (S4) Pijesak glinovit (SC, SP)

$c' = 2 \text{ kPa}$
 $\varphi' = 35,2^\circ$
 $\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$
 $\nu = 0,25$
 $E_{\text{oed}} (M_k) = 12 \text{ MPa}$ (za $\sigma_v = 100 \text{ kPa}$)
 $E' = 15 \text{ MPa}$
 $k = 8,3 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ ($8,3 \cdot 10^{-4} \text{ cm/s}$)

$c_u = -$
 $\varphi = -$

$E_u = -$

**3. (S5) Šljunak u podlozi (GW-GC,GP)**

$c' = 1 \text{ kPa}$	$c_u = -$
$\varphi' = 34,5^\circ$	$\varphi' = -$
$\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$	
$v = 0,3$	
$E_{\text{oed}} (M_k) = 11 \text{ MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa}$)	
$E' = 14 \text{ MPa}$	$E_u = -$
$k = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ ($k = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ cm/s}$)	

II. Parametri materijala u tijela nasipa

Nekoherentni materijali u presjeku nasipa su propisani tehničkim uvjetima, a glinoviti materijali iz nalazišta 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).

4. (S1) Nadvišenje nasipa – glina N(CI,CH)

DRENIRANI PARAMETRI

$c' = 18 \text{ kPa}$	
$\varphi' = 23,0^\circ$	
$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$	
$v = 0,25$	
$E_{\text{oed}} (M_k) = 5,0 \text{ MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa}$)	
$E' = 6,2 \text{ MPa}$	
$k = 8,4 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$ ($k = 8,4 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$)	

NEDRENIRANI PARAMETRI

$c_u = 90,0 \text{ kPa}$
$\varphi = 1^\circ$
$E_u = 7,8 \text{ MPa}$

5. (S2) Nasip od gline N(CI,CH)

DRENIRANI PARAMETRI

$c' = 15 \text{ kPa}$	
$\varphi' = 20,0^\circ$	
$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$	
$v = 0,25$	
$E_{\text{oed}} (M_k) = 3,8 \text{ MPa}$ (za $\bar{\sigma}_v = 100 \text{ kPa}$)	
$E' = 5,0 \text{ MPa}$	
$k = 3,8 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$ ($k = 3,8 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$)	

NEDRENIRANI PARAMETRI

$c_u = 58 \text{ kPa}$
$\varphi = 1^\circ$
$E_u = 6,2 \text{ MPa}$

6. (S6) Šljunak (GW) – drenaža (pretpostavljeno)

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

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



5.3.3 Proračunski pristup prema EC7 normama

U cilju osiguranja dokaza mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine (desnog nasipa kanala Kupa-Kupa) provedene su geotehničke analize na proračunskom modelu nasipa i temeljnog tla koristeći računalni program (konačnih elemenata) *GEOSTUDIO* (analize procjeđivanja).

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 Tablici 5.3.1.

Tablica 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 Tablici 5.3.2.

Tablica 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 Analiza 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 nizvodno u zaobalju razina vode je na površini terena.

Analize su provedene na karakterističnom proračunskom modelu desnog nasipa kanala Kupa – Kupa približno u km 2+600.

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.

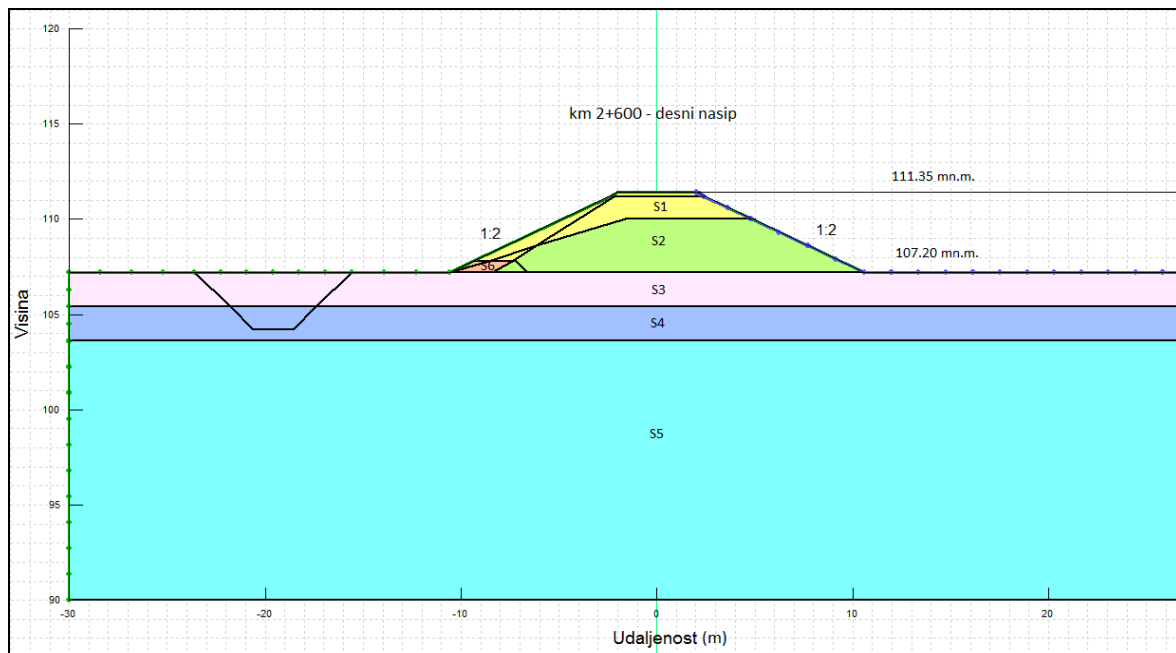
1. MODEL 1 u km 2+600

Proračunski model 1 koji približno odgovara poprečnom presjeku desnog nasipa kanala Kupa – Kupa u km 2+600 prikazan je na slici 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 107.20 m n.m., a projektna kota krune nasipa je na 111.35 m n.m., tj oko 1,20 m više od maksimalne očekivane razine 100-godišnje visoke vode. Za modeliranje je uzet kritični presjek nasipa visine 4,15 metra iznad terena, s maksimalnom projektnom razinom vode na 111.35 m n.m. (kota krune nasipa).

Raspored materijala u nasipu odgovara projektnim veličinama. Raspored tla u podlozi odgovara geotehničkim podlogama koje su identificirale slojeve površinske gline, ispod koje se rasprostire sloj pijeska glinovitog te šljunak u podlozi.

U model je uključena zona drenaže u 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 (107.20 m n.m.).



Slika 5.3.1. – Proračunski model 1 desnog nasipa kanala Kupa - Kupa

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

Tablica 5.3.3.: Proračunski parametri tla i materijala u tijelu nasipa za model desnog nasipa kanala Kupa – Kupa

MODEL	SLOJ	DEBLJINA SLOJA [m]	Opis materijala ili sloja	Zapreminska težina	Koeeficijent propusnosti	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							
						γ	k	c'					φ'	c_u
						[kN/m ³]	[m/s]	[kPa]					[°]	[kPa]
2+600 desni nasip kanala Kupa- Kupa	S1	nasip	0,0-1,35	CI,CH glina u nadvišenju nasipa	19,00	8,4×10-8 - 8,4×10-10	18,00	23,00	90,00	64	14	19		
	S2		3,60-5,00	CI,CH glina u postojećem nasipu	19,00	3,8×10-10	15,00	20,00	58,00	41	12	16		
	S3	temeljno tlo	1,80-7,70	CI,CH glina	19,00	5,0×10-10	21,00	22,00	78,00	56	17	18		
	S4		0,90-7,20	SC, SP pijesak glinovit	20,00	8,3×10-6	2,00	35,20	0,00	0	2	29		
	S5		počev od -3,9 m od površine terena	GW-GC, GP šljunak u podlozi	20,00	1,0×10-3	1,00	34,50	0,00	0	1	29		
	S6	nasip	0,60	GW šljunak u drenaži	21,00	1,0×10-2	1,00	35,00	0,00	0	1	29		



Rezultati analiza

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

Rezultati su prikazani na slikama 5.3.2 do 5.3.8, 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 / m` nasipa).

Detaljnija analiza stanja u nasipu i podlozi tijekom prolaska vodnog vala provedena je za minimalnu debljinu površinskog sloja gline (S3) i različiti VDP materijala u tijelu nasipa (slojevi S1 i S2).

Na **slici 5.3.2** prikazana je osnovna varijanta nasipa s debljinom površinskog sloja gline (S3) od 1,8 m i odnosom vodopropusnosti postojećeg (sloj S2) i novog (sloj S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-10}/10^{-8}$ m/s. Nagib pokosa nasipa je 1:2.

Procijenjena količina vode koja protječe kroz nasip i temeljno tlo:

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

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}}=1,0 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} = 9 \text{ l/dan}$$

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

Zato je analizirana varijanta s drenažnim slojem (S6) u nizvodnoj nožici (**slika 5.3.3**). Ugradnja drenaže povoljno utječe na spuštanje procjedne linije u nožici nasipa.

Procijenjena količina vode koja protječe kroz nasip, dren i temeljno tlo:

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

$$Q_{\text{dren}}=9,4 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 8 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}}=1,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} = 13 \text{ l/dan}$$

U zaobalju nizvodno od nasipa predviđena je izrada odvodnog kanala. Ukoliko odvodni kanal ulazi u propusne slojeve pijeska i šljunka moglo bi doći do plavljenja nizvodnog pokosa nasipa, posljedično i nestabilnost nasipa. Zato se odvodni kanal mora izvesti isključivo u sloju površinske nepropusne gline (**slika 5.3.4**).

Procijenjena količina vode koja protječe kroz nasip i temeljno tlo:

$$Q_{\text{nasip}}=9,2 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 8 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}}=1,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} = 13 \text{ l/dan}$$

Na **slici 5.3.5** prikazana je osnovna varijanta nasipa s odnosom vodopropusnosti postojećeg (sloj S2) i novog (sloj S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-10}/10^{-9}$ m/s.

Procijenjena količina vode koja protječe kroz nasip i temeljno tlo:

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

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}}=7,0 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 6 \text{ l/dan}$$

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

Na **slici 5.3.6** prikazana je osnovna varijanta nasipa s odnosom vodopropusnosti postojećeg (sloj S2) i novog (sloj S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-10}/10^{-10}$ m/s.

Procijenjena količina vode koja protječe kroz nasip i temeljno tlo:

$$Q_{\text{nasip}}=3,2 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/\text{s} = 0,3 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}}=6,1 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 5 \text{ l/dan}$$

Analiza procjeđivanja ne ukazuje na pojavu procjedne vode ('vrelne plohe') u nizvodnoj nožici nasipa.



Na **slici 5.3.7** prikazana je osnovna varijanta nasipa s odnosom vodopropusnosti postojećeg (sloj S2) i novog (sloj S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-8}/10^{-8}$ m/s.

Procijenjena količina vode koja protječe kroz nasip i temeljno tlo:

$$Q_{\text{nasip}}=6,6 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} = 0,6 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}}=1,4 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} = 12 \text{ l/dan}$$

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

Na **slici 5.3.8** prikazana je osnovna varijanta nasipa s odnosom vodopropusnosti postojećeg (sloj S2) i novog (sloj S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-8}/10^{-8}$ m/s te ugradnjom drenaže u nizvodnoj nožici.

Procijenjena količina vode koja protječe kroz nasip i temeljno tlo:

$$Q_{\text{nasip}}=1,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} = 13 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{dren}}=2,2 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} = 19 \text{ l/dan}$$

$$Q_{\text{nasip+temeljno tlo}}=2,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} = 20 \text{ l/dan}$$

Analiza procjeđivanja ne ukazuje na pojavu procjedne vode ('vrelne plohe') u nizvodnoj nožici nasipa.

Stabilnost u odnosu na ispiranje sitnih čestica iz tijela nasipa provjerena je izračunom hidrauličkih gradijenata na nizvodnoj strani vododrživih nasipa. 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 (slike 5.3.3, 5.3.4, 5.3.6 i 5.3.8). Ostali promatrani slučajevi (slike 5.3.2, 5.3.5 i 5.3.7) ne osiguravaju hidrauličku stabilnost nizvodne nožice 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 $\text{l}/\text{dan}/\text{m}'$), te završna ocjena vododrživosti nasipa prikazani su u tablici 5.3.4.

Tablica 5.3.4.: Ocjena vododrživosti nasipa i temeljnog tla za model desnog nasipa kanala Kupa - Kupa

MODEL	OPIS PROJEKTNE SITUACIJE (NASIP U INUNDACIJI KUPE)	$i_{c,max}$ (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+S2)	Nasip + Temeljno tlo (slojevi S1-S2-S3-S4-S5)			
1 - desni nasip kanala Kupa - Kupa u km 2+600	Model 1 - Osnovna varijanta: odnos VDP-a postojećeg (sloj S2) i novog (sloj S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-10}/10^{-8}$ m/s, nagib pokosa nasipa 1:2 i minimalna debljina površinskog sloja gline (S3) od 1,8 m (slika 5.3.2)	2,0	$3,8 \cdot 10^{-8}$	3,0	$1,0 \cdot 10^{-7}$	9	DA
	Model 1 + nizvodna drenaža (slika 5.3.3)	0,4	$1,2 \cdot 10^{-7}$	10,0	$1,5 \cdot 10^{-7}$	13	DA
	Model 1 + nizvodna drenaža + odvodni kanal (slika 5.3.4)	0,4	$9,2 \cdot 10^{-8}$	8,0	$1,5 \cdot 10^{-7}$	13	DA
	Model 1 + odnos VDP-a postojećeg (sloj S2) i novog (sloj S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-10}/10^{-9}$ m/s (slika 5.3.5)	0,8	$1,2 \cdot 10^{-8}$	1,0	$7,0 \cdot 10^{-8}$	6	DA
	Model 1 + odnos VDP-a postojećeg (sloj S2) i novog (sloj S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-10}/10^{-10}$ m/s (slika 5.3.6)	0,4	$3,2 \cdot 10^{-9}$	0,3	$6,1 \cdot 10^{-8}$	5	DA
	Model 1 + odnos VDP-a postojećeg (sloj S2) i novog (sloj S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-8}/10^{-8}$ m/s (slika 5.3.7)	2,0	$6,6 \cdot 10^{-8}$	0,6	$1,4 \cdot 10^{-7}$	12	DA
	Model 1 + nizvodna drenaža + odnos VDP-a postojećeg (sloj S2) i novog (sloj S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-8}/10^{-8}$ m/s (slika 5.3.8)	0,4	$1,5 \cdot 10^{-7}$	13,0	$2,3 \cdot 10^{-7}$	20	DA



Zaključne napomene

Usporedbom karakterističnih projektnih profila nasipa sa i bez primjene drenažnog sloja u nizvodnoj nožici vidljivo je kako drenažni sloj povoljno utječe na spuštanje procjedne linije u tijelu nasipu i značajno smanjuje mogućnost pojave procjedne vode ('vrelne plohe') na nizvodnom pokosu nasipa (slike 5.3.3, 5.3.4 i 5.3.8).

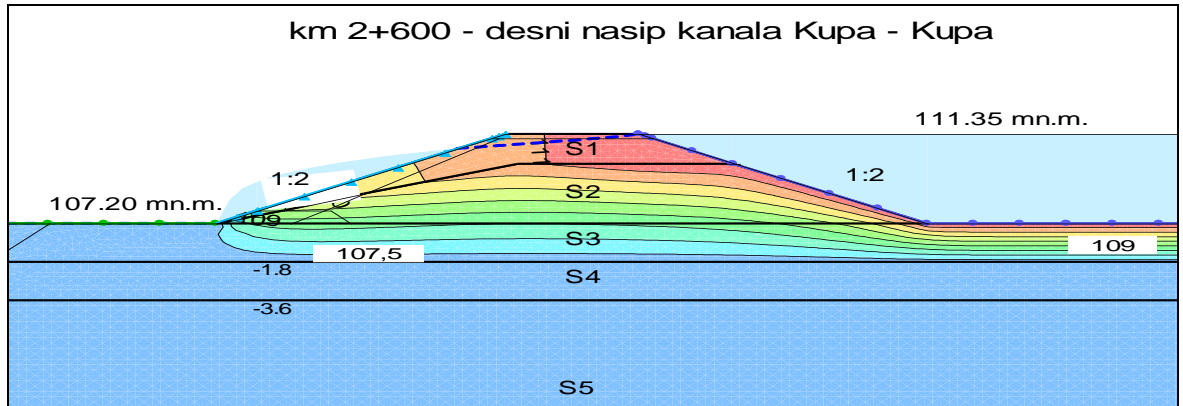
Osim toga, analizirani su slučajevi s primjenom različitih odnosa vodopropusnosti postojećeg (sloj S2) i novog (sloj S1) materijala u tijelu nasipa (slike 5.3.2, 5.3.5, 5.3.6 i 5.3.7). Uz manju vodopropusnost novog (nadvišenog) nasipa smanjuje se mogućnost pojave procjedne vode na nizvodnom pokosu nasipa.

Izvedba drenažnog kanala ne utječe na položaj procjedne linije u tijelu nasipa (slika 5.3.4) za razliku od nagiba nizvodnog pokosa koje značajno utječu na njen položaj.

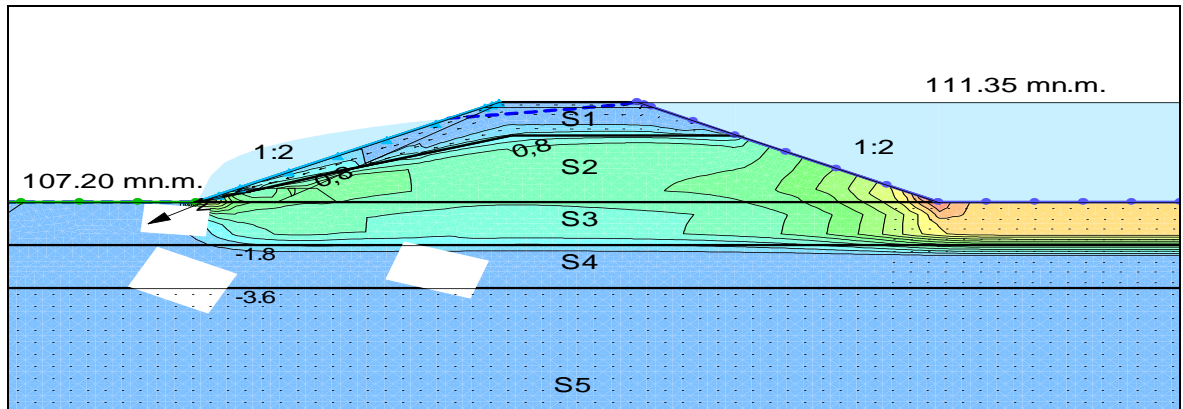
Općenito, procjedna voda na nizvodnom pokosu pojavljuje se u slučajevima povećane propusnosti novog (nadvišenog) sloja gline u nasipu ($k=10^{-8}$ m/s), izvedbe nadvišenja nasipa bez ugradnje drena na nizvodnoj nožici i strmijeg nagiba nizvodnog pokosa nasipa (1:1,5).



a)

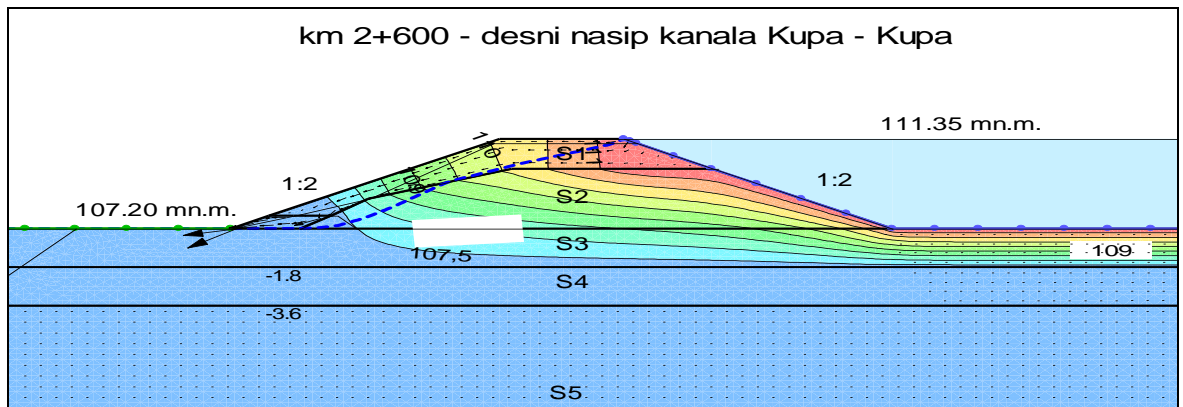


b)



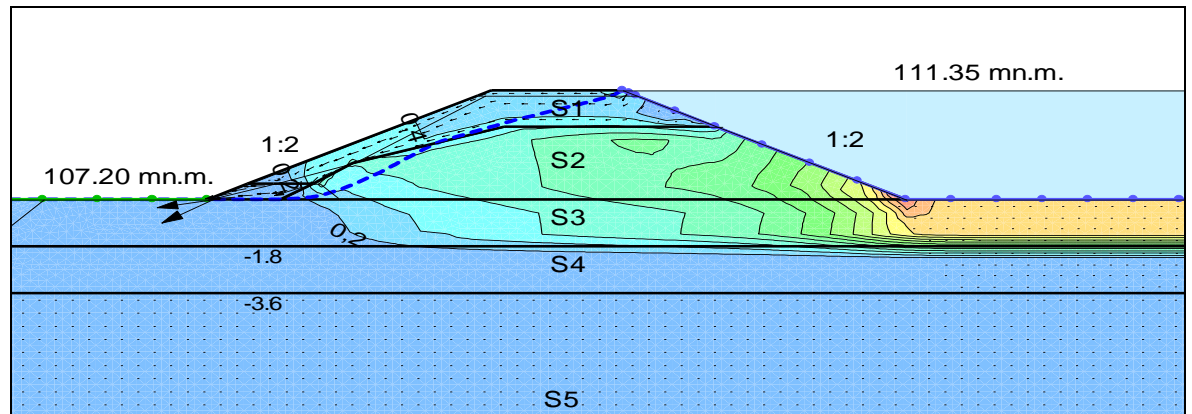
Slika 5.3.2: Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 koji obuhvaća minimalnu debljinu sloja gline (S3) od 1,8 m, odnos vodopropusnosti postojećeg (S2) i novog (S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-10}/10^{-8}$ m/s te nagib uzvodnog i nizvodnog pokosa 1:2: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

a)



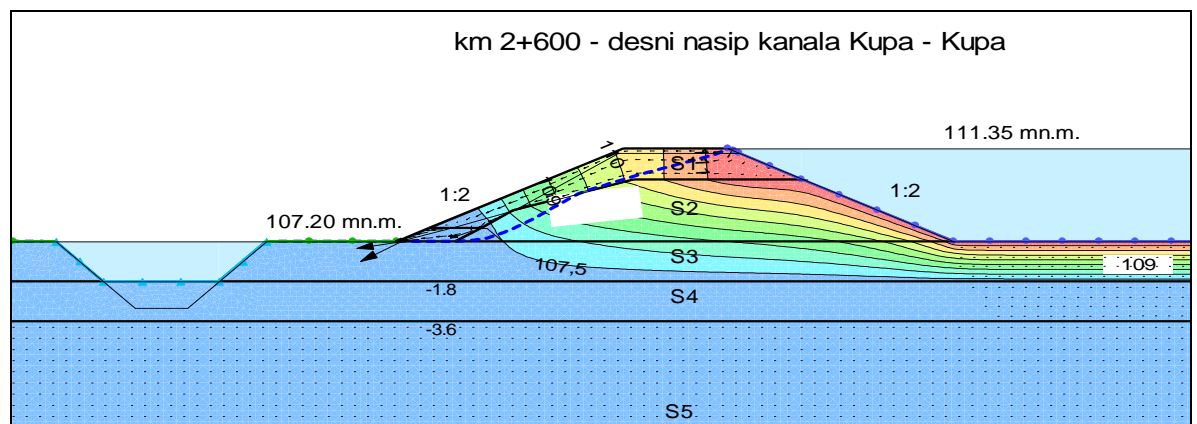


b)

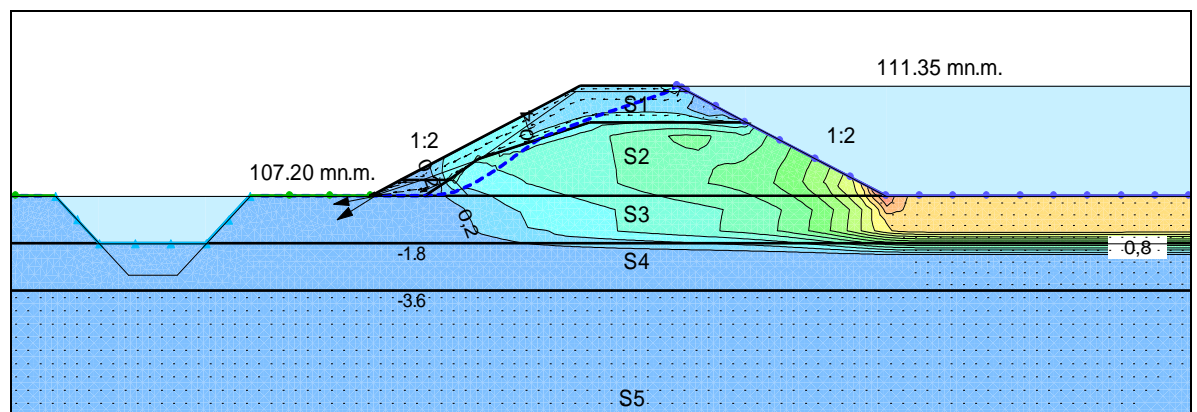


Slika 5.3.3: Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 uz ugradnju nizvodne drenaže: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

a)



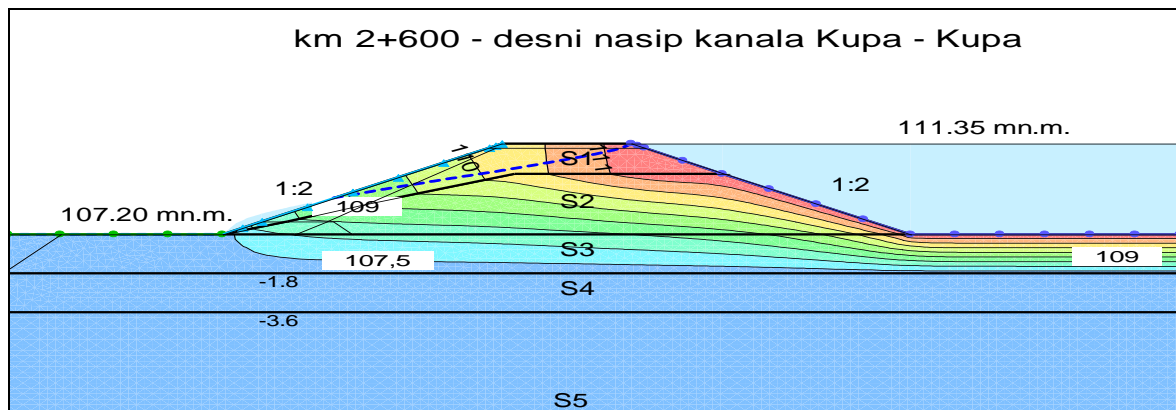
b)



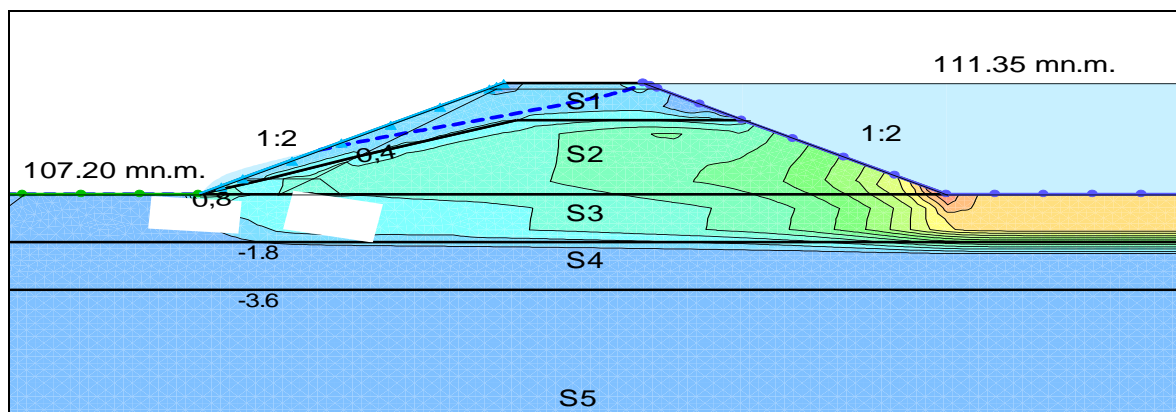
Slika 5.3.4: Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 uz izvedbu odvodnog kanala u zaobalju: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode



a)

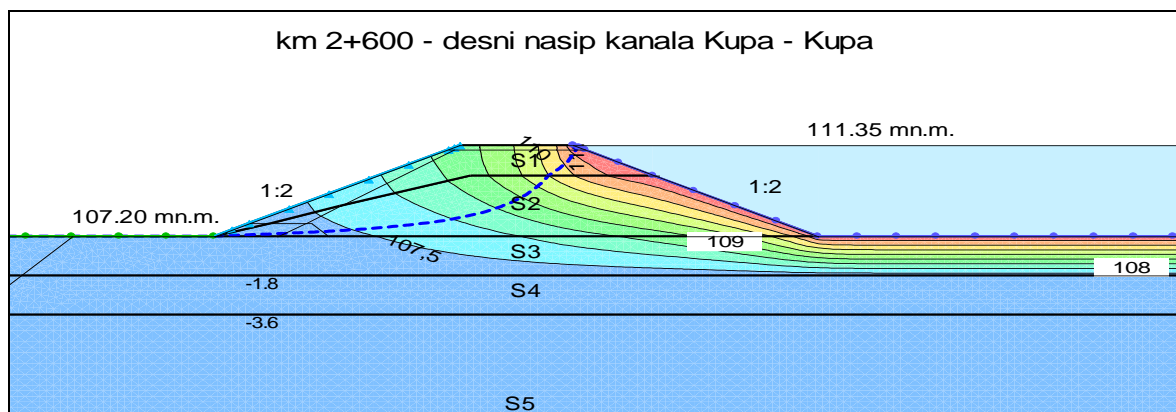


b)



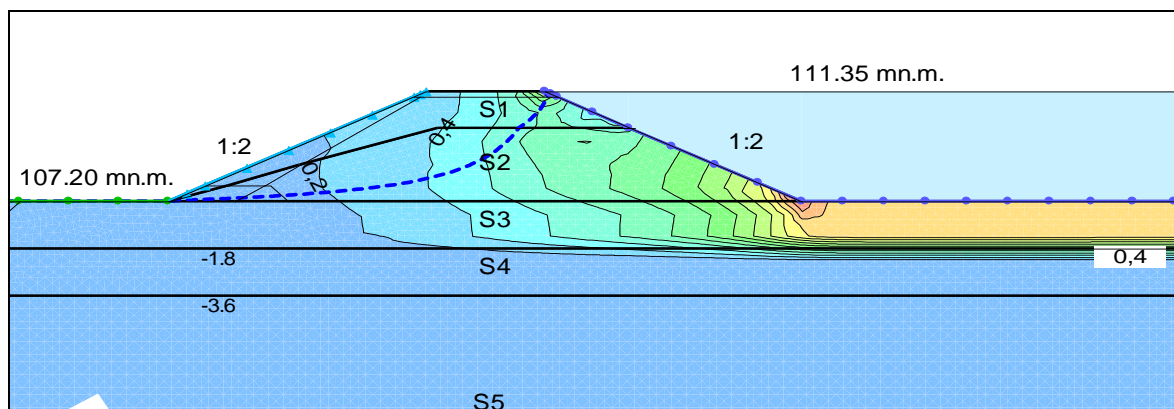
Slika 5.3.5: Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 uz odnos vodopropusnosti postojećeg (S2) i novog (S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-10}/10^{-9}$ m/s: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

a)



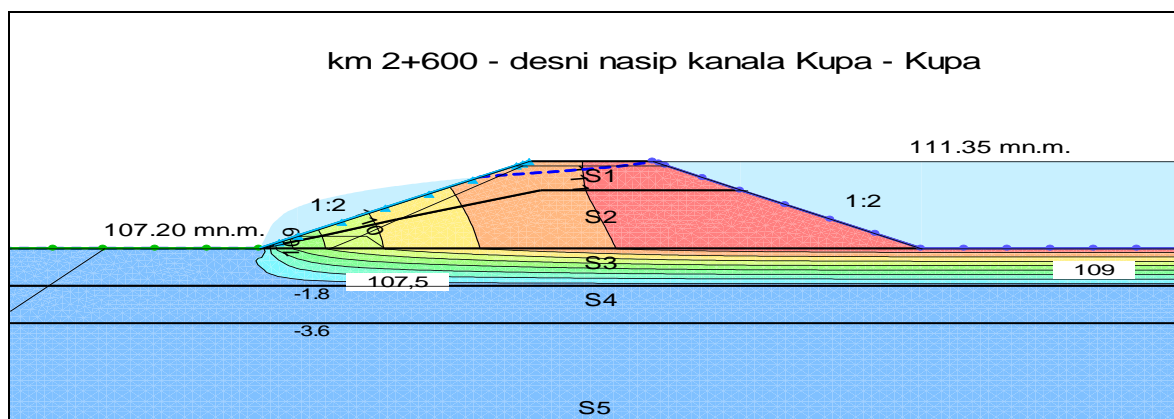


b)

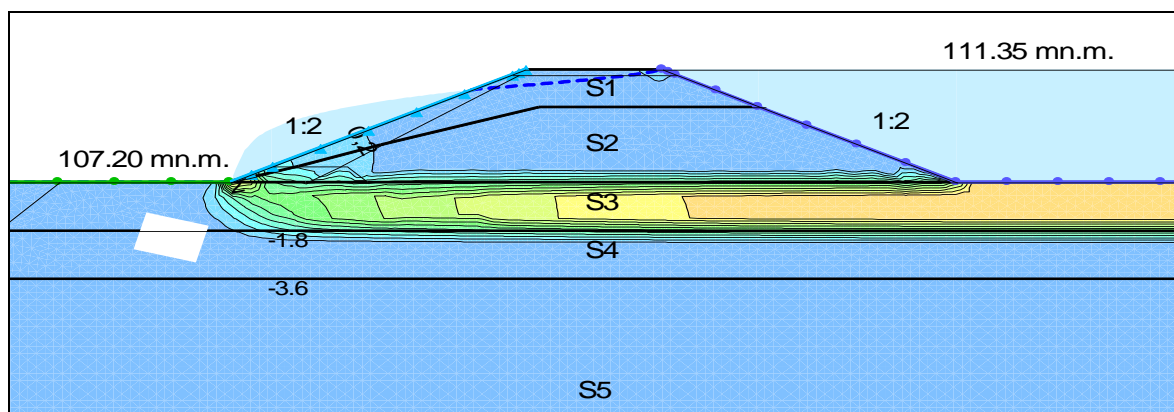


Slika 5.3.6: Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 uz odnos vodopropusnosti postojećeg (S2) i novog (S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-10}/10^{-10}$ m/s: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode

a)



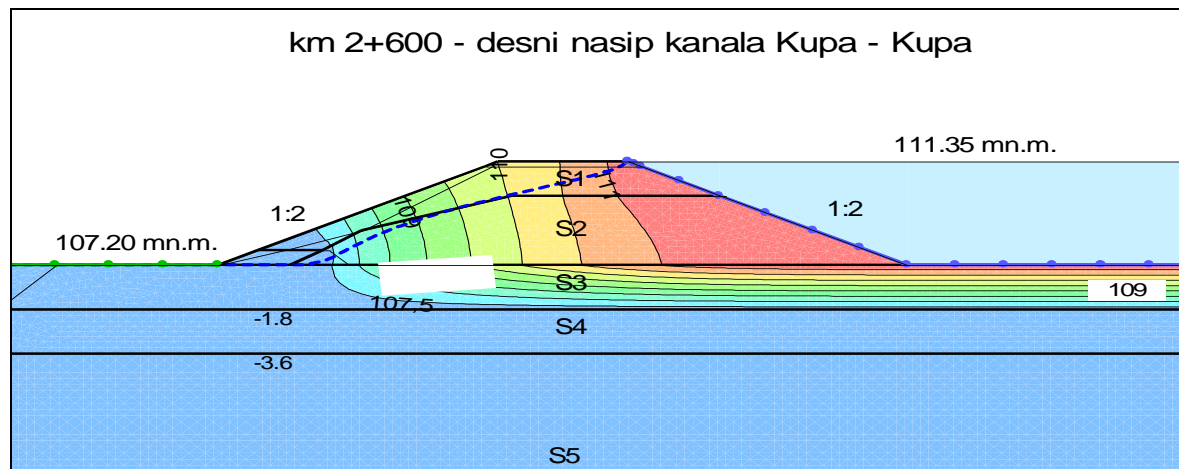
b)



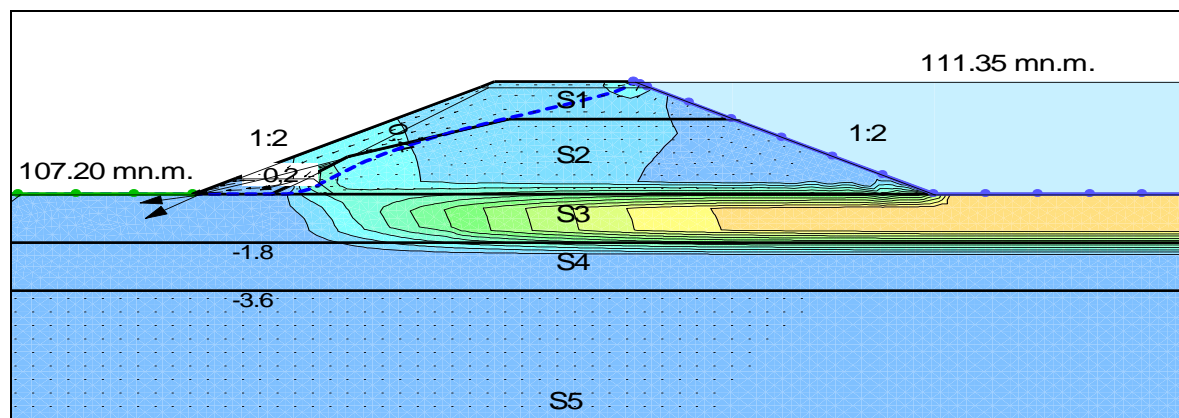
Slika 5.3.7: Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 uz odnos vodopropusnosti postojećeg (S2) i novog (S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-8}/10^{-8}$ m/s: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode



a)



b)



Slika 5.3.8: Rezultati analize procjeđivanja za osnovni model 1 uz odnos vodopropusnosti postojećeg (S2) i novog (S1) materijala u tijelu nasipa $k=10^{-8}/10^{-8}$ m/s i ugradnju nizvodne drenaže: a) ekvipotencijale i linija vodnog lica; b) hidraulični gradijenti i protok vode



5.4 ZAKLJUČAK

5.4.1 Općenito

U cilju utvrđivanja stabilnosti nadograđenog desnog nasipa kanala Kupa - Kupa, predviđenog za zaštitu naselja Šišljavić od nailaska velikih voda u kanalu Kupa-Kupa, provedene su geotehničke analize procjeđivanja kroz nasip.

Za geotehničke analize odabran je karakterističan proračunski model desnog nasipa kanala Kupa – Kupa približno u km 2+600.

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.

Analize stabilnosti ublaženih pokosa nasipa, te analize slijeganja i deformacija za konačno rješenje nadvišenja nasipa provest će se na nivou glavnog projekta.

5.4.2 Potvrda karakterističnih profila nasipa

Provedena je analiza procjeđivanja radi provjere hidrauličke stabilnosti nasipa prema kriteriju položaja strujne mreže, iznosa hidrauličkih gradijenata i pornih pritisaka u nasipu i temeljnom tlu, te količine procjedne vode kroz promatrani profil temeljnog tla i nasipa.

Utvrđen je sljedeći utjecaj pojedinih konstrukcijskih elemenata poprečnog profila nasipa:

- nizvodna drenaža povoljno utječe na spuštanje procjedne linije u nasipu,
- niža vodopropusnost novog (nadvišenog) nasipa povoljno utječe na spuštanje procjedne linije u nasipu,
- nizvodni drenažni kanal ne utječe na procjednu liniju u nasipu pod uvjetom njegove izvedbe u sloju površinske nepropusne gline,
- nagib pokosa utječe na procjednu liniju u nasipu pa se ne preporučuje nagib strmiji od 1:2,
- prema rezultatima istraživanja iz elaborata (1) u bušotinama S-141-18-74 i S-141-18-76 uočena je žitka konzistencija gline u sloju (S3) te se predlaže izvedba zamjene temeljnog tla ili bankine u nizvodnoj nožici zbog sprječavanja pojave hidrauličkog sloma,
- prema elaboratu (1) na mjestima uočenih pojava sufozije tla u desnoj inundaciji kanala predlaže se izvedba lokalne zamjene tla zbog sprječavanja procesa iznošenja sitnih čestica.

Zaključno se predlaže izvedba nadogradnje nasipa najveće visine 5 m koja obuhvaća nadvišenje od najviše 1,35 m, izvedbu minimalnog nagiba nizvodnog i uzvodnog pokosa 1:2, izvedbu poprečne i uzdužne drenaže u nizvodnoj nožici kao dodatne mjere, zaštitu dna drenažnog kanala ugradnjom kamenog nabačaja i kontroliranu ugradnju novog nasipa u nadvišenju prema OTU za radove u vodnom gospodarstvu; Knjiga 1 - Regulacijske i zaštitne vodne građevine; Hrvatske vode, Zagreb, ožujak 2011.



Iz rezultata provedenih analiza na nivou Idejnog projekta može se zaključiti da ovako postavljen koncept desnog nasipa kanala Kupa - Kupa 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 i pogodnosti materijala iz nalazišta.

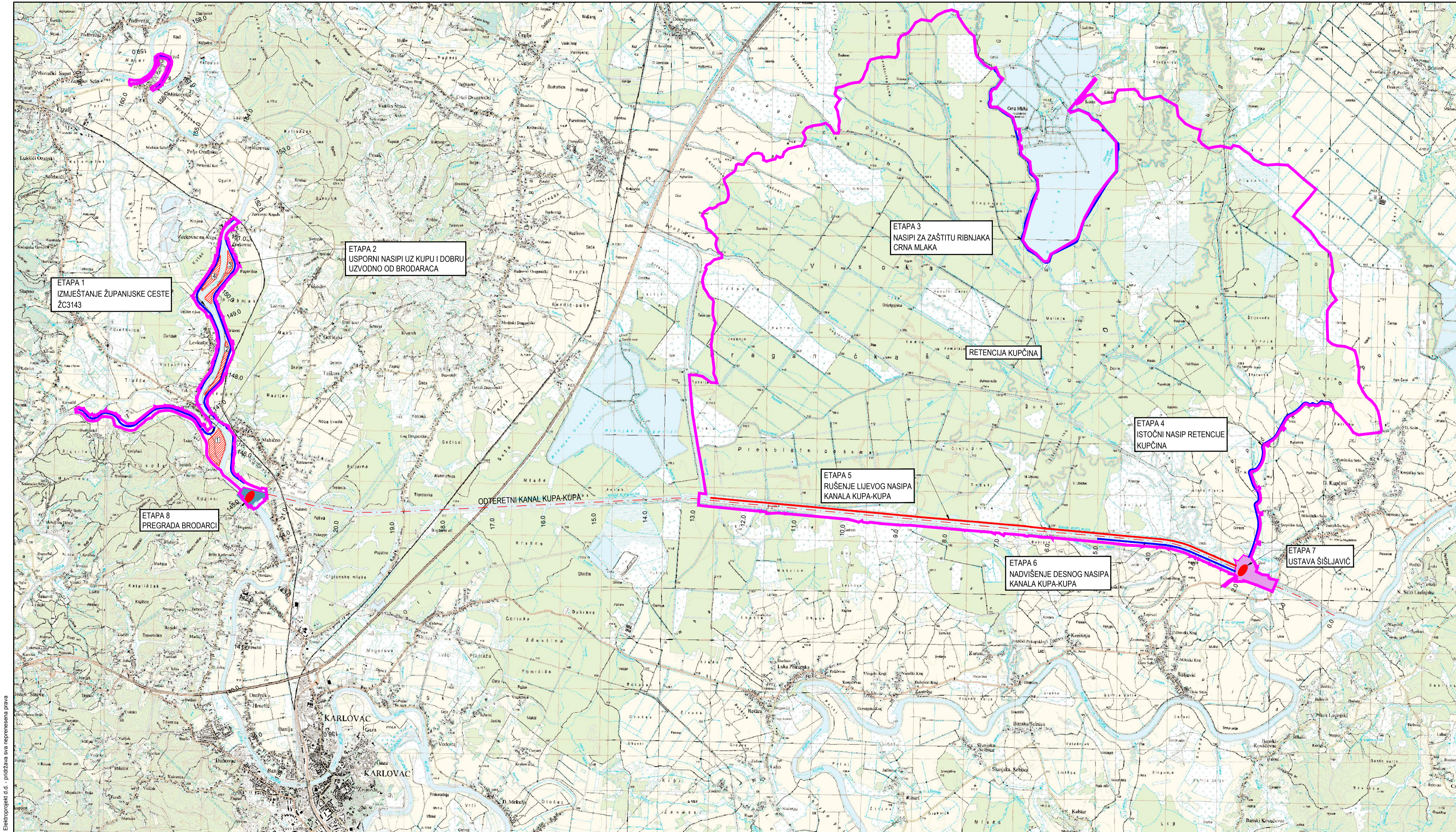
Smjernice za daljnje radove u sklopu Glavnoga projekta su sljedeće:

1. Dodatna istraživanja na nalazištima materijala. Dodatnim istraživanjima potrebno je precizno ustvrditi sljedeće:
 - a. Raspoložive količine glinenog materijala na nalazištima gline
 - b. Ispitivanja pogodnosti gline sa nalazišta, obrađene Proctorovim pokusom
 - c. Mogućnosti dobivanja materijala za drenažni sloj i eventualno bankinu na nalazištima u blizini nasipa, istraživanja za procjenu količina navedenog materijala
2. Detaljna razrada projekta desnog nasipa kanala Kupa – Kupa na razini Glavnoga projekta, što između ostalog uključuje:
 - a. Definiranje granulometrijskih kriterija drenažnih slojeva i općenito materijala iz nadograđenog tijela nasipa
 - b. Geomehničke analize: procjeđivanje i hidraulička stabilnost nasipa; geomehnička stabilnost; naponsko-deformacijske analize; provjera stabilnosti i deformacije nasipa u slučaju potresa
 - c. Definiranje zona u kojima će se primijeniti projektna rješenja zamjene materijala na lokacijama sufozija i žitke konzistencije tla
 - d. Izračun potrebnog nadvišenja nasipa za neutralizaciju utjecaja slijeganja krune nasipa
 - e. Projekt eksploatacije i sanacije nalazišta materijala za izgradnju nasipa
 - f. Projektantsku procjenu dinamike izvođenja radova na izgradnji nasipa
 - g. Troškovnik

Projektant:

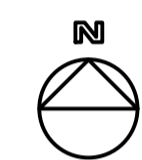
dr.sc. Davor Milaković, dipl.ing.građ.



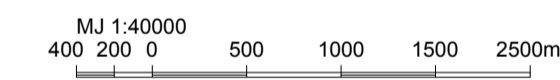


PREGRADA BRODARCI

PREGLEDNA SITUACIJA SVIH GRAĐEVINA



- LEGENDA:**
- obuhvat zahvata
 - trasa nasipa
 - potencijalno nalazište materijala

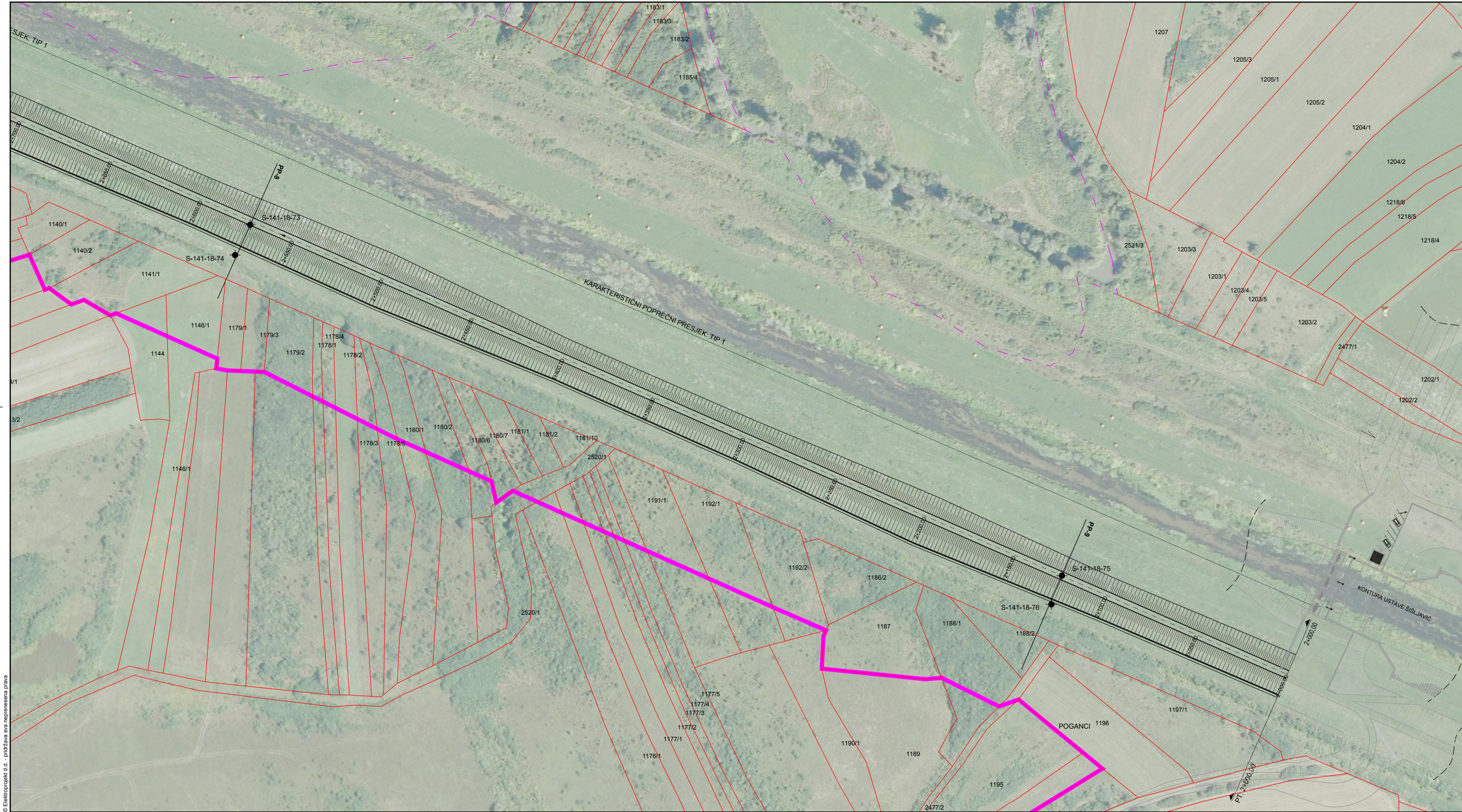


HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
 Danijel Krešić
 mag.ing.aedif.
 Ovlašteni inženjer građevinarstva
 G 4507

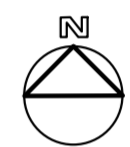
		Investitor	
		HRVATSKE VODE ULICA GRADA VUKOVARA 220, ZAGREB	
Projektant	mr.sc. Danijel Krešić mag.ing.aedif.	Građevina	
Izradio	Josip Husajina mag.ing.aedif.	PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINA	
Kontrolirao	Nenad Heček, dipi.ing.grad.	Vrsta	Idejni projekt - građevinski
		Projekt	NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA
		Sadržaj	NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA - pregledna situacija svih građevina
Datum: 12. 2019.			
Mjerilo: 1:40000		Format: A3+	
Tipski nacrt	Vrsta	Projekt	Knjiga
	G2	O89.00.03	G01.0
			Prilog
			101
			listova
			01
			list
			01

Elektroprojekt d.d. - pričuva sva neispisana prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno



NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA SITUACIJA NASIPA

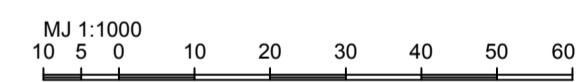


stac. 2+000 - 2+650 km

LEGENDA:

- katastar
- obuhvat zahvata
- poprečni prognozirani IG presjek
- istražna bušotina

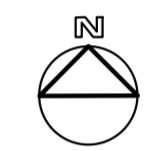
S-141-18-75



		Investitor				
		HRVATSKE VODE ULICA GRADA VUKOVARA 220, ZAGREB				
Projektant		Građevina				
m.r.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.građ.		NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA				
Datum: 12. 2019. Mjerilo: 1:1000 Format: A3+		Sadržaj				
		NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA -situacija nasipa na katastarskom planu				
Tipski nacrt		Vrsta	Projekt	Knjiga	Prilog	listova
		G2	O89.00.03	G01.0	201	05 01



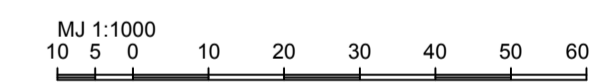
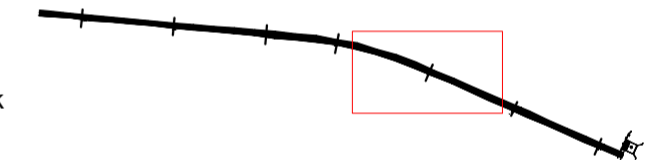
NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA SITUACIJA NASIPA



stac. 2+650 - 3+400 km

LEGENDA:

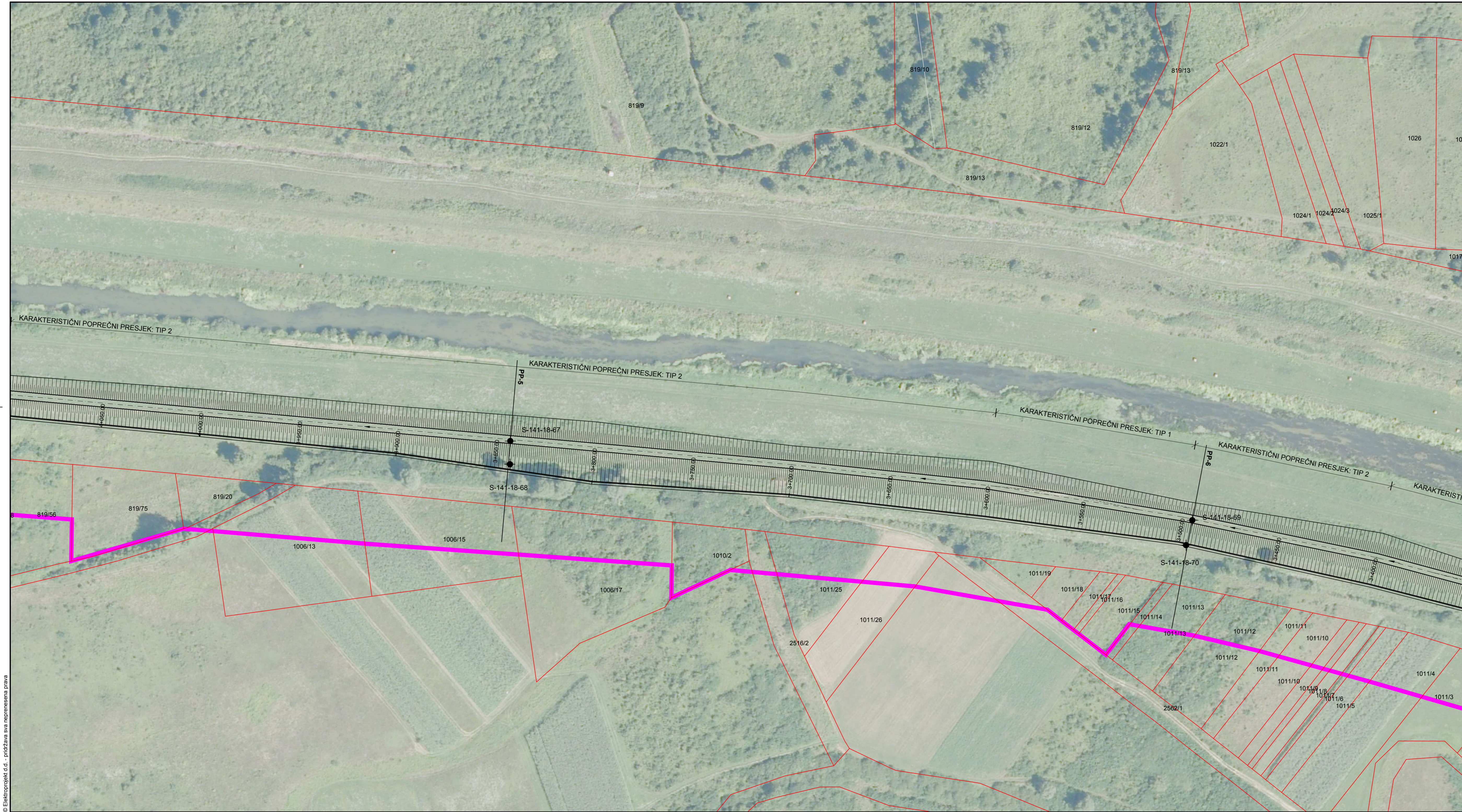
- katastar
- obuhvat zahvata
- poprečni prognozirani IG presjek
- istražna bušotina



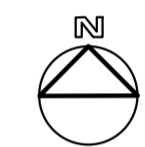
		Investitor	
		HRVATSKE VODE ULICA GRADA VUKOVARA 220, ZAGREB	
Projektant		Građevina	
m.r.sc. Danijel Krešić mag.ing.aedif.		PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINA	
Izradio		Vrsta	
Josip Husajina mag.ing.aedif.		Idejni projekt - građevinski	
Kontrolirao		Projekt	
Nenad Heček, dipl.ing.građ.		NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA	
Datum:		Sadržaj	
12. 2019.		NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA -situacija nasipa na katastarskom planu	
Mjerilo:	1:1000	Format:	A3+
Tipski nacrt		Vrsta	Projekt
		G2	O89.00.03
		Knjiga	G01.0
		Prilog	201
		listova	05
		list	02

© Elektroprojekt d.d. - pridržava sva neprenesena prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno



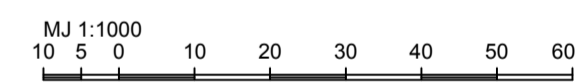
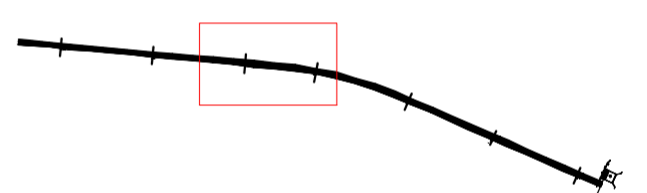
NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA SITUACIJA NASIPA




stac. 3+400 - 4+050 km

LEGENDA:

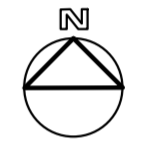
- katastar
- obuhvat zahvata
- poprečni prognozirani IG presjek
- istražna bušotina



		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.građ.		NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA	
Datum:		Sadržaj	
12. 2019.		NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA -situacija nasipa na katastarskom planu	
Mjerilo:	1:1000	Format:	A3+
Tipski nacrt		Vrsta	Projekt
		G2	O89.00.03
		Knjiga	G01.0
		Prilog	201
		listova	05
		list	03

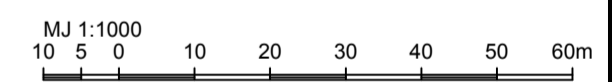
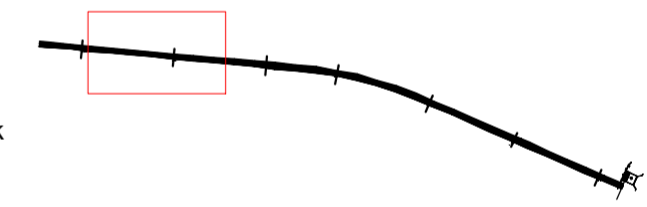


NADVIŠENJE DESNOG NASIPA
KANALA KUPA-KUPA
SITUACIJA NASIPA



stac. 4+050 - 4+700 km

- LEGENDA:
- katastar
 - obuhvat zahvata
 - poprečni prognozirani IG presjek
 - istražna bušotina



Projektant	mr.sc. Danijel Krešić mag.ing.aedif.
Izradio	Josip Husajina mag.ing.aedif.
Kontrolirao	Nenad Heček, dipl.ing.građ.

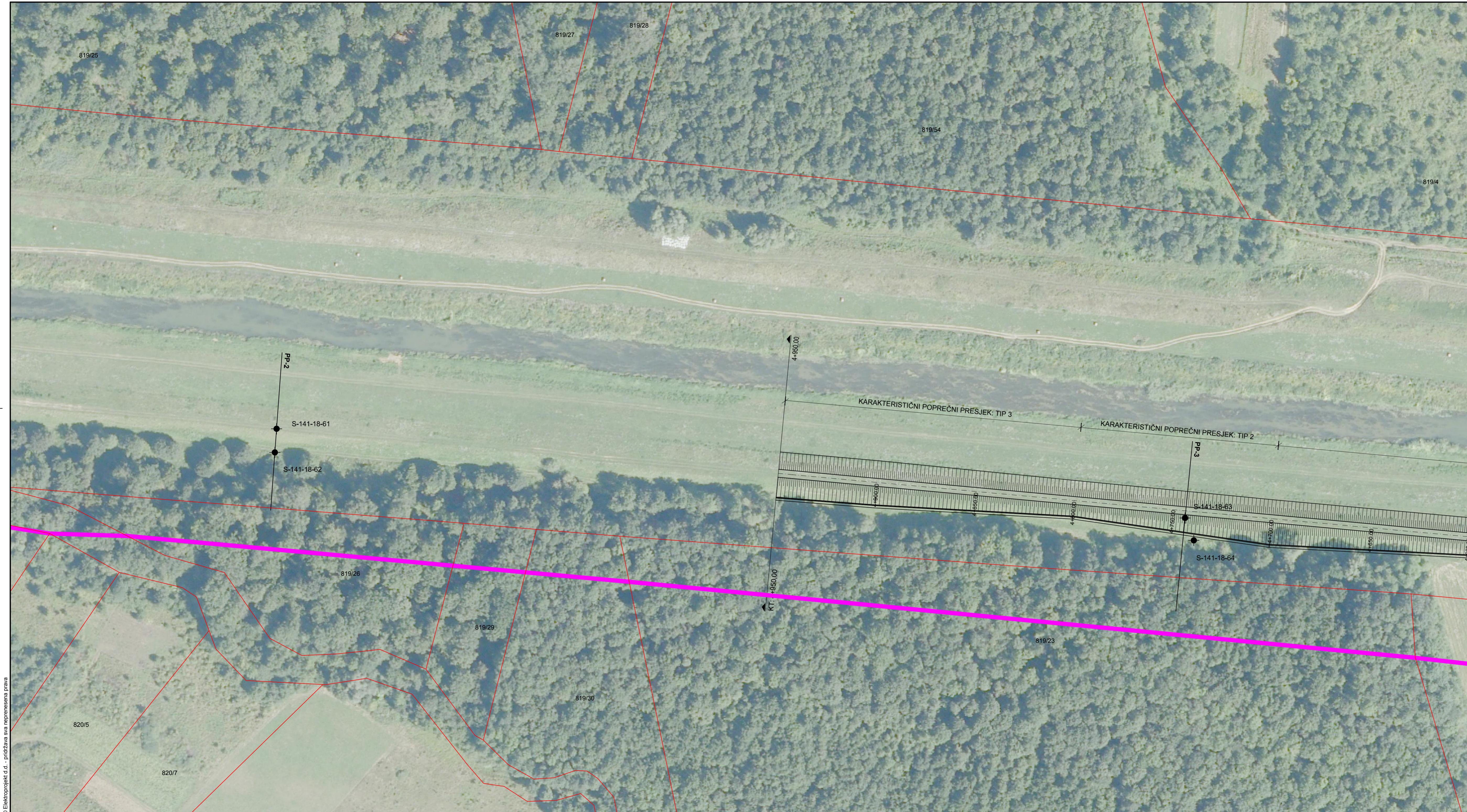
Investitor	HRVATSKE VODE ULICA GRADA VUKOVARA 220, ZAGREB
Građevina	PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINA
Vrsta	Idejni projekt - građevinski
Projekt	NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA
Sadržaj	NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA -situacija nasipa na katastarskom planu

Datum:	12. 2019.
Mjerilo:	1:1000
Format:	A3+
Tipski nacrt	

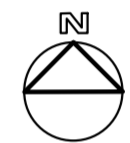
Vrsta	Projekt	Knjiga	Prilog	listova
G2	O89.00.03	G01.0	201	05
				04

© Elektroprojekt d.d. - pridržava sva neprenesena prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno



NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA SITUACIJA NASIPA

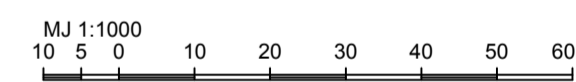
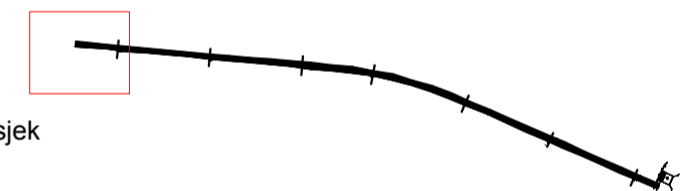


stac. 4+700 - 4+950 km

LEGENDA:

- katastar
- obuhvat zahvata
- poprečni prognozirani IG presjek
- istražna bušotina

S-141-18-75

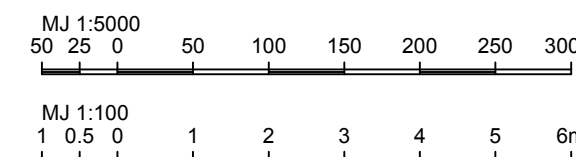
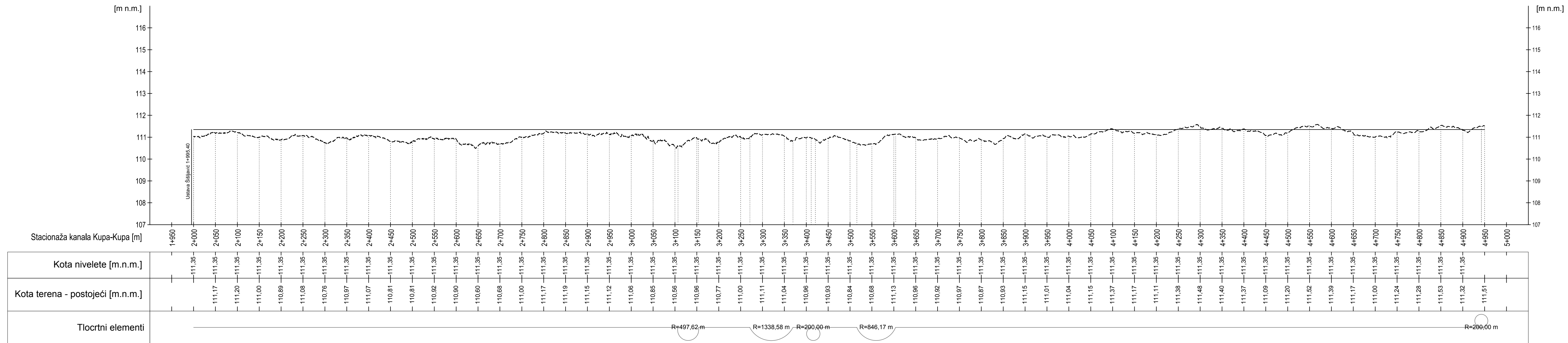


		Investitor	
		HRVATSKE VODE ULICA GRADA VUKOVARA 220, ZAGREB	
Projektant		Građevina	
mr.sc. Danijel Krešić mag.ing.aedif.		PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINA	
Izradio		Vrsta	
Josip Husajina mag.ing.aedif.		Idejni projekt - građevinski	
Kontrolirao		Projekt	
Nenad Heček, dipl.ing.građ.		NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA	
Datum:		Sadržaj	
12. 2019.		NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA -situacija nasipa na katastarskom planu	
Mjerilo:		Vrsta	
1:1000		G2	
Format:		Projekt	
A3+		O89.00.03	
Tipski nacrt		Knjiga	
		G01.0	
		Prilog	
		201	
		Istovna	
		05	
		Ist	
		05	

© Elektroprojekt d.d. - pridržava sva neprenesena prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno

NADVIŠENJE DESNOG NASIPA
KANALA KUPA-KUPA
UZDUŽNI PRESJEK



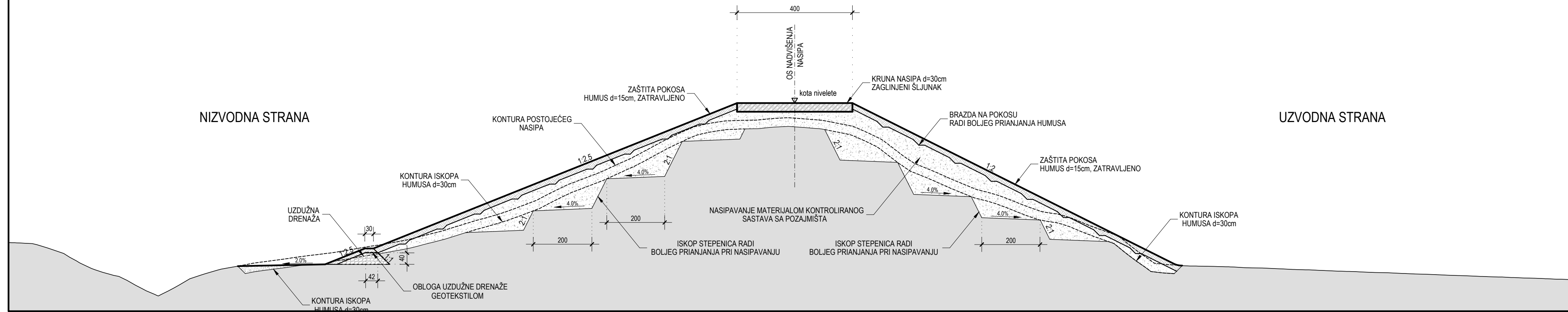
HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Danijel Krešić
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4507

		Investitor	HRVATSKE VODE		
		Ulica	ULICA GRADA VUKOVARA 220, ZAGREB		
		Gradjevina	PREGRAĐA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINA		
Projektant	mr. sc. Danijel Krešić dipl.ing.grad.	Datum:	12. 2019.		
Izradio	Josip Husajina mag.ing.aedif.	Vrsta	Idejni projekt - građevinski		
Kontrolirao	Nenad Heček dipl.ing.grad.	Projekt	NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA		
		Sadržaj	NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA - uzdužni presjek		
		Mjerilo:	Vrsta	Projekt	Knjiga
		1:5000/100	G2	O89.00.03	G01.0
		Prilog	301	listova 01	list 01

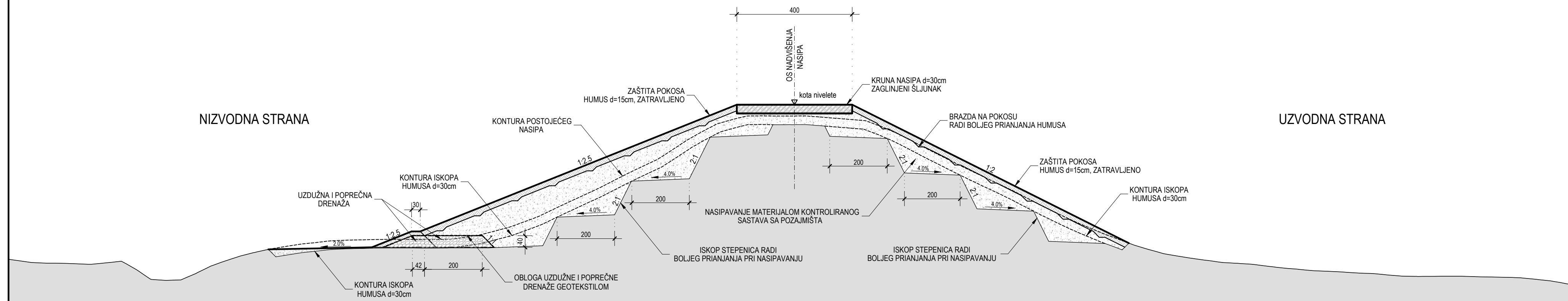
© Elektroprojekt d.d. - pridržava sva nepretna prava

Ovo je CAD nacrt i ne smije se ispravljati ručno

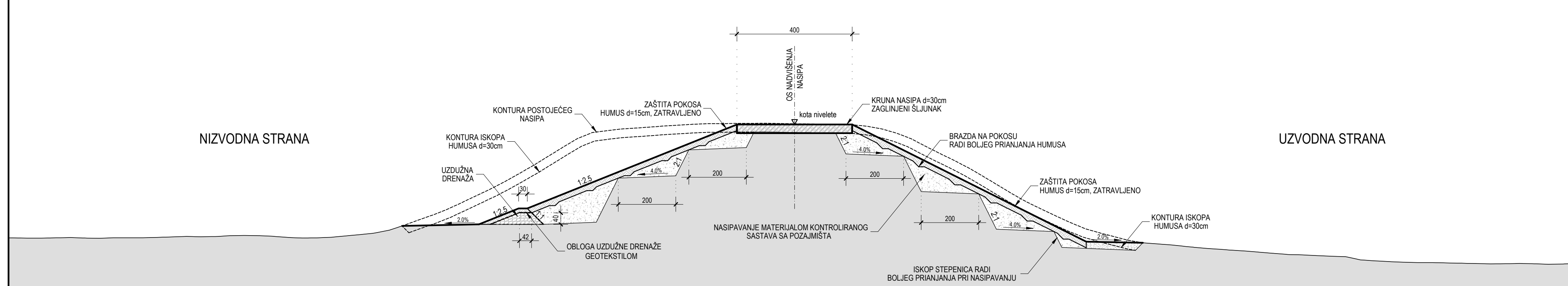
KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK
TIP 1



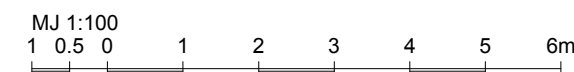
KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK
TIP 2



KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK
TIP 3



NADVIŠENJE DESNOG NASIPA
KANALA KUPA-KUPA
KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJECI



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Danijel Krešić
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4507

		Investitor		HRVATSKE VODE ULICA GRADA VUKOVARA 220, 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.	<i>D.Krešić</i>	Vrsta	Idejni projekt - građevinski	
Izradio	Josip Husajina mag.ing.aedif.	<i>J.Husajina</i>	Projekt	NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA	
Kontrolirao	Nenad Heček, dipl.ing.grad.	<i>N.Heček</i>	Sadržaj	NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA - karakteristični poprečni presjeci nasipa	
Datum:	12. 2019.				
Mjerilo:	1:100	Format:	A3+		
Tipski nacrt	Vrsta	Projekt	Knjiga	Prilog	listova
	G2	O89.00.03	G01.0	401	01 list 01