

## TEHNIČKI OPIS

### 1.1.1. Uvod

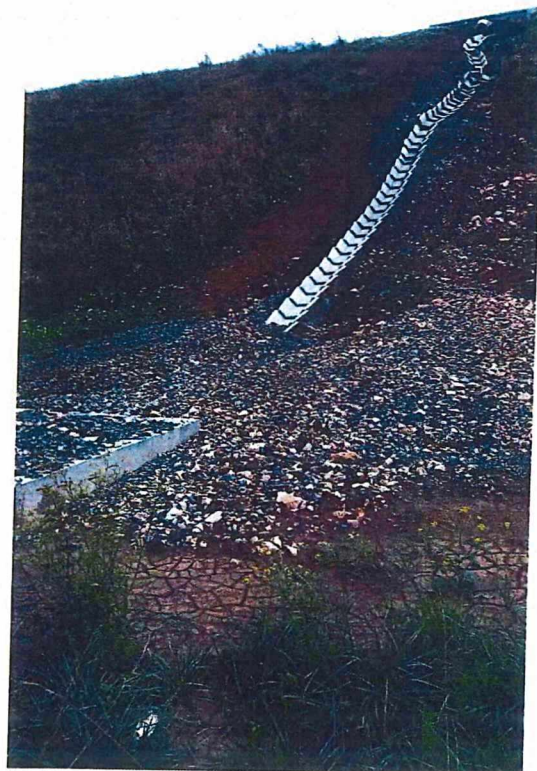
Nakon provedene sanacije dionice III C1 tunel Mala Kapela (jug) – Čvor Žuta Lokva u km 121+500 (lijevo) na autocesti A1 Zagreb – Split – Dubrovnik prema izvedbenom projektu iz srpnja 2017. godine, Institut IGH d.d. br.pr. 72350-022/19, trebalo se spriječiti je izlijevanje vode iz revizijskog okna unutarnje odvodnje navedene dionice koja je u nadležnosti TJO Brinje.

Radovi na sanaciji dovršeni su prema projektnoj dokumentaciji tijekom mjeseca lipnja. Nakon obilnih padavina u kolovozu opet je došlo do preljevanja preko rubova trapeznih kanalice odmah po isticanju iz preljevnice cijevi koje je prouzročilo novo erodiranje nasipa i taloženje nasipnog materijala uz nožicu nasipa i zatrpavanje novoizgrađenog infiltracijskog bazena. Slijedom navedenog događaja očitovale se Investicijska jedinica za projektiranje, BCP I SGG od strane Naručitelja (Ur.br: 4211-400-(400)-interno-371/2019/ZI dana 21.08.2019.

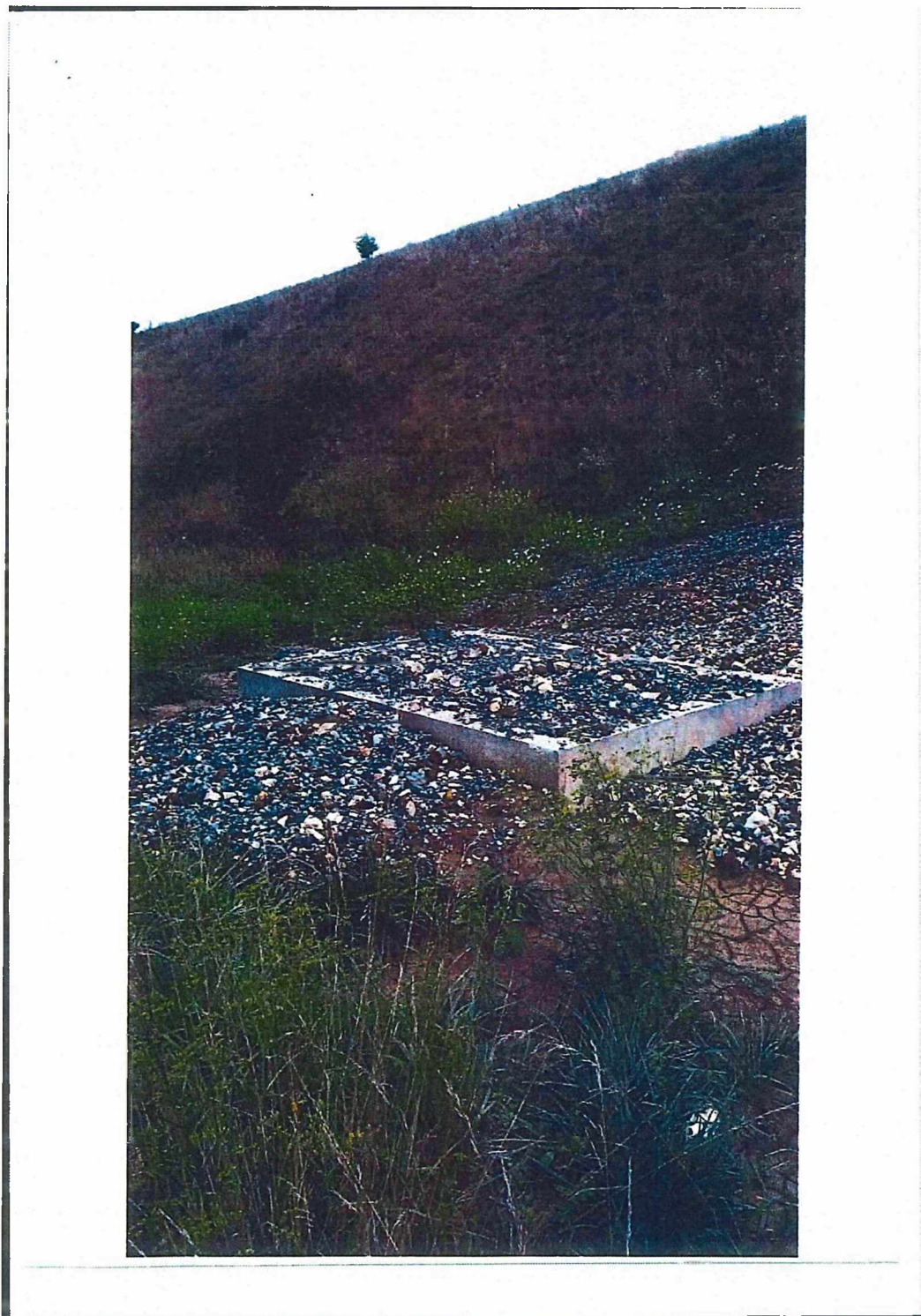
Na dobiveni dopis dostavilo se očitovanje projektanta (Naš br: 723-535/19) dana 25.09.2019. nakon što su se analizirali svi ulazni parametri koji su mogli imati utjecaja na opisani događaj.

### 1.1.2. Postojeće stanje i analiza ulaznih parametara

Kao što je u uvodu opisano, po dovršenju sanacije, nakon obilnih oborina tijekom mjeseca kolovoza 2019. došlo je do ponovnog izlijevanja preko rubova kanalice, njihova oštećenja, erodiranja nasipa, taloženja nasipnog materijala uz nožicu nasipa i zatrpavanja infiltracijskog bazena što je sve evidentirano fotografijama s predmetne lokacije.

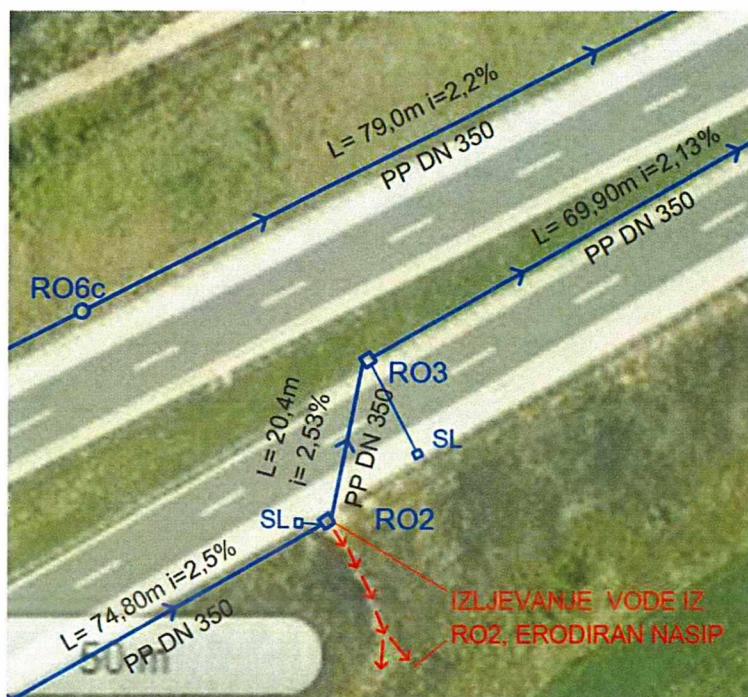


**Slika 1.** – Devastiran nasip nakon obilnijih oborina u kolovozu 2019.



**Slika 2.** – Zatrpana infiltracijska građevina nakon obilnijih oborina u kolovozu 2019.

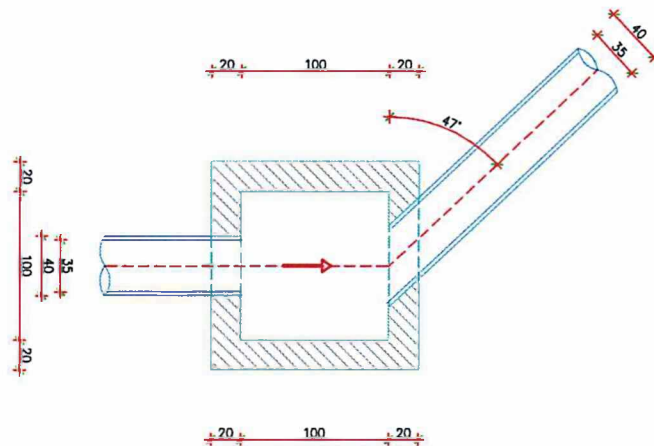
Za potrebe točnog utvrđivanja razloga tolikoga uspora u problematičnom oknu naručio se novi snimak CCTV robot kamerom od prve uzvodne dionice promatranoga revizijskog okna i svih nizvodnih dionica uključivo i dionicu ispusta u separatora S-4 što bi bilo prema projektiranim stacionažama prometnice od km 12+460,00 (uljev u separator) do 12+930,00 km.



Slika 3. - Situacija u km odvodnje 121+200 (lijevo) prije sanacije iz lipnja 2019.

Izvešće o izvršenom snimanju pod brojem 19-35 od dana 14.11.2019. sastavni je dio ovoga izvedbenog projekta. U istome se ne evidentiraju značajna oštećenja cjevovoda (navode se manje vertikalne deformacije, pomaknuti spojevi i površinska oštećenja cijevi) osim što je posljednja nizvodna dionica prije uljeva u separator potpuno ispunjena čistom vodom (dok je ispunjenost prethodne dionice 45%) što upućuje na otežano istjecanje iz separatora čije razloge još treba istražiti.

Budući da su nakon prve sanacije ugrađene cijevi manjega proticajnog kapaciteta od onih koje su dimenzionirane glavnim projektom, a ekstremi u pojavi oborina sve učestaliji tijekom zadnjega desetljeća, za očekivati je stalnu pojavu uspora pri pojavi većih kiša čije povećane protoke će se rasterećivati kroz „problematično“ okno sve dok se ne riješe nizvodni uzroci otežanoga istjecanja iz separatora. Situaciju nimalo ne olakšava činjenica da su izvedena pravokutna revizijska okna umjesto okruglih unutar kojih je predviđeno sjecište osi kolektora u osi okna, gdje kut izljevne cijevi također uzrokuje lokalnu smetnju pravilnom otjecanju u većemu opsegu od očekivanog.



**Slika 4** – Tlocrt dna okna u km 121+200 (lijevo)



**Slika 5** – Fotografija okna u km 121+200 (lijevo)

### 1.1.3. Tehničko rješenje

Za stvarne hidrauličke uvjete u kojima funkcionira sustav unutarnje odvodnje predmetne dionice teško je definirati maksimalno očekivanu protoku za navedeni režim tečenja: nizvodni dijelovi sustava se zbog poddimenzioniranosti ponašaju kao svojevrsne prigušnice u kombinaciji s otežanim istjecanjem iz separatora pri svakoj obilnijoj oborini, a „problematično“ okno je rasteretni preljev koji bi se inače trebao dimenzionirati na veliku vodu 100-godišnjeg povratnog perioda.

Stoga ovim se izvedbenim projektom moralo usvojiti takvo tehničko rješenje kojim će se maksimalno smanjiti mogućnosti prelijevanja na okolni teren u skoro svim uvjetima tečenja, mada je teško eliminirati sve uzroke i posljedice takvih negativnih događaja.

Iz prethodne projektne dokumentacije (*Glavni projekt Autocesta Bregana-Zagreb-Dubrovni, IGH-23957-FSA-026-DIONICA III1 dionica „Mala Kapela“ (jug) –Žuta Lokva, knjiga IIIC1-C-Y-0011, rujan 2003; Izvedbeni građevinski projekt sanacije dijelova sustava odvodnje dionica u nadležnosti TJO Brinje, lokacija u km 121+200 lijevo, broj projekta 72350-022/17 srpanj 2017.*)

usvojeni su opći podaci o mjerodavnom dotoku od  $Q=234,0$  l/s. Dotok se odnosi na lijevu traku autoceste od portala tunela „Brinje“ u duljini  $L=890$  m i bilo bi logično pretpostaviti da će dio vode otići nizvodno, a dio se prelijevati kroz preljevnu cijev. Budući je osnovni problem pojave uspora detektiran Izvještajem o ispitivanju uzelo se za pretpostavku da se čitava ta količina vode treba ispustiti prelijevanjem kroz navedeno okno.

Stoga se za tu oborinu dimenzionirala evakuacijska građevina kao betonski pravokutni kanal širine 1,00 m čije je dno svojim stepenicama ima funkciju brzotoka, a na kraju ispusta niz visoki pokos nasipa je slapište za umirenje kinetičke energije vodenog toka iz kojega se vrši prelijevanje u prostor infiltracijskog bazena kroz koji se tako prikupljena oborina procjeđuje u podzemlje. Osim radnog preljeva na bočnom zidu slapišta, predvidio se i sigurnosni preljev preko stražnjeg zida infiltracijske građevine da se višak količina vode većih od računске može kontrolirano prelići u okoliš.

Kako bi se otklonila mogućnost ponovnog erozivnog djelovanja vode na nasip autoceste kod povećanih dotoka oborinske vode, potrebno ponovno rekonstruirati okno RO-2 na način da se postavljena cijev ukloni i zamjeni novom većega profila, umjesto PP cijevi OD/ID 339 4/300 mm ugraditi cijev DN 400 (ID/OD 396/452,6 mm) na kotu nivelete točno prema projektu koja je niža u odnosu na postojeću kako bi se prelijevanje započelo odmah čim kota vode premaši tjeme izljevnice cijevi iz okna postojećega sustava. Otvor u zidu okna od postojeće cijevi obvezno zatvoriti vodonepropusnim betonom klase C30/37, a novu cijev ugraditi obvezno uz primjenu KGS umetka kroz postojeće okno, te u oplatu prije betoniranje novoga zida kako bi se spriječilo procurivanje kroz kontakt dvaju različitih materijala (betona i plastike).

Prije početka radova na izvođenju novih građevina, potrebno je ukloniti sav urušeni materijal (razbijene i oštećene kanalice, postojeći podložni beton, nasipni materijal), razbiti i ustiniti i iskopati armirano betonske zidove infiltracijskog bazena, sve odvesti na deponij, a kamen korišten za njegovu ispunu odložiti na gradilištu kako bi se iskoristio za buduću (veću) građevinu iste namjene.

Za potrebe izvedbe brzotoka nužno je formirati građevnu jamu po pokosu prometnice relativno male dubine čiji će se eventualno uski dijelovi ispod kote podložnoga betona ispunjavati također tzv. „mršavim“ betonom klase C12/15. Preporučuje se uski iskop u kratkim potezima dimenzija prema poprečnim profilima kako bi se ne bi previše narušila stabilnost nasipa prometnice. Stoga je nužno na takav način planirati i izvođenje betonskih radova (maksimalno do 3 stepenice s bočnim zidovima dovršiti do potpune gotovosti, a onda preći na iduću dionicu).

Za dio brzotoka u nožici nasipa, slapište i infiltracijski bazen koji se nalaze u prirodno-sraslom tlu predviđen je široki iskop budući je raspoloživi prostor do ruba parcele dostatan za takav način izvedbe radova. Sve građevne jame (za donji dio brzotoka, slapište i infiltracijsku građevinu) nužno je urediti zbijanjem u skladu s Općim tehničkim uvjetima za ceste.

Za očekivati je povećanje erodiranoga poprečnog profila u odnosu za stanje iz kolovoza 2019. do trenutka izvođenja radova, ali je i novo tehničko rješenje dosta šire u odnosu na postojeći ispusn trapeznim kanalicama te se predviđa da će količina iskopana materijala nasipa biti dostatna za zatrpavanje građevne jame po dovršenju radova na izvedbi brzotoka.

Sama konstrukcija brzotoka je pravokutni kanal širine 100 cm, dubine (mjereno okomito od ruba zida do gornjeg ruba stepenice) od 82 cm do 143 cm (mjereno do dna stepenice), čija donja ploča na horizontalnoj podlozi ima debljinu 40 cm a na kosini nasipa njezinu vertikalnu projekciju u odnosu na kut nagiba. Stepenice brzotoka imaju visinu od 60 cm, a duljinu po 90 cm kako bi pratile nagib pokosa. Zidovi kanala debljine su 30 cm i izvode se iz iste klase betona - C30/37, a cijela konstrukcija leži na podložnom betonu C12/15. Na brzotok se nastavlja slapište – građevina neophodna za umirenje vodenog toka, budući se za velike vode pri ovakvim uvjetima tečenja javlja vodeni skok čiju kinetičku energiju treba smanjiti prije prelijevanja u infiltracijski bazen. Slapište je duljinom prilagođeno infiltracijskom bazenu, širine jednake brzotoku iste debljine temeljne ploče i bočnih zidova. Lijevi bočni zid (u smjeru tečenja) punom duljinom je u funkciji radnog preljeva gdje se za predviđenu količinu vode ne očekuje

visina preljevanja vode veća od 10 cm, a ima mogućnost za prihvat višestruko veće količine vode dok se ne aktivira sigurnosni preljev

Dimenzije bazena su 6,00x8,00 m s debljinom zidova 0,30 m koji se izvode klasom betona C30/37 u koju se ugrađuje konstruktivna armatura Q335 Zidovi se temelje na postojećem kamenju Ukupna visina bazena iznosi 2,8 m, odnosno dubina bazena ispod površine terena iznosi 2,2 m Ispunjen je kamenim nabačajem s granulacijom kamena od 10 do 20 cm debljine sloja 1,2 m Izvodi se u građevnoj jami koja se kopa u prirodno sraslom tlu nagiba 5 1

Za sanaciju površinskog dijela nasipa debljine 30 cm humusom predviđa se izvedba obloge humusom, a zaštita bankine roliranim kamenom u širini obuhvata radova

#### 1.1.4. Analiza stabilnosti građevine

Generalni pojednostavljeni izraz za faktor sigurnosti tijela na kosini podloge od nekoherentnog materijala  $F_s = \tan\phi / \tan\alpha$ , gdje je  $\phi$  kut unutrašnjeg trenja podloge,  $\alpha$ -kut nagiba kosine

Priloženo je dimenzioniranje temeljne stopa prema sljedećem

- nasip kut nagiba  $\alpha = 34^\circ$ ,  
pretpostavka izveden od zbijenog nekoherentnog tla sljedećih karakteristika
  - kut unutrašnjeg trenja  $\phi_k' = 38^\circ$ , kohezija  $c = 0$  kPa
  - faktorizirani kut unutrašnjeg trenja za  $\gamma_\phi' = 1,25$ ,  $\phi_d' = 32^\circ$ ,

- težina betonskog kanala stepenice  $W_1 = 572$  kN, vertikalni zidovi  $W_2 = 2 \times 182 = 364$  kN  
 $W = W_1 + W_2 = 572 + 364 = 936$  kN

- okomita sila na kosinu  $N = W \cos\alpha = 936 \times \cos 34^\circ = 776$  kN,

- sila smicanja  $T = W \sin\alpha = 936 \times \sin 34^\circ = 523$  kN

- otpornost na smicanje  $S = N \sin\alpha = 776 \times \tan 32^\circ = 485$  kN,

Rezultantna sila na temelj  $R = T - S = 523 - 485 = 38$  kN

Komponente rezultantne sile na temelj  $R_h = 38 \times \cos 34^\circ = 32$  kN,  $R_v = 38 \times \sin 34^\circ = 21$  kN

- temelj dimenzija  $H \times B \times L = 0,8 \times 1,2 \times 1,6$ , težina temelja  $G_t = 0,8 \times 1,2 \times 1,6 \times 25 = 38$  kN

- ukupna vertikalna sila  $R_{v,UK} = R_v + G_t = 21 + 38 = 59$  kN

*Stabilnost temelja na klizanje*

- ispod temelja predviđeno je izvođenje podloge od zbijenog kamenitog materijala  $S_z = \min 100\%$  (standarni Proctor),  $M_s = \min 25$  MPa, usvojeno  $\phi_k' = 38^\circ$ ,  $\phi_d' = 32^\circ$ ,

$$R_{v,UK} \times \tan\phi_d' / H = 59 \times \tan 32^\circ / 32 = 37 / 32 \approx 1,2 > 1$$

*Stabilnost temelja na prevrtanje*

- moment stabilnosti  $M_{st} = R_v \times 0,9 + G_t \times B / 2 = 21 \times 0,9 + 38 \times 0,6 = 42$  kN

- moment destabilizacije  $M_{dst} = R_h \times H = 32 \times 0,8 = 26$  kN

- stabilnost na prevrtanje  $M_{st} / M_{dst} = 42 / 26 = 1,6 > 1$

Kao rezultat ove analize zahtjeva se temelj u dnu pokosa nasipa dimenzija 80/120 cm uz osiguranje klinom iz zbijenog kamenog materijala u svemu prema OTU

### 1.1.5. Redoslijed izvođenja radova

Tijekom izvođenja radova ne očekuju se smetnje u normalnom funkcioniranju prometa na dionici autoceste koja se sanira, budući da je se isti odvijaju u bankini prometnice (rekonstrukcija postojećega okna te sanacija erodirane bankine), ali je nužno za potrebe gradilišta privremeno zatvoriti zaustavnu traku prometnice oko lokacije okna koje se sanira

Izvoditelj radova mora prethodno, prije početka izvođenja radova temeljem predloženog dinamičkog plana radova, ishoditi suglasnost vlasnika prometnice za iste

#### *Predviđeni plan izvođenja radova*

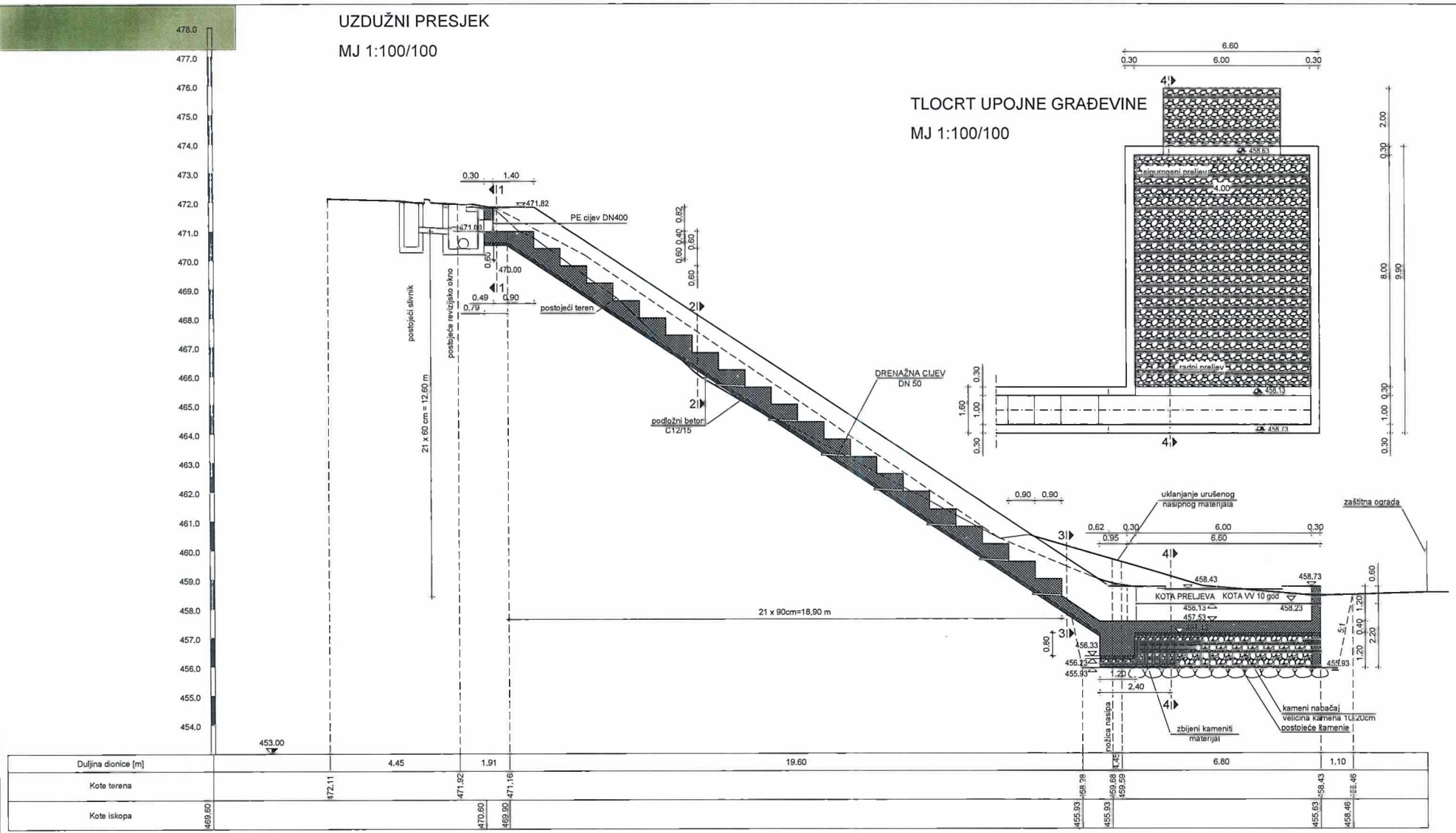
Pri izradi projektnog rješenja, plan izvođenja radova na gradilištu izrađena je primjenom načela zaštite na radu propisanih Zakonom o zaštiti na radu (NN 71/14, NN 118/14, NN 154/14, NN 94/18, NN 96/18) i Pravilnika o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN 48/18) i ostalih važećih tehničkih i ostalih zakona i propisa uz konzultiranje koordinatora zaštite na radu (koordinatori I)

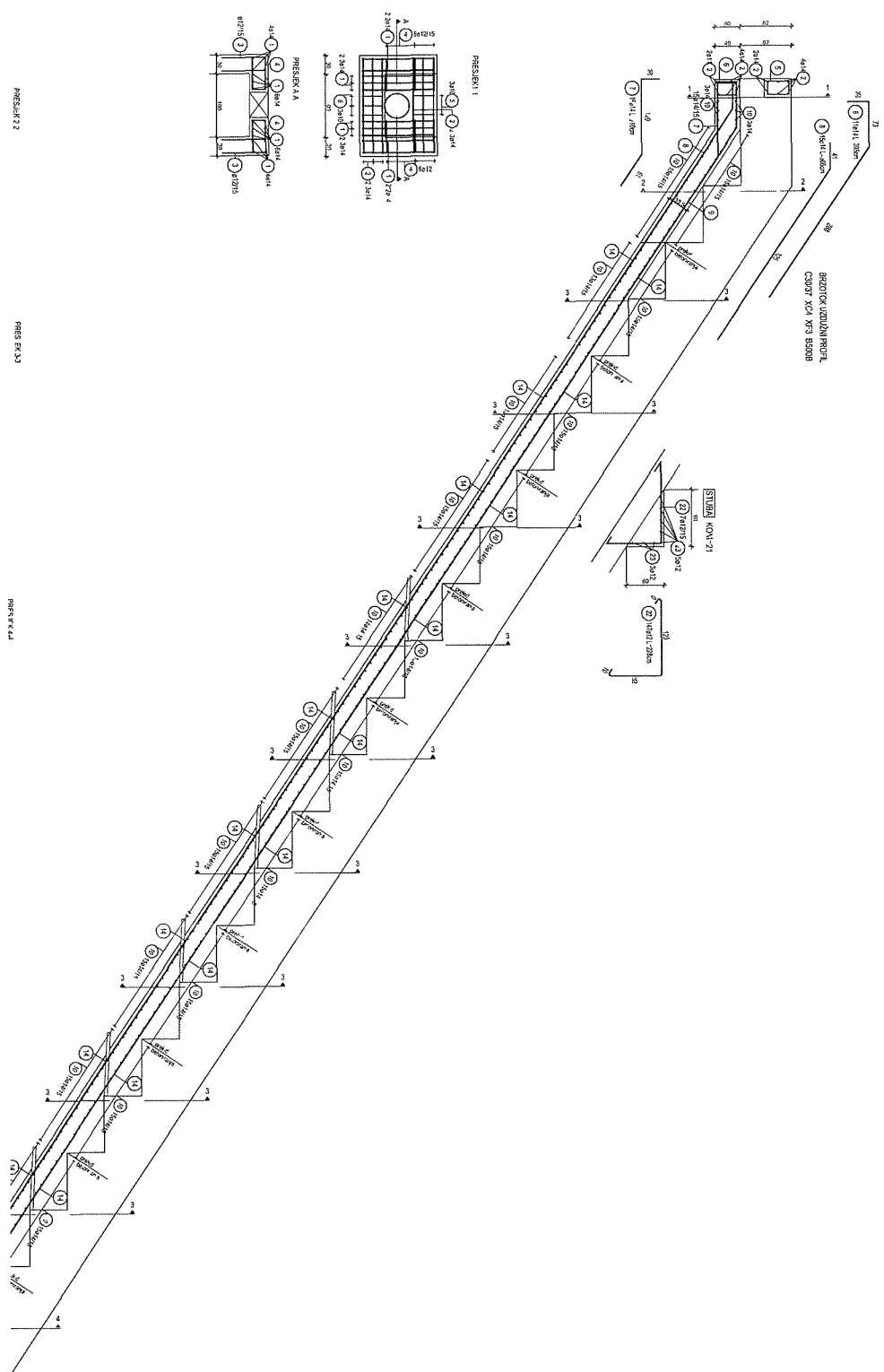
Planirani zahvat na predviđenoj dionici izvoditi će se sljedećim redoslijedom

- Priprema gradilišta (regulacija prometa, uklanjanje zaštitne odbojne ograde, osiguranje lokacije okna i ispusta koja će se sanirati od plavljenja velikim vodama dok traju radovi)
- Uklanjanje postojećega ispusta iz trapezних kanalice i postojećega infiltracijskog jarka s prethodnim razbijanjem njegovih betonskih zidova i odvozom na deponij
- Izvedba iskopa građevnih jama brzotoka u kratkim dionicama po pokosu nasipa točno prema poprečnim profilima, postavljanje jednostrane oplata, ugradba armaturnih koševa i betoniranje planirane dionice (u jednom danu) s dovršenjem izrade bočnih zidova dan kasnije
- Izvedba iskopa donjeg dijela brzotoka, slapišta i infiltracijske građevine, planiranje i zbijanje dna građevinskih jame, izvedba podložnog betona, izvedba svih projektiranih betonskih elemenata nakon postavljanja armature
- Potpuno zatrpavanje građevnih jama u prirodno sraslom tlu oko dovršenih građevina, polaganje završnog sloja koji se ozelenjava, kao i slojeva roliranog kamena
- Postavljanje zaštitne ograde s prethodnim pobijanjem (vraćanje distantne ograde autoceste), uređenje gradilišta

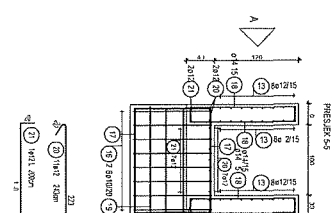
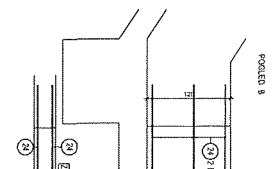
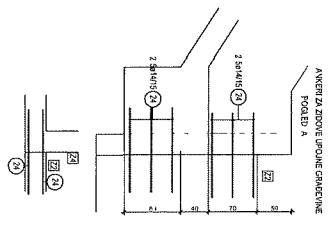
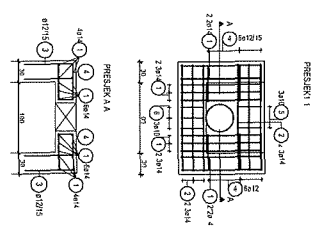
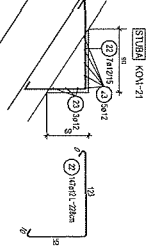
UZDUŽNI PRESJEK  
MJ 1:100/100

TLOCRT UPOJNE GRAĐEVINE  
MJ 1:100/100

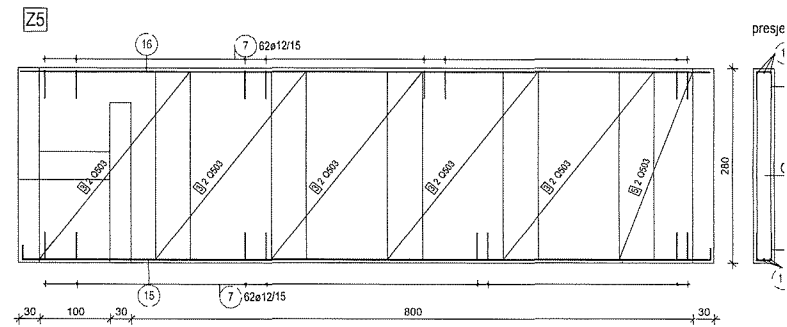
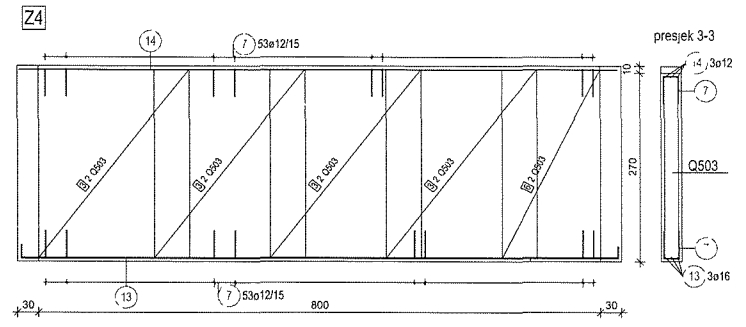
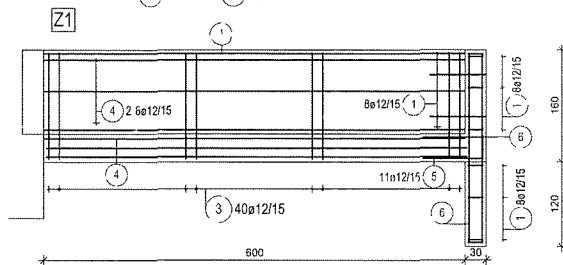
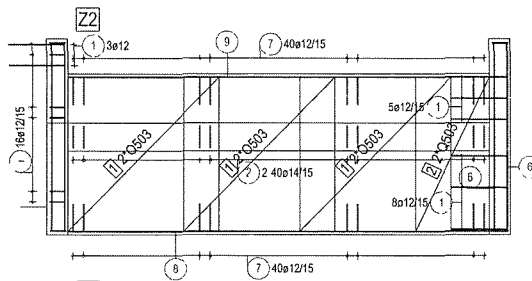
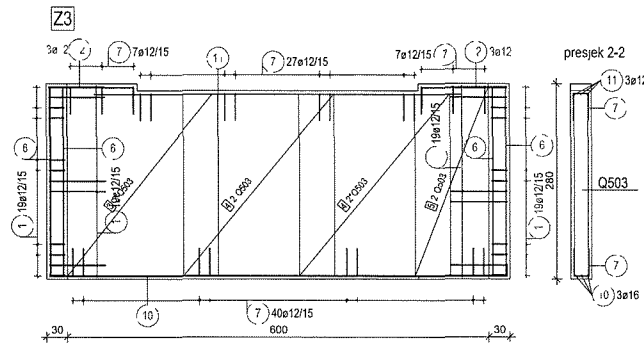
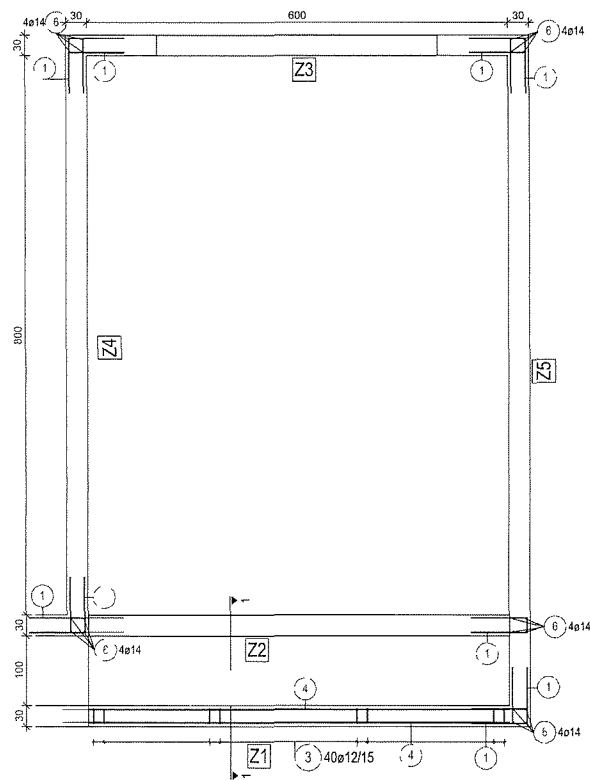




BRITOK UOZUMIPIRIT  
 CIPOT X04 X13 B500B



UPOJNA GRADEVINA I SLAPISTE  
C30/37, XC4, XF3, B500B



10'Q503	1'Q503	1 Q503	2'Q503	3'Q503
270/215	270/140	270/105/270/105	260/215	220/215
1	1	2	1	1
270/215	270/140	270/105/270/105	260/215	220/215