

10.1. NASLOVNA STRANA

ST10 – HIDROLOŠKA STUDIJA

Investitor:

INFRASTRUKTURA ŽELEZNICE SRBIJE A.D.
Nemanjina 6, Beograd



Objekat:

Tunel 4 sa pristupnim saobraćajnicama na trasi železničke pruge Stalać - Đunis, na teritoriji KO Trubarevo, KO Mojsinje i KO Braljina, opština Čičevac, na katastarskim parcelama prema spisku priloženom u Glavnoj svesci

Vrsta tehničke dokumentacije:

IDR – IDEJNO REŠENJE

Naziv i oznaka dela projekta:

10 – HIDROLOŠKA STUDIJA

Za građenje/
izvođenje radova:

Rekonstrukcija i nova gradnja

Projektant:

N-ing d.o.o. Beograd
Patrijarha Dimitrija 125 N,
11090 Beograd



Broj licence:

351-02-04411/2021-09

Odgovorno lice
projektanta:

Ivan Radić

Potpis:



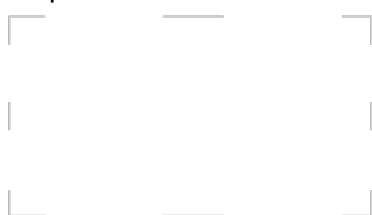
Odgovorni projektant:

Mirjana Kristoforović Pavić, dipl. inž. građ.

Broj licence:

314 3119 03

Potpis:



Broj tehničke dokumentacije:

P-0202/22-IDP-10

Mesto i datum:

Beograd, Novembar 2023. godine

10.2. SADRŽAJ PROJEKTA HIDROTEHNIČKIH OBJEKATA

- 10.1. NASLOVNA STRANA
- 10.2. SADRŽAJ PROJEKTA HIDROTEHNIČKIH OBJEKATA
- 10.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA
- 10.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA
- 10.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA
 - 10.5.1 UVOD
 - 10.5.2 Uvod
 - 10.5.3 ANALIZA VELIKIH VODA
 - 10.5.4 HIDROLOŠKI NEIZUČENI SLIVovi
 - 10.5.5 PRIMENJENI METOD HIDROLOŠKE ANALIZE
 - 10.5.6 PRORAČUN KIŠA JAKOG INTENZITETA
 - 10.5.7 EFEKTIVNE (NETO) KIŠE
 - 10.5.8 SINTETIČKI JEDINIČNI HIDROGRAM
 - 10.5.9 ODREĐIVANJE HIDROGRAMA VELIKIH VODA
 - 10.5.10 REZULTATI PRORAČUNA VELIKIH VODA
 - 10.5.11 HIDROLOŠKI IZUČENI SLIVovi
- 10.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA
 - 10.6.1 MAKSIMALNE DNEVNE PADAVINE
 - 10.6.2 ANALIZA MAKSIMALNIH DNEVNIH PADAVINA
 - 10.6.3 REZULTATI PRORAČUNA VELIKIH VODA METODOM *scs*
 - 10.6.4 ANVELOPE SPECIFIČNIH OTICAJA
- 10.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

10.7.1 PREGLEDNI SITUACIONI PLAN SLIVOVA

R=1:100 000

10.7.2 PREGLEDNI SITUACIONI PLAN SLIVA - LIST 1

R=1:10 000

10.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji („Službeni glasnik RS” br. 72/2009, 81/2009 – ispravka, 64/2010 – odluka US, 24/2011 i 121/2012, 42/2013 – odluka US, 50/2013 – odluka US, 98/2013 – odluka US, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019 i 37/2019 – dr. Zakon, 09/2020, 52/2021 i 62/2023) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata („Službeni glasnik RS”, br. 73/2019) kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

Za izradu PROJEKTA HIDROTEHNIČKIH OBJEKATA, koji je deo IDR – Idejnog rešenja za novu gradnju i rekonstrukciju objekta Tunel 4 sa pristupnim saobraćajnicama na trasi železničke pruge Stalać - Đunis, na teritoriji KO Trubarevo, KO Mojsinje i KO Braljina, opština Čičevac, na katastarskim parcelama prema spisku priloženom u Glavnoj svesci, određuje se:

Mirjana Kristoforović Pavić, dipl. inž. građ.

Broj Licence: 314 3119 03

Projektant:

N-ing d.o.o. Beograd
Patrijarha Dimitrija 125 N,
11090 Beograd



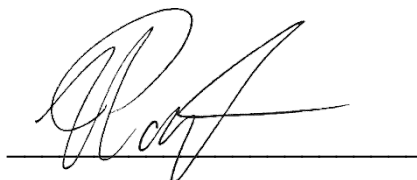
Broj licence:

351-02-04411/2021-09

**Odgovorno lice/
Zastupnik:**

Ivan Radić

Potpis:



**Broj tehničke
dokumentacije:**

P-0202/22-IDR-10

Mesto i datum:

Beograd, Novembar 2023. godine

10.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Odgovorni projektant PROJEKTA HIDROTEHNIČKIH OBJEKATA koji je deo IDEJNOG REŠENJA za novu gradnju i rekonstrukciju objekta Tunel 4 sa pristupnim saobraćajnicama na trasi železničke pruge Stalać - Đunis, na teritoriji KO Trubarevo, KO Mojsinje i KO Braljina, opština Ćićevac, na katastarskim parcelama prema spisku priloženom u Glavnoj svesci

Mirjana Kristoforović Pavić, dipl. inž. građ.

I Z J A V L J U J E M

1. da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, Zakonu o vodama, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke;
2. da je projekat u svemu u skladu sa načinima za obezbeđenje ispunjenja osnovnih zahteva za objekat propisanih elaboratima i studijama.

Odgovorni projektant (IDR): Mirjana Kristoforović Pavić, dipl. inž. građ.

Broj licence: 314 3119 03

Potpis:

Broj tehničke dokumentacije:

P-00202/22-IDR-10

Mesto i datum:

Beograd, Novembar 2023. godine

10.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

10.5.1 UVOD

OPŠTE

Približno jedna trećina železničke mreže Srbije je elektrifikovana i samo 272 km je dvokolosečno. Postoji 865 železničkih mostova, 311 tunela i 697 stanica i stajališta. Električna i tehnička oprema je iz perioda 1969-2000, dok je operativna brzina na više od 60% pruge manja od 60 km/h, a na samo 3,2% je preko 100 km/h. Kapacitet opterećenja je manje od 18t po osovini na 39% dužine pruge. Gustina železničke mreže su Srbiji je 49,2 km/1000km², što se može uporediti sa prosekom u EU-27 (50,1 km/1000km²) i sa mrežama Francuske i Rumunije, koje imaju gustinu od samo 46km/1000km².

U pokušaju da obnovi i razvije svoju železničku mrežu, Srbiji je dat prioritet kada je u pitanju panevropski Koridor X, koji je kičma železničkog infrastrukturnog sistema Srbije. Preko 50% transporta se obavi na ovoj ruti, koja čini 25% mreže.

Glavna železnička čvorišta Srbije su Beograd, Novi Sad i Niš, odakle glavne pruge povezuju glavne gradove. Na većini pruga odvija se i putnički i teretni saobraćaj, ali uz mali broj korisnika i lošom infrastrukturu, što su glavni problemi na sekundarnim rutama. Nametnuta su mnoga ograničenja brzine zbog lošeg stanja železničke mreže, što je imalo za posledicu to da je na velikom delu mreže maksimalna brzina manja od 60 km/h, dok je otprilike 30% mreže još uvek ograničeno na terete od 16 tona po osovini. Budući da je glavni prioritet Srbije u železničkom sektoru Koridor X i eliminacija kritičnih tačaka na njemu, koju su posebno prisutne na južnom delu Koridora od Beograda do granice sa Severnom Makedonijom i Bugarskom, jedan od projekata koji će je finansiran iz zajmova Evropske banke za obnovu i razvoj je projekat "Rehabilitacije glavne železničke pruge na Koridoru X", koji se sastoji iz dve komponente: "Rekonstrukcije i modernizacije železničke pruge Beograd-Rakovica-Resnik" i "Rehabilitacije deonice na Koridoru X".

Jedan od glavnih prioriteta preduzeća "Infrastruktura železnice Srbije a.d." na pruzi Beograd-Niš-Preševo-Državna granica (Tabanovci), je rekonstrukcija i modernizacija drugog železničkog koloseka na deonici Stalać-Đunis. Ovo je prioritet jer je ova 17 km duga deonica jedina jednokolosečna deonica na železničkoj pruzi između Beograda i Niša. Kada se deonica Stalać-Đunis rekonstruiše i modernizuje, celokupna deonica železničkog Koridora X kroz Srbiju, od hrvatske granice (stanica Šid) preko Beograda do Niša, postaće dvokolosečna.



Položaj deonice Stalać – Đunis, na glavnoj železničkoj mreži Srbije

Jednokolosečna železnička pruga Beograd-Niš-Preševo-granica sa Severnom Makedonijom izgrađena je 1884. godine. Ova železnička pruga je elektrifikovana između 1971. i 1974. primenom monofaznog sistema 25kV, 50 Hz. Ovaj monofazni sistem se napaja uz pomoć elektronapajajućih pod-stanica (110/27.5 kV, izlazne snage 2x7.5MVA, postavljene na svakih 40-50 km) uz dodatak vodova za transmisiju od 110 kV, od kojih je jedna Đunis. Ovi sistemski naponi i frekvencije su izgrađeni u skladu sa međunarodnim standardom IEC 60850. Kontakti vod se kompenzuje da bi ispratio radne brzine do 160 km/h. Drugi kolosek je izgrađena 1967. godine na deonici Paraćin-Stalać (21,1 km) a 1988. na deonici Đunis-Trupale (39,9 km).

Glavni ciljevi projekta rekonstrukcija i modernizacija drugog železničkog koloseka na deonici Stalać-Đunis su:

- omogućiti završetak, modernizaciju i održivi razvoj železničkog transportnog sistema Srbije u okviru panevropskog Koridora X, kako bi se ispunili standardi kvaliteta koji su bitni za TEN-T mrežu, kao i poboljšati i osnažiti kapacitete Srbije u kontekstu pretpripravnog procesa EU i upravljanja IPA fondovima;
- proširiti i poboljšati kvalitet saobraćaja na železničkoj mreži TEN-T i ispuniti minimalne uslove prema Uredbi TEN-T 1315/2013;
- osigurati usaglašenost sa tehničkim karakteristikama interoperabilnosti za železničke pod-sisteme, čime bi se međusobno povezali informacioni i telekomunikacioni sistemi železničke mreže sa okolnom mrežom i u isto vreme interkonekcija unutar Republike Srbije – između "Infrastrukture železnice Srbije a.d." kao upravljača infrastrukturom i železničkih prevoznika.

- Specifični ciljevi Projekta su unapređenje postojeće jednokolosečne železničke pruge na deonici Stalać-Đunis na dvokolosečnu, uz obnovu postojeće pruge, sa trasom koja omogućava brzine od 160 km/h, uz obezbeđivanje slobodnih profila u skladu sa UIC GC.

Izmena projektnog rešenja

Deonica Stalać-Đunis je projekat koji će biti realizovan kroz više Ugovora o radovima. Na deonici Stalać – Đunis postoji pet tunela, od kojih je Tunel br. 4 najduži i za koji je predviđen poseban ugovor za projektovanje i izgradnju.

Januara 2018. godine urađen je "Idejni projekat rekonstrukcije i modernizacije postojećeg železničkog koloseka i izgradnja drugog koloseka pruge Beograd – Niš, deonice Stalać – Đunis" (Januar 2018) izrađen od strane Mott McDonald – IPF Konzorcijum Beograd u saradnji sa: CeSTRA d.o.o. Beograd, i ENCODE d.o.o. Beograd. Idejni projekat je urađen na osnovu lokacijski uslovi br. predmeta ROP-MSGI-32846-LOC-1/2017 zavodni broj 350-02-00365/2017-14 od 18.12.2017. godine. Na Idejni projekat Reviziona komisija je donela zaključak da se projekat prihvata, zavodni broj 350-01-00782/2018-07 od 20.02.2020. godine.

2021. godine izdati su lokacijski uslovi za faznu rekonstrukciju i novu gradnju železničke pruge i objekata na deonici Stalać - Đunis 28.12.2021. broj predmeta: ROP-MSGI-32846-LOC-2/2021, Zavodni broj: 350-02-02242/2021-07. Sastavni deo ovih lokacijskih uslova je Idejno rešenje za faznu rekonstrukciju i novu gradnju železničke pruge i objekata na deonici Stalać - Đunis, na K.P. u K.O. Lučina, K.O. Stalać, K.O. Braljina, K.O. Mojsinje i K.O. Trubarevo na teritoriji opštine Čičevac i K.O. Đunis na teritoriji grada Kruševca, izrađeno od strane Egis d.o.o. Beograd, SAFEGE d.o.o. Beograd, i KBV DATACOM d.o.o. Beograd. Navedeno idejno rešenje u potpunosti je u skladu sa idejnim projektom i nema odstupanja u odnosu na prethodno urađeno idejno rešenje.

Na deonici Stalać – Đunis na osnovu Idejnog projekta (iz 2018. godine), dat je poseban ugovor za izgradnju tunelskog otvora za jednocevni dvokolosečni železnički tunel br. 4, tri tunela za evakuaciju 4.1, 4.2 i 4.3, kao i pristupnih puteva "P3" (prilaz ulaznom portalu tunela 4) i "P4" (prilaz evakuacionim tunelima).

Predmet i cilj izrade dokumentacije

Predmet ovog projekta je izrada Idejnog rešenja za faznu rekonstrukciju i novu gradnju železničke pruge i objekata na deonici Stalać - Đunis, na K.P. u K.O. Lučina, K.O. Stalać, K.O. Braljina, K.O. Mojsinje i K.O. Trubačevoj na teritoriji opštine Čičevac i K.O. Đunis na teritoriji grada Kruševca za potrebe **izmena lokacijskih uslova** broj predmeta: ROP-MSGI-32846-LOC-2/2021, zavodni broj: 350-02-02242/2021-07. izdati 28.12.2021. **u cilju realizacije ugovora** za projektovanje i izgradnju tunelskog otvora za jednocevni dvokolosečni železnički tunel br. 4, tri tunela za evakuaciju i pristupnih puteva "P3" i "P4".

U okviru pomenutog ugovora, izvršeni su detaljni terensko istražni radovi (geodetska snimanja i geotehnička istraživanja) za potrebe izrade Projekta za građevinsku dozvolu, Projekat za izvođenje i izvođenje radova.

Na osnovu detaljne analize istražnih radova i Idejnog projekta (iz 2018. godine), utvrđeno je da su trasa i lokacija za tunel br. 4, tri tunela za evakuaciju i pristupnih puteva "P3" i "P4" u nepovoljnom položaju u odnosu na postojeći teren, i da je izmeštanjem trase tunela i ostalih objekata moguće doći do tehničkog rešenja koje je konstrukciono jednostavnije i geotehnički pogodnije.

Detaljnijom analizom geodetskih podataka sa terena, utvrđeno je i da postoji izrazito velika visinska razlika između početka evakuacionih tunela i njihovog kraja i da nije moguće obezbediti adekvatan izlaz na površini terena. Takođe, u zoni pristupnog puta "P4" postoji potok koji nije evidentiran Idejnim projektom a koji ima uticaj na evakuacione tunele i pristupnu saobraćajnicu.

Idejnim projektom na izlazu tunela 4, odnosno ulazu tunela T5, nije predviđena evakuaciona zona, već samo galerija, što nije u skladu sa uredbom TSI (bezbednost u železničkim tunelima) koja kaže da se uzastopni tuneli mogu smatrati kao jedan ukoliko nije obezbeđen adekvatan prostor između istih.

Cilj izmena Idejnog rešenja je postizanje boljih uslova tokom izvođenja i eksploatacije, kao i otklanjanje nedostataka uočenih u Idejnom projektu (iz 2018. godine) za potrebe realizacije ugovora za projektovanje i izgradnju (tunelskog otvora za jednocevni dvokolosečni železnički tunel br. 4, tri tunela za evakuaciju i pristupnih puteva "P3" i "P4"). Pomenutim ugovorom su predviđeni radovi koji obuhvataju sve neophodne radove na iskopu tunela i građevinske radove, ali ne i radove na gornjem stroju, izgradnju telekomunikacionih, signalno-sigurnosnih, elektro-energetskih, elektrovučnih i drugih postrojenja i uređaja.

Idejnim rešenjem je potrebno izvršiti korekciju tehničke dokumentacije na delu izmeštanja trase pruge, radi izdavanja prilagođenih lokacijskih uslova, dok se svi drugi podaci (na delu na kome nije izvršeno izmeštanje trase) preuzimaju iz "Idejnog projekta rekonstrukcije i modernizacije postojećeg železničkog koloseka i izgradnja drugog koloseka pruge Beograd – Niš, deonice Stalać – Đunis" i Idejnog rešenja koje je bio sastavni deo lokacijskih uslova za čije se izmene radi novo Idejno rešenje.

Projektom trase uključeno je samo izmeštanje osovine i nivelete železničke pruge i objekata predviđenih idejnim projektom, od km 182+220.00, do mesta uklapanja u trasu idejnog projekta (u zoni izlaza tunela 5) na km 186+661.50, odnosno na delu pruge koja je predmet ugovora

Izmene obuhvaćene idejnim rešenjem

Prilikom izrade Idejnog rešenja nove trase na deonici Stalać – Đunis vođeno je računa da izmeštena trasa, kao i objekti na njoj ostanu unutar granica zemljišta, koje je već eksproprisano ili u vlasništvu Republike Srbije u što većoj meri. Objekti obuhvaćeni pomeranjem trase i izmene, koje su obrađene kroz ovo Idejno rešenje su sledeće:

- Pozicioniran je ulazni portal tunela 4 na stabilniju padinu boljih geotehničkih karakteristika sa povoljnijim predusekom za izvođenje i održavanje tokom eksploatacije.

- Izbegnuta je potreba za zidom od armiranog tla sa leve strane pruge od km 182+223 do km 182+325 koji je predviđen IDP-om.
- Spojeni su tunel br. 4 i tunel br. 5 u jedan tunel, izmeštanjem trase u zoni galerije predviđene Idejnim projektom (prema IDP-u u km 185+615) kako bi se izbegao nepovoljan predusek u materijalu loših geotehničkih karakteristika i da bi se obezbedio plato za evakuaciju na istom mestu.
- Korigovana je trasa pristupnog puta „P3” tako da se omogući povoljniji položaj u odnosu na uslove postojećeg terena i tako da se omogući pristup korigovanoj poziciji ulaznog portala tunela br. 4.
- Postignuto je adekvatno rešenje za evakuacione tunele u skladu sa Uredbom TSI (bezbednost u železničkim tunelima), izmeštanjem osovine tunela 4.1 i ukidanjem tunela 4.2 i 4.3 predviđenih idejnim projektom. Umesto tunela 4.2 i 4.3 projektovan je paralelni evakuacioni tunel sa izlazom u zoni galerije predviđene Idejnim projektom (prema IDP-u u km 185+615).
- Pristupna saobraćajnica „P4” korigovana je prema novom rešenju evakuacionih tunela.
- Obezbeđen je dodatni evakuacioni tunel u zoni galerije predviđene Idejnim projektom (prema IDP-u u km 185+615) sa adekvatnim pristupom sa lokalnog puta saobraćajnice.
- Prateće instalacije i oprema tunela pozicionirane su u skladu sa izmeštanjem trase.

Potrebno je napomenuti da je izmeštanje ulaznog portala na povoljniji položaj i spajanje tunela 4 i 5 prouzrokovalo korigovanje osovine iz Idejnog projekta, od km 181+126.694 u zoni tunela 2 do km 186+665.585 u zoni izlaza tunela 5. Takođe, u nivelacionom smislu neophodna korekcija trase su od km 180+550.00 do 186+665.585. Van navedenog, dalja trasa nije razmatrana i ostaje nepromenjena kako nije predmet ugovora.

10.5.3 ANALIZA VELIKIH VODA

Hidrološka studija je rađena u sklopu projekta rekonstrukcije jednokolosečne pruge od Stalaća do Đunisa sa dogradnjom drugog koloseka sa ciljem da se utvrde merodavni proticaji za hidrauličku analizu hidrotehničkih objekata i regulacije vodotoka koji su u koliziji sa trasom pruge.

Razmatrana deonica pruge se proteže od km 176+310.55 do km 191+900.52. Svi vodotoci duž predmetne trase pruge pripadaju slivu Južne Morave.

Trasa pruge se na predmetnoj deonici nalazi sa desne strane reke Južne Morave do km 181+539 kada prelazi na levu obalu i proteže se ivicom inundacionog pojasa. Deo trase pruge od km 187+000 do stanice Đunis, kao i stanica Đunis je pod većim uticajem reke Južne Morave.

Od većih vodotoka koji su u koliziji sa prugom izdvajaju se Bezimeni potok u zoni stanice Stalać (površina sliva 3.2 km²), Vinogradarski potok (površina sliva 2.0 km²), Hajdučki potok (površina sliva 6.5 km²), potok Zmijarnik (površina sliva 7.7 km²) i Ribarska reka (površina sliva 166.9 km²).

Osim reke Južne Morave vodotoci na ovoj deonici pruge spadaju u hidrološki neizučene slivove, t.j. za njih nema merenih podataka.

Na deonici trase koja je predmet projekta (od km 182+220 do km 186+661.55) trasa pruge se ne ukršta sa vodotocima, osim pristupne saobraćajnice "P3" koja preseca potok Gorčilovac.

Predmet ove seveske je samo potok Girčilovac, a svi ostali vodotoci i slivovi nisu predmet ovog I dejnog rešenja, i ostaju podaci koji su dobijeni za te slivove u prethodnoj dokumentaciji ostaju nepromenjeni.

10.5.4 HIDROLOŠKI NEIZUČENI SLIVovi

Hidrološka analiza velikih voda na slivovima definisanih presecima sa koridorom projektovane pruge Stalać – Đunis, urađena je primenom metode definisane u nastavku ovog poglavlja. Za analizu su korišćeni podaci sa kišomerne stanice "Kruševac".

Proračuni su rađeni metodom jediničnog hidrograma, a rezultati upoređivani sa anvelopama oticaja za teritoriju Srbije.

10.5.5 PRIMENJENI METOD HIDROLOŠKE ANALIZE

Metoda koja je primenjena za proračun velikih voda u datim profilima vodotoka koji presecaju ili se ulivaju unutar koridora koristi se za proračun hidrološki neizučениh slivova, što je slučaj sa pomenutim pritokama, osim na onim rekama na kojima postoje hidrološke stanice RHMZ-a. Period rada hidrološke stanice je reprezentativan za hidrološko-statističku obradu i proračun velikih voda, tako da je za te vodotoke sa hidrološkim stanicama hidrološka analiza merodavnih proticaja urađena prema metodu Water Resources Council-Flood Frequency Report.

Primenjena metoda za proračun velikih voda hidrološki neizučenihi slivova zasnovana je na analizi kiša jakog intenziteta, analizi oticanja i na teoriji sintetičkog jediničnog hidrograma. Određivanje efektivnih kiša (oticanje) bazira se na metodi SCS koju je razvila Služba za očuvanje zemljišta Sjedinjenih Američkih Država.

Na osnovu topografskih karata razmere 1:25000 i 1:100000 određene su morfometrijske karakteristike slivova potrebnih za proračun velikih voda kao što su : površina sliva F , dužina toka L , odstojanje od profila do težišta sliva po toku reke L_c i uravnati pad rečnog toka I_u za svaki profil posebno. Uravnati pad rečnog toka izračunava se na osnovu očitanih kota i stacionaže rečnog toka (podužni profil rečnog toka), od ušća do granice sliva.

Projektovana saobraćajnica preseca sliv u zoni vododelnice, tako da trasi gravitiraju uglavnom manji slivovi. Vegetaciju ovih slivova uglavnom čine livade (pašnjaci) i niže žbunasto rastinje, dakle karakteriše ih srednji stepen pošumljenosti. Na većim vodotocima prisutne su žitarice srednje zastupljenosti.

Tip tla u smislu primenjene metode, određen je na osnovu topografskih karata 1:25.000, kao i na osnovu pedoloških karata i literature.

Karakteristike vodotoka Gorčilovac u profilima ukrštanja:
Potok Gorčilovac

$F=2.13 \text{ km}^2$
 $L=2.36 \text{ km}$
 $L_c=1.14 \text{ km}$
 $I_u=11.41 \%$

10.5.6 PRORAČUN KIŠA JAKOG INTENZITETA

Sloj kiše $H(t,p)$ trajanja t i verovatnoće pojave P , odnosno trajanja manjeg od jednog dana određen je preko modela koji je dat izrazom (1) :

$$H(t,p) = \frac{t}{1440} \cdot \frac{(1440 \cdot a + 1)^b}{(a \cdot t + 1)^b} \cdot H_d(P) \quad (1)$$

gde su:

- t -trajanje kiše
- a i b -parametri modela
- $H_d(P)$ je maksimalna suma dnevnih kiša verovatnoće pojave P (%).

Parametar modela " a " za teritoriju Srbije je malo promenljiv i u analizama se uzima da je $a = 0.3$, dok je parametar " b " predstavljen kartom izolinija za celu teritoriju Srbije. Pomenuti model je objavljen u Građevinskom kalendaru za 1994-1995. g. ("Karakteristike jakih kiša za teritoriju Srbije", D. Janković).

Maksimalne dnevne kiše verovatnoće P , $H_d(P)$ određene su statističkom metodom korišćenjem raspodela Log-normal, Pearson III, Log-Pearson III i Gumbel, tako što su sračunate vrednosti merodavnih kiša prema navedenim raspodelama i određeno koja raspodela daje najbolje statističko slaganje sa empirijskim vrednostima i tako je utvrđeno da je to Log-Pearson-III.

Prilagođavanje je izvršeno ocenom parametara raspodele metodom momenata. Parametri ove teorijske raspodele verovatnoća, kao i rezultati proračuna korišćeni su u daljem proračunu.

Zamenom $H_d(P)$ vrednosti računata su vrednosti kiša u tački, $H(t,p)$ za različita trajanja (t) i verovatnoće (P).

Tabela 10-2. Vrednosti H_d u funkciji verovatnoće pojave P (%)

Stanica	H_d (0.1%)	H_d (1%)	H_d (2%)	H_d (10%)
Kruševac	116.3	95.1	89.0	75.0

10.5.7 EFEKTIVNE (NETO) KIŠE

Primenjena metoda jediničnog hidrograma predstavlja najpouzdaniji način za određivanje neto kiša, jer uzima u obzir sve relevantne faktore oticanja u slivu, kao što su karakteristike zemljišta (M. Ćorović, "Određivanje hidrološke grupe zemljišta pri definisanju oticanja u metodi SCS", Vodoprivreda br. 16, 1987), uslovi prethodne vlažnosti tla, vegetacioni pokrivač i način obrade poljoprivrednog zemljišta. Uzimajući u obzir nabrojane faktore, za aktuelne slivove su izračunati brojevi krivih koje definišu zavisnost padavina od oticaja. Ovaj broj (CN - Curve Number) se kreće od 0 - 100, pri čemu "0" odgovara apsolutno propustljivom tlu, sa koga nema oticanja, a 100 odgovara apsolutno nepropustljivom tlu sa koga otekne ukupno pala kiša, dok svi brojevi između ove dve krajnosti karakterišu uslove oticanja u realnim slivovima.

Za poznatu vrednost CN, efektivne kiše se određuju pomoću izraza (2)

$$p_{ef}(t,p) = \frac{(H(t,p) - 0.2 \cdot d)^2}{(H(t,p) + 0.8 \cdot d)} \quad (2)$$

gde su:

- $p_{ef}(t,p)$ -efektivne kiše u (mm)
- $H(t,p)$ -bruto kiše u (mm)
- d - predstavlja deficit oticaja i računa se pomoću izraza (3)

$$d = \frac{(1000 - 10 \cdot CN)}{CN} \cdot 25.4 \quad (3)$$

gde je:

- CN - (Curve Number) broj krive za dati sliv.

Saglasno vegetacionim karakteristikama slivova izvršen je proračun vrednosti CN tabelarno za određene tipove tla i prosečne uslove vlažnosti tla za analizirane rečne slivove do pomenutih profila. Vrednosti CN za nadprosečne uslove vlažnosti tla usvojene su za merodavnu vlažnost tla. Uvodeći vrednosti CN u izraze (2) i (3), sračunate su odgovarajuće računске vrednosti efektivnih kiša (sloj oticanja) različitih trajanja (t) i verovatnoća (P).

10.5.8 SINTETIČKI JEDINIČNI HIDROGRAM

Sintetički jedinični hidrogram u formi trougla ima maksimalnu ordinatu:

$$q = \frac{F}{(0.5 \cdot T_k + t_p) \cdot (1 + K)} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \text{mm} \right] \quad (4)$$

gde se vrednost površine sliva (F) unosi u km², vreme trajanja računске kiše (T_k) i vreme zakašnjenja sliva (t_p) u časovima, a K - je bezdimenzioni koeficijent koji predstavlja odnos vremena opadanja hidrograma (T_r) i vremena porasta hidrograma (T_p) za odgovarajuću površinu sliva. Ovaj odnos (K) očitao je za svaku slivnu površinu sa dijagrama koji se koristi za vodotoke na slivu Save.

Vreme "zakašnjenja sliva-t_p" izračunato je pomoću izraza koji važi za teritoriju Srbije:

$$t_p = 0.75 \cdot \left(\frac{L \cdot L_c}{\sqrt{I_c}} \right)^{0.38} \quad (5)$$

gde je:

- L - dužina toka (km)
- L_c - dužina toka od centra sliva do izlaznog profila po toku (km)
- I_u - uravnoteženi pad toka u (%)

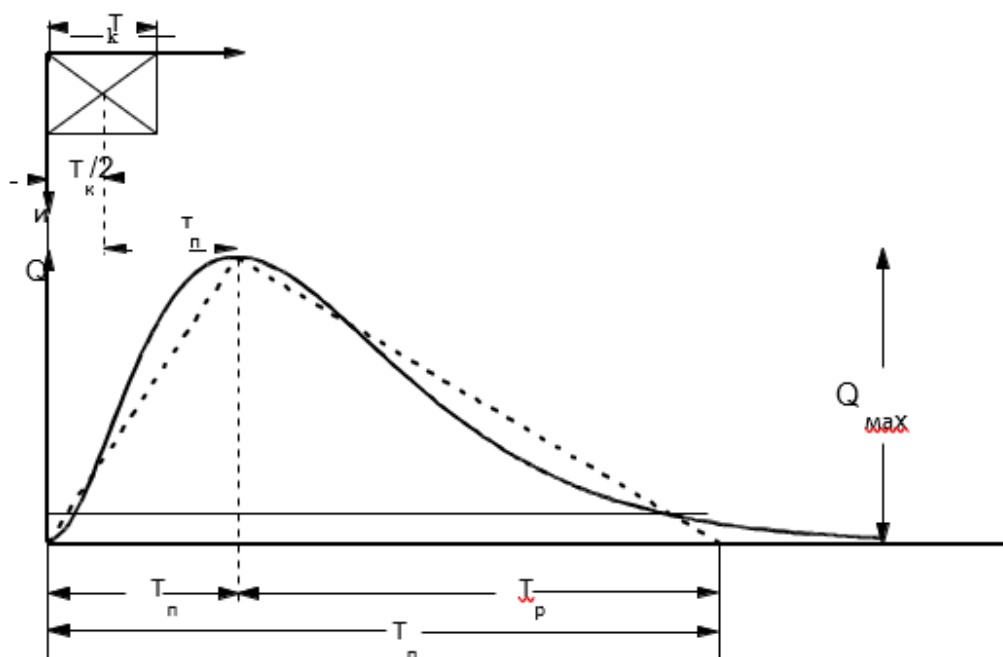
Prema vrednostima ovih morfometrijskih karakteristika do pomenutih profila izračunata su vremena zakašnjenja za svaki profil i data su tabelarno.

Merodavne kiše određuju se u postupku određivanja računskih velikih voda iz uslova dostizanja njihovog maksimuma u zavisnosti od trajanja kiše T_k. Drugim rečima određuju se velike vode za različita vremena T_k (trajanja kiše), a usvaja se kao merodavno vreme trajanje kiše ona vrednost za koju zavisnost Q_{max}(p,T) dostigne najveću vrednost.

10.5.9 ODREĐIVANJE HIDROGRAMA VELIKIH VODA

Maksimalna (vršna) ordinata hidrograma velikih voda u formi trougla, dobija se iz izraza (6) u koju su uvršćene sračunate vrednosti t_p i K , za različita vremena trajanja kiše T_k i efektivne kiše karakterističnih verovatnoća i raznih trajanja kiše $P_{ef}(T_k, p(\%))$ odnosno

$$Q_{\max}(p) = \frac{0.56 \cdot F \cdot P_{ef}(T_{k,p})}{(0.5 \cdot T_k + t_p) \cdot (1 + K)} \quad (6)$$



Slika 10-3. Prikaz parametara sintetičkog hidrograma

Sledeći izrazi koji proističu iz konstrukcije trouganog sintetičkog hidrograma koji je dat Slikom 1. korišćeni su u analizi hidrograma oticaja:

$$T_p = \frac{T_k}{2} + t_p \quad T_r = K \cdot T_p \quad T_b = T_p + T_r$$

Verifikacija proračuna velikih voda vršena je poređenjem modula specifičnih oticaja velikih voda $Q = Q_{\max,p}/F$ sa odgovarajućim regionalnim anvelopama specifičnih oticaja velikih voda koje važe za teritoriju Srbije ("Vodoprivreda", 12, 67-68 (1980/5-6), str. 287-293), a takođe i upoređivanjem proticaja dobijenih merenjem na hidrološkim stanicama sa vrednostima dobijenim proračunom sintetičkog hidrograma

10.5.10 REZULTATI PRORAČUNA VELIKIH VODA

Rezultati proračuna velikih voda računati su metodom SCS i dati su ispod.

Potok Gorčilovac

Q0.1%	Q1%	Q2%	Q10%
(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
13,92	9.50	8.33	5.80

Provera dobijenih rezultata urađena je preko anvelopa specifičnih oticaja velikih voda na rekama Srbije. Poredeći ih sa anvelopama specifičnih oticaja za teritoriju Srbije, rezultati se solidno slažu sa očekivanim vrednostima osim u slučaju Ribarske reke. Zbog morfoloških karakteristika ovog sliva vrednosti specifičnih oticaja su ispod očekivanih.

Projektant predlaže da se kao merodavni proticaji velikih voda usvoje gore dati podaci (proračun velikih voda metodom SCS).

Odgovorni projektant



Mirjana Kristoforović Pavić, dipl.inž.građ.

10.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

10.6.1 MAKSIMALNE DNEVNE PADAVINE

Kišomerna stanica: KRUŠEVAC

God.	P (mm)
1960	36.6
1961	26.1
1962	26.1
1963	23.0
1964	40.8
1965	35.5
1966	32.1
1967	42.8
1968	37.2
1969	33.2
1970	27.8
1971	37.0
1972	33.2
1973	37.0
1974	52.2
1975	45.6
1976	37.1
1977	36.8
1978	55.4
1979	42.9
1980	68.8
1981	50.2
1982	51.4
1983	26.0
1984	61.6
1985	33.9
1986	41.0
1987	37.8

God.	P (mm)
1988	34.1
1989	41.7
1990	32.4
1991	25.6
1992	23.0
1993	28.4
1994	41.4
1995	43.3
1996	45.1
1997	32.0
1998	28.6
1999	73.3
2000	21.1
2001	38.0
2002	52.8
2003	25.2
2004	37.7
2005	37.9
2006	35.8
2007	36.6
2008	45.8
2009	60.5
2010	37.6
2011	52.9
2012	37.0
2013	48.5
2014	45.2

10.6.2 ANALIZA MAKSIMALNIH DNEVNIH PADAVINA

K.S: KRUŠEVAC

Distribution Analysis: Log Pearson Type III

-----Summary of Data -----

First Moment (mean) = 39.4655 Second Moment = 1.265e02

Skew = 8.353e-01

Point	Weibull	Actual	Predicted	Standard
Num.	Probab.	Value	Value	Deviation
1	0.0179	21.1000	21.3842	1.7265
2	0.0357	23.0000	23.1161	1.5361
3	0.0536	23.0000	24.3171	1.4364
4	0.0714	25.2000	25.2802	1.3756
5	0.0893	25.6000	26.1055	1.3367
6	0.1071	26.0000	26.8404	1.3119
7	0.1250	26.1000	27.5112	1.2967
8	0.1429	26.1000	28.1346	1.2886
9	0.1607	27.8000	28.7215	1.2857
10	0.1786	28.4000	29.2798	1.2869
11	0.1964	28.6000	29.8152	1.2912
12	0.2143	32.0000	30.3321	1.2981
13	0.2321	32.1000	30.8340	1.3070
14	0.2500	32.4000	31.3237	1.3175
15	0.2679	33.2000	31.8035	1.3295
16	0.2857	33.2000	32.2754	1.3426
17	0.3036	33.9000	32.7410	1.3567
18	0.3214	34.1000	33.2018	1.3716
19	0.3393	35.5000	33.6591	1.3873
20	0.3571	35.8000	34.1142	1.4037
21	0.3750	36.6000	34.5680	1.4207
22	0.3929	36.6000	35.0217	1.4382
23	0.4107	36.8000	35.4763	1.4563
24	0.4286	37.0000	35.9325	1.4749
25	0.4464	37.0000	36.3915	1.4942
26	0.4643	37.0000	36.8541	1.5139
27	0.4821	37.1000	37.3213	1.5344
28	0.5000	37.2000	37.7941	1.5554
29	0.5179	37.6000	38.2736	1.5773
30	0.5357	37.7000	38.7612	1.6000
31	0.5536	37.8000	39.2581	1.6236
32	0.5714	37.9000	39.7655	1.6484
33	0.5893	38.0000	40.2848	1.6744
34	0.6071	40.8000	40.8175	1.7018
35	0.6250	41.0000	41.3653	1.7310
36	0.6429	41.4000	41.9300	1.7621
37	0.6607	41.7000	42.5138	1.7955
38	0.6786	42.8000	43.1191	1.8315
39	0.6964	42.9000	43.7488	1.8709
40	0.7143	43.3000	44.4062	1.9140

41	0.7321	45.1000	45.0952	1.9617
42	0.7500	45.2000	45.8205	2.0150
43	0.7679	45.6000	46.5879	2.0750
44	0.7857	45.8000	47.4044	2.1434
45	0.8036	48.5000	48.2790	2.2221
46	0.8214	50.2000	49.2232	2.3140
47	0.8393	51.4000	50.2518	2.4227
48	0.8571	52.2000	51.3851	2.5534
49	0.8750	52.8000	52.6516	2.7136
50	0.8929	52.9000	54.0927	2.9149
51	0.9107	55.4000	55.7728	3.1756
52	0.9286	60.5000	57.7994	3.5281
53	0.9464	61.6000	60.3746	4.0360
54	0.9643	68.8000	63.9521	4.8512
55	0.9821	73.3000	69.9855	6.5032

----- Predictions -----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9990	1000.0	116.2765	28.9111
0.9900	100.0	95.1385	16.7131
0.9800	50.0	89.0018	13.7645
0.9600	25.0	82.9400	11.1318
0.9000	10.0	74.9998	8.1266
0.8000	5.0	69.0034	6.2114
0.6670	3.0	64.5651	5.0034
0.5000	2.0	60.9871	4.1666

10.6.3 REZULTATI PRORAČUNA VELIKIH VODA METODOM SCS

Potok Gorčilovac Profil : [km 182+193](#)

T (min)	T (cas)	q _{max}	Int (m ³ /s/mm)	P _{br} (mm/min)	P _{ef} (mm)	Q _{max} (m ³ /s)
------------	------------	------------------	-------------------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------------------------------

Verov. pojave P = 0.1 % Povratni period T = 1000 godina

30	0.500	0.629	1.914	57.41	20.98	13.19
40	0.667	0.577	1.535	61.41	23.82	13.76
20	0.333	0.690	2.582	51.64	17.04	11.76
50	0.833	0.534	1.289	64.47	26.07	13.92
60	1.000	0.496	1.116	66.97	27.92	13.86
70	1.167	0.464	0.987	69.08	29.52	13.69
80	1.333	0.435	0.886	70.91	30.91	13.46

Verov. pojave P = 1 % Povratni period T = 100 godina

30	0.500	0.629	1.565	46.94	13.99	8.80
40	0.667	0.577	1.255	50.21	16.09	9.29
50	0.833	0.534	1.054	52.72	17.75	9.48
60	1.000	0.496	0.913	54.76	19.14	9.50
70	1.167	0.464	0.807	56.48	20.33	9.43
80	1.333	0.435	0.725	57.98	21.38	9.31
90	1.500	0.410	0.659	59.31	22.32	9.15

Verov. pojave P = 2 % Povratni period T = 50 godina

30	0.500	0.629	1.464	43.93	12.14	7.63
40	0.667	0.577	1.175	46.99	14.02	8.10
50	0.833	0.534	0.987	49.34	15.52	8.29
60	1.000	0.496	0.854	51.25	16.77	8.33
70	1.167	0.464	0.755	52.86	17.85	8.28
80	1.333	0.435	0.678	54.26	18.80	8.18
90	1.500	0.410	0.617	55.50	19.65	8.06

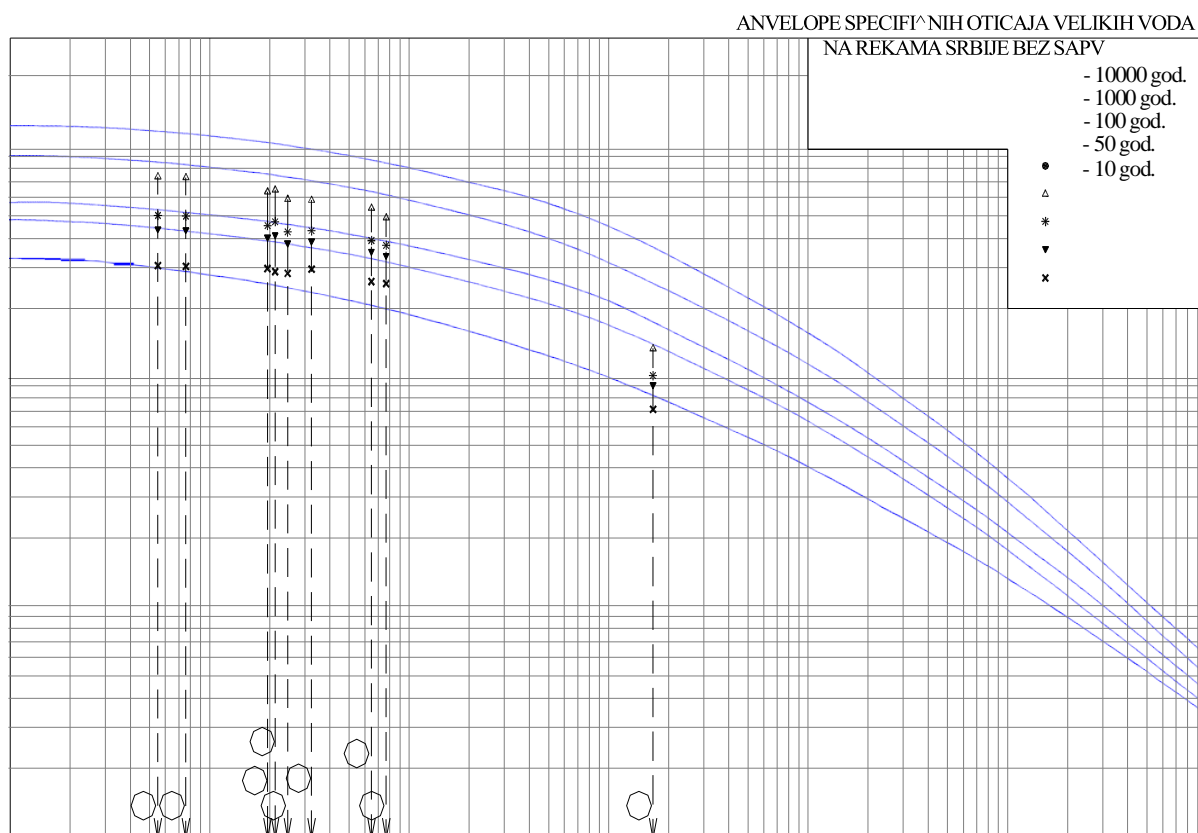
Verov. pojave P = 10 % Povratni period T = 10 godina

30	0.500	0.629	1.234	37.02	8.20	5.16
40	0.667	0.577	0.990	39.60	9.61	5.55
50	0.833	0.534	0.832	41.58	10.74	5.74
60	1.000	0.496	0.720	43.19	11.69	5.80
70	1.167	0.464	0.636	44.55	12.51	5.80
80	1.333	0.435	0.572	45.73	13.23	5.76
90	1.500	0.410	0.520	46.77	13.89	5.69

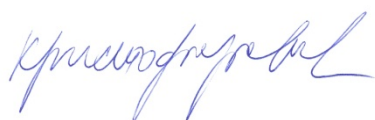
OSNOVNI PODACI ZA PRORAČUN VELIKIH VODA PO SCS METODI

Površina sliva	F = 2.1	Kiša p = 0.1 % P _p = 116.3 mm
Dužina toka	L = 2.4 Kiša	p = 1.0 % P _p = 95.1 mm
Dužina toka	L _c = 1.1	Kiša p = 2.0 % P _p = 89.0 mm
Urav. pad toka	I _{ur} = 11.41	Kiša p = 10 % P _p = 75.0 mm
Broj krive	CN = 65	Vlažnost: NADPROSEČNA
Veličina	K = 1.023	Veličina t _p = 0.688
Podizuća grana	T _p = 1.17	Baza hydr. T _b = 4.12

10.6.4 ANVELOPE SPECIFIČNIH OTICAJA



Odgovorni projektant:



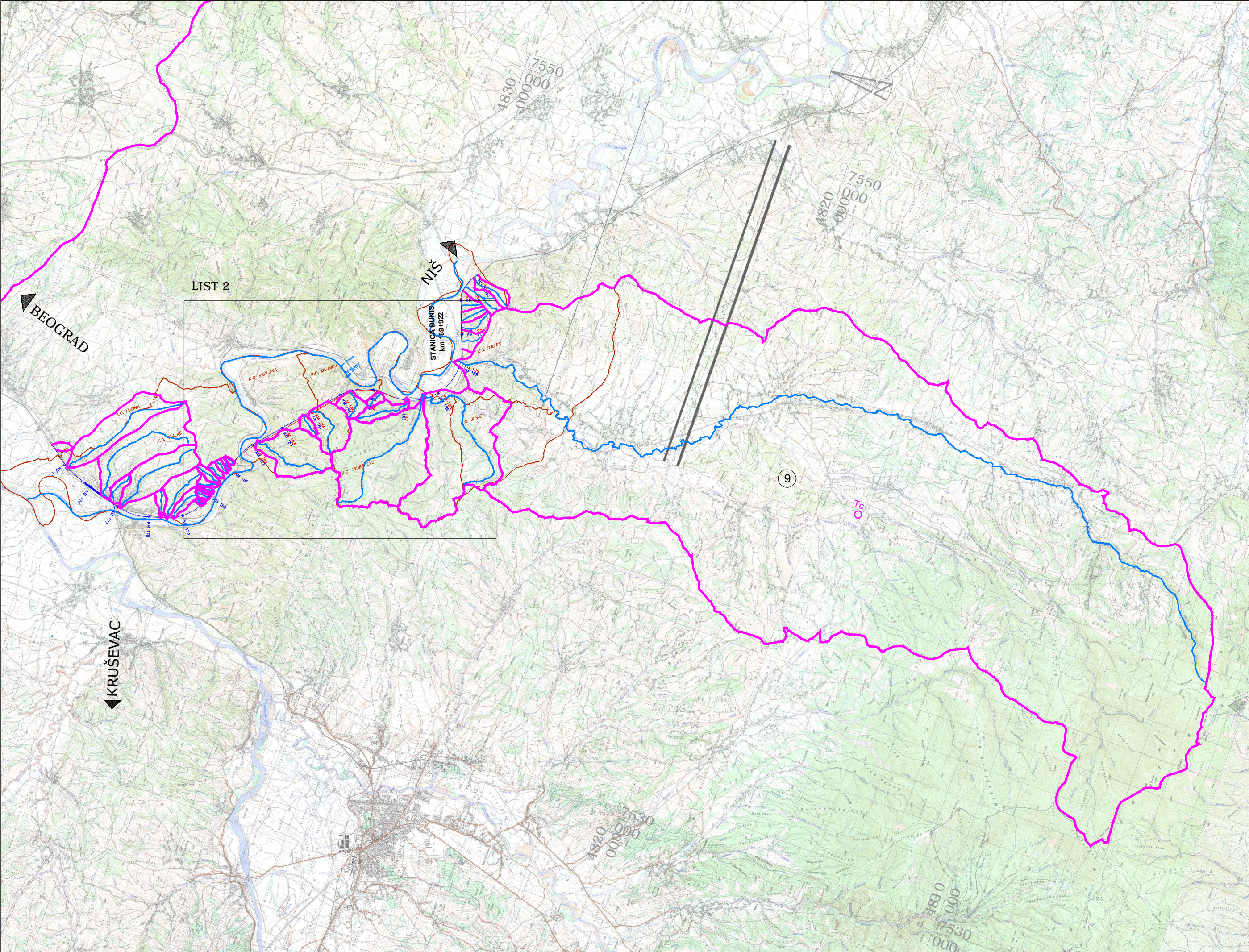
Mirjana Kristoforović Pavić, dipl. inž. građ

10.7 GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

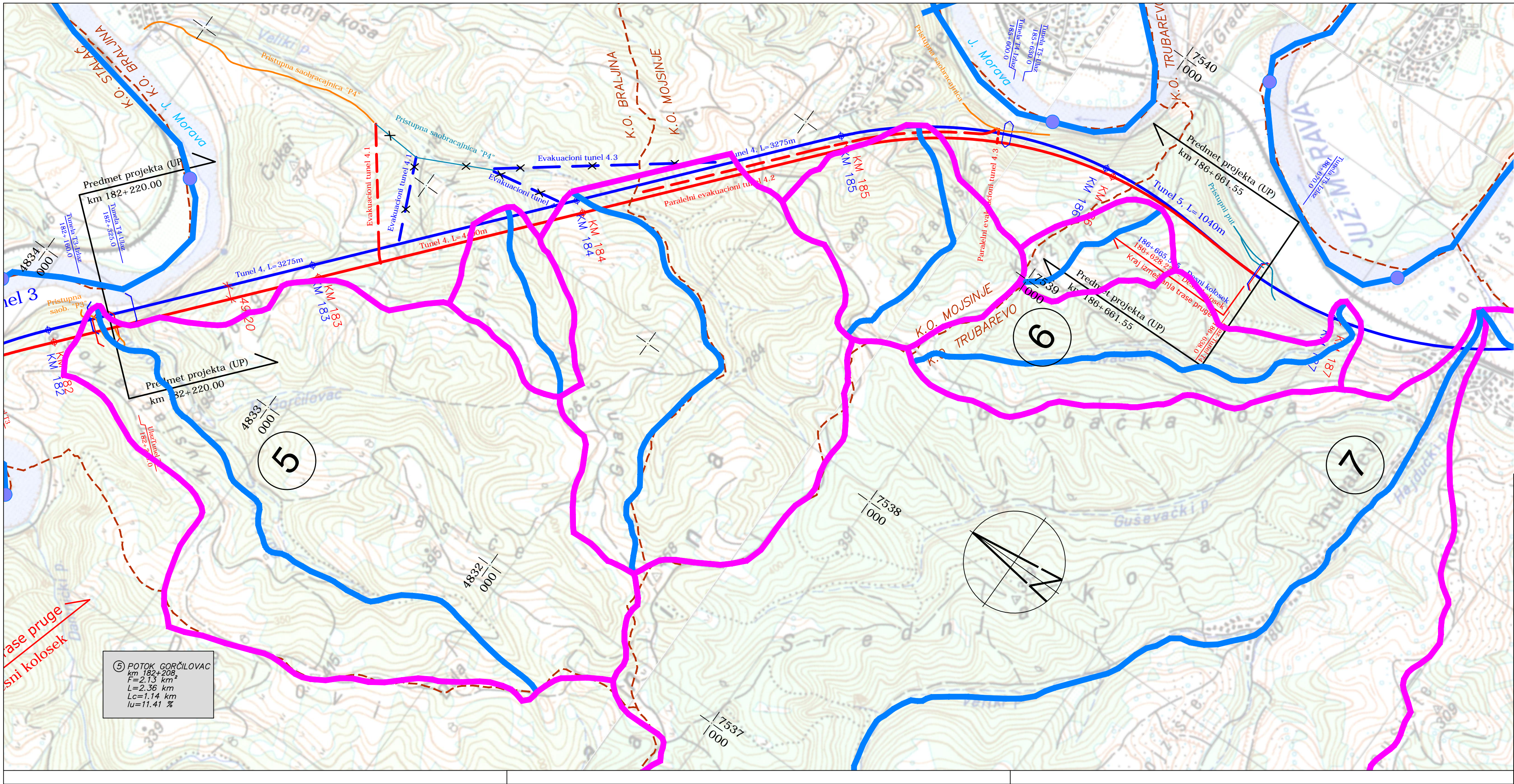
Sadržaj grafičke dokumentacije:

- 10.7.1 *PREGLEDNI SITUACIONI PLAN SLIVOVA – KOMPLETNA TRASA*
- 10.7.2 *PREGLEDNI SITUACIONI PLAN SLIVA - PREDMET PROJEKTA*

R=1:100 000
R=1:10 000



Legenda:			
<div><div></div>Trasa pruge prema IDP (iz 2018. godine)</div> <div><div></div>Trasa pruge izmeštena osovina</div>			
<div><div></div>Granica katastarskih opština</div> <div><div></div>Granica sliva</div> <div><div></div>Vodotok</div>			
Projektant:		Investitor:	
<div><div><div></div><div><div>N-ING</div></div></div><div><div>N-ING d.o.o. Beograd</div><div>Patrijarha Dimitrija 125N</div><div>11090, Beograd</div><div>www.ning.rs</div></div></div>		<div><div><div></div><div><div>Инфраструктура железнице Србије а.г.</div></div></div><div><div>Infrastruktura Železnice Srbije a.d.</div><div>Nemanjina 6</div><div>11000, Beograd</div></div></div>	
Objekat: Tunel 4 sa pristupnim saobraćajnicama na trasi železničke pruge Stalać - Đunis, na teritoriji KO Trubarevo, KO Mojsinje i KO Braljina, opština Čičevac, na katastarskim parcelama prema spisku priloženom u Glavnoj svesci			
Vrsta tehničke dokumentacije: IDR Idejno rešenje			
Oznaka i naziv dela projekta: 10 Hidroliška studija			
Naziv crteža: Pregledni situacioni plan slivova - kompletna deonica			
Projektant:		Odgovorni projektant:	
		<div><div><div>Mirjana Kristoforović Pavić</div><div>dipl. inž. građ.</div></div><div><div></div></div></div>	
Licenca broj: 314 3119 03			
Broj Projekta:	Datum:	Razmera:	Broj crteža:
P-0202/22-10	Novembar 2023.god.	R= 1: 100 000	10.7.1



Legenda:

Trasa pruge prema IDP (iz 2018. godine)

Trasa pruge - izmeštena osovina

Evakuacioni tuneli prema IDP

Evakuacioni tuneli prema izmeni

Pristupni i Državni putevi prema IDP

Pristupne saobraćajnice prema izmeni

Granica katastarskih opština

Granica sliva

Vodotok

Projektant:

N-ING d.o.o. Beograd

Patrijarha Dimitrija 125N

11090, Beograd

www.ning.rs

Investitor:

Infrastruktura

Železnice Srbije a.d.

Nemanjina 6

11000, Beograd

Objekat:

Tunel 4 sa pristupnim saobraćajnicama na trasi železničke pruge Stalać - Đunis, na teritoriji KO Trubarevo, KO Mojsinje i KO Braljna, opština Čičevac, na katastarskim parcelama prema spisku priloženom u Glavnoj svesci

Vrsta tehničke dokumentacije:

IDR Idejno rešenje

Oznaka i naziv dela projekta:

10 Hidroliška studija

Naziv crteža:

Pregledni situacioni plan sliva - predmet projekta

Projektant:

Mirjana Kristoforović Pavić

dip. inž. građ.

Licenca broj:

314 3119 03

Odgovorni projektant:

Mirjana Kristoforović Pavić

dip. inž. građ.

Licenca broj:

314 3119 03

Broj Projekta:

P-0202/22-10

Datum:

Novembar 2023.god.

Razmera:

R= 1: 10 000

Broj crteža:

10.7.2