

I. TEHNIČKI DIO - TEKSTUALNI DIO

I.1 Tehnički opis

I.1.1 Postojeće stanje

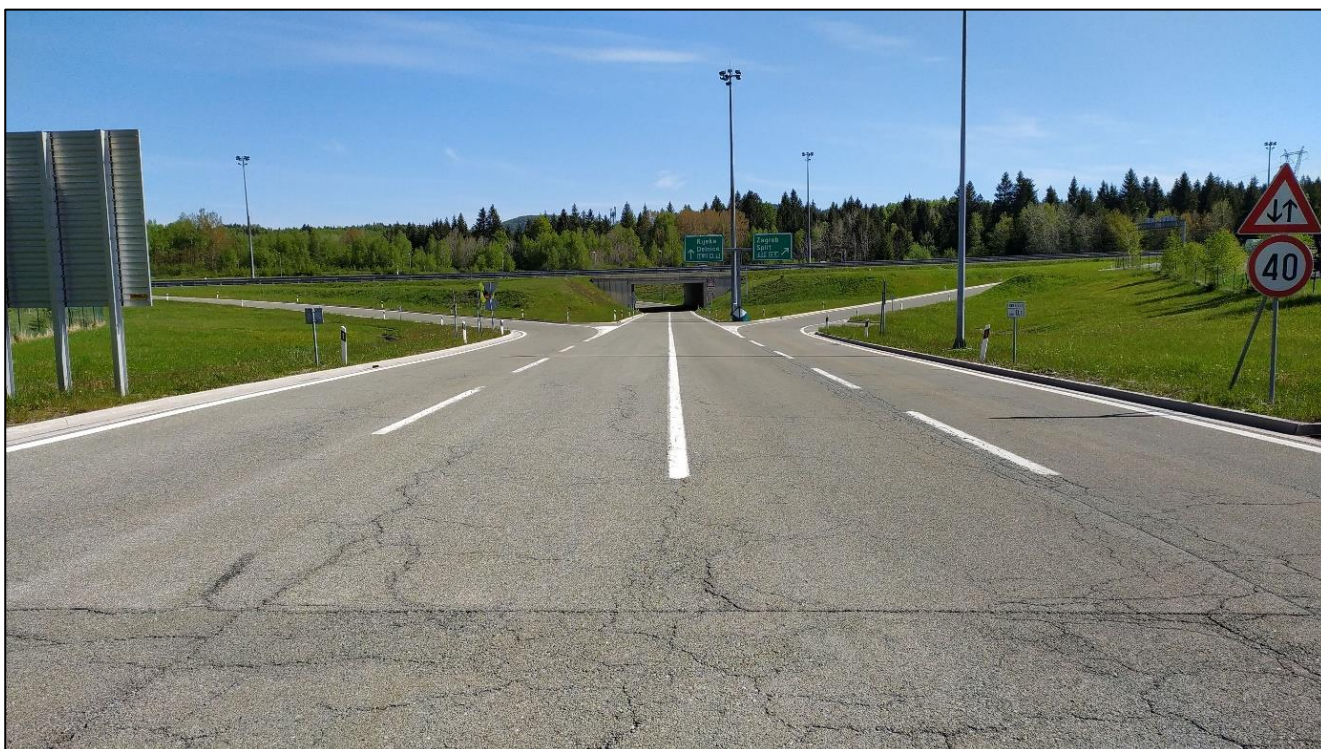
U čvoru Ravna Gora km 32+000, na ulaznom i izlaznom kraku u smjeru Rijeke, ispod podvožnjaka kod oborina većeg intenziteta dolazi do zadržavanja vode na kolniku što predstavlja veliku opasnost od naleta vozila ne istu.

Prema dobivenim informacijama od strane službe održavanja tijekom kolovoza 2020. godine dogodila su se dva zatvaranja navedenih krakova uslijed obilnih oborina i to 03.08. u vremenu od 20:24 do 21.30 sati i 18.08. u vremenu od 12:03 do 13:30 sati. Navedeni problem pojavljuje se od izgradnje ove dionice autoceste.

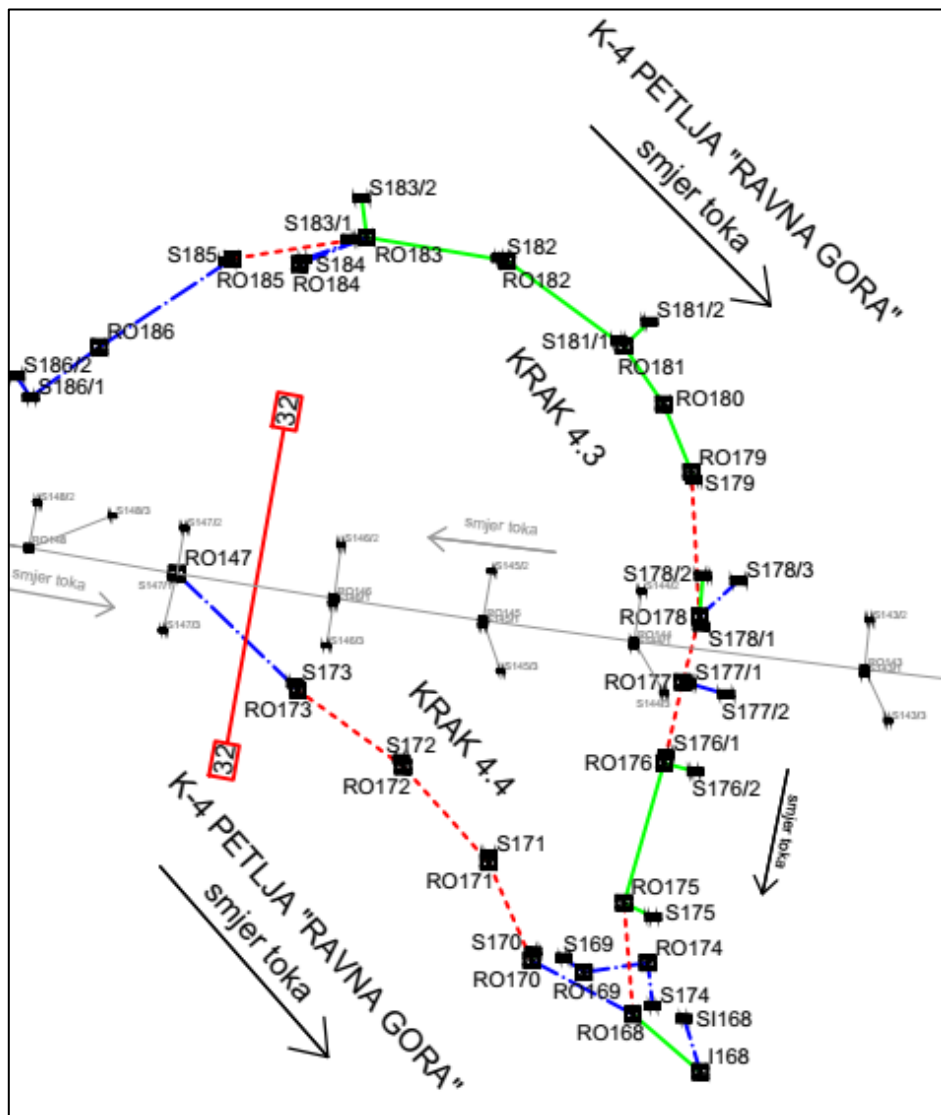
Obzirom na ugroženu sigurnost prometa potrebno je definirati tehničko rješenje sanacije odvodnje.

Kao podloga za definiranje tehničkog rješenja sanacije provedeni su istražni radovi koji se odnose na:

- CCTV snimku kolektora (K-4 Petlja "Ravna Gora" br.pr.: 09 - Ciak d.o.o. Zagreb),
- Geodetsku snimku čvora Ravna Gora (ožujak 2021. - HAC d.o.o. Zagreb) i dijelove iz Glavnog projekta za predmetnu dionicu (Dionica: POLUAUTOCESTA KUPJAK – VRBOVSKO Poluautocesta I dio od km 49+239,28 do km 56+200,00 – D. UNUTARNJA ODVODNJA oznaka projekta: V1 6007/6.D, svibanj 1998. IPZ d.d. Zagreb, Autocesta RIJEKA – ZAGREB, dionica: KUPJAK – VRBOVSKO, II FAZA DOPUNA NA PUNI PROFIL AUTOCESTE od km 49+245,49 do km 56+831,16 – ODVODNJA I VODOZAŠTITA oznaka projekta: V1-6779/D, 05.2005. – IPZ d.d. Zagreb, te
- Terenski obilazak lokacije (Institut IGH d.d. Zagreb) 14.05. i 27.05.2021 godine.



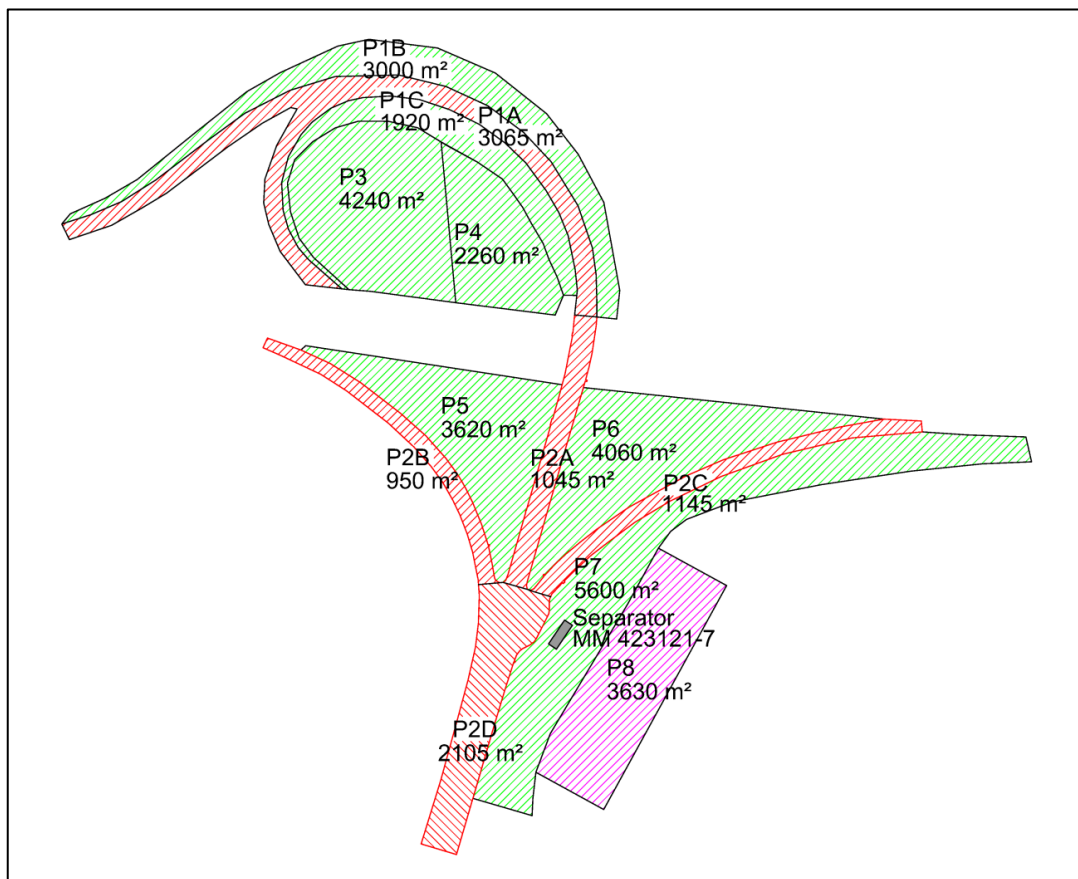
Slika 1: Čvor Ravna Gora



Slika 2: Čvor Ravna Gora – shematski prikaz unutarnje odvodnje

Usvojenom koncepcijom sustava odvodnje autoceste (vidi glavni projekt iz 2005. godine – IPZ d.d.) na lokaciji čvora Ravna Gora izgrađen je separator “Ravna Gora” oznake MM 423121-7 na koji se dovodi oborinska voda glavne trase od km 50+737,5 do km 51+386,5 (RO147) dužina sliva L= 649,0 m, Q= 275,0 l/s te od km 52+835,0 do km 51,386,5 (RO147) dužina sliva L= 1448,5 m, Q=225,6 l/s. Kolektor je smješten u centralnoj osi čije su dimenzije odabrane uz prelijevanje vode na bočnim slivnicima u nasipu. Prema hidrauličkom proračunu (vidi projekt iz 2005. godine) dotok na separator s glavne trase iznosi Q=500,6 l/s.

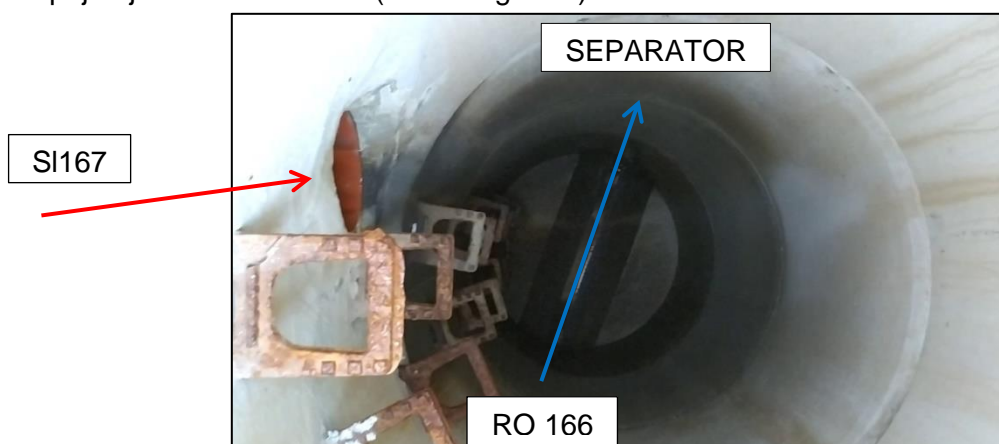
Separatoru “Ravna Gora” gravitira i odvodnja istoimenog čvora. Na sustav unutarnje odvodnje spojena je i vanjska odvodnja čvora osim sjeveroistočne zelene površine (vidi sliku 3.).



Slika 3: Slivne površine čvora Ravna Gora

Analizom video snimki provedene CCTV-Inspekcije 23.10. – 05.12.2019. godine i prateće dokumentacije (Ciak d.o.o.), dobivenih geodetskih podloga i terenskih pregleda sustava unutarnje odvodnje u čvoru Ravna gora dan je opis pojedinih dionica kolektora od okna do okna s opisom karakterističnih detalja. Visinske kote i dužine dionica uzete su iz geodetske snimke čvora (ožujak 2021. godine).

- Separator “Ravna Gora” MM 423121-7 nalazi se u depresiji (udubljenju) uz izlaznu rampu prema Zagrebu. Smješten je između kontrolnih okana I168 i RO167. Na okno I168 spojena je odvodnja glavne trase i većeg dijela čvora, a na okno RO167 spojen je dio odvodnje prema CP-u. U okno I168 uljeva se oborinska voda sa gravitirajuće zelene površine P6 i P7. Slivnik SI167 spojen je na okno RO167 (vidi Prilog br. 1).



Slika 4: Okno RO167



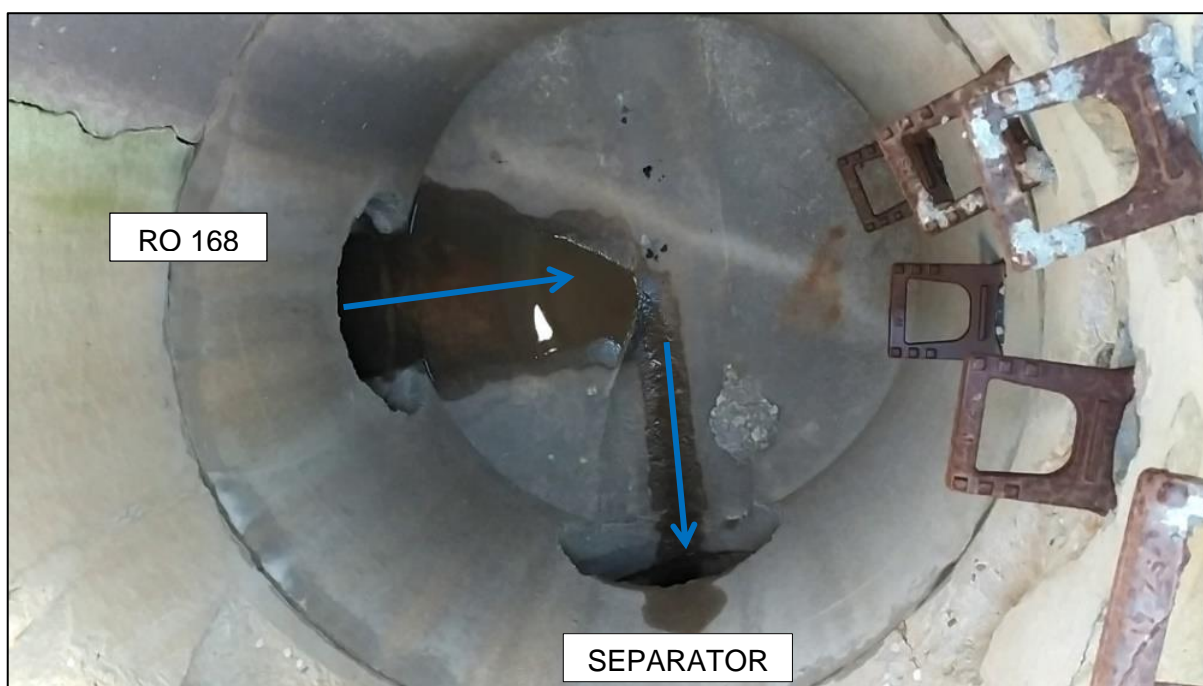
Slika 5: Separator „Ravna Gora“ – RO167



Slika 6: Separator „Ravna Gora“ MM 423121-7

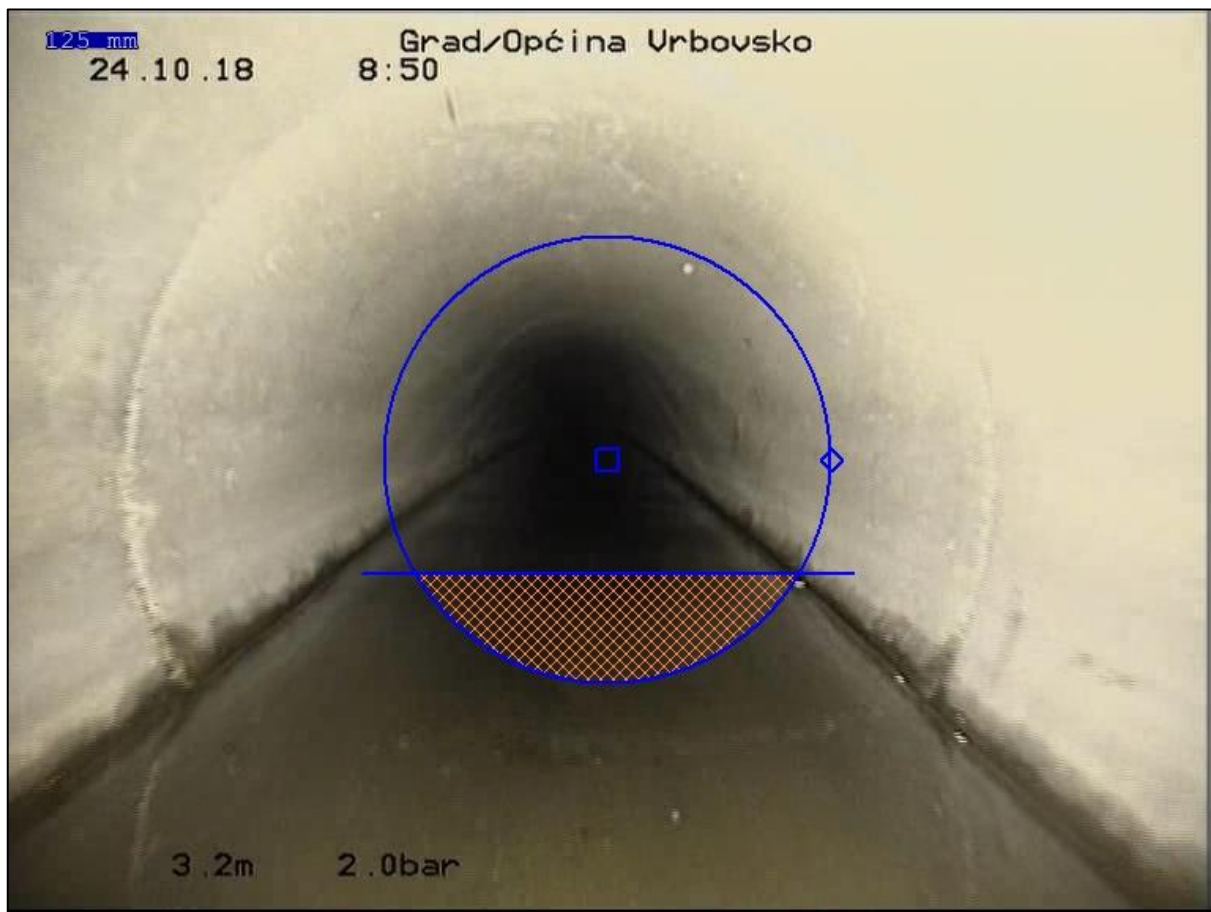


Slika 7: Separator „Ravna Gora“ – I168 – uljev oborinske vode

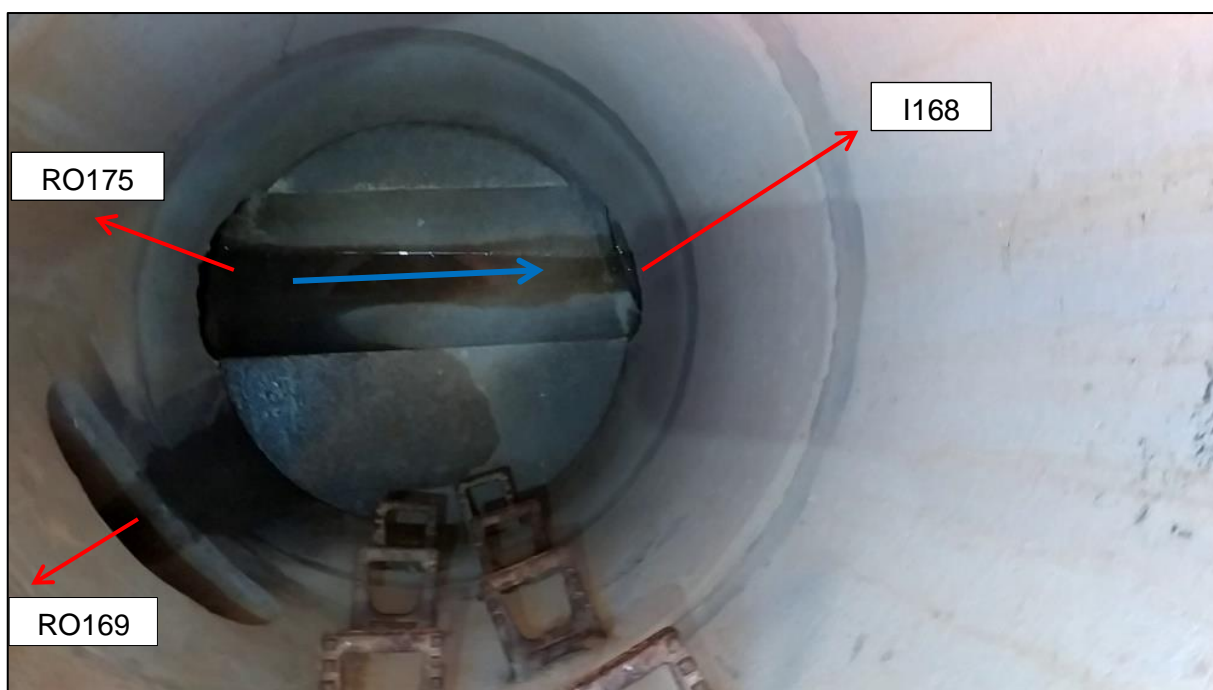


Slika 8: Okno I168

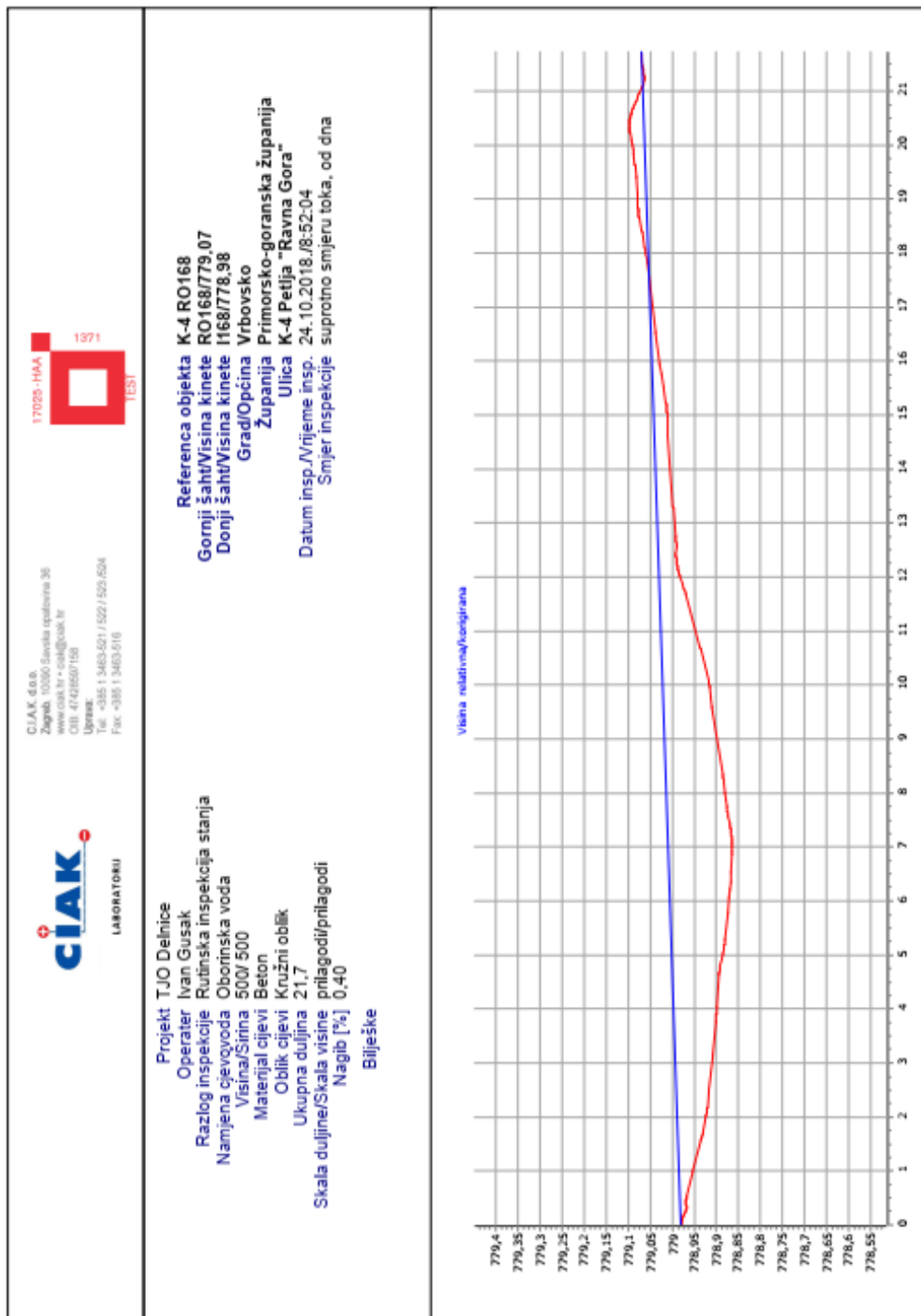
- Kolektor I168 (778,94) – RO168 (779,06) betonske cijevi DN 500 mm, L= 23,1 m prosječni pad dna kolektora $J= 0,0052$, protoka punog presjeka $Q= 273,0$ l/s, $v= 1,39$ m/s. Najniža točka na udaljenosti 7,0 m od I168 visine 778,86 m n.m., kontra nagib dna $J= 0,08/7,0 = 0,0114$ što utječe na potočnost kolektora. Dvostruki slivnik S1168 spojen je na okno I168. Na slici 9. vidljiva je količina vode koja se zadržava u kolektoru.



Slika 9: Voda koja ostaje u kolektoru

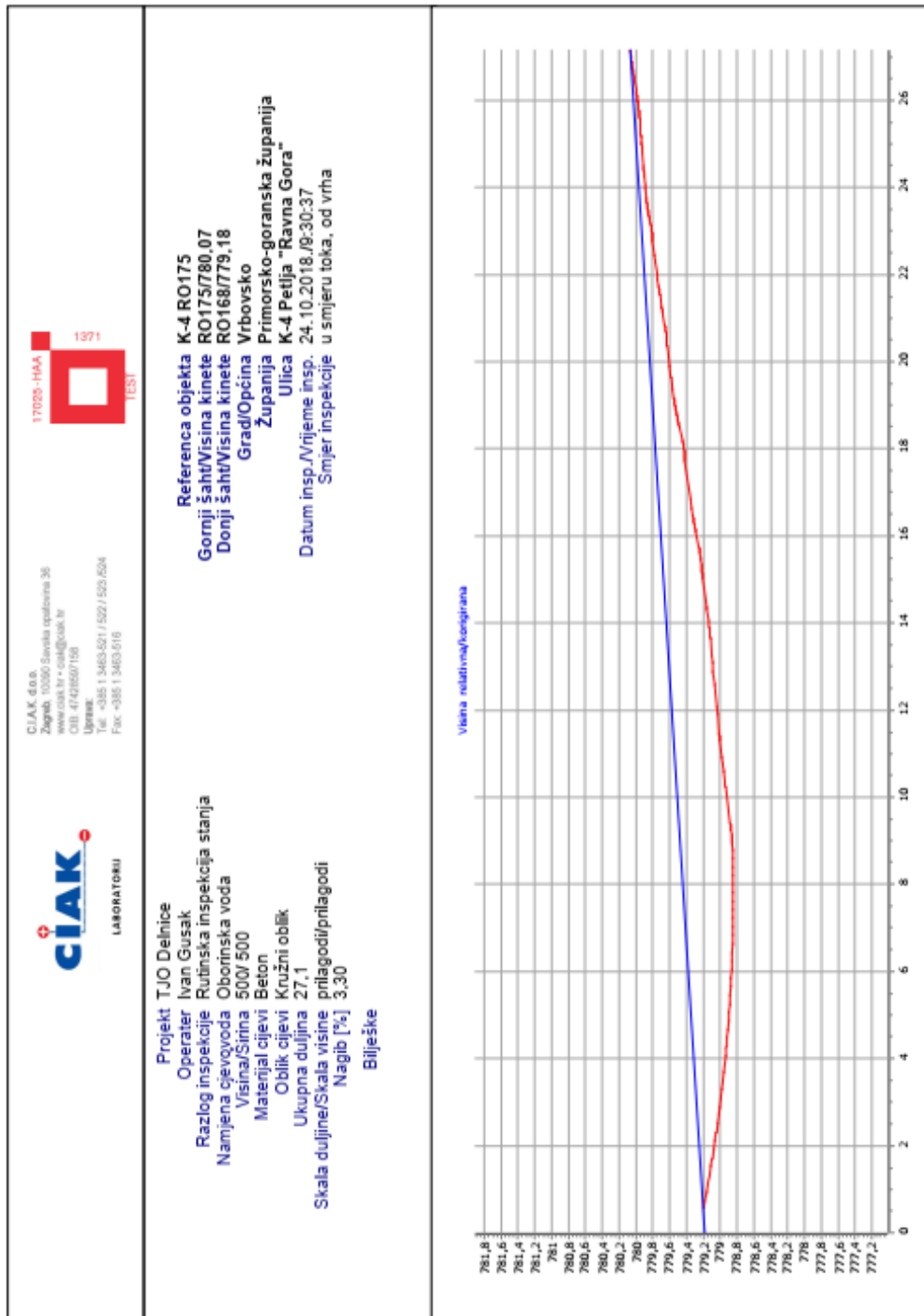


Slika 10: Okno RO168



Slika 11: Niveleta kolektora I168 – RO168

- Kolektor RO168 (779,06) – RO175 (779,19) betonske cijevi DN 500 mm, L= 29,0 m prosječni pad dna kolektora J= 0,0045, protoka punog presjeka Q= 254,0 l/s, v= 1,29 m/s. Najniža točka na udaljenosti 9,0 m od RO168 visine 779,81 m n.m., kontra nagib dna J= 0,25/9,0 = 0,0278 što utječe na potočnost kolektora. Slivnik SI175 spojen je na okno RO175.

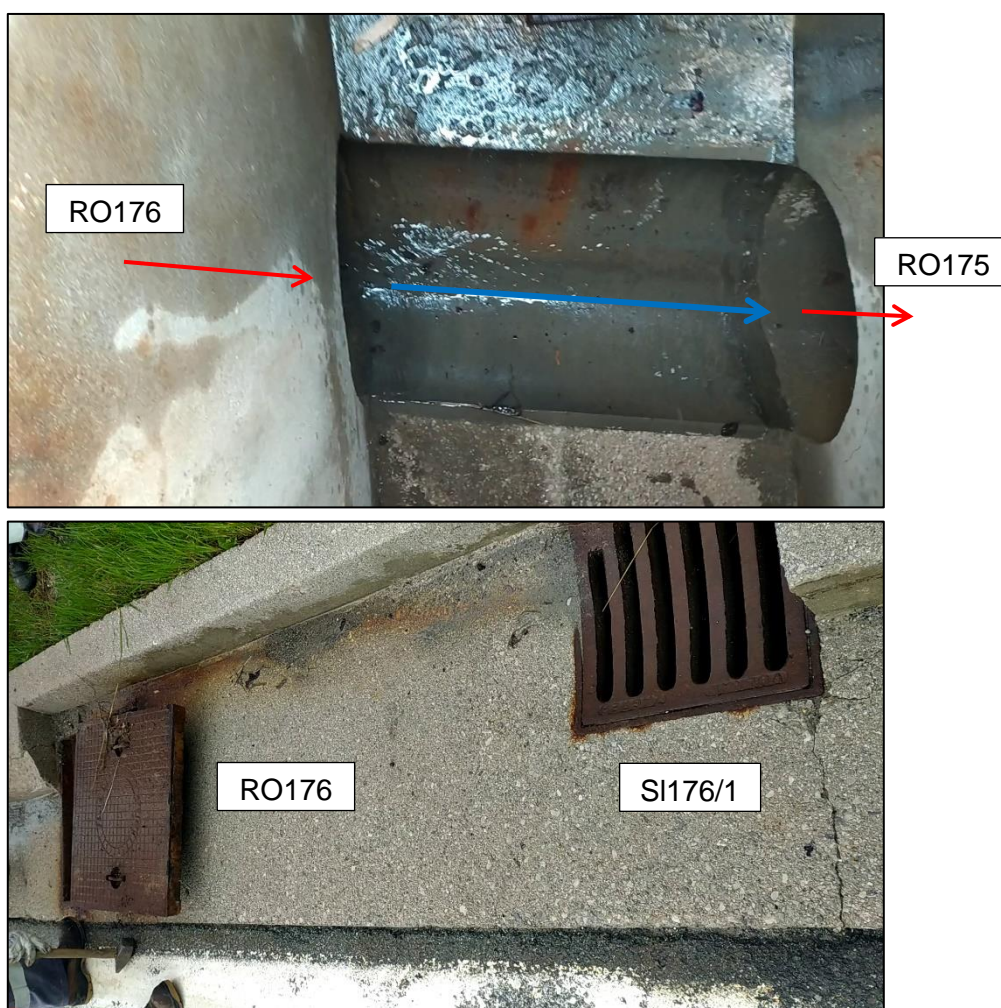


Slika 12: Niveleta kolektora RO168 – RO175

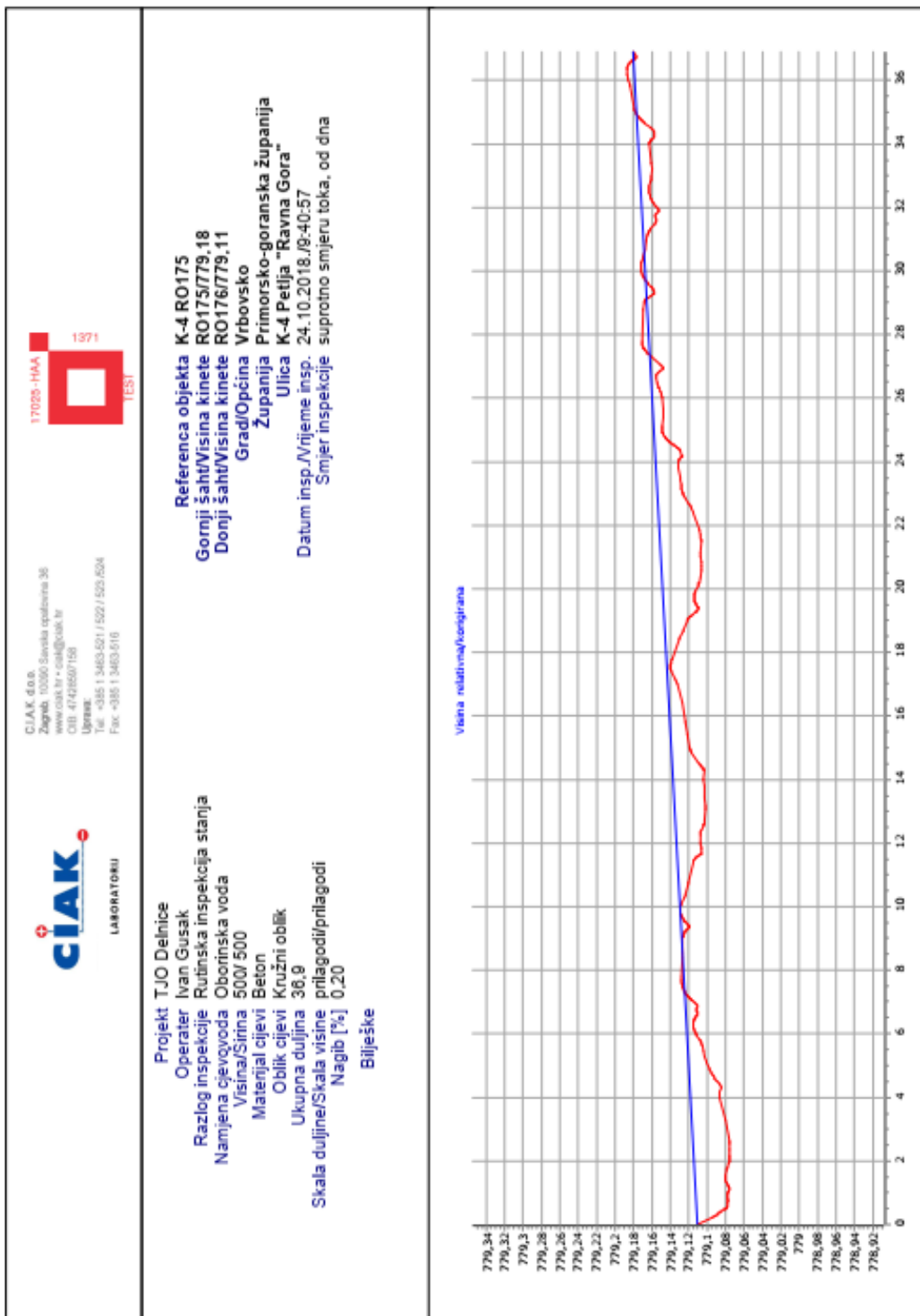


Slika 13: Okno RO175

- Kolektor RO175 (779,19) – RO176 (779,39) betonske cijevi DN 500 mm, L= 38,2 m prosječni pad dna kolektora $J= 0,0052$, protoka punog presjeka $Q= 273,0$ l/s, $v= 1,39$ m/s. Slivnik SI176/1 i SI176/2 spojeni su na okno RO176.



Slika 14: Okno RO176 i SI176

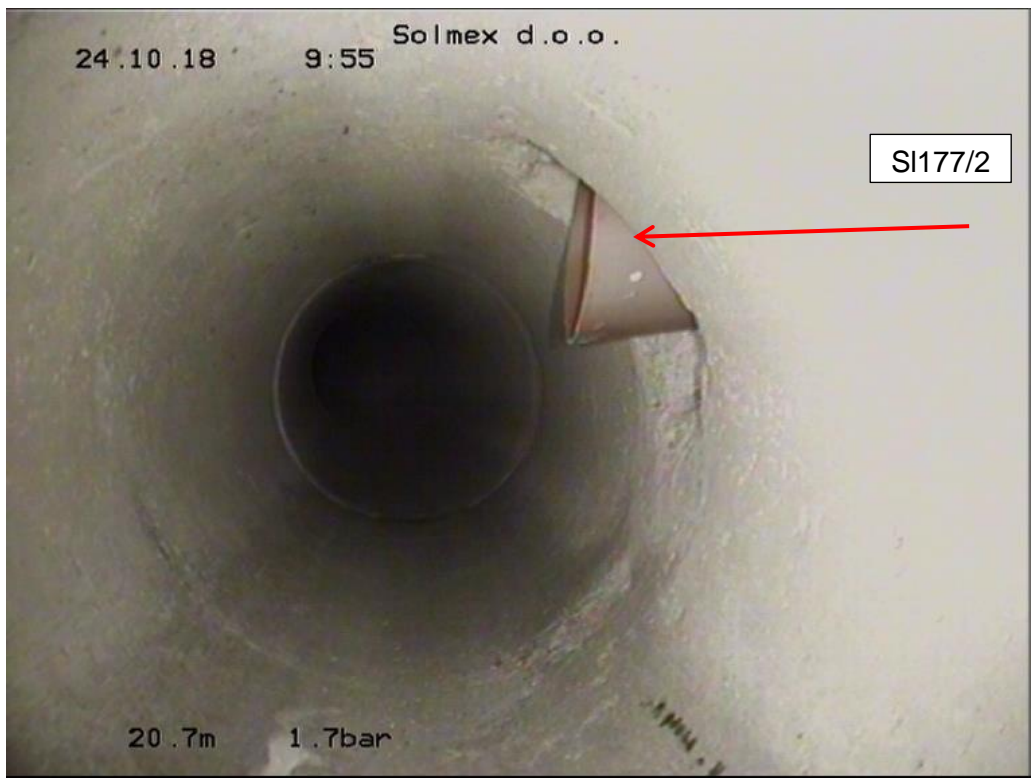


Slika 15: Niveleta kolektora RO175 – RO176

- Kolektor RO176 (779,39) – RO178 (779,66) betonske cijevi DN 500 mm, L= 39,4 m prosječni pad dna kolektora $J = 0,0069$, protoka punog presjeka $Q = 315,0$ l/s, $v = 1,60$ m/s. Najniža točka na udaljenosti 16,0 m od RO176 visine 779,33 m n.m., kontra nagib dna $J = 0,06/16,0 = 0,00375$ što utječe na potočnost kolektora. Slivnik SI177/2 spojen je direktno na cijev na udaljenosti 21,8 m od RO176. Slivnici SI178/1, SI178/2 i SI178/3 spojeni su na okno RO178. Na slivnik SI177/2 spojena je odvodnja južne kanalice.



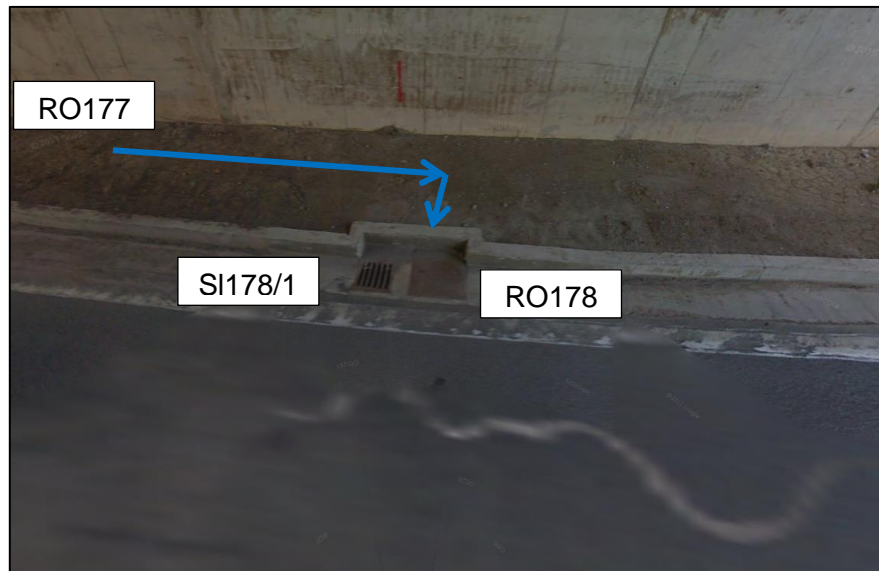
Slika 16: Slivnik SI177/2



Slika 17: Spoj slivnika SI177/2 direktno na cijev



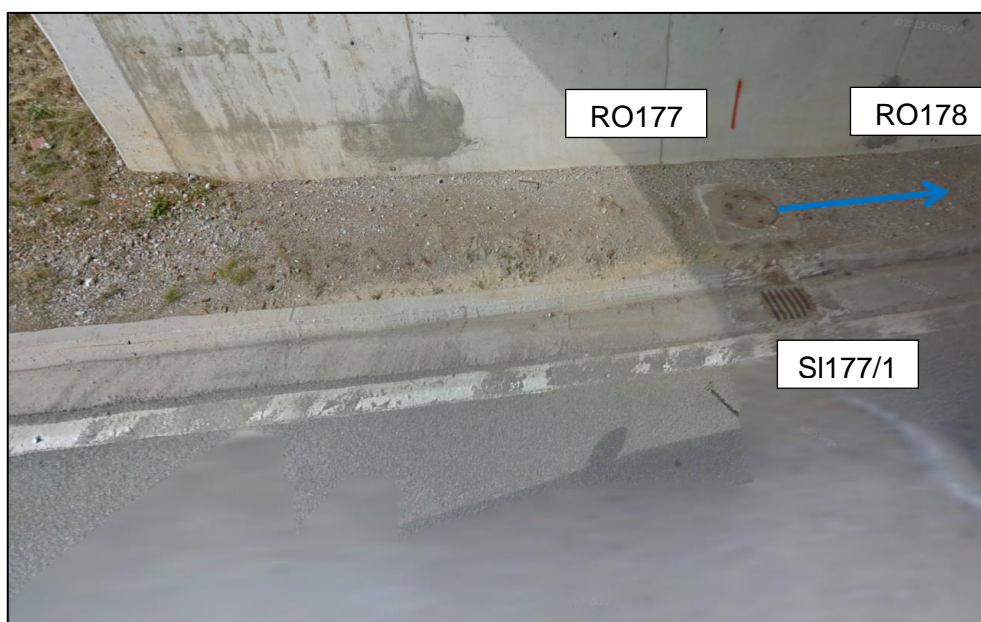
Slika 18: Južna kanalica spojena na SI177/2



Slika 19: Okno RO178



Slika 20: Spoj slivnika SI178/1 na okno RO178



Slika 21: Okno RO177



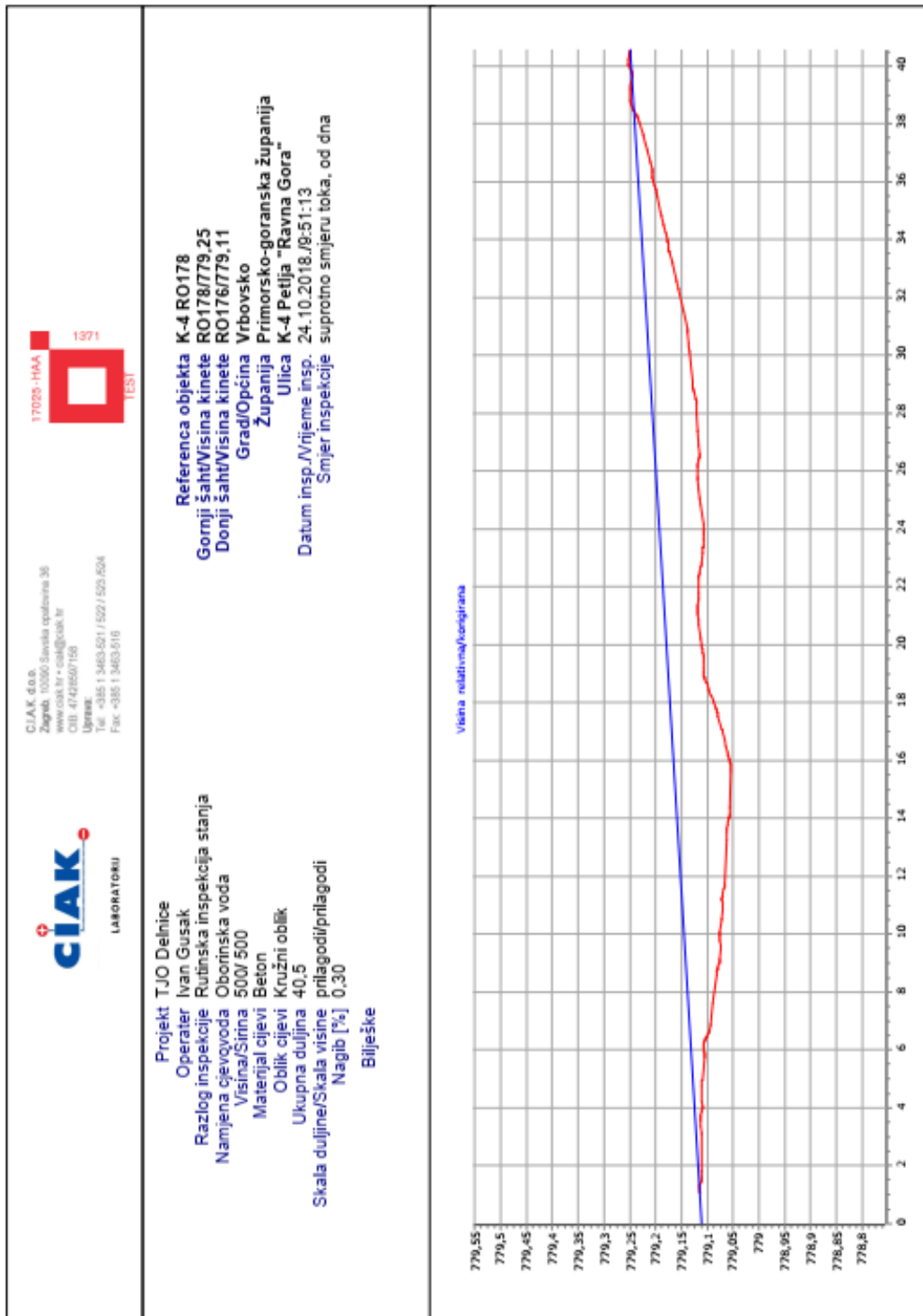
Slika 22: Spoj okna RO177 na okno RO178



Slika 23: Slivnik SI178/2



Slika 24: Slivnik SI178/2 spoj prema RO178



Slika 25: Niveleta kolektora RO176 – RO178

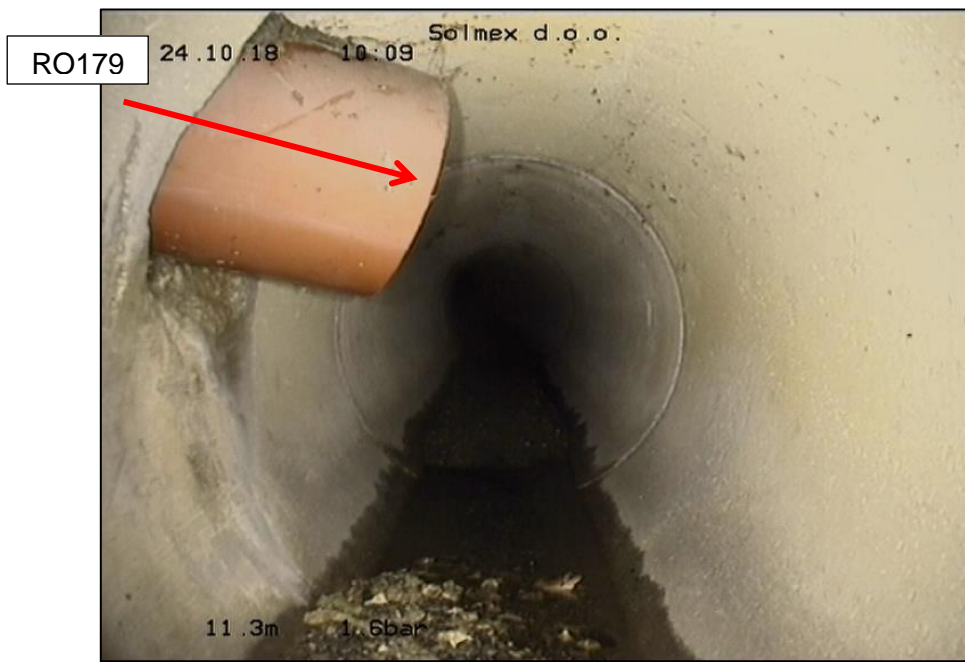
- Kolektor RO178 (779,66) – RO179 (779,82) betonske cijevi DN 500 mm, L= 38,2 m prosječni pad dna kolektora $J= 0,0042$, protoka punog presjeka $Q= 245,0$ l/s, $v= 1,25$ m/s. Slivnik SI179 spojen je na okno RO179. Okno RO178/2 odvod sjeverne kanalice spojen je direktno na cijev kolektora na udaljenosti 12,3 m od okna RO178.



Slika 26: Sjeverna kanalica spojena na RO178/2



Slika 27: Spoj RO178/2 prema kolektoru RO178 - RO179



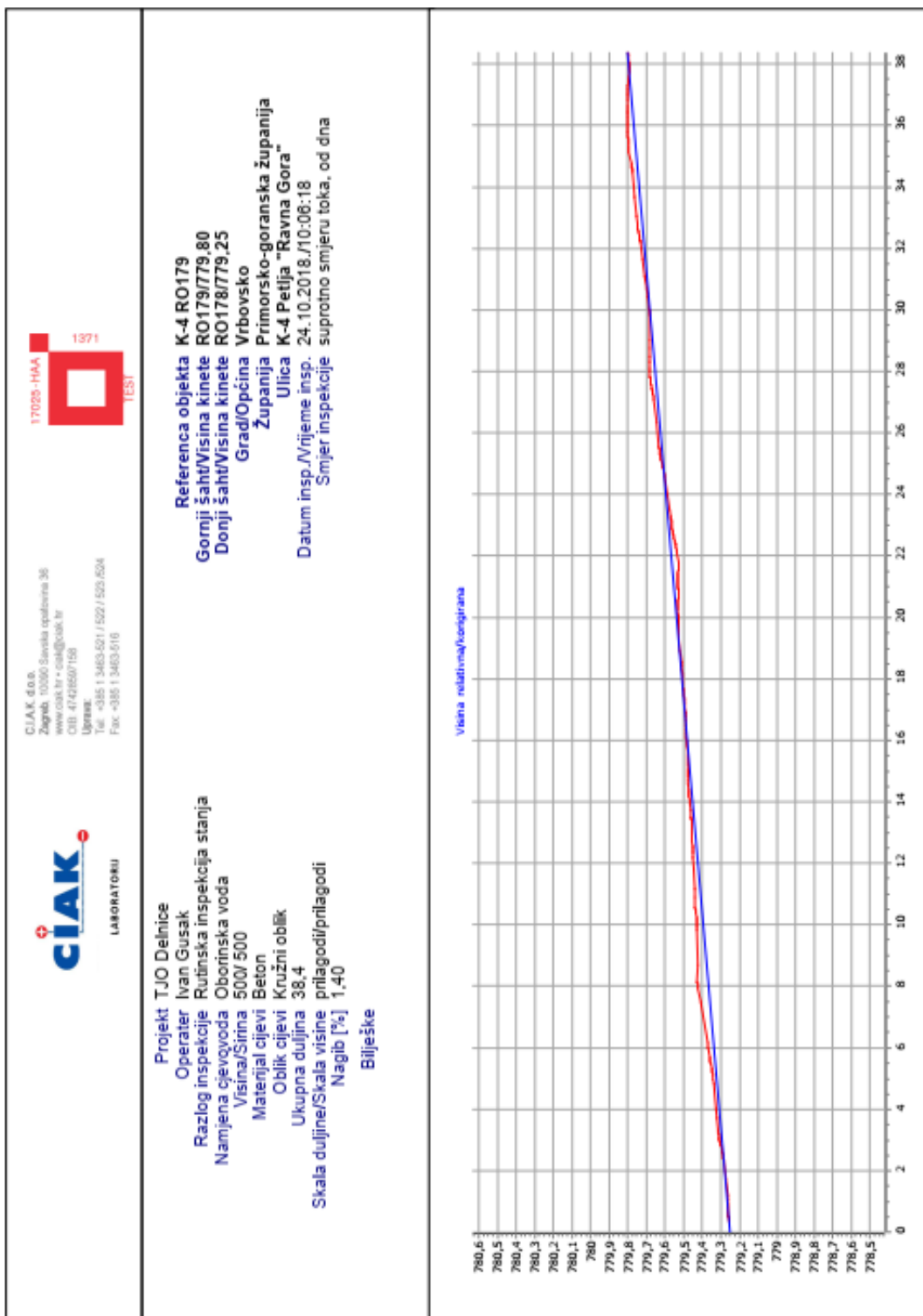
Slika 28: Spoj RO179 direktno na cijev



Slika 29: Okno RO179



Slika 30: Spoj slivnika SI179 na okno RO179



Slika 31: Niveleta kolektora RO178 – RO179

- Kolektor RO168 (779,50) – RO169 (779,92) betonske cijevi DN 500 mm, L= 16,8 m prosječni pad dna kolektora $J= 0,025$, protoka punog presjeka $Q= 600,0$ l/s, $v= 3,06$ m/s. Na okno RO169 spojen je slivnik SI169, kanal vanjske odvodnje i okno RO174.



Slika 32: Okno RO169

- Kolektor RO169 (780,45) – RO170 (780,83) betonske cijevi DN 500 mm, L= 13,8 m prosječni pad dna kolektora $J= 0,027$, protoka punog presjeka $Q= 624,0$ l/s, $v= 3,18$ m/s. Na okno RO170 spojen je slivnik SI170.

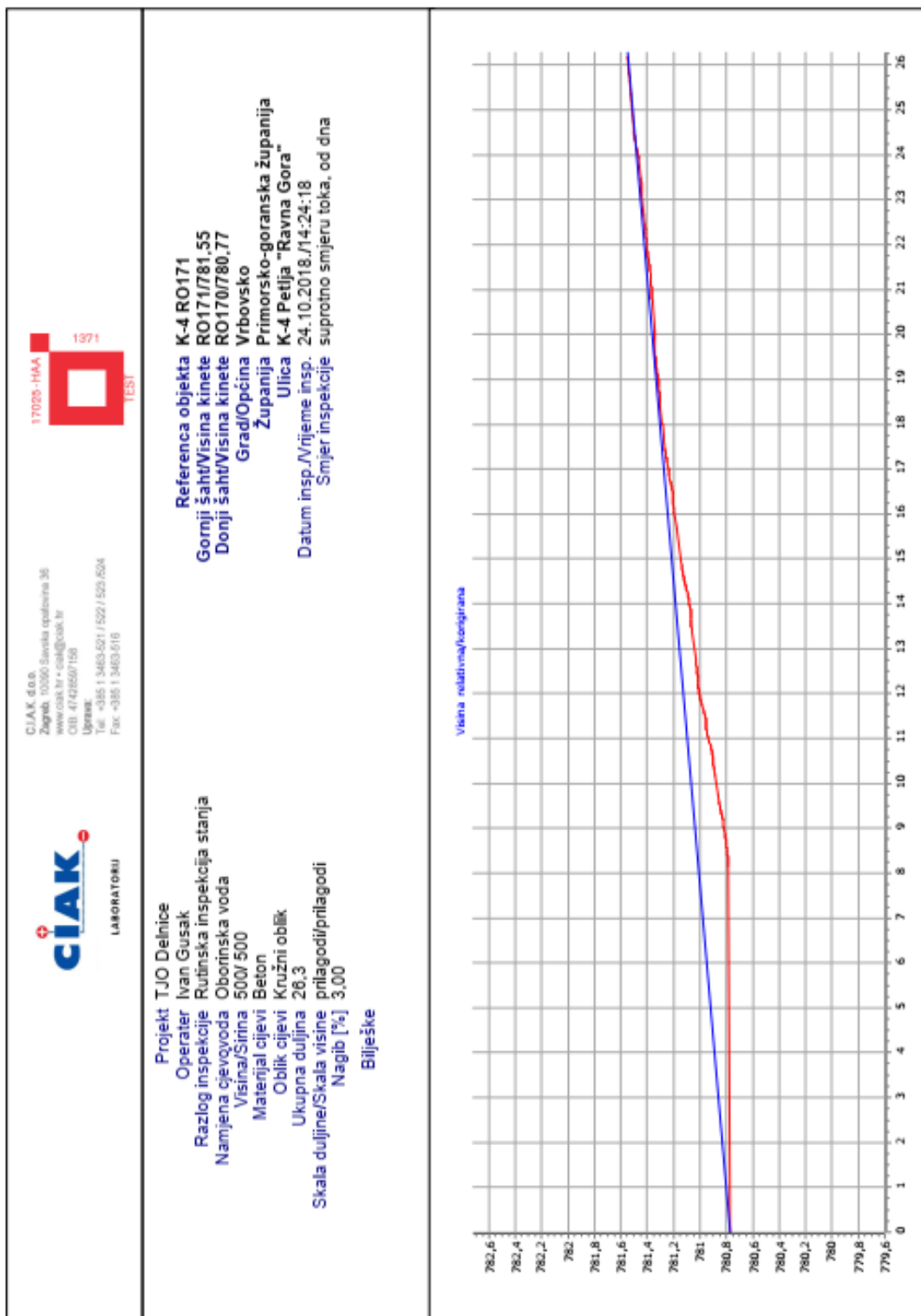


Slika 33: Okno RO170

- Kolektor RO170 (780,83) – RO171 (781,55) betonske cijevi DN 500 mm, L= 28,0 m prosječni pad dna kolektora $J= 0,026$, protoka punog presjeka $Q= 612,0$ l/s, $v= 3,12$ m/s. Niveleta kolektora je horizontalna 9,0 m proje RO170.,nagib dna $J= 0,00$ što utječe na potočnost kolektora. Slivnik SI170 spojen je okno RO170.



Slika 34: Okno RO171



Slika 35: Niveleta kolektora RO170 – RO171

- Kolektor RO171 (781,55) - RO172 (782,08) betonske cijevi DN 500 mm, L= 33,5 prosječni pad dna kolektora J= 0,0158, protoka punog presjeka Q= 476,0 l/s, v= 2,42 m/s.
- Kolektor RO172 (782,87) - RO173 (782,87) betonske cijevi DN 500 mm, L= 33,0 prosječni pad dna kolektora J= 0,024, protoka punog presjeka Q= 588,0 l/s, v= 2,99 m/s.

- Kolektor RO173 (782,87) - RO147 (783,75) betonske cijevi DN 500 mm, L= 43,8 prosječni pad dna kolektora J= 0,020, protoka punog presjeka Q= 537,0 l/s, v= 2,73 m/s.
- Kolektor RO146 (784,21) – RO147 (783,75) betonske cijevi DN 500 mm, L= 41,4,0 m prosječni pad dna kolektora J= 0,011, protoka punog presjeka Q= 398,0 l/s, v= 2,02 m/s.
- Kolektor RO148 (783,98) – RO147 (783,75) betonske cijevi DN 500 mm, L= 38,9 m prosječni pad dna kolektora J= 0,0062, protoka punog presjeka Q= 298,0 l/s, v= 1,52 m/s.
- Odvodnja sjeverozapadne zelene površine čvora Ravna Gora (površine P3 i P4) rješena je otvorenim betonskim trapeznim kanalom spojenim na okno RO178/2 (spoj kanalicama) odnosno preko ona na kolektor RO178 - RO179 (spoj direktno na cijev). Na trapeznom kanalu izveden je preljev preko kojeg se voda upušta u infiltracijski jarak.



Slika 36: Sjeverozapadna zelena površina (P3 i P4)



Slika 37: *Betonski trapezni kanal*



Slika 38: *Preljev na kanalu*



Slika 39: *Preljevna cijev u infiltracijski jarak*



Slika 40: Spoj betonskog trapeznog kanala na okno RO178/2 (kanalice sjever)

Na lokaciji čvora Ravna Gora istražnim radovima provedenim 1994. godine (IGH Zavod za geotehniku - Zagreb) utvrđena je u geološkom smislu: glina (0 - 0,4 m), pijesak (0,4 - 1,3 m), pijesak zaglinjeni (1,3 - 3,1 m), pješčenjak (3,1 - 5,7 m), glina - prah - odlomci pješčenjaka (5,7 - 14,3 m) i kalcitčnih lapora (14,3 --- 60,3 m) koji leže na vapnencima koji se nalaze na dubini od 60 m i dublje.

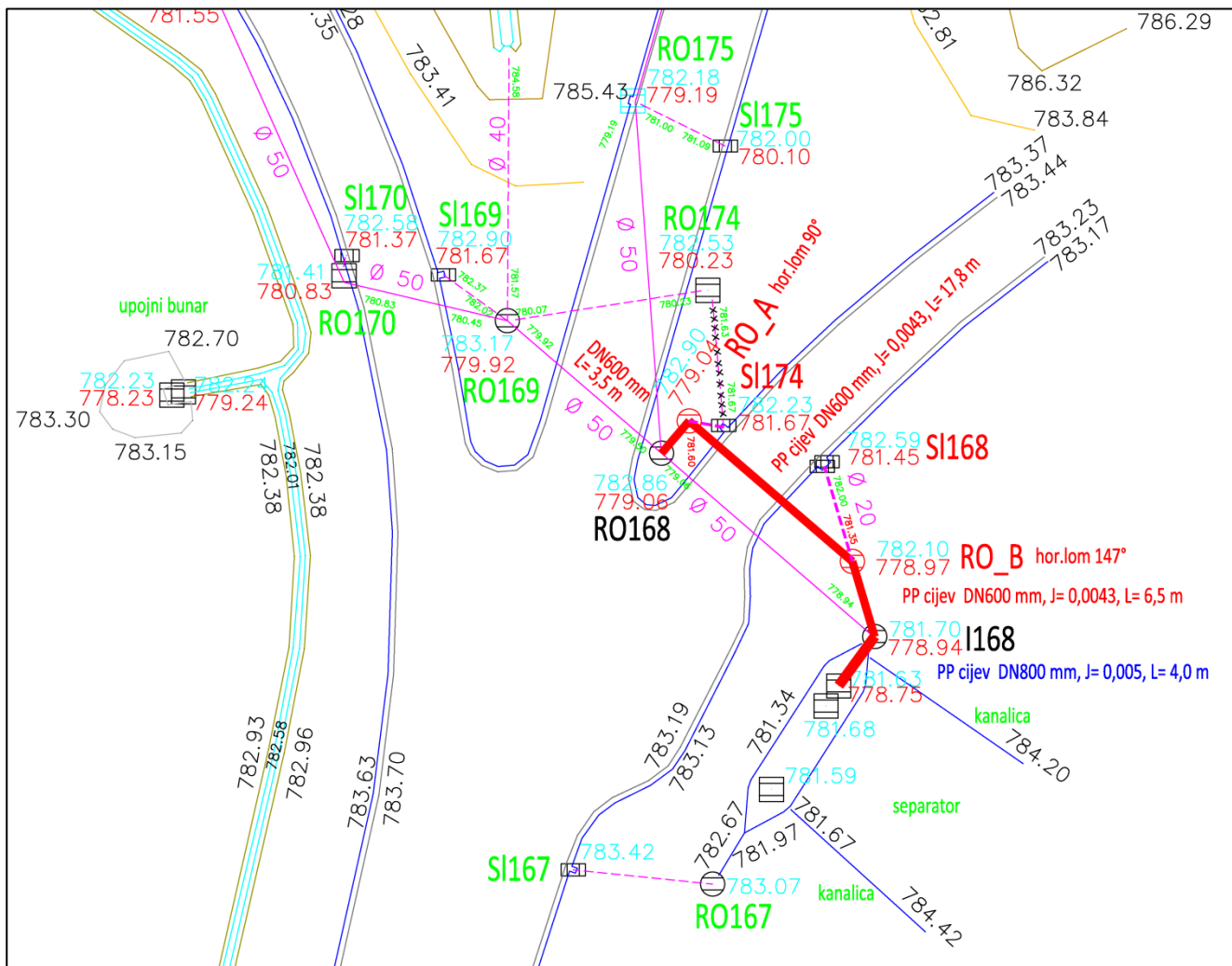
Vezano uz prikupljenu oborinsku vodu na zelenim površinama vidljivo je da nije moguća njena infiltracija jer su navedeni slojevi iznad vapnenca nepropusni tako da se kod provedbe sanacije sustava unutarnje odvodnje ne može računati na smanjenje oborinskog dotoka sa zelenih površina.

I.1.2 Tehničko rješenje sanacije

Analizirajući raspoložive podloge vezane uz izvedeno stanje sustava odvodnje na slivu u kojem se nalazi čvor Ravna Gora, podatke dobivene od službe održavanja autoceste A6 na toj dionici, terenski obilazak, CCTV inspekciju (Ciak d.o.o. Zagreb) te rezultate provedene hidrauličke analize predloženo je tehničko rješenje poboljšanja sustava odvodnje u čvoru Ravna Gora (sliv separatora MM 423121-7) sa ciljem da u budućnosti ne bi došlo do izlivanja oborinske vode na lokaciji podvožnjaka ispod glavne trase (silazna rampa iz smjera Zagreba odnosno rampa za ulaz prema Rijeci).

Novo tehničko rješenje predviđa izgradnju paralelnog kolektora na dionici RO168 – I168 kako bi se zadovoljila protočna količina koja dolazi do okna RO168 odnosno spriječila pojava uspora u kolektoru koja ima utjecaj na dio odvodnje na lokaciji podvožnjaka u čvoru Ravna Gora. Nadalje osim navedenog predviđena je sanacija uočenih nedostataka tijekom provedbe CCTV inspekcije na sustavu odvodnje u čvoru Ravna Gora. Tehničkim rješenjem je definirana izvedba slijedećih zahvata:

- paralelni kolektor DN 600 mm (polipropilenske korugirane cijevi OD/ID 688/600 mm SN8, L=27,8 m) na dionici RO168 – I168 kako bi se povećao kapacitet izvedenog kolektora (bet. cijevi DN (ID) 500 mm). Na paralelnom kolektoru predviđena su dva okna (RO_A hor. lom 90° i RO_B hor. lom 147°). Okna su plastična (PP) smještena u zelenoj površini.
Kapacitet obje cijevi zadovoljava transport ukupne količine oborinske vode $Q = 673,4$ l/s.
Postojeći kolektor bet. cijevi DN (ID) 500 mm, L= 23,1 m, J= 0,0052, $Q = 273,0$ l/s.
Paralelni kolektor korugirane PP cijevi DN 600 mm (OD/ID 688/600 mm), L= 27,8 m, J=0,0043, $Q = 400,4$ l/s, $Q_p = 424,0$ l/s, $v_p = 1,50$ m/s
 $Q/Q_p = 400,4/424 = 0,945$, $h/D = 0,841$ h= 0,5 m, $v/v_p = 1,05$ v= 1,58 m/s
- spoj na separator (kolektor I168 – separator) $Q_{uk} = 726,7$ l/s PP korugirane cijevi SN8, L= 4,0 m DN 800 mm (OD/ID 688/600 mm, J=0,005, $Q_p = 976,0$ l/s, $v_p = 1,94$ m/s
 $Q/Q_p = 726,7/976,0 = 0,75$, $h/D = 0,66$ h= 0,525 m, $v/v_p = 1,07$ v= 2,08 m/s
- spoj slivnika SI174 na okno RO_A, PP korugirana cijev DN 200 mm umjesto spoja na RO174 (današnje stanje)
- spoj slivnika SI168 na okno RO_B, skraćivanje postojeće priključne cijevi PVC DN 200 mm umjesto spoja na okno I168 (današnje stanje)



Slika 41: Tehničko rješenje sanacije

- spoj slivnika SI178 na okno RO178, sanacija spoja
- Sanacija spojeva cijevi uočenih CCTV inspekcijom:**
- dionica RO170 – RO 171 bet. cijevi DN 500 mm, spoj cijevi 23,1 m od RO170
 - dionica RO171 – RO 172 bet. cijevi DN 500 mm, spojevi cijevi 1,5 m, 5,6 m i 17,7 m od RO171
 - dionica RO172 – RO 173 bet. cijevi DN 500 mm, spojevi cijevi 8,6 m i 24,7 m od RO172
 - dionica RO168 – RO 175 bet. cijevi DN 500 mm, spoj cijevi 1,8 m od RO175
 - dionica RO176 – RO 178 bet. cijevi DN 500 mm, spojevi cijevi 20,5 m, 23,4 m i 25,9 m od RO176
 - dionica RO178 – RO 179 bet. cijevi DN 500 mm, spoj cijevi 20,7 m od RO178

Parcijalna metoda sanacija kolektora (ugradnja packer) predviđa se na mjestima puknuća i loših spojeva na cijevima kratkim linerima. Tehničkim rješenjem predviđa se dužina linera od 0,75 m. Materijal za sanaciju se sastoji od platna staklenih vlakana impregniranih epoxy smolama.

Sanacija direktnih spojeva slivnika na kolektor uočenih CCTV inspekcijom:

- dionica RO176 – RO 178 bet. cijevi DN 500 mm, spoj slivnika SI176/2, PVC cijev DN 160 mm, 21,8 m od RO176
 - dionica RO178 – RO 179 bet. cijevi DN 500 mm, spoj okna RO178/2, PVC cijev DN 160 mm, 12,3 m od RO178
 - dionica RO183 – RO 185 bet. cijevi DN 400 mm, priključak PVC cijev DN 160 mm, 15,8 m od RO183
-
- sanacija spoja betonskog trapeznog kanala na RO178/2 (sjeverne kanalice) kako bi se izbjeglo nekontrolirano izlijevanje vode po pokosu usjeka i njegova erozija.

I.1.3 Redoslijed izvođenja radova

Prije izvođenja radova na sanaciji sustava oborinske odvodnje čvora Ravna Gora Izvođač je dužan obaviti određene prethodne i pripremne radove:

- Osiguranje gradilišta tako da se na njemu mogu naći samo ovlaštene osobe sa pripadnom radnom obučom i odjećom prilagođenom za rad na gradilištu prema Zakonu o zaštiti na radu
- Postavljanje ploče sa obveznim znakovima (skupna ploča) i ploče za oznaku gradilišta
- Geodetsko iskolčenje trase i izrada geodetskog Elaborata iskolčenja
- Mobilizacija gradilišta; dovoz strojeva, alata, agregata, rasvjetnih tijela, gradilišnog kontejnera, osiguranje vode i uređenje privremene deponije

Nakon izvedenih pripremnih radova može se pristupiti radovima na sanaciji:

- Strojni iskop zelene površine za polaganje novog kolektora
- Strojno rezanje i uklanjanje asfaltnog kolnika u širini 1,0m za polaganje novog kolektora
- Strojni iskop zelene površine za ugradnju novih revizionih armirano-betonskih okana
- Ugradnja novih armirano-betonskih revizionih okana
- Ugradnja novih kolektora
- Prespajanje slivnika na nova revizionna okna
- Sanacija spojeva cijevi uočenih CCTV inspekcijom „Packer“ metodom
- Sanacija direktnih spojeva slivnika na kolektor uočenih CCTV inspekcijom „Top hat“ metodom
- Sanacija postojećeg betonskog kanala, uljevne građevine, dvostrukih kanalice i izljevne građevine

Nakon obavljenih svih glavnih radova sanacije slijedi rekonstrukcija raskopanog asfalta i kolničke konstrukcije:

- Donji sloj kolničke konstrukcije izvesti od mješavine šljunka i pijeska debljine 25 cm, s modulom stižljivosti $M_s=80 \text{ MN/m}^2$, a gornji sloj kolničke konstrukcije izvesti od drobljene kamene mješavine 0-45 mm debljine 15 cm, s modulom stižljivosti $M_s=100 \text{ MN/m}^2$.
- Asfaltiranje kolnika u širini oštećenog iskopom slojem AC 11, surf 50/70 debljine 4 cm. Asfaltni sloj nanosi se na sloj AC 22 base.
- Nabava, doprema i ugradnja sloja AC 22 base 50/70 debljine 6 cm na površinu kolnika oštećenog iskopom. Sloj se nanosi se na nosivi sloj od kamenog materijala.
- Dovođenje svih raskopanih površina u prvobitno stanje

Po završetku radova Izvođač je dužan gradilište očistiti, deponirati sav nepotrebn materijal na prikladne deponije izvan gradilišta, ukloniti sve privremene objekte (kontejnere), rasvjetna tijela, agregate, strojeve i alat, odnosno pripremiti gradilište za pregled i predaju Investitoru.