

MONITORING I ANALIZA DINAMIKE PODZEMNIH I POVRŠINSKIH VODA GROBNIČKOG POLJA

(Monitoring pojavnosti voda na prostoru depresije Čičave, Bakar- Ponikve-Grobnik)

GEO 758/2020



Rovinj, rujan 2020.

Naziv zadatka: **MONITORING I ANALIZA DINAMIKE PODZEMNIH I POVRŠINSKIH VODA GROBNIČKOG POLJA**
(Monitoring pojavnosti voda na prostoru depresije Čićave, Bakar-Ponikve-Grobnik)

Razina obrade : Elaborat godišnjeg izvještaja o opažanju

Naručitelj: HRVATSKE VODE – pravna osoba za upravljanje vodama
Zagreb, Ulica Grada Vukovara 220

Izvršitelj: GEO-5 d.o.o., Carera 59, 52210 Rovinj

Ugovor broj: KLASA: 325-01/19-10/0000019
UR BROJ: 374-23-2-19-7
Evidencijski broj ugovora: 23-144/19
Pozicija plana: A.04.02.01.8

Elaborat br.: GEO 758/2020

Nositelj zadatka: Milan Mihovilović, dipl.ing.geol.

Suradnici: dr.sc. Josip Rubinić, dipl.ing.građ.
Toma Mihovilović, ing.ind.diz

DIREKTOR:

Milan Mihovilović, dipl.ing.geol.

SADRŽAJ PROJEKTA

Opći dio:

- Naslovna stranica
- Sadržaj izvještaja
- Izvadak iz sudskog registra
- Certifikat za izvođenje hidrogeoloških istražnih radova
- Rješenje o imenovanju nositelja projekta

Izvještaj:

1. UVOD.....	1
2. PREGLED POSTOJEĆIH ISTRAŽIVANJA.....	3
3. HIDROGEOLOGIJA PODRUČJA ISTRAŽIVANJA.....	9
3.1. Hidrogeologija šireg područja - na temelju dosadašnjih istraživanja.....	9
3.2. Ponorna zona Čičave - kartiranje na podlozi HOK 1:5.000.....	15
4. MONITORING PODZEMNIH I POVRŠINSKIH VODA.....	19
4.1. Dosadašnji monitoring.....	19
4.2. Obnova i dopuna monitoring.....	21
4.3. Monitoring DHMZ-a.....	28
5. REZULTATI MONITORINGA DHMZ-a.....	31
5.1. Klimatološki podaci.....	31
5.2. Hidrološki podaci s postaje Dražice - Sušica.....	39
6. REZULTATI MONITORINGA NA NOVOUSPOSTAVLJENIM POSTAJAMA.....	41
7. DALJINSKA ISTRAŽIVANJA – ANALIZA POJAVE VELIKIH VODA.....	55
7.1. Poplavljene površine.....	55
7.2. Dinamika promjene volumena poplavljenih površina.....	69
8. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA S PRIJEDLOGOM DALJNJIH ISTRAŽNIH RADOVA.....	79
9. LITERATURA.....	80



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U RIJECI
STALNA SLUŽBA U PAZINU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

040076156

OIB:

35006071705

TVRTKA:

- 1 GEO - 5 projektiranje i izvođenje geoloških i rudarskih radova, d. o. o.
- 1 GEO - 5 d. o. o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

- 3 Rovinj (Grad Rovinj - Rovigno)
Carera 59

PRAVNI OBLIK:

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 13 - Vađenje ruda metala
- 1 14 - Vađenje ostalih ruda i kamena
- 1 45 - Građevinarstvo
- 1 51 - Trgovina na veliko i posredovanje u trgovini, osim trgovine motornim vozilima i motociklima
- 1 * - inženjering, projektni menadžment i tehničke djelatnosti
- 1 * - izrada i izvedba projekata iz područja građevinarstva i rudarstva
- 1 * - geološke i istražne djelatnosti
- 1 * - geodetsko premjeravanje
- 9 * - obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških radova i to:
 - 9 * - - hidrogeološka istraživanja
 - 9 * - - bušenje istražnih bušotina i zdenaca

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 8 Milan Mihovilović, OIB: 63042124954
Rovinj, S.Žiže 5
 - 8 - ovlaštenik na poslovnom udjelu
- 8 Mladen Štihović, OIB: 29923873856
Bazgalji, Marcani 56
 - 8 - ovlaštenik na poslovnom udjelu
- 8 Dorijana Boljunčić, OIB: 32607809752
Kanfanar, Istarska 26
 - 8 - ovlaštenik na poslovnom udjelu
- 8 GEO - 5 projektiranje i izvođenje geoloških i rudarskih



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U RIJECI
STALNA SLUŽBA U PAZINU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- radova, d. o. o., pod MBS: 040076156, upisan kod: Trgovački
sud u Rijeci, OIB: 35006071705
Rovinj, Carera 59
8 - ovlaštenik na poslovnom udjelu

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 5 Milan Mihovilović, OIB: 63042124954
Rovinj, Stjepana Žiže 5
5 - član uprave
5 - zastupa samostalno i pojedinačno

TEMELJNI KAPITAL:

- 7 612.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Temeljni akt:

- 2 Akt o osnivanju sastavljen je dana 14. veljače 1991. godine i usklađen sa Zakonom o trgovačkim društvima dana 11. prosinca 1995. godine.
- 2 Odlukom osnivača od 29. prosinca 1997. godine izmijenjena je Izjava o usklađenju u odredbama o temeljnom kapitalu.
- 3 Odlukom osnivača od dana 24. rujna 1998. godine izmjenjene su odredbe Izjave u dijelu koji se odnosi na sjedište, članove društva te nadzorni odbor. Izjava promijenila oblik u Društveni ugovor. Pročišćen tekst Ugovora dostavljen u zbirku isprava.
- 6 Odlukom Skupštine društva od 18. prosinca 2003. godine izmjenjen je Društveni ugovor u čl. 9. glede imatelja poslovnih udjela. Pročišćeni tekst Ugovora dostavljen je u zbirku isprava.
- 7 Odlukom članova društva od 19. studenog 1999. godine izmjenjen je Društveni ugovor u čl. 8. temeljni kapital i čl. 9. poslovni udjeli. Pročišćeni tekst Ugovora dostavljen je u zbirku isprava.
- 9 Društveni ugovor (potpuni tekst) od 18. prosinca 2003. g. izmijenjen je odlukom Skupštine društva od 26. studenog 2012. g. u čl. 1. glede članova društva, u čl. 6. dopunom predmeta poslovanja, u čl. 8. glede ovlaštenika na poslovnom udjelu, u čl. 9. glede postotka pojedinog ovlaštenika na poslovnom udjelu.
Potpuni tekst Društvenog ugovora od 26.11.2012.g. dostavljen je u zbirku isprava.

Promjene temeljnog kapitala:

- 2 Odlukom osnivača od 29. prosinca 1997. godine povećan je temeljni kapital društva sa iznosa od 2.970,70 kuna na iznos od 1.161.800,00 kuna.
- 4 Članovi društva donijeli su na Skupštini odluku od 19. studenog 1999. godine o smanjenju temeljnog kapitala od 1.161.800,00 kn za iznos od 549.800,00 kn na iznos od

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U PAZINU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:

Promjene temeljnog kapitala:

612.000,00 kn.

- 7 Odlukom članova društva od 19. studenog 1999. godine smanjen je temeljni kapital sa iznosa od 1.161.800,00 kn za iznos od 549.800,00 kn na iznos od 612.000,00 kn.

OSTALI PODACI:

- 1 Subjekt do sada upisan u registarskom ulošku broj 1-6255-00 Trgovačkog suda u Rijeci.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	27.06.14	2013	01.01.13 - 31.12.13	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-95/9802-3	19.05.1997	Trgovački sud u Rijeci
0002 Tt-97/5840-5	19.11.1998	Trgovački sud u Rijeci
0003 Tt-98/2162-4	04.01.1999	Trgovački sud u Rijeci
0004 Tt-99/3163-5	13.12.2002	Trgovački sud u Rijeci
0005 Tt-03/1239-6	27.06.2003	Trgovački sud u Rijeci
0006 Tt-04/614-3	23.06.2004	Trgovački sud u Rijeci
0007 Tt-04/613-7	27.07.2004	Trgovački sud u Rijeci
0008 Tt-10/4754-4	30.06.2011	Trgovački sud u Rijeci Stalna služba u Pazinu
0009 Tt-12/6934-2	05.12.2012	Trgovački sud u Rijeci Stalna služba u Pazinu
eu /	30.06.2009	elektronički upis
eu /	30.06.2010	elektronički upis
eu /	30.06.2011	elektronički upis
eu /	30.06.2012	elektronički upis
eu /	27.06.2013	elektronički upis
eu /	27.06.2014	elektronički upis

U Pazinu, 19. lipnja 2015.

Ovlaštena osoba





REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE

10000 Zagreb, Ul. grada Vukovara 220

KLASA: UP/I-325-07/12-01/32
URBROJ: 525-12/1091-12-3
Zagreb, 25. listopada 2012.



Ministarstvo poljoprivrede, na temelju članka 221. stavka 3. Zakona o vodama („Narodne novine“, broj 153/09 i 130/11), u vezi sa člankom 3. i člankom 5. Pravilnika o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških radova, preventivne, redovne i izvanredne obrane od poplava, te upravljanja detaljnim građevinama za melioracijsku odvodnju i vodnim građevinama za navodnjavanje („Narodne novine“, broj 83/10 – dalje u tekstu: Pravilnik), a sukladno članku 96. stavku 1. Zakona o općem upravnom postupku („Narodne novine“, broj 47/09) i točke 3. podtočke 2. Odluke o ovlaštenju za potpisivanje akata KLASA: 023-01/12-01/37, URBROJ: 525-07-1-0870/12-10 od 16. veljače 2012. godine na neposredan zahtjev društva GEO - 5 projektiranje i izvođenje geoloških i rudarskih radova, d. o. o., Carera 59, Rovinj (u daljnjem tekstu: GEO - 5 d.o.o.), za izdavanje rješenja o ispunjenju posebnih uvjeta za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških radova – hidrogeološka istraživanja, geofizička istraživanja i bušenje istražnih bušotina i zdenaca, donosi

RJEŠENJE

- 1) Utvrđuje se da društvo GEO - 5 d.o.o., Carera 59, Rovinj, matični broj subjekta (MBS) 040076156, osobni identifikacijski broj (OIB) 35006071705, ispunjava posebne uvjete za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških radova, i to:
 - hidrogeološka istraživanja, i
 - bušenje istražnih bušotina i zdenaca.
- 2) Ovo rješenje važi do 25. listopada 2022. godine.
- 3) Društvo GEO - 5 d.o.o., Carera 59, Rovinj, dužno je u roku od 60 dana od primitka ovog Rješenja, upisati djelatnosti iz točke 1. kao predmet poslovanja u registar nadležnog Trgovačkog suda.

Obrazloženje

Društvo GEO - 5 d.o.o., Carera 59, Rovinj, podnijelo je dana 21. rujna 2012. godine neposredan zahtjev za izdavanje rješenja o ispunjenju posebnih uvjeta za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških radova – hidrogeološka istraživanja i

bušenje istražnih bušotina i zdenaca, uz koji je priložilo dokumentaciju sukladno člancima 12. i 14. Pravilnika.

Zahtjev je osnovan.

Odlukom Ministarstva poljoprivrede, KLASA: UP/I-325-07/12-01/02, URBROJ: 525-12/0985-12-12-1, od 26. ožujka 2012. godine i Odlukom o izmjeni Odluke, KLASA: 325-07/12-01/02, URBROJ: 525-12/1091-12-2 od 17. rujna 2012. godine osnovao stalno Povjerenstvo za provedbu dokaznog dijela postupka utvrđivanja posebnih uvjeta za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških radova – hidrogeološka istraživanja, geofizičkih istraživanja i bušenje istražnih bušotina i zdenaca (certifikacijski postupak; u daljnjem tekstu: Povjerenstvo) kako bi se utvrdile sve činjenice odlučne za ishod postupka, sukladno članku 15. stavcima 1. i 3. Pravilnika.

U dokaznom dijelu certifikacijskog postupka očevidom na licu mjesta u sjedištu podnositelja zahtjeva, o čemu je sastavljen Zapisnik dana 19. listopada 2012. godine i naknadnom analizom prikupljene dokumentacije o čemu je sastavljen Zapisnik dana 24. listopada 2012. godine Povjerenstvo je utvrdilo da je podnositelj zahtjeva društvo GEO - 5 d.o.o., Carera 59, Rovinj, dokazalo ispunjavanje posebnih uvjeta za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških radova – hidrogeološka istraživanja i bušenje istražnih bušotina i zdenaca, propisanih člancima 3. i 5. Pravilnika pa je valjalo riješiti kao u dispozitivu.

Točka 2. dispozitiva ovoga Rješenja donesena je u skladu sa člankom 19. stavkom 1. Pravilnika.

Točka 3. dispozitiva ovoga Rješenja donesena je u skladu sa člankom 28. stavkom 1. Pravilnika.

Ovo Rješenje je konačno u upravnom postupku.

UPUTA O PRAVNOM LIJEKU:

Protiv ovoga Rješenja nije dopuštena žalba, ali se može pokrenuti upravni spor tužbom Upravnom sudu Republike Hrvatske u roku od 30 dana od dana dostavljanja rješenja.



Dostaviti:

1. GEO - 5 d.o.o., Carera 59, Rovinj;
2. Trgovački sud u Rijeci, Stalna služba u Pazinu, Dršćevka 1, Pazin;
3. Hrvatske vode, Direkcija;
4. Odjel državne vodopravne inspekcije, ovdje;
5. Referada, ovdje;
6. Pismohrana ovdje.

Rovinj, 28.10. 2019

Broj: 41/1/2019

RJEŠENJE

kojim se Milan Mihovilović, dipl.ing.geol. imenuje voditeljem projekta izrade hidrogeološkog elaborata: MONITORING I ANALIZA DINAMIKE PODZEMNIH I POVRŠINSKIH VODA GROBNIČKOG POLJA (Monitoring pojavnosti voda na prostoru depresije Čićave, Bakar- Ponikve-Grobnik).

Imenovani posjeduje stručnu spremu i položeni stručni ispit, te ima radno iskustvo na poslovima izrade tehničke dokumentacije i nadzora poslovima iz hidrogeologije.

Imenovani voditelj projekta dužan je pridržavati se odredaba Zakona o vodama.

DIREKTOR:

Milan Mihovilović, dipl.ing.geol.

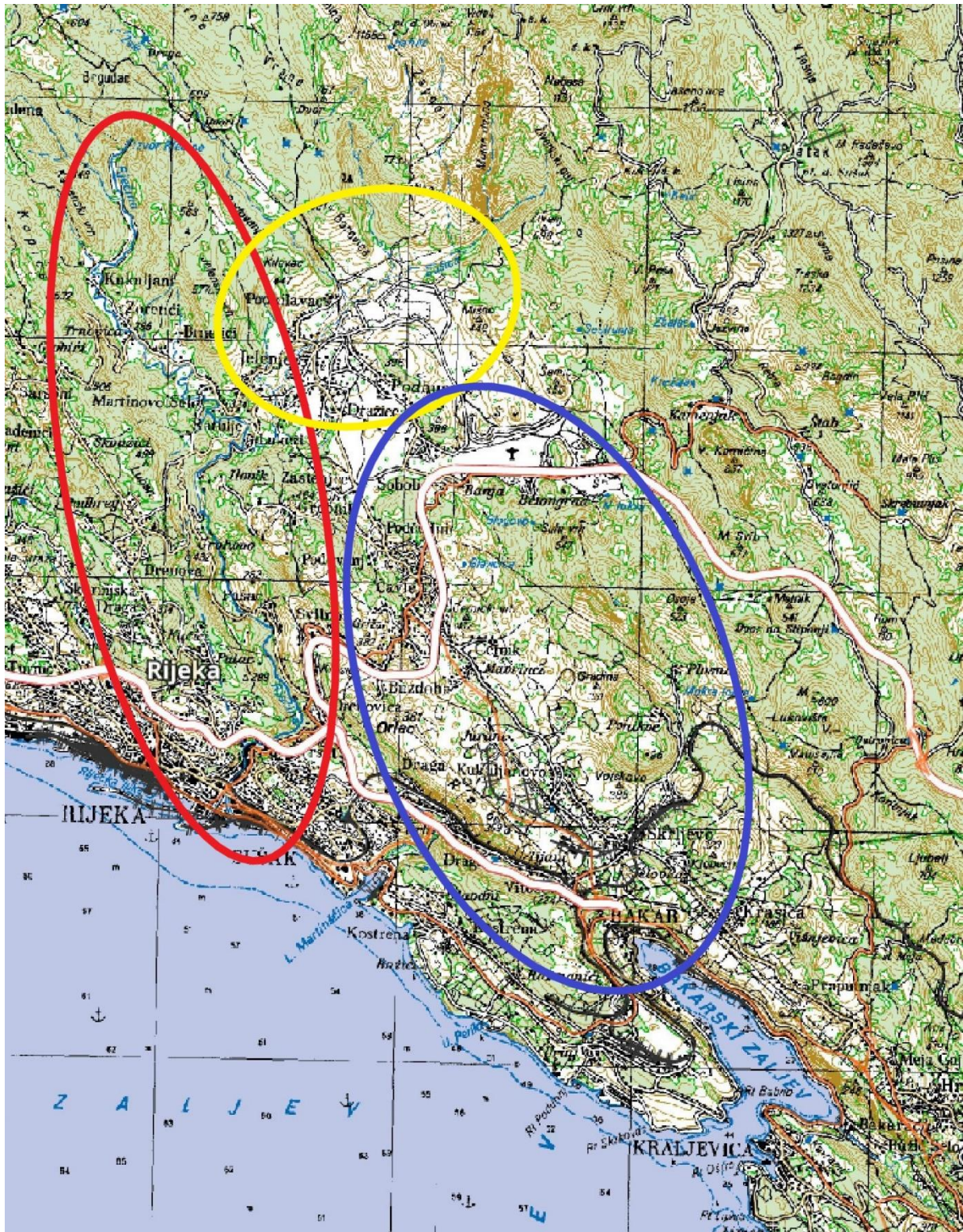
1. UVOD

Područje Grobničkog polja te prostora prema Bakarskom zaljevu po pojavnosti svojih voda predstavlja vrlo interesantno područje. Vode na Grobničkom polju se, izuzev u koritu Rječine koja ima karakter povremenog samo sezonskog presušivanja, samo povremeno i to kratkotrajno pojavljuju, i to u dvije zone njihova istjecanja – u slivu Sušice koja obuhvaća sjevero-zapadni dio Grobničkog polja, kao i u slivu Rečnice na jugoistočnom dijelu polja čije se vode gube u neizraženoj ponorskoj zoni praktički u sredini Grobničkog polja (Slika 1). Pojave tečenja, ili pak istjecanja kao i zadržavanja na površini terena podzemnih voda na širem prostoru Grobničkog polja relativno kratko traju – uglavnom reda veličine nekoliko desetaka dana. To zadržavanje podzemnih voda na površini nije ograničeno samo na prostore vezane uz hidrografsku mrežu Grobničkog polja, nego i za različite depresije na utjecajnom prostoru, bilo da se radi o prirodnim depresijama kao što su Ponikve i Čičave, ili pak napuštenim šljunčarama kao što su Dubina, Kikovica, Hidroelektrina šljunčara i slično.

Podzemne vode na prostoru Grobničkog polja dugo su vremena istraživane samo kao indikator stanja u krškom vodonosniku, s namjerom da se rezultati istraživanja koriste za ocjenu mogućnosti osiguranja novih zahvata crpljenja podzemnih voda, kao i njihovu zaštitu. Naime, vodoopskrbne potrebe šireg riječkog područja zadovoljavaju se kako iz Izvora Rječine te Zvira vezanim uz sam tok Rječine koji nikad ne zaslanjuje, i putem bunara u uvali Martinščica te izvorima u Bakarskom zaljevu koji pri izraženim sušnim prilikama povremeno zaslanjuju. Namjera je bila osigurati novi vodozahvat podzemnih voda vezanih uz sustav protjecanja voda na prostoru Grobničkog polja. No, ti projekti nisu nikad dovršeni kako zbog nedostatnih saznanja o cirkulaciji podzemnih voda na utjecajnom prostoru, tako i zbog okolnosti da je uslijed promjene političkih i gospodarskih prilika devedesetih godina prošlog stoljeća, došlo i do pada potreba za vodom, tako da su raspoloživi vodni resursi bili u stanju osigurati potrebne vodoopskrbne količine. U tom smislu najkritičnija je bila 2003.g., do sad a najsušnija zabilježena godina, kada su krajem dugotrajne ljetne suše zaslanili svi izvori u Bakru.

No, unatoč izvjesnom smanjenju potreba za vodom u odnosu na kraj osamdesetih godina prošlog stoljeća, postoji potreba za pronalaskom rješenja zahvata dodatnih količina voda iz nekih novih izvorišta na širem području Rijeke. Razlog tome je prisutne manifestacije klimatskih promjena koje se zapažaju već na postojećoj vremenskoj skali, a koje se očituju u povećanju varijabilnosti u pojavama protoka, odnosno sve učestalijem smanjenju izdašnosti i vodnih rezervi na postojećim izvorištima vodoopskrbe. Uz to, nužno je osigurati zalihe voda za potrebe vodoopskrbe u slučaju incidentnih onečišćenja postojećih izvorišta vodoopskrbe od kojih je glavina u neposrednoj blizini prometnica (Zvir I i II, Martinščica, Bakarski izvori). S druge strane, razvojem urbanizacije, poplave pojedinih dijelova Grobničkog polja počinju predstavljati sve veću smetnju, te je nužno da se vodne pojave na Grobničkom polju sustavno prate i kvantificiraju i u cilju osiguranja potrebnih saznanja vezanih uz planirana rješenja zaštite od pojava velikih voda.

U ovom dokumentu sadržani su rezultati 1-godišnjeg monitoringa novozapočetog projekta monitoringa voda na širem području Grobničkog polja, čime se nadopunjuje 2016.g. početno uspostavljen monitoring voda jugoistočnog i istočnog dijela Grobničkog polja (vodotoci Golubovka i Zahumka), a koji je proširen i monitoringom razina podzemnih voda u postojećim bušotinama na području napuštene šljunčare Kikovica (DB-1) te depresije Ponikava kod Škrljeva. Rezultati toga monitoringa dokumentirani su u dvama elaboratima „Rijekaprojekta - geotehničkog istraživanja“ (2016. i 2018.), te GEO-5 iz Rovinja (2019. i 2020.).

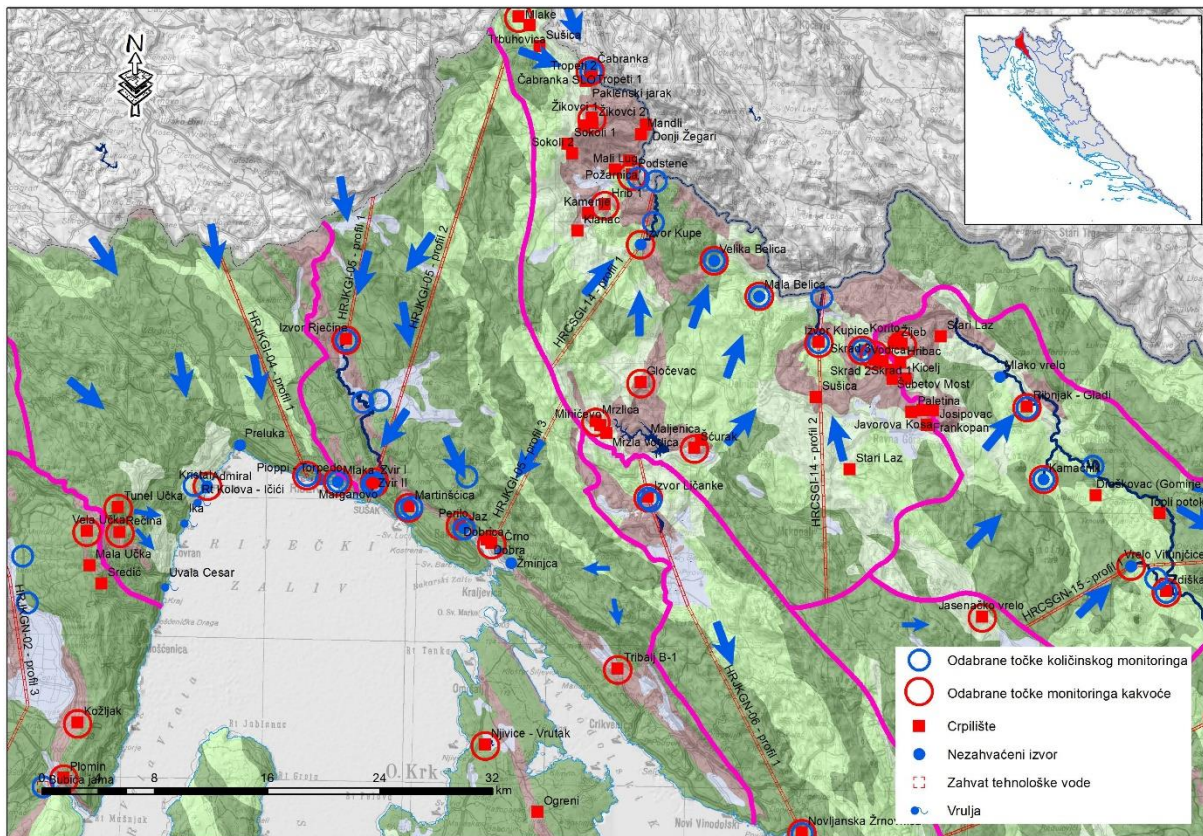


Slika 1.1 Prikaz položaja Grobničkog polja i zona otjecanja podzemnih voda i njihove pojavnosti na površini terena: crveno – područje neposrednog sliva i toka Rječine, žuto – područje sliva Sušice, plavo – područje sliva Rečnice i izvora u Bakarskom zaljevu

2. PREGLED POSTOJEĆIH ISTRAŽIVANJA

Područje Grobničkog polja njegovih vodnih pojava predmet su posebnog interesa – kako vezanog uz problematiku postojećih i potencijalnih izvorišta vodoopskrbe i njihovu zaštitu, tako i u smislu potrebe osiguranja zaštite od poplava koje se vrlo učestalo događaju na istočnom dijelu Grobničkog polja s koga nema neposrednog otjecanja već se vode koje se javljaju na rubu polja gube u slabo izraženoj ponorskoj zoni vodotoka Rečnica, kao i dreniraju u im zonama u napuštenim šljunčarama. Rezultati dosadašnjih istraživanja sintetizirani su u nekoliko dokumenata objavljenih tijekom posljednjih 10-tak godina, iz kojih se u nastavku prenose rezultati zaključnih interpretacija.

Prema dokumentu Definiranje trendova i ocjena stanja podzemnih voda na području krša u Hrvatskoj (Geotehnički fakultet i Građevinski fakultet u Rijeci, 2016) koji je bio podloga za recentni Plan upravljanja vodnim područjem 2016.-2021., vodne pojave s tog prostora pripadaju cjelini podzemnih voda (CPV) Rijeka – Bakar. Ona obuhvaća drenažne sustave izvora u gradu Rijeci i Bakarskom zaljevu, koji tvore hidrogeološku cjelinu u području najvećeg napajanja u planinskom području Gorskog Kotara – Slovenski Snežnik, Snježnik, Tuhobić. Razdvajaju su u zonama distribucije podzemne vode prema gradu Rijeci i Bakarskom zaljevu upravo na širem području Grobničkog polja. Položaj CPV je između razine mora, gdje podzemne vode izviru, pa do vrha Snježnik od 1.506 m n.m. Morfološki je CPV vrlo razvedena od strmog kanjona Rječine u gradu Rijeci do relativno strmih padina Bakarskog zaljeva. U CPV dominira Grobničko polje na nadmorskoj visini oko 300 m, od kojeg se uzdižu planinska područja Obruča, Snježnika i Tuhobića vrlo bogata oborinama i uzdužna tzv. Vinodolska dolina, koja je dijelom potopljena Bakarskim zaljevom, a prostiranje je regionalno od Novog Vinodolskog na jugoistoku do Tršćanskog zaljeva na sjeverozapadu.



Slika 2.1 Situacija CPV Rijeka – Bakar (Geotehnički fakultet i Građevinski fakultet u Rijeci, 2016)

Za napomenuti je da je u prethodnom planu upravljanja, odnosno u podlogama za njegovu izradu, CPV Rijeka – Bakar bila razdvojena na dvije zasebne cjeline – Sliv izvora u gradu Rijeci i sliv izvora na području Bakarskog zaljeva (Slika 2.2) gdje je i naznačena razvodnica između njih upravo na području Grobničkog polja.



Slika 2.2 Položaj sliva izvora u gradu Rijeci i sliva izvora Bakarskog zaljeva (Biondić B. i Biondić R., 2014)

Prema dokumentu Geotehničkog fakulteta i Građevinskog fakulteta u Rijeci (2016), utvrđeno je da su podzemni tokovi u CPV Rijeka - Bakar iz planinskog područja koncentrirani upravo prema Grobničkom polju, koje ima centralnu hidrogeološku funkciju u genetskom razvoju i današnjem funkcioniranju prirodnog sustava. Sedimenti pokazuju da je depresija Grobničkog polja formirana već tijekom pliocena, kada su za područje Dinarida bile karakteristične pojave izoliranih jezera s pretežito površinskim dotocima iz neposrednog uplivnog područja. Postepenim širenjem uplivnog područja Grobničkog polja napredovanjem procesa okršavanja povećavani su dotoci vode, koji su značajno aktivirali krške procese u nizvodnom dijelu sliva prema depresiji sjevernog Jadrana. Najveći dio otjecanja vode iz Grobničkog polja odvijao se podzemno, a visoki vodni valovi su probili površinske tokove, koji su i danas u vrijeme visokih vodnih valova aktivni. Sliv izvora u području grada Rijeke može se u skladu s genezom sustava podijeliti na visoku i nisku zonu. Visoka je glavno područje napajanja sustava u planinskom području Gorskog kotara s povremenom zonom istjecanja uz rub fliške doline. To je izvor Rječine, čija izdašnost varira između 0 i 100 m³/s i povremeni izvori na sjeverozapadnom rubu Grobničkog polja (oko 30 m³/s). Izvor Rječine je bez istjecanja oko 3 mjeseca godišnje, a povremeni izvori na SZ rubu Grobničkog polja su aktivni do 15 dana tijekom jakih kišnih razdoblja. Naročito je interesantno Grobničko polje, gdje na površinu istječu samo dijelovi visokih vodnih valova, međutim aktivna podzemna voda prisutna je i tijekom sušnih razdoblja, što je potvrđeno istražnim bušotinama. Dok vode izvora Rječine otječu površinski duž Vinodolske doline i kanjonom do mora uz

manje gubitke na području izgrađenom od okršenih karbonatnih stijena, vode Grobničkog polja dijelom poniru u ponornim zonama na Grobničkom polju, a dijelom otječu površinskim tokom Sušice u korito Rječine. Za formiranje jakih krških izvora u obalnom području naročito je značajno poniranje vode i podzemni tokovi na Grobničkom polju. Trasiranje podzemnih tokova kroz ponor Rupa na Grobničkom polju potvrdilo je brzu vezu tog područja s najvećim krškim izvorima u obalnom području sliva. Podzemne vode od Grobničkog polja protječu ispod vodonepropusnih fliških stijena nastavka Vinodolske doline – doline samog toka Rječine. Te vode prihranjuju izvore Zvir (minimalna izdašnost 600 l/s), kaptažni zahvat Zvir II (500 l/s), Marganovo (200 l/s), Martinšćica (400 l/s) i brojne druge izvore na području grada Rijeke, koji su kanalizirani u odvodni sustav grada Rijeke. U CPV su za vodoopskrbu kaptirani izvor Rječine na 325 m n.m. s gravitacijskim dotokom vode u gradsko područje te izvori Zvir, Zvir II i Martinšćica za sušna razdoblja, kada izvor Rječine nema prelijeva.

Prema istom navodu, drugi dio ukupnih količina podzemne vode na Grobničkom polju podzemno se distribuira prema izvorima u Bakarskom zaljevu, pa se prema tome može govoriti o jedinstvenoj cjelini podzemne vode s Riječkim izvorima i razdvajanju u niskoj zoni sustava prema Bakarskom zaljevu. U prvom redu treba istaći da je Bakarski zaljev dio Vinodolske doline potopljen morem, a izvori su vezani za rasjedni kontakt generalno vodopropusnog karbonatnog masiva i vodonepropusnih fliških stijena Vinodolske doline. Zona izviranja ovog dijela cjeline podzemne vode je sjeverozapadni dio zaljeva kod grada Bakra i sjeveroistočna strana Bakarskog zaljeva. To su prirodni izvori Jaz – Perilo (minimalne izdašnosti 240 l/s), Dobra (30 l/s), Dobrica (110 l/s), priobalni izvori i Vrulje u uvali Črno, izvorište Žminjca kod Bakarca i cijeli niz priobalnih stalnih i povremenih izvora duž cijelog obalnog područja. Sliv ovih izvora se poput lepeze prostire padinama planinskog područja Gorskog Kotara izgrađenog od karbonatnih stijena mezozojske starosti od trijasa do uključivo gornje krede i paleogena. Karbonatno područje je dio antiklinalne forme Gorskog Kotara, koja je u tjemenu presječena prodorom paleozojskih klastita. Krilo antiklinalne je ispresijecano brojnim poprečnim i dijagonalnim rasjedima, koji su omogućili stvaranje glavnih drenažnih usmjerenja podzemne vode prema izvorima u obalnom području. Za javnu vodoopskrbu su kaptirana 3 izvora u Bakarskom zaljevu. To su kaptažni zahvati Perilo (240 l/s), Dobra (30 l/s) i Dobrica (110 l/s). Problem kaptažnih zahvata u Bakarskom zaljevu su zaslanjivanja tijekom ljetnih sušnih razdoblja i isključivanje iz vodoopskrbe u vrijeme najveće potrošnje vode. Razloge zaslanjivanja treba tražiti u hipsometrijskom odnosu vodopropusnih i vodonepropusnih stijena u zoni istjecanja, pa je dio karbonatnih vodonosnika potopljen morem s direktnim kontaktom priobalnih slatkovodnih i morskog sustava.

Same vodne pojave uz rub Grobničkog polja istraživane su uglavnom samo periferno, u sklopu vodoistražnih radova vezanih uz Izvor Rječine i Zvira, ili pak izvora na području Bakarskog zaljeva, iako je na nekima od njih postojao sustavni monitoring dulji niz godina. To se ponajviše odnosi na površinske vode u slivu Sušice gdje su, u razdoblju od sredine sedamdesetih pa do sredine osamdesetih, osim na njenom glavnom toku hidrološke postaje bile postavljene na svim njenim pritocima, a bio je uspostavljen i monitoring na četirima lokacijama pijezometara uz rub Grobničkog polja kao i na jednom pijezometru u Ponikvama kod Škrljeva. Raspoloživi podaci skupno su obrađeni u diplomskom radu Prenc (2017), a njihova interpretacija u radu Oštrić i sur. (2018) govori da se istjecanje na povremenim izvorima SZ ruba Grobničkog polja javlja samo u vrijeme visokih razina podzemnih voda kada je podzemlje saturirano. Utvrđeno je da se podzemlje najprije počinje prazniti na području oko Grobničkog polja, a tek zatim na području Ponikava. Drenažna zona se prostire od Grobničkog polja preko Ponikava do Bakarskog zaljeva. Korelacijska veza razine podzemne vode izmjerenih na piezometrima i protoka na izvorišnim zonama SZ dijela Grobničkog polja je slaba, čime je potvrđeno

da su podzemni i površinski sustav hidrološki odvojeni. Izvori u neposrednoj blizini piezometara prorade uglavnom prije nego se u njemu razina vode podigne do površine terena. Razlike su još očitije pri povlačenju vodnog vala. Nasuprot tome, ustanovljena je visoka korelacija kolebanja razine podzemne vode u piezometru B-5 u Ponikvi i protoka na izvoru Perilo u Bakarskom zaljevu čime je dokazano da je ovaj hidraulički sustav povezan.

U dokumentu „Izvor Rječine i sjeverozapadni rub Grobničkog polja – Hidrogeološki radovi – hidrokemijska i izotopna istraživanja“ (HGI, 2014), aktualizirana su istraživanja dinamike kolebanja i istjecanja podzemnih voda na području izvora Rječine i zapadnog ruba Grobničkog polja. Obnovljena su motrenja na pijezometrima SP-2 i SP-3 lociranim na krškom platou iznad izvora Rječine, te na bunaru B-1 (Lužac) te pijezometrima B-3 (Rastinjčica) i B-4 (Gonjuša), a uspostavljena su i motrenja protoka Sušice u Donjem Jelenju, Lužcu oko 500 m uzvodno od odvojka ka ponoru Rupa, na izvorišnoj zoni Gonjuše, Rastinčice te na Zali kod mosta puta prema Hahliću. Monitoring je proveden u razdoblju 10.2012.-10.2013. u uvjetima vrlo naglašenog vodnog razdoblja nakon prethodno izražene dugotrajne suše 2012.g. Provedena su i mjesečna uzorkovanja kakvoće voda i sadržaja stabilnih izotopa, te provedene procjene vremena zadržavanja vode u podzemlju.

U zaključcima spomenutog dokumenta (HGI, 2014) istaknuto je da provedene analize potvrđuju da izvor Rječine na 325 m.n.m. predstavlja preljev za srednje i visoke vode, koje podzemljem otječu prema Grobničkom polju i dalje prema izvorima na razini mora u gradu Rijeci. Navodi se i da povremeni izvori na SZ rubu Grobničkog polja na nadmorskim visinama između 295 i 320 m imaju daleko kraće istjecanje od onoga na izvoru Rječine. Tijekom sušnih razdoblja podzemne vode i dalje protječu Grobničkim poljem, ali duboko u podzemlju, dok izvorišta ostaju bez napajanja. Istaknuto je da u takvom konceptualnom modelu podzemnog otjecanja postoji određene nelogičnost zbog hipsonometrijskog položaja izvora Rječine koji, iako ima najviše položeni preljev, karakterizira znatno dulje istjecanje podzemnih voda od istjecanja na niže položenim izvorima uz rub Grobničkog polja. Kao najizgledniji razlog izneseno je mišljenje da se radi o napajanju iz dva međusobno odvojena sustava (posebno u vrijeme srednjih i niskih voda, te različiti geološki uvjeti na samim izvorištima. Kod izvora Rječine to je potpuna hidrološka barijera izgrađena od fliških naslaga, dok je ta barijera na području Grobničkog polja i nizvodno od njega tektonski znatno reducirana, što omogućava brže dreniranje, odnosno pad razina ispod površine terena i brži prestanak istjecanja.

Sva prethodno spomenuta istraživanja vezana su uz u razdoblju 1974.-1977.g. započeta kompleksna hidrogeološka istraživanja na području grada Rijeke i zaleđa (Institut za geološka istraživanja, 1977). izvora Rječine i prostora Grobničkog polja) koja su rezultirala idejom o galerijskom zahvatu Zvir II realiziranom krajem sedamdesetih godina prošlog stoljeća, kao i prijedlogom zahvata vode u zoni povremenog istjecanja na SZ rubu Grobničkog polja, a kasnije (Institut za geološka istraživanja, 1977) i idejama o mogućnosti zahvata podzemnih voda u zaleđu izvora Rječine kada sam izvor presuši. Uz to, predmet interesa recentnih istražnih radova je i preispitivanja dinamike istjecanja i protjecanja voda sa istočnog ruba Grobničkog polja prema izvorima u Bakarskom zaleđu u cilju njihove zaštite i osiguranja dodatnih saznanja koja bi mogla pridonijeti odlukama o mogućem zahvatu podzemnih voda dublje u zaleđu, izvan zone u kojoj se odvija kontakt priobalnog vodonosnika i mora, gdje se javljaju i povremena zaslanjivanja voda izvora u Bakru (Perilo, Dobrica a iznimno i Dobra).

S druge strane, ma kako god pojave tečenja podzemnih voda na površini kratko trajale, na značajnom dijelu istočnog ruba Grobničkog polja postoji problem njihove evakuacije, te se periodički javljaju i

poplavljanja površina izvan samoga toka povremenih vodotoka. To se posebno odnosi na područje uz autodrom kao i depresija napuštenih šljunčara Dubine, Hidroelektre i Kikovice, te donjeg dijela toka i šire ponorske zone Rečenice. U cilju zaštite od poplava toga područja, izrađena su dva dokumenta s bitno različitim konceptima.

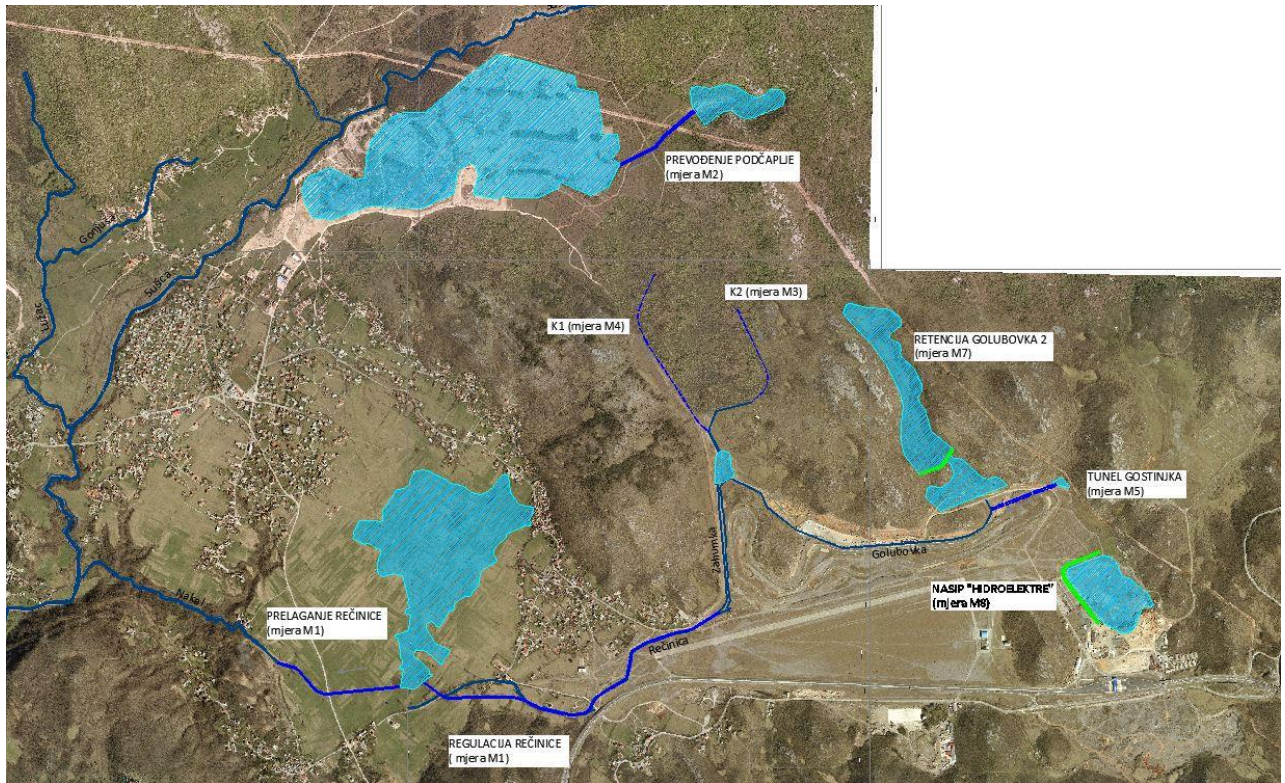
„Konceptijsko rješenja zaštite od štetnog djelovanja voda na području Grobinštine“ (Hidroinženjering, 2013) predložio je hidrotehnički sustav s trima retencijama iznimno velikih prostornih površina obuhvata i njihova volumena, a čija ukupna površina zaplavnog prostora uvelike premašuje površine poplavnih zona na samome polju.

Hrvatske su vode nakon toga pristupile uspostavi monitoringa prema prijedlozima iz Konceptijskog rješenja iz 2013.g.. Tako je, nakon pripremnih radova krajem 2015.g., početkom 2016.g. uspostavljen monitoring pojava tečenja površinskih na prostoru jugoistočnog i istočnog dijela Grobničkog polja, a koji je proširen još i monitoringom dinamike kolebanja podzemnih voda u postojećim bušotinama na području napuštene šljunčare Kikovica te depresije Ponikava kod Škrljeva. Rezultat toga monitoronga dokumentirani su u dvama elaboratima „Rijekaprojekta - geotehničkog istraživanja“ (2016. i 2018.).

Usporedno s time, Hrvatske su vode inicirale i studije Vodoprivrednoprojektne biroa i sur. (2015.) u kojoj je, za razliku od Konceptijskog rješenja iz 2013., rješenje odvodnja poplavnih voda s prostora jugoistočnog dijela polja sagledavano je i kroz mogućnost prevođenja suvišnih voda Rečinice u susjedni sliv Rječine, pri čemu je generirano niz varijantnih rješenja različito strukturiranih objekata na utjecajnom prostoru. Višekriterijskom analizom kao najbolja preporučena je varijanta „C“. Ona uključuje niz mjera (M) od kojih se u odnosu na ostale razmatrane razlikuje po planiranoj izgradnji pregrade „Golubovka 2“ uzvodno od postojeće (mjera M7), te izvedbu nasipa oko šljunčare „Hidroelektra“ (mjera M8) u cilju povećanja njenog retencijskog kapaciteta (Slika 2.3).

Osim spomenutih rješenja, ova varijanta uključuje i slijedeće mjere:

- prevođenje Rečinice (mjera M1) - ovom mjerom predviđa se prevođenje vršnih protoka Rečinice iz ponorne zone Zastenice - Jezera u sliv Sušice putem vodotoka Nakal. Ponorna zona zadržava svoju sadašnju funkciju retencije, a samo voda koja u polju formira nivoe iznad maksimalno dopuštenih (280,00 m n.m.) prevodi se preko prelijevnog objekta u odvodni kanal prema koritu Nakla.
- prevođenje Podčaplje (mjera M2) - ovom mjerom predviđa se prevođenje izvorišnog dijela Zahumke (Podčaplja) u sliv Sušice korištenjem retencijskog prostora šljunčare Dubina u cilju smanjenja plavljenja objekata na predjelu Zahum te smanjenja dotoka u ponornu zonu Zastenice-Jezera.
- izgradnja kanala K2 (mjera M3) - provodi se u svrhu zaštite skladišnih objekata od plavljenja. Ovim projektom predviđa se izvedba kanala sve do spoja s uređenim koritom Mišačke.
- izgradnja kanala K1 (mjera M4) - provodi se u svrhu zaštite okolnih objekata i lokalne ceste od plavljenja. Kanal se spaja na regulirano korito Zahumke.
- Izgradnja zatvorenog kanala Gostinjke (mjera M5) – mjera kojom se vode Gostinjke kontrolirano upuštaju u postojeće betonsko korito Golubovke.
- Izvedba zaštitnih zidova uz Rječinu u Martinovu selu i Lukežima (mjera M11) – predviđa se u cilju zaštite okolnih objekata od velikih voda Rječine.
- Izvedba zaštitnih zidova uz Rječinu u gradu Rijeci (mjera M12) – predviđa se u cilju zaštite gusto naseljenog i značajnog dijela grada Rijeke od velikih voda Rječine.



Slika 2.3 Shematski prikaz mjera uključenih u varijantu C (Vodoprivrednoprojektni biro i sur., 2015)

3. HIDROGEOLOGIJA PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

3.1. Hidrogeologija šireg područja - na temelju dosadašnjih istraživanja

Dosadašnja geološka istraživanja šireg područja Grobničkog polja prikazana su kroz Osnovnu geološku kartu M 1:100000 - Llist Ilirska Bistrica M 1:100 000 (Šikić i sur., 1872) i njen tumač (Šikić i sur., 1975), kao i za list Delnice (Savić i Dozet, 1983a) i njen tumač (Savić i Dozet, 1983b). Prema njima je područje Grobničkog polja , doline Rječine i Bakarskog zaljeva te njegovog zaleđa hidrogeološki vrlo specifično. Određuju ga, prostrani, vapnени, dobro okršeni i vodopropusni masivi u zaleđu, relativno slabije vodopropusni vapneno – dolomitni pojas širine cca 800 m neposredno u zaleđu Bakarskog zaljeva, te fliška vodonepropusna zona u području Bakarskog zaljeva, prema Dragi Sušačkoj, Kukuljanovu, Studeni i Klani prema sjeverozapadu odnosno Vinodolu prema jugoistoku .

Prisutne su brojne tektonske zone i rasjedi.

Jedna od karakteristika tog područja je i trusnost šireg područja koja dokazuje intenzivnu tektonsku aktivnost koja započinje alpskom orogenetskom fazom a najintenzivnija je u vrijeme liburnijskih pokreta od kraja eocena pa do danas.

Glavni vodonosnik i prikupljalište vode je prostrano područje u zaleđu, izuzetno vodopropusno s obiljem oborina (i preko 2.000 mm godišnje) . U tom području oborinska voda brzo ponire i samo se u slivu ponornice Ličanke i njenih pritoka javlja značajno površinsko otjecanje, dok se u najvećem dijelu sliva ono može pojaviti samo izuzetno i sporadično do najbliže veće morfološke depresije ili ponikve. Ovo područje uz to ima ustaljeniju i ravnomjerniju godišnju raspodjelu oborina. Sva voda osim one koja ispari ili transpirira dopijeva u podzemlje. Ta voda, zbog nepropusne barijere na SI prema slivu Crnog mora ne može otjecati, pa sva ima osnovni pravac kretanja prema slivu Jadranskog mora. U određenim uvjetima dio voda vodotoka Lepenice i Lič polja može otjecati podzemno prema Bakarskom zaljevu.

Nepropusna podloga Vinodolske udoline, koja se proteže od Klane, Studene, Orehovice, Drage, Bakarskog zaljeva, preko Vinodolske doline sve do Novog Vinodolskog, barijera je toj vodi i ona se preko nje prelijeva na nižim dijelovima. Najniži dio barijere je u Bakarskom zaljevu otprilike na razini mora.

Polupropusni pojas pretežno izgrađen od dolomita neposredno u zaleđu Bakarskog zaljeva vrši ulogu regulatora istjecanja vode. Zbog nešto slabije vodopropusnosti on u uvjetima velikih oborina djeluje usporavajuće što podiže razinu podzemne vode u zaleđu, a time se povećavaju i zalihe voda. To u sušnim razdobljima osigurava ravnomjernije i duže istjecanje. Radi toga se kod velikih oborina podigne razina podzemnih voda, toliko da se područje depresije Ponikve pretvara u jezero . Ta oscilacija nivoa podzemne vode iznosi približno (pjezometar Ponikve) od 5 m n.m. u vrlo sušnim periodima, pa sve do približno 130 m n.m. kod obilnih i dugotrajnih oborina, kad se formira jezero u dolini Ponikve.

Ni kroz to polupropusno područje voda ne prolazi ujednačeno. Zbog jačih i gušćih rasjeda kroz nju je istjecanje intenzivnije na nekoliko mjesta. Na sjeverozapadu u području Ponikve, Škrljevo prema izvorima u samom Bakru, u središnjem dijelu u području Višnjovice i Veternjaka prema izvorima Dobra, Dobrica i Črno i u jugoistočnom dijelu u području Hreljina, (Sobolsko, Ružičevo) prema izvorima Žminjci.

Kako se vodonepropusne stijene u dnu Vinodolske sinklinale prostiru daleko van područja Bakarske drage to u Bakarski zaljev dolazi i voda istočnog dijela Grobničkog polja (Čičave, Kikovica, Ponikve), kao i dio voda Ličkog polja, dok drugi dio odlazi prema izvorima Žrnovnica II od Novog Vinodolskog.

Ovako pojednostavljeno prikazani odnosi u podzemlju daleko su složeniji, budući se radi o međusobno povezanom sustavu pukotina, u kojima se vode miješaju i u raznim hidrološkim uvjetima različito ponašaju. Slivno područje ne može se promatrati sasvim izdvojeno, granice slivnog područja nisu precizno i jednoznačno definirane i one se mijenjaju u različitim hidrološkim uvjetima.

Veličina sliva izvora Bakarskog zaljeva nije precizno utvrđena, a procjenjuje se na 269 km². U vrijeme intenzivnih oborina i zasićenosti podzemlja istjecanje vode se javlja duž cijele obalne linije u Bakarskom zaljevu, pa i podvodno (vruljama), no najveći dio vode istječe koncentrirano na izvorima Perilo, Jaz, Stenice (Lovrijenac), Podbok, Dobra, Dobrica, Črno i Zminjci. Ukupna srednja godišnja izdašnost izvora u Bakarskom zaljevu iznosi oko 3 m³/s. Cijeli ovaj prostor nalazi se u širem području dinarskog krša i osnovne reljefne karakteristike su time uvjetovane. Najniža točka je sam zaljev (dubina mora cca 30 m), a najviše točke nalaze se na masivu Risnjaka (visina i preko 1500 m), te bilu Kamenjak.

Tuhobić – Kosa – Jelenčić – Medveđak, visine i preko 1.100 m. U zaleđu Tuhobića i Medveđaka nalazi se dolina Ličanke, Lepenice i Kostanjevice i u tom djelu dominira Lič polje, kojim protječe istoimeni vodotok do ponora u podnožju Medveđaka. Padine prema moru nisu ravnomjerne već su izlomljene brojnim vrtačama, udolinama, malim poljima i kotlinama, ponikvama i škrapama, sve obilježjima tipičnog krša. Nagib i izloženost vrlo su raznoliki, generalno pretežu strmije kosine i jugozapadna izloženost.

Upravo morfološka konfiguracija terena kao i izrazita okršenost površinskog dijela karbonatnih stijena (vapnenaca i dolomita) uvjetovala je brzo pripovršinsko poniranje oborinskih voda te njihovu pojavu u hipsometrijski nižim područjima (kao na primjer Ponikve) gdje se pojavljuju povremeni viseći horizonti podzemne vode koja u daljnjem vremenskom periodu nestaje u podzemlju.

Hidrogeološke karakteristike stijena ocijenjene su prema litološkom sastavu, stupnju tektonskih deformacija stijena kao i okršenosti stijena na površini. Izdvojeno je šest osnovnih grupa stijena različitih hidrogeoloških karakteristika:

- dobro vodopropusne naslage kvartara: sipari i obronačke breče
- dobro vodopropusne okršene karbonatne stijene, gornje krede (rudustni vapnenci)
- srednje vodopropusne karbonatne stijene donje krede
- srednje vodopropusne klastične stijene slabo vezanih konglomerata Grobničkog polja s glinovitim matriksom.
- slabo vodopropusne karbonatne stijene (dolomiti – Hraste i SIS formacije),
- u cjelini vodonepropusne klastične stijene fliša.

Grupi vrlo dobro vodopropusnih naslaga pripadaju:

- kvartarni nasipi, breče i sipari koji se javljaju uz obronke uzvišenih brda građenih od mezozojskih vapnenaca i dolomita. Radi se o obronačkim naslagama nastalih na padinama uzvišenih gora i oni spadaju u izrazito vodopropusne naslage.

Grupi dobro vodopropusnih okršenih karbonatnih stijena pripadaju:

- rudistni vapnenci (K₂^{1,2}), (formacija Belaj, Niska). Poroznost ove grupe stijena je sekundarna, pukotinska, kavernozna. Litološka svojstva, intenzitet tektonskih deformacija i stupanj okršenosti generalno uvjetuju veliku vodopropusnost.

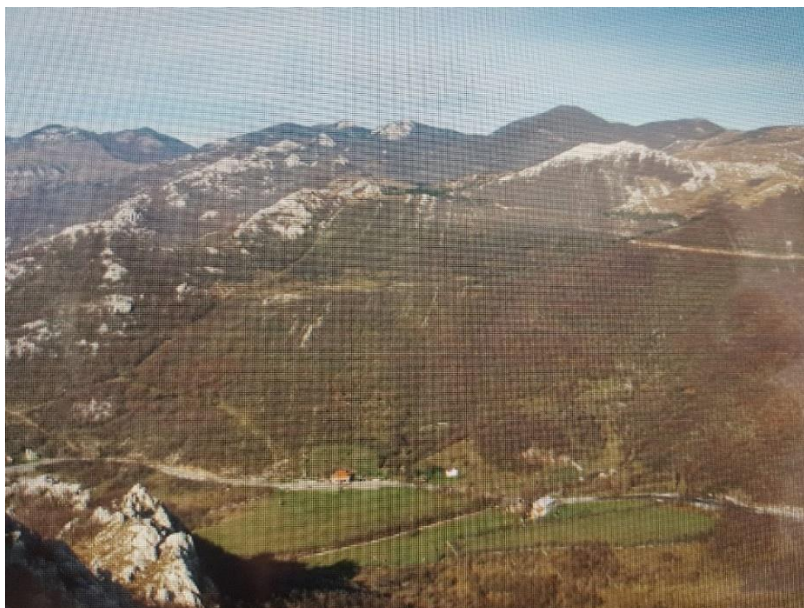


Slika 3.1 Rudistni vapnenac gornje krede $K_2^{1,2}$

Grupi srednje vodopropusnih karbonatnih stijena pripadaju:

- debelo uslojeni vapnenci jure $J_{1,2,3}$ formacija starosto lias, doger, mal

To su stijene (vapnenci) slabije izražene sekundarne pukotinsko kavernozone poroznosti. U dubljim dijelovima ispod okršene površine dobra uslojenost smanjuje propusnost odnosno usmjerava pri površinsko procjeđivanje meteorske vode. Položaj slojeva jednolično pada prema jugozapadu pod nagibom od 30 do 40°.



Slika 3.2 Debelo uslojeni vapnenci jure J_3 područje Kamenjak

Grupi srednje vodopropusnih karbonatnih stijena pripadaju:

- donjokredni vapnenci K_1^{1-4} formacija otriv, barem, apt.

- paleogenski foraminiferski vapnenci (E_{1,2}).

To su stijene (vapnenci) sekundarne pukotinsko kavernozone poroznosti. Stijene su uz rasjedne pravce zahvaćene jakim tektonskim deformacijama, a u dubljim dijelovima ispod površine dobra uslojenost smanjuje propusnost odnosno usmjerava procjeđivanje meteorske vode.



Slika 3.3 Raspucani vapnenci donje krede s pukotinama zapunjenim glinom K₁¹⁻⁴

Grupi srednje do slabo propusnih stijena pripadaju kvartarne klastične taložine slabo vezanih konglomerata i pijesaka Grobničkog polja.

Debljina im varira od 0 do 30 m a popunili su paleoreljef Podhumskog područja. Zaravan Grobničkog polja ima nadmorsku visinu od 280 m do 320 m. Valutice konglomerata su veće u istočnom dijelu polja, na području Kikovice i Dubine, dok je zapadni dio područje Dražice s finijom frakcijom klastita. Matriks konglomerata je dolomitični mulj i glina ispran s okolnih planinskih područja.



Slika 3.4 Pjeskovita glina zapadnog dijela Grobničkog polja



Slika 3.5 Slabo vezani konglomerati i šljunaka istočnog dijela Grobničkog polja

Grupi slabo vodopropusnih karbonatnih stijena pripadaju:

- dolomiti s rijetkim lećama vapnenca albske starosti (formacija Hraste i Sis).



Slika 3.6 Dolomiti SIS formacije $K_{1,2}$



Slika 3.7 Dolomiti SIS formacije $K_{1,2}$ u Borovečkoj jarugi

To su također stijene sekundarne, pukotinske poroznosti. Stijene su zajedno s vapnenačkim kompleksom zahvaćene tektonskim deformacijama, ali su slabije okršene, a pukotine ispunjene glinom i dolomitnim pijeskom. Izgrađene su od dolomita i dolomitnih breča, ali odaju izgled fliških terena s duboko usječenim vododerinama i jarugama, kojima padaline površinski otječu prema Grobničkom polju odnoseći veliki vučeni nanos. Koji je najbolje vidljiv u Borovečkom potoku. Zbog opisanih hidrogeoloških karakteristika dolomiti mogu imati funkciju djelomičnih barijera ili usmjeravanja podzemne vode prema područjima izgrađenim od vodopropusnijih stijena.

Gruppu vodonepropusnih klastičnih stijena čine:

-uslojeni sedimenti fliške serije, javljaju se od područja Klane, Studene, Kukuljana, Orehovice, Drage, Bakarskog zaljeva do Novog Vinodolskog. Čine jednu usku sinklinalu koja u nekim dijelovima (Draga i Bakarski zaljev) ima karakteristike tektonske grabe. Laponi, kalkareniti i kvarcni piješčenjaci ritmički se izmjenjuju a u kompleksu čine nepropusni paket sedimenata.



Slika 3.8 Ustrmljeni pješčenjaci i lapori fliške serije istočno od Studene



Slika 3.9 Prodor glinovitih lapora fliške serije kroz navučene kredne vapnence (područje Kukuljanovo)

3.2. Ponorna zona Čičave - kartiranje na podlozi HOK 1:5.000

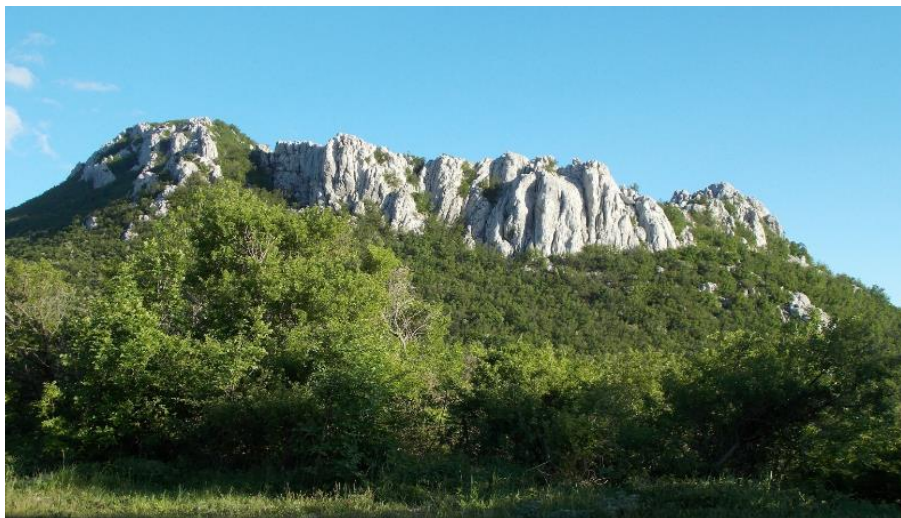
Depresija a ujedno i ponorna zona Čičave (Slika 3.10) nalazi se približno 2.000 m istočno od naplatne kućice Kikovica na auto cesti A3 Rijeka-Zagreb i to s jugozapadne strane prometnice. Najniža kota u depresiji Čičave je na 283 m n.m.

U smjeru jugoistoka proteže se udolina koja je u laganom usponu i pruža se do križanja Oštrovica. U smjeru sjeverozapada udolina se spušta do Grobničkog polja odnosno do iskopane šljunčare Kikovica.



Slika 3.10 Pogled od depresije Čičave prema sjeverozapadu (Grobničkom polju)

Od depresije Čičave prema sjeveroistoku zatvara se planinski polukružni anfiteatar ograničen grebenom Kamenjak (Slika 3.11) s vrhovima Velika Kamičina, Mala Kamičina, Veli Svib, Mali Svib i Zalipice. Najviša kota na grebenu je 850 m n.m.



Slika 3.11 Pogled na uzvišenje Kamenjak smješteno sjeveroistočno od depresije Čičave

S druge strane (jugozapadno od depresije) uzdiže se manji grebenski lanac s najvišom kotom od 420 m n.m. preko kojeg se u pravcu juga nalazi depresija ponikve udaljena 3 km (Slika 3.12).



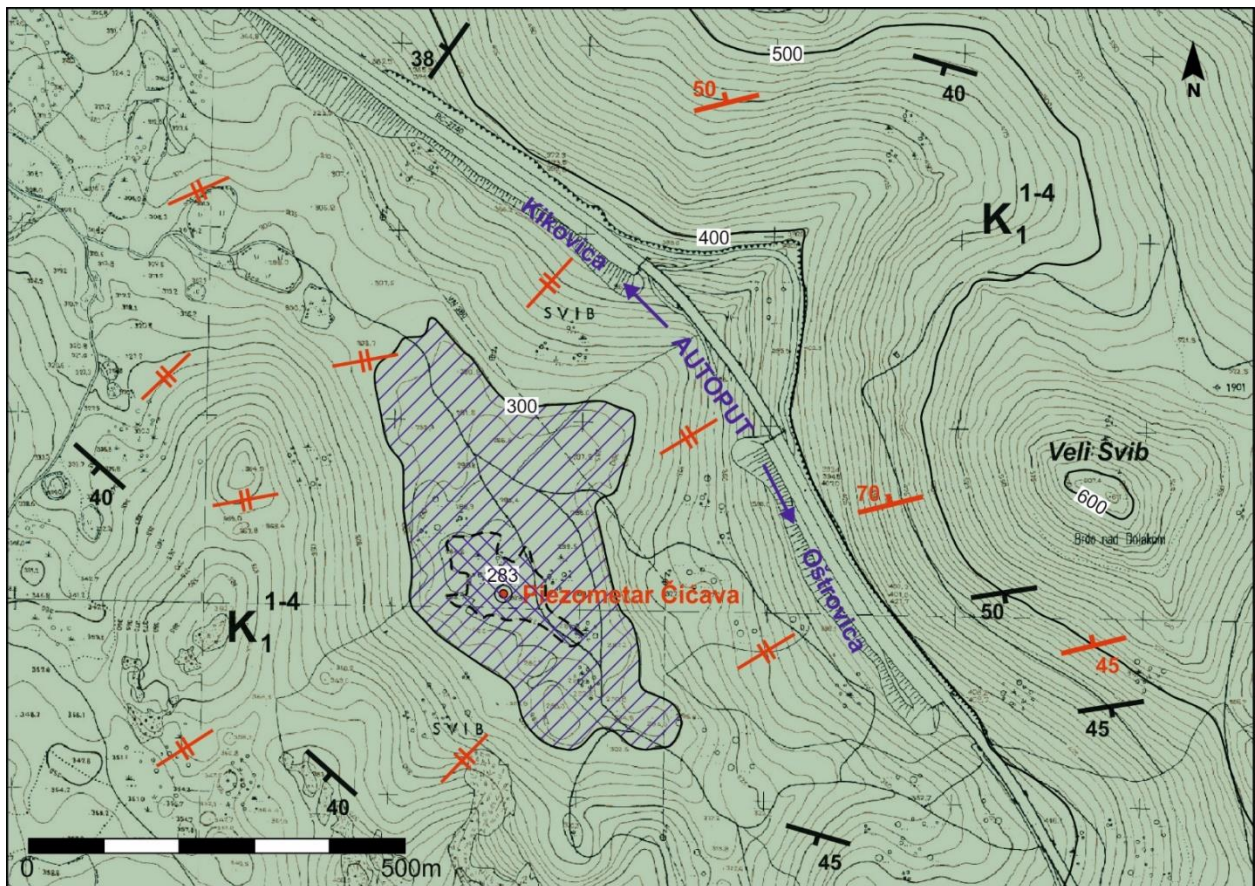
Slika 3.12 Pogled na stijene vapnenaca donje krede s jugozapadne strane depresije Čičave

Cijelo to područje građeno je od izrazito okršanih vapnenaca donje krede baremskog i aptskog kata (K_1^{1-4}). Vapnenci se dobrim dijelom javljaju u obliku tektonskih breča. Uslojenost je slabo vidljiva a pukotine su otvorene ili djelomično zapunjene glinovitom supstancom crveno smeđe boje

U podini donjokrednih tektoniziranih vapnenaca nalaze se kompaktni debelo uslojeni biomikritni vapnenci gornje jure ($J_3^{2,3}$). Njihova debljina prelazi 500 m a slojevi su u nagibu prema jugozapadu pod kutom od 30° do 50° .

Vapnenci imaju slabo izraženu slojevitost koja je maskirana nepravilnim rasporedom subvertikalnih pukotina koje na površini generiraju nastanak dubokih škrapa.

Prikaz geološke karte analiziranog područja depresije Čičave dan je na Slici 3.13.



TUMAČ ZNAKOVA

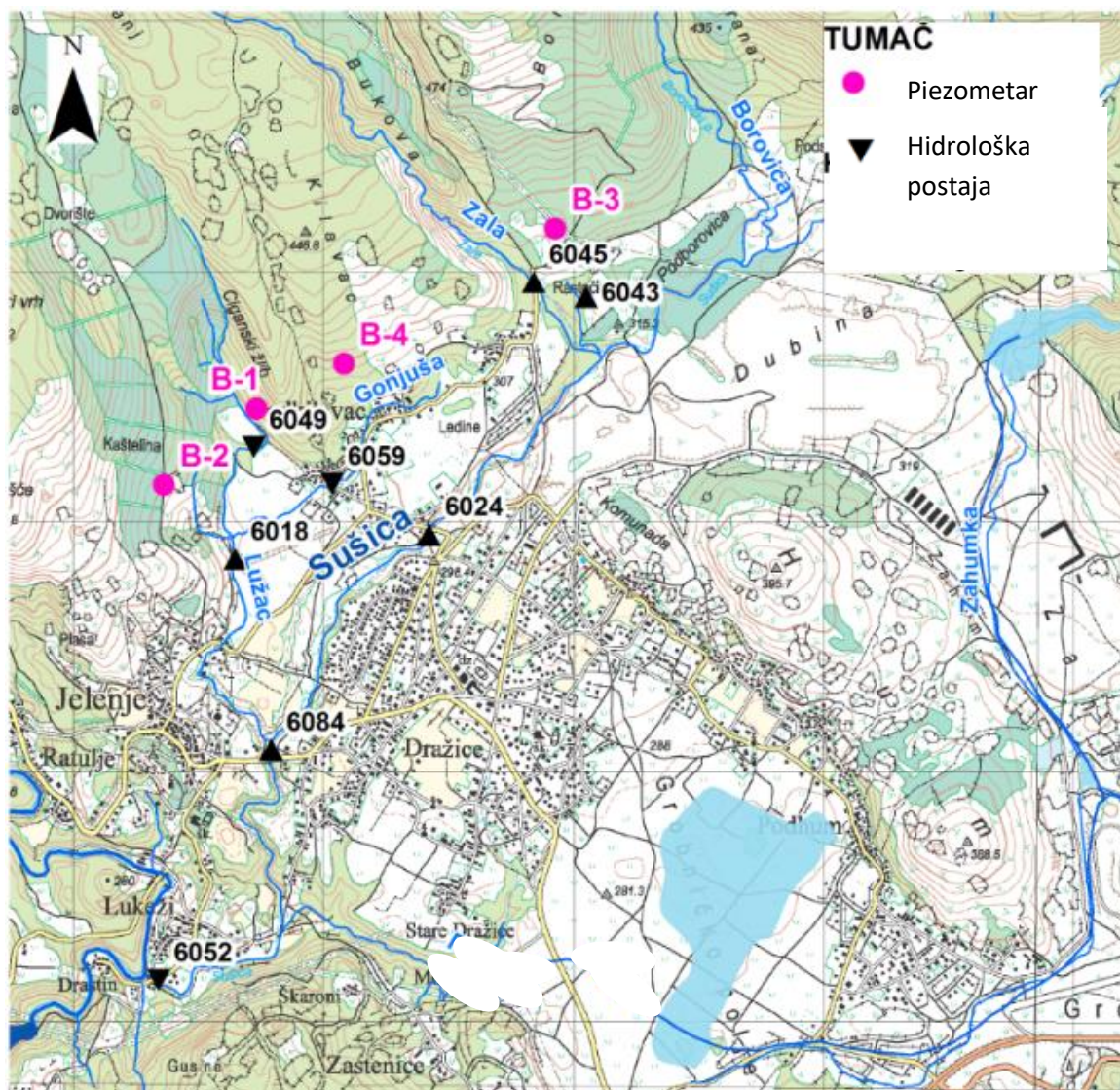
	<i>Donjokredni vapneci</i>
	<i>Područje povremenog plavljenja</i>
	<i>Područje poniranja</i>
	<i>Položaj slojeva u vapnecima</i>
	<i>Otvorene pukotine u vapnecima</i>

Slika 3.13 Geološka karta užeg područja depresije Čičave
(podloga HOK M 1:5.000)

4. MONITORING PODZEMNIH I POVRŠINSKIH VODA

4.1. Dosadašnji monitoring

Kao što je uvedeno spomenuto, na području zapadnog dijela Grobničkog polja, u sklopu vodoistražnih radova vezanih uz planiranje zahvata podzemnih voda u zaleđu izvora Rječine i na rubu Grobničkog polja, postojao je značajan broj postaja za praćenje dinamike kolebanja podzemnih voda i njihova istjecanja, posebno sredinom sedamdesetih godina. Na Slici 4.1 dan je prikaz nekad aktivnih postaja, pri čemu je monitoring na hidrološkim postajama na kojima se je pratilo istjecanje površinskih voda provodio DHMZ, a na piezometrima najprije sam nositelj hidrogeoloških istraživanja – Institut za geološka istraživanja iz Zagreba, a kasnije Vodoprivreda Rijeka. U Tablici 4.1 dan je prikaz raspoloživosti hidroloških podataka o istjecanjima podzemnih voda na površinskim vodotocima, a u Tablici 4.2. o praćenjima razina podzemnih voda.



Slika 4.1 Prikaz položaja hidroloških postaja i piezometara na SZ dijelu Grobničkoga polja (B-1 Lužac, B-2 Gradina, B-3 Rastinjčica, B-4 Gonjuša, 6018 Lužac-Lužac, 6049 Podkilavac-Lužac, 6059 Gonjuša, 6043 Podkilavac-Izvorište, 6052 Lukeži-Sušica, 6084 Dražice-Sušica, 6024 Podkilavac-Sušica, 6045 Podkilavac-Zala)

Tablica 4.1 Prikaz osnovnih podataka monitoringa istjecanja podzemnih voda na površinu terena DHMZ-a

Postaja	Potkilovac	Potkilovac	Lužac	Ravno	Dražice	Lukeži	Podkilavac	Podkilovac
Vodotok	Gonjuša	Izvorište	Lužac	Zala	Sušica	Sušica	Sušica	Zala
Šifra postaje	6059	6043	6018	6047	6084	6052	6024	6045
1974								
1975								
1976								
1977								
1978								
1979								
1980								
1981								
1982								
1983								
1984								
1985								
1986								
1987								
1988								
1989								
1990								
1991								

Cjeloviti podaci
 S prekidom ili bez mjerenja protoka

Tablica 4.2 Prikaz osnovnih podataka piezometra B-1, B-2, B-3, B-4 i SU-1-P-26

Postaja	B-1 (Lužac)	B-2 (Gradina)	B-3 (Rastinjčica)	B-4 (Gonjuša)	P-26 (Ponikve)
1974					
1975					
1976					
1977					
1978					
1979					
1980					
1981					
1982					
1983					
1984					
1985					
1986					

Cjeloviti podaci
 Nekompletno

Tijekom razdoblja 1984. – 1986. dolazi do postupnog ukidanja monitoringa na prostoru Grobničkog polja, nakon čega ostaje jedino hidrološka postaja Dražice – Sušica koja nastavlja svoj rad, isprva samo s registracijom vodostaja, a počev od 1990. i obračunom protoka. Nakon toga motrenja su kratkotrajno, tijekom razdoblja 10.2012.-10.2013. kratkotrajno su obnovljena motrenja na dijelu postaja na području izvora Rječine i zapadnog ruba Grobničkog polja. Obnovljena su motrenja na bunaru B-1, piezometrima B-3 i B-4, a uspostavljena su i mjerenja protoka na Sušici Sušice u Donjem Jelenju, Lužcu oko 500 m uzvodno od odvojka ka ponoru Rupa, na izvorišnoj zoni Gonjuše, Rastinčice te na Zali kod mosta puta prema Hahliću.

Nakon ponovne pauze od 7-8 godina, monitoring podzemnih voda na Grobničkom polju ponovno se uspostavlja 2015.g., ali s težištem na njegovom istočnom dijelu (Rijekaprojekt – geotehničko istraživanje, 2016), vezano uz problematiku poplava koje one izazivaju na području sliva Rečinice, kao i u depresiji Ponikve.

4.2. Obnova i dopuna monitoring

U sklopu aktivnosti na realizaciji predmetnog projektnog zadatka, provedena je obnova i dopuna monitoringa na zapadnom dijelu Grobničkog polja (na lokacijama piezometara B-1, B-3 i B-4), Šljunčari Dubina i dvije lokacije vodotoka Sušica uz nje, a provedena je i dopuna monitoringa i na dvije lokacije njegova istočnog dijela – u depresijama šljunčare Hidroelektra te prirodnoj depresiji Čičave koja se nalazi neposredno uz dionicu autoceste Kikovica – Oštrovica (Slika 4.2)



Slika 4.2. Situacija novouspostavljenih mjernih postaja površinskih i podzemnih voda

Slijedi opis lokacija pojedinih mjernih mjesta, na kojima je uspostavljeno kontinuirano praćenje razina i temperature vode. Tako su u bujičnom potoku Sušica izrađena su dva plića piezometara u koja su ugrađeni instrumenti za praćenje razine i temperature vode. Nazvani su SUŠICA ISTOK i SUŠICA ZAPAD (Slika 4.3).



Slika 4.3 Pozicija plitkih piezometara Sušica istok i Sušica zapad

PIEZOMETAR SUŠICA ISTOK

Nalazi se u neuređenom koritu bujice Sušica, 15 m uzvodno od utoka Rastinjčice u Sušicu izbušena je dvometarska bušotina zacijevljena plastikom u koju je ugrađen loger tip DIVER – 10 m na dubinu od 0,6 m. Kota ušća bušotine izmjerena je visina od 300,67 m n.m.

Koordinate položaja piezometra SUŠICA ISTOK je E 341 313 N 5 031 030, (HTRS96/TM)

PIEZOMETAR SUŠICA ZAPAD

Nalazi se u neuređenom koritu bujice Sušica, 15 m uzvodno od utoka Rastinjčice u Sušicu izbušena je dvometarska bušotina zacijevljena plastikom u koju je ugrađen loger tip DIVER – 10 m na dubinu od 0,6 m. Kota ušća bušotine izmjerena je visina od 300,65 m n.m.

Koordinate položaja piezometra SUŠICA ZAPAD je E 341 303 N 5 030 981, (HTRS96/TM)

Uz navedeni monitoring istjecanja podzemnih voda na početnom dijelu toka Sušice na rubu Grobničkog polja, obnovljen je i monitoring na trima piezometrima na njegovom sjeverozapadnom dijelu (B1, B3 i B4), dok jedino B2 nije obnovljen zbog njegova začepijavanja unutar raspona oscilacija podzemnih voda.

PIEZOMETAR B-1 LUŽAC

Nalazi se sjeverozapadno od zaseoka Podkilavac u izvorišnom području povremenog potoka Lužac (Slika 4.4) . Izrađen je tijekom hidrogeoloških istraživanja od 1974. do 1977.godine. Bušotina je duboka 170 m no prohodna je do 150 m. U nju je ugrađen CTD DIVER – 100 m na dubinu od 100 m.

Kota ušća bušotine izmjerena je visina od 296,20 m n.m. Neposredno uz piezometar, po izvedbi zapravo bunaru, javljaju se i izvorišne vode Lužca koje se tu povremeno javljaju na površini, i imaju različit režim pojave u odnosu na podzemne vode u bušotini.

Koordinate položaja piezometra B-1 (Lužac) je E 339 817 N 5 030 923 , (HTRS96/TM)



Slika 4.4 Pozicija piezometara B-1 (Lužac)



Slika 4.5 Skidanje podataka s logera na piezometru B-1 (Lužac) uz koga protječu vode koje su je javile na površini terena u istoimenoj izvorskoj zoni

PIEZOMETAR B-3 RASTINJČICA

Nalazi se sjeverozapadnom rubu Grobničkog polja, sjeveroistočno od Podkilavca (Slika 4.6). Izrađen je tijekom hidrogeoloških istraživanja 1977. godine. Bušotina je duboka 137 m, no prohodna je do 74 m. U nju je ugrađen CTD DIVER – 50 m na dubinu od 73,50 m.

Kota ušća bušotine izmjerena je visina od 325,80 m n.m.

Koordinate položaja piezometra B-3 (Rastinjčica) je E 341 153 N 5 031 394 , (HTRS96/TM)



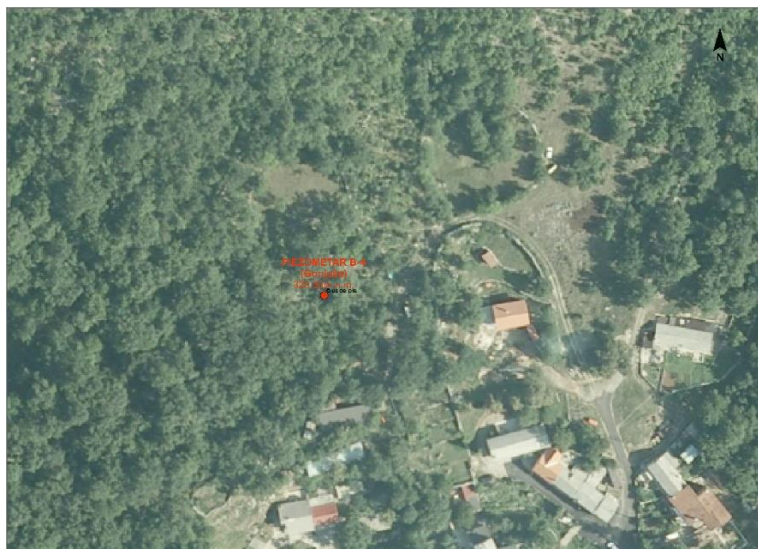
Slika 4.6 Pozicija piezometara B-3 (Rastinjčica)

PIEZOMETAR B-4 GONJUŠA

Nalazi se iznad kuća sjeverno od sela Podkilavca (Slika 4.7). Izrađen je tijekom hidrogeoloških istraživanja 1977. godine. Bušotina je duboka 150 m no prohodna je do 54 m. U nju je ugrađen CTD DIVER – 100 m na dubinu od 54 m.

Kota ušća bušotine izmjerena je na visini od 320,50 m n.m.

Koordinate položaja piezometra B-4 (Gonjuša) je E 340 414 N 5 030 916 , (HTRS96/TM)



Slika 4.7 Pozicija piezometara B-4 (Gonjuša)

PLITKI PIEZOMETAR DUBINA

Nalazi se na dnu iskopane šljunčare Dubina, sjeveroistočno od uzvišenja Hum (Slike 4.8. i 4.9.). Izbušena je metarska bušotina zacijevljena plastikom u koju je ugrađen logger tip DIVER – 10 m na dubinu od 0,20 m. Kota ušća bušotine izmjerena je visina od 310,17 m n.m.

Koordinate položaja piezometra PLITKI PIEZOMETAR DUBINA je E 342 616 N 5 030 760, (HTRS96/TM)



Slika 4.8. Pozicija plitkog piezometra Dubina u istoimenoj šljunčari



Slika 4.9 Pozicija plitkog piezometra Dubina u istoimenoj šljunčari

PLITKI PIEZOMETAR HIDROELEKTRA

Nalazi se na dnu iskopane šljunčare Hidroelektra, sjeveroistočno od uzvišenja Konj (Slike 4.10 i 4.11). Izbušena je metarska bušotina zacijevljena plastikom u koju je ugrađen loger tip DIVER – 10 m na dubinu od 0,30 m. Kota ušća bušotine izmjerena je visina od 305,10 m n.m.

Koordinate položaja piezometra PLITKI PIEZOMETAR HIDROELEKTRA je E 345 039 N 5 028 793, (HTRS96/TM)



Slika 4.10. Pozicija plitkog piezometra Hidroelektra

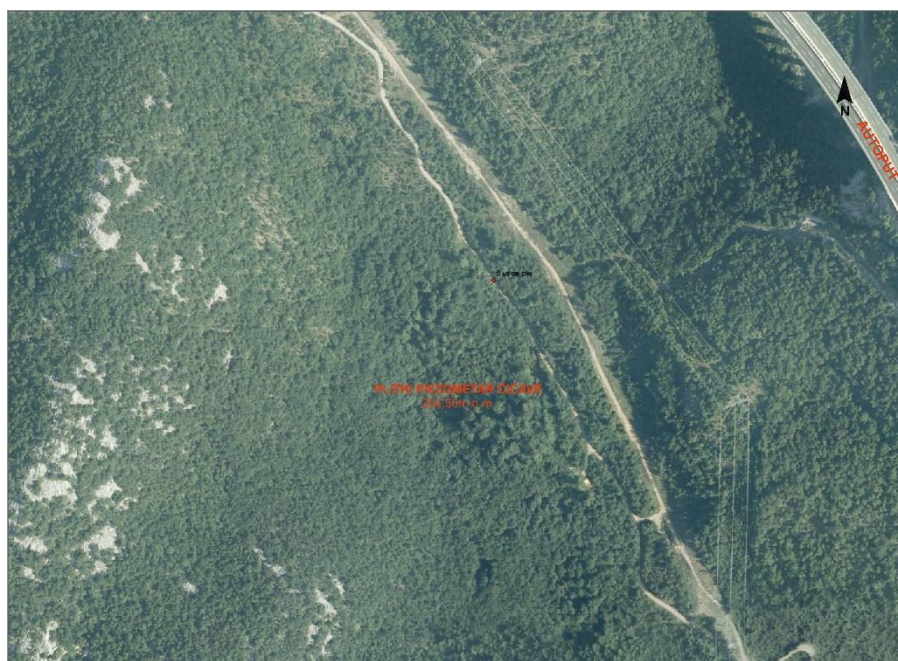


Slika 4.11 Pozicija plitkog piezometra Hidroelektra

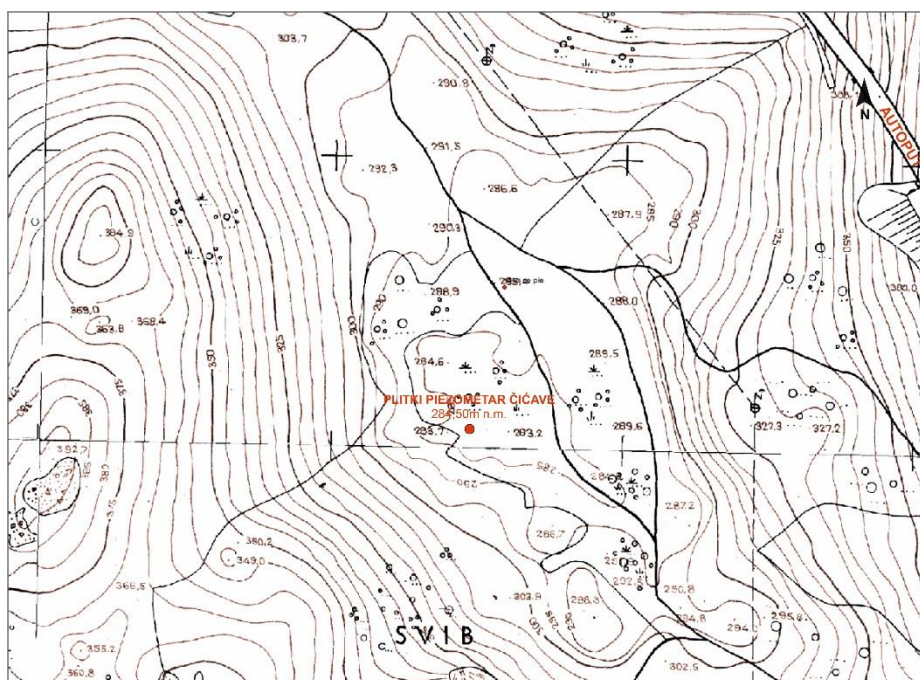
PLITKI PIEZOMETAR ČIČAVA

Nalazi se na dnu proširene vrtače u kojoj su vidljivi tragovi poniranja vode (Slika 4.12 i 4.13). Dno vrtače je pokriveno naplavnom glinom koja dobro drži vodu te omogućava rast velikih topola. Izbušena je metarska bušotina zacijevljena plastikom u koju je ugrađen loger tip DIVER – 10 m na dubinu od 0,40 m. Kota ušća bušotine izmjerena je visina od 284,50 m n.m.

Koordinate položaja piezometra ČIČAVE je E 346 499 N 5 027 274, (HTRS96/TM).



Slika 4.12 Pozicija plitkog piezometra Čičave na DOF podlozi



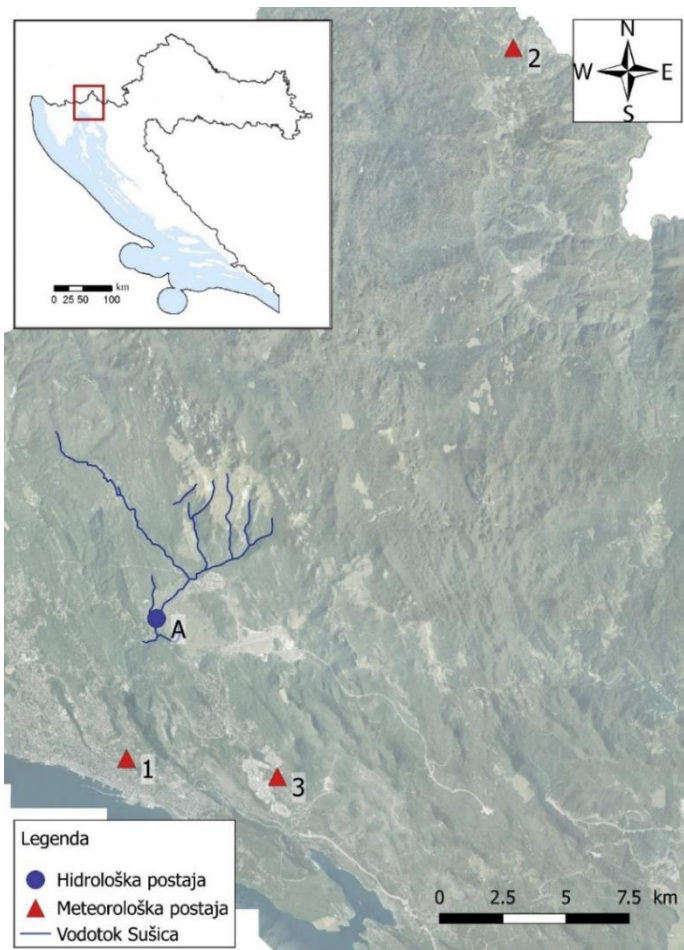
Slika 4.13 Pozicija plitkog piezometra Čičave na HOK podlozi

4.3. Monitoring DHMZ-a

Prikaz lokacija meteoroloških i hidrološke postaja Državnog hidrometeorološkog zavoda iz Zagreba čiji su podaci korišteni u danom dokumentu dan je na Slici 4.14. Korišteni su podaci o oborinama sa glavnih meteoroloških postaja Rijeka (45°20'13" N, 14°26'34" E) i Parg (45°35'37" N, 14°37'50" E), te klimatološke postaje Kukuljanovo (45°20' N, 14°32' E).

Unutar analiziranog sliva nalazi se i jedina hidrološka postaja locirana na prostoru Grobničkog polja . Postaja Dražice – Sušica (45°23'13" N, 14°27'22" E) sa kotom nule vodokaza od 274,41 m n.m. Locirana je neposredno nizvodno od utoka Lužca u Sušicu, tako da se na njoj se registriraju protoci Sušice na izlazu iz Grobničkog polja. No, dio vodne bilance Lužca završava u ponoru Rupa koji se nalazi na odvojkju njegova korita oko 0,6 km uzvodno od spomenute postaje. Hidrološka postaja Sušica – Dražice osnovana je 1985. godine i nalazi se na pritoci Sušica pored mjesta Dražice (Slika 4.14). U travnju 2010. godine provedeno je snimanje kote nule vodokaza (274,41 m n.m.) koja je usvojena za čitavo razdoblje od osnutka postaje (<https://hidro.dhz.hr/>). Prikaz poprečnog presjeka korita Sušice kod hidrološke postaje Dražice-Sušica dan je na Slici 4.15. Uzdužni pad korita je mali.

Zbog još trenutno neobrađenih podataka te nemogućnosti dobivanja službenih podataka od strane DHMZ-a, satni podaci o protocima uključeni u predmetni dokument dobiveni su preko konsumpcijske krivulje iz 2017. godine koja je zbog stabilnosti profila (pregrada u koritu Sušice – Slika 4.16) prihvatljiva i za dulja razdoblja.

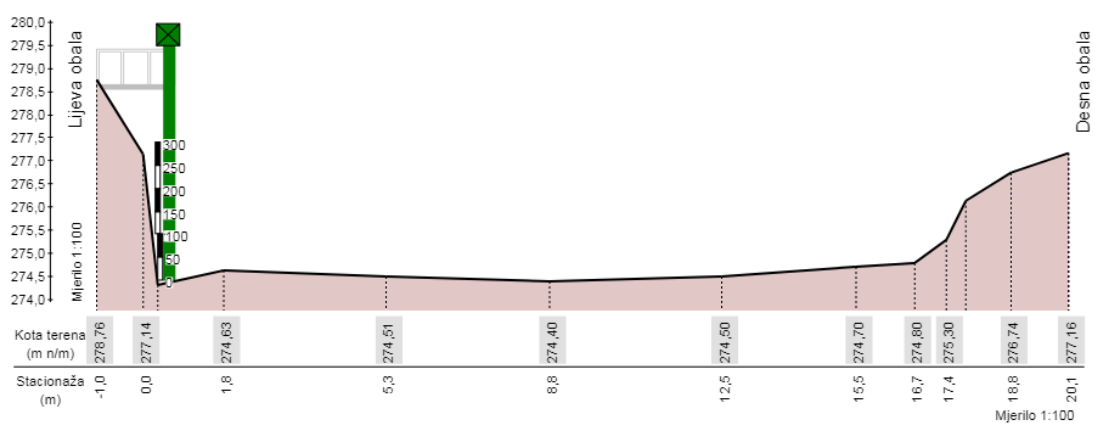


Slika 4.14 Prikaz lokacije hidrološke postaje Dražice – Sušica i meteoroloških postaja Rijeka (1), Parg (2) i Kukuljanovo(3)

POPREČNI PRESJEK KORITA

Šifra: 6084
 Postaja: DRAŽICE
 Vodotok: SUŠICA

Kota nule: 274,410 m n/m
 Vodostaj: SUHO
 Datum mjerenja: 19. 12. 2014.



Slika 4.15 Poprečni presjek korita Sušice kod hidrološke postaje Dražice-Sušica (<https://hidro.dhz.hr/>)



Slika 4.16 Limnigraf Dražice – Sušica

5. REZULTATI MONITORINGA DHMZ-A

5.1. Klimatološki podaci

Godišnje količine oborina na širem analiziranom prostoru su relativno velike i u prosjeku se kreću se od 1.500 mm u priobalju pa do preko 3.000 mm u dijelovima prostora koji pripada Gorskom kotaru. Godišnji hod oborina ima maritimni karakter s primarnim maksimumom u studenom ili prosincu, sekundarnim maksimumom u proljeće te minimumom najčešće u srpnju (Geo 5 d.o.o., 2020).

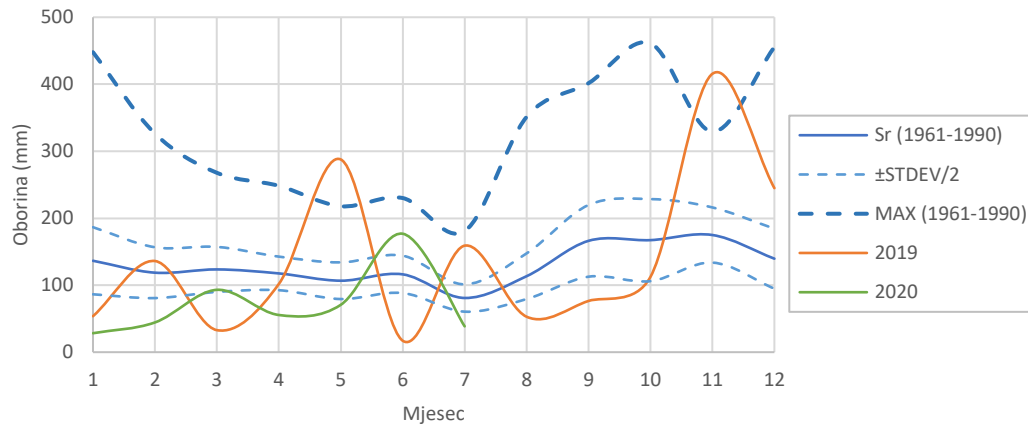
Kako bi se dobio uvid u oborinski režim na širem utjecajnom prostoru, pribavljeni su raspoloživi podaci o oborinama sa glavnih meteoroloških postaja Rijeka i Parg i klimatološke postaje Kukuljanovo. Postaja Rijeka nalazi se na 120 metara nadmorske visine, postaja Parg na 863 m, a postaja Kukuljanovo na 355 m (https://meteo.hr/infrastruktura.php?section=mreze_postaja¶m=pmm&el=glavne). U Tablici 5.1 dan je prikaz ukupnih mjesečnih količina oborina i maksimalnih dnevnih oborina na spomenutim postajama, kao i njihove osrednjene vrijednosti u razdoblju od siječnja 2019. do srpnja 2020. do kada je trajao monitoring po predmetnom programu.

Tablica 5.1 Ukupni i maksimalni mjesečni i godišnji podaci o oborinama (mm) na postajama Rijeka, Parg i Kukuljanovo i osrednjene oborine tih triju postaja u razdoblju od siječnja 2019. do srpnja 2020.

Mjesec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	GOD	
2019	Rijeka													
	Ukupno	53,7	136,1	32,9	101,8	287,7	17,1	159,0	52,9	76,5	112,5	415,6	244,9	1690,7
	Max	16,2	64,7	17,0	23,3	57,5	11,0	69,7	39,0	28,3	48,9	57,8	47,5	69,7
	Parg													
	Ukupno	107,1	129,9	88,8	177,0	273,4	22,0	136,3	103,9	111,6	88,9	452,6	228,2	1919,7
	Max	42,2	48,2	37,1	38,6	69,8	8,5	42,7	46,0	28,0	32,8	101,7	62,5	101,7
	Kukuljanovo													
	Ukupno	54,8	90,2	56,8	105,4	272,0	16,3	175,5	42,0	105,4	73,8	392,7	271,0	1655,9
	Max	20,0	40,5	32,8	24,8	79,0	14,6	55,7	24,5	33,5	30,0	46,0	62	79,0
	Srednja oborina s postaja Rijeka, Parg i Kukuljanovo													
	Ukupno	71,9	118,7	60	128,1	277,7	18,5	156,9	66,3	97,8	91,7	420,3	248,0	1755,4
	Max	26,1	51,1	29,0	25,3	67,5	10,5	56,0	36,5	29,9	22,0	66,7	47,8	67,5
2020	Rijeka													
	Ukupno	28,3	44,4	93,1	55,5	70,7	176,8	38,6						
	Max	13,6	15,6	40,5	38,8	16,5	41,6	22,1						
	Parg													
	Ukupno	28,9	68,3	109,3	48,6	107,7	248,1	129,0						
	Max	20,6	19,8	24,1	28,1	21,2	48,7	42,7						
	Kukuljanovo													
	Ukupno	48,0	67,0	119,2	45,4	65,7	164,7	55,4						
	Max	27,5	22,0	67,0	30,0	17,4	44,0	27,0						
	Srednja oborina s postaja Rijeka, Parg i Kukuljanovo													
	Ukupno	35,1	59,9	107	49,8	81,4	196,5	74,3						
	Max	14,3	15,4	43,3	32,3	14,5	44,8	20,8						

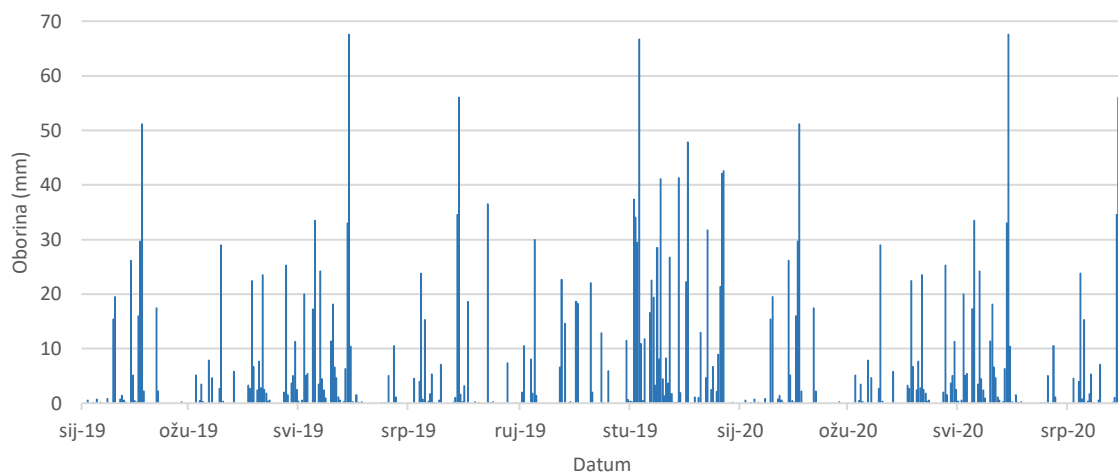
Na Slici 5.2 dan je prikaz ukupnih mjesečnih oborina sa najbliže glavne meteorološke postaje Rijeka tijekom 2019. godine i do srpnja 2020. u usporedbi sa ukupnim i maksimalnim mjesečnim oborinama

za referentno povijesno razdoblje 1961.-1990. Sa slike je vidljivo da su svibanj i studeni 2019. godine bili puno vodniji u odnosu na višegodišnji prosjek i to su čak ukupne mjesečne oborine bile veće od maksimalnih zabilježenih oborina u razdoblju od 1961.-1990. Također vidimo da su srpanj 2019. i lipanj 2020. bili naglašenije vodniji u odnosu na višegodišnji prosjek. Dok su pojedini mjeseci tijekom 2019. bili naglašenije vodni, ožujak i lipanj su bili naglašeno sušniji. U promatranom razdoblju za 2020. godinu vidljivo je da su svi mjeseci, osim spomenutog lipnja, bili dosta sušniji od višegodišnjeg prosjeka.



Slika 5.2 Prikaz unutar godišnja raspodjela ukupnih i maksimalnih mjesečnih oborina za postaju Rijeka za referentno povijesno razdoblje 1961.-1990. u usporedbi sa 2019. godinom i polovicom 2020.

U Tablicama 5.2 - 5.7 dani su dnevni te ukupni mjesečni i maksimalni mjesečni podaci o dnevnim oborinama s postaja Rijeka, Parg i Kukuljanovo tijekom 2019. godine kao i u razdoblju od siječnja do srpnja 2020. godine. Na slici 5.3 dan je prikaz hoda osrednjenih dnevnih oborina sa spomenute tri postaje tijekom cijelog razdoblja opažanja.



Slika 5.3 Prikaz hoda osrednjenih dnevnih oborina s postaja Rijeka, Parg i Kukuljanovo u razdoblju od siječnja 2019. do srpnja 2020. godine

Tablica 5.2 Dnevni, ukupni i maksimalni mjesečni podaci o oborinama (mm) na postaji Rijeka-Kozala tijekom 2019. godine

2019	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1		23,6			0,0						0,0	
2		29,6			0,0	0,1				48,9	0,2	34,4
3		64,7		5,8		0,1		11,2	2,2	10,5	57,8	47,5
4	0,0	0,0		0,1	17,2	0,2				0,0	26,7	
5			1,6	21,8	5,4	0,3					25,1	
6				5,7	1,1						52,5	
7			0,4				5,7		3,8		6,5	1,6
8			0,0	3,0			25,5		0,7		0,3	
9	0,6			5,1	22,7		0,2	0,1	28,3		8,0	0,8
10				2,3	44,8		16,3		1,2	25,4		7,7
11		12,7		23,3						0,0		
12		5,5	5,3	0,2	4,5		0,1				19,7	
13				1,0	4,8		0,4				22,2	3,2
14			5,0		0,0		3,8	39,0			20,8	33,1
15	0,3				0,0		0,2				1,8	
16						0,1				8,6	27,4	0,2
17											6,1	4,3
18	14,3		0,3				0,0				33,2	0,2
19	15,3		17,0		19,1		6,2			0,0	4,6	0,5
20	0,0				26,9	5,3				11,5	1,4	14,5
21					6,7						5,6	19,9
22					5,9						5,0	32,8
23	0,0			2,0	0,9	11,0		0,0	8,0		31,2	44,2
24	0,1			20,3					15,4		0,3	
25				0,4				2,6			0,4	
26			3,3						16,8			
27				2,4	7,0		0,8				0,2	
28	16,2			6,6	57,5		28,4		0,0		57,8	
29	6,9			1,8	53,8		69,7		0,1		0,8	
30				0,0	9,4		1,7			7,6		
31	0,0				0,0							
Ukupno	53,7	136,1	32,9	101,8	287,7	17,1	159,0	52,9	76,5	112,5	415,6	244,9
Max	16,2	64,7	17,0	23,3	57,5	11,0	69,7	39,0	28,3	48,9	57,8	47,5

Tablica 5.3 Dnevni, ukupni i maksimalni mjesečni podaci o oborinama (mm) na postaji Rijeka-Kozala u razdoblju od siječnja do srpnja 2020. godine

2020	I	II	III	IV	V	VI	VII
1		4,7	4,3		16,5		
2		6,5	40,5		4,9		
3			3,9		3	7,1	0
4		2,1	7,9			1,5	
5		4				33,4	
6			33,7			5,8	
7			2,5				2,6
8						15,9	
9						41,6	
10		0,1				27,3	
11		0,1			0	28,9	
12					14,2	0,4	8,2
13					11,7		
14		15,6	0,1	0,6		0	
15				9,1			
16					4,1	2,1	
17					0		3,7
18		0,3					
19	0	6			0,5		
20		0,2		0	2,4	4,4	
21			0,1		0,1	0,6	
22						4,5	
23							1,6
24			0		7,8		0
25	9,4	0	0,1				22,1
26	13,6	0,8	0	3,4	2,7	1,2	0,4
27	0,3	0,2	0	0,7	1,4		
28	0	3,8					
29	5			2,9	1,4		
30				38,8		2,1	
31							
Ukupno	28,3	44,4	93,1	55,5	70,7	176,8	38,6
Max	13,6	15,6	40,5	38,8	16,5	41,6	22,1

Tablica 5.4 Dnevni, ukupni i maksimalni mjesečni podaci o oborinama (mm) na postaji Parg tijekom 2019. godine

2019	I	II	III	IV	V	VI	VII	IX	VIII	X	XI	XII
1	0,0	5,3			1,0			9,6			1,0	0,0
2	0,0	36,9	0,0			4,1			5,9	2,2	0,3	4,4
3	0,0	48,2	0,0	0,0	1,7	0,2		32,7	27,2	32,8	24,7	33,9
4	1,6	5,8		7,4	14,8		13,6		0,0	0,0	54,4	
5	0,0		9,9	25,6	6,9	0,0					25,3	
6				6,5	13,9						101,7	
7	0,2		0,5		0,0		2,3	0,6	11,2		10,6	0,0
8	0,0		10,4	1,1			7,9		4,0		0,8	
9	0,4		0,6	13,9	10,1		2,0	0,0	28,0		12,2	0,6
10		0,0		1,6	15,6		20,6		1,9	10,7	0,2	13,7
11	0,5	32,0	0,0	22,5	0,0		0,2			6,1		0,0
12		1,0	11,2	6,9	2,5		1,0				15,9	
13				4,5	54,4		4,3	0,0			29,8	6,1
14			2,8	1,0	13,4		8,1	46,0			17,4	39,1
15	2,2			1,6	7,3			0,1			4,5	
16					2,8	0,0		0,1		16,9	25,6	0,8
17					0,0	0,0		0,6		0,1	12,1	0,8
18	19,1		7,7		0,0	0,1	1,6		0,0		50,1	0,0
19	24,3		37,1		7,1		0,9		0,0	0,0	3,8	4,8
20	0,0		0,9		8,1	8,5				0,0	1,6	2,8
21	0,0				3,7					0,0	10,7	17,3
22	2,3				0,0			0,0			1,0	62,5
23	4,3			2,4	0,3	5,8			0,3		9,9	41,0
24	1,2			38,6	1,3	3,3		0,0	21,6		4,8	
25	0,4	0,7		3,3		0,0		14,1			0,1	0,0
26	0,0	0,0	7,7		0,8		0,3		11,4		0,2	
27				1,1	5,2		1,5				0,2	
28	42,2			5,4	19,8		27,3		0,0		30,6	0,4
29	6,8			28,0	69,8		42,7	0,0	0,1	0,0	3,1	
30	1,2			5,6	12,2		1,2	0,1		18,2	0,0	
31	0,4				0,7		0,8			1,9		
Ukupno	107,1	129,9	88,8	177,0	273,4	22,0	136,3	103,9	111,6	88,9	452,6	228,2
Max	42,2	48,2	37,1	38,6	69,8	8,5	42,7	46,0	28,0	32,8	101,7	62,5

Tablica 5.5 Dnevni, ukupni i maksimalni mjesečni podaci o oborinama (mm) na postaji Parg u razdoblju od siječnja do srpnja 2020. godine

2020	I	II	III	IV	V	VI	VII
1		0	2		9,5	0,4	
2		2,4	22,4		10,2		
3			24,1		2,8	16,2	42,7
4		0,4	11,9			2,5	6,2
5	0	15,8	0,3			44,3	
6		0	13,8		0,4	30,3	
7			5,5			0,2	21,5
8			0			15,7	
9						48,7	
10		0,9				11,9	
11		4,4				7	
12		0			6,2	0,7	8,1
13					14,9		
14		8,6	2,4	0	0		
15			1	8,9		9,3	
16					6	4	
17					2,6		23,4
18		0,9			0,1	0,6	1,6
19	2,1	2,1			3,1	0	3
20	0,2	0,7		0,5	17,9	22,5	
21	0,3			0,1	4,4	2,7	
22			0			1	
23			0		0		8,9
24			0,3		21,2		0
25	0,9	0	8,7			11	13,3
26	1,8	6	7,6	7,1	5,6	19,1	0,3
27	1	19,8	4,9	1,5	1,3		
28	2	6,3	0				
29	20,6			2,4	1,5		
30			0	28,1			
31			4,4				
Ukupno	28,9	68,3	109,3	48,6	107,7	248,1	129,0
Max	20,6	19,8	24,1	28,1	21,2	48,7	42,7

Tablica 5.6 Dnevni, ukupni i maksimalni mjesečni podaci o oborinama (mm) na postaji Kukuljanovo tijekom 2019. godine

2019	I	II	III	IV	V	VI	VII	IX	VIII	X	XI	XII
1		19,0										
2		22,5				0,2				4,6	0,3	28,0
3		40,5		4,0				12,0	2,0	11,5	29,5	62,0
4	0,0	0,7		0,6	28,0						21,0	
5			4,0	20,0	2,8	0,3					38,0	
6				7,8	1,2						46,0	
7			0,5				3,8		9,3		15,5	1,8
8				3,0			38,0		0,6		0,2	
9	1,2			4,0	19,0				33,5		15,0	1,8
10				4,5	40,0		9,0		1,2	30,0		17,5
11		7,5		24,8								
12			7,0	0,4	3,5						14,0	
13					13,5		0,3				15,5	4,5
14			6,0				4,0	24,5			20,0	23,0
15					0,0						3,5	
16										13,0	32,5	6,5
17											6,0	15,0
18	12,7										40,0	
19	18,8		32,8		8,0		14,0				5,0	0,9
20					19,3	1,2				6,2	1,0	9,5
21					9,5						8,5	27,0
22					8,0						5,0	31,0
23	0,0			1,7	2,2	14,6			11,5		39,0	42,5
24	0,3			17,0	0,2				31,0			
25				0,9				5,5				
26			6,5						15,5			
27				7,5	6,7		0,8					
28	20,0			3,2	21,5		48,0		0,2		35,5	
29	1,8			4,0	79,0		55,7		0,6		1,7	
30				2,0	9,6		1,9			8,5		
31												
Ukupno	54,8	90,2	56,8	105,4	272,0	16,3	175,5	42,0	105,4	73,8	392,7	271,0
Max	20,0	40,5	32,8	24,8	79,0	14,6	55,7	24,5	33,5	30,0	46,0	62,0

Tablica 5.7 Dnevni, ukupni i maksimalni mjesečni podaci o oborinama (mm) na postaji Kukuljanovo u razdoblju od siječnja do srpnja 2020. godine

2020	I	II	III	IV	V	VI	VII
1		5,5	5,2		17,4		
2		9	67		6		
3			3		3	3,4	
4		5,3	17			1,8	
5		8				29	
6			25			7	
7			1,8				2
8						13,5	
9						44	
10		0,4				22	
11		0,1				20,5	
12					16,5	1	4,7
13					7		
14		22		0,2			
15				7,5			
16					1	12	
17					0,2		5,2
18		0,1			0,2		0,1
19		3,5					
20						3,5	
21			0,2		0,4	1,3	
22						1,2	
23							16,4
24					11,2		
25	10		0				27
26	27,5	5,7		2,5	1,2	2,5	
27		1,7		1,2	0,6		
28		5,7					
29	10,5			4	1		
30				30		2	
31							
Ukupno	48,0	67,0	119,2	45,4	65,7	164,7	55,4
Max	27,5	22,0	67,0	30,0	17,4	44,0	27,0

5.2. Hidrološki podaci s postaje Dražice - Sušica

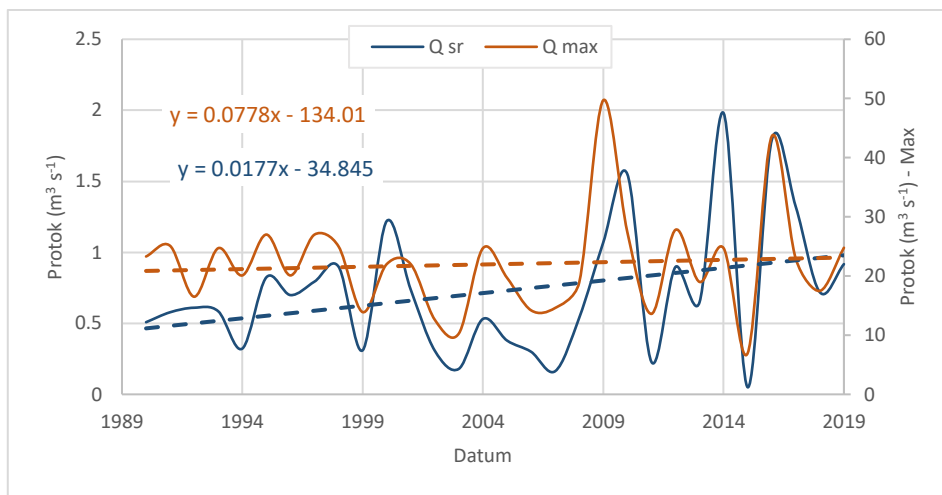
Osnovni statistički pokazatelji (srednja vrijednost Sr, standardna devijacija Stdev, koeficijent varijacije Cv, srednji mjesečni ekstremi Max i Min te mjesečni ekstremi MAX i MIN) srednjih, maksimalnih i minimalnih mjesečnih i godišnjih protoka na hidrološkoj postaji DHMZ-a Sušica – Dražice prikazani su Tablici 5.8. Iz tablica je vidljivo da srednji godišnji protok za raspoloživo razdoblje opažanja 1990.-2019. iznosi $0,772 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Tijekom cijelog razdoblja promatranja svaki mjesec ima bar jedan sušni dan osim prosinca 2019. kada je po prvi puta tijekom cijelog mjeseca bilo vode u koritu Sušice.

Tablica 5.8 Karakteristični srednji mjesečni i godišnji protoci (m^3/s) i maksimalni vodostaji (cm) s hidrološke postaje Sušica – Dražice

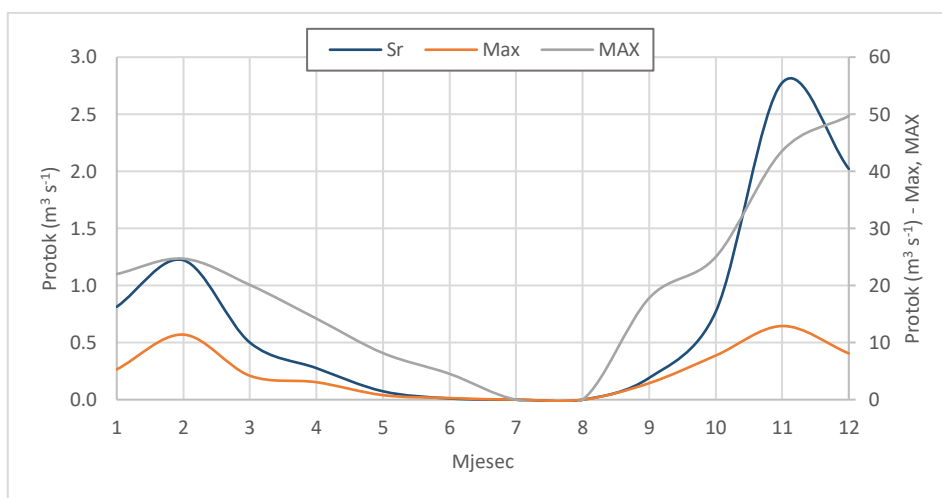
Protok (1990. - 2019.)													
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
Sr	0,813	1,22	0,500	0,276	0,073	0,011	0	0	0,191	0,770	2,78	2,02	0,722
Stdev	1,50	2,46	1,02	0,656	0,186	0,051	0	0	0,612	1,61	3,33	2,43	0,474
Cv	1,84	2,01	2,04	2,37	2,54	4,76	0	0	3,20	2,09	1,20	1,20	0,657
Max	5,3	11,4	4,19	3,06	0,795	0,279	0	0	2,89	7,73	12,9	8,1	1,98
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,050
MAX	22	24,7	20,1	14,2	8,16	4,53	0	0	17,8	25	43,6	49,7	49,7
MIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Na Slici 5.4 dan je prikaz hoda srednjih i maksimalnih godišnjih protoka s hidrološke postaje Sušica-Dražice za razdoblje od 1990. do 2019. godine. Sa slike je vidljivo da je po srednjim godišnjim protocima 2014. godina bila najvodnija ($1,98 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$), dok je 2015. godina bila najsušnija ($0,050 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$). Maksimalni registrirani protok iznosio je $49,7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (2009. godine). Tijekom analiziranog razdoblja prisutan je trend povećanja protoka, no što je više posljedica prekratkog niza podataka nego li što je to neka generalna značajka kretanja stanja vodnih resursa. Također je vidljivo da su od 2007. godine vrlo izraženije razlike između sušnih i vodnih godina, koje se ciklički izmjenjuju.

Također dan je i prikazi unutar godišnje raspodjele za isto razdoblje (Slika 5.5). Najveći dotoci javljaju u hladnijem dijelu godine (maksimalni u mjesecu studenom), kada na slivnom području ima najviše oborina. Tijekom cijelog promatranog razdoblja, u mjesecu lipnju i kolovozu nikad nije bilo pojave vode.



Slika 5.4 Hod karakterističnih srednjih i maksimalnih godišnjih protoka na hidrološkoj postaji Dražice - Sušica (1990. - 2019.)



Slika 5.5 Unutar godišnja raspodjela srednjih i maksimalnih mjesečnih protoka na hidrološkoj postaji Sušica u razdoblju od 1990. do 2019.

6. REZULTATI MONITORINGA NA NOVOUSPOSTAVLJENIM POSTAJAMA

U okviru ovoga poglavlja sadržani su rezultati monitoringa dinamike kolebanja razine vode na u okviru predmetnog projekta novouspostavljenim pijeziometrima. U Tablicama 6.1 – 6.9 dan je prikaz zabilježenih dnevnih podataka o vodostajima na novo uspostavljenim postajama Sušica istok, Sušica zapad, depresija/šljunčara Dubina, depresija/šljunčara Hidroelektra, u ponorskoj zoni Čićave i Ponikve donje te na piezometrima Lužac (B1), Rastinjača (B3) i Gonjuša (B4). Vodostaji na postajama dani su u relativnim mjerama (visina stupca vode u koritu izražena u cm), dok su vodostaji u piezometrima (odnosno razine podzemne vode na piezometarskim bušotinama) dani u apsolutnim kotama izraženim u m n.m.

Vidljivo je da se na piezometru B1 razina vode nikada nije spustila ispod mjerne sonde, dok su kod preostala dva duboka piezometra B3 i B4 zabilježena su njihova presušivanja, odnosno razina vode se spustila ispod mjernih uređaja i to ispod 252,20 m n.n. na piezometru B3 te ispod 266,40 m n.m. na piezometru B4. Mjerni instrumenti u piezometrima bilježili su razine vode u razdoblju od 13.6.2019. do 31.7.2020. godine. Kao što je već napomenuto u piezometru B1 bilo je vode tijekom cijelog razdoblja promatranja, u piezometru B3 tijekom 272 dana, te u piezometru B4 tijekom 146 dana promatranog razdoblja.

Mjerni instrumenti na postajama plitkih piezometara Sušica istok, Sušica zapad, depresija/šljunčara Dubina i u ponorskoj zoni Čićave bilježili su razine vode u razdoblju od 19.7.2019. do 31.7.2020. godine, dok su na postajama depresija/šljunčara Hidroelektra i Ponikve donje nešto duže, u razdoblju od 1.6.2019. do 31.7.2020. U promatranom razdoblju, situacije trajanja pojava vode na postajama bile su dosta rijetke – 66 dana na Sušici istok, 48 dana na Sušici zapad, 37 dana u depresiji/šljunčari Dubina, 18 dana u ponorskoj zoni Čićave, 54 dana na Ponikve donje te svega 4 dana u depresiji/šljunčari Hidroelektra.

Tablica 6.1 Srednji dnevni i karakteristični mjesečni vodostaji s piezometra B1 u razdoblju od 13.6.2019. do 31.7.2020.

Vodostaj (m n.m.) - Grobnik B1 (Lužac)														
	2019							2020						
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
1		243,8	238,1	235,8	235,0	238,1	294,1	283,6	253,4	248,8	247,7	242,8	244,5	248,6
2		243,4	238,0	235,7	235,0	238,0	293,8	279,4	253,9	275,8	247,2	245,5	244,1	247,8
3		243,0	237,9	235,6	235,2	239,2	296,3	275,8	255,7	296,5	246,7	248,3	243,7	247,1
4		242,6	237,9	235,5	235,6	279,7	296,2	272,6	256,9	296,5	246,2	249,9	243,4	246,4
5		242,2	237,8	235,5	235,9	296,4	296,1	269,5	259,2	291,1	245,7	250,2	247,2	245,9
6		241,9	237,8	235,4	236,1	296,5	294,8	266,8	261,4	286,9	245,3	250,0	287,1	245,3
7		241,5	237,7	235,3	236,2	296,5	292,0	264,4	262,5	289,6	244,9	249,5	284,6	244,8
8		241,3	237,7	235,2	236,2	296,4	287,6	262,3	262,4	289,5	244,5	249,0	273,9	244,3
9		241,0	237,6	235,2	236,2	296,4	283,0	260,4	261,5	288,9	244,2	248,3	278,5	243,9
10		240,7	237,5	235,2	236,2	296,3	279,5	258,7	260,0	286,4	243,9	247,6	282,7	243,5
11		240,5	237,4	235,2	236,9	293,6	277,3	257,1	258,8	282,2	243,5	247,0	285,5	243,1
12		240,2	237,3	235,2	237,5	291,5	275,4	255,7	258,2	277,8	243,3	246,7	286,9	242,7
13	260,1	240,0	237,2	235,2	237,9	292,5	273,4	254,4	257,4	274,2	243,0	249,3	286,4	242,4
14	258,8	239,8	237,0	235,2	237,9	295,9	273,6	253,2	256,5	271,2	242,7	252,3	283,3	242,1
15	257,2	239,6	237,0	235,2	237,9	293,9	274,3	252,2	256,7	268,6	242,4	253,6	278,9	241,8
16	255,7	239,4	237,0	235,2	237,9	294,0	273,7	251,2	256,8	266,1	242,2	253,7	274,8	241,5
17	254,4	239,1	236,9	235,1	238,3	294,8	273,8	250,4	256,3	263,8	242,0	253,2	271,2	241,2
18	253,2	239,0	236,9	235,1	238,6	296,3	275,8	249,6	255,6	261,8	241,8	252,6	268,1	240,9
19	252,1	238,8	236,8	235,0	238,8	296,3	279,5	248,8	254,7	260,1	241,5	251,9	265,3	240,6
20	251,1	238,6	236,8	234,9	238,9	296,3	282,5	248,1	253,9	258,5	241,3	251,2	262,8	240,3
21	250,2	238,4	236,7	234,8	239,0	296,2	293,1	247,6	253,1	257,1	241,1	250,4	260,7	240,1
22	249,4	238,3	236,6	234,8	239,2	296,2	296,5	246,9	252,2	255,9	240,9	249,6	258,8	239,9
23	248,6	238,2	236,5	234,7	239,4	295,9	296,5	246,3	251,3	254,7	240,7	248,9	257,1	239,8
24	247,8	238,1	236,4	234,8	239,4	295,8	296,5	245,7	250,6	253,6	240,5	248,2	255,6	239,7
25	247,1	237,9	236,3	234,8	239,3	295,3	296,4	245,2	249,8	252,6	240,3	247,6	254,3	239,5
26	246,4	237,8	236,3	234,9	239,1	293,9	296,4	244,8	249,2	251,7	240,1	247,1	253,1	239,4
27	245,9	237,7	236,2	234,9	238,9	291,1	296,2	244,8	248,9	250,9	239,9	246,7	252,0	239,3
28	245,3	237,6	236,1	235,0	238,8	294,3	296,2	244,9	248,7	250,1	239,7	246,2	251,1	239,3
29	244,8	237,7	236,0	235,0	238,5	296,0	295,5	247,5	248,5	249,4	239,6	245,8	250,2	239,1
30	244,3	237,9	235,9	235,0	238,3	295,4	292,8	251,1		248,7	240,5	245,4	249,3	239,0
31		238,0	235,9		238,2		288,4	253,1		248,2		245,0		238,9
SR	250,7	239,8	237,0	235,1	237,6	289,0	287,6	255,9	255,3	268,0	242,8	248,8	264,5	242,2
St dev	4,95	1,89	0,68	0,27	1,44	17,4	9,25	11,0	4,25	16,4	2,39	2,73	15,4	2,87
Cv	0,020	0,008	0,003	0,001	0,006	0,060	0,032	0,043	0,017	0,061	0,010	0,011	0,058	0,012
Max	260,1	243,8	238,1	235,8	239,4	296,5	296,5	283,6	262,5	296,5	247,7	253,7	287,1	248,6
Min	244,3	237,6	235,9	234,7	235,0	238,0	273,4	244,8	248,5	248,2	239,6	242,8	243,4	238,9

Tablica 6.2 Srednji dnevni i karakteristični mjesečni vodostaji s piezometra B3 u razdoblju od 13.6.2019. do 31.7.2020.

Vodostaj (m n.m.) - Grobnik B3 (Rastinjčica)														
	2019							2020						
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
1		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	253,6	303,5	294,6	277,7	272,3	256,7	258,7	254,1	256,1
2		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	253,5	303,6	289,8	280,6	303,5	256,1	272,6	253,3	255,2
3		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	280,0	303,5	285,1	281,5	303,7	255,5	279,1	252,6	254,3
4		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	303,8	303,5	281,8	283,1	303,6	254,8	277,9	258,9	253,4
5		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	303,7	303,5	279,4	298,4	303,6	254,1	276,7	293,5	252,6
6		SUHO	SUHO	SUHO	252,2	303,7	303,5	278,0	296,0	303,7	253,5	268,0	303,7	252,2
7		SUHO	SUHO	SUHO	252,3	303,7	301,1	276,3	289,6	303,6	252,9	264,1	303,6	SUHO
8		SUHO	SUHO	SUHO	252,3	303,7	296,6	273,3	283,9	303,5	252,4	262,6	303,6	SUHO
9		SUHO	SUHO	SUHO	252,3	303,7	292,9	271,2	280,4	303,5	252,2	261,0	303,6	SUHO
10		SUHO	SUHO	SUHO	252,3	303,6	290,8	269,3	278,4	299,7	SUHO	259,5	303,6	SUHO
11		SUHO	SUHO	SUHO	253,3	303,6	288,6	267,5	278,5	295,1	SUHO	258,2	303,6	SUHO
12		SUHO	SUHO	SUHO	254,2	303,7	285,7	266,0	278,4	290,3	SUHO	268,0	303,6	SUHO
13	270,4	SUHO	SUHO	SUHO	254,5	303,8	284,1	264,5	277,7	285,3	SUHO	288,3	302,3	SUHO
14	268,9	SUHO	SUHO	SUHO	254,5	303,7	295,3	263,3	278,1	282,0	SUHO	283,7	296,9	SUHO
15	267,1	SUHO	SUHO	SUHO	254,4	303,7	295,1	262,1	279,1	279,8	SUHO	280,4	291,9	SUHO
16	265,4	SUHO	SUHO	SUHO	254,2	303,6	294,6	261,0	278,6	278,4	SUHO	278,2	286,6	SUHO
17	263,9	SUHO	SUHO	SUHO	255,0	303,7	302,3	259,9	277,9	277,2	SUHO	277,1	282,2	SUHO
18	262,6	SUHO	SUHO	SUHO	255,6	303,6	303,5	258,9	277,2	274,4	SUHO	270,5	279,3	SUHO
19	261,3	SUHO	SUHO	SUHO	255,7	303,6	303,5	257,9	274,7	271,4	SUHO	267,1	277,5	SUHO
20	260,2	SUHO	SUHO	SUHO	255,6	303,6	303,6	256,9	269,2	269,6	SUHO	265,4	274,3	SUHO
21	259,1	SUHO	SUHO	SUHO	255,8	303,6	303,8	256,0	267,8	268,1	SUHO	263,9	271,1	SUHO
22	258,1	SUHO	SUHO	SUHO	256,2	303,6	303,8	255,1	266,3	266,6	SUHO	262,6	268,8	SUHO
23	257,1	SUHO	SUHO	SUHO	256,5	303,6	303,7	254,3	264,9	265,3	SUHO	261,4	266,7	SUHO
24	256,1	SUHO	SUHO	SUHO	256,4	303,6	303,6	253,5	263,5	264,0	SUHO	260,2	264,8	SUHO
25	255,2	SUHO	SUHO	SUHO	256,2	303,7	303,6	252,8	262,3	262,8	SUHO	259,3	263,2	SUHO
26	254,3	SUHO	SUHO	SUHO	255,8	303,6	303,5	252,3	261,4	261,7	SUHO	258,5	261,8	SUHO
27	253,5	SUHO	SUHO	SUHO	255,4	301,4	303,5	252,8	261,5	260,7	SUHO	257,7	260,5	SUHO
28	252,7	SUHO	SUHO	SUHO	254,9	303,7	303,4	254,9	261,9	259,7	SUHO	257,0	259,3	SUHO
29	252,3	SUHO	SUHO	SUHO	254,4	303,7	303,4	281,9	262,2	258,8	SUHO	256,3	258,2	SUHO
30	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	254,0	303,6	302,1	283,4		258,0	254,4	255,6	257,1	SUHO
31		SUHO	SUHO		253,7		297,5	280,0		257,3		254,9		SUHO
SR	259,9					299,4	299,7	267,6	275,5	280,2		266,6	278,7	
St dev	5,74					13,2	5,92	12,5	10,00	17,5		9,35	19,2	
Cv	0,022					0,044	0,020	0,047	0,036	0,062		0,035	0,069	
Max	270,4				256,5	303,8	303,8	294,6	298,4	303,7	256,7	288,3	303,7	256,1
Min	252,3	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	253,5	284,1	252,3	261,4	257,3	SUHO	254,9	252,6	SUHO

Tablica 6.3 Srednji dnevni i karakteristični mjesečni vodostaji s piezometra B4 u razdoblju od 13.6.2019. do 31.7.2020.

Vodostaj (m n.m.) - Grobnik B4 (Gonjuša)														
	2019							2020						
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
1		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	299,8	290,3	273,7	270,7	SUHO	272,3	SUHO	SUHO
2		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	300,7	285,8	276,8	299,8	SUHO	277,9	SUHO	SUHO
3		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	278,0	302,9	280,9	280,1	302,7	SUHO	279,9	SUHO	SUHO
4		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	301,1	302,0	276,9	279,9	302,7	SUHO	275,7	266,5	SUHO
5		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	304,5	300,8	273,9	290,5	302,0	SUHO	271,5	284,6	SUHO
6		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	305,6	299,6	271,5	291,8	301,6	SUHO	268,2	301,6	SUHO
7		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	305,1	297,4	269,6	287,6	301,7	SUHO	266,4	301,8	SUHO
8		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	304,6	293,4	267,9	282,2	300,6	SUHO	SUHO	300,6	SUHO
9		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	303,9	289,2	266,5	277,0	299,3	SUHO	SUHO	300,8	SUHO
10		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	303,0	288,1	SUHO	273,3	296,6	SUHO	SUHO	301,1	SUHO
11		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	302,0	287,1	SUHO	273,7	292,2	SUHO	SUHO	300,9	SUHO
12		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	301,1	284,0	SUHO	273,6	287,3	SUHO	268,7	300,2	SUHO
13	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	301,7	281,4	SUHO	272,0	282,4	SUHO	283,5	298,6	SUHO
14	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	302,1	291,2	SUHO	272,0	278,5	SUHO	283,1	294,6	SUHO
15	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	301,4	292,5	SUHO	275,1	275,6	SUHO	277,9	289,6	SUHO
16	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	301,5	290,9	SUHO	274,2	273,1	SUHO	273,3	284,1	SUHO
17	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	301,9	294,7	SUHO	272,2	270,9	SUHO	270,2	278,7	SUHO
18	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	303,0	299,3	SUHO	270,3	269,0	SUHO	267,9	274,4	SUHO
19	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	303,2	300,0	SUHO	268,7	267,3	SUHO	266,5	271,2	SUHO
20	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	302,6	300,1	SUHO	267,3	SUHO	SUHO	SUHO	268,7	SUHO
21	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	301,8	303,3	SUHO	266,4	SUHO	SUHO	SUHO	266,7	SUHO
22	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	301,1	305,3	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
23	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	301,0	305,3	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
24	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	301,0	304,9	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
25	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	300,5	304,3	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
26	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	299,5	303,5	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
27	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	297,6	302,2	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
28	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	301,8	300,9	266,7	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
29	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	302,1	299,7	281,1	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
30	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	301,0	297,9	284,3		SUHO	268,1	SUHO	SUHO	SUHO
31		SUHO	SUHO		SUHO		294,3	278,7		SUHO		SUHO		SUHO
SR							297,3							
St dev							6,52							
Cv							0,022							
Max						305,6	305,3	290,3	291,8	302,7	268,1	283,5	301,8	
Min	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	281,4	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO

Tablica 6.4 Srednji dnevni i karakteristični mjesečni vodostaji s mjerne postaje Sušica istok u razdoblju od 19.7.2019. do 31.7.2020.

Vodostaj (cm) - Sušica istok														
	2019							2020						
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
1			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	44	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
2			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	44	SUHO	SUHO	59	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
3			SUHO	SUHO	SUHO	2	86	SUHO	SUHO	78	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
4			SUHO	SUHO	SUHO	67	71	SUHO	SUHO	77	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
5			SUHO	SUHO	SUHO	107	46	SUHO	SUHO	68	SUHO	SUHO	1	SUHO
6			SUHO	SUHO	SUHO	118	39	SUHO	SUHO	59	SUHO	SUHO	67	SUHO
7			SUHO	SUHO	SUHO	105	3	SUHO	SUHO	62	SUHO	SUHO	71	SUHO
8			SUHO	SUHO	SUHO	94	SUHO	SUHO	SUHO	49	SUHO	SUHO	55	SUHO
9			SUHO	SUHO	SUHO	89	SUHO	SUHO	SUHO	27	SUHO	SUHO	52	SUHO
10			SUHO	SUHO	SUHO	82	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	58	SUHO
11			SUHO	SUHO	SUHO	69	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	56	SUHO
12			SUHO	SUHO	SUHO	60	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	46	SUHO
13			SUHO	SUHO	SUHO	64	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	13	SUHO
14			SUHO	SUHO	SUHO	70	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
15			SUHO	SUHO	SUHO	66	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
16			SUHO	SUHO	SUHO	66	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
17			SUHO	SUHO	SUHO	75	7	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
18			SUHO	SUHO	SUHO	84	53	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
19		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	86	56	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
20		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	80	44	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
21		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	69	80	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
22		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	56	102	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
23		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	53	100	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
24		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	60	92	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
25		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	55	84	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
26		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	33	83	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
27		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	3	69	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
28		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	61	54	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
29		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	77	39	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
30		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	65	7	SUHO		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
31		SUHO	SUHO		SUHO		SUHO	SUHO		SUHO		SUHO		SUHO
SR														
St dev														
Cv														
Max						118	102			78			71	
Min	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO

Tablica 6.5 Srednji dnevni i karakteristični mjesečni vodostaji s mjerne postaje Sušica zapad u razdoblju od 19.7.2019. do 31.7.2020.

Vodostaj (cm) - Sušica zapad														
	2019							2020						
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
1			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
2			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	2	SUHO	SUHO	8	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
3			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	21	SUHO	SUHO	16	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
4			SUHO	SUHO	SUHO	3	10	SUHO	SUHO	15	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
5			SUHO	SUHO	SUHO	20	1	SUHO	SUHO	9	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
6			SUHO	SUHO	SUHO	35	SUHO	SUHO	SUHO	5	SUHO	SUHO	8	SUHO
7			SUHO	SUHO	SUHO	27	SUHO	SUHO	SUHO	5	SUHO	SUHO	11	SUHO
8			SUHO	SUHO	SUHO	20	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	1	SUHO
9			SUHO	SUHO	SUHO	20	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
10			SUHO	SUHO	SUHO	17	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	2	SUHO
11			SUHO	SUHO	SUHO	8	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	1	SUHO
12			SUHO	SUHO	SUHO	5	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
13			SUHO	SUHO	SUHO	7	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
14			SUHO	SUHO	SUHO	9	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
15			SUHO	SUHO	SUHO	8	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
16			SUHO	SUHO	SUHO	10	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
17			SUHO	SUHO	SUHO	15	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
18			SUHO	SUHO	SUHO	19	4	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
19		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	20	6	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
20		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	16	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
21		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	10	20	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
22		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	2	28	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
23		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	1	23	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
24		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	5	17	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
25		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	4	13	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
26		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	17	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
27		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	5	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
28		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	10	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
29		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	15	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
30		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	9	SUHO	SUHO		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
31		SUHO	SUHO		SUHO		SUHO	SUHO		SUHO		SUHO		SUHO
SR														
St dev														
Cv														
Max						35	28			16			11	
Min	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO

Tablica 6.6 Srednji dnevni i karakteristični mjesečni vodostaji s mjerne postaje Šljunčara Dubina u razdoblju od 19.7.2019. do 31.7.2020.

Vodostaj (cm) - Grobnik – Šljunčara Dubina														
	2019							2020						
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
1			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
2			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
3			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	8	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
4			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	100	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
5			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	141	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
6			SUHO	SUHO	SUHO	29	100	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
7			SUHO	SUHO	SUHO	161	3	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
8			SUHO	SUHO	SUHO	187	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
9			SUHO	SUHO	SUHO	247	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
10			SUHO	SUHO	SUHO	279	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
11			SUHO	SUHO	SUHO	285	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
12			SUHO	SUHO	SUHO	282	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
13			SUHO	SUHO	SUHO	269	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
14			SUHO	SUHO	SUHO	254	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
15			SUHO	SUHO	SUHO	243	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
16			SUHO	SUHO	SUHO	225	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
17			SUHO	SUHO	SUHO	209	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
18			SUHO	SUHO	SUHO	205	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
19		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	219	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
20		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	233	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
21		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	237	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
22		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	223	2	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
23		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	193	117	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
24		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	161	166	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
25		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	126	215	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
26		SUHO	SUHO	0,6	SUHO	16	261	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
27		SUHO	SUHO	0,8	SUHO	SUHO	274	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
28		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	269	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
29		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	1	228	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
30		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	11	152	SUHO		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
31		SUHO	SUHO		SUHO		19	SUHO		SUHO		SUHO		SUHO
SR														
St dev														
Cv														

Max				1		285	274							
Min	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO

Tablica 6.7 Srednji dnevni i karakteristični mjesečni vodostaji s mjerne postaje Šljunčara Hidroelektra u razdoblju od 1.6.2019. do 31.7.2020.

Vodostaj (cm) – Grobnik - Šljunčara Hidroelektra														
	2019							2020						
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
2	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	10	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
3	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	11	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
4	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
5	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	6	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
6	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	7	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
7	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
8	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
9	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
10	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
11	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
12	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
13	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
14	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
15	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
16	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
17	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
18	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
19	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
20	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
21	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
22	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
23	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
24	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
25	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
26	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
27	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
28	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
29	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
30	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
31		SUHO	SUHO		SUHO		SUHO	SUHO		SUHO		SUHO		SUHO
SR														

St dev														
Cv														
Max						7	11							
Min	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO

Tablica 6.8 Srednji dnevni i karakteristični mjesečni vodostaji s mjerne postaje Čičave u razdoblju od 19.7.2019. do 31.7.2020.

Vodostaj (cm) - Čičave														
	2019							2020						
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
1			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
2			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	55	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
3			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	265	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
4			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	196	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
5			SUHO	SUHO	SUHO	12	15	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
6			SUHO	SUHO	SUHO	115	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
7			SUHO	SUHO	SUHO	237	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
8			SUHO	SUHO	SUHO	293	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
9			SUHO	SUHO	SUHO	322	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
10			SUHO	SUHO	SUHO	324	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
11			SUHO	SUHO	SUHO	236	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
12			SUHO	SUHO	SUHO	33	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
13			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
14			SUHO	SUHO	SUHO	1	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
15			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
16			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
17			SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
18			SUHO	SUHO	SUHO	107	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
19		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	180	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
20		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	98	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
21		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	18	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
22		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	141	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
23		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	298	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
24		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	382	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
25		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	406	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
26		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	377	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
27		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	253	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
28		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	17	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
29		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
30		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
31		SUHO	SUHO		SUHO		SUHO	SUHO		SUHO		SUHO		SUHO

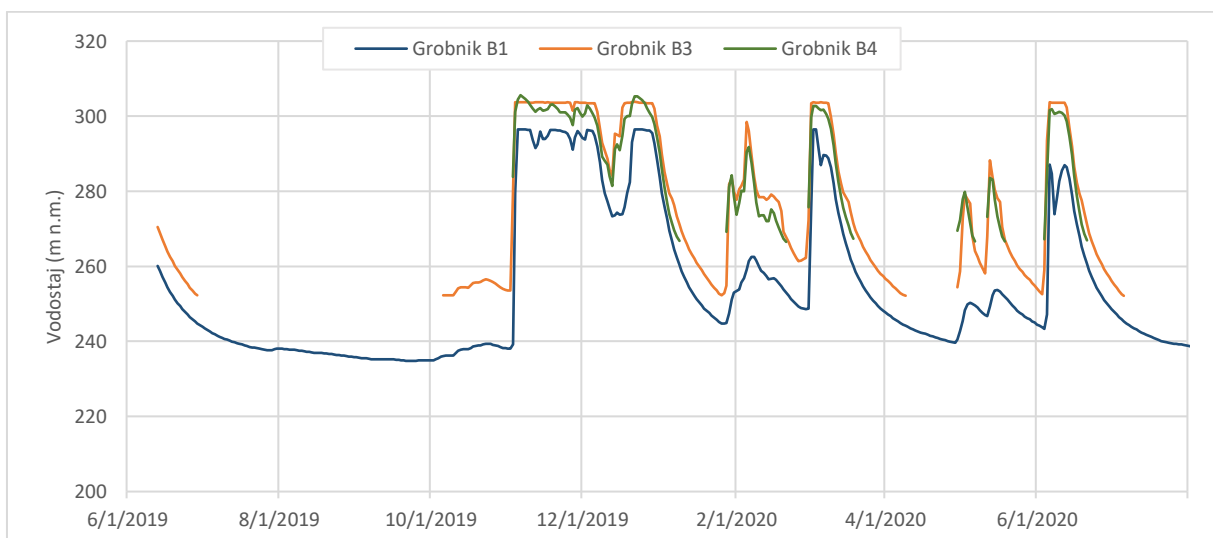
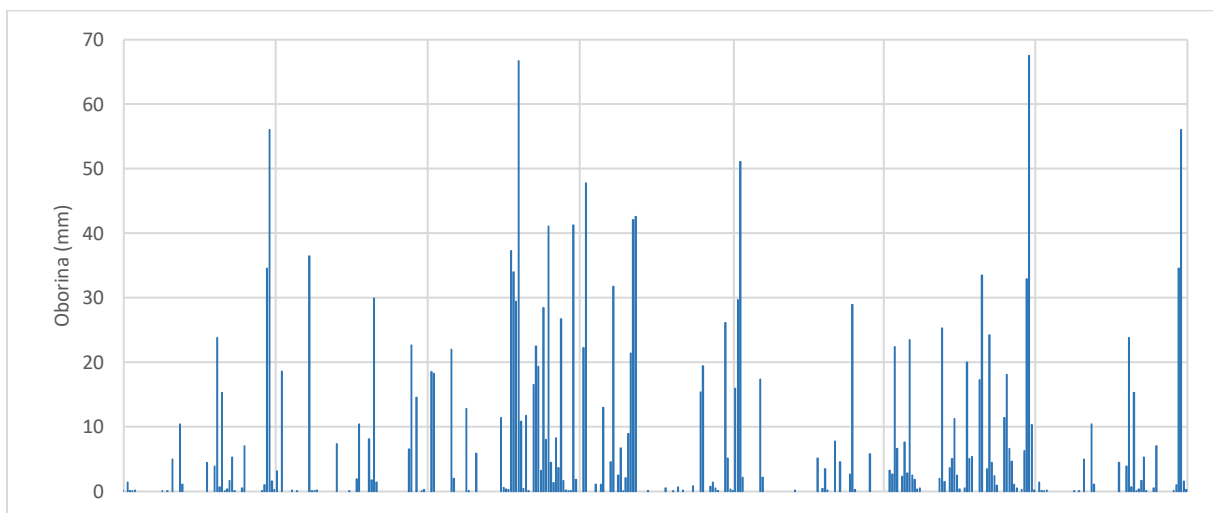
SR														
St dev														
Cv														
Max						324	406							
Min	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO

Tablica 6.9 Srednji dnevni i karakteristični mjesečni vodostaji s mjerne postaje Ponikve donji u razdoblju od 1.6.2019. do 31.7.2020.

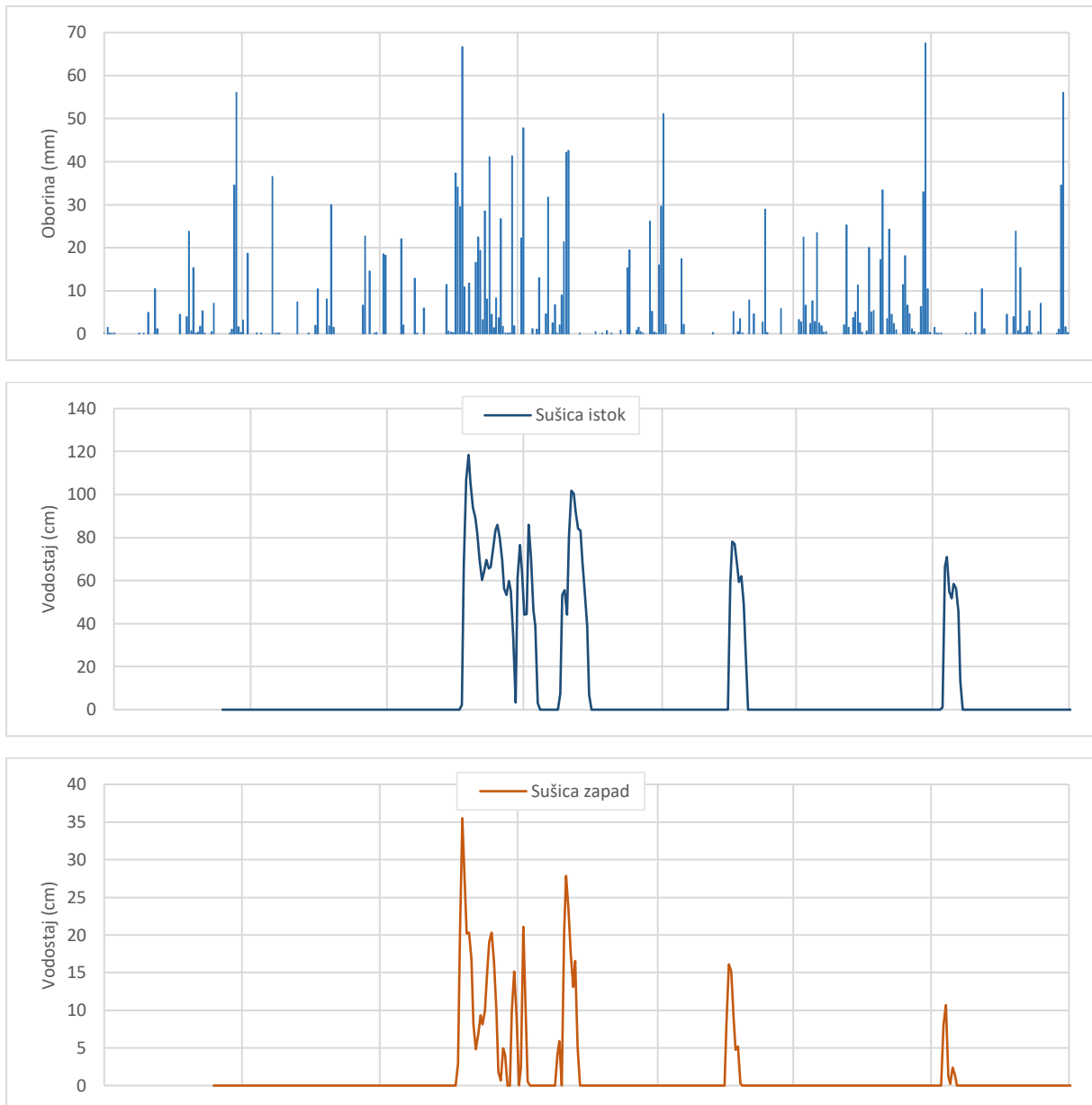
Vodostaj (m) - Ponikve donji														
	2019							2020						
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	8,70	6,63	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
2	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	8,57	6,14	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
3	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	9,30	5,25	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
4	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	9,93	3,99	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
5	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	10,40	2,28	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
6	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	10,77	0,20	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
7	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	10,98	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
8	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	10,99	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
9	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	10,77	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
10	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	10,30	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
11	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	9,61	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
12	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	0,07	8,77	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
13	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	0,51	7,78	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
14	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	1,76	6,63	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
15	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	2,74	5,45	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
16	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	3,54	4,19	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
17	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	4,40	2,77	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
18	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	5,30	1,12	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
19	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	6,26	0,01	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
20	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	7,04	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
21	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	7,68	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
22	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	8,20	0,02	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
23	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	8,65	0,68	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
24	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	9,13	1,70	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
25	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	9,45	2,80	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
26	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	9,57	3,83	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
27	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	9,49	4,74	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
28	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	9,32	5,53	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
29	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	9,15	6,16	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO

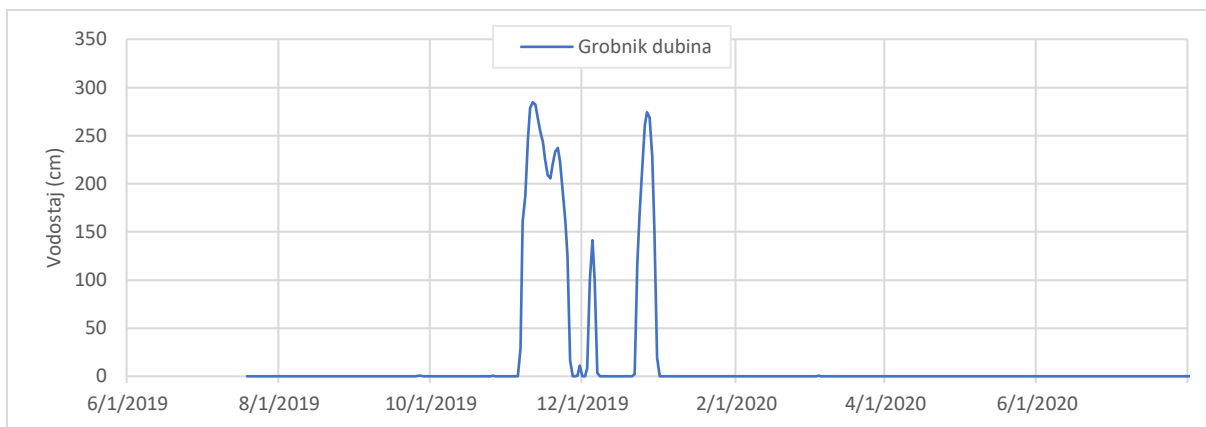
30	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	8,95	6,60	SUHO		SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO
31		SUHO	SUHO		SUHO		6,77	SUHO		SUHO		SUHO		SUHO
SR														
St dev														
Cv														
Max						9,57	11,0	6,63						
Min	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO	SUHO

Grafički prikaz registriranih dnevnih vodostaja na mjernim postajama – plitkim pijezometrima Sušica istok, Sušica zapad, depresija/šljunčara Dubina, depresija/šljunčara Hidroelektra, Čičave i Ponikve donje i na piezometrima Lužac, Gonjuša i Rastinjača te osrednjenih dnevnih količina oborina sa postaja Rijeka, Parg i Kukuljanovo u razdoblju od lipnja 2019. do srpnja 2020. dan je na Slikama 6.1 – 6.3.

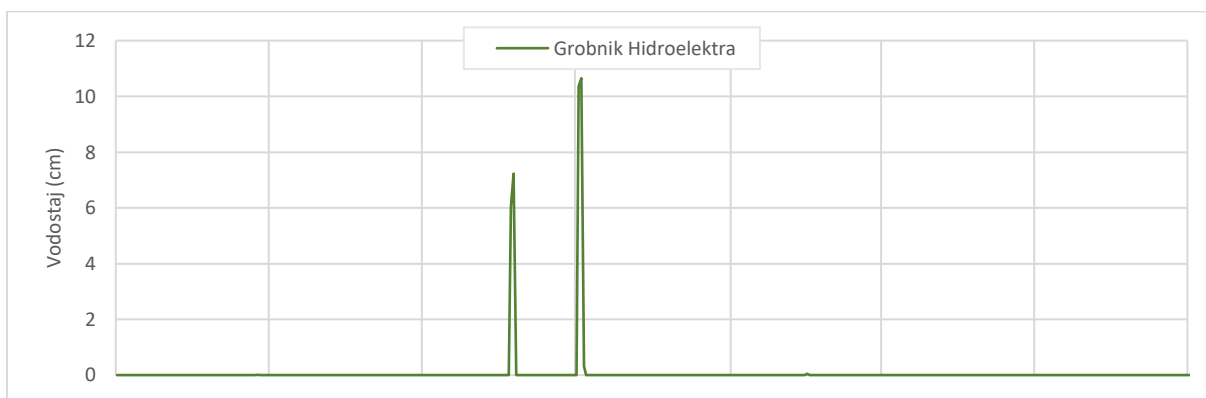
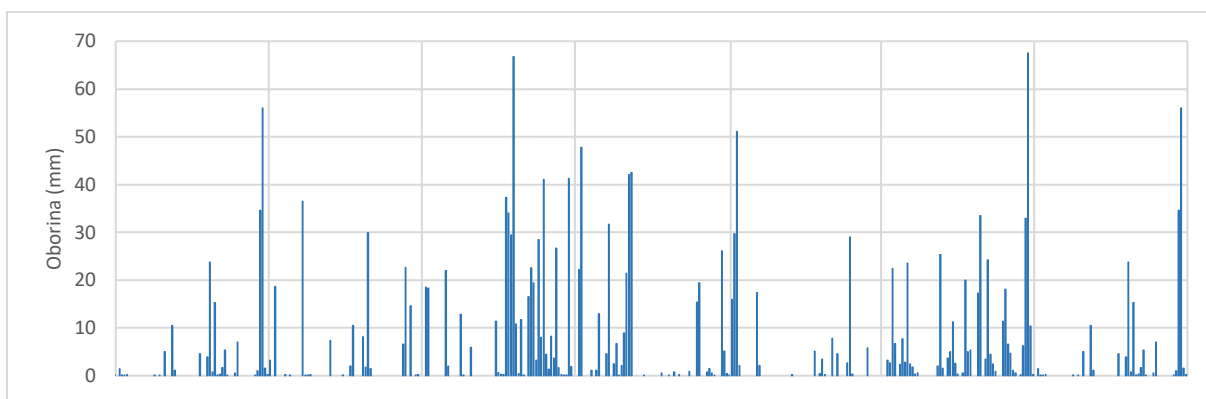


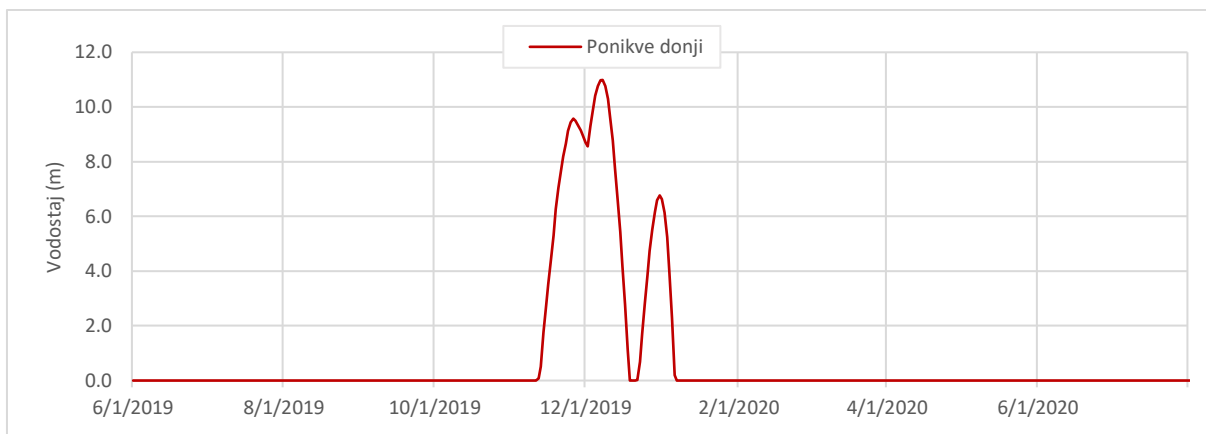
Slika 6.1 Prikaz registriranih srednjih dnevnih vodostaja na piezometrima B1, B3 i B4 te osrednjenih dnevnih količina oborina sa postaja Rijeka, Parg i Kukuljanovo u razdoblju od 13.6.2019. do 31.7.2020.





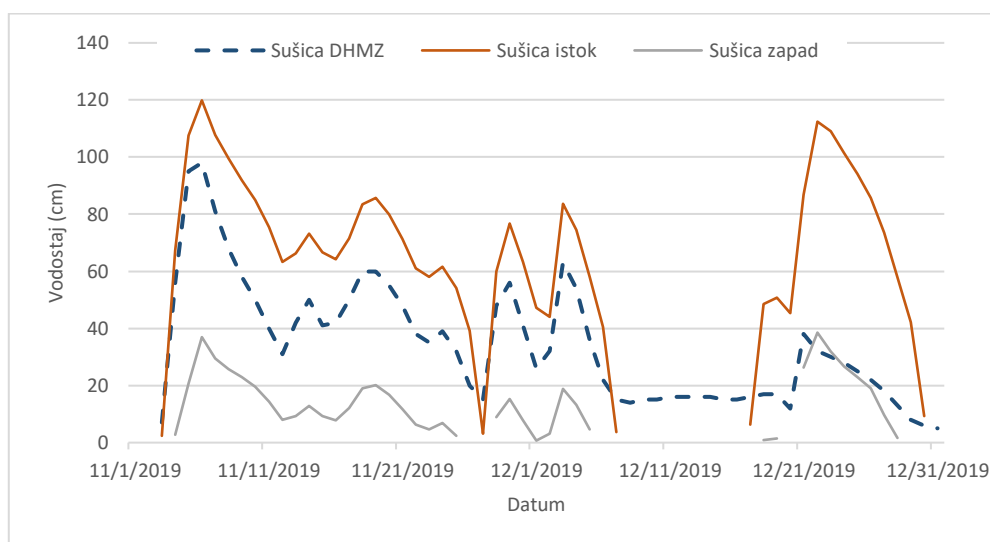
Slika 6.2 Prikaz registriranih srednjih dnevnih vodostaja sa mjernih postaja Sušica zapad, Sušica istok i depresija/šljunčara Dubina te osrednjenih dnevnih količina oborina sa postaja Rijeka, Parg i Kukuljanovo u razdoblju od 19.7.2019. do 31.7.2020.





Slika 6.3 Prikaz registriranih srednjih dnevnih vodostaja sa mjernih postaja depresija/šljunčara Hidroelektra, Čičave i Ponikve donje te osrednjenih dnevnih količina oborina sa postaja Rijeka, Parg i Kukuljanovo u razdoblju od 1.6.2019. do 31.7.2020.

Dan je i usporedni prikaz međuodnosa razina na DHMZ-ovom limnigrafu Dražice – Sušica s podacima praćenja razina vode na gornjem dijelu toka Sušice (mjerna mjesta Sušica istok i Sušica Zapad) tijekom najvodnijeg razdoblja monitoringa 11.-12.2019. (Slika 6.4.). Vidljivo je da, što je i razumljivo obzirom da se radi o istom vodotoku koji istina na nizvodnijem dijelu toka prima i značajne prитоke putem desnoobalnog pritoka Lušca, da postoji vrlo velika koincidencija u njihovoj pojavnosti. No, vidljivo je i da je tijekom analiziranog razdoblja u dva navrata došlo do presušivanja istjecanja u gornjem dijelu toka Sušice, tijekom kojeg su na profilu limnografske postaje DHMZ-a Dražice – Sušica ipak tekle vode koje su dotjecale Lušcem koji ima stabilnije dotoke podzemnih voda.



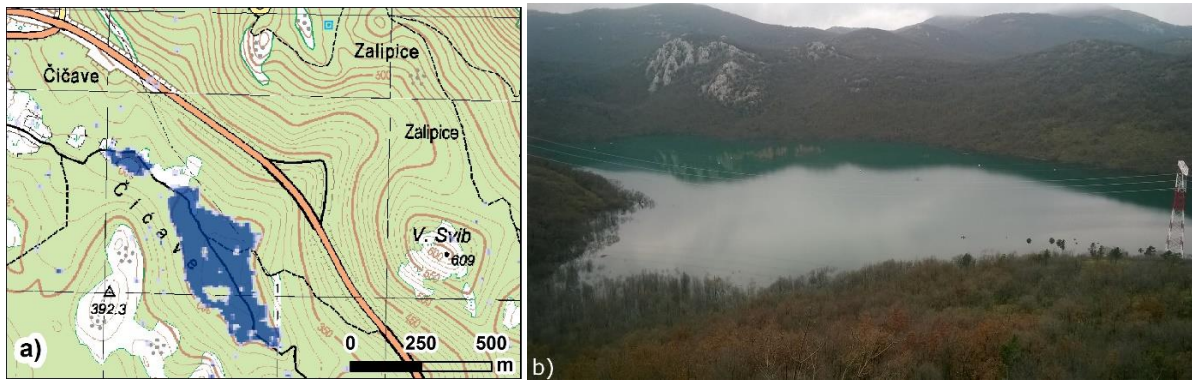
Slika 6.4 Usporedni prikaz kolebanja razina vode na postajama u slivu Sušice na njenom gornjem dijelu toka (Sušica istok i Sušica zapad) te na limnigrafu DHMZ-a Dražice – Sušica

7. DALJINSKA ISTRAŽIVANJA –ANALIZA POJAVE VELIKIH VODA

7.1. Poplavljene površine

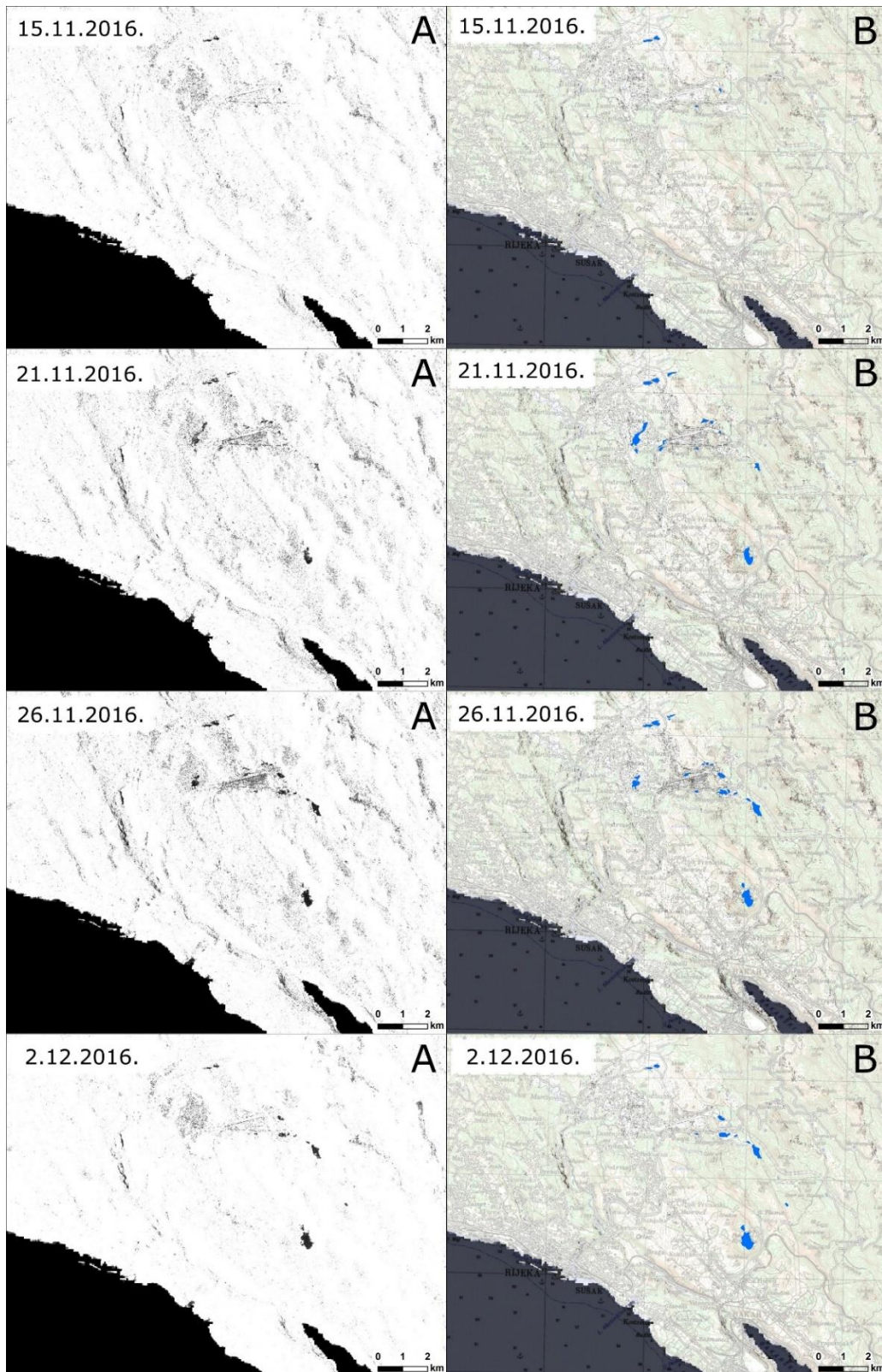
Klasičan hidrološki monitoring (praćenje dinamike kolebanja vodostaja te na osnovu tih informacija i izmjerenim protokama definirane konsumpcijske krivulje, i obračun protoka koje protječu nekim profilom daje vrijedne informacije o pojavnosti razina i protoka vode na nekom vodotoku ili zajezerenom prostoru. To su vrlo vrijedne i nezamjenjive informacije u hidrološkim analizama, no često ipak nisu dovoljne da bi se na nekom prostoru sagledala ukupna pojavnost voda, posebno u uvjetima trajanja poplava kada se često poplavljene površine nalaze udaljeni, pa i izdvojeni od samih profila hidroloških postaja. U tom smislu poplavna područja na krškim terenima su specifična jer se poplavne vode na površini terena vrlo često bez ikakvog kontinuteta toka i površinske hidrografske mreže, i to na vrlo velikom broju točaka.

U tom slučaju površinske pojave velikih voda odnosno plavljenja terena moguće je identificirati pa i hidrološki pratiti na satelitskim snimkama satelita sa aktivnim radarom (SAR – engl. Synthetic Aperture Radar) (Slika 7.1). Na takvim snimkama mogu se indicirati vodena površine zbog razlike u refleksiji radarskih signala tj. hrapavosti zemljine površine. Prednost ovakvog načina prikupljanja podataka je u tome što ne ovisi o dobu dana i stanju atmosfere, tj. snimanje ne ometaju vremenske nepogode, oblaci i mrak. Jedino ograničenje im je vremenska rezolucija odnosno vrijeme potrebno između dva preleta satelita iznad iste lokacije na Zemlji. U ovom radu korišteni su podaci satelita Europske svemirske agencije Sentinel-1 dio su europskog Copernicus programa kojemu je cilj objediniti sve europske satelite za promatranje Zemlje. Podaci dobiveni sa Sentinel satelita dostupni su bez naplate na The Copernicus Open Access Hub i Sentinel hub-u. Trenutno su aktivna dva radarska Sentinel-1 satelita: Sentinel-1A i Sentinel-1B. Radi se o satelitima na istoj polarnoj orbiti s nagibom od 98,18° i 175 orbita po ciklusu. Sentinel-1A lansiran je 3. travnja 2014., a operativan je od 3. listopada 2014. godine dok je Sentinel-1B lansiran 25. travnja 2016. godine te je operativan od 15. rujna 2016. godine (Rubinić, 2018).

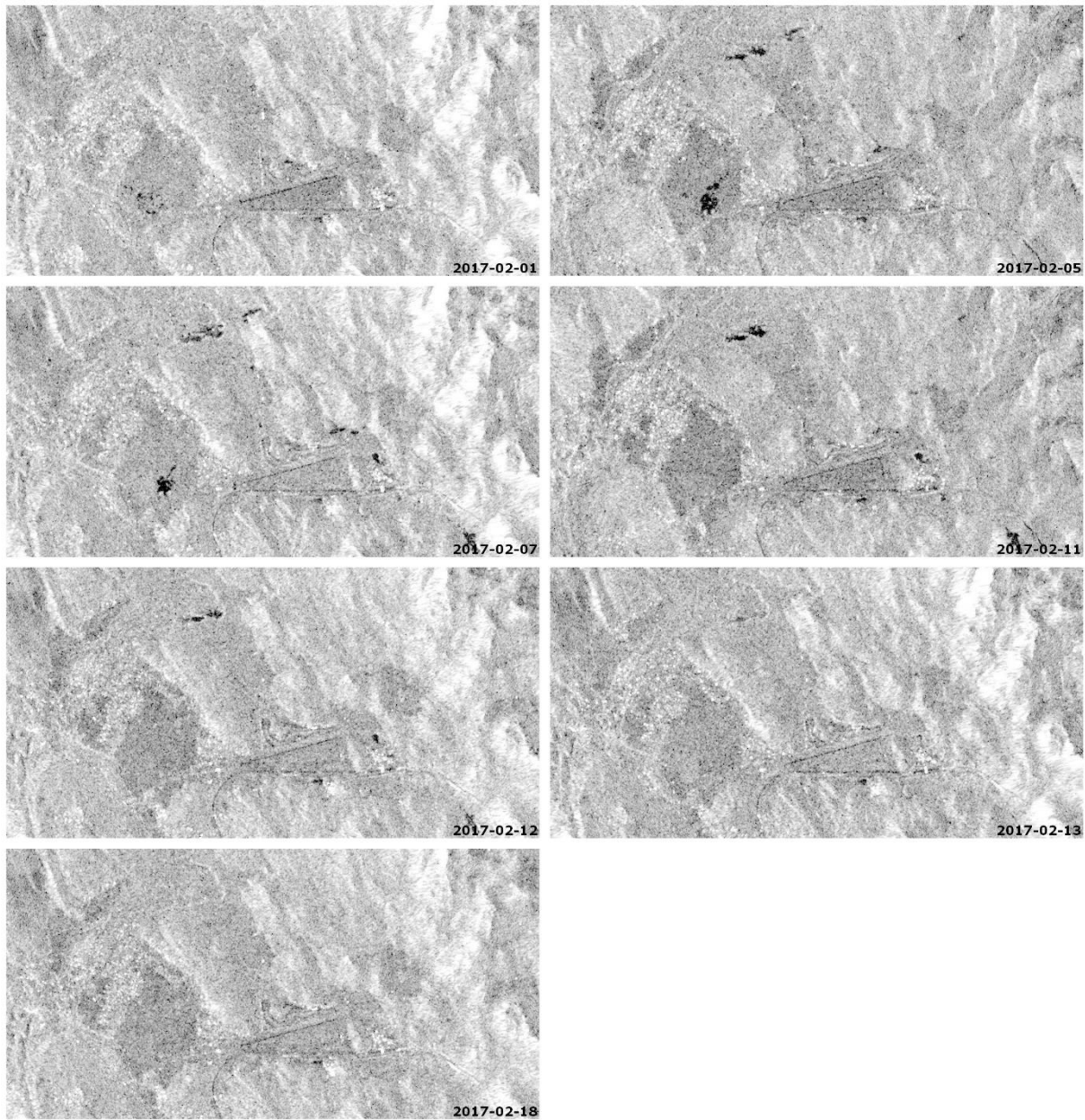


Slika 7.1 Topografska karta 1:25000 sa identificiranom vodenom površinom na području depresije Čičave 26.11.2016. godine b) fotografija depresije Čičava 27.11.2016 godine autora Zlatka Brnelića (Rubinić, 2018.)

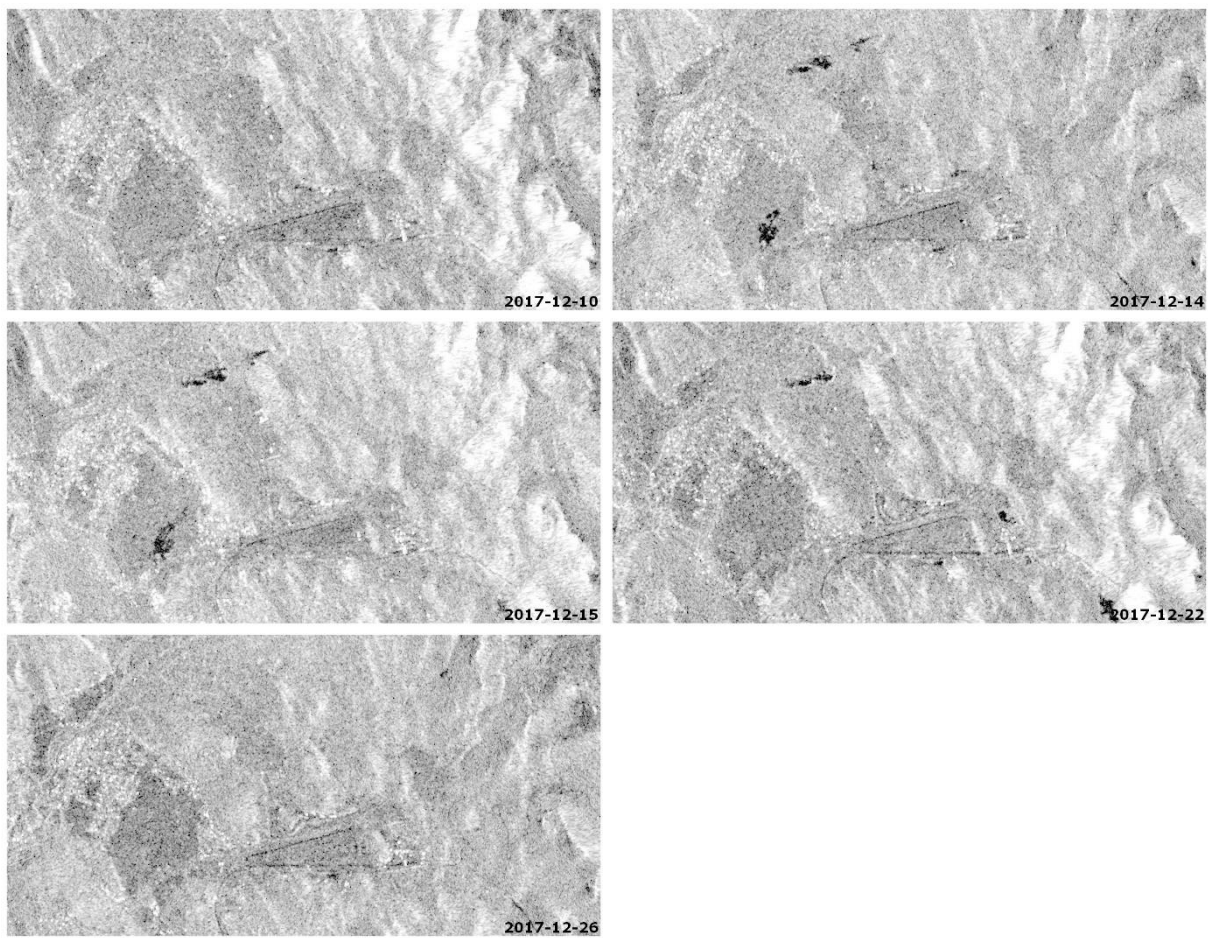
Spomenuta pojava velikih voda na području nekoliko lokaliteta na Grobničkom polju je opisana u radu Rubinića (2018), a u nastavku su prikazani i izdvojeni rezultati – prikazi poplavljenih površina u razdoblju 15.11.-2.12.2016. Ta je situacija s dosad najviše zapaženim pojavama poplavlivanja područja Grobničkog polja, kao i više drugih situacija s površinskom pojavom voda tijekom razdoblja 2017.-2020. prikazane su na Slikama 7.2 – 7.8.



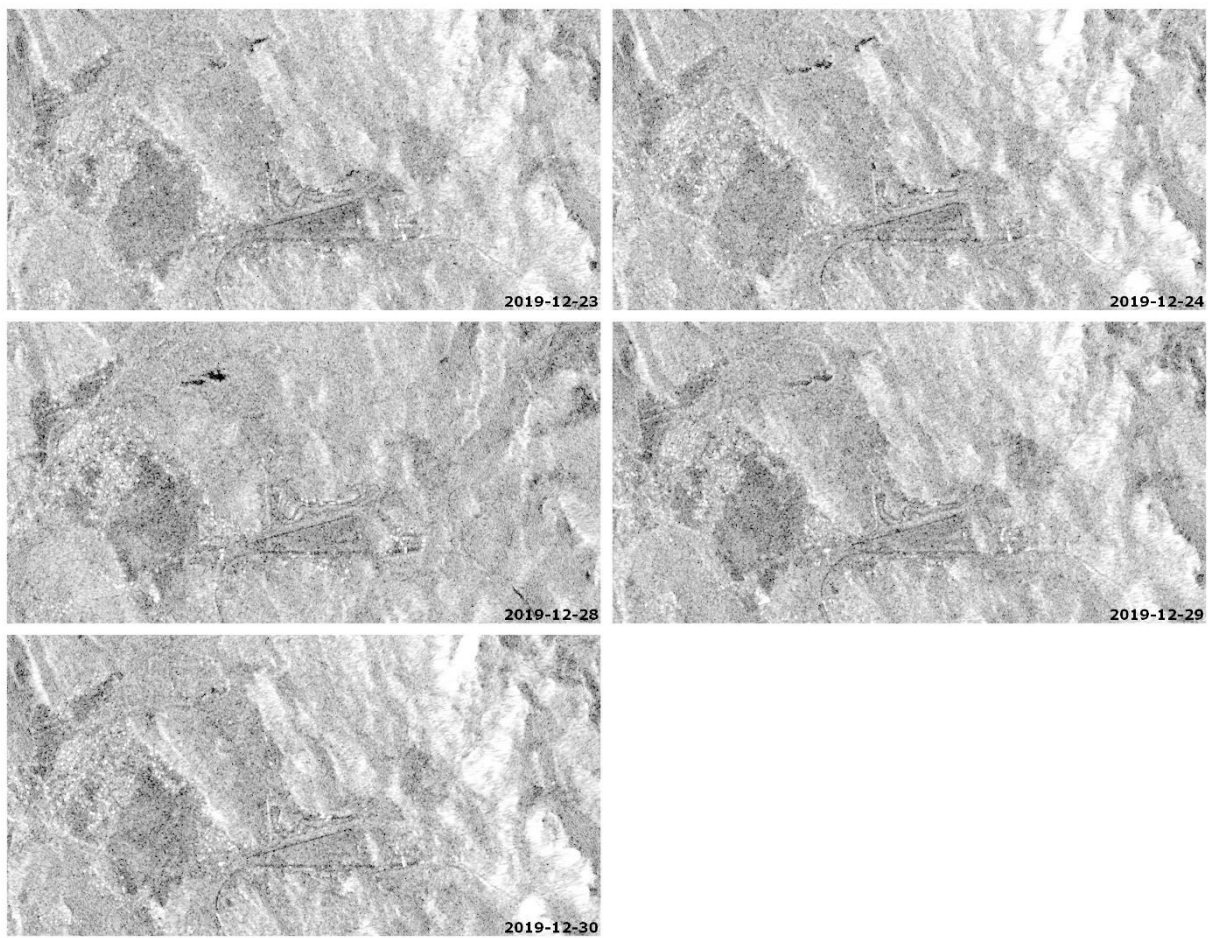
Slika 7.2 Poplavni događaj iz studenog i prosinca 2016. godine na području Grobničkog polja i Ponikvi na nizu snimaka satelita Sentinel 1 A i B (Rubinić, 2018)



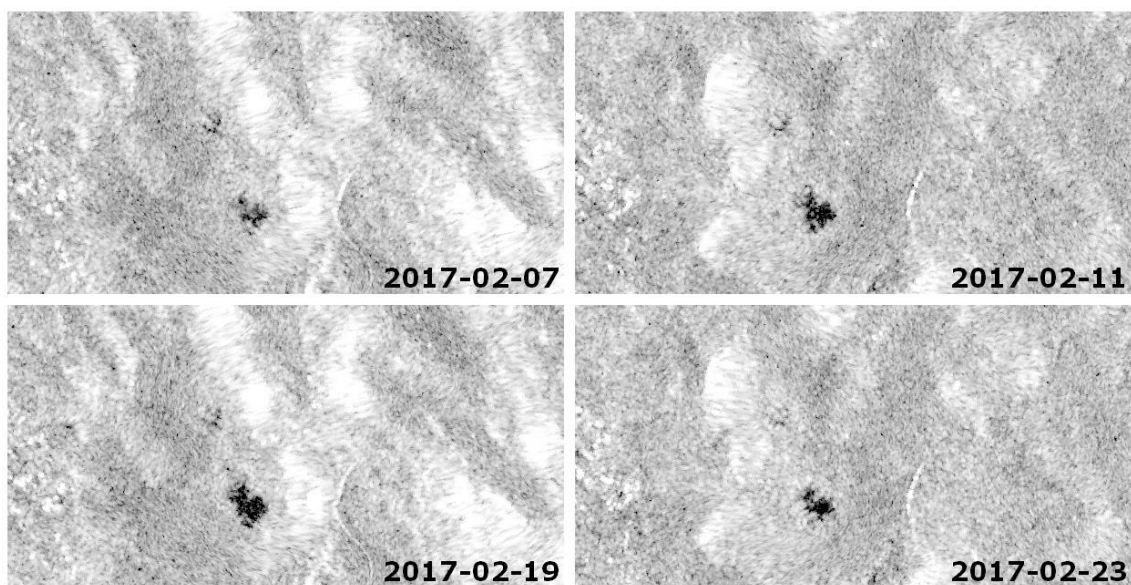
Slika 7.3 Poplavni događaj iz veljače 2017. godine na području Grobničkog polja na nizu snimaka satelita Sentinel 1 A i B (tamno su vodene površine)



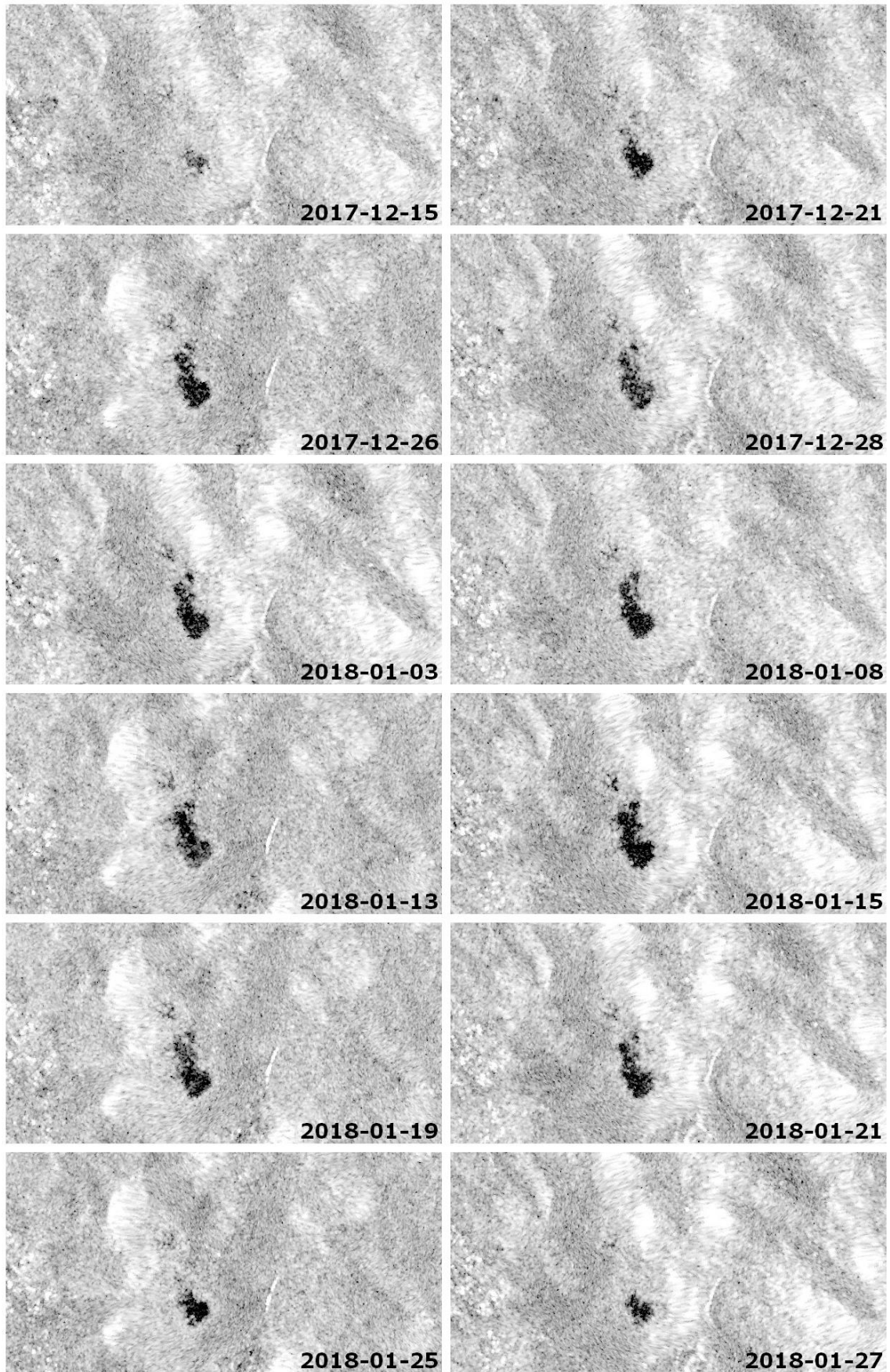
Slika 7.4 Poplavni događaj iz prosinca 2017. godine na području Grobničkog polja na nizu snimaka satelita Sentinel 1 A i B (tamno su vodene površine)



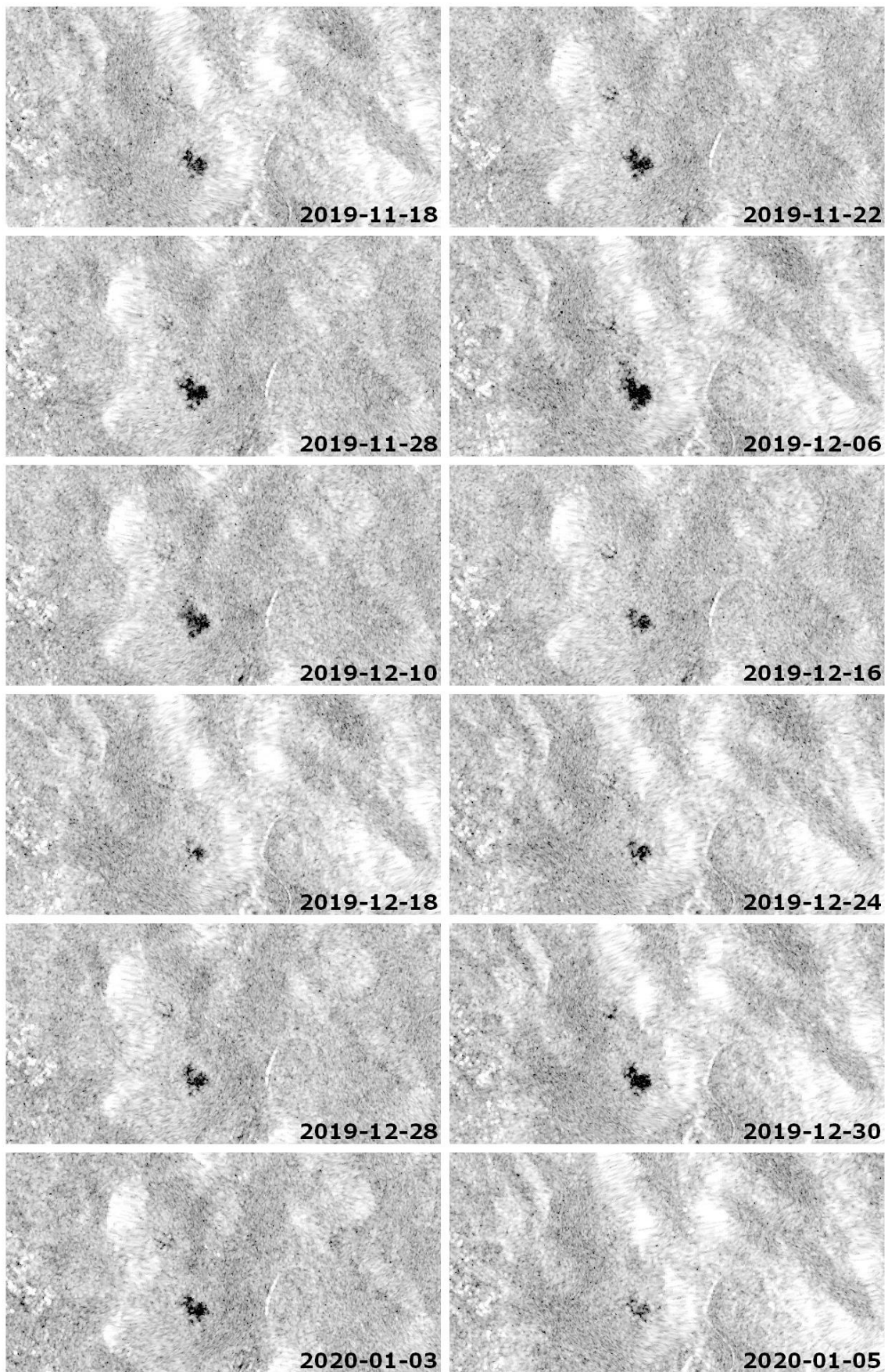
Slika 7.5 Poplavni događaj iz prosinca 2019. godine na području Grobničkog polja na nizu snimaka satelita Sentinel 1 A i B (tamno su vodene površine)



Slika 7.6 Poplavni događaj iz veljače 2017. godine na području Ponikvi na nizu snimaka satelita Sentinel 1 A i B (tamno su vodene površine)

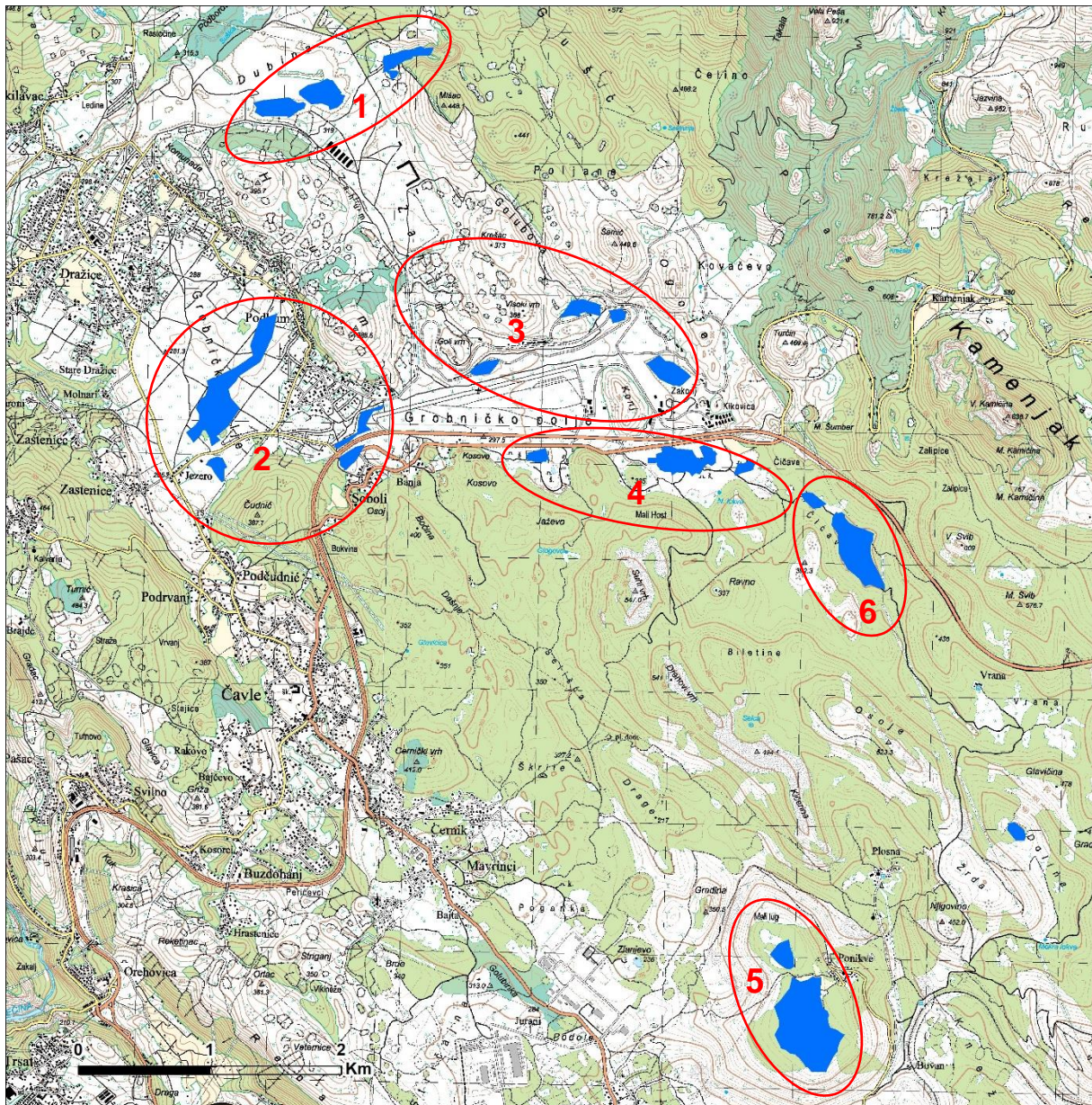


Slika 7.7 Poplavni događaj iz prosinca 2017. i siječnja 2018. godine na području Ponikvi na nizu snimaka satelita Sentinel 1 A i B (tamno su vodene površine)



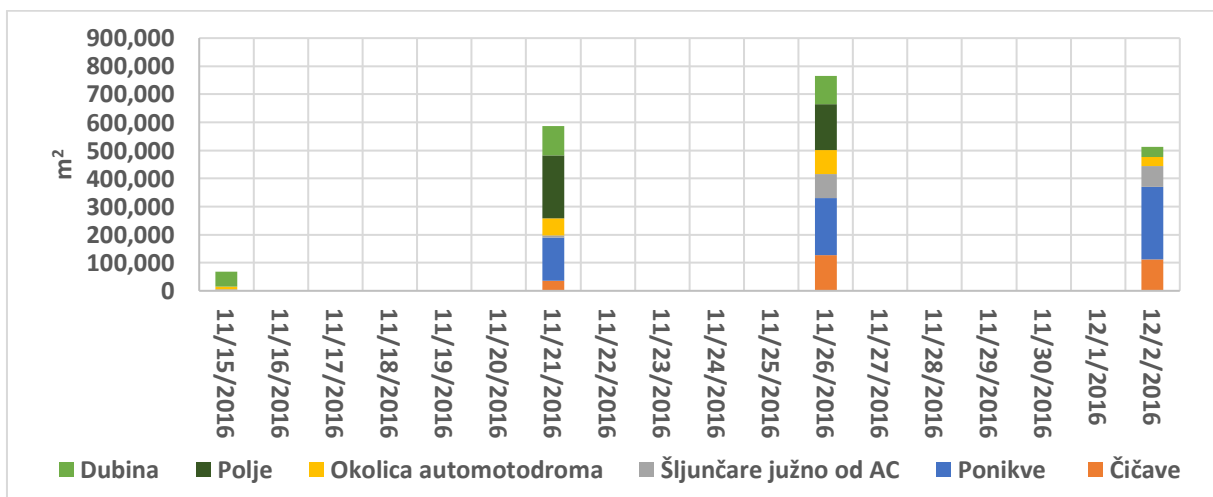
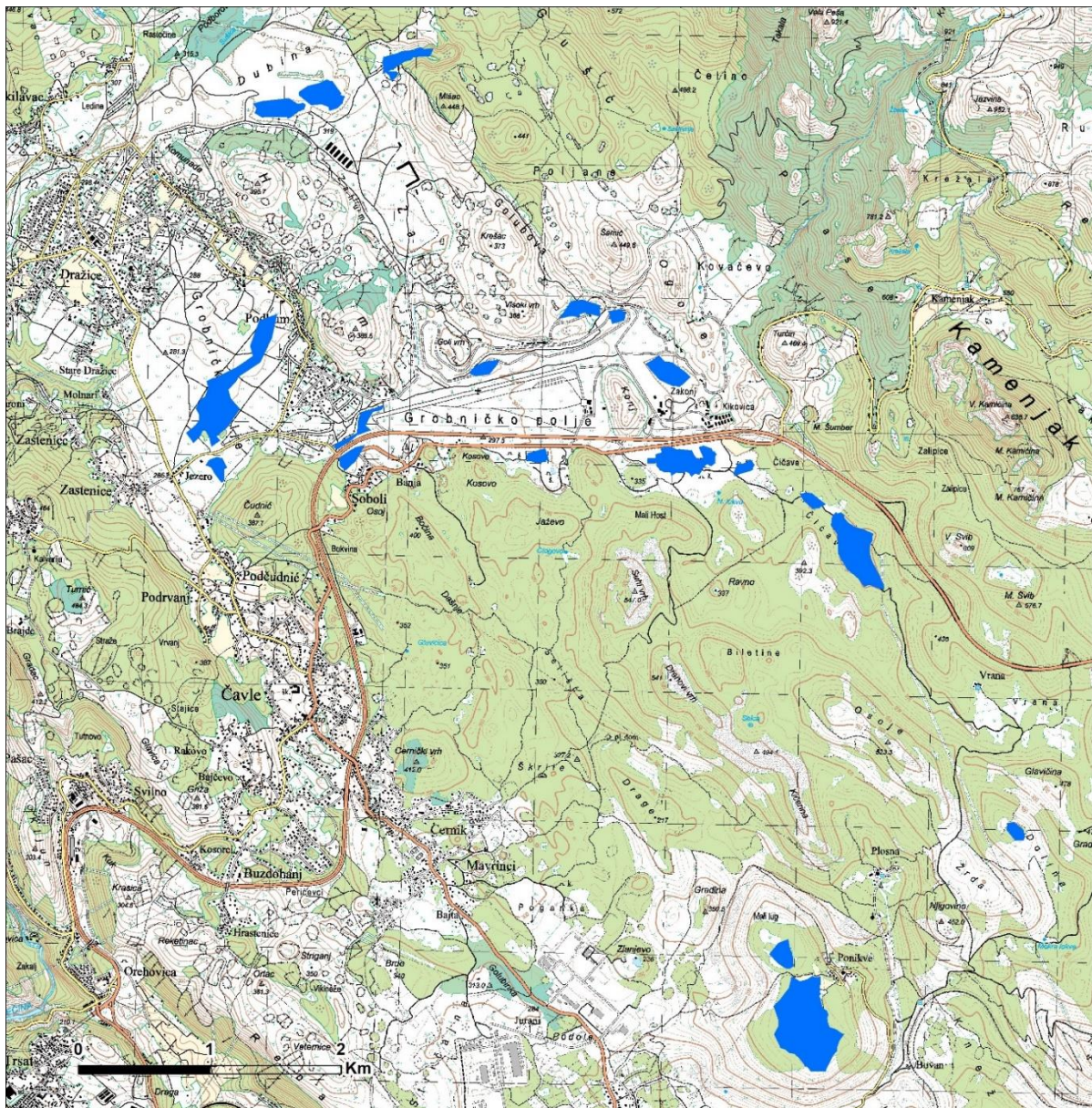
Slika 7.8 Poplavni događaj iz studenog i prosinca 2019. godine na području Ponikvi na nizu snimaka satelita Sentinel 1 A i B (tamno su vodene površine)

Kako bi se mogla pratiti dinamika poplavlivanja pojedinih područja, zbog njihove velike brojnosti provedeno je grupiranja prema shemi danoj na Slici 7.9.

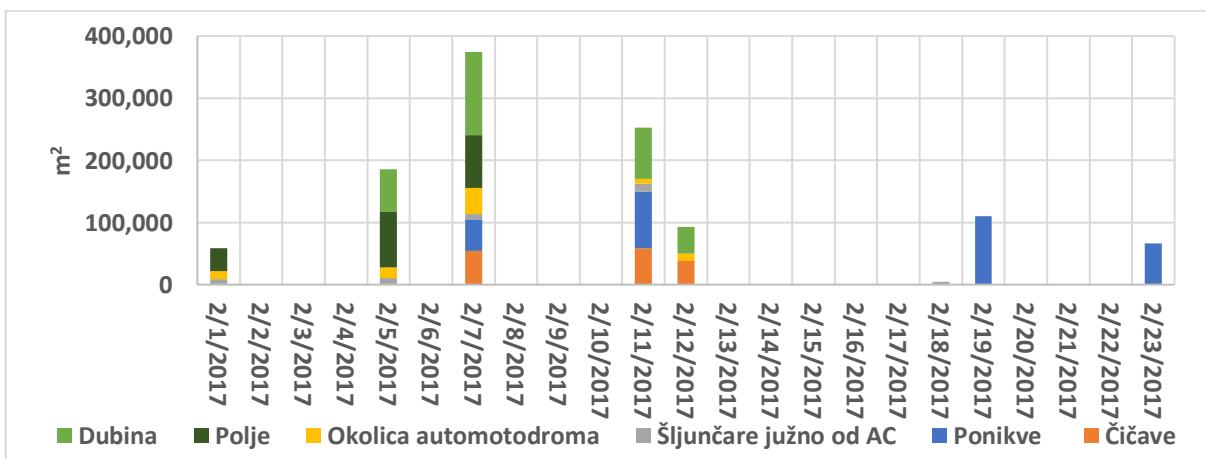
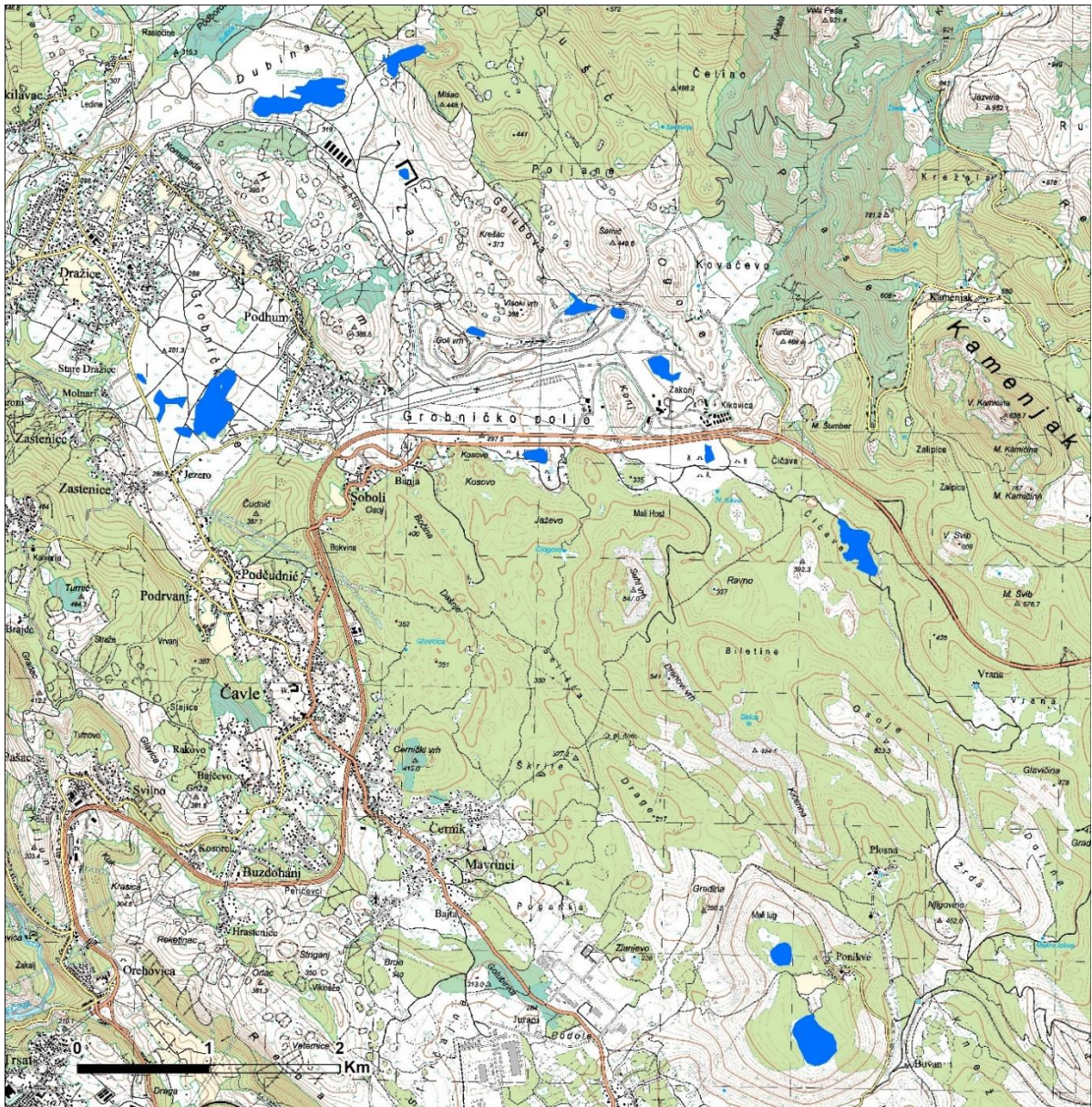


Slika 7.9 Grupiranje poplavnih površina na širem području Grobničkog polja: 1-Dubina, 2-Polje, 3-Okolica autodroma, 4-Šljunčare južno od autoceste, 5-Ponikve, 6-Čičave

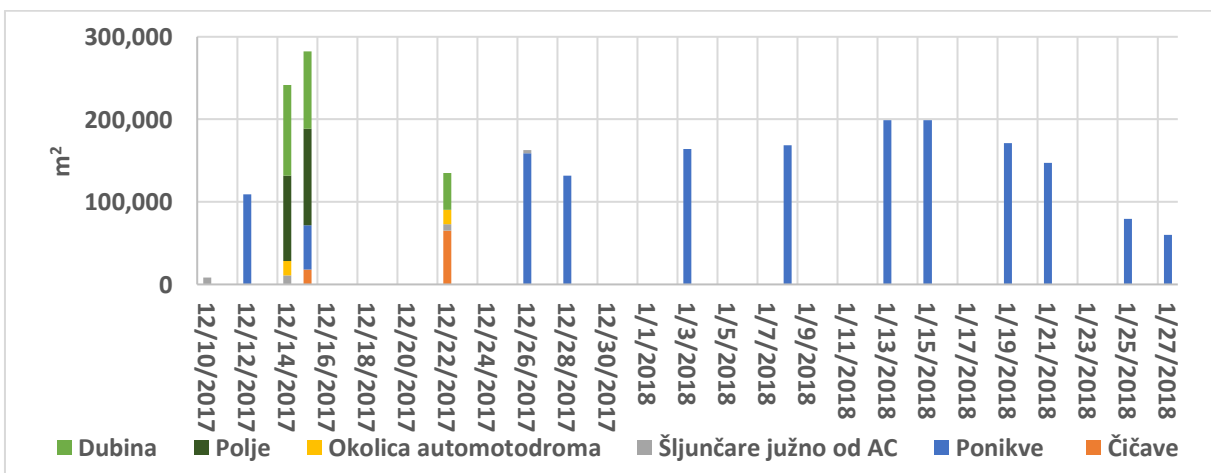
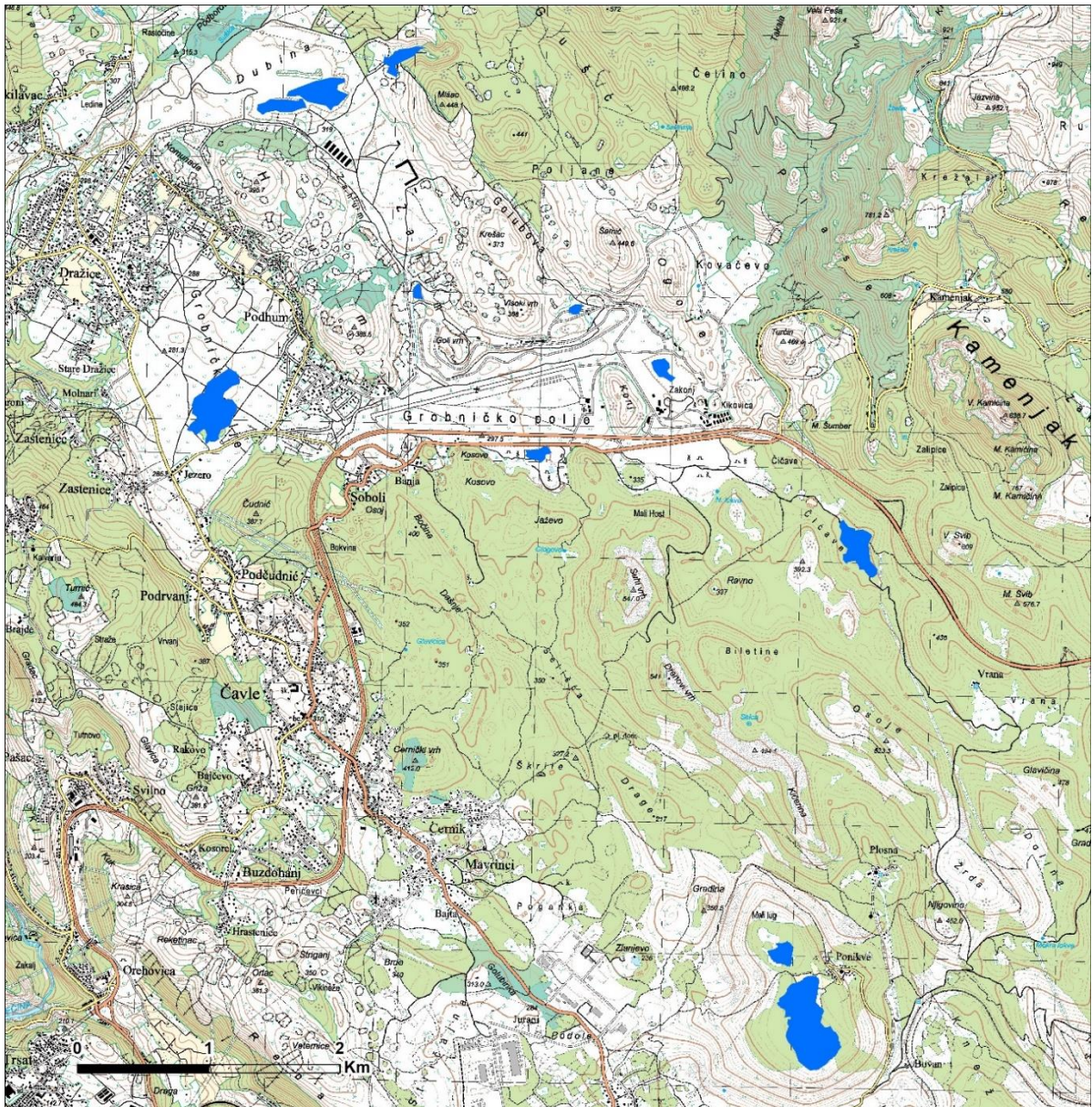
Na Slikama 7.10 – 7.13 prikazane su anvelope poplavljenih površina tijekom analizirane poplave, kao i kronologija promjene udjela poplavljenih površina tijekom vremena. U Tablicama 7.1 – 7.4 dan je i kronološki numerički prikaz identificiranih grupiranih poplavnih površina.



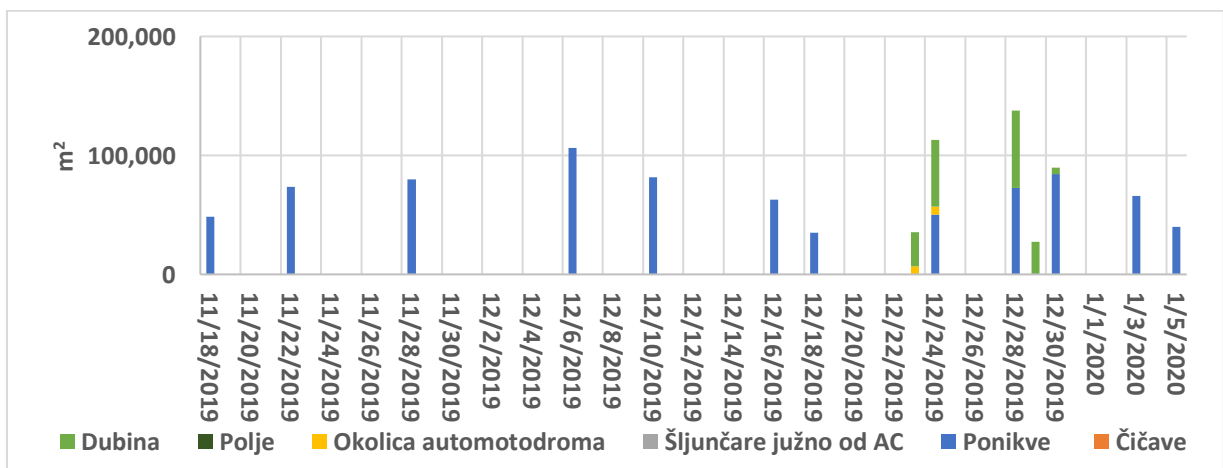
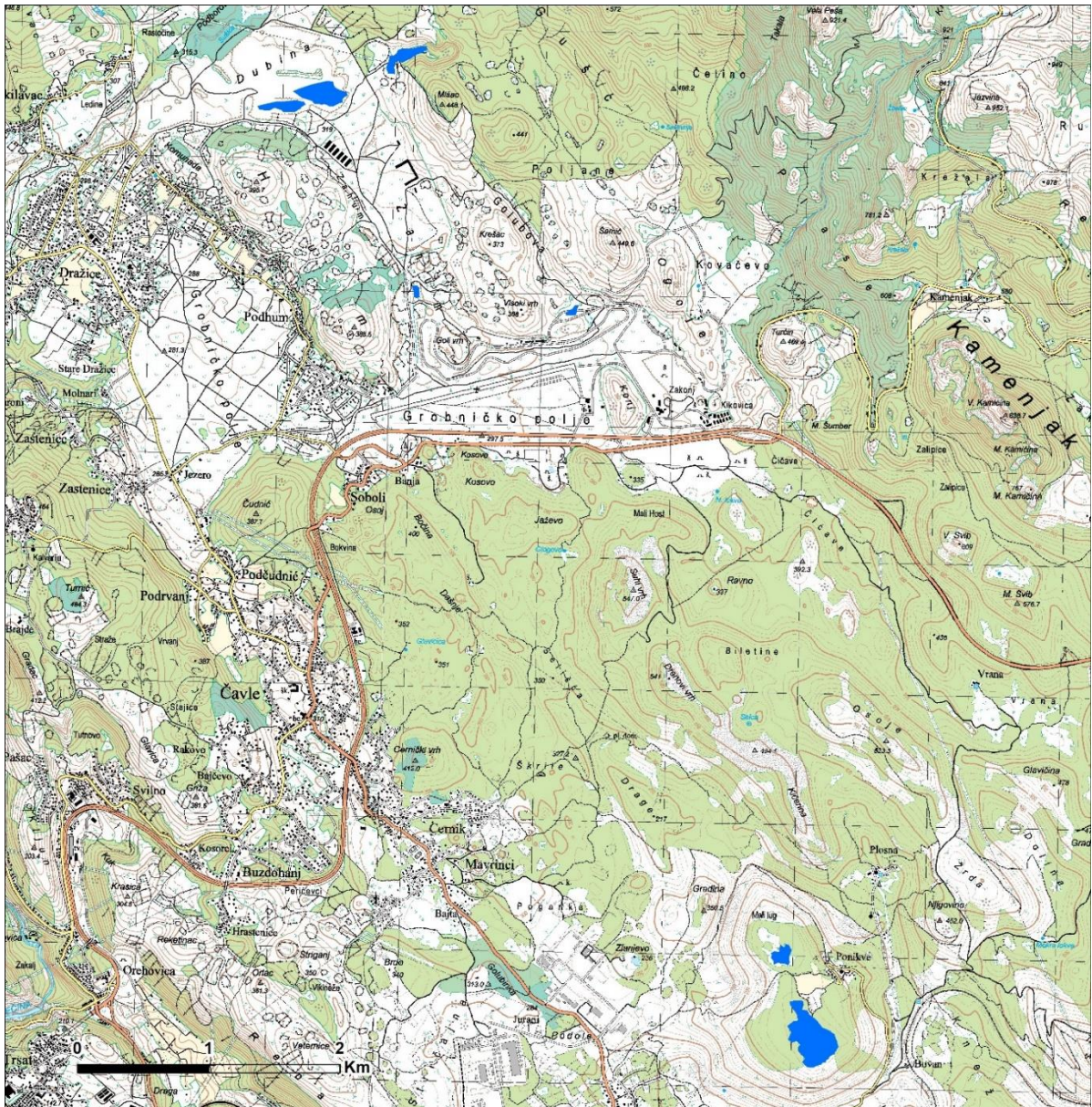
Slika 7.10 Prikaz anvelope svih identificiranih poplavljenih površina za poplavni događaja u studenom i prosincu 2016. s kronologijom udjela poplavljenih površina tijekom vremena



Slika 7.11 Prikaz anvelope svih identificiranih poplavljenih površina za poplavni događaja u veljači 2017. god. s kronologijom udjela poplavljenih površina tijekom vremena



Slika 7.12 Prikaz anvelope svih identificiranih poplavljenih površina za poplavni događaja u prosincu 2017. i studenom 2018. s kronologijom udjela poplavljenih površina tijekom vremena



Slika 7.13 Prikaz anvelope svih identificiranih poplavljenih površina za poplavni događaja u studenom i prosincu 2019. s kronologijom udjela poplavljenih površina tijekom vremena

Tablica 7.1 Poplavni događaj iz studenog i prosinca 2016.

Datum satelitske snimke	Lokacije identificiranih poplavljenih površina (m ²)					
	Ponikve	Čičave	Šljunčare južno od AC	Okolica automotodroma	Polje (Jezero)	Dubina
15.11.2016	0	0	6.419	8.608	0	53.696
21.11.2016	154.072	36.028	7.720	61.121	223.083	104.129
26.11.2016	202.887	127.058	85.366	86.366	162.837	100.544
2.12.2016	257.376	112.053	73.979	33.361	0	36.432

Tablica 7.2 Poplavni događaj iz veljače 2017. godine

Datum satelitske snimke	Lokacije identificiranih poplavljenih površina (m ²)					
	Ponikve	Čičave	Šljunčare južno od AC	Okolica automotodroma	Polje (Jezero)	Dubina
1.2.2017	0	0	9.248	12.661	36.390	0
5.2.2017	0	0	10.448	16.971	90.668	67.462
7.2.2017	51.054	54.247	7.994	42.078	85.623	133.049
11.2.2017	90.805	58.435	12.831	7.936	0	82.934
12.2.2017	nema podataka	37.892	0	12.093	0	43.028
18.2.2017	nema podataka	0	4.697	0	0	0
19.2.2017	109.837	0	0	0	0	0
23.2.2017	66.581	0	0	0	0	0

Tablica 7.3 Poplavni događaj iz prosinca 2017. i siječnja 2018. godine

Datum satelitske snimke	Lokacije identificiranih poplavljenih površina (m ²)					
	Ponikve	Čičave	Šljunčare južno od AC	Okolica automotodroma	Polje (Jezero)	Dubina
10.12.2017	0	0	8.191	0	0	0
12.12.2017	109.433	nema podataka				
14.12.2017	nema podataka	0	10.938	17.191	103.728	109.456
15.12.2017	53.787	17.967	0	0	117.037	93.609
22.12.2017	nema podataka	65.256	7.619	17.406	0	45.003
26.12.2017	158.694	0	3.938	0	0	0
28.12.2017	132.020	0	0	0	0	0
3.1.2018	163.830	0	0	0	0	0
8.1.2018	168.787	0	0	0	0	0
13.1.2018	199.171	0	0	0	0	0
15.1.2018	199.130	0	0	0	0	0
19.1.2018	171.364	0	0	0	0	0
21.1.2018	146.978	0	0	0	0	0
25.1.2018	79.570	0	0	0	0	0
27.1.2018	60.181	0	0	0	0	0

Tablica 7.4 Poplavni događaj iz studenog i prosinca 2019. godine

Datum satelitske snimke	Lokacije identificiranih poplavljenih površina (m ²)					
	Ponikve	Čičave	Šljunčare južno od AC	Okolica automotodroma	Polje (Jezero)	Dubina
18.11.2019	48.646	0	0	0	0	0
22.11.2019	73.725	0	0	0	0	0
28.11.2019	79.745	0	0	0	0	0
6.12.2019	106.291	0	0	0	0	0
10.12.2019	81.830	0	0	0	0	0
16.12.2019	62.645	0	0	0	0	0
18.12.2019	34.901	0	0	0	0	0
23.12.2019	nema podataka	0	0	6.743	0	28.723
24.12.2019	50.114	0	0	7.088	0	55.619
28.12.2019	72.519	0	0	0	0	65.282
29.12.2019	nema podataka	0	0	0	0	27.462
30.12.2019	84.419	0	0	0	0	5.204
3.1.2020	65.945	0	0	0	0	0
5.1.2020	40.054	0	0	0	0	0

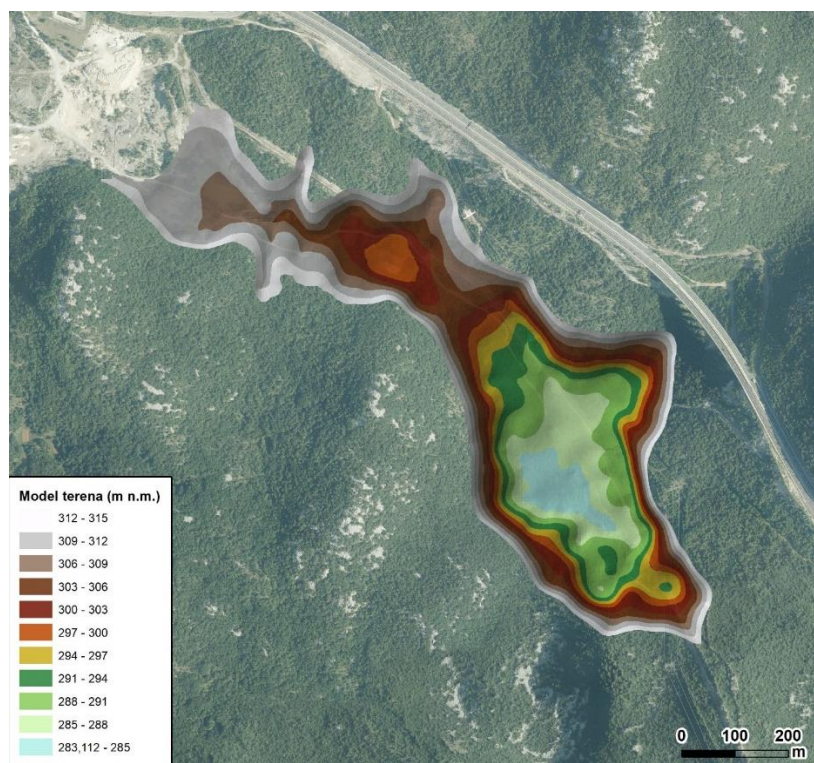
Iz danih je prikaza vidljivo da se radi o vrlo značajnim površinama koje su poplavljene tijekom pojedinih situacija s pojavom velikih podzemnih voda koje se izdižu i pokazuju svoje površinske manifestacije. Vidljivo je da se najdugotrajnija plavljenja javljaju na području depresije Ponikve, gdje je tijekom analiziranog razdoblja 2016.-2020. identificirana maksimalna poplavljena površina od 0,257 km². Uobičajeni način pojave podzemnih voda na plavljenim površinama je da se one najprije jave na području sliva Sušice gdje je napuštena šljunčara Dubina, pa onda o okolici Autodroma i pionskoj zoni Rečinice u Polju, a onda i u depresiji Čičave i napuštenim šljunčarama južno od autoceste, te i Ponikvama gdje je primjetno kašnjenje. Čičave se prije prazne, a Ponikve dulje zadržavaju visoke poplavne vode što je i logično obzirom na hipsometrijske kote i položaj podzemnih voda. Pojedinih godina/oborinskih epizoda poplavne vode se mogu javiti i samo u Ponikvama, kao što je to bilo tijekom studenog 2019. godine, a tek kad se podzemlje dobro saturira vodom i na rubnim dijelovima Grobničkog polja, pri čemu se onda taj sekundarni vodni val manifestira i ponovnim izdizanjem voda na Ponikvama s oko tjedan dana zaostatka.

7.2. Dinamika promjene volumena poplavljenih površina

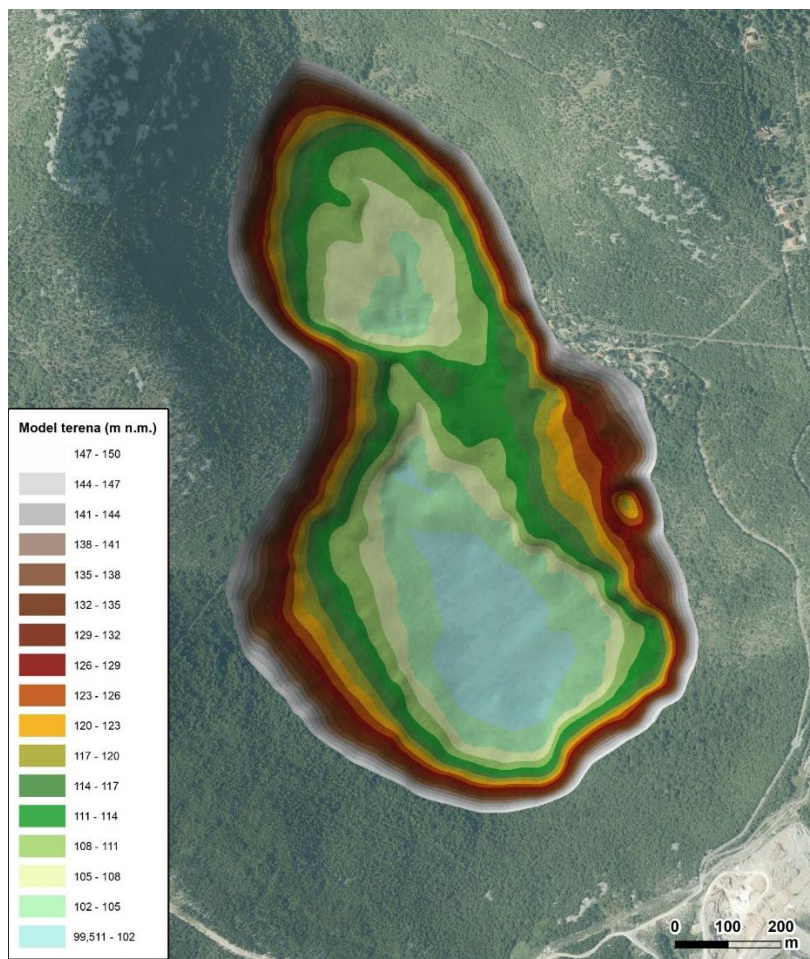
Poplavljenih površina prikazane su u poglavlju 7.1. Kote vodnog lica na analiziranim satelitskim snimkama dobivene su procjenom položaja ruba vodnog lica u odnosu na model terena, što nije egzaktna metoda već procjena. Kako bi se razmotrilo i o kojim se količinama vode radi, nužno je poznavati geometriju poplavljenih površina, kao i količine dotoka koje se prate samo na Golubovki i Zahumki. Problem poznavanja volumena poplavnih područja dodatno je izražen i zbog toga što velik dio poplavljenih područja čine napuštene šljunčare u kojima je njihova geometrija mijenjana eksploatacijom šljunka, a raspoložive karte datiraju iz razdoblja prije završetka eksploatacije.

Zbog toga je volumen poplavljenog područja bilo je moguće odrediti jedino za depresije Čičavu i Ponikve, gdje se i radi o dva područja sa najvjerojatnije najvećim akumuliranim volumenom površinske vode. Za ova područja zbog njihove veličine i prirodnog reljefa bilo je moguće napraviti digitalni model terena na osnovu Hrvatske osnovne karte mjerila 1:5000 (Slike 7.14 i 7.15). Kako bi se dobila što prikladnija aproksimacija orografije analiziranih depresija, model terena analiziranih depresija definiran je iz šireg raspona slojnice u odnosu na zapažene maksimalne razine vode u depresijama (Tablice 7.5 i 7.6). Za tako određene slojnice, definirane su i funkcionalne veze nadmorskih visina i pripadajućih volumena depresija (Slike 7.16 i 7.17).

S danim elementima opisane su i pojedine poplavne epizode u razdoblju 2016.-2020. Vremenska diskretizacija ovisila je o raspoloživosti kao i kvaliteti raspoloživih satelitskih snimki. Za svaku od analiziranih poplavnih epizoda dan je usporedni grafički prikaz promjene volumena u depresijama (Slike 7.18 - 7.21), kao i tablični prikazi tih promjena s iskazanim razlikama (prirasti ili gubici/poniranja) u protocima u odnosu prethodni termin analizirane satelitske snimke.



Slika 7.14 Digitalni model terena depresija Čičave



Slika 7.15 Digitalni model terena depresija Ponikve

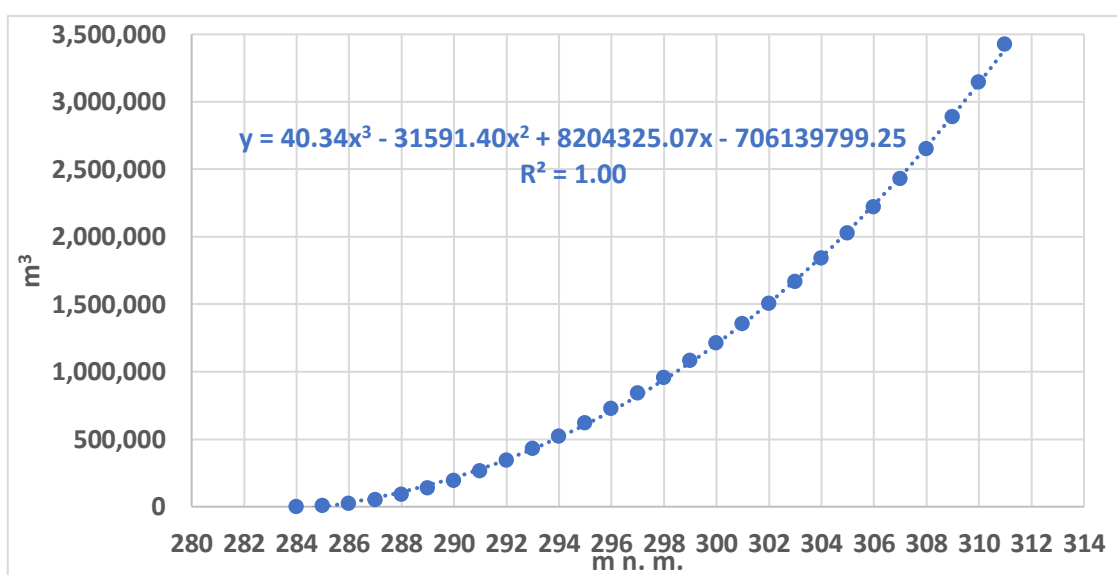
Tablica 7.5 Izmjereni volumeni prema modelu terena za pojedine nadmorske visine depresiji Čičave

Nadmorska visina (m n.m.)	Volumen depresije Čičave (m ³)	Nadmorska visina (m n.m.)	Volumen depresije Čičave (m ³)
284	898	298	957.777
285	7.132	299	1.081.229
286	25.291	300	1.213.442
287	52.543	301	1.355.253
288	89.418	302	1.507.093
289	136.622	303	1.669.140
290	195.335	304	1.841.611
291	264.670	305	2.025.680
292	343.732	306	2.222.543
293	430.308	307	2.431.684
294	522.957	308	2.653.099
295	622.359	309	2.889.690
296	728.705	310	3.145.333

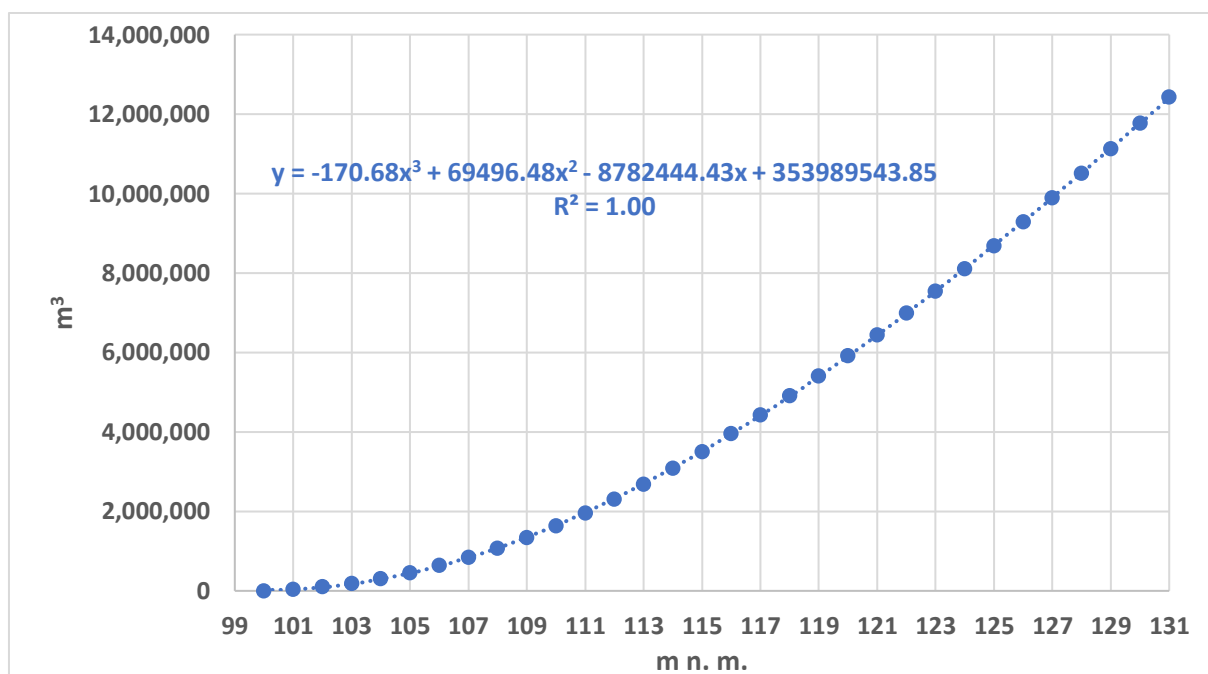
297	840.700	311	3.425.046
-----	---------	-----	-----------

Tablica 7.6 Izmjereni volumeni prema modelu terena za pojedine nadmorske visine depresiji Ponikve

Nadmorska visina (m n.m.)	Volumen depresije Ponikve (m ³)	Nadmorska visina (m n.m.)	Volumen depresije Ponikve (m ³)
100	2.592	116	3.956.326
101	38.223	117	4.423.862
102	99.502	118	4.907.067
103	189.137	119	5.405.203
104	307.471	120	5.918.379
105	455.630	121	6.446.598
106	636.370	122	6.988.468
107	842.361	123	7.542.604
108	1.075.594	124	8.109.296
109	1.337.820	125	8.688.528
110	1.629.725	126	9.280.523
111	1.953.292	127	9.885.201
112	2.303.737	128	10.502.785
113	2.678.897	129	11.131.900
114	3.080.553	130	11.772.687
115	3.506.703	131	12.424.534



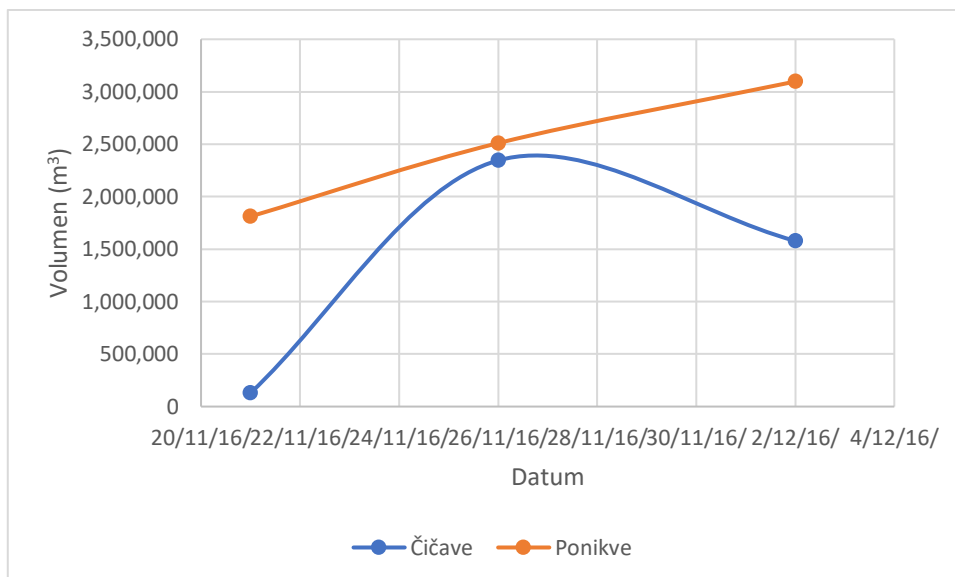
Slika 7.16 Krivulja volumena depresije Čičave



Slika 7.17 Krivulja volumena depresije Ponikve

Tablica 7.7 Poplavni događaj iz studenog i prosinca 2016.godine

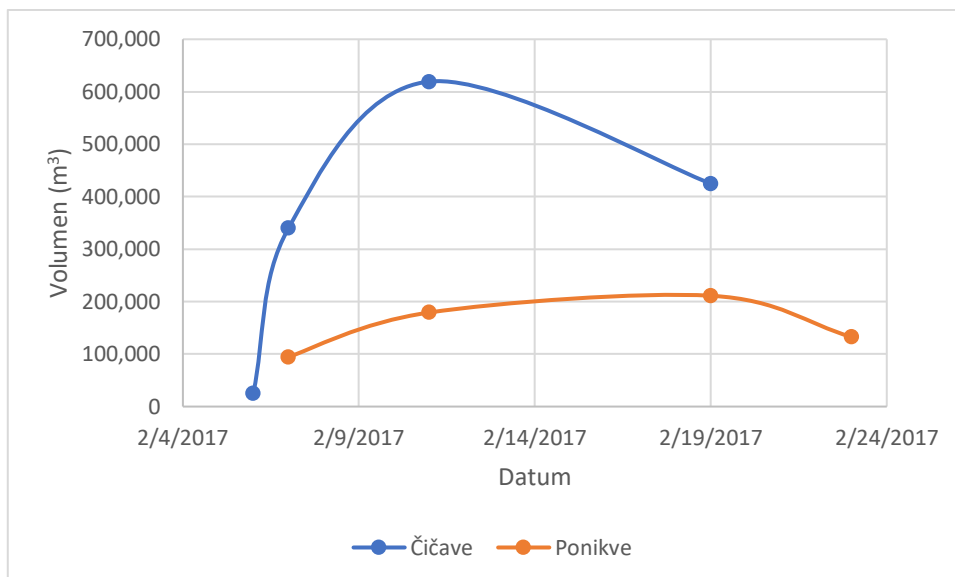
Datum satelitskog snimka	Čičave			Ponikve		
	Procijenjena nadmorska visina vode (m n.m.)	Volumen prorač. (m³)	Razlika protoka u odnosu na prethodni termin (m³s ⁻¹)	Procijenjena nadmorska visina vode (m n.m.)	Volumen prorač. (m³)	Razlika protoka u odnosu na prethodni termin (m³s ⁻¹)
21.11.2016	290	129.991		110.5	1.811.805	
26.11.2016	307	2.345.569	5,129	112.5	2.510.386	1,617
2.12.2016	303	1.579.098	-1,479	114.0	3.097.203	1,132



Slika 7.18 Graf procijenjenog kretanja volumena akumulirane vode u depresijama Čičave i Ponikve za poplavni događaj iz studenog i prosinca 2016.

Tablica 7.8 Poplavni događaj iz veljače 2017. godine

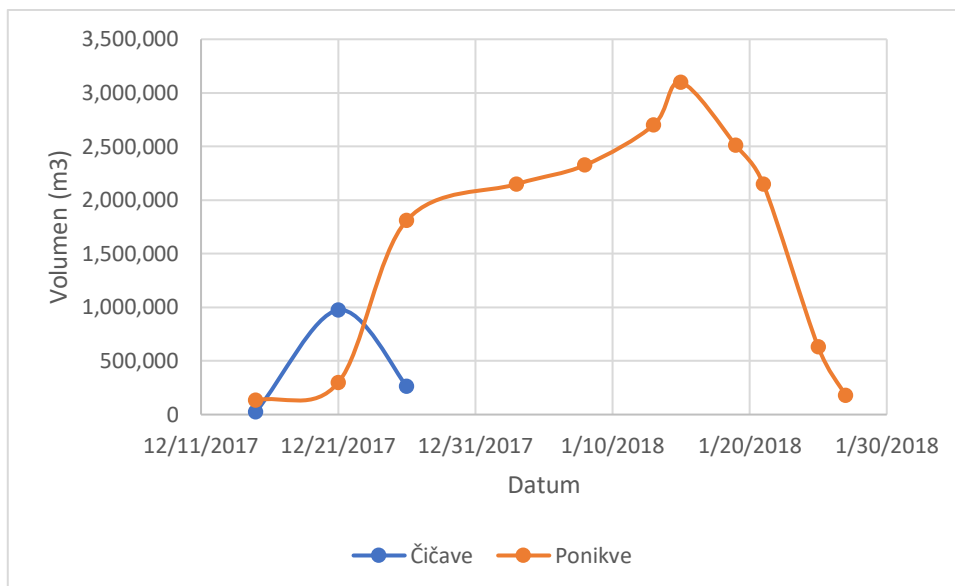
Datum satelitskog snimka	Čičave			Ponikve		
	Procijenjena nadmorska visina vode (m n.m.)	Volumen prorač. (m³)	Razlika protoka u odnosu na prethodni termin (m³s⁻¹)	Procijenjena nadmorska visina vode (m n.m.)	Volumen prorač. (m³)	Razlika protoka u odnosu na prethodni termin (m³s⁻¹)
6.2.2017	288	25.496				
7.2.2017	293	339.905	3,639	102	94.608	
11.2.2017	296	619.433	0,809	103	179.280	0,245
19.2.2017	294	425.023	-0,281	103.3	211.262	0,046
23.2.2017				102.5	132.691	-0,227



Slika 7.19 Graf procijenjenog kretanja volumena akumulirane vode u depresiji Čičave i Ponikve za poplavni događaj iz veljače 2017.

Tablica 7.9 Poplavni događaj iz prosinca 2017.godine i siječnja 2018.

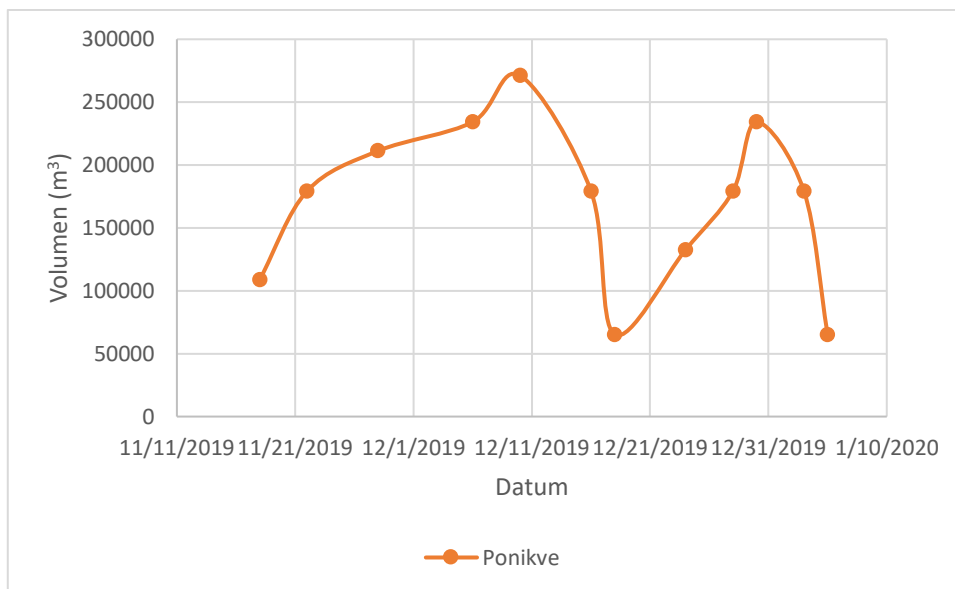
Datum satelitskog snimka	Čičave			Ponikve		
	Procijenjena nadmorska visina vode (m n.m.)	Volumen prorač. (m ³)	Razlika protoka u odnosu na prethodni termin (m ³ s ⁻¹)	Procijenjena nadmorska visina vode (m n.m.)	Volumen prorač. (m ³)	Razlika protoka u odnosu na prethodni termin (m ³ s ⁻¹)
15.12.2017	288	25.496		102.5	132.691	
21.12.2017	299	975.111	1,832	104	297.463	1,832
26.12.2017	292	262.522	-1,650	110.5	1.811.805	-1,650
3.1.2018				111.5	2.148.691	1,832
8.1.2018				112	2.326.502	-1,650
13.1.2018				113	2.700.216	1,832
15.1.2018				114	3.097.203	-1,650
19.1.2018				112.5	2.510.386	1,832
21.1.2018				111.5	2.148.691	-1,650
25.1.2018				106	630.273	1,832
27.1.2018				103	179.280	-1,650



Slika 7.20 Graf procijenjenog kretanja volumena akumulirane vode u depresiji Čičave za poplavni događaj iz prosinca 2017. i siječnja 2018. godine.

Tablica 7.10 Poplavni događaj iz prosinca 2019. i siječnja 2020. godine

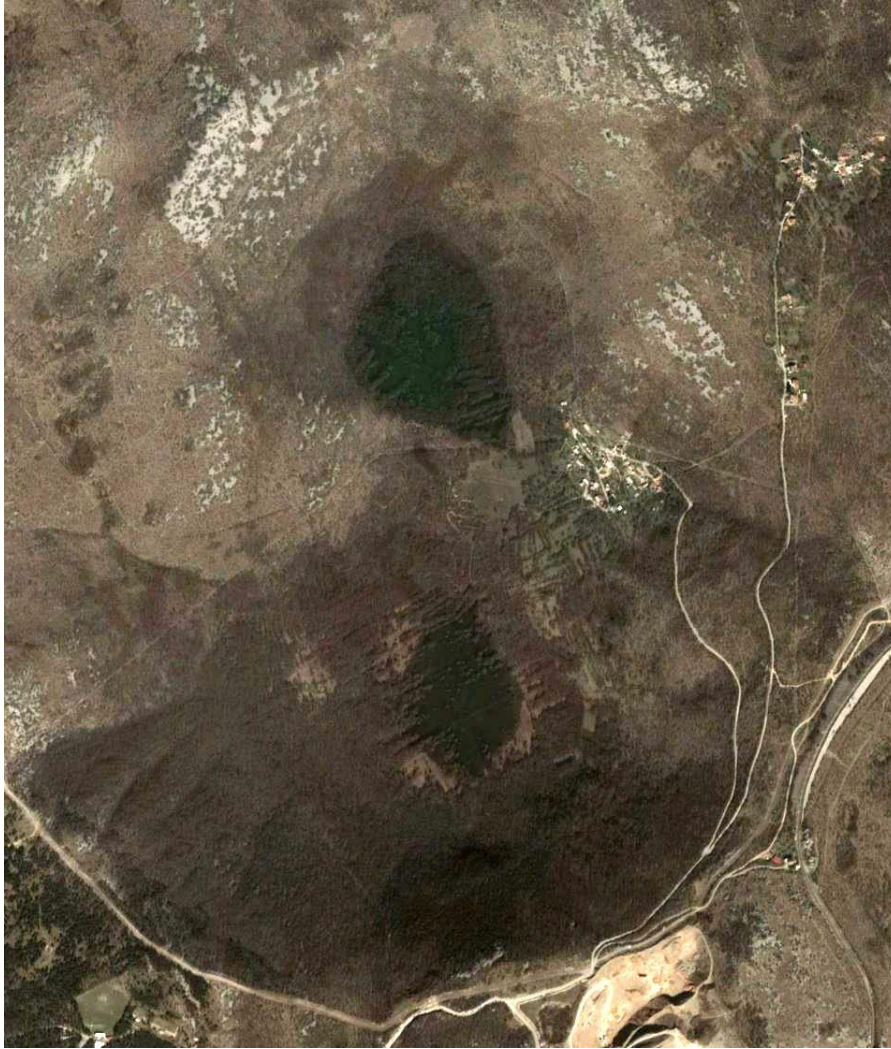
Datum satelitskog snimka	Čičave		Ponikve		
	Procijenjena nadmorska visina vode (m n.m.)	Volumen prorač. (m³)	Procijenjena nadmorska visina vode (m n.m.)	Volumen prorač. (m³)	Razlika protoka u odnosu na prethodni termin (m³s ⁻¹)
18.11.2019	Nije zapažena voda		102.2	108.813	
22.11.2019			103	179.280	0,204
28.11.2019			103.3	211.262	0,062
6.12.2019			103.5	234.246	0,033
10.12.2019			103.8	271.195	0,107
16.12.2019			103	179.280	-0,177
18.12.2019			101.5	65.160	-0,660
24.12.2019			102.5	132.691	0,130
28.12.2019			103	179.280	0,135
30.12.2019			103.5	234.246	0,318
3.1.2020			103	179.280	-0,159
5.1.2020			101.5	65.160	-0,660



Slika 7.21 Graf procijenjenog kretanja volumena akumulirane vode u depresiji Ponikve za poplavni događaj iz prosinca 2019. godine i siječnja 2020.

Iz danih prikaza kolebanja volumena vode u depresijama Čičave i Ponikve vidljivo je da Ponikve sadržavaju puno veće volumene, čiji maksimumi kod Ponikava kasne u odnosu na depresiju Čičave. No, u pogledu brzine punjenja i pražnjenja, Čičave pokazuju veću varijabilnost, pa i naglašeniju vrijednost protoka pri punjenju depresije. Tako je kod Čičava najveći prosječni protok pri punjenju depresije zabilježen u studenom 2016.g. s prosječnom vrijednošću protoka od $5,129 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, dok je na Ponikvama on zabilježen u drugoj poplavnoj epizodi, iz prosinca 2017., s vrijednošću $3,505 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Prosječna vrijednost protoka u fazi povlačenja vode, odnosno njezinog poniranja kod Čičave se kreće između $1,4$ i $1,7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, dok je kod Ponikava dvostruko veći – oko $4,4 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Naravno, radi se o aproksimativnim vrijednostima, kod kojih i samo vrijeme diskretizacije ima značajan utjecaj, kao i mogućnost da se istovremeno odvijaju i dotoci i gubici iz pojedinih zona spomenutih depresija, ali se radi i o vrlo indikativnim informacijama za ocjenu dinamike pojavnosti podzemnih voda na površinskim dijelovima analiziranog područja.

Vrijedi istaći da je bilo situacija kad se na radarskim snimkama nisu zapažale vodene površine, ali su one bile uočljive u vidljivom dijelu spektra, kao što je bila situacija od dne 22.3.2018. (Slika 7.22), gdje je uočena vodena površina manjega obima u oba dijela depresije Ponikve. No, unatoč relativne slabije preciznosti u definiranju poplavljenih površina, može se zaključiti da satelitske snimke u radarskom spektru pružaju velike mogućnosti za prostorno praćenje pojavnosti podzemnih voda kad se one pojave na površini krških područja kao što je analizirani širi prostor Grobničkog polja.



Slika 7.22 Satelitski snimak Ponikava u vidljivom dijelu spektra s jasno izdvojenim dvama dijelovima depresije – Malim lugom (gore) i Velim lugom (dolje)

Poplave u depresiji Ponikve javljaju se tako da kada je mali dotok vode, poplava se javlja samo na području Malog Luga. Pri većim dotocima, kada se Mali Lug zapuni vodom, ona protječe preko vododjelnice između dva polja i puni Veli Lug. Ako dotok vode potraje dovoljno dugo, razina podzemne vode se i u Velom Lugu podiže do razine vode u Malom Lugu, te se cijela ponikva spaja u jedno jezero. Površina koju voda zaplavljuje i dubina jezera ovise o intenzitetu dotoka vode i kontinuitetu oborina. Poplave mogu biti toliko jake, da dubina vode u Velikoj Ponikvi dosegne i do 30 metara, sve do prvih kuća u selu Ponikve (Biondić i Vulić, 1980).

8. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA S PRIJEDLOGOM DALJNJIH ISTRAŽNIH RADOVA

Rezultati provedenog monitoringa upotpunili su dosadašnja saznanja o pojavnosti voda na analiziranom prostoru, kao i dali potpuno nove elemente korisne za unaprjeđenje vodnogospodarskih aktivnosti na utjecajnom prostoru, prije svega vezanih uz potrebu redefiniranja zona sanitarne zaštite kao i zaštite od poplava.

Naime, rezultati praćenja dinamike kolebanja razina podzemnih voda na području Grobničkog polja i depresije Čičave pokazali su da se i na prostoru Čičava javljaju vode koje imaju regionalni karakter podzemne komunikacije te su nesumnjivo povezane s izvorima u Bakarskom zaljevu. Prema dosadašnjim hidrogeološkim sagledavanjima, prostor depresije Čičave nije prepoznat kao značajnije područje potencijalnog utjecaja na izvore vodoopskrbe u Bakarskom zaljevu, već je karakteriziran kao III, a dijelom i IV zona sanitarne zaštite, za razliku od prostora neposredno na istočnom dijelu Grobničkog polja koji je izdvojen kao II zona sanitarne zaštite. No, rezultati dinamike kolebanja voda na tom prostoru pokazuju na moguće veći utjecaj na izvore u Bakarskom zaljevu. Radi se i o području iznad kojeg prolazi autocesta Rijeka – Zagreb, odnosno njena dionica Kikovica – Oštrovica, koja nosi rizike negativnih utjecaja oborinskih voda s te prometnice na kakvoću voda izvorišta vodoopskrbe, posebno u uvjetima mogućih akcidentnih onečišćenja. Stoga je nužno posvetiti veću pozornost vodama na prostoru depresije Čičave.

Rezultati provedenog monitoringa i njihova interpretacija, kako terističkog, tako i interpretacijom daljinskih snimaka, pokazali su da unatoč relativno kratkom trajanju pojavnosti podzemnih voda na površini dijelova Grobničkog polja i prostora depresije Ponikava i Čičave, one zbog intenziteta svoje pojave i rasprostranjenosti, uvjetuju periodična poplavlivanja značajnijih razmjera. Dosadašnja rješenja zaštite od poplava na tom prostoru temeljena su na empirijskim hidrološkim procjenama, te će ih biti nužno dograditi na temelju saznanja koja se prikupe podacima monitoringa i daljinskim snimkama. Za to je potrebno dulji niz godina – predvidivo još barem 3 godine, definiranje konsumpcijskih krivulja za definiranje protoka na temelju podataka monitoringa kolebanja razina voda te izrada cjelovite hidrološke studije.

Rezultati praćenja dinamike poplavlivanja korištenjem daljinskih snimaka putem satelita Sentinel pokazali su velike mogućnosti takvih snimaka, posebno zbog njihove pristupačnosti. No, zbog prevelike prostorne i vremenske diskretizacije, takva praćenja bi se u budućnosti trebala upotpuniti i ciljanim daljinskim snimkama autonomnih letjelica, s većom rezolucijom.

Iako predmetnim dokumentima monitoringa nije predviđena i detaljna sekundarna hidrološka analiza prikupljenih podataka, ona bi bila korisna, i to na način da se u nju uključe i rezultati monitoringa pojavnosti voda na istočnom dijelu Grobničkog polja, koji se provodi posebnim programom.

9. LITERATURA

Biondić, B., Vulić, Ž.: *Hidrogeološka istraživanja izvorišta u Bakarskom zaljevu*, Geološki zavod Zagreb, 1980.

Biondić, B., Biondić, R.: *Hidrogeologija Dinarskog krša u Hrvatskoj*, Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Varaždin 2014.

Geo-5 d.o.o.: Program provođenja istražnih radova i opažanja razine podzemne vode (2018. godine), Rovinj, 2019.

Geo-5 d.o.o.: Program provođenja istražnih radova i opažanja razine podzemne vode (2019. godine), Rovinj, 2020.

Hidroinženjering d.o.o.: Konceptijsko rješenja zaštite od štetnog djelovanja voda na području Grobinštine. Zagreb, 2013.

Hrvatski geološki institut: *Izvor Rječine i sjeverozapadni rub Grobničkog polja – hidrogeološki radovi i hidrokemijska, izotropna istraživanja* (nos. zad. Kuhta M.), Zagreb, 2014.

Institut za geološka istraživanja: Vodoistražni radovi Rijeka, hidrogeološki radovi (nos. zad. Biondić B.). Zagreb, 1977.

Oštrić, M., Prenc, P., Rubinić, J.: Analiza dinamike kolebanja i istjecanja podzemnih voda na prostoru Grobničkog polja i Bakarskog zaljeva. U: Zborniku radova „Hidrologija u službi zaštite i korištenja voda te smanjenja poplavnih rizika – suvremeni trendovi i pristupi. Brela 18.-20.10.2018. Hrvatsko hidrološko društvo, Zagreb, 2018.

Prenc, P.: Analiza dinamike istjecanja vode na prostoru Grobničkog polja i Bakarskog zaljeva, diplomski rad. Građevinski fakultet u Rijeci, 2017.

Rijekaprojekt- geotehničko istraživanje d.o.o.: Područje Grobinštine - Program provođenja istražnih radova i opažanja razine podzemne vode za 2015. godinu, Rijeka, 2016.

Rijekaprojekt- geotehničko istraživanje d.o.o.: Područje Grobinštine - Program provođenja istražnih radova i opažanja razine podzemne vode za 2017. godinu, Rijeka, 2018.

Rubinić, A.: Kartiranje poplave na Grobničkom polju u studenom 2016. na temelju Sentinel-1 satelitskog snimka, Hrvatske vode 104, 129-134, 2018.

Savić, D., Dozet, S.: *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Delnice*. Institut za geološka istraživanja, Zagreb; Geološki zavod, Ljubljana; Savezni geološki institut, Beograd, 1983.

Savić, D., Dozet, S.: Tumač za list *Delnice*. Savezni geološki institut, Beograd, 1983.

Šikić, D., Pleničar, M., Šparica, M.: *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Ilirska Bistrica*. Institut za geološka istraživanja, Zagreb; Geološki zavod, Ljubljana; Savezni geološki institut, Beograd, 1972.

Šikić, D., Pleničar, M.: Tumač za List Ilirska Bistrica, Savezni geološki zavod, 1975

Vodoprivredno-projektni biro d.d.: Studijska dokumentacija za pripremu projekata zaštite od poplava na slivu Rječine iz EU fondova (nos. zad. Brkić B.), Zagreb, 2015.

https://meteo.hr/infrastruktura.php?section=mreze_postaja¶m=pmm&el=glavne

<https://hidro.dhz.hr/>