

HRVATSKE VODE

pravna osoba za upravljanje vodama

Ulica grada Vukovara 220

10000 ZAGREB

ELABORAT ZONA SANITARNE ZAŠTITE IZVORIŠTA BAČVICE



GEO 664/2016

Nositelj izrade: GEO-5 d.o.o. Rovinj

Rovinj, prosinac 2019.

Predmet: ELABORAT ZONA SANITARNE ZAŠTITE
IZVORIŠTA BAČVICE

Naručitelj: HRVATSKE VODE
pravna osoba za upravljanje vodama
Ulica grada Vukovara 220
10000 ZAGREB

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

Broj elaborata GEO 664/2016

Ugovor broj: Klasa:325-01/16-10/19, Ur.broj:374-23-2-16-8

Izrada izvješća: Geo-5 d.o.o. Rovinj
Milan Mihovilović, dipl.ing.geol.
Dr.sc. Josip Rubinić, dipl.ing.građ.
Toma Mihovilović, ing.ind.diz.

Podaci: Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb
Hrvatske vode, Zagreb
Vodovod Hrvatsko primorje – južni ogranak d.o.o., Senj

DIREKTOR:

Milan Mihovilović, dipl.ing.geol.

SADRŽAJ:

A) OPĆI DIO

Izvadak iz sudskog registra

Rješenje o ispunjavanju posebnih uvjeta za obavljanje djelatnosti Vodoistražni radovi i drugih hidrogeoloških radova-hidrogeološka istraživanja

Uvjerenje o osposobljenosti za samostalno obavljanje geoloških istraživanja

B) TEKSTUALNI I GRAFIČKI DIO

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | UVOD | 1 |
| 2. | TEHNIČKI OPIS VODOZAHVATA | 2 |
| 3. | GEOLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE PRILJEVNOG PODRUČJA IZVORIŠTA BAČVICE I KAKVOĆA VODA | 9 |
| 3.1. | Opći prikaz dosadašnjih istraživanja hidrogeologije i hidrologije Izvorišta Bačvice | 9 |
| 3.2. | Geološke i hidrogeološke značajke izvorišta Bačvice i šire okolice njegovog priljevnog područja | 13 |
| 3.2.1. | Stratigrafski pregled | 13 |
| 3.2.2. | Tektonski pregled | 17 |
| 3.2.3. | Hidrogeološke karakteristike stijena | 19 |
| 4. | PRIOBALNE VODNE POJAVE NA ŠIREM PODRUČJU ISTJECANJA VODE U PODVELEBITSKOM KANALU | 26 |
| 5. | UTVRĐIVANJE GRANICA VODONOSNIKA | 35 |
| 5.1. | Utvrđivanje zona sanitarne zaštite ponornih zona (trasiranje ličkih ponornih zona) | 35 |
| 5.2. | Utvrđivanje zona sanitarne zaštite neposrednog sliva izvorišta Bačvice | 37 |
| 5.3. | Procjena elemenata globalne vodne bilance | 40 |
| 5.4. | Analiza rezultata monitoring tijekom 2016., kao i ranijih godina | 47 |
| 5.4.1. | <u>Rezultati monitoring tijekom 1989.-1990.</u> | 47 |
| 5.4.2. | <u>Rezultati monitoring u dokumentima i radovima 2006.-2015.</u> | 51 |
| 5.4.3. | <u>Rezultati monitoringa u eksploataciji (2014.-2016.)</u> | 54 |
| 6. | PRIJEDLOG GRANICA ZONA SANITARNE ZAŠTITE IZVORIŠTA BAČVICE | 63 |

| | | |
|------|---|----|
| 7. | PRIKAZ KAKVOĆE VODE | 67 |
| 8. | KATASTAR ONEČIŠĆIVAČA S GRAFIČKIM PRIKAZOM LOKACIJA | 72 |
| 8.1. | Naselja | 72 |
| 8.2. | Prometnice | 74 |
| 8.3. | Izgradnja transportnog cjevovoda Stinica-Bačvice | 78 |
| 8.4. | Trafostanice u zonama sanitarne zaštite izvorišta Bačvice | 79 |
| 8.5. | Poljoprivreda | 80 |
| 9. | PRIJEDLOG MJERA ZAŠTITE IZVORIŠTA | 81 |
| 10. | NAČELNI PRIJEDLOG SANACIJSKIH ZAHVATA | 84 |
| 11. | PRIJEDLOG MJESTA ZA POSTAVLJANJE OZNAKA ODGOVARAJUĆIH ZONA SANITARNE ZAŠTITE | 85 |
| 12. | PRIJEDLOG DOPUNE SUSTAVA MONITORINGA KLIMATOLOŠKIH HIDROLOŠKIH I HIDROGEOLOŠKIH POKAZATELJA ZA IZVORIŠTE BAČVICE | 88 |
| 13. | ZAKLJUČCI | 90 |
| 14. | LITERATURA | 91 |
| 15. | PRILOZI | 95 |

POPIS PRILOGA

- PRILOG BR. 1.** Pregledna karta- Zone sanitarne zaštite izvorišta Like i Velebita
M. 1:200.000
- PRILOG BR. 2.** Geološka karta slivnog područja izvorišta Bačvice s granicama IV. zone sanitarne zaštite
M 1:25000
- PRILOG BR. 3.** Geološka karta slivnog područja izvorišta Bačvice s granicama III zone sanitarne zaštite
M. 1:10.000
- PRILOG BR. 4.** Geološka karta slivnog područja izvorišta Bačvice s granicama II zone sanitarne zaštite
M. 1:5000
- PRILOG BR. 5.** Geološka karta slivnog područja izvorišta Bačvice s granicama I zone sanitarne zaštite
M.1:1000
- PRILOG BR. 6.** Ponorna zona rijeke Like u Lipovom polju-II zona sanitarne zaštite (Markov ponor)
M. 1:5000
- PRILOG BR. 7.** Ponorna zona rijeke Like u Lipovom polju-II zona sanitarne zaštite (Glumačko selo)
M. 1:5000
- PRILOG BR. 8.** Ponorna zona sjevernog kraka rijeke Gacke u Gackom polju-II zona sanitarne zaštite
M. 1:5000
- PRILOG BR. 9.** Ponorna zona rijeke Gacke u Donjem Švičkom jezeru-II zona sanitarne zaštite
M. 1:5000
- PRILOG BR. 10.** Ponorna zona rijeke Gacke u Hrvatskom polju (Škorići) -II zona sanitarne zaštite
M. 1:5000

- PRILOG BR. 11.** Ponorna zona rijeke Gacke u Hrvatskom polju (ponor Živulja) -II zona sanitarne zaštite
M. 1:5000
- PRILOG BR. 12.** Ponorna zona rijeke Gacke u Gusić polju -II zona sanitarne zaštite
M. 1:5000
- PRILOG BR. 13.** Geološki profil III zone sanitarne zaštite izvorišta Bačvice
M. 1:10000
- PRILOG BR. 14.** Hidrogeološki profil III zone sanitarne zaštite izvorišta Bačvice
M. 1:10000
- PRILOG BR. 15.** Hidrogeološki profil III zone sanitarne zaštite izvorišta Bačvice sa smijerovima toka vode
M. 1:10000
- PRILOG BR. 16.** Izvještaj, prilozi i GIS /snimljeno na CD-u

A) OPĆI DIO



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. izmjenjen 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

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, Drščevka 1, Pazin;
3. Hrvatske vode, Direkcija;
4. Odjel državne vodopravne inspekcije, ovdje;
5. Referada, ovdje;
6. Pismohrana ovdje.

Rovinj, 01.08.2016.

Broj: 62/1/2016

RJEŠENJE

kojim se Milan Mihovilović, dipl.ing.geol. imenuje voditeljem projekta geotehničkih istražnih radova i projektant za geotehnički elaborat - ELABORAT ZONA SANITARNE ZAŠTITE IZVORIŠTA BAČVICE.

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.

B) TEKSTUALNI I GRAFIČKI DIO

1. UVOD

Izvor Bačvice nalazi se u neposrednoj blizini morske obale u uvali Stari Porat, koja je smještena približno 45 kilometara jugoistočno od Senja te približno 17 kilometara sjeverozapadno od Karlobaga.

Izvor Bačvice je kaptirani izvor koji se do 1990.g. koristio za vodoopskrbu otoka Paga i Raba, dok izgradnjom nove infrastrukture pitanje vodoopskrbe tih otoka nije riješeno vodozahvatom na Hrmatinama, iz sustava HE Senj. Zbog naraslih potreba za vodom, vodocrpilište Bačvice obnovljeno je 2014.g. (probno crpljenje) a od rujna 2015.g. je u normalnom pogonu po vodoprevnoj dozvoli maksimalno dozvoljenih 40 L/s. Crpilište služi za sezonsko prihranjivanje vodoopskrbnog sustava „Vodovod Hrvatsko primorje - južni ogranak“ d.o.o. iz Senja koje je tvrtka i koncesionar spomenutog vodozahvata. Tim se sustavom, uz vodoopskrbu područja Grada Senja i dijelova Općine Karlobag, vodom snabdijevaju i otoci Rab i Pag.

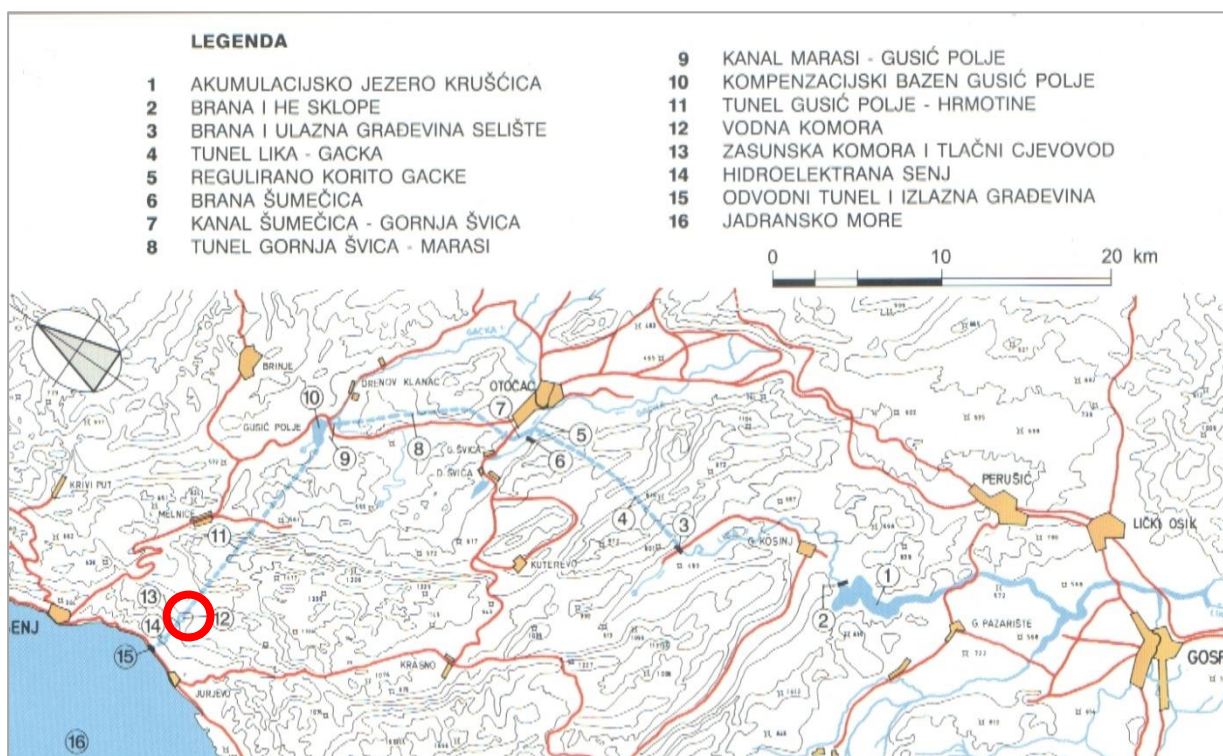
Predmetni dokument elaborat zona sanitarne zaštite vodozahvata-izvorište Bačvice izrađen je na osnovu Ugovora sklopljenog 4. kolovoza 2016. godine između Naručitelja „Hrvatskih voda“ iz Zagreba i izvršitelja tvrtke GEO-5 d.o.o. iz Rovinja. Dokument sadrži elaborat zona sanitarne zaštite izvorišta vode za ljudsku potrošnju na vodocrpilištu Bačvice i prijedlog nacrtu Odluke o zonama sanitarne zaštite izvorišta vode za ljudsku potrošnju na tom vodocrpilištu. Elaborat zona sanitarne zaštite i prijedlog nacrtu Odluke izrađeni su u skladu s *Pravilnikom o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 66/11)* i *Pravilnikom o izmjenama pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 47/13)*.

U okviru izrade Elaborata zona sanitarne zaštite izvorišta Bačvice provedeni su slijedeći radovi:

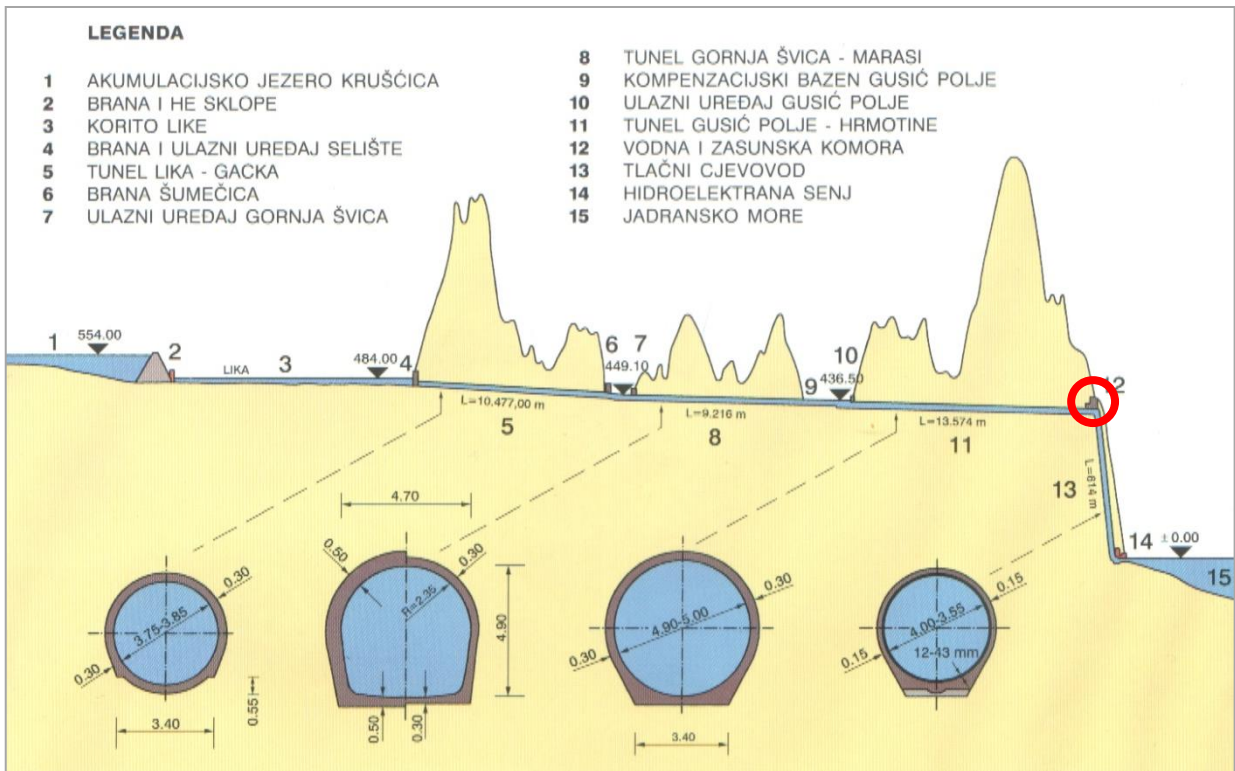
- obrada postojeće dokumentacije,
- određivanja zona sanitarne zaštite u skladu s kriterijima *Pravilnika (NN 66/11 i NN 47/13)*
- utvrđivanje aktualnog stanja na terenu s naglaskom na objekte koji pripadaju II i III zoni zaštite
- izrada katastra onečišćivača
- aktualizirani su podaci hidroloških i hidrogeoloških istraživanja na predmetnom području uključujući i kratkotrajno razdoblje osmatranja dinamike kolebanja i promjene razine vode na izvorištu u odnosu na kolebanje razine mora.
- izrađen je prijedlog zona sanitarne zaštite u digitalnoj GIS tehnologiji, korištenjem programske podrške Arc Map 10.1 uz prikaz svih elemenata u koordinatnom sustavu HTRS96/TM.
- izrađeni su grafički prilozi na način propisan *Pravilnikom (NN 66/11 i 47/13)*
- izrađen je elaborat u skladu sa sadržajem propisanim *Pravilnikom (NN 66/11 i 47/13)*
- izrađen je prijedloga nacrtu odluke koja je polazna podloga za donošenja odluke o zaštiti izvorišta koji se provodi sukladno članku 7. *Pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 66/11 i 47/13)*.

2. TEHNIČKI OPIS VODOOPSKRBNOG SUSTAVA “VODOVODA “HRVATSKO PRIMORJE - JUŽNI OGRANAK” I SAMOG VODOZAHVATA NA IZVORU BAČVICE

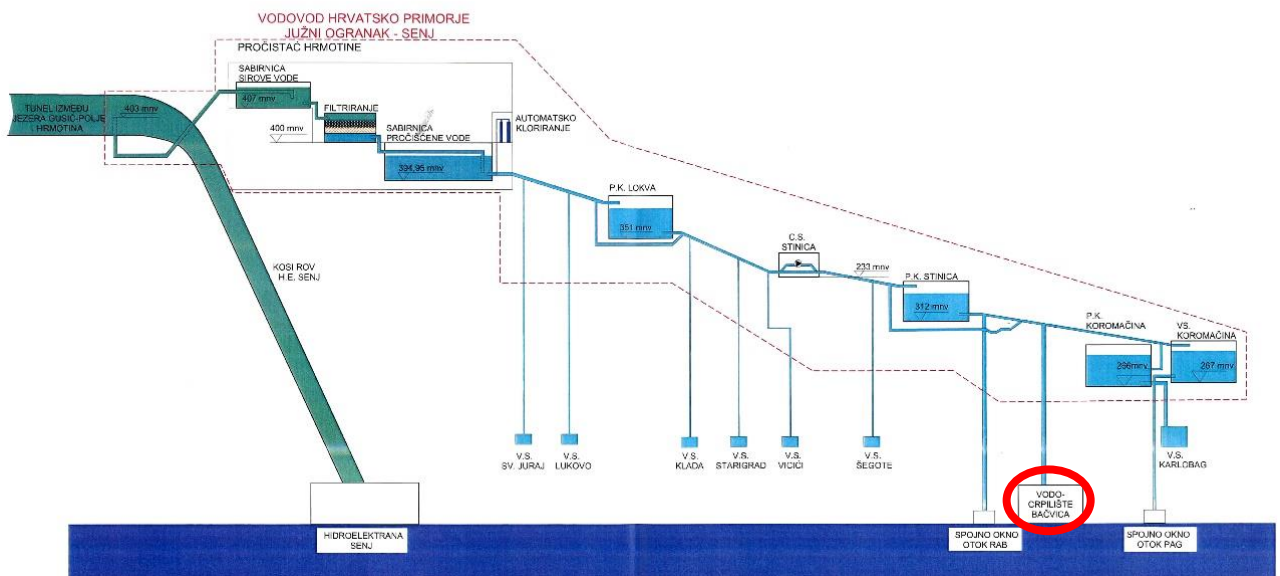
„Vodovod Hrvatsko primorje - Južni ogranak“ zadovoljava glavnu potrebu za vodom iz sustava HE Senj kroz tunel koji je probijen između kompenzacijskog bazena Gusić polje sa sjeveroistočne strane Velebita, te Hrmotina na jugozapadnoj, priobalnoj strani. Tunel je prokopan za potrebe dovoda vode do hidroelektrane Senj, locirane između Senja i naselja Sv. Juraj (slike 2.1. i 2.2.). Sam zahvat vode za potrebe vodoopskrbe prikazan je na slici 2.3. iz koje je vidljivo i mjesto na koje se vodoopskrbnom sustavu spomenutog vodovoda priključuju i vode izvorišta Bačvice – između prekidnih komora Stinica i Koromačina, a neposredno uz koje su i spojna okna vodovodnih transportnih cijevi za otoke Rab i Pag.



Slika 2.1. Pregledna situacija hidroenergetskog sustava HE Senj s crvenim krugom markiranim lokalitetom vodozahvata Hrmotina (Sever i sur.,2000)



Slika 2.2. Uzdužni profil hidroenergetskog sustava HE Senj s crvenim krugom markiranim lokalitetom vodozahvata Hrmotine (Sever i sur.,2000)



Slika 2.3. Shematski prikaz vodoopskrbnog sustava s crvenim krugom markiranim lokalitetom vodozahvata iz izvorišta Bačvice (Vodovod Hrvatsko primorje - Južni ogranak, 2013)

Prema HACCP studiji (Vodovod Hrvatsko primorje – Južni ogranak, 2013) vodoopskrbni sustav započinje zahvatom vode rijeka Like i Gacke u tunelu Gusić polje – Hrmotine gdje se s kote 403 m n.m. odvaja voda za uređaj za kondicioniranje voda na Hrmotinama. Za potrebe vodoopskrbe diže se dio vode do rezervara sabirnice sirove vode, volumena 200 m³, s dnom na koti 407,45 m n.m., te maksimalnim kapacitetom prihvata vode od 270 L/s (slika 2.4.).

Sirova voda se, nakon koagulacije, pročišćava kroz postrojenje za filtraciju koje se nalazi na koti 400 m n.m., te nakon obrade akumulira se u sabirnicu pročišćene vode. Njen je volumen 1.000 m³, s dnom na koti 394,95 m n.m. Prije upuštanja u cjevovod voda se dezinficira preko uređaja za automatsko kloriranje te dalje uglavnom gravitacijski spušta prema krajnjim korisnicima od Senja na sjeverozapadu do Karlobaga na jugoistoku.



Slika 2.4. Sabirnica sirove vode na lokaciji Hrmotine



Slika 2.5. Postrojenje za filtraciju na lokaciji Hrmotine

Prvi vodovodni odvojci s gravitacijskog transportnog voda vode prema vodospremi Sv. Juraj i vodospremi Lukovo. Prekidna komora Lokve nalazi se na koti 351 m n.m. te se od nje dalje voda distribuira do vodosprema Klada, Starigrad, Vicići, Josinovac i Šegote.

Na koti 233,12 m n.m. nalazi se precrpna stanica Stinica (izgrađena 2007.g. radi povećanja kapaciteta transportnog voda za oko 50% u odnosu na prijašnje stanje) koja vodu diže do prekidne komore Stinica (kota 312 m n.m.) odatle jedan odvojak vodovoda ide do spojnog okna na obali, odakle podmorskim cijevovodom ide za otok Rab.

Magistralni vodovod u svom nižem djelu dolazi do spoja s tlačnim vodom koji iz priobalnog izvora Bačvice (slika 2.6.), crpi vodu za njegovo prihranjivanje. Nizvodno od spoja s dovodnim cjevovodom s Bačvica, na transportnom se vodu nalazi prekidna komora Koromačina, s dnom na koti od 267 m n.m., te vodosprema Koromačina, volumena 1000 m³, s dnom na koti 268,8 m n.m. Odatle se voda transportira do vodospreme Karlobag, kao i do spojnog okna za podvodni cjevovod prema otoku Pagu.



Slika 2.6. Objekat vodocrpilišta Bačvice sa sabirnim bazenom

Vodocrpilište Bačvice sastoji se od crpne stanice izgrađene 1982.g., s dnom podesta na koti od 2,5 m n.m., te trima crpkama kapaciteta 25 L/s, odakle se voda putem tlačnog cjevovoda Ø250 mm tlačila u PK "Bačvica" s kotom gornje vode od 283,70 m n.m. (Hidroprojekt-ing, 2012). Ugradnjom precrpne postaje Stinica, te rekonstrukcijom crpilišta Bačvice provedenom 2014.g., u

novim uvjetima crpke na izvorištu Bačvica (2 bunarske crpke, svaka kapaciteta po 20 L/s) rade u dvojnomo hidrauličkom režimu. Kada crpna stanica „Stinica“ ne radi, u transportnom sustavu Vodovoda Hrvatskog primorja – južni ograna, vlada gravitacijsko tečenje. Tada sustav funkcionira preko prekidnih komora Lokva, Stinica, Koromačina i Karlobag, a opskrba glavnih potrošača odvija se preko više-manje fiksnih piezometarskih kota i odgovarajućih ogranaka. Piezometarska visina dizanja crpke na mjestu spojnog okna 174 pri gravitacijskom tečenju iznosi 295,20 m n.m. U trenutku kada gravitacijski pogon postane nedostatan za potrebe vodoopskrbe i kada se upali precrpna stanica „Stinica“, povećava se tlak duž cijelog magistralnog cjevovoda, pa tako i u spojnom oknu 174. Tad crpke na crpilištu „Bačvica“ imaju piezometarsku visinu dizanja od 319,50 m n.m. (Hidroprojekt-ing, 2012). U samom vodozahvatu se uz spomenute crpke nalazi i zračni kotao za zaštitu od tlačnih prekoračenja, te postrojenje za dezinfekciju vode (Slika 2.7.). Kota dna bazena gdje su smještene crpke je na -0,50 m n.m., a radne razine crpljenja kreću se između 0,55 i 2,10 m n.m..



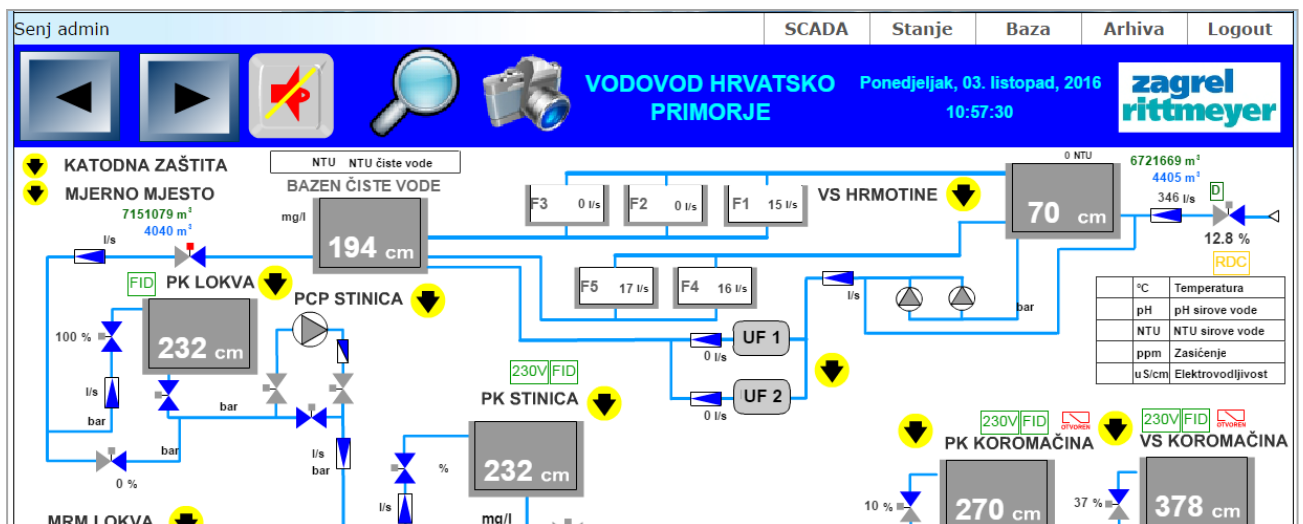
Slika 2.7. Objekat vodocrpilišta Bačvice, postrojenje za dezinfekciju vode

Vodovod ima sustav daljinskog upravljanja s dispečerskim centrom na uređaju za kondicioniranje na Hrmatinama s 24-satnim dežurstvom. Prema HACCP studiji (Vodovod Hrvatsko primorje – Južni ogranak, 2013), upravljački sustav ima slijedeće mogućnosti:

1. Očitavanje trenutnog nivoa vode u svim sabirnicama i prekidnim komorama te dijagramskog praćenja tih podataka po datumima i satima
2. Praćenje i regulaciju protoka vode zatvaranjem ili otvaranjem ventila i zatvarača
3. Očitavanje trenutnog ili kumulativnog protoka vode na svim ključnim mjestima
4. Očitavanje trenutnog tlaka vode na svim ključnim mjestima

5. Signalizacija provale u prekidne komore, mjerna mjesta i precrpnicu
6. Signalizacija nestanka električne energije u prekidnim komorama i mjernim mjestima
7. Otvaranje i zatvaranje premosnice na P.K. Lokva
8. Otvaranje i zatvaranje premosnice na P.K. Stinica
9. Upravljanja radom precrpne stanice Stinica, a što podrazumijeva slijedeće:
 - a) puštanje i zaustavljanje rada precrpnice
 - b) očitavanje i podešavanje radnog broja okretaja motora
 - c) očitavanje tlaka ulja u motoru
 - d) očitavanje nivoa goriva u glavnom rezervoaru
 - e) očitavanje nivoa goriva u dnevnom rezervoaru
 - f) sustav blokada u slučaju prekoračenja nekih bitnih parametara
10. Očitavanje podataka koji opisuju samu vodu:
 - a) trenutne konc. rezidualnog klora na izlazu iz sabirnice čiste vode
 - b) mutnoću sirove vode
 - c) pH vrijednost sirove vode
 - d) temperature sirove vode
 - e) mutnoća filtrirane vode
 - f) trenutne konc. Rezidualnog klora na izlazu iz PK Stinica
 - g)elektroprovodljivost vode na VS Koromačina i CS Bačvica
- 11.) Upravljanje radom crpne stanice Bačvica, a što podrazumijeva sljedeće :
 - a)uključivanje i zaustavljanje rada crpne stanice
 - b)očitanje nivoa bazena vode,temperature i elektrovodljivosti vode
nivoa vode u hidroforskoj posudi
 - c)očitanje frekvencije,temperature i struje crpke
 - d) očitavanje razine usisa tlaka i protoka vode
 - e) sustav blokada i alarma u slučaju prekoračenja nekih bitnih parametara

Primjer sadržaja informacija na kontrolnoj ploči/ monitoru dan je na slici 2.8.



Slika 2.8. Prikaz kontrolne ploče sustava za daljinsku pravljjanje Vodovoda Hrvatsko primorje – južni ogranak na Hrmotinama

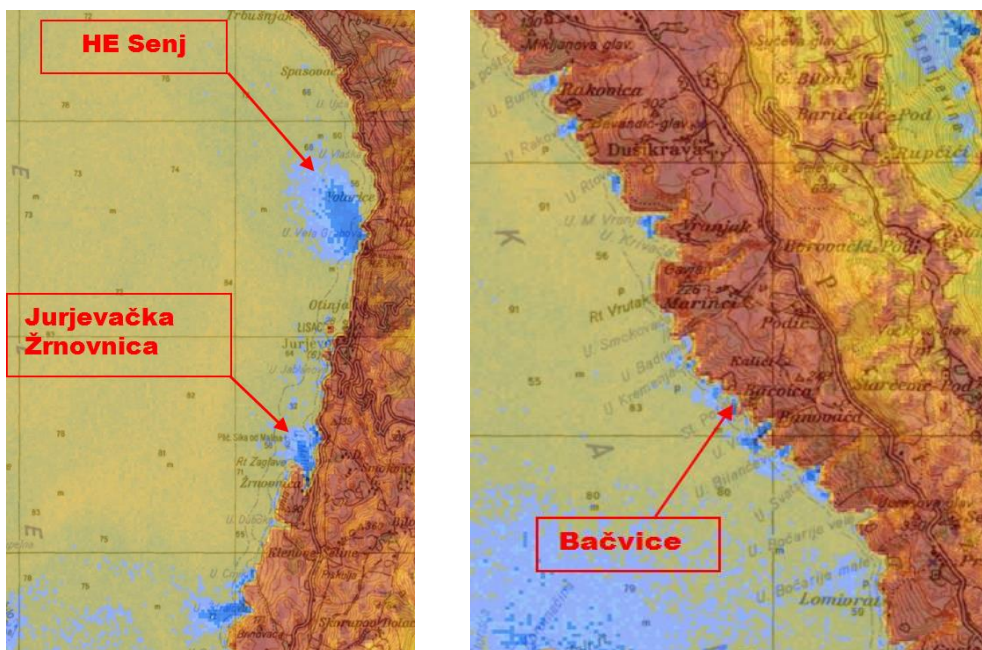


Slika 2.9. Kontrolna ploča sustava za upravljanje na vodocrpilištu Bačvice

3. GEOLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE SLIVA IZVORIŠTA BAČVICE U KONTEKSTU ODREĐIVANJA ZONA SANITARNE ZAŠTITE VODOZAHVATA

3.1. Opći prikaz dosadašnjih istraživanja hidrogeologije i hidrologije izvorišta Bačvice

Pojava istjecanja podzemnih voda u vidu priobalnih izvorišta i vrulja u priobalju Velebita vrlo je raširena zbog okolnosti da se čak i veliki vodni sustavi rijeka Gacke i Like, kao i niza manjih vodotoka, završavaju svoj tok u ponorskim zonama u zaleđu planinskog masiva Velebita, odakle nastavljaju svoj tok podzemnim putem do najniže drenažne baze – razine Jadranskog mora. Najznačajnije koncentracije istjecanja podzemnih voda s tog područja u Velebitskom priobalju je na sjevernom dijelu Podvelebitskog primorja, lokalitetu Jurjevačke Žrnovnice, a što se slikovito vidi na satelitskoj termalnoj infracrvenoj (TIC) snimci od dne 12.06.2002. preklapljenomj s geografskom kartom (slika 3.1.1.), a na kojoj je vidljiv i termalni odraz u moru istjecanja voda iz sustava HE Senj na području između Senja i Sv.Jurja. Na Slici 3.1.b dan je prikaz istjecanja podzemnih voda na središnjem dijelu Podvelebitskog primorja, gdje je i izvorište Bačvice. Prema termalnim odrazima vidljivo je da na tom području ima i značajnijih količina istjecanja podzemnih voda u odnosu na sam izvor Bačvice koji je jedini kaptiran iz razloga što su zabilježene koncentracije sadržaja klorida tu uglavnom najmanje. Na spomenutim slikama vidljivi su i šumovi – termalni odrazi slojeva oblaka, ali na drugim dijelovima karte.



Slika 3.1.1. Termalna satelitska snimka istjecanja podzemnih voda na širem analiziranom području a) Sjeverni dio podvelebitskog primorja b) Srednji dio podvelebitskog primorja s izvorištem Bačvice

Prva poznata istraživanja istjecanja podzemnih voda na priobalnom području Srednjeg Velebita vezana su uz Alfrevića (1978) koji među 35 najznačajnijih izdvojenih priobalnih izvora i vrulja navodi upravo i vodnu pojavu na lokalitetu uvale Bačvice (uvale poznate pod nazivom Vrulja), koja je po količini istjecanja puno izdašnija od količine istjecanja u uvali Stari porat, sjeverno od zaseoka Bačvice gdje je i analizirani vodozahvat izvorišta Bačvice. Osim priobalnog izvora koji je kaptiran, u uvali Stari porat istječe i nekoliko vrulja.

Postoje informacije da je DHMZ tijekom 1974. i 1975.g. provodio mjerenja izdašnosti i sadržaja klorida na više izvora na lokalitetu Bačvice, sjeverno i južno od zaseoka, te da je dana 24.9.1975. ukupna izdašnost tih izvora, mjerena pomoću hidrometrijskog krila, iznosila oko 600 L/s (IGI, 1976). U dokumentu "Vodoistražni radovi u uvali Stari porat" (IPZ, 1977) navodi se da dok su se saliniteti mjereni po Hidrometeorološkom zavodu u 1974. i 1975. godini kretali od 59 do 1827 mg Cl/L, a nakon izgradnje mjernog preljeva u kolovozu 1976. godine saliniteti su se kretali od 150 do 420 mg Cl/L. U sklopu predmetnog dokumenta dan je i početni prijedlog varijantnih rješenja vodozahvata i injekcijske zavjese u jednoj od varijanti, koji su tijekom izvedbe modificirani. Radilo se o interventnom rješenju, u situaciji gorućeg nedostatka vode za vodoopskrbu Paga, pa je do dovršetka južnog ogranka regionalnog vodovoda odlučeno da će se ići s privremenim zahvatom vode na Bačvicama. U spomenutom elaboratu IPZ-a (1977) u tom se smislu i navodi da "...budući da su dakle potrebe hitne i jer se ne računa na stalnu upotrebu ovog zahvata u budućnosti, dogovorno s investitorom i s Općim vodoprivrednim poduzećem iz Rijeke zaključeno je da se pokuša zahvatiti izvor Stari porat na izvorištu Bačvica i bez prethodnih istražnih radova, a s minimalnim troškovima. Radi toga ovdje je predviđeno jedno rješenje za koga se pretpostavlja da će dati određeni pozitivni rezultat, svjesni činjenice, da takav pristup rješenju nije ispravan i da cijeli poduhvat može biti nedovoljno uspješan."

U projektu IPZ-a "Izvorište Bačvica – dopunska injekcijska zavjesa" (IPZ, 1983) navodi se da je u sklopu rješenja tijekom 1977.g. izvedena betonska pregrada dužine 18 m, visine 2,0 m iznad morske razine i dubine 5 m ispod postojeće površine terena, a kroz nju je izvedena plitka injekciona zavjesa dubine do 20 m. Također se navodi da betonska pregrada nije kvalitetno izvedena, pa se pregrada zbog preostalog sitnozrnog materijala na njenom dnu nije vezala za čvrstu stijenu, pa su ta mjesta ostala propusna za vodu. Također ni prethodnim projektom injekcijski radovi nisu u potpunosti izvedeni jer niti jedna dodatna bušotina nije izvedena, iako je bilo planirano da će se one izvoditi na mjestima gdje to odredi nadzor, na temelju rezultata izvedenih radova. Utvrđeno je i da su izvedenim radovima ipak postignuti određeni pozitivni rezultati – vodostaj na izvorištu podignut je za oko jedan metar, saliniteti su niži a tada je opaženo i da se salinitet ne mijenja pri crpljenju do količine od oko 40 L/s, a kad se crpljena količina poveća, salinitet polagano raste.

Tijekom razdoblju 1977.-1978. provedene su (s učestalošću od dva puta dnevno) praćenja razine vode na izvoru i moru na lokalitetu uvale Stari porat, kao i sadržaj klorida u istim vremenskim intervalima. Sadržaj klorida kretao se u rasponu 8 – 270 mg/L, s vrlo rijetkim pojavama sadržaja klorida većih od 100 mg/L. Nakon toga, provedena su i dodatna probna crpljenja IPZ (1979).

S povećanjem crpljenja, utvrđeno je da i kloridi rastu pa je zbog toga, kao i zbog naraslih potreba za vodom priobalju kao i na otoku Rabu planirana izvedba dodatnih radova na injekcijskoj

zavijesi. U spomenutom je dokumentu dan prijedlog izvedbe dopunske injekcijske zavjese dubine 50 m, odnosno za 30 m dublje od već izvedene, s na bokovima kosim bušotinama u obliku lepeze za produbljenje otješnjenja. Površina tako planirane jednoredne zavjese bila je 4825 m², odnosno skoro pet put a više od ranije izvedene. Bušotine su tako raspoređene da na dubini od 45 m njihov međusobni razmak iznosi 6 m, a planirane su i dopunske bušotine po nalogu nadzornog organa u zavisnost od hidrogeoloških značajki i rezultata injektiranja.

Prema elaboratu o izvođenju dopunskih injekcionih radova na izvorištu Bačvice (Geotehnika, 1984), radovi po projektu IPZ-a (1983) su izvedeni u razdoblju 25.5.-26.6.1984., kojom prilikom je izbušeno 19 bušotina (na drugom dijelu elaborata navodi se da je izvedeno 29 bušotina) s ukupnom duljinom bušenja od 1790 m, te ugrađene suhe tvari preko 700 t.

No, i nakon izvedbe dopunske injekcijske zavjese, kojom prilikom su dodatno smanjeni saliniteti u vodi zahvaćenoj za vodoopskrbu, periodički su se javljali sadržaji klorida veći od maksimalno dopuštenih. Količina crpljenja na izvoru kretala se u ljetnim mjesecima od 25 do maksimalnih 50 L/s. Prema raspoloživim podacima salinitet vode naglo bi se povećao kod crpnih količina od 35-40 L/s. Zbog toga je završetkom izgradnje Južnog ogranka regionalnog vodovoda Hrvatskog primorja crpilište napušteno tijekom srpnja 1990. godine. Vodoopskrba se u potpunosti orijentira na vode koje dolaze sustavom iz HE Senj sve do 2014.g. kada su Bačvice ponovno uključen u vodoopskrbni sustav kao dopunski izvor tijekom razdoblja povećane potražnje za vodom, u ljetnim mjesecima.

Zadnja istraživanja, odnosno praćenja vodne bilance izvora Bačvice prije njegova dugogodišnjeg napuštanja bila su u razdoblju 09.05.1989. pa do 31.5. 1990. u organizaciji "Vodoprivrede" iz Rijeke. Cilj tih istraživanja bio je praćenje "nultog" stanja izvora na potencijalno utjecajnom području izgradnje planirane akumulacije Kosinjske. Izraz "nulto" stanje ima pri tome samo uvjetno značenje, s obzirom da je prethodnom izgradnjom akumulacije Krušćica i prevođenjem voda iz sliva Like i Gacke na objekte i postrojenje HE Senj već otprije poremećen prirodni hidrološki režim priobalnih izvora prema kojima te vode u prirodnom stanju gravitiraju. Naručitelj projekta bila je "Hrvatska elektroprivreda", a prikupljeni rezultati su, zbog organizacijskih i kadrovskih promjena u "Vodoprivredi" Rijeka analizirani i dokumentirani u elaboratu "Akumulacija Kosinjska – registracija nultog stanja korespondentnih izvora u priobalju 1989.-1990." (Javno vodoprivredno poduzeće Labin, 1991). Registrirane srednje dnevne protoke (određene na temelju 6-satnih očitavanja razina vode na preljevu, a kojima su pridodane srednje dnevne crpljene količine) praćene na izvoru kretale su se tijekom promatranog razdoblja u rasponu između 0 i 268 L/s. Pri tome valja voditi računa da protoka 0 odgovara stanjima malih voda kada nije bilo prelijevanja preko praga preljeva a ni crpljenja. No, i u tim situacijama, bilo je moguće crpiti izvjesne količine voda, uz prisutan rizik od povećanih zasljanjivanja, tako da izdašnot izvora praktički ipak nikada ne pada ispod 10-20 L/s vode. Sadržaji klorida praćeni su u dvaput dnevno, i kretali su se u rasponu između 23,1 i 429,0 mg/L. Rezultati opažanja s izvora Bačvice iz tog elaborata detaljnije su analizirani u radu Rubinića i sur. (2007).

U disertaciji "Podzemni tokovi u zaleđu krških priobalnih izvora na području Velebitskog kanala" (Stroj, 2010) detaljno je analizirana problematika otjecanja voda kroz masiv Velebita, te su, sa satnom vremenskom diskretizacijom, provedena i hidrološka praćenja kolebanja razina vode,

protoka, elektrovodljivosti i temperature voda. Na području Bačvica praćeni su, u razdoblju od kolovoza 2006. pa do srpnja 2008. kaptirani izvor Bačvice u uvali Stari porat te priobalni izvor u uvali Vrulja južno od sela Bačvice. Za napomenuti je da je tijekom tog razdoblja vodozahvat bio izvan funkcije, tj. nisu provedena nikakva crpljenja vode. Preljevne protoke kretale su se u rasponu između 0 i 364 L/s, s prosjekom od 29 L/s. Utvrđena je hidraulička reakcija izvora na promjenu razinu mora uz kašnjenje od 2 sata i postojanje vrlo duboko smještene zone miješanja slane i slatke vode. Na temelju TIC snimaka, na temelju temperaturne anomalije, utvrđena količina istjecanja podzemnih voda u uvali Stari porat je 50 L/s, a u uvali Vrulja mnogostruko više 730 L/s.

Tijekom 2009.g. razmatrana je mogućnost zahvaćanja dodatnih količina vode za javnu vodoopskrbu iz zaleđa izvora Bačvice (GeoAqua, 2009) u sklopu koga je započet i monitoring stanja na izvoru (razine vode, a koji je nastavljen i tijekom 2010.g., i čiji su rezultati sadržani u dokumentu GeoAqua (2010). Monitoring je proveden u razdoblju 31.5.-19.10.2010. s vremenskom diskretizacijom od 1 sata, a dinamika kolebanja razine vode na izvoru te temperature vode dnu i pri površini vode u kaptazi, uspoređeno je s palim oborinama na postajama Zavižan i Baške Oštarije. Periodički (uglavnom dva puta tjedno) praćeni su "in situ" i osnovni fizikalno-kemistički pokazatelji sirove vode – električna vodljivost, ukupno otopljene tvari, salinitet, temperatura te sadržaj klorida. Ti su rezultati potvrdili veliku otvorenost izvora Bačvice utjecajima mora, odnosno nezadovoljavajuću funkciju injekcijske zavjese, te brze reakcije izvora na pale oborine nakon kojih je i utjecaj mora manji. Ocijenjeno je da se tijekom ljetnih sušnih razdoblja, kad su i potrebe za vodom najizraženije (razdoblje 15.7.-15.8.), uz neizbježno povećanje sadržaja klorida ipak mogu osigurati dodatne količine voda za pojačanje vodoopskrbnog kapaciteta Vodovoda Hrvatskog primorja.

U najnovijem dokumentu "Izvorište Bačvice – Vodoistražni radovi za potrebe definiranja eksploatacijskih rezervi podzemne vode" (GeoAqua, 2014) sadržani su rezultati provedenog monitoringa na izvorištu Bačvice tijekom šest mjeseci (29.8.2013.-28.2.2014.), i to u uvjetima provedbe crpljenja nakon što je obnovljen vodozahvat. Realizacija programa monitoringa dijelom je odstupila zbog pomaka u ugradnju crpki, pr čemu je umjesto planirane dvije crpke kapaciteta 40 L/s i 20 L/s ugrađena samo ova manjega kapaciteta. U tijeku trajanja monitoringa dolazilo je i do duljih prekida u opskrbi el. energijom. S ugrađenim logerima na izvoru i u moru praćeni su s vremenskom diskretizacijom od 30 minuta, razine vode i temperature, kao i elektrovodljivost na izvoru koja je tijekom promatranog razdoblja varirala između 0,26 i 6,62 mS/cm. U spomenutom dokumentu utvrđeno je da utjecaj crpljenja u kaptazi ne utječe na razinu jer zbog izjednačenja hidrostatskog tlaka istovremeno s crpljenjem vode dolazi do pojačanog priljeva iz zaleđa (ukoliko postoji pritiak) ili prodora mora.

3.2. Geološke i hidrogeološke značajke šire okolice izvorišta Bačvice

Područje okolice priobalnog izvora Bačvica i njegovoga zaleđa dio su prostora koji pripada teritoriju Grada Senja, odnosno Ličko-senjskoj županiji. Od grada Senja udaljeno je oko 45 km u smjeru jugoistoka. Teren se diže od razine mora pa do cca 1500 m n.m. na krajnjem sjeveroistoku istražnog prostora. Ovo područje predstavlja tipični krški teren s jako malo obradivih površina i pašnjaka, a najveći dio pokriven je niskim raslinjem i makijom, često potpuno ogoljen. tri

kilometara od morske obale prolazi „Jadranska magistrala“ (državna cesta D8). Zaseoci su uglavnom povezani manjim dijelom uskom i slabom asfaltnom cestom, a drugdje slabo održanim makadamom.

Geomorfološki, područje zaleđa izvora Bačvica pruža se od morske obale prema sjeveroistoku uz zapadnu padinu planine Velebita.

Današnji morfološki oblici uvjetovani su litološkim osobinama stijena, strukturno-tektonskom građom terena, denudacijskim procesima raspadanja, obrušavanja, i ispiranja kao i procesima okršavanja (korozijska).

Tektonski pokreti obilježeni su boranjima te normalnim i reversnim rasjedanjima. Uz jače rasjede obično se formiraju zdrobljene zone sa stijenama brečolikog izgleda.

Teren je izgrađen od karbonatnih stijena i to najvećim dijelom od vapnenačkih breča koje mogu biti tektonskog postanka te molasnih breča i konglomerata, oligo-miocena.

U sjevernoistočnom dijelu osmatranog područja, u vršnim dijelovima padina Velebita, javljaju se mezozojske karbonatne stijene, pretežito vapnenci gornje jure i krede.

Stijenska masa je propusna te oborine brzo infiltriraju u podzemlje s tendencijom podzemnog kretanja prema morskoj obali.

Na dubljem Velebitskom zaleđu postoje niz vrlo izraženih speleoloških objekata . izrazito dubokih jama (Bakšić i sur., 2013).

3.2.1. Stratigrafski pregled

Na području izravnog hidrogeološkog sliva priobalnog izvora Bačvice ustanovljene su naslage u rasponu starosti od srednjega trijasa do gornjega paleogena/donjeg neogena (oligomicen), te mlađe, uglavnom slabo vezane, kvartarne obronače naslage.

Za stratigrafski opis korišteni su listovi i tumači Osnovne geološke karte (OGK) Republike Hrvatske 1:100 000: Crikvenica (Šušnjar i sur., 1970, 1973); Ogulin (Velić & Sokač, 1981; Velić et al., 1982); Rab (Mamužić et al., 1969; Mamužić & Milan, 1973); Otočac (Velić et al., 1974; 1976); Silba (Mamužić et al., 1970; Mamužić & Sokač, 1973.).

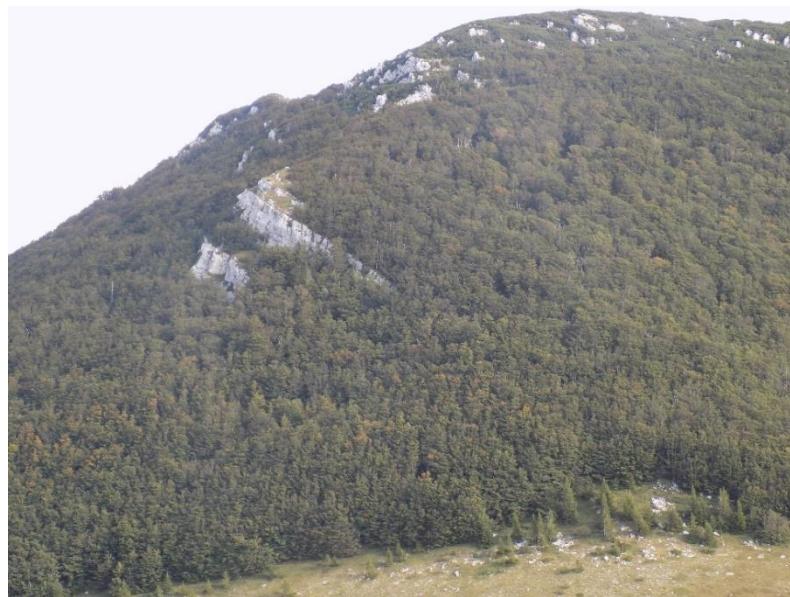
Najstarije naslage od kojih je građen sjeveroistočni dio razmatranoga terena su karbonati, uglavnom **vapnenci** i u manjoj mjeri dolomiti, **srednjega trijasa (T₂²)**. Rasprostranjeni su u jezgri razlomljene antiklinale na području Štirovače.

Na okršenom reljefu srednjotrijaskih karbonata transgresivno naliježu karničko–noričke **klastične naslage (T₃¹)**. Njihova debljina je neujednačena i ovisi o paleoreljefu starijih naslaga. Donji dio ovih naslaga zastupljen je brečokonglomeratima koji ubrzo prelaze u karakteristično crvene tufitične klastite. U najvišim dijelovima postaju sivozelene boje uz sve češće pojave uložaka dolomita. Pojava slojeva dolomita posljedica je postupnoga preplavlivanja kopna morem, te ove naslage uz smanjivanje terigene komponente postupno prelaze u dolomite gornjega trijasa. Od pojave gornjotrijaskih dolomita uspostavljaju se uvjeti plitkomorske karbonatne sedimentacije, koji su trajali sve do kraja gornje krede.

Gornjotrijaski dolomiti ($T_3^{2,3}$) okružuju starije trijaskе stijene na širem području Štirovače. Odlikuju se izmjenom svijetlih ranodijagenetskih dolomita i tamnijih kasnodijagenetskih dolomita, karakterizirani su dobro izraženom slojevitošću, poligonalnim trošenjem i stromatolitnim laminama. Ukupna debljina gornjotrijaskih dolomitnih naslaga procijenjena je na 300 metara. U literaturi su nazivani i kao „Glavni dolomit“ zbog litoloških sličnosti s formacijom *Hauptdolomit* ili *Dolomia principale* koji se javljaju u Južnim Alpama.

Kontinuirano na dolomite gornjeg trijasa nastavljaju se **vapnenci i dolomiti donje jure (J₁)**. Donji dio ovih naslaga obilježava izmjena dolomita i vapnenca. U karbonatima srednjeg dijela donje jure karakteristični su ostaci školjkaša skupine litiotida i brahiopodi. Donjojurske stijene dobro su uslojene i karakteristične sive do tamnosive boje. Na površini terena nalazi ih se u krilima antiklinalnih struktura Štirovače. Ukupna debljina ovih naslaga je oko 500 m.

U **srednjoj juri (J₂)** nastavlja se kontinuirano taloženje karbonatnih stijena zastupanih debeloslojevitim vapnencima, i kasnodijagenetskim dolomitima, sive i tamnosive boje (slika 3.2.1.). Debljina im varira od 200 do 300m.



Slika 3.2.1. Uslojeni vapnenac srednje jure jugozapadno od udoline Štirovača

Naslage gornje jure (J₃) kontinuirano se nastavljaju na srednjojurske. Izgrađene su od različitih tipova vapnenaca koji su mjestimično zahvaćeni naknadnim procesima dolomitizacije (slika 3.2.2.). Starija gornja jura zastupljena je tamnosmeđim fosiliferim vapnencima. Za mlađi dio gornje jure karakteristični su sivi, dobro uslojeni tzv. *Klapeinski* vapnenci, nazvani po masovnim ostacima fosilnih algi - *klapeina*. Ukupna debljina gornje jure je od 300 do 500 m.



Slika 3.2.2. Cesta za prijevoj Alan, tipičan krajolik građen od gornjojurskih vapnenaca

Karbonatna sedimentacija kontinuirano se nastavlja i tijekom krede uz pojave lokalnih emerzija.

Donja kreda (K₁) na razmatranome terenu je zastupljena pretežito vapnencima i sporadično dolomitima i vapnenačkim brečama. Vapnenci su dobro uslojeni, dok je u brečama uslojenost izostala. Izmjene ovih litoloških članova izražene su i vertikalno i lateralno. Rasprostiranje donjokrednih naslaga na priobalnim padinama Sjevernoga i Srednjeg Velebita gotovo u potpunosti je zamaskirano prekrivenošću terena tercijskim karbonatnim brečama. Debljina donjokrednih naslaga je oko 400 m.

Gornjokredne naslage (K₂) zastupljene su izmjenama vapnenaca i dolomita, dobro izražene slojevitosti (slika 3.2.3.). U vršnom dijelu prelaze u svijetlosive do bijele vapnence, karakteristične po brojnim fosilnim ostacima rudista. Vapnenci i dolomiti izgrađuju podvelebitsko priobalje južno od Jurjeva, ali su velikim dijelom prekriveni tercijskim brečama. Ukupna debljina gornjokrednih naslaga iznosi 300 do 500 m.

Tercijarne karbonatne breče (Ol, M) oligo-miocena prekrivaju neposredno zaleđe izvora Bačvice (slika 3.2.4.). Bahun (1963) ih naziva „Jelar naslagama“ i pod tim imenom se do danas najčešće spominju. Sastoje se od masivnih breča s angularnim i subangularnim nesortiranim fragmentima veličine od nekoliko milimetara do više metara. Fragmenti u brečama su različite starosti, te se u njima najčešće nalaze ulomci stijena neposredne osnovne stijenske podloge, ali i ulomci drugih starijih stijena od trijaskih do paleogenskih.



Slika 3.2.3. Uslojeni vapnenac gornje krede, područje Bačvice



Slika 3.2.4. Karbonatna breča oligo-miocena (Jelar naslage)

Matriks im je kalcitičan siv ili crvenkast, s manjim udjelom glinovite komponente. Ove breče nalaze se uglavnom u rasjednom i diskordantnom odnosu s tektonski deformiranim jurskim i krednim stijenama. U matriksu breča do sada nije otkriven fosilni sadržaj, pa im nije detaljnije određena starost. Prema najmlađim klastima u njima, pretpostavljena im je gornjopaleogenska i neogenska starost. Postanak breča povezuje se uz intenzivne tektonske i orogenetske pokrete (Bahun, 1974) koji su imali svoj maksimum na razmatranom području tijekom gornjega eocena i oligocena, te brzo trošenje izdignutih dijelova reljefa i sintektonsku akumulaciju ulomaka uz vrlo kratak transport. Prema nalazima klasta ranije litificiranih breča uklopljenih u kasnije taložene

breče može se zaključiti da su ove breče nastajale tijekom dužeg vremenskog razdoblja (od gornjega eocena, tijekom oligocena i miocena).

Vapnenačke breče imaju dominantnu ulogu a sastavljene su od vapnenačkih fragmenata veličine 0,1 pa do 50 i više cm u promjeru, povezanih vapnenačim cementum, tako da predstavljaju kompaktnu stijenu. Radi se o molasnim sedimentima, gromadastim stijenama bez primarnih strukturnih elemenata (slojevitost). Ima blokova velikih i nekoliko metara. Boja im je različita ovisno o boji vapnenaca čijim raspadaњem su nastali. Vezivo je u stvari usitњeni vapnenački materijal, karbonatni pijesak i prah sa zrnima mikroskopskih dimenzija nastalih drobljenjem i usitњavanjem istih stijena od kojih su i ulomci. Ponegdje je vezivo limonitizirano pa zbog toga kompletna stijena može biti i crvenkaste. Najčešće je vezivo čista vapnenačka drobina i ako u njemu nema glinovitih primjesa, tada je breča kompaktna i čvrsta stijena. Po svom rasprostranjivanju oligo-miocenske breča zauzimaju značajnu površinu na širem području Sjevernog i Srednjeg Velebita a po svojoj deblјini kreću se od 0 do 300m.

Kvartarne taložine (Q) male su rasprostranjenosti, a uglavnom nastale su kao produkt trošenja karbonatnih stijena u vododerinama i jarugama te kao obronački sipari, koji mogu biti nevezani, slabo vezani, ali i cementirani kalcitnim matriksom (slika 3.2.5.).



Slika 3.2.5. Kvartarne breče, uvala Bačvice

3.2.2. Tektonski pregled

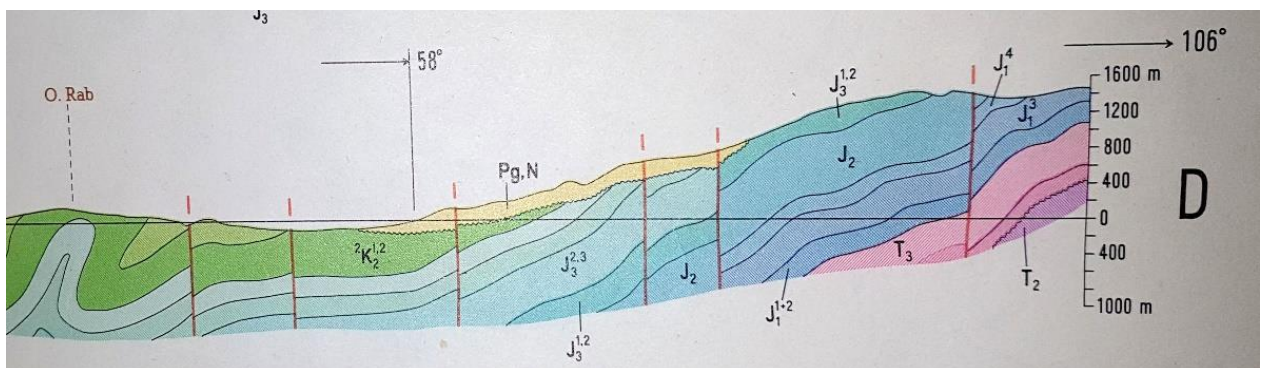
Priljevno područje izvorišta Bačvice pripada strukturnoj jedinici Srednjega Velebita. Glavno obilježje strukturnog bloka Srednjeg Velebita je antiklinalna strukture koja na razmatranom terenu ima svoje vrijeme na području Štirovače.

S jugozapadne strane uz Brušansko-oštarijsko-radlovački rasjed proteže se glavna velebitska struktura - Velebitska antiklinala. Na ovom području u njezinoj su jezgri trijask

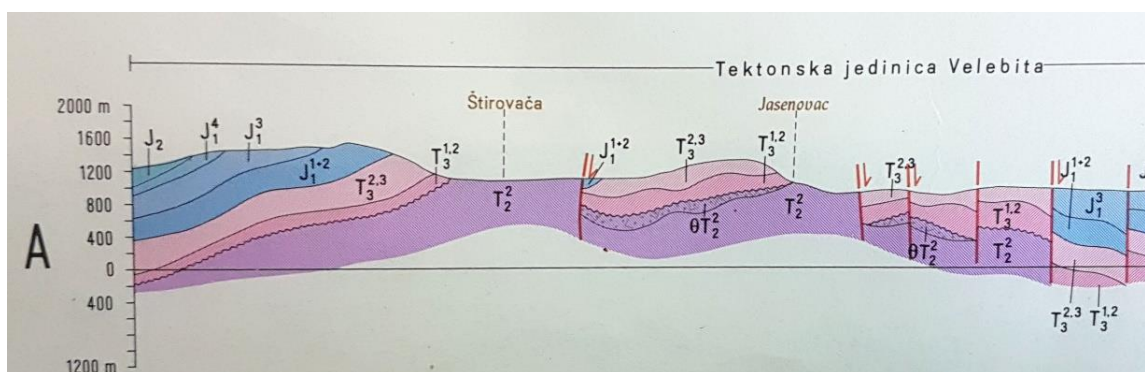
naslage. Zapadna priobalna strana strukture u većoj mjeri je sačuvana, te je normalnoga slijeda izoklinalnih slojeva od trijaskih do krednih naslaga, dijelom prekrivenih tercijskim vapnenačkim brečama.

Sa sjeverne strane strukturalna jedinica Srednjeg Velebita prekinuta je njoj poprečnim Bakovačkim rasjedom. Bakovački rasjed jedan je od najvažnijih rasjeda velebitskog masiva, kojim je strukturalna jedinica Sjevernog Velebita relativno spuštena u odnosu na Srednji Velebit.

Strukturalna jedinica Sjevernog Velebita spuštena je i rotirana u odnosu na Srednji Velebit. Sastoji se od Apatišansko - Bakovačke bore pružanja ZSZ-IJI. Sinklinalni bakovački dio u potpunosti je prekriven tercijskim brečama, koje ukazuju na intenzivnu tektoniku ovog područja krajem paleogena i u neogenu. Njihov današnji položaj u vršnim dijelovima Sjevernog Velebita (Hajdučki i Rožanski Kukovi) posljedica je mlađih neotektonskih pokreta.



Slika 3.2.6. Geološki profil jugozapadne padine Velebita - preuzeto iz OGK Rab (Mamužić i sur., 1969)



Slika 3.2.7. Geološki profil sjeveroistočne padine Velebita - preuzeto iz OGK Otočac (Velić i sur., 1976)

3.2.3. Hidrogeološke karakteristike stijena

Obzirom da je litološki razvoja na širem prostoru izvorišta Bačvice gotovo isključivo karbonatni, rasjedi imaju značajnu hidrogeološku ulogu u formiranju tokova podzemne vode, jer osim što mogu biti provodni za tok podzemne vode, mogu imati i barijernu hidrogeološku ulogu.

Prema analizi strukturno-tektonskih, geoloških i hidrogeoloških elemenata u priljevnom području izvora Bačvice uočene su rasjedne zone koje su paralelne sa strukturama i koji dijagonalno i okomito presijecaju strukture. Reversni rasjed na jugozapadnim padinama Velebita uglavnom je paralelan strukturi. U kontakt na površini dovodi iste litološke članove, vapnenačke breče, odnosno u podini vapnence i vapnenačke breče istih hidrogeoloških karakteristika. Lokalno može preusmjeriti tok podzemne vode iz zaleđa smjera tečenje S-J, odnosno SI-JZ u SZ-JI, ali samo do jače izraženih poprečnih ili dijagonalnih rasjeda koji presijecaju reversne rasjede.

U prostoru se geomorfološki ističu dvije doline duboke jaruge smjera pružanja SI-JZ, dijagonalno na strukturu Velebita koje su tektonski predisponirane. Na njihovim krajevima uz obalu mora registrirani su stalni i povremeni priobalni bočati izvori i vrulje kojima podzemna voda iz sliva istječe na morskom dnu. Prva dolina smještena je JZ od zaseoka Marinci do uvale Bradnjina, a druga između zaseoka Kalići i Banovača do uvale Vrulja.

Podzemne vode koje cirkuliraju u krškom podzemlju šireg prostora kreću se iz smjera sjeveroistoka prema morskoj obali. To je uvjetovano strukturno tektonskom građom područja, razlomljenošću uslijed rasjedanja i jakog okršavanja (korozije) karbonatnih stijena. Najveći dio stijena na istražnom prostoru su dobro propusne karbonatne stijene. Predstavljene su dobro propusnim vapnencima i vapnenačkim brečama. Geološkim kartiranjem su izdvojene zone vapnenačkih breča s povišenim sadržajem glinovite komponente koja im daje hidrogeološke karakteristike srednje do dobro propusnih karbonatnih stijena, no prostiranjem tih taložina je prostorno ograničeno pa ne predstavlja zasebnu hidrogeološku jedinicu.

Hidrogeološke karakteristike stijena prikazane su prema litološkom sastavu, morfološkim pojavama, tektonskim deformacijama i vodnim pojavama. U neposrednom slivu izvora Bačvica, ali i na širem prostoru izdvojene su prema hidrogeološkim karakteristikama četiri osnovne grupe stijena:

- površinske izrazito okršene i dobro propusne karbonatne stijene.
- dobro propusne karbonatne stijene
- srednje do dobro propusne karbonatne stijene
- srednje do slabo propusne karbonatne stijene

Površinsko izrazito okršene i dobro propusne karbonatne stijene

U ovu grupu spadaju vapnenci površinskog dijela zapadnih i jugozapadnih padina Velebitskog masiva. Zbor jakih tektonskih poremećaja stijenska masa je izrazito raspucana bez obzira dali se radi o brečama oligo-miocena (slika 3.2.8.) ili boranim strukturama krednih vapnenaca koji su u priobalju otkriveni ili su podina "Jelar naslaga".

Intenzivno okršavnje dopire do dubine od 50 do 100 m gdje je pretpostavljena prva eroziona baza da bi dublje od toga pukotinski i kavernozi sustav bio slabije razvijen.

U površinskom okršenom vapnencu javljaju se mnogobrojne škrape, jame, jaruge, krške udoline, ponori i kukovi.



Slika 3.2.8. Izrazito okršeni konglomerati oligo-miocena

U tako raspucanoj i okršenoj stijenskoj masi praktički ne postoji barijera koja bi usporavala dreniranje oborinskih voda, već se saturiranje podzemlja odvija brzim poniranjem, te jačim bočnim pripovršinskim tečenjem kroz raspucane vapnence i breče prema morskoj obali. U prirodi dakle ne postoji zapreka koja bi bitno usporavala cirkulaciju vode koja dotječe iz izrazito okršenog masiva iz zaleđa vodocrpilišta Bačvice.

Konfiguracija (nagib) terena jugozapadnih padina Velebita (20-30°) te izrazitog okršenog površinskog paketa vapnenca do dubine od 50m dovodi do formiranja privremenog visećeg horizonta podzemne vode u vrijeme ekstremno visokih oborina na što ukazuju i lokalni toponimi tog kraja kao Živi bunari.

Zbog svojih litoloških svojstava, skoro isključivo vapnenačkog sastava, brečaste strukture i intenzivnih tektonskih deformacija ove stijene su podložne pucanju, razlamanju, drobljenju i sl., što pogoduje njihovu intenzivnom okršavanju. One su okršenije u odnosu na druge karbonatne stijene, a posljedica toga je jako razvijen krški reljef s raznolikim i brojnim krškim oblicima. Razvijene su mnogobrojne škrape, kamenice, grižine, škripi, jpage, jame, kukovi, litice, ponikve i krške doline.

Postojanje brojnih pukotina od kojih neke imaju karakter paraklaze, u brojnim dolinama i jarugama prvenstveno, upućuje na znatnu poremećenost nastalom u prvom redu rasijednom tektonikom.

Površinska morfologija je izrazito krških karakteristika, sa slabom vegetacijom, brojnim vrtačama, jarugama, strmim odsjecima i škrapama. Dobro su vidljivi tragovi erozivnog i korozivnog djelovanja površinskih i podzemnih voda, pa se s obzirom na veliku pukotinsku oštećenost na površini može računati na znatnu okršenost u podzemlju.

Podzemne vode koje dotječu kroz ovakvu sredinu iz jugozapadnih bokova Velebita, gotovo se nesmetano izljevaju u more putem priobalnih izvora i vrulja, jer osim mjestimično kompaktnih blokova, ne postoji drugih prepreka.

Dobro propusne karbonatne stijene

U dobro propusne karbonatne stijene uvršteni su dobro uslojeni tektonski izrazito poremećeni vapnenci koje pripadaju najvišem dijelu donje krede s mogućim prijelazom u donji cenoman (K1,2) te tercijarne Jelar-naslage (O1,M).

Kredni vapnenci (slika 3.2.9.) dolaze na južnom i jugozapadnom dijelu prostora, kod zaseoka Bačvica te sjeverozapadno od uvale Bradina. Uslojeni su uglavnom decimetarski (2-5), poneki intervali su pločasti sa slojevima debljine 2 do 20 cm, a ponegdje se znaju cijepati u centimetarske pločice. Opisane naslage dosta su tektonizirane i ispucane te dobro okršene, a nalaze se krški oblici škrape, kamenice, kaverne, škripi i japage.

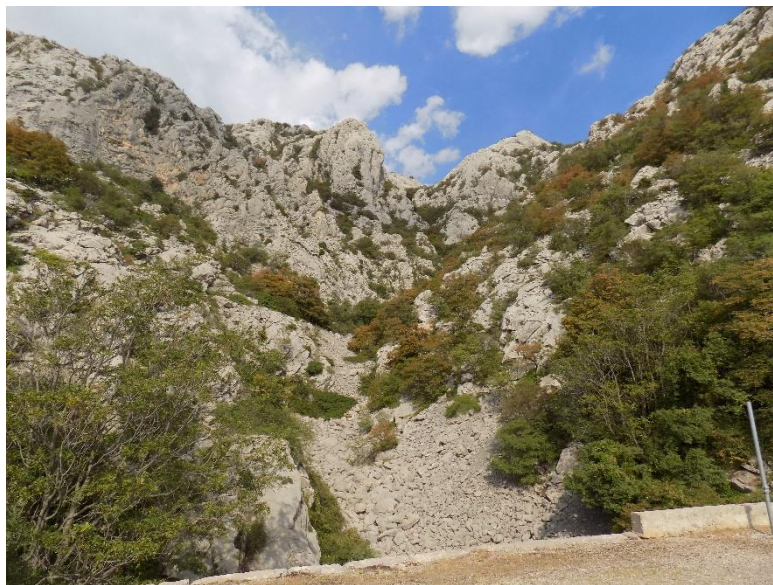


Slika 3.2.9. Strmo uslojeni vapnenci gornje krede na poluotoku između izvorišta Bačvice i uvale zaseoka Bačvice

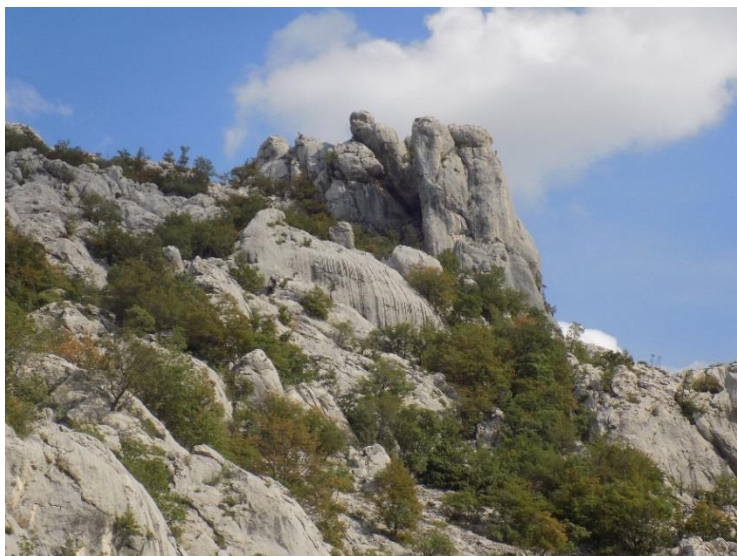
Jelar-naslage izgrađuju najveći dio (preko 90%) područja od morske obale do kote 600 m na Velebita. To su karbonatni klastiti koji su zastupljeni uglavnom vapnenačkim brečama, a podređeno dolaze leće i proslojci vapnenačkih konglomerata te jako rijetko detritičnih (zrnatih) vapnenaca (kalkarenita i kalcirudita).

Ulomci i valutice u ovim sedimentima su skoro isključivo od vapnenaca, a vezivo je također vapnenačko pa se u prirodi ponašaju kao i druge karbonatne stijene, kao i primarni vapnenac. Nastali su trošenjem (lomljenjem, drobljenjem i kršenjem) stijena (uglavnom vapnenaca) jurske, kredne i paleogenske starosti. Ulomci su najčešće oštroidni (uglasti), veličina im je od milimetarskih dimenzija pa do komada promjera nekoliko decimetara, a na širem prostoru znaju doći blokovi veličine više metara. Vezivo je također vapnenačko, a sastoji se od usitnjenog materijala, karbonatnog pijeska i praha, koji je nastao drobljenjem i usitnjavanjem istih stijena od kojih su ulomci i valutice.

Na sjeveroistočnim padinama Velebita u kontaktu sa strukturama ličkog sredogorja oligo-miocenske breče su kompaktne i spadaju u slabopropusne taložine ("Jelar" naslage) dok su na jugozapadnim padinama Velebita uz priobalje ove stijene bile pod utjecajem jake tektonike te su podložnije pucanju, razlamanju, drobljenju, što uz djelovanje vode i leda pogoduje njihovu intenzivnijem okršavanju. Zbog toga su one u odnosu na druge karbonatne stijene uglavnom dosta okršnije, a rezultat toga je osebujan krški reljef s raznolikim i mnogobrojnim krškim oblicima (slike 3.2.10 i 3.2.11.).



Slika 3.2.10. Okršavanje oligo-miocenskih breča na jugozapadnoj padini Velebita



Slika 3.2.11. Litice i kukovi u oligo-miocenskim brečama na jugozapadnoj padini Velebita

Srednje do dobro propusne karbonatne stijene

U ovoj hidrogeološkoj kategoriji uvrštene su dobro uslojene karbonatne stijene - pretežito vapnenci kompletnog razvoja jure i krede čija ukupna debljina prelazi 1000 m, a nagib slojeva je prema jugozapadu pod kutom od 20 do 350° što se podudara s nagibom terena jugozapadnih padina Velebita.

Mezozojski vapnenci pokriveni su Jelar naslagama (Ol, M) tako da su u dijelu prema moru nisu na površini vidljivi. Površinska okršenost im je izrazita (slika 3.2.12.), no ona po dubini postepeno opada, tako da su te stijene okarakterizirane kao srednje do dobro propusne karbonatne stijene.

Dobru propusnost pojačavaju i rasjedi koji presijecaju strukture kao krednih vapnenaca tako i oligomiocenskih breča što ukazuje na mlade neotektonske pokrete (slika 3.2.13.).



Slika 3.2.12. Izrazita površinska okršenost jurskih vapnenaca na području Starčević Poda



Slika 3.2.13. Rasijed na jadranskoj magistrali kod mjesta Marinci

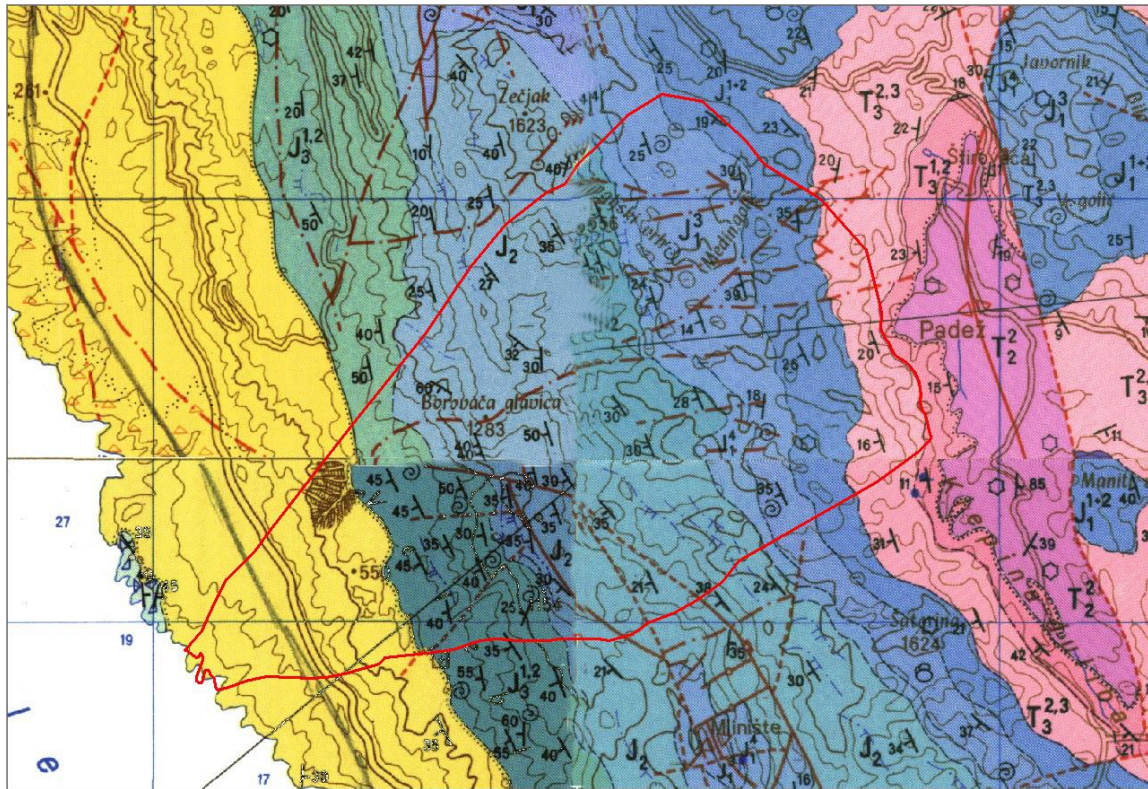
Srednje do slabo propusne karbonatne stijene

U ovu hidrogeološku kategoriju stijena spadaju gornjotrijarski dolomiti ("haupt dolomit") koji se nalaze na krajnjem jugoistočnom rubu razmatranog područja i koji grade jugozapadno krilo Velebitske antiklinale u čijoj jezgri su klasisti paleozoika i donjeg trijasa.

Litološka građa, slabija tektonska poremećenost i manji stupanj okršenosti površinskog dijela propusnih karbonatnih stijena uzrokuju njihovu relativno malu propusnost. Poroznost im je sekundarna, pukotinsko-kavernozna. Krški oblici, površinski i podzemni, posljedica su, kemijskog (korozija) i mehaničkog (erozija) rada podzemnih i površinskih voda i atmosferilija, Debljina okršenog dijela ovisi o geološkoj građi te pokrivenost terena glinom, humusom i šumom..

Oborine koje padnu na ovaj prostor koji je izgrađen od opisanih karbonatnih stijena mezozoika, infiltriraju se u podzemlje (izuzev onih koje su zahvaćene evapotranspiracijom), a dalje se kreću po prslinama, pukotinama i kavernama koje svojim kemijskim procesima i mehaničkim radom još više proširuju. Površinski tokovi uglavnom izostaju, a ako se i aktiviraju onda to traje kratko vremensko razdoblje i to za vrijeme jakih oborina i/ili naglog topljenja snijega.

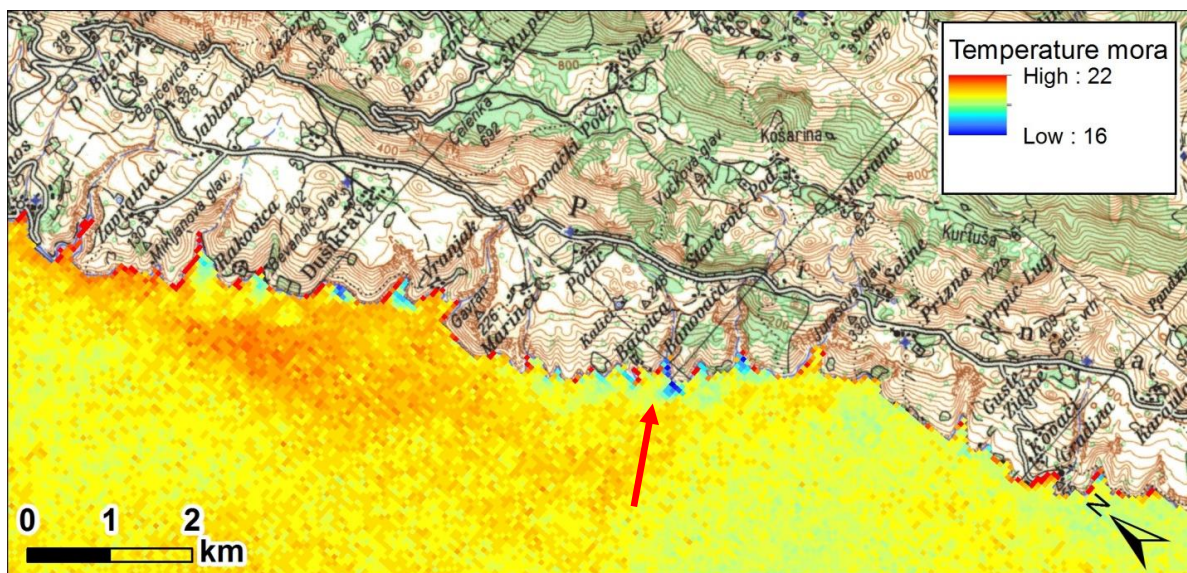
Prikaz spomenutih karakteriziranih kategorija stijena dan je na izvadku iz osnovne geološke karte (slika 3.2.14.), na kojoj su ucrtane i konture zaštitnih zona izvorišta Bačvice.



Slika 3.2.14. Osnovna geološka karta - list Rab, Otočac, Silba, Gospić (M 1:100000) s položajem vanjske granice zona sanitarne zaštite izvora Bačvice

4. PRIOBALNE VODNE POJAVE NA ŠIREM PODRUČJU ISTJECANJA PODZEMNIH VODA U PODVELEBITSKOM KANALU

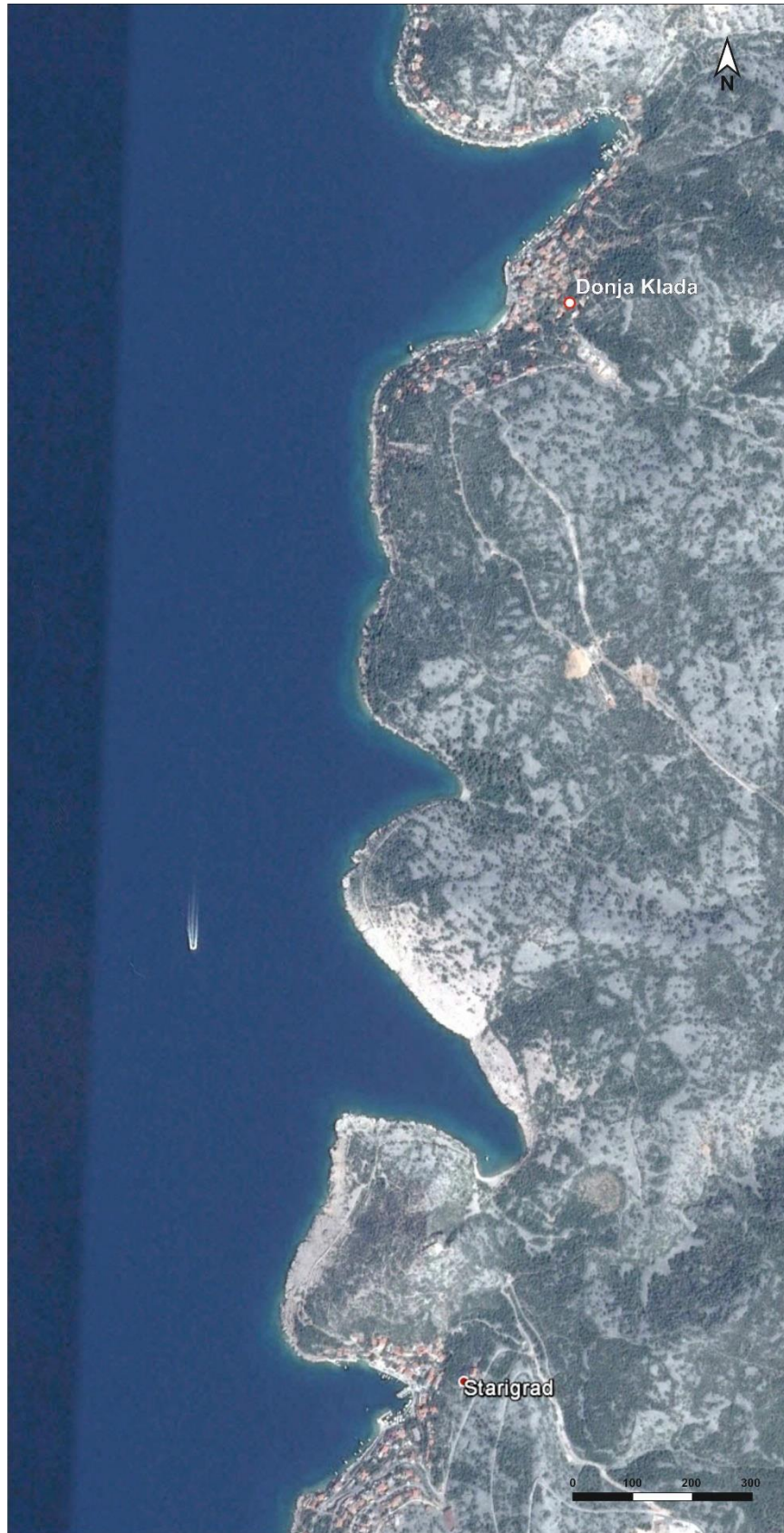
Kao što je prilikom izrade pregleda dosadašnjih istraživanja istaknuto, pojava istjecanja podzemnih voda na lokalitetu uvale Stari Porat, gdje je izvedena kaptaza izvora Bačvice, nije usamljena vodna pojava, već se radi o samo jednom od drenova podzemnih voda na širem analiziranom području, pri čemu je po intenzitetu i količini istjecanja puno značajnije istjecanje podzemnih voda na obližnjem lokalitetu uvale Vrulja, kao i još nekoliko južnije lociranih uvala, a što je vidljivo kako na TIC snimkama od 12.06.2002. (Slika 3.1.), tako i na snimci od 6.6.2000. (Slika 4.1.).



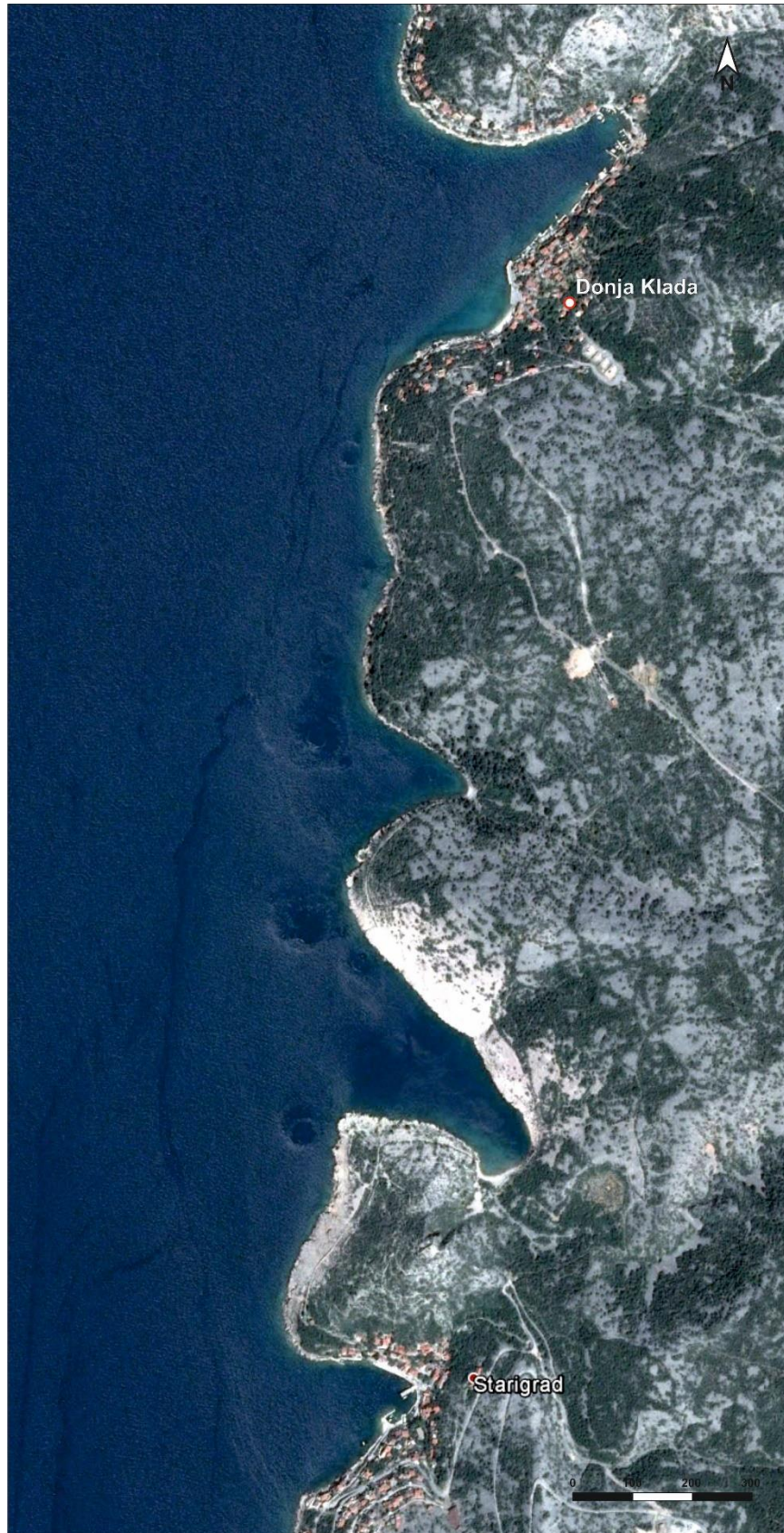
Slika 4.1. TIC snimka od 6. lipnja 2000. - ETM+ Landsat 7 path 190 row 29 (Rubinić A., 2014) s označenim položajem izvorišta Bačvice u uvali Stari Porat

No, zbog intenziteta istjecanja podzemnih voda tijekom vodnih hidroloških prilika, za detektiranje pojava jakih priobalnih istjecanja podzemnih voda na Podvelebitskom priobalju mogu poslužiti čak i obične foto snimke. Na Slici 4.2. i 4.3. dan je prikaz dvaju satelitskih foto snimaka šireg područja Starigrada na kome se na snimku iz lipnja 2016.g. jasno vidi više vrulja koje u toj situaciji istječu na priobalnom području sjeverno od Starigrada, a koje se nisu zapažale na snimci iz kolovoza 2013. Očito je da područje Podvelebitskog priobalja karakteriziraju pojave vrlo intenzivnih istjecanja podzemnih voda kao posljedica većih količina palih oborina koje su upravo tijekom svibnja i lipnja 2016. bile značajnije veće od prosjeka (od 11. do 15.5.2016 95 l/m²) dok su u srpnju i kolovozu 2013. bile daleko ispod prosjeka (od 17.7.2013 do 18.8.2013 0,5 l/m²).

Na satelitskom foto snimku od 8.8.2013.godine nisu vidljiva vruljanja u priobalju, dok snimak istog područja od 18.05.2016 pokazuje intenzivno vruljanje u podmorju od Starigrada na jugu do Donje Klade na sjeveru, gdje je u dužini od 3km obalne linije vidljivo istjecanje 16 vrulja promjera od 5 do 60 m.



*Slika 4.2. Satelitska foto snimka područja Starigrad- Donja Klada dana 08.08.2103.
(Izvor: Google Earth)*



Slika 4.3. *Satelitska foto snimka područja Starigrad- Donja Klada dana 18.05.2016.*
(Izvor: Google Earth)

I na užem prostoru razmatranog područja vodocrpilišta Bačvice, na obali i priobalju registrirano je više vodnih pojava prikazanih na slici 4.4.



Slika 4.4. Vodne pojave u priobalju vodocrpilišta Stari Porat-Bačvice s markacijom lokacija s istjecanjima podzemnih voda i njihovim opisom danim u nastavku

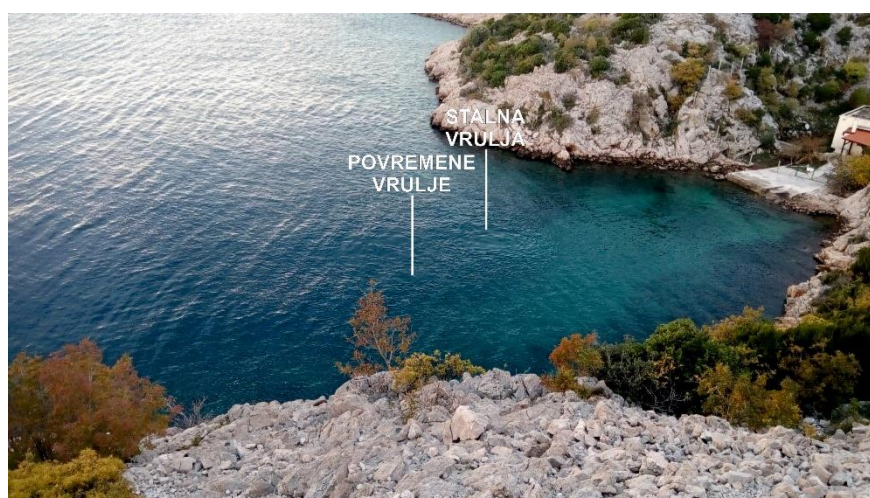
1. Vrulja na rtu 200 m zapadno od vodocrpilišta Stari Porat-Bačvice
2. Jedna stalna i dvije povremene vrulje u uvali Stari Porat
3. Vodocrpilište Stari Porat –Bačvice
4. Kaptirani priobalni izvor u uvali Bačvice
5. Jedna stalna i dvije povremene vrulje u uvali Bačvice
6. Jedna stalna i više povremenih vrulja uz sjevernu obalu uvale Vrulje
7. Priobalni izvor Vrulja na dnu istoimene uvale
- Granice zona sanitarne zaštite izvorišta

1. Dvjesto metara zapadno od vodocrpilišta Stari Porat-Bačvice na udaljenosti 50 m od morske obale javlja se vrulja (slika 4.5.) koja je povremenog karaktera i vezana je uz značajnije oborine iz neposrednog kopnenog zaleđa koje je prihranjuju. Pojavnost vrulje direktno ovisi o količini i intenzitetu oborina iz neposrednog zaleđa.



Slika 4.5. Vrulja 200m zapadno od Starog Porta slikano 15.10.2016. godine

2. Vruljanje u uvali Stari porat javljaju se na 3 lokacije. Najveća stalna vrulja nalazi se 50 m od vodocrpilišta dok su dvije povremene neposredno uz nju i javljaju se kod velikih vodnih pojava (slika 4.6.).



Slika 4.6. Glavna i povremene vrulje u uvali Stari Porat snimljeno 17.11.2016

3. Kaptirani priobalni izvor Bačvice-Stari Porat nalazi se na obali mora u istoimenoj uvali.

Izvor je dio vodoopskrbrog sustava Južnog ogranka regionalnog vodovoda Hrvatskog primorja. Ispred i bočno od kaptaže izvedena je injekcijska zavijesa koja je polučila dijelomični učinak . Unatoč izvedenoj zavijesi na izvoru su tijekom korištenja bili česti prodori mora i zaslanjnje kaptaže. Usljed takve situacije voda iz kaptaže prelijeva samo u uvjetima povišenim vodostaja podzemne vode u zaleđu, dok se ostatak vremen gubi kroz podzemlje i raspršeno istiječa duž obale. Izdašnost kaptaži Bačvice-Stari Porat motrena je od svibnja 1989. do lipnja 1990. godine u sklopu snimanja nultog stanja prije izgradnje akumulacije Kosinj (JVP istarskih slivova, 1991).

Vrijednost registrirane ukupne količine prelijevanja i crpljenja iz kaptaže tijekom razdoblja praćenja kretale su se između 0 i 268 L/s.



Slika 4.7. Prilijevanje kaptaže Bačvice-Stari Porat 15.10.2016 i istjecanje vode u more



Slika 4.8. Vruljanje vode u bazenu kaptaže Bačvice-Stari Porat dna 15.10.2016.

4. Priobalni izvor u uvali Bačvice nalazi se unutar obalnih hridi na dnu zaljeva i primitivno je kaptiran za potrebne dvije vikendice koje su izgrađene u istoimenoj uvali. Voda je zaslanjena a mjerenja električna vodljivost u periodu od kolovoza 2016. do prosinca 2016. kreće se u rasponu od 1.220 $\mu\text{S}/\text{cm}$ do 12.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Slika 4.9. Primitivno kaptiran izvor u dnu uvale Bačvice (15.10.2016.)

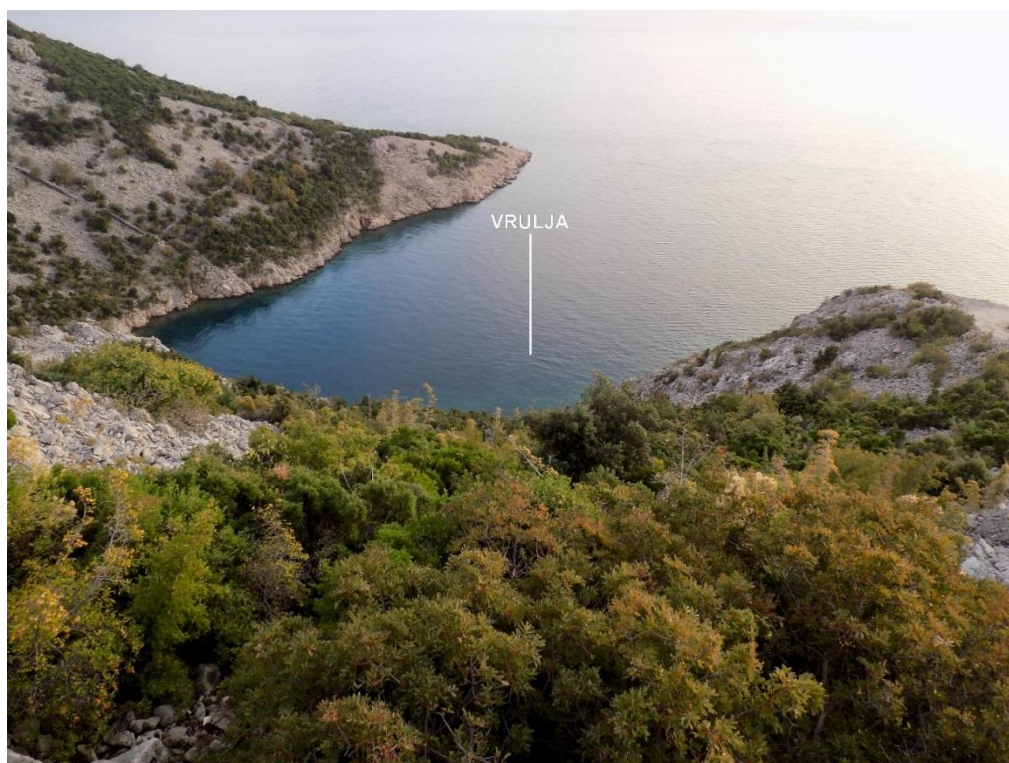
5. U uvali zaseoka Bačvice u pružanju od gore opisanog kaptiranog izvora, na udaljenosti od 15 do 50 m od obale, naleze se tri vrulje od kojih je srednja stalna, dok su ostale povremene i javljaju se u vrijeme velikih vodnih pojava (slika 4.10.).



Slika 4.10. Uvala Bačvice s pozicijama vodnih pojava vrulja i izvora (15.10.2017.)

6. Tristo metara jugoistočno od uvale Bačvice smiješteno je uvla Vrulja u kojoj se nalaze dvije vodne pojave. Na slici 4.11. označena je pozicija stalne vrulje smiještene uz sjeverni rub

uvale uz koji se u vrijeme visokih vodnih pojava javlja još nekoliko manjih vruljanja koji se pružaju do dna uvale gdje se nalazi značajni obalni izvor.

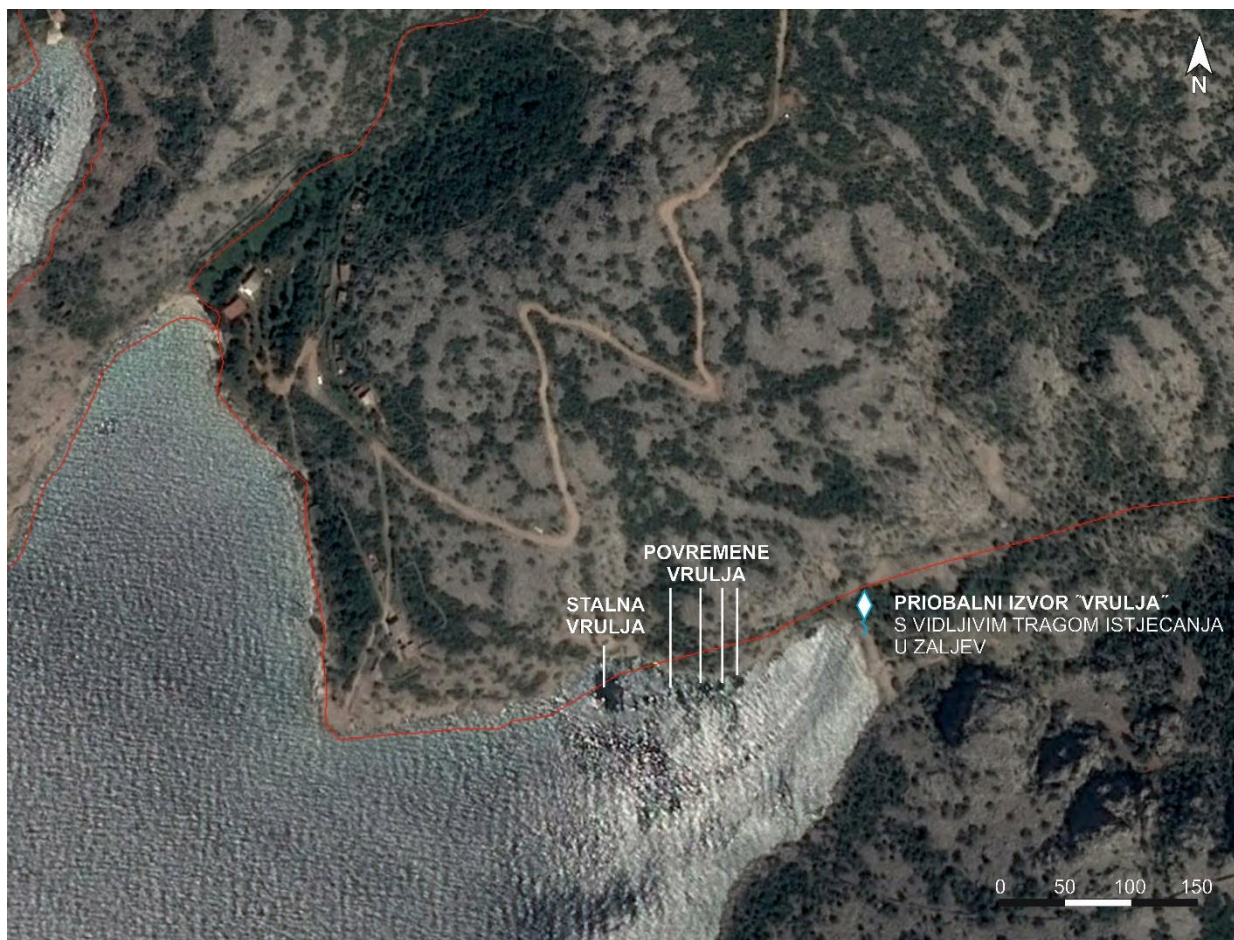


Slika 4.11. Uvala Vrulja s pozicijom vruljanja na dne 15.10.2016.

7. Jako izvorište Vrulja nalazi se na samoj obali u dnu istoimene uvale u kojoj završava duboko urezana jaruga (kanjon) koja se pruža u pravcu sjeveroistoka do državne ceste D-8 (Jadranske magistrale).

Morska je obala zaravnjena detritusom kamenih odlomaka različite veličine nepravilnog do polu zaobljenog oblika nanešenih bujičnim tokom kroz jarugu. Na morskoj obali difuzno istiječe voda povišenog saliniteta (slika 4.12.). Procjenjena izdašnost izvorišne zone dobivena analizom satelitskih snimaka je oko 750 L/s (Stroj, 2010).

Bez obzira na značajnu izdašnost taj je izvor odbačen kao potencijalna lokacija kaptaze za vodoopskrbu zbog izraženog i čestog zaslanjenja te je prevladala izabrana lokacija Bačvice - Stari Porat.



*Slika 4.12. Uvala Vrulja s prikazom vodnih pojava
(Izvor: Google Earth)*

5. UTVRĐIVANJE GRANICA VODONOSNIKA

5.1. Utvrđivanje zona sanitarne zaštite ponornih zona (trasiranje ličkih ponornih zona)

Hidrogeološki odnosi i vodne pojave Velebitskog masiv te Ličke visoravni i Ličkog sredogorja uvjetovani su geološkom građom, tektonikom, litološkim sastavom stijena, morfologijom terena i količinom obrinana na širem području od Senja, Karlobaga, Gospića i Otočca koje zauzima površinu od 1800 km², a u čijem je središtu velebitski planinski lanac koji je bio predmet dugogodišnjih opsežnih hidrogeoloških istraživanja.

Regionalnim trasiranjem ponora Ličanke (Biondić, Goatti, 1973) definirana je sjeverna granica razmatranog sliva, te je, uz pomoć hidrogeološke interpretacije građe terena, određen položaj razvodnice sliva na području Like i JZ dijela Gorskog kotara (Biondić, Goatti, 1976; Biondić, 1981).

Prvo trasiranje kojim su utvrđeni podzemni tokovi prema priobalnim izvorima podvelebitskog priobalja izveo je Hidrometeorološki zavod u svibnju 1960. godine na Markovom ponoru u Lipovom polju (Turner, 1960).

Institut za geološka istraživanja 1974. godine obavio je trasiranje ponora Bikina jama, kod Otočca smještenog uz sjeverni krak Gacke (Biondić, Goatti, 1975). U sklopu tog trasiranja opažani su značajniji izvori od Teple i Novljanske Žrnovnice na sjeveru do izvora u mjestu Cesarica na jugu. Pojava boje ustanovljena je na svim opažanim izvorima uz registrirane velikih prividne brzine tečenja do 10 cm/s. Ovim trasiranjem nije opažan izvor Bačvice.

Institut za geološka istraživanja trasirao je i Markov ponor 1975. godine u sklopu regionalnih hidrogeoloških istraživanja Like i Hrvatskog primorja (Biondić i Goatti, 1976). Trasiranje je bilo izvedeno u povoljnim uvjetima, pri protoku poniranja u Markov ponor od 3 oko m³/s. Pojava boje utvrđena je na cijelom području opažanja od Novljanske Žrnovnice do izvora Cesarice na jugu. U tom trasiranju utvrđena je prividna brzina prema izvorištu Bačvice od 2,34 cm/s (Tablica 5.1.).

Krajem 80-tih godina Geološki zavod izveo je nekoliko trasiranja za potrebe izrade idejnog projekta planirane akumulacije Kosinj (Pavičić i Renić, 1988). Ovim trasiranjima utvrđen je položaj hidrogeološke razvodnice donjeg toka Like i izvora uz rub Gackog polje, te položaj ponorne zone u Kosinjskom Bakovcu iz koje podzemne vode izravno otječu prema priobalnim izvorima u Podvelebitskom kanalu.

Godine 2004. i 2005. Institut za geološka istraživanja ponavlja regionalna trasiranja ponora Gacke kod Otočca (Dukarić, Stroj, 2004) i Markovog ponora u Lipovom polju (Dukarić et al., 2005) sa svrhom provjere granica sliva Novljanske Žrnovnice prije novelacije zaštitnih zona ovog izvorišta. Prilikom tog ponovnog trasiranja Bikine jame- sjeverni krak Gacke kod Otočca pojava trasera utvrđen je na svim izvorima na kojima je utvrđen i ranijim trasiranjem, a ovoga puta u opažanje je bio uključen i izvor Bačvice. Rezultati novijih trasiranja značajno se razlikuju od rezultata prethodnih prema vrijednostima prividnih brzina podzemnih tokova. Prilikom ranijeg trasiranja prema Jurjevskoj Žrnovnici utvrđene su vrlo velike brzine (>10 cm/s), dok je novim trasiranjem najveća prividna brzina utvrđena prema Novljanskoj Žrnovnici (4,28 cm/s). Treba naglasiti da je

prilikom ovog trasiranja rađen i grubi aproksimativni proračun pronosa trasera na pojedinim priobalnim izvorima prema kojem se na izvoru Bačvice pojavilo oko 1% ubačene boje dok se na izvorištu Novljanska Žrnovnica pojavio oko 17 % od ukupne količine ubačene boje.

Tablica 15.1. Provedena trasiranja i dobivene prividne brzine za izvor Bačvice

| Mjesto ubacivanja boje | Vrijeme ubacivanja boje | Vrijeme pojave boje | Udaljenost izvora (km) | Prividna brzina cm/s | Izvodač |
|------------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|---------|
| Markov ponor | 18.10.1975. | 29. 10 1975. | 23,00 | 2,34 | HGI |
| Markov ponor | 30.11.2005. | 5. 12. 2005. | 23,00 | 5,24 | HGI |
| Bikina jama | 18.11.2004. | 29. 11 2004. | 35,25 | 3,84 | HGI |

Trasirane ponorne zone međusobno su udaljene dvadeset kilometara, a trasiranja su obavljena u pravilu u razdobljima povišenih vodostaja, tijekom kojih se u ponornim područjima infiltriraju velike količine voda. Zbog toga je utvrđenu pojavu raširenog isprepletanja vodnih veza iz smjera Otočca i Lipovog polja moguće objasniti brzim tečenjem kroz heterogene sustave krških ponora, kanala, pukotinskih i rasjednih zona, sa čestim pojavama preklapanja i miješanja podzemnih tokova i različito usmjerenih trendova cirkulacije vode, a sve vezano uz variranje hidroloških uvjeta punjenja krškog vodonosnika masiva Velebita.

Znatne razlike koje se javljaju u dobivenim podacima iz dosadašnjih trasiranja uvjetovane su različitim tehnikama izvođenja trasiranja, hidrološkim uvjetima u kojima su trasiranja izvedena kao i hidrološkim stanjem u vadoznoj zoni krškog vodonosnika Velebitskog masiva. Svako novo trasiranje dati će rezultate koji se u većem ili manjem dijelu ne podudaraju s prethodnim, no osnovni je zaključak da je opsežnim hidrološkim istraživanjima osim velike širine pojave trasera od Novljanske Žrnovnice na sjeveru do Cesarica na jugu utvrđeno i veliko preklapanje područja istjecanja ponornih voda Lipovog, Gackog, Švičkog i Hrvatskog polja, koja samim time moraju biti tretirana kao zajedničke ponorne zone izvorišta na morskoj obali.

Na području Ličke visoravni, izgradnjom brane Sklope krajem šezdesetih godina prošlog stoljeća, formirana je na kraju kanjanskog dijela rijeke Like akumulacija Kruščica, čiji volumen obuhvaća 142.000.000 m³ a površina jezera je 8,64 km². Dio je to velikog projekta akumulacija ličkih i velebitskih voda u funkciji hidroenergetskog sustava HE Sklope instalirane snage 23,5 MW i pogotovo HE Senj instaliranog kapaciteta 216 MW. Sustav je povezan nizom reguliranih kanala i tunela koji prikupljaju vode Like i Gacke te ih provode do kompenzacijskog jezera u Gusić polju. Tunel dužine 13,5 km dalje vodi od kompenzacijskog bazena Gusić polja do vodne komore Hrmatine koja je s primorske strane. Odatle se tlačnim cjevovodom vode Like i Gacke provode do postrojenja HE Senj kapaciteta 216 MW, te instaliranog protoka vode od 60 m³/s, te ispušta u more (Sever i sur., 2000) (slika 5.1.1.). Na Hrmatinama je ujedno i lociran prethodno zahvat vode za vodovod Senj-južni ogranak vodovoda Hrvatskog primorja, koji ima koncesiju na 600 L/s te opskrbljuje vodom područje od Senja do Karlobaga kao i otoke Rab i Pag.



Slika 5.1.1. Istjecanje vode u more na HE Senj

Prikupljanjem i preusmjeravanjem značajnih količina vode iz sliva rijeke Gacke i Like kroz izgrađeni sustav HE Sklope i HE Senj, te zadržavanjem voda Like u akumulaciji Kruščica, znatno se smanjilo uviranje vode u ponornim zonama Ličkog područja a samim time i utjecaj tih zona na izvore u Podvelebitskom priobalju.

U vrijeme izrade ovog elaborata, u periodu od kolovoza do prosinca 2016. godine, na području Lipovog polja, Švičkog polja, sjevernog ogranka rijeke Gacke, Hrvatskog polja, te ponorne zone Gacke kod Gusić jezera, nije bilo poniranja vode, već su sve vode koje su se formirale u površinskim vodnim sustavima Gacke i Like otjecale prema moru sustavom HE Senj.

Uzimajući u obzir opsežne hidrogeološke istražne radove i dugogodišnja višekratna trasiranja iz ličkih ponornih zona prema izvorima na obali, koja su dokazala preklapanje istjecanja vode na izvorištu Novljanska Žrnovnica i izvorištu Bačvice, u sklopu ovog dokumenta koristit će se usvojene zone sanitarne zaštite ponora ličkog područja iz dokumenta "Zone sanitarne zaštite izvorišta vode za ljudsku potrošnju na crikveničko-vinodolskom području" izrađenom od strane Geotehničkog fakulteta sveučilišta u Zagrebu, 2016.

5.2. Utvrđivanje zona sanitarne zaštite neposrednog sliva izvorišta Bačvice

Vežano uz zaštitu kakvoće voda ovoga izvorišta, za spomenuti je da su prvi elementi njegove zaštite predloženi još od strane IPZ-a (1981), pri čemu su predložene mjere zaštite bile orijentirane na bliži okoliš. Stoga je u danom elaboratu provedena detaljnija analiza njegove zaštite u skladu s recentnim saznanjima i pravnom regulativom.

Neposredni sliv izvorišta Bačvice nalazi se u zaleđu obalnog pojasa na jugozapadnim padinama masiva Velebita. Građen je od karbonatnih stijena oligocena i miocena koje popunjavaju paleorelijef nastao u krednim i jurskim vapnencima osnovne stijenske mase.

Uz stratigrafsku rasčlambu pojedinih litoloških članova, za hidrogeološke odnose priljevnog područja u uvjetima intenzivne cirkulacije meteorske vode prema izvorištu još su bitnije litološke karakteristike sklopa stijenske mase.

Površinski dio ogoljelog krša izrazito je raspucan bez obzira na srtratigrafsku pripadnost stijenske formacije, odnosno bez obzira dali se radi u jurskim, krednim ili oligocensko miocenskim vapnencima. Procijenjeno je da ekstremna okršenost je zahvatila stijensku masu do dubine od 50 m do 100 m. Prisutan je sustav otvorenih pukotina, škrapa, prslina, trošnih rasijednih zona i kaverni kroz koje meteorske vode poniru bez dužeg zadržavanja (slika 5.2.1.).



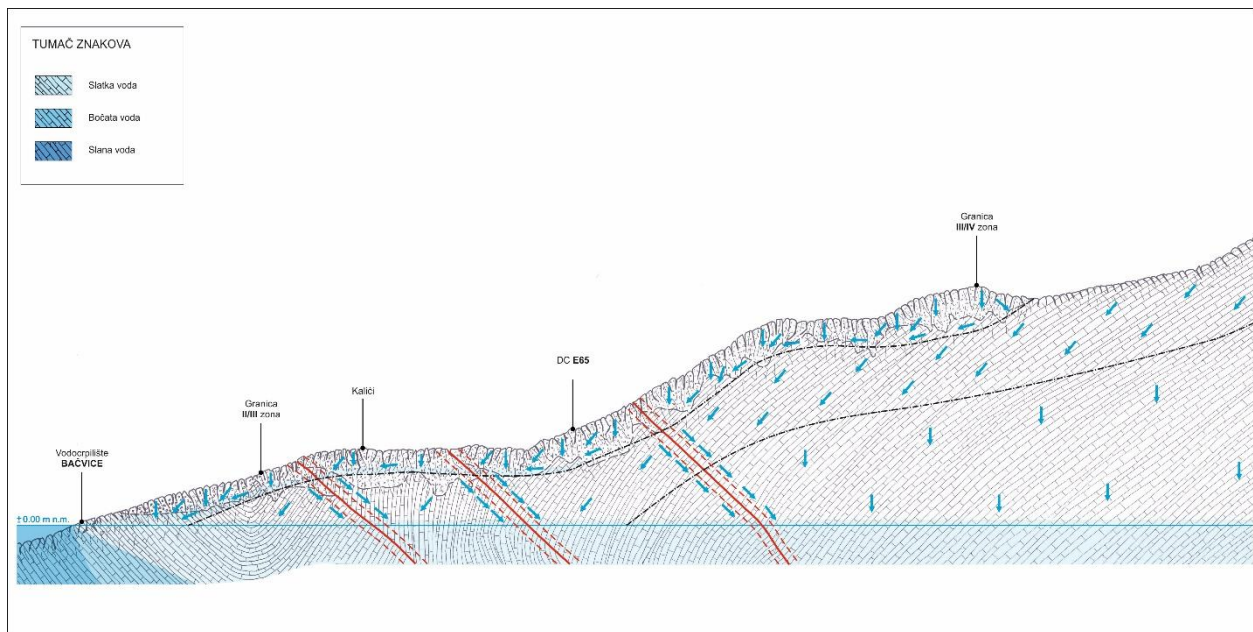
Slika 5.2.1. Ekstremno okršeni vapnenac oligomiocena u neposrednom zaleđu izvorišta

U većim dubinama sustavi otvornih pukotina nisu toliko izraženi pa na dubini od 100 do 300 m stijenska masa više nije ekstremno okršena, već se može ocijeniti kao dobro propusni paket vapnenih stijena.

Granice pojedinih zona okršenosti nisu oštre već su postupne, ponegdje i dublje zahvaćene uz rasjedne zone reversnog navlačenja geoloških struktura.

Ovakve karakteristike stijene uvjetuju brzinu infiltracije oborina koje padnu u neposredno zaleđe izvorišta. Meteorske vode ne poniru subvertikalno, već se pretežito linijom manjeg otpora kreću intenzivnije po pripovršinskom ekstremno okršenom sloju, tvoreći u pojedinim hidrološkim

uvjetima privremene viseće horizonte podzemne vode koji se pri samoj morskoj obali spajaju s horizontom stalne razine podzemne vode (slika 5.2.2.).



Slika 5.2.2. Hidrogeološki profil neposrednog sliva izvorišta Bačvice (prilog br. 16)

Takva dinamika poniranja meteorskih voda i stvaranje povišenog hidrostatskog tlaka podzemne vode u neposrednom priobalju dovodi do mješanja slane vode koja se je infiltrirala u kopno u vrijeme sušnih perioda, te potiskivanje i dizanje takve zaslanjene vode na samoj kaptazi izvorišta.

Na osnovu hidrogeološke analize režima cirkuliranja podzemne vode u neposrednom slivu izvorišta Bačvice sukladno Pravilniku o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite (NN 66/11, 47/13) određene su zone sanitarne zaštite za vodonosnik pukotinske i pukotinsko-kaverozne poroznosti (slika 5.2.3.);

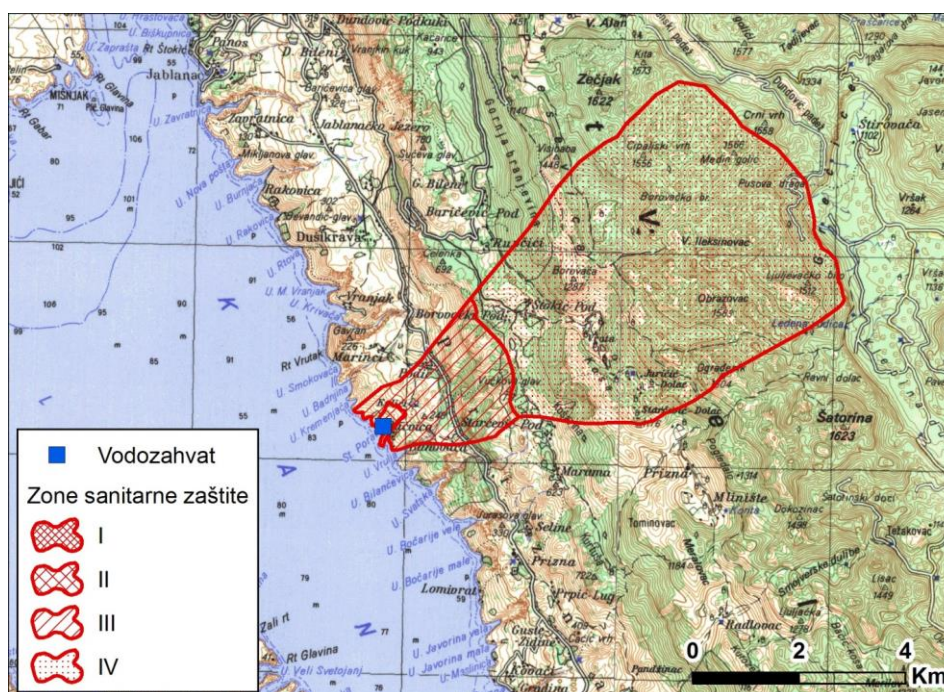
- IV zona sanitarne zaštite obuhvaća ukupno priljevno područje koje sudjeluje u prihranjivanj vodonosnika izvorišta Bačvice izvan III zone zaštite, u kojem su očekivane prividne brzine podzemnog tečenja manje od 1cm/s. Ukupna površina IV zone sanitarne zaštite izvorišta Bačvice iznosi 28,35 km².

- III zona sanitarne zaštite obuhvaća neposredni sliv izvan II zone gdje je očekivano tečenje kroz vodonosnik s pukotinskom i pukotinsko-kaveroznom poroznošću u uvjetim velikih voda traje od 1 do 10 dana, odnosno područje koje obuhvaća pretežiti dio sliva. Ukupna površina III zone sanitarne zaštite izvorišta Bačvice je 4,45 km².

- II zona sanitarne zaštite sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kaveroznom poroznosti obuhvaća glavne podzemne drenažne smjerove u neposrednom slivu izvorišta, s mogućim tečenjem kroz pukotinski sustav vodonosnika do zahvata vode u trajanju do 24 sata, odnosno područja s kojih su utvrđeneprividne brzine podzemnih tečenja, u uvjetima velikih voda, veće od 3,0 cm/s, odnosno unutarnji dio klasičnog priljevnog područja. Ukupna površina II zone sanitarne zaštite izvorišta Bačvice je 0,20 km² (200.400 m²).

- I zona sanitarne zaštite sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kaveroznom poroznosti obuhvaća neposredno naplavno područje zahvata vode, izvor vodonosnika sa pukotinskom i pukotinsko-kaveroznom poroznosti, kaptažu crpne stanice, uređaj a kondicioniranje vode. Ukupna površina I zone sanitarne zaštite izvorišta Bačvice je 1.969 m².

Granice III i IV zone sanitarne zaštite izvorišta Bačvice (slika 5.2.3.) su zonarnog karaktera i u dobrom dijelu se preklapaju sa zonama istjecanja na priobalnim izvorima i vruljama koje se javljaju sjevernije i južnije od izvorišta Bačvice.

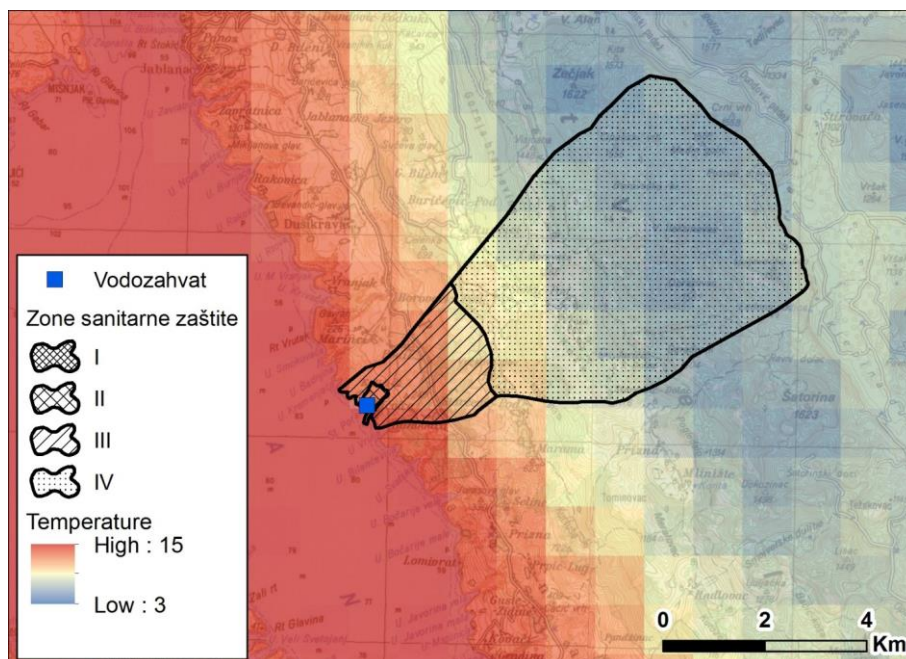


Slika 5.2.3. Prijedlog zona sanitarne zaštite izvorišta Bačvice

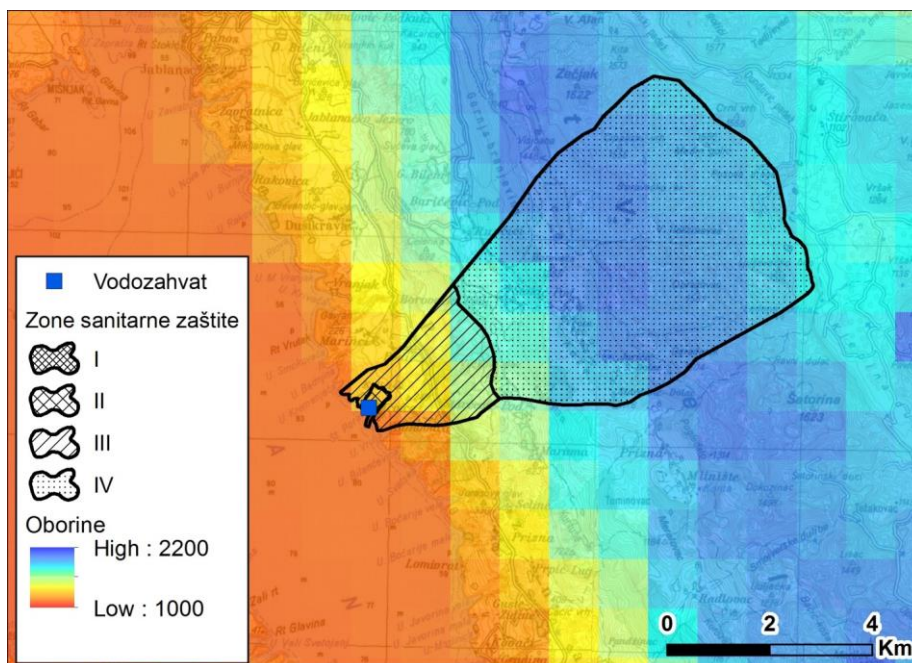
5.3. Procjena elemenata globalne vodne bilance

Raspoloživost odgovarajućih podataka i podloga uvjetuje primjenu pojedinih metoda procjene otjecanja. Klimatološki podaci (količine oborina i temperature zraka) korišteni u analizi slivova na području sliva izvora Bačvice i šireg utjecajnog područja dostupni su u obliku prostorne raspodjele srednjih godišnjih vrijednosti za 30-godišnje vremensko razdoblje (1961.-1990.), a u formi rastera prostorne rezolucije 1.000 m, koje su izradili stručnjaci Državnog hidrometeorološkog zavoda. Radi se o prostornoj rezoluciji istovjetnoj prostornoj rezoluciji korištenog digitalnog elevacijskog modela (DEM-a). Analizirano područje sliva izvora Bačvice locirano je na uskom području koje se pruža od priobalja pa do planinskog područja Velebita kojeg karakteriziraju relativno niže srednje godišnje temperature zraka, kao i relativno značajne prosječne godišnje oborine. Na Slici 5.3.1. dan je prikaz izoterma srednjih godišnjih temperatura

zraka za referentno 30-godišnje razdoblje 1961.-90., a na Slici 5.3.2. prikaz izohijeta srednjih godišnjih oborina za isto razdoblje.



Slika 5.3.1. Karta izoterma srednjih godišnjih temperatura zraka za dio područja Like i priobalja (1961.- 1990.) – prema DHMZ (2002)



Slika 5.3.2. Karta izohijeta srednjih godišnjih oborina za dio područja Like i priobalja (1961.- 1990.) – prema DHMZ (2002)

Obzirom na složenost hidroloških prilika i nedostatak primjerenih mjerenih podataka, procjena globalne vodne bilance analiziranog područja provedena je na temelju analize rezultata hidroloških

procjena temeljenih na hidrogeološkim ocjenama položaja granica slivnih cjelina, klimatološkim podacima iznesenim u spomenutim prikazima na slici 5.3.1. i 5.3.2. te usporedbom tako dobivenih podataka s raspoloživim rezultatima hidroloških opažanja. Takav pristup temelji se na usporedbi mjerenih podataka o bilanci protoka koja istječe na izvorima i podataka o bilanci efektivnih oborina koja se infiltrira u sliv, pri čemu se koriste podaci o oborinama i temperaturama u slivu. Pri ocjeni bilance tih efektivnih oborina na području hrvatskog krša najčešće se koriste empirijski modeli Turca (1954) i Langbeina (1962), a koji su modificirani i razvijeni za primjenu u GIS okruženju (Horvat i Rubinić, 2006).

Radi se o modelima pomoću kojih je, na temelju prostorne procjene količine palih godišnjih oborina i prosječnih godišnjih temperatura zraka na analiziranom slivu, uz hidrogeološkim metodama određenu površinu sliva, moguće odrediti prostornu raspodjelu efektivne godišnje oborine, odnosno dio palih oborina koje su infiltrirane u sliv krškog vodonosnika. Odabir mjerodavnog modela provodi se na temelju usporedbe mjerenih i procijenjenih vrijednosti srednjih godišnjih dotoka, a u nedostatku mjerenih podataka o protokama izvora i na temelju ekspertne procjena, kao i regionalnih formula koji daju procjene srednjih godišnjih otjecajnih koeficijenata. Osim na razini godišnjih vrijednosti, moguće promjene hidroloških prilika uslijed očekivanih klimatskih promjena iskazane i na kraćoj vremenskoj skali, pri čemu je, kao najmjerodavniji za ocjenu kritičnih hidroloških prilika za potrebe vodoopskrbe, kao reprezent unutargodišnje raspodjele sušnih hidroloških prilika odabran je parametar najmanje srednje mjesečne protoke.

Procjena vodne bilance na godišnjoj razini je osnova korištenog bilančnog modela. Elementi vodne bilance su definirani korištenjem dvaju modelskih pristupa: prvog zasnovanog na metodologiji predloženoj od strane Turca (1954), te drugog po Langbein-ovoj metodologiji (1962). Turc-ova formula (1954) sadrži deficit otjecanja (D) kao funkciju palih oborinal (P) i temperaturnog faktora (L):

$$D = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}} \quad (1)$$

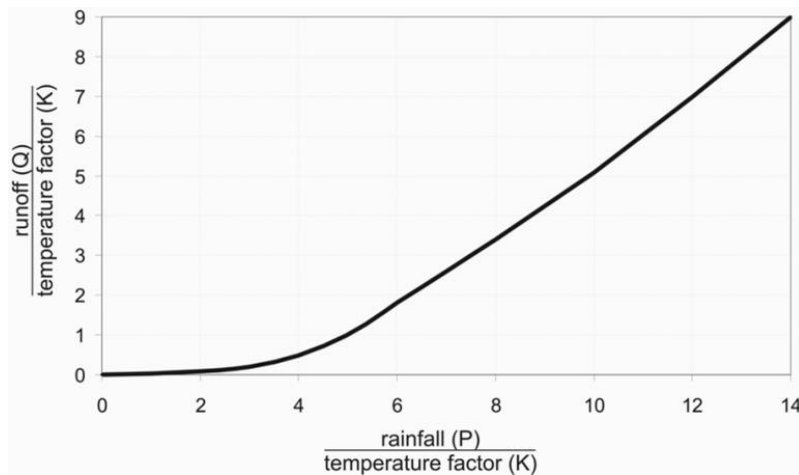
Temperaturni faktor (L) je proračunat pomoću formule:

$$L = 300 + 25 \times T + 0.05 \times T^3 \quad (2)$$

gdje T predstavlja povećanje temperature zraka.

Kao što pokazuje slika 5.3.3., Langbein-ova metoda (1962) je zasnovana na međuodnosu između faktora međuodnosa oborina i temperatura (P/K) i faktora odnosa otjecanja i temperatura (Q/K), odnosno ona koristi oborine i temperature zraka kao ključne parametre za procjenu otjecanja. Temperatura zraka (T) je ugrađena u formulu za temperaturni faktor (K) koji se povećava eksponencijalno s porastom temperature:

$$K = 10^{0.0278T + 0.886} \quad (3)$$

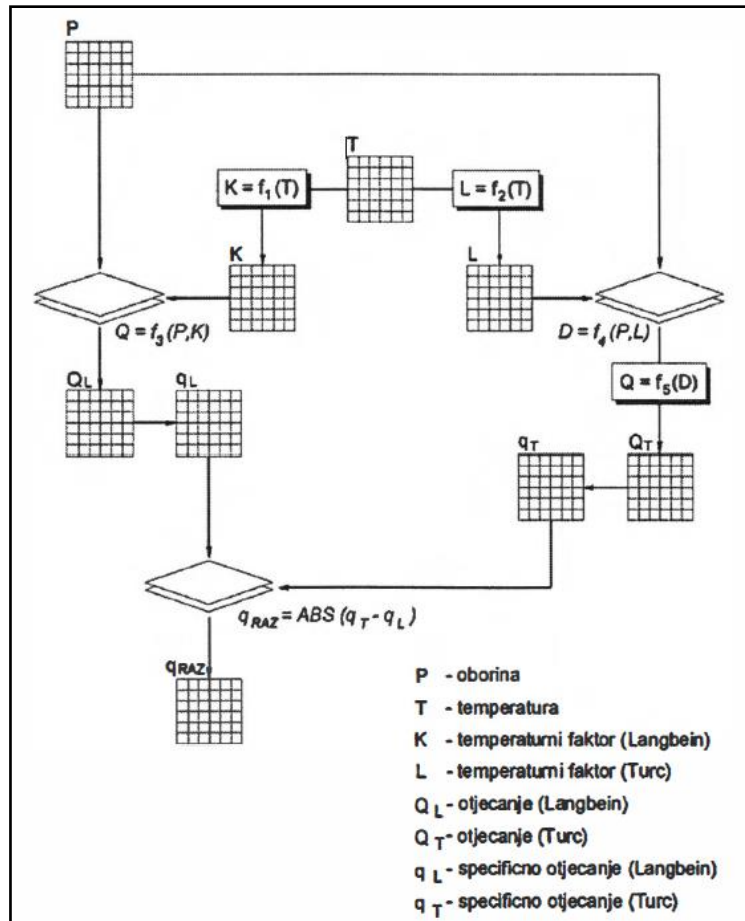


Slika 5.3.3. Langbeinova metoda: međuodnos P/K i Q/K

Oba pristupa koriste prosječnu godišnju količina oborina i temperature zraka (često su to i jedini dostupni klimatološki podaci u hidrološkoj analizi otjecanja) kao prostorno promjenjive ulazne parametre. Geografski informacijski sustavi uvelike olakšava procjenu prostorne raspodjele i prostorne analize ulaznih parametara i rezultata.

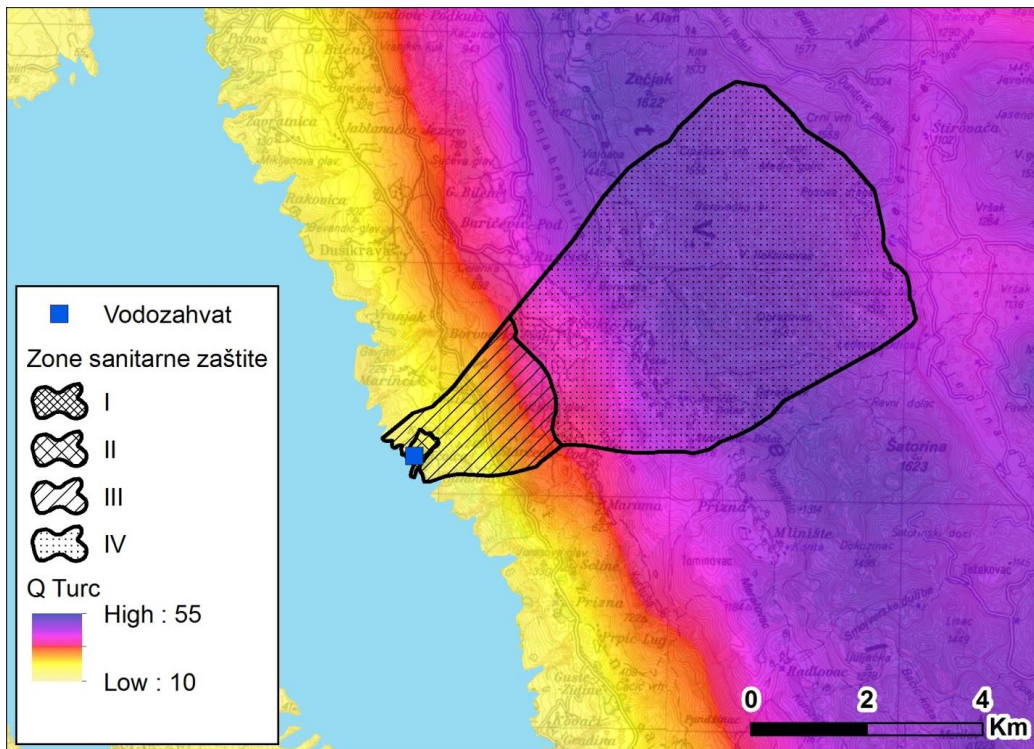
Prva iteracija (Slika 5.3.4.) u procjeni godišnjeg otjecanja počinje s razgraničenjem slivova, na temelju hidrogeoloških procjena, nakon čega slijedi procjena prostorne raspodjele meteoroloških parametara (oborina i temperature). Zatim se provodi procjena prostorne raspodjele prosječnog godišnjeg otjecanja, a što može biti napravljeno pomoću Turc-ove i Langbein-ove metode. Na temelju tih rezultata provode se usporedbe s mjerenim podacima. Ako su razlike zanemarive, odabrana metoda, odnosno njeni rezultati se mogu prihvatiti i ići u 3. Korak, odnosno konačne procjene godišnjeg otjecanja. Inače, ponavlja se druga iteracija, koja onda uključuje izmjenu jedne od ulaznih parametara (npr. granica sliva) ili pak neka promjena u samoj metodologiji (kao što su modifikacije analitičkim izrazima koji se koriste za procjenu hidroloških parametara).

Kalibracija i validacija modela, odnosno odabir mjerodavnog modela procjene sr. godišnjeg otjecanja/efektivnih oborina (po Turc-ovom ili Langbein-ovom modelu) nije moguće provesti na uobičajeni način – preko količina voda koje istječu na izlazu iz sliva, jer ne postoje dugogodišnji nizovi podataka o hidrološkim praćenjima s kojima bi se moglo provjeriti prikladnost spomenutih modela. Zato je to napravljeno na temelju ekspertnih procjena saznanja sa slivova na kojima postoje motrenja, a radi cjelovitijeg sagledavanja uz definirane karte specifičnih otjecanja po Turcu (Slika 5.3.5.) i Langbeinu (Slika 5.3.6.), napravljena je i karta razlika u proračunatim vrijednostima po obje metode (Slika 5.3.7.).

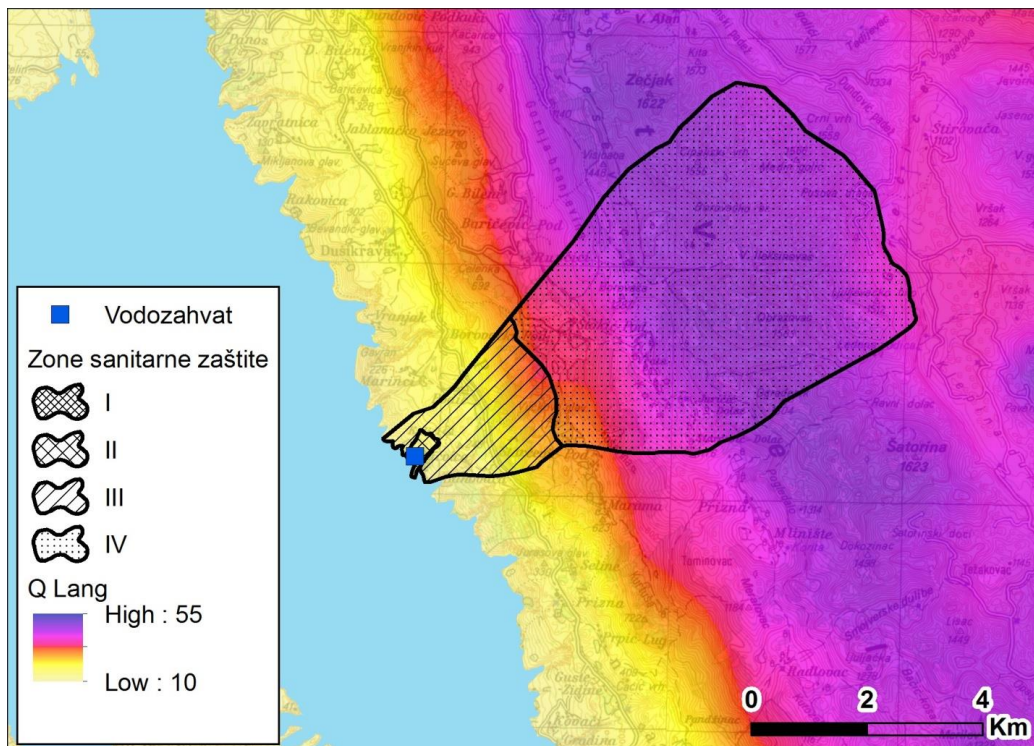


Slika 5.3.4. Shematski prikaz prve iteracije pri postupku bilančnih procjena

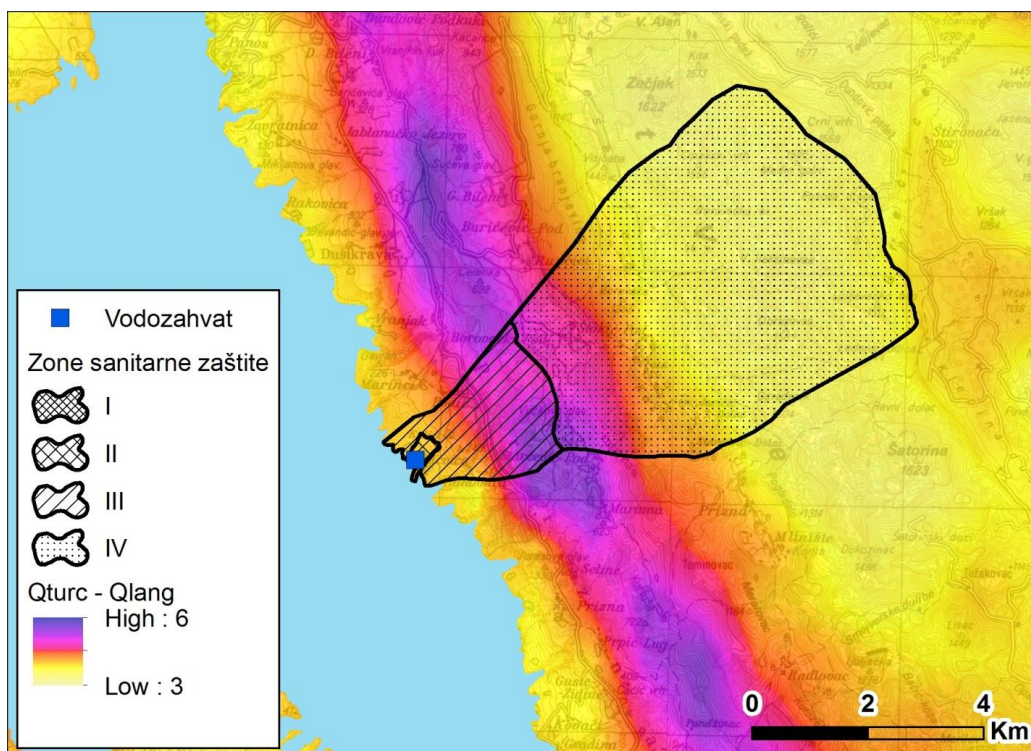
Na odabranim slivovima prikazanim na slikama 5.3.5.-5.3.6. procijenjeno je srednje godišnje specifično otjecanje, a osnovni rezultati (prosječne temperature i oborine za pojedine slivne cjeline) su dani u tablici 5.3.1., kao i u tablici 5.3.2. gdje su dane vrijednosti specifičnih kao i ukupnih srednjih godišnjih protoka sa analiziranih slivova pojedinih izvora.



Slika 5.3.5. Prostorna raspodjela specifičnih protoka za razdoblje 1961.-1990. određena metodom Turca



Slika 5.3.6. Prostorna raspodjela specifičnih protoka za razdoblje 1961.-1990. određena metodom Langbeina



Slika 5.3.7. Prostorna raspodjela razlika specifičnih protoka za razdoblje 1961.-1990. određena kao razlika dobivenih vrijednosti po metodama Turca i Langbeina

Tablica 5.3.1. Osnovni klimatološki elementi izdvojenih slivova (1961.-1990.)

| Zona | Površina (km ²) | Srednja godišnja temperatura zraka (°C) | | | Srednja godišnja količina oborina (mm) | | |
|-------------|-----------------------------|---|------|------|--|------|------|
| | | Sr | Max | Min | Sr | Max | Min |
| I i II zona | 0,2024 | 13,9 | 14,5 | 13,5 | 1232 | 1287 | 1156 |
| III zona | 4,4548 | 12,2 | 14,5 | 9,6 | 1456 | 1748 | 1153 |
| IV zona | 28,348 | 6,2 | 10,7 | 4,5 | 1921 | 2023 | 1623 |
| Ukupno | 33,02 | 7,1 | 14,5 | 4,5 | 1853 | 2023 | 1153 |

Tablica 5.3.2. Srednje godišnje vrijednosti protoka razmatranih slivnih cjelina na temelju bilančnih procjena (1961.-1990.)

| SLIV | Specifične protoke (l/s/km ²) | | | Ukupne protoke (m ³ s ⁻¹) | | |
|-------------|---|--------------|-------------------|--|--------------|-------------------|
| | Po Turcu | Po Langbeinu | SR (Turc i Lang.) | Po Turcu | Po Langbeinu | SR (Turc i Lang.) |
| I i II zona | 17,90 | 13,95 | 15,93 | 0,0036 | 0,0028 | 0,0032 |
| III zona | 26,20 | 21,47 | 23,84 | 0,117 | 0,096 | 0,106 |
| IV zona | 44,40 | 42,63 | 43,52 | 1,259 | 1,208 | 1,233 |
| Ukupno | | | | 1,379 | 1,307 | 1,343 |

Općenito, vrijednosti specifičnih protoka dobivenih Langbeinovom metodom na svim trima analiziranim slivovima su nešto niže od vrijednosti dobivenih metodom Turca, ali razlike nisu naglašeno velike – na slivu Bačvica te se razlike kreću oko 10 %, i najveće su na najvišim dijelovima masiva Velebita gdje one iznose i do 6 L/s/km². Rezultati provedenih obrada bilanciranja na najbližem analiziranom slivu u Lici, slivu Plitvičkih jezera u radu Rubinića i Zwicker Kompar (2011), pokazali su veliku podudarnost između proračunatih vrijednosti protoka po metodi Turca i rezultata hidroloških praćenja na izlaznom profilu iz jezera – hidrološkoj postaji Kozjak most. Stoga se raspodjela specifičnih protoka po metodi Turca, odnosno na temelju njih i odabrane veličine sliva proračunate protoke i u slivu izvora Bačvice mogu smatrati prihvatljivijim za predmetne globalne bilančne procjene. Metodu Turca je preporučio i Bonacci (1987) za provedbu bilanciranja na području Dinarskog krša.

Prema tim rezultatima, štice područje unutar predložene druge i treće zone sanitarne zaštite obuhvaća područje s kojeg se producira oko stotinjak (po Turcu 120) L/s, a što je dvostruko više od neke prosječna godišnja vodna bilanca priobanog izvora Bačvice zahvaćenog za vodoopskrbu u uvali Stari porat, pri čemu se pretpostavlja da se radi oko 50% ukupnih količina voda koje se u toj uvali, osim putem spomenutog izvora, dreniraju putem vrulja ili pak istječu mimo kaptažne građevine. To je u skladu s odredbom Članka 20. Pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 66/11, 47/13), koji govori da III zona (uključujući i one višeg reda – I i II) treba obuhvaćati pretežiti dio slivnog područja.

Četvrta pak zona obuhvaća puno šire područje, od oko 28,3 km², za koga se, sukladno članku 18. spomenutog pravilnika, na temelju hidrogeoloških saznanja pretpostavlja da obuhvaća ukupno priljevno područje koje potencijalno sudjeluje u obnavljanju voda pripadajućeg izvorišta. Radi se o višestruko većim količinama voda od onih koje se dreniraju na samom vodozahvatu pa i drugim vodnim pojavama u uvali Stari Porat i njihovom neposrednom okruženju, ali se zbog velike otvorenosti sustava njegova priobalnog vodonosnika i s njime povezanog miješanja, štiti širi prostor koji ima potencijalni utjecaj na količinu istjecanja podzemnih voda na tom prostoru.

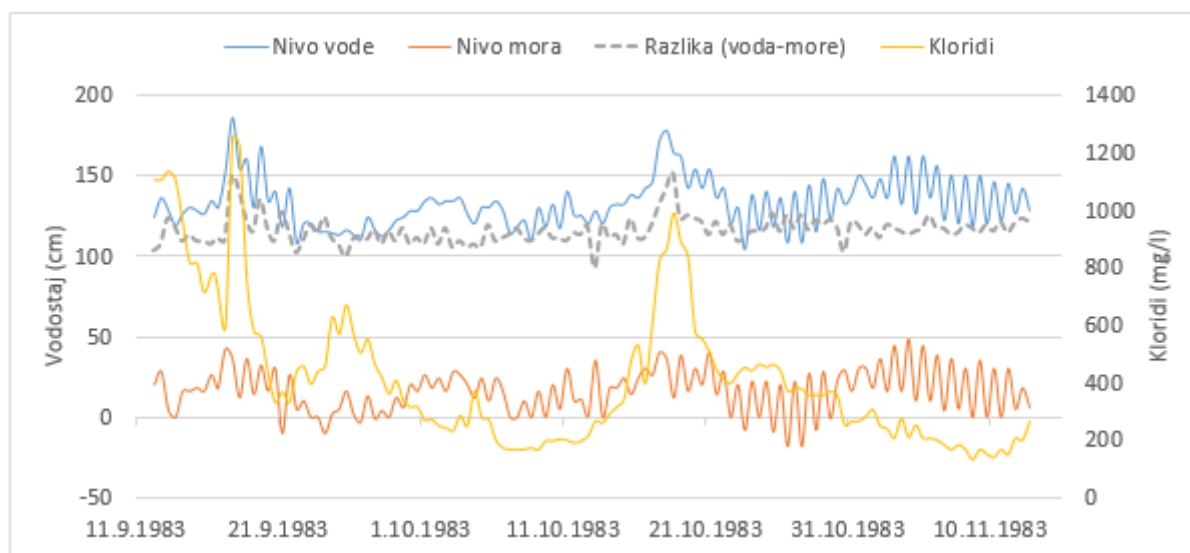
5.4. Analiza rezultata monitoring tijekom 2016., kao i ranijih godina

Na izvorištu Bačvice je nakon njegova formiranja u nekoliko navrata organiziran kontinuirani monitoring praćenja količina i kakvoće voda koje istječu na tom izvoru, uglavnom u vidu praćenja razina te elektroprovodljivosti/sadržaja klorida kao tipičnog, al i ograničavajućeg pokazatelja kakvoće za taj izvor. U nekim su situacijama praćene i razine mora, temperature vode koja istječe na izvoru te su obračunavane i protoke, a koje se sastoje od preljevnih protoka te crpljenih količina. No, uglavnom sva su ta praćenja bila kraćega trajanja, s većim prekidima ili problemima s registracijom što je posljedica s jedne strane povremenog korištenja izvora, a s druge strane njegova položaja u neposrednoj blizini mora i utjecaju mora na režim i kakvoću voda koja istječe.

Najveći je problem odnosno najmanje raspoloživih podataka vezano uz registraciju protoka na tom izvoru. Zbog toga je u okviru predmetnog zadatka dopunjen monitoring koga provodi korisnik izvora – Vodovod Južni ogranak Hrvatskog primorja i praćenjima količina voda, a zbog kratkoće

toga niza od svega oko pola godine (od 17.5.2016. do zaključno kraja godine s time da se monitoring i dalje kontinuirano provodi), u danom su elaborate analizirani i raspoloživi raniji podaci monitoring količina i kakvoće voda, posebno u uvjetima crpljenja vode za potrebe vodoopskrbe kada se javljaju i problem s povećanim prodorima zaslanjene morske vode u njegov vodonosnik pa i u samu kaptazu. Pri tome je najstariji cjeloviti dokument toga tipa u kome su sačuvani rezultati praćenja izvora Bačvice bio vezan za razdoblje njegove eksploatacije (1989.-1990.), tj. za prije njegova privremenog, ali dugogodišnjeg napuštanja (JVP istarskih slivova, 1991).

U arhivi Hrvatskih voda sačuvani su i fragmentarni rezultati monitoring stanja na izvoru iz još ranijeg razdoblja (rujan - studeni 1983.) koji su u sklopu ovoga dokumenta analizirani jer su indikativni u kontekstu mehanizma zaslanjivanja toga izvora, do koga dolazi ne samo uslijed njegova precrcpljivanja tijekom dugotrajnih sušnih razdoblja, već i prilikom pojava većih voda na izvoru koje iniciraju potiskivanje zaslanjene vode iz rubnih dijelova njegova vodonosnika u sam izvor zbog najmanjih hidrauličkih otpora (Slika 5.4.1.). Naime, iz danog je prikaza vidljivo da su se dva najveća pika prodora zaslanjenih voda javili upravo u situacijama pojava većih voda kada je i denivelacija razine vode na izvoru u odnosu na razinu mora bila najveća. Za napomenuti da su prikazani podaci datirani za vrijeme prije izrade injekcijske zavjese 1984.g.



Slika 5.4.1. Rezultati praćenja razine vode na izvoru Bačvice i na moru te sadržaja klorida tijekom razdoblja 12.9.1983. – 12.11.1983.

5.4.1. Rezultati monitoring tijekom 1989.-1990.

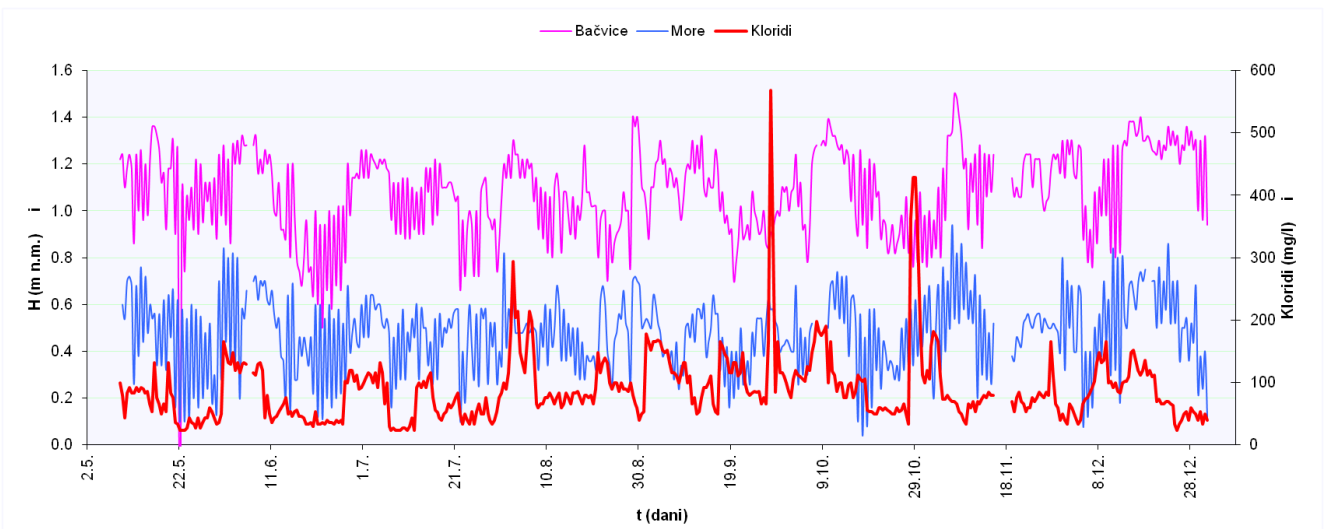
U studiji “Akumulacija Kosinj – registracija nultog stanja korespondentnih izvora u priobalju” (JVP istarskih slivova, 1991) dan je i prikaz hidroloških značajki izvora Bačvice u kontekstu ocjena stanja na priobalnim izvorima prije izgradnje planirane akumulacije Kosinj i prevođenja

još većih količina voda za energetske potrebe sustavom HE Senj, te posljedično i očekivano manjim količinama vode koje se prirodno dreniraju ponorskim zonama u zaleđu masiva Velebita. U sklopu aktivnosti na realizaciji tog projekta 9.5.1989. obnovljena je hidrološka postaja Bačvice ranije uspostavljena od strane DHMZ-a, definirana konsumpcijska krivulja trapeznog preljeva koji je u istom obliku zadržan i do danas (Slika 5.4.2.), te su s četiri dnevna terminska očitavanja (6:00, 12:00, 18:00 i 24:00 sati) koja su provodili djelatnici na crpnoj stanici koja je tada djelovala u okviru Vodovoda Zrće iz Novalje, provođena opažanja razine vode na izvoru i razine mora, sadržaja klorida (u dva termina 6:00 i 18:00 sati), te dnevnih crpljenih količina voda, a na temelju konsumpcijske krivulje obračunavane su i srednje dnevne preljevne protoke, kao i ukupne izdašnosti toga izvora za radoblje do 30.5.1990., tj. dok je na izvoru bila stalna posada crpne postaje prije napuštanja njegove eksploatacije. Uz to, praćene su i dnevne količine oborina na kišemjernoj postaji Gospić, te dotoci rijeke Like na profile Sklope.

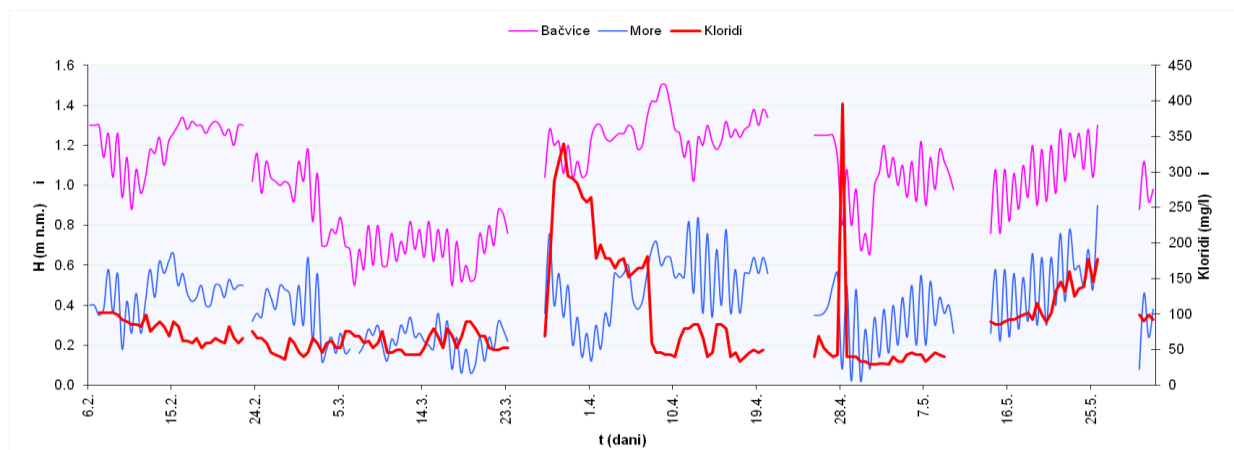


Slika 5.4.2. Trapezni oštrobridni preljev na izvoru Bačvice

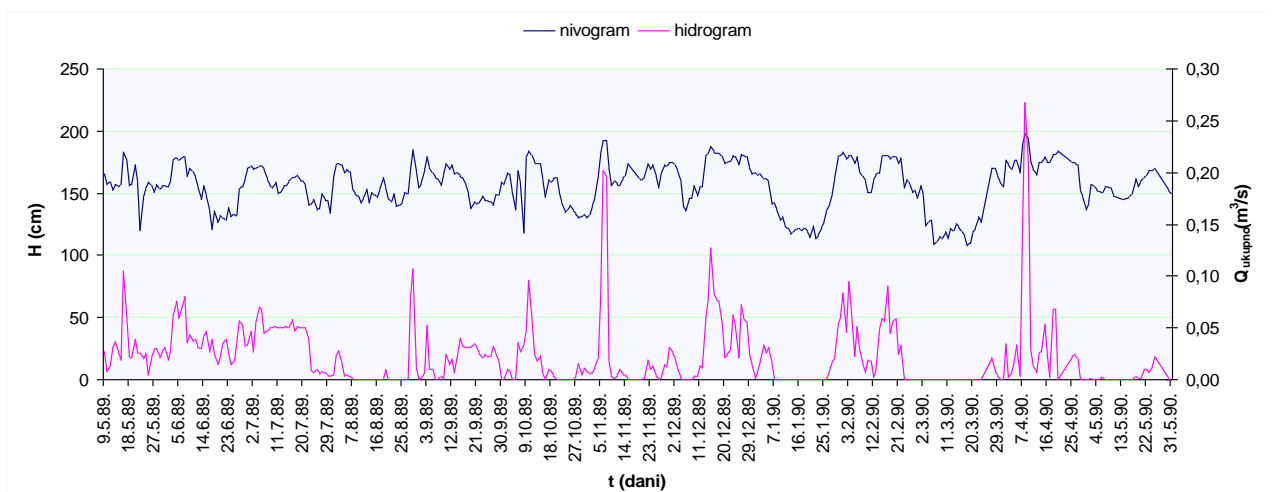
Osmotreni podaci dodatno su analizirani i u diplomskom radu Travice (2006) te radu Rubinića i sur. (2007) iz kojih su i preuzete prikazane slike 5.4.3. i 5.4.4. koje s danim grafičkim prikazima hoda dnevnih kolebanja razine vode i mora, hidrograma te hoda saliniteta prikladno ilustriraju njegov režim funkcioniranja. Tijekom analiziranog razdoblja monitoring a crpljeno je iz izvora tijekom nekoliko mjeseci 1989., a minorne količine crpljene su i tijekom 1990.g. Najveća prosječna mjesečna crpljenja zabilježena u srpnju 1989. (35 L/s), najveće maksimalno dnevno crpljenje zabilježeno je 4.7. 1989. kada je dnevni prosjek iznosio 60 L/s. Prosječna ukupna izdašnosti tijekom razdoblja 5.1989.-4.1990. iznosila je 25 L/s, pri čemu valja napomenuti da se radilo o ekstremno sušnoj godini. Isto tako, radi se o protokama koje su registrirane na preljevu čemu su pridodane crpljene količine, dok su u situacijama kad nije crpljeno a razina vode bila ispod praga preljeva ukupna protoka iskazivala kao 0, iako je dio voda ipak cirkulirao izvorištem i mimo preljeva, te su bila moguća i crpljenja da su bile uključene crpke.



Slika 5.4.3. Prikaz hoda kolebanja razine vode na izvoru Bačvice, razine mora te sadržaja klorida tijekom 1989.g.

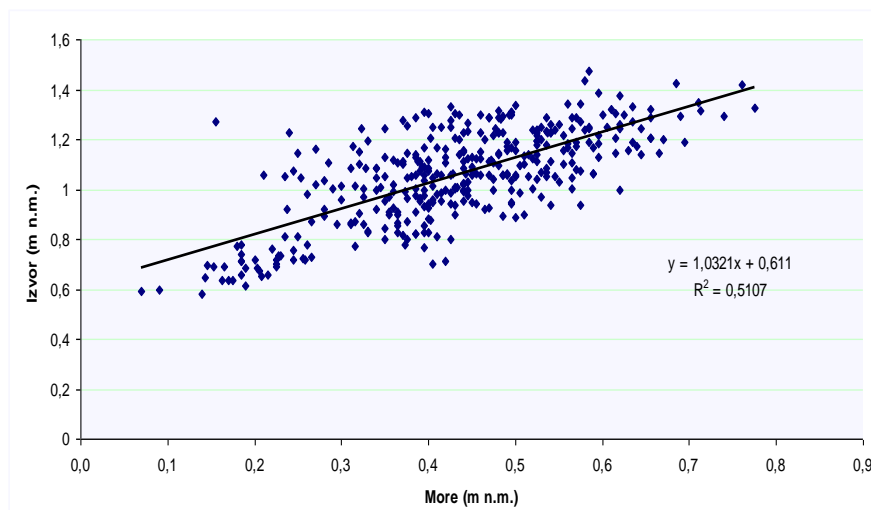


Slika 5.4.4. Prikaz hoda kolebanja razine vode na izvoru Bačvice, razine mora te sadržaja klorida tijekom 1990.g.

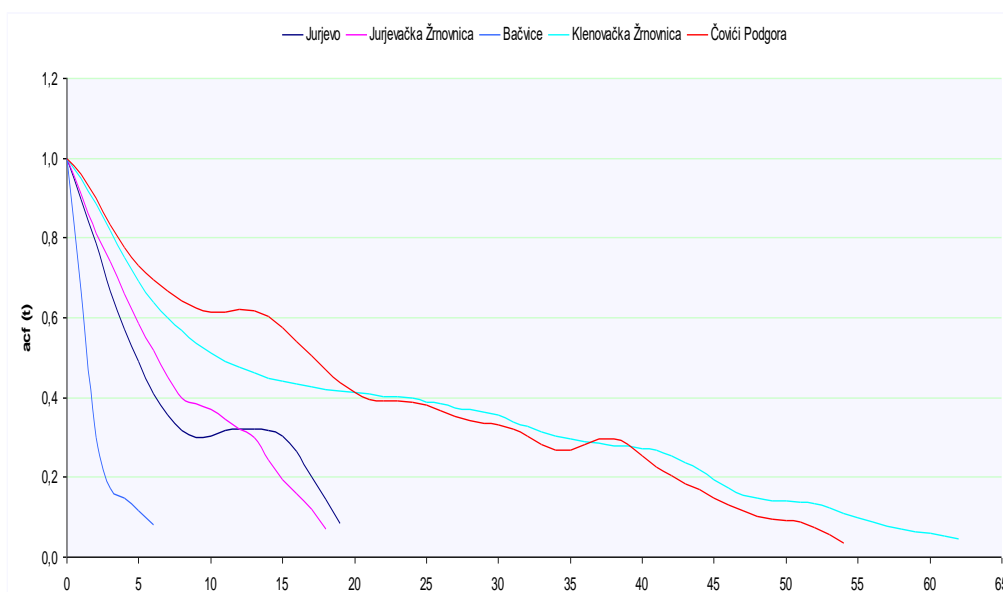


Slika 5.4.5. Prikaz nivograma i hidrograma ukupnih registriranih izdašnosti na izvoru Bačvice tijekom 1989.

Na slici 5.4.7. dan je prikaz međuodnosa razine vode na izvoru i razina mora, iz kojih je vidljiv vrlo naglašen utjecaj lokalnih prilika/kolebanja razine mora na režim kolebanja razine vode na izvoru. Zbog toga je i vrijednost autokorelacijske funkcije izvora Bačvice (Slika 5.4.6.) daleko najmanja (svega oko 3 dana – po kriteriju Mangina (1984) da međuodnos postoji dok je vrijednost autokorelacijske funkcije veća od 0,20) u odnosu na ostale analizirane izvore koji se prihranjuju s područja Velebita i njegova priobalja i zaleđa.



Slika 5.4.6. Međuodnos razine vode na izvoru i razine mora na izvorištu Bačvice tijekom 1989. i 1990.g.



Slika 5.4.7. Vrijednost autokorelacijskih funkcija analiziranih izvora

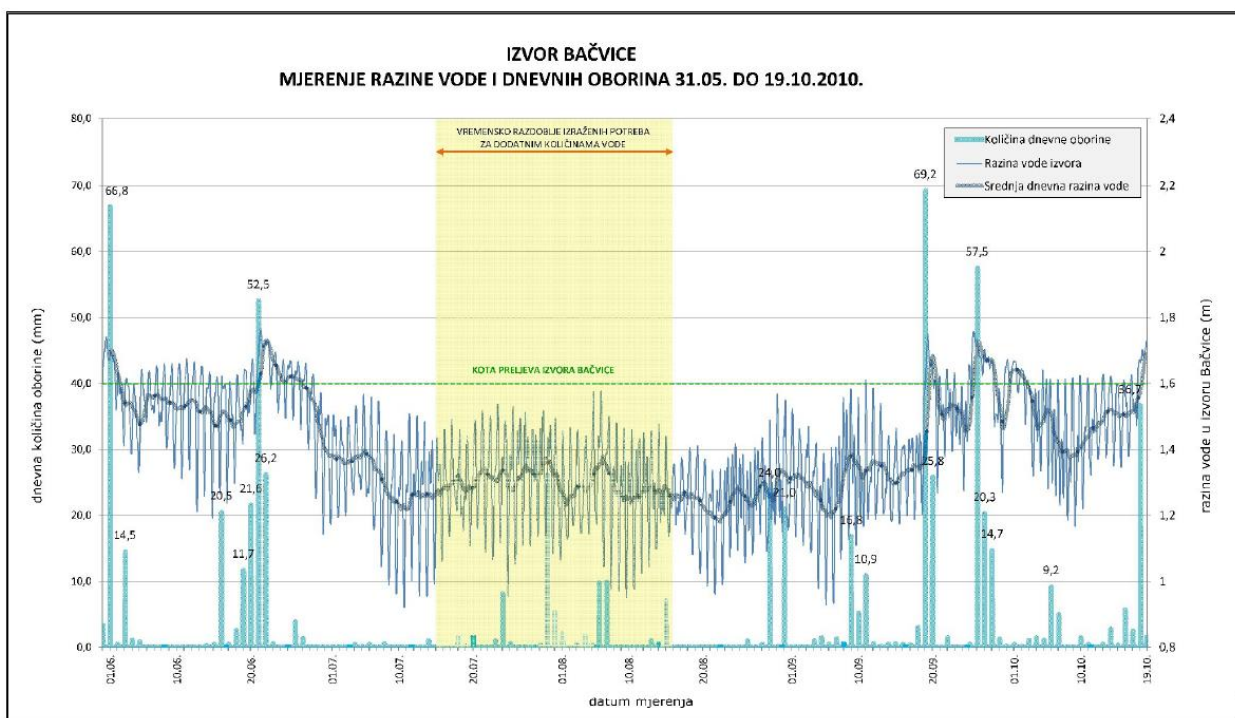
5.4.2. Rezultati monitoring u dokumentima i radovima 2006.-2015.

Nakon dugogodišnje nezainteresiranosti za vodni režim izvorišta Bačvice, u sklopu izrade doktorskog rada “Podzemni tokovi u zaleđu krških priobalnih izvora na području Velebitskog kanala” (Stroj, 2010), tijekom 2-godišnjeg razdoblja (kolovoz 2006. - kolovoz 2008.) uspostavljen

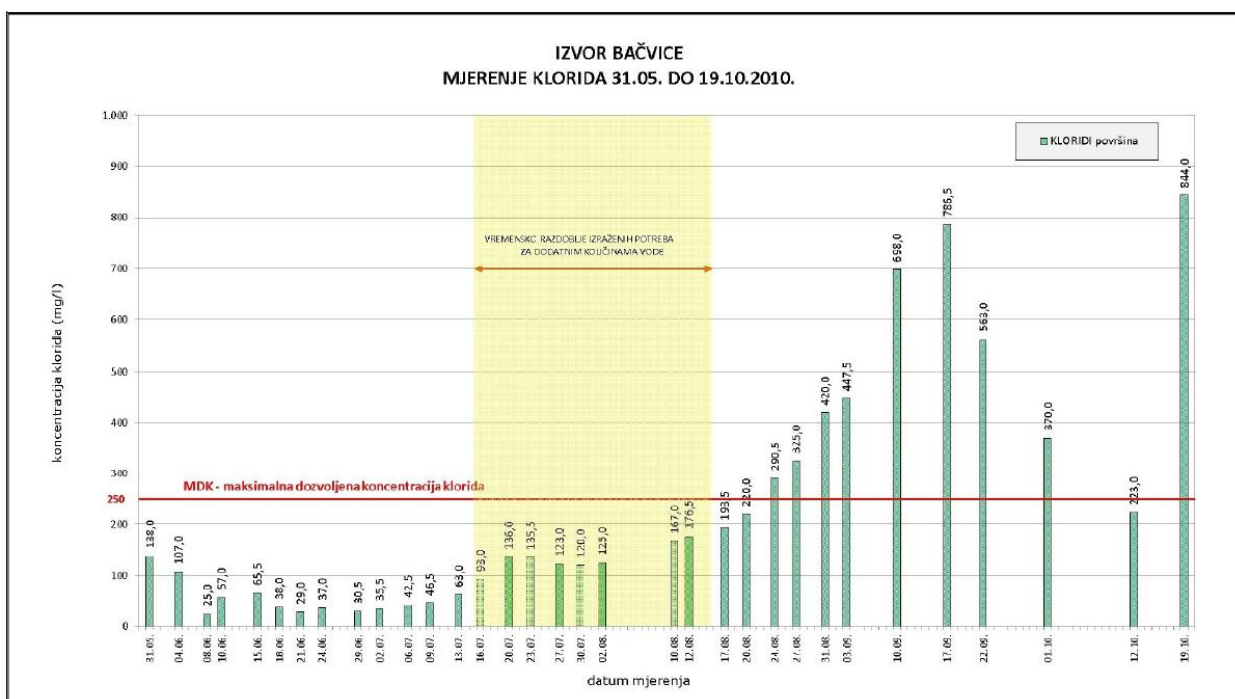
je monitoring kolebanja razine vode i mora, te temperature vode na izvoru/kaptaži Bačvice kao i u obližnoj uvali Vrulji južno od sela Bačvice. Utvrđeno je da je tijekom analiziranog razdoblja razina vode u kaptaži bila ispod razine preljeva (oko 60%), te da se u situacijama kada nema crpljenja i njima izazvanih pojačanih izmjena vode u kaptaži javlja čak i termalna stratifikacija vode, vjerojatno pojačana i razlikom gustoća vode različite slanosti. Isto tako, prema temperaturama voda koje su više od temperature zraka u zaleđu, utvrđeno je da je područje dominantnog prihranjivanja kaptaže izvora Bačvice ipak naglašenim dijelom iz područja s nižim nadmorskim visinama, odnosno iz neposrednijeg zaleđa.

U dokumentu “Hidrogeološki elaborate o mogućnosti zahvaćanja dodatnih količina podzemne vode za javnu vodoopskrbu iz zaleđa izvora Bačvica” (GeoAqua, 2009) također je proveden monitoring, u trajanju od 90 dana (9.9.-11.12.2009.) na izvorištu Bačvice. Praćene su razine i temperature vode na izvoru, kao i razine i temperature mora kako bi se utvrdile značajke ovoga izvora u uvjetima kad ne postoje crpljenja vode. Utvrđeno je da tijekom sušnih razdoblja razina i temperature vode na izvoru pod izravnim utjecajem mora. Tijekom kišnih razdoblja, temperature vode je ujednačena, a pritisak slatke vode iz sliva dostatan da onemogućava prodor mora u neposredno zaleđe izvora. No, utvrđeno je i da su takva razdoblja vezana isključivo za kratkotrajno vrijeme trajanja oborina. Provođena su i uzorkovanja sadržaja klorida koji su se na površini vode u kaptaži kretali između 26 i 853 mg/L, a na dnu i prelazili 1000 mg/L. Utvrđeno je i da su tijekom sušnih razdoblja kloridi na dnu kaptaže za oko 35% veći nego li na površini.

U dokumentu “Bačvice – vodoistražni radovi, zahvaćanje vode u zaleđu” (GeoAqua, 2010) prikazani su rezultati nastavka monitoring iz 2009.g., a koji je proveden od 31.5. do 19.11.2010.g. S vremenskom diskretizacijom od jednog sata praćeni su razina vode na izvoru/kaptaži, kao i temperature vode pri površini i dnu kaptaže, a dva puta tjedno praćeni su “in situ” i odabrani parametri kakvoće vode (elektroprovodljivost, ukupno otopljene krute tvari, salinitet, temperature i sadržaj klorida). Radi ocjene stanja u slivu, analizirani su i dnevni podaci o oborinama s postaja Zavižan i Baške Oštarije, koji su osrednjavani. Utvrđeno je da tijekom analiziranog razdoblja najveći dio vremena izvor nije prelijevao (slika 5.4.8.), a da je sadržaj klorida bio povišen iznad MDK koja iznosi 250 mg/l (slika 5.4.9.)



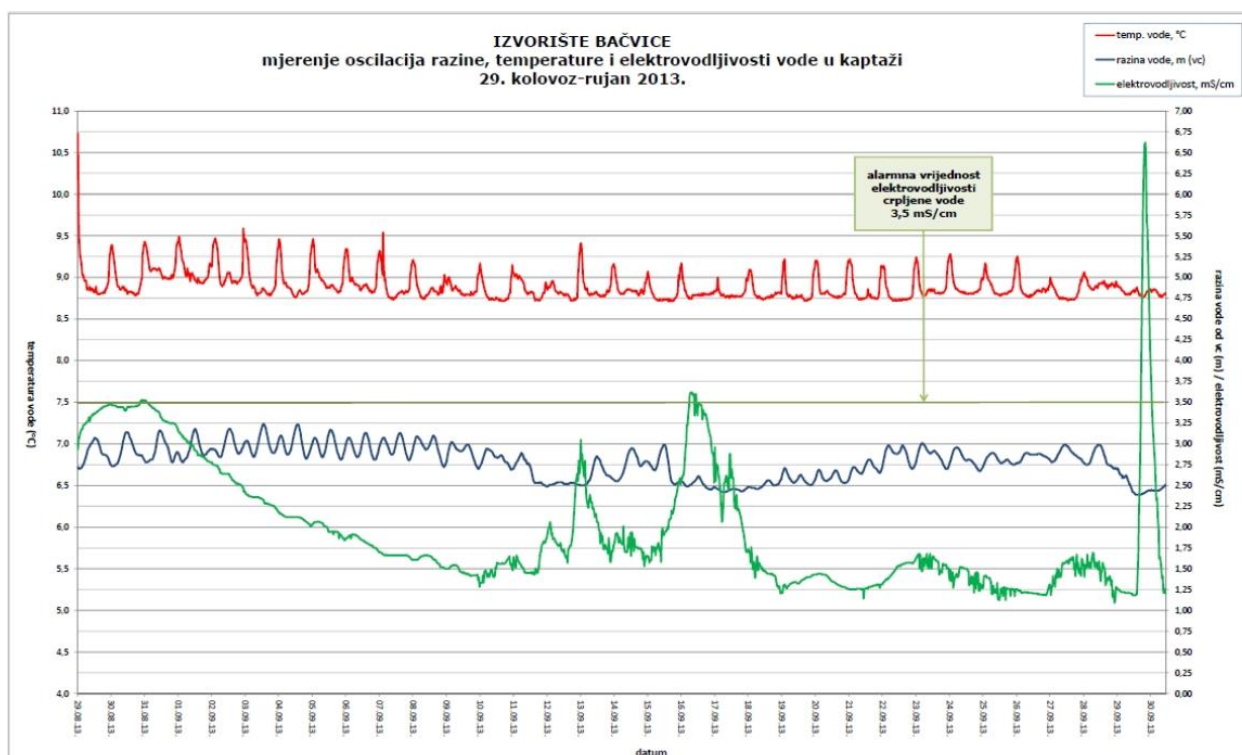
Slika 5.4.8. – Prikaz palih oborina i kolebanja razine vode na izvoru Bačvice tijekom 2010.g. - preuzeto iz GeoAqua (2010).



Slika 5.4.9. Vrijednosti sadržaja klorida tijekom 2010.g. - preuzeto iz GeoAqua (2010)

I u trećem dokumentu istoga izvršitelja “Izvorište Bačvice – Vodoistražni radovi za potrebe definiranja eksploatacijskih rezervi podzemne vode” (GeoAqua, 2014) sadržani su rezultati provedbe monitoringa izvorišta, ovaj puta u uvjetima ponovnog uključenje crpki, kako bi se

utvrdile njegove značajke u dinamičkim uvjetima eksploatacije. Monitoring je proveden u razdoblju 29.8.2013. – 28.2.2014., s povremenim crpljenjima s ugrađenom crpkom kapaciteta 20 L/s, a za ocjenu stanja u slivu korišteni su podaci o dnevnim oborinama s postaja Zavižan i Gospić, koji su osrednjavani prilikom provedenih analiza. Kontinuirano su praćena kolebanja razine vode na izvoru/kaptaži kao i u moru, temperature vode u kaptaži i mora, te elektroprovodljivosti na izvoru. Tipična shema reakcije izvora u situacijama smanjenja njegove razine i porasta saliniteta / elektroprovodljivosti dana je na slici 5.4.10.. Vidljivo je da je u dvije situacije tijekom analiziranog razdoblja potkraj ljeta 2013. Došlo do prekoračenja MDK elektroprovodljivosti, odnosno do prekomjernog zaslanjivanja izvora. U tim se situacijama smanje i unutardnevne oscilacije temperature vode, kao i amplitude kolebanja razine vode na izvoru. Uz ostalo što je već bilo uočeno u ranijim elaboratima itoga izvršitelja, utvrđeno je da se porast elektroprovodljivosti uočava u sprezi s dva scenarija – uz izostanak oborina i prateće sniženje vode u kaptaži, kao i uslijed vrlo velikih oborina uz istovremeni porast razine vode u kaptaži. Osnovni cilj elaborate bio je da se utvrde eksploatacijske reserve vode na izvoru Bačvice, što zbog nepostojanja registracije rada crpke, i to samo jedne crpke ograničenog kapaciteta, nije bilo moguće sprovesti.



Slika 5.4.10. Rezultati monitoring u kaptaži izvora Bačvice tijekom razdoblja 29.8.-30.9.2013.

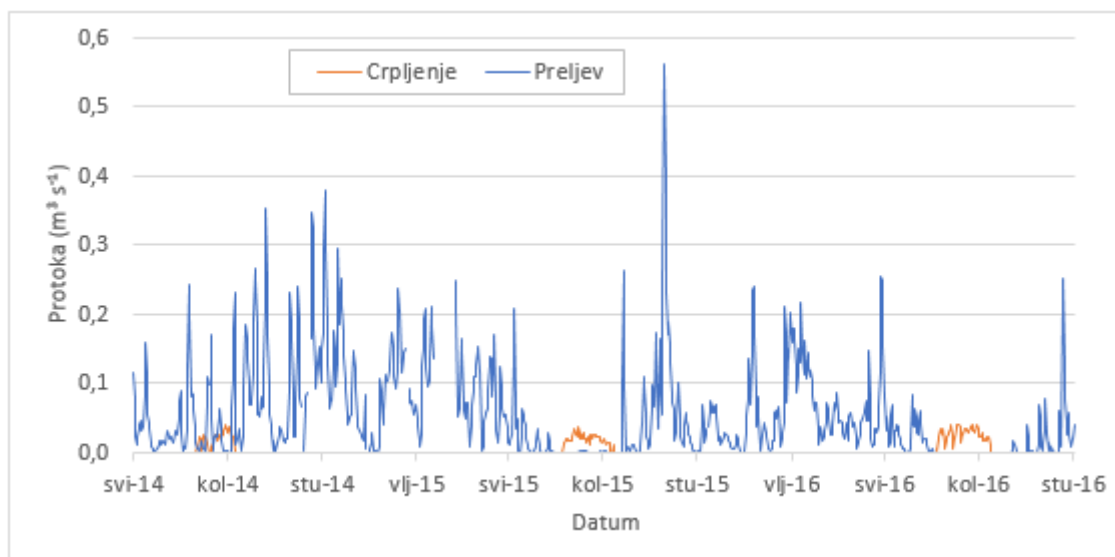
5.4.3. Rezultati monitoringa u eksploataciji (2014.-2016.)

Tijekom provedbe istražnih radova za potrebe definiranja zona sanitarne zaštite izvorišta Bačvice planiran je monitoring kojemu je bio za cilj praćenje ne samo karakterističnih pokazatelja (razina, temperature, elektroprovodljivosti, oborina u slivu), nego i elemenata količina voda - crpljenih

količina te preljevnih i ukupnih protoka. S obzirom da je utvrđeno da se hidraulički elementi preljeva nisu mijenjali, kao i da korisnik izvora “Vodovod Južni ogranak Hrvatskog primorja” ima na izvoru osigurano satno praćenje razina vode, temperature i elektroprovodljivosti, provedene analize nisu obuhvatile samo razdoblje nakon uspostave monitoringa vezano uz predmetni zadatak u 2016.g., već su analizama obuhvaćene i prethodne godine tijekom kojih je provođeno crpljenje. Na taj način obuhvaćeno je znatno dulje razdoblje, kao i različite hidrološke prilike. Protoke su obračunavate prema konsumpcijskoj krivulji preljeva danoj u dokumentu JVP istarskih slivova (1991), pri čemu su moguće situacije uspora istjecanju zbog povišenih razina mora zanemarene zbog nedostatka podataka o kolebanjima razine mora.

U tablici 5.4.1. dan je prikaz osmotrenih karakterističnih pokazatelja – vodostaja, temperature, elektroprovodljivosti, te crpljenih, preljevnih i ukupnih protoka na izvoru/kaptaži. Njihov je prikaz dan i u tablici 5.4.2. Za napomenuti je da je zbog povremenih prekida u registraciji dio podataka koji se odnose na srednjake izveden iz raspoloživih nekompletnih podataka.

Vidljivo je da je analizirano razdoblje bilo vodnije od ranije analiziranih u spomenutim elaboratima JVP istarskih slivova i GeoAque, pa su presušivanja preljeva bila kratkotrajnija, a vrijednost ukupne srednje godišnje protoke oko $0,060 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, pri čemu se u prosjeku godišnje za potrebe vodoopskrbe crpi svega oko $0,003 - 0,004 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, i to u pravilu tijekom srpnja i kolovoza s količinama koje u mjesečnom prosjeku dosežu oko 20-tak L/s. Maksimalno srednje dnevno crpljenje registrirano je nekoliko puta s kapacitetom od 40 L/s, a maksimalna ukupna izdašnost blizu $0,6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Prikaz dnevnih preljevnih i crpljenih količina dan je na slici 5.4.12.



Slika 5.4.12. Prikaz hoda preljevnih i crpljenih količina voda na kaptaži izvora Bačvice (2014.-2016.)

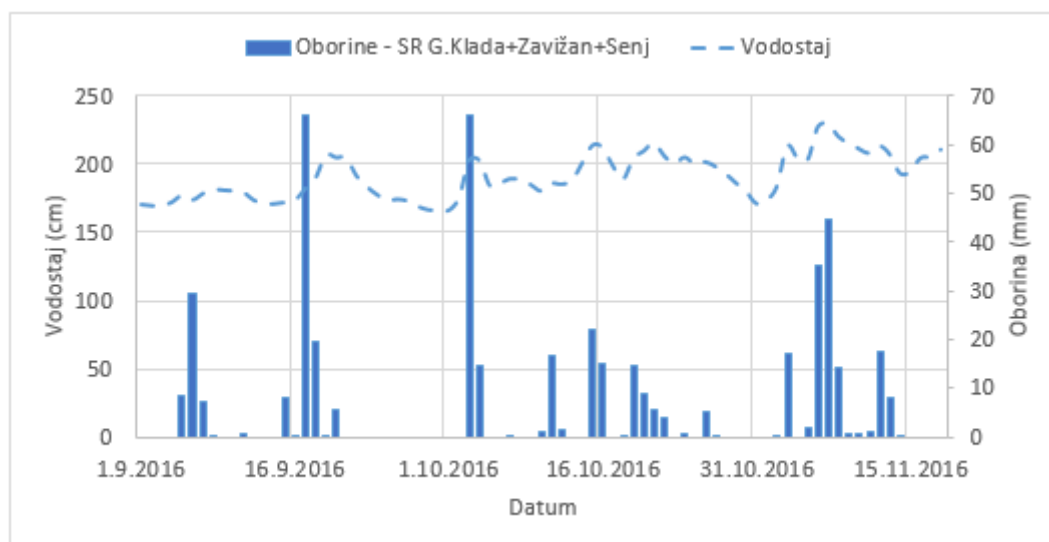
Tablica 5.4.1. Prikaz karakterističnih pokazatelja (srednjih mjesečnih i godišnjih vrijednosti) na izvorištu Bačvice u razdoblju od 2014. do 2016.g.

| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | God |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| VODOSTAJ (cm) | | | | | | | | | | | | | |
| 2014 | / | / | / | / | 210 | 198 | 205 | 200 | 218 | 209 | 222 | 214 | 210 |
| 2015 | 209 | 215 | 220 | 214 | 209 | 191 | 180 | 178 | 197 | 218 | 202 | 200 | 203 |
| 2016 | 208 | 218 | 213 | 210 | 210 | 199 | 173 | 169 | 178 | 193 | 206 | / | 198 |
| SR | 208 | 216 | 217 | 212 | 209 | 196 | 186 | 182 | 198 | 207 | 210 | 207 | 203 |
| MAX | 209 | 218 | 220 | 214 | 210 | 199 | 205 | 200 | 218 | 218 | 222 | 214 | 210 |
| MIN | 208 | 215 | 213 | 210 | 209 | 191 | 173 | 169 | 178 | 193 | 202 | 200 | 198 |
| TEMPERATURA VODE (°C) | | | | | | | | | | | | | |
| 2014 | / | / | / | / | 8,0 | 9,7 | 9,4 | 8,4 | 8,9 | 9,5 | 8,3 | 8,0 | 8,8 |
| 2015 | 7,9 | 7,8 | 7,4 | 7,7 | 7,7 | 11,7 | 8,8 | 7,7 | 8,6 | 7,2 | 7,4 | 7,1 | 8,1 |
| 2016 | 6,6 | 6,8 | 6,7 | 7,2 | 7,2 | 8,4 | 8,2 | 7,4 | 10,4 | 7,7 | 7,1 | / | 7,6 |
| SR | 7,3 | 7,3 | 7,1 | 7,4 | 7,6 | 10,0 | 8,8 | 7,8 | 9,3 | 8,1 | 7,6 | 7,6 | 8,2 |
| MAX | 7,9 | 7,8 | 7,4 | 7,7 | 8,0 | 11,7 | 9,4 | 8,4 | 10,4 | 9,5 | 8,3 | 8,0 | 8,8 |
| MIN | 6,6 | 6,8 | 6,7 | 7,2 | 7,2 | 8,4 | 8,2 | 7,4 | 8,6 | 7,2 | 7,1 | 7,1 | 7,6 |
| ELEKTROPROVODLJIVOST (µS/cm) | | | | | | | | | | | | | |
| 2014 | / | / | / | / | 393 | 590 | 578 | 667 | 338 | 390 | 339 | 347 | 455 |
| 2015 | 495 | 507 | 341 | 246 | 309 | 508 | 1116 | 2704 | 1145 | 422 | 529 | 354 | 723 |
| 2016 | 381 | 285 | 301 | / | 264 | 393 | 678 | 1211 | 1317 | 710 | 519 | / | 606 |
| SR | 438 | 396 | 321 | 246 | 322 | 497 | 791 | 1527 | 934 | 507 | 463 | 351 | 595 |
| MAX | 495 | 507 | 341 | 246 | 393 | 590 | 1116 | 2704 | 1317 | 710 | 529 | 354 | 723 |
| MIN | 381 | 285 | 301 | 246 | 264 | 393 | 578 | 667 | 338 | 390 | 339 | 347 | 455 |
| PRELJEVNA PROTOKA (m ³ s ⁻¹) | | | | | | | | | | | | | |
| 2014 | / | / | / | / | 0,059 | 0,018 | 0,055 | 0,033 | 0,126 | 0,066 | 0,160 | 0,096 | 0,077 |
| 2015 | 0,079 | 0,093 | 0,135 | 0,080 | 0,059 | 0,009 | 0,0003 | 0,0001 | 0,029 | 0,136 | 0,023 | 0,022 | 0,055 |
| 2016 | 0,057 | 0,117 | 0,061 | 0,041 | 0,059 | 0,021 | 0,0002 | 0 | 0,001 | 0,012 | 0,055 | / | 0,039 |
| SR | 0,068 | 0,105 | 0,098 | 0,061 | 0,059 | 0,016 | 0,019 | 0,011 | 0,052 | 0,071 | 0,080 | 0,059 | 0,057 |
| MAX | 0,079 | 0,117 | 0,135 | 0,080 | 0,059 | 0,021 | 0,055 | 0,033 | 0,126 | 0,136 | 0,160 | 0,096 | 0,077 |
| MIN | 0,057 | 0,093 | 0,061 | 0,041 | 0,059 | 0,009 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | 0,012 | 0,023 | 0,022 | 0,039 |
| CRPLJENJE (m ³ s ⁻¹) | | | | | | | | | | | | | |
| 2014 | / | / | / | / | 0 | 0 | 0,006 | 0,019 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,003 |
| 2015 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,016 | 0,014 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,003 |
| 2016 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,020 | 0,024 | 0 | 0 | 0 | / | 0,004 |
| SR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,014 | 0,019 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,003 |
| MAX | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,020 | 0,024 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,004 |
| MIN | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,006 | 0,014 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,003 |
| UKUPNA PROTOKA (m ³ s ⁻¹) | | | | | | | | | | | | | |
| 2014 | / | / | / | / | 0,059 | 0,018 | 0,061 | 0,052 | 0,126 | 0,066 | 0,160 | 0,096 | 0,080 |
| 2015 | 0,079 | 0,093 | 0,135 | 0,080 | 0,059 | 0,009 | 0,0163 | 0,0144 | 0,029 | 0,136 | 0,023 | 0,022 | 0,058 |
| 2016 | 0,057 | 0,117 | 0,061 | 0,041 | 0,059 | 0,021 | 0,0201 | 0,024 | 0,001 | 0,012 | 0,055 | / | 0,043 |
| SR | 0,068 | 0,105 | 0,098 | 0,061 | 0,059 | 0,016 | 0,033 | 0,030 | 0,052 | 0,071 | 0,080 | 0,059 | 0,060 |
| MAX | 0,079 | 0,117 | 0,135 | 0,080 | 0,059 | 0,021 | 0,061 | 0,052 | 0,126 | 0,136 | 0,160 | 0,096 | 0,080 |
| MIN | 0,057 | 0,093 | 0,061 | 0,041 | 0,059 | 0,009 | 0,016 | 0,014 | 0,001 | 0,012 | 0,023 | 0,022 | 0,043 |

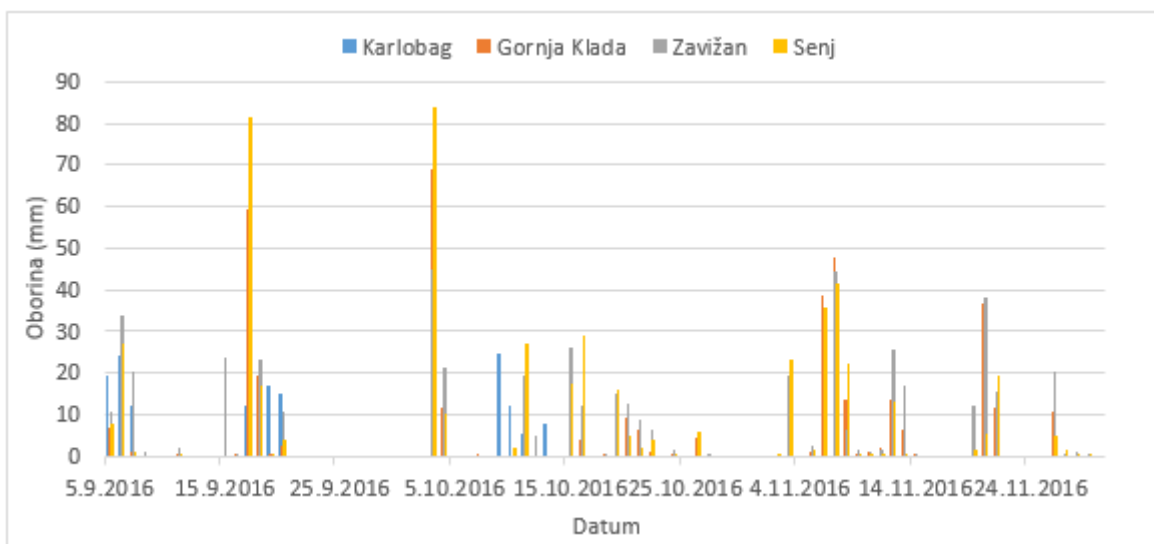
Tablica 5.4.2. Prikaz karakterističnih pokazatelja (srednjih mjesečnih vrijednosti) mora u blizini izvorišta Bačvice u razdoblju od 3.9.2016. do 18.11.2016.

| 2016 | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|-----------------------------|---|----|-----|----|---|----|-----|------|------|------|------|------|
| VODOSTAJ (cm) | | | | | | | | | | | | |
| SR | / | / | / | / | / | / | / | / | 49 | 54 | 63 | 36 |
| MAX | / | / | / | / | / | / | / | / | 82 | 98 | 107 | 87 |
| MIN | / | / | / | / | / | / | / | / | 17 | 20 | 9,0 | -18 |
| TEMPERATURA (°C) | | | | | | | | | | | | |
| SR | / | / | / | / | / | / | / | / | 19,7 | 18,1 | 15,7 | 14,2 |
| MAX | / | / | / | / | / | / | / | / | 22,0 | 20,4 | 17,5 | 15,5 |
| MIN | / | / | / | / | / | / | / | / | 16,4 | 16,7 | 14,1 | 12,5 |
| ELEKTROPROVODLIVOST (mS/cm) | | | | | | | | | | | | |
| SR | / | / | / | / | / | / | / | / | 46,8 | 48,0 | 46,8 | 45,6 |
| MAX | / | / | / | / | / | / | / | / | 49,1 | 49,6 | 50,6 | 47,8 |
| MIN | / | / | / | / | / | / | / | / | 45,3 | 45,1 | 43,1 | 42,9 |

Na slici 5.4.13. dan je usporedni prikaz registriranih razina vode na izvoru Bačvice, kao i palih oborina u slivu tijekom analiziranog razdoblja 2016.g., pri čemu su kao indikatori stanja sliva uzete osrednjene vrijednosti oborina registriranih na udaljenijim postajama Zavižan i Senj, kao i relativno bliskoj postaji Gornja Klada. Vidljivo je da su intenzivne dnevne oborine krajem rujna i početkom listopada 2016.g., s vrijednošću od 60-70 mm, izazvale promjenu razine vode na izvoru, a kasnije pale oborine i njihov daljnji blaži porast s oscilacijama u smislu opadanja razine tijekom nastupa sušnijih razdoblja. Cjelovit prikaz registriranih dnevnih oborina na svim raspoloživim postajama dan je na slici 5.4.14., iz koga je vidljivo da se pale oborine razlikuju dijelom po njihovim intenzitetima, ali da se u istim situacijama javljaju na cjelovitom utjecajnom području.

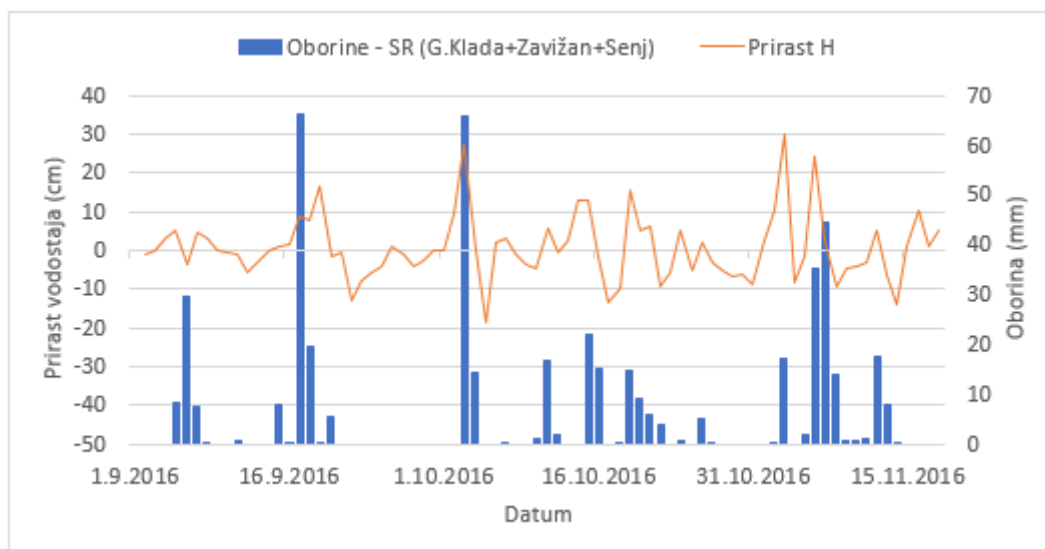


Slika 5.4.13. Međudod palih oborina i srednje dnevne razine vode na izvorištu Bačvica tijekom 2016.



Slika 5.4.14. Registrirane dnevne oborine na kišomjernim postajama sa šireg utjecajnog područja izvorišta Bačvice u 2016.g.

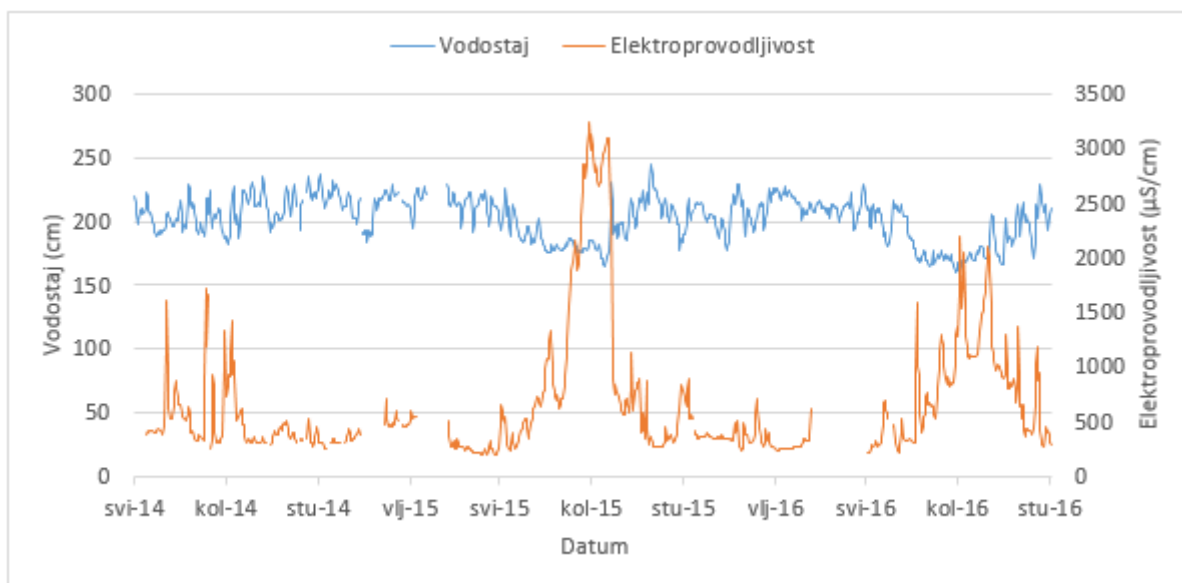
Iza slike 5.4.15. vidljivo je da tijekom vodnijeg dijela godine (studeni) i manje količine oborina generiraju značajniji prirast razine vode na izvoru.



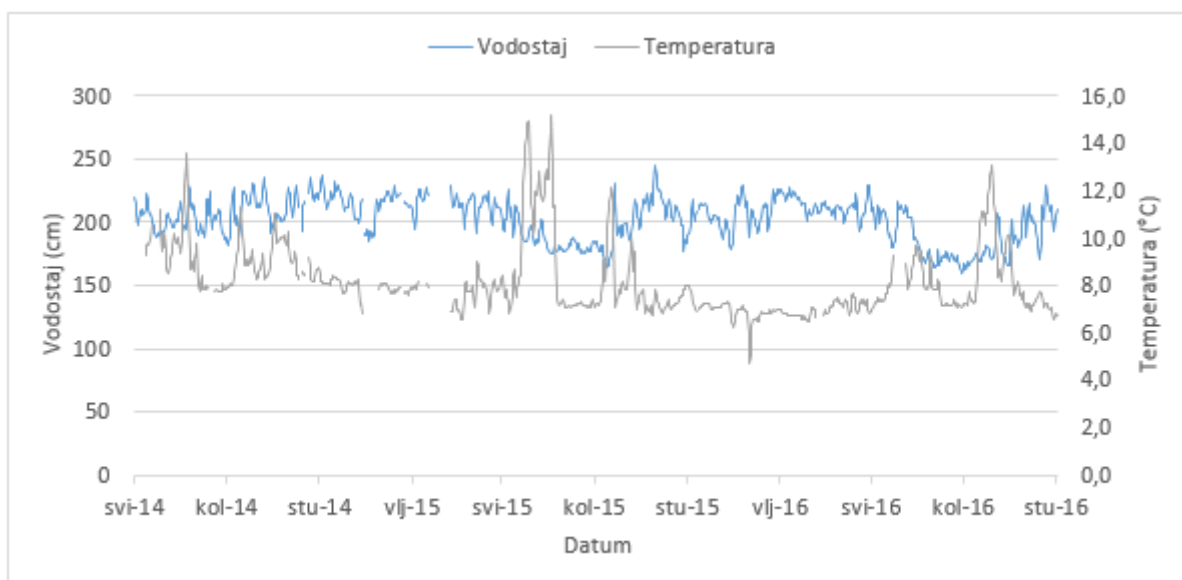
Slika 5.4.15. Međuodnos palih oborina i prirasta razine vode na izvoru Bačvice tijekom 2016.

Međuodnos hoda razine vode i elektroprovodljivosti na izvoru dan je na slici 5.4.16., a hoda razine vode i temperature vode na slici 5.4.17. Vidljivo je da je tijekom 3-godišnjeg analiziranog razdoblja, u ljetu 2015.g. došlo do dugotrajnijeg prekoračenja MDK elektroprovodljivosti ($2.500 \mu\text{S}/\text{cm}$), no zbog relativne vodnosti te godine, kao i ostalih dvaju analiziranih godina, radilo se o relativno niskim vrijednostima prodora zaslanjenih voda u samu

kaptažu izvora, te je za očekivati da će u sušnijim godinama, kakva je primjerice bila 1989.-90., doći do dugotrajnijih jačih zaslanjivanja. Temperature vode pak pokazuju veća kolebanja u uvjetima promjena hidrauličkih stanja na izvoru, pogotovo na počecima tih stanja.

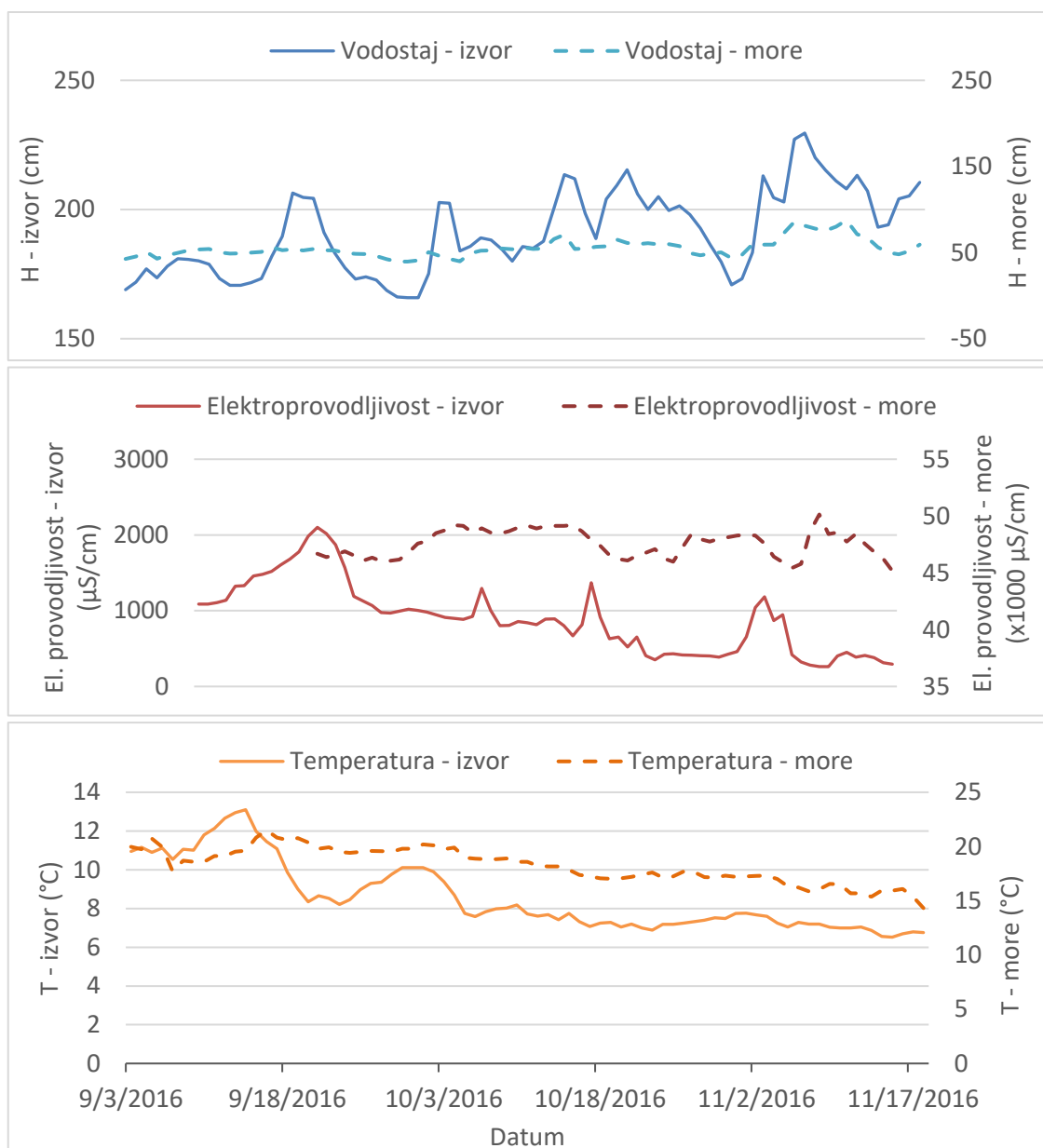


Slika 5.4.16. Prikaz hoda kolebanja razine vode na izvoru Bačvice i elektroprovodljivosti (2014.-2016.)



Slika 5.4.17. Prikaz hoda kolebanja razine vode na izvoru Bačvice i temperature vode (2014.-2016.)

Međuodnos dinamike kolebanja srednjih dnevnih razina mora i vode na samom izvorištu tijekom raspoloživog razdoblja, kao i njihovih odgovarajućih elektroprovodljivosti i temperatura vode tijekom razdoblja njihovih usporednih praćenja, dan je na slici 5.4.18.

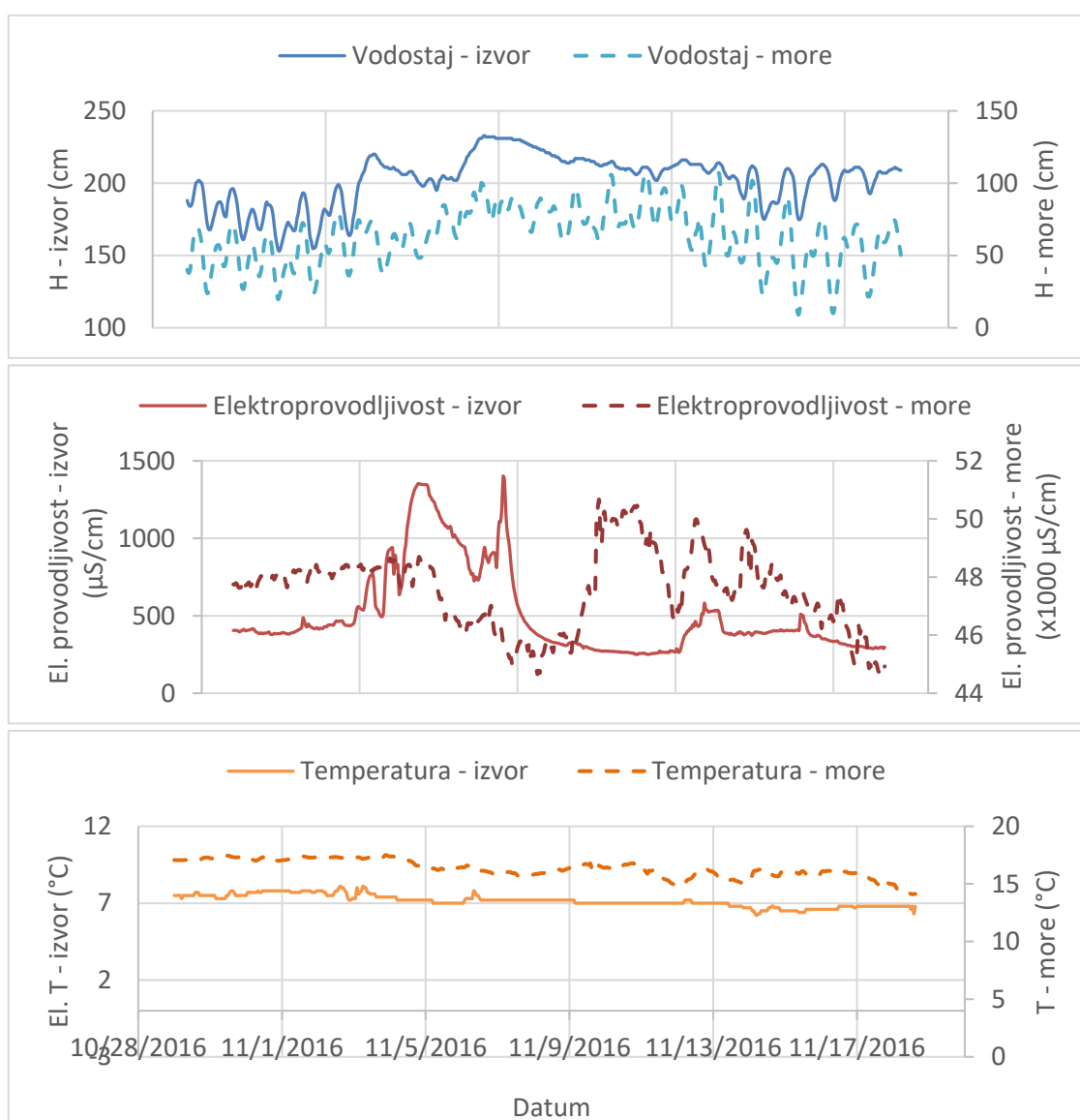


Slika 5.4.17. Prikaz hoda kolebanjasrednjih dnevnih podataka o zabilježenim razinama, elektropovodljivostima i temperaturama vode na izvoru Bačvice i moru tijekom razdoblja 9.-11.2016.

Vidljivo je da su pri dnevnoj vremenskoj diskretizaciji (srednji dnevni podaci), razine mora imale manji raspon varijacija (48 cm) u odnosu na razine vode na izvoru (64 cm), te da blage razlike u pojavama visokih i niskih srednjih dnevnih razina mora koincidiraju s pojavama takvih istovrsnih razina i na samom izvoru – razine mora utječu na potencijal kolebanja samoga izvorišta koje je imalo nešto veći raspon kolebanja od 64 cm, a na koga su utjecale hidrološke prilike i pojave istjecanja većih voda u tri navrata. Tijekom promatranog razdoblja elektropovodljivosti mora su oscilirale u rasponu između 45,2 i 50,1 mS/cm, a na izvoru u rasponu između 262 i 2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pri čemu je uočen trend postupnog odslađivanja izvora, s pojavama pikova povećanja elektropovodljivosti u situacijama povećanih razina vode na izvoru. Temperature vode na izvoru

i u moru razlikovale su se u prosjeku za oko 10 °C, imale su generalni trend smanjivanja, pri čemu je raspon oscilacija njihovih srednjih dnevnih vrijednosti bio na izvoru 6,6 °C, a u moru 7,2 °C.

Ukoliko se pak promatraju promjene, odnosno oscilacije promatranih parametara na unutar-dnevnoj, satnoj vremenskoj diskretizaciji, dobiva se još detaljniji uvid u složeni mehanizam istjecanja voda na izvoru Bačvice. Za tu su svrhu odabrano razdoblje 29.10.-18.11.2017. unutar kojega je zapaženo, između dvaju manjevodnih razdoblja, tijekom promatranog razdoblja najvodnije zabilježeno razdoblje na samom izvoru, praćeno najvišim razinama vode na izvoru (Slika 5.4.18.).

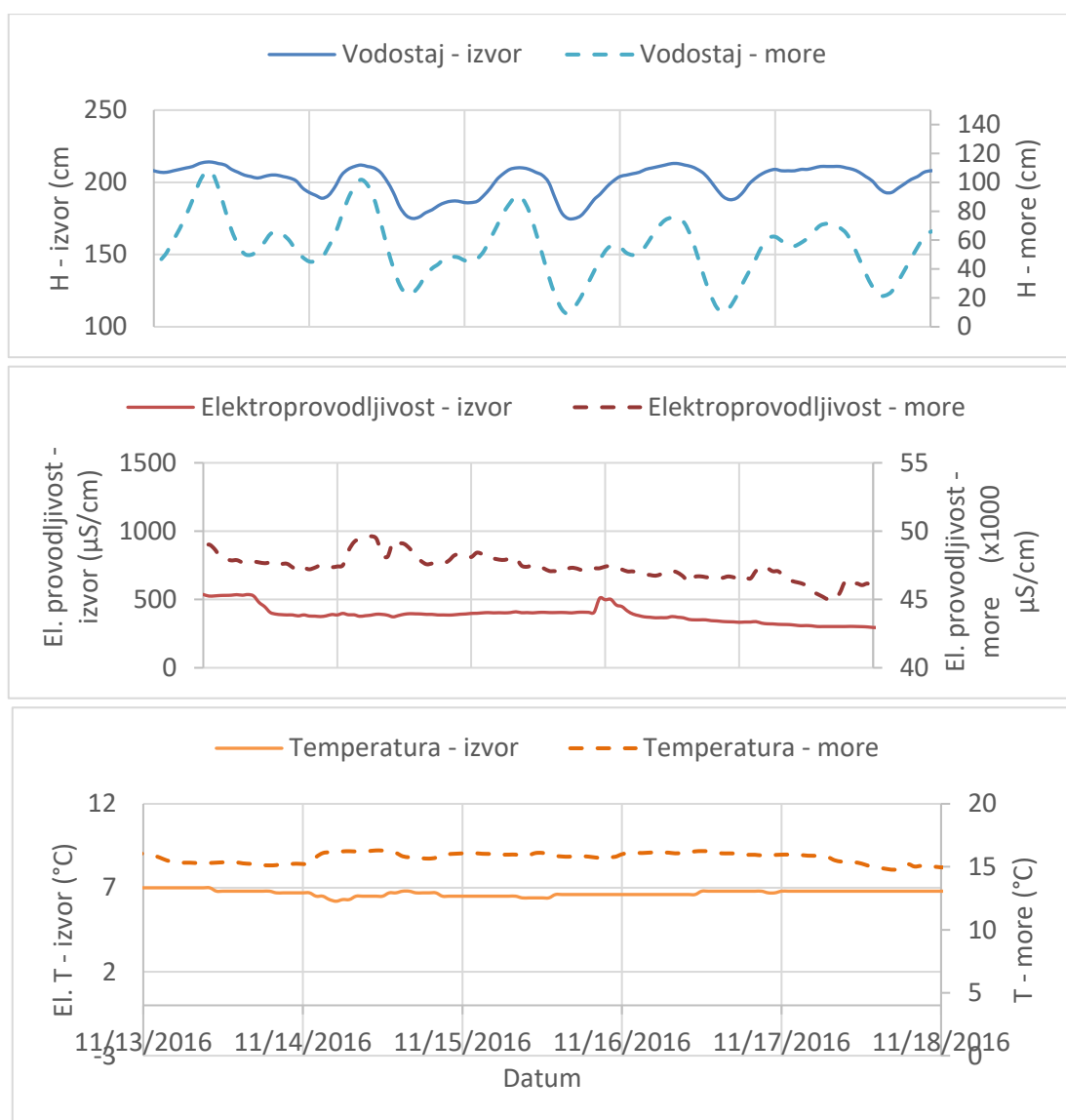


Slika 5.4.18. Prikaz hoda kolebanja srednjih satnih podataka o razinama, elektropovodljivostima i temperaturama vode na izvoru Bačvice i moru tijekom razdoblja 28.10.18.11.2016.

Iz danog je prikaza na slici 5.4.18. vidljivo da su povećanja razine vode na izvoru bila praćena i kratkotrajnim povećanjima saliniteta/ektropovodljivosti na izvoru i smanjenjem

elektroprovodljivosti u moru. To je posljedica naglog potiskivanja vode zaslanjene vode iz rubnih dijelova krškog vodonosnika novodoteklim količinama slatke vode, pri čemu ta zaslanjenija voda iz vodonosnika istječe na mjestu najmanjeg hidrauličkog otpora – kroz sam izvor.

Daljnijim skraćivanjem vremenske skale može se dobiti još precizniji uvid u unutardnevnu dinamiku kolebanja i istjecanja na analiziranom lokalitetu izvorišta Bačvice (slika 5.4.19.). Vidljivo da razine mora i vode na izvoru imaju vrlo naglašenu uzajamnu međuvezu, i to bez ikakvih kašnjenja zapaženih pikova minimalnih ili maksimalnih vrijednosti njihovih satnih oscilacija razina. Elektropovodljivosti i temperature vode i mora ne pokazuju takvu čvrstu povezanost njihovih unutardnevnih promjena.



Slika 5.4.19. Prikaz hoda kolebanja srednjih satnih podataka o razinama, elektropovodljivostima i temperaturama vode na izvoru Bačvice i moru tijekom razdoblja 13.11.-18.11.2016.

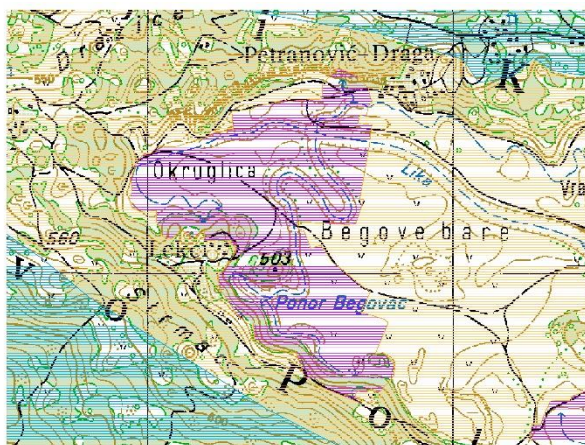
6. PRIJEDLOG GRANICA ZONA SANITARNE ZAŠTITE IZVORIŠTA BAČVICE

Osnovni cilj vodoistražnih radova bio je izrada Elaborata zona sanitarne zaštite izvorišta Bačvice s prijedlogom zona sanitarne zaštite. Uvjeti za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta regulirani su Pravilnikom o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (Narodne novine 66/11 i 47/13).

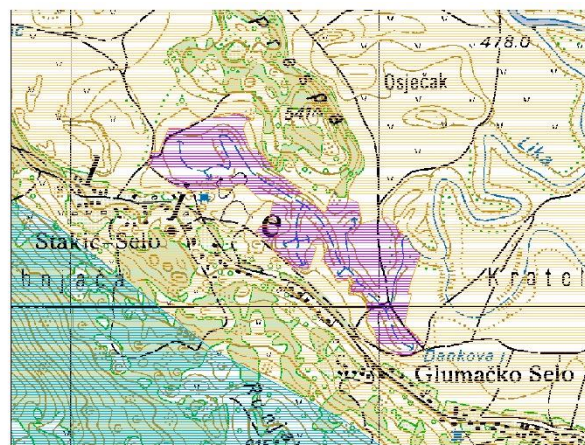
Priobalni izvor Bačvice kaptiran je izvor koji se nalazi na samoj obali mora u uvali Stari porat. Izvor je stalan s uzlaznim istjecanjem a pojavljuje se iz pukotinskih sustava unutar razlomljeni i tektonskih poremećenih vapnenačkih stijena krupno klastičnih oligo-miocenskih breča, odnosno tanko do srednje uslojenih prebačenih vapnenaca gornje krede. Duž obale na više mjesta kako sjevernije tako i južnije od izvorišta Bačvice istječu podzemne vode više ili manje zaslanjene, te pri pojavi visokih voda u hidrološki vodnim uvjetima javlja se niz vrulja.

Na osnovu dosadašnjih hidrogeoloških istražnih radova koji se ponajviše odnose na trasiranja iz ponornih zona rijeka Like i Gacke, te dokazanog dotjecanja podzemne vode na niz izvora u Podvelebitskom priobalju, utvrđene su ponorne zone a samim time i zone sanitarne zaštite za izvorišta Novljanska Žrnovnica (Geotehnički fakultet, 2016) koje se preklapaju i stog primjenjuju i za izvorište Bačvice.

II zona sanitarne zaštite koja se odnosi na ponornu zonu rijeke Like u Lipovom polju (slike 6.1. i 6.2.) prikazana je u kartografskom prilogu broj 6 i 7. u mjerilu 1:5000, .

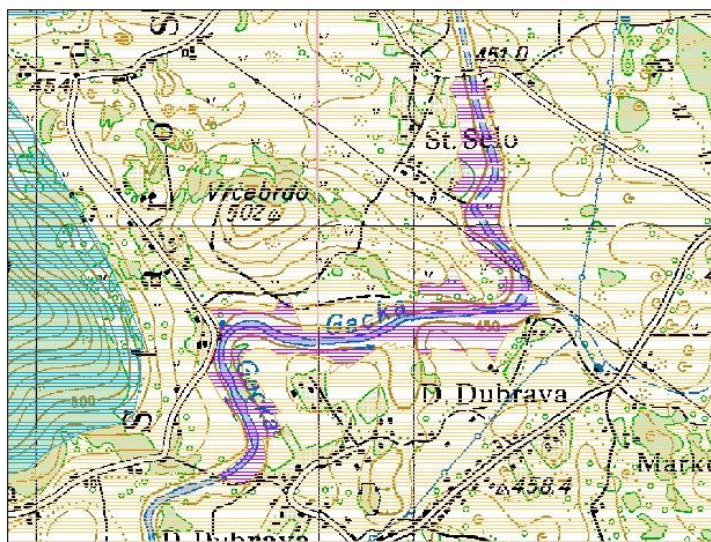


Slika 6.1. Ponorna zona rijeke Like u Lipovom polju (Markov ponor, prilog br.6)



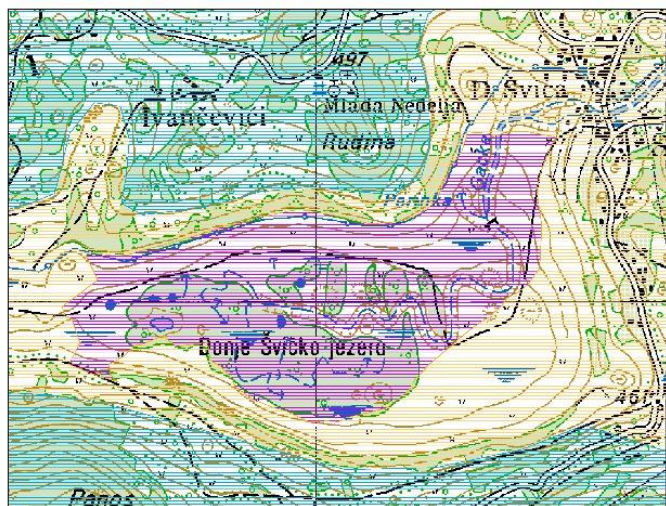
Slika 6.2. Ponorna zona rijeke Like u Lipovom polju (Glumačko selo prilog br.7)

U kartografskom prilogu broj 8. u mjerilu 1:5000 prikazana je ponorna zona sjevernog kraka rijeke Gacke koja ponire u predgrađu Otočca i koja ujedno pripada i drugoj zoni sanitarne zaštite izvorišta Bačvice (slika 6.3.).



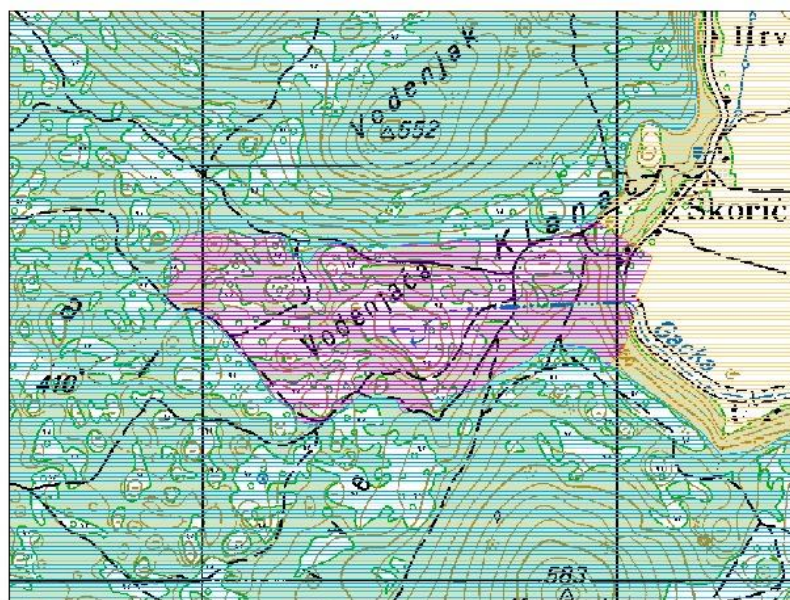
Slika 6.3. Ponorna zona sjevernog kraka rijeke Gacke kod Otočca (prilog br.8)

U kartografskom prilogu broj 9. u mjerilu 1:5000 prikazana je ponorna zona južnog kraka rijeke Gacke koja ponire u Donjem Švičkom jezeru koje također pripada drugoj zoni sanitarne zaštite izvorišta Bačvice (slika 6.4.).

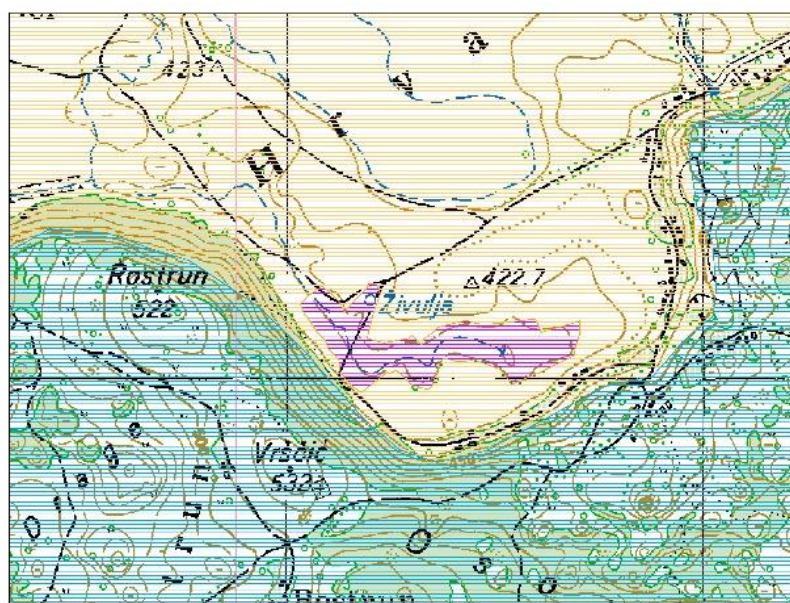


Slika 6.4. Ponorna zona rijeke Gacke u Donjem Švičkom polju (prilog br.9)

U kartografskim priložima broj 10. i 11. u mjerilu 1:5000 prikazane su ponorne zone zapadnog (Škorići) i južnog dijela (ponor Živulja) Hrvatskog polja (slike 6.5. i 6.6.) koje pripadaju drugoj zoni sanitarne zaštite izvorišta Bačvice.

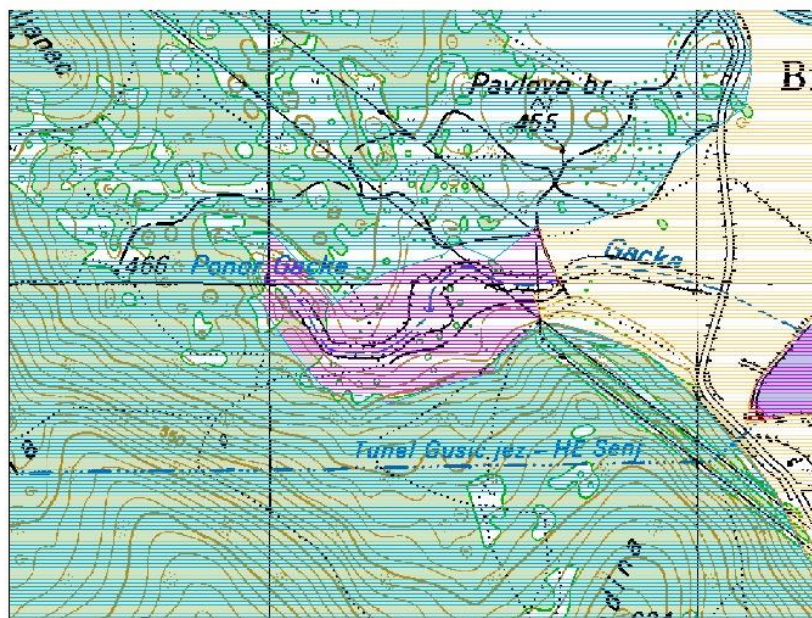


Slika 6.5. Ponorna zona zapadnog dijela Hrvatskog polja (prilog br.10)

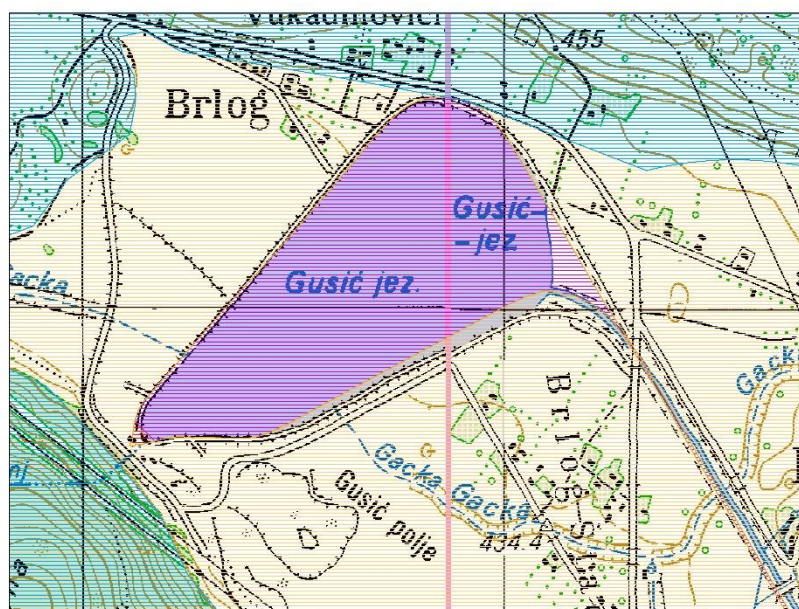


Slika 6.6. Ponorna zona južnog dijela Hrvatskog polja (prilog br.11)

U kartografskim prilogima broj 12 i 13. u mjerilu 1:5000 prikazana je ponorna zona sjevernog kraka rijeke Gacke (slika 6.7.) koja zajedno s dovodnim kanalom i kompenzacijskim bazenom Gusić polje (slika 6.8.) prije ulazka u tunel Hrnotina pripada drugoj zoni sanitarne zaštite izvorišta Bačvice.



*Slika 6.7. Ponorna zona rijeke Gacke u Gusić polju
(prilog br.12)*



*Slika 6.8. Dovodni kanal i kompenzacijsko jezero Gusić
(prilog br.13)*

7. PRIKAZ KAKVOĆE VODE VODOZAHVATA – IZVORIŠTA BAČVICE

Kakvoća vode izvorišta Bačvice prikazana je na temelju podataka o kakvoći neobrađene vode izvorišta Bačvice iz internog laboratorija Vodovoda Hrvatsko primorje – južni ogranak, kao i rezultata periodičkih analiza vode, koje provodi Zavod za javno zdravstvo Ličko-senjske županije. Za maksimalno dopuštene koncentracije (MDK) kao kriterij u ovom elaboratu korištene su granične vrijednosti prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN br. 125/13 i 141/13 i 128/15).

U tablici 7.1. prikazani su rezultati fizikalno-kemijskih i mikrobioloških analiza parametara zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju i indikatorskih parametara internog laboratorija Vodovoda Hrvatsko primorje – južni ogranak i Zavoda za javno zdravstvo Ličko-senjske županije. Kakvoća neobrađene vode na izvorištu Bačvice je vrlo dobra, osim povremenih prekoračenja MDK vrijednosti klorida i elektrovodljivosti zbog velikog utjecaja mora na izvor zbog njegovog smještaja na samom obalnom rubu. Povremeno se pojavljuje i mikrobiološko onečišćenje što je inače uobičajena karakteristika svih krških izvora.

Tablica 7.1. Prikaz kakvoće neobrađene vode izvorišta Bačvica

| Parametar | Mjer. jedinica | Lab. | Razdoblje | Broj analiza | MDK | MIN | MAX | Prosječna vrijednost | Broj analiza > MDK |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-----------|--------------|---------|-------|-------|----------------------|--------------------|
| FIZIKALNO KEMIJSKI POKAZATELJI | | | | | | | | | |
| Temperatura | °C | VHP-JU | 2013-2016 | | 25 | | | | |
| Boja | mg/l Pt/Co | VHP-JU ZJZLSŽ | 2013-2016 | 14 | 20 | 5,48 | 19 | 9,89 | 0 |
| Mutnoća | NTU | VHP-JU | 2013-2016 | 39 | 4 | 0,432 | 4,57 | 1,31 | 1 |
| Miris | | VHP-JU | 2013-2016 | 33 | Bez | bez | Bez | bez | 0 |
| Okus | | VHP-JU | 2013-2016 | 33 | Bez | bez | Bez | bez | 0 |
| pH | | VHP-JU ZJZLSŽ | 2013-2016 | 23 | 6,5-9,5 | 7,21 | 8,84 | 7,87 | 0 |
| Elektrovodljivost | µS/cm pri 20°C | VHP-JU ZJZLSŽ | 2013-2016 | | 2500 | | | | |
| Utrošak KMnO ₄ | mg/l | VHP-JU ZJZLSŽ | 2013-2016 | 29 | 5 | 0,75 | 3 | 1,79 | 0 |
| Ukupne suspenzije | mg/l | ZJZLSŽ | 2013-2016 | 4 | 10 | 0,4 | 2 | 1,6 | 0 |
| HRANJIVE TVARI | | | | | | | | | |
| Amonij ion | mg/l | VHP-JU ZJZLSŽ | 2013-2016 | 26 | 0,5 | 0,0 | 0,04 | 0,007 | 0 |
| Nitrati | mg/l | VHP- ZJZLSŽ JU | 2013-2016 | 20 | 50 | 0 | 2,19 | 1,051 | 0 |
| Nitriti | mg/l | VHP-JU ZJZLSŽ | 2013-2016 | 20 | 0,1 | 0 | 0,024 | 0,0064 | 0 |
| IONI | | | | | | | | | |
| Fosfati | µg/l | ZJZLSŽ | 2013-2016 | 4 | 300 | 2 | 40 | 15,5 | 0 |
| Natrij | mg/l | ZJZLSŽ | 2013-2016 | 4 | 200 | 5,3 | 186 | 57,97 | 0 |
| kalcij | mg/l | ZJZLSŽ | 2013-2016 | 4 | | 52,42 | 69,73 | 60,57 | 0 |
| Kloridi | mg/l | VHP-JU ZJZLSŽ | 2013-2016 | 40 | 250 | 2,96 | 1231 | 288,25 | 16 |
| Sulfati | mg/l | ZJZLSŽ | 2013-2016 | 4 | 250 | 0,05 | 5,73 | 1,50 | 0 |
| Fluoridi | µg/l | HZJZ | 2013-2016 | 4 | 1500 | 0,1 | 100 | 35,05 | 0 |
| Cijanidi | µg/l | HZJZ | 2013-2016 | 4 | 50 | 30 | 30 | 30 | 0 |
| Silikati | mg/l | ZJZLSŽ | 2013-2016 | 4 | 50 | 0,08 | 1,64 | 1,055 | 0 |

| Parametar | Mjer. jedinica | Lab. | Razdoblje | Broj analiza | MDK | MIN | MAX | Prosječna vrijednost | Broj analiza > MDK |
|----------------------------------|----------------|------------------|-----------|--------------|-----|-----|------|----------------------|--------------------|
| METALI | | | | | | | | | |
| Aluminij | µg/l | HZJZ | 2013-2016 | 4 | 200 | 3 | 48,5 | 25,4 | 0 |
| Kadmij | µg/l | HZJZ | 2013-2016 | 4 | 5 | 1 | 2 | 1,5 | 0 |
| Mangan | µg/l | HZJZ | 2013-2016 | 4 | 50 | 0,5 | 4 | 1,37 | 0 |
| Olovo | µg/l | HZJZ | 2013-2016 | 3 | 10 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| Željezo | µg/l | HZJZ | 2013-2016 | 4 | 200 | 6,2 | 29,3 | 17,3 | 0 |
| Živa | µg/l | HZJZ | 2013-2016 | 3 | 1 | 0,2 | 0,3 | 0,26 | 0 |
| ORGANSKI SPOJEVI | | | | | | | | | |
| Anionski tenzidi | µg/l | HZJZ | 2013-2016 | 2 | 200 | 10 | 28 | 19 | 0 |
| Neanionski tenzidi | µg/l | HZJZ | 2013-2016 | 3 | 200 | 50 | 60 | 53,35 | 0 |
| Mineralna ulja | µg/l | HZJZ | 2013-2016 | 1 | 20 | 5 | 5 | 5 | 0 |
| TOC | mg/l | HZJZ | 2013-2016 | 4 | | 1 | 1,5 | 1,17 | 0 |
| MIKROBIOLOŠKI POKAZATELJI | | | | | | | | | |
| Ukupni koliformi | n/100 ml | VHP-JU ZJZLSŽ | 2013-2016 | 33 | 0 | 0 | 400 | 67,68 | 31 |
| Escherichia coli | n/100 ml | VHP-JU ZJZLSŽ | 2013-2016 | 33 | 0 | 0 | 200 | 12 | 20 |
| Enterokoki | n/100 ml | VHP-JU ZJZLSŽ | 2013-2016 | 30 | 0 | 0 | 134 | 31,3 | 27 |
| Aer. mez. bakterije 37°/48h | n/1 ml | VHP-JU ZJZLSŽ | 2013-2016 | 29 | 20 | 0 | 1285 | 218,84 | 20 |
| Aer. mez. bakterije 22°/72h | n/1 ml | VHP-JU ZJZLSŽ | 2013-2016 | 27 | 100 | 0 | 2200 | 520 | 20 |
| Clostridium perfringens | n/100 ml | VHP-JU HZJZ | 2013-2016 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pseudomonas aeruginosa | n/100 ml | VHP-JU ZJZLSŽ | 2013-2016 | 19 | 0 | 0 | 80 | 7,89 | 12 |
| Enterovirusi | n/5000 ml | HZJZ | 2013-2016 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Norovirusi | n/5000 ml | HZJZ | 2013-2016 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hepatitis A | n/5000 ml | HZJZ | 2013-2016 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

VHP-JU-Vodovod Hrvatsko primorje-južni ogranak; HZJZ-Hrvatski zavod za javno zdravstvo;
ZJZ LSŽ- Zavod za javno zdravstvo Ličko-senjske županije

Interni laboratorij Vodovoda Hrvatsko primorje-južni ogranak i ZJZ Ličko –senjske županije provode analize neobrađene vode prema planu uzorkovanja zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u okviru unutarnjeg nadzora te po programu provođenja redovnog monitoringa vode za ljudsku potrošnju u LSŽ i izvorišnog monitoringa. Interni laboratorij Vodovoda tjedno prati kvalitetu vode u periodu crpljenja vode (ljetni mjeseci). Analiziraju se sljedeći parametri : boja, okus, miris, mutnoća, pH, amonijak, nitriti , nitrati, kloridi, temperatura vode, električna vodljivost, te mikrobiologija vode: ukupni koliformi, Escherichia coli, enterokoki, Pseudomonas aeruginosa, Clostridium perfringens, ukupni broj bakterija na 22°C i na 37°C. Na izvorištu su još neovisno postavljene sonde električne vodljivosti i temperature koje konstantno prate ova dva parametra te ukoliko dođe do zadanog prekoračenja električne vodljivosti (3.500 µS/cm) prilikom crpljenja vode cijeli sustav se gasi te je time osigurana konstantna kvaliteta crpljene i distribuirane vode. ZJZ Ličko - senjske županije jedanput godišnje provodi kompletnu analizu vode u okviru

izvorišnog monitoring, prilikom kog analizira sve mikrobiološke, kemijske i indikatorske parametre propisane Pravilnikom o parametrima sukladnosti i metodama analize za ljudsku potrošnju (NN br. 125/13 i 141/13 i 128/15).

U spomenutoj tablici 3.1. i u nastavku su prikazani i komentirani rezultati analiza za pojedine karakteristične parametre za obrađeno razdoblje od svibnja 2013. do prosinca 2016. godine.

Električna vodljivost je jedan od parametara koji su povremeno povišeni u odnosu na Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize za ljudsku potrošnju (NN 125/13, 141/13, 128/15). MDK vrijednost prema Pravilniku iznosi 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a u tri godine kontinuiranog praćenja bila prekoračena više puta. Posebno prekoračena vrijednost je bila tijekom 2015. godine kojoj je prednjačio duži sušni period i vrlo sušno proljeće. Električna vodljivost u kaptazi izvorišta oscilira u vrlo kratkom vremenu što je posljedica situacijskog položaja izvorišta (zaleđe obale mora), te je izvor pod velikim utjecajem mora. Do povišene vrijednosti dolazi uslijed smanjenog pritiska slatke vode iz zaleđa i uslijed kolebanja razine mora (plima i oseka) što je dodatno potencirano u situacijama kontinuiranog sezonskog crpljenja vode. Crpljenje vode počinje s vrlo niskim vrijednostima električne vodljivosti (300-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) a završava krajem kolovoza najčešće s prekoračenjem MDK vrijednosti električne vodljivosti (3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Raspon kretanja vrijednosti se od godine do godine uvelike razlikuje te ovisi o hidrološkim prilikama tijekom godine. Utjecaj razine mora na vrijednost posebno je izražen u periodima kad nema crpljenja vode na kaptazi. Općenito bi bilo za očekivati da do povišenja vrijednosti dolazi prilikom niske razine vode u kaptazi i izostankom oborina ali to na izvorištu Bačvice nije tako. Do naglih povišenja vrijednosti električne vodljivosti dolazi prilikom intenzivnih oborina i visoke razine vode u kaptazi te ove vrijednosti uvijek prate i visoke vrijednosti klorida, a što je vezano uz efekat nagle promjene dinamičke ravnoteže slane i slatke vode u podzemlju, te potiskivanja zaslanjenih džepova morske vode koja je tijekom sušnih razdoblja prodrla dublje u vodonosnik kroz krški sustav gdje ima najmanje hidrauličkog otpora – kroz sam izvor. Zbog toga se može zaključiti da je kakvoća vode u kaptazi pod izravnim utjecajem prodora slane vode u dijelove krškog vodonosnika.

Vrijednost **klorida** u kaptazi često je povišena i prelazi MDK vrijednosti dopuštene Pravilnikom iako električna vodljivost bude unutar dopuštenih vrijednosti.

Temperatura vode je vrlo konstantna te se prilikom crpljenja kreće od 6,5°C do 8,5°C, i u principu nije pod utjecajem okolišnih faktora.

Mutnoća je jedan od parametara za koji je samo jednom zabilježeno prekoračenje MDK vrijednosti propisane Pravilnikom i to u kolovozu 2014. godine, a prouzročile su ga velike količine padaline. Inače mutnoća se kreće od 0,5 NTU do 2 NTU, ovisno o hidrološkim prilikama što je i karakteristika krških izvora.

Veći dio godine voda izvorišta Bačvice ima vrlo povoljne fizikalno - kemijske osobine. Niski sadržaj organskih tvari, dušikovih spojeva (nitrati, vrlo malih koncentracija, nitriti i amonijak čak i ispod granica detekcije). Praćenje parametra ukupnog organskog ugljika TOC pokazuje kontinuiranu kvalitetu vode te nisko organsko onečišćenje, a što je i razumljivo obzirom na sliv Bačvice u kome nema izraženijih antropogenih utjecaja ni onečišćivača.

Ioni (fosfati, kalcij, kloridi, sulfati, fluoridi, ukupni cijanidi i silikati) su vrlo niskih koncentracija ili ispod granica detekcije, jedino je za natrij u 2015. godini bila zabilježena povećana vrijednost ali ispod MDK vrijednosti što je u skladu s tada izmjerenom i povećanom električnom vodljivošću vode na izvoru. Ova voda spada u umjereno tvrde vode.

Slična je situacija i s **metalima** (antimon, arsen, bakar, cink, kadmij, kobalt, krom, mangan, nikel, olovo, selen, srebro, vanadij, živa). U dva navrata su zabilježene povećane koncentracije aluminija i željeza ali daleko ispod dopuštenih granica MDK vrijednosti, ali su zanimljive jer su se pojavile 2014. i 2016. godine kad je električna vodljivost vode kroz vrijeme crpljenja (ljetno) bila puno niža nego 2015. godine kad su koncentracije aluminija i željeza bile ispod granica detekcije te se to može povezati hidrološkim prilikama i većim pritokom slatke vode.

Analizama rađenih u sklopu monitoringa izvorišta nije dokazano prisustvo **pesticida, deterđenata, organskih otapala**.

Koncentracija vodikovih iona (pH) ima MDK vrijednost za pitke vode unutar raspona 6,5-9,5. Sve analize rađene u internom laboratoriju Vodovoda i u ZJZ LSŽ bile su unutar tog raspona. PH je imao prosječnu vrijednost 7,87, minimalna zabilježena iznosi 7,21, a maksimalna zabilježena 8,84. Prema tome ova voda je blago lužnata što je također karakteristika voda u kršu.

Mikrobiološki pokazatelji najosjetljiviji su parametar onečišćenja ovih voda. Kaptaza izvorišta Bačvica je smještena u vrlo izoliranom i slabo naseljenom području ali nije pošteđena mikrobiološkog zagađenja. U internom laboratoriju vodovoda tjedno u vrijeme crpljenja vode radi se opsežna mikrobiološka analiza. Obraden je period od svibnja 2013. do rujna 2016. godine. Prije početka crpljenja izvora u 2013. godini voda je bila izuzetno mikrobiološki čista što potvrđuje i monitoring izvorišta od ZJZ LSŽ iz te godine, ali već iduće 2014. godine situacija je pomalo drukčija. Čim se voda počela crpiti iz kaptaze broj mikroorganizama se povećao pogotovo ukupnih koliforma koji ne spadaju u biološku mikrofloru podzemnih voda. Što se tiče fekalnih koliforma a posebno *Escherichia coli* (20.8.2014.), ona se u izvorištu pojavila nakon obilnih oborina te njeno pojavljivanje je pratilo i povećanje mutnoće, električne vodljivosti i klorida. Ponovljena uzorkovanja su zabilježila prisustvo *Escherichia coli* ali u puno manjem obimu (2-3 /100 ml). Enterokoki su tijekom 2014. godine zabilježeni u svim uzorcima. No, prema mikrobnj mikrobiologiji poznato je da je to enterobakterija koja se nalazi i u biljnim biotopima, pa njeno prisustvo u vodi ukazuje na komunikaciju izvora s površinom a pošto se ovdje radi o krškom vodonosniku komunikacija s površinom je velika. Prisustvo bakterija u podzemnim vodama krških vodonosnika veže se uz velike vodne valove, odnosno kada na izvorima istječu najmlađe vode. Dio bakterija nastaje raspadanjem na površini i u pripovršinskoj zoni, te ispiranjem tla prilikom jakih oborina dolazi do brzog transporta bakteriološkog onečišćenja prema izvoru. U 2015. godini situacija je bila vrlo alarmantna te u većini analiziranih uzoraka je pronađena *Escherichia coli* ali i zabrinjavajući faktor je bio kvocijent FC/FS koji je pokazatelj onečišćenja. Ako je njegova vrijednost oko 4 kao što je to bilo u većini uzoraka u 2015.G. , tad je pokazatelj onečišćenja ljudskim organskim otpadom. Ako je kvocijent oko 0,1 - 0,5 onda je to pokazatelj onečišćenja životinjskim otpadom. Inače 2015.g. bila je po mnogočemu drukčija jer su i električna vodljivost i kloridi kroz cijelo vrijeme crpljenja bili povećani a pogotovo se povećanje tih parametara očitivalo u kolovozu i rujnu.

No, iz ostalih podataka znamo da uzrok toga su nepovoljne hidrološke prilike odnosno vrlo sušna i vruća godina, te je utjecaj slane vode bio velik a prtok slatke vode se s vremenom smanjivao. Godine 2016. situacija je, što se tiče mikrobiologije, bila puno povoljnija, te su se *Escherichia coli* pojavljivale u malom broju osim pred kraj kolovoza kad ih je bilo više ali tad je i električna vodljivost porasla te se nameće pitanje da li je uzrok povišene mikrobiologije u kaptazi možda i veliki utjecaj mora.

Heterotrofne bakterije u podzemnoj vodi dio su autohtone bakterijske zajednice vodnog ekosustava, te se u ovoj vodi redovito pojavljuju. U vodi izvorišta Bačvice ni u jednom uzorku nije pronađena bakterija *Clostridium perfringens* niti njene spore koje ukazuju na visok stupanj onečišćenja organskim otpadom, niti su detektirani virusi.

Izvorište Bačvice i vodozahvat Hrmotine - razlike i sličnosti

Sastav sirove vode na vodozahvatu Hrmotine direktan je odraz kakvoće površinske vode akumulacije Gusić polje, odnosno u hidroenergetskom sustavu HE Senj. Voda u Gusić polju je mješavina vode rijeke Like i rijeke Gacke te njihovih pritoka. Pošto je ovo ipak površinska voda utjecaj okoliša na nju je ogroman te tako je oscilacija temperature od 4 °C zimi do 20°C ljeti. Isto tako se mijenja i mikrobiološko opterećenje vode i mutnoća, za razliku od vode s izvorišta Bačvice koja ima vrlo malu oscilaciju temperature bez obzira na godišnje doba (6,5 - 8,5°C), ali je i mikrobiološko opterećenje vode izvorišta Bačvice puno manje te mutnoća vode je vrlo konstantna i u principu se kreće oko 1 NTU. Obe vode su blago lužnate, umjereno tvrde, neopterećene metalima, pesticidima, organskim tvarima.

Glavna razlika je u količini klorida koja se pojavljuje u njima, pa tako sirova voda s vodozahvata Hrmotine ima konstantnu i nisku razinu klorida (2-5 mg/l) dok vrijednost klorida u vodi izvorišta Bačvice izrazito varira te je pod izravnim utjecajem mora i pritiska slatke vode iz zaleđa pa tako količina klorida varira od 20 – 1.500 mg/l. Ta bitna razlika u tom jednom parametru omogućuje miješanje ove dvije vode u određenom omjeru i dobivanje uvijek zadovoljavajuće kvalitete vode za ljudsku potrošnju u najosjetljivijem periodu godine kao što je ljetni period i povećane potrebe za vodom u vrijeme turističke sezone

8. KATASTAR ONEČIŠĆIVAČA S GRAFIČKIM PRIKAZOM LOKACIJA

Područje neposrednog sliva izvorišta Bačvice koje je obuhvaćeno zonama sanitarne zaštite zauzima površinu od oko 32 km².

Četvrta (IV) zona sanitarne zaštite prostire se u istočnom dijelu sliva na zapadnim obroncima i tjemenu velebitskog masiva s nadmorskim visinama od 700 m u nižem zapadnom dijelu do 1550 m n.m. na vrhovima Velebita. Područje je šumovito s vrtačama i udolinama u kojima su pašnjaci.

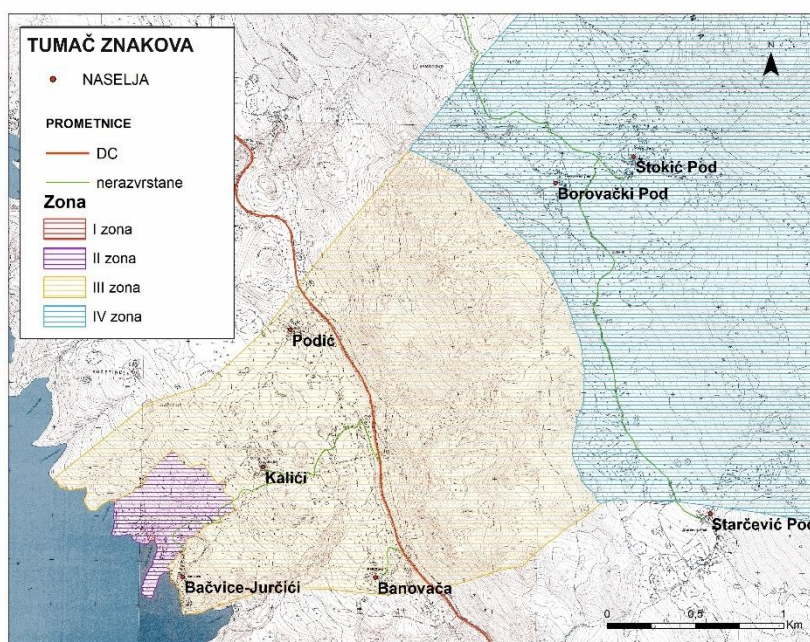
Treća (III) zona sanitarne zaštite prostire se na površini od 4,5 km² a cijeli je prostor karakterističan otvorenim kršom sa slabim sklopom rijetkih pašnjaka i izoliranih šumaraka.

Druga (II) i prva (I) zona sanitarne zaštite pružaju se u neposrednom zaleđu izvorišta Bačvice na površini od 0,25 km² i to je područje karakteristično otvorenim kršom s rijetkim grmolikim raslinjem.

Za cijelo gore navedeno područje može se generalno reći da je vrlo je slabo naseljeno, s relativno malo sadržaja vezanih uz antropogene aktivnosti koji bi mogli u većoj mjeri negativno utjecati na promjenu kakvoće vode u slivu, odnosno vodozahvatu vode za piće za javnu vodoopskrbu. Cijeli je sliv pokriven pašnjacima ili šumama slaboga sklopa, a poljoprivreda se svodi na ekstenzivno stočarstvo. U nastavku je dan prikaz prisutnih onečišćivača i ocjena njihova utjecaja.

8.1. Naselja

Unutar područja zahvaćenih sanitarnim zonama zaštite nalazi se nekoliko manjih i po broju stanovnika slabo naseljenih zaseoka, i to u III. zoni zaseoci Bačvice-Jurčići, Podić, Kalić, Banovača, dok su u IV. zoni zaseoci Borovački pod, Štokić pod i Starčević pod. U II zoni nema naselja.



Slika 8.1.1. Tlocrtni prikaz pozicija zaseoka unutar zona sanitarne zaštite izvorišta Bačvice



Slika 8.1.2. Bačvice



Slika 8.1.3. Bačvice (Jurčići)



Slika 8.1.4. Banovača



Slika 8.1.5. Kalići



Slika 8.1.6. Podić



Slika 8.1.7. Starčević Pod



Slika 8.1.8. Borovački Pod



Slika 8.1.9. Štokić Pod

Tablica 8.1.1. Prikaz broja stanovnika u zaseocima na širem prostoru zona sanitarne zaštite izvorišta Bačvice prema posljednjem popisu stanovništva (2011.)

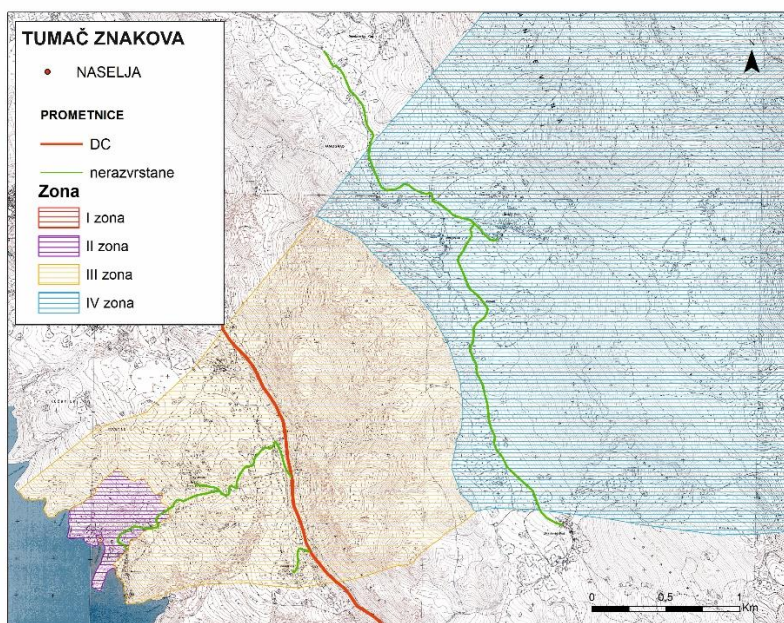
| NASELJE I ZASEOCI | BROJ STANOVNIKA | ZONA SANITARNE ZAŠTITE | NAPOMENA |
|--------------------|-----------------|------------------------|----------|
| Bačvice | 0 | III. zona | ruševine |
| Bačvice (Jurčići) | 0 | II. zona | ruševine |
| Banovača | 0 | III. zona | ruševine |
| Kalići | 5 | III. zona | |
| Podić | 7 | III. zona | |
| Borovački Pod | 2 | IV. zona | |
| Štokić Pod | 2 | IV. zona | |
| Starčević Pod | 7 | izvan zona | |
| Ukupno unutar zona | 23 | | |

Iz tabele je vidljivo da se radi o malim i većim dijelom napuštenim zaseocima, tako da je brojka od 23 stalna stanovnika prema posljednjem popisu stanovništva iz 2011., odnosno čak manje od 1 stanovnik na 1 km² u zonama sanitarne zaštite izdvojenog prostora, predstavlja minorno opterećenje sliva.

8.2. Prometnice

Iako je područje neposrednog sliva izvorišta Bačvice slabo naseljeno, unutar zona sanitarne zaštite prolaze prometnice koje potencijalno, a pogotovo u slučaju kakve prometne havarije vozila s opasnim teretom i energentima mogu izazvati onečišćenje samog izvorišta.

Na slici 8.2.1. dat je situacijski prikaz njihova položaja, a u tablici 8.2.1. i iskaz njihove zastupljenosti unutar predloženih zona sanitarne zaštite, kao i u relativnoj blizini tih granica, odnosno na udaljenosti do 1 km od njih.



Slika 8.2.1. Situacijski prikaz položaja prometnica na užem utjecajnom području sliva izvorišta Bačvice

Tablica 8.2.1. Prikaz zastupljenosti prometnica

| PROMETNICA | UNUTAR II. ZONE SANITARNE ZAŠTIE (m) | UNUTAR III. ZONE SANITARNE ZAŠTIE (m) | UNUTAR IV. ZONE SANITARNE ZAŠTIE (m) | 1 KM IZVAN ZONE SANITARNE ZAŠTIE (m) |
|------------------------------|--|---|--|--|
| DC-D8 (Jadranska magistrala) | 0 | 1939 | 0 | 2720 |
| NERAZVRSTANE | 533 | 1698 | 3415 | 2456 |
| SVEUKUPNO | 533 | 3637 | 3415 | 5176 |

Najznačajnija prometnica je državna cesta DC-D8 poznatija pod nazivom Jadranska magistrala koja prolazi kroz III zonu sanitarne zaštite u dužini od 1 939 m. Ta je prometnica bila dugi niz godina jedna od najznačajnijih državnih cesta, pogotovo u periodu ljetne turističke sezone.

Izgradnjom autoputa Zagreb-Split, Jadranska magistrala je znatno izgubila na intenzitetu prometa tako da godišnji prosječni dnevni promet iznosi 2.967 vozila, odnosno 4.232 vozila dnevno u ljetnom periodu (www.hrvatske-ceste.hr/brojanje prometa na cestama Republike Hrvatske 2010).

Jadranska magistrala građena je sredinom 20. stoljeća i obzirom na konfiguraciju terena predstavljala je vrlo zahtjevan građevinski poduhvat. Usječena je u strme litice podvelebitskog priobalja te premošćuje duboke jaruge i dobrim dijelom građena je na nasipu zaštićenom visokim kamenim potpornim suhozidom (slike 8.2.2. i 8.2.3.).

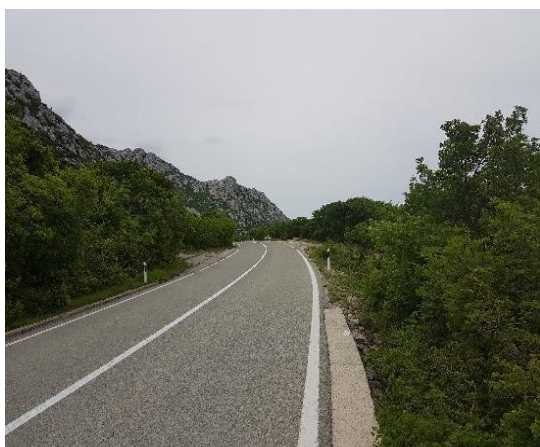


Slika 8.2.2. Jadranska magistrala u dubokoj jarugi Draga Vranjak



Slika 8.2.3. Napuštena stara podvelebitska cesta u dubokoj jarugi Draga Vranja - pogled prema Velebitu

Dionica magistrale koja prolazi kroz zonu sanitarne zaštite u dužini od 1939 m dosta je ravna. Usječena je u liticu stijene s istočne strane i podzidana kamenim suhozidom sa zapadne strane koji je ponegdje visine i do 20 metara a pod nagibom od 40°. Duž cijele dionice postavljena je odbojna metalna ograda čvrsto utemeljena u betonste rubnjake koji vezuju potporni zid (slike 8.2.4.-8.2.7.).



Slika 8.2.4. Ulaz u područje ZSZ Bačvice sa sjeverne strane magistrale



Slika 8.2.5. Ulaz u područje ZSZ Bačvice s južne strane magistrale



Slika 8.2.6. Pogled na potporni zid i zaštitnu ogradu magistralu iz pravca sjevera



Slika 8.2.7. Pogled na potporni zid i zaštitnu ogradu magistralu iz pravca juga

Ostale prometnice imaju značajnije manje odnosno zanemarivo prometno opterećenje, ali i slabiji stupanj zaštite te je nužno da se i na njima poveća sigurnost prometovanja i smanje rizici onečišćenja izvorišta, kako stalnih produkata prometnih onečišćenja, tako posebno i od posljedica eventualnih prometnih havarija.

Nerazvrstane ceste zapadno od Jadranske magistrale vode do zaseoka Podić, Kalić, Bačvice i Banovača, djelomično su asfaltirane a djelomično makadamske, dok su prometnice koje vode od Jablanačkog križanja prema Borovačkom podu, Štokić podu i Starčević podu makadamske i nalaze se u IV zoni sanitarne zaštite (slike 8.2.8.-8.2.11.).



Slika 8.2.8. Pristupna cesta prema Bačvicama s pogledom na Velebit



Slika 8.2.9. Asfaltirana nerazvrstana cesta u zaseoku Podić



Slika 8.2.10. Makadamska nerazvrstana cesta prema zaseoku Banovača



Slika 8.2.11. Nerazvrstana cesta prema zasoku Starčević Pod

8.3. Izgradnja transportnog cjevovoda Stinica-Bačvice

Stotinjak metara zapadno od Jadranske magistrale prolazi magistralni vodovod Hrmotine-Karlobag, a u vrijeme izrade ovog dokumenta u fazi izgradnje bio je i novi transportni cjevovod Stinica-Bačvice, investitora Vodovod Hrvatsko primorje – južni ogranak d.o.o. Senj. Do kraja 2016. godine izgradnja dionice Stinica - Bačvice bila je dovršena te su građevinski radovi iskopa kvalitetno sanirani bez opasnosti za zagađenje krškog vodonosnika odnosno izvorišta Bačvice (8.3.1.-8.3.4.).



Slika 8.3.1. Izgradnja transportnog cjevovoda Stinica-Bačvice



Slika 8.3.2 Izgradnja transportnog cjevovoda Stinica-Bačvice gdje se vidi stari cjevovod i novi



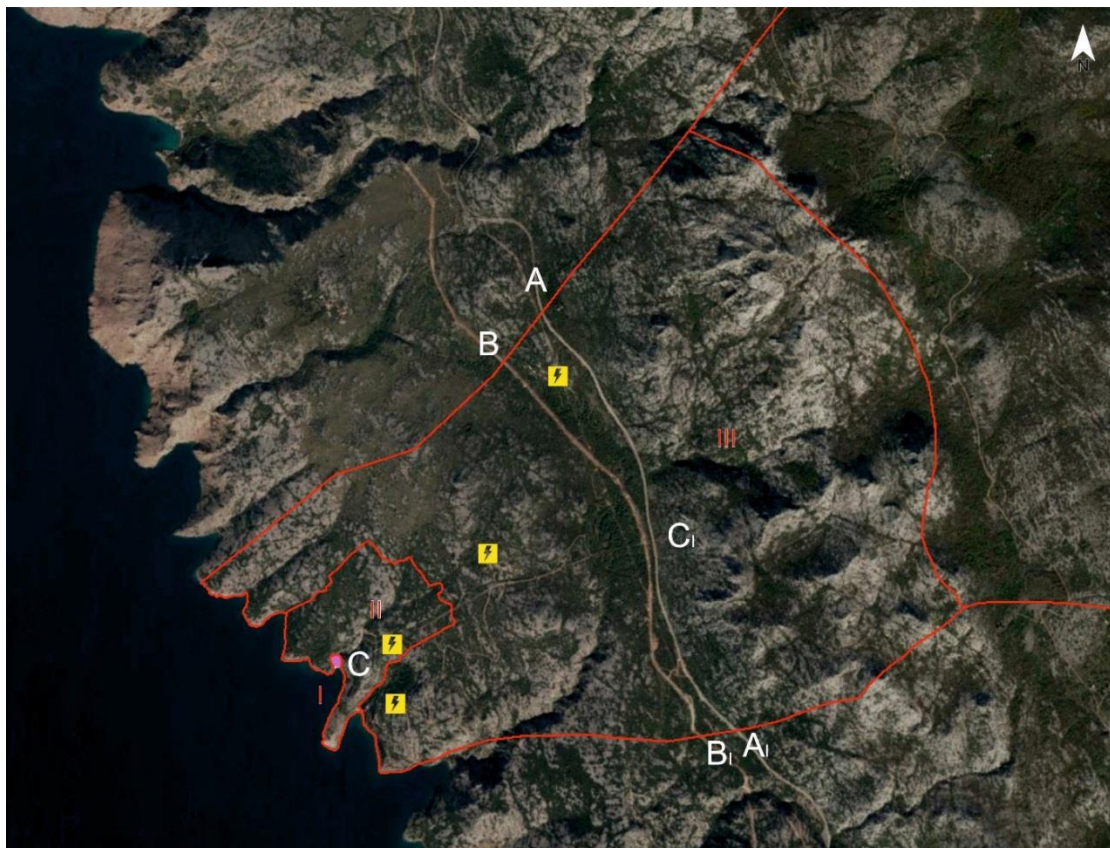
Slika 8.3.3. Nova precrpna stanica Bačvice





Slika 8.3.4). Nerazvrstana makadamska cesta prema zaseoku Starčević Pod

8.4. Trafostanice u zonama sanitarne zaštite izvorišta Bačvice

Unutar III zone sanitarne zaštite nalaze se stupne trafostanice za zaseoke Kalić, Podić i Bačvice, dok je najznačajnija trafostanica izgrađena unutar II zone sanitarne zaštite za potrebe pogonjenja crpki izvorišta Bačvice (slike 8.4.1. – 8.4.5.).



Slika 8.4.1. Prikaz infrastrukturnih dionica i pozicija trafostanica

- A-A1** dionica DC-D8 (Jadranska magistrala)
- B-B1** novi cijevovod Stinica-Bačvice
- C-C1** prometnica od vodocrpilišta Bačvice do Jadranske magistrale
-  trafostanice
-  zone sanitarne zaštite



Slika 8.4.2. Trafostanica Bačvice-Stari Porat



Slika 8.4.3. Stupna trafostanica Kalići



Slika 8.4.4. Stupna trafostanica Podić



Slika 8.4.5. Stupna trafostanica Bačvice

8.5. Poljoprivreda

Na analiziranom neposrednom slivu izvorišta Bačvice u istočnom dijelu koje obuhvaća IV zonu sanitarne zaštite prevladavaju šume a u udolinama (dulibe) pašnjaci.

U III, II i I zoni izraziti je ogoljeli krš s rijetkim raslinjem, rijetkim pašnjacima i još rijedim vrtnim površinama koje su vezane uz zaseoke.

Minorne površine pod poljoprivrednim kulturama, uglavnom okućnicama i povrtnjacima isključuju opasnost od onečišćenja vezano uz gnojidbu.

Na temelju provedene ankete među lokalnim stanovništvom ocijenjuje se da na cjelokupnom prostoru neposrednog sliva izvorišta Bačvice sada ima nešto manje od 500 ovaca odnosno ukupno opterećenje do 50 uvjetnih grla, što za dani prostor, odnosno sustav zona sanitarne zaštite, predstavlja minimalni teret obzirom da se radi o difuznom opterećenju uglavnom dosta udaljenog od samog vodocrpilišta.

9. PRIJEDLOG MJERA ZAŠTITE IZVORIŠTA

Zone sanitarne zaštite zahvata vode za javnu vodoopskrbu iz vodocrpilišta Bačvice određene su Pravilnikom o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 66/11, 47/13). Tim su pravilnikom definirane aktivne i pasivne mjere zaštite, prijedlog kojih čine temelj ovdje predviđenih mjera zaštite. U slučaju vodocrpilišta Bačvice radi se o zahvatu vode iz priobalnog izvorišta pa za njega vrijede odredbe toga Pravilnika iz poglavlja 5.2 – zone sanitarne zaštite izvorišta sa zahvatanjem vode iz krškog vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznošću.

Kako se u slučaju priobalnog izvorišta Bačvice radi o iznimnoj prirodnoj vrijednosti na inače vodnim resursima pogodnim za vodoopskrbu siromašnom podvelebitskom području, a čije su značajke kakvoće voda sačuvane od negativnih antropogenih utjecaja do današnjih dana, pri određivanju granica pojedinih zona i definiranju prijedloga mjera zaštite respektirani su i kriteriji koji vrijede za takve krške vodonosnike.

Prema spomenutom Pravilniku, **aktivne mjere zaštite** čine monitoring kakvoće voda na priljevnom području izvorišta i poduzimanje aktivnosti za poboljšanje stanja voda, a osobito: gradnja vodnih građevina za javnu vodoopskrbu i odvodnju otpadnih voda, organiziranje ekološke poljoprivredne proizvodnje, ugradnja spremnika opasnih i onečišćujućih tvari s dodatnom višestrukom zaštitom i druge mjere koje poboljšavaju stanje voda.

Pasivne mjere zaštite čini provedba zabrana i ograničenja propisanih danim Pravilnikom.

U sklopu **pasivnih mjera zaštite na cijelom prostoru IV zone sanitarne zaštite**, sukladno navedenom u članku 19. Pravilnika (NN 66/11) za vodonosnike s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznošću zabranjuje se:

- ispuštanje nepročišćenih otpadnih voda,
- građenje postrojenja za proizvodnju opasnih i onečišćujućih tvari za vode i vodni okoliš,
- građenje građevina za oporabu, obradu i odlaganje opasnog otpada,
- uskladištenje radioaktivnih i za vode i vodni okoliš opasnih i onečišćujućih tvari, izuzev uskladištenja količina lož ulja dovoljnih za potrebe domaćinstva, pogonskog goriva i maziva za poljoprivredne strojeve, ako su provedene propisane sigurnosne mjere za građenje, dovoz, punjenje, uskladištenje i uporabu,
- građenje benzinskih postaja bez zaštitnih građevina za spremnike naftnih derivata (tankvana),
- izvođenje istražnih i eksploatacijskih bušotina za naftu, zemni plin kao i izrada podzemnih spremišta,
- skidanje pokrovnog sloja zemlje osim na mjestima izgradnje građevina koje je dopušteno graditi prema odredbama Pravilnika,
- građenje prometnica, parkirališta i aerodroma bez građevina odvodnje, uređaja za prikupljanje

- ulja i masti i odgovarajućeg sustava pročišćavanja oborinskih onečišćenih voda
- upotreba praškastih (u rinfuzi) eksploziva kod miniranja većeg opsega.

U sklopu **pasivnih mjera zaštite u III. zoni sanitarne zaštite (zona ograničenja i nadzora)** zabranjene su sve prethodno navedene radnje koje vrijede za IV zonu sanitarne zaštite te se sukladno čl. 21. Pravilnika (NN 66/11 i 47/13) dodatno zabranjuje i:

- skladištenje i odlaganje otpada i gradnja odlagališta otpada
- građenje cjevovoda za transport tekućina koje mogu izazvati onečišćenje voda bez propisane zaštite voda,
- izgradnja benzinskih postaja bez spremnika s dvostrukom stijenkom, uređajem za automatsko detektiranje i dojavu propuštanja te zaštitnom građevinom (tankvanom),
- površna i površinska eksploatacija mineralnih sirovina osim geotermalnih voda i mineralnih voda.

Iznimno od stavka 1. alineje 1. ovog članka u III zoni sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti dopušta se izgradnja centra za gospodarenje otpadom, sukladno posebnim propisima o otpadu, pod uvjetima iz članka 1.stavka 2. ovoga Pravilnika.

U poljoprivrednoj proizvodnji uključujući i stočarsku proizvodnju, poljoprivredna gospodarstva su dužna osigurati uvjete i provoditi mjere propisane odgovarajućim programom zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla i pridržavati se načela dobre poljoprivredne prakse temeljem članka 1. stavka 3. Pravilnika (NN 47/13).

U sklopu **pasivnih mjera zaštite u II. zoni sanitarne zaštite izvorišta** sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti (zona strogog ograničenja i nadzora) primjenjuju se zabrane koje vrijede za III. i IV. zonu propisane Pravilnicima (NN 66/11, 47/13) te sljedeće dodatne zabrane:

- poljoprivredna proizvodnja, osim ekološke proizvodnje uz primjenu dozvoljenih gnojiva i sredstava za zaštitu bilja prema posebnom propisu,
- stočarska proizvodnja, osim poljoprivrednog gospodarstva odnosno farme do 20 uvjetnih grla (čemu odgovara 200 ovaca) uz provedbu mjera zaštite voda propisanih odgovarajućim programom zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla i načela dobre poljoprivredne prakse,
- sječa šume osim sanitarne sječe,
- gradnja groblja i proširenje postojećih,
- ispuštanje pročišćenih i nepročišćenih otpadnih voda s prometnica,
- građenje svih industrijskih postrojenja koja onečišćuju vode i vodni okoliš
- građenje drugih građevina koje mogu ugroziti kakvoću podzemne vode

U sklopu **pasivnih mjera** zaštite u I. zoni sanitarne zaštite voda iz vodosnosnika s pukotinskom i pukotinsko kavernožnom poroznošću zabrana koje vrijede u IV, III i II zoni, a dodatno se primjenjuje i:

- izvođenje radova, građenje i obavljanje gospodarskih i drugih djelatnosti osim potrebnih za zahvaćanje, kondicioniranje i transport vode u vodoopskrbni sustav,

U I. zoni sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernožnom poroznošću zabranjuju se sve aktivnosti osim onih koje su vezane uz zahvaćanje, kondicioniranje i transport vode u vodoopskrbni sustav.

S obzirom na situaciju i okolnosti u kojima se nalazi vodozahvat vodocrpilišta Bačvice, pri njegovom korištenju posebno su značajne i aktivne mjere zaštite, kako trenutne koje se već provode, tako i planske koje bi tek trebalo uspostaviti.

Zbog navedenog potrebno je prevenirati opasnost od zaslanjenja prodorom morske vode na način da se provode aktivne mjere zaštite vodocrpilišta koje obuhvaćaju optimizaciju rada vodocrpilišta i kontinuirano praćenja kakvoće vode na vodozahvatima. To u slučaju ovog vodozahvata znači da fizikalne i mikrobiološke parametre treba pratiti učestalošću propisanom Pravilnikom o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13, 141/13), dobivene nalaze potrebno je promptno analizirati te u slučaju nepovoljnog trenda parametara kakvoće prilagoditi režim rada vodocrpilišta.

Naravno, među aktivnim mjerama zaštite su i pravodobni ciljani monitorinzi koje je nužno provoditi.

10. NAČELNI PRIJEDLOG SANACIJSKIH ZAHVATA

S obzirom na utvrđenu hidrogeološku situaciju i trenutno stanje okoliša u području zona sanitarne zaštite izvorišta Bačvice potrebno je predvidjeti određene sanacijske zahvate.

Utvrđeno je da objekti koji pripadaju I. zoni sanitarne zaštite zadovoljavaju propise pravilnika te je određene sanacijske zahvate neophodno provesti, dok su druge na razini preporuke. Prostor I. zone sanitarne zaštite obuhvaća kaptažni objekt, crpnu stanicu, te prateće objekte za pogon i održavanje vodocrpilišta koji se nalaze unutar djelomično ograđenog prostora. S obzirom na stanje ograde potrebno je postaviti primjerenu ojačanu ogradu zadovoljavajuće visine te podzidati istu s betonskim rubnjakom kako bi se onemogućio ulaz divljim i pitomim životinjama. S obzirom na relativno malo financijsko ulaganje predlaže se ovu mjeru provesti do kraja 2018.

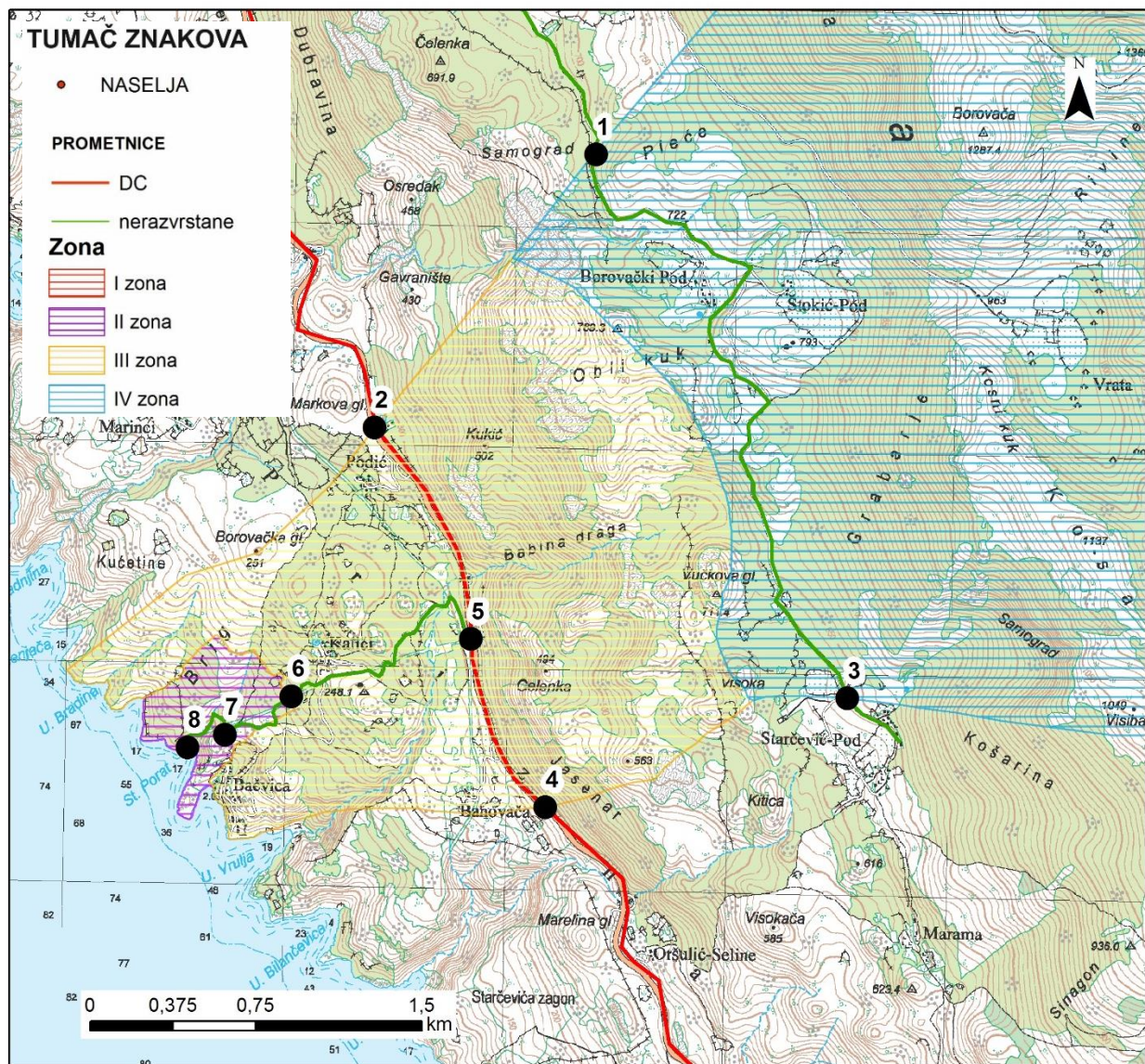
Unutar II. i III. zone sanitarne zaštite, s obzirom na utvrđene onečišćivače, potrebno je provesti sljedeće sanacijske zahvate:

1. Pristupni put prema vodocrpilištu treba zaštititi bočnim branicima na prvom i trećem zavoju gledano od ulazne kapije vodocrpilišta.
2. Kompletno asfaltirati pristupnu cestu od skretanja za zaseok Kalić do ulazne kapije vodocrpilišta te urediti prostor za okretanje radnih vozila.
3. Na državnoj cesti DC-D8 (Jadranskoj magistrali) u dužini od 1939 m koliko prolazi kroz 3. zonu sanitarne zaštite izvorišta Bačvice, treba obnoviti i zamjeniti ogradu na mjestima gdje je oštećena i oslabljena. Prema članku 19. Pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (Narodne novine, br. 66/11 i 47/13), u IV. zoni zabranjeno je ispuštanje nepročišćenih otpadnih voda i građenje prometnica, parkirališta i aerodroma bez građevina odvodnje, uređaja za prikupljanje ulja i masti i odgovarajućeg sustava pročišćavanja onečišćenih oborinskih voda, zbog čega je na opisanoj dionici državne ceste DC-D8 (Jadranskoj magistrali) koja prolazi kroz 3. zonu sanitarne zaštite, nužno izvesti zatvoreni sustav oborinske odvodnje i nakon pročišćavanja ispustiti neizravno procjeđivanjem kroz tlo putem upojnih građevina ili mokrih laguna, obnoviti zaštitnu odbojnu ogradu.

11. PRIJEDLOG MJESTA ZA POSTAVLJANJE OZNAKA ZA ZONE SANITARNE ZAŠTITE IZVORIŠTA BAČVICE

Na osnovu predloženih zona sanitarne zaštite izvorišta Bačvice, rekognosciranjem prometnica unutar predloženih zona opisane su pozicije i vrste oznaka koje treba postaviti kao upozorenja za ulazak u vodozaštitno područje.

Na slici 11.1. dat je situacijski prikaz lokacija za postavljanje oznaka.



Slika 11.1. Situacijski prikaz položaja oznaka o položaju zona sanitarne zaštite izvorišta pitke vode i prisutnim ograničenjima vezanim uz to

Najznačajnija prometnica koja presjeca područje zona sanitarne zaštite je dionica državne ceste DC-D8 (Jadranske magistrale) koja kroz 3. zonu sanitarne zaštite prolazi u dužini od 1.939 m. Sa sjeverne strane prometnice (pozicija 2, 4) pri ulasku u vodozaštitno područje treba postaviti znakove vodozaštitne zone, znak ograničenja brzine na 50 km, te znak zabrane preticanja za kamione, tegljače i autobuse.

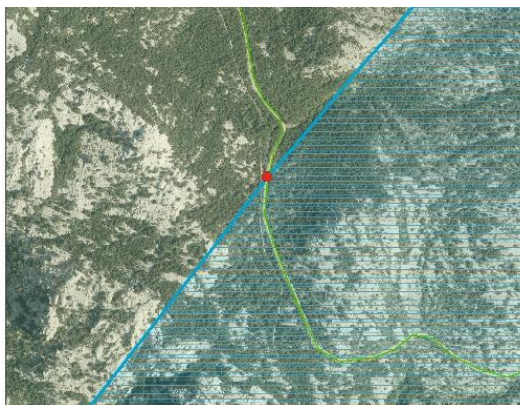
Na skretanju sa državne ceste DC-D8, prema zaseocima Kalići, Bačvice, odnosno vodocrpilištu izvorišta Bačvice - Stari Porat, treba postaviti tabelu s oznakom vodozaštitno područje, te znak ograničenja brzine kretanja na 30 km, kao i znak zabrane prometovanja za vozila s opasnim teretom (pozicija 5). Na ulasku u drugu zonu sanitarne zaštite na toj istoj prometnici treba staviti oznaku o strmom nagibu ceste, većem od 10 % (pozicija 6).

Na lokaciji trafostanice izgrađene za potrebe vodocrpilišta, koja se nalazi unutar 2. zone sanitarne zaštite (pozicija 7) treba postaviti znak zabrane prometa, osim za vozila vodovoda i vozila koja prometuju u funkciji održavanja vodocrpilišta.

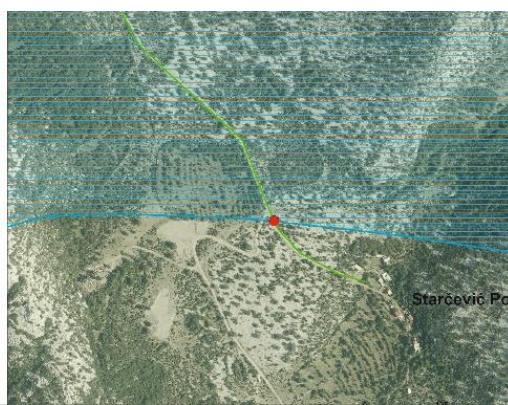
Na ogradi 1. zone sanitarne zaštite treba postaviti znak zabrane pristupa i to posebno s kopnene strane, kao i s morske strane gdje treba biti upozorenje zabrane pristajanja plovila, kao i sidrenja u uvali Bačvice - Stari porat (položaj oznake 8).

Na nerazvrstanoj cesti koja vodi za Borovački Pod, Štokića Pod i Starčevića Pod na ulasku u 4. zonu sanitarne zaštite treba postaviti znakove vodozaštitnog područja.

Foto-prikaz položaja potrebnih dodatnih oznaka dan je na slikama 11.2. – 11.9., gdje su fotografije preuzete s Google Earth Pro aplikacije.



Slika 11.2. Položaj oznake 1



Slika 11.3. Položaj oznake 2



Slika 11.4. Položaj oznake 3



Slika 11.5. Položaj oznake 4



Slika 11.6. Položaj oznake 5



Slika 11.7. Položaj oznake 6



Slika 11.8. Položaj oznake 7



Slika 11.9. Položaj oznake 8

12. PRIJEDLOG DOPUNE SUSTAVA MONITORINGA KLIMATOLOŠKIH, HIDROLOŠKIH I HIDROGEOLOŠKIH POKAZATELJA ZA IZVORIŠTE BAČVICE

Izvorište Bačvice je dopunski sezonski izvor u sustavu “Vodovoda Hrvatsko primorje - Južni ogranak“, ali s iznimno važnom, pa i nezamjenjivom ulogom u sezonskoj opskrbi vodom područja Hrvatskog primorja južno od Senja te otoka Raba i Paga. Radi se o izvoru koji periodički, u nepovoljnim hidrološkim prilikama, zaslanjuje. No, obzirom na njegovu tehnološku povezanost s vodama Like i Gacke iz sustava HE Senj koje imaju iznimno niske sadržaje klorida u svim uvjetima, vode toga izvora moguće je i u uvjetima njegova djelomičnog zaslanjivanja, miješajući ih s vodama iz hidroenergetskog sustava, primjereno koristiti za dopunjavanje vodoopskrbnog sustava. Takva je uloga toga izvora, početkom devedesetih godina prošlog stoljeća čak i potpuno napuštenog, prepoznata u novije vrijeme kada su i porasle sezonske potrebe za vodom, pa je izvor 2014.g. uključen u vodoopskrbni sustav. Uspostavljen je i sustav daljinskog monitoringa prilagođen upravljanju korištenja voda s toga izvora u realnom vremenu, a koji uz stanje u vodoopskrbnom sustavu, uključuje i kontinuirane informacije o stanju na izvorištu/vodozahvatu Bačvice. Radi se o praćenjima razine vode na izvoru u samom vodozahvatu, elektroprovodljivosti i temperaturi vode na mjestu usisa, kao i zahvaćenim količinama voda u realnom vremenu.

Obzirom na vrlo veliku međuovisnost dinamike kolebanja razine vode u ovisnosti o kolebanjima razine mora, posebno u uvjetima smanjenih dotoka u izvorišnu zonu vodozahvata Bačvice, kada su i rizici od zaslanjivanja uslijed precrcpljivanja najveći, spomenuti bi sustav trebalo dopuniti uspostavom monitoringa kolebanja razine mora. Uz to, iako se radi o razinama mora, bilo bi korisno da se mjerna sonda koja bi pratila kolebanja razina mora opremi i praćenjima elektroprovodljivosti i temperature vode. Razlog tome je okolnost da se na lokalitetu uvale Stari Porat, gdje je locirano izvorište Bačvice, odvija jaka interakcija mora i izvorskih voda. Pri tome se ta interakcija ne odnosi samo na izvorske vode koje prelijevaju iz vodozahvatne građevine, već i na ostale vode koje na tom prostoru dodatno cirkuliraju, i to u oba smjera, u ovisnosti o hidrološkim prilikama i hidrauličkim uvjetima na mjestu istjecanja i samome moru. Stoga je korisno poznavati i stupanj elektroprovodljivosti morske vode kao mjeru miješanja mora i podzemnih voda, odnosno kao pokazatelj ukupnog istjecanja podzemnih voda na tom prostoru. Već i samo otješnjenje mjesta istjecanja toga izvora izgradnjom kaptažnog bazena i njegova preljeva, kao i dodatno izvedena injekcijska zavjesa, smanjile su stupanj interakcije podzemnih voda i mora, te osigurale veće mogućnosti crpljenja vode na tom izvoru u uvjetima dijelom reduciranog sadržaja klorida, te je nužno pratiti razvoj procesa i stanja na postojećem izvoru u cilju njegove moguće dodatne eksploatacije.

Ne manje važna stvar je spomenuti sustav monitoringa orijentirati ne samo na sakupljanje informacija vezano uz upravljanje u realnom vremenu, već sakupljene informacije arhivirati u primjerenu bazu podataka iz koje bi ih korisnik/upravljač vodoopskrbnim sustavom mogao bez problema povući i sustavno obrađivati u cilju provedbe dodatnih hidroloških analiza, neovisno o tome koliko je proteklo vremena od datiranja spomenutih informacija.

Uz to, provedbom analize svih do sada prikupljenih relevantnih prethodnih informacija o značajkama istjecanja voda na lokalitetu izvorišta Bačvice u uvali Stari Porat, utvrđeno je da istjecanja podzemnih voda na lokalitetu postojećega vodozahvata čini samo dio, vjerojatno i višestruko manji dio od ukupnih podzemnih voda koje utječu u more na tom širem području. Već u susjednoj uvali Vrulja koja je smještena južno od sela Bačvica, javljaju se značajnije veće količine podzemnih voda koje tu istječu u more, i koje predstavljaju potencijal za istraživanja njihova dodatnog zahvata. Radi se o hidrološkom sustavu koji je još otvoreniji od istjecanja na lokalitetu postojećeg vodozahvata izvora Bačvica u uvali Stari Porat, pa prema tome još podložniji procesima zaslanjivanja. No, aktivnim upravljanjem vodozahvatom u realnom vremenu, pri čemu se respektiraju rezultati monitoringa u realnom vremenu, moguće je optimalizirati režim korištenja i takvih izvora koja redovito zaslanjuju, a pogotovo ukoliko bi se nekim od tehničkih zahvata (pregrađivanja rubnih dijelova uvale, injekcijska zavjesa) uspjelo podignuti razinu istjecanja toga izvor u odnosu na morsku razinu, te smanjiti stupanj neposredne interakcije izvora i mora. U tom se smislu predlaže uspostava dvaju pijezometra o aktivnoj zoni istjecanja podzemnih voda u uvali Vrulja, na udaljenosti od nekoliko desetak metara od razine obale kao i položaja pijezometra koji će biti bliže obalnoj liniji. Na tim bi se pijezometrima trebale pratiti razine vode, kao i elektroprovodljivosti i temperature.

Obzirom da su rasprostranjene zone istjecanja podzemnih voda u more, kako na potezu između uvale Stari Porat i uvale Vrulja, tako i sjevernije od njih, zbog perspektivnosti toga područja za zahvaćanje dodatnih količina podzemnih voda svakako bi bilo korisno u različitim hidrološkim prilikama pratiti i dinamiku toga istjecanja korištenjem metoda daljinskih TIC snimaka, što je još rijetko korišten pristup. Početna metodologija je razrađena na primjeru Opatijskih izvora u radu Rubinića i suradnika (2007), a na analiziranom području primijenio ju je Stroj (2010). Razvoj tehnologije daljinskih snimanja omogućava veću prostornu razlučivost rezultata samih daljinskih snimaka u odnosu na spomenute prve radove u toj domeni. Stoga bi daljnje unaprjeđenje i same metodologije u skladu s dostupnim kvalitetnijim podlogama, te interpretacije takvih rezultata, sigurno doprinijela objektivnom sagledavanju vodnog potencijala toga područja. U slučaju njegove perspektivnosti i za dodatne vodozahvate, bilo bi nužno i proširiti područje pod zaštitom unutar različitih zona sanitarne zaštite koje su u danom dokumentu određene za postojeći vodozahvat izvorišta Bačvice u uvali Stari porat.

13. ZAKLJUČCI

Izvorište Bačvice u uvali Stari Porat kod istoimenog zaseoka Bačvice smještenog u Podvelebitskom primorju je značajno sezonsko vodocrpilište Južnog ogranka Vodovoda Hrvatskog primorje. Radi se o izvorištu kojemu je njegov krški vodonosnik u neposrednom kontaktu s morem, koje i u prirodnom stanju tijekom nepovoljnih hidroloških prilika zaslanjuje iznad za vodoopskrbu dozvoljenih 250 mg/L klorida, a posebno u uvjetima preintenzivne eksploatacije u dugotrajnim sušnim razdobljima. Zbog takvih je svojih značajki izvorište čak bilo i dugi niz godina – od 1990. do zaključno 2013. napušteno. No, zbog povećanja potreba za vodom vodoopskrbnog područja spomenutog vodoopskrbnog sustava, posebno otoka Raba i Paga, izvorište je ponovno uključeno u vodoopskrbni sustav kao dopunsko vodocrpilište. Služi za pojačanje vodoopskrbe tijekom dugotrajnijih sušnih razdoblja, i u uvjetima u kojima je moguće kombinacijom i miješanjem zahvaćenih količina voda iz sustava HE Senj i zahvata voda na samim Bačvicama, postići zadovoljavajuću kakvoću takve vodne mješavine u pogledu dopustive maksimalne koncentracije sadržaja klorida.

Prevelika eksploatacija vodnih količina na vodozahvatu Bačvice predstavlja najveći rizik po očuvanje kakvoće vode, ali taj se problem rješava optimalizacijom upravljačkih metoda korištenja voda – regulacijom crpljenja. Druga važna komponenta očuvanja kakvoće voda vezana je uz potrebu očuvanja kakvoće vode od negativnih antropogenih utjecaja za sliv, a što je i predmet sagledavanja danog dokumenta – stručne podloge za donošenje odluke o definiranju zona sanitarne zaštite vodocrpilišta izvorišta Bačvice. Iako se radi o krškom slivu i vodonosniku sa relativno slabom mogućnošću prirodne zaštite kakvoće voda izvorišta od negativnih antropogenih uvjeta, zbog vrlo slabo naseljenog područja i odsustva bilo kakvih značajnijih antropogenih pritisaka, postojeće stanje kakvoće vode vrlo je povoljno, i očekuje se da će se dosljednom primjenom predloženih mjera ono i zadržati. Potencijalno najveći rizik za ugrožavanje kakvoće voda, kako od utjecaja stalnog prometovanja i njime produciranih onečišćenja vezanih uz odvodnju oborinskih voda, tako još više i u uvjetima eventualnih akcidentnih onečišćenja uslijed izlivanja štetnih tvari kojima se prometuje na utjecajnoj dionici, ima Jadranska magistrala.

U predmetnom dokumentu su, uz dane detaljne prijedloge mjera zaštite i ograničenja unutar pojedinih predloženih zona sanitarne zaštite, dani i dodatni načelni prijedlozi vezani uz istraživanje dodatnih mogućnosti osiguranja zahvata podzemnih voda na analiziranom području, čime bi se, u slučaju povoljnih rezultata, osigurao daljnji razvoj ovoga vrlo specifičnog vodozahvata.

14. LITERATURA

- Alfirević, S. (1978): *Istraživanje podzemnih voda na morskom dnu uz istočnu obalu Jadrana*. Zbornik referata Simpozija o istraživanju, eksploatiranju i gospodarenju podzemnim vodama, Zagreb, 41-59 B.
- Bahun, S. (1963): *Geološki odnosi okolice Donjeg Pazarišta u Lici. Trijas i tercijarne Jelar-naslage*. Geol. vjesnik, 16, 161-170, Zagreb.
- Bahun, S. (1974): Tektogeneza Velebita i postanak Jelar-naslaga. Geol. vjesnik 27, 35-51, Zagreb.
- Bakšić, D., Paar, D., Stroj, A., Lacković, D. (2013): *Northern Velebit Deep Caves*, 2013 ICS Proceedings, Brno, 24-29.
- Biondić, B. (1981): Hidrogeologija Like i južnog dijela Hrvatskog primorja. Doktorska disertacija. PMF, Zagreb, nepublicirano.
- Biondić, B., Goatti, V. (1973): Bojenje ponora Ličanke u Lič polju kod Fužina. Fond str. dok. HGI, Zagreb, nepublicirano.
- Biondić, B., Goatti, V. (1975): Bojenje ponora Gacke kod Otočca. Fond str. dok. HGI, Zagreb, nepublicirano.
- Biondić, B. i Goatti, V. (1976): Hidrogeološke prilike ponornih zona rijeka Like i Gacke i njihove podzemne veze s izvorima u Hrvatskom Primorju. 4. Jugoslavenski simpozij o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, knj. 1, 1-14, Skopje.
- Bonacci, O. (1987): *Karst hydrology*. Berlin: Springer – Verlag.
- DHMZ (2002): *Meteorološka podloga za vodnogospodarsku osnovu Hrvatske (Voditelj zadatka: Gajić-Čapka, M.)*, Zagreb, nepublicirano.
- Dukarić, F., Stroj, A. (2004): Trasiranje tokova podzemne vode u svrhu definiranja granice sliva izvorišta Novljanske Žrnovnice. Fond. str. dok. HGI, Zagreb, nepublicirano.
- Dukarić, F., Kuhta, M., Stroj, A. (2005): Trasiranje tokova podzemne vode iz Markovog ponora u Lipovom polju u porječju rijeke Like. Fond. str. dok. HGI, Zagreb, nepublicirano.
- Geoqua (2009): *Hidrogeološki elaborat o mogućnosti zahvaćanja dodatnih količina podzemne vode za javnu vodoopskrbu iz zaleđa izvora Bačvica (nos. zad. Munda B.; Trutin, M; Pribeg, D.)* Zagreb, nepublicirano.
- Geoqua (2010): *Bačvice – vodoistražni radovi, zahvaćanje vode u zaleđu (nos. zad. Munda B.; Trutin, M., Ljubešić, J.)*, Zagreb, nepublicirano.
- Geoqua (2014): *Izvorište Bačvice – Vodoistražni radovi za potrebe definiranja eksploatacijskih rezervi podzemne vode (nos. zad. Munda B.)*, Zagreb, nepublicirano.
- Geotehnički fakultet (2016): *Zone sanitarne zaštite izvorišta vode za ljudsku potrošnju na crikveničko-vinodolskom području (nos. zad. Biondić, R.)*, Varaždin, nepublicirano.

Geotehnika (1984): *Elaborat o izvođenju dopunskih injekcijskih radova na izvorištu Bačvica – Južni ogranak (nos.zad. Šefer, I.)*, Zagreb, nepublicirano.

Hidroprojekt-ing (2012): *Opremanje – uključivanje „CS Bačvica“ u vodoopskrbni sustav: Vodovod Hrvatsko primorje – Južni ogranak, glavni projekt (gl. projekt Jelić, L.)*, Zagreb, nepublicirano.

Horvat, B.; Rubinić, J. (2006): *Annual runoff estimation - an example of karstic aquifers in the transboundary region of Croatia and Slovenia*. Hydrological Sciences Journal, 51(2), 314-324.

IGI (1976): *Područje Senj – Karlobag, Perspektivnosti priobalnih uzvora i vrulja za vodoopskrbu (nos. zad. Pavičić, A.)*, Zagreb, nepublicirano.

IPZ (1977): *Vodoistražni radovi u uvali Stari porat (nos.zad. Franić, D.)*, Zagreb, nepublicirano.

IPZ (1979): *Izvorište Bačvica, probno crpljenje vode(nos.zad. Janković, D.)*, Zagreb, nepublicirano.

IPZ (1983): *Vodovod Hrvatsko primorje – Južni ogranak, izvorište Bačvica, Dopunska injekciona zavjesa (nos.zad. Janković, D.)*, Zagreb, nepublicirano.

IPZ (1981): *Vodovod Hrvatsko primorje – Južni ogranak, Izvedbeni projekt crpna stanica Bačvica, izvorište Bačvica, Sanitarna zaštita izvorišta (nos.zad. Janković, D.)*, Zagreb, nepublicirano.

JVP Labin (1991): *Akumulacija Kosinjski – registracija nultog stanja korespondentnih izvora u priobalju 1989.-1990. (nos. zad. Rubinić, J.)*, Labin, nepublicirano.

Langbein, W. B., (1962): *The water supply of arid valleys in intermountain regions in relation to climate*. IAHS Bull, 7(1), str. 34-39.

Mamužić, P, Milan, A., Korolija, B., Borović, I., Majcen, Ž. (1969): *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Rab L33-114*. Institut za geološka istraživanja, Zagreb; Savezni geološki institut, Beograd.

Mamužić, P, Milan, A. (1973): *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Rab L33-114*. Institut za geološka istraživanja, Zagreb; Savezni geološki institut, Beograd.

Mamužić, P., Sokač, B., Velić, I. (1970): *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Silba L33-126*. Institut za geološka istraživanja, Zagreb; Savezni geološki institut, Beograd.

Mamužić, P., Sokač, B. (1973): *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Silba L33-126*. Institut za geološka istraživanja, Zagreb; Savezni geološki institut, Beograd.

Mangin, A. (1984): *Pour une meilleure connaissance des systemes hydrologiques a partir des analyses correlative et spectrale*. Journal of Hydrology, 67(1-4), str. 25-43.

Pavičić, A., Renić, A. (1988): *Akumulacijsko jezero Kosinjski HE Otočac. Idejni projekt. Bojenje podzemnih voda*. Fond str. dok. HGI, Zagreb, nepublicirano.

Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 25/13, 141/13 i 128/15)

Pravilnik o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 66/11) i Pravilnikom o izmjenama pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta (NN 47/13)

Rubinić A. (2014): *Identifikacija vrulja i priobalnih izvora na području sjevernog Jadrana pomoću infracrvenih termalnih satelitskih snimaka*, Zbornik sažetaka radova Prvog hrvatskog speleološkog kongresa, Poreč, 24.-27.11.2010., 49-50.

Rubinić, J.; Horvat, B.; Kuhta, M; Stroj, A., (2007):. *Analiza izdašnosti priobalnih izvora na području Opatije korištenjem termalnih infracrvenih satelitskih snimaka*. U: Gereš, D., ur., *Hrvatske vode i Europska Unija - izazovi i mogućnosti: zbornik radova, 4. hrvatska konferencija o vodama, Opatija, 17.-19. svibnja 2007.* Zagreb: Hrvatske vode, str. 211-216.

Rubinić, J.; Travica, T.; Ružić, I.; Oštrić, M., (2007): *Hidrologija krških priobalnih izvora s područja Novog Vinodolskog i Podvelebitskog primorja*. U: Gereš, D., ur., *Hrvatske vode i Europska Unija - izazovi i mogućnosti: zbornik radova, 4. hrvatska konferencija o vodama, Opatija, 17.-19. svibnja 2007.* Zagreb: Hrvatske vode, str. 447-454.

Rubinić, J.; Zwicker, G. (2011): *Hidrologija sustava Plitvičkih jezera i gornjeg toka Korane – praćenja, spoznaje i izazovi*. U: Šutić, B.; Mataija, I.; Šikić, Z.; Dujmović, A.; Ružić, V.; Brozinčević, A., ur., *Zbornik radova znanstveno-stručnog skupa Nacionalnog parka Plitvička jezera*, str. 46-59.

Sever, Z., Franković, B., Pavlin, Ž., Stanković, V., Batić, M., Margeta, T., Jakovinac, V (2000): *Hrvatska elektroprivreda*, Zagreb, 252.

Stroj, A. (2010): *Podzemni tokovi u zaleđu krških priobalnih izvora na području Velebitskog kanala*, disertacija, RGN fakultet, Zagreb, nepublicirano.

Šušnjar, M., Bukovac, J., Nikler, L., Crnolatac, I., Milan, A., Šikić, D., Grimani, I., Vulić, Ž., Blašković, I. (1970, 1973): *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Crikvenica L33-102*. Institut za geološka istraživanja, Zagreb; Savezni geološki zavod, Beograd.

Travica, T. (2006): *Hidrološka analiza izvora Klenovačka Žrnovnica i priobalnih podvelebitskih izvora*, diplomski rad, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, nepublicirano.

Turc, L. (1954): *Le biland' eau des sols, relation entve les precipitations, l' evaporation et iecoulment*. Troisiesme journees del' hydraulique a Alger.

Turner, S. (1960): *Bojenje Markovog ponora u Lipovom polju*. Arhiv DHMZ, 55, Zagreb.

Velić, I., Bahun, S., Sokač, B., Galović, I. (1974): *Osnovna geološka karla SFRJ 1:100.000, List Otočac L33-115*. Institut za geološka istraživanja, Zagreb; Savezni geološki institut, Beograd.

Velić, I., Bahun, S., (1976): *Osnovna geološka karla SFRJ 1:100.000, Tumač za list Otočac L33-115*. Institut za geološka istraživanja, Zagreb; Savezni geološki institut, Beograd.

Velić, I., Sokač, B. (1981): *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Ogulin L33-103*. Geološki zavod, Zagreb; Savezni geološki institut, Beograd.

Velić, I., Sokač, B., Ščavničar, B. (1982): *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Ogulin L33-103*. Geološki zavod, Zagreb; Savezni geološki institut, Beograd, 46.

Vodovod Hrvatsko primorje – Južni ogranak (2013): *Priručnik upravljanja sigurnošću vode*, Senj, nepublicirano.

[www.hrvatske-ceste.hr/brojanje prometa na cestama Republike Hrvatske 2010.](http://www.hrvatske-ceste.hr/brojanje_prometa_na_cestama_Republike_Hrvatske_2010)

15. PRILOZI