

ELABORAT

IZVORIŠTA JADRA I ŽRNOVNICE

SPLIT



ZONE SANITARNE ZAŠTITE

Zagreb, rujan 2010.god.

NARUČITELJ RADOVA:

Općina Lečevica
Lečevica
Trg Ante Bužančića Tice 1

IZVOĐAČ RADOVA:

GEO-CAD d.o.o.
Z A G R E B
M. Gandhija 2

UGOVOR BR.:

Klasa: 022-05/10-02/2
Ur. broj: 2134/03-3-10-5
od 09.07.2010. god.

IZRADA ELABORATA:

Darko Klanjec, dipl.ing.geol.
Miroslav Donevski, dipl.ing.geol.

Direktor:

Darko Klanjec, dipl.ing.geol.

S A D R Ź A J

1./ Opći dio

- preslika Izvadka iz sudskog registra
- rješenje ministarstva Poljoprivrede o ispunjenju posebnih uvjeta za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških radova -hidrogeološka i geofizička istraživanja

2./ I. Faza istraživanja

2.1.	UVOD	...	2 - 3
2.2.	PREGLED DOSADAŠNJIH HIDROGEOLOŠKIH I HIDROLOŠKIH ISTRAŽIVANJA SLIVA JADRA I ŽRNOVNICE	...	2 - 9
2.2.1.	Osvrt na dosadašnja hidrogeološka istraživanja sliva	...	2 - 9
2.2.2.	Provedena trasiranja i ustanovljene podzemne vodne veze	...	2 -12
2.3.	GEOLOŠKE ZNAČAJKE	...	2 - 17
2.3.1.	Litostratigrafske karakteristike stijena	...	2 - 17
2.3.1.1.	Perm	...	2 - 17
2.3.1.1.1.	Šupljikave vapnenačke breče (1P_3)	...	2 - 18
2.3.1.1.2.	Glinoviti vapnenci (1P_3)	...	2 - 18
2.3.1.2.	Trijas	...	2 - 19
2.3.1.2.1.	Sajske naslage (T_1^1)	...	2 - 19
2.3.1.2.1.1.	Pješčenjaci	...	2 - 20
2.3.1.2.1.2.	Šejlovi	...	2 - 20
2.3.1.2.2.	Kampilske naslage (T_1^2)	...	2 - 20
2.3.1.2.2.1.	Laporoviti vapnenci	...	2 - 21
2.3.1.2.2.2.	Klastiti	...	2 - 21
2.3.1.2.3.	Anizičke naslage (T_2^1)	...	2 - 21
2.3.1.2.3.1.	Dolomiti i vapnenc	...	2 - 22
2.3.1.2.3.2.	Breče	...	2 - 23
2.3.1.3.	Jura	...	2 - 23
2.3.1.3.1.	Malmski vapnenci (J_3)	...	2 - 24
2.3.1.4.	Kreda	...	2 - 25
2.3.1.4.1.	Donja kreda (K_1)	...	2 - 26

2.3.1.4.2. Cenoman (K_2^1)	...	2 - 26
2.3.1.4.3. Turon (K_2^2)	...	2 - 27
2.3.1.4.4. Senon (K_2^3)	...	2 - 28
2.3.1.5. Paleogen	...	2 - 29
2.3.1.5.1. Liburnijske naslage ("Kozina slojevi")	...	2 - 30
2.3.1.5.2. Foraminiferski vapnenci	...	2 - 30
2.3.1.5.3. Gornjo eocenski fliš	...	2 - 31
2.3.1.6. Neogen	...	2 - 33
2.3.1.6.1. Eocensko-miocenski klastiti	...	2 - 34
2.3.1.6.2. Breče Mosora, Prominske naslage	...	2 - 35
2.3.1.7. Kvartar	...	2 - 36
2.3.2. Recentni strukturni sklop	...	2 - 37
2.3.2.1. Strukture i rasjedi	...	2 - 37
2.3.2.2. Tektonska aktivnost, odnosi i pomaci struktura	...	2 - 37
2.4. GEOMORFOLOŠKE ZNAČAJKE	...	2 - 41
2.4.1. Okršenost područja sliva	...	2 - 41
2.4.2. Speleološki objekti	...	2 - 42
2.5. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE	...	2 - 45
2.6. HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE	...	2 - 47
2.6.1. Hidrogeološka obilježja stijena i terena	...	2 - 48
2.6.1.1. Propusne stijene	...	2 - 50
2.6.1.2. Djelomično nepropusne stijene	...	2 - 51
2.6.1.3. Djelomično propusne stijene	...	2 - 51
2.6.1.4. Nepropusne stijene	...	2 - 52
2.6.1.5. Naslage neizmjeničnih svojstava	...	2 - 53
2.6.2. Opis vodonosnika	...	2 - 54
2.6.3. Dinamika podzemnih voda	...	2 - 54

3./ Elaborat zone sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice

3.1. TEHNIČKI OPIS VODOZAHVATNOG OBJEKTA	...	3 - 3
3.1.1. Zahvat vode na izvorištu Jadra	...	3 - 4
3.1.2. Zahvat vode na izvorištu Žrnovnica	...	3 - 5

3.2. PRIJEDLOG GRANICA ZONA SANITARNE ZAŠTITE	...	3 - 7
3.2.1. IV. zona sanitarne zaštite	...	3 - 7
3.2.2. III. zona sanitarne zaštite	...	3 - 9
3.2.3. II. zona sanitarne zaštite	...	3 - 10
3.2.4. I. zona sanitarne zaštite	...	3 - 11
3.3. HIDROGEOLOŠKI OPIS ZONA	...	3 - 13
3.3.1. IV. zona sanitarne zaštite	...	3 - 13
3.3.2. III. zona sanitarne zaštite	...	3 - 14
3.3.3. II. zona sanitarne zaštite	...	3 - 14
3.3.4. I. zona sanitarne zaštite	...	3 - 15
3.4. HIDROLOŠKE ZNAČAJKE	...	3 - 16
3.4.1. Rijeka Jadro	...	3 - 16
3.4.2. Rijeka Žrnovnica	...	3 - 17
3.4.3. Rijeka Cetina	...	3 - 19
3.5. PRIKAZ KAKVOĆE VODE	...	3 - 23
3.5.1. Pokazatelji onečišćenja izvorskih voda Jadra i Žrnovnice...	...	3 - 24
3.5.1.1. Ocjena stanja kakvoće	...	3 - 24
3.5.1.2. Analize trenda pokazatelja onečišćenja	...	3 - 25
3.6. KATASTAR ONEČIŠĆIVAČA	...	3 - 32
3.6.1. Potencijalni i aktivni zagađivači na području sliva	...	3 - 32
3.6.2. Zagađivači prema gospodarskim djelatnostima	...	3 - 34
3.6.2.1. Kamenolomi	...	3 - 34
3.6.2.2. Pogoni za proizvodnju građevinskog materijala...	...	3 - 37
3.6.2.3. Poslovne i radne zone	...	3 - 38
3.6.2.4. Industrijski objekti	...	3 - 44
3.6.2.5. Benzinske stanice	...	3 - 45
3.6.2.6. Cestovne građevine	...	3 - 47
3.6.2.7. Poljoprivreda	...	3 - 54
3.6.2.8. Svinjogojske, peradarske i stočarske farme	...	3 - 55
3.6.2.9. Prehrambena industrija	...	3 - 58
3.6.2.10. Odlagališta otpada	...	3 - 58
3.7. ANALIZA PRIRODNOG SUSTAVA I UTJECAJA ČOVJEKA	...	3 - 63

3.8. PRIJEDLOG MJERA ZAŠTITE	...	3 - 65
3.8.1. Katastar važnijih jama i ponora	...	3 - 68
3.9. PRIJEDLOG SANACIJSKIH RADOVA	...	3 -107
3.9.1. Domaćinstva	...	3 -108
3.9.2. Prometnice	...	3 -108
3.9.3. Važnije jame i ponori	...	3 -110
3.10. PRIJEDLOG REŽIMA RADA IZVORIŠTA	...	3 -112
3.11. LITERATURA		

P R I L O Ž I

- 1.1. GEOLOŠKA KARTA SLIVA IZVORA JADRA I ŽRNOVNICE M = 1 : 50 000
- 1.2. KOMPILACIJSKI GEOLOŠKI PROFILI M = 1 : 50 000
- 1.3. KARTA RECENTNOG STRUKTURNOG SKLOPA SLIVNOG PODRUČJA IZVORIŠTA JADRA I ŽRNOVNICE m = 1 : 50 000
- 2.1. HIDROGEOLOŠKA KARTA SLIVA IZVORA JADRA I ŽRNOVNICE M = 1 : 50 000
- 2.2. DETALJNA HIDROGEOLOŠKA KARTA BLISKOG ZALEĐA IZVORA JADRA M = 1 : 5 000
- 2.3. DETALJNA HIDROGEOLOŠKA KARTA BLISKOG ZALEĐA IZVORA ŽRNOVNICE M = 1 : 5 000
3. SITUACIJA III. I IV. ZONE SANITARNE ZAŠTITE M = 1 : 50 000
4. SITUACIJA II. ZONE SANITARNE ZAŠTITE M = 1 : 25 000
5. SITUACIJA I. ZONE SANITARNE ZAŠTITE M = 1 : 1 000
6. SITUACIJA POTENCIJALNIH I AKTIVNIH ZAGAĐIVAČA NA PODRUČJU SLIVA JADRA I ŽRNOVNICE M = 1 : 50 000
7. SITUACIJA OZNAKA ZONA SANITARNE ZAŠTITE NA PODRUČJU SLIVA JADRA I ŽRNOVNICE M = 1 : 100 000

1./ Opći dio

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

080233457

OIB:

76913789661

TVRTKA:

- 1 GEO-CAD d.o.o. za geologiju, informatiku i usluge
- 1 GEO-CAD, d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

- 1 Zagreb (Grad Zagreb)
- Mahatma Gandhija 2

PRAVNI OBLIK:

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 01.25 - Uzgoj ostalih životinja
- 1 * - izrada geoloških, hidrogeoloških i inženjersko-geoloških elaborata i podloga
- 1 * - izrada geodetskih elaborata i podloga
- 1 * - zastupanje stranih tvrtki
- 2 30 - Proizvodnja uredskih strojeva i računala
- 2 72 - Računalne i srodne djelatnosti
- 2 * - kupnja i prodaja robe
- 2 * - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- 2 * - pružanje usluga informacijskog društva
- 3 * - stručni poslovi prostornog uređenja
- 3 * - projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina
- 3 * - nadzor nad gradnjom
- 3 * - obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje
- 3 * - tehničko ispitivanje i analiza
- 3 * - istraživanje i razvoj iz područja geofizike i geologije
- 3 * - površinski i podzemni mjerni radovi (mjerna bušenja)

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 1 Darko Klanjec, OIB: 55193571181
- Zagreb, Gandhija 2
- 1 - jedini osnivač d.o.o.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 1 Darko Klanjec, OIB: 55193571181

D004, 2013-04-09 11:35:21



Stranica: 1 od 3

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- Zagreb, Gandhia 2
1 - direktor
1 - zastupa društvo pojedinačno i samostalno

TEMELJNI KAPITAL:

- 1 29.900,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Temeljni akt:

- 1 Izjava o izmjenama i dopunama akta o osnivanju od 30. listopada 1995. godine
- 2 Izjava o izmjenama i dopunama akta o osnivanju od 30. listopada 1995. izmijenjena u cijelosti odlukom člana/osnivača od 29. siječnja 2004. i dobila novi naziv Izjava GEO-CAD d.o.o. za geologiju, informatiku i usluge od 29. siječnja 2004. Izjava GEO-CAD d.o.o. za geologiju, informatiku i usluge od 29. siječnja 2004. dostavljena Sudu za zbirku isprava.
- 3 Odlukom osnivača/člana Društva od 28.02.2012. godine Izjava GEO-CAD, d.o.o. od 29.01.2004. zamijenjena u cijelosti novom Izjavom GEO-CAD, d.o.o. Izjava GEO-CAD, d.o.o. od 28.02.2012. dostavljena je Sudu za zbirku isprava.

Promjene temeljnog kapitala:

- 1 Odluka o povećanju temeljnog kapitala od 30. listopada 1995. godine sa 13.200,00 kn za 16.700,00 kn na 29.900,00 kn

OSTALI PODACI:

- 1 Subjekt je bio upisan kod Trgovačkog suda u Zagrebu na reg.ul.br. 1-60176

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	10.07.12	2011	01.01.11 - 31.12.11	

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-95/12395-4	29.06.1998	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-04/749-2	05.03.2004	Trgovački sud u Zagrebu
0003 Tt-12/3466-2	02.03.2012	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	30.06.2009	elektronički upis
eu /	17.05.2010	elektronički upis
eu /	04.07.2011	elektronički upis
eu /	10.07.2012	elektronički upis

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

U Zagrebu, 09. travnja 2013.

Ovlaštena osoba





REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE

10000 Zagreb, Ul. grada Vukovara 220

KLASA: UP/I-325-07/12-01/01
URBROJ: 525-12/0985-12-3
Zagreb, 21. svibnja 2012. godine



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 4. 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-CAD d.o.o., Zagreb, Mahatma Gandhija 2, za izdavanje rješenja o ispunjenju posebnih uvjeta za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških radova – hidrogeološka istraživanja i geofizička istraživanja, donosi

RJEŠENJE

- 1) Utvrđuje se da društvo GEO-CAD d.o.o., Zagreb, Mahatma Gandhija 2, matični broj subjekta (MBS) 080233457 osobni identifikacijski broj (OIB) 76913789661, ispunjava posebne uvjete za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških radova, i to:
 - hidrogeološka istraživanja i
 - geofizička istraživanja.
- 2) Ovo rješenje važi do 21. svibnja 2022. godine.
- 3) Društvo GEO-CAD d.o.o., Zagreb, Mahatma Gandhija 2, 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-CAD d.o.o., Zagreb, Mahatma Gandhija 2, podnijelo je dana 14. ožujka 2012. godine neposredan zahtjev za izdavanje rješenja o ispunjenju posebnih uvjeta za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških radova – hidrogeološka istraživanja i geofizička istraživanja, uz koji je priložilo dokumentaciju sukladno člancima 12. i 14. Pravilnika.

Zahtjev je osnovan.

Pomoćnik ministra poljoprivrede je Odlukom KLASA: UP/I-325-07/12-01/02, URBROJ: 525-12/0985-12-1 od 26. ožujka 2012. osnovao stalno Povjerenstvo za provedbu dokaznog dijela postupka utvrđivanja posebnih uvjeta za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških radova: hidrogeoloških istraživanja, geofizička istraživanja i bušenje istražnih bušotina i zdenaca (certifikacijski postupak), kako bi se utvrdile sve činjenice odlučne za ishod postupka sukladno članku 15. stavcima 1. i 3. *Pravilnika*.

U dokaznom dijelu certifikacijskog postupka očevitom na licu mjesta u sjedištu podnositelja zahtjeva, o čemu je sastavljen Zapisnik dana 27. travnja 2012. godine i naknadnom analizom prikupljene dokumentacije o čemu je sastavljen Zapisnik dana 21. svibnja 2012. godine *Povjerenstvo* je utvrdilo da je podnositelj zahtjeva, društvo GEO-CAD d.o.o., Zagreb, Mahatma Gandhija 2, dokazala ispunjavanje posebnih uvjeta za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških radova – hidrogeološka istraživanja i geofizička istraživanja propisanih člankom 3. i člankom 4. *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-CAD d.o.o., Zagreb, Mahatma Gandhija 2,
2. Trgovački sud u Zagrebu, Amruševa 2/II,
3. Hrvatske vode, Direkcija,
4. Odjel državne vodopravne inspekcije, ovdje,
5. Referada, ovdje,
6. Pismohrana ovdje.

2./ I. Faza istraživanja

2.1. UVOD

Prema ugovoru: Klasa: 022-05/10-02/2, Ur. broj: 2134/03-3-10-5 od 09.07.2010. god., poduzeće **"GEO-CAD" d.o.o.** Zagreb, preuzelo je obvezu izrade elaborata **"Izvorišta "Jadra" i "Žrnovnice" – Split – Zone sanitarne zaštite"**.

Prema Pravilniku o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta (na temelju članka 43. Zakona o vodama (NN br. 107/95) - NN br. 55/2002) – članak 3. - izvorište koje se koristi ili je rezervirano za javnu vodoopskrbu mora biti zaštićeno od onečišćenja i namjernog ili slučajnog zagađenja te od drugih utjecaja koji mogu nepovoljno djelovati za zdravstvenu ispravnost voda ili njezinu izdašnost.

Zaštita izvorišta iz stavka 1. ovog članka za izvorišta koja se koriste za javnu vodoopskrbu provodi se na temelju mjera propisanih odlukom o zaštiti izvorišta. Za planirana izvorišta za javnu vodoopskrbu provodi se rezervacija prostora u dokumentu prostornog uređenje, na temelju elaborata o utvrđivanju zona iz članka 6. navedenog Pravilnika.

Izvorišta Jadra i Žrnovnice nalaze se na području grada Splita u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Splitsko-dalmatinska županija prostorno je najveća županija Hrvatske – ukupne površine 14.045 km², od čega na površinu kopna otpada 4.572 km², odnosno 32,5%.



Slika 1. Položaj Splitsko-dalmatinske županije u RH

Nalazi se u središnjem dijelu južne Hrvatske, na prostoru povijesne pokrajine Dalmacije. Županija se proteže, od Vrlike na sjeveru do otoka Visa i Palagruže na jugu, od Marine na zapadu do Vrgorca i Gradaca na istoku. Županija na sjeveru graniči s Republikom Bosnom i Hercegovinom, na istoku s Dubrovačko-neretvanskom, na jugu morskom granicom s Italijom, te na zapadu s Šibensko-kninskom županijom.

Tri se područja Županije razlikuju uslijed geografskih, položajnih, razvojnih i ambijetalnih vrijednosti: zaobalje, priobalje i otoci.

Zaobalje karakterizira veliko prostranstvo, te kontinentalne osobine tla, klime i reljefa.

Priobalje je uski rubni pojas koji omeđuje priobalne planine Vilaja, Kozjak, Mosor, Biokovo i more s prosječnom širinom pojasa od oko 5 km.

Otočno područje sastoji se od 74 otoka i 57 hridi i grebena. Veličinom i naseljenošću izdvaja se 5 otoka, a to su: Čiovo, Šolta, Brač, Hvar i Vis. Naseljeno je još 6 otoka: Veli Drvenik, Mali Drvenik, Sv. Klement, Šćedro, Biševo i Sv. Andrija. Otoci su karakterizirani izrazitom mediteranskom klimom.

U kopnenoj strukturi prostora Županije prevladavaju:

- šumske površine (2.051,6 km² ili oko 45,4% od ukupne površine);
- poljoprivredne površine (991,4 km² ili oko 22% od ukupne površine);
- izgrađene površine (120 km² ili oko 2,6% od ukupne površine);

dok preostalih 30% površine Županije čine vodene površine (jezera vodotoci, akumulacije), zaštićene cjeline (prirodne i graditeljske baštine) i neplodne površine.

Općenito se može reći da je Županija niske nastanjenosti, pretežito disperzirane izgrađenosti prostora, izuzev županijskog središta i priobalnog pojasa, koji predstavlja veliku vrijednost za budući razvitak Županije. Grad Split je trgovački i prometni centar Županije s trgovačkom i putničkom lukom. Split je jedna od najznačajnijih prometnih točaka na Jadranu, iz kojeg postoje prometne veze sa svim županijskim naseljima na kopnu i otocima, drugim mediteranskim lukama i zračnim lukama u svijetu.

Najveće jezero Županije je Peruča (površine 13 km²), a najduža rijeka je Cetina (dužine 101 km).



Slika 2. Splitsko-dalmatinska županija

Cijelo područje gradova Splita, Solina, Kaštela i Trogira, te općina Podstrana, Klis, Seget i Okrug vodom se opskrbljuje s krškog izvorišta rijeke Jadra. Slivno područje Jadra seže duboko u zaleđe splitskog bazena i graniči sa slivovima izvora Pantana na zapadu, rijeke Čikole na sjeveru, i rijeke Cetine na istoku, a na osnovi dosadašnjih hidrogeoloških studija pretpostavlja se da površina sliva Jadra iznosi oko 300 km². Novija istraživanja dokazala su da na istočnom rubu sliva Jadra i Žrnovnice postoji podzemna veza sa vodom rijeke Cetine.

Izvor rijeke **Jadro** nalazi se oko 2,5 km sjeverozapadno od Solina, na području Majdana na koti od 34,6 m.n.m., a ukupna duljina rijeke do ušća u Solinski zaljev je oko 4,5 km. U srednjem toku se sastoji od glavnog korita i tri rukavca koja su oko 1,0 km prije ušća u more opet spojena u zajedničko korito. Najveći dio rijeke Jadro je reguliran, ali još uvijek ne u potpunosti.

Kao značajno vodeno stanište endemske podvrste mekousne pastrve, gornji tok ove rijeke je proglašen zaštićenim područjem prirode u kategoriji posebnog ihtiološkog rezervata. Srednja godišnja izdašnost izvorišta iznosi malo više od $9,0 \text{ m}^3/\text{s}$, a srednji protjecaj u mjesecu kolovozu, kad je izdašnost izvorišta minimalna, iznosi oko $4,5 \text{ m}^3$.



Slika 3. Izvor Jadra

Voda izvora Jadra je voda kalcijsko-hidrogen-karbonatnog tipa. Sadrži relativno mali isparni ostatak, male je mineralizacije i ima malu ukupnu ($11,9\text{-}12,3 \text{ }^\circ\text{nj}$) i karbonatnu ($10,3\text{-}11,0 \text{ }^\circ\text{nj}$) tvrdoću (Vodovod i kanalizacija d.o.o. Split - djelatnost - vodoopskrba, Web). Temperatura vode izvora Jadro kreće se u granicama od $10 - 15^\circ \text{C}$, a srednja godišnja temperatura je $12,6^\circ \text{C}$. Ta se temperatura može smatrati optimalnom. PH vrijednost vode kreće se od $7,7 - 8,2$ i nalazi se u dopuštenim granicama ($6,5 - 8,0$). U sušnom dijelu godine voda sadrži više klorida od tipičnih krških voda no još uvijek s $13 - 22 \text{ mg/l}$ daleko ispod dopuštene granice od 200 mg/l .

Nijedan rezultat sadržaja teških metala za period od 1975. do 2010. god. nije prelazio MDK vrijednosti za pitku vodu. Voda izvora Jadra zamućuje se iznad 10°SiO_2 $8,2 - 13,5\%$ dana na godinu. Do zamućivanja dolazi za velikih oborina i obično traje relativno kratko. Mutnoća izvora Jadro rijetko prelazi 40°SiO_2 , a njezino uklanjanje predviđa se u etapi realizacije poboljšanja i dogradnje vodoopskrbnog sustava (D. Mihelčić, R. Lalić, Vodoopskrbni sustav Split-Solin-Kaštela-Trogir, časopis Građevinar br. 56, 2004. god.)

Glede bakteriološkog zagađenja, voda izvora kloriranjem se dovodi u higijenski ispravno stanje prije ulaska u vodoopskrbni sustav

Izvor Jadra najznačajniji je objekt u vodoopskrbnom sustavu grada Splita. Zbog naglog razvoja grada došlo je do znatnih promjena u širem priljevnom području, ali i u neposrednoj blizini samog izvorišta. U zadnjih nekoliko godina došlo je do dinamične urbanizacije na području cijelog sliva, što nažalost uzrokuje i znatne negativne promjene u kakvoći podzemne vode, a posebno u odnosu na sve učestaliju pojavu prekomjernog zamućenja (Vodovod i kanalizacija d.o.o. Split - djelatnost - vodoopskrba, Web).

Rijeka **Žrnovnica** izvire u podnožju Mosora, a ulijeva se u more u stobrečkoj uvali. Žrnovnica je krška rijeka bržeg toka s manjim slapovima i dosta brzaka. Žrnovnica teče kroz istoimeno mjesto i ulijeva se u more svega nekoliko kilometara od Splita u smjeru Omiša.

Izvorište Žrnovnice sastoji se od nekoliko manjih izvora koji se javljaju na širem području u visinskom rasponu od 77,0 do 88,0 m.n.m. Minimalna izmjerena izdašnost ovog izvorišta iznosi 250 l/s (09.09.1993. god.), a maksimalna 19 100 l/s (18.12.2004. god.).

Voda izvora Žrnovnica je voda kalcijsko-hidrogen-bikarbonatnog tipa. Sadrži relativno mali isparni ostatak, male je mineralizacije i ima ukupnu (180 -226 mg CaCO₃/l) i karbonatnu (165 -186 mg CaCO₃/l) tvrdoću (u periodu od 2004. - 2010. god). Temperatura vode izvora Jadro kreće se u granicama od 12.1 - 14.6° C, a srednja godišnja temperatura je 13,46° C. Ta se temperatura može smatrati optimalnom. PH vrijednost vode kreće se od 7,75 - 8,32 i nalazi se u dopuštenim granicama (6,5 - 8,5).

Rijeka Žrnovnica u svom gornjem toku prolazi kroz kanjon koji je slabo dostupan ljudima, pa je zato taj dio najočuvaniji. Donjim dijelom obale rijeke napravljena je šetnica, a ostatak obale obrasao je vrbom i smokvom s malo vodene vegetacije. Rijeka Žrnovnica duga je točno 4 800 metara.

Naselje Žrnovnica se nalazi u primorskom pojasu srednjeg Jadrana. Udaljena je 4 kilometra istočno od Splita. Nalazi se u kotlini sa svih strana okružena uzvisinama od kojih je najviša planina Mosor s najvišim vrhom na 1339 m (Kabal).

Naselje Žrnovnica ima kuće na najnižim nadmorskim visinama na razini mora do onih na Mosoru do 500 m. Uzvisine koje okružuju mjesto mlado su ulančano gorje i pripadaju Dinaridima. Pružaju se u smjeru SZ – JI. Od manjih brda koji stoje gotovo paralelno ističu se Perun (533m), Sridivica (Markovača)(433m), Gradac (436m).



Slika 4. Izvor Žrnovnice

2.2. PREGLED DOSADAŠNJIH HIDROGEOLOŠKIH I HIDROLOŠKIH ISTRAŽIVANJA SLIVA IZVORA JADRA I ŽRNOVNICE

2.2.1. OSVRT NA DOSADAŠNJA HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA SLIVA

Širi prostor područja sliva izvora Jadra i Žrnovnice s obzirom na raznolikost i opseg izrađenih regionalnih studija i izvješća za različite potrebe te objavljenih znanstvenih i stručnih radova dugi niz godina istraživan je na razini klasičnog geološkog i hidrogeološkog pristupa.

Zbog još uvijek otvorenih pitanja o granicama sliva i njegovom odnosu sa susjednim slivovima u ovom pregledu hidrogeoloških istraživanja, navedeni su i rezultati istraživanja rubnih dijelova sliva i dijelom susjednih područja poglavito na zapadnim granicama prema slivu izvora Pantan, vruljama Kaštelanskog zaljeva, vodozahvatima na području zaleđa Marine kod Trogira, Primoštena itd.

Prva studija koja obuhvaća i dio razmatranog prostora autorski pripada Jevremoviću, (*Jevremović, M. 1959, Osnovna geološka, hidrogeološka i inženjerskogeološka karta lista Šibenik-4 i Split-3, Fond str. dok. Geozavod, Beograd*) U studiji se na temelju prikazanih hidrogeoloških odnosa ocjenjuju lokacije pogodne za zahvate podzemnih voda. Zatim slijede istraživanja *Fritza i Bahuna (1960: Geološka, hidrogeološka, inženjerskogeološka istraživanja područja Dugo Polje, Fond str. dok. HGI Zagreb)* područja Muć-Bročanac-Dicmo-Dugopolje s istom namjenom. U studiji prvi put označavaju pretpostavljenu razvodnicu između slivova izvora Pantan i izvora Jadra. Nakon toga na „Osnovnoj hidrogeološkoj karti Kaštela-Omiš, mjerila 1: 25.000 *Komatina (1961: Tumač za osnovnu hidrogeološku kartu terena Kašteli-Omiš. Fond str. dokumentacije Geozavod, Beograd)* smješta razvodnicu između izvora Jadra i Pantana na planinu Kozjak. Također isti autor u svom radu iz 1975. (*Hidrogeološke odlike slivova centralnodinarskog karsta, rasprave Zavoda za geološka i geofizička istraživanja, Savezni geološki zavod Beograd*) godine odjeljuje slivove najznačajnijih izvora u Dalmaciji.

Na temelju izrađenih listova Osnovne geološke karte Republike Hrvatske M 1: 100.000, izrađene su u istom mjerilu hidrogeološke karte u okviru hidrogeološke studije koje su obuhvatile kopneni dio listova Split i Primošten (*Fritz, 1979; Fritz, Pavičić i Renić, 1984*).

U studijama izdvojena su područja s različitim hidrogeološkim funkcijama, načinjen je katastar vodnih objekata, a najznačajniji izvori opažani su tijekom tri hidrološke godine. Dio rezultata navedenih studija publiciran je u nekoliko znanstvenih radova (*Fritz, 1981; Fritz i Pavičić, 1986; Fritz, Renić i Pavičić, 1993; Šarin i dr. 1981*).

U tumaču Osnovne hidrogeološke karte Republike Hrvatske za listove Split-Primošten (*Fritz & Kapelj, 1998*) detaljno su opisana hidrogeološka obilježja područja koja dijelom pripadaju i slivu Jadra i Žrnovnice.

Institut za geološka istraživanja 1988. god. (*Fritz F. , 1988 - Izvori Jadro i Žrnovnica*, Dio hidrogeoloških istražnih radova potrebnih za prijedlog zona sanitarne zaštite izvora) provodi hidrogeološke istražne radove kojima su određene zone sanitarne zaštite izvorišta Jadro i Žrnovnica.

Novija hidrogeološka istraživanja sliva Jadra i Zrnovnice, provedena od 2000. godine na ovamo, bila su usmjerena uglavnom na istraživanje različitih aspekata zaštite podzemnih voda kroz studije utjecaja na okoliš s obzirom na brojne poslovne, uslužne, servisne, industrijske, prometne i ostale pretežito gospodarske objekte koji su u posljednjih šest godina izgrađeni ili se planiraju izgraditi u slivu izvora.

Ovdje svakako treba izdvojiti izgradnju novih poslovnih zona na području Dugopolja i Muća, zatim planirani objekti na Dicmanskom polju itd.

Nadalje, poznata činjenica što Jadranska autocesta prolazi zaštitnim zonama izvora Jadra i Žrnovnice, za potrebe projektiranja odvodnje oborinskih voda, rezultiralo je s više studija utjecaja na podzemne vode s prijedlozima dispozicije, pročišćavanja i upoja otpadnih voda s prometnice.

Uz svaki je priložen i prijedlog monitoringa za ispitivanje kvalitete okolnog tla, otpadnih voda u separatorima ulja, materijalu i vodi u lagunama i izvorskim vodama (*Kapelj J. et al. 1997, 1999, 2001, 2004*).

U zapadnom dijelu sliva Jadra i Zrnovnice provedena su složena geološka istraživanja na lokaciji „Kladnjice” - Lećeveica za potrebe izgradnje „Centra za gospodaranje komunalnim i neopasnim otpadom Splitsko-dalmatinske županije u Lećevici” (*Otujić et al. 2004, Knjiga I i II*).

Na površini područja predviđenog za izgradnju Centra koji iznosi oko 1500 x 4000 m izvedeni su sljedeći istražni radovi: Slikaogeološko - tektonsko snimanje građe terena, geofizička istraživanja (geoelektrično sondiranje, geoelektrična tomografija i plitka refrakcijska seizmika), izvedene su tri istražno-opažачke bušotine, karotažna mjerenja (KN, DN, SP, gama, gama-gama), ispitivanje zaglinjenosti pukotina te mjerenje hidrauličke provodljivosti u istražnim bušotinama (Slug, Lugeon, Lefranc), ispitivanje kakvoće vode istraživанog prostora i trasiranje podzemnog toka s područja predmetne lokacije. Autori smatraju lokaciju Kladnjice pogodnu za izgradnju Centra uz uvažavanje svih mjera zaštite, poglavito uz neophodnu izvedbu potpunog izoliranja odlagališta od podzemlja. Nakon toga slijedi izrada Studije o utjecaju na okoliš Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije u Lećevici (*Fundurulja et al. 2005*) koja je u dijelu koji se odnosi na hidrogeološke odnose koristila nešto noviju dokumentaciju. Hidrogeološka istraživanja predmetne lokacije Centra za gospodarenje otpadom nastavila su se i tijekom 2006. godine od strane Hrvatskog geološkog instituta (*Korbar et al. 2006*).

Hidrogeološki najopsežniji radovi koji su obuhvaćali područje cijelog sliva izvora Jadra i Žrnovnice s izradom hidrogeološkog informacijskog sustava bili su načinjeni za potrebe Vodovoda i kanalizacije, Split. Svi do tada raspoloživi podaci kao i rezultati provedenih istraživanja prikazani su u digitalnom obliku na podlozi mjerila 1: 25.000 i na temelju te baze podataka izrađenoj kompilacijskoj hidrogeološkoj karti područja sliva mjerila 1:100.000 uz odgovarajući tumač (*Kapelj S. et al. 2001, 2002*). Hidrogeološkim rekognosciranjem terena postojeće postavke o slivu Jadra i Žrnovnice nadopunjene su novim podacima.

Tijekom rekognosciranja terena s obzirom na hidrogeološka svojstva stijena izdvojeni su posebno osjetljivi dijelovi sliva s kojih se mogu očekivati negativni utjecaji na kakvoću podzemnih voda. Nadalje načinjena je i baza podataka za potencijalne onečišćivače u slivu te hidrogeokemijska obilježja i kakvoću podzemnih voda.

Za potrebe određivanja područja pretežitog napajanja i hidrogeoloških svojstava vodonosnika, provedena je analiza hidrogeokemijskih pokazatelja te stabilnih ($\delta^{18}\text{O}$, $\delta^2\text{H}$) i radioaktivnih izotopa (^3H).

Provedenim izotopnim istraživanjima ustanovljeno je postojanje dugozadržavajuće komponente toka u slivu izvora Jadro (aktivnost tricija je bila ispod granice određivanja) što je s aspekta vodoopskrbe i procjene vodnih zaliha vrlo povoljno.

Također uočeno je različito funkcioniranje dijela vodonosnog sustava koji se drenira na izvoru Jadra i dijela sustava koji se drenira na izvoru Žrnovnice. Bez obzira na činjenicu što glavina novih doprinosa na oba izvora potječe od zimskih oborina, različito vrijeme prolaza do mjesta istjecanja upućuje na različita mjesta pretežitog napajanja. Za izvor Jadra to je kontinentalni dio "sliva prema Muću, a za Žrnovnicu očekuje se doprinos iz smjera Strijanskog polja.

2.2.2. PROVEDENA TRASIRANJA I USTANOVLJENE PODZEMNE VODNE VEZE

Poznavanje podzemnih vodnih veza i prividnih brzina podzemnih tokova u kršu ima nekoliko primjena. Odnose se tako na hidrogeološku problematiku određivanja hidrogeoloških granica sliva, povezane su s odredbom zona sanitarne zaštite izvora pitke vode i koriste se za određivanje hidrodinamičkih uvjeta u vodonosniku.

U slivu Jadra i Žrnovnice do sada je provedeno jedanaest trasiranja. Tri su bila regionalnog karaktera, dva iz istočnog te jedno iz sjevernog rubnog dijela. Jedno trasiranje za potrebe hidrogeoloških istraživanja za određivanje upojnog mjesta za oborinske vode izvedeno je na području poslovne zone Podi na Dugopolju, tri za potrebe Studije (lit. 2) iz sjeverozapadnog rubnog dijela sliva a dva trasiranja provedena su za potrebe "Studije utjecaja na okoliš Centra za gospodarenje komunalnim i neopasnim otpadom Splitsko-dalmatinske županije" na prostoru Lećevice.

Trasiranja su se provodila prema slijedećem redoslijedu:

1. Prvo trasiranje (regionalno) provedeno je 11.09.1963. godine ubacivanjem trasera (Na-fluoresceina) u ponor kod Grabova Mlina u dolini rijeke Cetine u koji voda ponire u sušnom razdoblju. Tim trasiranjem dokazana je vodna veza ovog dijela terena s izvorima Jadro i Žrnovnica i sa izvorištem Studenci na području Kostanja u donjem dijelu kanjona.

Trasiranje je provedeno u sklopu izrade projektne dokumentacije za HE Đale i detaljnije je opisano u elaboratu (Geotehnika, 1975). Rezultati trasiranja su preuzeti iz Hidrogeološke studije općine Split (Fritz, 1979).

2. Trasiranje (regionalno) izvedeno je 14.01.1978. godine iz ponora Jablan u Mućkom polju u okviru izrade Hidrogeološke studije općine Split (Fritz, 1979). Ubačeno je 120 kg Na-fluoresceina, a u ponor je utjecao tok vode izdašnosti oko 300 l/s. Pojava boje je registrirana na izvorima Jadro i Žrnovnica s vrlo velikim prividnim brzinama od 10,58 cm/s (Jadro) i 12,18 cm/s (Žrnovnica).
3. Trasiranje (regionalno) ponora Čulina Mlinica kod Kljake provedeno je 24.10.1990. u sklopu radova za Osnovnu hidrogeološku kartu list Drniš (Fritz, 1990). U vrijeme trasiranja u ponor je poniralo oko 5 l/s vode. Ubačeno je 100 kg Na-fluoresceina. Trasiranje je izvedeno nakon dugog sušnog razdoblja neposredno prije prognozirane kiše. Opažanja su vršena na izvorima Torak, Jaruga, Ribnik, Pantan, Jadro i Žrnovnica. Rezultati provedenog trasiranja u vrijeme hidrološki niskih voda pokazuju sigurnu i izravnu vezu ponora s izvorom Torak i nešto slabiju s izvorom Jaruga. Prividne brzine tečenja podzemnih voda su vrlo male te iznose 0,77 cm/s (Torak) i 0,71 cm/s (Jaruga).
4. Trasiranje provedeno 28.03.1992. godine iz ponora Ponikva u Strijanskom polju kod Putišića (Renić, 1992) bilo je za potrebe određivanja zona sanitarne zaštite crpilišta Studenci. Ustanovljena je pojava trasera na Žrnovnici i Jadru uz prividne brzine podzemnog tečenja od 3,07 odnosno 3,80 cm/s.
5. U sklopu hidrogeoloških istražnih radova za kamenolom Klis -Kosa 1997. god. provedeno je trasiranje iz bušotine KK-2 u koju je ubačeno 6 kg Na-fluoresceina, te je bušotina "isprana" s 75 m³ vode. Opažanje je vršeno na tri mjesta - izvorima Jadro i Žrnovnica te na ispod mostića preko Ožrnskog potoka kod naselja Glavina. Traser se pojavio samo na izvoru Jadra, 86 sati nakon ubacivanja trasera pa prividna brzina podzemnog tečenja iznosi 0,56 cm/s.
6. Trasiranje bušotine B-2 na području Kladnjice za potrebe istraživanja lokacije Centra za gospodarenje komunalnim i neopasnim industrijskim otpadom za Splitsko-dalmatinsku županiju izvedeno je 16. kolovoza 2004. (Olujić, et al. 2004) u hidrološki sušnom razdoblju. Pojava boje opazala se na šest stalnih izvora, Jadro, Žrnovnica, Rupotina, Tupinolom, Radun i Pantan, do sredine prosinca 2004. godine. Nakon četiri mjeseca opažanja boja se nije pojavila niti na jednom od spomenutih izvora.

-
7. Trasiranje toka podzemne vode iz Golica ponora u Dugopolju provedeno je 12.02.2004. godine za potrebe idejnog rješenja dispozicije oborinskih voda s područja Poslovno građevinske zone Podi-Krč (Kapelj, 2004), Pojava trasera opazala se na izvorima Jadra i Žrnovnice, međutim dokazana je veza ponora samo s izvorom Jadra uz prividnu brzinu podzemnog tečenja od 1,22 cm/s.
8. Tijekom 2006. godine za potrebe daljnjih hidrogeoloških istraživanja na području predložene lokacije Centra za gospodarenje komunalnim i neopasnim otpadom za Splitsko-dalmatinsku županiju, izvedeno je trasiranje iz speleološkog objekta - prirodne jame na području Kladnjice dubine 32 m, a ubačeno je 60 kg Na-fluoresceina (Korbar et al, 2006).
- U opažanje su bili uključeni izvori Žrnovnica, Jadro, Tupinolom, Fuležina, Pantan, Marina, Ribnik, Jaruga I i II, Torak i Gospa Stomorija. Boja ie registrirana samo na izvoru Jadra 66 dana i 20 sati nakon ubacivanja trasera, a prividna brzina toka podzemne vode iznosila je 0.44 cm/s.
9. 2007. god. izvedeno je trasiranje iz bušotine dubine 50 m na području Mojanke za potrebe izrade Izvješća o hidrogeološkim istraživanjima za odlagalište otpada grada Sinja (lit. 6). U bušotinu je upumpano 35 kg Na-flouresceina, te je nakon ubacivanja trasera upumpano 222 m³ vode. Opažanje je vršeno na izvorištima Jadro, Žrnovnica i Studenci. Traser se pojavio samo na izvoru Jadro nakon 18 dana uz prividnu brzinu podzemnog tečenja od 1,018 cm/s.
10. Za potrebe izrade Studije (lit. 2) provedeno je 08.02.2008.god. trasiranje podzemne vode iz ponora u Postinju - najzapadniji od više registriranih ponora u Mućkom polju, ubačeno je 100 kg Na-flouresceina koji je ispran sa više od 520 m³ vode iz hidrantske mreže u kontinuiranom slijedu od 24 sata. Opažanje, odnosno uzimanje uzoraka podzemne vode provedeno je na 9 lokacija, od toga su 4 aktivna crpilišta javnog vodovoda (Žrnovnica, Jadro, Jaruga i Čikola), zatim crpilište Torak koje se ne koristi, te 4 priobalna izvora (Pantan, Mandrača, Grebaštica i Ribnik). Traser se najprije, nakon 19 dana pojavio na izvoru Ribnik u Morinjskom zaljevu, pri čemu je registrirana prividna brzina podzemnog tečenja od 2,179 cm/s. Sljedeća pojava registrirana je 23.03.2008. na izvoru Jadro sa prividnom brzinom podzemnog tečenja od 0,533 cm/s.

Četiri dana kasnije (27.03.2008.) pojava trasera registrirana je na izvoru Mandrača u Marini sa prividnom brzinom podzemnog tečenja od 0,759cm/s. Na ostalim opažanim mjestima nije bilo pojave trasera.

11. Za potrebe izrade Studije (lit.2) provedeno je 15.01.2010.god. u 9³⁰ sati trasiranje podzemne vode iz Bazinog ponora uz jugozapadni rub Biskog polja kod zaseoka Bulati. Ubačeno je 50 kg Na-flouresceina u potok uzvodno od ponora kojim je u tom trenutku teklo oko 150-200 l vode. Prirodan dotok prema ponoru trajao je do 21 sat istog dana, nakon čega je kapacitet toka oslabio na cca 20 l/s, a traser je u potpunosti ispran i ubačen u podzemlje.

Opažanje, odnosno uzimanje uzoraka podzemne vode provedeno je na 3 aktivna crpilišta javnog vodovoda (Žrnovnica, Jadro i Studenci), te jedno kontrolno mjesto na mostu u Blatu na Cetini. Traser se najprije nakon 3 dana pojavio na izvoru Jadro, pri čemu je registrirana prividna brzina podzemnog tečenja od 6,689 cm/s. Sljedeća pojava registrirana je 21.01.2008. na izvoru Žrnovnica sa prividnom brzinom podzemnog tečenja od 1,898 cm/s.

Provedena trasiranja prikazana su u tabeli 1.

Navedenim trasiranjima nije prestala potreba za dodatnim trasiranjima u slivu. Izgradnja novih objekata različitih namjena u područjima šticećenim zonama sanitarne zaštite izvorišta pitke vode zahtijevat će dodatna mikrozoniranja prostora s obveznim ispitivanjem prividne brzine podzemnog tečenja prema izvorima.

Tabela 1.

Trasirani ponor (jama -bušotina)	Izvorište Jadro			Izvorište Žrnovnica		
	Vrijeme dotoka (sati)	Brzina tečenja (cm/s)	Udaljenost (m)	Vrijeme dotoka (dana)	Brzina tečenja (m/s)	Udaljenost (m)
Grabov Mlin r. Cetina (1963.)	?	?	15330	?	?	12100
Jablan Mučko polje (1978.)	?42,06	10,58	16020	?43,91	12,18	19250
Čulina Mlinica Kljak (1990.)	-	-	30700	-	-	34900
Ponikva Strijansko polje (1992.)	?114,47	3,80	15660	?83,33	3,07	11100
Bušotina KK-2 Klis-Kosa (1997.)	86	0,56	1300	-	-	4600
Bušotina B-2 Kladnjice (2004.)	-	-	~ 25000	-	-	~ 29500
Golica ponor Dugopolje (2004.)	?14,34	1,22	6300	-	-	6370
Jama Kladnjice (2006.)	1604	0,44	25150	-	-	29800
Bušotina Mojanka -Sinj (2007.)	426	1,018	15600	-	-	15200
Ponor Postinje (2008.)	360	0,533	21430	-	-	25500
Bazin ponor Bisko polje (2010.)	72	6,689	13050	144	1,898	10070

2.3. GEOLOŠKE ZNAČAJKE

Geološka građa terena prikazana je na temelju rezultata geološke obrade područja, zatim objavljenih podataka, najčešće Osnovne geološke karte i pripadajućih tumača, objavljenih radova o istraženom terenu te dostavljenih studija. Istraživani teren nalazi se na prostoru kojeg pokrivaju tri lista Osnovne geološke karte mjerila 1:100.000; list Drniš (*Ivanović et al. 1977, 1978*), list Sinj (*Papeš et al. 1984, Raić et al. 1984*) i list Omiš (*Marinčić et al. 1977, Marinčić et al. 1976*). Za potrebe ovog zadatka geološka građa je prikazana na geološkoj karti M 1 : 50 000 (prilog 1.1.).

2.3.1. LITOSTRATIGRAFSKE KARAKTERISTIKE STIJENA

2.3.1.1. PERM

U Dalmaciji su izdvojene naslage permotrijaske starosti (gomjopermske, *Šušnjara et al. 1992*); pješčenjaci, siltiti, peliti i šupljikave breče na listu OGK Sinj (*Papeš et al. 1984, Raić et al. 1984*) i na listu OGK Drniš (*Ivanović et al. 1977*). U okolini Sinja na karti su prikazane zajedno s ostalim permotrijskim članovima, u samom području grada Sinja. Na području gornjeg toka potoka Sutina, kod Muća nisu izdvojene, ali ih je izdvojio *Kerner (1914)* u uskoj zoni uz cestu kod Neorića. Kako navedeni klastiti dolaze na terenu u zajednici s evaporitima (gips i anhidrit) i eruptivima (spilitizirani dijabazi), autori Osnovne geološke karte smatraju da su sve nabrojene stijene iste starosti. Stratigrafska pripadnost "permotrijasu" određena je po superpoziciji jer u stijenama nije nađena karakteristična fauna niti flora. Ipak, u potopljenoj dolini Cetine kod Peruće nalaze se istovjetne naslage, u kojima su nađeni tragovi kretanja trilobita, što upućuje na njihovu permsku starost.

Na istraživanom terenu moglo se izdvojiti dva litofacijska člana: šupljikave vapnenačke breče i glinovite vapnence. Siltiti i pješčenjaci, koji su drugdje otkriveni u zajednici s evaporitima i šupljikavim brečama, na istraživanom prostoru nisu otkriveni.

2.3.1.1.1. Šupljikave vapnenačke breče (rauchwacke) (¹P₃)

Šuplikave breče (poznate i po nazivu "rauchwacke") su tamnosive stijene, žućkastog trošenja, i nejasne debljine jer se na terenu nalaze u rasjednim kontaktima ili su otkrivene u erozijskim ostacima kao npr. u dolini Cetine kod Peruče (*Ivanović et al. 1971, Šušnjara et al. 1992*).

Šupljikave breče predstavljaju polimiktnu breču s oštrobriđim, uglastim, klastima promjera i preko 2 cm, koji su vezani kalcitnim cementom. Evaporitski i dolomitski detritus je najvećim dijelom otopljen (*Tišljar 1992*), pa je breča danas šupljikava lagana stijena, sačaste građe, morfološki nalik na sedru. Na izdanku na raskršću kod Gornjeg Muća ne uočava se slojevitost, pa stijena djeluje gromadasto, što je dijelom uvjetovano i tektonikom, jer se breče nalaze u strmom rasjednom kontaktu sa sivim krednim (?) vapnencima. *Papeš et al. (1984)* navode da se breča nepravilno (vertikalno i bočno) izmjenjuje s tamnim vapnencima, što se na terenu nije moglo potvrditi. Kod Muća sebreča zaista pojavljuje uz plavkastosive glinovite vapnence, ali je njihov kontakt pokriven. *Šušnjara et al. (1992)* navode da debljina šupljikavih breča iznosi lokalno i preko 30 m, a na profilu kod Mijića, istočno od Muća, rekonstruirana je debljina šupljikavih breča od oko 100 m, ali je njihova debljina vrlo vjerojatno i veća jer su breče u rasjednom odnosu s krovinom, a podina im nije poznata.

2.3.1.1.2. Glinoviti vapnenci (²P₃)

Permski vapnenci su plavkastosive boje, glinovitog sastava i mikritske strukture. Boja trošne stijene je žućkasta do oker. Vapnenci su laminirani, što omogućuje određivanje njihovog tektonskog položaja, pa se vidi da se kod Muća ovi vapnenci nalaze u krovini šupljikavih vapnenačkih breča. Debljina ovih vapnenaca nije poznata jer se, izgleda, nalaze u rasjednom kontaktu (sam kontakt je pokriven) s donjotrijiskim, izoklinalno boranim Sajskim naslagama. Njihova debljina nije poznata niti na drugim područjima u Dalmaciji (*Ivanović et al. 1971, Šušnjara et al. 1992*).

Na profilu kod Zelića rekonstruirana je debljina glinovitih vapnenaca od približno 210 m, ali može biti i veća jer je odnos s krovinom pokriven, a kod Muća kontakt je tektonski.

2.3.1.2. TRIJAS

U Dalmaciji je otkriven nepotpun slijed trijaskih naslaga, u stratigrafskom rasponu od skita/verfena do anizika (po nekima ladinika, *Komatina 1967*). U najvećoj su mjeri zastupljeni klastiti, a udio karbonata postupno raste od skitskih/verfenskih naslaga prema anizičcima. Naslage gomjotrijske starosti nisu otkrivene.

Na promatranom terenu moglo se izdvojiti: Sajske naslage donjoskitske/donjoverfenske starosti. Kampilske naslage gomjoskitske/gornjoverfenske starosti, te naslage anizičke starosti koje obuhvaćaju dolomite, dolomitne breče, (*Ivanović et al. 1978, Saić et al. 1984*), vapnence i piroklastite. Starost trijaskih naslaga dobro je dokumentirana fosilima. Ove su stijene izdvojene u krovinskom krilu regionalnog reversnog rasjeda Knin-Muč-Sinj (prilog 1.1.).

2.3.1.2.1. Sajske naslage (T_1^1)

Sajske naslage izdvojene su na listu OGK Drniš kao T_1^1 (*vapnenci i lapori sajskih naslaga; Ivanović et al. 1977,1978*), a na listu OGK Sinj kao T_1^1 (*vapnenci, lapori i pješčari; Papeš et al. 1984, Saić et al. 1984*).

Izdanci se protežu duž južnih padina Svilaje i tektonski nisu jako poremećeni. Podina Sajskih naslaga su permski vapnenci, ali direktan kontakt s njima nije otkriven, a u krovini se nalaze Kampilske naslage. Kontakt Sajskih i Kampilskih naslaga obično se navodi kao rasjedni, iako se to na terenu nije moglo jednoznačno utvrditi. Debljina Sajskih naslaga na OGK listu Sinj (*Papeš et al. 1984, Raić et al. 1984*) iznosi 380 m, a na OGK listu Drniš 370 m (*Ivanović et al. 1977,1978*).

U Sajskim naslagama dominiraju pješčenjaci s više ili manje tinjaca koje razdvajaju šejlovi, i u manjoj mjeri lapori, te ooliti. Debljina slojeva iznosi 10-15 cm. Zbog navedenog litofacijskog sastava *Komatina (1967)* je Sajske naslage nazivao "facijom fliša". Sajske naslage nastale su taloženjem u plitkom priobalju, u zoni djelovanja plima i oseka (*Marjanac 2000*), a detritus potječe od trošenja starog kopna, pa ih se ne može smatrati flišem, već molasom Hercinida.

2.3.1.2.1.1. Pješčenjaci

Pješčenjaci su smeđecrvene boje, vrlo sitnozrnati do simozrnati hibridni areniti i siliti, nerijetko graduirani samo u najnižem dijelu sloja. U njima se nalaze raspršeni tinjci, a njihova količina jako varira, pa tako postoje i slojevi bez tinjaca. Tinjci su u stijeni raspršeni, a ponekad su koncentrirani u laminama. Debljina slojeva je različita, u rasponu od nekoliko centimetara do 1 m, a geometrija im je planarna, s ravnom donjom i valovitom ili ispupčenom gornjom, te erozivnom konkavnom donjom i ravnom gornjom slojnom plohom.

2.3.1.2.1.2. Šejlovi

Šejlovi su u istraženom prostoru masivni, ali su često i paralelno laminirani i sadrže više ili manje raspršenih tinjaca. Debljina im je različita, u rasponu od nekoliko centimetara do 0,5 m, a boja je karakteristična smeđecrvena. Ponekad se i u šejlovima mogu uočiti deformacije istog tipa kao i u pješčenjacima; a tada su one zahvatile laminirani šejji.

2.3.1.2.2. Kampilske naslage (T_1^2)

Kampilske naslage izdvojene su na listu OGK Drniš kao T_1^2 (*vapnenci i lapori kampilskih naslaga, Ivanović et al. 1977; 1978*), a na listu OGK Sinj kao T_1^2 (*vapnenci i laporci, Papeš et al. 1984; Raić et al. 1984*). Izdanci su dobro otkriveni i tektonski nisu jako poremećeni, pa je moguće lateralno praćenje na udaljenostima i više kilometara. Na navedenim listovima OGK debljina Kampilskih naslaga iznosi 420 m, odnosno 460 m, a na promatranom terenu je rekonstruirana njihova debljina od oko 400 m.

Na istraživanom terenu Kampilske naslage slijede kontinuirano na Sajskim što se vidi na cesti Neorić - Beare, a kontakt je dobro izražen i markiran 1,5 m debelim zelenim šejlom. Na kontaktu sa crvenim Sajskim šejlovima nalazi se cementirani zeleni šejji, iznad kojega slijede zeleni šejlovi, a poviše nalazimo tamnosive paralelno laminirane lapore s proslojcima krupnozrnatih kalkarenita i lamelama školjaka.

U oštrom kontaktu slijede karbonatni svijetlosivi lapori debeli 2,5 cm iznad kojih slijede svijetli laporoviti vapnenci (biomikriti) s ljušturama školjkaša, i na gore relativno brzo nastupaju intraklastični mikriti. Zbog navedenog litofacijelnog sastava *Komatina (1967)* je Kampilske naslage nazivao "karbonatnom flišolikom facijom".

Amonitska fauna Kampilskih naslaga obično se uzimala za dokaz produbljavanja taložnog okoliša, što se tumačilo početkom "oceanizacije" koja je kulminirala anizičkim vulkanizmorn i otvaranjem Tetisa. Međutim, istražene naslage, njihovi taložni procesi, i interpretirani okoliši ne podupiru takav scenario, pa se njihovo taloženje treba shvatiti kao plitkomorsku epizodu u rubnom dijelu morskog prostora koji još nije oblikovan kao ocean, a koji će ubrzo (početkom anizika) ponovno doći u emerziju (*Marjanac 2000*).

2.3.1.2.2.1. Laporoviti vapnenci

Pojavljaju se samostalno u najnižem dijelu Kampilskih naslaga i samo lokalno sadrže tanke proslojke intraklasta. Strukturno to su mikriti i wackestoni s gastropodima i školjkašima. Debljina slojeva je promjenljiva, od 20 do 35 cm, no lokalno je i veća.

2.3.1.2.2.2. Klastiti

U višem dijelu stupa, gotovo u najvećoj debljini prevladavaju karbonatni klastiti i tvore slojeve koji su debeli od 5 cm do 70 cm. Geometrija slojeva je često nepravilna s riplanom gornjom plohom, a ponekad i utisnutom donjom plohom. Klastiti su tinjčasti hibridni fosiliferni sitnozrnati areniti i siltiti, ali i tinjčasti biomikrospariti, s promjenljivom količinom karbonata koji je uglavnom zastupljen Fe-kalcitom.

2.3.1.2.3. Anizičke naslage (T₂¹)

Anizički dolomiti izdvojeni su na listu OGK Drniš kao T₂¹ (*vapnenačke breče i konglomerati (Otarnik-naslage), dolomiti s nepravilnim pojavama vapnenca; (Ivanović et al. 1977,1978)*), a na listu OGK Sinj zajedno s pridruženim vapnencima kao T₂ (*dolomiti i pseudogrebenski vapnenci; (Papeš et al. 1984, Kaić et al. 1984)*).

Na kontaktu s donjim trijasom lokalno su razvijene vapnenačke breče i konglomerati koje su nazvane Otarnik-naslagama. Na osnovu njih *Komatina (1967)* i *Ivanović et al. (1978)* smatraju da je srednji trijas u tom području transgresivan na mlađe donjetrijaske naslage (kampilske naslage), dok *Raić et al. (1984)* i *Papeš et al. (1984)* navode da su srednetrijaske naslage taložene u kontinuitetu povrh donjotrijaskin, a takvo mišljenje zastupaju *Šćavničar et al. (1984)*. Prema *Papeš et al. (1984)* debljina anizičkih naslaga (u koje su uključene i Otarnik-naslage te piroklastiti i pridruženi silicificirani i dolomitizirani vapnenci) iznosi 600 m.

U kompleksu anizičkih dolomita mogu se izdvojiti 2 grupe litofacijesa koji se pojavljuju u izmjeni: a) dolomiti i vapnenci s proslojcima klastita i b) breče.

2.3.1.2.3.1 Dolomiti i vapnenci s proslojcima klastita

Ovaj litofacijes nalazi se kako u podini tako i u izmjeni s vapnenačkim brečama. U najnižem dijelu slijeda sedimenata, između slojeva dolomita pojavljuje se nekoliko vapnenačkih slojeva koji su debeli od 5 do 35 cm i imaju habitus analogan Kampilskim naslagama. To su mudstoni i waekstoni, te kalkareniti, koji na gore prelaze u wackestone. Slojne plohe su najčešće ravne - planarne, a samo jednom sloju je donja slojna ploha izrazito erozivna.

Vapnenci su intenzivno bioturbirani horizontalnim (kompaktiranim) bušačima, koji su u jednom sloju djelomično poremetili paralelnu laminaciju. Struktura vapnenaca prikrivena je rekristalizacijom, ali se vidi da su to biopel(mikro)spariti sa zrnima bodljikaša i školjkaša. Mnoge čestice u stijeni su zahvaćene mikritizacijom pa imaju mikritizirane rubove, a peleti su zahvaćeni rekristalizacijom. U dijelu stijene vidi se samo mikrosparitna struktura s malim brojem raspršenih kvarcnih zrna.

U izmjeni s vapnencima pojavljuju se i tanki proslojci sitnozrnatih kalkarenita, debljine oko 5 cm, koji predstavljaju lećaste i riplane slojeve. Lećasti slojevi nalaze se u laporima.

Dolomiti su tamnosivi do sivi, i najčešće imaju ravne i planarne slojne plohe, a debljina im je u rasponu od 10 cm do 85 cm. Samo jedan sloj dolomita ima erozivnu donju slojnu plohu, a u bazi jednog dolomitnog sloja sačuvana je vapnenačka breča.

Dolomiti su uglavnom masivni, vrlo sitnozrnat!, s veličinom kristala oko 1 cm, ali su mjestimično i šećerasti.

2.3.1.2.3.2. Breče

Otarnik-naslage predstavljaju transgresivne breče srednjeg trijasa (*Komatina 1967, Ivanović et al. 1978*). Njihov najniži i najviši dio je potpuno dolomitiziran, a srednji je dolomitiziran samo u gornjoj trećini. Debljina slojeva je u rasponu od 30 cm do 4,3 m, a geometrija slojeva je, koliko se na izdanku moglo vidjeti, planarna s ravnim slojnim plohama.

Detritus je u brečama uglat i u širokom rasponu veličina, od veličine pijeska do blokova preko 1 m u promjeru. Najveći klast od 1,2 m nalazi se u najdebljem, srednjem sloju breče, oko 0,5 m iznad donje slojne plohe, i na istom nivou nalazi se još nekoliko klasta slične veličine.

Srednja vrijednost promjera najvećih klasta (n=10), ali s izuzetkom onog najvećeg, iznosi 32 cm. Na gore se prosječna vrijednost najkrupnijih klasta smanjuje, a smanjuje se i broj izuzetno velikih klasta. Na taj način su srednji i gornji sloj breče u donjem dijelu inverzno graduirani, a u srednjem i gornjem dijelu normalno graduirani. Tip graduiranja je "coarse-tail", odnosno graduirana je samo krupna frakcija detritusa. Detritus je uklopljen u tamnosivoj šećerastoj dolomitnoj osnovi koja je mjestimično žućkasto trošena. *Ivanović et al. (1978)* navode daje osnova (matriks) breče vapneno-boksitična, a *Kaić et al. (1984)* da je crveno-glinovita. U dolomitiziranim slojevima, kao i u dolomitiziranom dijelu srednjeg sloja, slabo se vidi cijeli raspon veličina zrna i odnos s osnovom, pa su i pojedine litologije klasta prikrivene. Detritus je predstavljen dolomitima koji su masivni, ali i paralelno laminirani, mikritni - nalik na osnovu, i litološki odgovara Kampilskim naslagama.

U krovini Otarnik-naslaga nalaze se vapnenci u izmjeni s dolomitima, koji ovom prilikom nisu istraživani. Otarnik-breče razvijene su samo lokalno i dosežu debljinu od 25 m (*Papeš et al. 1984*).

2.3.1.3. JURA

Jurske naslage su mjestimično transgresivne na podlogu izgrađenu od starijih naslaga, a u Dalmaciji su potpuno razvijene.

Na listu list OGK Drniš (*Ivanović et al. 1977, 1978*) izdvojeni su članovi: *Donji lijas - vapnenci i dolomiti ($J_1^{1,2}$)*, *Srednji lijas - Litiotis vapnenci (J_1^3)*, *Doger - vapnenci (J_2)*, *Malm općenito -dolomiti s lećama vapnenaca (J_3)*, *Donji malm - dolomiti i vapnenci ($J_3^{1,2}$)*, *gornji malm ($J_3^{2,3}$)*, i *bijeli i smeđasti debelouslojeni vapnenci (J_3^2)*.

Na listu OGK Sinj (*Papeš et al. 1984, Raić et al. 1984*) izdvojeni su članovi: *vapnenci i krečnjačke breče i dolomiti s litiotidama (J_1)*, *dolomiti sa ulošcima krečnjaka (1J_1)*, *vapnenci s litiotidama ($_{2J1}$)*, *Vapnenci i vapnenci s proslojcima dolomita ($J_{1,2}$)*, *vapnenci i dolomiti sa kladokoropsisima ($J_3^{1,2}$)*, i *vapnenci i dolomiti sa klipeinama ($J_3^{2,3}$)*.

Na listu OGK Omiš (*Marinčić et al. 1977, Marinčić et al. 1976*) izdvojeni su članovi: *Vapnenci s lećama dolomita lijasa (J_1)*, *Dobro uslojeni vapnenci donjeg lijasa (J_1^{1+2})*, *Kalkareniti i kalcilutiti srednje lijasa (J_1^3)*, *Dobro uslojeni grumulozni vapnenci i dolomiti ($J_{1,2}$)*, *debelo uslojeni i gromadasti vapnenci dogera (J_2)*, *debelo uslojeni oolitični vapnenci malma (J_3)*, *vapnenci u izmjeni s dolomitima donjeg malina ($J_3^{1,2}$)*, i *vapnenci s lećama dolomita gornjeg malma ($J_3^{2,3}$)*.

Na promatranom terenu izdvojeni su samo malmski vapnenci u jezgri Mosorske antiklinale (list OGK Omiš), označeni su kao "*Debelo uslojeni oolitični vapnenci malma (J_3)*" (prilog 2).

2.3.1.3.1. Malmski vapnenci (J_3)

Malmski vapnenci otkriveni su u jezgri Mosorske strukture, na južnoj stani vršnog dijela Mosora. Zastupljeni su slabo uslojenim, gromadastim, i klastičnim vapnencima; kalciruditima, kalkarenitima i oolitičnim vapnencima. Često su otkriveni i "grebenski" i prigrebenski facijesi s obilnom mikrofaunom i mikroflorom. Mjestimično se unutar ove jedinice mogu izdvojiti tanje uslojeni vapnenci, ali je njihov udio podređen u odnosu na debelo uslojene - gromadaste varijetete.

Od skeletnog materijala vapnenci sadrže hidrozoje, zelene i crvene alge, foraminifere, koralje, briozoje.

Debljina malmskih vapnenaca je u rasponu od 700 m do 1800 m (*Marinčić et al. 1977*).

2.3.1.4. KREDA

Kredne naslage u Dalmaciji imaju široko rasprostranjenje, a razvijen je potpuni slijed naslaga. U području Mosora kredne su naslage u transgresivnom odnosu s podlogom, i transgresivno sa prekrivene starije paleogenskim (odnosno paleocensko-eocenskim) Liburnijskim naslagama.

Na listu list OGK Drniš (*Ivanović et al. 1977, 1978*) izdvojeni su članovi: *Donja kreda-vapnenci s proslojcima i lećama dolomita* (K_1), *Cenoman - donji turon - vapnenci s proslojcima dolomita, dolomitne i vapnenačke breče* ($K_2^{1,2}$) i *Gornji turon - senon - vapnenci i dolomiti* ($K_2^{2,3}$).

Na listu OGK Sinj (*Papeš et al. 1984, Raič et al. 1984*) izdvojeni su članovi: *vapnenci sa salpingoporelama* (K_1), *dolomiti* (K_1), *vapnenci i dolomiti neokoma* (1K_1), *vapnenci sa orbitolinama i salpingoporelama* (2K_1), *vapnenci alb-cenomana* ($K_{1,2}$) *vapnenci sa hondrodontama* ($K_2^{1,2}$), i *vapnenci sa rudistima* ($K_2^{2,3}$).

Na listu OGK Omiš (*Marinčić et al. 1977, Marinčić et al. 1976*), izdvojene su slijedeće naslage: *bazalne vapnenačke breče* (K_1), *dobro uslojeni kalcilutiti i kalkareniti* (K_1), *slabo uslojeni i gromadasti bioakumulirani vapnenci i dolomiti cenomana* (K_2^1), *vapnenci s lećama dolomita cenoman-turona* ($K_2^{1,2}$), *tanko uslojeni vapnenci s tanjim lećama dolomita turona* (K_2^2), *vapnenci s tanjim lećama dolomita turon-senona* ($K_2^{2,3}$) i *slabo uslojeni bioakumulirani vapnenci senona* (K_2^3).

Od nabrojanih jedinica, na promatranom području moglo se izdvojiti: a) donjokredne naslage, b) cenomanske naslage, c) turonske i d) senonske naslage, a mjestimično su izdvojene i pripadajuće breče odnosno prostraniji paketi pločastih i tanko uslojenih naslaga, (prilog 2).

Na listu OGK Split (*Marinčić et al. 1971, 1973*) kredne naslage su površinski najrasprostranjenije. Na površini nisu registrirane naslage donje krede, već samo karbonatne stijene senomana, turona i senona u raznim facijesima vapnenaca i dolomita te pločastih vapnenaca i breča.

2.3.1.4.1. Donja kreda (K₁)

Donjokredne naslage su na istraživanom prostoru otkrivene na bokovima Mosorske antiklinale, gdje se nalaze u transgresivnom odnosu s podinom.

U najnižem dijelu slijeda nalazi se 20 m debela zona vapnenačkih breča koje su izdvojene u vršnom dijelu zapadne padine Mosora. *Marinčić et al. (1976, 1977)* izdvojili su ih na listu OGK Omiš kao *Bazalne vapnenačke breče (K₁)*. Ove breče sadrže fragmente različitih podinskih vapnenaca, promjera 3-4 cm, koji su povezani karbonatnim cementom. Na granici malmskih vapnenaca i donjokrednih breča, u široj okolici Cetine, nalaze se manje pojave crvenih glinovitih boksita u kojima prevladava hidrargilit (*Sakač et al. 1990*), a koje dokazuju emerziju negdje na početku donje krede.

Unutar zone breča uočavaju se leće dolomita i dolomitnih breča, a u njihovoj krovini slijede svijetlosivi do svijetlosmeđi srednje do debelo uslojeni, lokalno gromadasti, vapnenci, unutar kojih se mjestimično nalaze i tanko uslojeni vapnenci.

Donjokredni vapnenci pretežito imaju muljnu osnovu s različitim udjelom alokema, pa strukturno odgovaraju nizu od mudstona do wackestona. Skeletni detritus u vapnencima je slabo zastupljen, često rekristaliziran. a obuhvaća sitne pelagičke foraminifere, sitne pločice bodljikaša, spikule silicispongija, rijetko rudistno kršje i neodrediv rekristaliziran skeletni detritus. Pločasti, laminirani vapnenci su mikriti, u kojima su lamine nastale nakupljanjem male količine neodredivog skeletnog detritusa. Uz mikritske vapnence mjestimično su nađeni pseudoolitični vapnenci, i sitnozrnate breče s različitim litoklastima koji se nalaze u neposrednom kontaktu i stilolitskim šavovima. Vapnenci su mjestimično silicificirani.

Debljina donjokrednih naslaga u Dinaridima doseže 600 m (*Marinčić et al. 1977*), odnosno 1000 m (*Komatina 1967*).

2.3.1.4.2. Cenoman (K₂¹)

Cenomanske naslage izdvojene su na listu OGK Omiš kao *slabo uslojeni i gromadasti bioakumulirani vapnenci i dolomiti cenomana (K₂¹)*.

U najnižem dijelu slijeda nalaze se nekoliko metara debele vapnenačke breče s glinovitim vezivom, što upućuje na taloženje tijekom kratkotrajna (?) emerzije, pa se smatraju transgresivnima. Sakač *et al.* (1990) navode ukratko da se na granici donje- i gornjekrednih sedimenata nalaze terigeni klastiti, a na Svilaji i male pojave boksita.

Cenomanske su naslage zastupljene svijetlosivim do svjetlosmeđim debelo uslojenim sitnozrnatim do srednjezrnatim (šećerastim) dolomitima s ulošcima vapnenaca i slabo uslojenim gromadastim svijetlosivim do bijelim vapnencima. Dolomiti su lokalno laminirani/stromatolitski i jako bituminozni. Lokalno se pojavljuju i dobrouslojeni smeđi vapnenci. U donjem dijelu slijeda prevladavaju dolomiti., a u gornjem vapnenci. Mjestimično, cenomanski bijeli vapnenci su jako okršeni.

Strukturno, vapnenci imaju mikritnu osnovu s varijabilnim udjelom skeletnog detritusa, pa predstavljaju strukturne tipove u rasponu od mudstona do wackestona, rjeđe packstona. Gornjocenomanski vapnenci su faunistički siromašni, pseudoolitični (Komatina 1967).

Debljina cenomanskih naslaga na listu OGK Omiš (Marinčić *et al.* 1976, 1977) doseže 600 m.

2.3.1.4.3. Turon (K_2^2)

Turonske naslage slijede u kontinuitetu iznad cenomanskih i izdvojene su na listu OGK Omiš (Marinčić *et al.* 1976, 1977) kao *tanko uslojeni vapnenci s tanjim lećama dolomita turana (K_2^2)*, a na listu Drniš (Ivanović *et al.* 1977, 1978) nisu odvojene od cenomanskih, pa su označene kao *Cenoman - donji turon - vapnenci s proslojcima dolomita, dolomitne i vapnenačke breče ($K_2^{1,2}$)*.

Turonske naslage obuhvaćaju dobro uslojene do pločaste, svijetlo sive do svijetlo smeđe vapnence, kojima debljina slojeva varira od 5 cm do 40 cm, ali mjestimično i do 2 m, i bijele šećeraste dolomite. Vapnenci su često laminirani, ponekad dolomitizirani, rijetko s vidljivom makrofaunom.

Dolomiti su češći u donjem dijelu slijeda turonskih naslaga, u srednjem dijelu slijeda zastupljena je izmjena svjetlosivih dolomita i bijelih dolomitičnih vapnenaca s (koje Komatina smatra za karakteristične za turon, 1967), a u gornjem se nalaze smeđi tankouslojeni vapnenci.

Turonski vapnenci su najvećim dijelom mikritski, u kojima se nalaze samo raspršene pelagičke i sitne bentičke foraminifere, oligosteginide, rjeđe peloidi i kršje rudista. Strukturno, riječ je o biomikritima, odnosno mudstonima do wackestonima.

Debljina turonskih vapnenaca i dolomita u Dalmaciji doseže 450 m (*Komatina 1967*), odnosno na listu OGK Omiš 500 rn (*Marinčić et al. 1976, 1977*).

2.3.1.4.4. Senon (K_2^3)

Senonske naslage široko su rasprostranjene na istraživanom terenu. Na listu OGK Omiš (*Marinčić et al. 1976, 1977*) izdvojeni su *slabo uslojeni bioakumulirani vapnenci senona* (K_2^3), a na listovima Drniš (*Ivanović et al. 1977, 1978*) i Sinj (*Papeš et al. 1984, Raić et al. 1984*) nisu odvojene od turonskih pa su označeni kao *Gornji turon - senon - vapnenci i dolomiti* ($K_2^{2,3}$), odnosno *vapnenci sa rudistima* ($K_2^{2,3}$).

Naslage senonske starosti zastupljene su bijelim, svijetložućkastim do svijetlosivim, pretežito gromadastim kristalastim jedrim vapnencima s rudistima koji se litofacijelno izdvajaju kao "rudistni vapnenci", i mjestimičnim ulošcima dolomita. Lokalno se mogu naći bijele vapnenačke breče, a pojavljuju se i leće smeđih vapnenaca s rožnjacima. Vapnenci sadrže brojne rudiste koji su ispunjeni kristalastim kalcitom. Uz grebenske vapnence pojavljuju se lokalno i tankouslojeni vapnenci s pelagičkom foraminiferskom faunom. Vapnenci su mikritski, lokalno djelomično dolomitizirani, a makrofauna (ako je vidljiva, najčešće su to rudisti, rjeđe sitni gastropodi) u mnogo slučajeva nije vidljiva i u stijeni se naziru samo raspršene pelagičke i sitne bentičke foraminifere i peloidi. Strukturno, slabo fosiliferni vapnenci su biomikriti, mudstoni do wackestoni, a rudistni vapnenci su packstoni i floatstoni. Senonski vapnenci su na mnogo mjesta intenzivno okršeni.

Debljina senonskih vapnenaca u Dalmaciji doseže 450 m (*Komatina 1967*), a na području lista OGK Omiš (*Marinčić et al. 1976, 1977*) 600 m.

2.3.1.5. PALEOGEN

Kerner (1914) je na geološkoj karti Sinj-Split izdvojio slijedeće litostratigrafske članove: *vapnenački konglomerati i breče* ("Kalkkonglomerate und Breccien"), *foraminiferski vapnenci Mosora* ("Foraminiferkalke des Mosor"), *fliški lapori i kalkareniti* ("Mergel und Kalksandstein des Flysch"), *numulitne breče* ("Nummulitenbreccienkalk") i *breče zapadnog Mosora* ("Breccien des Westmosor").

Komatina (1967) navodi "klasični" stratigrafski slijed paleogenskih naslaga: a) *Kozinski vapnenci*, b) *Foraminiferski slojevi*, c) *Fliš* i d) *Prominske naslage*, ali ga razlikuje od tzv. "Omiškog tipa" koji obuhvaća: a) *Miliolidne vapnence*, b) *Alveolinske vapnence*, c) *Numulitne vapnence* i d) *Laporovite vapnence s rožnjacima*. Omiški tip razvoja starijeg eocena ograničen je na usku zonu koja se proteže od izvora Jadra do G. Brela (Komatina 1967).

Na listu list OGK Drniš (Ivanović et al. 1977, 1978) izdvojeni su članovi: *donji eocen - Kozinski slatkovodno-brakični vapnenci* (E_1), *donji eocen - lutet - foraminiferski vapnenci* ($E_{1,2}$), *srednji eocen - vapnenci i lapori s glaukonitima i fliški lapori* (1E_2), *srednji eocen - vapnenačke breče* (2E_2), *srednji eocen - Prominski konglomerati, vapnenci i laporovili vapnenci* (3E_2), i *gornji eocen - Prominski konglomerati i breče, vapnenci, lapori i gline* (E_3).

Na listu OGK Sinj (Papeš et al. 1984, Raić et al. 1984) izdvojeni su članovi: *Alveolinsko-numulitini vapnenci* ($E_{1,2}$), *klastične naslage* ($E_{2,3}$), i *breče, konglomerati, pješčari i laporci - Prominske naslage* (E, Ol).

Na listu OGK Omiš i pripadajućem tumaču Marinčić et al. (1976, 1977) izdvojili su slijedeće jedinice: *breče i tanko uslojeni vapnenci - Liburnijske naslage* (Pc, E), *slabo uslojeni foraminiferski vapnenci* ($E_{1,2}$), *gomoljasti glaukonitski vapnenci i lapori* (E_2), *breče s fragmentima foraminiferskog vapnenca* ($^1E_{2,3}$), *tanko uslojeni kalkareniti* ($^2E_{2,3}$), *fliš-pješčenjaci i vapnenci u izmjeni s laporima* ($^3E_{2,3}$), *Prominske breče* (1E_3), *Prominski lapori s lećama brečokonglomerata* (2E_3), i *slabosortirane vapnenačke polimiktne breče* (Ol). Autori su naglašavali različit položaj dviju jedinica breča, prema sedimentima u podlozi i okolnim sedimentima.

Smatrali su da su "*prominske breče*" uložene između "*fliša*" i "*prominskih lapora s lećama brečokonglomerata*", a da su "*slabosortirane vapnenačke polimiktne breče*" transgresivne na flišu u podlozi i starijim sedimentima na padinama Mosora.

Paleogenske naslage su gotovo posvuda u Jadranskom pojasu transgresivne na starijoj podlozi (Ćosović et al. 1994, Marjanac & Ćosović 2000), ali su na istraženom prostoru pretežito u tektonskim kontaktima sa starijim mezozojskim naslagama. Transgresivni kontakt paleogenskih naslaga obilježavaju boksitna ležišta, kao na pr. kod Radošića, zapadno od Sinja (Papeš et al. 1984, Raić et al. 1984).

2.3.1.5.1. Paleocensko-eocenske Liburnijske naslage ("Kozina-slojevi")

Na granici mezozojskih stijena u podini i starije paleogenskih (paleocenskih) Kozinskih slojeva u krovini, na planini Visošnici (Visoka) zapadno od Sinja, nalaze se ležišta svijetlo crvenog, žućkastog do ljubičastog, čvrstog oolitičnog boksita u kojem prevladava mineral bemit (Šušnjara et al. 1990).

Paleocenske naslage predstavljene su tzv. Kozinskim-slojevima (Komatina 1967) koje su izgrađene od jako laporovitih, tamnosmeđih do crvenkastih, tankouslojenih bituminoznih vapnenaca sa slatkovodnom do brakičnom gastropodnom faunom i haracejama. Strukturno, vapnenci su najčešće biopelmikriti, odnosno mudstoni do wackestoni.

Debljina Kozina-naslaga je jako varijabilna, i u rasponu je od 1 do 20 m (30 m), (Šušnjara et al. 1990).

2.3.1.5.2. Foraminiferski vapnenci

Magaš & Marinčić (1973) navode kuizijsku do donjo-lutetsku starost numulitnih vapnenaca, a Chorowicz (1977) navodi srednjo- do gornjo-lutetsku starost. Ova asocijacija facijesa obuhvaća alveolinske vapnence, numulitne vapnence i diskociklinske vapnence koji se izdvajaju prema dominantnoj foraminiferskoj fauni. Granice pojedinih tipova vapnenaca nisu oštre, pa postoje brojni prijelazni oblici.

Miliolidni vapnenci su smeđi, uslojeni, bogati miliolidama, rijetko sadrže po koju alveolinu. Debljina im je u rasponu od 5 m do 40 m (Komatina 1967).

Alveolinski vapnenci su svjetlosmeđe boje i deblje uslojeni. Sadrže bogatu mikrofoslinu zajednicu u kojoj prevladavaju alveoline, ali se pojavljuju i miliolide, te numuliti. Debljina alveolinskih vapnenaca je u rasponu od 50 do preko 100 m.

Numulitni vapnenci su svjetlosmeđe do smeđe boje i debljeuslojeni.

Foraminiferski vapnenci su strukturno intrabiomikriti, odnosno wackestoni do packstoni, bogati skeletnim detritusom foraminifera i algi.

Numulitne breče su lokalno razvijene i leže diskordantno na numulitim vapnencima (*Komatina 1967*), a sadrže fragmente vapnenaca različite starosti i veličina, među kojima dolazi i detritus alveolinskih vapnenaca. Debljina numulitnih breča je u rasponu od 5 do 60 m. Ove breče su istovremene s mlađepaleogenskim boksitima koji su bili eksploatirani u okolini Sinja, odnosno na planini Visošnici (Visoka), zapadno od Sinja (*Sakač et al. 1990*). Ovi boksiti su masivni, crvenosmeđe boje, a glavni minerali su hidrargilit i bemit. Krovina boksita u okolini Sinja su Prominske naslage, jer u tom području fliš nije bio taložen, pa je ovdje riječ o dugotrajnom prekidu taloženja, odnosno velikom hijatusu.

Glaukonitski vapnenci su najmlađi litofacijelni član foraminiferskih vapnenaca, a ponekad se zajedno s globigerinskim laporima izdvajaju kao posebna jedinica tzv. "prijelazne naslage".

Glaukonitski vapnenci su sive boje, laporoviti do pjeskoviti, često gomoljasti i debelouslojeni. Debljina im je varijabilna, ali doseže do 30 m (*Komatina 1967*).

2.3.1.5.3. Gornjo eocenski fliš

Taloženje klastita započelo je u jadranskom pojasu sedimentacijom "gomoljastih laporovitih vapnenaca i lapora s glaukonitom" općenito lutetske starosti (*Magaš & Marinčić 1973*) nakon kojih je u kontinuitetu bio taložen fliš (*Chorowicz 1977, Magaš & Marinčić 1973, Schubert 1909*).

Starost fliša obično se pripisuje srednjem eocenu (*Piccoli & Proto Decima 1969*), međutim noviji biostratigrafski podaci (*de Capoa et al. 1991, 1995*) ukazuju da je fliš bio taložen u mnogo širijem vremenskom rasponu od do sada prihvaćenog, a najmlađi dio fliša da je taložen u gornjem miocenu.

Kerner (1903, 1914) je splitsko-kaštelanski fliš podijelio na: *Donju flišku zonu* ("*Untere Flyschzone*"), *donji "granični horizont"* ("*Grenzniveau*"), *Srednju flišku zonu* ("*Mittlere Flyschzone*") ili *zonu klipa* ("*Klippenzone*"), *Gornji "granični horizont"* ("*Grenzniveau*") i *Gornju flišku zonu* ("*Obere Flyschzone*").

U pojednostavljenom obliku ovu je podjelu zadržao i Marjanac (1994, 2000) i izdvaja; a) Donju flišku zonu, b) Olistostromu Kamen-Sutikva (koja odgovara Kernerovoj srednjoj fliškoj zoni i gornjem graničnom horizontu) i c) Gornju flišku zonu. Stratigrafski, Donja i najniži dio Gornje fliške zone pripadaju gornjem eocenu, a najveći dio Gornje fliške zone pripada rasponu od gornjeg eocena do miocena, koji je zbog učestalih emerzija stratigrafski nepotpun. Zbog kontinuiranosti i srodnosti taložnog slijeda ovdje će oba nivoa fliša biti zajedno opisana.

Fliš obuhvaća nekoliko kartirabilnih litofacijesa, koji ovom prilikom nisu izdvajani, ali u znatnoj mjeri određuju njegova svojstva, to su: *Tanki slojevi*, *Turbiditi*, *Megaslojevi*, i *Krupnozrnati sedimenti* (Marjanac 1994).

Tanki slojevi obuhvaćaju dva litofacijesa: *izmjene tankouslojenih kalkarenita i lapora* (u Donjoj i Gornjoj fliškoj zoni) i *pjeskoviti lapori s pješčenjačkim proslojcima* (u Gornjoj fliškoj zoni).

Izmjene tankouslojenih kalkarenita i lapora zastupljene su s 7 % u Donjoj fliškoj zoni, s 16 % u Gornjoj, a u ukupnom slijedu s 12 % (Marjanac 1994). Debljina pojedinih jedinica izgrađenih od "izmjena" je u rasponu od 0,5 do 19 m, i tvore ih dva osnovna facijesa koja se pojavljuju u izmjeni - tankouslojeni kalkareniti koji tvore kontinuirane proslojke, lamine ili leće i lapori u debljinama od nekoliko centimetara do nekoliko decimetara. Broj kalkarenitnih proslojaka je promjenljiv, a udio u pojedinoj jedinici je 5-25 %. Debljine kalkarenita su u rasponu od 0,2 do 15 cm. Pjeskoviti lapori s pješčenjačkim proslojcima imaju vrlo slično pojavljivanje kao i prethodni litofacijes, zastupljeni su s 14 %, a u debljini ukupnog slijeda naslaga sudjeluju s 9 %, ali su vjerojatno i zastupljeniji jer je znatan dio profila pokriven.

Pjeskoviti lapori sadrže približno 50 % srednjezrnatog do sitnozrnatog pijeska raspršenog i/ili nakupljenog u lamine i proslojke koji su debeli od 1 mm do 2 cm.

Turbiditi su u Donjoj fliškoj zoni zastupljeni s 4 %, u Gornjoj sa 7 %, a u ukupnom slijedu s 15 %. *Turbiditi* su uglavnom 'klasični', debljina im je u rasponu od 0,2 do 8,6 m, ali su slojevi deblji od 1 m zastupljeni s približno 50 %. *Turbiditi* su zastupljeni u svim Zonama, ali se gube u Gornjoj fliškoj zoni, i to ispod prvih pješčenjačkih tijela.

Megaslojevi su slojevi deblji od 10 m, a može se razlikovati olistostrome i megaturbidite. Njihov je udio u ukupnoj debljini istraženog slijeda sedimenata približno 1/3. U istraženom prostoru ističe se 170 m debela olistostroma Kamen-Sutikva (K-S) koja je izgrađena od debrita u donjem dijelu, normalno graduiranog čvrstog kalkarenita u srednjem, i "cementnog" lapora u gornjem dijelu. Ovaj kalkarenit zajedno s laporom tvori turbidit koji je deo 95 m. U donjem dijelu, olistostroma K-S sadrži izuzetno velike klase - olistolite, od kojih je najveći glavica Sutikva u podnožju Mosora. Megaturbiditi su deblji od 10 m, a u kaštelansko-splitskom prostoru nalaze se u Donjoj i donjem dijelu Gornje fliške zone.

Krupnozrnati sedimenti, razlikuju se po građi, a pojavljuju se u gornjem dijelu Donje fliške zone i najvećim dijelom u Gornjoj fliškoj zoni. Sastav detritusa je u navedenim vrstama stijena vrlo sličan, ako ne i istovjetan, a veličine zrna su približno iste, s izuzetkom najvećih klase koji se pojavljuju u nekim debritima.

Donja fliška zona u zaleđu Splita debela je približno 750 m, a "srednja", odnosno olistostroma K-S oko 200 m (Marjanac 1994).

2.3.1.6. NEOGEN

Neogenske naslage u Dalmaciji su najčešće zastupljene slatkovodnim jezerskim sedimentima koje su prostorno ograničene na slatkovodne "bazene" odnosno krška polja, u kojima mjestimično tvore značajne sedimente (Komatina 1967, Ivanović et al. 1978, Raič et al. 1984, Jurišić-Polšak et al. 1992, 1993).

Marinski neogenski sedimenti do sada su bili poznati iz bušotina u jadranskom podmorju (Jenko & Bističić 1978, Kalac & Bajraktarević 1989, Kalac et al. 1995) i Italiji (Šestini 1970, Šestini et al. 1986, Chiocchini & Cipriani 1992).

Prve naznake da je barem dio fliša bio taložen i tijekom neogena nalazimo u radovima de Capoa et al., (1991, 1995) i Marjanac (1994).

Na listu OGK Drniš (*Ivanović et al. 1977, 1978*) izdvojen je *gornji pliocen - lapori i vapnoviti lapori (Pl₃)*.

Na listu OGK Sinj (*Papeš et al. 1984, Raić et al. 1984*) izdvojeni su *konglomerati, laporci i vapnenci, tufovi, ligniti i bititminozni škriljci (M)*, i *laporci, pijeskovi i gline sa lignitom (Pl)*.

Na listu OGK Omiš i pripadajućem tumaču *Marinčić et al. (1976, 1977)* izdvojili su jedinicu *Lapori miocena (M)*.

Na promatranom terenu izdvojeni su: a) eocensko-miocenski klastiti, koji su na starijim kartama bili prikazani kao *Prominski lapori s lećama brečokonglomerata (²E₃)* (*Marinčić et al. 1976, 1977*) i b) breče na zapadnim padinama Mosora, te c) Prominski konglomerati u Dalmatinskoj zagori, koji su bili izdvajani kao *Prominske breče* (*Marinčić et al. 1976, 1977*) i *breče s fragmentima foraminiferskog vapnenca (¹E_{2,3})* (*Marinčić et al. 1976, 1977*), te *breče, konglomerati, pješčari i lapori - Prominske naslage (E, Ol)* (*Papeš et al. 1984, Raić et al. 1984*).

2.3.1.6.1. Eocensko - miocenski klastiti

Klastiti gornje eocenske do miocenske starosti genetski pripadaju Gornjoj fliškoj zoni, i opisani su u prethodnom poglavlju. Prikazane naslage su na listu OGK Omiš izdvojene kao *Prominski lapori s lećama brečokonglomerata (²E₃)* (*Marinčić et al. 1976, 1977*).

Slijed naslaga je stratigrafski nepotpun, jer su navedene naslage bile taložene u vrijeme učestalih spuštanja razine mora i lokalnog okopnjavanja, što dokazuje progradacija konglomeratnih tijela na zapadnim padinama Mosora.

Na listu OGK Omiš debljina ove stratigrafske jedinice iznosi oko 200 m (*Marinčić et al. 1976, 1977*), ali detaljno sedimentološko mjerenje ukazuje na debljinu od oko 860 m (*Marjanac 1994*).

2.3.1.6.2. Breče Mosora, Prominske naslage

Uz padine Kozjaka i Klisa nalaze se debele breče kojima je starost po superpoziciji bila pripisivana gornjem eocenu (*Marinčić et al. 1976*), a uvrštavane su u Prominske naslage (*Marinčić 1970, Marinčić et al. 1976, 1977*), odnosno Promina-breče. Na jugozapadnoj padini Mosora nalaze se debele "breče Mosora" kojima je bila pripisana oligocenska starost (*Marinčić et al. 1977*), ali koje *Kerner (1903, 1914)* nije razlikovao od "breča Klisa". Najnovijim istraživanjima (*Marjanac 1994*) potvrđena je njihova oligocenska starost, ali je navedena i mogućnost da je jedan njihov dio bio taložen i u miocenu.

Sedimentna tijela su u istraženom prostoru otkrivena samo na zapadnoj padini Mosora. Mogu se razlikovati krupnozrnata i sitnozrnata tijela, prva su izgrađena pretežito od konglomerata, a druga izgrađuju pjeskoviti kalkareniti i kalkareniti. Premda se pojavljuju odvojeno, u podnožju Klisa uočen je prijelaz iz konglomeratnog u pješčano sedimentno tijelo. Stupanj tektonske poremećenosti je vrlo različit, tako da su tijela na Kozjaku, Klisu i jedno na Mosoru jako tektonski komprimirana i tvore prebačene bore, dok su ostala tijela na Mosoru slabo poremećena ili neporemećena.

Problemom stratigrafske pripadnosti breča bavio se i *Marinčić (1970)* koji je razlikovao: "*srednjeeocenske breče s fragmentima gornjokrednih i foraminiferskih vapnenaca*", "*gornjoeocenske breče i konglomerati s laporima (Promina-slojevi)*", i "*Oligocenske neborane breče*". Tvrdio je da srednje-eocenske breče vertikalno i lateralno "prelaze" u fliš i brzo isklinjavaju prema području maksimalne sedimentacije fliša.

Na zapadnoj padini Mosora može se izdvojiti 6 konglomeratnih tijela koja su izgrađena od slojeva konglomerata koji su u proksimalnom dijelu često amalgamirani, a u distalnome se proslojavaju s turbiditima i izmjenama tanko uslojenih kalkarenita i lapora. Najstarije tijelo stratigrafski se nalazi u Donjoj fliškoj zoni, ali je loše otkriveno.

Bolje su otkrivena tijela koja stratigrafski pripadaju Gornjoj fliškoj zoni, a nalaze se u kontaktu s krednim vapnencima zapadnog Mosora. Ova krupnozrnata sedimentna tijela pripadaju aluvijalnim lepezama koje su nastajale istovremeno s mlađim flišem, i potpuno isklinjavaju prema zapadu.

Detritus je stratigrafski heterogen jer su nađeni donjokredni i paleogenski klasti, te klasti starijih breča s obje starosti klasta. Debljina ovih sedimentnih tijela iznosi 200-300 m, a radijus im je veći od 2,2 km.

Na području lista OGK Sinj rekonstruirana je debljina Prominskih naslaga od 550 m (*Papeš et al. 1984, Raić et al. 1984*). a na listu OGK Omiš slabosortirane polimiktne breče prikazane su u debljini od 150 m (*Marinčić et al. 1976, 1977*).

2.3.1.7. KVARTAR

Na listu OGK Sinj (*Papeš et al. 1984, Raić et al. 1984*) izdvojene su različite kvartarne naslage; *Jezersko-barski sedimenti (j)*, *Sipari (s)*, *Morenski sedimenti (gl)*, *Terra rossa (ts)*, *Aluvijum (al)*, *Proluvijum (pr)*, i *Deluvijum (d)*.

Na listu OGK Drniš (*Ivanović et al. 1977, 1978*) izdvojene su *donji pleistocen - proluvijalne breče (pr)*, *srednji pleistocen - glaciofluvijalni konglomerati (glf)*, *gornji pleistocen - pijesci i slabo vezani pješčenjaci (p)*, *gornji pleistocen - glaciofluvijalni šljunci (glfš)*, *gornji pleistocen - proluvijalni pijesci (p')*, *donji holocen - deluvijalno-vapneno kršje izmješano sa zemljom (d)*, *gornji holocen - organogeno-barski sedimenti* i *gornji holocen - aluvij (al)*.

Na listu OGK Omiš (*Marinčić et al. 1976, 1977*) izdvojeni su članovi: *Pećinski sedimenti s ostacima pleistocenskih sisara*, *Glaciofluvijalni sedimenti (fgl)*, *Deluvijalne breče (d)*, *Jezerski sedimenti (f)*, *Izvorski sedimenti (i)*, *Pijesci (p)*, *Organogeno-barski sedimenti (b)*, *Aluvijalni nanos (al)* i *Proluvijalni sedimenti (pr)*.

Od svih navedenih litofacijesa, na istraženom dijelu terena izdvojen je samo *Aluvijum* kod Neorića, odnosno Muća, na listovima Drniš i Sinj.

Naslage kvartarne starosti na istraženom prostoru zastupljene su lokalnim koluvijalnim zasipima i crvenicom koja ispunjava doline i manja krška polja (Mućko, Dicmansko, Bisko i Dugopolje). Debljina crvenice je mjestimično neznatna, pa ispod nje na mnogo mjesta izviruje vapnenačka podloga, npr. u Dicmu.

U crvenici se mjestimično može uočiti subkotalno korodirane vapnenačke blokove. Zamjetnija debljina kvartarnih naslaga nađena je na sjevernoj padini Visošnice, zapadno od Sinja, gdje su otkrivene više od 60 m debele kvartarne breče, koje su mjestimično cementirane, a mjestimično imaju matriksnu potporu i sadrže klaste donjotrijaskih i krednih vapnenaca koji dosežu promjer i do 1 m. Ove breče tvore približno 1 km dugu terasu i interpretirane su kao moguća bočna morena.

2.3.2. RECENTNI STRUKTURNI SKLOP

Obuhvaćeno područje odlikuje se naglašenom razlomljenošću i prisutnom tektonskom aktivnošću. Na potonje izravno upućuje stalno pojavljivanje potresa. Tektonska aktivnost rezultira i promjenama strukturnih odnosa osobito sustava rasjeda i pukotina. Zbog primarne važnosti određivanja recentnih geoloških strukturnih odnosa bilo je potrebno detaljno razraditi strukturni sklop i skupiti podatke koje ukazuju na pomake struktura, aktivne rasjede i posebice sustave važne za moguću cirkulaciju podzemne vode.

2.3.2.1. STRUKTURE I RASJEDI

Obuhvaćeno područje nalazi se, prema strukturnim klasifikacijama, u dodirnom prostoru dvije regionalne strukturne jedinice: Adriatik (1) i Dinarik (2). Zbog stalno prisutnih promjena strukturnih odnosa i naglašene seizmotektonske aktivnosti granica tih jedinica, osobito u zaleđu Mosora, nije strogo definirana. Ipak, podaci pokazuju da je tektonska aktivnost strukturnih jedinica Mosorske Zagore (7) i Žrnovnica-Križ-Omiška Dinara (5) izravno povezana s kompresijom prostora i pomacima Mosora i Biokova. Adriatiku se priključuju izdvojene strukturne jedinice: Primoštenska Zagora-Trogir (1), Šibenska i Trogirska Zagora (2) i Promina-Moseć (3) (*prilog br. 1.1.*).

Najvažnije je istaknuti da se obuhvaćeni strukturni sklop sastoji iz reversnih struktura pružanja Z-I, ZSZ-ISI i SZ-JI. Značajno je nizanje pojedinih struktura istih ili sličnih značajki. Bilo je moguće u obuhvaćenom strukturnom sklopu izdvojiti 8 strukturnih jedinica unutar kojih se razlikuje 11 nizova reversnih struktura i 36 važnijih lokalnih struktura. Pojedine jedinice, nizovi i strukture odijeljene su rasjedima. Također i unutar njih postoje različiti sustavi rasjeda. Stoga se u proučavanju sklopa usredotočilo na klasificiranje struktura i rasjeda izdvajanje najaktivnijih dionica rasjeda posebice mogućih provodnica podzemne vode, te odredbu vrste i smjera recentnih pomaka struktura.

2.3.2.2. TEKTONSKA AKTIVNOST, ODNOSI I POMACI STRUKTURA

Uzročnici tektonske aktivnosti jesu pomaci Jadranske mikroploče. Dodatno mikroploča gura pred sobom dijelove jedinice Adriatik (1).

Nastupa odupiranje masa stijena smještenih unutar Dinarika (2) tako da u dodirnom prostoru između te dvije jedinice nastaje izražena kompresija.

Stijene se boraju i rasjedaju, te reversno pomiču duž rasjeda koji dopiru do površine. Položaj stijena i rasjeda u dubini otkriva duboki seizmički refleksijski profil.

Najvažnije je istaći nagibe rasjeda između 40° i 85° , najčešće 70° - 85° . Uočljivo je svijanje rasjednih ploha i postojanje ogranaka. Rasjed Mosor-Biokovo vjerojatno se nalazi na dubini oko - 7000 m. Blago nagnuti ocrtni rasjed u profilu je zbog dijagonalnog pružanja rasjeda u odnosu na liniju profila. Isti je slučaj s rasjedom Dugopolje-Donji Dolac u prvih - 500 m dubine. Još se ističe da je najdublji izdvojeni reporni horizont vjerojatno krovinska ploha paleozojskih stijena. Seizmotektonski profil pokazuje da su žarišta potresa izravno povezana sa rasjedima.

Tektonski pomaci na površini se odražavaju u pomacima krila rasjeda. Pomaci se osobito zapažaju duž najvažnijih rasjeda strukturnog sklopa, te duž rasjeda gdje se događaju desni i lijevi pomaci struktura i njihovih dijelova.

Odnosi i pomaci struktura ovise o položajima masa stijena različite gustoće koji izgrađuju strukturne jedinice, osobito velike strukture Svilaje (4) i Mosora (6) (*prilog br. 1.1.i 1.2.*). Između pojedinih masa stijena uspostavlja se polje stresa. Izvršena tektonska mjerenja pokazuju orijentaciju lokalnog kompresijskog stresa. Stres unutar strukturnih jedinica pokazuju njihove položaje i pomake i ističe najvažnije zone rasjeda.

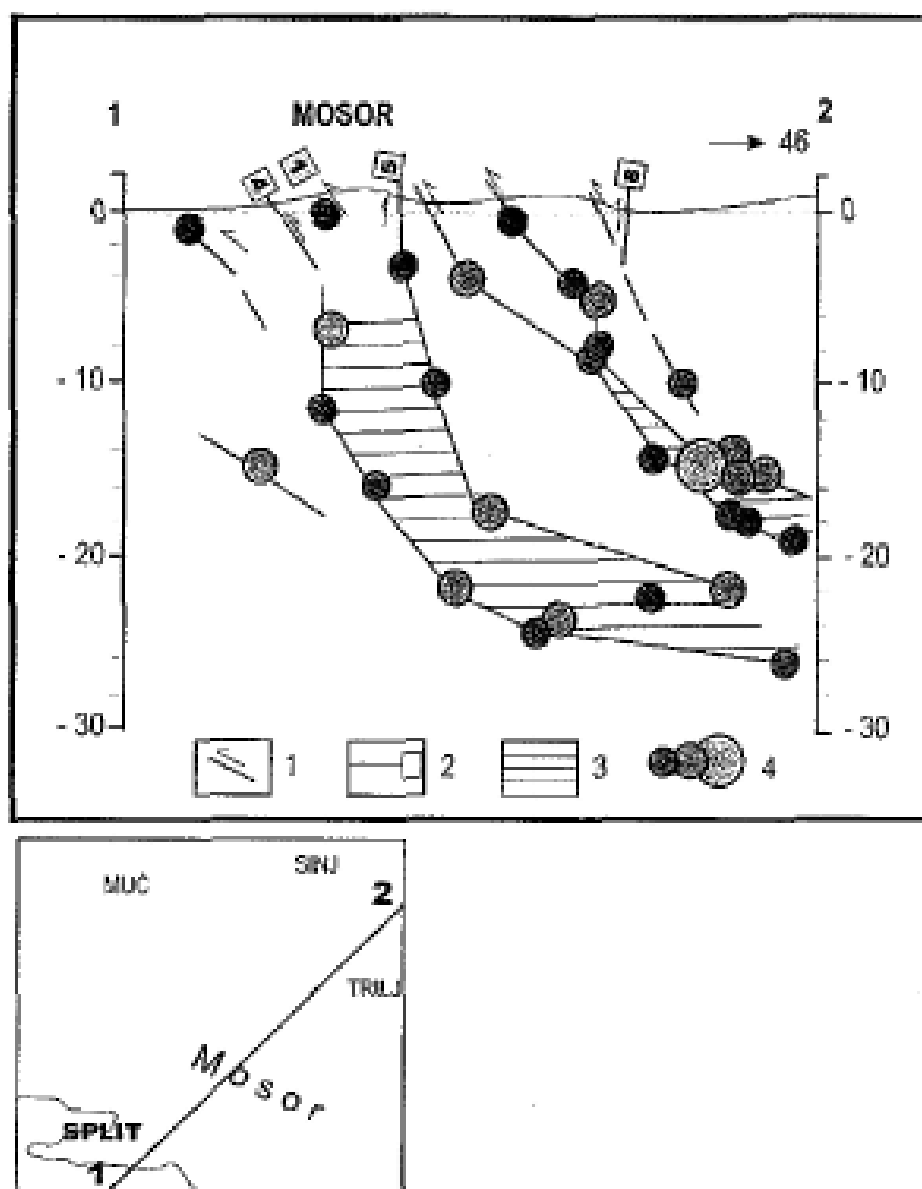
Zapaža se da je orijentacija kompresijskog stresa dijagonalna do poprečna na pružanja struktura i najvažnijih rasjeda sklopa. Izmjerena je orijentacija između $315-135^\circ$ i $45-225^\circ$, ali najčešće $345-165^\circ$ i $30-210^\circ$. Ovakva orijentacija rezultira prevladavajućom kompresijom prostora i reversnim pomacima krila rasjeda. Najvažnije je istaći promjenu orijentacije stresa. To upućuje na različite pomake i rotaciju struktura i njihovih dijelova.

Tektonski su najaktivnije dionice rasjeda poprečnog ili gotovo poprečnog pružanja prema orijentaciji kompresijskog stresa. Nastaje kompresija prostora uz oblikovanje lokalnih struktura duž čijih se krila pružaju reversni rasjedi suprotnih vergencija. U obuhvaćenom području prevladavaju dijagonalni pomaci krila rasjeda, ali različitog kuta zakosa. Uz dijagonalnu orijentaciju stresa prema pružanju rasjeda i to pod kutom oko 30° prevladavaju horizontalni pomaci krila.

Zbog toga se u obuhvaćenom području osobito ističu rasjedi sustava SSZ-JJI do SZ-Ji duž kojih su zamjetni desni pomaci struktura. Najčešće se ističu zone paralelnih rasjeda.

Najvažnija od njih je zona rasjeda Muć-Klis. Ističu se i rasjedi na potezima: Plano-Divulje, Lečevića-Vučevica, Zamovran-Brušane-Konjsko, Brušane-Prugovo, Muć-Korita-Kapela, Muć-Sušci, te Osoje-Dugopolje, Prigorje-Bisko-Donji Dolac i Življani-dolina Cetine. Pomaci struktura i osobito njihovih dijelova događaju se uz rotaciju i najčešće uz dijagonalne pomake na pružanje rasjeda promatranog sustava. To ukazuje na zasebne i ponešto različite pomake svake strukture ili strukturnog bloka. Takvi pomaci očito su posljedica njihove rotacije. U prvom planu se ističe retrogradna rotacija Mosora, koja se zamjećuje i po različitoj orijentaciji stresa. Pri rotaciji krajnji sjeverozapadni dijelovi Mosora djelomice prekrivaju rasjede Klisa. Sličnu rotaciju pokazuje struktura Dugopolje čiji dijelovi kod sela Kurtovići prekrivaju rasjede koji se pružaju duž jugozapadnog ruba Dugopolja.

Posebnu pozornost obraća se Mosoru i rasjedima koji se pojavljuju unutar strukture. Pri tom se misli na rasjede pogodne za cirkulaciju podzemne vode. Iz odnosa stresa i pružanja rasjeda najprije se ističu rasjedi i zone sustava SSI-JJI između Dugopolja i Žrnovnice. Otvaranje prostora očekuje se i duž rasjeda sustava skoro S-J koji se pojavljuju oko sela Smodlake, Batići i Kursani. Osobito se ističu rasjedi sustava SZ-JI koji su najčešći u zapadnom dijelu Mosora. Također se ističe i zona paralelnih pretežito reversnih rasjeda pružanja Z-I između Klis Kose i vrha Plišivac (1053 m). Tu je moguće otvaranje prostora jedino uz svijanje rasjeda po nagibu. Osobito je važan rasjed sustava SI-JZ koji se pruža sjeverno od kamenoloma Klis-Kosa prema izvoru Jadra. Duž pojedinih njegovih dionica vjerojatno je prisutno širenje (tenzija) prostora uz izravnu mogućnost cirkulacije vode. Prikupljeni podaci sigurno pokazuju da se i oko izvora Jadra događa širenje prostora.



SEIZMOTEKTONSKI PROFIL

LEGENDA

1- rasjedi s naznakom pomaka krila; 2- najvažniji rasjedi: rasjed Mosor - Blokovo (1), rasjed Zrnovnica - Omis - Brela (4), rasjed Kila - Zagvozd - Župa (5), rasjed Sinj - Lovreč - Tihaljina (6); 3 - seizmotektonski aktivne zone u prostoru; 4 - žarišta potresa magnitude < 4,0; 4,1 - 5,0; 5,1 - 6,0.

Slika 5. Seizmotektonski profil

2.4. GEOMORFOLOŠKE ZNAČAJKE

2.4.1. OKRŠENOST PODRUČJA SLIVA

Izvori Jadro i Žrnovnica smješteni su u podnožju planina Mosor (1300 m) i Kozjak (600 m) na 34.60 (Jadro), odnosno 77-88 m (Žrnovnica) iznad morske razine, u zoni dodira karbonatnih naslaga splitske Zagore i obalnog fliškog pojasa. U morfološkom smislu jasno je uočljiva pojava izrazito raščlanjenog reljefa, posebno u području rasprostranjenja karbonatnih stijena.

Između niza vrhova kojima koji su visine od 550-680 metara nalazi se više krških polja, uvala i zaravni na nadmorskim visinama od 300 - 350 metara. Najveća krška polja su Mučko polje (400 ha), Dicmansko polje (300 ha), Dugopolje (190 ha) i Konjsko polje (150 ha). Nizovi uzdignuća i depresija u jugoistočnom dijelu razmatranog područja, imaju pravac pružanja sjeverozapad-jugoistok (»dinarsko pružanje«), dok idući prema jugozapadu orijentacija morfoloških cjelina postupno prelazi u pravac istok-zapad (»hvarsko pružanje«).

Morfološki uzdignute dijelove reljefa izgrađuju isključivo čvrste karbonatne stijene (vapnenci i dolomiti) u kojima su zastupljeni svi elementi krške morfologije, kao što su povremeni ponori, jame, spilje, vrtače, škrape, suhe doline, pojave strmo odsječenih padina itd.

U morfološkim depresijama koje uglavnom izgrađuju klastične prašinasto glinovite naslage različite vrste i starosti, mogu se uočiti manji terasni odsjeci, zatim pojave povremenih tokova i ponora, posebno u obodnini dijelovima polja. Također su karakteristična i brojna sufozijska uleknuća u klastičnim naslagama krških polja.

Jedan od ključnih morfoloških elemenata koji ukazuju na intenzitet okršnosti karbonatnih naslaga su vrtače ili ponikve. One su pored ostalih elemenata (litološki sastav, razlomljenost, strukturna građa) jedan od odlučujućih čimbenika koji ukazuju na dijelove terena koji su izrazito ranjivi u smislu mogućeg nepovoljnog utjecaja na podzemne vode. U Studiji (lit. 2) posebna pažnja je posvećena vrtačama ili ponikvama te ja na širem području sliva izdvojeno ukupno 10312 pojedinačnih objekata. Nakon toga je računalnim putem kalkilirana prostorna distribucija vrtača.

Postavljena je jednolika mreža (grid) dimenzija 250 x 250 m. Pri tome je search radius iznosio 175 m od svake ćelije grida. Pri tome korišten software Arc Gis 8.3. Spatial Analyst-ESRI.

Nakon ovako postavljenog izračuna načinjen je reklasificirani raspon kategorija gustoće vrtača i to: I - 0 ; II - 1-3 ; III- 3-6 ; IV.- 6-10 ; V- >10. Rezultat je karta okršenosti sliva prema prostornoj raspodjeli gustoće vrtača. Na karti okršenosti sliva dobro se uočavaju zone veće gustoće zastupljenosti ovih morfoloških pojava.

Mogu se izdvojiti slijedeće cjeline:

- područje Ramljane - Gizdovac,
- područje između Koprivnog i Gornjeg Muca
- široka zona između Dugobaba i Lečevice
- prostor sjeverozapadnog zaleđa Mosora preko Biskog do Trilja izdužena zona južno od linije Konjsko-Vučevica (zaleđe Kozjaka)
- dodirna zona Mosora i Kozjaka (Klis Grlo-Dugopolje)

Provedenim istraživanjima i prostornom analizom ustanovljeno je da prostorna distribucija vrtača u znatno višem stupnju zavisi o nagibu reljefa nego o drugim čimbenicima kao što je litološki sastav, stratigrafski položaj stijena i drugi elementi.

2.4.2. SPELEOLOŠKI OBJEKTI

Za potrebe izrade hidrogeološke karte slivnog područja izvora Jadra i Žrnovnice (Kapelj, S., 2001; 2002) prikupljeni su podaci o speleološkim pojavama. Područje za koje su prikupljeni podaci obuhvaćeno je listovima topografskih karata mjerila 1:25000: Gornje Utoje, Donji Muć, Neorić, Sinj, Trogir, Split i Trilj. Temeljne podloge i izvori podataka za izradu ovog prikaza bili su: baza speleoloških podataka *Osnovne hidrogeološke karte Hrvatske list Split* mjerila 1:100 000 (Fritz & Kapelj, 1998), studija *Geološka, hidrogeološka i inženjersko geološka istraživanja područja Dugo polje* (Fritz & Bahun, 1960), te ostala speleološka literatura. Tada je za promatrano područje prikupljeno podataka o 114 speleoloških pojava. Razina njihove obrađenosti vrlo je različita.

Za dio objekata dostupni su samo podaci o položaju i veličini otvora dok za neke postoje potpuniji podaci, uključujući dimenzije objekta i njegovu hidrogeološku funkciju. Temeljem ovog kriterija za prikaz na priloženoj hidrogeološkoj karti odabrani su svi objekti za koje postoje podaci o trajnom ili povremenom prisustvu vode. U navedenu skupinu objekata svrstana je jedna špilja, 18 jama i 26 ponora. Premda su najbrojniji, ovdje je važno naglasiti da ponori nisu tipični speleološki objekti, odnosno njihovi ulazi su najčešće zatvoreni, a voda ponire kroz naplavni nanos ili između kamenih blokova. Najveći broj ponora lociran je na potezu Postinje - Donji Muć, dok se dva ponora nalaze uz rijeku Cetinu. Slijedeći kriterij selekcije bile su dimenzije objekta, pa su tako za prikaz odabrane sve špilje i jame duže, odnosno dublje od 50 m. Na osnovi ovog kriterija odabrane su samo jedna špilja i 4 jame.

Jedina značajna špilja razmatranog područja je Vranjača, turistički uređen objekt dužine 300 metara kod mjesta Kotlenice. Valja naglasiti da prema korištenim izvorima podataka, izdvojene dublje jame nisu u potpunosti istražene, te da za njih ne postoje topografski nacrti niti druge informacije o morfologiji objekta.

Pregled izvojenih speleoloških objekata prema vrsti i hidrogeološkoj funkciji prikazan je u slijedećoj tablici:

Špilje	1
Spilje s vodom	1
Jame	4
Jame s vodom	18
Ponori	26
Ukupno	50

Ovaj broj objekata i stupanj njihove obrađenosti svakako nije konačan. Mnoge speleološke udruge istraživale su i danas istražuju ovo područje, te rezultate istraživanja pohranjuju u arhive društava.

Istraživanje odnosa pojedinih morfoloških značajki ovog krškog područja s stratigrafskim, litološkim, strukturnim, hidrogeološkim značajkama bit će predmet budućih istraživanja tijekom modeliranja ranjivosti podzemnih voda i rizika od pojedinih potencijalnih i aktivnih izvora opasnosti.

Za potrebe izrade ovog Elaborata, načinjen je na bazi dostupnih podataka Katastar značajnijih jama i ponora - poglavlje 3.8. gdje su opisani registrirani ponori i jame.

2.5. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE

Splitsko-dalmatinska županija nalazi se u zoni jadranskog tipa mediteranske klime čije su osnovne osobine suha i vruća ljeta, te blage i vlažne zime. Krećući se od otočnog preko obalnog do zagorskog područja, srednje godišnje temperature opadaju, a povećava se ukupna količina oborine. **Klima otočkog područja** je topla s obiljem sunca i temperaturama koje rijetko padnu ispod nule, te s malo oborine. **Klima priobalja** karakterizirana je većim oborinama u hladno doba godine, te vrućim, suhim i izrazito vedrim ljetom. Temperatura najhladnijeg mjeseca u priobalju kreće se između -3°C i $+18^{\circ}\text{C}$, dok je srednja temperatura najtoplijeg mjeseca veća od 22°C . Planinske barijere priobalja priječe veći utjecaj mediteranske klime na zagorsko područje. U unutrašnjosti **zaobalnog područja**, na mjestima u kojima mediteranska klima nema utjecaja zbog prirodnih barijera, javljaju se elementi kontinentalne klime. U zaobalnom području temperature ispod 0°C pojavljuju se od listopada do svibnja, s minimalnim temperaturama nižim i od -20°C . Prevladavajući vjetrovi su bura i jugo, čija učestalost godišnje iznosi 35% do 55%. Jadransko more, kao prirodni rezervoar relativno tople vode s temperaturom od 10°C do 26°C , najvažniji je indikator klimatskih karakteristika na širem području Županije.

Srednja godišnja temperatura Splitsko-dalmatinske županije iznosi $15,4^{\circ}\text{C}$. Sinj ima najnižu srednju godišnju temperaturu zraka u Županiji ($12,6^{\circ}\text{C}$), a Komiža najvišu ($16,7^{\circ}\text{C}$).

Količina **oborine** predstavlja drugi po važnosti klimatski element. Količina oborine se postupno povećava od pučine prema obali, a također se povećava s nadmorskom visinom. Komiža je područje s najnižom prosječnom godišnjom količinom oborine (289,5mm), a Vrgorac područje s najvišom količinom oborine (1.589,7mm). U zaobalju, priobalju i otocima bližim obali, najveće količine oborine su tijekom jeseni, a na području vanjskih otoka i Vrgorca tijekom zime. Ljeto je razdoblje izrazito malih oborina.

U tabeli 2. prikazane su srednje mjesečne i godišnje oborine na postajama (**S. Kapelj et al (2008.)** Studija upravljanja vodama sliva Jjadra i Žrnovnice, Druga faza studijsko-istraživačkih radova, Geotehnički fakultet, Varaždin)

TABELA 2

Srednje mjesečne i godišnje oborine na postajama

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
SPLIT-MARJAN	68	47	47	63	52	46	16	44	94	76	123	96	773
KLIS	95	68	72	97	70	62	19	59	104	102	182	155	1086
DUGOPOLJE	136	81	82	99	77	51	30	74	120	84	202	183	1219
BISKO	138	93	94	126	81	69	37	65	126	138	254	213	1433
MUČ	102	73	79	112	87	65	45	73	126	131	210	166	1269
DICMO	97	70	73	95	67	60	30	71	128	106	194	159	1150
SITNO GORNJE	120	83	94	129	84	72	36	55	112	125	230	198	1337
PRANČEVICI	153	96	102	129	78	58	41	62	138	140	240	234	1469
LEČEVICA	119	77	88	103	76	60	34	66	119	108	208	193	1251
SINJ	90	68	71	101	77	71	43	67	123	115	191	142	1157
Minimum*	90	68	71	95	67	51	19	55	104	84	182	142	1086
Sredina*	117	79	84	110	78	63	35	66	122	117	212	182	1264
Maksimum*	153	96	102	129	87	72	45	74	138	140	254	234	1469
Devijacija (%)**	19.0	13.1	13.3	12.8	8.0	10.7	23.1	9.9	8.0	15.9	11.3	16.5	10.3

*Bez postaje Split-Marjan

**Prosječna devijacija izražena u % srednje vrijednosti

2.6. HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE

Samo razgraničenje sliva izvora Jadra i Žrnovnice prema susjednim slivovima ima različit stupanj pouzdanosti odredbe zbog **nedovoljnog** poznavanja hidrogeološkog karaktera razvodnice. Može se reći da je razvodnica s visokim stupnjem pouzdanosti određena samo na sjevernoj i južnoj granici sliva, sjeverno iznad Mućkog polja i na jugu uzduž navlačnog kontakta karbonatnih stijena i priobalnog fliškog pojasa.

Sjeverno od Mućkog polja razvodnica ima pretežito topografski karakter prolazeći nepropusnim trijaskim naslagama, a samo manjim dijelom podzemne. Sve oborine koje padu na trijasku naslage stvaraju više povremenih bujičnih vodotoka koji na kontaktu s propusnim karbonatnim stijenama poniru u podzemlje.

Južna granica sliva definirana je navlačnim kontaktom propusnog terena Zagore i nepropusnog priobalnog područja izgrađenog od naslaga fliša gdje je određena uglavnom topografska razvodnica. Na dijelu od Klisa do Žrnovnice, kontakt je poremećen navlačnom tektonikom i poprečnim rasjedom. U ovom dijelu sliva razvodnica je određena kao podzemna linijska.

Zapadna granica sliva na temelju rezultata trasiranja iz ponora u Postinju, koje je potvrdilo da je ta granica zonalnog karaktera. Time se spoznalo da je relativna podzemna barijera Divojevići-Brštanovo koncem sušnog razdoblja ujedno i podzemna razvodnica. Međutim u kišnom razdoblju dio vode podzemno teče prema Gizdavcu i dalje prema Jadru i Žrnovnici.

Nastavak zapadne granice sliva prema jugu ima karakter podzemne zonalne razvodnice koja još nije određena na zadovoljavajućoj razini.

Trasiranje iz prirodne jame na području Kladnjice dijelom je riješilo neke dvojbe barem za manji dio sliva, kada se boja pojavila na izvoru Jadra, dva mjeseca nakon ubacivanja trasera (Korbar et al. 2006). Nedostatak tog podatka je što je ponovno trasiranje obavljeno u hidrološki nepovoljnom razdoblju za pouzdanu odredbu zapadne granice sliva.

Istočna granica sliva određena je na zadovoljavajućoj razini do područja doline rijeke Cetine. Hidrološka mjerenja i obrade podataka vrlo vjerojatno iz smjera Cetine očekuju prihranjivanje izvora Jadra i Žrnovnice (Bonacci & Roje-Bonacci, 1996). Za potrebe izgradnje HE Đale provedena su vrlo opsežna istraživanja (Magdalenić, 1971),

Na osnovi dobivenih podataka zaključeno je da u ovom dijelu terena granica sliva ima također karakter podzemne zonarne razvodnice. Otvorena pitanja u ovom dijelu sliva odnose se na određivanje udjela miješanja vode iz susjednog sliva rijeke Cetine. Trasiranjem iz ponora Ponikva (Renić, 1992) koje je provedeno 28.03.1992. u Strijanskom polju kod Putišića dokazana je veza ovog dijela terena s izvorima Jadro i Žrnovnica te korigirana istočna granica sliva.

Rezultati Studije upravljanja vodama sliva Jadra i Žrnovnice -prva, druga i treća faza (Kapelj et al., 2006, 2008, 2009) egzaktno potvrđuju odnose vezane za slivne odredbe, gdje se utjecaj zajedničkog sliva pod razmetranim hidrološkim prilikama sa slivom Jaruge pomiče prema istoku. Pojave povišene koncentracije sulfata u vodi izvora Jaruge i dokazana vezanost te pojave s naslagama gipsa i anhidrita pretpostavlja širenje sliva Jaruge na područje Kninskog polja.

Istočni dio sliva i funkcioniranje barijere Sinjskog polja ponovno je otvorilo neka pitanja. Egzaktno je dokazana sličnost kisikovih i vodikovih izotopa s izvora Ruda i Grab s vodom Jadra i Žrnovnice. Rezultati upućuju na sličnu nadmorsku visinu pretežitog napajanja što može upućivati i na prekogranični karakter sliva Jadra i Žrnovnice.

Na osnovi tematski provedenih hidrogeoloških radova usklađenih s strukturno-tektonskom razradom i litofacijalnim odredbama područja sliva prikazani su hidrogeološki odnosi na kompilacijskoj hidrogeološkoj karti sliva Jadra i Žrnovnice u M 1:50 000 (prilog 2).

2.6.1. HIDROGEOLOŠKA OBILJEŽJA STIJENA I TERENA

Na hidrogeološkoj karti sliva izvora Jadra i Žrnovnice izdvojene su prema svojstvu vodopropusnosti četiri osnovne kategorije stijena:

1. ***Propusne stijene,***
2. ***Djelomično nepropusne stijene,***
3. ***Djelomično propusne,***
4. ***Nepropusne stijene.***

Osim ovih izdvojena je podskupina naslaga **naizmjeničnih svojstava**, u koju su uvrštene razne nevezane ili slabovezane naslage, koje su nastale bilo površinskim trošenjem osnovne stijene, ili deluvijalnim procesima trošenja materijala na padini, a koje nalazimo u krškim poljima, riječnim dolinama i općenito lokalnim depresijama.

Područje sliva Jadra i Žrnovnice općenito, pripada tipu orogenskog akumuliranog krša, u kojem su zastupljeni svi krški fenomeni. Izrazita razlomljenost terena omogućila je intenzivno okršavanje karbonatnih stijena. U području rasprostranjenja karbonatnih stijena nema stalnih tokova, već sva oborinska voda vrlo brzo ponire u podzemlje.

U dijelovima sliva u kojima su razvijene klastične naslage (krška polja), postoje lokalni gravitirajući povremeni površinski vodotoci, koji ubrzo koncentrirano poniru u ponore koji su razvijeni u krškim poljima, i na taj način dolaze u zonu horizontalne cirkulacije podzemne vode. Takvi su slučajevi zabilježeni u Mučkom, Dicmanskom, Dugopolju, Biskom i polju kod Konjskog. U vrijeme visokih voda ova polja povremeno plave, a vode kratko vrijeme poniru u brojne povremene ponore.

Erozijska baza ovih podzemnih voda je najniži kontakt propusnih karbonatnih stijena Zagore s nepropusnim stijenama priobalnog pojasa. Hidrogeološke značajke zastupljenih stijena, relativno su dobro upoznate temeljem dosadašnjih istraživanja.

Svojstvo vodopropusnosti, u prvom je redu ovisno o litološkom sastavu stijena. Međutim stijene istog litološkog sastava, zbog različitog položaja u strukturnom sklopu terena, kao i sekundarnih obilježja mogu imati različite *hidrogeološke funkcije*.

Na širem istraživanom području mogu se izdvojiti grupe stijena, koje u terenu imaju sljedeće *funkcije*: **relativna barijera, potpuna barijera i propusno područje**.

Na širem području, hidrogeološku funkciju **potpune hidrogeološke barijere** imaju fliške naslage Kaštelanskog zaljeva zahvaljujući kojima istječu krški izvori, kao i klastiti trijaskog fliša sjeverno od Mučkog polja. Funkciju **relativne barijere** imaju slabije propusni dolomiti i pločasti vapnenci gornje krede, dok funkciju **propusnog područja** imaju vapnenačke breče, vapnenci jure, krede i paleogena. Ovi su elementi prikazani na prilogu 2, a opisani u nastavku ovog poglavlja.

2.6.1.1. Propusne stijene

Na istraživanom području, grupi propusnih stijena, općenito, pripadaju karbonatne stijene mlađeg paleozoika (Perm), mezozoika (T,J,K) i dijelom eocenske (E_{1,2}) starosti. Također su zastupljene prominske naslage, kao i mosorske breče. Propusne stijene permske starosti izdvojene su na malom izdanku istočno od Muca (prilog 2). U litološkom smislu to su šupljikave vapnenačke breče (rauchwacke) u asocijaciji s evaporitima (gips). Ove stijene nalazimo sjeverno od regionalnog rasjeda Knin-Muč-Sinj. U ovom slučaju zbog malog rasprostranjenja imaju lokalnu hidrogeološku funkciju u terenu. Slijede srednje trijaskne (otarnik naslage) koje su razvijene u formi uske zone sjeverno od Muća, kao prijelaz iz kampilskih klastita u karbonate srednjeg trijasa. Ove stijene (pretežno dolomiti) su prema hidrogeološkoj funkciji u terenu djelomično bliske vapnencima.

Superpozicijski slijede vapnenci gornje jure (malm). Ove propusne karbonatne stijene (uslojeni i gromadasti vapnenci) izgrađuju jezgru antiklinalne strukture Mosor. Sjeveroistočno krilo ove strukture izgrađuju naslage donje krede zastupljene bazalnim vapnenačkim brečama i debelo uslojenim vapnencima.

Područje sliva Jadra i Žrnovnice pretežito izgrađuju vapnenci svih katova gornje krede (68% površine). To su dobro uslojene karbonatne stijene debljine slojeva oko 20 - 50 cm. Lokalno mogu biti i deblje uslojene, a registrirani su i gromadasti vapnenci.

U hidrogeološkom smislu to su stijene sa sekundarnim porozitetom, što je posljedica razlomljenosti i okršenosti, uzduž rasjeda i pukotina.

One imaju svojstvo velike vertikalne i horizontalne propusnosti, što omogućuje infiltraciju oborinskih, i horizontalnu cirkulaciju podzemnih voda.

Osim ovih lokalno su zastupljeni eocenski foraminiferski vapnenci. Najmlađe propusne stijene u razmatranom području su prominske neuslojene vapnenačke breče razvijene južno od Muća, kao i uslojene (mosorske) vapnenačke breče koje nalazimo samo na zapadnim padinama Mosora. Opisane stijene imaju *hidrogeološku funkciju propusnog područja*, a na hidrogeološkoj karti (prilog 2) prikazane su nijansom tamno plave boje.

2.6.1.2. Djelomično nepropusne stijene

U terenu koji je obuhvaćen hidrogeološkom kartom (prilog 2) u skupinu djelomično nepropusnih, dakle praktično pretežito propusnih stijena uvršteni su dolomitični vapnenci i dolomiti cenomana, kao i pločasti vapnenci turonske starosti. Ove stijene su vrlo usko povezane sa ranije opisanim. Prelazi između vapnenaca i dolomita su najčešće postupni budući da je dolomitizacija proces koji je u nepravilnim formama zahvaćao postojeća vapnenačka sedimentna tijela. U ovim je stijenama dolomitizacija djelomična, tako da stijene imaju obilježja prelaznih varijeteta. Ove stijene su registrirane uglavnom u cenomanskom katu gornje krede. Znatno se jasnije na terenu mogu izdvojiti pločasti vapnenci turonske starosti.

Propusnost opisanih stijena (prilog 2), također je sekundarnog karaktera. One izgrađuju kompleks propusnih stijena. Ipak se može, očekivati da su, zbog teksture, (dobra uslojenost i pločasti habitus i sadržaja dolomitne komponente), slabije propusne, posebno kada se radi o vertikalnom procjeđivanju. Detaljnim terenskim kartiranjem, dio opisanih vapnenaca je izdvojen i uvršten u grupu djelomično nepropusnih stijena.

Zbog male debljine i površinske rasprostranjenosti, opisanih tanje uslojenih do pločastih vapnenaca, hidrogeološka funkcija im se može ocijeniti između *propusnog područja i lokalne relativne barijere*. Na hidrogeološkoj karti (prilog 2) prikazane su nijansom svijetloplave boje.

2.6.1.3. Djelomično propusne stijene

Prema kriteriju vodopropusnosti, u ovu su grupu uvršteni glinoviti vapnenci perma (2P_3), anizički dolomiti, klastiti i breče (T_2^1), kao i laporoviti vapnenci i vapnoviti lapori paleocenske (PcE) starosti. Permske glinovite vapnence nalazimo u zoni rasjeda kod Muća. Trijaski dolomiti, klastiti i breče izdvojeni su u zoni trijaskih naslaga sjeverno od Muća. Laporoviti vapnenci i vapnoviti lapori paleocena izdvojeni su na više lokaliteta (prilog 2). Zona kod Prugova, kod Mojanke te dijelom kod Konjskog i Blaca, gdje izgrađuju bokove sinklinala. Debljina im je relativno mala i vjerojatno ne prelazi 30 - 50 m.

Budući da na lokalitetu Konjsko ove stijene predstavljaju podlogu fliške sinklinale koja je u cjelini oko 150 m iznad statičke razine podzemnih voda, hidrogeološka funkcija ovih stijena je upitna. Hidrogeološku funkciju ovih stijena treba u cjelini vezati uz terciarnu flišku sinklinalu Konjsko koja je primjer "viseće" hidrogeološke barijere.

Pored opisanih treba spomenuti jezgre krednih (cenomanskih) antiklinalnih struktura koje izgrađuju pretežito dolomiti. Nalazimo ih u širem slivu razmatranog područja (prilog 2). Ove stijene, zbog litološkog sastava, kao i strukturnog položaja, treba smatrati znatno slabije propusnim u odnosu na predhodno opisane, pa stoga imaju dobru sposobnost zadržavanja površinskih voda, a također mogu vršiti funkciju *relativne hidrogeološke barijere*, i utjecati, odnosno usmjeravati tokove nadzemnih voda, u onoj mjeri, koliki im je doseg i rasprostranjenje do razine podzemnih voda.

Načelno treba očekivati da se pozitivna hidrogeološka funkcija ovih struktura povećava s dubinom. Funkciju relativne barijere u ovom slivu dobro ilustrira dolomitna antiklinala Brštanovo, za koju je dokazano da u kišnom razdoblju usmjerava podzemne vode prema sjeverozapadu, prema izvorima Torak i Jaruga (S. Kapelj et al., *Studija upravljanja vodama sliva Jadra i Žrnovnice - Prva faza studijsko-istraživačkih radova, Geotehnički fakultet Varaždin, 2006. god.*). Ove stijene su na grafičkom prilogu prikazane nijansom svjetlozelene boje.

2.6.1.4. Nepropusne stijene

U grupu nepropusnih stijena uvrštene su klastične naslage donjeg trijasa (T_1^1 i T_1^2) kod Muća, kao i naslage eocenskog fliša. (E_3 , E-M). Ovim je nazivom općenito obuhvaćen kompleks naslaga koji se sastoji od više različitih litoloških članova koji su kontinuirano taloženi na foraminiferskim vapnencima ($E_{1,2}$).

U litološkom smislu, zastupljeni su laporima, laporovitim vapnencima, vapnovitim laporima i pješčenjacima, a lokalno i vapnencima u vertikalnoj i lateralnoj izmjeni.

U razmatranom području izgrađuju sinklinalnu strukturu kod Konjskog, zatim mala krška polja kod Blaca i kod Putišića. Zastupljeni su pretežito lapori, vapnoviti lapori i laporoviti vapnenci. Na svježije otvorenim izdancima lapori su sive do plavosive boje, dok su žuti do svjetlosmeđi u zoni oksidacije i površinskog trošenja.

Ove su laporovite naslage izrazito podložne površinskom trošenju, pa pod utjecajem egzogenih faktora, najčešće prelaze u neuslojeni materijal prašinasto glinovitog sastava.

Prema postojećim podacima, na ovim lokalitetima opisane laporovite naslage, imaju funkciju **nepotpune "viseće" hidrogeološke barijere**, budući da im je debljina relativno mala, a cijela se struktura nalazi znatno iznad razine podzemne vode. Konjsko polje je povremeno plavljeno tijekom kišnog razdoblja vodama iz neposrednog lokalnog sliva, kada je aktivno nekoliko povremenih izvora. Ove vode poniru u podzemlje na nekoliko povremenih ponora.

Opisane fliške naslage razvijene su također u priobalnom području od Kaštelanskog polja prema Omišu gdje zbog svoje velike debljine i strukturnog položaja (podinsko krilo regionalne navlačne strukture) imaju hidrogeološku funkciju **potpune hidrogeološke barijere**. Identičnu hidrogeološku funkciju imaju klastične naslage donjeg trijasa kod Muca. Nepropusne stijene i naslage su na prilogu 2 izdvojene nijansom svjetlo smeđe boje.

2.6.1.5. Naslage naizmjeničnih svojstava

Izdvojene su u krškim poljima, gdje izgrađuju relativno plitke pokrove prašinasto glinovitog materijala s različitim udjelom vapnenačkog kršja. Nalazimo ih u Mučkom polju, krškim poljima kod Konjskog i Dicma, kao i kod Dugopolja (prilog 2).

Porozitet ovih naslaga je međuzrnski, a funkcija im je uglavnom ovisna o funkciji stijena u podlozi. Ove su naslage izdvojene u sklopu detaljnih istraživanja, a na grafičkom prilogu 2 prikazane su nijansom žute boje.

2.6.1.6. Propusne klastične naslage

Lokalno su izdvojene izolirane pojave klastičnih kvartarnih naslaga za koje je ocijenjeno da ne sadrže prašinasto-glinovitu komponentu. To su pojave aluvijalnih naslaga u dolini rijeke Jadro, zatim izdanci pijeska, kao i izdanci glaciofluvijalnih konglomerata u dolini Cetine kod Garduna i Čaporica. Ove naslage imaju hidrogeološke značajke propusnog područja i imaju međuzrnsku poroznost.

Zbog neznatnog površinskog rasprostranjenja, kao i male debljine i rubnog položaja u slivu nemaju značajniju hidrogeološku funkciju. Na kompilacijskoj hidrogeološkoj karti (prilog 2) prikazane su nijansom tamno plave boje.

Završno treba naglasiti da hidrogeološke značajke izdvojenih grupe stijena, posebno kad je riječ o karbonatnim stijenama treba shvatiti okvirno, budući da u detaljima terena postoje nijanse u razlomljenosti, okršenosti, zastupljenosti kvartarnog pokrivača i sl.

Tijekom prethodnih istraživanja, rekognosciranja i detaljnih kartiranja, koja su do sada izvedena u slivu, izdvojeni su pojedini izrazito razlomljeni i okršeni dijelovi terena koji zahtijevaju detaljniju razradu. Tom prilikom je registrirano nekoliko značajnijih jama: Garina, Goleмова, Kevina, te više manjih bezimenih, od kojih tri u Konjskom polju, kao i tri u području Biska funkcioniraju kao povremeni ponori.

2.6.2. OPIS VODONOSNIKA

Osnovna je karakteristika krša da se više vode nalazi u podzemlju nego na površini. Krški sustav možemo promatrati u hidrološkom smislu kao otvoreni sustav omeđen rubovima sliva i s ulazom, prolazom/zadržavanjem i izlazom vode.

Na području sliva izvorišta Jadra i Žrnovnice voda u krški sustav ulazi difuzno, prvenstveno precipitacijom i to kao kiša ili snijeg. Infiltracija vode u podzemlje iznosi i do 75%, ostalo ispari ili otječe površinom. Voda koja prolazi kroz krško podzemlje dolazi do vodnog lica te postaje voda temeljnica. Na području sliva izvorišta Jadra i Žrnovnica, prema dosadašnjim istraživanjima, to vodno lice se nalazi na dubini od 100-300 m.

Vodonosnici na ovom području većinom su sa slobodnim vodnim licem, ali ima i ukleštenih i visećih vodonosnika.

2.6.3. DINAMIKA PODZEMNIH VODA

U kršu su međusobni odnosi vodnih tijela komplicirani. Uglavnom imamo pukotinsku (sekundarnu) poroznost-propusnost stijena, međutim javlja se i kanalska pojava tečenja podzemnih voda kao i područja na kojima imamo granularnu, difuznu (primarnu) poroznost-propusnost stijena.

Na području sliva izvorišta Jadra i Žrnovnice, dosadašnjim provedenim trasiranjima podzemne vode, utvrđeni su prioritetni tokovi podzemnih voda, zona rasjeda Muć-Klis, gdje brzina toka podzemne vode iznosi više od 10 cm/s.

Iz razloga utvrđivanja dubine podzemnih voda i monitoringa podzemnih voda izvedene su dvije duboke strukturno-pijezometarske bušotine na istočnom dijelu sliva izvorišta Jadra i Žrnovnice.

Prva je izvedena 2008. god. oznake B-1 u Dugopolju, dubine 300.0 m i zaključeno je da bušotina ima zadovoljavajuću komunikaciju sa podzemnom vodom (dr.sc. S. Kapelj-Studija upravljanja vodama sliva Jadra i Žrnovnice - druga faza studijsko-istraživačkih radova, Varaždin 2008.). Ovim studijsko-istraživačkim radovima ustanovljena je nazočnost kratkozadržavajuće komponente podzemne vode do pet godina, a pojava vode inaktivne na tricij upućuje na znatno starije uskladištenu podzemnu vodu u duboko okršenom podzemlju.

Druga istražna bušotina izvedena je na području Gizdavca 2009. god., dubine 350 m. Razina podzemne vode u tom periodu bila je na relativnoj dubini - 126.14 m.

Nedovoljno utvrđenu istočnu stranu sliva, odnosno razgraničenje voda sliva Cetine i Jadra i Žrnovnice treba utvrditi daljnjim vodoistražnim radovima - trasiranjima podzemne vode i izradom strukturno-pijezometarskih bušotina.

3./ Elabarat – zone sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice

3.1. TEHNIČKI OPIS VODOZAHVATNIH OBJEKATA

Cijelo područje gradova Splita, Solina, Kaštela i Trogira te općine Podstrana, Okrug, Seget i dio općine Klis opskrbljuje se vodom zahvatom na krškom izvoru rijeke Jadro. Iz razloga male izdašnosti izvora Žrnovnica u ljetnim mjesecima, voda sa izvora Žrnovnica danas se samo djelomično koristi za vodoopskrbu istoimenog naselja Žrnovnica i navodnjavanje okolnog poljoprivrednog zemljišta, dok je u budućnosti planirana izgradnja zahvata na izvoru Žrnovnica radi uključivanje u vodoopskrbni sustav u zimskom razdoblju.

- **Vodoopskrbni sustav Split-Solin-Kaštela-Trogir** sa zahvatom na izvoru rijeke Jadro kojim su obuhvaćeni gradovi Split, Solin, Kaštela i Trogir, te općine Podstrana, Okrug, Seget, i dio općine Klis. Obuhvaća 8 velikih crpnih stanica, 5 vodosprema zapremnine 15.000 m³ i 20 km cjevovoda raznih profila. S izvora se zahvaća od 2,0 do 2,8 m³/s vode koja se doprema prema potrošačima kroz dva paralelna kanala: stari Dioklecijanov kanal (propusne moći 550-880 l/s) i novi betonski kanal (kapaciteta oko 2700 l/s). Na crpnim stanicama Ravne Njive i Kopilica prispjele vode s izvora Jadra se tlače u pripadajuće glavne gradske vodospreme.



Slika 6. Vodoopskrbni sustav Split-Solin-Kaštela-Trogir

3.1.1. Zahvat vode na izvorištu Jadra

Vodoopskrbni sustav Split-Solin-Kaštela-Trogir opskrbljuje se vodom s izvora rijeke Jadro, koji izvire na koti 34,60 m n.m. i na udaljenosti 4 km od centra Solina. Prirodni uvjeti, koji se očituju u postojanju jednog izvora velike izdašnosti koji izbija u centru područja, omogućili su da se voda distribuira na relativno velike udaljenosti od samog izvora (područje Splita s gravitirajućom općinom Podstrana, Solina s gravitirajućom općinom Klis, Kaštela i Trogira s gravitirajućim općinama Seget i Okrug).

Izvor je kaptiran još u doba cara Dioklecijana, prije 1700 godina, kada je izgrađen i stari Dioklecijanov kanal za potrebe opskrbe vodom stare Salone i Dioklecijanove palače. Zahvatna je građevina zaštićena betonskim svodom i čeličnim rešetkama od urušavanja trošnih stijena u okolini izvora. Od zahvatne građevine voda se gravitacijski odvodi u smjerovima Splita, Solina, Kaštela i Trogira putem starog Dioklecijanovog i novoga Splitskog kanala.



Slika 7. Zahvat na izvoru Jadro

Izvor Jadro se koristi za vodoopskrbu šireg područja koje obuhvaća gradove: Split, Solin, Kaštela i Trogir s nizom prigradskih i okolnih naselja. Centralnu poziciju pri opskrbi vodom s ovog izvora ima grad Split, kao najveći potrošač, do kojeg se voda doprema kroz dva paralelna kanala: starog Dioklecijanovog kanala propusne moći 550-880 l/s i novog betonskog kanala kapaciteta 2000 l/s u gornjem i 1350 l/s u donjem dijelu. Stari Dioklecijanov kanal je nastao još u doba rimskog carstva prije 1700 godina. Kanal je širok 60 cm, visok 120 cm i dugačak oko 9,0 km.



Slika 8. Dioklecijanov kanal

Danas se koristi samo dio ovog kanala do crpne stanice Kopilica, dužine 7450 m, koji je detaljno rekonstruiran. Na crpnim stanicama Ravne Njive i Kopilica dospjela voda s izvora Jadro se tlači u pripadajuće glavne gradske vodospreme.

3.1.2. Zahvat vode na izvoru Žrnovnice

Izvorište Žrnovnice se nalazi istočno od Splita, oko 2 km sjeveroistočno od naselja Žrnovnica. Sastoji od niza manjih izvora koji se javljaju na širem području u visinskom rasponu od 77,0 do 88,0 m n.m. Dio izvorišta je kaptiran za potrebe vodoopskrbe naselja Sitno Donje i Žrnovnica, a dio se koristi za navodnjavanje. Postoje tvrdnje o presušivanju izvorišta Žrnovnice prije izgradnje akumulacije Prančevići, ali zabilježenih i mjerenih podataka o tome nema.



Slika 9. Zahvat na izvoru Žrnovnica

3.2. PRIJEDLOG GRANICA ZONA SANITARNE ZAŠTITE

Prema Pravilniku o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta (NN br. 66/2011 članak 17.) na temelju članka 90. Zakona o vodama (NN br. 153/09) :

Zone sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kaveronožnom poroznosti su:

- zona ograničenja - IV zona
- zona ograničenja i nadzora - III zona
- zona strogog ograničenja i nadzora - II zona
- zona strogog režima zaštite i nadzora - I. zona

Ako se u brdsko-planinskim područjima izvan granica zona, nalaze područja prikupljanja, zadržavanja i otjecanja vode prema izvorištu, ta se područja mogu utvrditi kao posebni vodoopskrbni rezervati. Odlukom o zaštiti izvorišta na posebne vodoopskrbne rezervate se mogu prema potrebi primijeniti mjere pasivne zaštite izvorišta koje važe u IV, III. i II. zoni sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti.

S obzirom da se danas prema dosadašnjim saznanjima na izvorištu Jadro crpi količina veća od 100 l/s, a u budućnosti će crpna količina sa izvora Žrnovnica vjerojatno biti veća od 100 l/s, izvorišta Jadra i Žrnovnice su prema članku 8. navedenog Pravilnika klasificirani pod točkom 3.

3.2.1. IV. ZONA SANITARNE ZAŠTITE

IV. zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti obuhvaća sliv izvorišta izvan III. zone s mogućim tečenjem kroz pukotinsko i pukotinsko-kavernozno podzemlje u uvjetima velikih voda, do vodozahvata u razdoblju od:

- 40 do 50 dana za izvorišta iz članka 8. stavka 1. točke 3. ovoga Pravilnika.

Iznimno od stavka 1. ovoga članka IV. zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti

može se odrediti tako da obuhvati sliv izvorišta izvan III. zone, na kojem su utvrđene prividne brzine podzemnog tečenja manje od 1 cm/s, kao i ukupno priljevno područje koje sudjeluje u obnavljanju voda pripadajućeg izvorišta.

Prijedlog IV. zone prikazan je na topografskoj podlozi mjerila $M = 1 : 50\,000$ - Prilog br. 3., a dobijen je analizom rezultata dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja i provedenih trasiranja podzemnih voda u slivu izvora Jadro i Žrnovnica (prividne brzine podzemnog tečenja) te je na toj bazi predloženo da je granica sliva Izvora Jadra i Žrnovnice vanjska granica IV. zone sanitarne zaštite, a unutarnja granica je granica III. zone sanitarne zaštite.

Zabrane u IV. zoni

U IV. zoni sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika 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 ovoga Pravilnika,
- građenje prometnica, parkirališta i aerodroma bez građevina odvodnje, uređaja za prikupljanje ulja i masti i odgovarajućeg sustava pročišćavanja oborinskih onečišćenih voda i

- upotreba praškastih (u rinfuzi) eksploziva kod miniranja većeg opsega.

3.2.2. III. ZONA SANITARNE ZAŠTITE

III. zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti obuhvaća dijelove sliva od vanjske granice II. zone do granice s koje je moguće tečenje kroz podzemlje do vodozahvata u razdoblju od 1 do 10 dana u uvjetima velikih voda, odnosno područja s kojih su utvrđene prividne brzine podzemnih tečenja od 1 do 3 cm/s, odnosno područje koje obuhvaća pretežiti dio slivnog područja (klasični statističko-hidrogeološki sliv).

Prijedlog III. zone prikazan je na topografskoj podlozi mjerila $M = 1 : 50\,000$ - Prilog br. 3. , a dobijen je analizom rezultata dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja i provedenih trasiranja podzemnih voda u slivu izvora Jadro i Žrnovnica. Trasiranjem ponora Golica u Dugopolju (prividna brzina tečenja podzemne vode prema izvoru Jadra iznosi 1,22 cm/s) i Bazinog ponora u Srijanskom polju (prividna brzina tečenja podzemne vode prema izvoru Žrnovnica iznosi 1,898 cm/s) određeni su smjerovi (uz analizu svih hidrogeoloških i geoloških parametara) prividnih brzina podzemne vode u rasponu od 1-3 cm/s, te je na toj osnovi prema članku 23. Pravilnika o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta predložena vanjska granica III. zone sanitarne zaštite sliva Izvora Jadra i Žrnovnice, a unutarnja granica je granica II. zone sanitarne zaštite.

Zabrane u III. zoni

U III. sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti primjenjuju se zabrane iz članka 19. ovoga Pravilnika - zabrane u IV. zoni, a dodatno se zabranjuje i:

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

3.2.3. II. ZONA SANITARNE ZAŠTITE

II. zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom 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 utvrđene prividne brzine podzemnih tečenja, u uvjetima velikih voda, veće od 3.0 cm/s, odnosno unutarnji dio klasičnog priljevnog područja.

Ako se u granicama IV. ili III. zone nalaze područja s glavnim točkama prikupljanja i otjecanja vode prema izvorištu (ponori i ponorne zone), takvo će se područje odrediti kao dio II. zone sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti.

Ponori i ponorne zone ograđuju se stabilnom ogradom i označavaju kao II. zona.

Prijedlog II. zone prikazan je na topografskim podlogama mjerila $M = 1 : 25\,000$ - Prilozi br. 4.1. i 4.2. , a dobijen je analizom rezultata dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja i provedenih trasiranja podzemnih voda u slivu izvora Jadro i Žrnovnica (prividne brzine podzemnog tečenja).

Trasiranjem ponora Jablan u Mućkom polju (prividna brzina tečenja podzemne vode prema izvoru Jadro iznosi 10,58 cm/s a prema izvoru Žrnovnica iznosi 12,18 cm/s), bušotina KK-2 ponora Ponikva u Srijanskom polju (prividna brzina tečenja podzemne vode prema izvoru Jadra iznosi 3,80 cm/s a prema izvoru Žrnovnica iznosi 3,07 cm/s) i Bazinog ponora u Srijanskom polju (prividna brzina tečenja podzemne vode prema izvoru Jadra iznosi 6,689 cm/s) određeni su smjerovi (uz analizu svih hidrogeoloških i geoloških parametara) prividnih brzina podzemne vode većih od 3 cm/s, te je na toj osnovi prema članku 25. Pravilnika o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta predložena vanjska granica II. zone sanitarne zaštite sliva Izvora Jadra i Žrnovnice, a unutarnja granica je granica I. (I.A i I.B) zone sanitarne zaštite.

Zabrane u II. zoni

U II. zoni sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti primjenjuju se zabrane iz članka 21. ovoga Pravilnika- zabrane u III. zoni , a dodatno se zabranjuje i:

- poljoprivredna proizvodnja, osim ekološke proizvodnje bez primjene stajskog gnoja, gnojovke i gnojnice,
- stočarska proizvodnja, osim za potrebe poljoprivrednog gospodarstva odnosno farmi do 20 uvjetnih grla uz primjenu mjera zaštite voda sukladno posebnom propisu o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva,
- gradnja groblja i proširenje postojećih,
- ispuštanje pročišćenih i nepročišćenih otpadnih voda s prometnica,
- građenje svih industrijskih postrojenja koje onečišćuju vode i vodni okoliš,
- građenje drugih građevina koje mogu ugroziti kakvoću podzemne vode,
- sječa šume osim sanitarne sječe i
- reciklažna dvorišta i pretovarne stanice za otpad.

3.2.4. I. ZONA SANITARNE ZAŠTITE

I. zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti utvrđuje se radi zaštite građevina i uređaja za zahvaćanje vode.

I. zona sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem voda iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti obuhvaća neposredno naplavno područje zahvata vode, izvor vodonosnika sa pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti, kaptažu, crpne stanice, uređaje za kondicioniranje vode, građevine za čuvanje mjesta umjetnog napajanja vodonosnika sa pukotinskom poroznosti, bez obzira na udaljenost od zahvata vode.

Kod velikih naplavnih površina na strmom i nepristupačnom terenu, I. se zona može podijeliti na I.A. i I. B. zonu.

I. zona i I.A. zona moraju biti ograđene.

Iz razloga velikih naplavnih površina na strmim i nepristupačnim stijenskim odsječcima, I. zona je podijeljena na I.A i I.B zonu sanitarne zaštite.

Na izvorištu Jadro I.A zona sanitarne zaštite zauzima dio k.č. 1241/25, K.O. Mravince a I.B zona sanitarne zaštite naplavnu površinu na strmom i nepristupačnom stjenskom odsječku.

Na izvorištu Žrnovnica I.A zona sanitarne zaštite zauzima dio k.č. 4830, K.O. Žrnovnica, a I.B zona sanitarne zaštite naplavnu površinu na strmom i nepristupačnom stjenskom odsječku.

I.A zona sanitarne zaštite mora biti ograđena.

Prijedlog I. zone sanitarne zaštite prikazan je na karti mjerila $M = 1 : 1000$ - Prilozi br. 5.1. i 5.2.

Zabrane u I. zoni

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

3.3. HIDROGEOLOŠKI OPISI ZONA

Područje sliva Jadra i Žrnovnice općenito, pripada tipu orogenskog akumuliranog krša, u kojem su zastupljeni svi krški fenomeni. Izrazita razlomljenost terena omogućila je intenzivno okršavanje karbonatnih stijena. U području rasprostranjenja karbonatnih stijena nema stalnih tokova, već sva oborinska voda vrlo brzo ponire u podzemlje.

U dijelovima sliva u kojima su razvijene klastične naslage (krška polja), postoje lokalni gravitirajući povremeni površinski vodotoci, koji ubrzo koncentrirano poniru u ponore koji su razvijeni u krškim poljima, i na taj način dolaze u zonu horizontalne cirkulacije podzemne vode. Takvi su slučajevi zabilježeni u Mućkom, Dicmanskom, Dugopolju, Biskom i polju kod Konjskog. U vrijeme visokih voda ova polja povremeno plave, a vode kratko vrijeme poniru u brojne povremene ponore.

Erozijska baza ovih podzemnih voda je najniži kontakt propusnih karbonatnih stijena Zagore s nepropusnim stijenama priobalnog pojasa. Hidrogeološke značajke zastupljenih stijena, relativno su dobro upoznate temeljem dosadašnjih istraživanja.

Svojstvo vodopropusnosti, u prvom je redu ovisno o litološkom sastavu stijena. Međutim stijene istog litološkog sastava, zbog različitog položaja u strukturnom sklopu terena, kao i sekundarnih obilježja mogu imati različite *hidrogeološke funkcije*.

3.3.1. IV. zona sanitarne zaštite

IV. zona sanitarne zaštite zahvaća zapadni i dio istočnog dijela sliva Jadra i Žrnovnice. Zapadni dio IV. zone sanitarne zaštite izgrađuju uglavnom propusni i djelomično nepropusni vapnenci svih katova gornje krede. To su dobro uslojene karbonatne stijene debljine slojeva oko 20 - 50 cm. Lokalno mogu biti i deblje uslojene, a registrirani su i gromadasti vapnenci. U hidrogeološkom smislu to su stijene sa sekundarnim porozitetom, što je posljedica razlomljenosti i okršenosti, uzduž rasjeda i pukotina, koje spadaju u grupu propusnih stijena. U sjeverozapadnom dijelu IV. zone sanitarne zaštite u manjoj mjeri zastupljene su djelomično propusne stijene paleocenske i eocenske starosti (PcE, E_{1,2}). U južnom dijelu zapadnog dijela IV. zone sanitarne zaštite na području krškog polja kod Konjskog i krškog polja Blaca zastupljene su nepropusne naslage koje čine pretežito lapori, vapnoviti lapori i laporoviti vapnenci.

U istočnom dijelu IV. zone sanitarne su uglavnom zastupljene eocensko-oligocenske (prominske naslage - neuslojene vapnenačke breče) i donjo eocenske (eocenski vapnenci) propusne naslage, donjotrijaske nepropusne naslage te manjim dijelom propusnim vapnencima gornje krede.

3.3.2. III. zona sanitarne zaštite

III. zona sanitarne zaštite obuhvaća uglavnom središnji dio sliva Izvorišta Jadro i Žrnovnica okolo II. zone sanitarne zaštite koja je obuhvatila sami središnji dio sliva. Zastupljena je uglavnom propusnim vapnencima gornje krede i djelomično nepropusnim krednim naslagama. U sjevernom dijelu III. zona sanitarne zaštite zastupljene su naslage naizmjeničnih svojstava dijela Mučkog polja, te nepropusne donjotrijaske naslage. U jugoistočnom dijelu III. zone sanitarne zaštite zastupljene su nepropusne eocenske (E₃) naslage Srijanskog polja. Unutar III. zone sanitarne zaštite registrirano je više većih jama i ponora koje su prema Pravilniku o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta (NN br. 55/2002) – članak 25. moraju ograditi i označiti kao II. zona sanitarne zaštite.

3.3.3. II. zona sanitarne zaštite

II. zona sanitarne zaštite obuhvaća središnji dio sliva Izvorišta Jadro i Žrnovnica od izvora Jadro i Žrnovnica na jugu do dijela Mučkog polja na sjeveru, glavnih drenažnih smjerova podzemne vode na zapadu te područja na Biskom i Srijanskom polju, iz kojih je na temelju trasiranja podzemnih voda iz Bazinog Ponora u Biskom polju i ponora Ponikva u Srijanskom polju utvrđena prividna brzina tečenja prema izvorima Jadro i Žrnovnica veća od 3 cm/s, te se ta područja prema Pravilniku o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta (NN br. 66/11) – članak 22., moraju obuhvatiti II. zonom sanitarne zaštite.

U II. zoni sanitarne zaštite zastupljene su uglavnom propusni vapnenci gornje krede i djelomično nepropusne krednim naslagama. U sjevernom dijelu II. zona sanitarne zaštite zastupljene su naslage naizmjeničnih svojstava dijela Mučkog polja II. zonom sanitarne zaštite obuhvaćeni su ponori i jame na području Dugopolja.

3.3.4. I. zona sanitarne zaštite

I. zona obuhvaća neposredno naplavno područje zahvata vode, krški izvor, kaptažu, crpne stanice, postrojenja za preradu vode, građevine za pogon, održavanje i čuvanje. Iz razloga velikih naplavnih površina na strmim i nepristupačnim stijenskim odsječcima, I. zona je podijeljena na I.A i I.B zonu sanitarne zaštite.

Izvor Jadro nalazi se kontaktu vapnenačkih breča eocena ($^1E_{2,3}$) i eocenske fliške serije ($^3E_{2,3}$), u zoni regionalnog dijagonalnog rasjeda Petrovo polje-Postinje-Klis-Južne padine Mosora. Na širem području prisutna je navlačna tektonika s nizom pratećih "ljusaka", koje prekida navedeni regionalni rasjed. Na terenu je vidljiv dio žive tektonske građe. U terenu izgrađenom iz čvrstih vapnenačkih stijena dislokacije su uglavnom dobro uočljive, dok je na terenu izgrađenom iz "fliške" serije, dijelom zbog znatne pokrivenosti terena kvartarnim taložinama, a dijelom zbog veće podatljivosti ovih stijena tijekom tektonskih pokreta. Iz tog razloga i nakon detaljnog kartiranja (prilog. br. 2.2.) je nedovoljno jasna tektonska građa kontaktnog dijela vapnenačke i fliške serije sjeveroistočno od izvora Jadra, kao i navlačni kontakt oko samog izvora. Tek istražnim bušenjem mogao bi se ustanoviti stvaran odnos.

Na izvorištu Jadro I.A zona sanitarne zaštite zauzima dio k.č. 1992/1, K.O. Mravince a I.B zona sanitarne zaštite naplavnu površinu na strmom i nepristupačnom stjenom odsječku.

Izvor Žrnovnica nalazi se kontaktu vapnenaca-kalkarenita eocena ($^2E_{2,3}$) i eocenske fliške serije ($^3E_{2,3}$), u terenu južno od izvora Žrnovnica prevladavaju lapori s lećama kalkarenita (prilog br. 2.3.). Tektonska građa zaleđa izvora Žrnovnica još je složenija od tektonske građe zaleđa izvora Jadro. U terenu je izrazita rasjedna i navlačna tektonika s nizom dislokacija različitog smjera pružanja. Osnovno pružanja navlaka i reversnih rasjeda je sjeverozapad-jugoistok. Pružanje ovih dislokacija u području izvora Žrnovnica nastavak su i dio regionalnog dijagonalnog rasjeda Petrovo polje-Postinje-Klis-Južne padine Mosora. Za očekivati je da su to i smjerovi tečenja glavine podzemnih voda u kišnom razdoblju. Izvor Žrnovnica nalazi se na kontaktu propusnih i nepropusnih stijena, koje dosežu dovoljno duboko da vrše funkciju potpune hidrogeološke barijere.

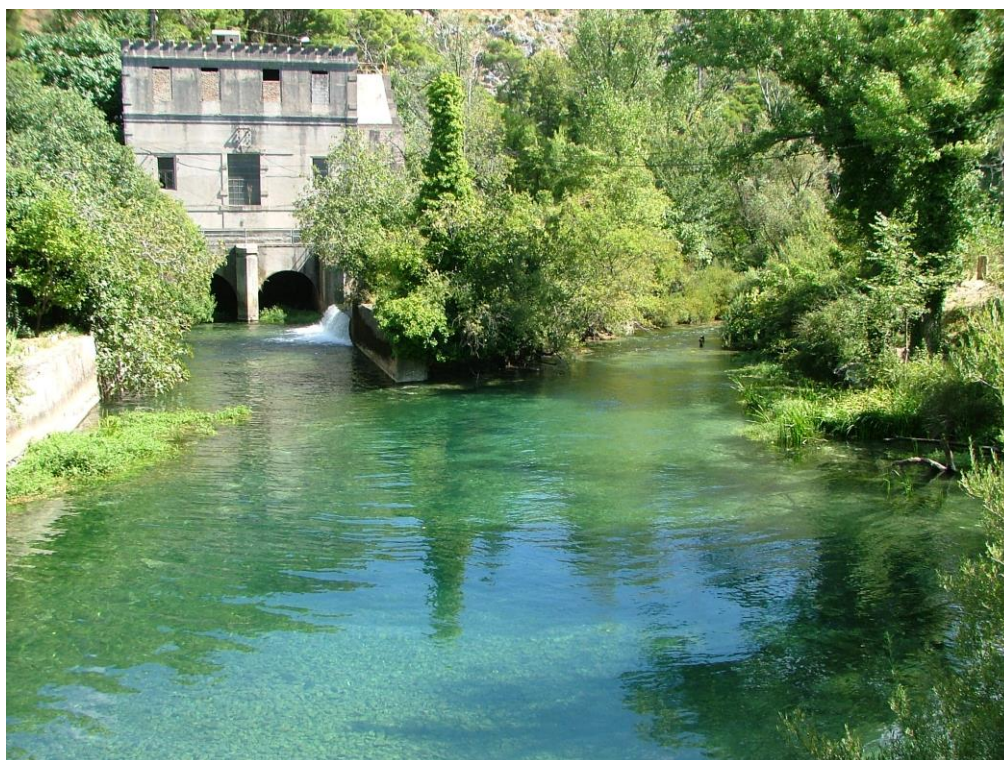
Na izvorištu Žrnovnica I.A zona sanitarne zaštite zauzima dio k.č. 4830, K.O. Žrnovnica a I.B zona sanitarne zaštite naplavnu površinu na strmom i nepristupačnom stjenom odsječku.

3.4. HIDROLOŠKE ZNAČAJKE

Hidrološka obilježja odraz su geoloških i klimatskih karakteristika prostora. Podzemne su vode po količini značajnije od izvorišnih. Podzemlje krša karakterizira općenito sekundarna stijenska poroznost. Zbog tankog i nedovoljno efikasnog površinskog zaštitnog sloja, spajanje površinskih i podzemnih voda odvija se veoma brzo.

3.4.1. Rijeka Jadro

Rijeka Jadro predstavlja poseban prirodni fenomen specifične pejzažne i fizionomske raznolikosti, te bogatog kulturnog, povijesnog i arheološkog nasljeđa. To je tipična krška rijeka koja se formira od podzemnog dotoka s gornjih horizonata i površinskog dotoka s direktnog sliva. Izvire u podnožju jugozapadnih padina Mosora na visini oko 34,6 m.n.m. Cijelim svojim tokom ukupne dužine oko 4,2 km prolazi područjem grada Solina i na istočnom rubu Kaštelanskog zaljeva ulazi u more. U samom središtu Solina, rijeka Jadro se račva na glavno korito i više rukavaca koji se prije ušća u more opet spajaju u zajedničko korito. Najveći dio ove rijeke je reguliran, ali još uvijek ne u potpunosti.



Slika 10. Rijeka Jadro

Jadro prima bujične vode pet pritoka od kojih su najjači bujice Rupotina i Poklinovac. Dosadašnjim regulacijskim radovima na bujičnim pritocima i njihovim slivovima nije zaustavljena erozija zemljišta niti je hitnije smanjeno donošenje nanosa do rijeke Jadro.

Protoke Jadra značajno i brzo variraju zavisno o količini oborina na slivu. Najmanji izmjereni protok rijeke Jadro nizvodno od zahvata na izvoristu iznosi 0,22 m³/s (16.11.1985.god.), maksimalni izmjereni protok 78,1 m³/s (13.11.1997.god.), a srednji godišnji protok 9,7 m³/s. Srednji mjesečni protok rijeke Jadro kod Vidovića mosta (Majdan)

je najmanji u kolovozu i rujnu kada se može dogoditi da padne do 1,3 m³/s (2003.god). ili do 1,4 m³/s (2000.god.).

Prema raspoloživim hidrološkim podacima minimalna izdašnost samog izvora Jadro se kreće između 3,60 m³/s (kolovoz 1995.god.) i 3,90 m³/s (rujan 1997. god. te kolovoz i rujan 2003. god.). Izdašnost izvora Jadro je najmanja u sušnom razdoblju i to uglavnom u kolovozu i rujnu kada srednji mjesečni protok može pasti na svega 4,0 m³/s (kolovoz 1995.god. i rujan 2003.god.). U sušnom razdoblju zahvaćanje vode s izvora Jadro za potrebe vodoopskrbe najčešće poraste radi pojačane potrošnje, pa se umjesto dopuštenih 2,0 m³/s tada uzima i do 2,9 m³/s.

Na temelju članka 32. stavka 3. Zakona o vodama (N.N. br. 153/2009), Vlada Republike Hrvatske je donijela Odluku o popisu voda I. reda (N.N. br. 79/2010), koji uključuje međudržavne vode, priobalne vode, druge veće vode i kanale, te bujične vode veće snage. Ovom Odlukom je rijeka Jadro uvrštena u popis voda I. reda pod druge veće vode i kanali, a pripada skupini vodotoka sa slivnim područjem većim od 200 km² ili duljinom preko 20 km.

3.4.2. Rijeka Žrnovnica

Izvorište Žrnovnice se sastoji od nekoliko manjih izvora koji se javljaju na širem području u visinskom rasponu od 77,0 do 88,0 m n.m. Izvorišne vode se djelomično koriste za vodoopskrbu istoimenog naselja Žrnovnica i navodnjavanje okolnog poljoprivrednog zemljišta. Minimalna izmjerena izdašnost ovog izvorišta iznosi 250 l/s (09.09. 1993.god.), a maksimalna 19,1 m³/s (18.12.2004.god.).



Slika 11. Rijeka Žrnovnica

Rijeka Žrnovnica ima nekoliko bujičnih pritoka koji su uglavnom suhi veći dio godine. Ukupna dužina Žrnovnice od izvora do ušća u more u Stobrečkoj uvali iznosi oko 4,5 km. Protoke joj značajno i brzo variraju zavisno o količini oborina na slivu. Najveći izmjereni protok u koritu rijeke Žrnovnice (kod postaje Laboratorij) iznosi 58,4 m³/s (18.12.2004.god.), najmanji protok oko 200 l/s (01.09.1993.god.), a srednji godišnji protok 1,8 m³/s. Srednji mjesečni protoci rijeke Žrnovnice su najmanji u srpnju i kolovozu (na izvoru iznose 0,61-0,58 m³/s, a kod Laboratorija 0,52-0,48 m³/s) (*Hrvatske vode*).

Površina sliva Jadra i Žrnovnice prema istraživanjima različitih autora zauzima površinu između 300 i 500 km². Prema *Bonacciju (1978)*, procijenjena hidrološko-hidrogeološka površina sliva Jadra i Žrnovnice iznosi između 250 i 274 km². Prema istom autoru na površinu sliva padne godišnje prosječno 1.400 mm oborina od čega 75% u razdoblju od rujna do ožujka. Međutim, hidrogeološka procjena veličine sliva nešto je veća, između 310 i 370 km² (*Fritz et al. 1988*).

Nakon izgradnje niza akumulacija na rijeci Cetini, prirodni uvjeti istjecanja na izvorima Jadra i Žrnovnice su se izmijenili. Posebno se to odnosi na režim istjecanja izvora Žrnovnice koji je prije toga tijekom hidroloških minimuma gotovo redovito presušio.

Izgradnjom akumulacija na rijeci Cetini (Peruča - 1960), (Prančevići-1962) i (Đale-1989), kao i akumulacije Buško Blato, 1973. godine, uočeno je povećanje minimalnih protoka u sušnom razdoblju.

Bonacci & Roje-Bonacci (1996) navode uočeno blagi porast minimalnih, srednjih i maksimalnih vodostaja Jadra na mjernom profilu kod Vidovića mosta u razdoblju od 1950. do 1985. godine. Nažalost za isto razdoblje ne postoje opažanja na Žrnovnici. Srednje mjesečne protoke za razdoblje opažanja (1981. godina) iznosile su od 25,9 m³/s za izvor Jadra i 5,9 m³/s za izvor Žrnovnice. Procijenjena površina sliva Jadra je između 227 i 257 km², a Žrnovnice između 48 i 53 km². Autori pretpostavljaju da se tijekom razdoblja viših

razina podzemnih voda dio voda iz sliva Jadra prelijeva u sliv Žrnovnice preko neke geološke barijere (?). Ujednačenost izmjerene temperature u izvorskoj vodi autori povezuju s dugim vremenom zadržavanja vode u podzemlju bez direktnog utjecaja sezonskih temperaturnih uvjeta.

3.4.3. Rijeka Cetina

Sliv rijeke Cetine obuhvaća jugozapadni dio Dinarskog planinskog sustava i područja krških polja jugozapadnog dijela Bosne i Hercegovine. Njaveći dio površine prostorno zauzimaju planine, a manji dio krška polja i zaravni. Na zapadnom dijelu iz razloga složenih hidrogeoloških odnosa nisu pouzdano utvrđene granice sliva rijeke Cetine i sliva rijeka Jadro i Žrnovnica.

Sliv Cetine pripada izrazito krškom području s ukupnom površinom sliva od 4.145 km² sa slabom površinskom i naglašenom podzemnom hidrografijom. Topografski (izravni) dio sliva ima površinu od 1.629 km², od čega se u Hrvatskoj nalazi 1.531 km², a u Bosni i Hercegovini 98 km². Preostali hidrogeološki dio sliva površine 2.516 km² u cijelosti se nalazi u Bosni i Hercegovini, a obuhvaća područja Livanjskog, Glamočkog, Duvanjskog i Kupreškog polja.

Od svog izvora na koti 380 m.n.m. na krajnjem jugozapadnom dijelu Cetinskog polja, Cetina teče smjerom sjeverozapad-jugoistok, uglavnom paralelno s pružanjem planinskih masiva i geoloških struktura. Kod Zadvarja zaokreće i teče prema zapadu sve do ušća u more kod Omiša. Dužina njenog toka iznosi približno 105 km, a prosječni pad riječnog dna je 3,61 ‰.

Cijeli sliv Cetine je najvećim dijelom izgrađen od vapnenačkog materijala i predstavlja izrazito krško područje s razvijenim tipičnim krškim oblicima i složenim hidrogeološkim odnosima. U kretanju podzemnih tokova značajnu ulogu ima zastupljenost i litološki sastav stijena s obzirom na njihovu vodopropusnost.



Slika 12. Rijeka Cetina

Najzastupljeniji su vapnenci, koji se razlikuju po starosti, sastavu i strukturi, a svrstavaju se u sekundarno propusne stijene i u vertikalnom i u horizontalnom smislu, pa se na područjima na kojima su zastupljeni samo mjestimično formiraju kratki povremeni površinski tokovi. Gornjotrijaski, jurski i dolomiti krede smješteni između krških polja, neznatne debljine i najčešće tektonski oštećeni, uglavnom lokalno usporavaju i usmjeravaju kretanje podzemne vode unutar sliva.

Neogene nepropusne naslage, koje pokrivaju krška polja i prostiru se do velikih dubina, omogućuju pojavu izvora, površinsko otjecanje i pojavu ponora na kontaktnom području s karbonatnim stijenama. U dolini Cetine neogenske naslage uvjetuju pojavu krških vrela na rubu Hrvatačkog polja (Veliki i Mali Rumin. Kosinac, Malin) i Sinjskog polja (Ruda Velika i Mala, Grab, Ovrlja). Donjotrijaske klastične naslage i eocenski fliš predstavljaju nepropusnu sredinu i na njihovom kontaktu s vapnencima pojavljuju se izvori (Veliki i Mali Stržanj, izvor Bistrice). Ove su naslage posebno značajne u dolini Cetine, u Vrličkom i Koljanskom polju i na potezu od Sinja prema Muću, jer s ostalim nepropusnim naslagama usmjeravaju vode Cetine bilo površinom ili podzemljem manje-više paralelno s dolinom Cetine.

Kvartarne naslage koje pokrivaju pojedina krška polja i obronke planina u hidrogeološkom smislu imaju jedino značajniju ulogu kod kretanja podzemne vode na području Buškog Blata, gdje predstavljene stijenama s okomitim i bočnim izmjenama vodopropusnosti, uvjetuju stvaranje izvora Ričine i površinsko tečenje kroz polje.

S obzirom na hidrogeološke karakteristike stijena i njihov prostorni raspored, funkciju barijere imaju donjotrijaske naslage, gornjotrijaski s donjojurskim dolomitima i

gornjojurski dolomiti. Izmjena vapnenca i dolomita u juri i kredi usporava i usmjeruje kretanja podzemne vode prema jugozapadu, jugu i jugoistoku, premda ne predstavlja izrazite barijere.

Od tercijarnih naslaga ulogu barijere ima mjestimice eocenski fliš, a najznačajnije su neogenske glinovito laporovite naslage, koje ispunjavaju depresije u krškim poljima. Kvartar ne igra značajniju ulogu u reguliranju kretanja podzemne vode.

Na hidrogeološku funkciju terena osim litološkog sastava naslaga bitno utječe i njihov strukturno-tektonski položaj. Današnja geotektonska i morfološka slika sliva rezultat je velikih tektonskih pokreta u prošlosti. Uzdužni rasjedi uz rubove polja i manji poprečni rasjedi omogućuju cirkulaciju podzemne vode između polja, a duž rasjednih linija formirani su ponori kojima voda iz viših horizonata odlazi u niže horizonte.

Upravo ovakav strukturno-tektonski položaj naslaga i dominantna uloga karbonatnih stijena u izgradnji slivnog područja Cetine uvjetovala je i razvoj površinske hidrografske mreže i način dotoka (podzemni ili površinski).

Dosadašnjim istraživanjima nisu utvrđeni gubici vode na dionici Cetine od izvora do Trilja, međutim, bojanjem je dokazano poniranje vode na jugoistočnom dijelu Sinjskog polja. Dio voda Rude, koje poniru u ponoru Gubavica, pojavljuje se na izvorima Studenci (oko 5% ubačene boje).

Ustanovljeno je također da povremeni izvori na repu akumulacije Prančevići (kod Biska) za niskih vodostaja mogu primati vodu. Ove se vode uglavnom pojavljuju na izvoru Jadra, manji se dio voda javlja na vrelu Žrnovnice, a neznatne količine otječu prema izvorima Studenci. Premda je korito Cetine između Trilja i Zadvarja usječeno u vapnencima, zbog postupne kolmacije riječnim nanosom predstavlja slabo propusnu sredinu.

Strukturno-tektonski, geološki i hidrogeološki odnosi uvjetuju složeno kretanje podzemnih tokova. Istraživanja su pokazala da su pri različitim vodostajima podzemne vode i smjerovi njenog kretanja različiti, pa se promjenom vodostaja podzemne vode mijenja i prostorni položaj hidrogeološke podzemne razvodnice.

3.5. PRIKAZ KAKVOĆE VODE

Dugogodišnjim praćenje kakvoće voda na području Dalmacije (Štambuk-Giljanović, 1994) ustanovilo se često bakteriološko onečišćenje podzemnih voda koje istječu na izvorima Jadra i Žrnovnice. Vrijednosti često prelaze maksimalno dopuštene za pitku vodu. Uzrok tome je nepostojanje kanalizacijske infrastrukture u naseljima.

U okviru projekta "Hidrogeološka istraživanja slivnog područja izvora Jadro i Žrnovnica" (Kapelj S. et al. 2002), provedena hidrogeokemijska i izotopna istraživanja nadopunila su prijašnje spoznaje o funkcioniranju vodonosnika koji se drenira na spomenutim izvorima. Vodonosnik koji se drenira na izvorima Jadra i Žrnovnice predstavlja sustav vrlo osjetljiv na unos onečišćenja, prvenstveno zbog efekta kratko zadržavajuće komponente toka odnosno brzog prolaza podzemne vode kroz podzemlje.

Promjene temperature, sadržaja otopljenih tvari, koncentracije aktivnosti tricija i sadržaja stabilnih izotopa kisika i vodika tijekom godine govori u prilog nedovoljne homogenizacije novih dotoka infiltrirane vode s već postojećom podzemnom vodom u vodonosniku. U slivu je potvrđeno postojanje dugozadržavajuće komponente koja predstavlja potencijal za buduću eksploataciju podzemnih voda. Tijekom ljetnog hidrološkog minimuma na izvoru Žrnovnice istjecala je podzemna voda u kojoj je aktivnost tricija bila niža od granice određivanja, a istovremeno je na izvoru Jadra istjecala voda aktivnosti karakteristične za napajanje tijekom toplijih razdoblja godine. Početkom prosinca 2001. godine u pijeziometru na boku akumulacije HE Dale podzemna voda bila je inaktivna na tricij (dugo vrijeme zadržavanja u podzemlju), a u izvorskoj vodi Jadra aktivnost tricija bila je gotovo na granici određivanja. Dakle i na izvoru Jadra istjecala je podzemna voda gdje je udio dugozadržavajuće komponente, odnosno temeljnog toka bio prisutan. Činjenica postojanja dugozadržavajuće komponente toka na više mjesta u slivu (Jadro, Žrnovnice, B-22A) ukazuje na bogatstvo vodnih zaliha u zaleđu Splita.

Najzanimljivija spoznaja odnosi se na različito funkcioniranje dijela vodonosnog sustava koji se drenira na izvoru Jadra i dijela sustava koji se drenira na izvoru Žrnovnice. S obzirom na rezultate mjerenja aktivnosti tricija, stabilnih izotopa kisika i vodika očito je da glavnina novih doprinosa na oba izvora potječe od zimskih doprinosa oborina, ali s obzirom na vrijeme prolaza kroz vodonosnik kratkozadržavajuće komponente toka zapažena je razlika.

Za sada se može pretpostaviti da je jedan od razloga takve situacije činjenica da su drenažni sustavi pojedinih izvora na hipsometrijski različitim razinama i da zbog toga u različitim hidrološkim uvjetima dreniraju različite dijelove sliva. Ujedno, postojeći podaci o trasiranjima podzemnih voda pokazuju izrazito velike prividne brzine podzemnog tečenja iz pravca Muca, odnosno planinskog masiva Svilaje te se iz tog područja mogu očekivati najveći dotoci podzemnih voda. Također, trasiranjem ponora kod Grabova Mlina u dolini rijeke Cetine dokazana je veza. Iako nema podataka o prividnim brzinama, očekuje se da je veza znatno slabija. Međutim, stječe se dojam da je izvor Žrnovnice pod većim utjecajem područja Strijanskog polja kod Putišića i doprinosa iz akumulacije Dale.

3.5.1. POKAZATELJI ONEČIŠĆENJA IZVORSKIH VODA JADRA I ŽRNOVNICE

Izvorske vode Jadra i Žrnovnice uključene su u monitoring kakvoće vode budući da se koriste za potrebe javne vodoopskrbe. Monitoring provode Hrvatske vode, preko ovlaštenih laboratorija (Nastavni zavod za javno zdravstvo SD županije)

Za ocjenu stanja kakvoće izvorskih voda Jadra i Žrnovnice statistički su analizirani rezultati kemijskih analiza pokazatelja kakvoće vode na izvoru rijeke Jadro i Žrnovnica u razdoblju od 1975. do 2010. godine. Na osnovi odabranog niza podataka donijeta je prosudba o stanju kakvoće izvorskih voda i analiziranje trenda pojedinih pokazatelja onečišćenja.

3.5.1.1. Ocjena stanja kakvoće

Za svaki od promatranih pokazatelja određene su najmanja, prosječna i najveća vrijednost za svaku godinu promatranoga razdoblja.

Prema prikazanim minimalnim, prosječnim i maksimalnim pokazateljima, izvorska voda Jadra najviše je opterećena povremenim bakteriološkim onečišćenjem. Minimalne vrijednosti učestalo upućuju na donos bakteriološkog onečišćenja do samog mjesta istjecanja podzemne vode na izvoru.

Maksimalne vrijednosti kemijske potrošnje kisika upućuju na čestu pojavu oksidabilnih tvari u izvorskoj vodi, vjerojatno organskog porijekla.

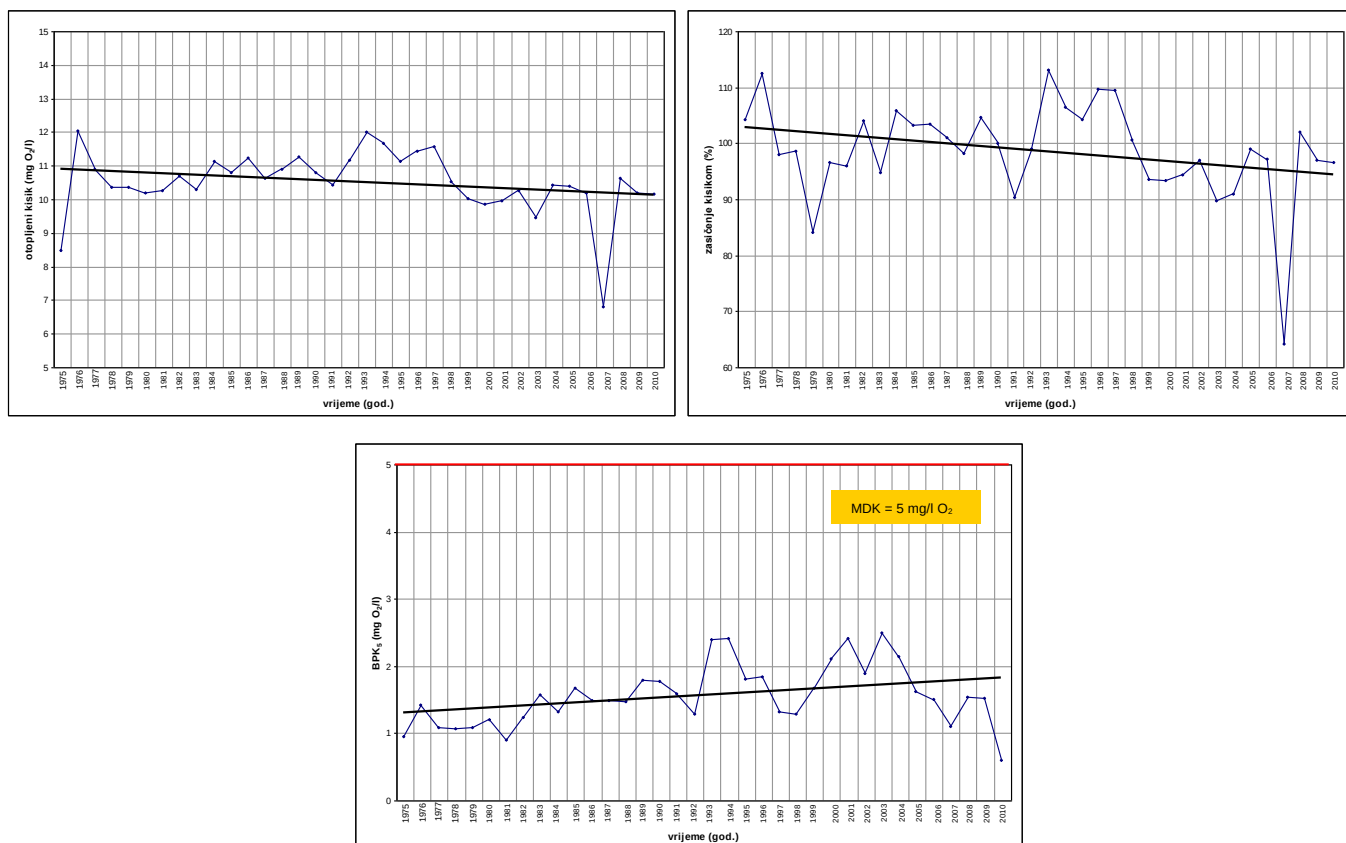
Praćenjem koncentracije teških metala u izvorskoj vodi Jadra u periodu od 1975.-2010. godine, primjećuje se povremeno povišenje koncentracije ali ispod granice MDK (prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti voda za piće - N.N. br. 1593/08). Temeljem uvida u rezultate analize teških metala ne može se donijeti jednoznačan odgovora na uočenu pojavu bez detaljnijeg istraživanja.

3.5.1.2. Analize trenda pokazatelja onečišćenja

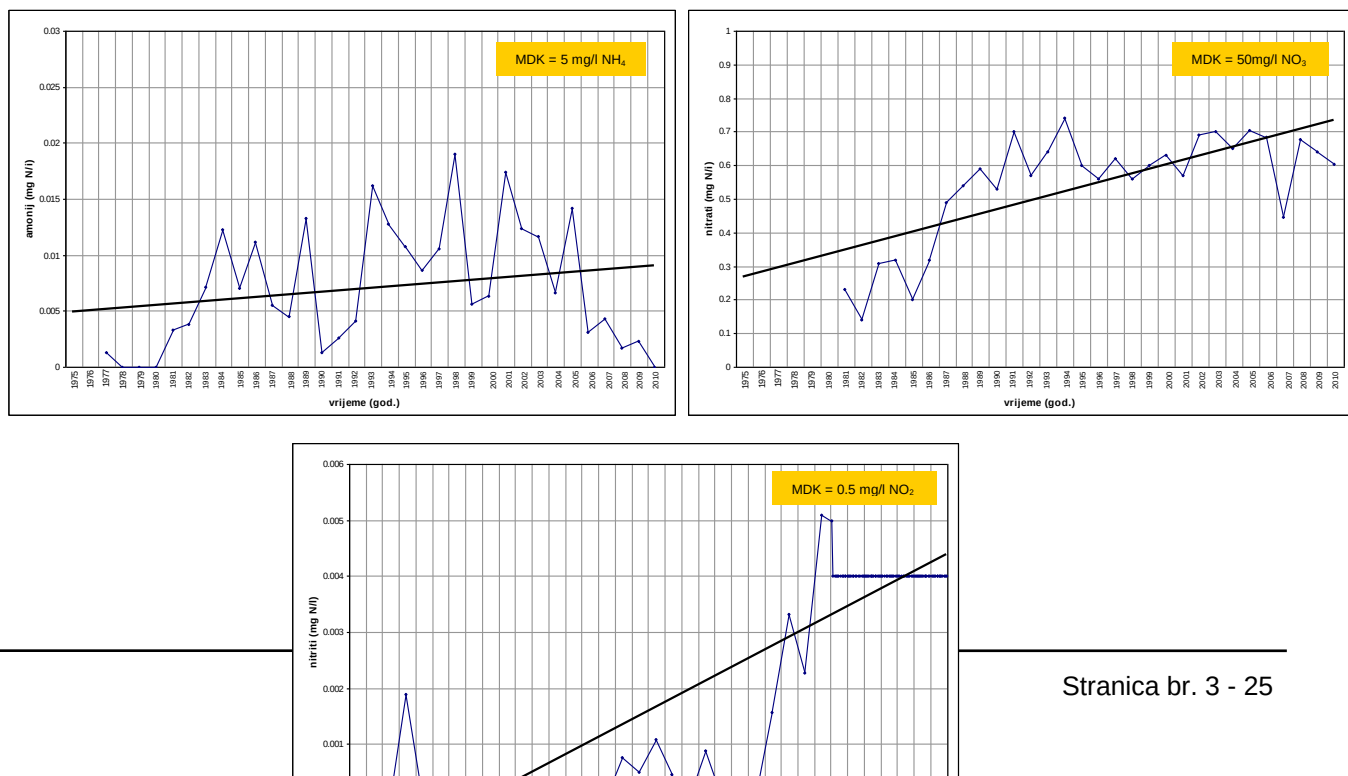
Analiza linearnog trenda prosječnih godišnjih vrijednosti odabranih pokazatelja onečišćenja omogućila je stjecanje spoznaja o tendenciji poboljšanja ili pogoršanja kakvoće vode s obzirom na analizirani pokazatelj kakvoće. Prosječne vrijednosti koncentracije pojedinih pokazatelja onečišćenja korištene su zbog velikih mjesečnih varijacija koje ovise o sezonskim biološkim i hidrološkim prilikama u krškom vodonosniku.

Na taj način uprosječio se godišnje opterećenje, odnosno unos npr. onečišćenja u vodonosnik te omogućila usporedba s ostalim godišnjim nizovima.

Prosječne godišnje vrijednosti koncentracije otopljenog kisika i njegove zasićenosti pokazuju blagi trend smanjenja što je u skladu s istovremenim porastom biološke potrošnje kisika na razgradnju organske materije (slika 13.).



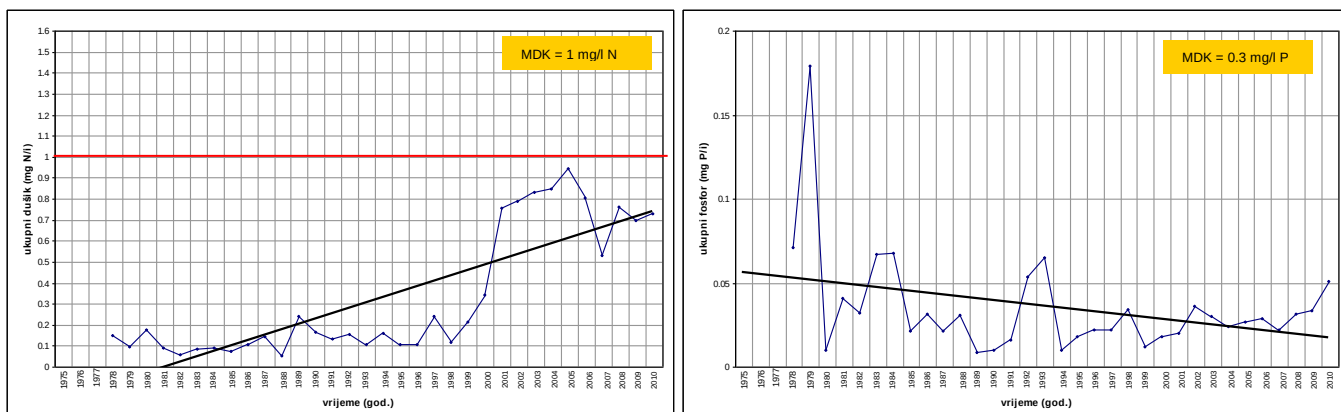
Slika 13. Trend pokazatelja režima kisika u izvorskoj vodi Jadra (1975-2010. godina)



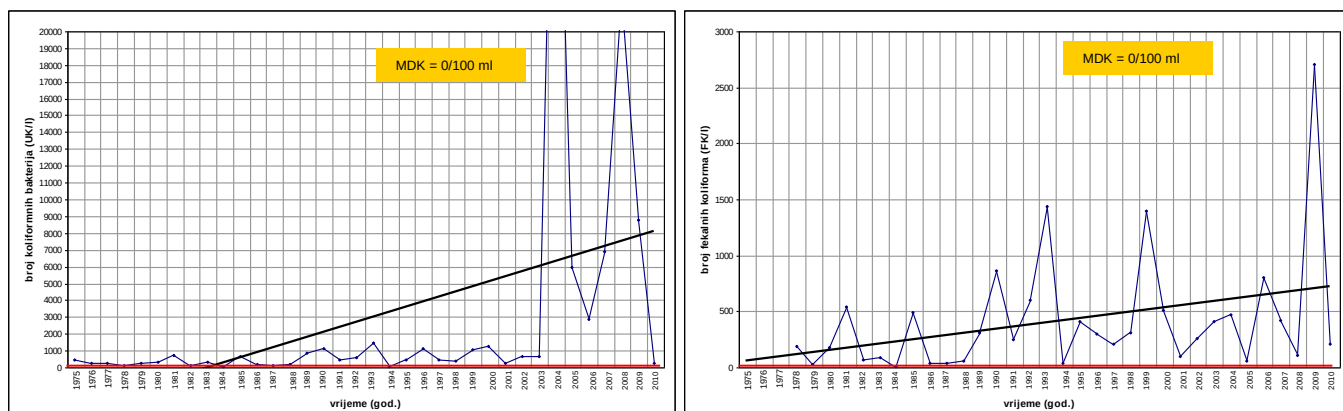
Slika 14. Trend hranjivih soli dušika u izvorskoj vodi Jadra (1975-2010. godina)

Koncentracije hranjivih soli dušika, nitrati, nitriti i koncentracija amonija pokazuju trend povećanja, čiji porast je također odraz porasta antropogenog utjecaja na podzemne vode sliva Jadra (slika 14.).

Trend sadržaja ukupnog dušika slijedi trend ostalih specija dušika u podzemnoj vodi. Međutim, prosječne godišnje koncentracije ukupnog fosfora u vodi Jadra pokazuju trend smanjivanja koncentracije (slika 15).



Slika 15. Trend sadržaja ukupnog dušika i fosfora u izvorskoj vodi Jadra (1975-2010. godina)



Slika 16. Trend sadržaja ukupnih koliformnih i fekalnih koliforma- izvor Jadra (1975-2010. godina)

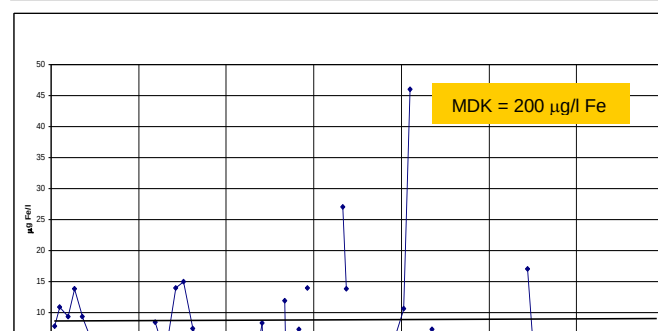
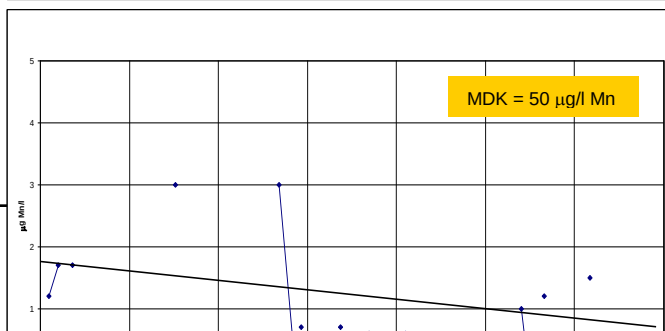
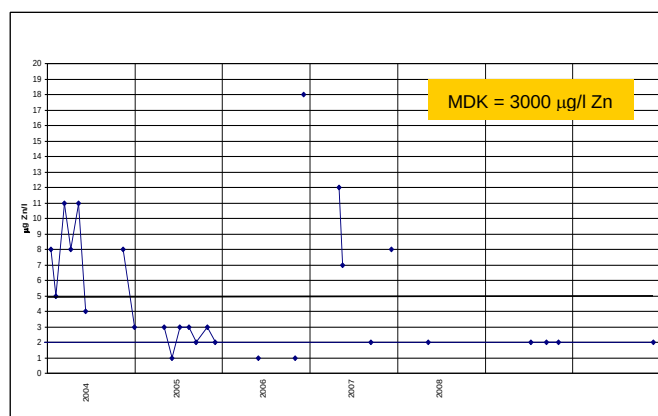
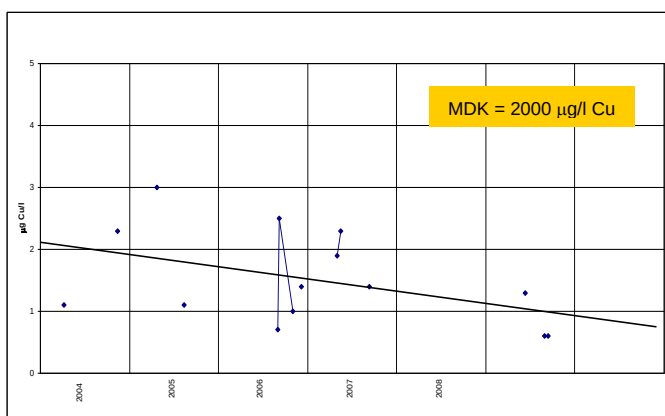
Trend porasta bakteriološkog onečišćenja izvora Jadra nazočan je u cijelom intervalu opažanja od 1975. do 2010.godine (slika 16.). S obzirom na vrstu

bakteriološkog onečišćenja izvor su pretežito otpadne vode iz domaćinstava zbog nepostojanja kanalizacijskog sustava i njihovog pročišćavanja i regulirane dispozicije.

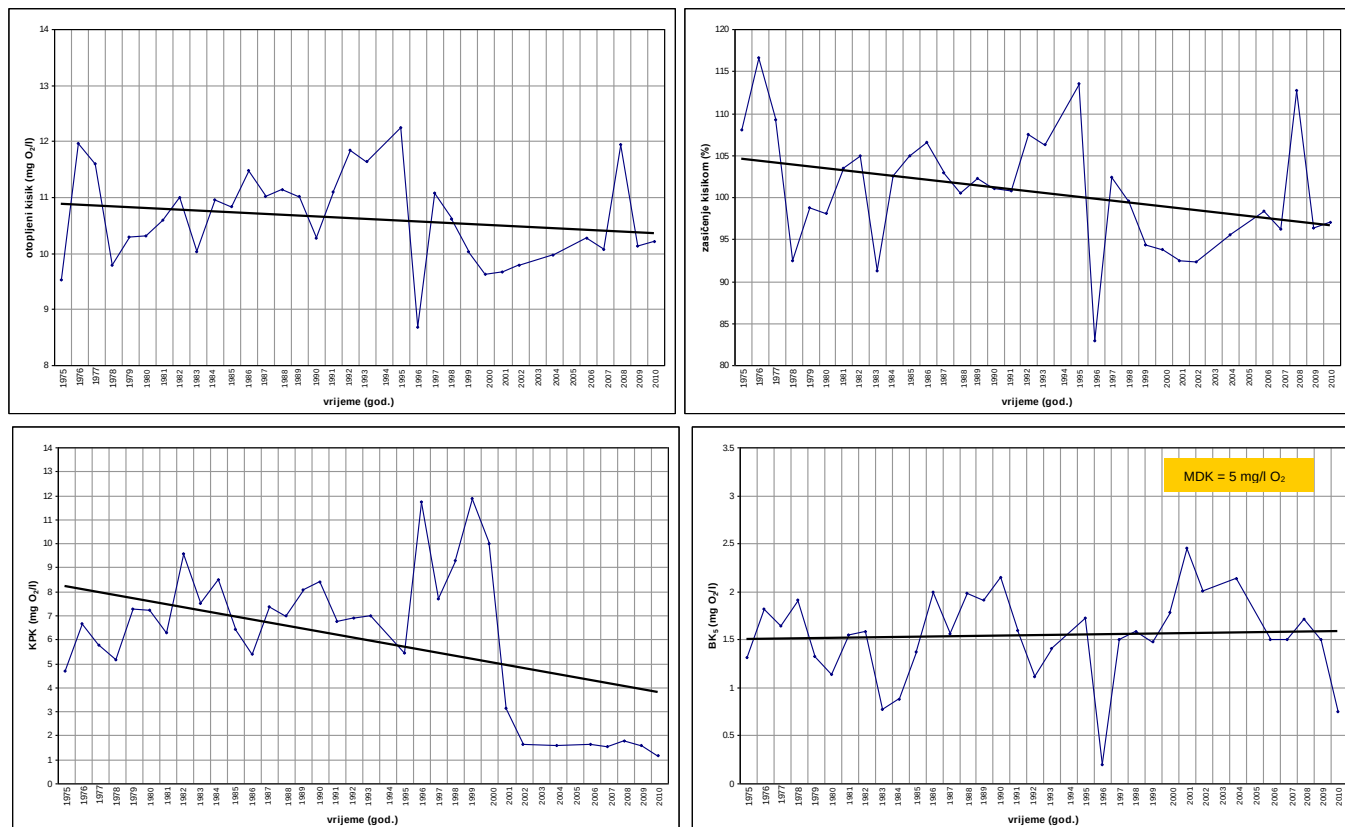
U velikom dijelu sliva intenzivirala se tijekom promatranog razdoblja izgradnja stambenih i poslovnih objekata. Naselja u slivu većinom su dobila pitku vodu, a time raste i količina otpadne vode.

U konačnici posljedica je trend porasta onečišćenja u podzemnoj vodi sliva. I druge aktivnosti u slivu uzrokuju porast onečišćenja, od poljodjelske aktivnosti, servisnih postaja za različite namjene, kamenoloma, specifičnih industrijskih pogona itd.

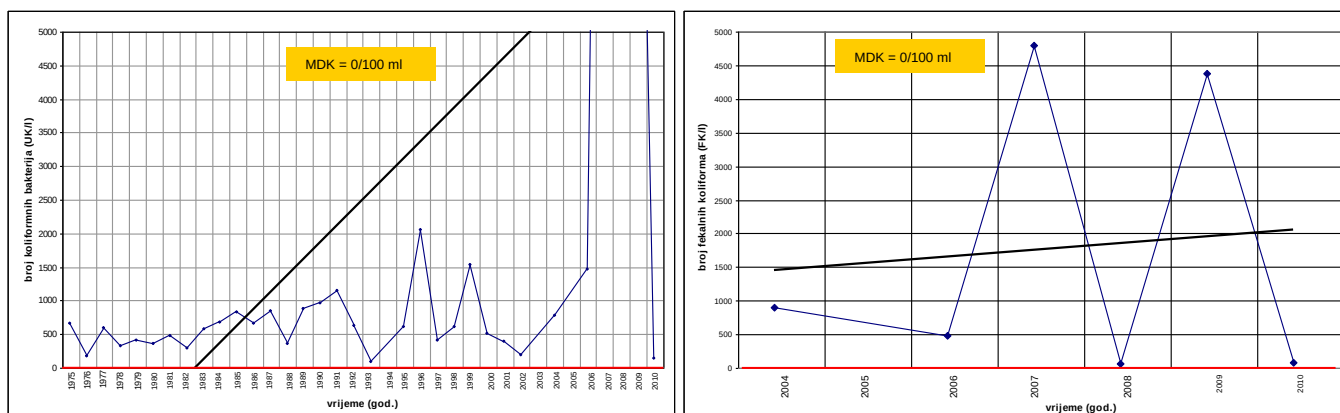
Spomenuti trend zapažen je za odabrane pokazatelje onečišćenja i u izvorskoj vodi Žrnovnice (slika 17., 18., 19. i 20.). Prema tome, i u dijelu sliva koji se drenira pretežito prema izvoru Žrnovnice došlo je do dodatnog opterećenja na podzemne vode vjerojatno zbog istih uzroka kao i na Jadru. Kako bi se stekao cjelovitiji uvid u promjenu kakvoće izvorskih voda, preporučljivo je provesti korelacijsku analizu. Na osnovi rezultata te analize bilo bi moguće utvrditi koji su pokazatelji kakvoće vode međusobno povezani. Isto tako, preporučljivo je utvrditi na koji način i uolikoj mjeri utječe promjena izdašnosti izvora na kvalitetu vode. U krškim vodonosnim sustavima Dinarida onečišćenja su pretežito povezana s hidrološkim prilikama koje pogoduju ispiranju zone tla i epikrške zone. Da bi se definirao taj utjecaj, neophodno je utvrditi tip i intenzitet korelacije između protoka i pojedinih pokazatelja.



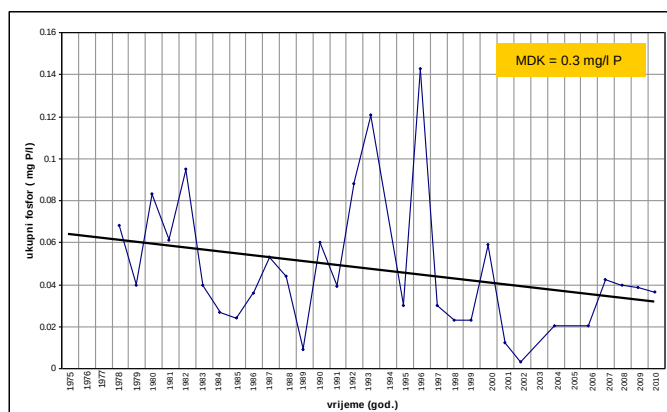
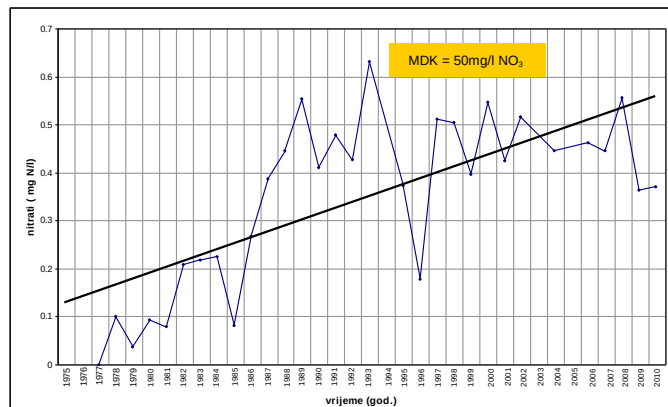
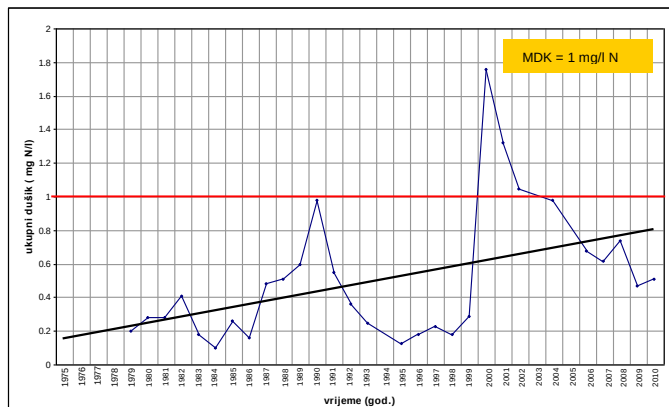
Slika 17. Trend sadržaja teških metala - izvorJadra (2004-2010. godina)



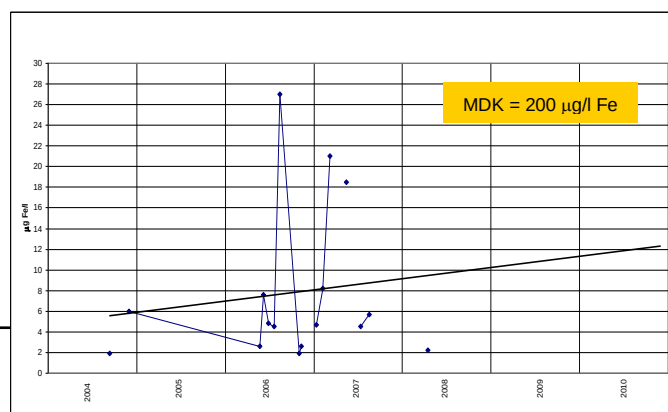
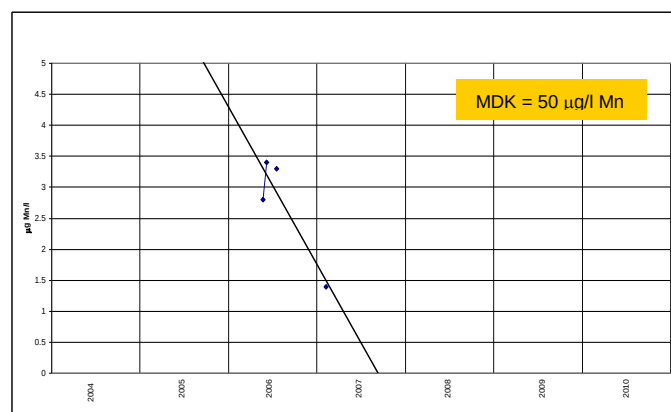
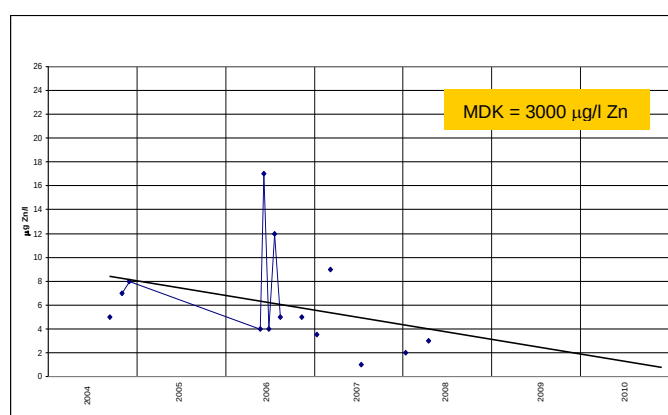
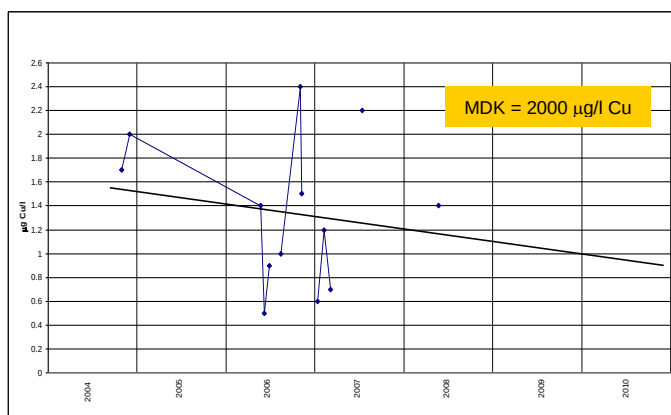
Slika 18. Trend pokazatelja režima kisika u izvorskoj vodi Žrnovnice (1975-2010. godina)



Slika 19. Trend sadržaja ukupnih koliformnih (1975-2010. godina) i fekalnih koliforma - izvor Žrnovnice (2004-2010. godina)



Slika 20. Trend sadržaja hranjivih soli dušika i ortofosfata u izvornoj vodi Žrnovnice (1975-2010. godina)



Slika 21. Trend sadržaja teških metala - izvor Žrnovnice (2004-2010. godina)

Sadržaj teških metala u vodama izvora Jadro i Žrnovnica za period od 2004.-2010. god. kreće se ispod graničnih vrijednosti (MDK) prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće i prema Uredbi o klasifikaciji vode (N.N. 77/98, N.N. 137/08) i na oba izvorišta pokazuje se trend opadanja sadržaja teških metala, osim željeza koje pokazuje trend povećanja količina. Treba napomenuti da su podaci jako oskudni. (slika 17. i 21.), prikazane su izmjerene vrijednosti, dok je većina rezultata bila ispod granice detekcije analitičkih metoda, te se nisu mogle preciznije odrediti koncentracije.

U krškim dobro aeriranim podzemnim vodama izmjerene koncentracije su uobičajeno nvrlo niske iz razloga što se u takvim uvjetima većina teških metala istaloži u obliku željeznih oksidnih i hidroksidnih oblika ili s karbonatima u obliku prevlaka na prostorima i šupljinama okršenog podzemlja ili se apsorbira na površini krutih čestica (minerali glina, organska tvar i sl.).

Voda izvora Jadra jest voda kalcijsko - hidrogen – karbonatnog tipa. Sadrži relativno mali isparni ostatak, male je mineralizacije.

Temperatura vode izvora Jadro kreće se u granicama od 10 - 15°C, a srednja godišnja temperatura je 12,6°C. Ta se temperatura može smatrati optimalnom. pH vrijednost vode kreće se od 7,7 - 8,2 i nalazi se u dopuštenim granicama (6,5 - 8,5).

U sušnom dijelu godine voda sadrži više klorida od tipičnih krških voda no još uvijek s 13 - 22 mg/l daleko ispod dopuštene granice od 200 mg/l.

Voda izvora Jadra zamućuje se iznad 10°SiO₂ 8,2 - 13,5% dana na godinu. Do zamućivanja dolazi za velikih oborina i obično traje relativno kratko.

Glede bakteriološkog zagađenja, voda izvora kloriranjem se dovodi u higijenski ispravno stanje prije ulaska u vodoopskrbni sustav. Mutnoća izvora Jadro rijetko prelazi 40°SiO₂, a njezino uklanjanje predviđa se u II. etapi realizacije poboljšanja i dogradnje vodoopskrbnog sustava.

Voda izvora Žrnovnica je voda kalcijsko-hidrogen-bikarbonatnog tipa. Sadrži relativno mali isparni ostatak, male je mineralizacije i ima ukupnu (180 -226 mg CaCO₃/l) i karbonatnu (165 -186 mg CaCO₃/l) tvrdoću (u periodu od 2004. - 2010. god).

Temperatura vode izvora Jadro kreće se u granicama od 12.1 - 14.6° C, a srednja godišnja temperatura je 13,46° C. Ta se temperatura može smatrati optimalnom. PH vrijednost vode kreće se od 7,75 - 8,32 i nalazi se u dopuštenim granicama (6,5 - 8,5).

Zaključno se može reći da je kakvoća podzemnih voda koje istječu na izvorima Jadro i Žrnovnica kontrolirana dugi niz godina. Nizovi nekih pokazatelja onečišćenja koje propisuju i upute o implementaciji Okvirnih smjernica o vodama Europske unije dovoljno su dugački i omogućavaju prilično dobru ocjenu postupnog pogoršanja kakvoće podzemne vode u slivu. Poboljšanje stanja kakvoće izvorskih voda može se očekivati jedino kontroliranom odvodnjom i pročišćavanjem otpadnih voda u slivu.

3.6. KATASTAR ONEČIŠĆIVAČA

3.6.1. Potencijalni i aktivni zagađivači na području sliva

U prošlosti je gotovo cijeli sliv izvora Jadra i Žrnovnice predstavljao slabo naseljeno područje s relativno malom potrošnjom vode što je rezultiralo i malom količinom otpadnih voda. Porastom standarda, gradnjom prometnica, razvojem turizma i industrije, izgradnjom komunalnih i regionalnih vodovoda, povećala se i količina otpadnih voda. Ovi sadržaji su najčešće locirani u krškim poljima ili na njihovim rubovima. Na cijelom priljevnom području izvora Jadra i Žrnovnice još nije izgrađen cjelovit sustav javne odvodnje, na područjima na kojima sustava javne odvodnje otpadne vode ispuštaju se u septičke jame, čija kvaliteta izvedbe je upitna.

U području krša je vrijeme površinske koncentracije i vertikalne filtracije u podzemlje vode vrlo kratko. Kratko vrijeme kao i specifičan geološki sastav tla ne omogućavaju u potpunosti otopljenoj otpadnoj tvari pročišćavanje prirodnim načinom (disperzija, adsorpcija, razgradnja i sl.) te se na krškim izvorima otpadna tvar pojavljuje vrlo često po količini i sastavu neznatno promijenjena. Dugotrajnim ispuštanjem otpadne tvari u krškom

području dolazi do promjene (pogoršanja) kakvoće podzemne odnosno izvorske vode do granica njene upotrebljivosti u opskrbi stanovništva vodom za piće, što obično rezultira skupim metodama pročišćavanja kojima se voda treba podvrći prije isporuke potrošačima, ili dopremanju potrebnih količina vode iz drugih udaljenih slivova.

Na području pripadajućeg sliva Jadra i Žrnovnice velik je broj mogućih izvora opasnosti, odnosno onečišćenja, među kojima i velik broj potencijalnih zagađivača podzemne vode. U nemogućnosti da se obradi svaki pojedini izvor prema osnovnim značajkama ispuštene tvari i njenom kretanju kroz podzemlje izvore opasnosti grupirani su na dva načina: prema vrsti zagađenja i prema gospodarskoj djelatnosti (Prilog br. 6).

3.6.2. Zagađivači prema gospodarskim djelatnostima

3.6.2.1. Kamenolomi

U slivu Jadra i Žrnovnice nalazi se više kamenoloma. Utjecaji na podzemne vode mogući su:

- uslijed eventualnog razlijevanja/kapanja nafte ili goriva iz vozila i mehanizacije uključene u radove na kamenolomu, te iz vozila koja odvoze kameni materijal;
- uslijed nepravilnog održavanja separatora mehaničkih radiona;
- ispiranjem površine kamenoloma oborinama;

1. Kamenolom Dugobabe

Poduzeće Konstruktor-inženjering d.d., vađenje i prerada tehničko-građevnog kamena. Nalazi se u predloženoj IV. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 22. Kamenolom Dugobabe

2. Kamenolom Klis-Kosa

Pomgrad gradnja d.o.o., vađenje i mljevenje tehničko-građevnog kamena. Nalazi se u predloženoj II. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 23. Kamenolom Klis-Kosa

3. Kamenolom D. Gornjani

Vađenje arhitektonsko-građevnog kamena. Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 24. Kamenolom D. Gornjani

4. Kamenolom Pezelji

Beton Trilj d.o.o., vađenje i drobljenje tehničko-građevnog kamena. Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 25. Kamenolom Pezelji

5. Kamenolom Križice

Poduzeće za ceste Split, Vađenje ukrasnoga kamena i kamena za gradnju, vapnenca, gipsa, krede i škriljevca, kontrolno okno, ispuštanje otpadnih voda u tlo, prethodno čišćenje fizikalnim postupcima. Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 26. Betonara i kamenolom Križice

6. Kamenolom Čemernica

Konstruktor-inženjering d.d., vađenje i drobljenje tehničko-građevnog kamena. Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 27. Kamenolom Čemernica

7. Kamenolom Dolac donji

Jadrankamen d.o.o., vađenje arhitektonsko-građevnog kamena. Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

3.6.2.2. Pogoni za proizvodnju građevinskog materijala (betonare)

Utjecaji su slični prethodno nabrojenim kod kamenoloma, ali se ovdje mogu očekivati i različiti *aditivi* koji se koriste za postizanje određenih svojstava betona i ostalih proizvoda od betona. Njihov sastav je vrlo različit.

Na slivnom području u novije vrijeme sagrađena je Jadranska autocesta (Dalmatina) i pristupne prometnice s pratećom infrastrukturom te je već neko vrijeme prisutna intenzivna gradnja različitih objekata, izgrađuju se poslovne zone s velikim kompleksima trgovačkih centara, skladišta, proizvodni pogoni različitih namjena, energetske objekti poput npr. vjetroelektrana itd. Gradilišta uglavnom mijenjaju prirodne uvjete u okolišu, odnosno otvaraju okršeno krško podzemlje uklanjanjem površinskih reaktivnih slojeva tla. Time se bitno smanjuje mogućnost zadržavanja, usporavanja kretanja onečišćenja i njihove transformacije u tlu.

Na tako otvorenom prostoru različitih gradilišta odvijaju se razne djelatnosti, boravak, rad i zadržavanje ljudi, promet, koriste se različiti materijali i spojevi, više vrsta kemikalija i aditiva, od kojih neki mogu biti otrovni i/ili perzistentni.

Zahvati građenja na području krša su vrlo osjetljivi, poznato je da svaki građevinski zahvat pa već i samo čišćenje terena miniranjem kao priprema za gradnju, može izmijeniti među ostalim i hidrogeološke prilike užeg, a nekada i šireg područja na kojem se odvijaju radovi.

1. Kamenolom i betonara

Asfalt d.o.o., vađenje tehničko-građevnog materijala, prerada i izrada betonske galanterije. Nalazi se u predloženoj IV. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

2. Betonara Dicmo

Dajaković obrt, beton i betonski proizvodi. Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

3.6.2.3. Poslovne i radne zone

Ispuštanje sanitarnih i tehnoloških otpanih voda u poslovnim i radnim zonama rješeno je ispuštanjem u sabirne jame, koje se prazne preko ovlaštenih poduzeća, a oborinske vode sa manipulativnih površina ispuštaju se preko separatora u tlo.

1. Gospodarska zona "Podi" i "Krč"

Gospodarska zona "Podi" u Općini Dugopolje veličine je 55 ha, djelomično opremljena. Glede već izgrađene infrastrukture, do danas je izgrađeno i u funkciji je podzemni dalekovodi 10/20 kV iz TS 35/10 kV "Klis" do zone "Podi" Dugopolje u dužini 4,2 km, pet trafostanica GTS 10(20)/0,4 kV, 7 km podzemnog raspleta visokog napona, niskog napona i javne rasvjete, 82 kandelabera za vanjsku rasvjetu, 7 km mreže fekalne kanalizacije, 7 km oborinske kanalizacije, 7,5 km vodovodne mreže, 8 km telefonske mreže (svjetlovoda), 300 000 m³ nasipa u prometnice, nešto više od 30 000 m² asfaltiranih prometnica i 3 km drvoreda. Glede strukture djelatnosti 65 % je proizvodno - obrtnih, servisnih i raznih uslužnih djelatnosti, a 35% je trgovačko - skladišne namjene. Do danas je izgrađeno i u funkciji 16 gospodarskih objekata. U tijeku je izgradnja na 25 poduzetničkih parcela, a nekoliko investitora je u tijeku ishođenja građevne dozvole za svoje gospodarske objekte.

Poduzetnici:

- Leopold M d.o.o. -uvoz-izvoz tekstilnih proizvoda
- Imak d.o.o. - kovana bravarija
- Overseas Express d.o.o. - regionalni centar split
- Grafopak - obrt - proizvodnja papira i papirne konfekcije
- Čulić d.o.o. -građevinarstvo, hortikultura
- Lesnina - regionalni centar sa skladištima

Nalazi se u predloženoj II. i III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 28. Gospodarska zona "Podi"

2. Gospodarska zona "Kukuzovac"

- Gospodarska zona "Kukuzovac" na području grada Sinja veličine je 157 ha, u izgradnji. Gospodarska namjena (106,20 ha, organiziranih u 31 prostornoj cjelini) omogućava se gradnja proizvodnih i poslovnih sadržaja:
 - proizvodnih pogona, zanatskih pogona, skladišta, prodajnih prostora (prodavaonice, manje robne kuće, prodajni saloni i slični prostori koji služe za prodaju - promidžbu vlastitih i drugih proizvoda), izložbenih salone, uslužnih sadržaja, administrativno-upravnih sadržaja, manjih ugostiteljskih sadržaja i drugo.
- Uslužni sadržaji smješteni su u središnjem području gospodarske zone uz glavnu uzdužnu sabirnu ulicu u četiri prostorne cjeline. Namijenjeni su za:
 - gradnju javnih i društvenih sadržaja, ugostiteljsko turističkih sadržaja (smještajni dio – hoteli, pansioni, ugostiteljski dio – restorani, kafe bar, disco klub i sl.), zabavnih i sličnih sadržaja te športskih sadržaja (zatvoreni športski sadržaji, otvorena igrališta, dječja igrališta i sl.).

Poduzetnici:

- ALCA d.o.o. Zagreb - Usluge logističkih proizvoda (usluge dodane vrijednosti dorade proizvoda, prepakiranje te manipulativno logistički proizvodi)
- Krik d.o.o. Split - Izrada i projektiranje instalacija na gospodarskim i stambenim objektima

- Terrigena d.o.o. Okrug Donji - proizvodnja bioloških pročišćivača otpadnih voda i postrojenja za pročišćavanja procesnih voda iz industrije, poljoprivrede i stočarstva
- Mikrez d.o.o. Split - Izrada uređaja i alata za uzorkovanje, ispitivanje i kontrolu betona, kamena i asfalta
- SMID d.o.o. Sinj - Proizvodnja, obrada i prodaja tekstila te odjevnih predmeta
- Botić d.o.o. Split - veleprodaja, distribucija, projektiranje, postavljanje i prodaja svih vrsta elektroinstalacija
- Proizvodno trgovački obrt "Babić" Split - Proizvodnja kruha, peciva, slastica i tjestenine
- Kelam d.o.o. Trogir - Prijevoz robe u domaćem prometu, pocinčavanje, proizvodnja vrša i ribarskih alata
- Zima svjetlosne dekoracija d.o.o. Split - Proizvodnja metalnih konstrukcija i njihovih dijelova, proizvodnja profesionalnih svjetlećih tijela
- Obrt „Elastoplast“, Split - Proizvodnja fleksibilne ambalaže za pakiranje hrane
- Ancora Commerce d.o.o., Split - Prerada i pakiranje ribe
- Obrt „Metal Radoš“ Sinj - Proizvodnja metalnih konstrukcija i njihovih dijelova, opći mehanički poslovi
- Obrt „Plovid“, Podstrana - Gradnja i proizvodnja plastičnih brodica
- Ornatus d.o.o. Split - Trgovina, tisak i graviranje
- Pakleni otoci d.o.o. Split - Proizvodnja i gradnja aluminijsko-gumenih brodica i brodova
- "Čovik i po" (braniteljska poljoprivredna zadruha) - Proizvodnja montažnih kućica
- Obrt "C-mont", Sinj - Proizvodnja instrumenata i aparata za mjerenje, te za mehaničko održavanje i popravak strojeva
- Pirson Montaža d.o.o. Klis - Izrada i montaža željeznih konstrukcija za dizalice

- Hipodrom d.o.o. Sinj - Proizvodnja sadnica
- Obrt „ŠVABO“ Otok - Proizvodnja ALU i PVC stolarije
- Kameno-klesarski obrt „BRAĆA“ Sinj - Obrada kamena
- Kalup d.o.o. , Bitelić Gornji - Proizvodnja i servis alata za rezanje i bušenje kamena i betona
- MILLS SINJ d.o.o. Sinj - Prerada mlijeka i mlječnih proizvoda
- Olasagasti d.o.o. Komiža - Prerada i pakiranje ribe
- Klis-mont Klis - Izrada metalnih elemenata
- Delicije Marović d.o.o. Sinj - Prerada i sušenje mesnih proizvoda
- Logistika Violeta d.o.o.Sv. Ivan Zelina - Papirnata konfekcija
- Pivovara Majić d.o.o. Trilj - Proizvodnja i distribucija piva
- Fine Gold d.o.o. Sinj - Pneumatika i centar auto guma
- Viator d.o.o. Split - Auto-salon sa servisom
- Kizmanić&Šimunović projekt d.o.o. Split - Projektiranje
- Inter Steel d.o.o. Dicmo - Proizvodnja betonskih elemenata
- Lagermax Zagreb d.o.o. Zagreb - Transport i servis kamiona

Nalazi se u predloženoj III. i IV. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 29. Gospodarska zona "Kukuzovac"

3. Poduzetnička zona "Dicmo"

Gospodarska zona "Dicmo" u Općini Dicmo veličine je 65 ha, djelomično opremljena.

Poduzetnici:

- KRAGIĆ d.o.o. Split, proizvodnja kupaoničkog namještaja i galanterije. Skladište, prodaja vodovodnog materijala i kupaoničke opreme.
- S-ECO d.o.o. Split, trgovina drvom i drvena građa od plemenitog drveta.
- ADRIACOLOR d.o.o. Split, mješavaonica i proizvodnja boja za temeljnu zaštitu drveta.
- SAVA d.o.o. Split, skladište i prodaja auto guma kao i proizvoda od guma.
- CHEMO d.o.o. Dicmo, veletrgovina boja, lakova i žbuka.
- PONISTRA-Dicmo, proizvodnja pvc i alu-stolarije.
- ĐURO ĐAKOVIĆ d.o.o., remont varenih posuda pod visokim tlakom.
- DALMADOM d.o.o. Dicmo, veleprodaja i skladište namještaja.
- EUROCABLE GROUP d.o.o. Zagreb, skladište i prodaja elektro kablova.
- WELMAX d.o.o. Split, trgovina i skladište elektro materijala.
- PUNTIŽEL d.o.o. Split, proizvodnja betonske galanterije i dimnjaka
- ARAN d.o.o. Stobreč, skladište, prodaja i proizvodnja kuhinja i namještaja.
- DURO d.o.o. Split, proizvodnja betonske galanterije.
- TONI Solin, kamenoklesarska radionica. Proizvodnja mramornih ploča za uređenje interijera
- ŠPANDAU d.o.o. Sinj, proizvodnja drvenih paleta.

Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 30. Poduzetnička zona "Dicmo"

4. Radna zona "Prisike I i 0"

Radna zona "Prisike I i 0" u Općini Muć veličine je 34 ha, djelomično opremljena.

Poduzetnici:

- JAKOV JUKIĆ, kamenoklesar
- MILE LUČIN, proizvodnja rogača
- EUROPLIN OBRT, proizvodnja kartona
- SAPELLI d.o.o, proizvodnja mahagonija
- OBRT MAMIĆ, proizvodnja stočne hrane
- ILIJA JUKIĆ, proizvodnja kamena
- ERCOM d.o.o., trgovina namještajem
- OXA d.o.o., tiskara
- INTEGRADNJA OBRT, skladište
- JOŠKO ŠERIĆ, kamenoklesar
- JOZO RABOTEG, proizvodnja stočne hrane
- MI & GLASS, proizvodnja stakla
- TEHNOSPOJ d.o.o, proizvodnja boja
- ZAGORAPLAST OBRT, proizvodnja tendi
- SAMOBORKA d.o.o, proizvodnja žbuke Proizvodnja hidroizolacije
- BRALO TIHO, proizvodnja hidroizolacije

Nalazi se u predloženoj II. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 31. Radna zona "Prisike 0"

5. Hrvatske autoceste, TJO Split

Održavanje građevina i postrojenja, ispuštanje otpadnih voda u tlo, prethodno čišćenje fizikalnim postupcima. Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

6. Hrvatske autoceste, TJO Split

Održavanje građevina i postrojenja, ispuštanje otpadnih voda u tlo, prethodno čišćenje fizikalnim postupcima. Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

3.6.2.4. Industrijski objekti

Na području sliva nalazi se i nekoliko industrijskih pogona. Mogući ispusti otpadne tvari iz ove djelatnosti svrstava se u pretežito organsku tvar, ali ona također nije zanemariva, već treba za svaki od pogona utvrditi količinu, sastav i ispuste kao i predtretmane otpadne vode prije ispusta. Detaljni postupci obrađeni su zadanim vodopravnim uvjetima.

1. MAN prodajno servisni centri d.o.o. - Split

Servis vozila i plovila, sustav javne odvodnje s centralnim uređajem za pročišćavanje otpadnih voda, prethodno čišćenje fizikalnim postupcima. Sanitarne vode ispuštaju se u sustav javne odvodnje, a tehničke otpadne vode nastale prilikom pranja motornih dijelova i pranja pododva radnih hala ispuštaju se u dvije sabirne jame, tzv. "slop rezervoare", svaki po 3 m³ volumena, prazne se preko firme ovlaštene za preuzimanje i zbrinjavanje opasnog otpada. Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

2. AD Plastik d.d. D. Muć

Proizvodnja iz plastičnih masa. Nalazi se u predloženoj II. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

3. TS 400/220/110/10 kv Konjsko

Hrvatska Elektroprivreda. Postrojenje se nalazi u blizini ponora Golemove jama. Odvodnja oborinskih i otpadnih voda nije poznata. Nalazi se u predloženoj II. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 32. TS Konjsko

3.6.2.5. Benzinske stanice

Na području slivnog područja izvora Jadro i Žrnovnica nalazi se nekoliko benzinskih stanica.

1. Odmorište Kozjak

Odmorište Kozjak na autocesti A1, po jedna benzinska crpka sa svake strane autoceste i restoran - INA d.d.. Nalazi se u predloženoj IV. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

X = 5 618 175

Y = 4 827 946

Z = 360 m



Slika 33. i 34. Odmorište Kozjak

2. Benzinska stanica OMV Dugopolje

Benzinska stanica na cesti čvoru Dugopolje

X = 5 626 775

Y = 4 829 531

Z = 350 m

Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

3. Odmorište Mosor

Odmorište Mosor na autocesti A1, po jedna benzinska crpka sa svake strane autoceste i restoran - Petrol d.d..

X = 5 636 340

Y = 4 826 105

Z = 356 m

Nalazi se u predloženoj II. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 35. i 36. Odmorište Mosor

4. Benzinska stanica LUKOIL

Benzinska stanica na cesti Split-Sinj. Nalazi se u trećoj zoni sanitarne zaštite.

X = 5 629 113

Y = 4 833 098

Z = 355 m

3.6.2.6. Cestovne građevine

Položaj Splitsko-dalmatinske županije na sjecištu prometnih koridora cestovnog, željezničkog, pomorskog i zračnog prometa stvara prometne tokove velikog intenziteta koji u vršnim periodima prelaze kapacitete, što stvara uvjete niske razine uslужnosti s malim brzinama, velikim gustoćama te zastoјima u odvijanju prometnih tokova.

Cestovni prometni sustav Županije povezuje sve ostale prometne sustave (željeznički, pomorski i zračni) u jedinstveni prometni sustav. Mreža cesta na području slivnog područja Jadra i Žrnovnice sastoji se od:

1. Državna cesta - Jadranska autocesta A1: Zagreb - Bosiljevo - Zadar - Split-Dubrovnik

Jadranska autocesta prolazi II., III. i IV. zonom sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice, kroz cijelo priljevno područje izvorišta Jadro i Žrnovnica, u ukupnoj dužini od 44,7 km. Koridor ceste je širok 28 m. Treba posvetiti posebnu pažnju, posebno na dijelu gdje autocesta sijeće II. zonu sanitarne zaštite (u dužini cca 2,800 m), odvodnji oborinskih voda.

Odvodnja autoceste A1 riješena je zatvorenim sustavom odvodnje kojim se prikuplja sva voda i nečistoće s kolnika te se provode preko separatora koji vrše odvajanje masnih tvari i taloženje krupnih čestica. Tako pročišćena voda ispušta se u teren na dijelovima koji imaju manji procijenjeni stupanj zaštite, dok se na područjima gdje je potreban veći stupanj zaštite, voda ispušta preko separatora u lagune na daljnje taloženje i neutralizaciju štetnih tvari, a tek potom se drenažnim sistemom ispušta u teren.

Na području zona sanitarne zaštite separatori - mastolovi nalaze se na slijedećim lokacijama:

Mastolov - 1

Nalazi se na lokaciji Rodine Glavice, km 360+ 850, TIP B-14

X = 5 606 947

Y = 4 829 574

Z = 255 m



Slika 37. Mastolov 1

Mastolov - 2

Nalazi se na lokaciji Rodine Glavice, km 361+ 050, TIP B-8

X = 5 609 659

Y = 4 828 743

Z = 270 m



Slika 38. Mastolov 2

Mastolov - 3

Nalazi se na lokaciji Podgrede, km 364+ 300, TIP B-8

X = 5 612 837

Y = 4 828 557

Z = 339 m



Slika 39. Mastolov 3

Mastolov - 4

Nalazi se na lokaciji Podgrede, km 364+ 350, TIP B-4

X = 5 606 947

Y = 4 829 574

Z = 343 m



Slika 40. Mastolov 4

Mastolov - 5

Nalazi se na lokaciji čvora Vučevica, km 365+ 300, TIP B-14

X = 5 613 817

Y = 4 828 565

Z = 351 m



Slika 41. Mastolov 5

Mastolov - 6

Nalazi se na lokaciji Vinokop, km 370+ 700, TIP B-14

X = 5 618 961

Y = 4 828 242

Z = 345 m



Slika 42. Mastolov 6

Mastolov - 7

Nalazi se na lokaciji tunela Zaranać, km 380+ 050, Separator

X = 5 628 197

Y = 4 829 767

Z = 334 m



Slika 43. i 44. Mastolov 7

Mastolov - 8

Nalazi se na lokaciji vijadukta Prosike, km 381+ 100

X = 5 628 199

Y = 4 829 745

Z = 342 m



Slika 45. Mastolov 8

Mastolov - 9

Nalazi se na lokaciji vijadukta Prosike, km 383+ 800

X = 5 631 553

Y = 4 829 432

Z = 405 m



Slika 46. Mastolov 9

Mastolov - 10

Nalazi se na lokaciji tunela Bisko, km 387+ 600

X = 5 634 586

Y = 4 827 640

Z = 404 m



Slika 47. Mastolov 10

Mastolov - 11

Nalazi se na lokaciji čvora Bisko, km 390+ 050

X = 5 636 340

Y = 4 826 105

Z = 356 m

Mastolov - 12

Nalazi se na lokaciji tunela Konjsko, km 374+ 400, TIP B-8

Mastolov - 13

Sa separatorom i lagunom, nalazi se na lokaciji čvora Dugopolje, km 378+ 800

2. Ostale državne, županijske i lokalne ceste

Intenzivnu gradnju autocesta i drugih prometnica, slijedi i pojačani promet, odnosno višestruki postotak povećanja prometnih vozila, i sve veća degradacija područja uz prometnice. Zagađivači uslijed ovih aktivnosti se u pravilu mogu podijeliti u dvije skupine.

Prvu skupinu čine stalna zagađenja, koja mogu potjecati od:

- odvijanja prometa (gubitak prevoznih dobara rasipavanjem ili kapanjem), trošenjem kolovozne konstrukcije, trošenjem dijelova vozila (kočnice, gurne, ispušni plinovi...),
- onečišćenja atmosfere (prašina, smog, aerosoli i dr.),

Drugu skupinu zagađenja čine povremena zagađenja:

- prilikom nezgoda vozila koja prevoze opasne ili štetne tvari (iako je to regulirano "Zakonom o prijevozu opasnih tvari", ipak su česti slučajevi nezgoda ovog tipa,
- uslijed održavanja prometnica u zimskom periodu, tu se posebno ističu zagađenja kloridima od soli kojom se sprječava zaleđivanje kolnika zimi.

Prometne aktivnosti i gore navedeni utjecaji na kakvoću podzemne vode mogu se utvrditi kao:

- trajni ili kronični i odražavaju se kao kontinuirani poremećaji kakvoće podzemne vode, proces je obično dugotrajan i uzrokuje gomilanje štetnih tvari u vodi;
- povremeni ili akutni koji nastaje uslijed prometne nezgode ili "više sile" (potres, rat, klizište i sl.) opasan je jer je nepredvidiv i uzrokuje teške posljedice.

3.6.2.7. Poljoprivreda

Zagađenja podzemne vode s poljoprivrednih površina mogu biti veoma opasna. U želji da se proizvede što više hrane, koriste se velike količine zaštitnih sredstava: biocida, pesticida, herbicida i drugih kao i velike količine umjetnih gnojiva.

Ispiranjem tla oborinama ovi sastojci poniru u podzemlje i utječu na kakvoću vode. Posebno se ovo događa kod navodnjavanja poljoprivrednih površina što se u površinski bezvodnom području sliva posebno intenzivira tijekom sušnih razdoblja godine.

Kao posljedica promjene kakvoće vode može se navesti:

- zaslanjenje podzemne vode (ioni soli se povećavaju više od pet puta);
- povećanje tvrdoće podzemne vode;
- povećanje temperature vode;
- povećanje koncentracije nitrita i nitrata;

- povećanje koncentracije fosfora i nekih teških metala koje su migrabilne u geokemijskim uvjetima koji vladaju u krčkim vodonosnim sustavima;
- promjena mirisa i okusa uslijed povećanog sadržaja mineralnih soli i produkata organske razgradnje,
- nazočnost različitih vrsta pesticida.

Poljoprivredne površine prema namjeni dijelimo na:

- pašnjake,
- oranice (polje),
- vinograde,
- maslinike i
- voćnjake

Ratarska proizvodnja odvija se pretežno u zagorskom dijelu Županije u krškim poljima, uglavnom u Mućkom polju na sjevernom dijelu sliva Jadra i Žrnovnice (II. i III. zona sanitarne zaštite) i Konjskom polju (II. i III. zona sanitarne zaštite) i zasniva se isključivo na proizvodnji žitarica (pšenica, kukuruz, ječam) te u manjoj mjeri krmiva, polje Dugopolje (II. zona sanitarne zaštite), polje Dicmo-Krušvar (III. zona sanitarne zaštite) i polje Bisko (II. zona sanitarne zaštite). Manji obim ratarske proizvodnje odvija se u svim manjim krškim poljima.

Procjedne vode s poljoprivrednih površina su raspršeni izvori zagađenja, pa je provođenje mjera zaštite otežano. Zbog toga se na vodozaštitnim područjima detaljno propisuju načini obrade poljoprivrednih površina.

3.6.2.8. Svinogojске, peradarske i stočarske farme

Ratarska proizvodnja, te biljni pokrov i struktura zemljišta odredili su i strukturu stočnog fonda na ovom području. Stočarstvo ima praktično značenje pretežno u zagorskom dijelu, gdje prirodne prilike nisu odgovarale razvoju drugih kultura, posebno na velikim krškim pašnjacima koje nisu za drugu proizvodnju osim za ispašu stoke. Uzgoj goveda koncentriran je na područja oko polja koja se razvijaju uz gornji tok rijeke Cetine.

Ovčarstvo je pored govedarstva druga značajna stočarska proizvodnja, posebno na područjima krških pašnjaka. Po brojnosti je također važan uzgoj peradi, premda prvenstveno za vlastitu potrošnju mesa i jaja.

Na području sliva izvora Jadra i Žrnovnice unutar svih zona sanitarne zaštite nalazi se nekoliko svinjogojskih i stočarskih farmi. Mogući ispusti otpadne tvari iz ove djelatnosti svrstava se u pretežito organsku tvar, ali ona također nije zanemariva, već treba za svaki od pogona utvrditi količinu, sastav i ispuste kao i predtretmane otpadne vode prije ispusta.

1. Privatna svinjogojska farma kod mjesta Sarići

Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 48. Svinjogojska farma kod mjesta Sarići

2. Privatna svinjogojska farma kod mjesta Donja Mala - napuštena



Slika 49. Svinjogojska farma kod mjesta Sarići

3. Privatna svinjogojska farma kod mjesta Lečevica

Nalazi se u predloženoj IV. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 50. Svinjogojska farma kod mjesta Lečevica

3.6.2.9. Prehrambena industrija

Na području sliva nalazi se i nekoliko prehrambenih industrijskih pogona. Mogući ispusti otpadne tvari iz ove djelatnosti svrstava se u pretežito organsku tvar, ali ona također nije zanemariva, već treba za svaki od pogona utvrditi količinu, sastav i ispuste kao i predtretmane otpadne vode prije ispusta. Detaljni postupci obrađeni su zadanim vodopravnim uvjetima.

1. Dalmesso d.o.o.

Prerada i konzerviranje mesa, oborinske vode s manipulativnih površina pročišćavaju se u separatoru prije konačnog ispuštanja u tlo, ispuštanje sanitarnih i tehnoloških otpadnih voda u sustav javne odvodnje s centralnim uređajem za pročišćavanje otpadnih voda. Nalazi se u predloženoj II. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

3.6.2.10. Odlagališta otpada

Neodgovorno postupanje s otpadom različita sastava i porijekla, odnosno njegovo nekontrolirano odbacivanje, predstavlja opasnost po kakvoću podzemne vode. U podzemlje dospijeva ispran oborinama, a također predstavlja raspršeni izvor onečišćenja.

Mnoga manja naselja i zaseoci nemaju riješeno sustavno odlaganje raznovrsnog otpada na odgovarajućim mjestima, već otpad odlažu na neuređene lokacije. Potrebno je registrirati sva nelegalna odlagališta otpada, te zabraniti daljnje odlaganje a lokacije očistiti od nelegalno navezenog otpada.

1. Centar za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije

Lokacija planiranog Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije

X = 5 605 349

Y = 4 838 860

Z = 400 m

Nalazi se u predloženoj IV. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

2. Odlagalište Dubrave (Prisike)

X = 5 605 349

Y = 4 838 860

Z = 400 m



Slika 51. Odlagalište raznovrsnog otpada u blizini Mitrovića jame

Nalazi se u predloženoj II. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

3. Odlagalište Ramljane

Nelegalno odlagalište komunalnog, građevinskog, azbestnog i PVC otpada, količine oko 1100 m³. Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

4. Odlagalište Sutina

Nelegalno odlagalište komunalnog, građevinskog, azbestnog i PVC otpada, količine oko 300 m³. Nalazi se u predloženoj IV. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

5. Odlagalište Sarići

Nelegalno odlagalište komunalnog, građevinskog, azbestnog i PVC otpada, količine oko 100 m³. Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 52. Odlagalište raznovrsnog otpada u mjestu Sarići

6. Odlagalište građevnog otpada

X = 5 624 957

Y = 4 828 403

Z = 430 m

Nalazi se u predloženoj II. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.



Slika 53. Odlagalište građevnog otpada u blizini Strunjine jame

7. Odlagalište iznad mjesta Punde

Nelegalno odlagalište komunalnog, građevinskog, azbestnog i PVC otpada

X = 5 633 903

Y = 4 826 400

Z = 530 m



Slika 54. Odlagalište iznad mjesta Punde

Nalazi se u predloženoj II. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

8. Odlagalište kod mjesta Pezelj

Odlagalište otpada od proizvodnje kamenoloma u D. Gornjanima

X = 5 637 474

Y = 4 821 124

Z = 480 m

Nalazi se u predloženoj III. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

9. Odlagalište Mojanka

Odlagalište komunalnog otpada grada Sinja površine oko 5 ha.

X = 5 633 324

Y = 4 836 406

Z = 380 m

Nalazi se u predloženoj IV. zoni sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice.

3.7. ANALIZA PRIRODNOG SUSTAVA I UTJECAJA ČOVJEKA

Gotovo sve gospodarske djelatnosti (industrija, poljoprivreda i druge), imaju za posljedicu *ispuštanje štetnih tvari (toksikanata) u okoliš* - tlo, vodu ili atmosferu. Važno je napomenuti da zbog prirodnog kruženja tvari u ekološkim sustavima, štetne tvari dospijevaju u sve dijelove biosfere. Primjerice, pesticidi iz tla ispiranjem dospijevaju u podzemne vodotoke, a štetne tvari iz zraka sa oborinama padaju na tlo, odakle dospijevaju u podzemne vode. Bitan je također i učinak nagomilavanja toksikanata u lancima ishrane.

Krš se odlikuje specifičnošću reljefa, geološke grade i hidroloških prilika i svojstven je planinskom i obalnom dijelu Hrvatske, što sve zajedno uvjetuje raznolike florističke, faunističke i druge posebnosti. Karbonatne stijene na kojima se razvija krš zauzimaju oko 2,9 mil. ha, odnosno 52 % teritorija Hrvatske (Izvešće o stanju okoliša u RH, 1998). Krški se reljef razvija na vapnenačkim i dolomitnim stijenama, u kojima voda oblikuje specifične geomorfološke pojave u obliku pukotina, spilja, jama i kanjona. Na površini takvih stijena voda stvara različite krške fenomene poput vrtača, ponikava, škrapa, uvala, udolina, jezera i krških polja (Đikić, D. et al., 2001).

Osnovno obilježje reljefa krškog područja je izvrsna izlomljenost, odnosno mozaik padina različitih nagiba i izloženosti.

Iako su većinom nastali djelovanjem čovjeka, *pašnjaci* u Hrvatskoj su *poluprirodna staništa koja uvelike obogaćuju biološku i krajobraznu raznolikost*. Budući da se pretežito koriste na ekstenzivan način - bez umjetnih gnojiva i kemijskih preparata - odlikuju se velikom biološkom raznolikošću.

Oranice su umjetno nastali ekološki sustavi, namijenjeni isključivo poljoprivrednoj proizvodnji, a obrađuju se na način koji vrlo nedostatno uvažava potrebu zaštite biološke raznolikosti. Ona je ovdje posebno osiromašena.

Jedan od najvažnijih razloga ugroženosti biološke raznolikosti je i *fragmentacija (rascjepkanost) prirodnih ekoloških sustava*, naročito gradnjom cesta, naselja i infrastrukture, te širenjem intenzivno gospodarenih poljoprivrednih površina. Na ovaj način rascjepkani prirodni i doprirodni ekološki sustavi ostaju izolirani poput otoka u kojima vrste više ne mogu komunicirati s onima u srodnim područjima, te u njima dolazi do lokalnog izumiranja vrsta i vrlo brzog siromašenja biološke raznolikosti.

Na slivnom području izvorišta Jadra i Žrnovnice posebnu pažnju treba posvetiti utjecaju čovjeka, jer uglavnom djelovanjem ljudi dolazi do onečišćenja i zagađenja podzemne vode.

Izgradnja hidroenergetskih objekata znatno je promijenila (pozitivno i negativno) sliku stanja podzemnih voda na slivnom području izvorišta Jadra i Žrnovnice. Primjer je rijeka Žrnovnica koja je prije izgradnje brane kod Prančevića u ljetnim mjesecima presušivala, a danas i nakon 25 godina od izgradnje ne presušuje tijekom godine.

Najčešće je onečišćenje i zagađivanje podzemnih voda uzrokovano infiltracijom s površine iz različitih životinjskih farmi, obrađenih poljoprivrednih površina, neispravnih kanalizacijskih sistema, prometnica, zagađenih rijeka.

Na području sliva Jadra i Žrnovnice odvija se intenzivna gradnja različitih objekata, izgrađuju se poslovne zone s velikim kompleksima trgovačkih centara, skladišta, proizvodni pogoni različitih namjena, energetske objekti poput npr. vjetroelektrana itd. Gradilišta uglavnom mijenjaju prirodne uvjete u okolišu, odnosno otvaraju okršeno krško podzemlje uklanjanjem površinskih reaktivnih slojeva tla. Time se bitno smanjuje mogućnost zadržavanja, usporavanja kretanja onečišćenja i njihove transformacije u tlu.

Na tako otvorenom prostoru različitih gradilišta odvijaju se razne djelatnosti, boravak, rad i zadržavanje ljudi, promet, koriste se različiti materijala i spojevi, više vrsta kemikalija i aditiva, od kojih neki mogu biti otrovni i/ili perzistentni.

Zahvati građenja na području krša su vrlo osjetljivi, poznato je da svaki građevinski zahvat pa već i samo čišćenje terena miniranjem kao priprema za gradnju, može izmijeniti među ostalim i hidrogeološke prilike užeg, a nekada i šireg područja na kojem se odvijaju radovi.

3.8. PRIJEDLOG MJERA ZAŠTITE

U zonama sanitarne zaštite provode se mjere pasivne zaštite i mjere aktivne zaštite.

Mjere pasivne zaštite su zabrane iz članka 13., 15., 17., 20., 22., 24., 26., 29., 31., 33. i 35. Pravilnika.

Pasivne mjere iz stavka 2. članka 35. moraju biti sastavni dio Odluke o zaštiti izvorišta. U Odluci o zaštiti izvorišta mogu se propisati i druge zabrane i ograničenja koja služe ovim Pravilnikom propisanoj svrsi utvrđenja odnosne zone.

Mjere aktivne zaštite su 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, uvođenje čistih proizvodnji, organiziranje ekološke poljoprivredne proizvodnje, ugradnja spremnika opasnih i onečišćujućih tvari s dodatnom višestrukom zaštitom i druge mjere koje poboljšavaju stanje voda.

Mikrozoniranje

Prema članku 36. Pravilnika, Iznimno od odredbi članka 12., 14., 19., 21. i 23. ovoga Pravilnika mogu se dopustiti određeni zahvati u prostoru odnosno određene djelatnosti u zonama sanitarne zaštite podzemnih vodonosnika:

1. ako se provedu detaljni vodoistražni radovi kojima se ispituje utjecaj užega prostora zone sanitarne zaštite u kojem se namjerava izvesti zahvat u prostoru odnosno obavljati određena djelatnost (mikrozona) na vodonosnik,

2. ako se na temelju detaljnih vodoistražnih radova izradi poseban elaborat koji ima za svrhu dokazati okolnosti iz stavka 2. odnosno 3. ovoga članka (dalje u tekstu: elaborat mikrozoniranja),

3. ako se elaboratom mikrozoniranja predvide odgovarajuće mjere zaštite vodonosnika u mikrozoni.

Elaborat mikrozoniranja u zoni sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem podzemne vode iz vodonosnika s međuzrnskom poroznosti mora dokazati neštetnost zahvata u prostoru mikrozone (dalje u tekstu: zahvat u mikrozoni) odnosno neštetnost obavljanja djelatnosti u mikrozoni u odnosu na ovim Pravilnikom propisanu svrhu utvrđivanja zone.

Elaborat mikrozoniranja u zoni sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem podzemne vode iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti mora dokazati da su značajke iz članka 3. stavak 1. ovoga Pravilnika u mikrozonu bitno drukčije od značajki iz članka 3. stavak 1. ovoga Pravilnika na temelju kojih je utvrđena zona sanitarne zaštite u kojoj se mikrozona nalazi.

Zahvat u mikrozonu

Prema članku 37. Pravilnika, investitoru planiranog zahvata u mikrozonu vodopravnim uvjetima će se odrediti provođenje radnji iz članka 36. ovoga Pravilnika.

Dokaže li se okolnost iz članka 36. stavak 2. odnosno stavak 3. ovoga Pravilnika vodopravnim uvjetima će se odrediti uvjeti za poduzimanje zahvata u mikrozonu i obveza poduzimanja mjera zaštite.

Izvedba zahvata u mikrozonu provodi se uz vodni nadzor.

Ne dokaže li se okolnost iz članka 36. stavak 2. odnosno stavak 3. ovoga Pravilnika Hrvatske vode će postupiti po odredbi članka 146. stavak 1. točka 1. Zakona o vodama.

Djelatnost u mikrozonu

Prema članku 38. Pravilnika, radnje iz članka 36. ovoga Pravilnika radi dopuštenja obavljanja djelatnosti koje su inače zabranjene u zoni sanitarne zaštite provodi zainteresirana osoba ili jedinica lokalne samouprave odnosno jedinica područne (regionalne) samouprave na koju se odluka o zaštiti izvorišta odnosi.

Dokaže li se okolnost iz članka 36. stavak 2. odnosno stavak 3. ovoga Pravilnika, upravno tijelo jedinice lokalne samouprave odnosno jedinice područne (regionalne) samouprave na koju se odluka o zaštiti izvorišta odnosi, donosi uz suglasnost Hrvatskih voda akt kojim dopušta obavljanje djelatnosti u mikrozonu.

Ne dokaže li se okolnost iz članka 36. stavak 2. odnosno stavak 3. ovoga Pravilnika upravno tijelo jedinica lokalne samouprave odnosno jedinica područne (regionalne) samouprave na koju se odluka o zaštiti izvorišta odnosi obavijestit će zainteresiranu osobu ili osobe da su na snazi zabrane iz ovoga Pravilnika i odluke o zaštiti izvorišta.

.

U okviru ovog stupnja zaštite sve postojeće objekte unutar priljevnih područja izvorišta potrebno je kategorizirati ih s obzirom na stupanj opasnosti za kakvoću podzemne vode i načiniti listu kontrole (npr. pražnjenje sabirnih jama, održavanje separatora...).

I. zona se utvrđuje radi zaštite građevina i uređaja za zahvaćanje vode. Pristup na područje I. zone dopušten je samo zaposlenicima pravne osobe koja upravlja vodozahvatom koji rade na poslovima crpljenja, kondicioniranje i transporta vode te nadležnim inspekcijskim tijelima.

Natpisne ploče moraju se postaviti na ogradu ili uz ogradu koja omeđuje I. zonu, a na njima mora pisati:

""Izvorište Jadro" odnosno "Izvorište Žrnovnica"

I. vodozaštitna zona

Zona strogog režima zaštite

Zabranjen pristup neovlaštenim osobama"

Na mjestima na kojima granica II. zone presijeca prometnice, naročito na autocesti A1, i na drugim mjestima prema potrebi, postavljaju se ploče sa natpisom:

""Izvorišta Jadra i Žrnovnice"

II. vodozaštitna zona

Zona strogog ograničenja"

Uz granicu IV. i III. zone sanitarne zaštite izvorišta Jadra i Žrnovnice treba postaviti odgovarajuće oznake u obliku natpisnih ploča, odnosno znakova, na mjestima gdje granica IV. i III. zone presijeca prometnice i na drugim mjestima prema potrebi.

3.8.1. Katastar važnijih jama i ponora

1. Velika rupa - Jama u kvartarnom, prašinasto glinovitom materijalu, maksimalne dubine 4-5 m, promjera 40 m.

Koordinate ulaza su:

$X = 5\ 612\ 586$, $Y = 4\ 840\ 867$, $Z = 419$ m.n.m.

U njoj blizini je povremeno aktivna ponorna zona pravca pružanja SZ-JI, kao i čitav niz manjih rupa i sufozija. Voda dotječe nekoliko puta godišnje u trajanju najduže 3-4 dana. Gubi se u označenom prostoru bez vidljivog mjesta uviranja u koji bi se mogao ubaciti traser. Uviete za ubacivanje trasera trebalo bi provjeriti u tom kratkom razdoblju uviranja uspoređenih voda.



Slika 55. Ulaz u jamu Velika rupa

2. Ponor i ponorna zona kod zaseoka Oršulići. Više nisu aktivni jer je voda kanalom odvedena prema jami br. Ponor i ponorna zona su zatrpani zemljom.

3. Ponor kod zaseoka Gudići

Koordinate ulaza su:

$X = 5\ 613\ 010$, $Y = 4\ 840\ 301$, $Z = 417$ m.n.m.

Posljednjih dvadesetak godina vode ovdje više ne poniru i ne plave teren jer su kanalom "odvedene" prema jami br. 1. Prije toga je na označenoj lokaciji to bio najaktivniji ponor. Ulaz je dužine 2 m i širine 1 m, zarasao travom i djelomice zatrpan.



Slika 56. Ulaz u ponor br. 2

4. Dva ponora kod zaseoka G. Postinje. Nakon izvedbe drenažnog kanala kanala nisu više aktivni, jednom je dno ponora zatrpano, a drugi je potpuno zatrpan, ulaz se ne vidi.

Koordinate ulaza su:

X = 5 615 010,

Y = 4 839 624,

Z = 450 m.n.m.



Slika 57. Ulaz u ponor br. 3.

5. Bencini ponori - grupa ponora u kvartarnim naslagama Mućkog polja koje se na ovoj lokaciji debljina 2-3 m. U svim ponorima su gomile otpadaka i svakovrsnog otpada.

Po pričanju mještana ovdje je bivši pogon "Jugoplastike" odlagao smeće. Povremeno aktivni. Potrebno je spriječiti pristup i obustaviti svako deponiranje smeća i otpada.

Koordinate ulaza su:

5.1. X = 5 617 812,

Y = 4 838 599,

Z = 446 m.n.m.

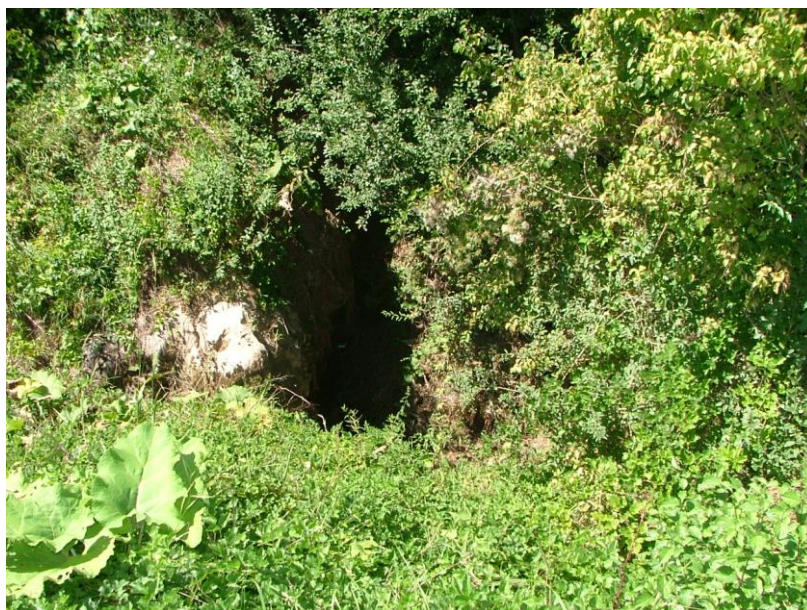


Slika 58. Ulaz u ponor br. 5.1.

Ulaz u ponor je promjera 20-30 m, dubine 2-5 m, potpuno zatpan raznim otpadom

5.2. X = 5 617 907, Y = 4 838 678, Z = 444 m.n.m.

Ulaz u ponor je promjera desetak metara, dosta zarastao, u njega vode drenažni kanali iz okolnog polja.



Slika 59. Ulaz u ponor br. 5.2.

5.3. X = 5 617 934, Y = 4 838 609, Z = 445 m.n.m.

Ulaz u jamu u depresiji dubine oko 5-6 m, promjera 10-15 m, orasao i zapunjen različitim otpadom



Slika 60. Ulaz u ponor br. 5.2.

6. Jablanje- Ponor kod Jablanova

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,620\,213$, $Y = 4\,838\,207$, $Z = 475$ m.n.m.

Povremeno prima vodu iz dva toka koji povremeno dotjeću sa istoka i zapada. U dnu ponora se vide kredni vapnenci. Dio kanala je umjetno prokopan. Mjesto poniranja je dužine 15 m, a širine max 8 m. Ovaj je ponor bojan.

7. Ponor u neposrednoj blizini prethodno opisanog

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,620\,306$, $Y = 4\,839\,200$, $Z = 475$ m.n.m.

Promjer ulaza iznosi cca 6-7 m, dubina cca 2,5 m. Ispod kvartarnih taložina vidi se temeljna stijena (vapnenac g.krede). Povremeno aktivan u kišnom razdoblju kod nailaska velikih voda.

8. Sufozija promjera cca 12 m dubine 4 m vjerojatno umjetno iskopana u kvartarnim naslagama. Drži vodu - djelomično zatrpana.

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,620\,633$, $Y = 4\,839\,069$, $Z = 473$ m.n.m.

9. Mijin dočić - ponor u polju kružnog oblika.

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,620\,410$, $Y = 4\,838\,978$, $Z = 470$ m.n.m.

Povremeni tok završava u udubijenju promjera cca 4 m. Ne vidi se osnovna stijena. Prema informacijama dobivenih od stanovnika ovaj ponor najviše guta vodu u vrijeme plavljenja polja.

10. Jama promjera 5-6 m u vapnencima g. krede

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,620\,521$,

$Y = 4\,837\,866$,

$Z = 500$ m.n.m.

Jako obraštena vegetacijom. U ovu jamu povremeno se bacaju uginule životinje.



Slika 61. Ulaz u ponor br. 10.

11. Ponor pored ograde na rubu polja.

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,620\,229$, $Y = 4\,838\,934$, $Z = 470$ m.n.m.

Otvor je izdužen dužine 4 m širine 2 m, vidi se primarna stijena (vapnenac K₂). Jako obrašten vegetacijom. Guta vodu kad polje povremeno poplavljuje

12. Ponor na rubu polja

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,620\,266$, $Y = 4\,837\,922$, $Z = 486$ m.n.m.

Promjer otvora 2-2,5 m. Jako obrašten vegetacijom. Aktivan u kišnom razdoblju kod povremenog plavljenja polja.



Slika 62. Ulaz u ponor br. 12.

13. Zgoni - grupa 3 ponora i sufozije u kvartaru polja

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,621\,113$, $Y = 4\,837\,827$, $Z = 468$ m.n.m.

Sufozija obrasla vegetacijom, zatim jama promjera 10x5x2 m. Svi su aktivni kod poplave polja. Nema tragova otpadaka i smeća.

14. Mitrovića jama - Jama u vapnencima g.krede.

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,621\,407$, $Y = 4\,836\,518$, $Z = 443$ m.n.m.

Promjer otvora iznosi cca 5 m. Vidljiva dubina vertikalne 10-15 m. Kod velikih voda u jamu uvire voda iz povremenog bujičnog toka. U blizini ponora nalazi se odlagalište raznog otpada. Potrebno je jamu ograditi i spriječiti pristup.



Slika 63. Ulaz u Mitrovića jamu

15. Ponor (nazvan Pećina)

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,622\,405$, $Y = 4\,836\,680$, $Z = 453$ m.n.m.

Ulaz je elipsastog oblika na kraju povremenog vodotoka u kojem su vidijivi tragovi tečenja. Mještani su ulazili u kanal više od 100 m u podzemlje.

Kod poplave polja guta vodu. Pogodno za ubacivanje trasera. Potrebno je spriječiti pristup.



Slika 64. i 65. Ulaz u ponor -Pećina

15A. Grupa od 3 manja ponora u rubu polja. Ne vidi se osnovna stijena, sve jako zarašteno vegetacijom. Kod poplave polja gutaju vodu.

16. Sarića pećina

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,622\,848$, $Y = 4\,836\,656$, $Z = 461$ m.n.m.

Ulaz je uzak i nepravilan $1 \times 1,5 \times 0,7$ m. Kanal se pruža pravcem istok-zapad. Voda nikad ne izvire niti uvire. U depresiji kod ulaza ima mnogo smeća i raznog otpada (i uginulih životinja).



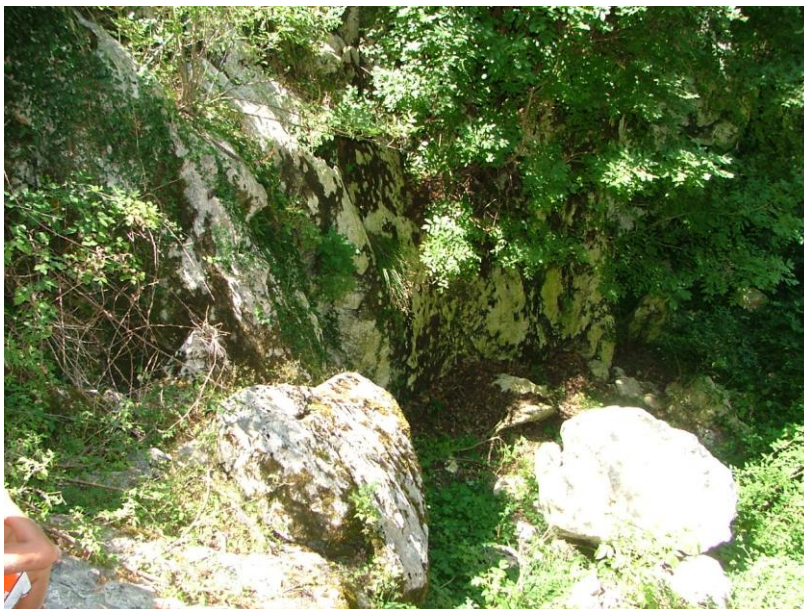
Slika 66. Ulaz u Sarića pećinu

17. Grupa ponora kod naselja Neorić

Koordinate ulaza su:

17.1. X = 5 623 471, Y = 4 837 154, Z = 464 m.n.m.

Jama duboka -7 m, 10-1 m duljine, obrasla vegetacijom.



Slika 67. Ulaz u Jamu 17.1.

17.2. X = 5 623 508, Y = 4 837 123, Z = 465 m.n.m.

Manja jama južno od 17.1., 4 m u promjeru, dubina cca 10 m.



Slika 68. Ulaz u Jamu 17.2.

17.3. X = 5 623 545, Y = 4 837 091, Z = 465 m.n.m.

Jama duboka oko m, dužine oko 10-1 m, zatrpana smećem i uginulim životinjama. potrebno spriječiti bacanje otpada, posebno organskih tvari.



Slika 69. Ulaz u Jamu 17.3.

18. Grupa jama (selo Šute)

Jame su u konglomeratima (Promina naslage) relativno malih dimenzija i nevelike dubine. U sve se jame baca smeće i uginule životinje. Konglomerati su izrazito okršeni pa su jame u tom dijelu vrlo brojne. Potrebno spriječiti bacanje otpada, posebno organskih tvari.

19. Gizdavkina jama

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,624\,707$, $Y = 4\,836\,985$, $Z = 550$ m.n.m.

Otvor je promjera 4 x 2 m dubine oko 3-4 m. Praktički do vrha ispunjena smećem i otpacima. Nema ni izviranja ni poniranja vode.



Slika 70. Ulaz u Gizdavkinu jamu

20. Jama (selo Maleši)

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,617\,322$, $Y = 4\,833\,118$, $Z = 525$ m.n.m.

Otvor jame je uz pukotinu dužine cca 1 m. Mještani u ovu jamu bacaju ostatke uginulih životinja. Nema uviranja vode. Potrebno je obustaviti bacanje otpada.

21. Jama (selo Maleši)

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,617\,612$, $Y = 4\,833\,142$, $Z = 500$ m.n.m.

U vrtači promjera 30 m. Prilaz ulazu je kos, zatim se nastavlja vertikalna dubine 6-7 m. Nije zagađena otpacima i smećem.

22. Jama (selo Maleši)

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,617\,811$, $Y = 4\,833\,560$, $Z = 500$ m.n.m.

Uz staru cestu za Gizdovac. Objekt je na pukotini. Ulaz je širine 0,5 m i dužine 4-5 m. Vidljiva dubina vertikale je cca 8 m. Nije zagađena otpacima i smećem.

23. Jama (zaseok Melvani)

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,619\,079$, $Y = 4\,834\,011$, $Z = 475$ m.n.m.

Ulaz je dimenzija 8 x 4 m zatvoren betonskim čepom. U okolini ulaza ima mnogo otpadaka i smeća. U vrijeme poplave polja guta, a u određenim uvjetima izbacuje vodu - estavela.



Slika 71. Ulaz u jamu kod sela Maleši

24. Jama (ispod Krčevina)

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,619\,258$, $Y = 4\,834\,230$, $Z = 475$ m.n.m.

Otvor jame je kružnog oblika promjera cca 1 m, nepoznate dubine (navodno preko 30 m). U vrijeme poplave iz jame je istjecala voda, a kod povlačenja je i ponirala - estavela. U jamu se ubacivalo smeće i uginule životinje, danas je ulaz u jamu zatrpan.

25. Jama (kod sela Gizdovac)

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,619\,351$, $Y = 4\,834\,061$, $Z = 382$ m.n.m.

Izduženog otvora dužine 1,5 m i širine 0,4 m. Zatrpana blokovima vapnenca. U vrijeme poplava izbacuje i guta vodu - estavela.

26. Jama Bedžaci

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,620\,301$, $Y = 4\,834\,183$, $Z = 400$ m.n.m.

Otvor je izduženog oblika promjera cca 1 x 1.5 m. Navodno velike dubine. U vrijeme povodnja 1959. god. funkcionirala je kao estavela. Ulaz je zatrpan blokovima vapnenca.



Slika 72. Ulaz u jamu Bedžaci

27. Milinova jama

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,620\,361$, $Y = 4\,833\,622$, $Z = 475$ m.n.m.

Otvor kružnog oblika promjera cca 4 m. Vidljiva vertikala cca 6-7 m nakon čega otvor skreće prema JZ. Objekt je u vapnencima i ulošcima dolomita (K_2). Položaj sloja 180/30. U ovu jamu bacaju smeće i uginule životinje. Potrebno je spriječiti pristup.



Slika 73. Ulaz u Milinovu jamu

28. Jama (južno od zaseoka Jurići)

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,620\,330$, $Y = 4\,829\,502$, $Z = 525$ m.n.m.

Jama je na pukotini azimuta pružanja $350-270^\circ$, Otvor je izdužen dužine 2,5 m i širine 0,4 m. Dubina nepoznata, nema tragova odlaganja smeća i otpadnih tvari.

29. Jama "Pod bunar" (selo Prugovo)

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,621\,189$, $Y = 4\,831\,121$, $Z = 550$ m.n.m.

Otvor je kružnog oblika promjera cca 2 m, dubina vertikale vidljivo 4-5 m. Navodno jama se nastavlja u podzemlje prema JI. Objekt je na pukotini azimuta pružanja 85-265°. Mještani u ovu jamu bacaju uginule životinje, što je potrebno spriječiti.



Slika 74. Ulaz u jamu "Pod bunar"

30. Veliki ponor

Koordinate ulaza su:

X = 5 620 212, Y = 4 827 165, Z = 500 m.n.m.

Otvor je kružnog oblika promjera 3-4 m, ograđen. Kanalom dotjeće voda. Na dan 30.04.1988. 3-4 l/s. Idealno mjesto za ubacivanje trasera. Kontakt fliša i foraminiferskih vapnenaca.



Slika 75. Ulaz u Veliki ponor

31. Mali ponor

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,620\,315$, $Y = 4\,827\,136$, $Z = 500$ m.n.m.

Po morfološkim karakteristikama sličan Velikom ponoru. Dana 30.04.1988. g. uviralo je oko 1-2 l/s. I ovaj je ponor na kontaktu fliša i foraminiferskih vapnenaca. Pogodan za ubacivanje trasera.



Slika 76. Ulaz u Mali ponor

32. Ponor "Pandjin Bepova jama"

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,621\,539$, $Y = 4\,828\,138$, $Z = 574$ m.n.m.

Najveći ponor u području Konjskog. Nakon jačih kiša u njega ponire voda u trajanju 5-6 dana. Zatrpan je kamenjem i granjem, pa se voda "u jezeri".



Slika 77. Ulaz u ponor "Pandjin Bepova jama"

33. Goleмова jama

Koordinate ulaza su:

X = 5 621 814, Y = 4 828 497, Z = 525 m.n.m.

Pogodna je za speleološka istraživanja. Ima velik otvor u depresiji u terenu. U jami su nastanjeni golubovi. Godine 1946. okolni je teren poplavio i voda je ponirala u jamu. Navodno je iz obližnje trafostanice provedena kanalizacija do jame.



Slika 78. i 79. Ulaz u Golemovu jamu; Gomila raznog otpada na ulazu u jamu

34. Jama kod Rovanja

Koordinate ulaza su:

X = 5 623 749, Y = 4 828 360, Z = 339 m.n.m.

Ulaz je izdužen Širine cca 1m. Nepoznate dubine. Zatrpana blokovima vapnenca.

35. Strunjina jama

Koordinate ulaza su:

X = 5 624 957, Y = 4 827 403, Z = 506 m.n.m.

Otvor je kružnog oblika promjera 4-5 m ovalnog oblika. Nepoznate dubine. Danas se na tom mjestu nalazi veliko odlagalište građevinskog otpada, tako da je jama najvjerojatnije zatrpana.

36. Jama u zaseoku Djolonge

Koordinate ulaza su:

X = 5 625 785, Y = 4 830 187, Z = 420 m.n.m.

Otvor je kružnog oblika promjera cca 3 m. Do jame dolazi jarak koji za jakih kiša vodi vodu koja ponire. Nema tragova smeća ni zagađjenja.

37. Garina jama

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,627\,391$, $Y = 4\,828\,029$, $Z = 376$ m.n.m.

Jama na udaljenosti cca 150-200 m od ceste Sinj-Split izmedju vrtače i ograde. Promjer otvora je cca 10 m, vertikalna. Dubina je nepoznata. Tijekom izrade izlaza autoceste A1 izlaz Dugopolje najvjerojatnije je zatrpana.

38. Colin bezdan

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,627\,666$, $Y = 4\,826\,863$, $Z = 461$ m.n.m.

Jama dimenzije otvora 20x10 m strmih strana, dubine 5-6 m. Ne vide se tragovi dotjecanja vode. Otvor jame zazidan betonskim bloketama.



Slika 80. Ulaz u jamu Colin bezdan.

39. Radovića bezdan

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,627\,666$, $Y = 4\,826\,863$, $Z = 461$ m.n.m.

Sufozija većih dimenzija od prethodno opisane, također bez vidljivog dovodnog kanala kojim bi mogla dotjecati voda s okolnog polja. Potpuno zatrpana raznovrsnim otpadom.



Slika 81. Ulaz u jamu Radovića bezdan

40. Jama Bovanje

Koordinate ulaza su:

40.1. X = 5 629 198, Y = 4 826 150, Z = 281 m.n.m.

40.2. X = 5 629 221, Y = 4 826 165, Z = 282 m.n.m.

Dvije manje jame u izdancima vapnenca, jedna jako zarasla, druga zapunjena raznim otpadom.



Slika 82. i 83. Ulazi u dvije jame

41. Barišin (Pribudov) ponor

Koordinate ulaza su:

X = 5 630 007, Y = 4 825 654, Z = 300 m.n.m.

Ponor je smješten u depresiji dubine 1-2 m. Vide se dvije plitke zarašćene sufozije u koje ponire voda. Nema tragova zagađenja. Nije pogodno za ubacivanje trasera.

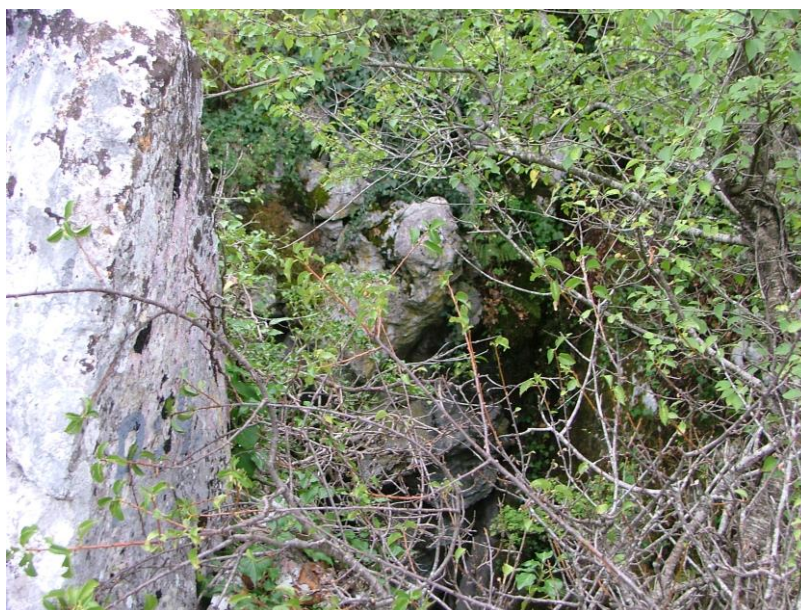


Slika 84. Ulaz u Barišin (Prbudov ponor)

42. Jama kod mjesta Križani

Kod mjesta Križani, na rubu polja. Dimenzija 2x2 m, nepoznate dubine, zatrpana raznim otpadom. Koordinate ulaza su:

X = 5 630 314, Y = 4 825 343, Z = 284 m.n.m.



Slika 85. Ulaz u jamu kod mjesta Križani

43. Đudarina jama

Koordinate ulaza su:

X = 5 630 352, Y = 4 825 337, Z = 292 m.n.m.

Dovodni kanal do jame nije vidljiv. Jama guta vodu samo za poplave polja. Ovo je najveći ponor u Dugom Polju. Ljudi su se spuštali u ovaj objekt. Uz potrebne pripreme mogao bi se ubaciti traser u vrijeme kad je ponor aktivan.



Slika 86. Ulaz u Đudarinu jamu

44. Ponor u Blacama

Koordinate ulaza su:

X = 5 617 926, Y = 4 825 788, Z = 473 m.n.m.

U ovaj ponor ponire sva voda s površine fliša u Blacama. U njega vodi iskopani drenažni kanal. Pogodan za ubacivanje trasera u kišnom razdoblju sve do V mjeseca. Na ulazu je nekad bio mlin. Ponor je istraživan (registriran je fliški izvor). Danas je zapušten i zarašćen. Potrebno spriječiti pristup.



Slika 87. Ulaz u ponor u Blacama

45. Jama Brezdanka

Koordinate ulaza su:

X = 5 618 599, Y = 4 825 436, Z = 500 m.n.m.

Neposredno uz cestu. Ograđena metalnom rešetkom zbog prometa. Otvor je promjera više metara i pogodna je za speleološka istraživanja.



Slika 88. i 89. Ulaz u Jamu Brezdanku

46. Golubinka u Kalaševim Dugim njivama

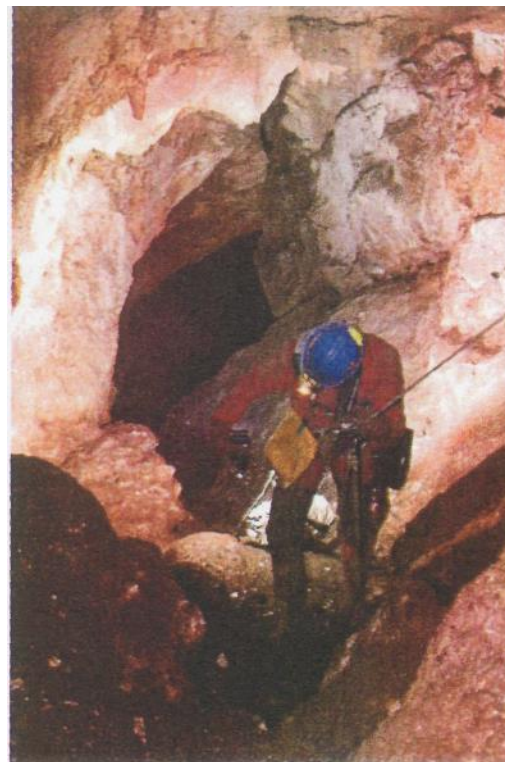
Otvor jame promjera 5 m (Slika 90) nalazi se na Jl rubu područja Razdolja, približno 100 m ispod ceste za Matase.

Koordinate ulaza su:

X= 5 605 980, Y= 4 838 277 , Z = 390 m.n.m.



Slika 90. Ulaz u jamu



Slika 91. Strmi kanal u središnjem dijelu jame

Nakon ulazne vertikale duboke oko 30 m jama se nastavlja prostranim ali vrlo strmim kanalom (Slika 91) s nekoliko kraćih vertikalnih skokova, do dubine od približno 140 m. Na tom mjestu ulazi se u završni vertikalni skok dubok 50 m koji završava na dnu velike podzemne dvorane. Dužina dvorane je preko 100 m uz širinu od oko 80 i visinu 40-ak metara. Koso dno dvorane spušta se za narednih 20-ak metara i završava uskim kanalom u kojem prolaz priječe urušeni 'kameni blokovi. Dno je prekriveno urušnim blokovima, naslagama gline i lokalno sigastim nakupinama (Slika 92). Najniža dosegnuta točka u jami nalazi se na dubini od približno 210 m. S tom dubinom ovo je najdublja jama istražena na području Zagore, a njena završna dvorana može se svrstati u red najvećih podzemnih šupljina u našem kršu.

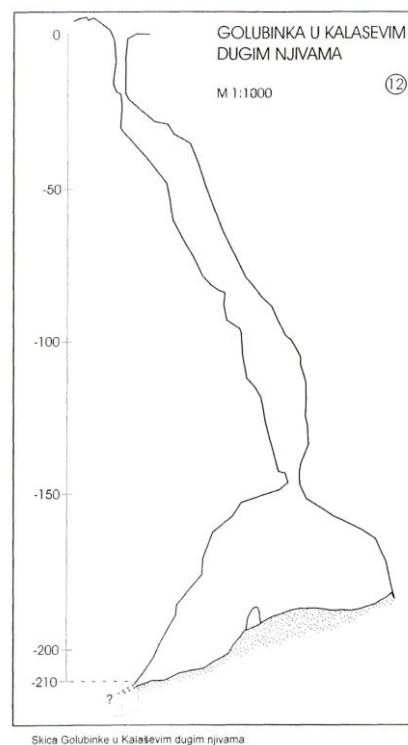
Kada se uzme u obzir relativno mala nadmorska visina područja u kojem se jama nalazi, pa i rezultate dosadašnjih speleoloških istraživanja na širem području, može se konstatirati daje riječ o iznimnom speleološkom objektu. Jama je formirana u vapnencima formacije Gornjega Humca, dakle u istim naslagama koje izgrađuju područje Centra. Na ulaznom dijelu primjetni su sustavi vertikalnih pukotina pružanja SSZ-JJI, dakle paralelni

pružanju obližnjeg rasjeda. Geneza i morfologija jame nedvojbeno potvrđuju izrazitu okršenost razmatranog područja, a dimenzije podzemne dvorane pokazuje da su ti procesi snažno zahvatili ne samo površinski dio terena već i stijensku masu na velikim dubinama.

Slika 92. Sige, glina i blokovi po dnu dvorane

Zanimljiva je činjenica da se dno jame nalazi na približno 180 m.n.m. S obzirom da je najniža zabilježena razina podzemne vode u bušotini B-2 bila na koti od 146 m.n.m. može se pretpostaviti da je dno jame svega 50-ak metara iznad te razine. Nadalje, zbog uspornog djelovanja obližnje relativne barijere može se očekivati da su pri visokim vodnim valovima dizanja razine podzemnih voda na razmatranom području znatna, pa bi se najniži dijelovi jame i danas povremeno mogli naći u podzemnoj vodi. Ovu pretpostavku moguće je provjeriti obilaskom pri ekstremnim hidrološkim uvjetima, a dijelom i uspostavom mjerenja razine podzemne vode u bušotini B-2, te komparacijom s tako dobivenim podacima.

Slika 93. Mala jezercica vode nakapnic



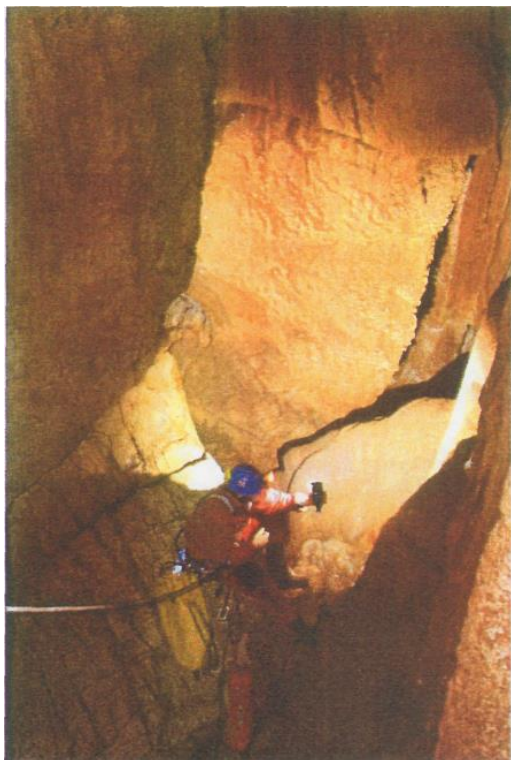
Slika 94. Skica jame Golubinka

47. Jama pod Barišincem

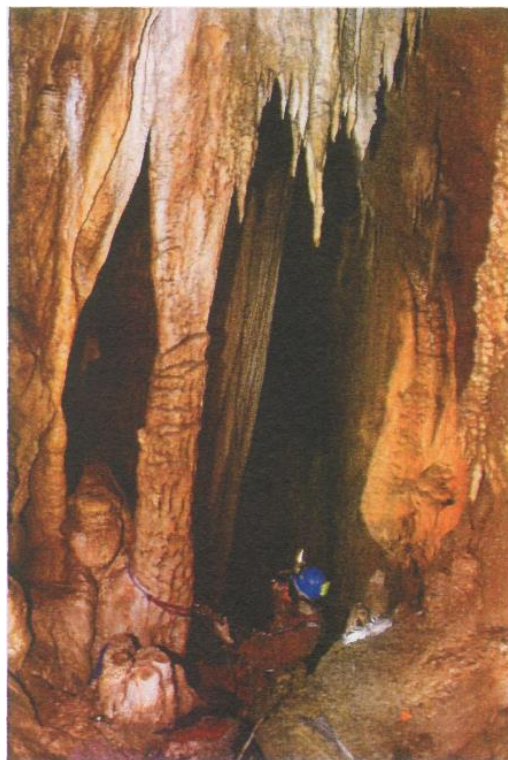
Jama je locirana oko 500 m zapadno od sela Donji Božici, svega nekoliko metara ispod ceste. Koordinate ulaza su:

X= 5 605 980, Y= 4 839 898, Z = 403 m n.m..

Od lokacije planiranog Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije (bušotine B-2) jama je udaljena oko 1750 m u smjeru SI. Da bi se spriječilo ubacivanje otpada oko ulaza je nedavno postavljena zaštitna žičana ograda. Tragovi te aktivnosti su nažalost vidljivi do samog dna jame.



Slika 95. Jedna od manjih polica u jami



Slika 96. Dio intenzivno zasiganog jamskog kanala

Prema morfološkom tipu to je koljenast i razgranat speleološki objekt (Slika 99). Napredovanje u dubinu moguće je svladavanjem niza vertikalnih skokova pojedinačne dubine do 30 m (Slika 97 i 98), između kojih se javlja niz kraćih horizontalnih polica (Slika 95 i 99). Najveća je ona na dubini od približno 85 m (dio vidljiv na Slici. 97), a pokrivena je većom količinom otpada u kojem ima i eksplozivnih naprava, pa je pri prolasku nužan velik oprez. Nakon posljednjeg vertikalnog skoka jama se brzo sužava i završava glinom i otpadom zatvorenim pukotinom (Slika 99).

U pojedinim dijelovima jama je intenzivno zasigana (Slika 96 i 99).

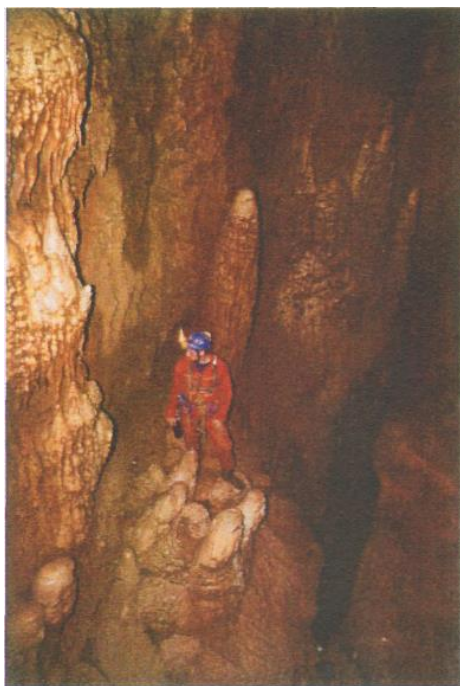
Prema procjeni dno jame nalazi se na dubini od oko 178 m. S obzirom na postignutu dubinu i ova jama može se smatrati iznimnom speleološkom pojavom koja spada u red najdubljih speleoloških objekata Zagore.

Jama je formirana u foraminiferskim vapnencima, a njeni kanali pružaju se duž tektonskih pukotina generalnog pružanja SSZ-JJI. Cijelom dužinom jama je potpuno suha, a

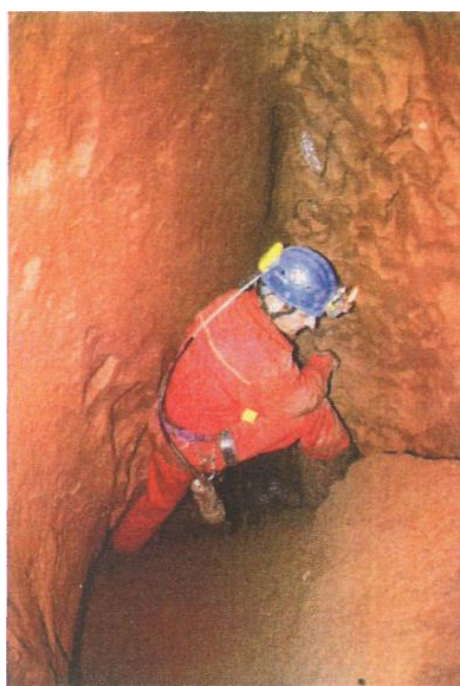
u vrijeme obilaska (13.5.04.) u njoj nije zabilježeno niti značajnije prokapavanje vode. Zbog takvih hidroloških karakteristika, zatvorenosti završnog kanala glinom, te očekivanim tehničkim problemima sličnim onima u Golubinki, jama nije predviđena za trasiranje.

Slika 33. Dio vertikale prema polici na 85 m dubine

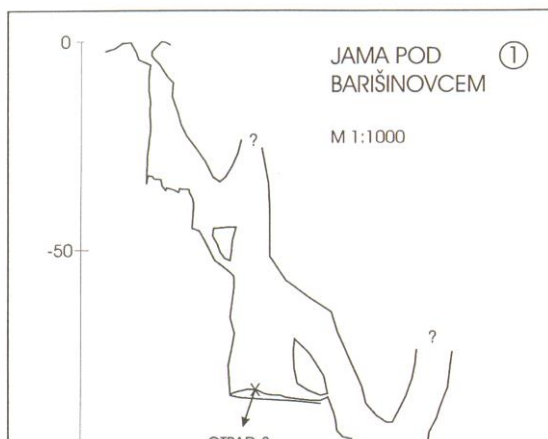
Slika 97. Dio vertikale prema polici na 85 m dubine



Slika 98. Vertikala prema dnu jame



Slika 99. i 100. Skica Zasigani dio jame na dubini od približno 120 m; Završni dio jamskog kanala formiran duž tektonske pukotine pružanja SSZ-JJI s nakupinom gline po dnu.



Slika 101. Skica jame pod Baršinovcem

48. Golubinka kod Kladnjica

Jama se nalazi oko 1 km ZJZ od crkve Sv. Filip Jakova u Kladnjicama, na samom južnom rubu istraživanog područja. Prostrani ulaz ima promjer desetak metara, a nalazi se na nadmorskoj visini od približno 315 m n.m. (Slika. 102). Koordinate su mu:

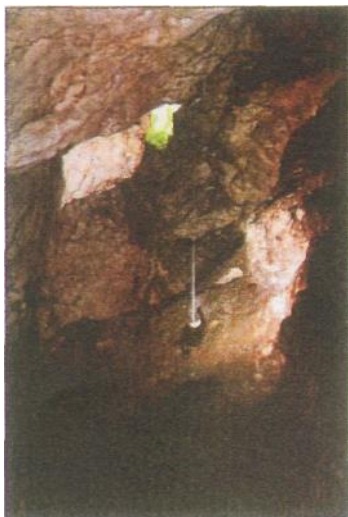
X = 5 603 856, Y = 4 837 610, Z = 315 m.n.m



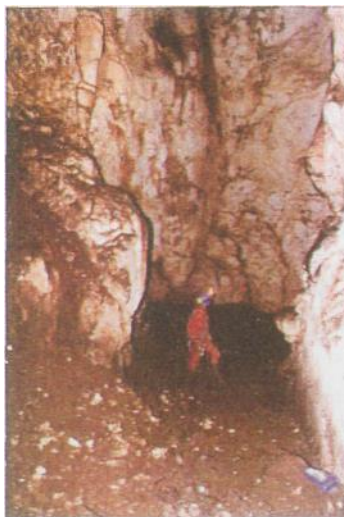
Slika 102. Ulazni dio Golubinke kod Kladnjica

Jama je jednostavne morfologije. Ulazna vertikala duboka je oko 50 m (Slika 103) i njome se dolazi na koso dno velike podzemne dvorane približnih dimenzija 25 x 50 m. Silaskom niz kosinu i jedan kraći vertikalni skok dolazi se do najniže točke u jami na dubini od približno 75 m (Slika 104). Pri kretanju po dnu jame treba paziti na veći broj minsko-eksplozivnih sredstava (ručne bombe, slika 105).

Golubinka je formirana u vapnencima formacije Gornjega Humca. Na ulazu u jamu položaj slojeva je 20/40, a najizraženije tektonske pukotine generalnog su pružanja S-J. S obzirom na to da se jama nalazi južno od barijere izgrađene od Kladnjica dolomita nije razmatrana kao potencijalna lokacija za trasiranje.



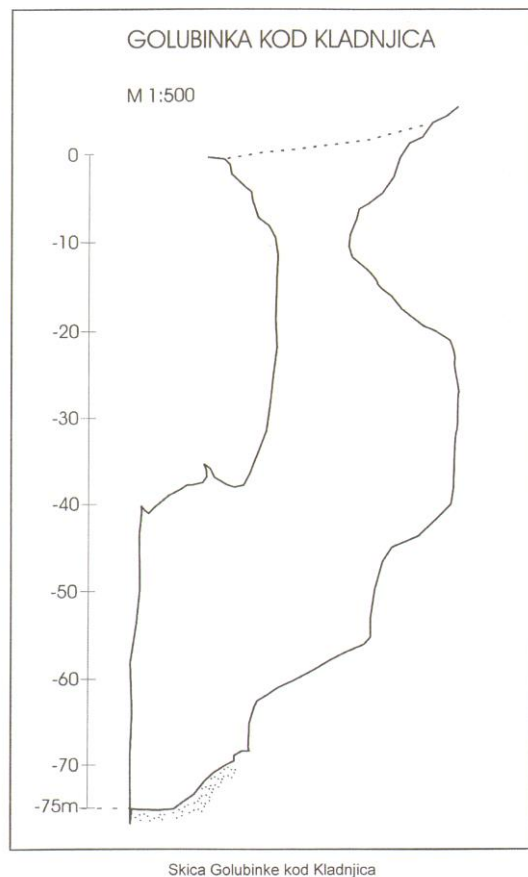
Slika 103. Dio prostrane vertikale



Slika 104. Dno jame



Slika 105. Ručne bombe



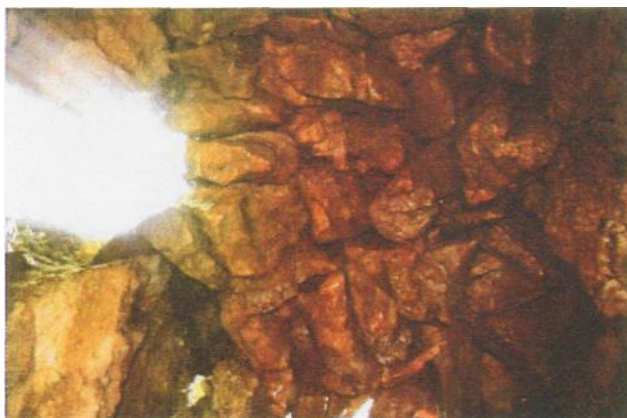
Slika 106. Skica Golubinke kod Kladnjica

49. Trasirana jama

Jama se nalazi na samoj mikrolokaciji planiranog Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije. Koordinate ulaza su:

X = 5 604 145, Y = 4 839 363 , Z = 452 m.n.m.

Prirodni ulaz u jamu približnog promjera 3 m potpuno je zatvoren umjetno načinjenim kamenim svodom (Slika 107). Da bi se ušlo u jamu bilo je potrebno ukloniti dio ugrađenih blokova, odnosno otvoriti prolaz za silazak speleologa. Tako načinjen ulaz ima promjer oko 1 m (Slika 108). U nastavku slijedi 23 m duboka vertikala koja završava na kamenim blokovima zatrpanom dnu (Slika 109). Tlocrtne dimenzije dna su 5x6 m. Razgrtanjem blokova uz istočnu stijenu otvoren je prolaz u vrlo uski pukotinski kanal (Slika 110) kroz koji se jama nastavlja još približno 9 m u dubinu, gdje završava nanosom gline i kršja. Konačna dubina jame je oko 32 m.



Slika 107. Umjetno složen svod jame



Slika 108. Iskapanjem otvoren ulaz u jamu



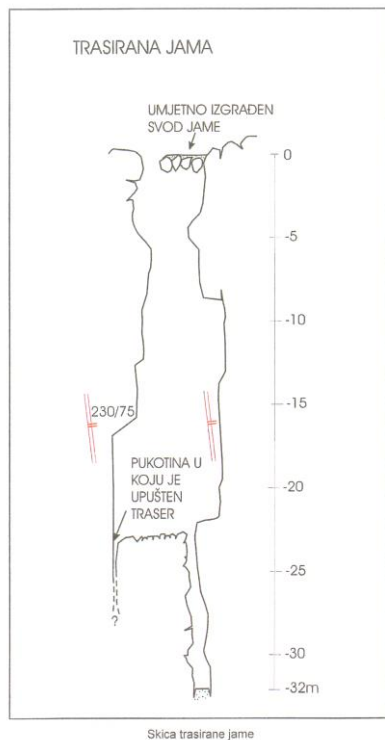
Slika 109. Pogled niz vertikalu prema dnu jame



Slika 110. Otkapanje prolaza u uski bočni kanal

Jama je formirana u vapnencima formacije Gornjega Humca s položajem slojeva 5/42, duž sustava tektonskih pukotina 230/75. S obzirom na dimenzije podzemnog prostora, izrazitu razlomljenost stijene i činjenicu da se nalazi na samoj lokaciji Centra, te u usporedbi s drugim potencijalnim lokacijama, odlučeno je da se tu izvede planirano trasiranje. Traser

je upušten u bočnu pukotinu na istočnoj strani jame, nasuprot spomenutog uskog kanala. Svih 100 m³ vode koliko je ukupno dopremljeno auto-cisternom trenutno se gubilo dalje u podzemlje.



Slika 111. Skica trasirane jame

50. Mala jama pod Barišincem

Jama se nalazi oko 200 m istočno od već spomenute 178 m duboke Jame pod Barišincem. Koordinate ulaza su:

X = 5 605 992, y = 4 839 846, Z = 405 m.n.m.

Nakon ulaza promjera oko 2 m jama se nastavlja 16 m dubokom vertikalom (Slika 113) koja završava na urušenim kamenim blokovima. Provlačenjem kroz uski prolaz može se stići u manju dvoranu nekoliko metara niže. Na isto mjesto spušta se i paralelni vertikalni kanal u koji se može ući oko 8 m ispod ulaza u jamu. Dno dvorane potpuno je zatvoreno kamenim kršjem i glinom. Jama je formirana u foraminiferskim vapnencima.



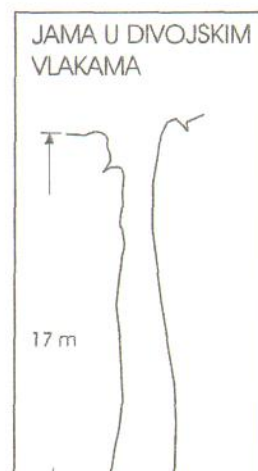
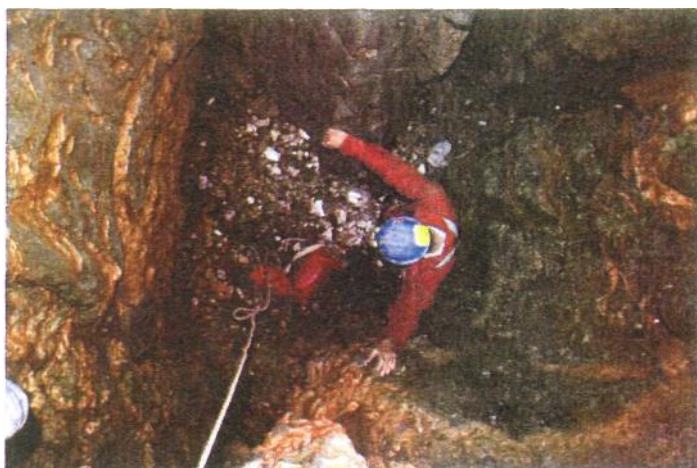
112. i 113. Skica male jame pod Barišinovcem i ulazna vertikalna jama. Prolaz u paralelnu bočnu jamu nalazi se iza speleologa.

51. Jama u Divojskim vlakama

Jama se nalazi na zaravnjenom terenu zapadno od vrha Plišivica (Tri granic). Od lokacije Centra udaljena je oko 1200 m. Koordinate ulaza su:

$X = 5\ 603\ 171$, $Y = 4\ 839\ 088$, $Z = 430$ m.n.m.

Jama je jednostavne morfologije i činiju vertikalni kanal dubine 17 m, koji se širi prema dnu (Slika 114). Formirana je u foraminiferskim vapnencima.



Slika 114. Dno Jame u Divojskim dugim vlakama

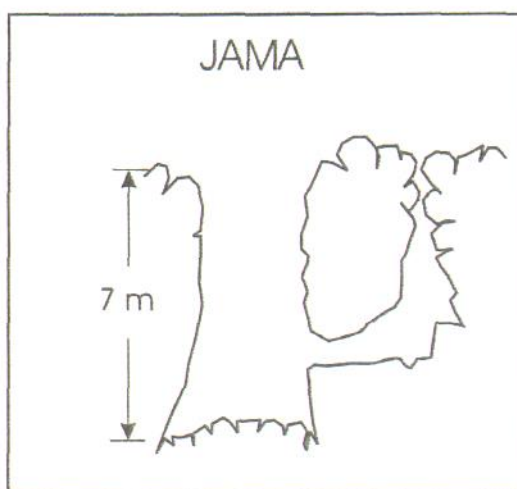
Slika 115. Skica Jame u Divojskim dugim vlakama

52. Jama 4

Ovaj manji speleološki objekt nalazi se oko 500 m zapadno od lokacije planiranog Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije. Koordinate ulaza su:

$X = 5\,603\,602$, $Y = 4\,839\,232$, $Z = 465$ m.n.m.

Jama je vjerojatno imala dva kraka ali je jedan zatrpan kamenim blokovima. U drugom se moguće spustiti oko 7 m do također kamenim blokovima zatrpanog dna (Slika 116). Između blokova osjeća se strujanje zraka što upućuje da se ispod njih nalazi nama nedostupan nastavak objekta. Jama je formirana u vapnenačkom horizontu člana s horizontima dolomita (čhd).



Slika 116. Skica Jame 4

53. Jama 6

Jama se nalazi na lokaciji planiranog Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije. Koordinate ulaza su:

$X = 5\,604\,294$, $Y = 4\,839\,480$, $Z = 400$ m.n.m.

Veliki ulazni otvor ima približne dimenzije 8x5 m. S njegove zapadne strane silazak na dno. uz oprez, moguć je bez speleološke opreme. Dubina jame je oko 10 m. Dno izgrađuju

krupni kameni blokovi (slika 117). Premda daljnje napredovanje nije moguće, strujanje izrazito hladnog zraka upućuje na mogućnost nastavka objekta. Jama je formirana u vapnencima formacije Gornjega Humca, uz rasjed pružanja SSI-JJZ. S obzirom na morfologiju objekta i veličinu blokova na dnu, može se pretpostaviti daje jama nastala urušavanjem stropa veće podzemne šupljine.

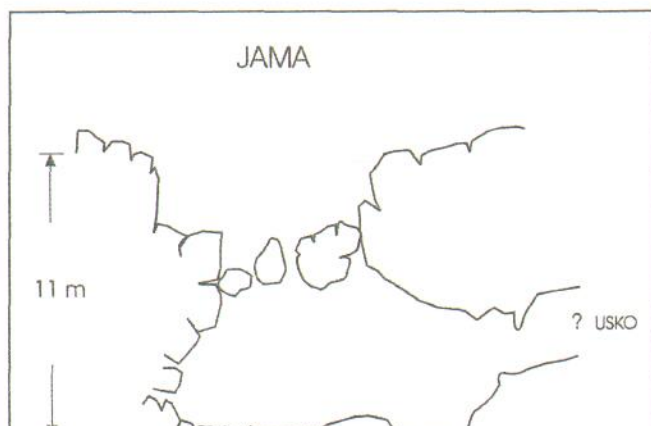
Slika 117. Skica Jame 6

54. Jama 7

Jama se nalazi na lokaciji Centra. Koordinate ulaza su:

$X = 5\,604\,488$, $Y = 4\,839\,423$, $Z = 380$ m.n.m.

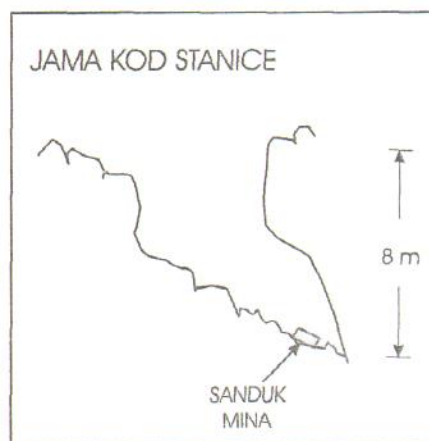
Veliki ulazni otvor ima približne dimenzije 8x5 m. Do dubine od 3-4 m ulazak je moguć bez speleološke opreme. Na tom mjestu provlačenjem kroz velike kamene blokove ulazi se u vertikalni pukotinski kanal dubine 7 m, koji se pruža prema sjeverozapadu ali već nakon nekoliko metara postaje preuzak za daljnje napredovanje (slika 118). Ukupna dubina jame je oko 11 metara, a formirana je u vapnencima formacije Gornjega Humca.



Slika 118. i 119. Skica jame; Kameni blokovi kroz koje se ulazi u uski kanal dubok još 7 m.

55. Jama kod stanice

Jama se nalazi na padinama Crnog umca, iznad glavne ceste, nekoliko stotina metara SI od lokacije planiranog Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije. Koordinate ulaza su: $X = 5\ 604\ 957$; $Y = 4\ 839\ 493$, $Z = 460$ m.n.m. Ulaz u jamu ima dimenzije 5x3 m. Silazak na dno bez korištenja speleološke opreme moguć je s njegove JI strane. Jama je duboka oko 8 m (slika 120). Dno pokrivaju krupni kameni blokovi i ubačeni otpad. Među otpadom primijećen je cijeli sanduk protupješadijskih mina. Jama je formirana u vapnencima formacije Gornjega Humca



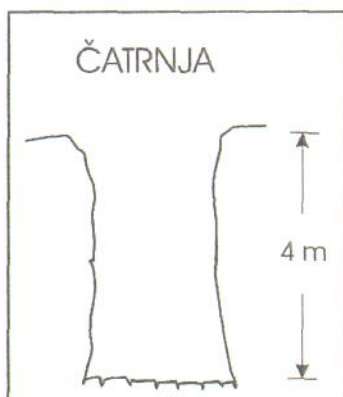
Slika 120. Skica jame kod stanice

56. Čatrnja

Ova mala jama nalazi se ispod zavoja ceste (istočno) kod same lokacije planiranog Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije. Koordinate ulaza su:

$X = 5\ 604\ 729$, $Y = 4\ 839\ 123$, $Z = 440$ m.n.m.

Dubina jame je svega 4 m (Slika 121). Može se primijetiti da je dno naknadno uređeno (zabrtvljeno) kako bi se u njoj mogla zadržavati voda. Jama je formirana unutar člana s horizontima dolomita (čhd).

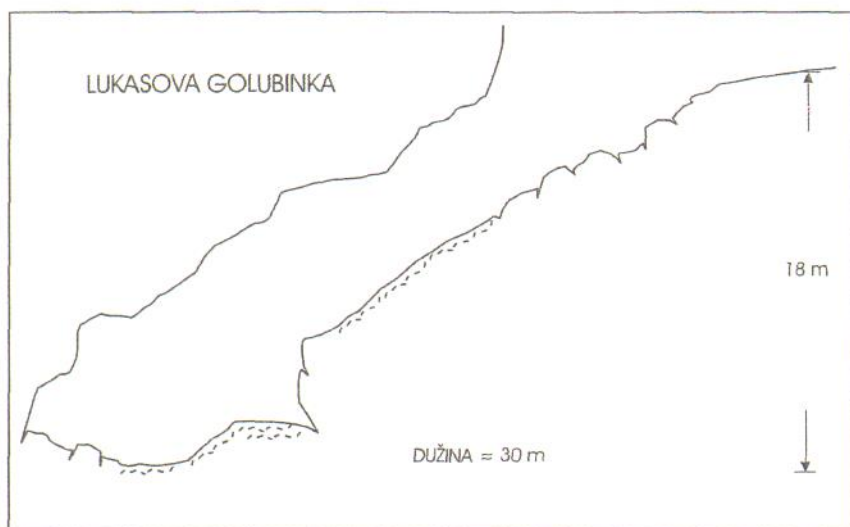
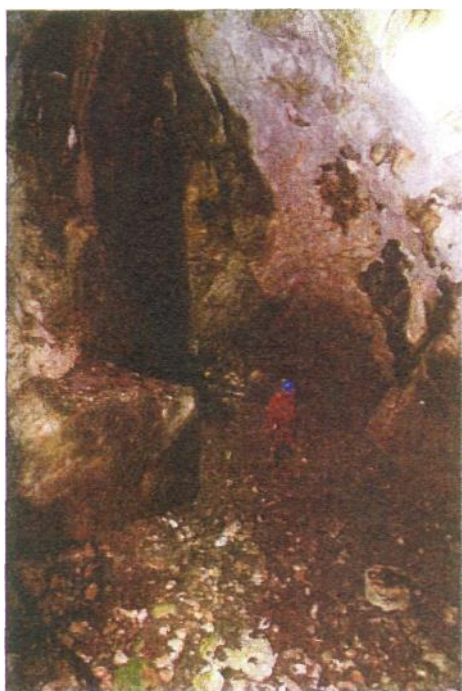


Slika 121. Skica Čatrnje

57. Lukasova golubinka

Jama se nalazi u blizini Vickovića staje na području Razdolja, oko 800 m istočno od lokacije planiranog Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije. Koordinate ulaza su:

X = 5 605 430, Y = 4 839 035, Z = 400 m.n.m.



122. i 123. Dvorana na dnu Lukasove golubinke ; Skica Lukasove golubinke

Prema ulazu u objekt vodi u terenu dobro primjetna uleknina koja bi mogla biti ostatak korita nekadašnjeg vodotoka koji je tu ponirao. Prema morfološkim karakteristikama to je špiljski objekt (Slika 123) s vertikalnim skokom pred završnom dvoranom, dubokim oko 4 m. Za njegovo svladavanje potrebno je uže. Zbog velike širine i visine kanala svjetlost prodire do samog dna objekta. Završna dvorana ima promjer desetak metara, a dno joj pokrivaju kameni blokovi kršje i glina (Slika 122).

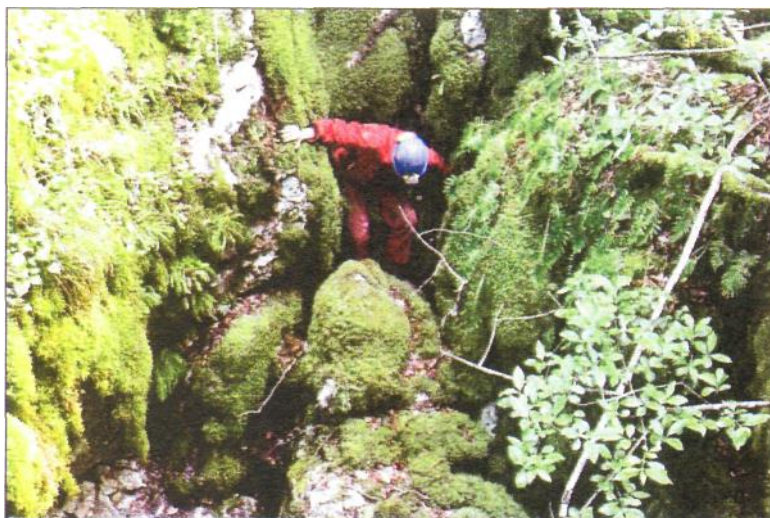
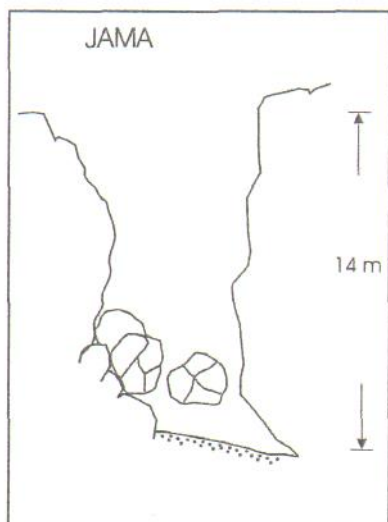
Premda je obavljen detaljan pregled nigdje nije primijećena mogućnost daljnjeg napredovanja. Dubina špilje je oko 18 m, a dužina približno 32 m. Formirana je unutar člana s horizontima dolomita (čhd) i najveći je objekt lociran u ovim naslagama.

58. Jama 11

Jama se nalazi na JI dijelu područja Razdolja, a od lokacije planiranog Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije udaljena je oko 1400 m. Koordinate ulaza su:

X = 5 605 779, Y = 4 838 521, Z = 400 m.n.m.

Dimenzije prostranog otvora su približno 8x4 m. Stijene jame strmo se spuštaju do dubine od približno 10 m gdje se nailazi na velike kamene blokove (Slika 125). Provlačenjem između njih moguće se spustiti za još 4 m no tu daljnje napredovanje više nije moguće (slika 124). Može se pretpostaviti da je i ova jama nastala urušavanjem stropa veće podzemne šupljine. Procijenjena ukupna dubina jame je oko 14 m, a formirana je u vapnencima formacije Labotova i jedini je objekt istražen u toj litostratigrafskoj jedinici.



Slika 124. i 125. Skica jame 11; Veliki urušeni blokovi pri dnu jame.

Pored opisanih pregledanih speleoloških objekata potrebno je spomenuti da su nam pokazane još 4 zatrpane jame koje su također ucrtane na hidrogeološku kartu. Na lokacijama 14 i 15 nakon razmicanja kamenja nije se uspjelo načiniti otvor prema dubini. Ubačeno manje kamenje zaustavljalo bi se već nakon par metara. Za razliku od toga, na lokaciji 16 načinio se manji otvor, a prema padu ubačenog kamena može se procijeniti daje dubina jame najmanje 20-ak metara. Slična situacija bila je i na lokaciji 17 no tu se prema padu kamena može procijeniti dubina jame od 10-ak m.

59. Jama južno od mjesta Krivi Dolac

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,623\,832$, $Y = 4\,835\,654$, $Z = 660$ m.n.m.

U vrtači promjera 70-100 m, jako zraščeno makijom.

60. Jama južno od mjesta Krivi Dolac

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,623\,826$, $Y = 4\,835\,820$, $Z = 575$ m.n.m.

61. Jama Vranjača

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,633\,586$, $Y = 4\,825\,542$, $Z = 452$ m.n.m.

Špilja Vranjača se sastoji od dvije dvorane, prve dvorane (bez siga) koja je bila poznata još u 19. stoljeću, te druge dvorane koju je otkrio Stipe Punda 1903. godine. Zbog prekrasnih siga, špilja je 1929. godine osposobljena za posjet turista. Iz prve ulazne dvorane se kroz mali prirodni hodnik dolazi u drugu dvoranu, prepunu sigastih ukrasa raznih oblika i boja. Prolazeći kroz špilju stjeće se dojam kao da se stalno prolazi novim špiljskim hodnicima između velikih sigastih stupova i stalagmita. U drugoj dvorani špilje nalazi se 9 manjih dvorana koje imaju svoja imena: predvorje, čekaonica, kapela, mala galerija, velika galerija, spuževa kuća, palmin gaj, plesna dvorana i tursko groblje. Prepuna stalaktita i stalagmita, špiljskih stupova i arkada, neke dvorane su plavičaste i zelene, a neke svjetlucaju posute kristalima.

Ukupna duljina špiljskih kanala iznosi oko 360 metara. Temperatura unutar špilje je u svako doba godine uvijek ista, 15°C.

Špilja ima uređene stepenice, konope postavljene duž stepenica i staza za posjetitelje, postavljenu rasvjetu, vrata i nadzornu službu.



Slika 126. i 127. Ulaz u jamu Vranjača; Druga dvorana u jami Vranjača

62. Bazin ponor

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,636\,243$, $Y = 4\,826\,389$, $Z = 368$ m.n.m.

Ponor ima kružni oblik promjera 8-10 m. Vidljiva dubina depresije u polju je oko 5-6 m. Bokove izgrađuju kvartarni prašinasto-glinoviti sedimenti polja, a u dnu se vide izdanci krednih vapnenaca u podlozi. Do ponora vodi neuređeni površinski tok kojim su slijevaju poplavne vode Dicmanskog, Krušvarskog i Biskog polja. Tijekom rujna 2010. god. ponor je bio u fazi čišćenja.



Slika 128. Ulaz u bazin ponor

63. Ponor na rubu polja

Koordinate ulaza su:

$X = 5\,635\,936$, $Y = 4\,825\,712$, $Z = 398$ m.n.m.

Ponor duljine 20-30 m, širine 10 m, u krednim vapnencima, obrastao šumarkom.



Slika 129. Ulaz u ponor

64. Jama u blizini zaseoka Videlići

Koordinate ulaza su:

X = 5 636 278, Y = 4 825 364, Z = 400 m.n.m.

Jama u gornjokrednim vapnencima, tijekom izgradnje autoceste A1 uređena kao upojno mjesto za odvodnju oborinskih voda sa autoceste.



Slika 130. i 131. Uređeni ulaz u jamu kao upojno mjesto oborinskih voda

65. Ponor u Srijanskom polju

Koordinate ulaza su:

X = 5 638 698, Y = 4 819 102, Z = 390 m.n.m.

Ponor promjera 5 m, dubine veće od 5 m, voda iz polja se kanalom dovodi u ponor.



Slika 132. i 133. Ograđeni ulaz u ponor u Srijanskom polju

66. Ponor kod zaseoka Braovići

Koordinate ulaza su:

X = 5 636 195, Y = 4 820 500, Z = 434 m.n.m.

Ponor u eocenskim vapnencima, ulaz promjera oko 2-3 m, zarašćen drvećem.



Slika 134. Ulaz u ponor u kod zaseoka Braovići

67. Golubinka kod zaseoka Rožići

Jama na obroncima brda u krednim vapnencima, otvor veličine nekoliko metara, navodno ima podzemnu vezu sa izvorom Pantan.

3.9. PRIJEDLOG SANACIJSKIH RADOVA

Ako u zoni sanitarne zaštite postoje građevine izgrađene (članak 40. Pravilnika) sukladno propisima o prostornom uređenju i gradnji, a čije je građenje zabranjeno ovim Pravilnikom odnosno ako u zoni sanitarne zaštite postoje građevine izgrađene protivno propisima o prostornom uređenju i gradnji, a čije je građenje zabranjeno ovim Pravilnikom odnosno ako se u zoni sanitarne zaštite obavlja djelatnost čije je obavljanje zabranjeno ovim Pravilnikom, jedinica lokalne samouprave odnosno jedinica područne

(regionalne) samouprave na koju se odluka o zaštiti izvorišta odnosi odredit će posebnim aktom stalno praćenje stanja utjecaja tih građevina odnosno djelatnosti na izvorište.

U svrhu usklađenja postojanja građevine odnosno obavljanja djelatnosti iz stavka 1. ovoga članka, jedinica lokalne samouprave odnosno jedinica područne (regionalne) samouprave na koju se odluka o zaštiti izvorišta odnosi, naručit će izradu posebnog elaborata kojim se određuju potrebni sanacijski zahvati i mjere.

Sanacijski zahvati i mjere mogu se odnositi i na novoplanirane zahvate u prostoru, u svrhu proširenja i/ili razvoja postojeće djelatnosti čijim se provođenjem osigurava dobro stanje voda, odnosno poboljšava postojeće stanje voda i vodnog okoliša.

Potrebni sanacijski zahvati i mjere se obavljaju na krajnji trošak vlasnika odnosno drugog posjednika postojeće građevine odnosno osobe koja obavlja zabranjenu djelatnost.

Utvrdi li se da sanacijski zahvati i mjere neće proizvesti učinak, jedinica lokalne samouprave odnosno jedinica područne (regionalne) samouprave na koju se odluka o zaštiti izvorišta odnosi dužna je tražiti uklanjanje građevina izgrađenih protivno propisima o prostornom uređenju i gradnji odnosno obavijestiti osobu koja obavlja postojeću djelatnost da je ista zabranjena.

Obveze iz stavaka 1. do 4. ovoga članka sastavni su dio odluke o zaštiti izvorišta, kao i izvori financiranja izvršenja ovih obveza.

3.9.1. Domaćinstva

Unutar priljevnog područja (vodozaštitnih zona) izvorišta Jadra i Žrnovnice nalaze se brojna manja i veća naselja te zaseoci. U spomenutom području uglavnom nema sustavnih objekata kanalizacije ili su u fazi izgradnje. Snabdjevanje vodom riješeno je uglavnom javnom vodoopskrbom.

Odvodnja otpadnih voda iz domaćinstava riješena je djelomice izgradnjom septičkih jama a obiteljska gospodarstva uglavnom imaju neuređena gnojišta, gdje se gnojnica

direktno ispušta u teren. Ispravnost izvedenih septičkih jama kreće se u rasponu od ispravno izvedenih kao vodonepropusnih do betonskih jama bez dna koje služe kao upojni zdenci, a većina imaju ispust direktno u kanal ili polje. Od stoke većinom se uzgajaju krave, svinje, ovce i perad.

U sklopu zaštite izvorišta potrebno je riješiti odvodnju otpadnih voda naselja (domaćinstava) izgradnjom javne kanalizacije kojom bi se prikupljena otpadna voda odvodila van vodozaštitnog područja. Sve otpadne vode od domaćinstava treba odgovarajućim sustavom javne odvodnje odvesti izvan vodozaštitnog područja ukoliko je moguće ili u odgovarajuće sabirne jame.

Kod rješavanja uređenja odvodnje treba direktno priključiti sve objekte te iz funkcije izbaciti postojeće septičke jame. Postojeća djelomično uređena i neuređena gnojišta moraju se sanirati i biti izvedena kao vodonepropusna.

3.9.2. Prometnice

Državna cesta - Jadranska autocesta prolazi svim zonama sanitarne zaštite kroz cijelo priljevno područje izvorišta Jadro i Žrnovnica, u ukupnoj dužini od ~37 km. Koridor ceste je širok 28 m. Treba posvetiti posebnu pažnju, posebno na dijelu gdje autocesta siječe II. zonu sanitarne zaštite (u dužini cca 2900 m), odvodnji oborinskih voda te spriječavanju upuštanja nepročišćenih voda u podzemlje. Tijekom izgradnje autoceste izveden je zatvoreni sustav odvodnje sa prometnice što znači odvođenje oborinskih voda sa kolnika u posebno kontrolirani sustav odvodnje, dok se cestovnim jarcima odvodi višak oborinskih voda u objekte kontroliranog sustava odvodnje, odvajača ulja i masti (mastolovi) i taložnice te ispuštanjem pročišćenih oborinskih voda u upojne zdenca ili kanalizacijom van zona sanitarne zaštite. Potrebno je kontrolirati održavanje zatvorenog sustava odvodnje.

Zaštitnim zonama izvorišta Jadro i Žrnovnice prolaze i mnoge županijske i lokalne prometnice. Na tim prometnicama potrebno je izgraditi sustav kontrolirane odvodnje i pročišćavanja oborinskih voda. Ceste treba urediti na način da se izvedu s odvodnjom oborina tj. s rubnjacima i rigolima koji ne dozvoljavaju otjecanje oborina u jarke i teren već njihov prihvata slivnicima u predviđenu kanalizaciju.

Na novim cestama i onima koje se rekonstruiraju mora se izgraditi sustav kojim će se provesti mjere vodozaštite.

3.9.3. Važnije jame i ponori

Važnije jame i ponore (posebno one u predloženoj II. zoni sanitarne zaštite) treba sanirati, odnosno očistiti od nabacanog raznolikog otpada, te ih treba ograditi čvrstom ogradom iz razloga sigurnosti i sprečavanja daljnjeg odlaganja otpada.

3.9.4. Odlagališta otpada

Sva nelegalna odlagališta otpada treba odmah sanirati i zabraniti svako daljnje odlaganje otpada.

3.10. PRIJEDLOG REŽIMA RADA IZVORIŠTA

Sustav vodoopskrbe Split, Solin, Kaštela i Trogir ima prvenstvenu zadaću da dopremi kvalitetnu pitku vodu, i u dovoljnim količinama, s izvorišta rijeke Jadro do potrošača u gradovima Splitu, Solinu, Kaštelima i Trogiru.

Režim rada izvorišta Jadra i Žrnovnice predviđa utvrđivanje i poštivanje biološkog minimuma.

Za izvorište Jadra biološki minimum ne smije biti manji od 1 m³/s, jer je minimalni ukupni protok izmjeren 3.6 m³/s (kolovoz 1995.)

Na izvorištu Žrnovnice ne postoji legalni vodoopskrbni sustav tako da nije utvrđen biološki minimum. Najmanja izmjeren protoka Žrnovnice iznosi $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$ o čemu treba voditi računa prilikom utvrđivanja biološkog minimuma i količine mogućeg crpljenja vode na izvorištu.

Ukupno potrebne srednje dnevne količine vode u danu najveće potrošnje na području vodoopskrbnog sustava Split-Solin-Kaštela-Trogir na kraju planskog razdoblja iznosit će:

• Sustav Split	1,620 l/s
• Sustav Solin	280 l/s
• Sustav Kaštela	525 l/s
• Sustav Trogir	370 l/s
• Ukupno	2,795 l/s

Vodoopskrba razmatranoga područja bazira se na izvoru rijeke Jadro kao osnovnom resursu. Prethodno su izneseni raspoloživi podaci o izdašnosti izvora rijeke Jadro, koji u mjesecu kolovozu ima srednji kapacitet od 4540 l/s. Osim s izvora rijeke Jadro, razmatrano područje može se opskrbiti i s izvora rijeke Žrnovnice, a predradnje za uključivanje izvora rijeke Žrnovnice u vodoopskrbni sustav grada Splita su u tijeku.

Na slivnom području izvorišta Jadra i Žrnovnice potrebno je izraditi nekoliko strukturno-pijezometarskih bušotina na kojima je uz već postojeće potrebno odmah uspostaviti monitoring podzemnih vode (praćenje razine podzemne vode i kvalitete podzemne vode) te utvrditi biološki minimum prema kojemu treba uskladiti režim rada crpilišta..

Izradio:

Klanjec Darko, dipl.ing. geol.

3.11. LITERATURA:

1. **M. Petrićec et al (2007.)** Hidrološka obrada malih voda sliva Cetine, Jadra i Žrnovnice, Institut za elektroprivredu i energetiku, Zagreb
2. **S. Kapelj et al (2006.)** Studija upravljanja vodama sliva Jjadra i Žrnovnice, Prva faza studijsko-istraživačkih radova, Geotehnički fakultet, Varaždin
3. **S. Kapelj et al (2008.)** Studija upravljanja vodama sliva Jjadra i Žrnovnice, Druga faza studijsko-istraživačkih radova, Geotehnički fakultet, Varaždin
4. **S. Kapelj et al (2009.)** Studija upravljanja vodama sliva Jjadra i Žrnovnice, Treća faza studijsko-istraživačkih radova, Geotehnički fakultet, Varaždin
5. **S. Kapelj et al (2008.)** Dodatak I – Tehnički izvještaj o provedenom trasiranju ponora u Postinju kod Muća, Geotehnički fakultet, Varaždin
6. **S. Kapelj et al (2010.)** Dodatak II – Tehnički izvještaj o provedenom trasiranju Bazinog ponora u Bisku, Geotehnički fakultet, Varaždin
7. **Z. Kopjar, Z. Kinjertovac (2008.)** Završno izvješće o radovima na izvedbi istražno-piezometarske bušotine B-1 u slivu Jadra i Žrnovnice, CROSCO naftni servisi d.o.o., Zagreb
8. **Z. Kinjertovac (2008.)** Završno izvješće o radovima na izvedbi istražno-piezometarske bušotine B-3 za monitoring podzemnih voda u slivu Jadra i Žrnovnice na lokaciji Gizdavac, CROSCO naftni servisi d.o.o., Zagreb
9. **T. Korbar, M. Kuhta et al (2006.)** Geološka i hidrogeološka istraživanja na području predložene lokacije centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije kod Lećevice, Hrvatski geološki institut, Zagreb
10. **B. Biondić (2007.)** Odlagalište otpada grada Sinja – Mojanka, hidrogeološka istraživanja, Geo info d.o.o., Zagreb
11. **Ž. Šarić et al (2004.)** Idejno rješenje dispozicije oborinskih otpadnih voda radnih zona Podi i Krč, Akvaproyekt d.o.o., Split
12. **M. Renić et al (1998.)** Kamenolom Klis-Kosa, hidrogeološki istražni radovi – mikrozoniranje osnovnih zona sanitarne zaštite izvora Jadra i Žrnovnice, Institut za geološka istraživanja, Zagreb
13. **B. Biondić (1988.)** Izvori Jadro i Žrnovnica, dio hidrogeoloških istražnih radova potrebnih za prijedlog zona sanitarne zaštite izvora, Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1988.)

14. **D. Mihelčić, R. Lalić (2004.)**, Vodoopskrbni sustav Split-Solin-Kaštela-Trogir, časopis Građevinar 56
15. **M. Gamulin et al (2002.)**, Prostorni plan Splitsko-dalmatinske županije, knjiga 1.- 4., Županijski zavod za prostorno uređenje, Split
16. **Fritz & Kapelj, (1998)**, Geološka, hidrogeološka i inženjersko geološka istraživanja područja Dugo polje
17. Vodovod i kanalizacija d.o.o. Split - djelatnost - vodoopskrba, Web
18. Zavod za javno zdravstvo Županije Splitsko-dalmatinske, Odjel za ispitivanje voda, Split- fizikalno-kemijske i bakteriološke analize voda sa izvorišta Jadro i Žrnovnica za period od 2004. -2010. god.

**GEOLOŠKA KARTA SLIVA
IZVORIŠTA JADRA I ŽRNOVNICE**

M = 1 : 50 000

Prilog br. 1.1.

KOMPILACIJSKI GEOLOŠKI PROFILI

M = 1 : 50 000

Prilog br. 1.2.

**KARTA RECENTNOG STRUKTURNOG SKLOPA SLIVNOG
PODRUČJA IZVORIŠTA JADRA I ŽRNOVNICE m = 1 : 50 000**

M = 1 : 50 000

Prilog br. 1.3.

**HIDROGEOLOŠKA KARTA SLIVA
IZVORIŠTA JADRA I ŽRNOVNICE**

M = 1 : 25 000

Prilog br. 2.1.

**DETALJNA HIDROGEOLOŠKA KARTA
BLISKOG ZALEĐA IZVORA JADRO**

M = 1 : 5 000

Prilog br. 2.2.

**DETALJNA HIDROGEOLOŠKA KARTA
BLISKOG ZALEĐA IZVORA ŽRNOVNICA**

M = 1 : 5 000

Prilog br. 2.3.

**SITUACIJA IV. I III. ZONE SANITARNE ZAŠTITE
IZVORIŠTA JADRA I ŽRNOVNICE**

M = 1 : 50 000

Prilog br. 3

**SITUACIJA II. ZONE SANITARNE ZAŠTITE
IZVORIŠTA JADRA I ŽRNOVNICE**

M = 1 : 25 000

Prilog br. 4

**SITUACIJA I. ZONE SANITARNE ZAŠTITE
IZVORIŠTA JADRA I ŽRNOVNICE**

M = 1 : 1 000

Prilog br. 5

**SITUACIJA POTENCIJALNIH I AKTIVNIH ZAGAĐIVAČA
NA PODRUČJU SLIVA JADRA I ŽRNOVNICE**

M = 1 : 50 000

Prilog br. 6

**SITUACIJA OZNAKA ZONA SANITARNE ZAŠTITE NA PODRUČJU
SLIVA JADRA I ŽRNOVNICE M = 1 : 100 000**

Prilog br. 7