

## S A D R Ž A J:

<b>A/ OPĆI PODACI.....</b>	<b>1</b>
<b>1. REGISTRACIJA TVRTKE.....</b>	<b>2</b>
<b>2. IMENOVANJA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. PROJEKTNI ZADATAK.....</b>	<b>5</b>
<b>B/ TEKSTUALNI DIO .....</b>	<b>6</b>
<b>1. UVODNE PRIPOMENE.....</b>	<b>7</b>
1.1. UVODNO OBRAZLOŽENJE .....	7
1.2. OSNOVNI PODACI O VODOOPSKRBNOM SUSTAVU.....	8
<b>2. CILJ I ZADATAK .....</b>	<b>10</b>
<b>3. ELEMENTI ZA UTVRĐIVANJE ZAŠTITE I REZULTATI PROVEDENIH     ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>10</b>
3.1. ODREDBE PRAVILNIKA O UVJETIMA ZA ODREĐIVANJE ZONA SANITARNE ZAŠTITE.....	10
<b>4. REZULTATI PROVEDENIH ISTRAŽIVANJA .....</b>	<b>13</b>
4.1. SAŽETAK PROVEDENIH ISTRAŽIVANJA I OBRADA.....	13
4.2. REZULTATI GEOMORFOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA .....	14
4.2.1. Morfološke značajke .....	14
4.2.2. Hidrografska mreža.....	15
4.2.3. Intenzitet okršenosti na površini terena .....	16
4.3. REZULTATI GEOLOŠKIH I HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA.....	17
4.3.1. Rezultati geoloških istraživanja.....	17
4.3.2. Rezultati hidrogeoloških istraživanja.....	20
4.3.3. Rezultati trasiranja i brzine tečenja podzemnih voda.....	23
4.4. ISPITIVANJA KAKVOĆE VODE NA IZVORIŠTU KRUPIC.....	29
4.5. REZULTATI HIDROLOŠKIH MJERENJA .....	30
4.6. HIDROGEOLOŠKI MODEL SLIVNOG PODRUČJA I BILANCA PODZEMNIH VODA .....	36
4.6.1. Opća zapažanja o okršenosti i razvoju okršavanja na slivu vrela Krupić..	36
4.6.2. Raščlamba modela sliva vrela Krupić.....	37

4.6.3. Uvjeti prihranjivanja.....	37
4.6.4. Pravci podzemnog tečenja.....	38
4.6.5. Brzine tečenja podzemnih voda.....	39
4.6.6. Bilanca podzemnih voda.....	40
4.7. KARAKTERISTIKE EROZIVNIH PROCESA (DIJELOM PREUZETO IZ H6/D-515 Z.H. G.F. SARAJEVO) .....	40
4.8. AUTOPURIFIKACIJSKE SPOSOBNOSTI KRŠKOG VODONOSNIKA .....	42
<b>5. VEGETACIJSKE KARAKTERISTIKE .....</b>	<b>43</b>
<b>6. KATASTAR POSTOJEĆIH I POTENCIJALNIH ZAGAĐIVAČA U SLIVU IZVORIŠTA «KRUPIC».....</b>	<b>44</b>
6.1. POSTOJEĆI I POTENCIJALNI IZVORI ZAGAĐENJA.....	44
6.1.1. Naselja.....	44
6.1.2. Gospodarska djelatnost .....	45
6.2. PROCJENA TERETA ZAGAĐENJA .....	50
6.3. PROCJENA STUPNJA UGROŽENOSTI PODZEMNIH VODA IZVORIŠTA.....	51
<b>7. ZAŠTITA IZVORIŠTA .....</b>	<b>56</b>
7.1. TEMELJNA ZAKONSKA POLAZIŠTA ZA UTVRĐIVANJE ZAŠTITNIH MJERA.....	56
7.2. TEMELJNI KRITERIJI ZA USPOSTAVU ZONA I REŽIMA ZAŠTITE .....	57
7.3. ZONE I MJERE ZAŠTITE.....	57
7.3.1. I zaštitna zona – Zona najstrožeg režima zaštite.....	57
7.3.3. III zaštitna zona – Zona ograničenog režima zaštite.....	63
7.4. TEHNIČKE MJERE ZAŠTITE .....	65
<b>8. MONITORING .....</b>	<b>67</b>
<b>9. PROGRAM MJERA I AKTIVNOSTI NA ZAŠTITI IZVORIŠTA.....</b>	<b>67</b>
<b>10. DINAMIKA REALIZIRANJA MJERA ZAŠTITE .....</b>	<b>69</b>
<b>11. GRUBA PROCJENA TROŠKOVA ZA PROVEDBU MJERA ZAŠTITE IZVORIŠTA .....</b>	<b>71</b>
<b>12. LITERATURA.....</b>	<b>72</b>
<b>13. PREDNACRT ODLUKE O ZAŠTITI IZVORIŠTA VODE ZA PIĆE KRUPIC ..</b>	<b>74</b>
<b>C/ GRAFIČKI PRILOZI .....</b>	<b>75</b>
<b>PRILOG 1. GEOMORFOLOŠKA KARTA SLIVA .....</b>	<b>76</b>
<b>PRILOG 2.1. GEOLOŠKA KARTA SLIVA .....</b>	<b>77</b>

---

<b>PRILOG 2.2. GEOLOŠKI PROFILI .....</b>	<b>78</b>
<b>PRILOG 3.1. HIDROGEOLOŠKA KARTA SLIVA .....</b>	<b>79</b>
<b>PRILOG 3.2. HIDROGEOLOŠKI PROFILI .....</b>	<b>80</b>
<b>PRILOG 4. KARTA EROZIVNIH PROCESA .....</b>	<b>81</b>
<b>PRILOG 5 KARTA ZONA VEGETACIJE.....</b>	<b>82</b>
<b>PRILOG 6.1. KARTA ZAGAĐIVAČA.....</b>	<b>83</b>
<b>PRILOG 6.2. ORTOFOTO ZAGAĐIVAČA.....</b>	<b>84</b>
<b>PRILOG 7. KARTA PRIRODNE OSJETLJIVOSTI.....</b>	<b>85</b>
<b>PRILOG 8.1. KARTA SA GRANICAMA ZAŠTITNIH ZONA .....</b>	<b>86</b>
<b>PRILOG 8.2. ORTOFOTO SA GRANICAMA ZAŠTITNIH ZONA .....</b>	<b>87</b>
<b>PRILOG 9. HIDROGEOLOŠKA KARTA UŽEG PODRUČJA IZVORIŠTA KRUPIC .....</b>	<b>88</b>
<b>PRILOG 10. KARTA PRIKAZA I ZAŠTITNE ZONE NA LOKACIJI VODOCRPILIŠTA.....</b>	<b>89</b>
<b>PRILOG 11.1. ANALIZA KAKVOĆE MALIH VODA.....</b>	<b>90</b>
<b>PRILOG 11.2. ANALIZA KAKVOĆE SREDNJIH VODA.....</b>	<b>91</b>
<b>PRILOG 11.3. ANALIZA KAKVOĆE VELIKIH VODA.....</b>	<b>92</b>
<b>PRILOG 12. ZABRANE I OGRANIČENJA UNUTAR ZONA SANITARNE ZAŠTITE.....</b>	<b>93</b>
<b>PRILOG 13. PODACI ZAPRIMLJENI OD OPĆINE PROZOR - RAMA.....</b>	<b>94</b>

## **A/ OPĆI PODACI**

## 1. REGISTRACIJA TVRTKE

## 2. IMENOVANJA

Sukladno članku 81. Zakona o prostornom planiranju i korištenju zemljišta na razini Federacije BIH (Sl. Novine FBiH 2/06, 72/07, 4/10 i 13/10) i člancima 12 i 31 Uredbe o vrsti, sadržaju, označavanju i čuvanju, kontroli i nostrifikaciji Investiciono-tehničke dokumentacije Službene novine Federacije Bosne i Hercegovine broj 33/10 od 07.06.2010. godine, donosi se:

## **R J E Š E N J E**

o imenovanju voditelja istraživanja

Mr.sc. Ivan Antunović, dipl.ing.geol., imenuje se za voditelja istraživanja na ELABORATU ZAŠTITE IZVORIŠTA VRELA KRUPIC.

## **O b r a z l o ž e n j e**

Mr. sc. Ivan Antunović, dipl.ing.geol., ispunjava uvjete iz članka 81. Zakona o prostornom planiranju i korištenju zemljišta na razini Federacije BIH (Sl. Novine FBiH 2/06, 72/07, 4/10 i 13/10) i članka 12 i 31 Uredbe o vrsti, sadržaju, označavanju i čuvanju, kontroli i nostrifikaciji Investiciono-tehničke dokumentacije, te je riješeno kao u izreci ovog rješenja.

Protiv ovog rješenja može se uložiti prigovor u roku od 15 dana od dana uručenja.

DIREKTOR:

*/Borislav Puljić, dipl.ing.arh./*

### **3. PROJEKTNÍ ZADÁK**



## **B/ TEKSTUALNI DIO**

## 1. UVODNE PRIPOMENE

### 1.1. Uvodno obrazloženje

Radi uspostave zaštite podzemnih voda izvorišta Krupić od svih zagađenja i štetnih utjecaja koji mogu nepovoljno utjecati na kakvoću i količine podzemne vode ovog izvorišta, a u skladu sa člankom 12 "Pravilnika o načinu utvrđivanja zona sanitarne zaštite i zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta za javno vodosnabdjevanje stanovništva" («Službene novine Federacije B i H», broj: 88/12 od 17. 10. 2012. godine) obavljena su potrebna istraživanja, prikupljeni i obrađeni rezultati provedenih i do sada obavljenih istraživanja na temelju kojih se pristupilo izradi Elaborata o zaštitnim zonama izvorišta Krupić.

Do sada su obavljena geološka, hidrogeološka, hidrološka i hidrokemijska istraživanja na širem i užem području izvorišta Krupić.

Ovim Elaboratom se uspostavljaju zone sanitarne zaštite s odgovarajućim normativnim i tehničkim mjerama.

Sukladno odredbama "Pravilnika o načinu utvrđivanja zona sanitarne zaštite i zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta za javno vodosnabdjevanje stanovništva" («Službene novine Federacije B i H», broj: 88/12 od 17. 10. 2012. godine), na izvorištu Krupić utvrđuju se zone sanitarne zaštite za sredinu sa krškim značajkama.

U skladu s utvrđenim zonama sanitarne zaštite i zaštitnim mjerama izvorišta Krupić u narednom razdoblju potrebno je :

1. Usvojiti Odluke o zaštiti izvorišta;
2. Pristupiti provedbi i provesti normativne mjere zaštite;
3. Pristupiti provedbi i provesti tehničkih mjera zaštite i
4. Organizirati i provoditi nadzor nad provedbi propisanih i usvojenih mjera i aktivnosti.

Ugovorom između Poglavarstva Općine Prozor - Rama i poduzeća „Ecoplan“ d.o.o. iz Mostara (br. ugovora: I-373242/11) i aneksom ugovora br. 01/1-27-1659/13 od 17.09.2013. preuzeta je obveza izvođenja dodatnih hidrogeoloških istraživanja i izrada projekta zaštite izvorišta Krupić, te usklađivanje Odluke o zaštiti vode za piće vrela Krupić sa novim Pravilnikom o uvjetima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera izvorišta koja se koriste za piće (aneks ugovora).

Vrelo Krupić nalazi se na lokaciji Perići, 1,5 km istočno od Prozora. To je kraško vrelo koje se pojavljuje na koti oko 540 - 545 m.n.m. Uz njega se nalazi još nekoliko periodičnih, manjih, vrela koja funkcioniraju u vrijeme otapanja snijega i velikih kiša. Vrlo Krupić nastavlja se u manji potok koji zajedno s vodotokom Ljubunačka uvire u vodotok Duščica te nakon 350 m toka uvire u rijeku Ramu.

Vrelo je 1962. godine kaptirano za potrebe vodoopskrbe grada Prozora i šireg područja.

Nizvodno od postrojenja za vodoopskrbu ( crpilišta), izgrađena su dva ribnjaka koji zahvaćaju vodu iz Krupića i Ljubunačke rijeke. To su: Ribnjak I i Ribnjak II „Krupić“ Prozor-Rama.

Ribnjak I uzima vodu iz potoka koji nastaje od vrela Krupić.

Istraživački radovi su prethodno definirani odgovarajućim programom, a obuhvatila su hidrogeološka i hidrokemijska istraživanja i mjerenja na užem, te hidrogeoloških istraživanja na širem području izvorišta Krupić.

Istraživanja su imala za cilj osigurati rezultate kojim bi se dopunili do sada prikupljeni rezultati te utvrdili neophodni parametri propisani "Pravilnika o načinu utvrđivanja zona sanitarne zaštite i zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta za javno vodosnabdjevanje stanovništva" («Službene novine Federacije B i H», broj: 88/12 od 17. 10. 2012. godine), kao i parametri na temelju kojih bi se mogle uspostaviti zaštitne zone glede daljeg razvoja ovog izvorišta.

## 1.2. Osnovni podaci o vodoopskrbnom sustavu

Podatke navedene u daljnjem tekstu dobili smo od Općine Prozor – Rama (pogledati prilog br. 13).

- Izdašnost crpilišta : min.= 200 l/s , max= 500 l/s
- Postojeće crpke instalirane 1981 .g. Yugoturbina Karlovac , H= 291m , Q=45 l/s dorađene na 60 l/s n=1480
- Raspoloživa snaga 3 kom. po 240 KW , 2x80KW uljni transformator
- Rad podsistema za zaštitu od hidrauličnog udara je autonoman i ovisi o ostalom dijelu postrojenja , sastoji se u dopunjavanju zraka u tlačni sud kroz rad kompresorskog agregata.
- Režim rada ručni i automatski , u automatskom režimu upravljanje elektromagnetnim ventilom zraka vrši se preko nivostata na tlačnom sudu , dok je kompresor upravljen preko tlaka u svojoj zračnoj posudi. instaliran tlačni sud volumena V=2,1 m<sup>3</sup>
- Tlačni cjevovod dužine 1.150 m , cijevi ø300 čelične , kota dna bazena Krča 760 mm
- Ukupan rad crpki u 2012 .g. prosječno 470 h/mjesec , prosječno ispumpano 99.000 m<sup>3</sup> vode
- Npr. Za 09/2013 rad crpki je bio= 428,81 h , ispumpano = 83.624 m<sup>3</sup>
- Broj korisnika na vodovodnom sustava = 1.300 , s konstantnim povećanjem koje ovisi o širenju mreže i mogućnosti priključenja po sistemu duž oboda Ramskog jezera
- Broj stanovnika koji su obuhvaćeni vodoopskrbom je trenutno do 5.000
- U 2012.g. fakturirano je = 154.500 m<sup>3</sup> + cca 50.000 m<sup>3</sup> na koji se odnosi odmuljivanje cjevovoda , javna potrošnja-pranje ulica , kvarovi i sl.
- Gubici vode su značajni, a tome pridonosi zastarjela mreža u gradu Prozoru (1964.g. livenoželjezni cjevovod s glavama –dihtunzima od lijevanog olova )

U ovom radu su, pored sistematiziranog prikaza bitnih rezultata dosadašnjih istraživanja i rezultata provedenih istraživanja tijekom izvedbe ovog Elaborata, dane normativne i tehničke mjere potrebne zaštite podzemnih voda ovog izvorišta, kao i prijedlog Odluke zaštite izvorišta Krupić.



Sl.1. Satelitski snimak užeg područja izvorišta Krupić



Sl.2. Šire područje izvorišta Krupić- područje istraživanja



## 2. CILJ I ZADATAK

Temeljni cilj ovog Elaborata je da se utvrde učinkovite mjere zaštite podzemnih voda na užem i širem području izvorišta Krupić.

Zadatak Elaborata je da se odgovarajućom obradama podataka i rezultata provedenih istraživanja i mjerenja raščlane:

- Geološke i hidrogeološke značajke izvorišta;
- Kakvoća i količine podzemnih voda izvorišta
- Hidrodinamičke i hidrogeološke značajke podzemnih voda;
- Utvrditi granice zona zaštite;
- Postojeći i potencijalni zagađivači podzemnih voda;
- Procjene prirodne ranjivosti i ukupnog indeksa ranjivosti vodonosnika
- Definirati demografske značajke područja i infrastrukture;
- Definirati mjere sanacije i dinamiku provedbe zaštitnih mjera;
- Dati orijentacionu procjenu troškova za provedbu mjera zaštite i
- Dati prijedlog Nacrta Odluke o zonama sanitarne zaštite podzemnih voda izvorišta.

## 3. ELEMENTI ZA UTVRĐIVANJE ZAŠTITE I REZULTATI PROVEDENIH ISTRAŽIVANJA

Polazište za utvrđivanje svih mjera sanitarne i druge zaštite podzemnih voda izvorišta se temelji na :

- Odredbama "Pravilnika o načinu utvrđivanja zona sanitarne zaštite i zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta za javno vodosnabdjevanje stanovništva" («Službene novine Federacije B i H», broj: 88/12 od 17. 10. 2012. godine);
- Geoloških i hidrogeoloških odnosa na terenu i granica slivnog područja;
- Hidroloških značajki;
- Hidrodinamičkih značajka podzemnih voda u vodonosniku;
- Procjene prirodne ranjivosti i ukupnog indeksa ranjivosti vodonosnika;
- Autopurifikacijskih značajki (samoprečišćavanja) vodonosnika i
- i osiguranja daljeg razvoja izvorišta prema iskazanim dugoročnim potrebama.

### 3.1. ODREDBE PRAVILNIKA O UVJETIMA ZA ODREĐIVANJE ZONA SANITARNE ZAŠTITE

"Pravilnika o načinu utvrđivanja zona sanitarne zaštite i zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta za javno vodosnabdjevanje stanovništva" definirani su kriteriji kojim se određuju granice pojedinih zaštitnih zona i to:

Sliv i izvorište Krupić pripada razvijenom krškom području. Za izvorišta podzemnih voda u kraškim vodonosnicima uspostavljaju se četiri zaštitne zone:

- I* zaštitna zona - zona sa najstrožim zabranama i ograničenjima;
- II* zaštitna zona - zona sa strogim zabranama i ograničenjima;
- III* zaštitna zona - zona sa umjerenim zabranama i ograničenjima
- IV* zaštitna zona - zona sa preventivnim zabranama i ograničenjima

## I zaštitna zona

- Da bi se spriječio ulazak životinja i neovlašten pristup ljudi, I. zaštitna zona izvorišta vode u kraškim akviferima formira se oko:
  - a) kraških izvorišta i pripadajućeg vodozahvatnog područja;
  - b) ponora, ponorskih zona i jama unutar hidrogeološke granice sliva kraškog izvorišta, za koje je utvrđeno ili procijenjeno da omogućuju otjecanje površinskih voda do kraškog izvorišta u vremenu kraćem od 10 dana pri uvjetima velikih protoka;
  - c) objekata namijenjenih eventualnom vještačkom prihranjivanju izvorišta bez obzira na udaljenost istih od vodozahvata.

Granica I. zaštitne zone izvorišta osigurava se ogradom ne nižom od dva metra koja se postavlja na udaljenosti ne manjoj od dvadeset i pet metara od vanjskih kontura vodozahvatnog područja ili vanjskih kontura geoloških formacija navedenih u stavku b.

Izuzetno, granica I. zaštitne zone izvorišta iz stavka b može se smanjiti na udaljenost ne manju od deset metra pod uvjetom da se odgovarajućim istražnim radovima kao i monitoringom kakvoće i kvantiteta vode na izvorištu i dijelu razmatranog sliva utvrdi da:

- ne postoji mogućnost direktnog površinskog zagađenja izvorišta na neposrednom lokalitetu zahvata, a troškovi eksproprijacije zemljišta oko samog izvorišta su iznimno visoki, ili
- bi ograđivanje na udaljenosti iz stavka b zahtijevalo visoke investicione troškove.

U izuzetnim slučajevima granice I. zaštitne zone za izvorišta mogu se proširiti radi sprječavanja zagađenja izvorišta od postojećih javno značajnih infrastrukturnih objekata (saobraćajnica, željeznička pruga, specijalni objekti i sl.) koji se već nalaze u neposrednoj blizini zahvata. U ovim slučajevima proširene granice I. zaštitne zone utvrdit će se na temelju ekonomsko-tehničke argumentacije koja opravdava ovo izuzeće, a koje će se prezentirati u elaboratu zaštite izvorišta.

Elaboratom zaštite izvorišta će se utvrditi koji se dio terena mora ograditi kao I. zaštitna zona i za koji dio terena se mogu eventualno postaviti samo table sa upozorenjem o neposrednoj blizini izvorišta.

## II zaštitna zona

Granica II. zaštitne zone izvorišta omeđuje teren od vanjske granice I. zaštitne zone do linije od koje je podzemnoj vodi potrebno najmanje jedan (1) dan tečenja do vodozahvata.

U izuzetnim slučajevima, II. zaštitna zona može se ustanoviti i za one dijelove sliva koji se nalaze izvan navedene granice u kojima je prividna brzina tečenja podzemne vode veća od 2,5 km/dan u uvjetima velikih voda.

## III zaštitna zona

Granica III. zaštitne zone izvorišta omeđuje teren od vanjske granice II. zaštitne zone do linije od koje je podzemnoj vodi potrebno najmanje deset (10) dana tečenja do vodozahvata.

U izuzetnim slučajevima, III. zaštitna zona može se ustanoviti i za one dijelove sliva, koji se nalaze izvan navedene granice u kojima prividna brzina tečenja podzemne vode iznosi od 1,0 do 2,5 km/dan u uvjetima velikih voda.

#### IV zaštitna zona

Granica IV. zaštitne zone izvorišta omeđuje teren od vanjske granice III. zaštitne zone do hidrogeološke granice sliva izvorišta.

Prema navedenom Pravilniku, hidrogeološke značajke sliva, brzina tečenja podzemnih voda te granice slivnog područja te procjene prirodne ranjivosti i ukupnog indeksa ranjivosti vodonosnika su temeljni kriteriji prema kojim se određuju zaštitne zone izvorišta.

Treba svakako naglasiti da su granice slivnog područja i brzine tečenja podzemne vode dinamička veličina i ovisna je o hidrološkom razdoblju, uvjetima prihranjivanja vodonosnika i eksploatacijskim količinama podzemne vode. Iz tog se razloga ovi parametri za definiranje zaštitnih zona utvrđuju za hidrološko razdoblje velikih voda.

Ovi podaci se određuju na temelju :

- geoloških i hidrogeoloških odnosa na širem području (granice slivnog područja);
- Hidrološkom obradom podataka koji utječu na granice sliva i brzinu tečenja podzemne vode;
- Neposrednim mjerenjem brzine podzemnog tečenja;
- Procjene indeksa prirodne osjetljivosti i indeksa ukupne opasnosti od zagađivanja i
- brzina podzemnog tečenja definiranih hidrodinamičkim modelom.

## 4. REZULTATI PROVEDENIH ISTRAŽIVANJA

### 4.1. SAŽETAK PROVEDENIH ISTRAŽIVANJA I OBRADA

Tijekom izrade elaborata obavljani su programom predviđeni istražni radovi i obrade postojećih podataka za zaštitu ovog izvorišta su:

- Prikupljena je postojeća dokumentacija i rezultati do sada provedenih istraživanja. Obavljena je raščlamba rezultata dosadašnjih provedenih istraživanja i dana je prosudba njihove uporabljivosti s obzirom na postojeće propise, a u cilju utvrđivanja zaštite podzemnih voda izvorišta i utvrditi nedostajuće podatke
- Obavljena su geološka istraživanja  
Ocjenjeno je da je potrebno obaviti dodatna geološka istraživanja na širem području. Na temelju prikupljenih podataka i rezultata dosadašnjih istraživanja urađeni su :
  - Geološka i hidrogeološka karta, mjerila 1:25 000 sa svim geološkim i hidrogeološkim značajkama
  - Geološki i hidrogeološki model – profili postavljeni u kulisnom rasporedu s prikazom stratigrafskih, litoloških, strukturnih i tektonskih podataka i njihove hidrogeološke funkcije u sklopu terena.
  - Raščlamba klimatoloških podataka  
Prikupljeni su i obrađeni klimatološki podaci za područje Prozor - Rama, prije svega o oborinama i temperatura. Za detaljniju obradu korišteni su i podaci s m.p. Mostar, te korelacijski dane značajke i za područje Prozora.
- Hidrološka istraživanja
  - Prikupljeni su raspoloživi hidrološki podaci sa mjerne postaje Prozor i prikazani rezultati maksimalnih, srednjih i minimalnih protoka.
  - Provedena su dva trasiranja podzemnih i dana je interpretacija dobivenih rezultata
  - Obradjeni su svi rezultati geoloških i hidrogeoloških istraživanja. Dana je cjelovita hidrogeološka interpretacija i definirati hidrogeološki model slivnog područja s prikazom
    - hidrogeoloških razvodnica,
    - uvjeta prihranjivanja podzemnih voda,
    - temeljnih pravaca podzemnih tokova i
    - brzinom podzemnog tečenja.
  - Hidrogeološki model definiran geološkom – hidrogeološkom kartom i profilima postavljenih u kulisnom rasporedu. Uz sve podatke, na modelu su jasno naznačeni pravci primarnih i sekundarnih podzemnih tokova.
  - Kvalitativna ispitivanja podzemne vode na izvorištu Krupić.  
Za razdoblja velikih, srednjih i malih voda obavljena su ispitivanja fizikalno-kemijskih i bakterioloških značajki podzemne vode.  
Dane su standardne obrade rezultata. Novim ispitivanjima obuhvaćeni su: utrošak  $\text{KMnO}_4$ ; sadržaj klorida, sulfata, amonijaka, nitrita, nitrata, pH vrijednost i



temperatura. U uzorcima za razdoblje velikih voda obavljena su i ispitivanja sadržaja teških metala, deterđanata i pesticida.

Bakteriološkim ispitivanjima u navedenim razdobljima obuhvaćeni su :

- broj koliformnih bakterija
  - broj koliformnih fekalnih bakterija i
  - ukupan broj koliformnih klica u sirovoj neobrađenoj vodi.
- 
- Definirana je bilanca podzemnih voda. Na temelju svih podataka dobivenih hidrološkim i hidrogeološkim istraživanjima definirana je dinamika podzemnih voda i bilanca podzemnih voda u izmijenjenim dinamičkim uvjetima.
  - Utvrđen je indeks prirodne osjetljivosti i indeks ukupnog rizika
  - Definirane su zone erozivnih procesa na slivnom području.
  - Definirane su vegetacijske karakteristike na slivom području.
  - Izrađen je katastar postojećih i potencijalnih izvora zagađenja. Prikupljeni su i obrađeni dosta oskudni podatci o žiteljima, izgrađenih stambenih i gospodarskih objekata na području sliva s definiranim trendom njihovog prirasta uz suglasnost i suradnju odgovarajućih općinskih institucija.  
Prikupljeni su i obrađeni podaci stočnog fonda na području slivova s definiranim trendom njihovog prirasta  
Prikupljanje podataka o odlagalištima svih vrsta otpada i značajkama njihovog unosa u podzemlje.
  - Izrađen je i Prijedlog odluke zaštitnih zona podzemnih voda za izvorište Krupić u skladu s Pravilnikom o načinu utvrđivanja zona sanitarne zaštite i zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta za javno vodosnabdjevanje stanovništva.

## 4.2. REZULTATI GEOMORFOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA

### 4.2.1. Morfološke značajke

#### Morfološke značajke užeg područja

Vrelo Krupić je krško razbijeno vrelo sa najvećim osnovnim vrelom i nekoliko manjih vrela na prostoru od oko 50 m<sup>2</sup>. Vrelo se nalazi na koti 240 – 245 m u uvali Klanci formirana u produžetku povremenog bujičnog toka sa južne strane Krmske glave. Od vrela Krupić je stalni tok koji se nizvodno oko 750 m ulijeva u Ljubunačku rijeku.

Istaknutiji morfološki oblici na ovom području su uzvišenje-brdo Krmska glava sa najvišom kotom 770,9 m, a zapadnije je uzvišenje Bandir sa nakvišom kotom 859 m.

Hidrografiju ovog područja čine stalni tok Krupić i istočno je Ljubunačka rijeka. Povremeni tok, uglavnom bujičnog karaktera je Dragić potok.

Osim vrela Krupić, koje je po stalnosti i izdašnosti najveće vrelo na ovom području, nizvodnije se nalazi vrelo Perići sa slivom koji pripada masivu Troglav koji se nalazi istočno od Ljubunačke rijeke, te izvor Vidovići sa slivom iz područja Here. Nešto istočnije je izvor Rakina voda sa slivom iz područja masiva Gradac te dva mala izvora u području ispod Gornjih Blaca.

Izvori rijeke Rike su udaljeni oko 3 km sjeveroistočno od Krupića sa slivom koji pripada masivu Gorače sa njegove sjeveroistočne strane.

### Morfološke značajke šireg područja

Morfološkim prikazom obuhvaćeno je šire područje mogućeg liva vrela Krupić. Područje je planinskih obilježja i pripada masivu Crni Vrh koji graniči sa istočne strane dolinom i tokom rječice Tuščica, sa sjeveroistočne strane rijekom Vrbas, sa zapadne strane je dolina Žlib i dijelovima masiva Rust, Pidrišnica, Sajina planina, te sa jugozapadne strane prozorskom kotlinom i dijelom kotline Gmić.

Najviše kote na ovom izdvojenom području su Crni vrh 1375, Zgon 1370 m, Ripišće (1371 m) i Tičevo (1189 m)

U morfološkom pogledu na ovom prostoru se razlikuju tri znakovite morfološke jedinice.

Šire područje Crnog vrha ima dvije morfološke jedinice, južni i sjeverni blok. Razdvojene su dolinama Omanjac i Medveđi – Ravni potok.

Južni blok obuhvaća masive Sljeme sjeverno od samog vrela Krupić sa istaknutim pojedinačnim masivima Zgon, Golušnica, Debelo brdo i Stubić i najvišim kotama iznad 1300 m. Znatan dio površine ovog bloka prekriven je glacijalnim nanosom preko okršenih vapnenaca i pripada području tzv. pokrivenog krša.

Sjeverni blok ima značajke visoravni sa visinama između 1100 i 1200 m.n.m., **okršen je i najvećim dijelom prekriven glacijalnim materijalom debljine veće od 2 m..**

Treći morfološki blok je zapadno od doline Žlib u kojem dominiraju intenzivno okršena visoravan Glavoč sa visinama između 900 i 1000 m.n.m., zatim masiv Rust i masiv Pidrišnica.

#### **4.2.2. Hidrografska mreža**

Hidrografsku mrežu čine rijeka Vrbas i stalni tok Tuščica sa istočne i sjeveroistočne strane, te manji tok Trlica na zapadnom dijelu terena.



Sl.3. Ponor potoka Hladne vode

Na području južnog bloka Crnog vrha postoji nekoliko kraćih manjih tokova koji potječu iz nekoliko stalnih izvora, a nastali su postupnim odcjeđivanjem iz higroskopskih glacijalnih naslaga. Stvoreni manji tokovi vrlo brzo poniru u izuzetno okršanim vapnencima preko ponora i vrtača. Tu svakako treba navesti izvore Klada, Dobre vode, Bile vode, zatim izvor Dragić i potok Dragić koji ponire na ulasku u Dragić klanac. Na zapadnom dijelu ovog južnog bloka je značajan izvor Hladne vode sa tokom dužine nekoliko stotina metara te nekoliko manjih izvora čije se vode gube u okršano podzemlje preko ponora i vrtača (Repušnica, Stubić).

Svi ostali tokovi su povremeni i javljaju se samo u uvjetima vrlo velikih i dugotrajnih oborina u hidrološkim razdobljima velikih voda.

#### **4.2.3. Intenzitet okršivosti na površini terena**

Zadaća istraživanja okršivosti površine sliva vrela Krupić je da se dobije jasnija slika o karakteristikama i intenzitetu infiltracije površinskih voda u podzemlje, odnosno uvjeta prihranjivanja podzemnih voda. To su ujedno i elementi koji uz ostale prikupljene informacije, omogućuju rekonstrukciju okršavanja u podzemlju pozicije podzemnih tokova. Iz geomorfološke obrade (prikazana na prilogu 1.) koja je obuhvatila razradu intenziteta okršavanja stijena na površini terena izdvojeno je četiri kategorije:

- zone boginjavog krša
- zone jakog okršavanja,
- zone okršavanja i
- zone pokrivenog krša.

Zonom boginjavog krša obuhvaćene su površine sliva sa vrlo razvijenim krškim pojavama, velikih gabarita i gustoće. Za ove prostore vezana je vrlo jaka infiltracija voda u podzemlje bez pojava površinskog otjecanja, a rijetke pojave manjih otjecanja uglavnom su posljedica nešto debljeg sloja slabije vodopropusnog humusnog pokrivača.

Zona jakog okršavanja su površine na kojim se mjestimično pojavljuju uglavnom vrtače manjih gabarita i rijetkim pojavama tečenja samo u razdobljima ekstremno velikih i dugotrajnijih oborina. I ovdje postoje rijetke pojave manjih otjecanja koja su uglavnom posljedica nešto debljeg sloja slabije vodopropusnog humusnog pokrivača

Zona okršavanja su površine na slivu koji uglavnom zbog morfoloških uvjeta (strmije padine površine terena) nemaju razvijene vrtače, ponore ili jame. U ovoj zoni je razvijena vrlo jaka pukotinska poroznost sa pojavama kavernoznosti uz jače pukotine ili rasjede. Povremeni površinski tokovi su rijetki i vezani su samo za hidrološko razdoblje vrlo velikih voda.

Zona pokrivenog krša su dijelovi površine sliva na kojim su okršene stijene prekrivene slabo vodopropusnim naslagama, uglavnom glacijalnim zaglinjenim valuticama i drobinom, a mjestimično su to i laporovite naslage miocena. Glacijalne naslage imaju značajnije svojstvo higroskopsnosti, a što rezultat zadržavanja i polaganog odcjeđivanja što je rezultat pojave većeg broja manjih i stalnih izvora po obodu tih naslaga čije se vode infiltriraju u podzemlje preko većeg broja ponora i ponorskih zona.



*Sl.4. Higroskopnost glacijalnih naslaga i veliki broj mjesta njihovog ocjeđivanja su značajan doprinos prihranjivanju podzemnih voda izvorišta Krupić*

## **4.3. REZULTATI GEOLOŠKIH I HIDROGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA**

### **4.3.1. Rezultati geoloških istraživanja**

#### Geološka građa i hidrogeološke karakteristike slivnog područja vrela

Slivno područje krškog vodonosnika koji se prazni preko vrela Krupić u stratigrafskom smislu izgrađuju stijene paleozojske, mezozojske i kenozojske starosti, različitih litoloških svojstava i hidrogeoloških funkcija. Dominantno površinsko, a vjerojatno i prostorno rasprostranjenje u okviru sliva imaju sedimenti mezozojske i trijaskne starosti. Gornji i srednji trijas, u litološkom smislu, izgrađuju vapnenci, dolomitični vapnenci i dolomiti, a donjem trijasu - verfenu, klastični sedimenti: pješčenjaci, alevroliti, glinci i podređeno pločasti vapnenci.

#### Stratigrafsko-litološke karakteristike stjenovitih masa

Sjeveroistočne i istočne dijelove terena obuhvaćene hidrogeološkom kartom i profilima (pilozi 3.1. i 3.2.), odnosno rubne sjeverne i istočne dijelove sliva vrela Krupić izgrađuje metamorfno-klastični kompleks stijena paleozojske starosti. Južne i jugozapadne konturne dijelove sliva izgrađuju sedimenti kenozojskog razdoblja, miocenske starosti, uglavnom u klastičnoj faciji. Neposrednu granicu hidrogeološkog sliva izvora Krupić na cijelom području izgrađuju srednje trijaski, bankoviti do masivni dolomiti i dolomitični vapnenci. Površinu hidrogeološkog sliva izgrađuju vapnenci i podređeno dolomitični vapnenci gornje trijaskne starosti.

Najstarije tvorevine u građi terena šireg područja sliva predstavlja kompleks metamorfnih stijena silursko-devonske starosti (S,D?). U području istraživanog terena paleozojski metamorfiti izgrađuju teren uglavnom na desnoj dolinskoj strani rijeke Vrbasa, a predstavljeni su liskunovito-kvarcnim i liskunovito-kvarcno-grafitičnim škriljcima, meta pješčenjacima, brečastim subgrauvakama i podređeno vapnencima i mramorima. Može se pretpostaviti da su metamorfiti silurske starosti, klastiti, sa lećama vapnenaca i mramora, donje devonske starosti pošto preko njih, u normalnom odnosu, leže vapnenci srednje devonske starosti. Vapnenci srednje devonske starosti izgrađuju krajnje sjeveroistočne dijelove terena, obuhvaćenog geološkom i hidrogeološkom kartom, na desnoj dolinskoj strani rijeke Vrbasa.

Gornje permski sedimenti (**P<sub>3</sub>**) istaloženi su transgresivno i diskordantno preko silursko-devonskih metamorfita i klastita i devonskih vapnenaca. Ovo upućuje na zaključak

da su od srednjeg devona do gornjeg perma na ovom dijelu terena bili kontinentalni uvjeti. Klastiti gornje permske starosti (glinci, pješčenjaci, sitnozrni konglomerati) izgrađuju teren slivnog područja izvorišta rijeke Vrbas i sa verfenskim klastitima čine istočnu i jugoistočnu baznu konturu sliva krške akumulacije voda koja se drenira u području izvora Krupić. U okviru vertikalnog stupa permskih sedimenata mogu se, sa aspekta granulometrijskih karakteristika, generalno izdvojiti dva horizonta: stariji (donji) u okviru koga su sitnozrni sedimenti, glinci i pješčenjaci, uglavnom kvarcnog sastava (lokalno ovaj horizont je i metamorfiran) i mlađi (gornji) u okviru koga dominantnu zastupljenost imaju krupnije frakcije, konglomerati i lokalne breče, sa proslojcima karbonata.

Donje trijaski sedimenti (kvacni crveni pješčenjaci, glinci, alevroliti i lokalno sivi vapnenci) istaloženi su kontinuirano preko permskih, također u klastičnoj faciji, pa je dosta otežano izvršiti stratigrafska razdvajanja između perma i donjeg trijasa odnosno između paleozoika i mezozoika, što istovremeno upućuje na zaključak da su na ovom dijelu terena bili isti sedimentacioni odnosno geološki uvjeti na prijelazu između paleozoika i mezozoika. Mezozojski sedimenti za razliku od paleozojskih, koji izgrađuju krajnje istočne dijelove istraživanog terena, imaju dominantno površinsko rasprostranjenje u građi terena u širem području Prozora.

Izuzimajući donji trijas, verfen, u razdoblju mezozoika na ovom dijelu terena istaloženi su uglavnom vapnenci, dolomitični vapnenci i dolomiti.

Srednji trijas (**T<sub>2</sub>**) koji je u širem području sliva vrela Krupić predstavljen bankovitim do masivnim dolomitima i dolomitičnim vapnencima koji bočno prelaze u masivne vapnence, nema dovoljno fosilnih podataka da se stratigrafski razdvoje anizik i ladinik.

Sedimenti gornje trijaskе starosti (**T<sub>3</sub>**), kao što je već navedeno, izgrađuju više od 95% sliva krške akumulacije voda koja se drenira na izvoru Krupić. Gornji trijas izgrađuju bankoviti do masivni vapnenci koji lokalno prelaze u dolomitične vapnence i dolomite.

Sedimenti jurske starosti, tanko slojeviti vapnenci tamno smeđe boje sa lećama masivnih dolomita, imaju vrlo ograničeno rasprostranjenje u jugozapadnom dijelu sliva vrela Krupić.

Jurski sedimenti su u tektonskom kontaktu sa starijim sedimentima, ograničenog su rasprostranjenja pa nemaju bitnog utjecaja na hidrogeološke karakteristike u okviru sliva.

Sedimenti kenozojske periode, miocenske (M<sub>2,3</sub>) starosti, u klastičnoj- vapnenačkoj faciji: lapori, gline, ugalj, konglomerati, breče, tanko slojeviti žućkasti vapnenci, izgrađuju južne i jugozapadne konturne dijelove sliva.



Miocenski sedimenti imaju relativno malo površinsko rasprostranjenje u sklopu istraživanog terena ali su po svojoj strukturno-tektonskoj poziciji u sklopu građe terena i prevladavajućom hidrogeološkom funkcijom bitan činilac za akumuliranje voda u zoni trijaskih vapnenaca i njihovo dreniranje na mikrolokalitetu vrela Krupić.

Kvartarni sedimenti glacijalnog porijekla izgrađuju znatan dio reljefa terena u centralnom dijelu sliva i u užem području vrela Krupić. Glacijalni sedimenti izgrađeni su od eruptiva, pješčenjaka i škriljaca, pa se može usvojiti zaključak da je glacijalni materijal uglavnom porijeklom sa područja rasprostranjenja paleozojskih stjenovitih masa odnosno, u recentnim uvjetima, sa desne dolinske strane rijeke Vrbasa. Debljina glacijalnih sedimenata je neujednačena, a može se pretpostaviti da im je srednja debljina veća od 30 metara u centralnom dijelu sliva, te najviše do 10 m u područjima bliže izvorištu .

### Strukturno-tektonske karakteristike terena

Strukturne karakteristike terena posljedica su dva orogenetska ciklusa: varicinskog i alpskog. Paleozojski sedimenti uglavnom su ubrani i djelomično metamorfizirani prije taloženja mezozojskih sedimenata. Mezozojski sedimenti u razdoblju alpske orogeneze pored ubiranja pretrpjeli su i znatne tektonske deformacije duž razloma pravca pružanja SZ-JI. U okviru ovog orogenetskog ciklusa, pored ubiranja i razlamanja izvršena su i značajna horizontalna kretanja uglavnom krutih karbonatnih blokova preko klastita i metamorfita.



*Sl. 5. Relativno veliki nagib dolomitičnih vapnenaca ( $T_2$ ) u desnom bloku prema regionalnom rasjedu*

Detaljniju raščlamba sekundarnih boranja je zbog znatne pokrivenosti i nepristupačnosti terena urađena na temelju informacija prikupljenih fotogeološkom obradom aero snimaka te sa dijelova pristupačnih područja terenskim mjerenjima.

Strukturni oblici imaju generalno pružanje SSZ – JJI. Prostorom dominiraju dvije veće sinklinale od kojih je jedna približno duž pravca Metlika – Turaljevine – Debelo Brdo prema Gmićima gdje je prekrivena glacijalnim površinskim naslagama. Pored gornje trijaskih izrazito okršanih vapnenaca pojavljuju se i jurski okršeni vapnenci te okršeni dolomitični vapnenci srednjeg trijasa.

Približno duž puta Prozor – G. Vakuf uz veliki regionalni rasjed se javlja strukturna forma slična sinklinali, nastala kako posljedica razlamanja i ubiranja trijaskih naslaga. Duž ovog pravca vrlo okršene trijaskie naslage su dosta duboko ispod površine terena i generalno zaliježu u pravcu jugoistoka, odnosno u pravcu vrela Krupić.

Nešto manje izražene sinklinalne forme su formirane na pravcima Beškotine – Zgon – klanac Dragić potoka kao i na pravcu Lokve – Brizovača – Varovice.

Na krajnjem jugoistoku su ove forme presječene velikim regionalnim rasjedom na pravcu Čurići – Kormani - G. Blace, a koji ima znakovitu drenirajuću funkciju podzemnih voda sa sjeveroistočnog dijela sliva i koje se usmjeravaju prema vrelu Krupić.

### 4.3.2. Rezultati hidrogeoloških istraživanja

#### Hidrogeološke značajke šireg područja

Bitne hidrogeološke značajke terena na temelju kojih se mogu definirati zaštitne zone su:

- Hidrogeološke jedinice i njihova funkcija u sklopu terena;
- Hidrogeološke razvodnice;
- Pravci podzemnog tečenja, i
- brzine tečenja podzemnih voda.

#### Hidrogeološke jedinice i njihova funkcija u sklopu terena

##### Hidrogeološki kolektori

Hidrogeološkim kolektorima pripadaju karbonatne vapnenačke i vapnenačko-dolomitične naslage srednjeg ( $T_2$ ) i gornjeg trijasa ( $T_3$ ). Jurske vapnenačke naslage koje se mjestimično pojavljuju u jezgri velikih sinklinala također pripadaju kolektorima.

Gornje trijaskie i jurske naslage imaju vrlo razvijenu kavernožnu poroznost sa pojavom svih krških fenomena, poglavito velikih ponora, ponorskih zona i jama, te relativno brzim podzemnim tokovima.

Srednje trijaskie vapnenačko-dolomitične stijene imaju međutim vrlo razvijenu pukotinsku poroznost, a u zoni većih pukotina i rasjeda i dosta razvijenu kavernožnost. Posljedica ovako razvijene poroznosti je nedostatak površinskih bilo kakvih tečenja na znatnom dijelu prostora koje ove naslage obuhvaćaju.

##### Hidrogeološki izolatori

Hidrogeološkim izolatorima pripadaju stijene paleozojske starosti, silursko-devonski škriļjski ( $S,D$ ) i permski klastiti ( $P_3$ ), koje izgrađuju krajnje istočne dijelove terena. Analogno strukturno-tektonskoj poziciji paleozojskih stjenovitih masa u građi terena prevladavajuća im je funkcija podinskih hidrogeoloških izolatora i bočne hidrogeološke barijere kada su tektonskim procesima dovedeni u istu hipsometrijsku razinu sa okršenim trijaskim stijenama. U recentnim uvjetima shodno poziciji korita rijeke Vrbas, paleozojski matamorfiti i klastiti odnosno njihova hidrogeološka funkcija nama bitnog utjecaja na osnovne parametre koji reguliraju režim obnavljanja i akumuliranja krških voda koje se dreniraju prema vrelu Krupić.

Donje trijaski klastiti: pješčenjaci, glinci, alevroliti i vapnenci, kao geološko tijelo izdvojeni su u kategoriju stjenovitih masa sa promjenjivim funkcijama kolektora i izolatora u izmjeni. U sklopu terena ove naslage imaju prevladavajuću funkciju podinskih hidrogeoloških izolatora za vode u zoni krških kolektora formiranih u srednje i gornje trijaskim karbonatima. Hidrogeološka funkcija donje trijaskih klastita i njihova prostorna pozicija u sklopu građe terena osnovni je preduvjet za formiranje akumulacije voda u krškom kolektoru trijaskih stijena i za njeno dreniranje u području vrela Krupić.

U sjeverozapadnim dijelovima terena obuhvaćenog kartom gdje postoje značajna vertikalna pomjeranja blokova stjenovitih masa, odnosno gdje su u istu hipsometrijsku razinu dovedeni verfenski klastiti i srednje trijaski dolomiti i dolomitični vapnenci, klastiti imaju svojstvo bočne hidrogeološke barijere.

Prevladavajućim hidrogeološkim izolatorima, u sklopu terena pripadaju i relativno debele glacijalne naslage (preko 30m mjestimično) izgrađenih od raspadnutih škriljaca, pješčenjaka i škriljaca sa samcima i valuticama vapnenaca i eruptiva. Sa svojom međuzrnim i kapilarnom poroznošću ova naslage imaju izražene higroskopne značajke što rezultira pojavom većeg broja stalnih izvora i pištelina tijekom cijele godine, tako i u sušnim hidrološkim razdobljima.

#### Stijene sa promjenjivom funkcijom hidrogeološkog kolektora i izolatora

Miocenski ( $M_{2+3}$ ) sedimenti: laporci, gline, ugalj, pješčenjaci, konglomerati, breče i vapnenci imaju relativno malo rasprostranjenje u području istraživanja i to zapadno i jugozapadno od vrela Krupić. Shodno preovlađujućim litološkim karakteristikama izdvojeni su u kategoriju slabo vodopropusnih stjenovitih masa. Prevladavajuća im je funkcija relativne bočne barijere za vode u zoni trijaskih karbonata, a na dijelovima terena gdje su tektoniki dovedeni u istu hipsometrijsku razinu, imaju funkciju i povlatnih izolatora u uvjetima kada leže preko karbonata.

Miocenski klastiti shodno strukturno-tektonskoj i hipsometrijskoj poziciji u građi terena uz verfenske klastite čine osnovni preduvjet kako za formiranje krške akumulacije voda na području Makljena tako i za njeno osnovno pražnjenje u području vrela Krupić.

#### Hidrogeološke razvodnice

Hidrogeološke razvodnice kojim je definiran sliv vrela Krupić predstavlja granicu na površini i podzemlju sa koje sve vode u hidrološkom razdoblju velikih voda otječu kroz podzemlje prema vrelu Krupić. Razvodnice su hidrogeološke (površinske i podzemne), a mjestimično su orografske u području slabo propusnih i vodonepropusnih naslaga.

Istočno od vrela Krupić razvodnica obuhvaća neposredne nizvodne dijelove okršenih vapnenačkih naslaga srednjeg i gornjeg trijasa ( $T_2$  i  $T_3$ ) do naslaga škriljaca donjeg trijasa između Kukrike i Hurije. Dalje, duž istočne strane, ona je površinska hidrogeološka približno duž kontakta škriljaca i dolomitičnih vapnenaca ( $T_1$  i  $T_2$ ). U sjeveroistočnom dijelu sliva razvodnica se pruža duž tjemena srednje trijaskе antiklinale koja je ujedno i morfološka razvodnica na uzvišenju Zavišće i sa čijeg sjeveroistočnog krila se dreniraju podzemne vode prema izvoru na lijevoj obali Tuščice. Razvodnica obuhvaća dio Milanovića dolca i dalje duž sjeveroistočne padine Borja i padine prema Trlici na kotama oko 900 m. Dalje se razvodnica pruža dijelom toka Trlice, djelomično kao hidrogeološka podzemna razvodnica duž tjemena srednje trijaskе antiklinale i obuhvaća intenzivno okršeno područje Zastalača i Zagradinja, te



jako okršeno područje Pale. Dalje se pruža prema Kešutici i Križu te prema kontaktu trijaskih (mjestimično i jurskih  $J_{1+2}$  i  $T_3$ ) vapnenaca i miocenskih ( $M_{2,3}$ ) slabo propusnih laporovitih naslaga i funkcijom bočne barijere, gdje se kao površinska hidrogeološka pruža duž njihovog kontakta sve do područja Gmić na kojem su deblji slojevi pokrovnih vodonepropusnih glacijalnih naslaga. Razvodnica u ovom području je postavljena kao površinska orografska tako da obuhvati sva površinska otjecanja prema vrelu Krupić.

### Pravci podzemnog tečenja

Slivno područje izvorišta Krupić je izgrađeno od izrazito okršenih gornje trijaskih masivnih i bankovitih vapnenaca i srednje trijaskih dolomitičnih vapnenaca, dolomita i vapnenaca. Kao prevladavajući izolatori su donje trijaski i paleozojski škriljci koji u sklopu terena imaju prevladavajuću funkciju podinskog hidrogeološkog izolatora i bočne barijere. Miocenske laporovite naslage u sklopu terena imaju prevladavajuću funkciju bočne hidrogeološke barijere, mjestimično i pokrovnog izolatora.

Ovi geološki i hidrogeološki odnosi su pretpostavke da se niz krila stvorenih struktura i duž tektonskih lomova formiraju pravci cirkulacije podzemnih voda, odnosno i pravci razvoja okršavanja stijena. U takvom hidrogeološkom sklopu se u jezgrama sinklinala formiraju koncentracije podzemnih voda koje se dalje kreću u pravcu njihovog podužnog zalijeganja, odnosno u ovom slučaju prema JI, odnosno izvorištu Krupić.

Rekonstrukcijom strukturnih i tektonskih podzemnih oblika uočljive su dvije velike sinklinalne strukture (prilozi 2.1.; 2.2.; 3.1. i 3.2.). Jedna je približno duž pravca puta Prozor – G. Vakuf, vrlo je velika i sa izrazitim zalijeganjem u pravcu JI. Zbog postojanja velikog regionalnog rasjeda duž njene jezgre više podsjeća na tzv. kvazi sinklinalu. Jezgru joj čine vrlo okršeni masivni vapnenci koji dosta duboko zaliježu u pravcu jugoistoka. Zasigurno se radi o zoni vrlo jakog otjecanja podzemnih voda.

Druga velika sinklinala je duž pravca Metlika – područja Krča i Debelog Brda. Ove dvije sinklinalne forme se u području Gmić – Naukovići (područje pokrivenog krša) sučeljavaju i usmjeravaju podzemne vode prema izvorištu Krupić. Ova sinklinala je dosta ispresijecana podužnim i poprečnim rasjedima što sve zajedno čini okolnosti za vrlo jaku koncentraciju podzemnih voda, a relativno velike visinske razlike (uglavnom preko 400 m) i brzo podzemno otjecanje u pravcu vrela Krupić. Na ovakav zaključak upućuju raspored zona najintenzivnijeg okršavanja na površini terena i rezultati obavljenih trasiranja podzemnih voda.

Zapadno od doline Žlib postoji također jedna sinklinala u području Predriš (zona boginjavog krša) sa zalijeganjem u pravcu jugoistoka gdje se stapa u veliku kvazisinklinalu. Dalje prema jugoistoku područje zapadno od Žliba i Makljena predstavlja sjeveroistočno krilo velike antiklinale sa dosta strmim padom slojeva prema središnjem rasjedu, odnosno primarnom pravcu tečenja podzemnih voda. Veći nagib slojeva ujedno je uvjetovao i dosta izraženu infiltraciju tako da je ovaj dio terena vrlo oskudan povremenim površinskim otjecanjima. Bočnom barijerom miocenskih naslaga podzemne vode iz ovog primarnog toka se usmjeravaju prema užem području vrela Krupić, a u zonama intenzivne razlomljenosti poprečnim lomovima i prema izvorima Stdenac, Lavarda i dr.

Od ostalih sinklinalnih formi duž kojih postoji mogućnost formiranja zone koncentracije i intenzivnije otjecanje podzemnih voda su na pravcu Beškotine – Zgon – Dragića klanac te duž relativno manje sinklinalne iz pravca Brizovac – Varovice – Dobroša.

Približni pravci tečenja podzemnih voda na izdvojenom slivu prikazani su na hidrogeološkoj karti (prilog 3.1.).

#### **4.3.3. Rezultati trasiranja i brzine tečenja podzemnih voda.**

U cilju potvrđivanja rekonstrukcije pravaca podzemnih tokova i brzina tečenja podzemnih voda na slivnom području izvorišta Krupić su obavljena dva trasiranja. Jedno trasiranje obavljeno je ponoru Dragić potoka, a drugo na ponoru potoka Hladne vode.

##### Trasiranje podzemne vode na ponoru u Dragića potoku

Trasiranje podzemne vode na ponoru Dragića potoku obavljeno je 04. 5 2011 godine u 12 sati. Zbog relativno male udaljenosti do izvorišta (2,4 km), a kako bi se izbjeglo obojenje vode u vidljivom spektru, išlo se na varijantu trasiranja sa manjom količinom trasera ali i registracijom koncentracije trasera pomoću visoko osjetljivog elektronskog fluorometra (preciznosti većoj od 10-5 mg/l).

Protok poniruće vode je iznosio cca 1 l/s. Također je grubom prosudbom ocjenjeno da je izdašnost vrela Krupić oko 1 m<sup>3</sup>/s. (Slika na naslovnoj strani).

Praćenje dolaska trasera obavljeno je samo na vrelu Krupić, s obzirom da ostali izvori u blizini nisu pripadali istom slivnom području.

Nulti uzorak uzet je na izvorištu prije unosa trasera u podzemlje.

##### Rezultati trasiranja

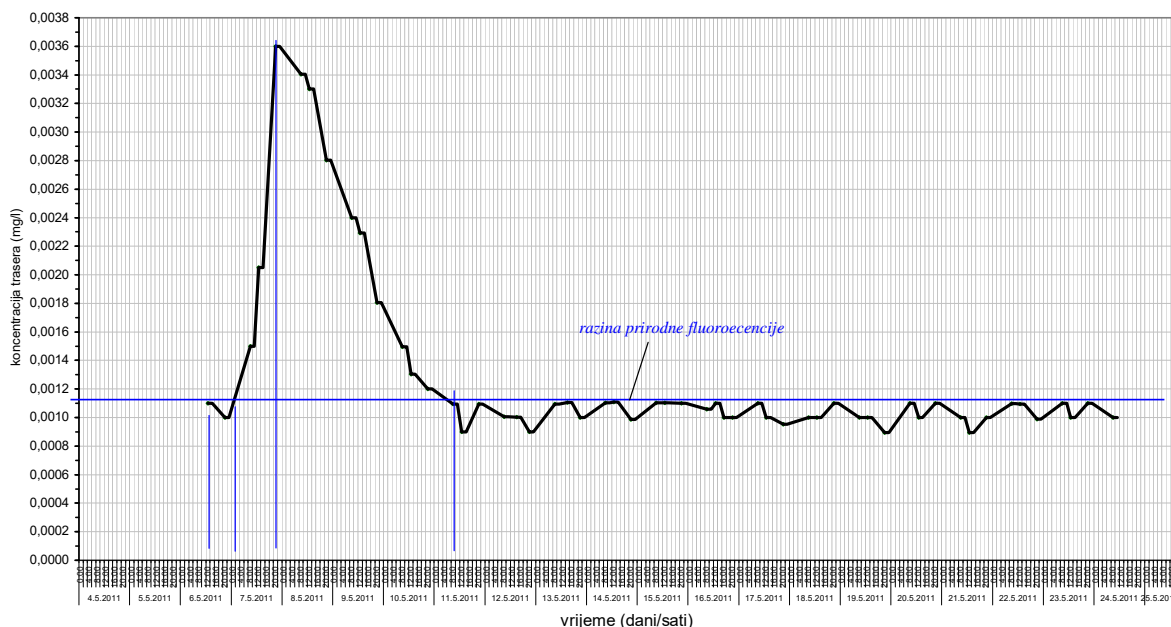
Analizom uzoraka nakon unosa trasera u ponor Dragić potoka, konstatirana je pojava trasera na vrelu Krupić.



*Sl. 6. Unos trasera u ponor u Dragić potoka*

Prva pojava trasera je nakon 12 sati s maksimalnom koncentracijom od 0,0036 mg/l nakon 32 sata. Istjecanje trasera je trajalo do 11. 5. 2011 u 8 sati, odnosno ukupno je trajalo tri dana i 12 sati. (Sl. 7.)

IZVORIOŠTE KRUPIČ  
rezultati trasiranja podzemne vode preko ponora u Dragića potoku



Sl. 7. Rezultati trasiranja podzemne vode preko ponora u Dragića potoku

Sažetak rezultata trasiranja je :

pojava trasera s vremenskim pomakom od 12 sati i

pojava samo jednog maksimuma - «pika» nakon 32 sata

**prividna brzina kretanja trasera kroz podzemlje od ponora do vrela Krupić za visinsku razliku od 460 m i udaljenost od 2,4 km je vrlo velika i iznosi ~ 4,9 km/dan, odnosno oko 200 m/sat**

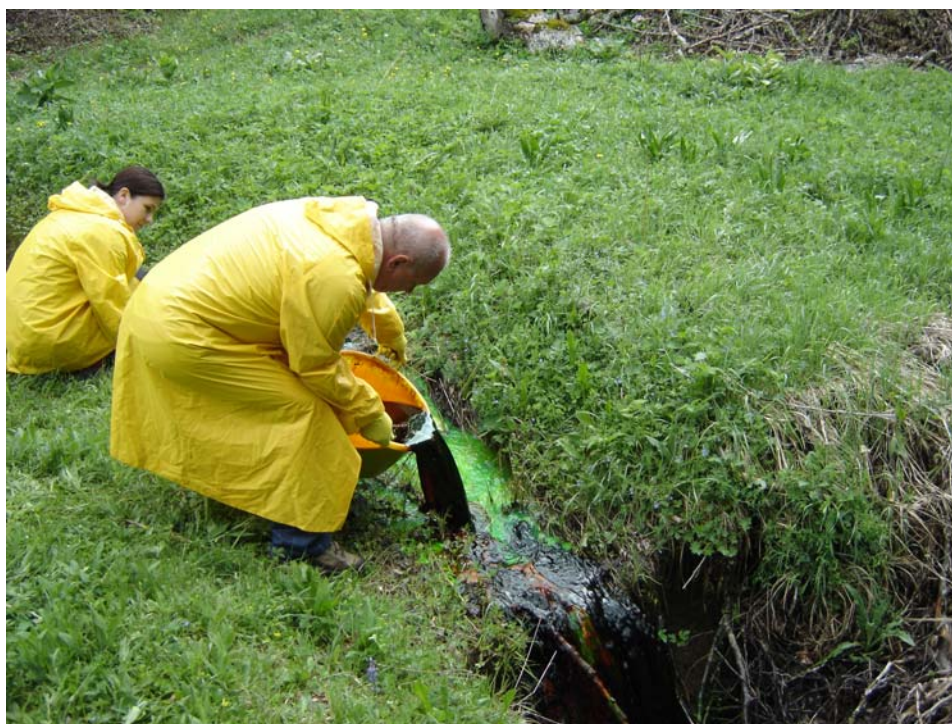
Vrlo velika brzina podzemnog tečenja trasera ukazuje na izrazito razvijenu kavernožnu povezanost ponora u Dragić potoku i praktično slobodnim tečenjem prema vrelu Krupić.

Računato preko srednjeg intenziteta koncentracije trasera (0,0009 mg/l), na vrelu Krupić je isteklo oko 60 % unesenog trasera, što se smatra uspješno provedenim trasiranjem.

#### Trasiranje podzemne vode na ponoru potoka Hladne vode

Trasiranje podzemne vode na ponoru potoka Hladne vode obavljeno je 04. 5 2011 godine u 12 sati.

Protok vode u ponor je iznosio cca 5 l/s .



Sl. 8. Unos trasera (neškodljivi natriumfluorescein) u ponor potoka Hladne vode

Nulti uzorci uzeti su na svim promatranim mjestima.

Analiza uzoraka podzemne vode rađena je na elektronskom fluorometru s preciznošću mjerenja  $10^{-4}$  mg/l.

Praćenje dolaska trasera obavljeno je na vrelima:

R.br.	Promatračka mjesta	Približni protoci $m^3/s$	Broj uzoraka u danu
	Vrelo Krupić	1	3
	Izvor Studenac (Čurići)	0,1	3
	Izvor Lavarda	0,1	3
	Izvor Kulagići	0,1	3

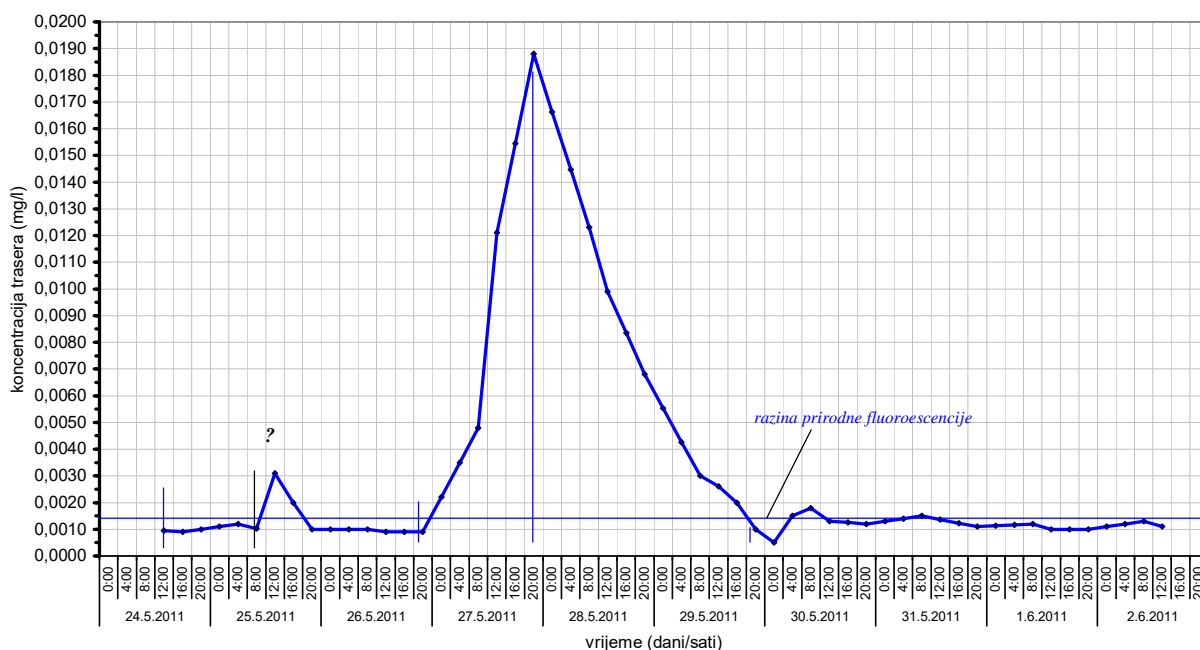
#### Rezultati trasiranja

Analizom uzoraka konstatirana je pojava trasera na vrelu Krupić u vrlo jakoj koncentraciji (90 % unesenog trasera je izašlo na ovom vrelu) te na izvorima Lavarda i Studenac (Čurići) u relativno niskim koncentracijama (koje se samo elektronski mogu registrirati).

Na izvoru Kulagići nije konstatirana pojava trasera.



IZVORIŠTE KRUPIČ  
 TRASIRANJE PODZEMNE VODE NA PONORU "Hladne vode"



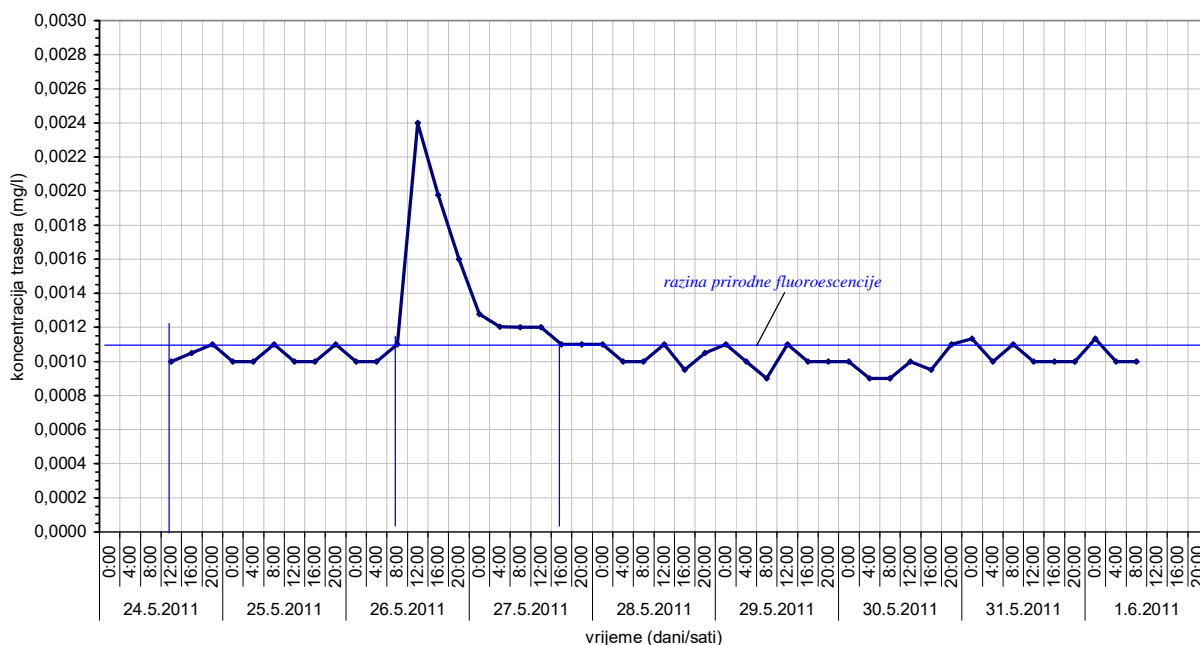
Sl. 9. Krivulja pojave trasera na vrelu Krupić

Na vrelu Krupić dobiveni su slijedeći pokazatelji :

- prva pojava trasera je nakon 56 sati,
- maksimalna koncentracija trasera je nakon 64 sata.
- Ukupno trajanje istjecanja trasera na vrelu Krupić je 72 sata.
- Srednja brzina tečenja trasera do vrela Krupić je 1,9 km/dan, odnosno 80 m/sat

Analizom uzoraka konstatiran je i jedan manji „pik“ nakon 18 sati od unosa trasera u podzemlje. Brzina tečenja trasera bi u tom slučaju iznosila oko 6 km/dan što je izuzetno velika i nerealne brzina. S obzirom da se radi o vrlo maloj koncentraciji (koju je moguće je uzrokovati nedovoljno pažljivim uzimanjem uzorka) zaključili smo da se najvjerojatnije radi u pogrešci tijekom uzimanja uzoraka. (sl. 9.)

IZVOR STUDENAC - ČURIĆI  
 rezultati trasiranja podzemne vode preko ponora potoka Hladne vode



Sl.10. Krivulja pojave trasera na izvoru Studenac - Čurići

Na izvoru Studenac (Čurići) dobiveni su slijedeći pokazatelji (Sl. 10) :

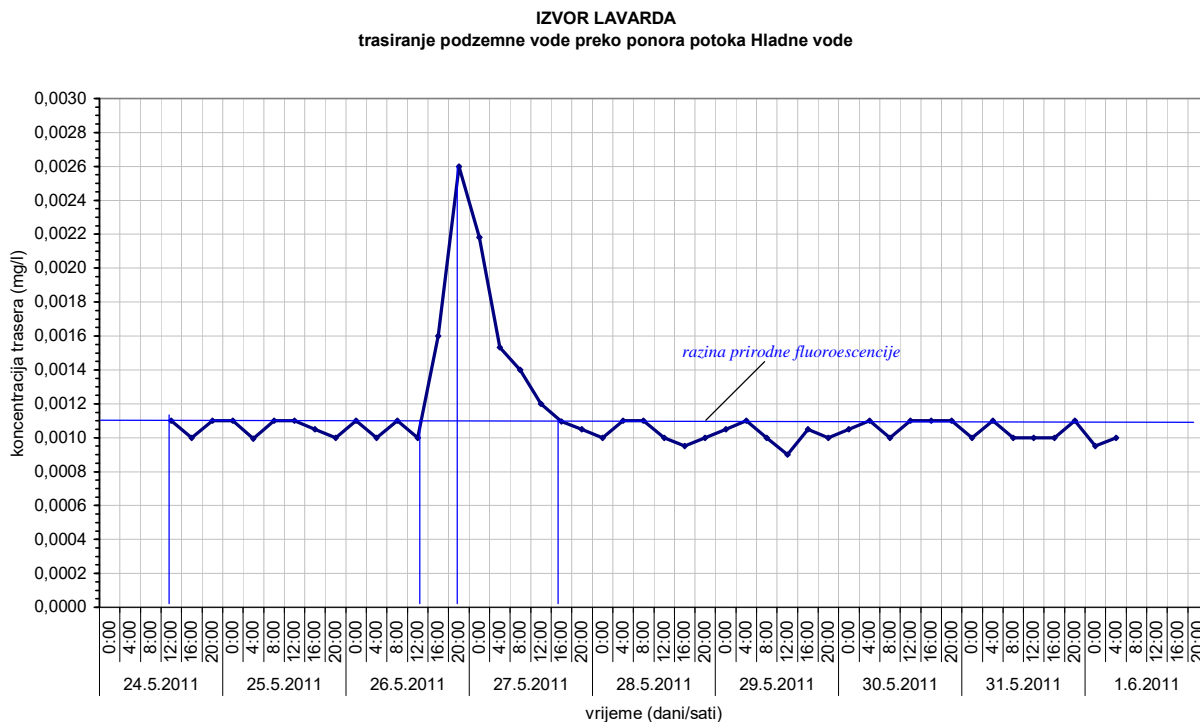
- Prva pojava trasera je nakon 44 sata,
- pojava maksimalnom koncentracijom je nakon 48 sati.
- Ukupno trajanje istjecanja trasera je 32 sata.
- Prividna brzina trasera od ponora do izvora Studenac je 0,94 km/dan.



Sl. 11. Izvor Studenac

Na izvoru Lavarda dobiveni su slijedeći pokazatelji (Sl. 12.):

- traser se pojavio nakon 48 sati,
- pojava maksimalnom koncentracijom je nakon 58 sati.
- Ukupno trajanje istjecanja trasera je 28 sata.
- Prividna brzina trasera od ponora do izvora Lavarda je 1 km/dan.

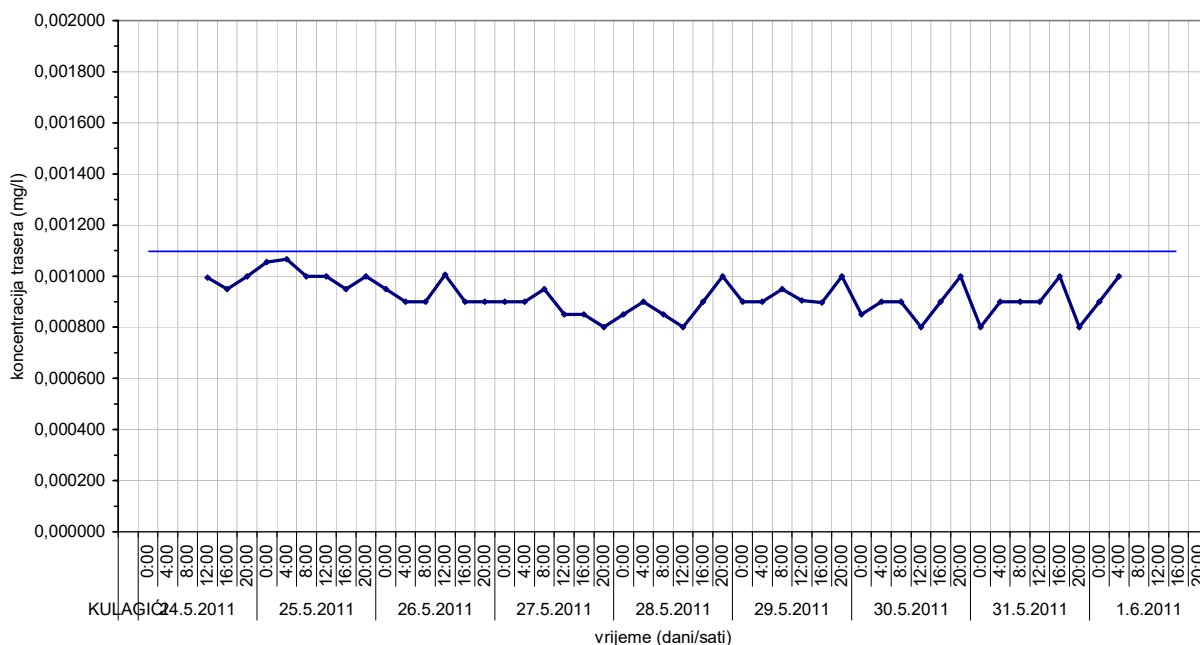


Sl. 12. Krivulja pojave trasera na izvoru Lavarda

Računato sa srednjim intenzitetom istjecanja trasera (0,009 mg/l) na vrelu Krupić je isteklo oko 65 % količine korištenog trasera, a što se smatra uspješno obavljenim trasiranjem.

Rezultati provedenih analiza uzoraka uzetih na izvoru Kulagići nisu pokazali pojavu trasera. Čak je i razina prirodne fluorescencije nešto niža od razina na ostalim točkama uzimanja uzoraka, što upućuje da su hidrogeološke značajke podsliva sa kojeg dolaze vode na ovaj izvor drugačijih litoloških značajki, vjerojatno se radi o ocjedinim vodama iz glacijalnih naslaga (Sl. 13.).

IZVOR KULAGIĆI  
trasiranje podzemne vode preko ponora potoka Hladne vode



Sl. 13. Krivulja rezultata obavljenih analiza uzoraka na izvoru Kulagići

#### 4.4. ISPITIVANJA KAKVOĆE VODE NA IZVORIŠTU KRUPIC

Uzorci sirove vode na vrelu Krupić uzeti su tri puta u tijeku izrade ovog projekta, a kojim su približno obuhvaćena hidrološka razdoblja, velikih, srednjih i malih voda.

Rezultati fizikalno kemijskih ispitivanja pokazuju da vode vrela Krupić po utvrđenim parametrima, odgovaraju standardima dobre vode za piće propisane Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (službeni glasnik BiH br. 40/10)

Prema mineraloškom sastavu, voda sadrži pretežno otopljene  $\text{Ca}^{+2}$  i  $\text{Mg}^{+2}$  karbonate i bikarbonate kao i  $\text{NaHCO}_3$  što pokazuje ujednačeni izmjereni alkalitet i ukupnu tvrdoću. Vode spadaju u srednje tvrde, a tvrdoća se kretala u ispitivanom razdoblju od 10° do 12° dH.

Indikatori organskih zagađenja kao što su utrošak  $\text{KMnO}_4$ , amonijak, nitriti i nitriti su ispod vrijednosti propisanih standardom. Sadašnja ispitivanja pokazuju da se sadržaj nitrita kretao od 0,003 – 0,01 mg  $\text{NO}_2^-/\text{l}$ , a u uzorku od 25. 5. 2011 godine utvrđen je i sadržaj amonijaka od 0,003 mg  $\text{NH}_4^+/\text{l}$ .

Usporedbom tih rezultata sa rezultatima ispitivanjima koja su obavljena 1988 godine od strane Zavoda za hidrotehniku Građevinskog fakulteta iz Sarajeva, kada sadržaj amonijaka i nitrita ni u jednom uzorku nije dokazan, dalo bi se zaključiti da je postoji trend neznatnog pogoršanja kakvoće vode u fizikalno – kemijskom pogledu, koji je još uvijek unutar granica propisanih standardom vode za piće.

U uzorku od 25. 5. 2011 godine koji je uzet nakon obilnijih kiša, utvrđena je prisutnost amonijaka kao indikatora nedavnog organskog zagađenja, sadržaj nitrita od 0,01 mg  $\text{NO}_2^-/\text{l}$  i utrošak  $\text{KMnO}_4$  od 1,92 mg  $\text{O}_2/\text{l}$  ukazuju na dosta brzu komunikaciju zagađenja sa površine terena do izvorišta.



Sadržaji teških metala (željezo, cink, olovo i dr) su znatno ispod standardom propisanih vrijednosti, a registrirane vrlo male koncentracije u razdoblju malih voda su vjerojatno vezane za mineralne nakupine koje su se u podzemlju nataložile u fazi glacijalnih procesa.

Fenoli, mineralna ulja i organoklorni pesticidi također nisu utvrđeni u sirovoj vodi ovog izvorišta.

Uspoređujući sve rezultate analiza da se zaključiti na relativno ustaljenu kakvoću za razdoblja malih, srednjih i velikih voda. Neznatna bakteriološka pogoršavanja podzemne vode na vrelu Krupić očekivati je neposredno u tijeku i nakon intenzivnih oborina, a što je rezultat brzog unosa i transporta zagađenja sa površine terena. Na to upozorava problem pojave amonijaka u jednom uzorku, koji je još uvijek daleko ispod granice propisane Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, a još više izmjerene brzine pojave trasera na izvorištu Krupić. Sve to govori o visokom stupnju ranjivosti podzemnih voda ovog izvorišta i potrebi da se što skorije uspostave mjera zaštite na slivnom području. Rezultati svi provedenih kvalitativnih ispitivanja vode su dana na priložima pod brojem 10.

#### **4.5. REZULTATI HIDROLOŠKIH MJERENJA**

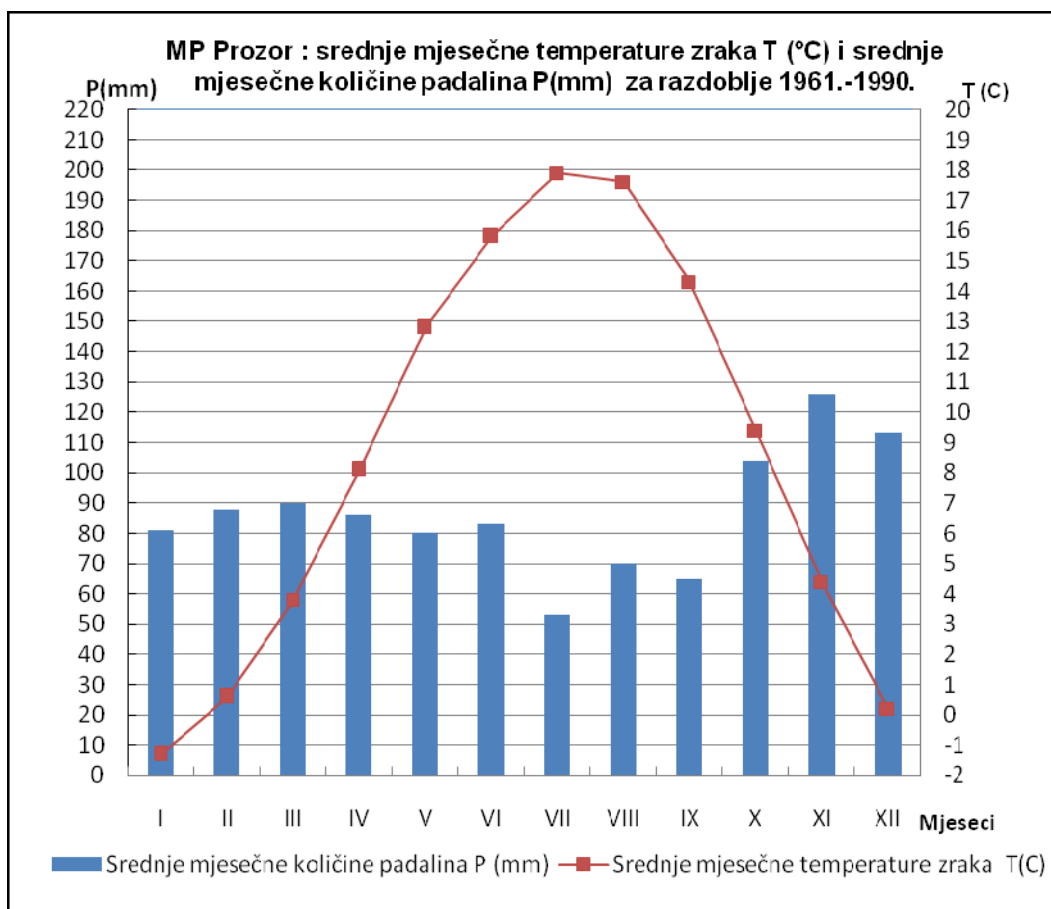
U postupku utvrđivanja zaštitnih mjera za podzemne vode vrela Krupić, koje je temeljno izvorište vodoopskrbnog sustava općine Prozor-Rama, potrebno je definirati i njegove osnovne hidrološke parametre.

Šire područje vrela vrela Krupić prema Köppenovoj raspodijeli ima obilježja umjereno tople, vlažne klime (tip Cf) s prodorima toplih struja s mediterana dolinama rijeka Neretve i Rame.

Vladaju klimatske prilike umjerene kontinentalne klime s relativno hladnim razdobljima tijekom zimskih mjeseci, te toplim i sušnim ljetnim mjesecima.

Srednja godišnja količina padalina iznosi oko 1000 - 1300 mm, a srednja godišnja temperatura oko 8 °C.

Korišteni su raspoloživi podaci s meteorološke postaje Prozor, razdoblje obrade od 1961. do 1990. godine, kao i podaci s MP Mostar kako bi se usporedili podaci o godišnjim padalinama i trendu. Podaci su dobiveni iz Hidrometeorološkog Zavoda Sarajevo.



Sl. 14. Srednje mjesečne temperature zraka i srednje mjesečne padaline za MP Prozor mjerno razdoblje 1961 – 1990.

Meteorološka postaja Prozor, s obzirom na svoj položaj, mjerodavna je za definiranje količine padalina na slivu vrela tj. za „hidrološko praćenje oborina na slivu“. Temeljem podataka s postaje koja je u kontinuitetu radila od 1961. do 1990. godine moguće je obraditi i definirati srednje godišnje i srednje mjesečne količine padalina kao i njihov vremenski raspored za razdoblje rada postaje.

Na slijedećem dijagramu prikazane su srednje mjesečne temperature zraka i srednje mjesečne količine padalina na MP Prozor za razdoblje rada postaje .

Srednja temperatura zraka za razdoblje mjerenja od 1961. do 1990. god iznosi:

$$T_{sr.} = 8,6 \text{ °C}$$

Srednja količina padalina za razdoblje mjerenja od 1961. do 1990. god iznosi:

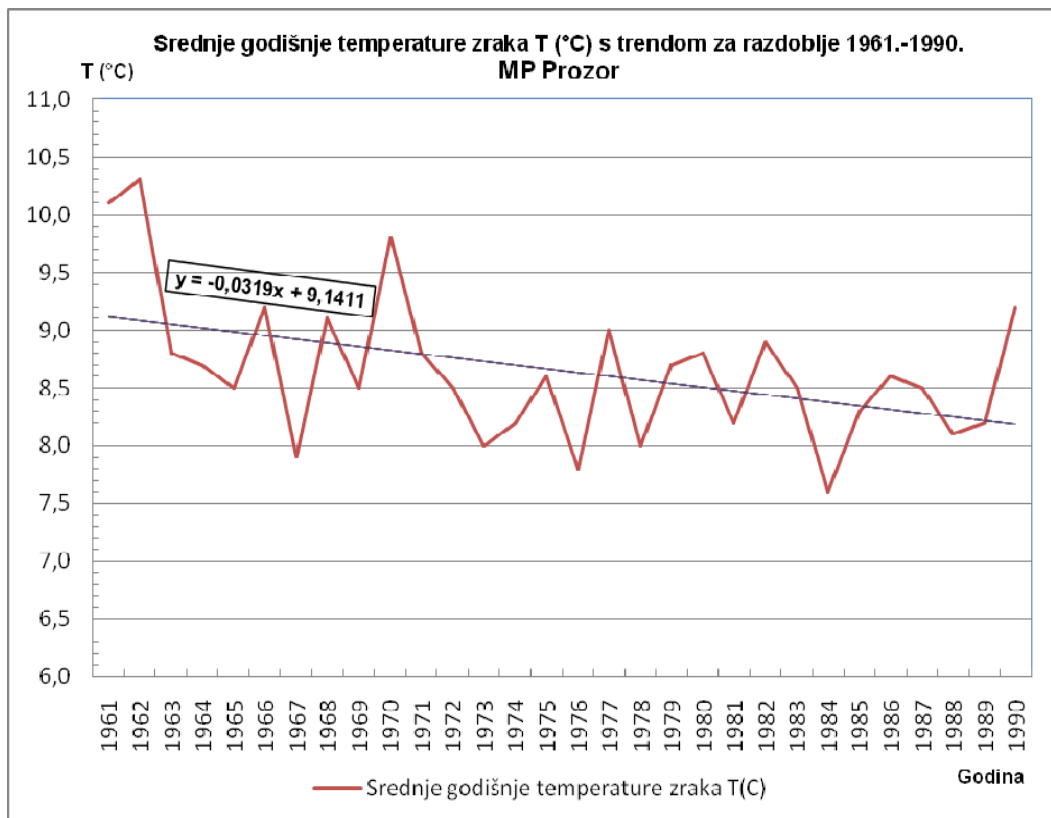
$$P_{sr} = 1038 \text{ l/m}^2.$$

U ljetnom razdoblju godine registrirane su najveće srednje temperature zraka (srpanj  $T_{sr.mj.}=17,9\text{°C}$ ) i najmanje srednje mjesečne količine padalina (srpanj  $P_{sr.mj.}=53 \text{ mm}$ ), dok je u jesenskom razdoblju godine registrirana najveća srednja mjesečna količina padalina (studeni  $P_{sr.mj.}=126 \text{ mm}$ , a u zimskom razdoblju registrirane su najmanje srednje temperature zraka ( $T_{min.mj.}=-1,3 \text{ °C}$ ).

Ovakva raspodjela padalina i temperatura tijekom godine nije povoljna zbog povećanih potreba za vodom u vegetacijskom razdoblju.

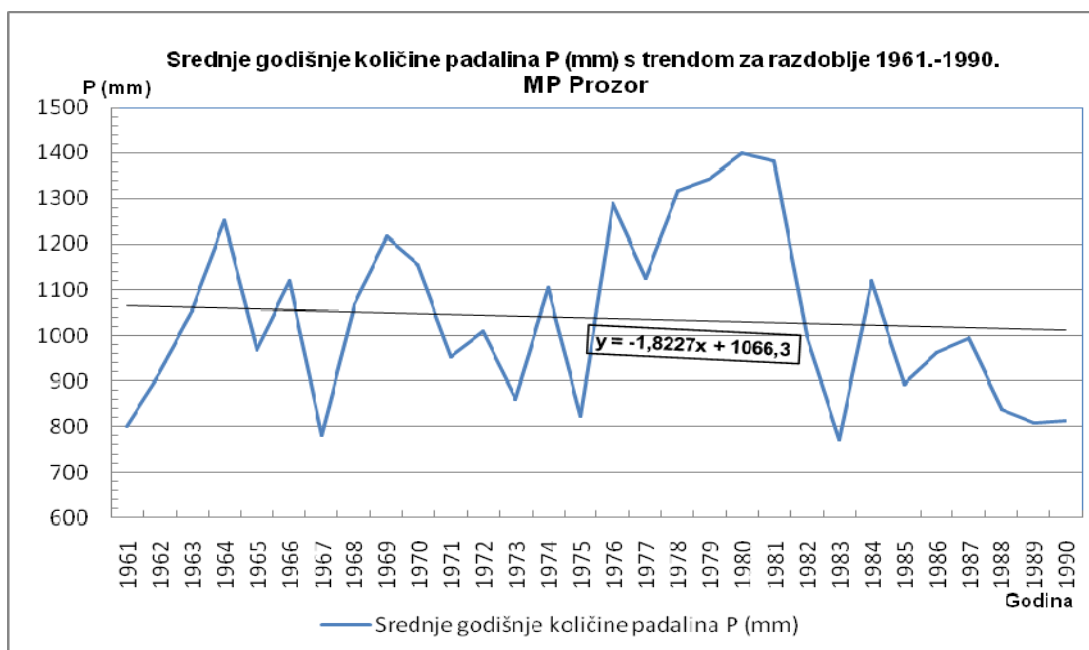
Iz dijagrama srednjih godišnjih temperatura zraka, za razdoblje obrade, razvidno je kako je trend u opadanju.

Dijagram srednjih temperatura zraka za razdoblje mjerenja 1961. – 1990. na MP Prozor:



Sl. 15. Srednja godišnja temperatura zraka MP Prozor s trendom za razdoblje 1961 – 1990.

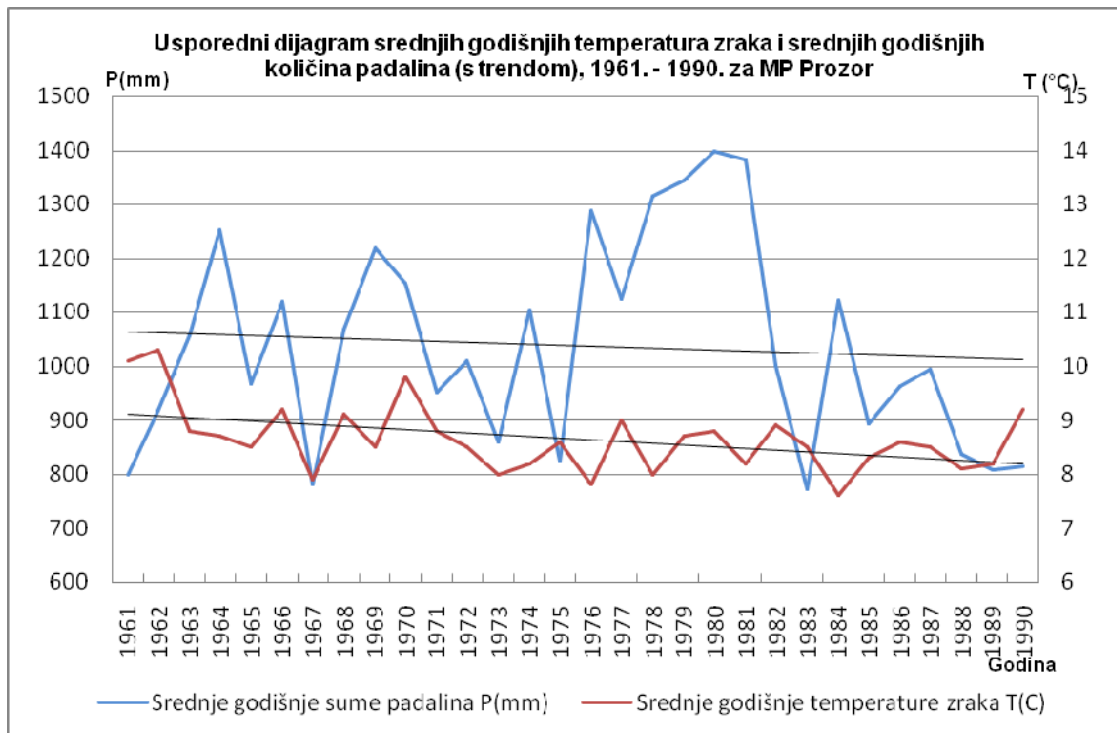
Dijagram srednjih godišnjih količina padalina za razdoblje mjerenja 1961. – 1990. na MP Prozor:



Sl. 16. Srednje godišnje količine padalina za MP Prozor

Iz dijagrama srednjih godišnjih količina padalina vidljiv je blago opadajući trend.

Usporedni dijagram srednjih godišnjih temperatura zraka i srednjih godišnjih količina padalina za MP Prozor , razdoblje obrade 1961. do 1990. godina:

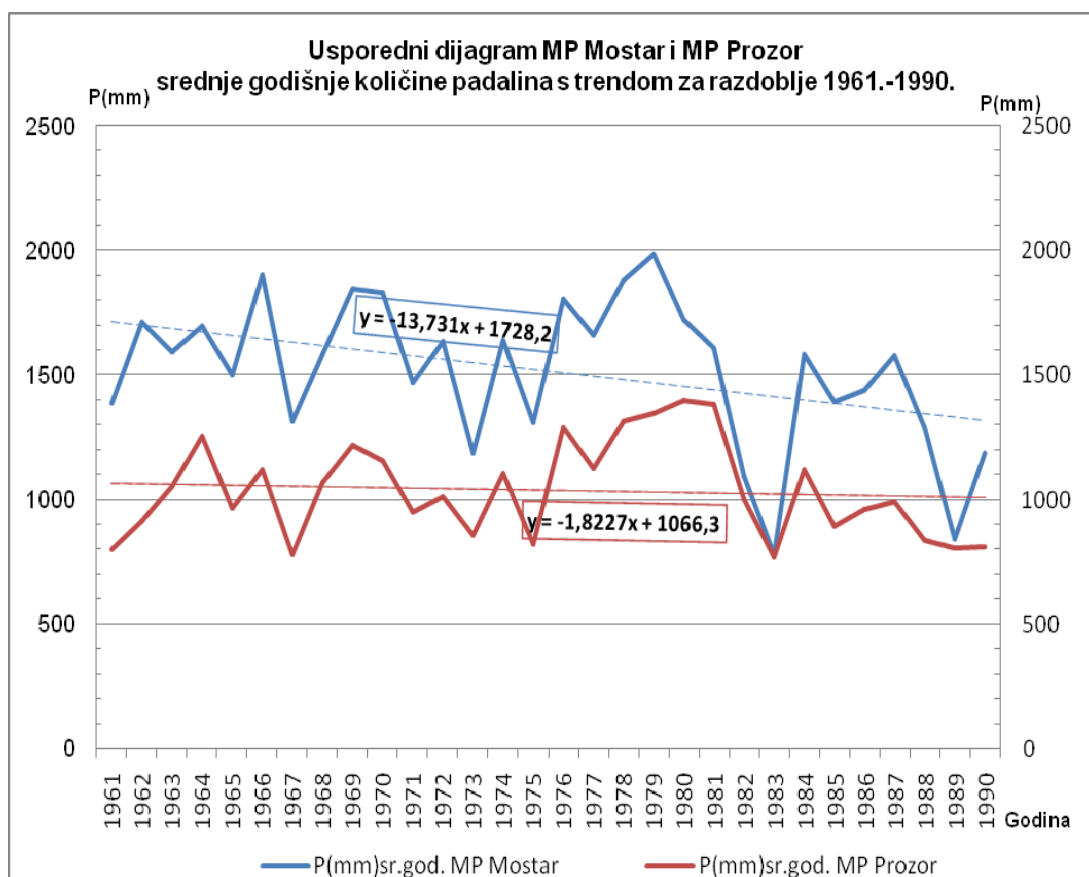


Sl. 17. MP Prozor, odnos srednjih godišnjih temperatura i srednjih godišnjih padalina

Iz usporednog dijagrama srednjih godišnjih temperatura zraka i srednjih godišnjih količina padalina uočava se jasna međuovisnost ova dva meteorološka parametra koji snažno utječu na protoke vrela Krupić.

Također, napravljen je usporedni dijagram srednjih godišnjih količina padalina za MP Prozor i MP Mostar za razdoblje obrade s trendom. Uočava se kako je trend srednjih godišnjih količina padalina na MP Prozor puno blaži od istog na MP Mostar. Dakle ne očekuju se veliki ekstremi kod količina padalina , što sve govori u prilog činjenice o stalnosti protoka na vrelu Krupić.

Usporedni dijagram srednjih godišnjih količina padalina, s trendom, za MP Prozor i MP Mostar, razdoblje obrade 1961. do 1990. godine:



Sl. 18. MP Mostar i MP Prozor, odnos srednjih godišnjih padalina

Na lokaciji vrela Krupić u razdoblju rujan 1978. - lipanj 1981. te rujan 1985. - rujan 1986. godine vršeno je sustavno motrenje vodostaja od strane Zavoda za hidrotehniku građevinskog fakulteta Sarajevo. Rezultati su interpretirani u elaboratu: „Sistem snabdijevanja vodom naselja oko Ramskog jezera, A.4. Zaštita vrela Krupić i, novembar 1988.“. Međutim, izmjereni podaci (dnevni vodostaji) nisu priloženi uz elaborat i nije poznato gdje se nalaze, tj. do njih se nije moglo doći. Bilo bi jako korisno kod daljih analiza doći do podataka i analizirati ih. Vodostaji dobiveni tim motrenjem kretali su se u rasponu od 25 cm do 58 cm.

Djelatnici Zavoda za hidrotehniku građevinskog fakulteta Sarajevo, tom prilikom izvršili su i deset hidrometrijskih mjerenja protoka tj. izdašnosti vrela.

Rezultati mjerenja kreću se u rasponu od  $Q=0,3 \text{ m}^3/\text{s}$  do  $Q=1,32 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Najmanji izmjereni protok bio je  $Q=0,29 \text{ m}^3/\text{s}$  pa je temeljem njega određena  $Q_{95\%} = 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Također, na osnovu izmjerenih podataka, određena je srednja vrijednost protoka za mjereno razdoblje koji iznosi  $Q=0,722 \text{ m}^3/\text{s}$ . Srednji protok izračunat je na osnovu podataka o veličini hidrogeološkog sliva vrela ( $35\text{km}^2$ ), podataka o srednjoj količini padalina na slivu (1300 mm) te procijenjenog koeficijenta podzemnog otjecanja (0,5, odnosno za  $0,6 Q_{sr}=0,866 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



Sl. 19. Vrelo Krupić

Dobivena vrijednost srednjeg protoka je podatak koji treba uzeti s velikom rezervom tj. koristiti ga samo kao okvirnu vrijednost.

Neki zabilježeni rezultati mjerenja:

Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta Sarajevo

Izmjereni protoci na vrelo Krupić Q (m <sup>3</sup> /s)	
siječanj 1988.	Q=0,330 m <sup>3</sup> /s
ožujak 1988.	Q=0,416 m <sup>3</sup> /s
svibanj 1988.	Q=0,613 m <sup>3</sup> /s

S dijagrama srednjih godišnjih količina padalina vidimo da je 1988. godina bila jedna od godina sa manjom količinom padalina od srednje vrijednosti. Za 1988. godinu srednja godišnja količina padalina iznosila je P=837 mm što je znatno manje od prosjeka (P=1038 mm) pa je za pretpostaviti kako su moguće pojave i većih količina vode na vrelo od izmjerenih.

Nova serija hidrometrijskih mjerenja na vrelo Krupić rađena je ponovno tek 2007. godine u organizacije Agencije za vodno područje Jadranskog mora Mostar . Mjereno je na vrelo kao i na lokacijama nizvodno od vrela na kojima se zahvaća voda za potrebe ribnjaka. Rezultati su slijedeći:

Izmjereni protoci na vrelo Krupić Q (m <sup>3</sup> /s)	
18. rujan 2007.	Q=0,188 m <sup>3</sup> /s
8. studeni 2007.	Q=0,606 m <sup>3</sup> /s

Temeljem prezentiranih hidroloških podataka nije moguće donijeti točne zaključke o raspoloživim količinama vode na vrelo, nego tek okvirne vrijednosti koje se moraju potvrditi ili korigirati na temelju rezultata ozbiljnog hidrološkog motrenja.

Potrebno je uspostaviti automatiziranu mjernu postaju koja će kontinuirano motriti i bilježiti vodostaje u trajanju od najmanje jedne hidrološke godine. Tijekom tog ciklusa, potrebno je napraviti seriju od najmanje šest hidrometrijskih mjerenja malih, srednjih i velikih voda kako bi se dobio kvalitetan QH odnos.

## **4.6. HIDROGEOLOŠKI MODEL SLIVNOG PODRUČJA I BILANCA PODZEMNIH VODA**

### **4.6.1. Opća zapažanja o okršenosti i razvoju okršavanja na slivu vrela Krupić**

O intenzitetu i prvacima okršavanja se zaključuje na temelju prikupljenih podataka o okršavanju i geološkim odnosima na površini zemljišta. Raščlambom tih podataka utvrđuje se moguća njihova međusobna povezanost i procjenjuje stanje intenziteta i smjerova okršavanja u podzemlju. U ovom slučaju, ovim zapažanjima i zaključcima znatno su pomogle obrade aero snimaka i satelitskih snimaka istraživanog područja, koje smo imali na raspolaganju.

Povezanost litoloških karakteristika stijene sa intenzitetom površinskog okršavanja je uočen na najvećem dijelu istražnog područja.

Zone najintenzivnijeg okršavanja su vezane za čiste vapnenačke i dolomitično-vapnenačke stijene. U području čistih dolomita intenzitet okršavanja je manji i vezan je za uže zone tektonski intenzivno razlomljenih stijena.

U dolomitima i vapnenačkim dolomitima, koji pripadaju pojedinim dijelovima srednjeg trijasa, proces okršavanja se svodi na stvaranje nešto rjeđih ali i većih kaverna. Pukotinska poroznost je tu jako razvijena.

Razlomna tektonika na istražnom području je relativno detaljno prikazana tzv. tragovima rasjeda i pukotina na površini terena. Registrirani su terenskim rekognosciranjem i obradom aerosnimaka.

Usporedbom tragova ovih lomova s položajem i oblicima zona najintenzivnijeg okršavanja može se dobiti približna slika o utjecaju razlomne tektonike na razvoj okršavanja.

Raščlambom stupnja okršavanja i snimljene tektonike u području visoravni sjevernog bloka Crnog vrha i zapadnom dijelu jugoistočnog bloka, a gdje je u velikoj mjeri isključen utjecaj velikog nagiba terena, lako se može uočiti da zone boginjavog krša u velikoj mjeri prate tragove rasjeda i pružanje tektonskih struktura. Zone intenzivnog okršavanja duž pojedinih rasjeda i pukotina najčešće se ne javljaju u neprekinutom nizu. Pažljivijim praćenjem se ipak lako mogu povezati u jedan djelomično isprekidani niz. Pokazatelji na površini terena ukazuju da je okršavanje izraženije u pravcu jugozapada, gdje se pojavljuju i najizrazitije forme boranja .

U zoni normalnih podužnih rasjeda uz tjemena antiklinala okršavanje je jače u obliku niza vrtača. U zoni normalnih podužnih rasjeda uz jezgre sinklinala na površini zemljišta se u većem broju javljaju ponori i ponorske zone, duboke vrtače. Slično je i kod dijagonalnih i poprečnih rasjeda. U zonama gdje presijecaju sinklinala javljaju se ponori ili ponorske zone. Relativna dubina okršavanja na istražnom prostoru je povezana za složene tektonske odnose. I vrlo složenim istraživanjima apsolutna dubina okršavanja na cijelom prostoru sliva se teško može točno odrediti. Obavljenom rekonstrukcijom strukturnih tektonskih oblika u području sliva postoje naznake da je okršavanje razvijeno na dubinama od 300 do 600 m.

Iz navedenog je očekivati da se okršavanje razvija u smjeru pada krila bora, odnosno od tjemena antiklinala prema jezgri sinklinala.

U području tjemena antiklinala pojavljuju se zone jakog i najjačeg okršavanja. Razlog su pukotine nastale pod utjecajem sila istezanja. Za te pukotine i sustave pukotina znakovito je da se zijev povećava prema površini zemljišta, što u površinskim dijelovima zemljišta omogućava bolju cirkulaciju voda prema podzemlju i intenzivnije okršavanje.

U središtu sinklinalnih oblika se zijev pukotina povećava sa dubinom što dovodi da se u tim dijelovima struktura stvaraju koncentracije podzemnih voda. Ovim se i objašnjava pojava da je u području jezgre sinklinala okršavanje dublje sa učestalijim pojavama ponora i ponorskih zona na površini terena, a što je vrlo uočljivo na području sliva vrela Krupić.

#### **4.6.2. Raščlamba modela sliva vrela Krupić**

Iz rezultata prezentiranih istraživanja je evidentno da slivno područje podzemnih voda koje dotječu na izvorište Krupić pripada okršenom području svojim najvećim dijelom (~ 87 %), a pokrivenom kršu higroskopskim glacijalnim i diluvijalnim naslagama i sa slabo do srednje razvijenom međuzrnim i kapilarnom poroznošću oko 60 %.

Prihranjivanje podzemnih voda je isključivo od padalina, koje se direktno infiltrira u podzemlje preko otkrivenih okršanih površina. U području pokrivenog krša sa pokrovom od glacijalnih naslaga dolazi do određenog stupnja akumuliranja padalinskih voda i postupnog otpuštanja sakupljenih voda koja omogućava relativno ustaljenu izdašnost izvorišta, poglavito na nešto veću izdašnost od očekivane u razdobljima malih voda.

Sve ovo potvrđuje da je slivno područje vrela Krupić vrlo okršeno i da u rekonstrukciji intenziteta i pravca razvoja okršavanja na slivnom području osnovni pokazatelji za utvrđivanje sanitarnih zona zaštite podzemnih voda ovog vrela.

Znači za utvrđivanje granica zaštitnih zona u krškim uvjetima treba definirati :

- uvjete prihranjivanja podzemnih voda,
- pravce razvoja okršavanja, odnosno tečenja podzemnih voda i
- brzina tečenja podzemnih voda prema vrelu Krupić.

#### **4.6.3. Uvjeti prihranjivanja**

Prema prikazanim geološkim i geomorfološkim obradama kojim su definirane zone sa različitim intenzitetom okršavanja, površina sa koje se se obavlja neposredna infiltracija oborinskih voda u podzemlje obuhvaća oko 40 % površine utvrđenog sliva i oko 20 % površine tzv. pokrivenog krša glacijalnim naslagama i oko 40 % diluvijalnim naslagama debljine preko 2 m.

Za razliku od većine krških slivova u području Hercegovine, na slivnom području vrela Krupić gdje su brojni i vrlo razvijeni krški fenomeni, veliki dio površine je prekriven 1 – 2 m debelim slojem površinskog pokrivača izgrađenog od humusa sa sitnom drobinom od škriljaca, pješčenjaka i vapnenaca. To je uvjetovalo formiranje malih i kratkih povremenih tokova koji se gube preko velikog broja ponora i dubokih vrtača.





Sl. 20. Površinski pokrivač i poniranje povremeno formiranih tokova preko brojnih ponora u području boginjavog krša

Ovakav mehanizam infiltracije voda od oborina znatno umanjuje koeficijent infiltracije i on se prema iskustvenim pokazateljima kreće oko 0,5. Za cijeli sliv on bi iznosio u granicama od 0.4 do 0,5.

#### 4.6.4. Pravci podzemnog tečenja

Pravci tečenja podzemnih voda u kršu su rezultat okršavanja o kojem je u uvodnim pripomenama bilo riječi. Znači da se u zoni jezgre sinklinalnih formi javljaju koncentracije podzemnih voda i njihovo tečenje u pravcu zalijeganja, odnosno prema JI – vrelu Krupić.

Rekonstrukcijom strukturno tektonskim karakteristika na slivnom području utvrđeno je postojanje dvije veće sinklinalne forme.

Jedan dominantni pravac tečenja podzemnih voda je duž pravca koji se poklapa približno sa putom Prozor – G. Vakuf gdje je duž velikog rasjeda formirana tzv. kvazi sinklinalna forma u kojoj su okršene vapnenačke stijene relativno duboko sa zalijeganjem u pravcu JI.

Drugo jače podzemno tečenje je na pravcu Metlika – Debelo brdo – vrelo Krupić.

Tečenje podzemnih voda prvom tzv. kvazi sinklinalom koja je formirana duž velikog regionalnog rasjeda je približno dolinom Žlib prema Makljenu do bočne barijere miocenskih naslaga u području Gmić. Kako se paralelno sa kontaktom trijaskih okršanih stijena i neokršanih miocenskih naslaga pruža veliki tektonski lom, pretpostavka je da se duž ovog rasjeda podzemne vode teku prema vrelu Krupić.

Duž nekoliko većih poprečnih rasjeda, iz ovog podzemnog toka se vode djelomično procjeđuju prema nekoliko stalnih izvora u području Gmić (Studenac, Dedići, Lavarda i dr.).

Ovim podzemnim tokom se dreniraju vode iz krajnjih zapadnih dijelova sliva, odnosno dijela područja Uvlake, Zvirkuše, Zastalaca i Zagradine, zatim vode koje se procjeđuju niz istočno

krilo antiklinale Sajina planine (Borove kose, Trišnjice Doca i Poljana), a također i dijelova područja Makljen istočno od puta Prozor – G. Vakuf (Velika jama i dr.).

Drugi jače podzemno tečenje je približno duž pravca Metlika – Feretov brig – Tuvaljevine prema Debelom brdu i dalje vrelu Krupić. Dio ovog pravca prekriven je glacijalnim pokrovom što ukazuje na razvijenost krša prije stvaranja glacijalnih naslaga. Duž ovog pravca drenira se većina voda iz područja Metlika te visoravni sjevernog bloka Crni vrh, zatim područja Trčinoge te vode koje se javljaju na zapadnom obodu glacijalnih naslaga koje poniru preko velikog broja ponora (među kojima je i ponor Hladne vode).

Osim ova dva drenažna pravca moguće je formiranje podzemnog toka iz pravca Beškotina prema Dragić potoku i duž velikih podužnih rasjeda prema vrelu Krupić. Izuzetno velike brzine podzemnog tečenja ukazuju na vrlo jaku kavernožnu okršenost na ovom drenažnom pravcu.

Na krajnjem sjeveroistoku utvrđenog sliva postoji manja sinklinala čije jezgro čine vrlo okršeni vapnenci. Pruža se u pravcu Brizovica – Varovica – Gradina, odnosno naseljima Dobroša, Kukrika – St. Blace. Podzemne vode iz ovog drenažnog toka se velikim dijagonalnim i poprečnim rasjedima rasjedima, te bočnom barijerom od micenskih slabo propusnih naslaga usmjeravaju prema pravcima prethodnih drenažnih pravaca, odnosno prema vrelu Krupić.

#### **4.6.5. Brzine tečenja podzemnih voda**

Svi rezultati provedenih istraživanja govore da se radi o vrlo razvijenom krškom slivu, a visinske razlike između vrela Krupić i površine sliva od preko 500 m upućuju da su brzine tečenja podzemnih voda relativno velike.

U cilju utvrđivanja što pouzdanijih informacijama o brzinama podzemnih voda u definiranom slivu, obavljena su dva trasiranja podzemnih voda. Jedno trasiranje je obavljeno preko ponorske zone Dragića potok, a drugo na ponoru Hladne vode u području Makljena.

Trasiranjem preko ponora Dragića potok (kota cca 1000 m) utvrđena je dosta velika brzina podzemnog tečenja. Za visinsku razliku od 460 m i udaljenost (zračnu) od vrela Krupić od 2,4 km utvrđena je brzina podzemnog tečenja od čak 4,9 km/dan (oko 200 m/sat) što upućuje na vrlo jako razvijenu kavernožnost i praktično slobodno tečenje prema vrelu Krupić.

Trasiranjem ponora Hladne vode (kota cca 1100 m) utvrđene su vrlo jaka podzemna veza sa vrelom Krupić i dosta slabija ali sigurna veza sa izvorima Lavarda i Studenac.

Prema vrelu Krupić za zračnu udaljenost od 4,5 km i visinsku razliku od 560 m utvrđena je prividna brzina podzemnog tečenja od 1,9 km/dan.

Prema izvoru Studenac za udaljenost od 2150 m i visinsku razliku od 200 m utvrđena je prividna brzina od 1 km/dan, a prema izvoru Lavarda za udaljenost od 1770 m i visinsku razliku od 230 m utvrđena je prividna brzina od 0,94 km/dan.

Iz dobivenih podataka trasiranja da se zaključiti da se brzine tečenja podzemne vode u dva dominantna drenažna pravca kreće oko 2 km/dan.

Na pravcu podzemnih tečenja Dragića potok – vrela Krupić tečenje podzemnih voda je brzinom od velikih 4,9 km/dan.

Duž pravca Brizovica – Varovica – Gradina nisu obavljena trasiranja podzemne vode. Kako se radi o dosta zamršenom podzemnom tečenju do vrela Krupić, pretpostavka je da brzina podzemnog tečenja nije veća od 2 km/dan.

#### 4.6.6. Bilanca podzemnih voda

U bilanci podzemnih voda koje se pojavljuju na vrelu Krupić, osim padalina, sudjeluju i količine nastale kondenzacijom u okršenom podzemlju sliva. Određene anomalije u proračunu bilance unose i površine pokrivenog krša i ocjeđivanje voda ig glacijalnog pokriva. Sve to nam daje okvire približnih vrijednosti koje se proračunom bilance mogu dobiti.

Na temelju registriranih o obrađenih srednjih godišnjih i mjesečnih oborina za područje sliva i utvrđene površine od 42 km<sup>2</sup> moguće je dati približnu bilancu srednjih godišnjih voda na vrelu Krupić.

Ulazni podaci za proračun bilance podzemne vode je :

$$Q_{sr} = \frac{A_{sl} \cdot I \cdot C}{31,5 \cdot 10^{-6}}$$

$Q_{sr}$  = računati srednji protok

$A_{sl}$  = utvrđena površina sliva (42 km<sup>2</sup>)

$C$  = koeficijent otjecanja (0,5)

$I$  = srednje godišnje oborine (1035 l/m<sup>2</sup>)

Proračunom se dobiju srednji godišnji protok od

$$Q_{sr} = 690 \text{ l/s.}$$

Ovaj podatak se približno uklapa u mjerene vrijednosti izdašnosti vrela Krupić.

#### 4.7. KARAKTERISTIKE EROZIVNIH PROCESA (dijelom preuzeto iz H6/D-515 Z.H. G.F. Sarajevo)

Karakteristike erozivnih procesa na području definiranog sliva vrela Krupić mogu pružiti informacije o učestalosti i uzrocima nastanka zamućenja podzemne vode na izvorištu.

Najveći dio slivnog područja vrela Krupić pripada vrlo slaboj eroziji ili „normalnoj“ eroziji zemljišta, što upućuje da su zamućenja podzemne vode relativno rjeđa i da su vezana uglavnom za velike i kratkotrajne oborine. Poremetiti prirodne uvjete erozivnih procesa moguće je povremenim radovima na području sliva (izgradnja putova, rad kamenoloma, rad na oranicama i sl

Oko naselja Kudići i Dedići duž puta Prozor-Makljen nalazi se jedan veći kompleks pojačane erozije (III kategorije). Nekoliko manjih površina III kategorije ima kod naselja Dobroša, Kormani i Gornje Blace. Jedna mala čestica na istočnom dijelu je zahvaćena najjačom erozijom (I kategorije).

Za ocjenu rasprostranjenosti erozivnih procesa korišteni su podaci iz Karte erozije Bosne i Hercegovine, mjerila 1:25000. Prema toj karti dati su podaci o karakteru erozivnih procesa , njihovoj rasprostranjenosti i količini nanosa koji se stvara na tom području.

Prema metodologiji karte intenzitet erozivnih procesa je razvrstan u 5 osnovnih kategorija: vrlo jaka erozija (I kategorija), jaka erozija (II kategorija), srednja erozija (III kategorija), slaba erozija (IV kategorija) i vrlo slaba erozija (V kategorija).

Zastupljenost pojedinih kategorija:

I kategorija.....	0,03 km <sup>2</sup>	ili 0,1%
II kategorija .....	-	ili -
III kategorija.....	0,60 km <sup>2</sup>	ili 1,7%
IV kategorija .....	0,67 km <sup>2</sup>	ili 1,9%
V kategorija .....	33,70 km <sup>2</sup>	ili 96,3%
Ukupno.....	35,00 km <sup>2</sup>	100%

Proračun produkcije nanosa izvršen je prema metodologiji prof. Dr Slobodana Gavrilovića. Prosječna godišnja produkcija računata je pomoću obrasca :

$$W_{god} = T \cdot H_{god} \cdot \pi \cdot \sqrt{z^3} \cdot F$$

Gdje je:

$W_{god}$  = ukupna proizvodnja (produkcija) erozivnih nanosa u m<sup>3</sup>/god.

$T$  = temperaturni koeficijent ( za srednju godišnju temperaturu zraka od 8 C, on je  $T = 0,949$ )

$H_{god}$  = srednje velike godišnje količina padalina (1035mm)

$\pi$  = 3,14

$F$  = površina područja u km<sup>2</sup>

$z$  = koeficijent erozije

$$z = \gamma \cdot \chi_a \cdot (\varphi + \sqrt{l})$$

$\gamma$  = koeficijent otpora zemljišta na eroziju

$\chi_a$  = koeficijent zaštićenosti zemljišta ( koeficijent uređenja područja

$\varphi$  = koeficijent vidljivih procesa erozije

$l$  = srednji pad

Koeficijent erozije sračunat je za svaku kategoriju i potkategoriju erozije pa su dobivene slijedeće količine nanosa koji se prosječno godišnje stvara na ovom području:

Kategorija	Površina		Koeficijent erozije „z“	Prosječna godišnja produkcija nanosa		Specifična produkcija nanosa m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /god
	km <sup>2</sup>	%		m <sup>3</sup> /god	%	
I-1	0,03	0,1	1,58	231	2,3	7700
III-1	0,14	0,4	0,66	291	2,9	2078
III-2	0,46	1,3	0,56	747	7,4	1624
IV-2	0,67	1,9	0,30	427	4,2	637
V-1	21,60	61,70	0,19	6930	68,5	321
V-2	12,10	34,60	0,10	1482	14,7	122
UKUPNO	35,00	100,00	0,183	10108	100,00	289

Ukupna količina nanosa koja se prosječno godišnje stvara iznosi 10108 m<sup>3</sup> ili 289 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>, Što je manje od prosjeka za Bosnu i Hercegovinu ( 362 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>).

Budući da su erozivni procesi umjereni i da se na najvećem dijelu nalaze u granicama normalne erozije koja praktično ne pričinjava štete, to na površinama IV i V kategorije (koje čine 98,2% ukupnog područja ) nije potrebno poduzimati posebne protiv erozivne radove.

Na površini III kategorije, koje su zahvaćene srednjom erozijom, a koje se pretežno koriste kao ratarske površine u neposrednoj blizini naselja, može se, prema potrebi, intervenirati i to prvenstveno putem usklađivanja biljne proizvodnje sa postojećim nagibom terena, odnosno izborom poljoprivrednih kultura i načina obrade zemljišta koji je optimalan za nagib zemljišta. Ukoliko su takve površine pod degradiranom travnom ili šumskom vegetacijom može se izvršiti melioracija takvih pašnjačkih i šumskih površina.

Da ne dođe do eventualnog pogoršanja erozivnih procesa, potrebno je da nadležna skupština općine propiše i sprovodi određene zaštitne mjere.

Te mjere su;

- U užoj zaštitnoj zoni na postojećim šumskim površinama gazdovati po principu
- zaštitnih šuma.
- Na ostalom području eksploataciju šuma vršiti obazrivo kako ne bi došlo do erozije zemljišta. Posebnu pažnju posvetiti očuvanju zemljišta prilikom rada mehanizacije u šumarstvu. Provoditi mjere njege i zaštite sastojina i vršiti pošumljavanje na mjestima gdje je došlo do prorjeđivanja sastojina. Odmah pošumiti površine na kojima je izvršena sječa.
- Na pašnjačkim površinama ograničiti broj stoke koja se napasa kako bi se očuvao
- kvalitetu pašnjaka
- Na poljoprivrednim obradivim površinama koji su na nagibima većim od 5
- stupnjeva provoditi zaštitne erozivne mjere konzerviranja zemljišta ( zabrana oranja,
- prekopavanja, primjena suvremene agrotehnike).

Koja bi se od navedenih mjera trebala propisati zavisi od konkretnog slučaja. Karta stanja erozivnih procesa na slivu vrela Krupić dana je u prilogu 4.

#### **4.8. AUTOPURIFIKACIJSKE SPOSOBNOSTI KRŠKOG VODONOSNIKA**

S obzirom na temeljne hidrogeološke značajke krškog podzemlja i iskustava u provođenju zaštite krških podzemnih voda u razvijenim zemljama i stupanj opasnosti za zagađenje podzemlja i podzemnih voda, zagađivači su svrstani u dvije skupine:

1. kemijski i radiološki i
2. fizički i biološki.

##### Kemijski i radiološki zagađivači

Kemijska zagađenja su:

- kemijska zagađenja nastala od industrijskog kemijskog otpada, kemijskih zaštitnih sredstava, raznih kiselina, lužina, mineralnih gnojiva i sl. i
- organska kemijska zagađenja nastala uglavnom od nafte i naftnih prerađevina, deterdženata, organskih pesticida, organskih otapala, kiselina, organskih boja i slično (20).
- Radiološka zagađenja nastaju od prirodnih radioaktivnih elemenata, umjetnih radio izotopa, radioaktivnog otpada i sl.

Osjetljivost za zagađenja podzemnih voda u kršu na ova zagađivala je izuzetno visoka.

### Fizički i biološki zagađivači

Zagađivači organskog podrijetla su manje opasni zbog mogućnosti njihove razgradnje tijekom tečenja kroz podzemlje i na većini krških vrela javljaju se u znatno manjim koncentracijama prema količinama koje se unose u sliv. Vrijeme razgradnje organski zagađenja je razmjerno koncentraciji zagađenja tijekom njihovog unosa u podzemlje i vremenu njihovog zadržavanja u podzemlju. Ozbiljnija ispitivanja autopurifikacije krških voda koja su obavljena kod nas i svijetu pokazuju da je vrijeme razgradnje organskih zagađenja u krškom podzemlju u granicama od 10 do 50 dana.

To su ujedno i jedan od parametara kod utvrđivanja zaštitnih zona na krškim slivovima.

## **5. VEGETACIJSKE KARAKTERISTIKE**

U dugim procesima obrazovanja, razvitka i očuvanja zemljišta, vegetacija je jedan od presudnih pedogenetskih čimbenika. Znanost ukazuje da je

- primarni tip vegetacije u ovim područjima je bila skoro isključivo šuma, pa ona kao potencijalno prirodna i danas ima najveću ulogu.
- Sekundarna vegetacija zastupljena je prirodnim travnjacima i pašnjacima, odnosno prirodnim i antropogenim livadama dok
- tercijernu vegetaciju čine okopavine (oranice, voćnjaci, vinogradi) i utrine.
- antropogene pustinje (površine pod naseljima i infrastrukturom) te napokon
- ostale zemljišne površine koje također nisu pod vegetacijom kao što su goleti i euridična područja.

Što se slivnog područja izvorišta Krupić tiče, njena vegetacija je rezultat djelovanja klime nadmorske visine i edafskih čimbenika.

Najniže položaje zauzimaju šume crne joha (aluviji i bogatija zemljišta), a iznad njih šume hrasta kitnjaka i običnog graba (bogatija viša zemljišta), te kitnjaka i cera (plića zemljišta).

Na krajnje degradiranim zemljištima prostiru se šikare sa crnim grabom i crnim jasenom, te grmovi lijeske. Krčenjem opisanih ekosistema stvorene su higromezofilne i termomezofilne livade.

U višim predjelima od opisanih ima još očuvanih šuma bukve brdskog pojasa i livada, a u predjelima Makljen (1.000 mnv) čiste su šume liščara sa kitnjakom, cerom, ponegdje meduncem, te grabom i bukvom.

Sjeverno i više nastupaju mješavine liščara i četinara (klekovine bora), te još dalje čistih subalpskih bukovih šuma (klekovine bukve).

Na južnim granicama su manje površine šume bukve i jele bez smrče, te daleko više šume bukve i jele sa smrčom, a na najvišim visinama šume bukve sa fragmentima klekovine bora.

Vegetacijske karakteristike na površini slivnog područja prikazane su na prilogu br. 5.



## 6. KATASTAR POSTOJEĆIH I POTENCIJALNIH ZAGAĐIVAČA U SLIVU IZVORIŠTA «KRUPIĆ»

### 6.1. Postojeći i potencijalni izvori zagađenja

#### 6.1.1. Naselja

Na širem području sliva vrela Krupić nema velikih naselja. Manja naselja i zaseoci su uglavnom skoncentrirani na područje Dobroša, sjeverno od vrela, te nekoliko manjih naselja i zaseoka u području Gmić, sjeverozapadno od vrela u blizini novoizgrađenog dijela puta Prozor – Gornji Vakuf. Ostalo su samo neznajčajni manji zaseoci na krajnjoj periferiji sliva.

Većina ovih naselja i zaseoka se snabdijevaju vodom preko lokalnih vodovoda a dispozicija otpadnih voda je neposredno u tlo ili putem septičkih jama.

Prema popisu iz 1981. godine na području sliva izvorišta Krupić gustoća naseljenosti je vrlo mala i iznosi oko 12 stanovnika po kvadratnom kilometru.



Sl. 21. Naselja Dobroša i zaseoci Kormoni i Kukrika

U selu **Dobroša** koje je od vrela udaljeno oko 900 m, prema popisu iz 1981. godine živi 275 stanovnika. Za od razdoblja 1948-1971. god., kada je broj stanovnika u selu Dobroša porastao od 200 na 292, u razdoblju 1971-1981. dolazi do blagog smanjenja broja stanovnika ( indeks  $1981/1971 = 0,94$  ).

Danas na području ovog naselja postoji ukupno 38 stambenih objekata od kojih je većina tzv „vikend objekata“. Prema gruboj procjeni u ovom naselju danas prosječno obitava od 100 do 120 žitelja



U naselju **Kormoni** je danas osam objekata koji mogu služiti za stalno stanovanje. Većina objekata se također povremeno koristi i po gruboj procjeni danoj tijekom njihovog obilaska, prosječno u ovom zaseoku obitava oko 20 do 25 ljudi.

Zaseok **Kukrika** ima pet objekata koje mogu služiti za stanovanje. Prema gruboj procjeni u ovom vikend naselju također obitava prosječno 10 do 15 žitelja.

Zaseoci **Naukovići, Kulaglići, Barišići i Kudići**, koji su dio naselja Gmići (cca 793 stanovnika).

Zaseok **Kulaglići** se samo djelomično nalazi unutar granica slivnog područja, dok se naselje Naukovići nalazi 1,5 km uzvodno od vrela, a zaseoci Barišići i Kudići oko 2 km uzvodno od vrela na samoj južnoj granici sliva.

Dio naselja **Kulaglići** koji se nalazi unutar granica utvrđenog sliva ima ukupno 15 objekata.

Naselje **Naukovići** je u utvrđenom slivu, posudba je da je 20 objekata stambenog karaktera u kojem danas živi oko 60 – 70 žitelja.

Dalje prema sjeverozapadu u slivu se nalaze dijelovi naselja **Barišići, Pervani i Kudići**. Ukupno na području ovih naselja ima oko 60 stambenih objekata u kojim obitava oko 200 žitelja. Naselja se lokalno snabdijevaju vodom, a dispozicija otpadnih voda je u cijelosti preko septičkih jama koje se redovito čiste.

Točni podaci o stočnim fondu za ovo područje nisu bili na raspolaganju. Prema popisu iz 1981. godine stočni fond u selu **Dobroša** sa zaseocima čini 13 konja, 113 goveda, 157 ovaca, 14 svinja i 326 komada živine.

Prema gruboj prosudbi u naseljima od **Naukovića** do **Kudića** ima oko 100 goveda, 60 svinja i oko 400 komada ostale živine.

Sva ova naselja nalaze u **Ib** zaštitnoj zoni izuzev naselja **Pervani** koji se nalazi u **II** zaštitnoj zoni.

### 6.1.2. Gospodarska djelatnost

Obilaskom područja utvrđeni su gospodarski objekti sa pratećim gospodarskim djelatnostima :

Svinjogojska farma : Farma je udaljena oko 1050 m od vrela Krupić u pravcu sjeverozapada. Kapaciteta je 1000 svinja, osim uzgoja i prodaje, manjim dijelom se bavi mesnom preradom (klaonica).

Nečist se odlaže u betonske kanale - sabirnice koji se redovito čiste. Oko objekta, izuzev neugodnog mirisa, nema vidljivih odlaganja nečistoća. Objekt se u cijelosti nalazi unutar II zaštitne zone. Objekt je lociran na slabo propusnim glacijalnim naslagama, međutim i u dijelu površinskog sliva čije površinske vode u razdoblju velikih oborina teku u zonu neposredne zaštite izvorišta Krupič. Iz tog razloga je vrlo bitno ne dopustiti odlaganje bilo kakve nečisti ili otpada neposredno na površinu terena.



Sl. 22. Raspored registriranih gospodarskih objekata



Sl. 23. Svinjogojska farma - okoliš



#### Automehaničarski objekt u izgradnji :

Objekt je u izgradnji, udaljen je oko 1250 m od vrela Krupić u pravcu sjeverozapada. Nalazi se u II zaštitnoj zoni. Plan odlaganja otpadnih ulja i ostalog materijala nije poznat. Kapacitet radionice je 1 – 2 teška vozila na dan.

#### Skladište građevinskog materijala :

Skladište je oko 1200 m udaljeno od vrela Krupić, služi samo za pohranu građevinskog materijala.

#### Skladište „Đogić“ :

Udaljeno je oko 1400 m od vrela Krupić i u neposrednoj blizini prethodnog navedenog skladišta građevinskog materijala. Skladište služi za pohranu voća i povrća. Osim ove djelatnosti, obilaskom su registrirane i stolarske aktivnosti kao i prerade kože (štavljenje kože). Nema organizirano odlagalište otpadnih voda i otpada koji se odlaže neposredno na teren.



*Sl. 24. Skladište „Đogić“ u kojem se osim skladištenja voća i povrća obavljaju aktivnosti obrade kože*

#### Auto gumarska radionica „Bošnjak“:

Udaljena je 1550 m od vrela Krupić, osim gumarske djelatnosti, bavi se povremenim izmjenama pogonskog ulja u vozilima za koju je opskrbljen suvremenom opremom. Raspolaže sa ukopane dvije cisterne za deponiranje otpadnih voda.

Pozicije navedenih gospodarskih objekata prikazane su na sl. 22.

#### Ugostiteljski objekti

Postoje dva ugostiteljska objekta na slivu vrela Krupić. U području Makljena su objekti „Kod Janje“ koji dijelom ulazi u Ib, a dijelom u II zonu zaštite, te ugostiteljski objekt „Ramska kuća“ koji je u cijelosti u II zaštitnoj zoni. Nije poznat način odlaganja otpadnih voda i drugog otpada za ove objekte. U svakom slučaju, bitno je da objekti imaju vodonepropusne cisterne za otpadne vode koje se redovito-organizirano moraju čistiti. Kruti otpad se mora organizirano

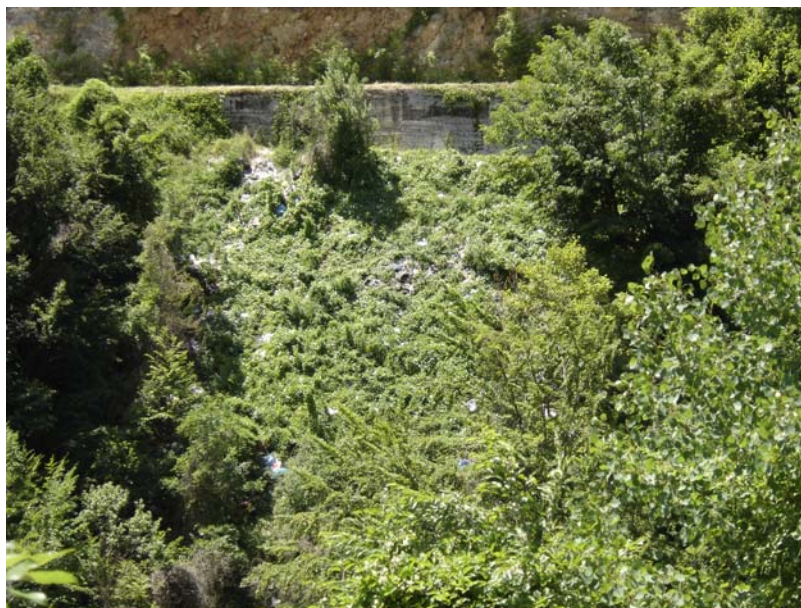
odvoziti na gradsku deponiju otpada. Spriječiti odlaganje bilo kakvog otpada na teren, poglavito u Velikoj jami i širem području oko nje.

### Mjesna groblja

Od organiziranijih mjesnih groblja koja se nalaze unutar utvrđenog slivnog područja registrirano je jedino groblje u naselju Dobroše. Groblje je relativno uređeno i uglavnom su to zidane grobnice. Ima izgrađenih oko 30 grobnica.

### Odlagališta otpada

Na slivnom području su tijekom njegovog rekognosciranja konstatirane tri „divlje“ deponije otpada koje po svojoj poziciji u odnosu na utvrđene pravce podzemnog tečenja predstavljaju dosta ozbiljnu mogućnost da se ugrozi kakvoća podzemne vode na vrelu Krupić.



*Sl. 25. Divlja deponija u Dragića potoku*

Najbliža registrirana deponija je u Dragića potoku ispod asfaltnog puta. Deponija se nalazi neposredno iznad podzemnog toka prema vrelu Krupić koja je dokazana provedenim trasiranjem podzemnih voda.

Da se ova ugroza što prije otkloni, potrebno je ovu divlju deponiju sanirati i naznačiti zabranu odlaganja, ako ne i upozorenje zbog čega.

Druge dvije deponije se nalaze u području Makljena. Jedna je na rubu šume, a druga vrlo kritična je u Velikoj jami. Naime posebno je kritična ova deponija u Velikoj jami u koju se odbacuje otpad, vjerojatno iz okolnih ugostiteljskih objekata. O kojoj količini otpada se radi teško je znati, međutim tragovi traktora do Velike jame upućuje se radi o značajnim količinama otpada. Ova deponija je posebno rizična jer se nalazi neposredno iznad temeljnog pravca tečenja podzemne vode prema vrelu Krupić.





*Sl. 26. Divlja deponija u Dragića potoku - detalj*



*Sl. 27. Velika jama – mjesto nekontroliranog odlaganja otpada*

Velika jama (otvora cca 10 x 20 m) zasigurno ima dobru povezanost sa osnovnim tokom podzemne vode što povećava rizik ove deponije za podzemne vode vrele Krupić. Bilo bi dobro što prije ovu jamu ograditi sa pratećim upozorenjima o zabrani odlaganja otpada u njoj.

### Kamenolomi

Eksploatacija kamena u otvorenim kamenolomima mogu imati dosta nepovoljan utjecaj na kakvoću podzemnih voda u kršu. Uglavnom su posljedica pojava mutnoće na vrelima, a u slučaju miniranja može doći do poremećaja dinamike podzemnih voda.

Na prostoru sliva vrele Krupić je konstatiran aktivni kamenolom na području Makljena kojim se eksploatira dolomitični vapnenac. Kamenolom je lociran u području jakog okršavanja i definirane II zaštitne zone u kojoj nije dopuštena eksploatacija mineralnih sirovina, odnosno otvaranje kamenoloma. U području Dobroša se nalazi i napušteni kamenolom, kojeg svakako treba sanirati i poduzeti mjere da ne postane odlagalište otpada.

### Prometnice

Na području slivnog područja se nalaze i prometnice koje u određenim okolnostima mogu predstavljati dosta ozbiljne potencijalne zagađivače.

Magistralni put Prozor- Rama – Gornji Vakuf se proteže cijelom dužinom sliva. Dosta kvalitetne je gradnje sa urađenim slivnicima, međutim bez pratećih objekata kao što su sabirnici, taložnici, separatori otpadnih ulja i osiguranja odvodnje izvan sliva.

Prometnica Prozor-Rama – Konjic se nalazi vrlo blizu izvorišta i područja sa intenzivnim tečenjem podzemne vode prema vrelu Krupić. Starije je izvedbe bez slivnika i odvodnje otpadnih voda izvan slivnog područja. Iako je promet ovom saobraćajnicom relativno slab, ova prometnica predstavlja dosta veliku opasnost za zagađenje podzemnih voda u mogućim ekscenim događanjima.

Lokalne prometnice su izrazito malog prometa i ne predstavljaju poseban rizik za izvorište.

## **6.2. Procjena tereta zagađenja**

Procjena tereta zagađenja dana je na temelju prikupljenih podataka o potencijalnim zagađivačima i jediničnih zagađenja preuzetih iz Pravilnika o vrstama, načinu i obimu mjerenja i ispitivanja iskorištene vode, ispuštene otpadne vode i izvađenog materijala iz vodotoka (Sl. novine FBiH br. 48/98). Pregled tereta zagađenja od eventualnih potencijalnih zagađivača u slivu izvorišta Krupić dat je u tablici 5:

*Tablica 5. Pregled tereta zagađenja*

Zagađivač	Opis	Broj	Koeficijent zagađenja	Ukupan teret (ES)
stanovništvo	žitelj	360	1,0	360
gospodarstvo	uposlenik	50	1,0	50
Krupna stoka	grlo	1220	0,83	10126
Sitna stoka	grlo	990	0,08	79
<b>UKUPNO</b>				<b>10615</b>

### 6.3. PROCJENA STUPNJA UGROŽENOSTI PODZEMNIH VODA IZVORIŠTA

Suvremene metode zaštite podzemnih voda u krškom podzemlju podrazumijevaju dvije temeljne značajke :

- utvrditi prirodnu i specifičnu ranjivost i
- utvrditi "hazard".

Prirodna ranjivost najvećim dijelom zavisi od hidrogeoloških karakteristika krškog terena kao što su :

- karakteristike pokrovnih naslaga (O),
- pozicije koncentracije podzemnih tokova (C),
- stupnja razvoja krške mreže tokova u vodonosniku (K) i
- režima oborina (P).

Utvrdjivanje specifične ranjivosti se temelji na procjeni :

- fizičko-kemijskog ponašanja zagađivača u podzemlju,
- hidrodinamičkih karakteristika podzemnog tečenja i
- geokemijskih karakteristika stjenovitih masa krškog podzemlja.

U pogledu onečišćenja podzemnih voda hazard se definira kao potencijalni izvor onečišćenja antropogenog porijekla, uglavnom na površini terena.

Definiranje i inventarizacija hazarda obuhvaća:

- prikupljanje podataka o hazardu
- rangiranje i
- procjena težine hazarda.

S obzirom na hidrogeološku specifičnost krša ovog područja, u ovom slučaju se koristila nešto prilagođena procjena prirodne ranjivosti vodonosnika podzemnih voda u kršu koju najčešće koriste, a sadrži ocjenu na temelju tri skupine podataka.

#### a. Hidrogeološke karakteristike vodonosnika - litologija

Procjenom je obuhvaćena građa krških vodosnika od površine terena, preko nesaturirane do saturirane zone. Ovisno o stupnju raspucalosti stijene i napredovanju procesa okršavanja, ukazuje se na mogućnost pronosa onečišćenja do saturirane zone i daljnji transfer prema izvorima koji se štite. Stijene i naslage dijele se u 6 osnovnih kategorija: (1) vapnenci; (2) vapnenci i dolomiti u izmjeni; (3) dolomiti; (4) aluvijalne naslage; (5) proluvij, deluvij, fluvioglacial i (6) fliš, paleozojski klastiti.

Ovisno o stupnju vodopropusnosti dodjeljuje im se određeni broj bodova A (0 – 10)

#### b. Stupanj okršenosti

Stupanj okršenosti (koncentracija vrtača na jedinici površine je prostorni podatak koji ukazuje na površinski raspored karbonatnih stijena različitog stupnja okršenosti). Jače okršena područja, odnosno područja s najvećom koncentracijom vrtača predisponirana su područja povećanog poniranja, a to znači i moguće zone visoke ranjivosti. Na



temelju pripremljene geomorfološke karte dodjeljuje se broj bodova koji iznosi od 0 do 20 (B).

U ocjeni stupnja prirodne ranjivosti podzemnih voda u kršu su vrlo bitna područja ili zone za koje se procjenjuje da ostvaruju izravnu komunikaciju površinskih i podzemnih voda. Te zone imaju veliku težinu i važnost. Preko tih krških pojava se ostvaruje vrlo brzi pronos onečišćenja s površine terena u vodonosnik. Takvim prostorima je dodjeljuje 10 bodova.

Preklapanjem ove dvije podloge dobiva se podloga koja se reklasificira u dvadeset kategorija s brojem bodova 1 - 20.

### Nagib terena i oborine

Nagib terena (dobiven iz digitalnog modela terena) je bitan preduvjet formiranja hidrografske mreže. Što su nagibi veći, bujične osobine vodotoka su naglašenije, a to znači brži pronos potencijalnih onečišćenja s nekog prostora. Najveći rizik je na zaravnjenim područjima, odnosno na područjima gdje su nagibi najmanji, jer je na tim prostorima najduže zadržavanje vode, a isto tako i potencijalnih onečišćenja.

Količina oborina - srednja godišnja količina oborine je jedna od bitnih komponenata za ocjenu vodnoga režima određenoga prostora.

Ocjenjivanje prirodne ranjivosti vodonosnika prema nagibu terena i srednjoj godišnjoj količini oborina

Tablica 6.

Nagib terena		Padaline	
Bodovi (C1)	Nagib (°)	Bodovi (C2)	Sred. god. Padaline (mm)
10	0-5	10	> 3500
9	>5 – 7	9	> 3000-3500
8	>7 – 10	8	>2500-3000
7	>10 – 15	7	>2000-2500
6	>15 – 20	6	>1500-2000
5	>20 – 25	5	>1250-1500
4	>25 – 30	4	>1000-1250
3	>30 – 35	3	>750-1000
2	>35 – 40	2	>500-750
1	>40 - 45	1	>500
0	>45		

Definiranje i inventarizacija hazarda obuhvaća:

- prikupljanje podataka o hazardu
- rangiranje i
- procjena težine hazarda.

U svezi prikupljanja podataka o hazardu, korišteni su ranije snimljeni podaci o katastru zagađivača

Izračun težine hazarda (HI)

Označava stupanj opasnosti svakog hazarda prema obrascu :

$$HI = H \cdot Qn \cdot Rf$$

Gdje je

**HI** indeks hazarda,

**H** težinska vrijednost svakog hazarda,

**Qn** je faktor rangiranja – rang toksičnosti  
(0,8 - 1 - 1,2) i

**Rf** je faktor redukcije. (0 - 1)

Moguće stupnjevanje indeksa hazarda je od 0 do 120 poena.

Rizikom od onečišćenja podzemnih smatra se mogućnost zagađenja podzemne vode u vodonosniku uslijed neprihvatljivih aktivnosti na površini terena u zoni utjecaja na vodonosnik.

Takav pristup koristi interakciju onečišćenja i prirodne ranjivosti vodonosnika na određenoj lokaciji. Sličan se pristup koristi i u COST 620 projektu za jedno od pilot područja (Španjolska) gdje je intenzitet rizika (*RII*) riješen relativno jednostavnom jednačbom:

$$RII = \frac{1}{HI \cdot \pi}$$

**RII** = Indeks intenziteta rizika,

**HI** = Indeks hazarda i

**$\pi$**  je Indeks prirodne ranjivosti (**P · I**). (P = 1 do 5)

Sračunate vrijednosti za već definirane zagađivače dani su u tablici 7.

**Tablica 7. Sračunate vrijednosti indeksa intenziteta rizika**

r. br.	Lokacija opis	HI	RII	Kategorija rizika	Komentar
<b>Naselja bez regulirane odvodnje otpadnih voda</b>					
1.	Naselje Dobroša	21	0,024	V R	Iako se naselje nalazi u zoni male osjetljivosti, ocjenu visokog rizika je dobilo zbog neregulirane odvodnje otpadnih voda, brojnosti objekata i mogućnosti površinskog otjecanja otpadnih voda u zonu visoke osjetljivosti
2.	Naselje Kormani	14	0,020	V R	Indeks visokog rizika za ovo relativno malo naselje bez regulirane odvodnje otpadnih voda dobilo je zbog pozicije u zoni slabe, srednje, visoke, vrlo visoke prirodne osjetljivosti i poglavito što se nalazi iznad zone intenzivnog podzemnog tečenja.
3.	Naselje Kukrka	14	0,024	V R	Naselje se nalazi u zoni srednje prirodne osjetljivosti, a ocjenu indeksa visokog rizika dobilo je u najvećoj mjeri zbog površinskog otjecanja otpadnih voda u zonu visoke prirodne osjetljivosti u blizini izvorišta.
4.	Naselje Kulagići	21	0,024	V R	Naselje se nalazi u zoni visoke prirodne osjetljivosti, a ocjenu indeksa visokog rizika dobilo je i zbog mogućnosti površinskog otjecanja otpadnih voda u zonu vrlo visoke prirodne osjetljivosti i samog izvorišta
5.	Naselje Naukovići	21	0,009	V V R	Ocjenu indeksa vrlo visokog rizika su dijelovi ovih naselja dobila zbog neregulirane odvodnje otpadnih voda i pozicije u zoni vrlo visoke prirodne osjetljivosti i intenzivnog tečenja podzemnih voda.
6.	Naselje Barišići	21	0,009	V V R	
7.	Naselje Kudići - Perani	21	0,009	V V R	
8.	Naselje G. Blace	21	0,012	V R	Na ocjenu indeksa visokog rizika najviše je utjecala brojnost objekata, neregulirana odvodnja otpadnih voda i pozicija u zoni sa indeksom visoke prirodne osjetljivosti.
9.	Naselje Dragiča potok	14	0,024	V R	Malo naselje u neposrednoj blizini izvorišta te pozicija u zoni sa indeksom srednje i visoke osjetljivosti su najviše utjecali na procjenu indeksa velikog rizika
10.	Naselje Krča	14	0,024	V R	Ocjenu indeksa velikog rizika je dobilo zbog svoje pozicije sa koje je moguće da otpadne vode površinskim otjecanjem na relativno maloj udaljenosti dođu u zonu vrlo visoke osjetljivosti i u samo izvorište.
11.	Naselje Pod Gradinom	14	0,036	S R	Na ocjenu srednjeg indeksa ukupnog rizika je najviše utjecala pozicija u zoni sa indeksom slabe prirodne osjetljivosti i relativno malog broja izgrađenih obiteljskih objekata.
12.	Naselje Stare Blace	14	0,070	M R	Relativno velika udaljenost od izvorišta i pozicija u zoni sa indeksom vrlo niske osjetljivosti su utjecali na ocjenu indeksa malog rizika.
13.	Naselje Mejnik	14	0,070	M R	
<b>Deponije otpada</b>					
14.	Divlja deponija Dragiča potok	28	0,007	V V R	Divlja deponija u zoni sa indeksom vrlo visoke prirodne osjetljivosti i zoni sa utvrđenim intenzivnim podzemnim tečenjem prema izvorištu su najviše utjecali na ocjenu indeksa vrlo visokog rizika
15.	Divlja deponija Makljen	24	0,008	V V R	Ocjena indeksa vrlo visokog rizika za ove dvije divlje deponije je najviše utjecala njihova pozicija koja se nalazi u zoni sa indeksom vrlo visoke prirodne osjetljivosti (područje boginjavog krša) iz koje je trasiranjem utvrđena direktna podzemna veza sa izvorištem
16.	Divlja deponija Makljen	24	0,008	V V R	
<b>Gospodarski objekti</b>					
17.	Poljoprivreno skladište i štavljenje kože	21	0,012	V R	U navedenim gospodarskim objektima se obavljaju aktivnosti čije otpadne vode mogu nepovoljno utjecati na podzemne vode. Nalazi se u zoni sa indeksom visoke

18.	Automehaničarska radionica	21	0,012	V R	prirodne osjetljivosti zbog mogućnosti površinskog otjecanja otpadnih voda u zonu sa indeksom vrlo visoke prirodne osjetljivosti i prema samom izvorištu.
19.	Svinjogojska farma	21	0,024	V R	
20.	Automehaničarska radionica	25	0,013	V R	
21.	Restoran na Makljenu 1	22	0,009	V V R	Ugostiteljski objekt sa nereguliranim odlaganjem otpadnih voda se nalazi u zoni sa vrlo visokim indeksom prirodne osjetljivosti iz koje je utvrđena vrlo brza komunikacija podzemnih voda sa vrelom Krupić.
22.	Restoran na Makljenu 2	22	0,011	V R	Ugostiteljski objekt sa nereguliranim odlaganjem otpadnih voda se nalazi u zoni sa indeksom visoke prirodne osjetljivosti i neposredno uz granicu sa zonom vrlo visoke prirodne osjetljivosti iz koje je utvrđena vrlo brza komunikacija podzemnih voda sa vrelom Krupić.
<b>Kamenolomi</b>					
23.	Napušteni kamenolom	8	0,025	V R	Napušteni kamenolom se nalazi u zoni intenzivnog tečenja podzemnih voda prema izvorištu. Nije obavljena sanacija i već sada predstavlja mjesto nereguliranog odlaganja otpada. Zbog toga je navedena pozicija ocjenjena indeksom visokog rizika
24.	Kamenolom Mejenik	8	0,13	V M R	Nalazi se u zoni sa indeksom vrlo slabe prirodne osjetljivosti i na relativno velikoj udaljenosti od izvorišta.
25.	Kamenolom Trešnjice	15	0,022	V R	Kamenolom sa dosta velikim frontom otkopavanja kamena se nalazi u zoni sa indeksom visoke prirodne osjetljivosti iz koje, prema hidrogeološkim odnosima, postoji velika vjerojatnost intenzivnijeg podzemnog tečenja prema zoni boginjavog krša i izvorištu.
26.	Kamenolom Zagradinje	10	0,033	S R	Relativno mali kamenolom na većoj udaljenosti od izvorišta i u zoni sa indeksom srednje prirodne osjetljivosti
<b>Groblje</b>					
27.	Groblje Dobroša	20	0,0125	S R	Manje groblje sa pozicijom u zoni sa indeksom slabe prirodne osjetljivosti.
<b>Prometnice</b>					
28.	Prozor-Rama - Konjic	24	0,010	V V R	Prometnica sa relativno malim prometom ali i vrlo blizu izvorišta i preko zona sa najintenzivnijim podzemnim tečenjem prema vrelu Krupić
29.	Prozor-Rama – G. Vakuf	12	0,021* 0,028** 0,041**	V R S R S R	Dosta uređena prometnica sa uređenim slivnicima, jakim prometom i prolazi najvećim dijelom kroz zone sa visokim indeksom prirodne osjetljivosti
30.	Lokalne prometnice	8	0,04	S R	Vrlo mali promet i pozicija u najvećoj mjeru u zonama sa indeksom srednje osjetljivosti

\* važi za II zaštitnu zonu

\*\* važi za III i IV zaštitnu zonu

Prema iskustvima stečenim u COST 620 projektu, za ocjenu ukupnog rizika od onečišćenja podzemnih voda u kršu se smatra najpogodnijom klasifikacija :

- V M R - vrlo malen rizik **RII** > 0,168
- M R - malen rizik **RII** = 0,063 - 0,168
- S R - srednji rizik **RII** = 0,028 - 0,063
- V R - visoki rizik **RII** = 0,01 - 0,028
- V V R - vrlo visoki rizik **RII** < 0,01

## 7. ZAŠTITA IZVORIŠTA

### 7.1. TEMELJNA ZAKONSKA POLAZIŠTA ZA UTVRĐIVANJE ZAŠTITNIH MJERA

Zaštita podzemnih voda izvorišta Krupić utvrđuje se u skladu sa važećim propisima u Federaciji Bosne i Hercegovine koji se odnose na predmetnu oblast, i to:

Zakonom o vodama FBiH ("Službene novine FBiH", broj 70/06),

"Pravilnika o načinu utvrđivanja zona sanitarne zaštite i zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta za javno vodosnabdjevanje stanovništva" («Službene novine Federacije B i H», broj: 88/12 od 17. 10. 2012. godine).

Zakon o vodama Hercegovačko-Neretvanske županije nije usvojen, tako da je zaštita izvorišta Krupić utvrđena u skladu sa Federalnim propisima.

U nastavku je prikazan važeći zakonski okvir zaštite izvorišta, na osnovu koga su utvrđene normativne mjere zaštite izvorišta Krupić. Pored toga, dat je i osvrt na odredbe novog Federalnog zakona o vodama u segmentu koji se odnosi na zaštitu izvorišta.

#### Važeći zakonski okvir

U članu 66. Federalnog zakona o vodama ("Službene novine FBiH", broj 70/06) utvrđen je način normativne zaštite izvorišta koja služe za javno snabdjevanje pitkom vodom. Zakonom o vodama utvrđeno je, da se vode koje su vodoprivrednom osnovom, odnosno drugim planskim dokumentom vodoprivrede određene da se koriste kao vode za piće, ne smiju koristiti u druge svrhe, na način koji bi nepovoljno mogao uticati na kvalitetu i količinu vode za piće. Ova izvorišta moraju biti zaštićena od onečišćenja i drugih utjecaja, koji mogu imati nepovoljne efekte na zdravstvenu ispravnost vode ili izdašnost izvorišta.

Članom 68 Federalnog Zakona o vodama definirana je nadležnost za utvrđivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta vode za piće.

Slivno područje izvorišta Krupić kao i njegove zaštitne zone ne nalaze se u cijelosti na teritoriju Općine Prozor-Rama, tj. na području Hercegovačko-Neretvanske županije. Dio sliva i zaštitnih zona nalazi se na području općine Gornji Vakuf, odnosno Srednjobosanske županije. Stoga je, u skladu sa odredbama Federalnog Zakona o vodama Odluku o zaštiti podzemnih voda izvorišta Krupić potvrditi općine Prozor-Rama i općina Gornji vakuf, odnosno Neretvansko hercegovačka i Srednjobosanska županija te odgovarajuće ministarstvo F BiH.

Izvorište Krupić spada u grupu izvorišta sa kraškim slivom, kod kojih se mogu utvrditi četiri zaštitne zone, i to:

I zaštitna zona,

II zaštitna zona,

III zaštitna zona i

IV zaštitna zona

## 7.2. TEMELJNI KRITERIJI ZA USPOSTAVU ZONA I REŽIMA ZAŠTITE

Da bi se zaštitile podzemne vode izvorišta Krupić od zagađenja i drugih štetnih utjecaja koji mogu nepovoljno djelovati na njegove kvantitativno-kvalitativne karakteristike, potrebno je uspostaviti odgovarajući režim u odgovarajućim zonama na slivu izvorišta.

Režim zaštite u slivu izvorišta se uspostavlja prema istraživanjima utvrđenim geološko-hidrogeološkim karakteristikama, vremenu putovanja vode kroz kraški akvifer do vodozahvata, vrsti zagađivača i njihovoj poziciji unutar sliva te procjene indeksa prirodne ranjivosti i indeksa ukupne ranjivosti vodonosnika i podzemnih voda u njemu.

Veličina pojedinih zaštitnih zona ovisi o uvjetima infiltracije voda sa površine terena, pozicijom temeljnih pravaca podzemnog tečenja, te brzinom tečenja podzemne vode do izvorišta. U slučaju izvorišta Krupić brzine podzemnog toka određivane su trasiranjem i iznose od 1,9 do 4,9 km/dan, ovisno o visinskoj razlici, udaljenosti mjesta bojenja od izvorišta, vrsti i debljini površinskog slabo provodnog pokrivača, kao i procjene pravaca i dubine razvoja okršavanja i u svezi njih pozicija mogućih primarnih podzemnih tokova.

Površina slivnog područja je na velikom svom dijelu izrazito okršena i sa najvećeg njenog dijela infiltracija padalinskih voda je vrlo brza. Obavljena dva trasiranja podzemne vode preko aktivnih ponora na slivnom području pokazala su relativno velike brzine podzemnog tečenja koje upozoravaju na dvije činjenice :

- da se radi o tzv. vrlo brzom slivu i
- da je ugroza podzemnih voda sa površine sliva velika.

Pojedini dijelovi sliva su međutim prekriveni kvartarnim nanosom čija procijenjena debljina i provodnost te gustoća vegetacije mogu znatno utjecati na smanjenje brzina podzemnog tečenja.

U važećem Pravilniku o načinu utvrđivanja zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta za javno vodoopskrbu stanovništva kao jedan od osnovnih kriterija za određivanja granica zaštitnih zona je brzina tečenja podzemnih voda.

S obzirom na vrlo zamršeni sustav podzemnog tečenja i veliki broj faktora koji mogu utjecati na brzinu podzemnog tečenja na cijeloj površini sliva je kao kriterij korištena procijenjena mogućih brzina podzemnog tečenja na temelju rezultata svih provedenih istraživanja.

## 7.3. ZONE I MJERE ZAŠTITE

### 7.3.1. I zaštitna zona – Zona najstrožeg režima zaštite

Područje I zaštitne zone izvorišta Krupić utvrđuje se u cilju njegove zaštite od direktnog zagađenja, oštećenja i drugih slučajnih ili namjernih negativnih utjecaja. U skladu sa odredbama članka 7. "Pravilnika o načinu utvrđivanja zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta za javno vodosnabdjevanje stanovništva" utvrđuje se I zaštitna zona izvorišta Krupić.

Utvrđivanje granica I zaštitne zona vrši se na osnovu uvjeta propisanih u članku 7. "Pravilnika o načinu utvrđivanja zona sanitarne zaštite i zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta za javno vodosnabdjevanje stanovništva". Za izvorište vrelo Krupić već postoji djelomično ograđeni prostor koji onemogućuje nesmetani ulaz. Kako se ovim prostorom ne obuhvaćaju i razbijeni

dijelovi vrela koji su aktivni u razdobljima srednjih i pogotovo velikih voda, predlaže se za I zaštitnu zonu prostor od 15518,6 m<sup>2</sup>, definiran pravcima i prijelomnim točkama danim koordinatama u tablici 8:

*Tablica 8. Koordinate prve zaštitne zone*

površina 15518.57 m <sup>2</sup> dužina granice 550.61 m	
X=6471455.72 Y=4852862.94	X=6471319.39 Y=4853003.57
X=6471409.99 Y=4852853.53	X=6471321.69 Y=4853037.14
X=6471405.05 Y=4852853.85	X=6471378.61 Y=4853037.41
X=6471403.97 Y=4852906.92	X=6471432.44 Y=4853022.65
X=6471395.44 Y=4852920.77	X=6471450.60 Y=4852985.08
X=6471336.71 Y=4852955.63	X=6471455.72 Y=4852862.94

Uvjeti za utvrđivanje mjere sanitarne zaštite u I zaštitnoj zoni propisani su članokm 7. "Pravilnika o načinu utvrđivanja zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta za javno vodosnabdjevanje stanovništva". U ovoj zaštitnoj zoni uspostavlja se vrlo strogi režim zaštite, pri čemu se ne dopuštaju nikakve aktivnosti koje nisu u vezi sa radom vodoopskrbnih objekata. Zbog toga se na području I zaštitne zone izvorišta Krupić mogu nalaziti samo objekti i oprema koji su neophodni za rad izvorišta. To uključuje slijedeće objekte, sa njima pripadajućom opremom:

- Vodosabirnik sa pripadajućom opremom i postrojenjima za crpljenje;
- pripadajući transportni cjevovod koji vodi od crpilišta prema potrošačima;
- zaštitni objekt crnog postrojenja sa prostorijama za posadu i strojarskim prostorom;
- trafo-stanica za napajanje električnom energijom;
- unutrašnji pristupni put.

Kako bi se spriječio neovlašten ulazak na područje I zaštitne zone i osigurala potpuna kontrola ovoga prostora, I zaštitna zona mora se ograditi zaštitnom ogradom ne manjom od 2 m visine, kako bi se spriječio pristup neovlaštenih osoba. Područje I zaštitne zone izvorišta se pored ograde može osiguravati i drugim mjerama fizičke zaštite i osiguranja, što uključuje čuvarsku službu na izvorištu, alarmni sustav uzbunjivanja i druge mjere zaštite, ukoliko se to ocijeni potrebnim.

Područje I zaštitne zone izvorišta mora biti na odgovarajući način obilježeno, kako bi građanstvo moglo znati da je pristup ovoj zoni izričito zabranjen. Tabla kojom se obilježava I zaštitna zona mora biti postavljena kod ulaza u zaštićenu zonu. Na tabli se upisuje upozorenje o strogoj zabrani neovlaštenog pristupa, zatim naziv izvorišta i zaštitne zone, naziv ovlaštene ustanove koja upravlja crpilištem, te broj dežurnog telefona za hitne slučajeve.

Pristup I zaštitnoj zoni izvorišta Krupić dozvoljen je samo ovlaštenim osobama, i to:

- zaposlenicima koje odredi uprava koja upravlja crpilištem, kao i osobama koje stalno ili povremeno rade na objektima unutar ove zone;



- nadležnim inspekcijskim organima u toku vršenja redovnih ili izvanrednih kontrola izvorišnog prostora te ostalim licima samo uz posebno odobrenje ustanove koja upravlja crpilištem.

Propisani režimi zaštite unutar utvrđene I zaštitne zone detaljno su pobrojani u tablici 8.

Područje I zaštitne zone, s obzirom na uvjete infiltracije i dinamiku tečenja podzemnih voda u kršu, obuhvaća i ponore, vrtače, rasjede i druge točke i lokalitete unutar hidrogeološkog sliva kod kojih postoji direktna i brza komunikacija između površine terena i podzemnih voda.

Zbog vrlo „brzog“ sliva slivno područje izvorišta Krupić / zona obuhvaća prostore sa većim brojem aktivnih i povremeno aktivnih ponora i ponskih zona. Sa ovih prostora postoji vrlo jaka komunikacija površinskih i podzemnog tečenja prema vrelu Krupić. Iz tog razloga je dio prostora na udaljenijim dijelovima sliva obuhvaćen ovom zaštitnom zonom.

Najbliža izvorištu je područje korita Dragića potok između kota 1180 i 680 m koji je cijelom svojom dužinom ponska zona. Trasiranjem podzemne vode u Dragića potoku utvrđena je izravna veza sa vrelom Krupić i vrlo velika prividna brzina tečenja od 4,9 km/dan.

U podnožju uzvišenja Zgon je također izdvojena I zaštitna zona koja obuhvaća niz vrtača i poniranja procjednih voda iz kvartarnih naslaga.

Ovi prostori I zaštitne zone detaljno su prikazani na priložima br. 7. i 8.1., a granice su detaljno definirane pravcima i lukovima između prijelomnih točaka za koje su dane koordinate u tablici 9.

Tablica 9

<b><u>I zona Dragića potok</u></b>			
Površina 162279.04 m <sup>2</sup>			
X = 6470399.36,	Y = 4855786.88,	X = 6470739.83,	Y = 4855063.00,
X = 6470387.22,	Y = 4855820.28,	X = 6470631.86,	Y = 4855176.21,
X = 6470367.66,	Y = 4855874.07,	X = 6470618.16,	Y = 4855283.75,
X = 6470468.87,	Y = 4855843.35,	X = 6470523.78,	Y = 4855347.68,
X = 6470491.39,	Y = 4855749.87,	X = 6470559.27,	Y = 4855375.08,
X = 6470556.58,	Y = 4855649.44,	X = 6470603.26,	Y = 4855384.93,
X = 6470586.14,	Y = 4855528.84,	X = 6470530.17,	Y = 4855492.20,
X = 6470655.29,	Y = 4855427.96,	X = 6470495.43,	Y = 4855583.56,
X = 6470638.25,	Y = 4855325.11,	X = 6470399.36,	Y = 4855786.88,
X = 6470665.58,	Y = 4855238.60,	X = 6470390.35,	Y = 4855860.31,
X = 6470727.92,	Y = 4855168.87,	X = 6470434.26,	Y = 4855849.86,
X = 6470781.71,	Y = 4855082.61,	X = 6470496.99,	Y = 4855753.75,
X = 6470801.79,	Y = 4854999.80,	X = 6470549.27,	Y = 4855649.29,
X = 6470813.03,	Y = 4854927.19,	X = 6470593.18,	Y = 4855532.29,
X = 6470848.46,	Y = 4854832.33,	X = 6470643.36,	Y = 4855413.20,
X = 6470967.43,	Y = 4854744.80,	X = 6470645.45,	Y = 4855321.27,
X = 6471063.81,	Y = 4854552.54,	X = 6470668.45,	Y = 4855246.06,
X = 6471077.13,	Y = 4854400.48,	X = 6470722.82,	Y = 4855170.84,
X = 6471157.97,	Y = 4854227.47,	X = 6470777.18,	Y = 4855078.92,
X = 6471009.30,	Y = 4854199.29,	X = 6470804.37,	Y = 4854980.72,
X = 6471012.29,	Y = 4854439.89,	X = 6470812.54,	Y = 4854937.64,
X = 6470929.77,	Y = 4854604.70,	X = 6470839.85,	Y = 4854867.49,
X = 6470837.60,	Y = 4854785.74,	X = 6470956.87,	Y = 4854734.97,
X = 6470702.71,	Y = 4854897.93,	X = 6471041.69,	Y = 4854579.76,

X = 6471111.58, Y = 4854333.68,	
<b>I zaštitna zona Zgon</b>	
Površina : 60700.60 m <sup>2</sup>	
X = 6471134.01, Y = 4856592.68, X = 6471156.61, Y = 4856593.42, X = 6471198.52, Y = 4856594.78, X = 6471253.16, Y = 4856537.25, X = 6471215.10, Y = 4856464.23, X = 6471153.95, Y = 4856427.54, X = 6471096.93, Y = 4856393.01, X = 6471028.31, Y = 4856365.28, X = 6470992.32, Y = 4856290.92,	X = 6471016.01, Y = 4856206.22, X = 6471134.01, Y = 4856592.68, X = 6471199.26, Y = 4856584.33, X = 6471236.23, Y = 4856541.93, X = 6471208.85, Y = 4856468.06, X = 6471155.46, Y = 4856428.39, X = 6471092.48, Y = 4856392.83, X = 6471039.09, Y = 4856362.73, X = 6471003.49, Y = 4856288.86,

### 7.3.2. II zaštitna zona – zona strogih režima zaštite

U skladu sa odredbama članka 7, stavak 6 Pravilnika o uvjetima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koje se koriste ili planiraju da koriste za piće, drugoj zaštitnoj zoni izvorišta pripadaju dijelovi sliva od granice I zaštitne zone do udaljenosti od koje podzemnoj vodi je potrebno najmanje 1 (jedan) dan tečenja do vodozahvata.

U stavci 7 istoga članka predviđeno je da se II zaštitna zona može nalaziti i izvan granica utvrđenih navedenim kriterijem brzine tečenja podzemne vode u kojim je prividna brzina tečenja podzemnih voda veća od 2,5 km/dan.

S obzirom da su utvrđene brzine tečenja podzemnih voda u rasponu od 1,9 do 4,9 km/dan, kod određivanja udaljenosti granica ove zaštitne zone poslužili su također i rezultati koji su ukazali na visoku infiltraciju površinskih voda u podzemlje (geomorfološke podloge); mogući i utvrđeni pravci privilegiranih podzemnih tečenja (hidrogeološke podloge i rezultati trasiranja podzemnih voda) i intenzitet pošumljenosti (podloge vegetacije).

Na temelju navedenih kriterija granica II zone zaštite je definirana pravcima i lukovima između prijelomnih točaka čije su koordinate dane u tablici 10.

Tablica 10

#### II zaštitna zona

Površina 11004610m<sup>2</sup>  
 Dužina granice 17477 m

1. X=6471405.24 Y=4852849.83	107. X=6470814.70 Y=4856182.59
2. X=6471456.63 Y=4852857.52	108. X=6470790.53 Y=4856170.25
3. X=6471454.28 Y=4852913.76	109. X=6470747.56 Y=4856167.03
4. X=6471502.16 Y=4852925.33	110. X=6470721.25 Y=4856170.79
5. X=6471597.04 Y=4852938.87	111. X=6470628.33 Y=4856199.77
6. X=6471662.56 Y=4852977.25	112. X=6470578.28 Y=4856207.09
7. X=6471739.37 Y=4853038.19	113. X=6470520.92 Y=4856207.38
8. X=6471854.59 Y=4853123.97	114. X=6470473.91 Y=4856200.59
9. X=6471969.26 Y=4853205.94	115. X=6470405.83 Y=4856177.58
10. X=6472046.26 Y=4853239.94	116. X=6470315.77 Y=4856141.28
11. X=6472132.22 Y=4853248.88	117. X=6470260.52 Y=4856129.94
12. X=6472203.85 Y=4853248.88	118. X=6470232.52 Y=4856137.50
13. X=6472329.20 Y=4853223.83	119. X=6470193.92 Y=4856170.77
14. X=6472416.94 Y=4853197.00	120. X=6470163.64 Y=4856194.97
15. X=6472483.20 Y=4853229.20	121. X=6470154.56 Y=4856200.26
16. X=6472536.92 Y=4853264.99	122. X=6470133.37 Y=4856193.46
17. X=6472574.59 Y=4853315.17	123. X=6470109.15 Y=4856140.52
18. X=6472596.01 Y=4853343.71	124. X=6470092.42 Y=4856087.42
19. X=6472631.83 Y=4853406.34	125. X=6470093.76 Y=4856052.12
20. X=6472674.80 Y=4853456.44	126. X=6470141.75 Y=4855937.55
21. X=6472706.15 Y=4853482.55	127. X=6470177.08 Y=4855841.64
22. X=6472740.22 Y=4853499.56	128. X=6470222.42 Y=4855790.36
23. X=6472816.87 Y=4853496.73	129. X=6470327.94 Y=4855687.13
24. X=6472853.77 Y=4853510.91	130. X=6470360.36 Y=4855629.17
25. X=6472919.06 Y=4853639.97	131. X=6470375.71 Y=4855543.93
26. X=6473008.48 Y=4853734.99	132. X=6470343.30 Y=4855472.32
27. X=6473022.68 Y=4853769.03	133. X=6470251.16 Y=4855439.93
28. X=6473014.03 Y=4853788.16	134. X=6470155.60 Y=4855381.97
29. X=6472988.15 Y=4853810.64	135. X=6470054.93 Y=4855385.38
30. X=6472897.02 Y=4853851.11	136. X=6469822.88 Y=4855501.31
31. X=6472880.15 Y=4853875.84	137. X=6469671.02 Y=4855535.40
32. X=6472910.52 Y=4854083.81	138. X=6469642.01 Y=4855525.17
33. X=6472884.65 Y=4854141.14	139. X=6469650.54 Y=4855497.90
34. X=6472862.32 Y=4854179.79	140. X=6469664.19 Y=4855414.36
35. X=6472797.54 Y=4854267.36	141. X=6469655.66 Y=4855342.76
36. X=6472739.11 Y=4854358.74	142. X=6469611.30 Y=4855325.71
37. X=6472660.36 Y=4854500.89	143. X=6469532.81 Y=4855363.22
38. X=6472640.03 Y=4854551.66	144. X=6469473.09 Y=4855474.03
39. X=6472628.18 Y=4854633.02	145. X=6469438.96 Y=4855560.97
40. X=6472643.96 Y=4854697.50	146. X=6469365.59 Y=4855607.00
41. X=6472675.51 Y=4854767.71	147. X=6469278.43 Y=4855618.03
42. X=6472685.55 Y=4854819.30	148. X=6469171.00 Y=4855620.14
43. X=6472676.94 Y=4854853.69	149. X=6469067.79 Y=4855608.56
44. X=6472608.11 Y=4854978.35	150. X=6469036.19 Y=4855611.72
45. X=6472572.25 Y=4855028.51	151. X=6468965.63 Y=4855638.03
46. X=6472516.32 Y=4855095.85	152. X=6468912.97 Y=4855650.65
47. X=6472474.74 Y=4855160.34	153. X=6468855.04 Y=4855660.12
48. X=6472456.04 Y=4855213.64	154. X=6468821.34 Y=4855679.06
49. X=6472435.58 Y=4855252.26	155. X=6468813.97 Y=4855685.38
50. X=6472385.56 Y=4855302.24	156. X=6468807.65 Y=4855663.28
51. X=6472377.61 Y=4855341.99	157. X=6468784.48 Y=4855622.24
52. X=6472395.79 Y=4855463.52	158. X=6468775.00 Y=4855607.51
53. X=6472416.25 Y=4855537.35	159. X=6468777.11 Y=4855548.58
54. X=6472872.27 Y=4853911.82	160. X=6468693.91 Y=4855460.19
55. X=6472880.15 Y=4853953.41	161. X=6468622.29 Y=4855451.77
56. X=6472899.27 Y=4853988.26	162. X=6468600.17 Y=4855446.51
57. X=6472916.15 Y=4854035.47	163. X=6468594.91 Y=4855437.04
58. X=6472438.99 Y=4855587.32	164. X=6468609.65 Y=4855392.84
59. X=6472438.99 Y=4855587.32	165. X=6468648.62 Y=4855322.34
60. X=6472461.27 Y=4855622.23	166. X=6468648.31 Y=4855258.32

61. X=6472488.23 Y=4855651.72	167. X=6468594.88 Y=4855196.04
62. X=6472503.63 Y=4855700.45	168. X=6468514.74 Y=4855164.91
63. X=6472501.06 Y=4855756.87	169. X=6468480.60 Y=4855163.42
64. X=6472490.98 Y=4855784.14	170. X=6468421.24 Y=4855200.49
65. X=6472478.12 Y=4855824.82	171. X=6468317.35 Y=4855279.08
66. X=6472473.12 Y=4855859.07	172. X=6468167.45 Y=4855393.26
67. X=6472479.55 Y=4855940.42	173. X=6468114.02 Y=4855416.99
68. X=6472492.40 Y=4855995.37	174. X=6468058.57 Y=4855436.50
69. X=6472515.18 Y=4856139.77	175. X=6467913.83 Y=4855463.96
70. X=6472509.54 Y=4856211.78	176. X=6467879.02 Y=4855467.62
71. X=6472477.26 Y=4856231.19	177. X=6467904.67 Y=4855417.28
72. X=6472512.52 Y=4856209.91	178. X=6467917.50 Y=4855342.23
73. X=6472449.31 Y=4856243.08	179. X=6467928.49 Y=4855204.02
74. X=6472383.10 Y=4856240.53	180. X=6467926.75 Y=4855120.15
75. X=6472257.04 Y=4856179.47	181. X=6467909.81 Y=4855041.95
76. X=6472157.72 Y=4856160.39	182. X=6467857.36 Y=4854899.26
77. X=6472074.96 Y=4856164.20	183. X=6467839.73 Y=4854807.82
78. X=6471947.63 Y=4856198.55	184. X=6467900.31 Y=4854809.10
79. X=6471855.95 Y=4856198.55	185. X=6467990.87 Y=4854796.18
80. X=6471809.69 Y=4856204.25	186. X=6468041.86 Y=4854772.82
81. X=6471770.59 Y=4856214.16	187. X=6468126.25 Y=4854727.41
82. X=6471746.36 Y=4856226.81	188. X=6468241.48 Y=4854643.09
83. X=6471726.53 Y=4856249.92	189. X=6468465.44 Y=4854498.77
84. X=6471702.30 Y=4856296.70	190. X=6468632.60 Y=4854424.17
85. X=6471678.61 Y=4856317.61	191. X=6468804.64 Y=4854362.55
86. X=6471629.60 Y=4856350.07	192. X=6468858.11 Y=4854340.85
87. X=6471611.42 Y=4856379.79	193. X=6469144.31 Y=4854224.72
88. X=6471589.94 Y=4856450.78	194. X=6469396.23 Y=4854108.80
89. X=6471563.24 Y=4856491.07	195. X=6469529.38 Y=4854060.16
90. X=6471494.17 Y=4856567.13	196. X=6469615.14 Y=4854019.70
91. X=6471457.51 Y=4856584.03	197. X=6469688.85 Y=4853978.36
92. X=6471396.90 Y=4856578.40	198. X=6469769.02 Y=4853903.42
93. X=6471316.54 Y=4856571.35	199. X=6469996.59 Y=4853595.93
94. X=6471270.02 Y=4856585.44	200. X=6470094.39 Y=4853443.92
95. X=6471186.85 Y=4856627.69	201. X=6470157.17 Y=4853322.85
96. X=6471134.43 Y=4856632.18	202. X=6470272.45 Y=4853160.93
97. X=6471050.90 Y=4856615.67	203. X=6470283.50 Y=4853099.67
98. X=6470981.29 Y=4856576.54	204. X=6470245.62 Y=4852942.13
99. X=6470889.06 Y=4856513.95	205. X=6470261.89 Y=4852908.72
100. X=6470839.46 Y=4856462.66	206. X=6470297.84 Y=4852880.36
101. X=6470823.80 Y=4856407.89	207. X=6470405.21 Y=4852849.07
102. X=6470826.41 Y=4856347.03	208. X=6470523.76 Y=4852824.49
103. X=6470845.55 Y=4856281.83	209. X=6471447.00 Y=4852677.98
104. X=6470849.07 Y=4856254.50	210. X=6471454.21 Y=4852690.33
105. X=6470843.70 Y=4856221.77	211. X=6471408.88 Y=4852797.39
106. X=6470834.03 Y=4856199.77	212. X=6471405.24 Y=4852849.83

Sa južne strane granica II zaštitne zone obuhvaća trasu tlačnog cjevovoda do rezervoara Krča odakle u pravcu zapada i jugozapada prati hidrogeološku razvodnicu do pozicije nešto sjevernije od naselja Dedići. Dalje granica ove zaštitne zone ide do kote 1114 m (spomenik na Makljenu), zatim u pravcu jugoistoka do Gradine, Glavanova dolca i Dragića potoka kojeg siječe približno po izohipsi 1200 m u pravcu kote Zgon (1370) i kote 1329 m. Dalje se morfološkom razvodnicom pruža do Brizovače (kota 1274) i prema jugu morfološkom razvodnicom preko Klupa do Stožina i G. Blaca do Hurija odakle se hidrogeološkom razvodnicom pruža do izvorišta. Granica II zaštitne zoni prikazana je detaljno na prilogima br. 8.1. i 8.2.

## Potrebne sanacijske mjere

Na području II zaštitne zone uspostavlja se nešto blaži režim korištenja prostora nego što je to slučaj u I zaštitnoj zoni oko izvorišta, ali su ograničenja izvođenja radova, izgradnje objekata i obavljanja aktivnosti još uvijek veoma stroga. Ograničenja koja važe za II zaštitnu zonu utvrđena su u prilogom 1 Pravilnika o uvjetima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koje se koriste ili planiraju da koriste za piće, a koja su detaljno specificirana u prilogu br. 12. ovog elaborata.

Ovom zonom obuhvaćeno je većina naselja i zaseoka navedenih u poglavlju 4.9.1. što će zahtijevati provedbu sanacijskih mjera, poglavito regulaciju odlaganja otpadnih voda.

To su naselja Dobroša sa zaseocima Korman i Kukrika, zatim dijelovi naselja Naukovići, Barišića, Kudići i Kulagići.

U navedenim naseljima nema izgrađene kanalizacije, već se dispozicija otpadnih voda vrši u septičke jame koje u većini nisu vododržive.

Za navedena naselja potrebno je izvršiti uređenje komunalne infrastrukture, odnosno izgraditi kanalizaciju ili organizirati izgradnju nepropusnih septičkih jama gdje ih nema uz punu kontrolu tehničkih nadzornih organa.

Divlje deponije, koje su definirane indeksom vrlo visokog rizika, je potrebno žurno sanirati jer izravno ugrožavaju kvalitetu podzemnih voda na izvorištu Krupić.

Registrirano organizirano groblje još uvijek aktivno, međutim, na njemu prevladavaju izgrađene grobnice te ne predstavlja ozbiljnu prijetnju kvaliteti podzemnih voda vrela Krupić.

Na dijelu ove zaštitne zone nalazi se potencijalni zagađivači, magistralna prometnica Prozor – Gornji Vakuf manjim dijelom i većim dijelom prometnica Prozor - Konjic. Magistralni put Prozor – G. Vakuf je vrlo kvalitetno izgrađena prometnica, procjena je da uz redovito održavanje ova prometnice, uz izgradnju zatvorenog sustava odvodnje oborinskih voda i njihovog prečišćavanja ili odvodnje izvan sliva, neće predstavljati opasnost za podzemne vode vrela Krupić.

Za put Prozor – Konjic koji se nalazi neposredno iznad izvorišta svakako treba izgraditi zatvoreni sustav odvodnje oborinskih voda izvan slivnog područja sa eventualnim prečišćavanjem i separatorima ulja i masti.

### **7.3.3. III zaštitna zona – Zona ograničenog režima zaštite**

Prema odredbama Pravilnika o uvjetima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koje se koriste ili planiraju da koriste za piće, članak 7, stavke 8 i 9, prostor III zaštitne zone krških izvorišta ograničen je vanjskom granicom II zaštitne zone do udaljenosti od koje je podzemnoj vodi potrebno najmanje 10 dana tečenja do vodozahvata.

U stavku 9. Ovog članka se također navodi mogućnost da se III zona zaštite može uspostaviti i na dijelovima sliva izvan granica utvrđenih navedenim kriterijem tečenja od 10 dana, ako u njima prividna brzina tečenja podzemnih voda iznosi od 1 do 2,5 km/dan.

Na temelju ovih kriterija i pojašnjenja navedenim u uvodnom dijelu ovog poglavlja definirani su prostori treće zaštitne zone na dijelovima terena na kojima hidrogeološki i drugi uvjeti mogu

znatnije utjecati na smanjenje brzine tečenja podzemnih voda. To su uglavnom tereni prekriveni i do dva metra debelim površinskim pokrivačem, srednje do gusto razvijenom vegetacijom i srednjim nagibima trene od 20 do 35°.

Ova zona obuhvaća tri cjeline, od kojih su dvije povezane.

U zapadnom dijelu sliva to su područja Poljana, dijela Makljena, Trišnjice, Borove kose, Zagradinja i Zastalača.

U sjevernom dijelu sliva to je prostrana i vrlo okršena visoravan Crni vrh koja je često prekrivena površinskim pokrivačem debelim i do 2 m i najčešće srednje do slabo gustom vegetacijom.

U središnjem dijelu sliva to je relativno usko područje Krča, zatim padine od Glavanovog doca do Zgona. U istočnom dijelu sliva ovoj zoni pripadaju dijelovi područja Puklevac i Lokve – Brizovača, često sa površinskim pokrivačem i d 3 m debelim, te srednje gustom vegetacijom.

U ovoj zoni ne postoje stalna naselja ali ima više lokacije na kojima su registrirani katuni u kojima tokom ljeta borave i ljudi i stoka. U ovoj zaštitnoj zoni postoje i šumski putovi sa dosta slabim intenzitetom saobraćaja. U cijeloj ovoj zaštitnoj zoni zbog nepristupačnosti terena antropogeni utjecaji su veoma slabo izraženi.

Granice III zaštitne zone detaljno su prikazane na priložima 7 i 8.

Propisani režimi zaštite u ovoj zoni detaljno su pobrojani u prilogu br. 12..

#### **7.3.4. IV zaštitna zona**

Prema odredbama Pravilnika o uvjetima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koje se koriste ili planiraju da koriste za piće, članak 7, stavak 10. Ovoj zaštitnoj zoni pripada prostor od vanjske granice III zaštitne zone do hidrogeološke razvodnice sliva.

U ovu zaštitnu zonu svrstani su dijelovi sliva sa nagibom terena preko 35° i vrlo gustom i visokom vegetacijom, kao i dijelovi sliva sa vrlo debelim naslagama kvartarnog pokrivača. Uglavnom se radi o nenaseljeno području.

Ovoj zoni pripadaju dolina Žiba sa dubokim bočnim dolinama Domirovac; Prešin dolac i Omanjac.

U ovu zonu su također svrstani dijelovi terena zapadnih padina Sajine planine i Košutice u krajnjem zapadnom dijelu sliva.

U istočnom dijelu sliva to su strme padine obrasle gustom i visokom vegetacijom prema Vrbasu, Tuščici i Riki zajedno sa dubokim dolinama usječenim u sliv ; Šumešnica; Ravni dolac i dio Medveđeg doca.

U središnjem dijelu sliva je kao IV zaštitna zona izdvojeno područje Slime prekriveno vrlo debelim naslagama kvartarnog pokrivača iz kojeg se ocjedinim vodama prihranjuje veliki broj stalnih i povremenih izvora.

Na dijelu ove zaštitne zone nalazi se potencijalni zagađivač magistralna prometnica Prozor – Gornji Vakuf. Ova prometnica je vrlo kvalitetno izgrađena, procjena je da uz njeno redovito održavanje, uz izgradnju zatvorenog sustava odvodnje oborinskih voda i njihovog prečišćavanja ili odvodnje izvan sliva, neće predstavljati opasnost za podzemne vode vrela Krupić.

U ovoj zoni ne postoje značajnija stalna naselja, izuzev nekoliko objekata u području Sečaja na krajnjem sjevernom dijelu ove zone u dolini Žlib, niti su registrirani bilo kakvi objekti za povremeni boravak ljudi. U ovoj zaštitnoj zoni postoje rijetki šumski putovi sa zanemarivim intenzitetom saobraćaja. Magistralni put Prozor-Rama - Gornji Vakuf se proteže cijelom dužinom IV zaštitne zone u dolini Žlib. Dosta kvalitetna opremljenost ove prometnice, uz dodatne radove na odvodnji slivnih voda van sliva, ne bi trebala predstavljati posebnu opasnost za podzemne vode izvorišta Krupić.

U cijeloj ovoj zaštitnoj zoni antropogeni utjecaji su veoma slabo izraženi.

Detaljan prikaz IV zaštitne zone dan je na prilogima 8.1. i 8.2..

Detaljan popis svih ograničenja, zabrana i dopuštenih aktivnosti u ovoj zaštitnoj zoni dan je u prilogu br. 12.

#### **7.4. TEHNIČKE MJERE ZAŠTITE**

Tehničke mjere zaštite utvrđene su na osnovu prethodne analize karakteristika slivnog područja, stvarnih i potencijalnih zagađivača u neposrednom slivu izvorišta, indeksa ukupnog rizika, analize kvalitativnih karakteristika voda na izvorištu, kao i propisanih normativnih mjera zaštite. U tom smislu, a u skladu sa odredbama članka 10 Pravilnika o uvjetima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koje se koriste ili planiraju da koriste za piće, predlaže se provođenje slijedećih mjera u slivnom području i na izvorištu:

- obilježavanje pojedinih zaštitnih zona,
- rješavanje pitanja prikupljanja, transporta, prečišćavanja i dispozicije komunalnih otpadnih voda,
- mjere zaštite od poljoprivrednih djelatnosti,
- uklanjanje divljih odlagališta čvrstog otpada i rješavanje pitanja prikupljanja čvrstog otpada,

Područja zaštitnih zona potrebno je obilježiti odgovarajućim oznakama – tablama. Pozicije postavljanja tabli dane su na prilogu 8.

Područje I zaštitne zone obavezno se označava kod ulaza u ovu zonu. Na tabli moraju stajati informacije o režimu zaštite koje su naznačene u odluci o zaštiti. Pored I zaštitne zone, tablama se označavaju i ostale zaštitne zone. Oznake je potrebno postaviti na magistralnom putu i lokalnim putovima na ulazima i izlazima iz zona. Pored toga, oznake se postavljaju duž granica zona tako da se osigura dobra informiranost o granicama zaštićenog područja i režimu zaštite u njemu. Na kraju, oznake treba postaviti i na mjestima gdje se očekuje da se neće poštovati režim zaštite, kao što su npr. divlja odlagališta čvrstog otpada.

Na cjelokupnom slivnom području izvorišta Krupić potrebno je sistematski riješiti pitanje prikupljanja, transporta, prečišćavanja i dispozicije komunalnih otpadnih voda.

Mjere zaštite od poljoprivrednih djelatnosti trebaju biti usmjerene na pravilno korištenje zemljišta u cilju sprečavanja odnošenja tla i erozije, kao i na primjenu dobrih poljoprivrednih praksi usmjerenih na smanjenje emisije zagađujućih materija u podzemne vode i okoliš. Korištenje zemljišta treba prilagoditi geomorfološkim prilikama, tipskoj pripadnosti, dubini, skeletnosti, te fizičkim i kemijskim svojstvima tla, u zavisnosti od osjetljivosti na polutante i posljedica koje iz toga mogu proizići na zagađenje podzemnih voda.



Sanacija divljih odlagališta otpada podrazumijeva uklanjanje svog otpada sa svih registriranih lokaliteta i disponiranje na propisno uređenoj deponiji.

U tom smislu, potrebno je izraditi program prikupljanja i odvoza čvrstog otpada, kojim će se utvrditi obavezno uključivanje svih domaćinstava u sistem odvoza komunalnog otpada. Posebnim propisom je obavezu prikupljanja čvrstog otpada iz domaćinstava potrebno nametnuti stanovništvu, uz obavezne mjere kontrole i kaznene odredbe.

## 8. MONITORING

Podzemne vode izvorišta Krupić su, s obzirom na vrlo okršeni sliv, izuzetno ranjive. To zahtjeva redovita praćenja kako na provedbi zaštitnih mjera, tako i praćenja mogućih promjena podzemnih voda na izvorištu. Stoga je na ovom izvorištu neophodno uspostavljanje odgovarajućeg monitoringa kvalitete voda i protoka.

Monitoring na izvorištu podrazumijeva stalnu kontrolu kvaliteta sirove vode, kroz praćenje 6-7 osnovnih indikatora kvaliteta. Tu prije svega treba pratiti projene temperature vode, elektroprovodljivost, pH vrijednost i mutnoću. Ove parametre treba pratiti kontinuirano, po mogućnosti automatskim uređajem sa telemetrijskom vezom prema sjedištu uprave koja upravlja izvorištem.

Pored automatskog praćenja osnovnih parametara na izvorištu i akumulaciji, potrebno je vršiti redovnu kontrolu vode kroz fizikalno-kemijske i bakteriološke analize uzoraka. Uzorci za fizikalno-kemijsku i bakteriološku analizu uzimali bi se sukladno važećem Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (Sl.glasnik BiH br. 40/10)

Za redovito praćenje protoke na izvorištu potrebno je urediti jedan mjerni profil, po mogućnošću sa automatskim mjerenjem razine vode, odnosno u najgorem slučaju mjernom letvom koja bi se redovito očitavala i vodio dnevnik o mjerenim vrijednostima.

Prikupljene rezultate fizikalno-kemijskih i bakterioloških analiza te podataka o protocima obavezno redovno statistički obrađivati i analizirati, sa težištem na utvrđivanje trendova promjene kvaliteta u vremenu, kako bi se mogle uočiti pojave poboljšanja ili eventualno pogoršanja kvaliteta voda na izvorištu.

## 9. PROGRAM MJERA I AKTIVNOSTI NA ZAŠTITI IZVORIŠTA

U skladu s zakonski reguliranim sustavom zaštite izvorišta Vrelo Krupić, u utvrđenim zonama sanitarne zaštite i zaštitnim mjerama, neophodno je poduzeti aktivnosti za njihovu provedbu.

Program mjera treba da sadrži konkretne obveze, nositelje, rokove i način financiranja.

Program mjera zaštite izvorišta sadrži aktivnosti:

- Donošenje Odluke o zaštiti izvorišta,
- Provođenje normativnih mjera zaštite,
- Provođenje tehničkih mjera zaštite i
- Obavljanje nadzora nad provedbom mjera aktivnosti.

**Odluku o zaštiti izvorišta** vrelo Krupić će donijeti nadležni organ u što kraćem roku, kako bi se stvorila mogućnost za provođenje normativnih mjera zaštite.

Nositelj aktivnosti na donošenju Odluke o zaštiti izvorišta je Vlada Neretvanske i Srednjobosanske županije

**Normativne mjere zaštite** određuju način korištenja zaštitnih područja u pogledu urbanog i gospodarskog razvoja i trebaju se usuglasiti s prostornim planovima i ugraditi u vodoprivredne osnove, šumskogospodarske osnove, prostorne, urbanističke i regulacijske planove, kao i sve

dugoročne planove razvoja područja, a koji su vezani za korištenje zaštitnih zona izvorišta Vrelo Krupić.

Nositelj aktivnosti na provedbi normativnih mjera zaštite ovih izvorišta je Vlada Neretvanske i Srednjobosanske županije i grad Prozor-Rama.

**Tehničke mjere zaštite** obuhvaćaju aktivnosti :

- otkup zemljišta na prostoru I zaštitne zone za izvorište Vrelo Krupić, a koje nije bilo u vlasništvu Komunalnog poduzeća – korisnika izvorišta iz Prozor-Rama.
- Ograđivanje utvrđenog prostora I zaštitne zone i ponora zaštitnom ogradom,
- Vidno obilježavanje granice prve zaštitne zone oznakama po drveću, kamenju i stupićima,
- Spriječiti uporabu i nekontroliranu uporabu stajskog gnojiva i vještačkih gnojiva u poljoprivrednoj proizvodnji u zoni I zaštitne zone. Moguću naknadu postojećim poljoprivrednicima obaviti putem rente ili poreske olakšice,
- Smanjiti sječu šuma i staviti je pod kontrolu nadležnih institucija nadležnih za gazdovanje šumama. Kod izdavanja koncesija za eksploatiranje šuma, istu treba uvjetovati provođenjem pune antierozijske zaštite i pridržavanjem ostalih propisanih mjera i
- uspostaviti monitoring fizikalno – kemijskih i bakterioloških ispitivanja kakvoće vode na izvorištima u skladu s Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl. I. SFRJ, br. 33/87) i na osnovu njih pratiti promjene u kakvoći vode i posredno promjene moguće nekontrolirane promjene u slivnom području.

**Nositelj aktivnosti** na provedbi tehničkih mjera zaštite je korisnik izvorišta u suradnji s Općinom Prozor-Rama, Vladom Hercegovačko Neretvanske županije i Srednjobosanske županije.

**Nadzor nad provedbom mjera zaštite** vrše inspekcijски organi navedenih županija s nadležnostima :

- sanitarna inspekcija – kakvoća vode na vrelima, kakvoća vode za piće, objekti za snabdijevanje vodom, prikupljanje i ispuštanje otpadnih voda;
- komunalna inspekcija – odlaganje otpadnih materija, držanje stoke i pernate živine i kretanje stoke;
- građevinska inspekcija – građenje objekata i izvođenje radova koji nisu u skladu s definiranim mjerama zaštite;
- vodoprivredna inspekcija – otvaranje i eksploatacija mineralnih sirovina, pozajmišta kamena, šljunka, pijeska i dr.;
- šumska inspekcija – sječa i uzgoj šume i izvoz drvne mase;
- poljoprivredna inspekcija – uporaba đubriva, pesticida, zasađivanje i uzgoj biljnih kultura.

## 10. DINAMIKA REALIZIRANJA MJERA ZAŠTITE

Provedba mjera zaštite izvorišta Vrelo Krupić zahtjeva njihovo realiziranje u određenom razdoblju .

Odluka o zaštiti izvorišta treba usvojiti u roku od najviše šest mjeseci.

Nadležni organi zaduženi za provedbu Odluke o zaštiti izvorišta treba u roku od šest mjeseci upoznati sve zainteresirane strane s Odlukom i započnu aktivnosti na definiranju normativnih mjera zaštite. To su :

- ugraditi Odluku u sve plansko – razvojne i prostorne dokumente i osnove grada Prozor-Rama, Hercegovačko-Neretvanske županije i Srednjobosanske županije
- upoznati stanovništvo s odredbama Odluke o zaštitnim zonama i zaštitnim mjerama.

Korisnik gazdovanja izvorištem treba obaviti otkup zemljišta i zaštitnom ogradom osigurati / zonu zaštite, obilježiti granicu prve zaštitne zone na terenu u razdoblju od tri mjeseca. Nadležni organ putem komunalnog poduzeća treba izgraditi odgovarajući projekt izgradnje kanalizacijskog sustava za naselja koja se nalaze u zaštitnim zonama u roku od najmanje dvije godine. Nadležni organ putem komunalnog poduzeća treba izraditi program sanacije postojećih odlagališta otpada i realizira programa sanitarnog prikupljanja i odvoza čvrstog otpada na deponiju u roku od dvije godine. Korisnik koji gazduje izvorištem će osigurati provedbu monitoringa kakvoće vode na izvorištima. Nadzor provedbe mjera zaštite kontinuirano će obavljati inspekcijski organi Neretvanske i Srednjobosanske županije .

*Grafički prikaz dinamike realiziranja zaštitnim mjera po prioritetima:*

R. br	Aktivnost	1. godina				2. godina				3. godina			
1.	Usvajanje Odluke o zaštiti izvorišta			→									
2.	Upoznavanje pravnih i fizičkih lica s odlukom			→									
3.	Otkup zemljišta, ograđivanje i obilježavanje prve zaštitne zone izvorišta i ponora					→							
4.	Izrada projekta i izgradnja sustava za zbrinjavanje otpadnih voda sa područja koja se nalaze u prvoj i dugoj zoni zaštite									→			
5.	Sanacija postojećih zagađivača											→	
6.	Praćenje kakvoće voda na izvorištima												→
7.	Nadzor nad provedbom mjera zaštite												→

## 11. GRUBA PROCJENA TROŠKOVA ZA PROVEDBU MJERA ZAŠTITE IZVORIŠTA

*Prikaz grube procjena troškova provedbe mjera zaštite na izvorištu Krupić*

R. br.	Aktivnost	Trošak (KM)
1.	Upoznavanje pravnih i fizičkih osoba s odredbama Odluke	10 000,00
2.	Otkup zemljišta, ograđivanje i obilježavanje prve zaštitne zone i ponora	100 000,00
3.	Izrada projekta i izgradnja sustava za zbrinjavanje otpadnih voda za naselja koja se nalaze u drugoj zoni zaštite,	600 000,00
4.	Izrada projekta i izgradnja sustava za zbrinjavanje otpadnih voda za prometnice na području slivnog područja	500 000,00
5.	Sanacija postojećih odlagališta, osiguranje novog odlagališta i njegova izgradnja	50 000,00
6.	Formiranje monitoringa i praćenje kakvoće voda na izvorištima	70 000,00
7.	Nadzor nad provedbom mjera zaštite	50 000,00
<b>SVEUKUPNO</b>		<b>1 380 000,00</b>

## 12. LITERATURA

- ANTUNOVIĆ I.** Hidrogeološki aspekti zaštite krškog vrela rijeke Bregave. "Voda i sanitarna tehnika" br. 5, Sarajevo, 1989.
- ANTUNOVIĆ I.** Hidrogeološki aspekti zaštite podzemnih voda u kršu. Vodno bogatstvo i hidrologija krša. Sarajevo 1980.
- ANTUNOVIĆ I.** Prognoziranje kretanja podzemnih voda u kršu. VII kongres speleologa Jugoslavije, Tiskano u "Naš krš" Sarajevo, 1981.
- ANTUNOVIĆ I., ČOSIĆ. DŽ., ZOVKO. Ž.** Problemi zaštite podzemnih voda i izbor lokacije deponija otpada u krškim uslovima. Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda. "Zaštita 90" Priština 1990.
- ANTUNOVIĆ I.** Hirogeološke podloge za zaštitu podzemnih voda u kršu. International Symposium on RESEARCH ON HYDRAULIC ENGINEERING. ZAGREB, 1992.
- BIONDIĆ B.** Hidrogeological Aspects for Groundwater Protection in Karstic Areas, European Community, COST 65 project, 1994.
- BIONDIĆ B. i GOATTI V.** Protection of groundwater in karst areas of Croatian Littoral, 19. Congress of IAH, Karlove Vari, 1986.
- BONACCI O.** Neki problemi i iskustva pri eksploatiranju i gospodarenju vodama u kršu., o istraživanju, eksplatiranju i gospodarenju podzemnim vodama. Zagreb, 1978.
- BRKIĆ E. i TADIĆ I.** Hidrogeološki aspekti zaštite izvorišta za vodosnabdjevanje., Simpozij o istraživanju, eksploatiranju i gospodarenju podzemnim vodama., Zagreb, 1978.
- ČOROVIĆ A., ANTUNOVIĆ I., CERIĆ, A.** Zaštita kraških izvora. Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda, "Zaštita 79" Beograd, 1979.
- HERAK M.** A New Concept of Geotectonics of the Dinarides, Acta Geologica, 21/2, HAZU, Zagreb, 1986.
- JEVĐEVIĆ V.** Hidrologija I, Hidrotehnički institut "Ing. Jaroslav Černi", Beograd, 1956.
- LeGRAND H.** Stringfield, LaMoreaux: Hidrološke karakteristike krša SAD. Hidrologija i vodno bogatstvo krša, Dubrovnik, 1975.
- MAYER D.** Sigurnost i prihvatljivost uže lokacije-hidrogeologija. Studija Prostorno-planerske podloge, istraživanja i ocjena podobnosti lokacije za termoelektrane i nuklearne objekte na prostoru Hrvatske, Urban. institut, 35 p, Zagreb 1990.
- MAYER D.** Kvaliteta i zaštita podzemnih voda. Hrvatsko društvo za zaštitu voda i mora. Zagreb, 1993.
- MILANOVIĆ P.** Hidrogeologija karsta i metode istraživanja. Trebinje, 1979. god.
- OLUJIĆ M.** Daljinska istraživanja u inženjerskoj geologiji. Mehanika stijena, temeljenje, podzemni radovi. DGLiT Zagreb, 1983.
- PARIZEK R.** O prirodi i značaju tragova i površinskih obilježja lomova u karbonatnim terenima. Hidrologija i vodno bogatstvo krša. Dubrovnik, 1975.
- PARIZEK R.** Određivanje prostornog položaja podzemnih kanala u kršu. Hidrologija i vodno bogatstvo krša. Dubrovnik, 1975.
- PATRIK M.** Karakteristike voda na dinarskom kršu. Hidrologija i vodno bogatstvo krša. Dubrovnik, 1975.
- PREKA N., PREKA-LIPOLD N.** Prilog poznavanju autopurifikacionih sposobnosti karstnih podzemnih tokova. Hidrologija i vodno bogatstvo krša. Dubrovnik, 1975.



**PREKA N., PREKA-LIPOLD N., AVDAGIĆ I., KURPJEL B.** Mogućnost autopurifikacije u karstnim podzemnim tokovima sa stanovišta zagađivanja Sredozemnog mora. Zaštita voda Mediterana, Međunarodna regionalna konferencija o zagađivanju Mediterana, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Split, 1985.

**RAMLJAK P., FILIP A., MILANOVIĆ P. ARANĐELOVIĆ D.** Utvrđivanje veza i odziv putem trasera. Hidrologija i vodno bogatstvo krša. Dubrovnik, 1975.

**STEPINAC A.** Studija zapremine šupljina u kršu na bazi konkretnih primjera. Hidrologija i vodno bogatstvo krša. Dubrovnik, 1975.

**VINEYARD J.** Koncept vladinog utjecaja na planiranje i upravljanje vodoprivredom u regionima krša. Zavod za istraživanja i tehničke informacije Rolla, Missouri, SAD. 1975.

**VIJASINOVIĆ S.** Zagađivanje i zaštita podzemnih voda - hidrogeološki praktikum., RGF OOUR Grupa za hidrogeologiju, Beograd, 1988.

Pravilnik o uvjetima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koje se koriste ili planiraju da koriste za piće ("Službene novine Federacije BiH", broj 18/98)

Federacija Bosne i Hercegovine (1994). Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće. "Službeni list RBiH", broj 2/92 i 13/94, "Službeni list SFRJ", broj 33/87 i 13/91.

Federacija Bosne i Hercegovine (1994). Uredba o kategorizaciji vodotoka. "Službeni list RBiH", broj 2/92 i 13/94, "Službeni list SR BiH", broj 42/67.

Federacija Bosne i Hercegovine (1994). Uredba o klasifikaciji voda i voda obalnog mora Jugoslavije u granicama Socijalističke Republike Bosne i Hercegovine. "Službeni list RBiH", broj 2/92 i 13/94, "Službeni list SR BiH", broj 19/80.

Federacija Bosne i Hercegovine (1998). Zakon o vodama. "Službene novine Federacije BiH", broj 18/98, str. 2297-2302.

Federacija Bosne i Hercegovine (2002). Pravilnik o uvjetima za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta voda koje se koriste ili planiraju da koriste za piće. "Službene novine Federacije BiH", broj 51/02.

Federacija Bosne i Hercegovine (2006). Zakon o vodama. "Službene novine Federacije BiH", broj 70/06, str. 7624-7653.

Osnovna geološka karta, List Prozor, 1:100.000.

Savezni hidrometeorološki zavod (1961). Atlas klime SFRJ, Beograd.

### **13. PREDNACRT ODLUKE O ZAŠTITI IZVORIŠTA VODE ZA PIĆE KRUPIĆ**

## C/ GRAFIČKI PRILOZI

## **PRILOG 1. GEOMORFOLOŠKA KARTA SLIVA**

## **PRILOG 2.1. GEOLOŠKA KARTA SLIVA**

## **PRILOG 2.2. GEOLOŠKI PROFILI**



## **PRILOG 3.1. HIDROGEOLOŠKA KARTA SLIVA**

## **PRILOG 3.2. HIDROGEOLOŠKI PROFILI**

## **PRILOG 4. KARTA EROZIVNIH PROCESA**

## **PRILOG 5 KARTA ZONA VEGETACIJE**

## **PRILOG 6.1. KARTA ZAGAĐIVAČA**

## **PRILOG 6.2. ORTOFOTO ZAGAĐIVAČA**

## **PRILOG 7. KARTA PRIRODNE OSJETLJIVOSTI**



## **PRILOG 8.1. KARTA SA GRANICAMA ZAŠTITNIH ZONA**

## **PRILOG 8.2. ORTOFOTO SA GRANICAMA ZAŠTITNIH ZONA**

**PRILOG 9. HIDROGEOLOŠKA KARTA UŽEG PODRUČJA IZVORIŠTA  
KRUPIĆ**

**PRILOG 10. KARTA PRIKAZA I ZAŠTITNE ZONE NA LOKACIJI  
VODOCRPILIŠTA**

## **PRILOG 11.1. ANALIZA KAKVOĆE MALIH VODA**

## **PRILOG 11.2. ANALIZA KAKVOĆE SREDNJIH VODA**

## **PRILOG 11.3. ANALIZA KAKVOĆE VELIKIH VODA**



**PRILOG 12. ZABRANE I OGRANIČENJA UNUTAR ZONA SANITARNE  
ZAŠTITE**

## **PRILOG 13. PODACI ZAPRIMLJENI OD OPĆINE PROZOR - RAMA**