

Hidrogeološke karakteristike izvora Zagorska Mrežnica kod Ogulina

Tomašek, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:130:980382>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-05**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Geotechnical Engineering - Theses and Dissertations](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET**

MARKO TOMAŠEK

**HIDROGEOLOŠKE KARATERISTIKE IZVORA
ZAGORSKA MREŽNICA KOD OGULINA**

DIPLOMSKI RAD

VARAŽDIN, 2019.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET**

DIPLOMSKI RAD

**HIDROGEOLOŠKE KARATERISTIKE IZVORA
ZAGORSKA MREŽNICA KOD OGULINA**

KANDIDAT:

Marko Tomašek

MENTOR:

prof. dr. sc. Ranko Biondić

VARAŽDIN, 2019.

Zahvala

Zahvaljujem se mentoru prof. Dr. Sc. Ranku Biondiću, koji mi je omogućio i pomogao sa svojim stručnim i inženjerskim vještinama pri izradi ovog diplomskog rada te što je uvijek imao strpljenja i vremena za moje upite.

Također se zahvaljujem svim svojim prijateljima i prijateljicama, posebno Anamariji Muhar, Anji Mršić, Igoru Milošu, Martinu Jandrliću, Hrvoje Fučeku i Luki Čevisu, koji su uvijek bili uz mene i međusobno me podržavali u teškim i sretnim trenucima.

Hvala Geotehničkom fakultetu, svim djelatnicima i kolegama sa kojima sam imao priliku surađivati te što su opravdali moja očekivanja. Hvala Vam što ste mi svojim znanjima i vještinama pokazali kako da postanem akademski obrazovana osoba te bolji čovjek.

Na kraju, najveću zaslugu za ono što sam postigao pripada mojoj cijeloj obitelji, posebno roditeljima Karmenki i Ninoslavu, bratu Ivanu, stricu Nenadu, bakama Doroteji i Ruži te djedovima Nikoli i Stjepanu, koji su bili moja moralna i materijalna podrška te moje studiranje učinili ljepšim i nezaboravnim.

Veliko HVALA svima!

SAŽETAK

U radu su prikazane hidrogeološke karakteristike izvora Zagorska Mrežnica koji se nalazi kod Ogulina, a zahvaćen je za javnu vodoopskrbu Grada Ogulina. Izvor Zagorske Mrežnice je najveći izvor Ogulinskog vodoopskrbnog sustava, a zahvaćeno je 120 L/s.

Slivno područje izvora Zagorske Mrežnice je vrlo kompleksno, jer je riječ o nekoliko stepenica istjecanja i ponovnog poniranja vode u krško podzemlje unutar istog slivnog područja. Zona prihranjivanja ovoga sliva seže u planinsko područje Velike Kapele, a najvišu stepenicu sliva čine krška polja: Jasenačko polje, Crnac polje i Stajničko polje. Jasenačko polje započinje izvorom Vrelo koji tvori Jasenački potok. Vode Jasenačkog potoka poniru u istočnom dijelu polja i ponovno izvire na nizvodnom Krakarskom polju. Vode koje poniru u Krakarskom polju izvire na Drežničkom polju. Trasiranja ponorne zone Drežničkog polja pokazala su direktnu vodnu vezu s izvorom Zagorske Mrežnice. S istočne strane sliva nalaze se Stajničko i Crnačko polje čije su ponorne zone također povezane s izvorom Zagorske Mrežnice što je dokazano trasiranjima podzemnih tokova.

U radu su obrađene hidrološke karakteristike izvorišta Zagorske Mrežnice za razdoblje od 2010. do 2017. godine. U navedenom razdoblju minimalno zabilježena izdašnost izvora iznosila je 460 L/s, prosječna izdašnost 15,07 m³/s, a maksimalna količina istjecanja 39,3 m³/s.

Kakvoća izvorske vode Zagorske Mrežnice je obrađena temeljem podataka dobivenih od Hrvatskih voda za razdoblje od 2.1.2013 do 20.11.2017 godine. Kakvoća vode je vrlo visoka i unutar je standarda vode za ljudsku potrošnju.

S obzirom da je zahvaćen za potrebe javne vodoopskrbe za izvor Zagorske Mrežnice je израđen elaborat zona sanitarne zaštite te je donesena Odluka na županijskim skupštinama Karlovačke i Primorsko-goranske županije. Cijeli sliv izvora Zagorske Mrežnice zaštićen je kroz četiri zone sanitarne zaštite za koje su propisane mjere zaštite i zabrane.

Ključne riječi: izvorište, granične vrijednosti, geološke i hidrogeološke karakteristike, zone sanitarne zaštite, stanje kakvoće izvorske vode

Sadržaj:

1. UVOD.....	1
2. GEOLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE SLIVNOG PODRUČJA.....	3
2.1. GEOLOŠKE ZNAČAJKE	3
2.2. HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE	4
2.3. OPIS SLIVNOG PODRUČJA IZVORIŠTA ZAGORSKE MREŽNICE.....	6
2.4. HIDROENERGETSKI OBJEKTI NA SLIVU.....	9
3. HIDROLOŠKE ZNAČAJKE	11
4. STANJE KAKVOĆE IZVORSKE VODE.....	14
5. ZAŠTITA IZVORIŠTA ZAGORSKE MREŽNICE.....	20
5.1. ZONE SANITARNE ZAŠTITE – MJERE PASIVNE ZAŠTITE	20
5.2. I. zona sanitarne zaštite za izvorište Zagorska Mrežnica.....	23
5.2.1. Zabrane u I. zoni sanitarne zaštite	24
5.3. II. zona sanitarne zaštite za izvorište Zagorska Mrežnica.....	24
5.3.1. Zabrane u II. zona sanitarne zaštite	25
5.4. III. zona sanitarne zaštite za izvorište Zagorska Mrežnica	26
5.4.1. Zabrane u III. zona sanitarne zaštite.....	27
5.5. IV. ZONA SANITARNE ZAŠTITE.....	28
5.5.1. Zabrane u IV. zona sanitarne zaštite.....	28
6. ZAKLJUČAK	30
POPIS SLIKA	35
POPIS TABLICA	36

1. UVOD

Izvor Zagorske Mrežnica je najveći prirodni krški izvor u bližoj okolici Ogulina. Nalazi se oko 8 km južno od grada Ogulina, u naselju Desmerice (Slika 1). Prosječna količina istjecanja na izvoru je oko $14 \text{ m}^3/\text{s}$, a u ljetnim sušnim razdobljima kapacitet izvora pada na svega 300 L/s [1].



Slika 1. Crpna stanica i izvor Zagorske Mrežnice [1]

U prirodnim uvjetima rijeka Zagorska Mrežnica je započinjala na izvoru Zagorske Mrežnice. Sam površinski tok rijeke nije bio dugačak jer je rijeka ponirala na širem području Oštarija na brojnim prirodnim ponorima i ponornim zonama. Cjelokupna dužina toka rijeke Zagorske Mrežnice iznosila je svega 10-tak kilometara. Trasiranjima podzemnih tokova dokazana je podzemna vodna veza prema rijekama Donjoj Dobri, Tounjčici, odnosno Mrežnici.

1959. godine na ovome je području izgrađen sustav HE Gojak koji za proizvodnju električne energije koristi vode Gornje Dobre i Zagorske Mrežnice. U sklopu izgradnje HE Gojak, neposredno nizvodno od samog izvora Zagorske Mrežnice izgrađena je brana visine 9 m kojom je formirano akumulacijsko jezero Sabljaci. U njemu se prikupljaju

vode koje izvire na izvoru Zagorske Mrežnice. Ta se voda prebacuje hidrotehničkim tunelom prema akumulaciji Bukovnik na Gornjoj Dobri gdje se prikupljaju i vode rijeke Gornje Dobre te se zajedno hidrotehničkim tunelom odvede prema strojarnici HE Gojak.

Izvor Zagorske Mrežnice se koristi za potrebe javne vodoopskrbe grada Ogulina. Zahvaćen je 1955. godine, a količine crpljenja su tada iznosile 56 L/s. Izgradnjom HE Gojak, odnosno akumulacijskog jezera Sabljaci potaknuta je izgradnja i značajno proširenje vodoopskrbne mreže. Paralelno s proširenjem vodoopskrbne mreže rastu i potrebe za količinom crpljenja na samome izvorištu, pa su tako izrađeni proračuni za količine crpljenja koje iznose 120 l/s. Trenutna duljina vodovodne mreže „Zagorje“ iznosi 218.927 m' sa 4.993 priključaka [2].

Slivno područje izvora Zagorske Mrežnice je vrlo prostrano i seže sve do razvodnice Jadranskog i Crnomorskog sliva u planinsko područje Velike Kapele. Od te visoke zone sliva do samog izvora zabilježena je pojava nekoliko stepenica sliva: Jasenačko polje na oko 610 m n.m., Krakarsko polje na oko 460 m n.m., Drežničko polje na oko 440 m n.m. te u jugoistočnom dijelu sliva Stajničko polje na oko 485 m n.m. i Crnac polje na oko 450 m n.m.

S obzirom da je zahvaćen za potrebe javne vodoopskrbe Grada Ogulina, za izvor Zagorske Mrežnice donesena je odluka o zaštiti izvorišta Zdiška, Zagorska Mrežnica, Vrelo i Krakar [3], sukladno Pravilniku o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta [4] [5].

U radu su prikazane geološke i hidrogeološke značajke slivnog područja, količine istjecanja i kakvoća izvorske vode za razdoblje 1.1.2010.- 31.12.2017. godine te kratak prikaz zaštite i zaštitnih mjera.

2. GEOLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE SLIVNOG PODRUČJA

2.1. GEOLOŠKE ZNAČAJKE

Za opis geoloških značajki slivnog područja izvora Zagorske Mrežnice korišteni su listovi i tumači Osnovne geološke karte – listovi Ogulin i Crikvenica [6] i [7].

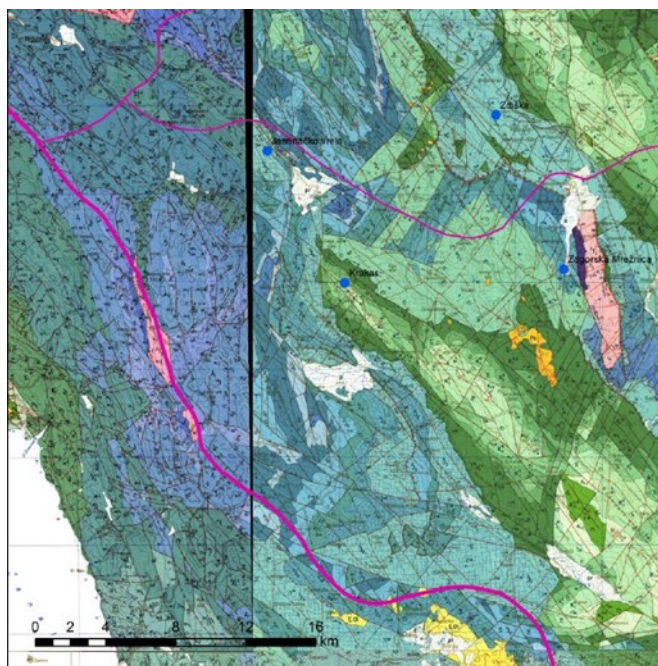
U slivu izvora Zagorske Mrežnice, najstarije registrirane stijene su: tinjčasti siliti, pješčenjaci i dolomiti donjotrijaske starosti (T_1). Oni izgrađuju usku zonu na istočnoj strani jezera Sabljaci. Na ovim naslagama su transgresivno taloženi karbonatični peliti i pješčenjaci gornjotrijaske starosti (1T_3), debljine do 20 m. Između Gornjeg Zagorja na istočnoj obali jezera Sabljaci do Donjeg Modruša slijedi serija dolomita i dolomitičnih vapnenaca gornjotrijaske starosti (2T_3), debljine do 400 m .

Karbonatne stijene vapnenci i dolomiti izgrađuju najveći dio sliva izvora Zagorske Mrežnice u samom zaleđu izvorišta i u visokom dijelu sliva na planinskom području Velika Kapela (Slika 2). Radi se o vapnencima i dolomitima jurske starosti. Najstariji kompleks naslaga su vapnenci i dolomiti srednjotrijaske starosti (2J_1) debljine oko 400 m. Na njima slijede pločasti mrljasti vapnenci i dolomiti gornjeg trijasa (2J_1) debljine oko 130 m. Zatim slijede vapnenci i dolomiti donjeg dogera (1J_2) i gornjeg dogera (2J_2). Stijene malmske starosti su među najrasprostranjenijim u slivu izvora Zagorske Mrežnice. To je razdoblje vrlo promjenljivih sedimentacijskih uvjeta na karbonatnoj platformi Dinarida, pa i litološke različitosti taloženih stijena. Uglavnom se radi o vapnencima i dolomitima.

Transgresivno na starije malmske naslage dolaze vapnenci, dolomiti i breče donje krede (K_1^{1+2}), a kasnije i cijeli razvoj krednih naslaga do bioakumuliranih vapnenaca senonske starosti (K_2^3) kao vršnog dijela tog sedimentacijskog kompleksa.

U slivu su izdvojeni sedimenti tercijarne starosti koji su transgresivni na kredne i dio jurskih naslaga i vrlo nepravilnog prostiranja u odnosu na stijene u podlozi. Izdvojeni su breče, konglomerati i bioakumulirani vapnenci (Pc).

Naslage kvartarne starosti uglavnom se nalaze u krškim poljima i na području jezera Sabljaci, nizvodno od izvora Zagorske Mrežnice. U poljima su izdvojeni jezerski sedimenti (j), ali treba istaknuti i deluvijalne (dl), proluvijalne (pr) i aluvijalne (al) nanose koji prekrivaju jezerske sedimente. Na padinama su česte pojave sipara (s), a dublje vrtače su ispunjene crvenicom (ts).



Slika 2. Isječak iz OGK - listovi Ogulin (desno) i Crikvenica (lijevo) [1]

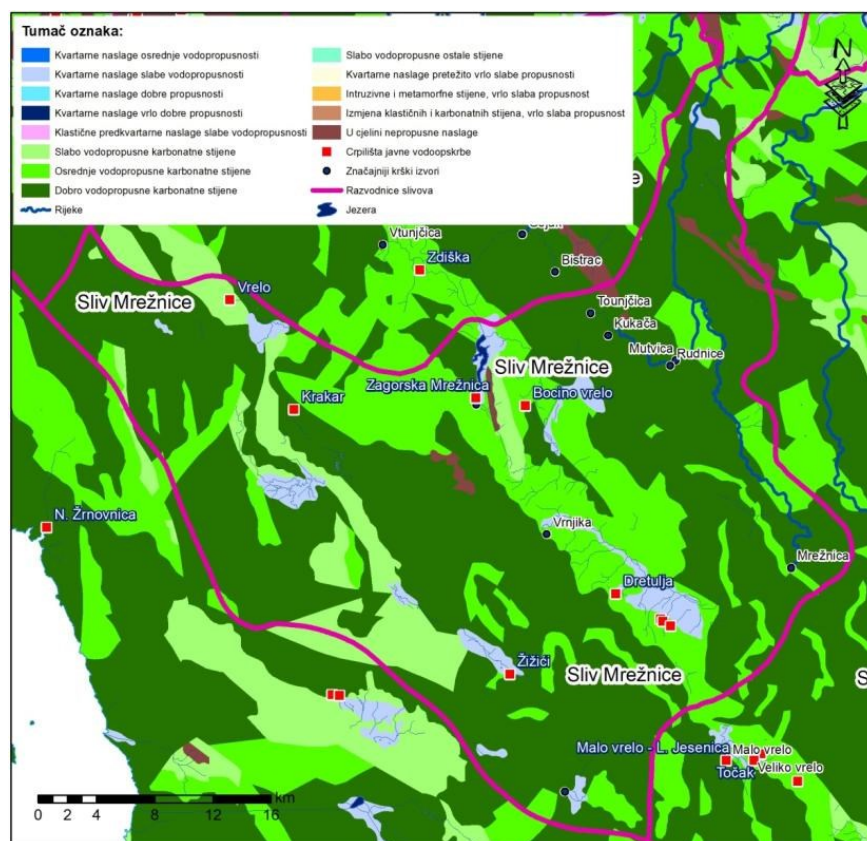
2.2. HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE

U slivu Zagorske Mrežnice su najzastupljenije karbonatne stijene. Njihova vodopropusnost ovisi o razlomljenosti i stupnju okršenosti. U skupinu **dobro vodopropusnih karbonatnih stijena** u slivu su izdvojene su pretežito vapnenačke stijene dogerske (J_2), donje kredne (K_1) i gornje kredne starosti (K_2). To su stijene uobičajeno visoko okršene i u krškim terenima Dinarida ih se tretira kao dobre vodonosnike.

Dolomitna komponenta karbonatne mase stijena snižava stupanj okršavanja, pa tako i vodopropusnosti karbonatne mase stijena. U skupini **osrednje vodopropusnih**

karbonatnih stijena prevladava vapnenačka komponenta, ali sa značajnim udjelom dolomita. To su u području istraživanja uglavnom stijene lijaske (J₁) i malmske starosti (J₃). **Slabo vodopropusne karbonatne stijene** su isključivo dolomitne stijene kao što su dolomiti gornje trijaskne starosti (T₃).

Klastične stijene osnovnih strukturnih formi su u **cjelini vodonepropusne stijene** i najčešće predstavljaju barijere kretanju podzemne vode u krškom mediju. Na području istraživanja su to klastiti donje i gornje trijaskne starosti (T₁) i (T₃) na istočnoj strani jezera Sabljaci. Naslage, koje ispunjavaju krška polja, vrtače i pokrivaju padine krškog reljefa se ocjenjuju kao **naslage promjenljive vodopropusnosti relativno male debljine**. Obuhvaćaju širok raspon različitih vrsta naslaga kvartarne starosti (j, dl, al, pr) nastalih kao rezultat erozije karbonatnih stijena i taloženja na podobnim mjestima (Slika 3).

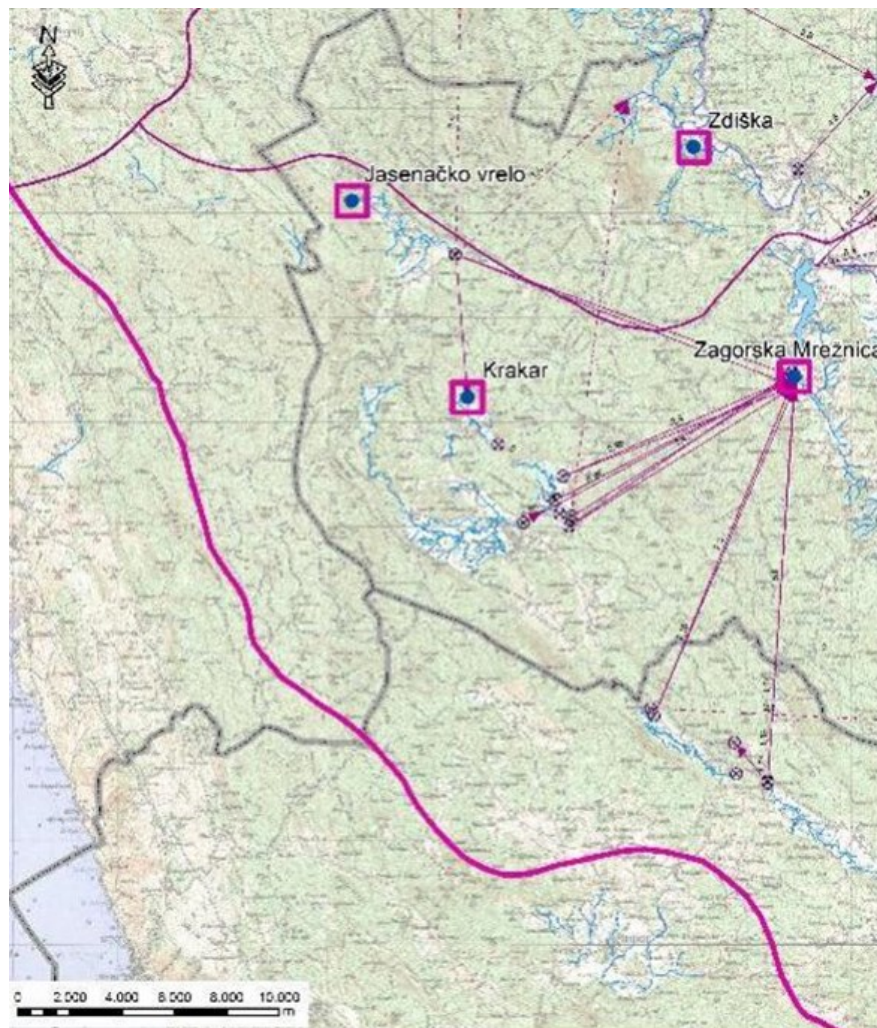


Slika 3. Hidrogeološka skica sliva rijeke Mrežnice [8]

2.3. OPIS SLIVNOG PODRUČJA IZVORIŠTA ZAGORSKE MREŽNICE

Slivno područje izvora Zagorske Mrežnice seže sve do razvodnice Jadranskog i Crnomorskog sliva u planinsko područje Velike Kapele. Radi se o vrlo prostranom slivu na kojem je zabilježena pojava nekoliko stepenica sliva: Jasenačko polje na oko 610 m n.m., Krakarsko polje na oko 460 m n.m., Drežničko polje na oko 440 m n.m. te u jugoistočnom dijelu sliva Stajničko polje na oko 485 m n.m. i Crnac polje na oko 450 m n.m. Na ovim krškim poljima zabilježeni su stalni ili povremeni vodotoci koji započinju izvorima te poniru u ponornim zonama i završnim ponorima.

Od značajnijih izvora na ovim krškim poljima potrebno je izdvojiti izvor Vrelo u Jasenačkom polju te Kosanovića vrelo u Krakarskom polju jer su zahvaćeni za potrebe javne vodoopskrbe (Slika 4).



Slika 4. Izvorišta na ogulinskom području [1]

Izvor Vrelo u Jasenačkom polju nalazi se u visokoj zoni sliva Zagorske Mrežnice i drenira vode iz područja Velike Kapele. Zahvaćen je za potrebe Jasenka, a količine crpljenja variraju od svega 0,01 L/s do maksimalno 3,43 L/s (Slika 5) [1].



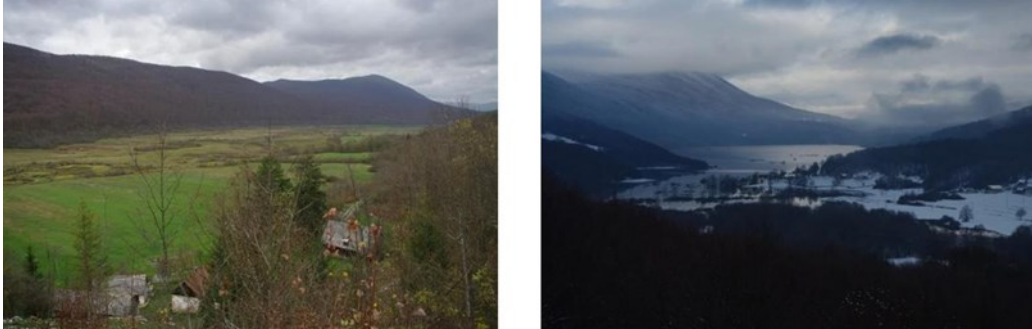
Slika 5. Izvor Vrelo u Jasenačkom polju [1]

Nizvodno od izvora formira se vodotok Jasenčica koji ponire u istočnom dijelu polja. Ponor u Jasenačkom polju trasiran je 1960., 1972. i 1996. godine te je dokazana podzemna vodna veza ovog ponora sa izvorom Zagorske Mrežnice. U literaturi se navodi dokazana veza, ali nema podataka o dobivenim prividnim brzinama [1]. Također, dokazana je veza ponora u Jasenačkom polju i Kosanovića vrela u Krakarskom polju.

Ponorna zona u Krakarskom polju je trasirana još davne 1943. godine, opažao se je izvor u Drežničkom polju, ali tada nije dokazana veza. Kasnije nije rađeno trasiranje iz Krakarskog polja.

Drežničko polje je u zadnjih tridesetak godina puno istraživano jer se u Drežničkom polju htjela izvesti retencija hidroenergetskog sustava HE Gojak koja bi zadržavala visoke vode u toj relativno visokoj zoni sliva. Tako je iz ponornih zona na Drežničkom polju izveden cijeli niz trasiranja i dokazana je podzemna vodna veza sa izvorom Zagorske Mrežnice

Prema jugoistoku od Krakarskog i Drežničkog polja, nalaze se Crnačko i Stajničko polje. Oba polja na svojim istočnim dijelovima imaju zone izviranja, a u zapadnim dijelovima polja zone poniranja. Povremeni vodotoci teku kroz oba polja, prema ponornim zonama (Slika 6).



Slika 6. Crnačko polje (lijevo-sušo; desno-poplavljeno) [1]

Jedna od karakteristika Crnačkoga polja je i da povremeno poplavljuje nakon jakih kišnih razdoblja ili u razdobljima topljenja snježnog pokrivača. Tada prihvatni kapaciteti ponora u Crnac polju nisu dovoljni za količine vode koje dotječu prema tim ponornim zonama i dolazi do plavljenja polja (Slika 6).

Prvo trasiranje ponora u Crnačkom polju je rađeno 1949. godine, ali nigdje nije zabilježena pojava trasera. Istraživanja su rađena u početnoj fazi istraživanja za HE Gojak. Kasnije je trasirano u nekoliko navrata i dokazana je podzemna vodna veza prema izvoru Zagorska Mrežnica [1].

Stajničko polje ima izvor Žižića vrelo koji je zahvaćen za lokalnu vodoopskrbu, ali se ne nalazi u sustavu vodocrpilišta Ogulinskog vodovoda. U sjeverozapadnom dijelu polja nalaze se ponorne zone koje su trasirane 1988. i 2000. godine, a u oba je trasiranja dokazana podzemna vodna veza sa izvorom Zagorske Mrežnice s brzinama podzemnih tokova od 1,36 do 1,53 cm/s [1].

Nizvodno od izvora Zagorske Mrežnice, odnosno jezera Sabljaci, prirodnim tokom Zagorske Mrežnice teku samo preljevne vode iz akumulacijskog jezera.

One završavaju na prirodnim ponorima na području Oštarija. Veze ponornih zona Zagorske Mrežnice, prema izvoru Bistrac, rijeke Tounjčice i pritoka Kukača, dokazane

su trasiranjima podzemnih tokova. Trasiranje je egzaktan pokazatelj smjerova i brzina podzemnih tokova u određenim hidrogeološkim uvjetima, a preko izračuna pronosa trasera i dominantnih tokova. Ovdje se radi o rijeci ponornici koja ponire na geološkim strukturama Ogulinsko-Plaške depresije i izvire desetak kilometara sjevernije, nakon kontakta s područjem plitkog krša.

2.4. HIDROENERGETSKI OBJEKTI NA SLIVU

Strojarnica hidroelektrane Gojak smještena je 5 kilometara sjeveroistočno od grada Ogulina u Karlovačkoj županiji (Slika 7). To je visokotlačna derivacijska hidroelektrana s postrojenjem snage od 56 MW. Ona koristi za svoj rad vodu dviju rijeka, Zagorske Mrežnice i Ogulinske Dobre. Rijeke su pregrađene branama, pa su tako formirana akumulacijska jezera Sabljaci i Bukovnik [9].

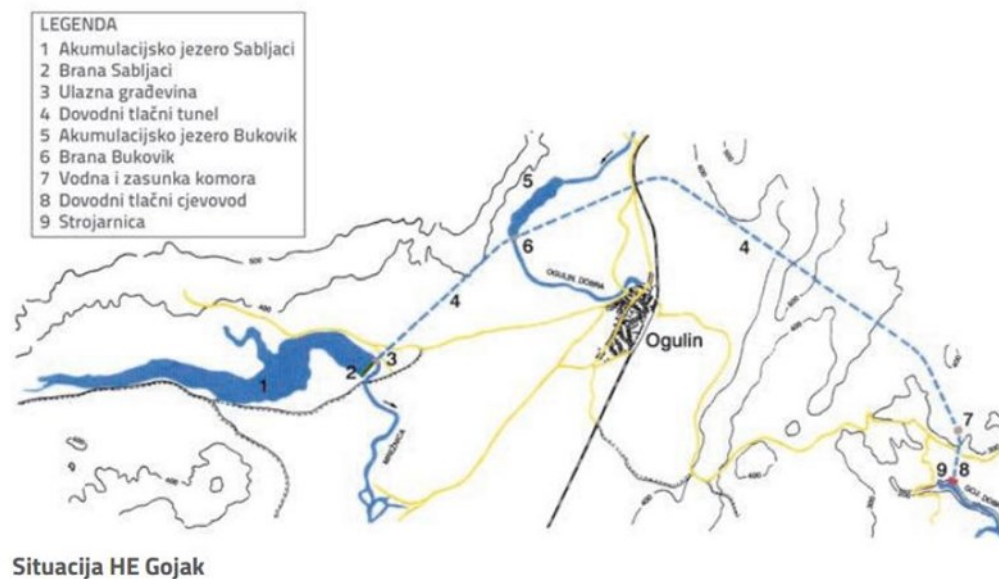


Slika 7. Hidroelektrana Gojak [9]

Hidroelektrana Gojak je izgrađena i puštena u pogon 1959. godine. Izgradnjom ove hidroelektrane jako su se promijenili hidrogeološki i hidrološki uvjeti. Nizvodno od izvora Zagorske Mrežnice izgrađena je brana visine 9 m, te se formiralo jezero Sabljaci. Od akumulacijskog jezera Sabljaci vode se hidrotehničkim tunelom prebacuju prema akumulaciji Bukovnik koja se nalazi u slivu Gornje Dobre. Od akumulacije Bukovnik vode Zagorske mrežnice i Gornje Dobre hidrotehničkim tunelom promjera 4,5 m teku

prema strojarnici HE Gojak (Slika 8). Maksimalni protok kroz hidrotehnički tunel iznosi $50 \text{ m}^3/\text{s}$ [10].

Izgrađene su brojne hidrološke analize za potrebe projektiranja, izgradnje i održavanja He Gojak. Prema analizama površina sliva Zagorske Mrežnice iznosi oko 450 km^2 , a srednja godišnja količina oborina u slivu iznosi oko 2.050 mm . Sliv Gornje Dobre iznosi oko 380 km^2 , u slivu su srednje godišnje oborine oko 1.700 mm , a srednji protok Gornje Dobre iznosi oko $9,7 \text{ m}^3/\text{s}$.



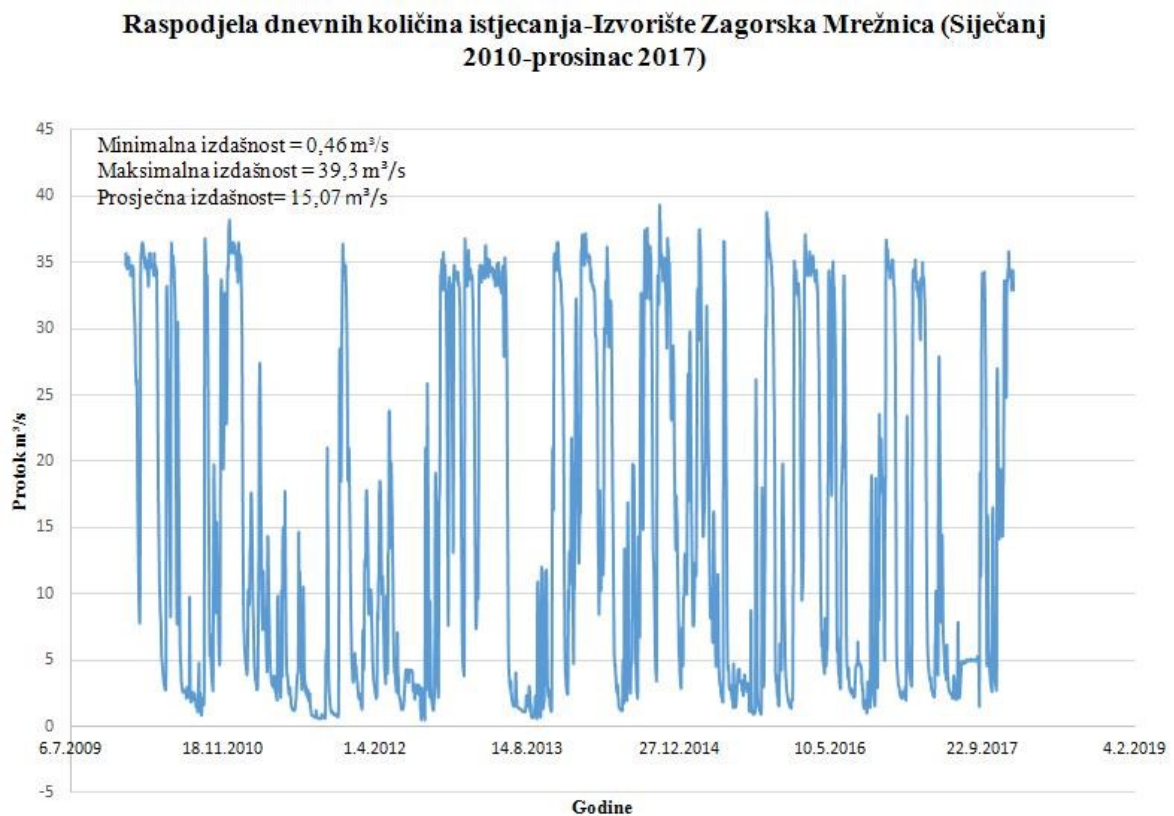
Slika 8. Situacija postrojenja He Gojak [11]

Hidroelektrana Gojak ima više namjena, a ne samo za proizvodnju električne energije. Izgradnjom ove hidroelektrane, omogućilo se da se postigne bolja regulacija vodotoka. Postignula se bolja zaštita od poplava Ogulinskog područja i okolnih naselja. Ublažili su se štetni utjecaji, koji su nastali potapanjem poljoprivrednih površina uz obale rijeka Zagorske Mrežnice i Ogulinske Dobre. Izgradili su se sportsko rekreativni sadržaji, te je došlo do poribljavanja jezera, sa stalnim mjerenjima i praćenja kvalitete vode [10].

3. HIDROLOŠKE ZNAČAJKE

Izvor Zagorske Mrežnice je stalni krški izvor čije se količine istjecanja mjere na limnigrafskoj postaji na samom izvoru. Za dobivanje cjelokupne slike o količinama površinskih i podzemnih voda u slivu na nekoliko stepenica sliva postavljene su hidrološke postaje na kojima se mjere protoci. U radu su analizirani podaci sa hidrološke postaje Izvorište Zagorska Mrežnica za razdoblje od siječnja 2010. do prosinca 2017. godine.

Za prikaz hidroloških značajki obrađeni su dnevni podaci od siječnja 2010. godine do prosinca 2017. godine. (Slika 9).

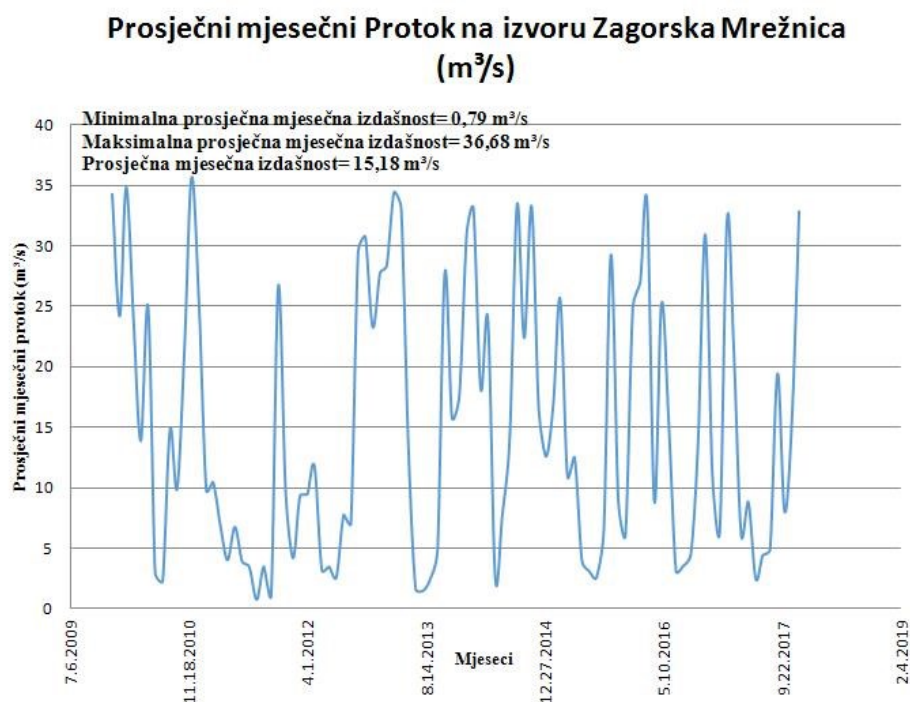


Slika 9. Dnevna količina istjecanja na izvoru Zagorska mrežnica u razdoblju od 1.1.2010.- 31.12.2017.

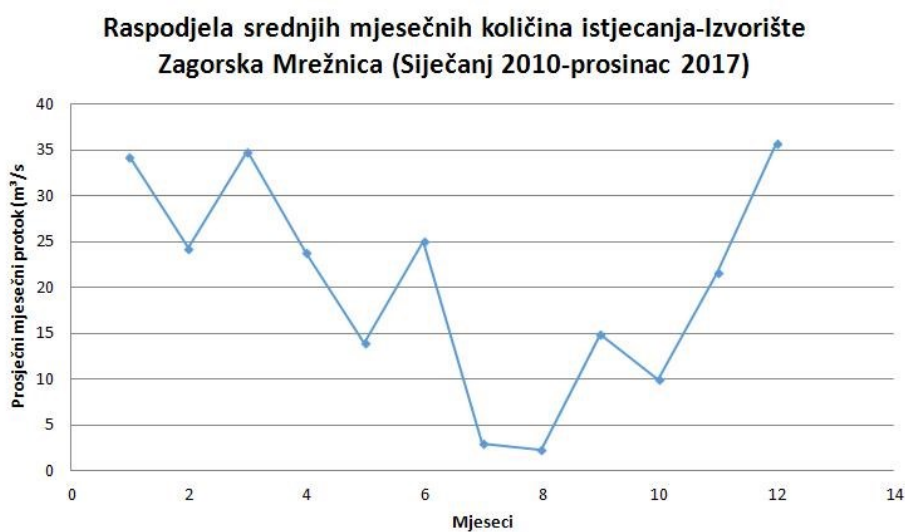
U promatranom razdoblju minimalna zabilježena dnevna količina istjecanja na samom izvoru iznosila je 460 L/s, maksimalna količina istjecanja iznosila je 39,3 m³/s, a

prosječna količina istjecanja je iznosila 15,07 m³/s (Slika 9). Da bi dobili realne količine istjecanja na izvoru, treba pribrojiti i količinu crpljenja za potrebe vodoopskrbe.

Kod analiza prosječnih mjesečnih istjecanja na izvoru Zagorske Mrežnice, korišteni su podaci o dnevnim količinama s vodomjerne postaje Zagorske Mrežnice u razdoblju od siječnja 2010. do prosinca 2017. godine (Slika 10 i 11).



Slika 10. Prosječna mjesečna količina istjecanja na izvoru Zagorska Mrežnica



Slika 11. Raspodjela srednjih mjesečnih količina istjecanja na izvoru Zagorska Mrežnica

U razdoblju od siječnja 2010 do prosinca 2017. godine, minimalna prosječna mjesečna izdašnost iznosila je 790 L/s, maksimalna prosječna mjesečna izdašnost iznosila je 36,68 m³/s, a prosječna mjesečna izdašnost iznosila je 15,18 m³/s.

Kod analiza srednjih mjesečnih protoka, zbog visokih kiša najvodniji su siječanj, ožujak, i prosinac, a najsušniji mjeseci su srpanj i kolovoz (Slika 11).

4. STANJE KAKVOĆE IZVORSKE VODE

Karlovačka županija spada među županije u Republici Hrvatskoj koje su iznad prosječno opskrbljene vodom za piće. S ciljem praćenja stanja i osiguranja kvalitete pitke vode u ovlaštenom laboratoriju provode se analize vode koje obuhvaćaju:

- ✓ Fizikalno – kemijske pokazatelje: mutnoća, boja, miris, okus, koncentracija vodikovih iona, slobodni klor, vodljivost pri 25°C, utrošak KMnO₄
- ✓ Mikrobiološke pokazatelje: broj kolonija na 37°C i 22°C, ukupni koliformi, Escherichia coli, enterokoki, Clostridium perfringens, Pseudomonas aeruginosa
- ✓ Kemijske pokazatelje: amonijevi ioni, nitrati, kloridi

Za svaki od tih pokazatelja ovlaštenu laboratorij ocjenjuje ispravnost u odnosu na uvjete propisane Zakonom o vodi za ljudsku potrošnju i maksimalno dozvoljene koncentracije prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju [2].

Kakvoća izvorske vode za izvorište Zagorska Mrežnica, izračunata je prema dobivenim podacima od strane Hrvatskih voda. Analizirani su fizikalno – kemijski pokazatelji i kemijski pokazatelji kakvoće izvorske vode Zagorske Mrežnice u razdoblju od 2.1.2013. do 20.11.2017. godine. Minimalne, prosječne i maksimalne vrijednosti pokazatelja kakvoće uspoređeni su s maksimalno dopuštenim koncentracijama (MDK) za pitke vode.

Vrijednosti parametara kakvoće prikazane su u Tablici 1. Maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) parametara kakvoće su propisane aktualnim Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe [11].

Tablica 1. Prikaz kakvoće vode na izvorištu Zagorska Mrežnica za razdoblje od 2.1.2013. do 20.11.2017. godine

PARAMETAR	MINIMUM	MAKSIMUM	PROSJEČNA VRIJEDNOST	MDK
Otopljeni kisik (mg/l)	8,44	13,52	10,42	50
Električna vodljivost (μS/cm)	319	423	376	2.500
pH	7,10	8,10	7,64	6,5 – 9,5
Mutnoća (NTU)	0,47	9,2	2,4	4
Temperatura vode (°C)	7,2	16,5	11,0	25
Amonij (mg/l)	0,03	0,16	0,09	0,5
Nitrati (mg/l)	1,51	8,33	4,53	50
Nitriti (mg/l)	0,04	0,33	0,04	0,50
Kalij (mg/l)	0,28	0,48	0,39	12
Kloridi (mg/l)	1,90	8,05	4,21	250
Natrij (mg/l)	1,3	2,9	1,69	200
Silikati (mgSiO ₂ /l)	0,61	2,71	1,53	50
Sulfati (mg/l)	1,15	9,01	5,41	250
Arsen otopljeni (μg/l)	0,1	0,3	0,17	10
Bakar otopljeni (μg/l)	0,5	2	0,99	2
Cink otopljeni (μg/l)	3	54	21	50
Kadmij otopljeni (μg/l)	0,02	0,05	0,03	5
Krom otopljeni (μg/l)	0,3	7,21	1,97	50
Mangan otopljeni (μg/l)	0,5	193	32,02	50

Iz Tablice 1. vidljivo je da su dobiveni parametri pokazatelji visoke kemijske kvalitete izvorske vode u slivu Mrežnice.

Prema analizama Zavoda za javno zdravstvo Karlovačke županije, kakvoća izvorske vode prema analizama, koje obuhvaćaju fizikalno – kemijske i kemijske pokazatelje vode, izvorište Zagorska Mrežnica izrazito je vrlo dobro [11].

Iz Tablice 1. vidljivo je da se pH vrijednost kreće između 7,10 i 8,10, električna vodljivost u rasponu od 319 i 423 μS/cm, koncentracija otopljenog kisika je između 8,44 i 13,52

mg/l, nitrata između 1,51 i 8,33 mg/l i amonija između 0,03 i 0,16 mg/l. Sve su ove vrijednosti pokazatelj visoke kemijske kvalitete izvorske vode Zagorske Mrežnice.

Problemi se povremeno javljaju nakon jakih kišnih razdoblja, te dolazi do povišene mutnoće (Slika 12) [8].

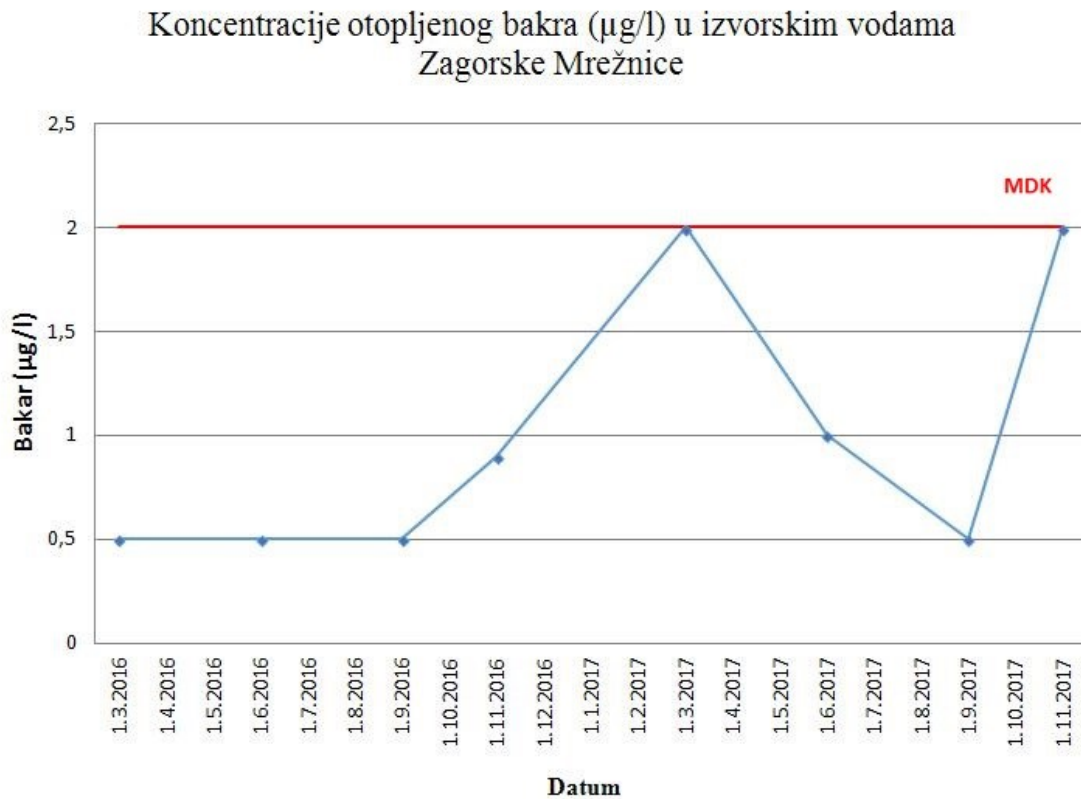


Slika 12. Prikaz mutnoće na izvorištu Zagorska Mrežnica

U razdoblju od 3. ožujka 2015. do 20. studenoga 2017. godine vrijednost mutnoće kretala se unutar maksimalno dopuštenih granica. U razmatranom razdoblju povećana mutnoća zabilježena je samo 3. ožujka 2015. godine kada je iznosila 9,2 °NTU. Povišene vrijednosti mutnoće se najčešće pojavljuju na krškim izvorima nakon velikih padalina nakon ljetnog sušnog razdoblja kada dolazi do spiranja nesaturirane zone vodonosnika i epikrške zone. Obično su te pojave povezane i s povećanim bakteriološkim sadržajem.

Sljedeći pokazatelj kvalitete vode, koji je u razmatranom razdoblju bio iznad MDK vrijednosti je otopljeni bakar ($\mu\text{g/l}$). U razdoblju od 2. siječnja 2013. do 20. studenoga 2017. godine dva je puta dosegnuo točnu maksimalnu dopuštenu koncentraciju koja iznosi

2 µg/l. Prvi puta to se dogodilo 6. ožujka 2017., a drugi puta 20. studenoga 2017. godine (Slika 13) [8].

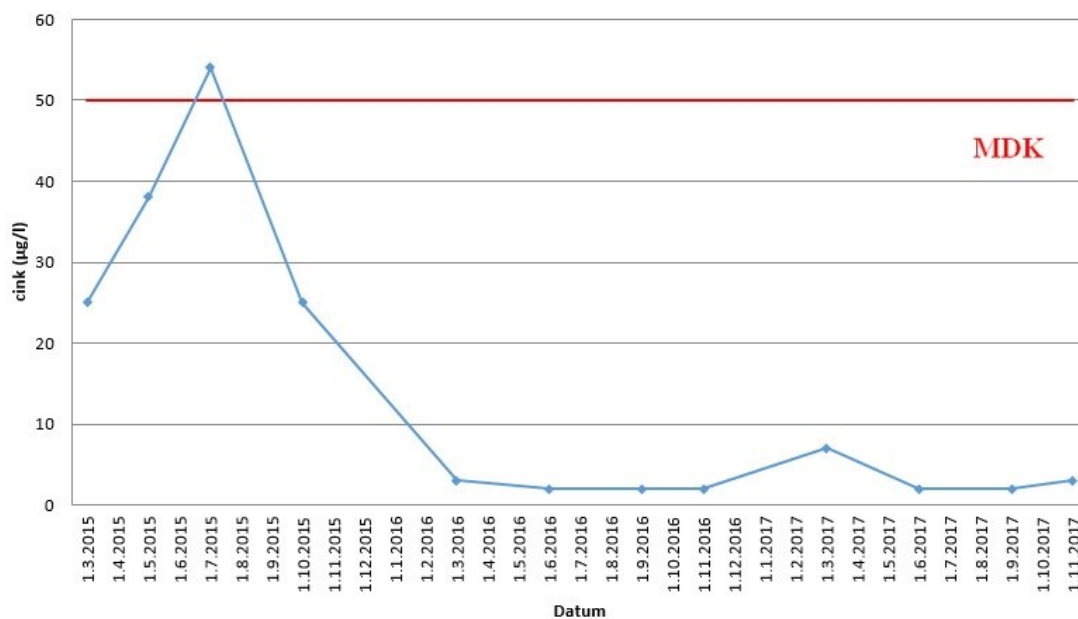


Slika 13. Koncentracije otopljenog bakra u izvorskim vodama Zagorske Mrežnice

Povišene koncentracije metala u podzemnoj vodi krških vodonosnika kao što je npr. bakar mogu biti rezultat onečišćenja, ali do povišenih koncentracija može doći ispiranjem željezom bogatih naslaga [1].

U razmatranom razdoblju prešao MDK vrijednost za pitke vode je premašio i otopljeni cink. To je zabilježeno samo u jednom navratu 07. srpnja 2015. godine (Slika 14).

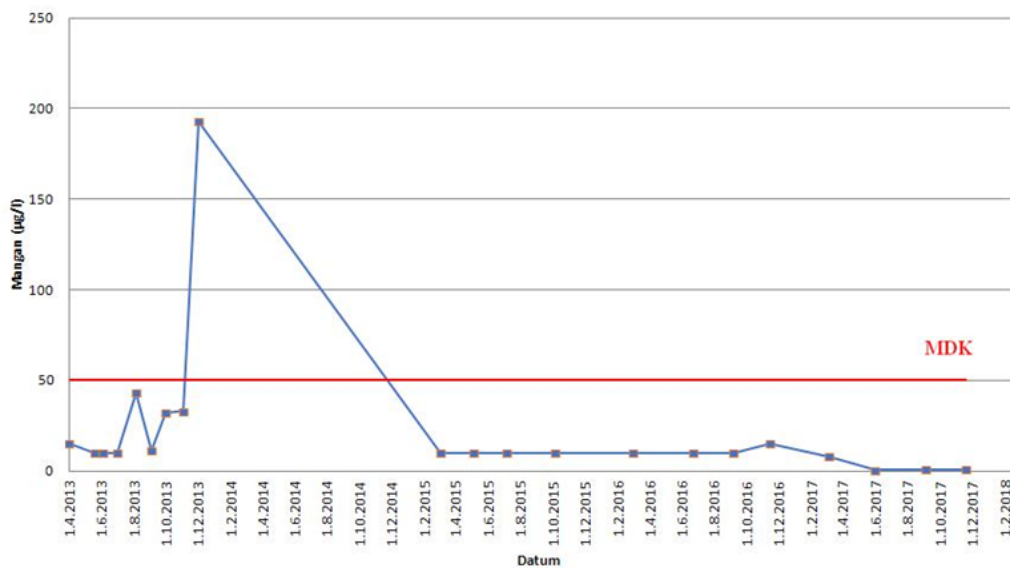
Koncentracije otopljenog cinka u izvorskim vodama Zagorske Mrežnice



Slika 14. Koncentracije otopljenog cinka u izvorskim vodama Zagorske Mrežnice

Maksimalno dopušteno koncentraciju za pitke vode je u jednoj analizi tijekom razmatranog razdoblja premašio i otopljeni mangan. To je zabilježeno 2. prosinca 2013. godine (Slika 14).

Koncentracije otopljenog mangana (µg/l) u izvorskim vodama Zagorske Mrežnice



Slika 15. Koncentracije otopljenog mangana u izvorskim vodama Zagorske Mrežnice

Osim prirodnim putem povišene koncentracije željeza i mangana u podzemnim vodama mogu biti uzrokovane i otpadnim vodama industrije, iz rudničkih voda, ali i kao posljedica otpadnih voda kućanstava i procjeđivanja s odlagališta otpada [1].

Važno je reći da nema povećanja ortofosfata, koji ukazuju na probleme onečišćenja podzemne vode, kao npr. fosfor koji se pojavljuje u poljoprivrednom gnojivu, procjeđivanje iz septičkih jama i kanalizacijskih sustava. Isto tako važno je napomenuti da su koncentracije nitrata vrlo niske i da nema opasnosti za onečišćenjem izvorišta. Do onečišćenja nitratom u podzemnoj vodi dolazi povećanjem korištenja gnojiva u poljoprivrednoj proizvodnji [1].

Iz slika 12, 13, 14, 15 vidi se da su problemi povremeni i da je kvaliteta vode u slivu izrazito kvalitetna za izvorište Zagorske Mrežnice. Problemi su povremeni te se javljaju zbog jakih kiša, i naglih otapanja snijega .

5. ZAŠTITA IZVORIŠTA ZAGORSKE MREŽNICE

U slivnom području izvorišta Zagorska Mrežnica, osim samog izvora Zagorska Mrežnica, nekoliko je izvora u uzvodnom dijelu sliva koji su zahvaćeni za potrebe javne vodoopskrbe ili su u vodoopskrbnom planu navedeni kao potencijalni izvori za buduće razdoblje. To su:

- ✓ Izvor Zagorska Mrežnica- najveći i glavni vodoopskrbni izvor
- ✓ Izvor Kosanović vrelo u Krakarskom polju
- ✓ Izvor Vrelo u Jasenačkom polju

Izvorišta su dobro raspoređena po cijelom području Grada Ogulina i njihovim zahvatima je izbjegnuta potreba izgradnje vrlo dugih cjevovoda za osiguranje potreba lokalne vodoopskrbe. Na taj način znatno su se smanjila financijska sredstva.

Područje Krakarskog polja i Drežnice pokriva izvor Kosanović vrelo, a izvor Vrelo u Jasenačkom polju pokriva područje Jasenka i objekata HOC-a na području Bjelolasice.

Zone sanitarne zaštite prostiru se na području Karlovačke županije, Primorsko-goranske i Ličko-senjske županije.

5.1. ZONE SANITARNE ZAŠTITE – MJERE PASIVNE ZAŠTITE

Na temelju članka 91. stavka 3. Zakona o vodama (NN broj 153/09, 63/11, 130/11, 56/13 i 14/ 14), članaka 7. i 41. Pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta [4], [5], donijeta je odluka o zaštiti izvorišta Zagorska Mrežnica, Vrelo i Krakar [3].

Zone sanitarne zaštite izvorišta utvrđene su na osnovi kriterija propisanih Pravilnikom o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta [4], [5] za izvorišta sa zahvaćanjem vode iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-disolucijskom poroznosti

maksimalnog kapaciteta do 20 l/s i maksimalnog kapaciteta većeg od 100 l/s u smislu dinamike crpljenja.

Zone sanitarne zaštite izvorišta i mjere zaštite određeni su na temelju rezultata vodoistražnih radova prikazanih u elaboratu Zone sanitarne zaštite izvorišta na području Grada Ogulina [1].

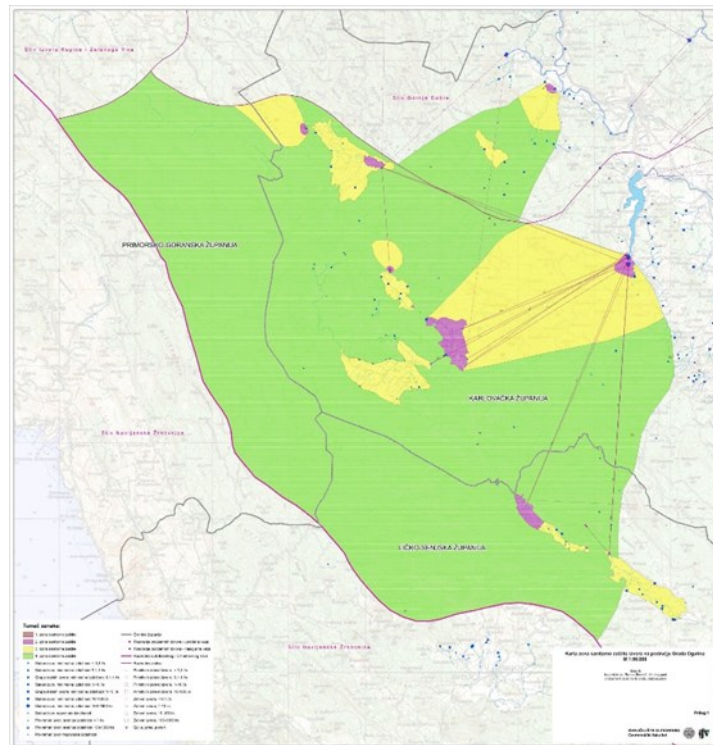
Slivna područja izvorišta koja se koriste za javnu vodoopskrbu sa zahvaćanjem podzemne vode iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko-kavernoznom poroznosti podijeljena su prema stupnju opasnosti od onečišćenja i drugih nepovoljnih utjecaja u sljedeće zone zaštite (Tablica 2):

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

Tablica 2. Kriteriji za određivanje vodozaštitnih zona [1]

		Krški vodonosnici	
IA. zona	Zona strogog režima zaštite i nadzora – mora biti ograđena	Neposredno naplavno područje	
IB. zona		Izdvaja se ukoliko je I. zona velika i na strmim i nepristupačnim odsječcima	
II. zona	Zona strogog ograničenja i nadzora	< 24 sata	> 3 cm/s
III. zona	Zona ograničenja i nadzora	1-10 dana	1-3 cm/s
IV. zona	Zona ograničenja	za izvorišta < 20 l/s (10-20 dana) za izvorišta 20-100 l/s (20-40 dana) za izvorišta >100 l/s (40-50 dana)	< 1 cm/s
Vodoopskrbni rezervat		Planinska područja, posebne mjere pasivne zaštite kao za IV., III. ili II. zonu	

Za sva izvorišta iz ove Odluke utvrđene su sve četiri zone sanitarne zaštite (Slika 16).



Slika 16. Karta Zona sanitarne zaštite izvorišta na području grada Ogulina [1]

Tijekom 2011. godine donesen je Pravilnik o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta [4], te tijekom 2013. godine Pravilnik o izmjenama Pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta [5]. Prema ovom Pravilniku donesena je odluka o zaštiti izvorišta na području Grada Ogulina, odnosno zona sanitarne zaštite izvora Zagorska Mrežnica, Zdiška u području Grada Ogulina, odnosno zona sanitarne zaštite izvora Zagorska Mrežnica, Zdiška u Turkovićima, Vrelo u Jasenačkom polju i Kosanović vrela u Krakarskom polju [3].

Kod klasifikacija izvorišta, odnosno utvrđivanja opsega vodoistražnih radova i utvrđivanja zona zaštite, za područje Grada Ogulina, važno je uzeti u obzir dinamiku crpljenja:

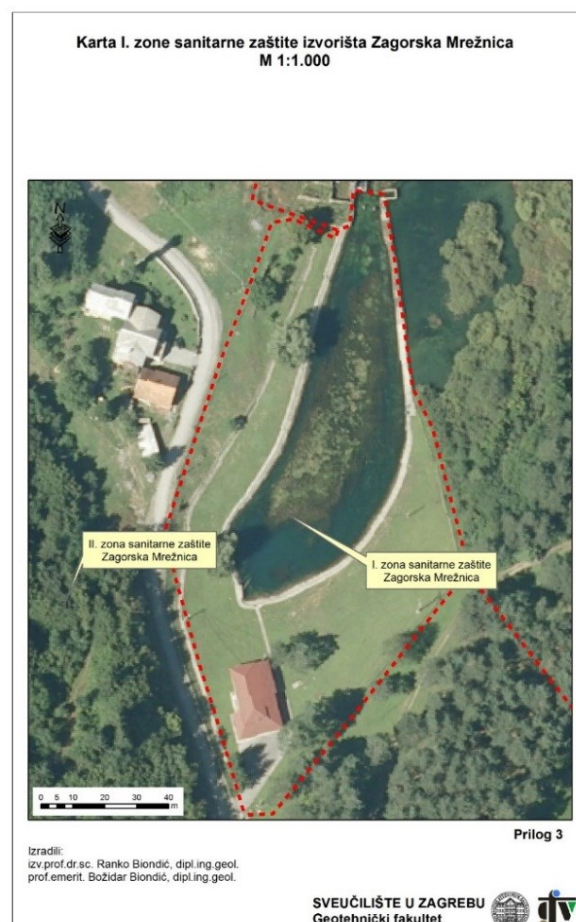
- ✓ Izvorišta maksimalnog kapaciteta do 20 l/s u smislu dinamike crpljenja
- ✓ Izvorišta maksimalnog kapaciteta do 20 l/s do 100 l/s u smislu dinamike crpljenja
- ✓ Izvorišta maksimalnog kapaciteta većeg od 100 l/s u smislu dinamike crpljenja [1]

Prema klasifikaciji izvorišta, tipu vodonosnika i slivnog područja, važno je uzeti u obzir dinamiku zahvaćanja/crpljenja sljedećih izvorišta na slivnom području rijeke Mrežnice:

- ✓ Zagorska Mrežnica – Desmerice: maksimalni kapacitet veći od 100 L/s
- ✓ Vrelo – Jasenak: maksimalni kapacitet manji od 20 L/s
- ✓ Kosanović vrelo – Krakar – Drežnica: maksimalni kapacitet manji od 20 L/s [3]

5.2. I. zona sanitarne zaštite za izvorište Zagorska Mrežnica

Prva zona sanitarne zaštite utvrđuje se radi zaštite izvorišta, građevina i uređaja za zahvaćanje vode i njegove neposredne okolice od bilo kakvog onečišćenja, te drugih namjernih ili slučajnih negativnih utjecaja, a obuhvaća neposredno naplavno područje zahvata vode, izvor, kaptažu, crpne stanice, uređaje za preradu vode, građevine za pogon, održavanje i čuvanje. Granice područja I. zone prikazane su na ortofoto karti mjerila 1:1000 (Slika 17) [3]



Slika 17. Karta I. zone sanitarne zaštite za izvorište Zagorske Mrežnice [1]

Za izvor Zagorska Mrežnica izdvojena je I. zona sanitarne zaštite, koja obuhvaća područje crpne stanice i izvor sve do preljevne građevine prema jezeru Sabljaci. Područje je ograđeno žičanom ogradom, koja sprečava neovlašten ulazak u područje vodocrpilišta [5].

5.2.1. Zabrane u I. zoni sanitarne zaštite

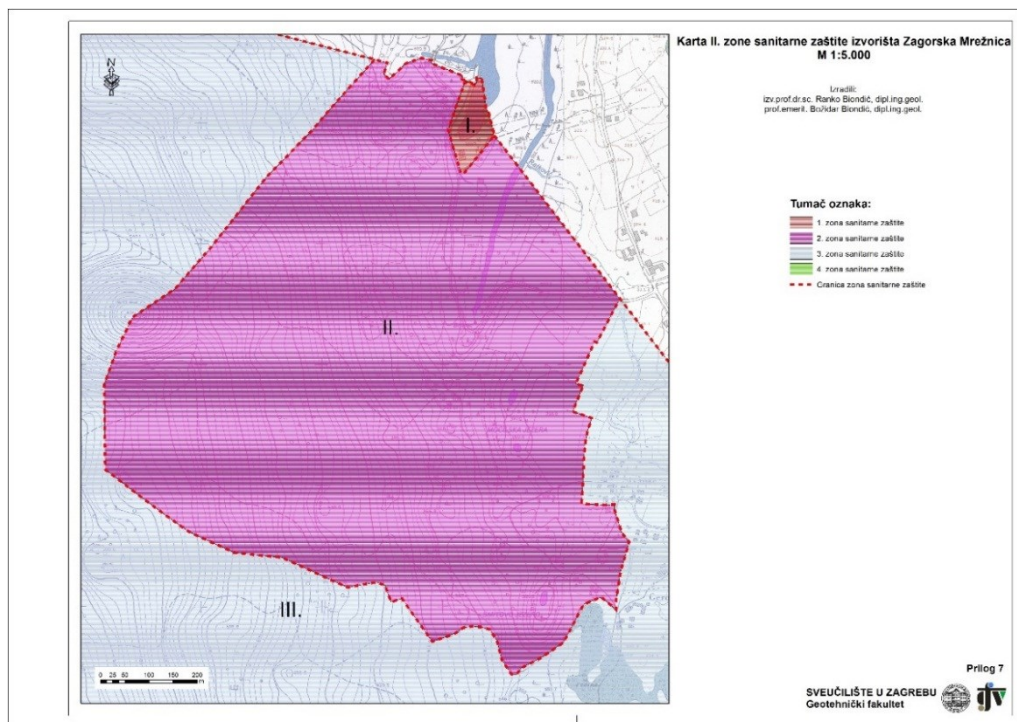
Na području I. zone zabranjuje se postojanje i građenje bilo kakvih objekata i obavljanje bilo kakvih aktivnosti osim onih vezanih za zahvaćanje, pripremu i transport vode prema sustavu vodoopskrbe.

Područje I. zone mora biti ograđeno ogradom visine najmanje 2 metra i označeno pločama s utisnutim natpisom: Naziv izvorišta, i vodozaštitna zona - Zona strogog režima zaštite i nadzora. Zabranjen pristup neovlaštenim osobama [3].

5.3. II. zona sanitarne zaštite za izvorište Zagorska Mrežnica

II. zona sanitarne zaštite izvorišta obuhvaća glavne podzemne drenažne smjerove u neposrednom slivu izvorišta, s mogućim tečenjem kroz pukotinski sustav vodonosnikado zahvata vode u trajanju do 24 sata, odnosno područja s kojih su utvrđene prividne brzine podzemnih tečenja, u uvjetima velikih voda, veće od 3,0 cm/s, odnosno unutarnji dio klasičnog priljevnog područja. Granice područja II. zone ucrtane su na topografskim kartama mjerila 1:5000 (Slika 18). [3]

Druga zona sanitarne zaštite obuhvaća ostala izvorišta ove zone istjecanja, koja se nalaze uzvodno od izvora Zagorska Mrežnica (Bistrac, Močilska jezera, Šmitovo jezero). Ova izvorišta su naime preljevne točke glavnog izvora i zbog toga pripadaju u zaštitu razinom II. zone sanitarne zaštite (Slika 17) [1].



Slika 18. Karta II. zone sanitarne zaštite za izvorište Zagorska Mrežnica [1]

5.3.1. Zabrane u II. zona sanitarne zaštite

Na području II. zone zabranjuje se:

- ✓ poljoprivredna proizvodnja, osim ekološke proizvodnje uz primjenu dozvoljenih gnojiva i sredstava za zaštitu bilja u skladu s važećim posebnim propisom,
- ✓ gradnja groblja i proširenje postojećih,
- ✓ ispuštanje pročišćenih i nepročišćenih otpadnih voda s prometnica: autocesta, državnih i županijskih cesta,
- ✓ građenje svih industrijskih postrojenja koje onečišćuju vode i vodni okoliš,
- ✓ građenje drugih građevina koje mogu ugroziti kakvoću podzemne vode,
- ✓ sječa šume osim sanitarne sječe,
- ✓ skladištenje i odlaganje otpada, gradnja odlagališta otpada, osim sanacija postojećih u cilju njihovog zatvaranja, građevina za zbrinjavanje otpada uključujući spalionice otpada, regionalnih i županijskih centara za gospodarenje otpadom, reciklažnih dvorišta i pretovarnih stanica za otpad ako nije planirana provedba mjera zaštite voda te postrojenja za obradu, oporabu i zbrinjavanje opasnog otpada,

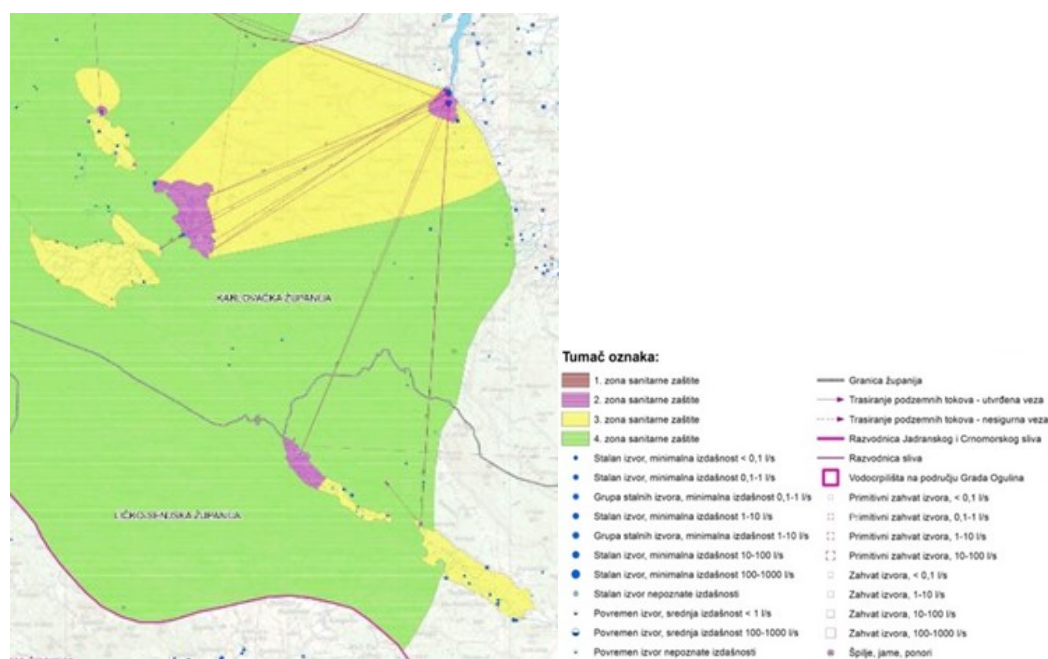
- ✓ izgradnja i rekonstrukcija željezničke pruge bez sustava kontrolirane odvodnje,
- ✓ uporaba herbicida radi održavanja protupožarne zaštite pruge.

Granica II. zone za svako izvorište mora biti označena natpisnim pločama s utisnutim natpisom: „Naziv izvorišta, II. vodozaštitna zona - Zona strogo ograničenja i nadzora U slučaju nezgode nazvati 112“. Natpisne ploče postavljaju pravne osobe koje upravljaju izvorištima [3].

5.4. III. zona sanitarne zaštite za izvorište Zagorska Mrežnica

III. zona sanitarne zaštite izvorišta obuhvaća dijelove slivova od vanjskih granica II. zone do granice s koje je moguće tečenje kroz podzemlje do vodozahvata u razdoblju od 1 do 10 dana u uvjetima velikih voda, odnosno područja s kojih su utvrđene prividne brzine podzemnih tečenja od 1 do 3 cm/s, odnosno područje koje obuhvaća pretežiti dio slivnog područja (klasični statističko-hidrogeološki sliv) [3].

Granice III. zone ucrtane su na topografskoj karti mjerila 1:50.000 (Slika 19).



Slika 19. Karta III. zona sanitarne zaštite za izvorište Zagorska Mrežnica [1]

Treća zona obuhvaća područje od vanjske granice II. zone sanitarne zaštite do Drežničkog polja, područje s kojeg je trasiranjima podzemnih tokova iz ponornih zona dokazana direktna podzemna vodna veza s izvorištem Zagorske Mrežnice. S istočne strane III. zona je određena geološkom strukturom, koja dijeli sliv Zagorske Mrežnice prema izvorištu Bocino vrelo. Žutom bojom na slici 19, prikazana je III zona sanitarne zaštite [5].

5.4.1. Zabrane u III. zona sanitarne zaštite

Na području III. zone zabranjuje se:

- ✓ skladištenje i odlaganje otpada, gradnja odlagališta otpada osim sanacija postojećeg u cilju njegovog zatvaranja, građevina za zbrinjavanje otpada uključujući spalionice otpada te postrojenja za obradu, uporabu i zbrinjavanje opasnog otpada, a iznimno se dopušta izgradnja i centra za gospodarenje otpadom, sukladno posebnim propisima o otpadu, pod uvjetima iz članka 12. stavka 2. Pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta [4] [5],
- ✓ građenje cjevovoda za transport tekućina koje mogu izazvati onečišćenje voda bez propisane zaštite voda,
- ✓ građenje benzinskih postaja bez spremnika s dvostrukom stjenkom, uređajem za automatsko detektiranje i dojavu propuštanja te zaštitnom građevinom (tankvanom),
- ✓ podzemna i površinska eksploatacija mineralnih sirovina osim geotermalnih voda i mineralnih voda, te postojećih eksploatacijskih polja kamena uz propisane mjere zaštite i praćenje utjecaja na izvorište do isteka rudarskih koncesija,
- ✓ građenje županijskih cesta i parkirališta površine iznad 500 m² bez sustava kontrolirane odvodnje i pročišćavanja oborinskih voda,
- ✓ građenje i rekonstrukcija željezničke pruge bez mjera zaštite za slučaj incidenta s opasnim teretom,
- ✓ stočarska proizvodnja (farme s više od 20 uvjetnih grla) bez primjene Akcijskog programa zaštite voda od onečišćenja uzrokovanog nitratima poljoprivrednog podrijetla i načela dobre poljoprivredne prakse iz propisa o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva,

- ✓ primjena gnojiva s dušikom na poljoprivrednoj površini ukoliko nije u skladu sa načelima korištenja gnojiva iz propisa o dobroj poljoprivrednoj praksi u korištenju gnojiva,
- ✓ upotreba kemijskih sredstava pri proizvodnji umjetnog snijega,

5.5. IV. ZONA SANITARNE ZAŠTITE

IV. zona sanitarne zaštite izvorišta, obuhvaća dijelove slivova od granica slivnog područja izvorišta do vanjske granice III. zone sanitarne zaštite. To je područje sliva izvora s mogućim tečenjem kroz pukotinsko i pukotinsko-kavernozno podzemlje do zahvata vode u razdoblju 10 do 50 dana u uvjetima velikih voda, odnosno područje s kojeg su utvrđene prividne brzine podzemnih tečenja manje od 1 cm/s, kao i ukupno priljevno područje neovisno o dijelu napajanja koje sudjeluje u obnavljanju voda odnosnog izvorišta [3].

5.5.1. Zabrane u IV. zona sanitarne zaštite

Na području IV. zone zabranjuje se:

- ✓ ispuštanje nepročišćenih otpadnih voda te ispuštanje pročišćenih otpadnih voda izravno u podzemne vode,
- ✓ građenje postrojenja za proizvodnju opasnih i onečišćujućih tvari za vode i vodni okoliš,
- ✓ građenje građevina za oporabu, obradu i odlaganje opasnog otpada,
- ✓ uskladištenje radioaktivnih i za vode i vodni okoliš opasnih i onečišćujućih ostalih tvari, izuzev uskladištenja količina lož ulja dovoljnih za potrebe domaćinstva, pogonskog goriva i maziva za poljoprivredne strojeve, ako su provedene propisane sigurnosne mjere za građenje, dovoz, punjenje, uskladištenje i uporabu,
- ✓ građenje benzinskih postaja i drugih spremnika naftnih derivata za potrebe djelatnosti i domaćinstava bez zaštitnih građevina za spremnike (tankvana),
- ✓ izvođenje istražnih i eksploatacijskih bušotina za naftu, zemni plin kao i izrada podzemnih spremišta,

- ✓ skidanje pokrovnog sloja zemlje osim na mjestima izgradnje građevina koje je dopušteno graditi prema odredbama ove Odluke,
- ✓ građenje prometnica, parkirališta, aerodroma i manipulativnih površina bez građevina odvodnje, uređaja za prikupljanje ulja i masti i odgovarajućeg sustava pročišćavanja onečišćenih oborinskih voda,
- ✓ upotreba praškastih (u rinfuzi) eksploziva kod miniranja većeg opsega,
- ✓ odlaganje otpadnog mulja iz uređaja za obradu otpadnih voda,
- ✓ nekontrolirano odlaganje otpada [3]

6. ZAKLJUČAK

Izvor Zagorske Mrežnica je najveći prirodni krški izvor u bližoj okolici Ogulina. Nalazi se oko 8 km južno od grada Ogulina. Slivno područje izvora Zagorske Mrežnice je vrlo prostrano i seže sve do razvodnice Jadranskog i Crnomorskog sliva u planinsko područje Velike Kapele. Od te visoke zone sliva do samog izvora zabilježena je pojava nekoliko stepenica sliva: Jasenačko polje na oko 610 m n.m., Krakarsko polje na oko 460 m n.m., Drežničko polje na oko 440 m n.m. te u jugoistočnom dijelu sliva Stajničko polje na oko 485 m n.m. i Crnac polje na oko 450 m n.m.

U prirodnim uvjetima rijeka Zagorska Mrežnica je započinjala na izvoru Zagorske Mrežnice. Sam površinski tok rijeke nije bio dugačak jer je rijeka ponirala na širem području Oštarija na brojnim prirodnim ponorima i ponornim zonama. Cjelokupna dužina toka rijeke Zagorske Mrežnice iznosila je svega 10-tak kilometara. Trasiranjima podzemnih tokova dokazana je podzemna vodna veza ponorne zone Zagorske Mrežnice prema rijekama Donjoj Dobri, Tounjčici, odnosno Mrežnici.

Krajem pedesetih godina prošlog stoljeća na ovome je području izgrađen sustav HE Gojak koji za proizvodnju električne energije koristi vode Gornje Dobre i Zagorske Mrežnice. U sklopu izgradnje HE Gojak, neposredno nizvodno od samog izvora Zagorske Mrežnice izgrađena je brana visine 9 m kojom je formirano akumulacijsko jezero Sabljaci. U njemu se prikupljaju vode koje izviru na izvoru Zagorske Mrežnice. Ta se voda prebacuje hidrotehničkim tunelom prema akumulaciji Bukovnik na Gornjoj Dobri gdje se prikupljaju i vode rijeke Gornje Dobre te se zajedno hidrotehničkim tunelom odvođe prema strojarnici HE Gojak.

U radu je analizirana količina istjecanja na izvoru Zagorske Mrežnice u razdoblju od siječnja 2010. do prosinca 2017. godine. U promatranom razdoblju najmanja dnevna količina istjecanja je iznosila 460 L/s, prosječna količina istjecanja 15,07 m³/s, a maksimalna količina istjecanja je iznosila 39,3 m³/s.

Izvor Zagorske Mrežnice se koristi za potrebe javne vodoopskrbe grada Ogulina. Zahvaćen je 1955. godine, a količine crpljenja su tada iznosile 56 L/s. Izgradnjom HE Gojak, odnosno akumulacijskog jezera Sabljaci potaknuta je izgradnja i značajno

proširenje vodoopskrbne mreže. Paralelno s proširenjem vodoopskrbne mreže rastu i potrebe za količinom crpljenja na samome izvorištu, pa su tako izrađeni proračuni za količine crpljenja koje iznose 120 l/s. S obzirom da se limnigrafska postaja na samom izvoru nalazi nizvodno od crpne stanice količinama istjecanja je potrebno pribrojati i količine crpljenja.

Kakvoća izvorske vode Zagorske Mrežnice je visoka i svi se parametri u prosječnim vrijednostima nalaze unutar dopuštenih standarda za pitku vodu. Jako rijetko dolazi do povećanih koncentracija bakra, cinka, mangana i povišene vrijednosti mutnoće. Te su pojave tijekom razmatranog razdoblja zabilježene vrlo rijetko, obično nakon velikih kišnih pojava nakon dužih sušnih razdoblja.

Odlukom o zonama sanitarne zaštite donesenom 2018. godine utvrđene su 4 zone sanitarne zaštite.

Prva zona sanitarne zaštite obuhvaća područje crpne stanice i izvore sve do preljevne građevine prema jezeru Sabljaci. Utvrđena je radi zaštite izvorišta, građevina i uređaja za zahvaćanje vode i njegove neposredne okolice od bilo kakvog onečišćenja, te drugih namjernih ili slučajnih negativnih utjecaja.

Druga zona sanitarne zaštite obuhvaća ostala izvorišta ove zone istjecanja, koja se nalaze uzvodno od izvora Zagorska Mrežnica (Bistrac, Močilska jezera, Šmitovo jezero). Ona obuhvaća glavne podzemne drenažne smjerove u neposrednom slivu izvorišta, odnosno područja s kojih su utvrđene prividne brzine podzemnih tečenja, u uvjetima velikih voda, veće od 3,0 cm/s, To su područja od vanjske granice II. zone sanitarne zaštite do Drežničkog polja, kod kojih su trasiranjima podzemnih tokova iz ponornih zona dokazane direktne podzemne vodne veze s izvorištem Zagorske Mrežnice.

III. zona sanitarne zaštite izvorišta obuhvaća dijelove slivova od vanjskih granica II. zone do granice s koje je moguće tečenje kroz podzemlje do vodozahvata u razdoblju od 1 do 10 dana odnosno gdje su utvrđene prividne brzine podzemnih tečenja od 1 do 3 cm/s, a IV. zona sanitarne zaštite izvorišta je utvrđena za područje gdje su prividne brzine podzemnih tečenja manje od 1 cm/s, odnosno za područja od vanjske granice III. zone do granice slivnog područja.

Izvor Zagorske Mrežnice je vrlo vrijedan vodni resurs za šire ogulinsko područje. Ima izuzetnu kakvoću izvorske vode i količine vode koje znatno premašuju potrebe ogulinskog kraja za potrebe vodoopskrbe. Time predstavlja potencijalne strateške rezerve pitke vode za budući razvoj Republike Hrvatske.

7. LITERATURA

[1] Biondić, R., Biondić, B. & Meaški, H. (2014): Zone sanitarne zaštite izvorišta na području Grada Ogulina.- Tehničko izvješće, Arhiv Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 91 str., Varaždin.

[2] Izvorišta Vodovoda Ogulin. Dostupno na: <http://vodovod-ogulin.hr/pitka-voda/izvorista/>. Datum Pristupa: 12.4.2019.

[3] Odluka o zaštiti izvorišta Zdiška, Zagorska Mrežnica, Vrelo i Krakar.- Službene novine Primorsko-goranske županije br. 19/2018.

[4] Pravilnik o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta. Narodne novine br. 66/2011.

[5] Pravilnik o izmjenama Pravilnika o uvjetima za utvrđivanje zona sanitarne zaštite izvorišta. Narodne novine br. 47/2013.

[6] Velić, I & Sokač, B. (1981):Osnovna geološka karta M 1: 100.00, list Ogulin, List 33 – 103. Hrvatski geološki institut, Zagreb.

[7] Šušnjar, M., Bukovac, J., Nikler, L., Crnolatac, I., Milan, A., Šikić, D. Grimani, I., Vulić, Z. & Blašković, I. (1970): Osnovna geološka karta M 1: 100.00, list Crikvenica, List 33 – 102. Hrvatski geološki institut, Zagreb.

[8] Biondić, B. & Biondić, R. (2014): Hidrogeologija dinarskog krša u Hrvatskoj.- Sveučilišni udžbenik, Geotehnički fakultet, Sveučilište u Zagrebu; str. 341.

[9] HE Gojak. Dostupno na: <http://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/pp-he-zapad/he-gojak/1542>. Datum Pristupa: 5.5.2019.

[10] Elektroprojekt (2019): Uloga elektroprojekta u korištenju vodnih snaga u Hrvatskoj.- Građevinar, 3/2019, 218-233.

[11] Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe.- Narodne novine br. 125/2017.

POPIS SLIKA

Slika 1. Crpna stanica i izvor Zagorske Mrežnice

Slika 2. Isječak iz OGK - listovi Ogulin (desno) i Crikvenica (lijevo)

Slika 3. Hidrogeološka skica sliva rijeke Mrežnice

Slika 4. Izvorišta na ogulinskom području

Slika 5. Izvor Vrelo u Jasenačkom polju

Slika 6. Crnačko polje (lijevo-sušo; desno-poplavljeno)

Slika 7. Hidroelektrana Gojak

Slika 8. Situacija postrojenja He Gojak

Slika 9. Dnevna količina istjecanja na izvoru Zagorska mrežnica u razdoblju od 1.1.2010.-31.12.2017.

Slika 10. Prosječna mjesečna količina istjecanja na izvoru Zagorska Mrežnica

Slika 11. Raspodjela srednjih mjesečnih količina isjecanja na izvoru Zagorska Mrežnica

Slika 12. Prikaz mutnoće na izvorištu Zagorske Mrežnice

Slika 13. Koncentracije otopljenog bakra u izvorskim vodama Zagorske Mrežnice

Slika 14. Koncentracije otopljenog cinka u izvorskim vodama Zagorske Mrežnice

Slika 15. Koncentracije otopljenog mangana u izvorskim vodama Zagorske Mrežnice

Slika 16. Karta Zona sanitarne zaštite izvorišta na području grada Ogulina

Slika 17. Karta I. zona sanitarne zaštite za izvorište Zagorske Mrežnice

Slika 18. Karta II. zona sanitarne zaštite za izvorište Zagorska

Slika 19. Karta III. zona sanitarne zaštite za izvorište Zagorska Mrežnica

POPIS TABLICA

Tablica 1. Prikaz kakvoće vode na izvorištu Zagorska Mrežnica

Tablica 2. Kriteriji za određivanje vodozaštitnih zona