

# Hidrogeološke i hidrokemijske značajke vodnog tijela Sliv Sutle i Krapine

---

**Horžić, Kristijan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:241128>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-05**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET  
Diplomski studij geologije okoliša

**HIDROGEOLOŠKE I HIDROKEMIJSKE ZNAČAJKE VODNOG TIJELA SLIV  
SUTLE I KRAPINE**

Diplomski rad

Kristijan Horžić

GI 244

Zagreb, 2016.

## **Zahvaljujem**

*Dr.sc. Andrei Bačani redovitoj profesorici RGNF-a, na pomoći i stručnom vodstvu i strpljenju koje mi je pružila pri izradi diplomskog rada.*

*Članovima povjerenstva dr.sc Frankici Kapor, redovitoj profesorici RGNF-a i dr.sc. Jeleni Parlov, docentici RGNF-a.*

*Kolegi i prijatelju Tiboru Mariću na potpori i pomoći i asistentu Zoranu Kovaču.*

*Mojoj obitelji koja je vjerovala u mene kad mi je bilo najteže i davala potporu, posebno mami i tati.*

HIDROGEOLOŠKE I HIDROKEMIJSKE ZNAČAJKE VODNOG TIJELA *SLIV SUTLE I KRAPINE*

KRISTIJAN HORŽIĆ

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

U radu su prikazane hidrogeološke značajke vodnog tijela *Sliv Sutle i Krapine* te su određena hidrokemijska svojstva podzemnih voda. U tu svrhu načinjena su dva geološka i dva hidrogeološka profila te su načinjeni Piperovi dijagrami na temelju podataka kemijskih analiza vode sa 39 izvorišta.

Vodno tijelo *Sliv Sutle i Krapine* je izgrađeno od stijena koje su nastale u razdoblju od gornjeg paleozoika do kvartara. Kao glavni vodonosnici izdvojeni su karbonati srednjeg i gornjeg trijasa i litotamniji vapnenci badenske starosti koji se na površini nalaze na području gorskih masiva Ivanščice, Strahinjčice, Kuna gore, Maceljskog gorja i Medvednice. Svi značajniji izvori na području vodnog tijela su vezani za ove vodonosnike. U propusne naslage ubrojeni su još i aluvijalni nanosi vodotoka kvartarne starosti nešto slabijih hidrogeoloških značajki zbog ograničenog prostiranja i relativno malih debljina. Ostale naslage su slabopropusne do nepropusne. Podzemne vode izvorišta na području Ivanščice, Strahinjčice, Kuna gore, Maceljskog gorja i Medvednice pripadaju  $\text{Ca-HCO}_3$  (kalcijsko-hidrogenkarbonatnom),  $\text{CaMg-HCO}_3$  (kalcijsko-magnezijsko-hidrogenkarbonatnom) ili  $\text{MgCa-HCO}_3$  (magnezijsko-kalcijsko-hidrogenkarbonatnom) facijesu, što je u skladu s njihovom genezom, vezanom za vapnence i dolomite.

Ključne riječi: vodno tijelo *Sliv Sutle i Krapine*, hidrogeologija, hidrokemija

Diplomski rad sadrži: 66 stranica, 39 tablica, 50 slika i 23 reference, 5 priloga

Jezik izvornika: hrvatski

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta  
Pierottijeva 6, Zagreb

Voditelj: Prof. dr. sc. Andrea Bačani, RGNF  
Ocjenjivači: Prof. dr. sc. Andrea Bačani, RGNF  
Prof. dr. sc. Frankica Kapor, RGNF  
Doc. dr. sc. Jelena Parlov, RGNF

Datum obrane: 16. prosinac, 2016.

HYDROGEOLOGICAL AND HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF *SUTLA AND KRAPINA* GROUNDWATER BODY

KRISTIJAN HORŽIĆ

Thesis completed in: University of Zagreb  
Faculty of Mining, Geology and Petroleum engineering  
Department of Geology and Geological Engineering  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

The paper presents the hydrogeological and hydrochemical characteristics of the water body *Sutla and Krapina*. For this purpose are made two geological and two hydrogeological profiles as well as Piper diagrams based on the data of chemical analysis of water from 39 springs.

Water body *Sutla and Krapina* is built from rocks that are made in the period from upper Paleozoic to Quaternary. As the main aquifers are separated carbonates of Middle and Upper Triassic age and Lithothamnion limestones of Baden age which are on the surface located in the area of mountain massif Ivanščica, Strahinjčica, Kuna Highlands, Macelj hills and Medvednica. All major springs in the area of the water body are linked to these aquifers. Alluvial deposits of Quaternary age are also permeable but their hydrogeological characteristics are slightly weaker due to the limited spreading and relatively small thickness. Other deposits are low permeable to impermeable.

Spring waters in the area of Ivanščica, Strahinjčica, Kuna Highlands, Macelj hills and Medvednica belong to Ca-HCO<sub>3</sub> (calcium-hydrogencarbonate), CaMg-HCO<sub>3</sub> (calcium-magnesium-hydrogencarbonate) or MgCa-HCO<sub>3</sub> (magnesium- calcium hydrogencarbonate) facies, which is in according to their genesis, associated with limestone and dolomite.

Keywords: water body *Sutla and Krapina*, hydrogeology, hydrochemistry

Thesis contains: 66 pages, 39 tables, 50 figures, 23 references and 5 enclosure

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering,  
Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: PhD Andrea Bačani, Full Professor

Reviewers: PhD Andrea Bačani, Full Professor  
PhD Frankica Kapor, Full Professor  
PhD Jelena Parlov, Assistant Professor

Date of thesisis defense: December 16<sup>th</sup> 2016

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Područje istraživanja.....	2
2.1. Geografske značajke.....	2
2.2. Klimatske značajke.....	3
3. Geološke i hidrogeološke značajke .....	6
3.1. Geološke značajke .....	6
3.2. Hidrogeološke značajke istraživnog područja .....	13
4. Hidrokemijska obilježja podzemne vode .....	17
5. Zaključak .....	64
6. Literatura .....	65
7. Prilozi.....	67

## Popis slika

<b>Slika 2-1.</b> Karta Krapinsko zagorske županije.....	2
<b>Slika 2-2.</b> Prosječne mjesečne temperature zraka u razdoblju 2008. – 2014. godine .....	4
<b>Slika 2-3.</b> Godišnje oborine za postaje Krapina i Puntijarka .....	4
<b>Slika 2-4.</b> Prosječne mjesečne oborine za razdoblje od 2008. do 2015. godine .....	5
<b>Slika 3-1.</b> Shematizirana geološka karta Hrvatskog zagorja.....	7
<b>Slika 3-2.</b> Lokacije izvora na području vodnog tijela Sliv Sutle i Krapine.....	14
<b>Slika 3-3.</b> Shematska hidrogeološka karta grupiranog vodnog tijela Sliv Sutle i Krapine .	14
<b>Slika 3-4.</b> Uzdužni shematski hidrogeološki profil kroz grupirano vodno tijelo Sliv Sutle i Krapine .....	15
<b>Slika 3-5.</b> Poprečni shematski hidrogeološki profil kroz grupirano vodno tijelo Sliv Sutle i Krapine .....	15
<b>Slika 4-1.</b> Lokacije vodozahvata na kojima se prati kakvoća podzemne vode.....	17
<b>Slika 4-2.</b> Prikaz vodnih facijesa u Piperovom dijagramu .....	18
<b>Slika 4-3.</b> Piper dijagram za Belečka Selnica .....	20
<b>Slika 4-4.</b> Piper dijagram za izvorište Gorjak .....	21
<b>Slika 4-5.</b> Piper dijagram za izvorište Gorjani .....	22
<b>Slika 4-6.</b> Piper dijagram za izvorište Grobotek .....	23
<b>Slika 4-7.</b> Piper dijagram za izvorište Kostel.....	24
<b>Slika 4-8.</b> Piper dijagram za izvorište Podgora.....	25
<b>Slika 4-9.</b> Piper dijagram za izvorište Pregrada .....	26
<b>Slika 4-10.</b> Piper dijagram za izvorište Pregrada, zdenac B2 .....	27
<b>Slika 4-11.</b> Piper dijagram za izvorište Strahinje.....	28
<b>Slika 4-12.</b> Piper dijagram za izvorište Lobar, otvoreni zahvat.....	30
<b>Slika 4-13.</b> Piper dijagram za izvorište Lobar, zatvoreni zahvat .....	32
<b>Slika 4-14.</b> Piper dijagram za izvorište Mlačine grabari.....	34
<b>Slika 4-15.</b> Piper dijagram za izvorište Bajsičnjak .....	35
<b>Slika 4-16.</b> Piper dijagram za izvorište Sopot.....	36
<b>Slika 4-17.</b> Piper dijagram za izvorište Vojnovec.....	37
<b>Slika 4-18.</b> Piper dijagram za izvorište Vrbanščak .....	38
<b>Slika 4-19.</b> Piper dijagram za izvorište Zvirale.....	40
<b>Slika 4-20.</b> Piper dijagram za izvorište Pece.....	41
<b>Slika 4-21.</b> Piper dijagram za izvorište Šrajbeki.....	42

<b>Slika 4-22.</b> Piper dijagram za izvorište Bijeli zdenci.....	43
<b>Slika 4-23.</b> Piper dijagram za izvorište Bijeli zdenci1 .....	44
<b>Slika 4-24.</b> Piper dijagram za izvorište Bijeli zdenci2.....	45
<b>Slika 4-25.</b> Piper dijagram za izvorište Biušek .....	46
<b>Slika 4-26.</b> Piper dijagram za izvorište Curek .....	47
<b>Slika 4-27.</b> Piper dijagram za izvorište Galovići .....	48
<b>Slika 4-28.</b> Piper dijagram za izvorište Jelovica .....	49
<b>Slika 4-29.</b> Piper dijagram za izvorište Kralješak.....	50
<b>Slika 4-30.</b> Piper dijagram za izvorište Poštovac.....	51
<b>Slika 4-31.</b> Piper dijagram za izvorište Mrzljak 1 i 2 .....	53
<b>Slika 4-32.</b> Piper dijagram za izvorište Stupa .....	54
<b>Slika 4-33.</b> Piper dijagram za izvorište Svinjski jarek 1 .....	55
<b>Slika 4-34.</b> Piper dijagram za izvorište Svinjski jarek 2 .....	56
<b>Slika 4-35.</b> Piper dijagram za izvorište Bukovje.....	57
<b>Slika 4-36.</b> Piper dijagram za izvorište Dobre vode Medvednica.....	58
<b>Slika 4-37.</b> Piper dijagram za izvorište Dobri zdenci .....	59
<b>Slika 4-38.</b> Piper dijagram za izvorište Kojzica.....	60
<b>Slika 4-39.</b> Piper dijagram za izvorište Kulmerica .....	61
<b>Slika 4-40.</b> Piper dijagram za izvorište Rudnica.....	62
<b>Slika 4-41.</b> Piper dijagram za izvorište Rudnica, (Gornja Podgora).....	63



## Popis tablica

<b>Tablica 4-1.</b> Kationi i anioni za izvorište Belečka Selnica .....	19
<b>Tablica 4-2.</b> Kationi i anioni za izvorište Gorjak .....	20
<b>Tablica4-3.</b> Kationi i anioni za izvorište Gorjani .....	21
<b>Tablica 4-4.</b> Kationi i anioni za izvorište Grobotek .....	22
<b>Tablica 4-5.</b> Kationi i anioni za izvorište Kostel .....	23
<b>Tablica 4-6.</b> Kationi i anioni za izvorište Podgora .....	24
<b>Tablica 4-7.</b> Kationi i anioni za izvorište Pregrada .....	26
<b>Tablica 4-8.</b> Kationi i anioni u vodi zdenca B2 u Pregradi .....	27
<b>Tablica 4-9.</b> Kationi i anioni za izvorište Strahinje .....	28
<b>Tablica 4-10.</b> Kationi i anioni za izvorište Lobor, otvoreni zahvat .....	29
<b>Tablica 4-11.</b> Kationi i anioni za izvorište Lobor, zatvoreni zahvat .....	31
<b>Tablica 4-12.</b> Kationi i anioni za izvorište Mlačine grabari .....	33
<b>Tablica 4-13.</b> Kationi i anioni za izvorište Bajsičnjak.....	34
<b>Tablica 4-14.</b> Kationi i anioni za izvorište Sopot .....	36
<b>Tablica 4-15.</b> Kationi i anioni za izvorište Vojnovec .....	37
<b>Tablica 4-16.</b> Kationi i anioni za izvorište Vrbanščak .....	38
<b>Tablica 4-17.</b> Kationi i anioni za izvorište Zvirale .....	39
<b>Tablica 4-18.</b> Kationi i anioni za izvorište Pece .....	40
<b>Tablica 4-19.</b> Kationi i anioni za izvorište Šrajbeki .....	41
<b>Tablica 4-20.</b> Kationi i anioni za izvorište Bijeli zdenci .....	42
<b>Tablica 4-21.</b> Kationi i anioni za izvorište Bijeli zdenci1 .....	43
<b>Tablica 4-22.</b> Kationi i anioni za izvorište Bijeli zdenci2 .....	44
<b>Tablica 4-23.</b> Kationi i anioni za izvorište Biušek .....	45
<b>Tablica 4-24.</b> Kationi i anioni za izvorište Curek.....	46
<b>Tablica 4-25.</b> Kationi i anioni za izvorište Galovići.....	48
<b>Tablica 4-26.</b> Kationi i anioni za izvorište Jelovica .....	49
<b>Tablica 4-27.</b> Kationi i anioni za izvorište Kralješak .....	50
<b>Tablica 4-28.</b> Kationi i anioni za izvorište Poštovac .....	51
<b>Tablica 4-29.</b> Kationi i anioni za izvorište Mrzljak 1 i 2.....	52
<b>Tablica 4-30.</b> Kationi i anioni za izvorište Stupa .....	54
<b>Tablica 4-31.</b> Kationi i anioni za izvorište Svinjski jarek 1 .....	55
<b>Tablica 4-32.</b> Kationi i anioni za izvorište Svinjski jarek 2 .....	56

<b>Tablica 4-33.</b> Kationi i anioni za izvorište Bukovje .....	57
<b>Tablica 4-34.</b> Kationi i anioni za izvorište Dobre vode Medvednica.....	58
<b>Tablica 4-35.</b> Kationi i anioni za izvorište Dobri zdenci.....	59
<b>Tablica 4-36.</b> Kationi i anioni za izvorište Kojzica .....	60
<b>Tablica 4-37.</b> Kationi i anioni za izvorište Kulmerica.....	61
<b>Tablica 4-38.</b> Kationi i anioni za izvorište Rudnica .....	62
<b>Tablica 4-39.</b> Kationi i anioni za izvorište Rudnica, (Gornja Podgora).....	63

## **Popis priloga**

<b>Prilog 1.</b> Karta s trasama profila .....	67
<b>Prilog 2.</b> Geološki profil A-B.....	68
<b>Prilog 3.</b> Hidrogeološki profil A-B .....	69
<b>Prilog 4.</b> Geološki profil C-D.....	70
<b>Prilog 5.</b> Hidrogeološki profil C-D .....	71

## 1. Uvod

Vodno tijelo *Sliv Sutle i Krapine* nalazi se većim dijelom na području Krapinsko-zagorske županije. Na sjeveru je omeđeno zagorskim gorama Ivanščicom, Strahinjčicom i Maceljskom gorom, na jugu dolinom Save odnosno vodnim tijelom *Zagreb*, na jugoistoku je Medvednica, a na zapadu državna granica sa Slovenijom.

Cilj ovog diplomskog rada je prikazati hidrogeološke i hidrokemijske značajke slivova Sutle i Krapine koji su prema *Planu upravljanja vodnim područjima* objedinjeni u vodno tijelo *Sliv Sutle i Krapine*. Za prikaz hidrogeoloških značajki korišteni su podaci Osnovne geološke karte M 1:100.000, listovi Rogatec, Zagreb, Varaždin i Ivanić Grad s pripadajućim tumačima, te podaci iz baze hidrogeoloških podataka projekta EGPV temeljem kojih su načinjena dva geološka i dva hidrogeološka profila. Za prikaz hidrokemijskih značajki korišteni su podaci o kakvoći podzemne vode s deset vodocrpilišta koji su preuzeti iz projekta *Definiranje trendova i ocjena stanja podzemnih voda na području panonskog dijela Hrvatske* koji je provodio Rudarsko-geološko-naftni fakultet u suradnji s Hrvatskim vodama.

## 2. Područje istraživanja

### 2.1. Geografske značajke

Vodno tijelo *Sliv Sutle i Krapine* je na sjeveru zatvoreno zagorskim gorama: Ivanšćicom, Strahinjčicom i Maceljskom gorom, na jugu dolinom Save odnosno vodnim tijelom *Zagreb*, na jugoistoku je Medvednica, a na zapadu državna granica sa Slovenijom. Površina vodnog tijela iznosi 1406 km<sup>2</sup>. Prosječna godišnja količina oborina u razdoblju 2008. do 2015. godine je iznosila 1088,9 mm. Rijeka Sutla izvire na južnim obroncima Maceljske gore, u Sloveniji. Ukupna dužina toka je oko 92 km, a od toga 89 km u Hrvatskoj. Rijeka Krapina izvire na južnim obroncima Ivanšćice i cijelim svojim tokom protječe kroz Hrvatsko zagorje. Duga je 65 kilometara (Hrvatske vode, 2009). Područje istraživanja nalazi se većim dijelom na prostoru Krapinsko – zagorske županije (Slika 2-1.). Površina županije je 1229 km<sup>2</sup> sa gustoćom stanovnika od 108,1 stan/km<sup>2</sup> (<http://www.kzz.hr/općenito>).



**Slika 2-1.** Karta Krapinsko zagorske županije (<https://www.google.com/maps/place/Krapinsko-zagorska+%C5%BEupanija,+Hrvatska/@46.082269,15.8191738,47399m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x4765e92a3633e609:0x300ad50862bb430!8m2!3d46.1013393!4d15.8809693?hl=hr-HR>)

Na području vodnog tijela su zastupljena tri tipa reljefa: aluvijalne doline, brežuljkasti krajevi i gorski masivi. Središnjim područjem vodnog tijela dominira aluvijalna dolina Krapine. Ima velik značaj za razvoj poljoprivrede, razvoj gradova i izgradnju važnih međunarodnih prometnih pravaca. Doline Krapine i Sutle su pretežito izgrađene od slabopropusnog materijala, a imaju i mali nagib što uzrokuje dugo zadržavanje i slabo otjecanje oborinskih voda. Ostale doline su uglavnom poljoprivredne površine, a uključuju slivove rječica Krapinice, Reke, Kosteljine i Horvatske.

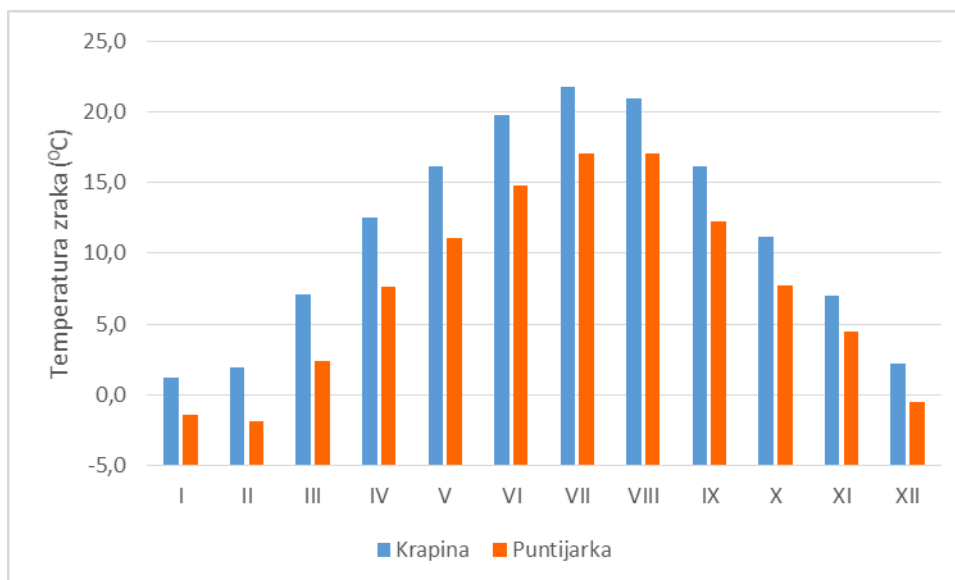
Brežuljkasti krajevi obuhvaćaju prigorske pojase na južnim stranama gora (prigorja Strahinjčice, Ivanščice i Maceljske gore, uglavnom šumske površine), zatim podgorja na sjevernim stranama gora (sjeverozapadna strana Medvednice i sjeverna strana Strahinjčice, uglavnom šumske površine), te pobrđa (izdvojenje reljefne cjeline, osunčana kvalitetna tla, za poljoprivredu, voćarstvo, vinogradarstvo te manje šumske površine). Gorski masivi Ivanščice, Strahinjčice, Maceljskog gorja i Medvednice zauzimaju veliku površinu, a važni su zbog izvora pitke vode i šumske površine (Malbaša i dr., 1997).

## **2.2. Klimatske značajke**

Područje Krapinsko-zagorske županije ima tipičnu kontinentalnu humidnu klimu koju karakteriziraju umjereno topla ljeta te kišovite hladne zime. Klasifikacija prema W. Köppenu za područje županije je C tip klime: umjereno-kišna klima. Vrh Medvednice s najbližim okolišem prema klasifikaciji W. Köppena ima perhumidnu klimu, a u cijelome ostalom području županije je humidna klima. Na klimu utječu Panonska nizina, planinski sustav Alpa, planinski sustav Dinarida, opća atmosferska cirkulacija karakteristična za geografsku širinu i reljef kao utjecaj na lokalne klimatske različitosti (Habdija Žigman i dr., 2015).

### Temperatura zraka

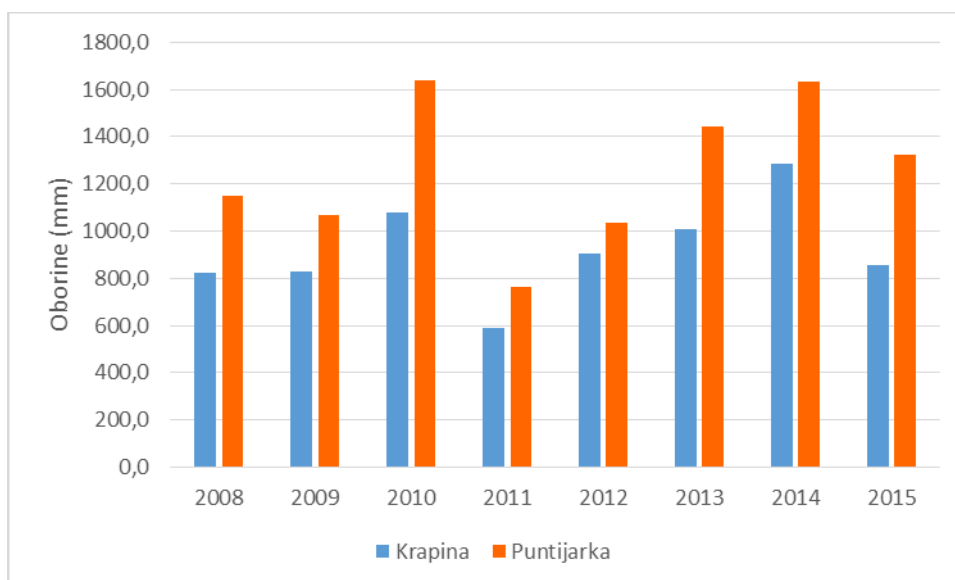
Prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ-a) prosječna godišnja temperatura za hidrometeorološke postaje Krapina i Puntijarka u razdoblju od 2008. do 2014. godine bila je 9,5 °C. Najhladniji mjesec je siječanj s prosječnom temperaturom -0,1 °C, a najtopliji srpanj s prosječnom temperaturom 19,4 °C (Slika 2-2.).



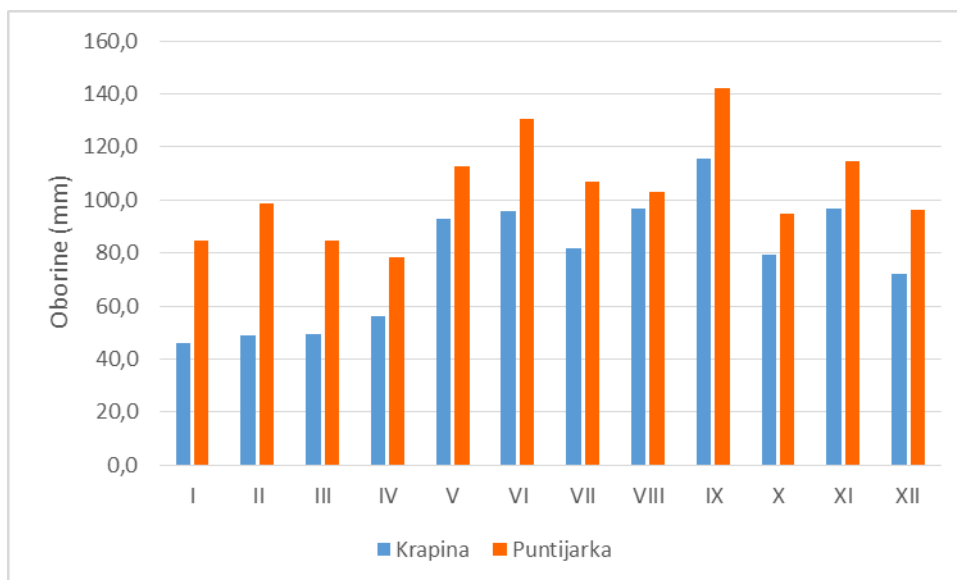
**Slika 2-2.** Prosječne mjesečne temperature zraka u razdoblju 2008. – 2014. godine

### Oborine

Godišnja količina oborina u razdoblju od 2008. do 2015. godine se za postaje Krapina i Puntijarka kretala od 592 do 1638 mm (Slika 2-3.), s prosječnom vrijednošću od 1088,9 mm. Najviše oborine je palo u rujnu, prosječno 125,4 mm, a najmanje u siječnju, prosječno 69,3 mm (Slika 2-4.).



**Slika 2-3.** Godišnje oborine za postaje Krapina i Puntijarka



**Slika 2-4.** Prosječne mjesečne oborine za razdoblje od 2008. do 2015. godine

### Magla

Tijekom cijele godine postoji mogućnost pojave magle, tijekom cijelog dana po zimi a po ljeti isključivo ujutro i navečer. Rujan, listopad, studeni i prosinac imaju najviše dana s maglom. Tijekom godine je 56 dana zbog magle sa smanjenom vidljivošću (Habdija Žigman i dr., 2015).

### Vjetar

Reljef u Zagorju utječe na strujanje zraka. Zapadni vjetrovi su najčešći sa 45% trajanjem, istočni sa 29% trajanjem, a bez vjetra je 6% godine. Od kasne jeseni do početka proljeća javljaju se najjači vjetrovi, maksimalne jačine od 6-9 Bofora (Habdija Žigman i dr., 2015).



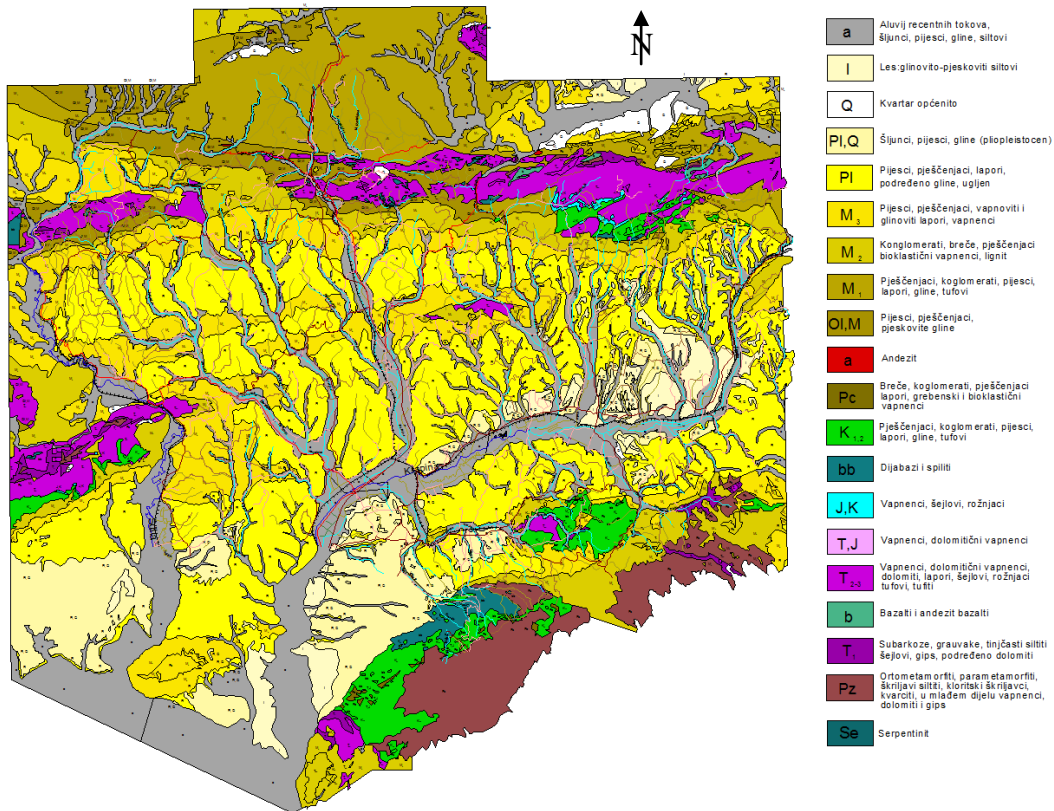
### 3. Geološke i hidrogeološke značajke

Vodno tijelo *Sliv Sutle i Krapine* ima elementa alpske građe i reljefa te manje elemente panonske građe. Dolinom rijeke Krapine prolazi granica između Istočnog kopna i Alpa po dužoj osi konjščinske sinklinale. Posljednim alpskim ograncima pripadaju Ivanščica sa Strugačom, te Cesargradska gora s Desiničkom gorom. Ivanščica, Medvednica i Maceljska gora zatvaraju dvije kotline: južnu ili glavnu ograničenu Ivanščicom, Strahinćicom, Kostelom i Medvednicom te sjevernu ili sporednu Ivanečku kotlinu koja se nalazi na području vodnog tijela *Varaždin*. Seizmičnost ovog prostora iznosi 7-8 stupnjeva MCS skale (Malbaša i dr., 1997).

#### 3.1. Geološke značajke

Za prikaz geoloških odnosa korišteni su podaci Osnovne geološke karte M:100.000, list Rogatec (Aničić i Juriša, 1981), list Varaždin (Šimunić i dr., 1983), list Zagreb (Šikić i dr., 1972) i list Ivanić Grad (Basch, 1981) te podaci pripadajućih Tumača lista Rogatec (Aničić, i Juriša, 1985), lista Varaždin (Šimunić i dr., 1981), lista Zagreb (Šikić i dr., 1979) te lista Ivanić Grad (Basch, 1983). Osim toga korišteni su i rezultati nekih novijih istraživanja. U opisu neogenskih naslaga kao i u izradi geoloških profila korištena je važeća podjela neogena *Međunarodnog povjerenstva za stratigrafiju*.

U geološkoj građi vodnoga tijela *Sliv Sutle i Krapine* sudjeluju stijene koje su nastale u razdoblju od gornjeg paleozoika do kvartara (slika 3-1, prilozi 1, 2 i 4). U tom dugom vremenskom razdoblju istraživano područje bilo je najvećim dijelom prekriveno morem, manjim dijelom brakičnim i slatkovodnim jezerima, a najmanje je bilo kopno.



Slika 3-1. Shematizirana geološka karta Hrvatskog zagorja (preuzeto iz projekta EGPV, 1988 – 2000)

**Gornji paleozoik (Pz<sub>2</sub>)** je zastupljen krupnozrnatim pješčenjacima, šejlovima i niskometamornim škriljcima (slika 3-1, prilog 1 i 2).

Na sjevernim padinama Ivanščice i sjeveroistočnim padinama Medvednice pojavljuju se naslage gornjeg paleozoika koje se sastoje od krupnozrnatih, grauvaknih pješčenjaka, tinjčastih siltita, šejlova i od kvarc-sericitskih, glaukofanskih, albit-kvarc-muskovitskih i sericitskih škriljevaca (Šimunić i dr., 1981). Velika tektonska poremećenost i pokrivenost terena onemogućuju utvrđivanje njihovog međusobnog odnosa unutar paleozojskog kompleksa. Pješčenjake izgrađuju čestice niskometamornih škriljevaca. Grauvake se sastoje od slabo do srednje sortiranog detritusa, kojeg čini kvarc, kvarcit, čestice kremenih, kvarc-sericitnih i sericitnih škriljevaca te klorita i biotita. Unutar grauvaka tinjčasti siltiti se pojavljuju kao proslojci. Na njima leže diskordantno konglomeratične i brečaste litične grauvake crveno-smeđe boje (Šimunić, 1992).

**Donji trijas (T<sub>1</sub>)** je zastupljen pješčenjacima, šejlovima, laporima, vapnencima i dolomitima (slika 3-1, prilog 1 i 2).

Donjotrijaske naslage mogu se prema litološkom sastavu podijeliti u donji, klastični i gornji, karbonatni dio (Šimunić, 1992). Na površini se nalaze na području centralnog dijela Ravne gore, na sjevernim padinama Ivanščice i Medvednice i kao manji izdanci na potezu od Margečana preko Lepoglave. Najveća debljina i raspostranjenost je na Ravnoj gori (oko 200 m). Postoji međusoban prijelaz gornjopaleozojskih klastita s bazom donjeg trijasa, najčešće na gornjopaleozojskim grauvaknim pješčenjacima i šejlovima, slijedi višestruka izmjena crvenosmeđih, žutih i sivih, tinjčastih pješčenjaka, silitita i šejlova, uz povremene pojave oolitičnih vapnenaca i lapora. Ponegdje se na granici nalaze sitnozrni, sivi, silt-glinoviti dolomiti debljine nekoliko metara. Pješčenjaci su protokvarciti i subarkoze, katkad prividno uškriježeni, detritus se sastoji od kvarca, feldspata i muskovita. Silititi i sitnozrnati pješčenjaci su tinjčasti, sastoje se od muskovita, sericita, klorita i kvarca. Šejl i lapor imaju glavne sastojke glinu, muskovit i sericit, rjeđe kvarc, klorit i kalcit. Unutar klastita dolaze oolitični vapnenci kao leće i proslojci, sivožute do crvenosmeđe boje. U gornjem dijelu donjeg trijasa su najzastupljeniji tamnosivi, pločasti i tankouslojeni vapnenci, katkad s proslojcima šejlova i oolitičnih vapnenaca, najviše na području Ravne gore. Tamnosivi vapnenci su izgrađeni od sitnozrnatog sparitskog kalcita, homogene strukture, a mogu sadržavati primjese kvarca i limonitno-glinovite suspstancije (Šimunić, 1992).

**Srednji trijas (T<sub>2</sub>)** je zastupljen dolomitima, vapnencima i dolomitnim brečama (slika 3-1, prilog 1, 2 i 4).

Postupan prijelaz tamnosivih pločastih vapnenaca donjeg trijasa u tamnosive dolomite srednjeg trijasa vidi se u kamenolomima V. Sotinske na Ravnoj gori i u zapadnim dijelovima Ivanščice (Šimunić, 1992). Karbonati su većinom dolomitizirani. Rijetko sačuvani vapnenci su rekristalizirani i djelomično silificirani. Razdvajanje srednjeg od gornjeg trijasa nije moguće zbog kontinuirane sedimentacije, pokrivenosti terena i poremećenosti sedimenata (Šimunić, 1992).

**Gornji trijas (T<sub>3</sub>)** je izgrađen od sitnozrnih vapnenaca, dolomita i dolomitnih breča (slika 3-1, prilog 1 i 2).

Naslage gornjeg trijasa su na površini najzastupljenije na Ivanščici. Izgrađuju ih gromadasti ili debelouslojeni, sivi sitnozrni vapnenci i dolomiti. Često su te naslage zdrobljene i pretvorene u tektonske breče koje označavaju glavne rasjedne zone. Šimunić (1992) pretpostavlja da je debljina gornjotrijaskih naslaga na Ivanščici oko 400 m.

Vapnenci su klasificirani kao fosiliferni i peletski mikriti te algalni biomikriti. Krupnozrnati metamorfizirani vapnenci ponekad imaju leće dolomita koji su određeni kao intraklastični i sitnozrnati dolomiti, dok su stromatolitni rjeđi (Šimunić, 1992).

**Jura-Kreda (J,K)** je izgrađena od vapnenaca, šejlova i rožnjaka (slika 3-1, prilog 1 i 2).

Na korodiranoj trijaskoj karbonatnoj podlozi došlo je do taloženja tankopločastih, svjetlosivih i žutih vapnenaca, koji su određeni kao pelicipodno-radiolarijski biomikriti, radiolarijski biomikriti i fosiliferni biomikriti (Babić i Zupanić, 1973). Sjeverno od Podruta nalaze se naslage vapnenca koje se izmjenjuju s radiolarijskim šejlovima i radiolarijskim rožnjacima (Šimunić, 1992).

**Otriv-turon (ββ)** izgrađuju bazični eruptivi dijabazi, spilitizirani dijabazi i spiliti (slika 3-1, prilog 1, 2 i 4).

Na južnim padinama centralnog i istočnog dijela Ivanščice (prilog 4) i u centralnom dijelu Kalničkog gorja nalaze se bazični eruptivi. Kredni bazični eruptivi su vezani uz kredni vulkanogeno-sedimentni kompleks. Odnos prema sedimentima je najčešće tektonskog karaktera. Do proboja eruptiva je došlo najvjerojatnije tijekom taloženja vulkanogeno-sedimentnih naslaga. Na temelju kemijskih analiza izdvojeni su dijabazi, spilitizirani dijabazi i spiliti (Šimunić i dr. 1981).

**Kreda (K<sub>1,2</sub>)** je izgrađena od pješčenjaka, šejlova, lapora, vapnenaca i rožnjaka (slika 3-1, prilog 1 i 2).

Naslage krednog vulkanogeno-sedimentnog kompleksa karakterizira veliki broj litoloških članova, odnosno česta i nepravilna izmjena pješčenjaka, šejlova, lapora, rožnjaka, vapnenaca i silificiranih vapnenaca, tufova i spilitiziranih dijabaza. Među krednim sedimentima prevladavaju pješčenjaci sive ili sivozelene boje koji su prema

sastavu određeni kao grauvske. Glavni sastojak je mikrokristalasti kvarc uz primjese kalcita i željeznog oksida. Kod šejlova glavna komponenta je hidromuskovit, a određeni su kvarc, feldspati, kaolinit, klorit i ugljevita supstanca. Glavni sastojak u radiolarijsko-silicijskim šejlovima je mikrokristalasti kvarc, dodatno prisutni mikrokristalasti kalcit, kaolinit, hidromuskovit i rekristalizirane radiolarije. Vapnenci su tankouslojeni sive ili sivožute boje (Šimunić, 1992).

Najveće dijelove istraživanog terena prekrivaju kenozojske naslage. Prema Šimunić (1992) taloženje kenozojskih naslaga započinje u eocenu i uz kratke prekide traje do holocena.

**Paleogen** izgrađuje najmanje dijelove terena i do danas su se sačuvali samo eocenski i oligocenski sedimenti. Eocenski sedimenti nalaze se u obliku erozijskih ostataka ili tektonskih krpa, a oligocenski kao uska zona koja okružuje Ravnu goru (Šimunić, 1992).

**Oligomiocenski sedimenti (Ol, M)** su izdvojeni na Ivanščici gdje okružuju mezozojsku jezgru (slika 3-1, prilog 1 i 4).

**Neogen** je najzastupljeniji na istraživanom terenu.

**Donji miocen (M<sub>1</sub>)** je zastupljen pješčenjacima, konglomeratima, šljuncima, laporima i glinama (slika 3-1, prilog 1 i 2).

Veliko raspostranjenje ovog stratigrafskog člana je prisutno u području Ivanščice i Kalnika. Glavni litološki članovi su pijesci, pješčenjaci, konglomerati i šljunci, a sporedni lapor, gline, tufovi i ugljen. Kvarc je glavni mineralni sastojak. Pješčenjaci su sive do tamnosive boje ako su svježiji, a trošenjem dobivaju različite nijanse smeđe. Polimikritni konglomerati i breče imaju veličinu čestica od 0,5 do 2 cm. Boja lapora je zelenkastosiva i plavičastosiva. Sadrži do 45% CaCO<sub>3</sub>. Glavni sastojak glina je montmorilonit, uz prisustvo kvarca, kristobalita i hidromuskovita s ilitom, a boje glina su sive, zelenkastosive i plavičastosive (Šimunić, 1992).

**Baden (M<sub>4</sub>)** je zastupljen biogenim, pjeskovitim i laporovitim vapnencima, vapnenačkim laporima i pješčenjacima.

Badenske naslage prekrivaju velike površine južnog pribrežja Ivanščice, nalaze se i na sjeveroistočnim obroncima Ravne gore te na Kalniku (slika 3-1, prilog 1, 2 i 4). Najviše

su zastupljeni vapnenački sedimenti, primarno biogeni i pjeskoviti vapnenci, laporoviti vapnenci i vapnenački lapori, a prisutni su još i pješčenjaci, konglomerati, breče, pijesci i lapori. Najzastupljeniji litološki član je biogeni vapnenac, gromadasta do dobro uslojena stijena, bijele, svijetlosive i žućkaste boje, koja sadrži 85-96%  $\text{CaCO}_3$ . U predjelu Strugače, na području južno od Ivanščice i sjeverno od Kalnika ima pješčenjaka, koji su određeni kao litoareniti i pjeskoviti biospariti. Vapnenački lapori i laporoviti vapnenci su dobro uslojeni žućkastosmeđe i sive boje (Šimunić, 1992).

**Sarmat ( $M_5$ )** - je zastupljen pločastim i listićavim vapnencima, pjeskovitim vapnencima, glinovitim i bituminoznim laporima, te pješčenjacima (slika 3-1, prilog 1, 2 i 4).

Naslage sarmata slijede kontinuirano i konkordantno na sedimente gornjeg badena. Na sjevernim i južnim obroncima Ivanščice i Varaždinsko-Topličkog gorja znatno su raspostranjenije. Taloženje naslaga sarmata je isključivo u brakičnoj sredini. Dominiraju pločasti laporoviti i listićavi vapnenci, pjeskoviti vapnenci, vapnenački lapori, glinoviti i bituminozni lapori. Dobrouslojeni do pločasti laporoviti vapnenci, vapnenački lapori i lapori su žućkaste, žućkastosive i smeđkaste boje, s primjesama gline i limonita. Listićavi vapnenci sadrže do 96%  $\text{CaCO}_3$ . Amorfnu glinenu tvar je glavni sastojak kod glinovitih lapora, sadržaj karbonatne komponente je 30%, primjese su kvarc i muskovit. Na području sjeverno od Kalnika određeni su pješčenjaci i pijesci. Pješčenjak je sive boje, određen kao litoarenit, sadrži 35 do 60% karbonatne komponente (Šimunić, 1992).

**Panon ( $M_6$ )** je zastupljen laporovitim vapnencima i vapnenačkim laporima, laporima, pješčenjacima i pijescima (slika 3-1, prilog 1, 2 i 4).

Naslage panona slijede kontinuirano i konkordatno na sarmat. U obliku tektonski razlomljene zone pružaju se na području sjeverno od Ivanščice, južno od Ivanščice te na području sjeverno od Varaždinsko-Topličkog gorja. Laporoviti vapnenci i vapnenački lapori su dominantan litološki član, a podređeni su lapori, pješčenjaci i pijesci. Pločaste stijene neravnih slojnih ploha, žućkaste do svijetlosive boje određene su kao laporoviti vapnenci i vapnenački lapori, međusobno se razlikuju po sadržaju karbonatne komponente u rasponu od 73-92%. Na području sjeverno od Kalnika lapori se izmjenjuju s pijescima i pješčenjacima, a ponegdje s laporovitim vapnencima. Lapori na području između Strugače i Ivanščice sadrže 65%  $\text{CaCO}_3$ . Pješčenjaci su određeni kao litoareniti (Šimunić, 1992).

Prema Šimunić (1992) panonske naslage se s obzirom na litološki sastav i fosilni sadržaj mogu podijeliti na dva dijela. Donjem dijelu pripadaju slatkovodni sedimenti, predstavljeni bijelim laporovitim vapnencima i vapnovitim laporima, poznati kao *croatica naslage*, a gornjem brakični sedimenti predstavljeni sivožutim debelouslojenim laporima poznatim pod nazivom *banatica naslage*, a ponegdje se sreću i umetnuti proslojci pijeska, pješčenjaka, šljunaka i konglomerata. Sjeverno od Kalnika debljina gornjopanonskih naslaga je 600-700 m, u prostoru između Ivančice i Medvednice izmjerene su debljine od 300-600 m (Šimunić, 1992).

**Pont (M<sub>7</sub>)** je zastupljen laporima, pjeskovitim laporima, pijescima i pješčenjacima (slika 3-1, prilog 1, 2 i 4).

Tijekom ponta nastavlja se sedimentacija u kaspibrakičnoj sredini. Prema fosilnom sadržaju ove naslage se dijele u donji pont ili *abichi naslage* i gorni pont ili *rhomboidea naslage*.

Sedimenti donjeg ponta slijede kontinuirano i konkordatno na gornjem panonu, taloženi su u kaspibrakičnoj sredini. Plavičastosivi, žućkastosivi i dijelom uslojeni lapori sadrže do 50% CaCO<sub>3</sub>. U višim dijelovima donjeg ponta nalaze se dobro uslojeni pjeskoviti lapori, i slabo vezani siltiti s proslojcima pijesaka i pješčenjaka žućkastosive, sive i smečkaste boje. Koncentracija listićavih minerala je tipična za ove lapore. Procijenjena debljina naslaga donjeg ponta je 200-400 m (Šimunić, 1992).

Kontinuirana zona naslaga gornjeg ponta pruža se od Stražnjevcu preko Cerja do Črešnjeva na području sjeverno od Ivanščice. U litološkom sastavu dominiraju rastresiti sedimenti, žućkaste, sive, smeđaste boje, a još su zastupljeni pješčenjaci, lapori, gline i šljunci. Pijesci su dominantni, rjeđe su zastupljeni siltni i šljunkoviti pijesci te pjeskoviti siltovi u granulometrijskom sastavu. Pješčenjaci su određeni kao sublitoareniti, sadrže 20-35% CaCO<sub>3</sub>. Žućkastosivi i zelenkastosivi lapori sadrže 15-45% CaCO<sub>3</sub> (Šimunić, 1992).

**Pliocen-Kvartar (Pl,Q)** je zastupljen šljuncima i pijescima.

Na sjevernim padinama Ivanščice, u dolini Lonje i Lepoglavskoj sinklinali otkrivene su naslage pliocen-kvartara (slika 3-1, prilog 1, 2 i 4). Na starije naslage su diskordantno taloženi klastični, fluvio-jezerski sedimenti molasnog tipa. Naslage su izgrađene većinom od pijeska te šljunaka katkad rijetko s lećama i proslojcima glina. Boja pijesaka, siltnih pijesaka i pjeskovitih siltova je siva, bijela, smeđa i crvena. Šljunci su

pretežito nesortirani, sastoje od nezaobljenih do subzaobljenih valutica, koje su izgrađene najviše od kvarca i rožnjaka. Debljina naslaga je do najviše 50 m (Šimunić, 1992).

**Q-Kvartar** čine aluvijalni sedimenti rijeka Krapine, Črnec, Lonje, Bednje, Voće, Plitvice i ostalih većih potoka (slika 3-1, prilog 1, 2 i 4).

Sastoje se od siltnog pijeska, pjeskovitog silta, glinovitog silta, rjeđe sitnozrnato šljunka. Silt je glavni sastojak aluvijalnih sedimenata, pijeska ima 14-42%, a gline 5-20%. Aluvijalni sitnozrnati šljunci su nastali trošenjem mezozojskih i tercijarnih naslaga, pretaložavanjem pliokvartarnih naslaga, sastoje se od nezaobljenih do dobro zaobljenih valutica koje su slabo sortirane (Šimunić, 1992).

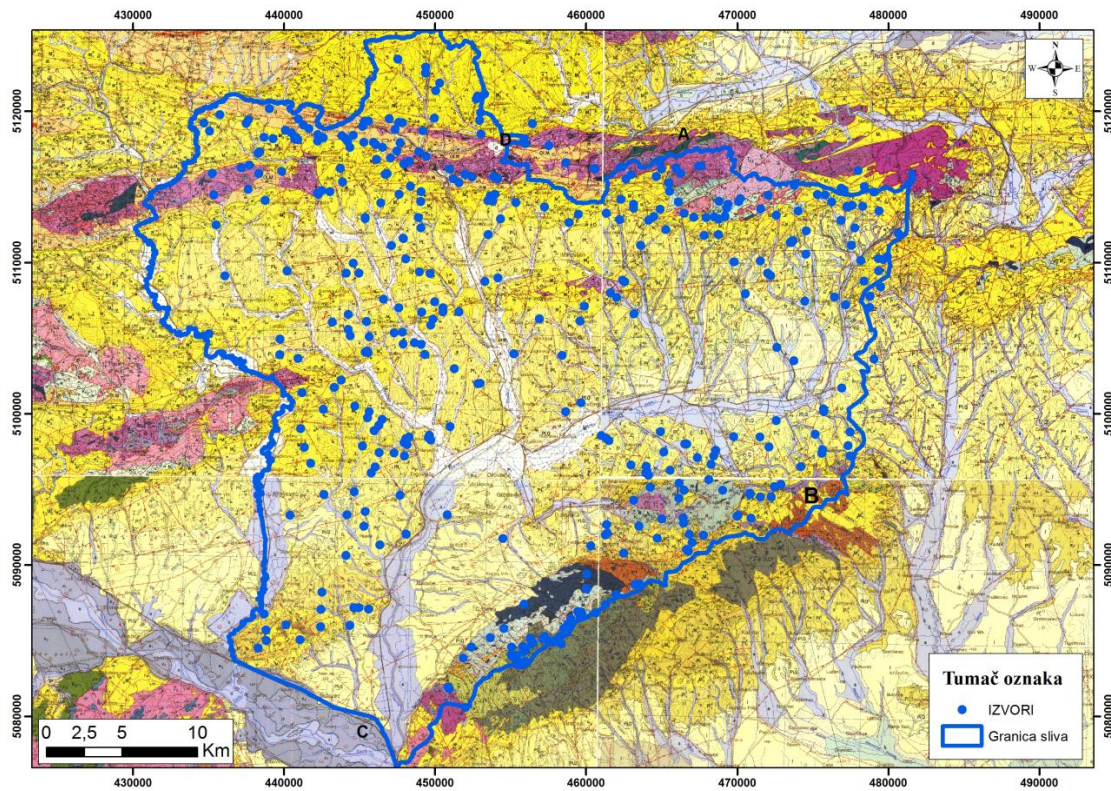
### **3.2. Hidrogeološke značajke istraživanog područja**

Glavni vodotok vodnog tijela *Sliv Sutle i Krapine* je rijeka Krapina. Na zapadu se nalazi lijevoobalni sliv rijeke Sutle koja je granična rijeka između Republike Hrvatske i Republike Slovenije. U Savu se ulijevaju obje rijeke te čine njezin lijevoobalni sliv. S južnih obronaka Ivančice rijeka Krapina se prihranjuje desnoobalnim pritokama, a sa sjevernih obronaka Medvednice lijevoobalnim pritokama. Reka koja izvire na Ivanščici, Krapinica u Macelju te Horvatska koja drenira vode iz Kuna Gore i Kostel Gore su najveće desnoobalne pritoke Krapine. Bistrica, Toplički Potok, Žitomirka i Pinja su najveće lijevoobalne pritoke Krapine.

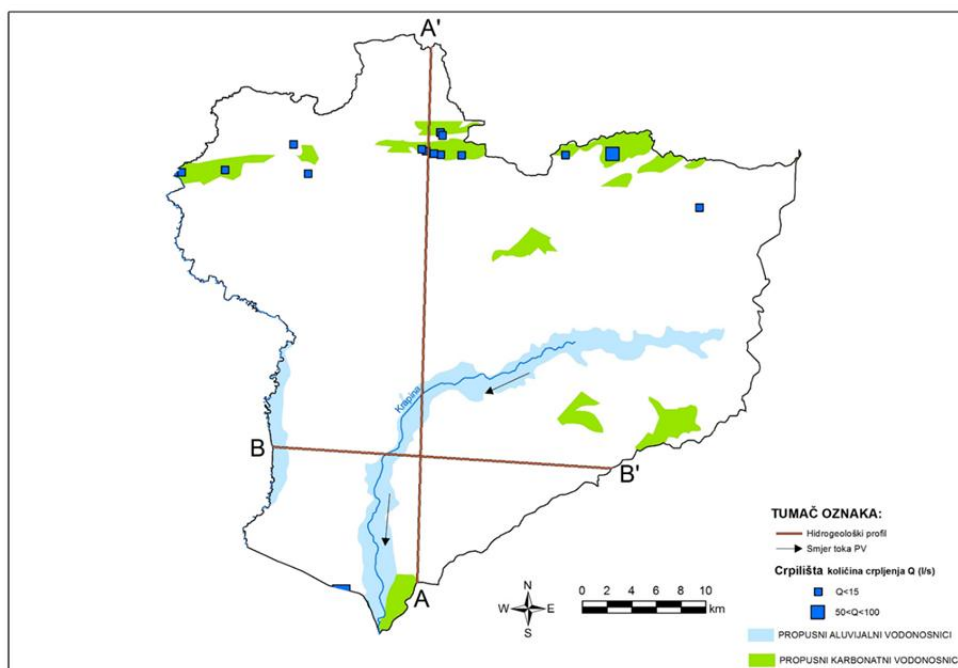
U hidrogeološkom smislu na vodnom tijelu prevladavaju slabopropusne i nepropusne taložine, što uz morfološke karakteristike terena ima za posljedicu površinsko otjecanje i slabu infiltraciju oborinskih voda. Formiraju se brojni vodotoci pretežito bujičnog karaktera. Najznačajniju vodonosnu sredinu čine tektonski poremećeni i raspucali vapnenci i dolomiti srednjeg i gornjeg trijasa, kao i trošni i tektonski poremećeni litotamnijiški vapnenci badenske starosti. Izdašnosti izvora, koji su vezani za ove vodonosnike kreću se u širokom rasponu od 1,0 l/s do oko 70,0 l/s. Najviše ih se nalazi na obroncima Ivanščice. Ostale taložine su od manjeg značaja i općenito nemaju izvore izdašnosti veće od 0,5 l/s, iako su izvori brojni (slika 3.2). Bušenim zdencima u trijaskim karbonatima postignute su izdašnosti od nekoliko desetaka l/s. Kvartarne šljunkovito - pjeskovite taložine nalaze se u dolini Sutle i Krapine, ali nisu značajnog prostiranja niti debljine. Bušenim zdencima u ovim naslagama izdašnosti su manje od 5 l/s.



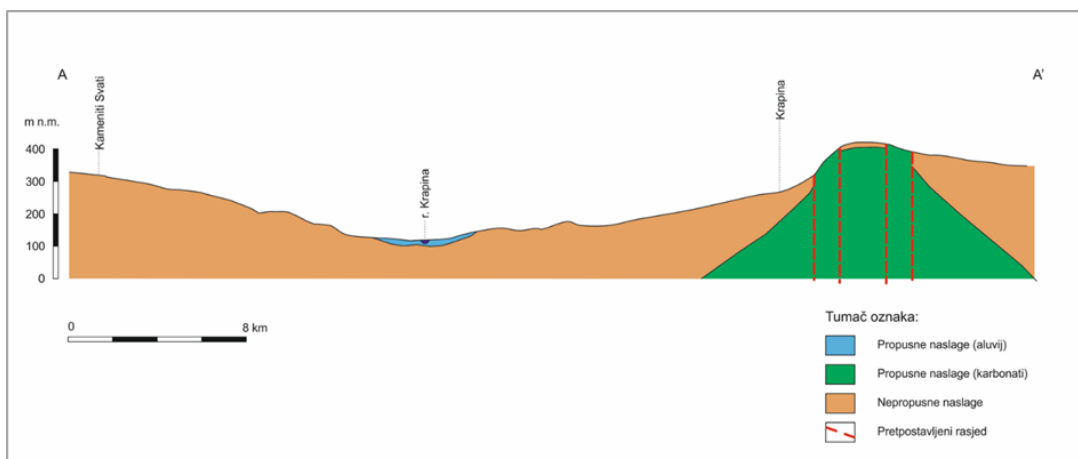
Osnovne hidrogeološke značajke shematski su prikazane na slikama 3-3, 3-4, i 3-5 te na priložima 3 i 5.



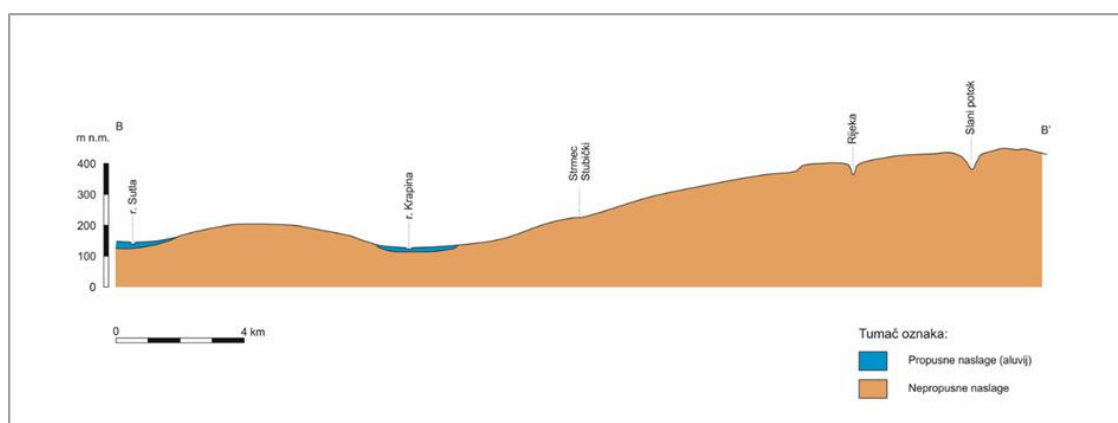
Slika 3-2. Lokacije izvora na području vodnog tijela Sliv Sutle i Krapine



Slika 3-3. Shematska hidrogeološka karta grupiranog vodnog tijela Sliv Sutle i Krapine (preuzeto iz Nakić i dr., 2016)



**Slika 3-4.** Uzdužni shematski hidrogeološki profil kroz grupirano vodno tijelo Sliv Sutle i Krapine (preuzeto iz Nakić i dr., 2016)



**Slika 3-5.** Poprečni shematski hidrogeološki profil kroz grupirano vodno tijelo Sliv Sutle i Krapine (preuzeto iz Nakić i dr., 2016)

Prema Nakić i dr. (2016) procijenjene obnovljive zalihe na području vodnog tijela iznose  $8,20 \times 10^7$  m<sup>3</sup>/god od čega se za javnu vodoopskrbu koristi svega  $7,44 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/god ili 9,07%.

Glavna izvorišta za javnu vodoopskrbu u sustavu Zagorskog vodovoda su Lobor, Belečka Selnica, Mlačine – Grabari, Osredok Desinički i Harina Zlaka.

Izvorište Lobor je smješteno oko 4 km sjeverno od mjesta Lobor, na strukturi Ivanščice, oko 4 km zapadno od njenoga vrha. Voda iz srednje i gornjotrijaskih dolomita i vapnenaca se zahvaća kaptazom izvora i bušenim zdencem. Kapacitet ovog izvorišta je 150 l/s. To je prvo izvorište u sustavu Zagorskog vodovoda, čija je eksploatacija započela 1965.g. Vodom iz ovog izvorišta opskrbljuju se općina Lobor, Mače, Bedekovčina, Sveti Križ Začretje, i dio općine Mihovljan, te gradovi Zlatar, Oroslavje, Zabok, te dio grada Donje Stubice.

Izvorište Belečka Selnica je smješteno oko 3 km sjeveroistočno od Belca, podno južnih obronaka Ivanščice. Lokacija izvora je na području prekrivenom sarmatskim laporima. Mala debljina ovih lapora, ispod kojih su badenski vapnenci, kao i intenzivna raspucanost taložina, omogućava većoj količini podzemne vode izlaz na površinu. Izvorište je na trasi rasjeda koji brazdi linijom Koštrun-Kuna Gora-Ivanščica i ima regionalni značaj. Moguće aktivne dionice ovog rasjeda omogućavaju podzemnoj vodi izlaz na površinu. Stoga, u neposrednoj blizini (par stotina metara) ima još nekoliko izvora kapaciteta i do 20 l/s. Kapacitet ovog izvorišta iznosi 30 l/s, a njegova eksploatacija započela je 2003.g. Uvođenjem ovog izvorišta u potpunosti su pokrivena potreba vodom za ljudsku potrošnju istočnog prostora Krapinsko zagorske županije. Iz ovog izvorišta vodom se opskrbljuju općine Konjščina, Budinščina, Hraščina, Zlatar Bistrica, Marija Bistrica i dio grada Zlatara.

Izvorište Mlačine – Grabari je u vodoopskrbnom sustavu Zagorskog vodovoda od kraja 2009. godine. Kapacitet ovog izvorišta iznosi 20 l/s. Iz ovog izvorišta opskrbljuje se općina Novi Golubovec, te dio općine Lobar i Mihovljan.

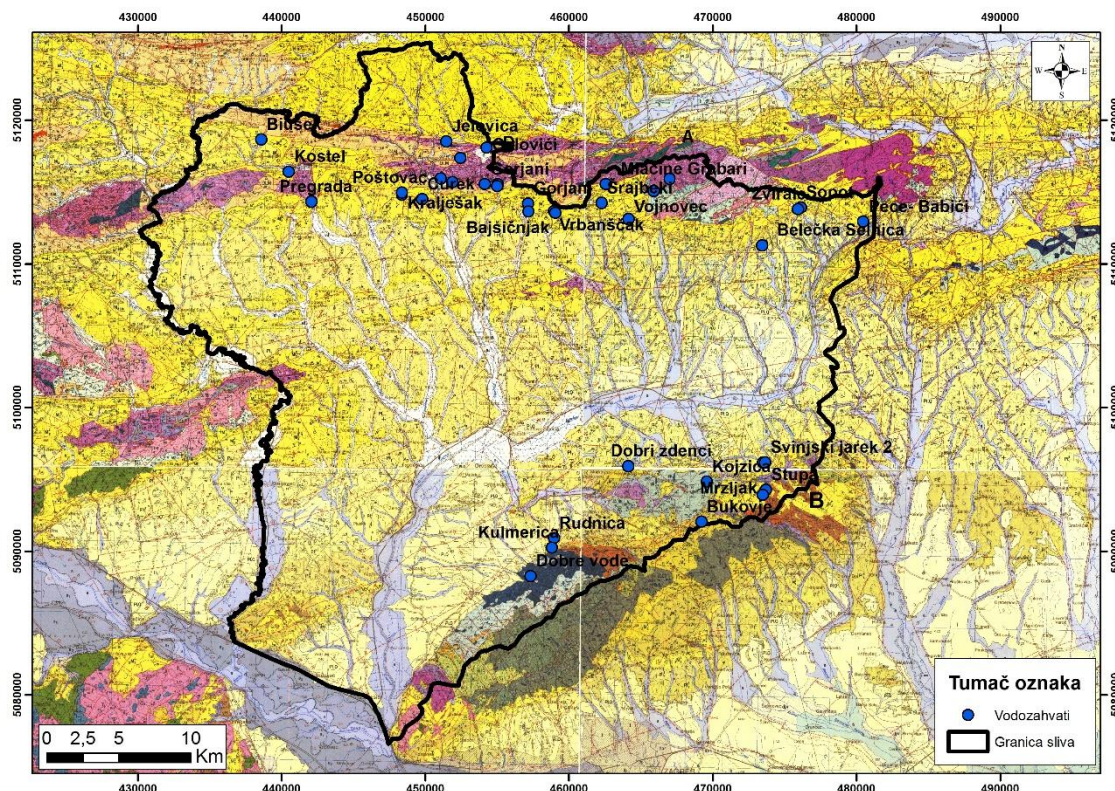
Izvorište Osredak Desinički je u vodoopskrbni sustav Zagorskog vodovoda uvedeno 2014. godine. Kapacitet ovog izvorišta je 6 l/s, a iz ovog izvorišta vodom se opskrbljuje općina Desinić.

Harina Zlaka se nalazi u dolini Sutle. Izvorište je u vodoopskrbni sustav Zagorskog vodovoda uvedeno 2015.g. Kapacitet izvorišta je 20 l/s. u Iz ovog izvorišta vodom se opskrbljuju općina Zagorska Sela, Kumrovec, dio općine Kraljevec na Sutli i dio grada Klanjca.

Osim vodoopskrbnog sustava Zagorskog vodovoda postoji niz lokalnih vodovoda koji koriste izvorišta uglavnom vezana za trijaske ili badenske vodonosnike na obroncima Ivanščice, Strahinjčice, Kuna gore, Maceljskog gorja i Medvednice (slika 4.1).

#### 4. Hidrokemijska obilježja podzemne vode

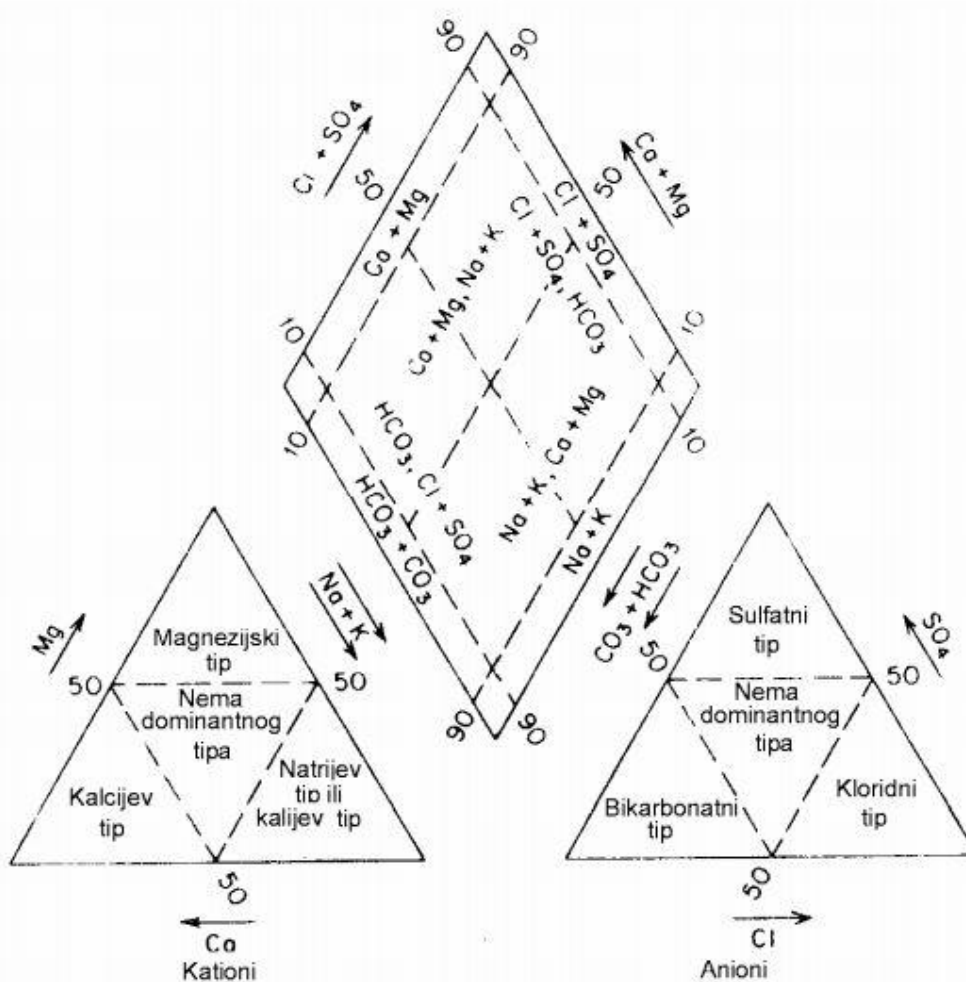
Za određivanje hidrokemijskih značajki voda na području vodnog tijela *Sliv Sutle i Krapine* korišteni su podaci kemijskih analiza vode sa izvorišta prikazanih na slici 4.1 u razdoblju od 2009. do 2013. godine. Podaci kemijskih analiza su preuzeti iz projekta *Definiranje trendova i ocjena stanja podzemnih voda na području panonskog dijela Hrvatske* koji je provodio Rudarsko-geološko-naftni fakultet za potrebe Hrvatskih voda (Nakić i dr., 2016).



Slika 4-1. Lokacije vodozahvata na kojima se prati kakvoća podzemne vode

U hidrogeologiji se za prikazivanje hidrogeokemijskih značajki vode često koristi Piperov dijagram. Čine ga dva trokuta, na desni trokut se nanose postotni udjeli ekvivalenata najvažnijih aniona ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  i  $\text{F}^-$ ), dok se u lijevi trokut nanose postotni udjeli ekvivalenata najvažnijih kationa ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  i  $\text{K}^+$ ). Romb koji se nalazi između ta dva trokuta je njihova kombinacija. Kationski facijes vode određuje jedna ili više točaka u trokutu kationa ovisno o broju podataka, te anionski jedna ili više točaka u trokutu aniona. Vode se prema kationima dijele na kalcijске, magnezijske i

natrijske, a prema anionima na hidrogenkarbonatne, kloridne i sulfatne, odnosno na sve moguće kombinacije kationskog i anionskog facijesa (slika 4-2). Voda pripada onom facijesu čiji sastojci pretežu u ukupnom sastavu otopljene tvari (Halle, 2004). Na temelju dobivenih rezultata može se zaključiti o litologiji vodonosnika za koji je izvorska voda vezana.



**Slika 4-2.** Prikaz vodnih facijesa u Piperovom dijagramu (preuzeto iz Halle, 2004))

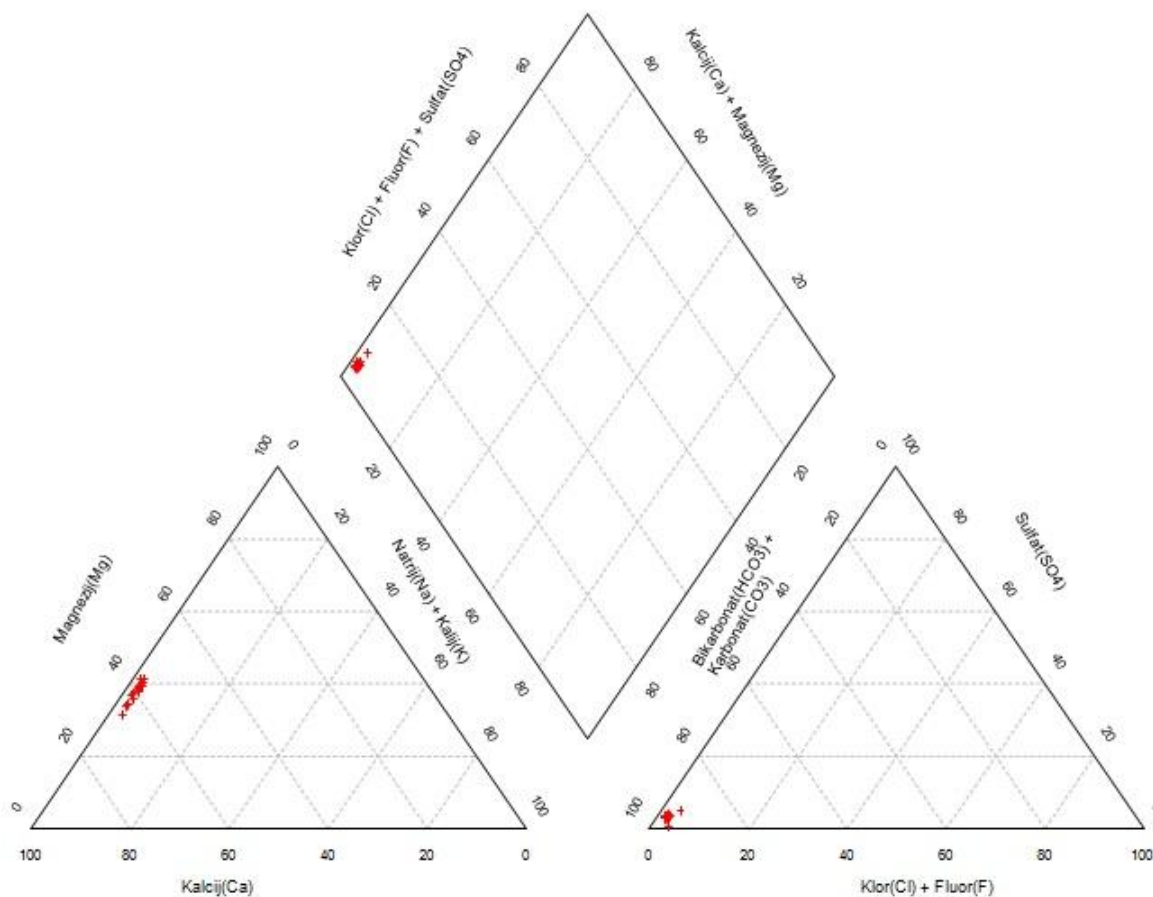
U ovom radu je za izradu Piperovih dijagrama korišten softver preuzet s web stranice [nevada.usgs.gov/tech/excelforhydrology](http://nevada.usgs.gov/tech/excelforhydrology) koji automatski preračunava sadržaj pojedinih iona izražen u miligramima/litri u postotne udjele ekvivalenata te grafički prikazuje.

## *Izvorište Belečka Selnica*

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Belečka Selnica su prikazani u tablici 4.1, a njihov smještaj u Piperovom dijagramu na slici 4-3.

**Tablica 4-1.** *Kationi i anioni za izvorište Belečka Selnica*

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
06.04.2009.	62,4	20,7	1,33	0,66	306,3	0	2,17	10,2	0,1
23.06.2009.	60,5	20,2	1,26	0,58	306	0	2,32	10,6	0,1
21.09.2009.	62,3	22,3	1,61	0,85	313	0	2,58	10,8	0,107
11.12.2009.	67,1	22,2	1,26	0,81	308,4	0	2,82	10,3	0,1066
10.02.2010.	65,9	24,3	1,02	0,78	315	0	2,2	9,72	0,1
11.05.2010.	66,4	19,4	1,49	0,99	296	0	5,58	14,6	0,1324
25. 08.2010.	69,7	28,5	1,55	0,75	315	0	1,88	13,1	0,073
09.11.2010.	66,8	25,5	0,8	0,6	332	0	2,8	10,9	0,188
24.02.2011.	67,9	26,7	1,6	1,1	316	0	1,9	10	0,121
24.05.2011.	68,2	27,6	1,4	1	297	0	1,3	9,8	0,1
31.08.2011.	61,3	25,5	1,6	1	315	0	1,5	9,7	0,04
22.11.2011.	64	26,5	1,3	0,8	315	0	1,3	9,8	0,04
24.02.2012.	78,7	31,6	1,7	0,98	302	0	1,5	10,3	0,04
29.05.2012.	66,4	27,4	1,4	0,8	298	0	1,2	9,8	0,042
21.08.2012.	67	28,2	1,6	0,8	317	0	1,8	10,2	0,04
20.11.2012.	61,8	27,7	1,3	0,7	329	0	5,5	4	0,04
11.06.2013.	61,7	26,7	1,2	0,7	317	0	1,5	9,9	0,04
07.8.2013.	62,1	26,9	1,2	0,71	305	0	1,4	9,3	0,04
12.02.2013.	67,2	28,1	1,4	0,7	311	0	1,81	10,8	0,04
14.11.2013.	70,2	31,2	0,7	0,33	326	0	1,2	9,9	0,04



Slika 4-3. Piper dijagram za Belečka Selnica

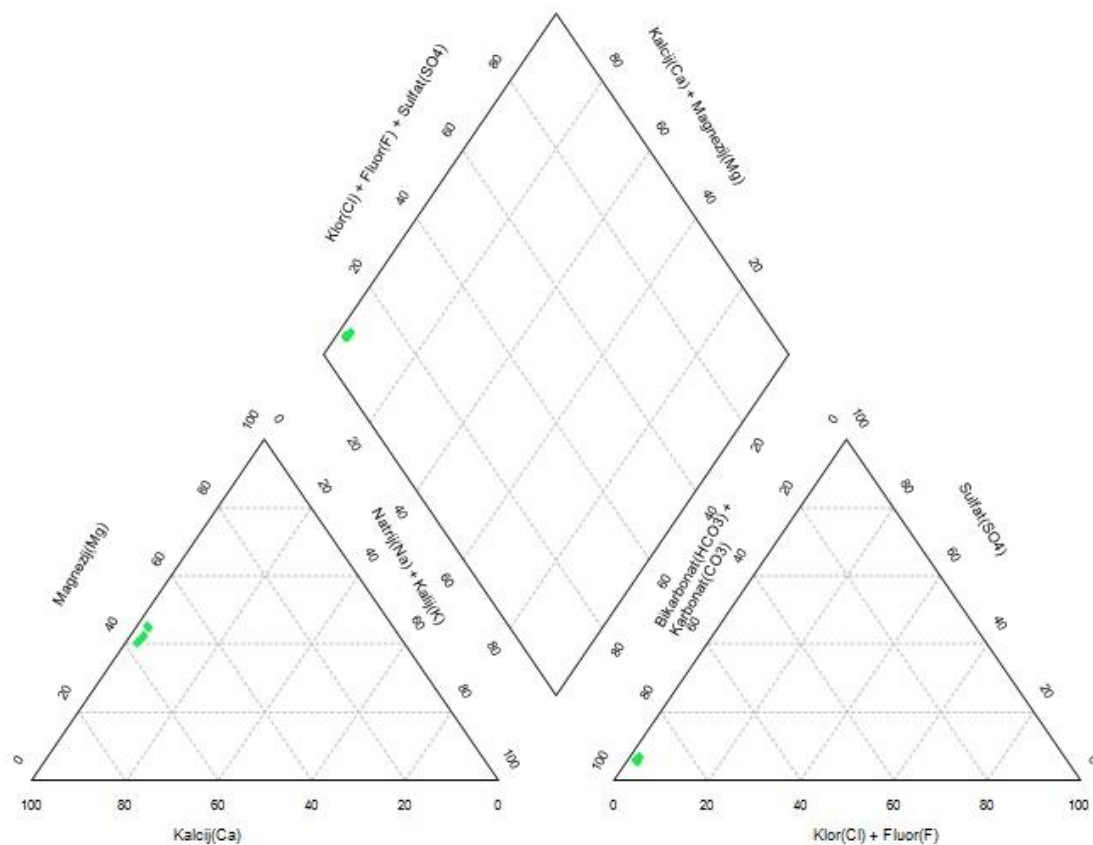
Podzemna voda na crpilištu Belačka Selnica (slika 4-3) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijsko hidrogenkarbonatnom facijesu. Ovakav hidrokemijski facijes je posljedica otapanja karbonata (vapnenaca i dolomita).

### Izvorište Gorjak

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Gorjak su prikazani u tablici 4.2, a njihov smještaj u Piperovom dijagramu na slici 4-4.

Tablica 4-2. Kationi i anioni za izvorište Gorjak

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
16.12.2009.	66	30	2	0,79	334	0	3,1	16,3	0,1
30.07.2012.	65	34	2,3	0,81	342	0	2,6	18	0,1
11.10.2012.	65	28	1,7	0,73	342	0	2,2	18	0,1
06.12.2012.	61	29	2,2	0,72	330	0	3,1	20	0,1
18.07.2013.	63	33	1,6	0,77	339	0	2,1	18	0,1
10.12.2013.	64	30	2,2	0,74	324	0	3,1	19	0,0001



**Slika 4-4.** Piper dijagram za izvorište Gorjak

Podzemna voda na crpilištu Gorjak (slika 4-4) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijsko hidrogenkarbonatnom) facijesu.

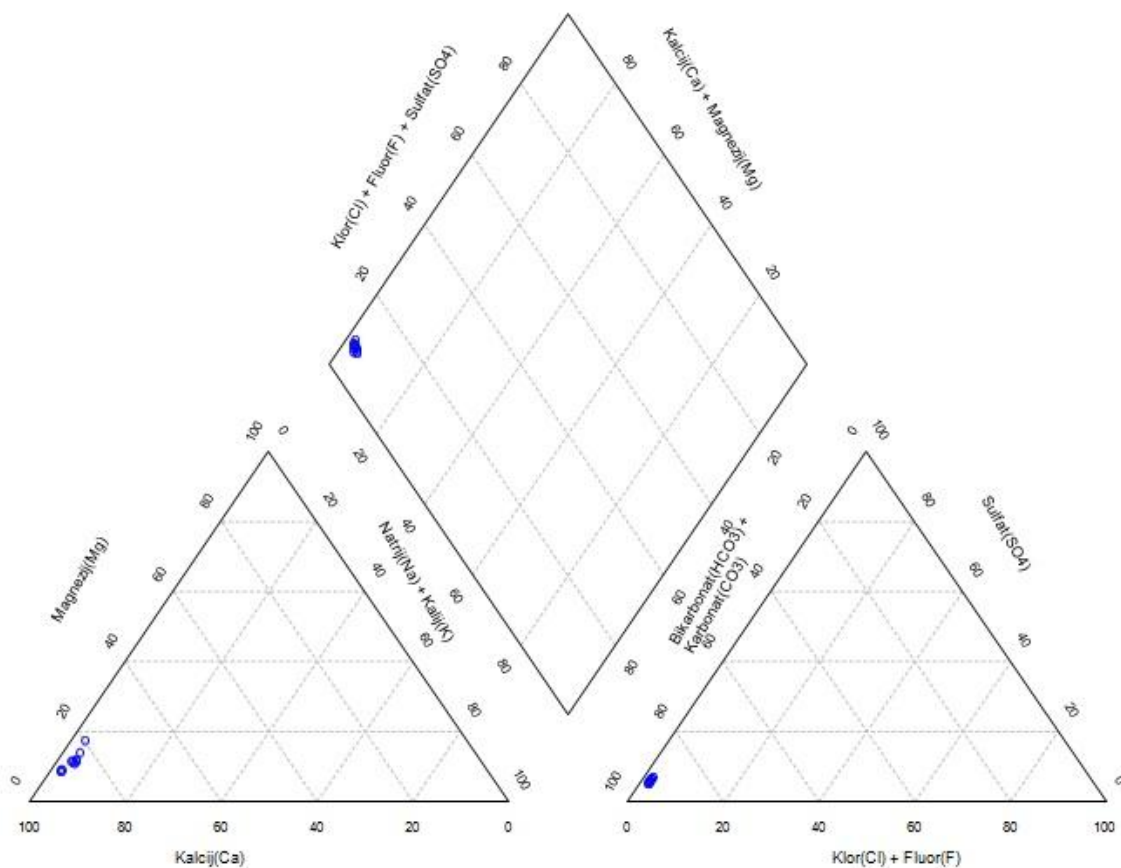
### **Izvorište Gorjani**

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Gorjani su prikazani u tablici 4.3, a njihov smještaj u Piperovom dijagramu na slici 4-5.

**Tablica 4-3.** Kationi i anioni za izvorište Gorjani

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
18.06.2009.	103	8,9	4,2	0,82	358	0	1,9	18,8	0,1
15.10.2009.	102	9,3	3,5	0,94	336	0	1,8	20,2	0,1
20.4.2010.	105	14,1	2,6	1,4	366	0	2,2	21,9	0,188
22.11.2010.	80,52	8,45	2,5	0,8	355	0	1,9	17,5	0,133
31.03.2011.	116	7,4	2,1	0,85	341,8	0	2,1	19	0,157
04.04.2012.	139	8,5	2,2	0,82	339	0	2,3	20	0,1
11.10.2012.	100	8,3	3,7	1,1	366	0	2,6	19	0,1
18.03.2013.	111	7,1	1,5	0,97	348	0	2,7	22	0,199
18.07.2013.	99	8,3	2,3	0,86	351	0	1,9	20	0,1
24.10.2013.	103	8,9	2,7	0,99	348	0	2,4	18	0,16





Slika 4-5. Piper dijagram za izvorište Gorjani

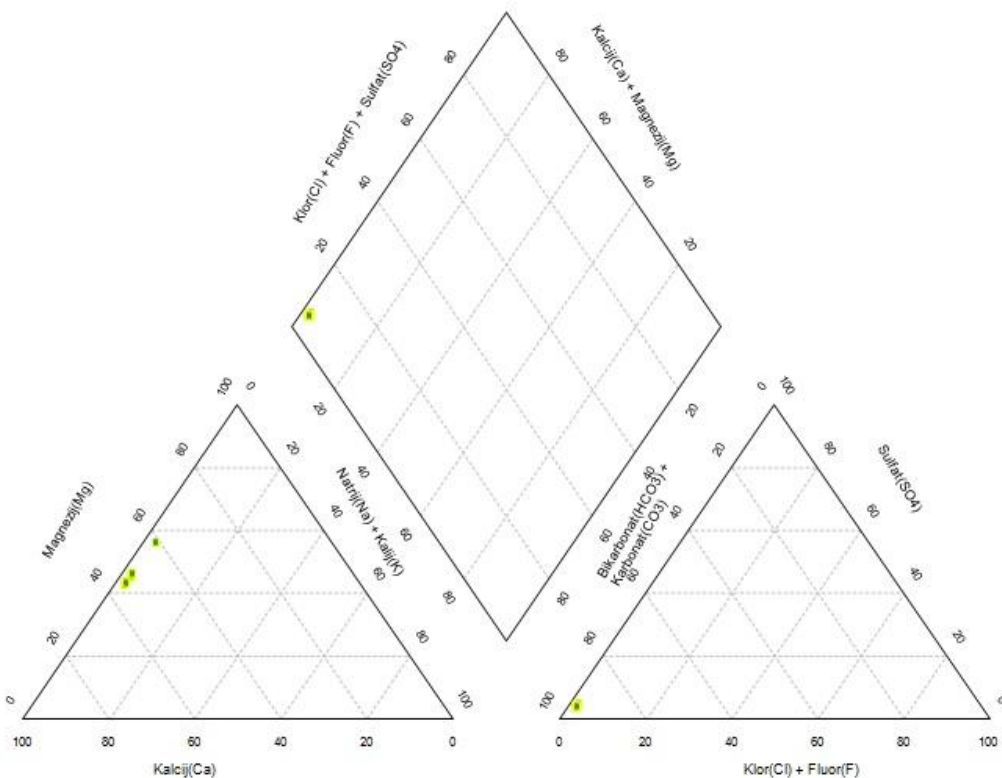
Podzemna voda na crpilištu Gorjani (slika 4-5) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom) facijesu.

### Izvorište Grobotek

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Grobotek su prikazani u tablici 4-4, a njihov smještaj u Piperovom dijagramu na slici 4-6.

Tablica 4-4. Kationi i anioni za izvorište Grobotek

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
31.03.2009.	42	34,7	1,7	0,93	406	0	2,5	16,8	0,1
30.07.2012.	79	42	1,8	0,96	427	0	2,5	16	0,1
11.10.2012.	76	37	1,8	0,91	418	0	2,5	16	0,122
06.12.2012.	73	36	1,5	0,88	421	0	2,7	17	0,1
18.03.2013.	73	40	1,8	0,94	415	0	2,8	18	0,1
07.05.2013.	75	40	1,7	0,93	409	0	2,9	17	0,136
18.07.2013.	74	41	1,7	0,95	473	0	2,8	17	0,01
28.10.2013.	78	37	1,6	0,93	421	0	2,6	16	0,1
10.12.2013.	76	37	1,7	0,89	415	0	2,6	16	0,1



**Slika 4-6.** Piper dijagram za izvorište Grobotek

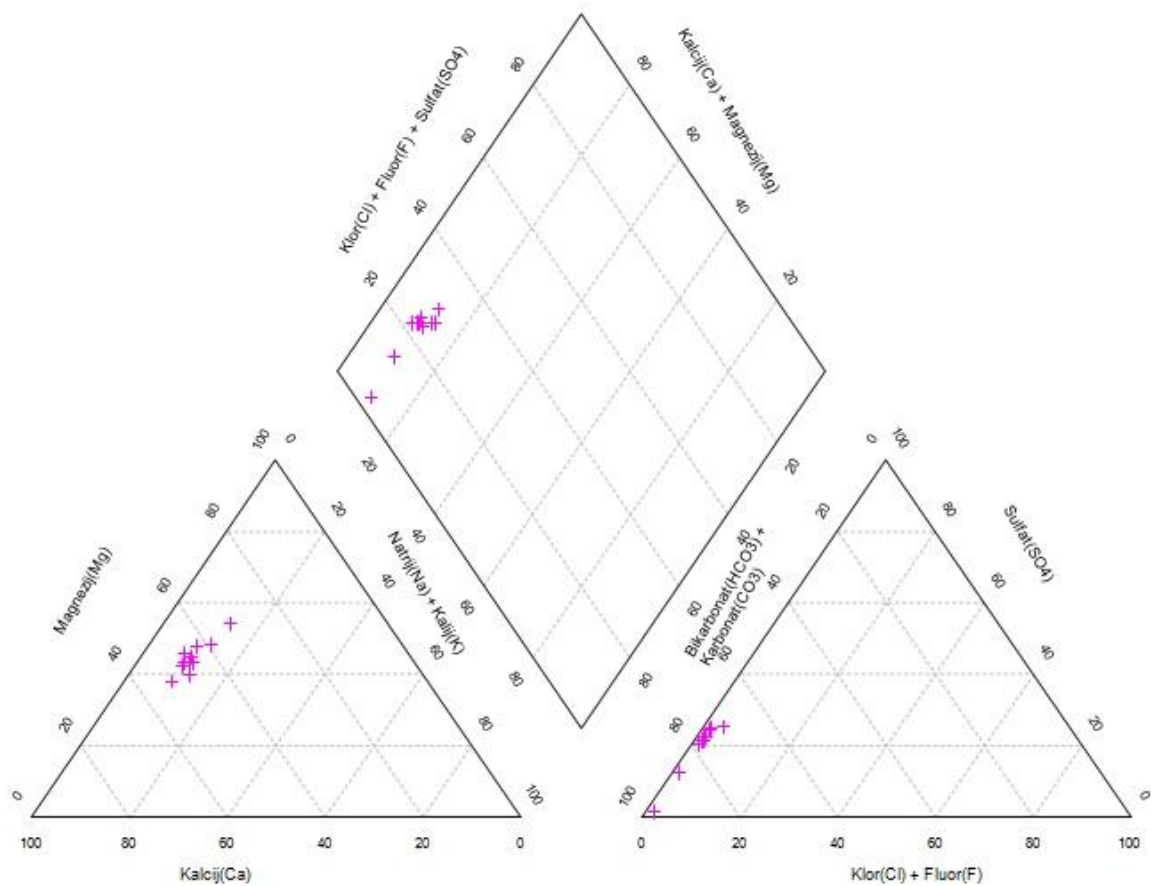
Podzemna voda na crpilištu Grobotek (slika 4-6) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijsko - hidrogenkarbonatnom tipu vode.

### ***Izvorište Kostel***

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Kostel su prikazani u tablici 4-5, a njihov smještaj u Piperovom dijagramu na slici 4-7.

**Tablica 4-5.** Kationi i anioni za izvorište Kostel

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
26.03.2010.	59,78	36	13,98	0,91	353,8	0	2,6	80,3	0,1
18.08.2010.	60,4	45,45	20,4	1,3	372,1	0	2,2	97,29	0,11
22.10.2010.	43	43,6	18,82	1,3	390	0	3,3	105,92	0,0981
09.03.2011.	80	46	19	1,3	597	0	3,8	8,8	0,13
01.06.2011.	57	33	15	0,98	372	0	1,9	87	0,112
07.09.2011.	79	35	15	1,1	697	0	3,1	82	0,125
27.12.2011.	85	52	16	0,96	402	0	2,1	85	0,1
08.03.2012.	58	40	14	0,87	372	0	2,8	83	0,1
13.06.2012.	77	43	16	1,2	391	0	2,2	87	0,1
05.09.2012.	83	45	17	1,2	375	0	3,2	90	0,1
05.12.2012.	78	40	21	1,1	403	0	11	115	0,1



Slika 4-7. Piper dijagram za izvorište Kostel

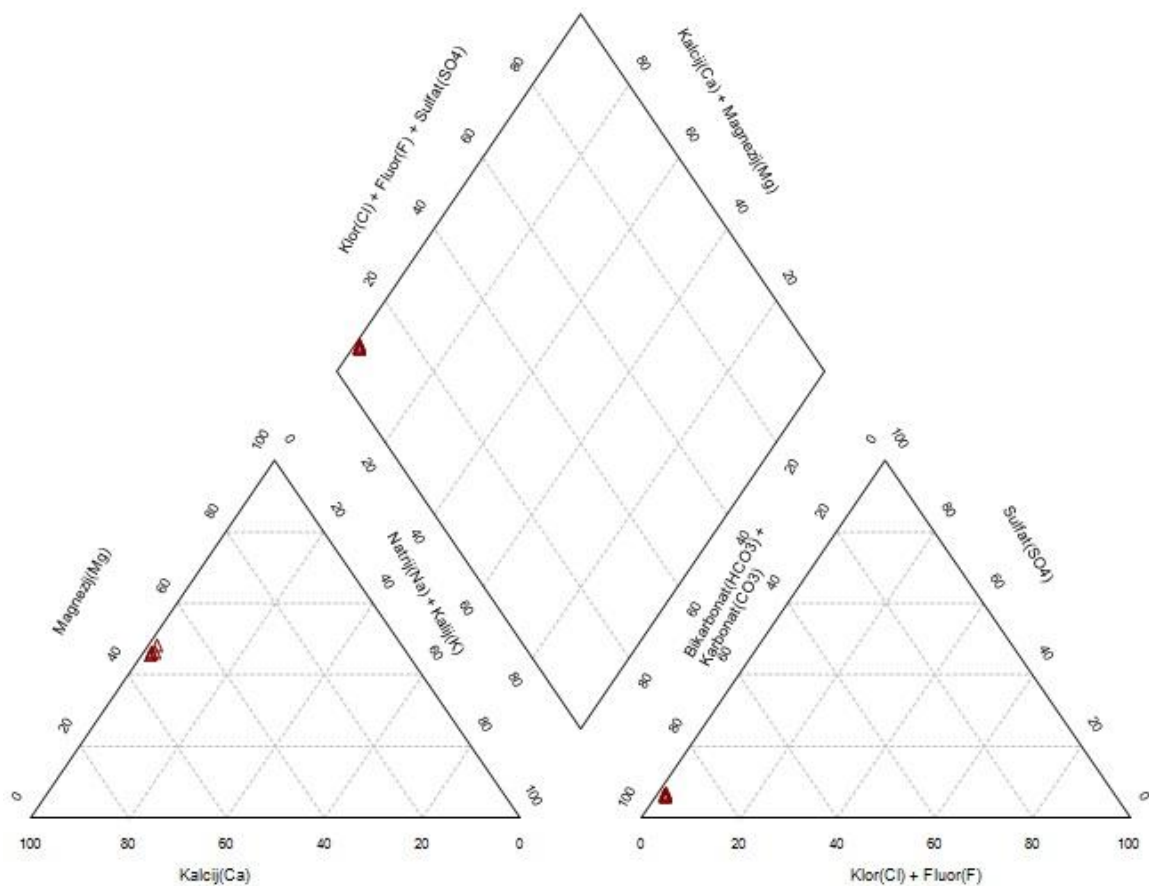
Podzemna voda na crpilištu Kostel (slika 4-7) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijsko hidrogenkarbonatnom facijesu.

### Izvorište Podgora

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Podgora su prikazani u tablici 4.6, a njihov smještaj u Piperovom dijagramu na slici 4-8.

Tablica 4-6. Kationi i anioni za izvorište Podgora

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
18.06.2009.	56	31	1,54	0,4	310	0	1,5	18,7	0,1
30.07.2012.	56	33	0,97	0,55	317	0	2,1	18	0,1
11.10.2012.	55	29	0,87	0,5	311	0	2	18	0,102
06.12.2012.	53	29	0,77	0,48	299	0	1,9	19	0,1
28.10.2013.	57	30	0,73	0,47	324	0	1,9	18	0,1
10.12.2013.	56	30	0,75	0,49	305	0	1,9	18	0,1



**Slika4-8.** Piper dijagram za izvorište Podgora

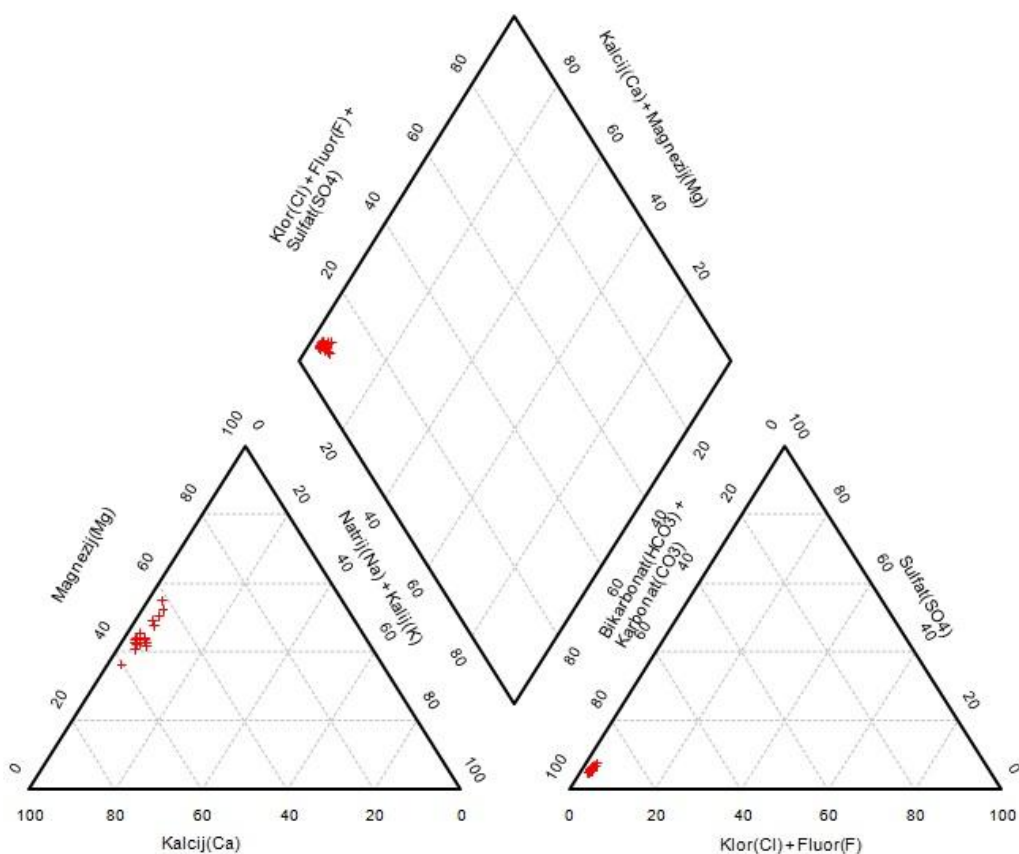
Podzemna voda na crpilištu Podgora (slika 4-8) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijsko hidrogenkarbonatnom) facijesu.

### ***Izvorište Pregrada***

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Pregrada su prikazani u tablici 4-7, a njihov smještaj u Piperovom dijagramu na slici 4-9.

**Tablica 4-7. Kationi i anioni za izvorište Pregrada**

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
18.06.2009.	75	37	5,7	0,93	425	0	4,9	20,8	0,1
16.12.2009.	84	38	5,8	1,3	428	0	5,5	21	0,1
26.03.2010.	66	42	5,5	1	433	0	5,8	26,7	0,1
16.07.2010.	61	41,6	6,08	1,2	387,4	0	5,13	23,01	0,09
27.09.2010.	53,3	39,5	5,9	1,13	427	0	5,64	22,19	0,07
21.12.2010.	61,3	38	6,4	1,3	369	0	5,91	24,53	0,1264
09.03.2011.	87	42	4,5	1,1	427,1	0	4,7	22	0,11
01.06.2011.	63	30	4,3	1	436	0	5,3	23	0,1
07.09.2011.	90	33	4,5	0,92	394	0	4,8	22	0,105
27.12.2011.	90	48	4,7	0,88	418	0	4,7	21	0,1
08.03.2012.	60	48	4,6	0,78	439	0	4,3	19	0,1
13.06.2012.	82	43	7	1,1	391	0	4,6	21	0,1
05.09.2012.	81	42	7,5	1,2	439	0	5,1	21	0,1
19.12.2012.	76	37	9,5	1,2	436	0	5,2	23	0,1
21.03.2013.	79	40	8,7	1,2	427	0	6	21	0,128
05.06.2013.	77	38	3,8	0,9	415	0	4,3	17	0,131
04.09.2013.	83	42	4,3	0,99	427	0	4,4	19	0,1
09.12.2013.	79	38	4,6	1	415	0	4,6	20	0,1



**Slika 4-9. Piper dijagram za izvorište Pregrada**

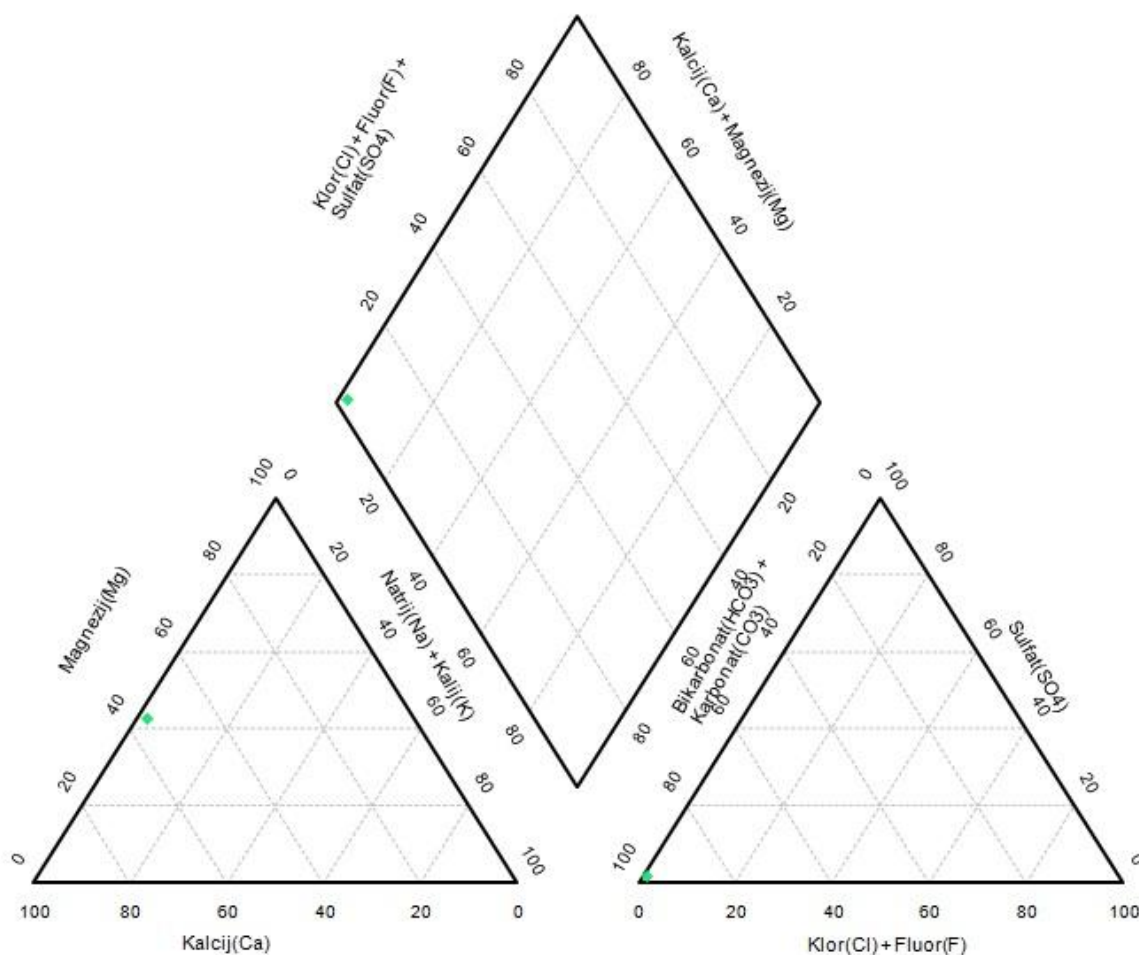
Podzemna voda na crpilištu Pregrada (slika 4-9) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> do MgCaHCO<sub>3</sub> (kalcijsko-magnezijskom hidrogenkarbonatnom do magnezijsko-kalcijском hidrogenkarbonatnom facijesu).

### Izvorište Pregrada – zdenac B2

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi zdenca B2 u Pregradi su prikazani u tablici 4-8, a njihov smještaj u Piperovom dijagramu na slici 4-10.

**Tablica 4-8.** Kationi i anioni u vodi zdenca B2 u Pregradi

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
05.06.2013.	78	37	2,8	1	424	0	2	6,2	0,1



**Slika 4-10.** Piper dijagram za izvorište Pregrada, zdenac B2

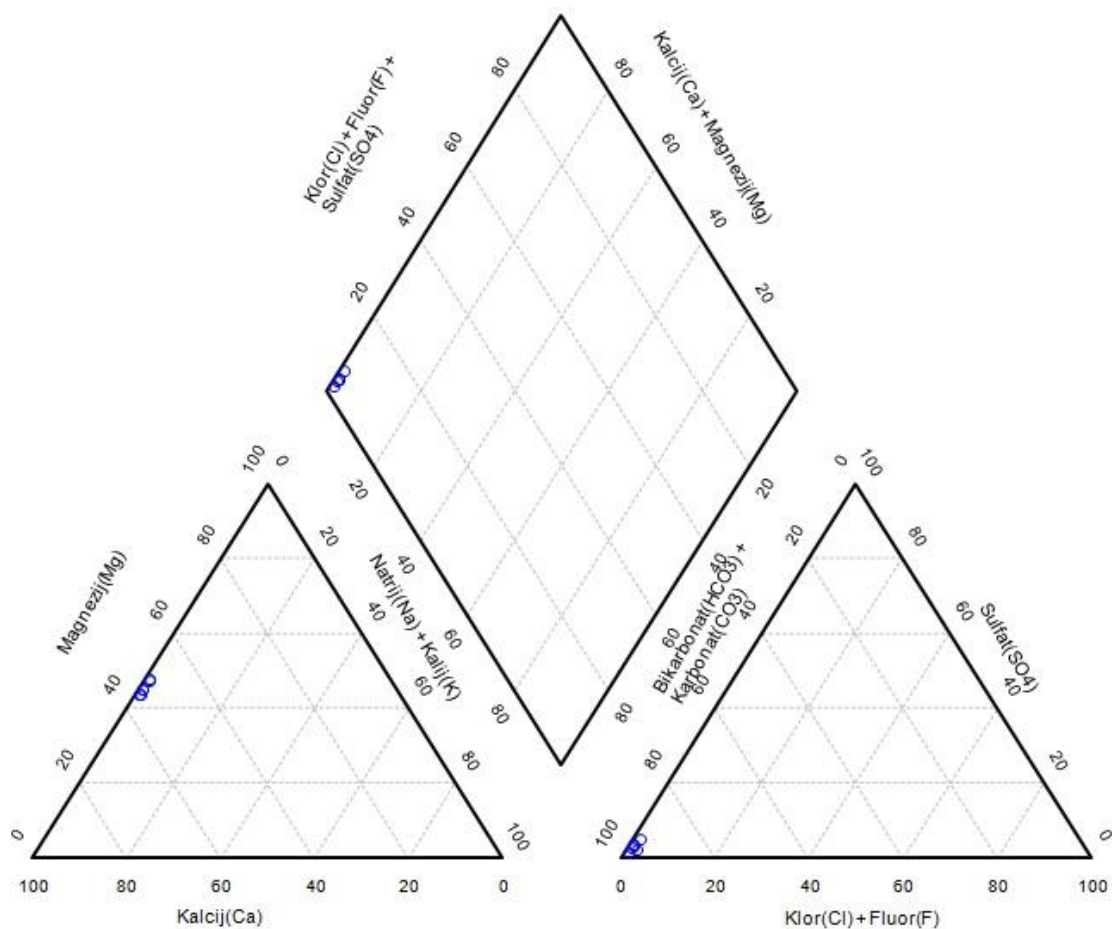
Podzemna voda u zdencu B2 u Pregradi (slika 4-10) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

## Izvorište Strahinje

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Strahinje su prikazani u tablici 4-9, a njihov smještaj u Piperovom dijagramu na slici 4-11.

**Tablica 4-9. Kationi i anioni za izvorište Strahinje**

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
16.09.2009.	60	28,6	0,9	0,45	287	0	1,4	6,5	0,1
30.07.2012.	50	28	1	0,36	293	0	1,4	7,9	0,1
11.10.2012.	52	25	0,98	0,44	305	0	3,7	5,8	0,1
06.12.2012.	49	25	0,72	0,38	293	0	1,6	8,3	0,1
18.03.2013.	58	33	1,1	0,38	330	0	3,1	14	0,101
10.12.2013.	53	27	0,83	0,43	598	0	2,6	7,4	0,0001



**Slika 4-11. Piper dijagram za izvorište Strahinje**

Podzemna voda na crpilištu Strahinje (slika 4-11) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

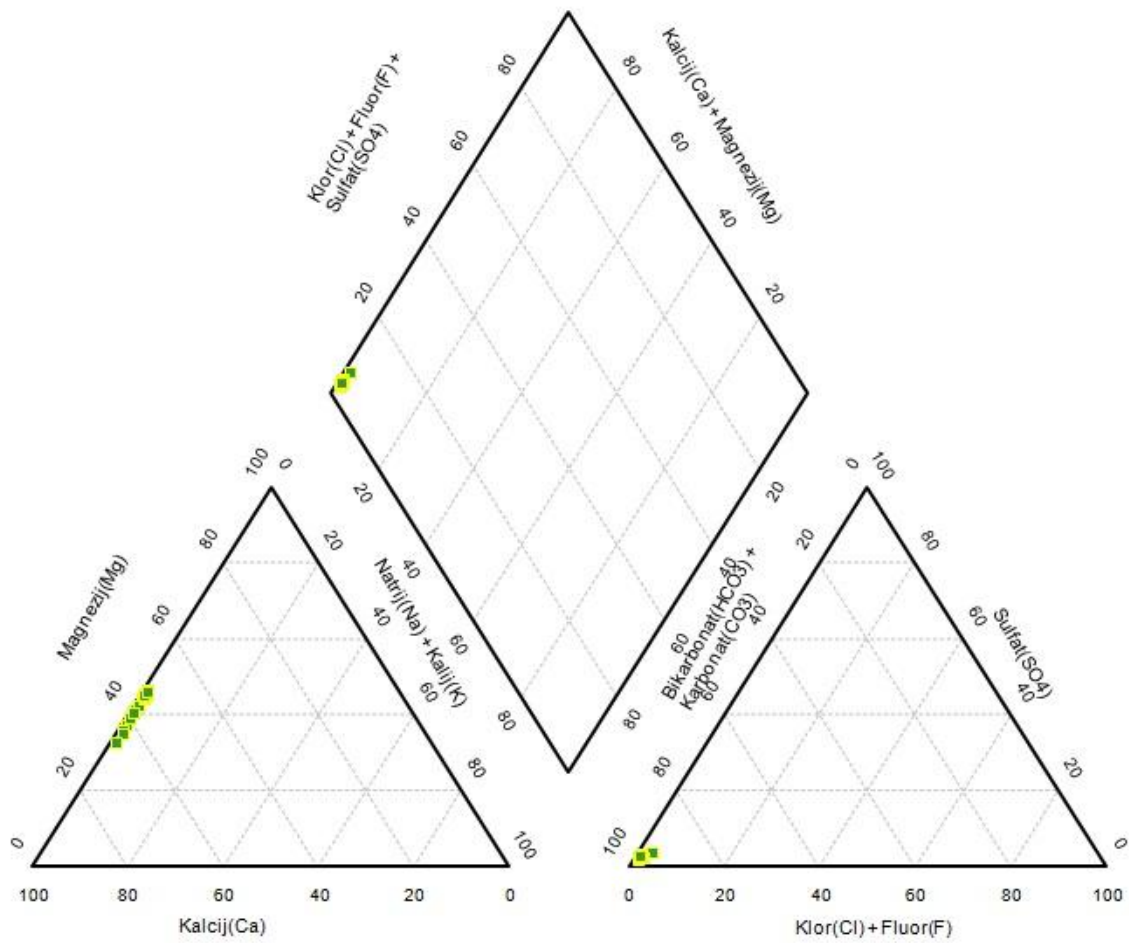
## Izvorište Lobor – otvoreni zahvat

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvora Lobor su prikazani u tablici 4-10, a njihov smještaj u Piperovom dijagramu na slici 4-12.

**Tablica 4-10.** *Kationi i anioni za izvorište Lobor, otvoreni zahvat*

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
06.04.2009.	54,8	18,8	0,6	0,35	283,8	0	1,67	6,73	0,1
23.06.2009.	53,9	19,8	0,58	0,4	282	0	1,74	6,16	0,1
21.09.2009.	57,1	24,3	0,55	0,34	308	0	2,25	6,73	0,1
11.12.2009.	63,1	22	0,58	0,55	302,4	0	2,02	6,7	0,1
10.02.2010.	61,5	24,6	0,54	0,48	297	0	1,7	6,28	0,1
11.05.2010.	60,6	20,3	0,84	0,69	287	0	4,16	9,54	0,392
25. 08.2010.	62,6	30,5	0,71	0,46	303	0	1,18	7,46	0,03
09.11.2010.	61,3	26,6	0,5	0,3	301	0	2,3	6,9	0,147
24.02.2011.	61,9	28,2	0,9	0,8	300	0	1,8	6,5	0,1
24.05.2011.	61	31,4	0,7	0,4	291	0	0,7	8,7	0,1
31.08.2011.	53,1	27,3	0,7	0,5	309	0	0,8	6,9	0,04
22.11.2011.	56,6	29,4	0,7	0,5	309	0	0,8	8,2	0,04
24.02.2012.	69,1	34	0,88	0,8	302	0	1,1	6,4	0,04
29.05.2012.	57,3	30	0,7	0,6	292	0	1	8,4	0,04
21.08.2012.	62,4	31	0,8	0,58	323	0	1,3	5,5	0,04
20.11.2012.	68,6	34,8	0,8	0,6	323	0	1,1	8,4	0,04
11.06.2013.	57	30,7	0,7	0,4	311	0	0,9	6	0,04
12.02.2013.	59,5	25,1	0,7	0,43	287	0	1,02	6,37	0,04
24.09.2013.	56	29,5	0,7	0,3	317	0	0,94	9,3	0,04
14.11.2013.	62,2	18,7	0,71	0,54	282	0	1	6,8	0,04





**Slika 4-12.** Piper dijagram za izvorište Lobar, otvoreni zahvat

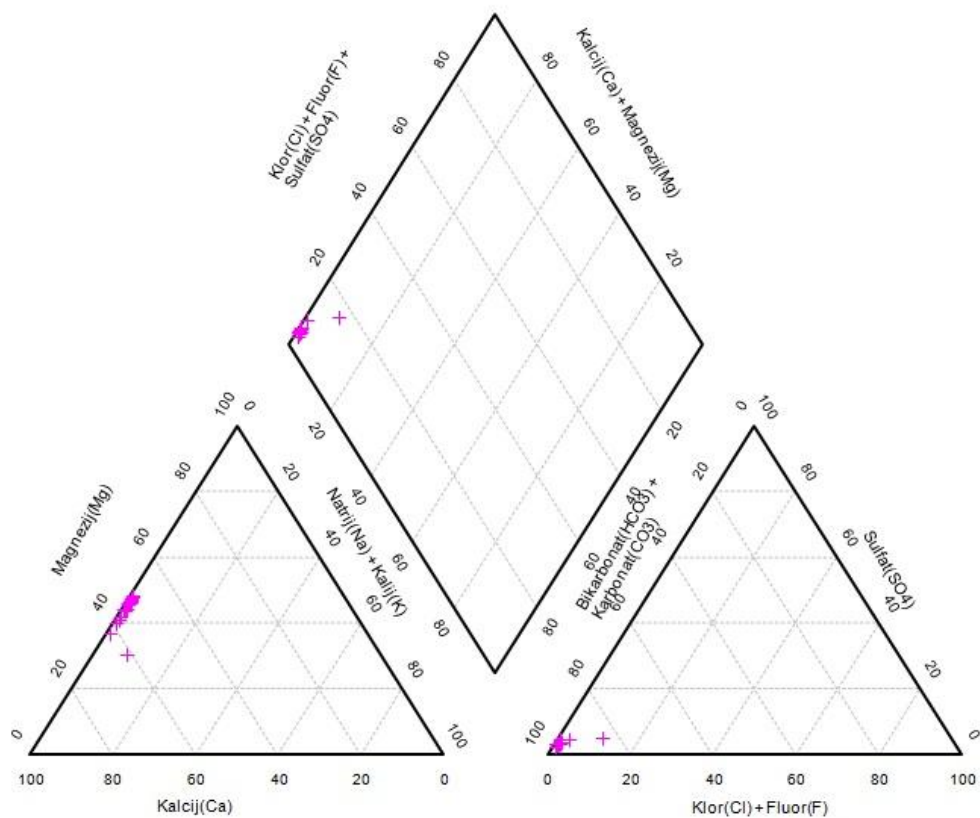
Podzemna voda na izvorištu Lobar, otvoreni zahvat (slika 4-12) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

### *Izvorište Lobor – zatvoreni zahvat*

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi zdenca u Loboru su prikazani u tablici 4-11, a njihov smještaj u Piperovom dijagramu na slici 4-13.

**Tablica 4-11.** *Kationi i anioni za izvorište Lobor, zatvoreni zahvat*

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
06.04.2009.	56,6	24,4	0,52	0,32	294,2	0	1,71	8,53	0,1
23.06.2009.	74,3	22,4	9,67	2,2	299	0	21,7	15,1	0,1
21.09.2009.	55,2	24,7	0,43	0,24	299	0	2,71	9,61	0,1
11.12.2009.	58,8	24,2	0,4	0,41	293,9	0	2,03	9,42	0,1
10.02.2010.	55,7	32,1	0,5	0,2	293	0	1,72	8,33	0,1
11.05.2010.	60,1	21,7	0,52	0,49	290	0	4,72	12,5	0,1
25.08.2010.	60,5	31,9	0,64	0,33	299	0	1,19	11,7	0,02
09.11.2010.	58,9	28,8	0,5	0,2	315	0	2,4	9,3	0,14
24.02.2011.	60,1	29,5	0,8	0,7	304	0	1,5	8,8	0,1
24.05.2011.	65,8	31,5	1	0,6	291	0	0,9	6,1	0,1
31.08.2011.	54	28,4	0,6	0,4	302	0	1	9	0,04
22.11.2011.	56,6	29,8	0,7	0,5	302	0	0,8	9	0,04
24.02.2012.	57,3	31	0,7	0,55	304	0	1	8,8	0,04
29.05.2012.	57,5	30,3	0,7	0,5	292	0	1	8,7	0,04
21.08.2012.	60,5	31,3	0,7	0,48	310	0	1,2	9	0,04
20.11.2012.	63,7	35,9	0,7	0,4	310	0	1,3	8,8	0,04
11.06.2013.	55,3	30,7	0,7	0,3	311	0	0,9	8,6	0,04
24.09.2013.	55	30,2	0,7	0,32	311	0	0,92	9,5	0,04
12.02.2013.	56,3	32,2	0,7	0,32	287	0	0,97	8,22	0,04
14.11.2013.	55,1	29,8	0,7	0,34	313	0	1,1	9,3	0,04



**Slika 4-13.** Piper dijagram za izvorište Lobar, zatvoreni zahvat

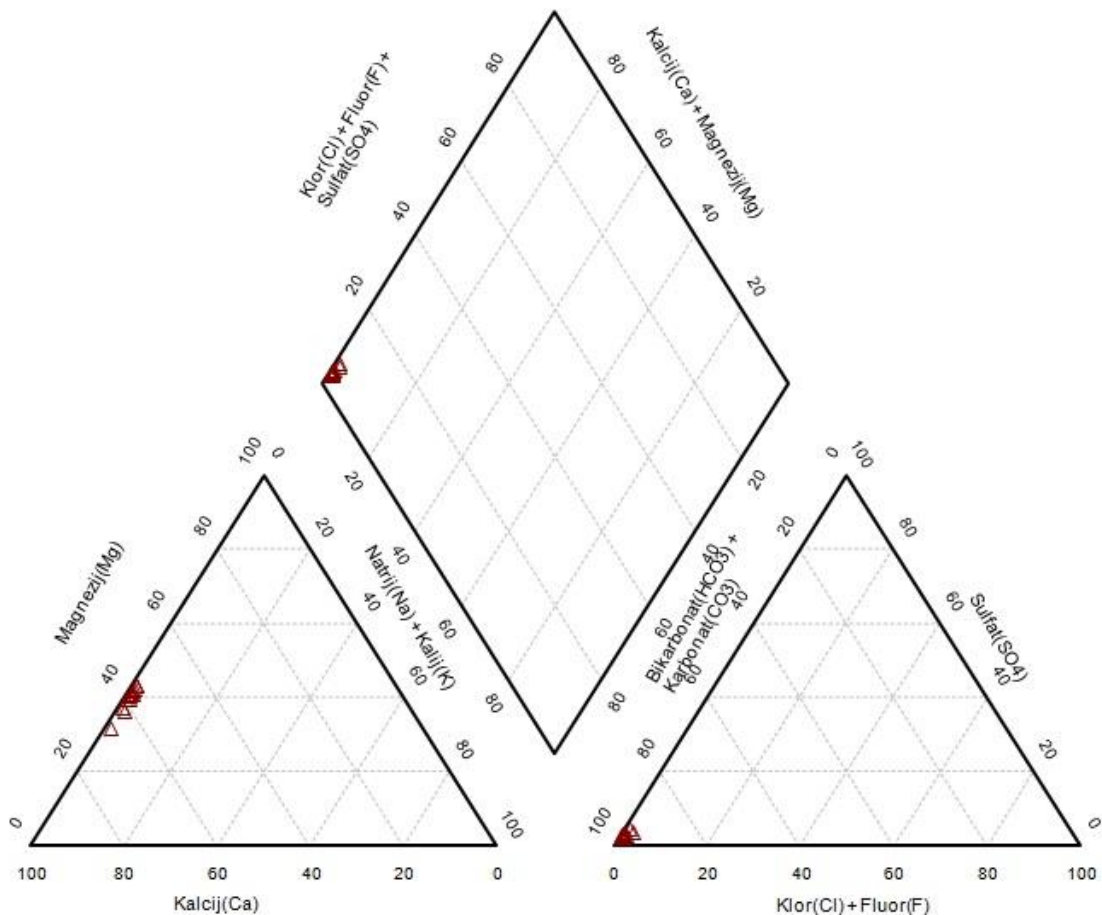
Podzemna voda na crpilištu Lobar, zatvoreni zahvat (slika 4-13) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

### *Izvorište Mlačine grabari*

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Mlačine grabari su prikazani u tablici 4-12, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-14.

**Tablica 4-12.** *Kationi i anioni za izvorište Mlačine grabari*

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
10.02.2010.	73,8	27,3	0,54	0,44	343	0	1,79	7,38	0,1
11.05.2010.	74,1	21,7	0,73	0,54	346	0	4,86	11,1	0,1091
25.08.2010.	76,8	33,4	0,82	0,46	357	0	1,23	10,9	0,021
09.11.2010.	73,8	29,6	0,3	0,3	364	0	2,4	8,5	0,149
24.02.2011.	75,7	30,7	1	0,8	365	0	1,5	8,6	0,1
24.05.2011.	81,2	34,1	0,8	0,5	347	0	0,7	7,1	0,1
31.08.2011.	68,8	29,8	1	0,6	365	0	1,2	8,2	0,04
22.11.2011.	72	31	0,8	0,5	365	0	0,8	8,2	0,04
24.02.2012.	73,5	31,9	0,78	0,48	347	0	0,86	8,1	0,04
29.05.2012.	74,4	32,2	0,8	0,5	353	0	0,8	9,1	0,04
21.08.2012.	69	32,7	0,7	0,4	355	0	1,3	8,9	0,04
20.11.2012.	69,6	32,8	0,7	0,4	384	0	1,7	9,6	0,04
11.06.2013.	70	31,9	0,7	0,3	352	0	1	8,8	0,04
24.09.2013.	69,3	31,2	0,7	0,3	346	0	0,9	8,4	0,04
12.02.2013.	70,7	33,4	0,7	0,34	347	0	0,99	8,07	0,04
14.11.2013.	69,4	25	1,5	0,7	325	0	2,5	12,9	0,047



**Slika 4-14.** Piper dijagram za izvorište Mlačine grabari

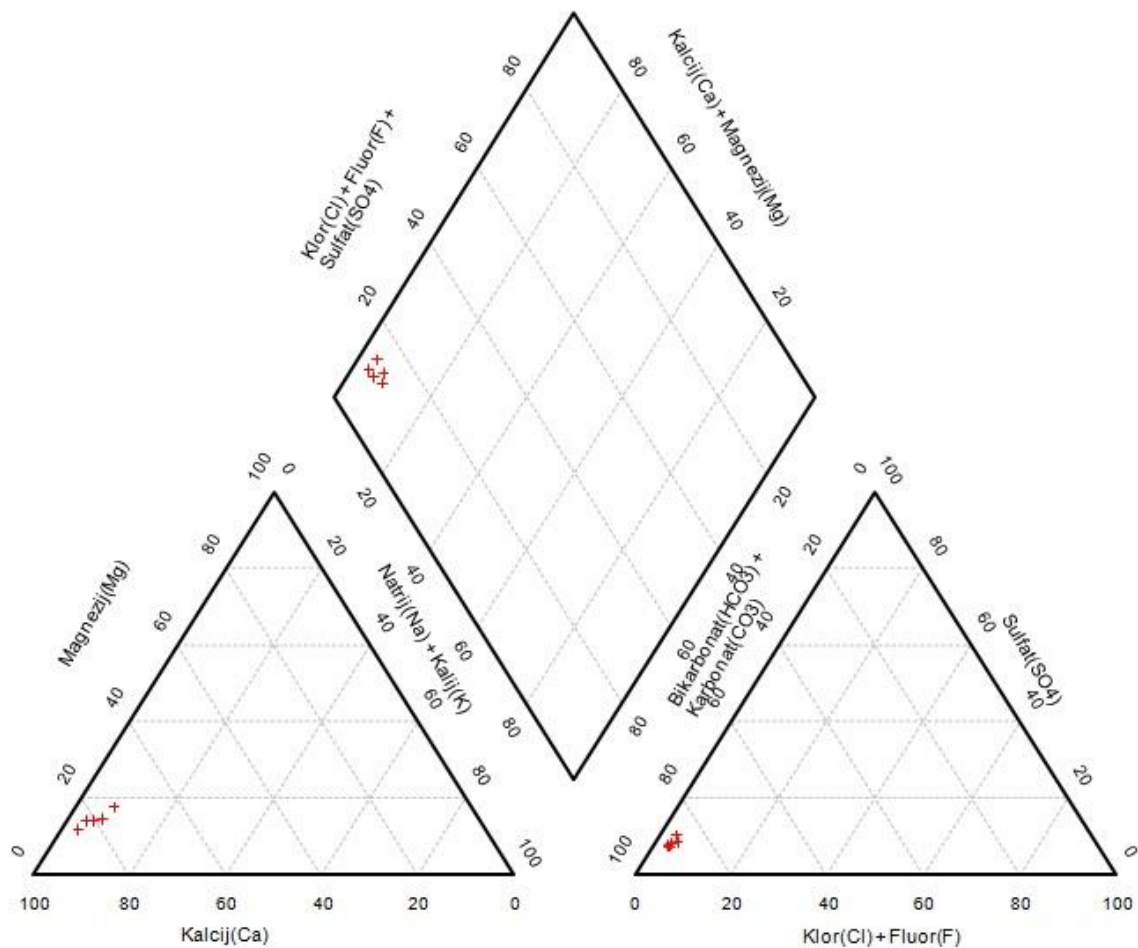
Podzemna voda na crpilištu Mlačine grabari (slika 4-14) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

### ***Izvorište Bajsičnjak***

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Bajsičnjak su prikazani u tablici 4-13, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-15.

**Tablica 4-13.** Kationi i anioni za izvorište Bajsičnjak

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
30.06.2009.	108	11,6	7,6	1,34	370	0	6,1	26,8	0,1
08.05.2012.	129	11	5,5	0,81	366	0	6,6	25	0,18
11.10.2012.	122	14	11	1,9	351	0	9,2	29	0,193
06.05.2013.	102	11	5,1	0,93	281	0	5,3	27	0,253
04.09.2013.	96	14	11	1,2	354	0	6,5	27	0,255



**Slika 4-15.** Piper dijagram za izvorište Bajsičnjak

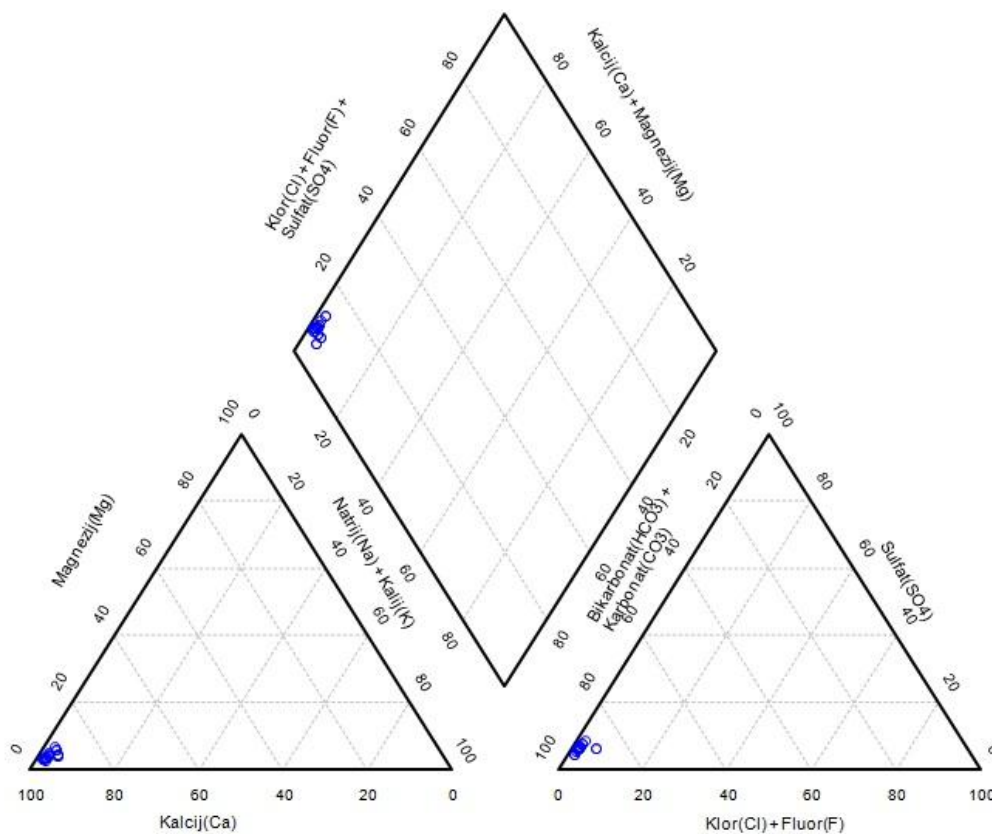
Podzemna voda na izvorištu Bajsičnjak (slika 4-15) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

### ***Izvorište Sopot***

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Sopot su prikazani u tablici 4-14, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-16.

**Tablica 4-14. Kationi i anioni za izvorište Sopot**

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
28.07.2009.	92	2,7	4,4	0,41	248	0	2,1	14	0,1
16.06.2010.	75,6	2,1	1,5	0,596	244	0	9	14,79	0,09
23.12.2010.	57,05	1,8	2,1	1,2	234	0	1,8	9,4	0,139
22.11.2010.	62,1	2,5	1,8	0,815	265	0	2,1	14,8	0,0874
28.07.2009.	92	2,7	4,4	0,41	248	0	2,1	14	0,1
16.06.2010.	75,6	2,1	1,5	0,596	244	0	9	14,79	0,09
23.12.2010.	57,05	1,8	2,1	1,2	234	0	1,8	9,4	0,139
22.11.2010.	62,1	2,5	1,8	0,815	265	0	2,1	14,8	0,0874
30.06.2011.	57	1,1	1,1	0,39	256	0	2,1	14	0,1
07.09.2011.	79	1,8	1	0,39	241	0	1,8	14	0,1
19.12.2011.	83	2,7	1,5	0,57	226	0	2,3	18	0,103
01.03.2012.	62	2,9	1,3	0,63	256	0	2,1	16	0,1
01.06.2012.	99	2	1,1	0,4	250	0	1,7	14	0,1
19.09.2012.	88	2,2	1,6	0,57	217	0	2	15	0,103
14.11.2012.	85	2,6	1,5	0,6	253	0	2	18	0,13
10.04.2013.	88	1,9	1,3	0,5	275	0	2,2	16	0,106
18.06.2013.	85	2	1,3	0,46	235	0	1,9	15	0,102
05.09.2013.	80	1,8	1,2	0,42	275	0	1,8	14	0,117
27.11.2013.	87	2	1,5	0,69	235	0	2,1	15	0,1



**Slika 4-16. Piper dijagram za izvorište Sopot**

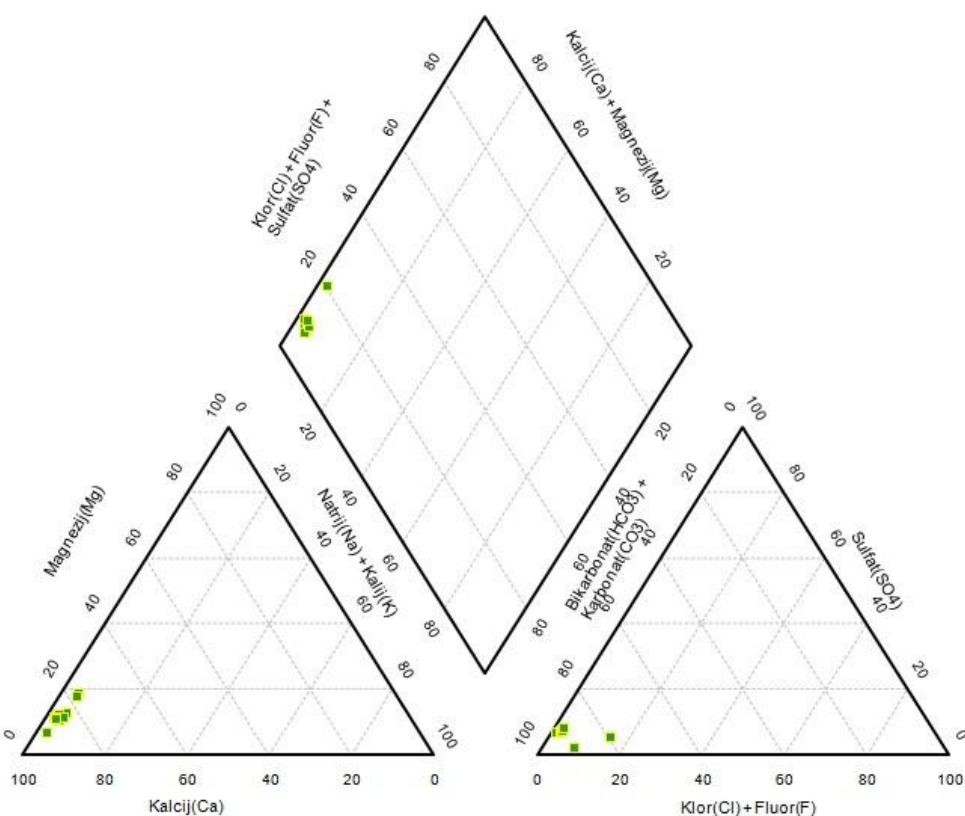
Podzemna voda na izvorištu Sopot (slika 4-16) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

### Izvorište Vojnovec

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Vojnovec su prikazani u tablici 4-15, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-17.

**Tablica 4-15.** Kationi i anioni za izvorište Vojnovec

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
15.10.2009.	68	10,1	3,4	1,3	334	0	3,5	19,9	0,1
20.4.2010.	63,4	8,9	3,149	0,8	353,8	0	2,29	20,7	0,189
26.11.2010.	86,8	8,2	3,8	1,6	345	0	4,6	22,9	0,171
11.05.2011.	99	8,9	2,6	1,1	339	0	3,8	22	0,21
19.12.2011.	98	7,3	3,4	1,9	296	0	14,9	5,8	0,132
08.05.2012.	138	11	2,8	1,2	330	0	4,3	23	0,1
14.11.2012.	99	8,3	3,9	2,3	369	0	5,3	24	0,217
06.05.2013.	103	7,9	2,9	1,3	330	0	4,5	24	0,1
13.11.2013.	100	4,7	2,1	1,3	336	0	3,1	19	18



**Slika 4-17.** Piper dijagram za izvorište Vojnovec



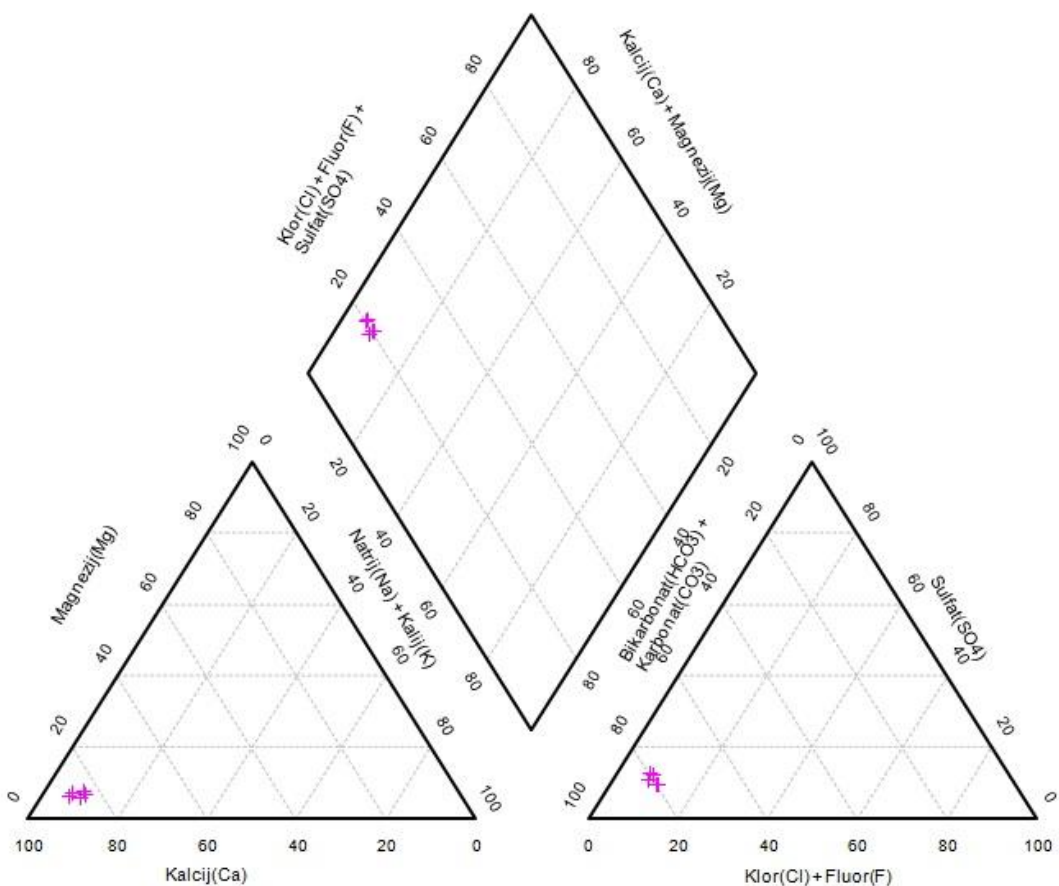
Podzemna voda na izvorištu Vojnovec (slika 4-17) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

### Izvorište Vrbanščak

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Vrbanščak su prikazani u tablici 4-16, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-18.

**Tablica 4-16.** Kationi i anioni za izvorište Vrbanščak

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
15.10.2009.	89	5,3	8,4	2,6	249	0	13,1	28	0,1
08.05.2012.	124	5,9	7	3,1	284	0	14	37	0,1
11.10.2012.	115	5,3	10	4,4	281	0	20	28	0,1
04.09.2013.	89	4,7	9,2	3	262	0	20	26	0,153
06.05.2013.	97	5,4	6,1	2,2	284	0	16	36	0,181



**Slika 4-18.** Piper dijagram za izvorište Vrbanščak

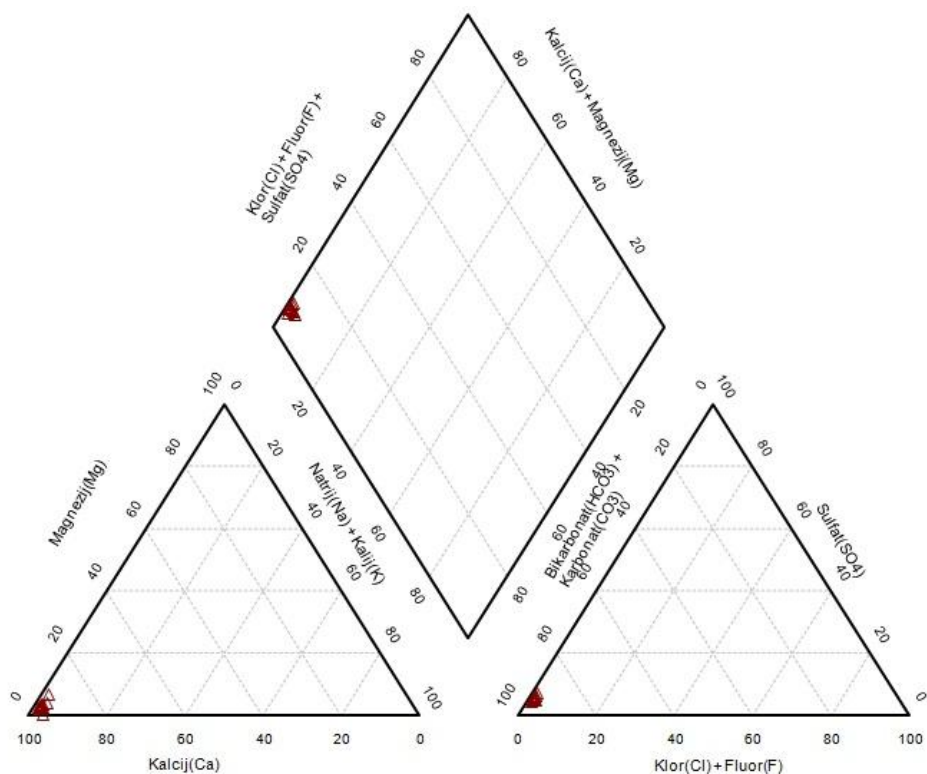
Podzemna voda na izvorištu Vrbanščak (slika 4-18) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

### *Izvorište Zvirale*

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Zvirale su prikazani u tablici 4-17, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-19.

**Tablica 4-17.** *Kationi i anioni za izvorište Zvirale*

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
12.11.2009.	95	1,8	2,15	0,41	259	0	3,1	12	0,1
16.07.2010.	72,92	1,22	1,129	0,407	240	0	1,31	13,3	0,1
23.12.2010.	56,9	0,1	1,9	0,736	222,6	0	1,7	11,3	0,135
22.11.2010.	60,12	1,6	1,6	0,499	248	0	1,7	13,2	0,0929
30.06.2011.	58	1,1	0,96	0,35	265	0	1,8	14	0,1
07.09.2011.	83	1,7	1,1	0,36	266	0	1,5	14	0,1
19.12.2011.	84	1,9	1,1	0,39	226	0	1,5	15	0,1
01.03.2012.	57	2,6	0,85	0,34	232	0	1,5	13	0,1
01.06.2012.	99	1,8	1	0,38	262	0	1,6	12	0,1
19.09.2012.	92	1,7	1,5	0,43	305	0	2	12	0,1
14.11.2012.	84	2	1,2	0,47	259	0	1,6	14	0,1
10.04.2013.	82	1,3	1	0,34	235	0	1,7	14	0,1
18.06.2013.	86	1,6	1,1	0,39	272	0	1,7	14	0,103
05.09.2013.	87	1,6	1,1	0,41	256	0	1,8	12	0,1
27.11.2013.	79	1,1	0,98	0,36	247	0	1,7	12	0,1



Slika 4-19. Piper dijagram za izvorište Zvirale

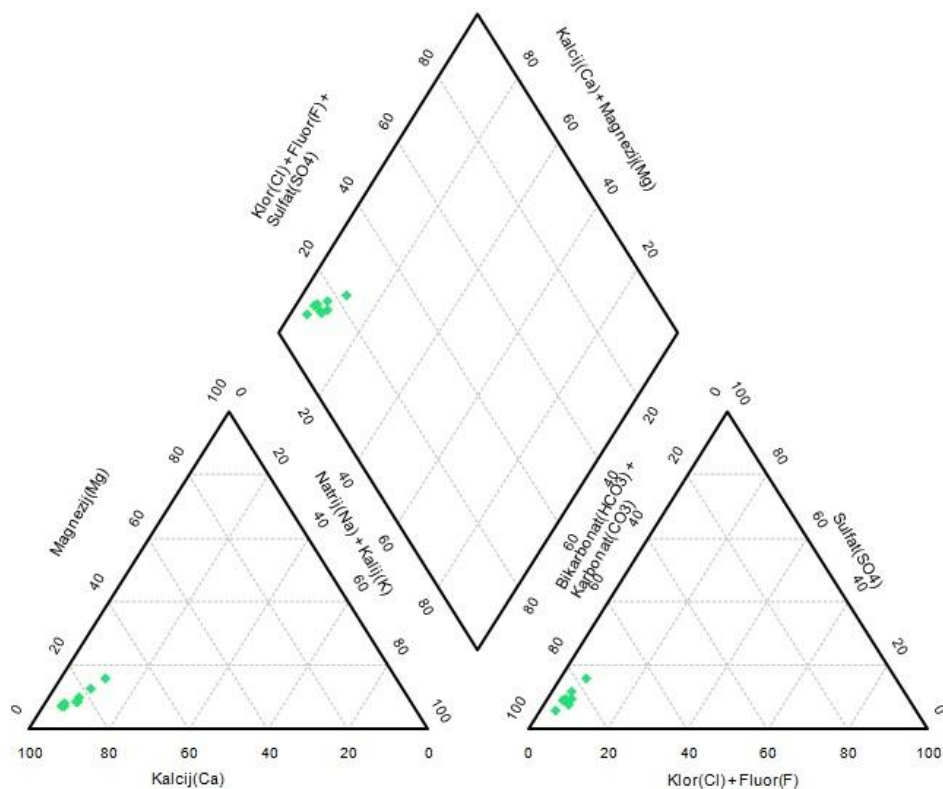
Podzemna voda na izvorištu Zvirale (slika 4-19) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

### Izvorište Pece

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Pece su prikazani u tablici 4-18, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-20.

Tablica 4-18. Kationi i anioni za izvorište Pece

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
16.07.2010.	91,5	6,9	6,67	3,75	317	0	9	27,9	0,18
22.11.2010.	75,6	7,8	6,7	4,7	328	0	12,5	30,9	0,148
03.03.2011.	103	6,1	4,6	2,5	295	0	7,8	25	0,123
07.09.2011.	81	4,2	3,3	1,8	290	0	6,5	16	0,155
01.03.2012.	65	8,9	7,4	6,2	299	0	14	50	0,1
19.09.2012.	98	6,3	6,6	6,1	290	0	11,8	21	0,1
10.04.2013.	99	5,2	4,8	2,9	299	0	8,6	27	0,236
05.09.2013.	94	6,2	6,1	5,1	287	0	9,4	33	0,17



**Slika 4-20.** Piper dijagram za izvorište Pece

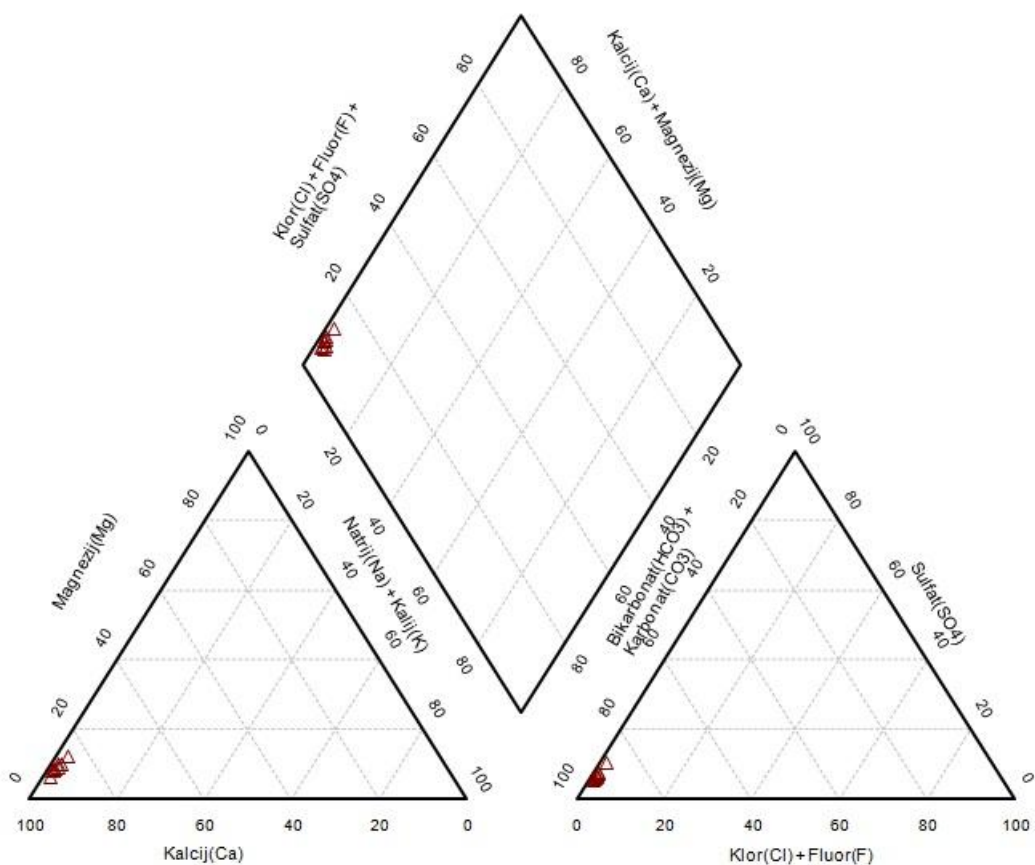
Podzemna voda na izvorištu Pece (slika 4-20) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

### **Izvorište Šrajbeki**

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Šrajbeki su prikazani u tablici 4-19, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-21.

**Tablica 4-19.** Kationi i anioni za izvorište Šrajbeki

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
30.06.2009.	114	6,9	1,48	0,8	368	0	2,2	21,9	0,1
20.04.2010.	87	7,8	1,9	1,2	355	0	1,6	17,6	0,204
26.11.2010.	90,6	6,5	1,9	1,09	342	0	2,14	19,25	0,171
11.05.2011.	113	6,6	1,3	0,68	369	0	2,5	23	0,2
19.12.2011.	107	7,5	1,7	0,71	326	0	2,8	31	0,134
08.05.2012.	135	7,7	1,2	0,56	360	0	1,8	25	0,145
14.11.2012.	99	6,3	1,5	1	351	0	2,4	18	0,118
06.05.2013.	110	6,1	1,3	0,65	357	0	2,3	21	0,221
13.11.2013.	100	4,4	1,2	0,69	354	0	2,1	16	0,21



Slika 4-21. Piper dijagram za izvorište Šrajbeki

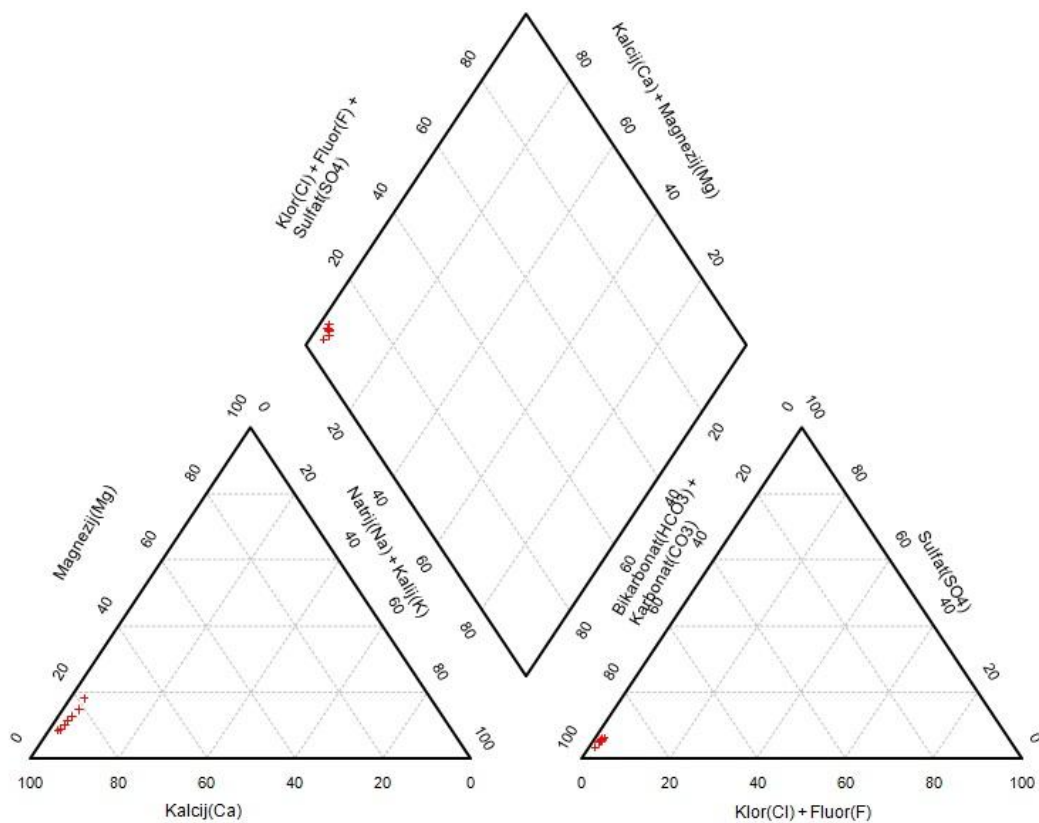
Podzemna voda na izvorištu Šrajbeki (slika 4-21) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

#### Izvorište Bijeli zdenci

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Bijeli zdenci su prikazani u tablici 4-20, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-22.

Tablica 4-20. Kationi i anioni za izvorište Bijeli zdenci

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
30.09.2010.	71,025	8	2,6	0,666	338	0	1,81	15,8	0,0038
29.03.2011.	104	6,6	2,2	0,56	341,8	0	1,9	18	0,158
21.09.2011.	75	5,4	2,1	0,49	327	0	1,8	18	0,206
14.03.2012.	64	9,1	2,1	0,57	329	0	1,4	11	0,117
24.09.2012.	100	9,3	3	0,66	342	0	1,9	18	0,133
04.04.2013.	103	6,2	1,8	0,54	348	0	2,8	20	0,263
04.09.2013.	97	8,1	2,6	0,64	330	0	2	18	0,21



Slika 4-22. Piper dijagram za izvorište Bijeli zdenci

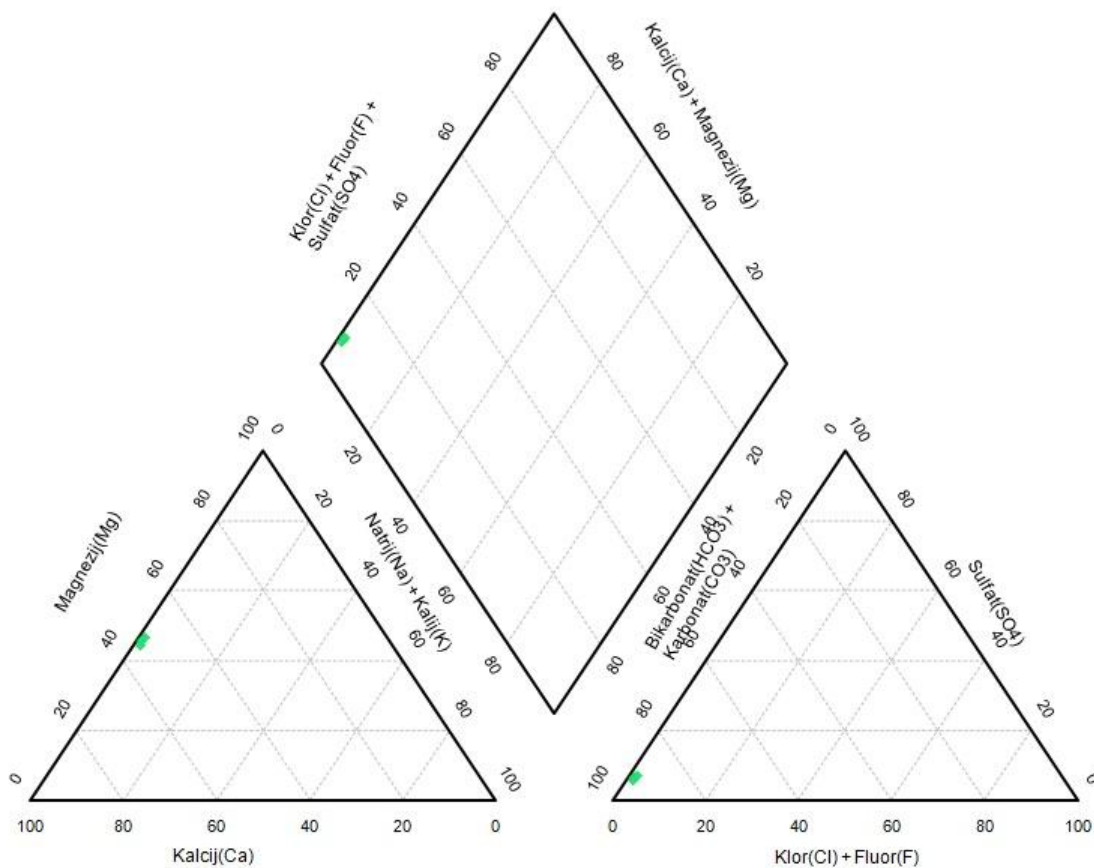
Podzemna voda na izvorištu Bijeli zdenci (slika 4-22) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

### Izvorište Bijeli zdenci1

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Bijeli zdenci1 su prikazani u tablici 4-21, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-23.

Tablica 4-21. Kationi i anioni za izvorište Bijeli zdenci1

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
11.10.2012.	59	30	0,87	0,43	324	0	2	19	0,1
06.12.2012.	57	30	0,72	0,43	324	0	1,9	20	0,1
24.10.2013.	62	34	0,66	0,44	357	0	2,1	19	0,1
10.12.2013.	61	31	0,76	0,46	293	0	2,1	19	0,1



**Slika 4-23.** Piper dijagram za izvorište *Bijeli zdenci1*

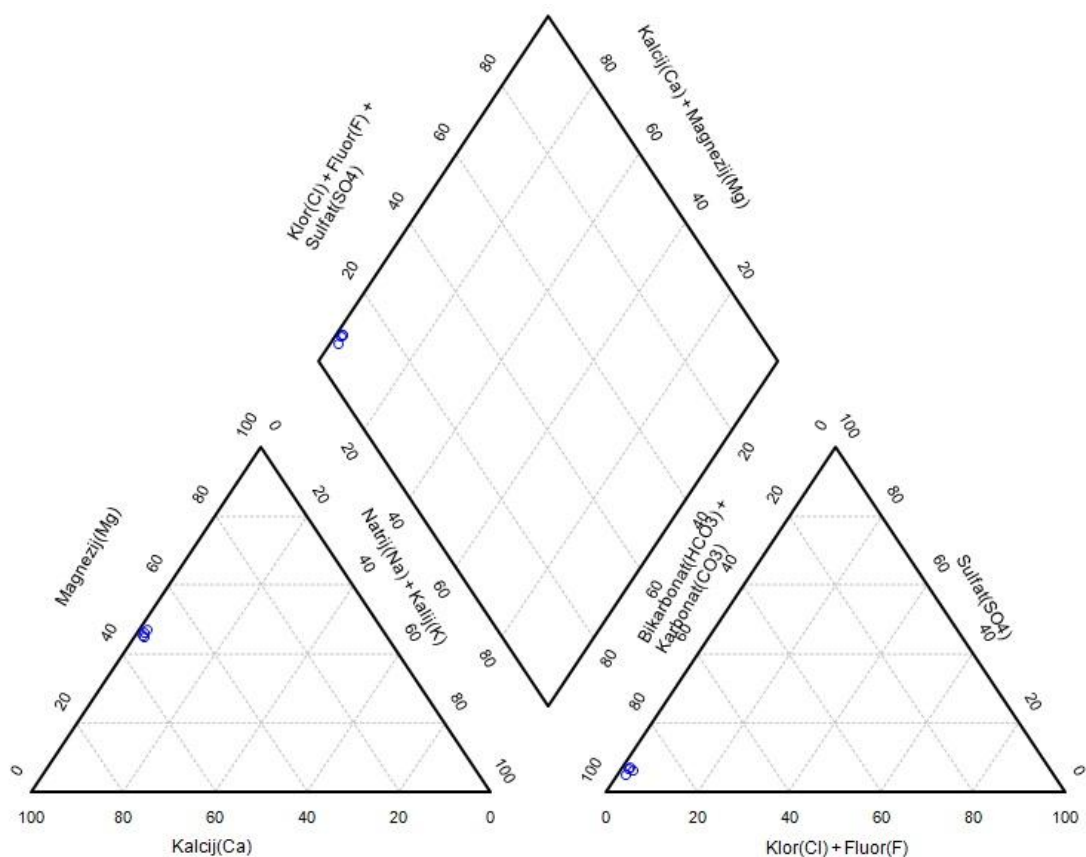
Podzemna voda na izvorištu *Bijeli zdenci1* (slika 4-23) pripada  $\text{CaMg-HCO}_3$  (kalcijsko - magnezijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

### ***Izvorište Bijeli zdenci2***

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta *Bijeli zdenci2* su prikazani u tablici 4-22, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-24.

**Tablica 4-22.** *Kationi i anioni za izvorište Bijeli zdenci2*

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
11.10.2012.	61	32	0,93	0,52	317	0	2,2	21	0,1
18.03.2013.	55	31	1,1	0,52	308	0	4,3	18	0,101
07.05.2013.	56	29	1,6	0,21	305	0	2,2	14	0,11
24.10.2013.	66	36	0,87	0,53	342	0	2,3	21	0,1



Slika 4-24. Piper dijagram za izvorište Bijeli zdenci2

Podzemna voda na izvorištu Bijeli zdenci2 (slika 4-24) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

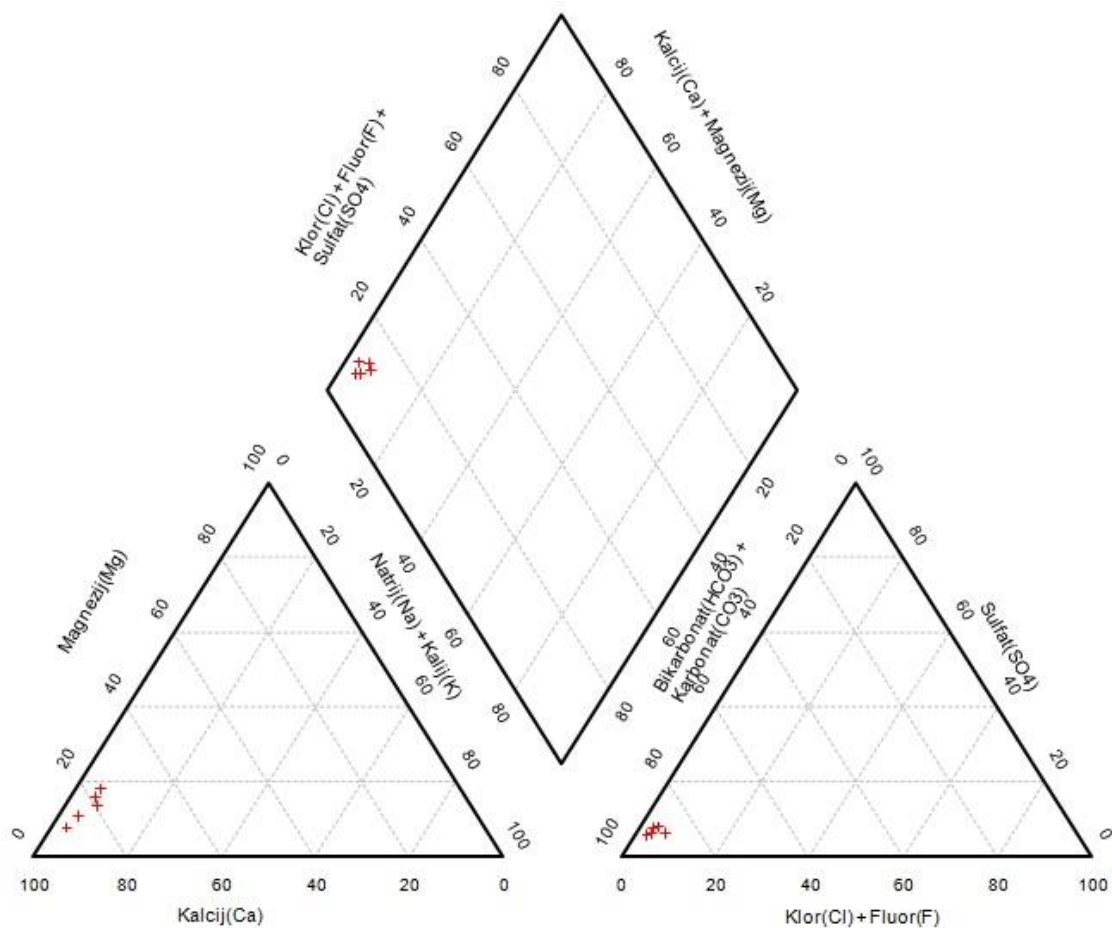
### Izvorište Biušek

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Biušek su prikazani u tablici 4-23, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-25.

Tablica 4-23. Kationi i anioni za izvorište Biušek

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
01.12.2010.	77,12	8,2	5,9	2,4	332,5	0	7,5	25,22	0,2029
15.3.2011.	128	6,9	4,5	0,95	378,3	0	5,7	27	0,23
07.09.2011.	99	7,9	4,8	0,8	400	0	4,8	22	0,24
08.03.2012.	90	13	6,4	0,84	394	0	15	24	0,189
05.09.2012.	113	14	7,3	1,3	385	0	6,3	23	0,186





Slika 4-25. Piper dijagram za izvorište Biušek

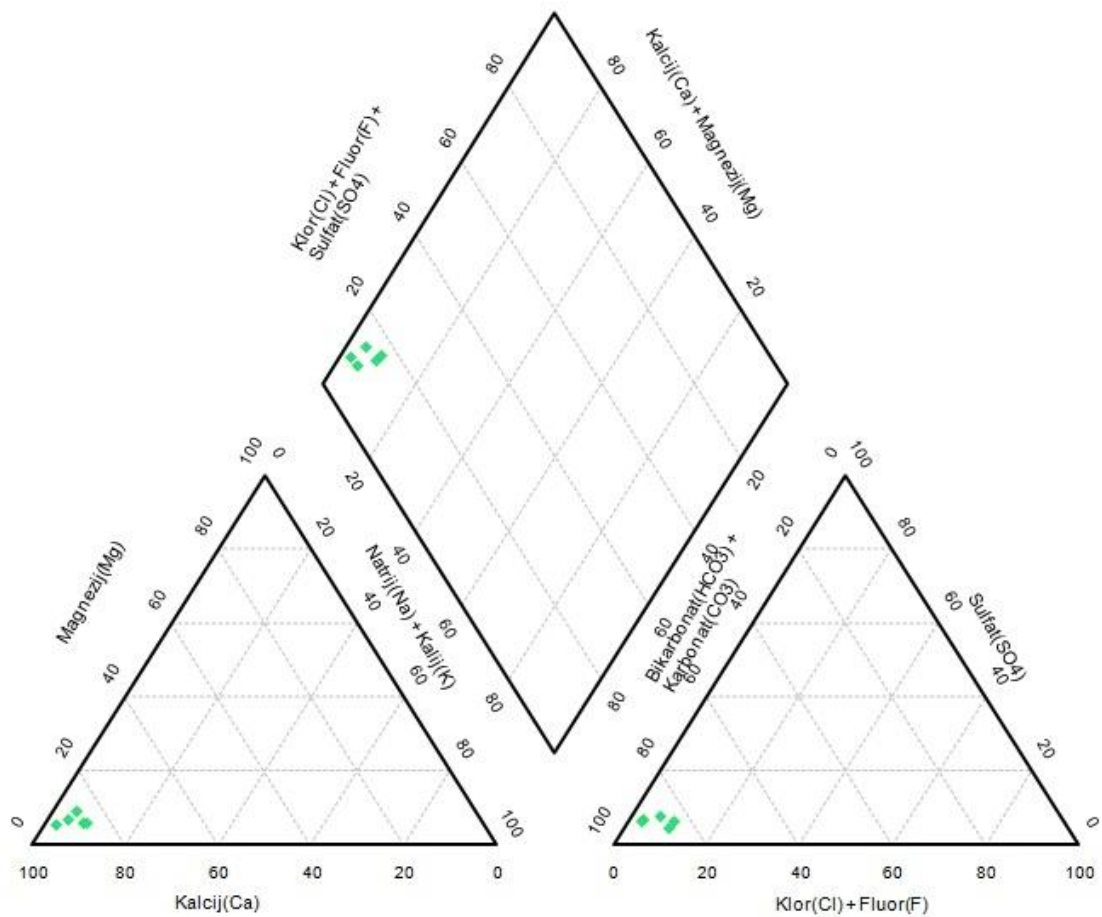
Podzemna voda na izvorištu Biušek (slika 4-25) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

### Izvorište Curek

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Curek su prikazani u tablici 4-24, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-26.

Tablica 4-24. Kationi i anioni za izvorište Curek

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
31.05.2010.	77,04	5,1	4,6	0,969	396,5	0	6,7	24,4	0,1989
23.12.2010.	92,9	4,1	9,4	0,944	362	0	22,7	16,4	0,156
31.03.2011.	135	5,2	3,3	0,81	390,6	0	6,3	23	0,173
27.12.2011.	141	6,6	6,7	1,3	399	0	16	29	0,212
19.09.2012.	155	6,7	17	1,8	461	0	30	29	0,135



**Slika 4-26.** Piper dijagram za izvorište Curek

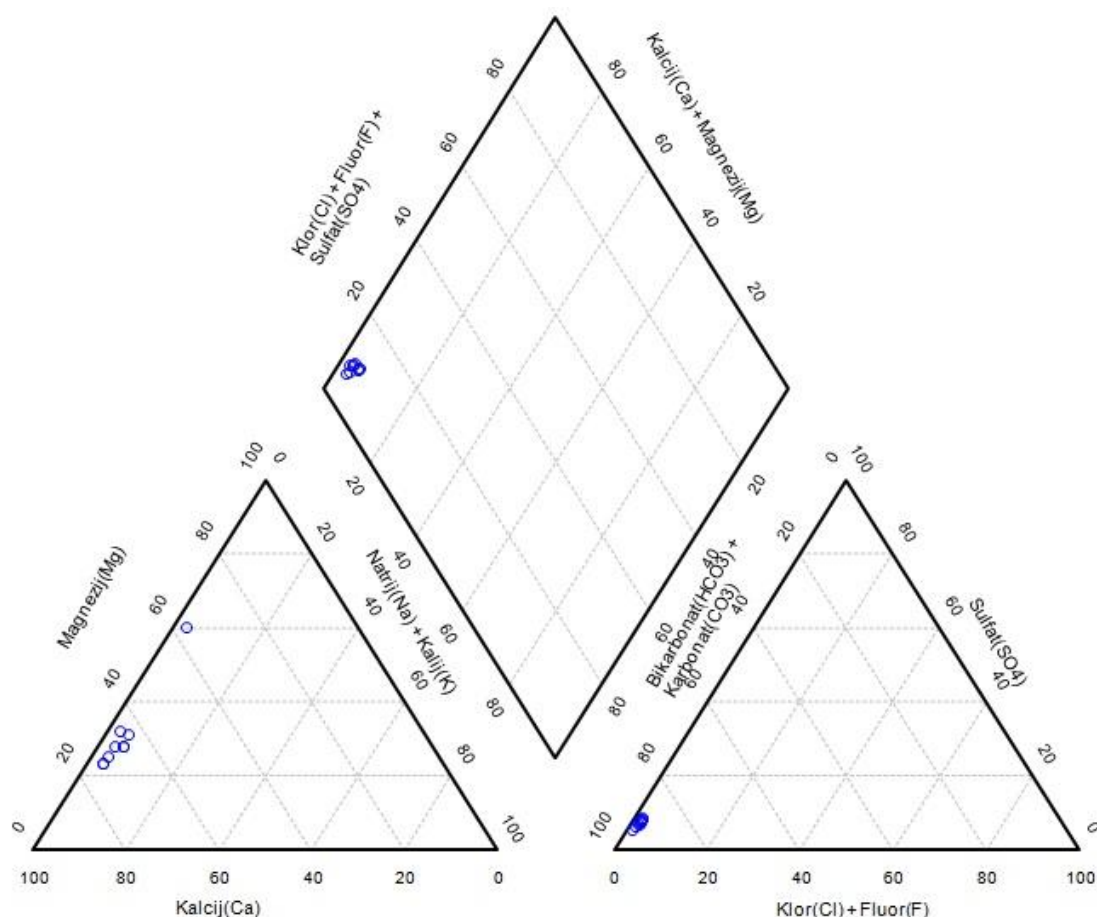
Podzemna voda na izvorištu Curek (slika 4-26) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

### ***Izvorište Galovići***

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Galovići su prikazani u tablici 4-25, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-27.

**Tablica 4-25. Kationi i anioni za izvorište Galovići**

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
11.11.2010.	40,8	12,3	2,8	0,582	204	0	2,5	14,4	0,0911
12.7.2010.	44	11,4	3,24	0,61	222	0	2,11	17	0,085
12.7.2010.	44	11,4	3,2	0,61	222	0	2,11	16,19	0,085
31.03.2011.	56	11	2,2	0,53	201,4	0	2,3	14	0,1
28.09.2011.	50	9,8	2,1	0,48	214	0	2,4	14	0,1
01.03.2012.	31	31	2,2	0,41	275	0	1,7	13	0,1
05.09.2012.	59	15	2,7	0,65	281	0	2,3	15	0,1
13.03.2013.	50	11	2	0,53	204	0	2,1	14	0,1
17.10.2013.	66	20	2,3	0,59	232	0	2,3	14	0,1



**Slika 4-27. Piper dijagram za izvorište Galovići**

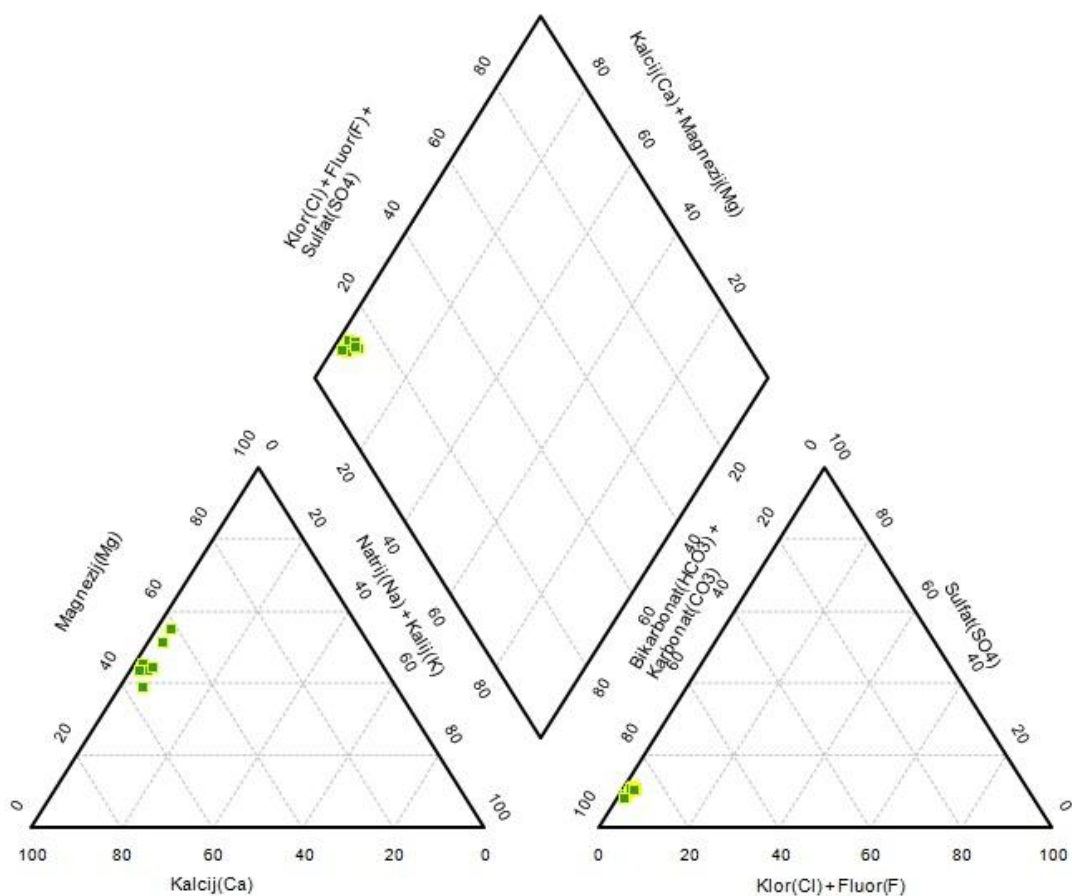
Podzemna voda na izvorištu Galovići (slika 4-27) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> do MgCaHCO<sub>3</sub> (kalcijsko-magnezijskom hidrogenkarbonatnom do magnezijsko-kalcijском hidrogenkarbonatnom facijesu).

## Izvorište Jelovica

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Jelovica su prikazani u tablici 4-26, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-28.

**Tablica 4-26.** Kationi i anioni za izvorište Jelovica

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
12.07.2010.	44,76	30,95	3,19	0,552	311,1	0	2,26	25,43	0,15
12.7.2010.	44,7	30,95	3,19	0,552	311	0	2,2	25,43	0,15
11.11.2010.	38,5	30,95	2,91	0,543	265	0	2,2	28,4	0,106
31.03.2011.	59	30	2,3	0,47	280,8	0	2,1	26	0,1
28.09.2011.	54	23	5,2	0,86	287	0	4,7	29	0,1
01.03.2012.	42	22	1,5	0,4	284	0	1,9	29	0,1
05.09.2012.	63	32	4,5	0,97	281	0	4,1	29	0,1
13.03.2013.	61	30	2	0,7	314	0	2,2	23	0,1
05.09.2013.	55	29	5	0,78	293	0	3,6	29	0,147



**Slika 4-28.** Piper dijagram za izvorište Jelovica

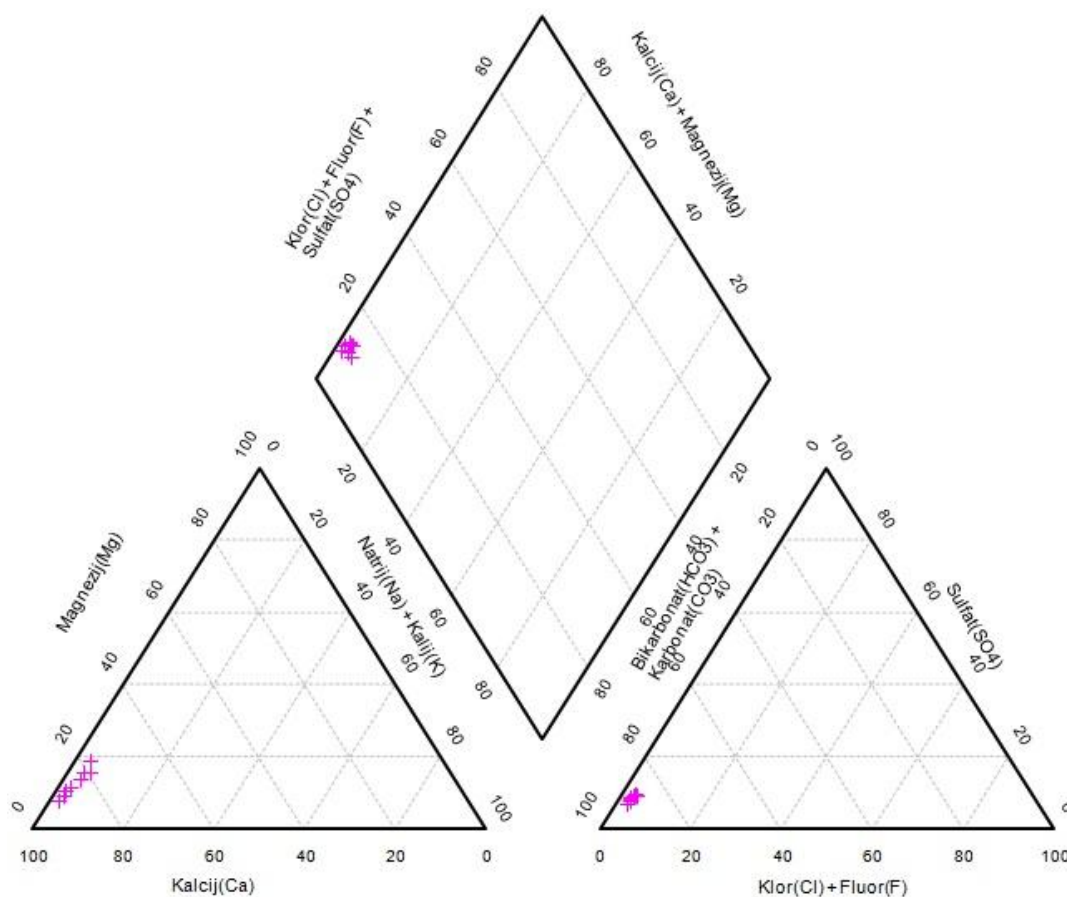
Podzemna voda na izvorištu Jelovica (slika 4-28) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijско hydrogenkarbonatnom) facijesu.

## Izvorište Kralješak

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Kralješak su prikazani u tablici 4-27, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-29.

**Tablica 4-27.** Kationi i anioni za izvorište Kralješak

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
31.05.2010.	75,08	8,9	3,97	1,83	387,4	0	4,9	28,9	0,19
01.12.2010.	83,9	9,8	3,2	1,3	362,9	0	5,08	26,3	0,179
31.03.2011.	128	9,3	2,7	0,42	372,3	0	5,1	29	0,16
14.09.2011.	114	7,1	2,8	0,87	360	0	5,7	32	0,172
14.03.2012.	82	12	2,9	1,3	357	0	6,3	30	0,291
19.09.2012.	129	13	4,9	2,1	391	0	8,6	33	0,106
21.03.2013.	117	6,2	2	0,83	363	0	4,5	23	0,208
17.09.2013.	118	9,4	3,3	1,2	357	0	6	30	0,177



**Slika 4-29.** Piper dijagram za izvorište Kralješak

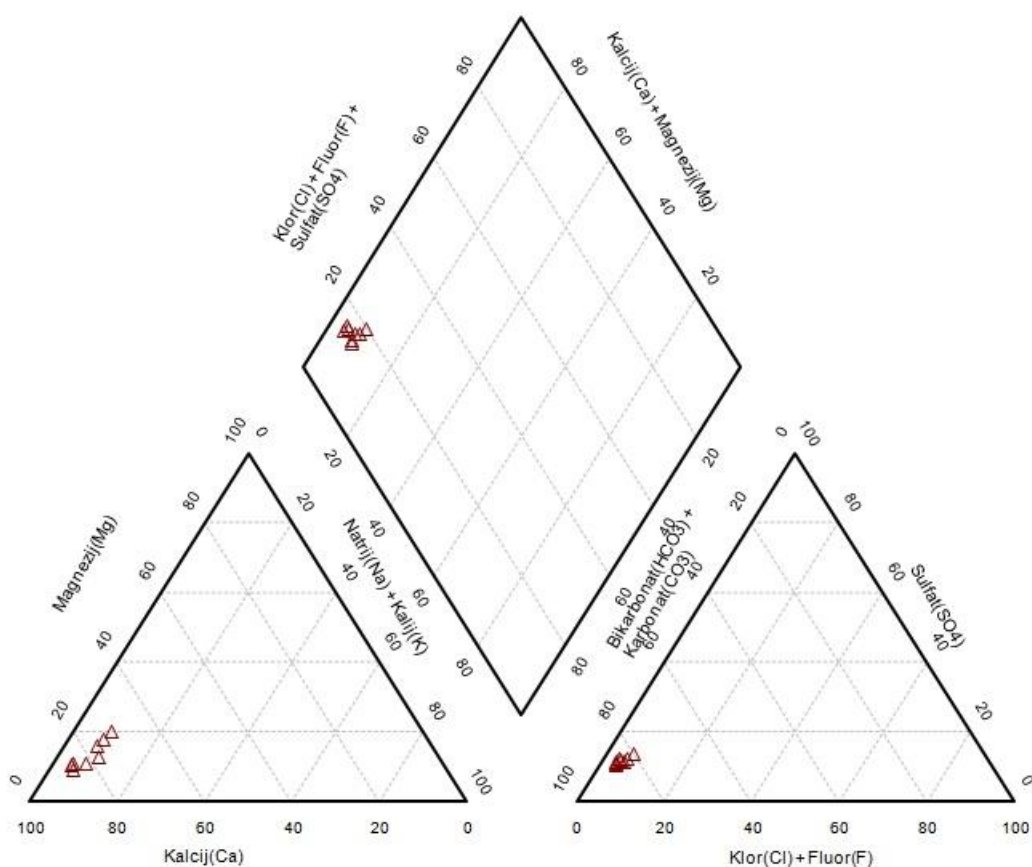
Podzemna voda na izvorištu Kralješak (slika 4-29) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

## Izvorište Poštovac

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Poštovac su prikazani u tablici 4-28, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-30.

**Tablica 4-28.** Kationi i anioni za izvorište Poštovac

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
31.5.2010.	76,9	10,08	6,27	2,76	375,2	0	7,36	40,63	0,193
01.12.2010.	79,02	11,9	7,05	3,2	356	0	8	35,7	0,175
31.3.2011.	126	10	5,8	0,99	354,1	0	7,4	42	0,16
14.09.2011.	120	8,3	6,1	2,4	385	0	9,7	44	0,194
14.03.2012.	74	13	7,7	3,2	345	0	12	42	0,1
19.09.2012.	136	14	15	4,7	357	0	15	49	0,13
21.03.2013.	111	9,3	4,7	1,8	339	0	6,8	35	0,192
17.09.2013.	110	9,5	8,3	3,9	345	0	11	38	0,211



**Slika 4-30.** Piper dijagram za izvorište Poštovac

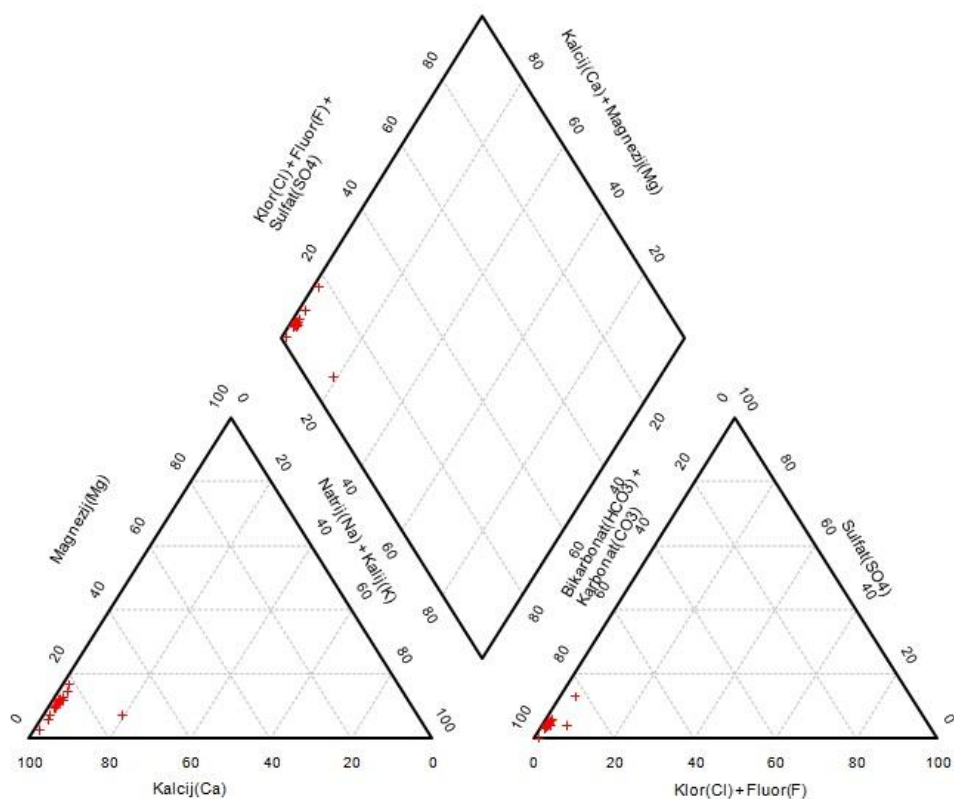
Podzemna voda na izvorištu Poštovac (slika 4-30) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

### *Izvorište Mrzljak 1 i 2*

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Mrzljak 1 i 2 su prikazani u tablici 4-29, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-31.

**Tablica 4-29.** *Kationi i anioni za izvorište Mrzljak 1 i 2*

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
12.11.2009.	95	8,2	2,5	0,54	311	0	3,1	12	0,1
17.8.2010.	83,24	7,7	1,504	0,657	329	0	1,42	15,29	0,1053
23.12.2010.	72,3	4,5	21,4	0,681	289	0	2	14	0,141
23.12.2010.	99	8,4	1,4	0,57	86	0	1,9	11	0,1
02.11.2010.	77,1	8,3	1,9	0,65	328,8	0	1,93	12,9	0,0744
15.03.2011.	105	5,3	1,5	0,55	323,4	0	2	14	0,114
08.06.2011.	70	4,7	1,2	0,48	357	0	13	14	0,1
14.09.2011.	105	1,9	1,4	0,3	324	0	1,9	1,3	0,1
20.12.2011.	90	6,8	1,2	0,46	302	0	1,9	13	0,1
15.03.2012.	66	8,3	1	0,44	327	0	1,7	11	0,1
14.06.2012.	99	8,9	1,5	0,61	330	0	1,8	12	0,1
11.09.2012.	99	8,4	1,4	0,57	86	0	1,9	11	0,1
15.11.2012.	90	7,4	1,3	0,57	320	0	1,7	13	0,1
09.04.2013.	103	4,3	1,6	0,58	342	0	2,4	18	0,169
19.06.2013.	99	6,7	1,4	0,54	369	0	2	11	0,116
26.09.2013.	94	7,2	1,6	0,63	305	0	1,8	12	0,11
21.11.2013.	99	7	1,4	0,62	342	0	1,9	13	0,1



**Slika 4-31.** Piper dijagram za izvorište Mrzljak 1 i 2

Podzemna voda na izvorištu Mrzljak 1 i 2 (slika 4-31) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

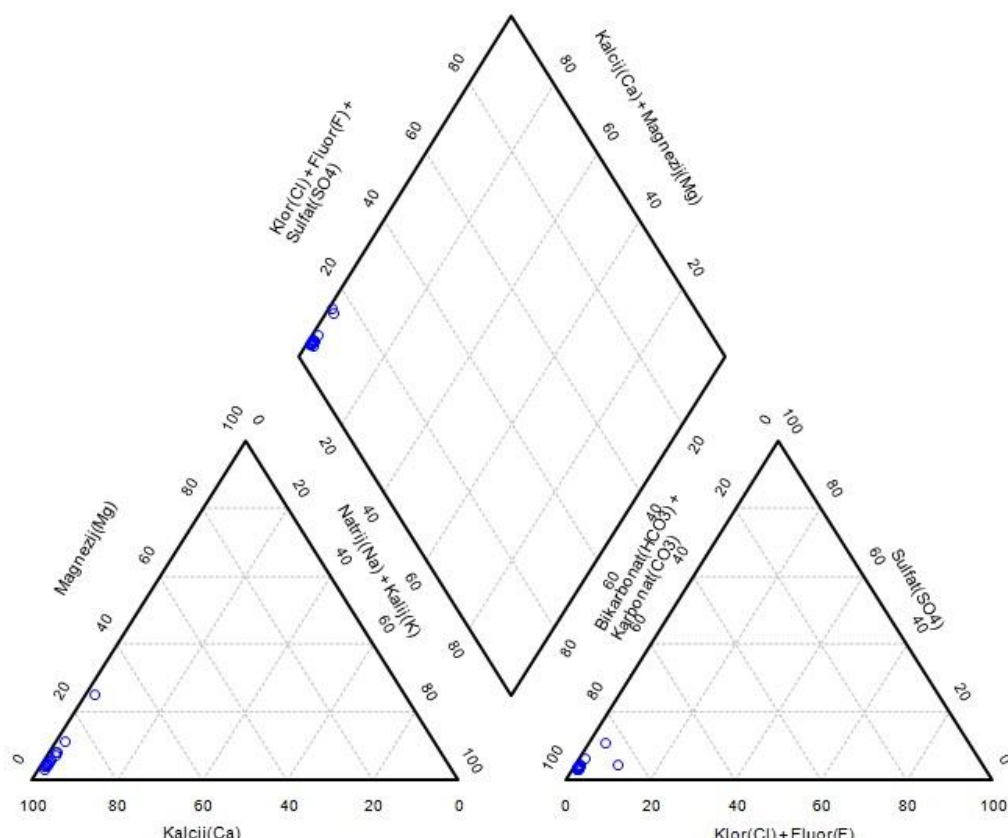
### ***Izvorište Stupa***

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Stupa su prikazani u tablici 4-30, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-32.



**Tablica 4-30. Kationi i anioni za izvorište Stupa**

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
28.07.2009.	105	8,8	2,1	0,52	334	0	2,8	9	0,1
23.12.2010.	74,24	15,9	1,7	0,687	295,8	0	20	12	0,11
02.11.2010.	81,5	4,7	1,39	0,615	335	0	2,6	12,9	0,05
15.03.2011.	116	2,5	1,3	0,5	341,7	0	2,4	11	0,1
08.06.2011.	87	3,3	0,92	0,49	345	0	2,1	12	0,1
14.09.2011.	102	3,1	0,99	0,44	360	0	2,1	9,8	0,1
20.12.2011.	103	3,5	0,96	0,48	305	0	2,1	11	0,1
15.03.2012.	73	4,2	0,89	0,4	333	0	1,8	11	0,1
14.06.2012.	108	4,3	1,2	0,55	336	0	2	10	0,1
11.09.2012.	129	3,8	0,51	1	89	0	2	9,1	0,1
15.11.2012.	98	3,7	0,97	0,51	327	0	1,9	9,9	0,1
09.04.2013.	82	4,3	1,3	0,58	278	0	2	15	0,11
19.06.2013.	111	3,3	0,94	0,51	345	0	2,1	9,3	0,1
26.09.2013.	107	3,4	1	0,55	354	0	2,1	11	0,1
21.11.2013.	108	3,4	1,1	0,66	336	0	1,9	12	0,1



**Slika 4-32. Piper dijagram za izvorište Stupa**

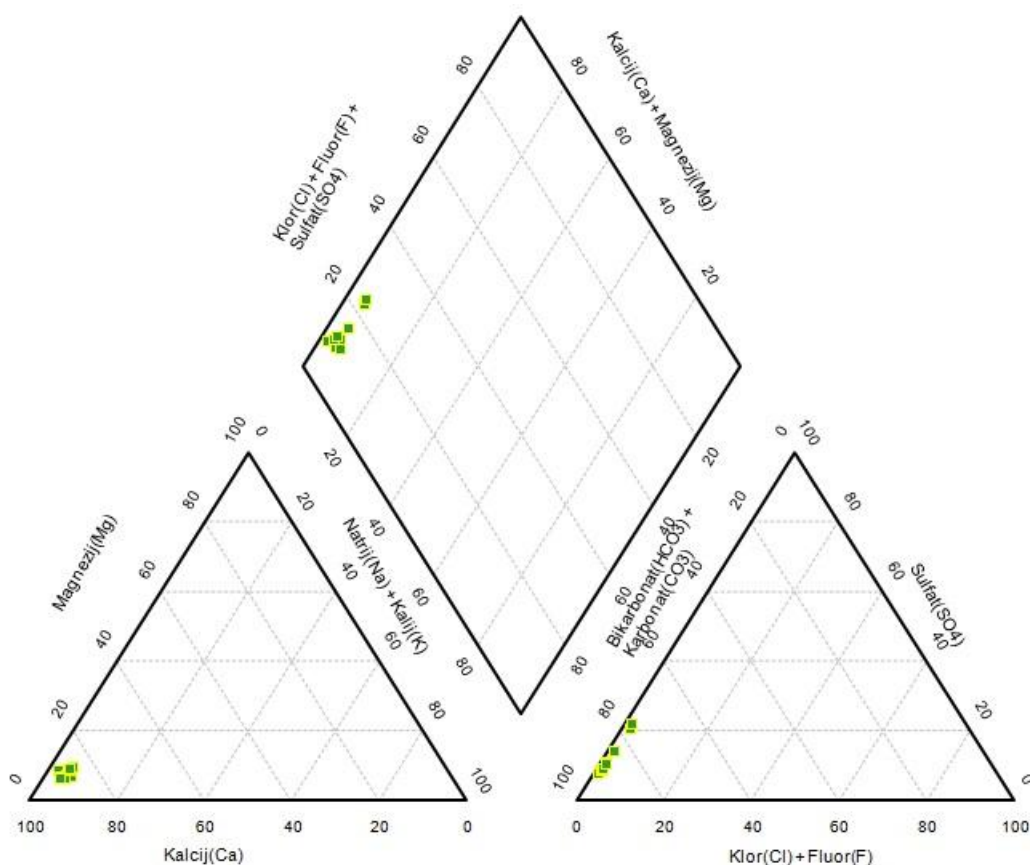
Podzemna voda na izvorištu Stupa (slika 4-32) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

## Izvorište Svinjski jarek 1

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Svinjski jarek 1 su prikazani u tablici 4-31, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-33.

**Tablica 4-31.** Kationi i anioni za izvorište Svinjski jarek 1

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
28.07.2009.	91	5,5	1,6	1	261	0	1,4	17,6	0,1
17.08.2010.	65,2	3,36	3,36	0,812	256,2	0	1,8	19,35	0,0433
26.10.2010.	65,8	3,12	4,4	0,8	271,7	0	2,07	22,5	0,0764
08.06.2011.	55	2,4	2,8	0,82	247	0	2,1	24	0,1
20.12.2011.	65	4,1	3,7	0,92	162	0	2,1	34	0,1
14.06.2012.	71	4,9	3,6	1,5	195	0	1,5	26	0,1
14.11.2012.	70	4,5	3,3	1,4	198	0	1,9	45	0,1
19.06.2013.	83	3,8	2,8	0,87	290	0	2,2	24	0,105
21.11.2013.	71	3,1	2,4	0,91	238	0	2	22	0,1



**Slika 4-33.** Piper dijagram za izvorište Svinjski jarek 1

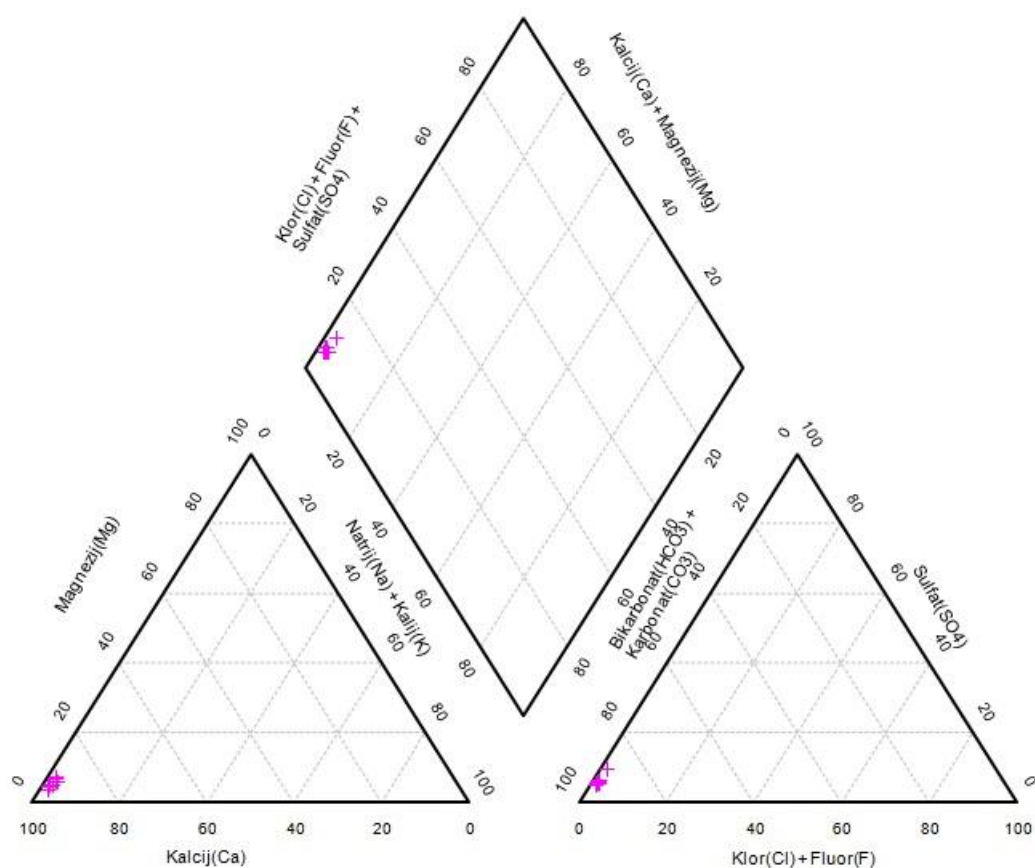
Podzemna voda na izvorištu Svinjski jarek 1 (slika 4-33) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

## Izvorište Svinjski jarek 2

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Svinjski jarek 2 su prikazani u tablici 4-32, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-34.

**Tablica 4-32.** Kationi i anioni za izvorište Svinjski jarek 2

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
12.11.2009.	114	3,7	1,4	0,7	323	0	3,2	15,4	0,12
26.10.2010.	83,67	3,42	2,5	0,726	352	0	2,1	18,8	0,109
08.06.2011.	71	2,4	1,3	0,8	327	0	2	16	0,14
20.12.2011.	81	3,2	2	0,71	241	0	2	21	0,1
14.06.2012.	105	4,8	1,9	1,1	317	0	1,5	15	0,1
14.11.2012.	95	4,7	1,4	1	308	0	1,8	17	0,1
19.06.2013.	106	3,1	1,4	0,51	339	0	2,3	18	0,1
21.11.2013.	96	2,4	1,4	0,71	330	0	2,1	14	0,16



**Slika 4-34.** Piper dijagram za izvorište Svinjski jarek 2

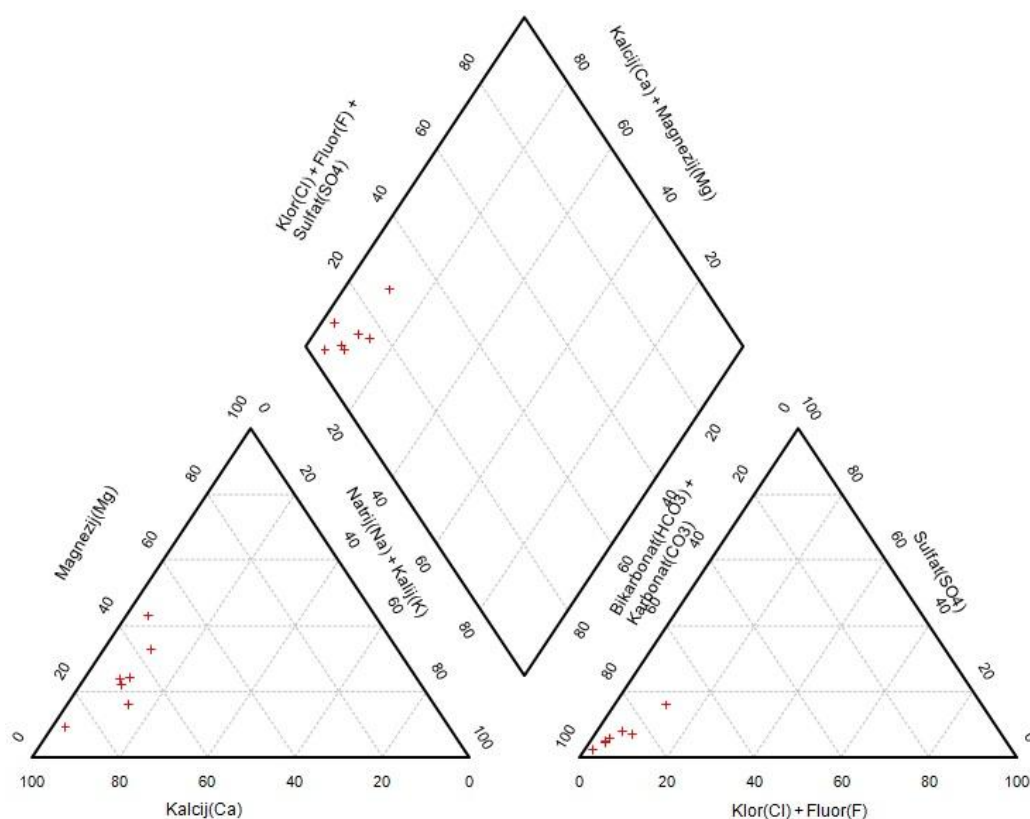
Podzemna voda na izvorištu Svinjski jarek 2 (slika 4-34) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

## Izvorište Bukovje

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Bukovje su prikazani u tablici 4-33, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-35.

**Tablica 4-33.** Kationi i anioni za izvorište Bukovje

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
18.11.2010.	41,7	21	3,5	0,985	268	0	1,7	5,8	0,156
15.03.2011.	98	21	11	3	408,8	0	7,2	18	0,353
14.09.2011.	91	18	12	2,7	397	0	7,1	17	0,303
15.03.2012.	83	12	14	6,5	345	0	19	24	0,132
11.09.2012.	87	31	16	3,6	113	0	9,9	20	0,273
09.04.2013.	110	7,3	3,1	0,71	351	0	7,6	19	0,249
26.09.2013.	100	23	14	4,9	366	0	13	27	0,239



**Slika 4-35.** Piper dijagram za izvorište Bukovje

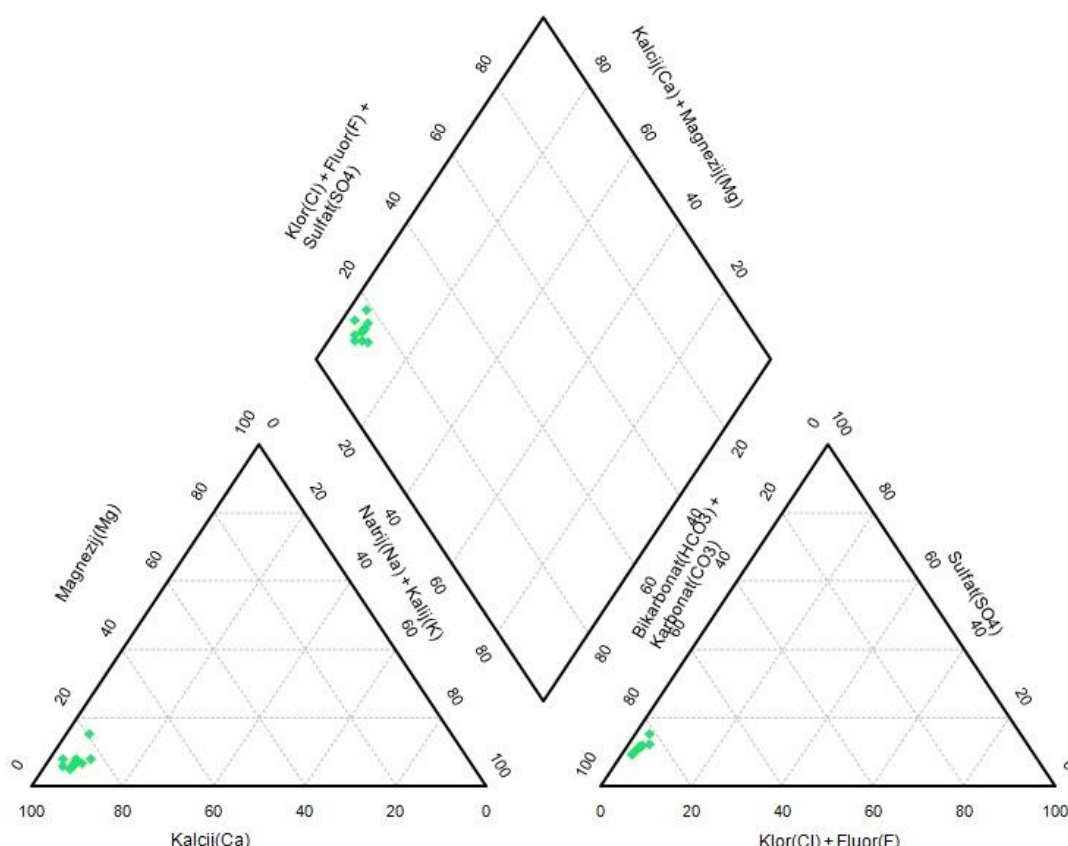
Podzemna voda na izvorištu Bukovje (slika 4-35) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijско hidrogenkarbonatnom) facijesu.

## Izvorište Dobre vode Medvednica

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Dobre vode Medvednica su prikazani u tablici 4-34, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-36.

**Tablica 4-34.** Kationi i anioni za izvorište Dobre vode Medvednica

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
30.06.2009.	32	1,6	2,8	0,28	122	0	1,3	12,1	0,1
21.10.2009.	41	1,5	2,6	0,36	109	0	1,7	12,3	0,1
16.06.2010.	24,6	1,38	0,52	0,396	100,6	0	1,26	11,13	0,1083
22.11.2010.	24,7	1,5	2,62	0,408	100,6	0	1,28	11,03	0,0651
29.08.2011.	35	2	2,2	0,37	140	0	1,3	12	0,1
14.04.2011.	36	1,6	2,3	0,41	110	0	1,3	12	0,1
04.04.2012.	44	1,8	1,7	0,29	92	0	1,5	14	0,1
07.08.2012.	54	6,4	2,9	0,94	131	0	1,3	12	0,1
29.04.2013.	32	1,6	2,1	0,36	92	0	2	11	0,26
08.08.2013.	34	1,5	2,3	0,42	95	0	1,5	11	0,1



**Slika 4-36.** Piper dijagram za izvorište Dobre vode Medvednica

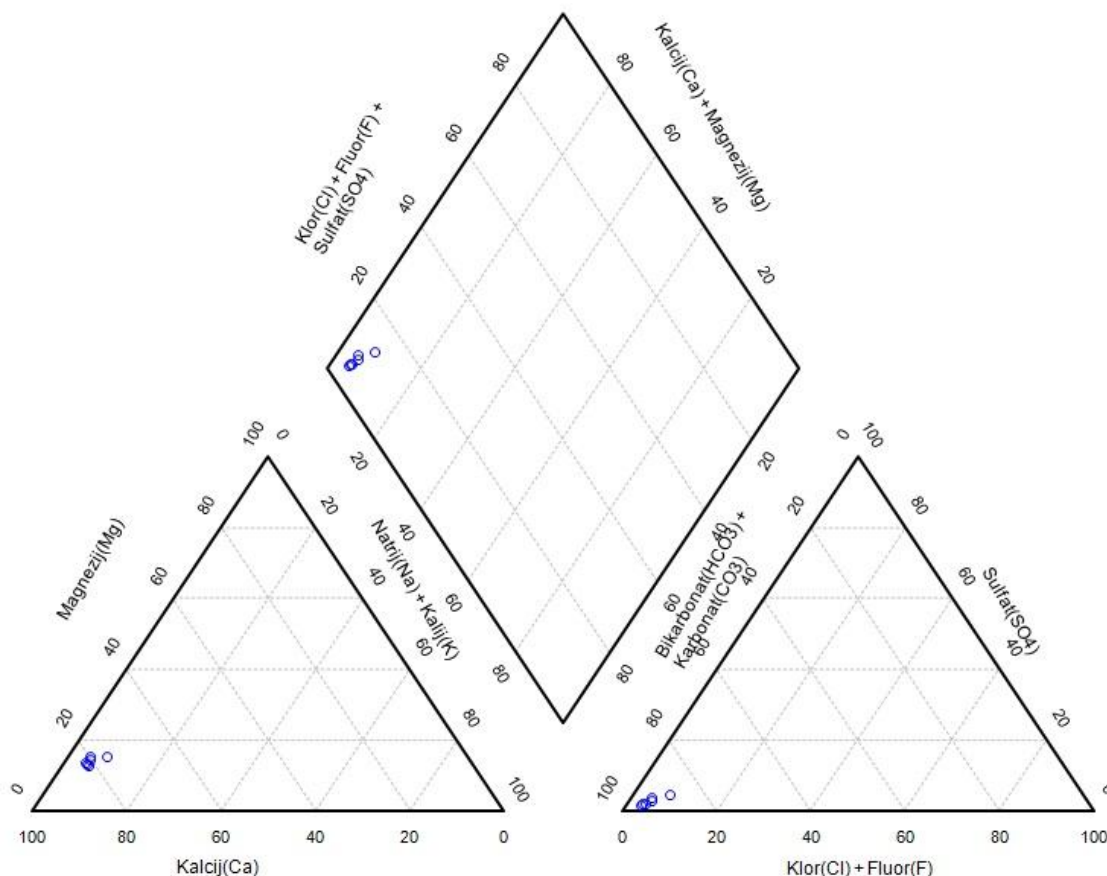
Podzemna voda na izvorištu Dobre vode Medvednica (slika 4-36) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijско hidrogenkarbonatnom facijesu).

### *Izvorište Dobri zdenci*

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Dobri zdenci su prikazani u tablici 4-35, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-37.

**Tablica 4-35.** *Kationi i anioni za izvorište Dobri zdenci*

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
24.09.2012.	114	12	5,2	1,4	372	0	5,8	6,7	0,1
05.12.2012.	95	12	9,3	2,4	342	0	16	16	0,1
09.04.2013.	105	12	5,7	1,4	391	0	9,5	14	0,188
18.06.2013.	99	12	4,8	1,4	357	0	6,1	7,3	0,1
04.09.2013.	99	10	5,2	1,4	366	0	7,1	7,6	0,174
09.12.2013.	100	9,9	6,1	1,4	385	0	9,6	12	0,11



**Slika 4-37.** *Piper dijagram za izvorište Dobri zdenci*

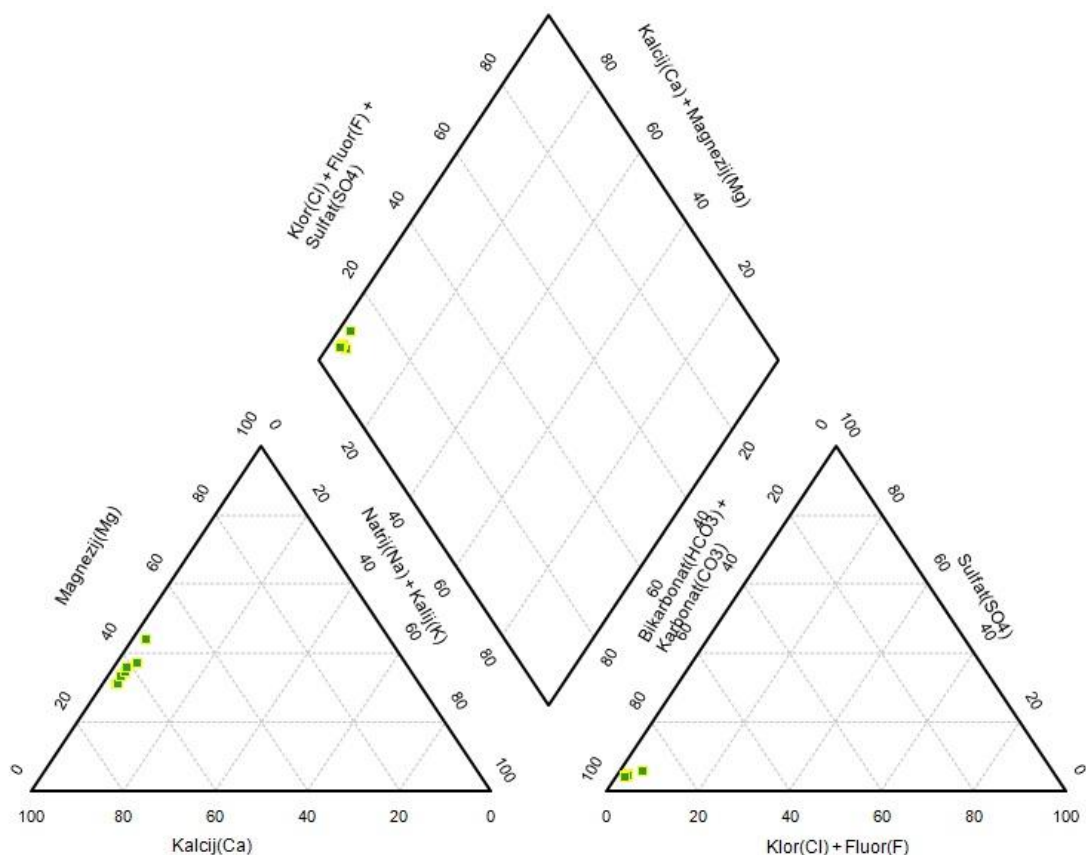
Podzemna voda na izvorištu Dobri zdenci (slika 4-37) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijско hidrogenkarbonatnom facijesu).

## Izvorište Kojzica

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Kojzica su prikazani u tablici 4-36, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-38.

**Tablica 4-36.** Kationi i anioni za izvorište Kojzica

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
18.11.2010.	42	16,65	2,6	0,808	228	0	1,9	10,9	0,149
15.03.2011.	58	17	1,9	0,71	262,4	0	2,1	12	0,225
14.09.2011.	54	16	1,9	0,67	250	0	2,1	12	0,198
15.03.2012.	39	20	1,6	0,67	259	0	1,9	11	0,1
11.09.2012.	62	20	1,9	0,8	73	0	1,9	4,2	0,1
09.04.2013.	55	19	2	0,77	266	0	2,2	12	0,202
26.09.2013.	55	20	1,9	0,75	299	0	2,1	12	0,175



**Slika 4-38.** Piper dijagram za izvorište Kojzica

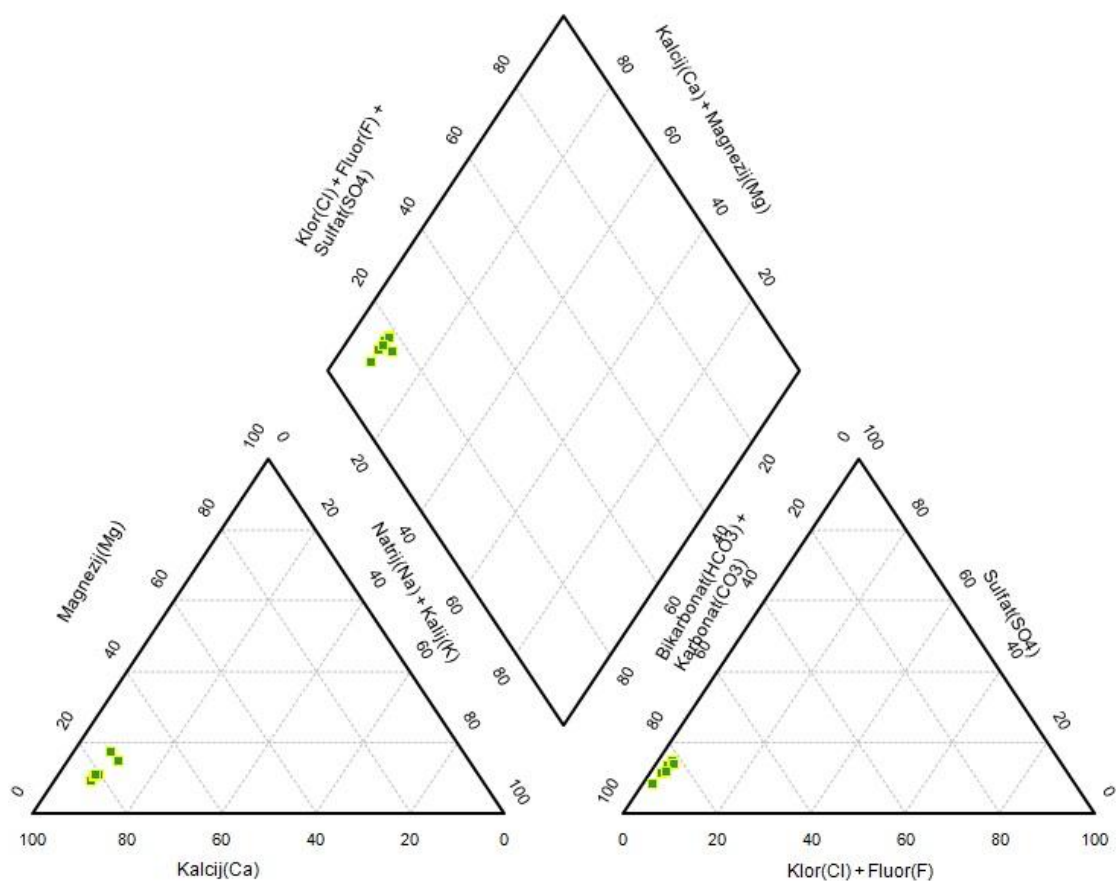
Podzemna voda na izvorištu Kojzica (slika 4-38) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijsko hidrogenkarbonatnom) facijesu.

## Izvorište Kulmerica

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Kulmerica su prikazani u tablici 4-37, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-39.

**Tablica 4-37.** Kationi i anioni za izvorište Kulmerica

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
20.09.2010.	20,23	2,52	3	0,382	95	0	1,15	12,48	0,1249
16.03.2011.	30	2,1	2,8	0,36	97,6	0	1,1	13	0,103
21.09.2011.	24	2	2,4	0,32	82	0	1,2	12	0,1
07.03.2012.	23	3,3	2,4	0,3	183	0	1,5	14	0,1
17.09.2012.	31	2,5	3	0,4	113	0	1,2	12	0,1
20.03.2013.	28	2,4	2,9	0,41	86	0	1,5	12	0,143
10.09.2013.	29	2,4	2,8	0,39	104	0	1,6	12	0,1



**Slika 4-39.** Piper dijagram za izvorište Kulmerica

Podzemna voda na izvorištu Kulmerica (slika 4-39) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

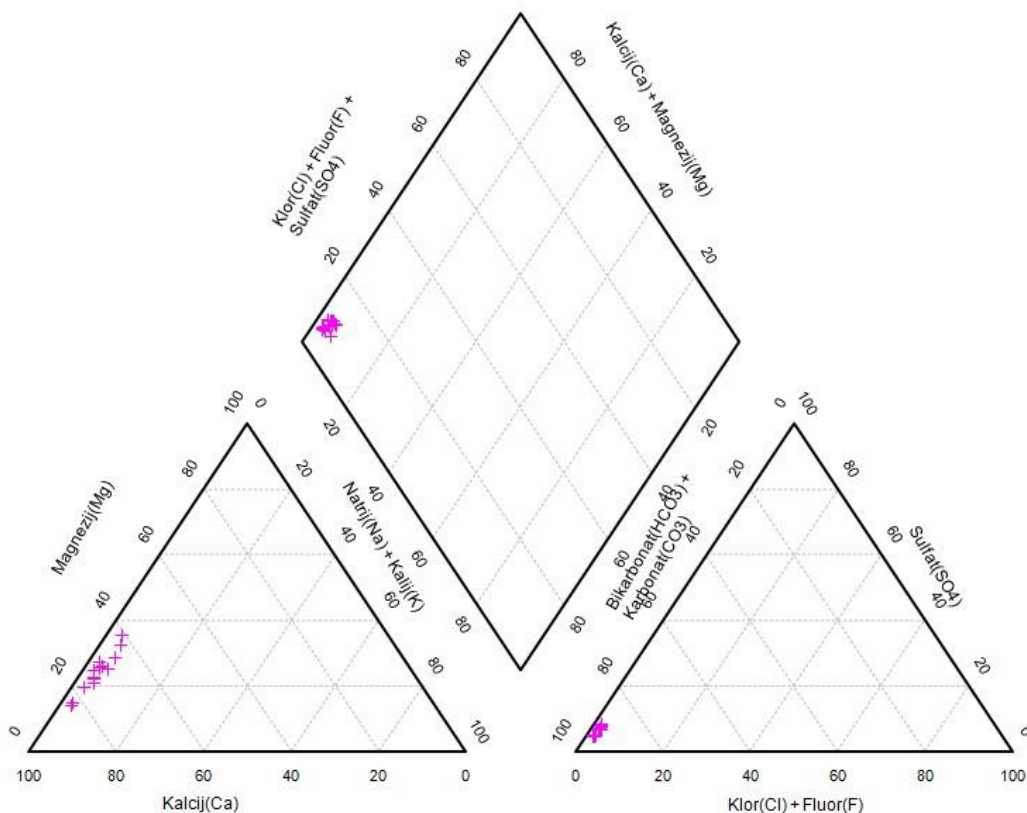


## Izvorište Rudnica

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Rudnica su prikazani u tablici 4-38, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-40.

**Tablica 4-38. Kationi i anioni za izvorište Rudnica**

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
14.5.2010.	38,7	7,4	1,49	0,54	189,1	0	0,89	9,04	0,0765
20.09.2010.	39,3	8,8	3,14	0,523	192,2	0	1,5	9,3	0,0843
14.05.2010.	35,58	9,57	2,8	0,4	192,2	0	1,27	15,23	0,1089
20.09.2010.	34,44	11,1	2,54	0,43	186,1	0	1,48	13,73	0,2101
16.03.2011.	55	5,9	1,4	0,48	195,3	0	1,4	9,4	0,1
21.09.2011.	43	4,9	1,1	0,39	204	0	1,4	8,7	0,1
16.03.2011.	49	9,1	2,3	0,39	183,1	0	1,4	14	0,1
21.09.2011.	37	6,5	2	0,32	204	0	1,5	14	0,1
07.03.2012.	41	9,8	1,2	0,43	146	0	1,5	9,4	0,1
17.09.2012.	56	8,9	1,5	0,58	211	0	1,5	9,5	0,1
07.03.2012.	39	14	2,1	0,4	189	0	1,5	14	0,1
17.09.2012.	52	12	2,6	0,57	223	0	1,6	14	0,1
20.03.2013.	57	12	1,7	0,51	217	0	1,6	14	0,103
10.09.2013.	49	11	2,1	0,44	195	0	1,7	14	0,1



**Slika 4-40. Piper dijagram za izvorište Rudnica**

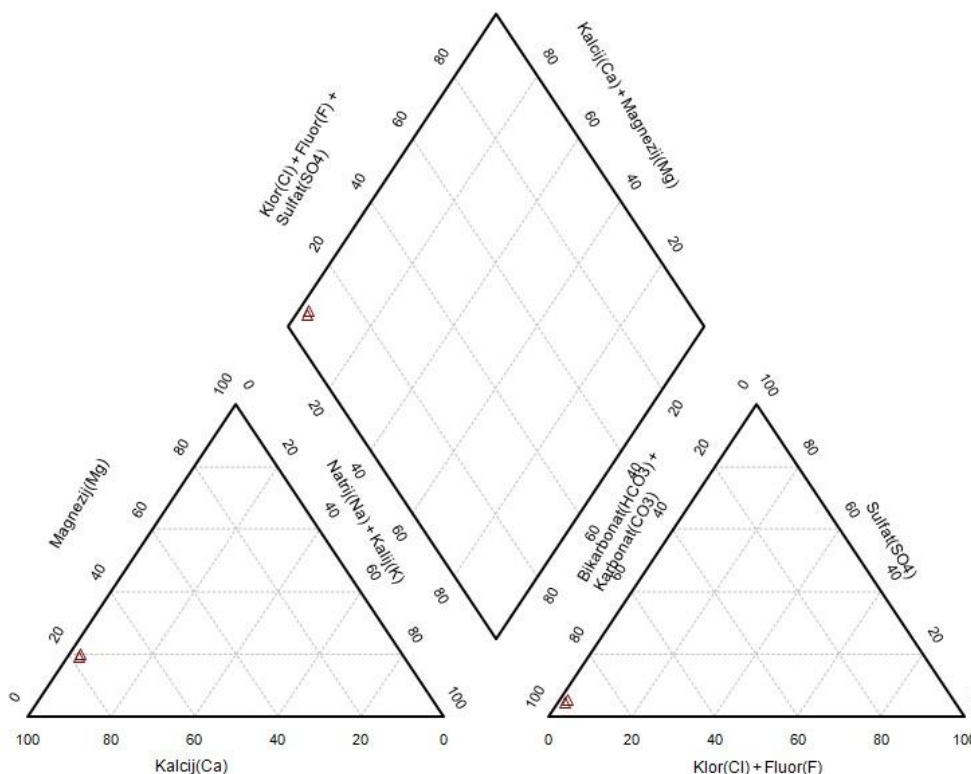
Podzemna voda na izvorištu Rudnica (slika 4-40) pripada CaMg-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko - magnezijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

**Izvorište Rudnica, (Gornja Podgora)**

Brojčani podaci o sadržaju glavnih kationa i aniona u vodi izvorišta Rudnica, (Gornja Podgora) su prikazani u tablici 4-39, a njihov položaj u Piperovom dijagramu na slici 4-41.

**Tablica 4-39. Kationi i anioni za izvorište Rudnica, (Gornja Podgora)**

Datum uzimanja uzoraka	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	HCO <sub>3</sub> (mg/L)	CO <sub>3</sub> (mg/L)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	F (mg/L)
20.03.2013.	51	8,2	1,2	0,49	186	0	1,5	9,1	0,1
10.09.2013.	51	7,7	1,3	0,5	214	0	1,5	9	0,1



**Slika 4-41. Piper dijagram za izvorište Rudnica, (Gornja Podgora)**

Podzemna voda na izvorištu Rudnica, (Gornja Podgora) (slika 4.40) pripada Ca-HCO<sub>3</sub> (kalcijsko hidrogenkarbonatnom facijesu).

## 5. Zaključak

Vodno tijelo *Sliv Sutle i Krapine* je izgrađeno od stijena koje su nastale u razdoblju od gornjeg paleozoika do kvartara.

S obzirom na hidrogeološke značajke vodnim tijelom dominiraju slabopropusne i nepropusne naslage što uz morfološke karakteristike terena uzrokuje površinsko otjecanje i slabu infiltraciju oborina te formiranje brojnih bujičnih vodotoka.

Kao glavni vodonosnici izdvojeni su karbonati srednjeg i gornjeg trijasa te litotamnijiški vapnenci badenske starosti. Svi značajniji izvori na području vodnog tijela su vezani za ove vodonosnike. U propusne naslage ubrojeni su još i aluvijalni nanosi vodotoka kvartarne starosti nešto slabijih hidrogeoloških značajki zbog ograničenog prostiranja i relativno malih debljina. Ostale naslage su slabopropusne do nepropusne.

Podzemne vode na području vodnog tijela pripadaju  $\text{Ca-HCO}_3$  (kalcijsko-hidrogenkarbonatnom),  $\text{CaMg-HCO}_3$  (kalcijsko-magnezijsko-hidrogenkarbonatnom) ili  $\text{MgCa-HCO}_3$  (magnezijsko-kalcijsko-hidrogenkarbonatnom) tipu voda, što je u skladu s njihovom genezom, vezanom za vapnence i dolomite.

## 6. Literatura

- ANIČIĆ, B. i JURIŠA, M. (1983): Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100.000, List Rogatec, L 33-68, Institut za geološka istraživanja Zagreb i Geološki zavod Ljubljana. Savezni geološki zavod Beograd.
- ANIČIĆ, B. i JURIŠA, M. (1985): Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100.000, List Rogatec, L 33-68, Tumač za geološku kartu list Rogatec, Geološki zavod Ljubljana i Institut za geološka istraživanja Zagreb. Savezni geološki zavod Beograd.
- BABIĆ, LJ. i ZUPANIČ, J. (1973): Najmlađa jura i starija donja kreda u Ivanščici. Geol. vjesnik 26, 267-272, Zagreb.
- BASCH, O. (1981): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. List Ivanić Grad, L 33-81, Savezni geološki zavod, Beograd.
- BASCH, O. (1983): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. List Ivanić Grad, L 33-81, Tumač za geološku kartu list Ivanić Grad. Savezni geološki zavod, Beograd.
- EGPV - Evidencija i gospodarenje podzemnim vodama Hrvatske (1988-2000). Projekt Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta i Hrvatskih voda, Zagreb.
- FREEZE, R.A., CHERRY, J.A. (1979): Groundwater. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- HABDIJA ŽIGMAN, V., VARGA, Ž., PTICEK, A., BARBIĆ, I., DRAGOVAN, H., (2015): Obnova državne ceste D 307 na dionici Donja Stubica –Marija Bistrica, duljine 14, 376 km, Elaborat zaštite okoliša u postupku ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš, Zagreb.
- HALLE, R. (2004): Kemizam i obradba vode. Sveučilište u Zagrebu, RGN fakultet, 1-280.
- \*\*\*\*Hrvatske vode (2009): Strategija upravljanja vodama, Zagreb.
- \*\*\*\*Hrvatske vode (2013): Plan upravljanja vodnim područjima za razdoblje 2013. - 2015.
- KOVAČIĆ, MA. (2004): Sedimentologija gornjomiocenskih naslaga jugozapadnog dijela Panonskog bazena.- Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, 203 str., Zagreb.
- KÖPPEN, W. (1918): Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf.

MALBAŠA, N., HRŠAK, S., MARTINOVIĆ, J., PODNAR, D., SELANEC, Č., SUČIĆ, H., ZELIĆ, M., BLAŽIČKO, R., DELIJA, V., DOKMANOVIĆ, G., VEŠLIGAJ, D., (1997.): Program zaštite okoliša Krapinsko-zagorske županije, Zagreb

NAKIĆ, Z., BAČANI, A., PARLOV, J., DUIĆ, Ž., PERKOVIĆ, D., KOVAČ, Z., TUMARA, D., MIJATOVIĆ, I., ŠPOLJARIĆ, D., UGRINA, I., STANEK, D., SLAVINIĆ, P., (2016) „Definiranje trendova i ocjena stanja podzemnih voda na području panonskog dijela Hrvatske“. Studija. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, RGN fakultet, OP 2015/ 24.

ŠIKIĆ, K., BASCH, D. i ŠIMUNIĆ, A. (1972): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. List Zagreb, L 33-80, Savezni geološki zavod, Beograd.

ŠIKIĆ, K., BASCH, D. i ŠIMUNIĆ, A. (1979): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. List Zagreb, L 33-80, Tumač za geološku kartu list Zagreb. Savezni geološki zavod, Beograd.

ŠIMUNIĆ, AN. (1992): Geološki odnosi središnjeg dijela Hrvatskog zagorja. Disertacija, 1-190. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

ŠIMUNIĆ AN., PIKIJA, M., HEČIMOVIĆ, I. i ŠIMUNIĆ AL. (1981): Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100.000, L 33-69. Tumač za geološku kartu list Varaždin. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd.

ŠIMUNIĆ AN., PIKIJA, M., HEČIMOVIĆ, I. (1983): Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100.000, list Varaždin, L 33-69. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd.

Internet stranice:

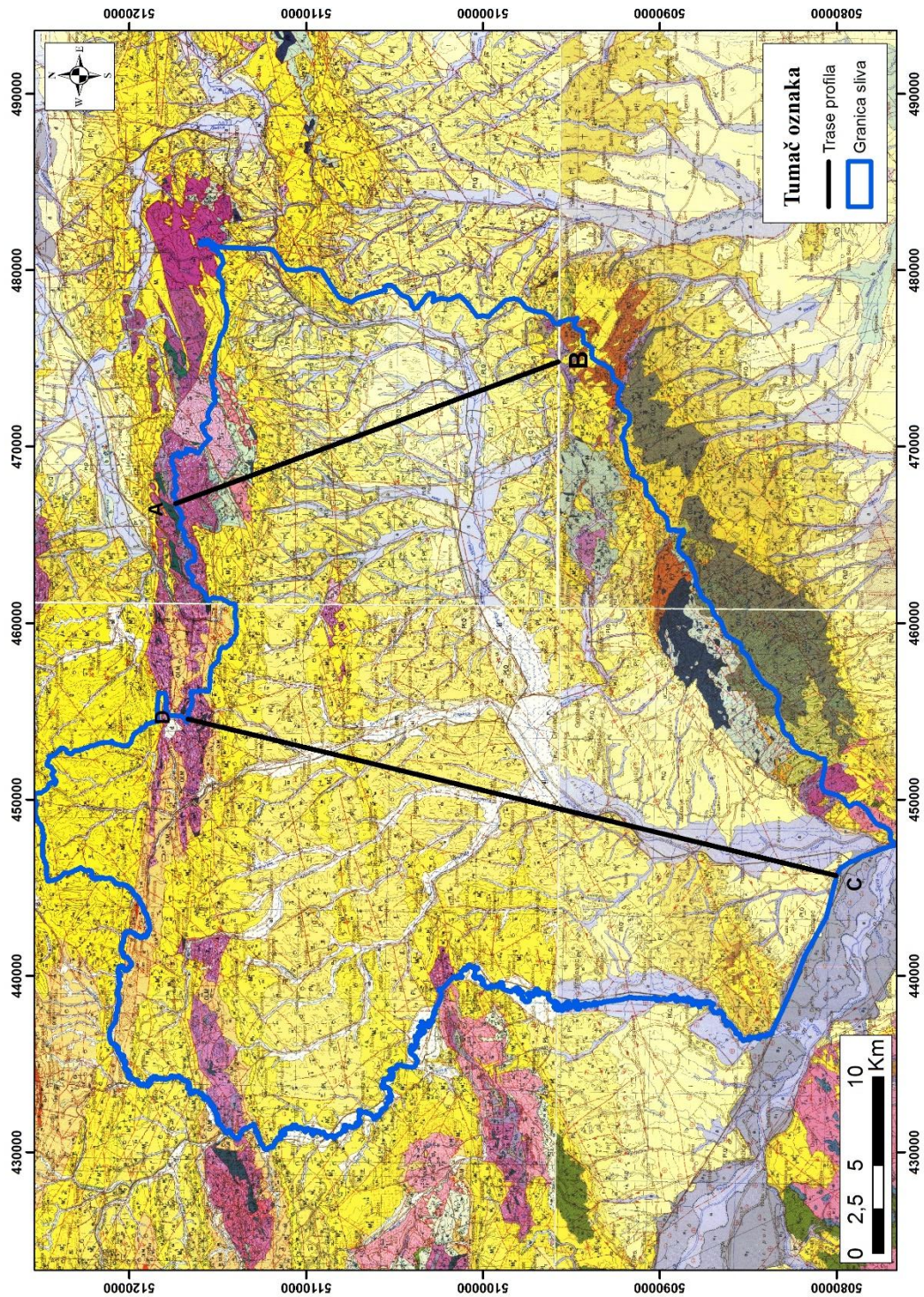
<http://www.kzz.hr/općenito>

[nevada.usgs.gov/tech/excelforhydrology](http://nevada.usgs.gov/tech/excelforhydrology)

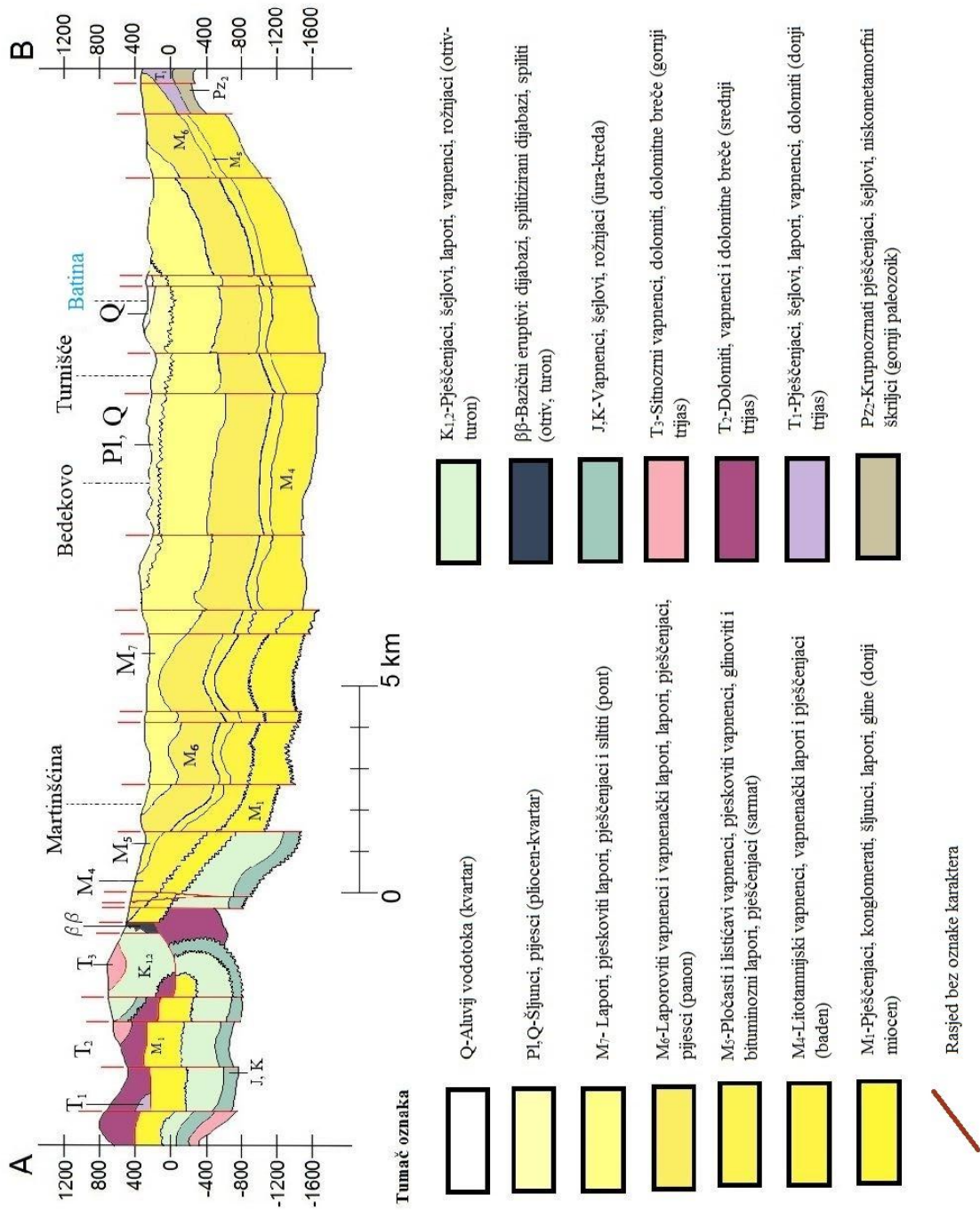
<https://www.google.com/maps/place/Krapinskozagorska+%C5%BEupanija,+Hrvatska/@46.082269,15.8191738,47399m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x4765e92a3633e609:0x300ad50862bb430!8m2!3d46.1013393!4d15.8809693?hl=hr-HR>

## 7. Prilozi

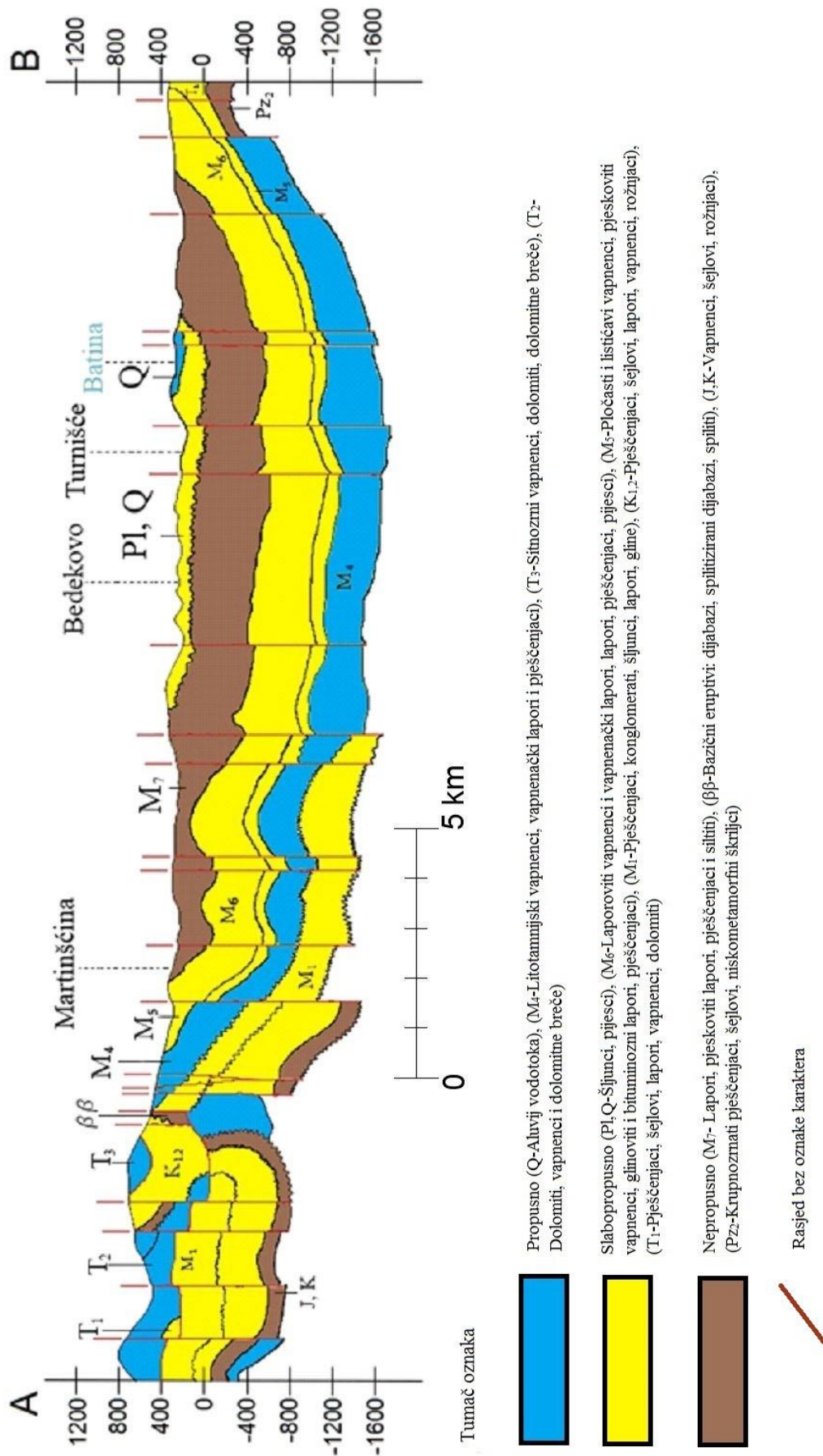
Prilog 1. Karta s trasama profila



## Prilog 2. Geološki profil A-B



Prilog 3. Hidrogeološki profil A-B



Propusno (Q-Ahuvij vodotoka), (M<sub>4</sub>-Litotamijski vapnenci, vapnenački lapori i pješčenjaci), (T<sub>3</sub>-Sifnozmi vapnenci, dolomiti, dolomitne breče), (T<sub>2</sub>-Dolomiti, vapnenci i dolomitne breče)

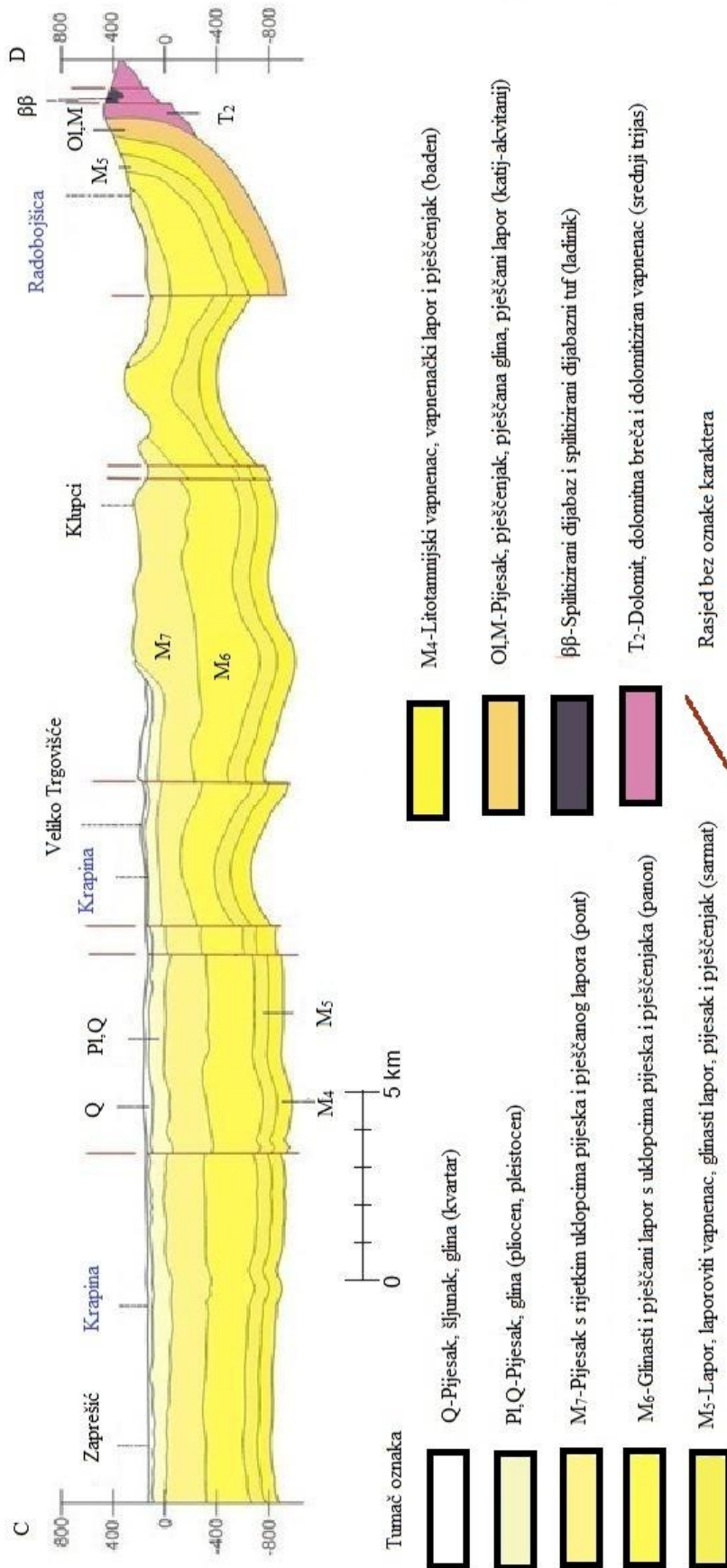
Slabopropusno (Pl, Q-Šljunci, pijesci), (M<sub>6</sub>-Laporoviti vapnenci i vapnenački lapori, lapori, pješčenjaci, pijesci), (M<sub>5</sub>-Pločasti i lističavi vapnenci, pjeskoviti vapnenci, glinoviti i bitumnozmi lapori, pješčenjaci), (M<sub>1</sub>-Pješčenjaci, konglomerati, šljunci, lapori, gline), (K<sub>1,2</sub>-Pješčenjaci, šejlovi, lapori, vapnenci, rožnjaci), (T<sub>1</sub>-Pješčenjaci, šejlovi, lapori, vapnenci, dolomiti)

Nepropusno (M<sub>7</sub>- Lapori, pjeskoviti lapori, pješčenjaci i siltiti), (ββ-Bazični eruptivni dijabazi, spilitizirani dijabazi, spiliti), (J, K-Vapnenci, šejlovi, rožnjaci), (Pz<sub>2</sub>-Krupnozmatni pješčenjaci, šejlovi, niskometamorfni škriljci)

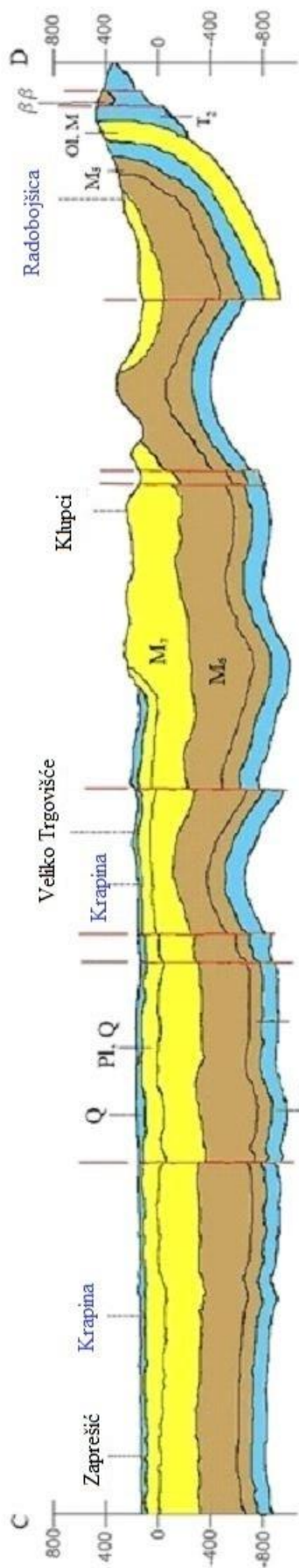
Rasjed bez oznake karaktera







**Prilog 4. Geološki profil C-D**



Prilog 5. Hidrogeološki profil C-D



Tumač oznaka

-  Propusno (Q-Pijesak, šljunak, gлина), (M<sub>4</sub>-Litotamijski vapnenac, vapnenački lapor i pjesčenjak), (T<sub>2</sub>-Dolomit, dolomitna breča i dolomitiziran vapnenac)
-  Slabopropusno (Pl, Q-Pijesak, gлина), (M<sub>7</sub>-Pijesak s rijetkim uklopcima pijeska i pjesčanog lapora), (Ol<sub>1</sub>M-Pijesak, pjesčenjak, pjesčana gлина, pjesčani lapor)
-  Nepropusno (M<sub>6</sub>-Glinasti i pjesčani lapor s uklopcima pijeska i pjesčenjaka), (M<sub>5</sub>-Lapor, laporoviti vapnenac, glinasti lapor, pijesak i pjesčenjak), (ββ-Spilizirani djjabaz i spilizirani djjabazni tuf)
-  Rasjed bez oznake karaktera