

# Geološka i hidrogeološka istraživanja u području Divičana nedaleko od Jajca (BiH)

---

Crnoja, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2020

*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:169:305346>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-25**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij geološkog inženjerstva

GEOLOŠKA I HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA U PODRUČJU DIVIČANA  
NEDALEKO OD JAJCA (BiH)

Diplomski rad

Ana Crnoja

GI 379

Zagreb, 2020.

Rudarsko-geološko-naftni fakultet

GEOLOŠKA I HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA U PODRUČJU DIVIČANA KOD JAJCA (BIH)

ANA CRNOJA

Završni rad je izrađen: Sveučilište u Zagrebu

Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo

Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Pogoni za preradu arhitektonsko-građevnog kamena gospodarskog društva „BX-kamen d.o.o“ imaju velike potrebe za tehnološkom vodom. U tu svrhu u području Divičana kod Jajca provedena su geološka i hidrogeološka istraživanja. Površinu terena dominantno izgrađuju miocenske stijene, a u njihovoj podini nalaze se kredne klastično-karbonatne naslage i vapnenci. Prethodno provedenim geofizičkim istraživanjima i izvedbom strukturno-piezometarske bušotine B1 Ekonomija Jajce, na temelju iskustva utvrđeno je da šljunkovite i pjeskovite leće u neogenskim klastitima sadrže određene količine vode te je navedene intervale potrebno detaljnije istražiti. U ovom diplomskom radu određena je najpovoljnija lokacija za izvedbu zdenca i dan je prijedlog metode bušenja i način konstrukcije zdenca te prijedlog izvođenja pokusnog crpljenja.

Ključne riječi: pjeskovito-šljunkoviti vodonosnik, zdenac, pokusno crpljenje, Jajce (BIH)

Završni rad sadrži: 25 stranica, 15 slika, 1 tablicu, 8 literaturnih navoda

Jezik izvornika: Hrvatski

Završni rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta,

Pierottijeva 6 Zagreb

Mentor: izv. prof. dr. sc. Željko Duić

Komentor/neposredni voditelj: dr. sc. Ivica Pavičić, asistent

Ocjenjivači: 1. izv. prof. dr. sc. Željko Duić

2. prof. dr. sc. Davor Pavelić

3. izv. prof. dr. sc. Ivo Galić

Datum obrane: 23. rujna 2020.

Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Faculty of Mining, Geology and Petroleum engineering

GEOLOGICAL AND HIDROGEOLOGICAL RESEARCH AT THE AREA OF DIVIČANI NEAR JAJCE  
(BIH)

ANA CRNOJA

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

Plants for processing architectural and building stone of the company „BX-kamen d.o.o“ have big needs for technological water. For that purpose geological and hidrogeological research were conducted at the area of Divičani near Jajce (BiH). The surface of the terrain is predominantly consisted of Miocene rocks and beneath them there are Cretaceous clastic-carbonate deposits and limestones. Previous geophysical research and construction of structural-piesometric drillhole „B1 Ekonomija Jajce“ have showed that gravel and sand lenses of neogene deposits contain sufficient amounts of water that will please the needs of the company for technological water. This master's thesis determines the best location for the well and it proposes drilling methods, the way the well needs to be constructed and also the way to conduct test pumping.

Key words, clastic aquifer, water well, test pumping, Jajce (BiH)

Thesis contains: 25 pages, 15 figures, 1 table, 8 references

Original in: Croatian

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

Supervisor: PhD Željko Duić, Assistant Professor

Immediate supervisor: PhD Ivica Pavičić, Assistant Professor

Reviewers: 1. PhD Željko Duić, Assistant Professor

2. PhD Davor Pavelić, Full Professor

3. PhD Ivo Galić, Associate Professor

Date of defense: September 23, 2020.

Faculty of Mining, Geology and Petroleum engineering, University of Zagreb

## **SADRŽAJ:**

1	UVOD.....	1
2	OPIS ISTRAŽIVANOG PODRUČJA .....	2
	<b>2.1 Geografski položaj istraživnog područja .....</b>	<b>2</b>
	<b>2.2 Geološka građa i hidrogeološke značajke istraživnog područja .....</b>	<b>2</b>
	2.2.1 Alb – cenoman (K <sub>1,2</sub> ).....	3
	2.2.2 Konijak, santon, kampan, mastriht (K <sub>23 – 6</sub> ) .....	4
	2.2.3 Miocen (M) .....	4
	<b>2.3 Prethodni istraživački radovi.....</b>	<b>8</b>
	2.3.1 Geofizički istraživački radovi.....	8
	2.3.2 Istražno piezometarska bušotina B-1 Ekonomija Jajce.....	10
3	TEORETSKE OSNOVE I METODE ISTRAŽIVANJA .....	13
4	PRIJEDLOG NAČINA IZVEDBE ZDENCA .....	17
	<b>4.1 Određivanje metode bušenja .....</b>	<b>19</b>
	<b>4.2 Konstrukcija zdenca .....</b>	<b>19</b>
	<b>4.3 Šljunčani zasip .....</b>	<b>19</b>
	<b>4.4 Osvajanje i čišćenje zdenca .....</b>	<b>20</b>
5	REZULTATI.....	22
6	ZAKLJUČAK .....	24
7	LITERATURA.....	25

## ***POPIS SLIKA:***

<b>Slika 1.1</b> Prikaz geografskog položaja područja istraživanja .....	2
<b>Slika 2.1</b> Pregledna geološka karta i geološki profil šireg područja istraživanja (M 1:100 000) (Marinković i Ahac, 1979.).....	6
<b>Slika 2.2</b> Stratigrafski stup područja Crvenih Stijena a odnosi prikazani na tome stupu vrijede i u istraživanom području (Dragičević et al., 2015).....	7
<b>Slika 2.3</b> Položajna karta magnetotelurskih profila.....	9
<b>Slika 2.4</b> Prikaz rezultata magnetotelurskih mjerenja.....	9
<b>Slika 2.5</b> Litologija jezgre istražno piezometarske bušotine B1 Ekonomija Jajce.....	10
<b>Slika 2.6</b> Tehnički prikaz presjeka bušotine B-1 Ekonomija Jajce. ....	11
<b>Slika 2.7</b> Jedan dio fotografija jezgre bušotine B1.....	12
<b>Slika 3.1</b> Prikaz lokacija izvora utvrđenih terenskim rekognosciranjem (između izvora označenih s tri i četiri nalazi se uže područje istraživanja) .....	14
<b>Slika 3.2</b> Izvori u širem području istraživanja. ....	15
<b>Slika 3.3</b> Geološki profil istraživanog područja. ....	16
<b>Slika 3.4</b> Prognozni geološki stup istraživanog područja. ....	16
<b>Slika 4.1</b> Geološka karta, geološki profil i potencijalna lokacija bušotine (prema Dragičević, 1981; Papeš, 1984. i Dragičević et al, 2019 .....	18
<b>Slika 4.2</b> Granulometrijski sastav klastičnog potencijalnog vodonosnika.....	20
<b>Slika 5.1</b> Prognozni profil zdenca.....	23

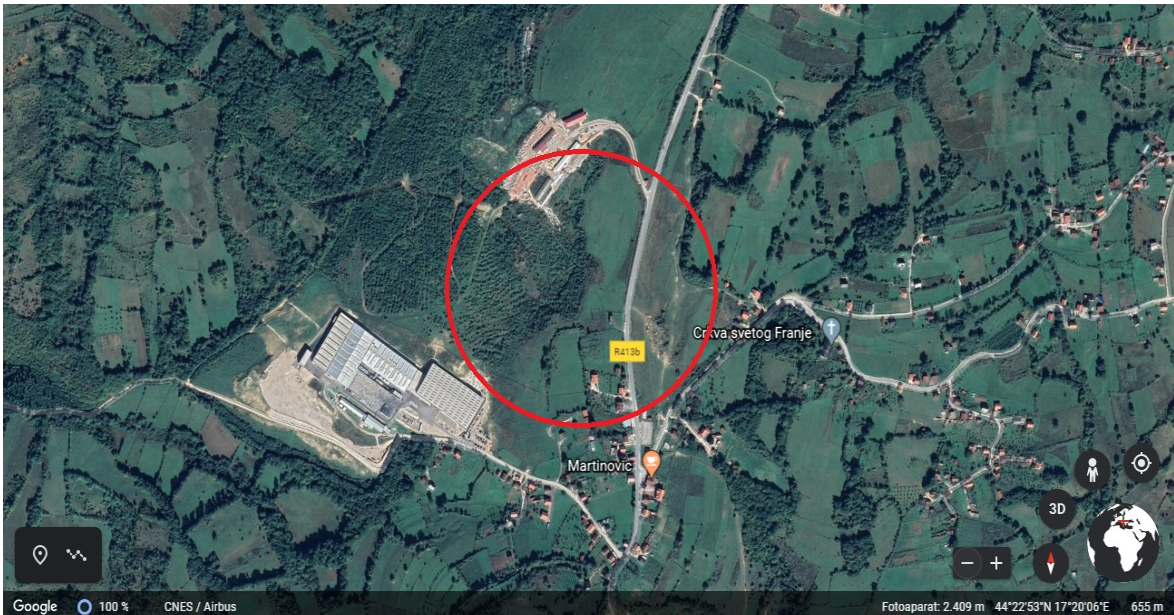
## ***POPIS TABLICA:***

<b>Tablica 3.1</b> Koordinate kartiranih izvora.....	13
--	----

# 1 UVOD

Različiti gospodarski subjekti te proizvodni ili prerađivački pogoni imaju veliku potrebu bilo za pitkom ili tehnološkom vodom pa je stoga najpovoljniji način za njeno pridobivanje upravo crpljenje podzemne vode putem vlastitih zdenaca. U širem području Jajca smješteno je nekoliko značajnih gospodarskih subjekata, a među kojima se najviše ističu Rudnici boksita Jajce, Komotin d.o.o., Jajce Alloy Wheels, Metaling d.o.o, B.S.I Jajce te mnogi drugi. Rudnici boksita Jajce kao osnivači društva „BX Kamen d.o.o.“ započeli su sa eksploatacijom arhitektonsko – građevnog kamena te intenzivno ulažu u pogone za preradu koji se nalaze u mjestu Divičani nedaleko od Jajca (slika 1.1). Takav pogon za svoj rad mora koristiti određene količine tehnološke vode, a najekonomičniji način za njeno pridobivanje bio bi upravo crpljenje podzemne vode iz vlastitih zdenaca. U ovom diplomskom radu opisana su preliminarna geološka i hidrogeološka istraživanja provedena u užem području pogona za preradu. Cilj je bio definirati vodonosnike i njihove dubine zalijeganja, odrediti metode bušenja zdenca te način njegove izvedbe s obzirom na dane uvjete u području istraživanja. Geološkim istraživanjem na površini terena utvrđene su stijene neogenske starosti koje čine lapori, siltiti, pješčenjaci i konglomerati koji transgresivno naliježu na starije stijene u podini. Te stijene se u hidrogeologiji označavaju kao slabo propusne do nepropusne. U podlozi neogenskih naslaga nalaze se vodonosnici predstavljeni razlomljenim debelo uslojenim vapnencima gornje i donje krede te serijom tektonski razlomljenog fliša.

U ovom diplomskom radu na temelju već postojeće dokumentacije i terenskog rekognosciranja načinjeni su geološka karta i prognozni geološki profil istraživanog područja, određena je najpovoljnija lokacija za bušenje zdenca, predložen je način izvedbe i konstrukcije zdenca.



Slika 1.1 Prikaz geografskog položaja područja istraživanja

## 2 OPIS ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

### 2.1 Geografski položaj istraživanog područja

Istraživano područje nalazi se na jugozapadnoj padini planine Ranča na cesti koja vodi od Jajca prema Bešpelju. Udaljeno je svega 10-ak km od vrlo važnih prometnica Sarajevo – Banja Luka te Jajce – Bihać što ga čini vrlo dobro prometno povezanim s ostatkom šireg područja. Rijeke Vrbas i Ugar teku rubnim dijelovima terena i tako čine zapadnu i sjevernoistočnu granicu.

Od većih naselja (uglavnom sela) koja se nalaze u blizini područja možemo spomenuti: Podmilačje, Kuprešani, Podlipci, Doribaba, Bistrica, Poljane i Bešpelj. Većina stanovništva je raseljena tijekom posljednjeg rata, a malobrojni koji su ostali su zaposleni u postojećim gospodarskim objektima ili se bave stočarstvom i poljoprivredom.

### 2.2 Geološka građa i hidrogeološke značajke istraživanog područja

Jajce i njegovo šire područje u povijesti su bili predmet brojnih geoloških istraživačkih radova zbog pojava ležišta mineralnih sirovina, osobito boksita. Izradom Osnovne geološke karte SFRJ 1 : 100 000, list Jajce (Marinković i Ahac, 1975) te tumača za istu kartu (Marinković i Đorđević, 1975) (slika 2.1) riješeni su stratigrafski i tektonski odnosi na ovom



području i utvrđeno je da je stratigrafski raspon naslaga od donje krede do kvartara. Uglavnom prevladaju gornjo i donjokredne naslage, te miocenske naslage, dok je kvartar rijetko zastupljen, a tektonski odnosi su zamršeni. Dakle mogu se izdvojiti 3 geološke i geomorfološke cjeline:

- Dijelovi terena izgrađeni od donjokrednih i cenomanskih vapnenaca,
- Dijelovi terena izgrađeni od gornjokrednih klastita i
- Dijelovi terena izgrađeni od neogenskih klastita

Stijene prve cjeline su ujedno i najstarije stijene, a najmlađe su sipari i aluvijalne naslage koje zauzimaju relativno malo područje pa stoga nisu posebno izdvajane. Gornjo i donjokredne naslage su pretežito razlomljeni i okršeni vapnenci u kojima prevladava sekundarna poroznost pa su zbog toga vrlo vodopropusni.

Ove stijene su na osnovi brojnih nalaza foraminifera i algi te na osnovi superpozicijskih odnosa na terenu izdvojeni u nekoliko kronostratigrafskih članova (Marinković i Ahac, 1979; Dragičević, 1981.; Dragičević, 1987.; Dragičević i Velić, 2006; Dragičević et al., 2015; Dragičević et al., 2019):

- Valendis – barem (  $K_1^{1-3}$  )
- Barem – apt (  $K_1^{3-5}$  )
- Alb – cenoman (  $K_{1,2}$  )
- Senon (konijak, santon, kampan, mastriht) (  $K_2^{3-6}$  )

Najznačajniji članovi su barem – apt-ske starosti i senonske starosti jer predstavljaju potencijalne vodonosnike. U nastavku će biti detaljnije opisani (slika 2.2).

### 2.2.1 Alb – cenoman ( $K_{1,2}$ )

Ove naslage sastoje se od različitih tipova plitkovodnih vapnenaca bijele, ružičaste do svijetlosive boje, a podređeno se javljaju i slojevi dolomita . Nalaze se na dijelovima terena u kojima čine neposrednu podinu ležištima boksita. Ovaj stratigrafski član odlikuje se dobrom uslojenošću te mu ukupna debljina iznosi oko 500 metara. Debljina slojeva kreće se u rasponu 5 centimetara do jednog metra. Starost je određena na temelju brojnih nalaza algi, foraminifera i rudista.

Budući da je riječ o vapnencima znači da prevladava sekundarna, dominantno pukotinska poroznost koja omogućuje oborinskoj vodi da se lako infiltrira kroz vertikalne i subvertikalne rasjede i pukotine te drenira u podzemlje. Cirkuliranjem vode kroz sustave podzemnih kanala i pukotina dolazi do mehaničkog i kemijskog trošenja i na taj način se proširuje porni prostor i povećava poroznost.

### 2.2.2 *Konijak, santon, kampan, mastriht ( $K_2^{3-6}$ )*

Najvećim dijelom riječ je o karbonatnim klastitima poznatijima pod nazivom fliš (slika 2.2). Stratigrafski član odlikuje se velikom raznovrsnošću facijesa od kojih se mogu istaknuti vapnenačke breče, lapori, kalkareniti, konglomerati te glinoviti mikriti.

Karakteristika ovih litotipova je brza vertikalna i horizontala izmjena. Donji dio spomenutog stratigrafskog člana čine krupnozrnati litotipovi koji su transgresivni i diskordantni na naslage starosti alb – cenoman.

Litofacijesi s turbiditnim obilježjima i velikim brojem kako eksternih tako i internih tekstura koje priliče turbiditima, čine gornji dio ovog stratigrafskog člana. Starost je potvrđena na temelju fosilnih ostataka rudista (najčešće u fragmentima), globotrunkana i globigerina. Naslage su intenzivno borane i rasjedane, a debljina im iznosi 150 – 200 metara koja zbog zamršenih tektonskih odnosa može biti i dvostruko veća.

Kompaktne i debelo uslojene flišne naslage su u pravilu slabopropusne. Na području istraživanja ove naslage bile su podvrgnute dugotrajnim kompresijskim naprezanjima zbog čega je došlo do boranja i rasjedanja te formiranja brojnih kanala pukotina i razlomljenih zona. I u ovim naslagama moguće su značajnije količine podzemne vode jer su tektonski intenzivno razlomljene te se nalaze na kontaktu s dobro propusnim vapnencima.

### 2.2.3 *Miocen (M)*

Ove naslage transgresivno leže na raznim starijim stijenama. Predstavljene su konglomeratima, glinama, pješčenjacima i laporima, a ponegdje se mogu javiti i proslojci ugljena. Debljina naslaga varira između 200 i 300 metara, a mogu se podijeliti na 3 superpozicijska paketa:

Prvi i najstariji paket čine debelo i dobro uslojeni konglomerati unutar kojih leže ulošci slabo vezanih pješčenjaka žute boje. Transgresivni su i diskordantni na kredne sedimente. Dominante su vapnenačke valutice, a rjeđe se javljaju rožnjaci, kalkareniti, kvarc i lapor.

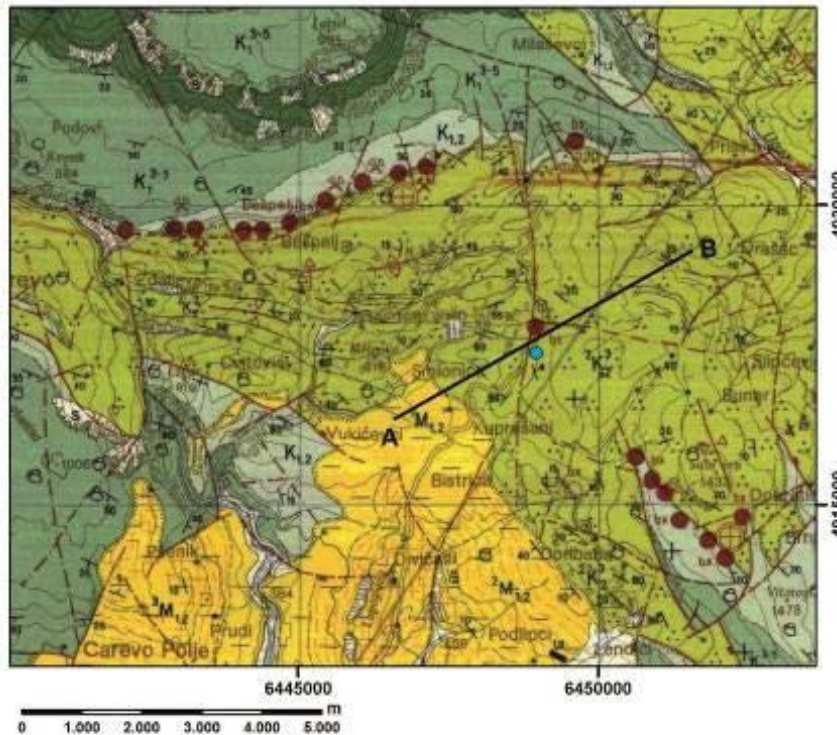
Drugi paket čine tanko pločasti i tanko slojeviti lapori i gline s rijetkim i tankim ulošcima slabo vezanih pješčenjaka. Unutar ovog paketa javljaju se i slojevi ugljena (istočno od sela Podlipci i u području Divičana). Debljina slojeva ugljena varira 0,5 – 2,0 m. (Dragičević i dr., 2016).

Sedrasti vapnenci čine treći superpozicijski paket. Boja im je smeđa do žućkasta a debljina im iznosi 50 – 60 m.

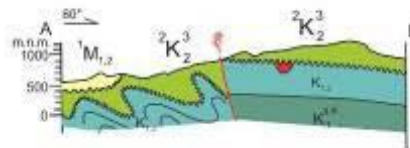
Neogenske naslage potencijalno mogu sadržavati podzemnu vodu u pješčanim ili šljunkovitim lećama, no količina podzemne vode i mogućnost prihranjivanja je upitna i mora se detaljnije istražiti. Zbog toga ih ne možemo smatrati vodonosnicima.

Kvartarne naslage koje se nalaze na terenu su vrlo rijetko zastupljene i neznatne debljine pa neće biti detaljnije opisane.

**GEOLOŠKA KARTA ŠIREG PODRUČJA CRVENE STIJENE**  
**1: 100 000**  
 (OGK, list Jajce, Marinković i Ahac, 1979.)



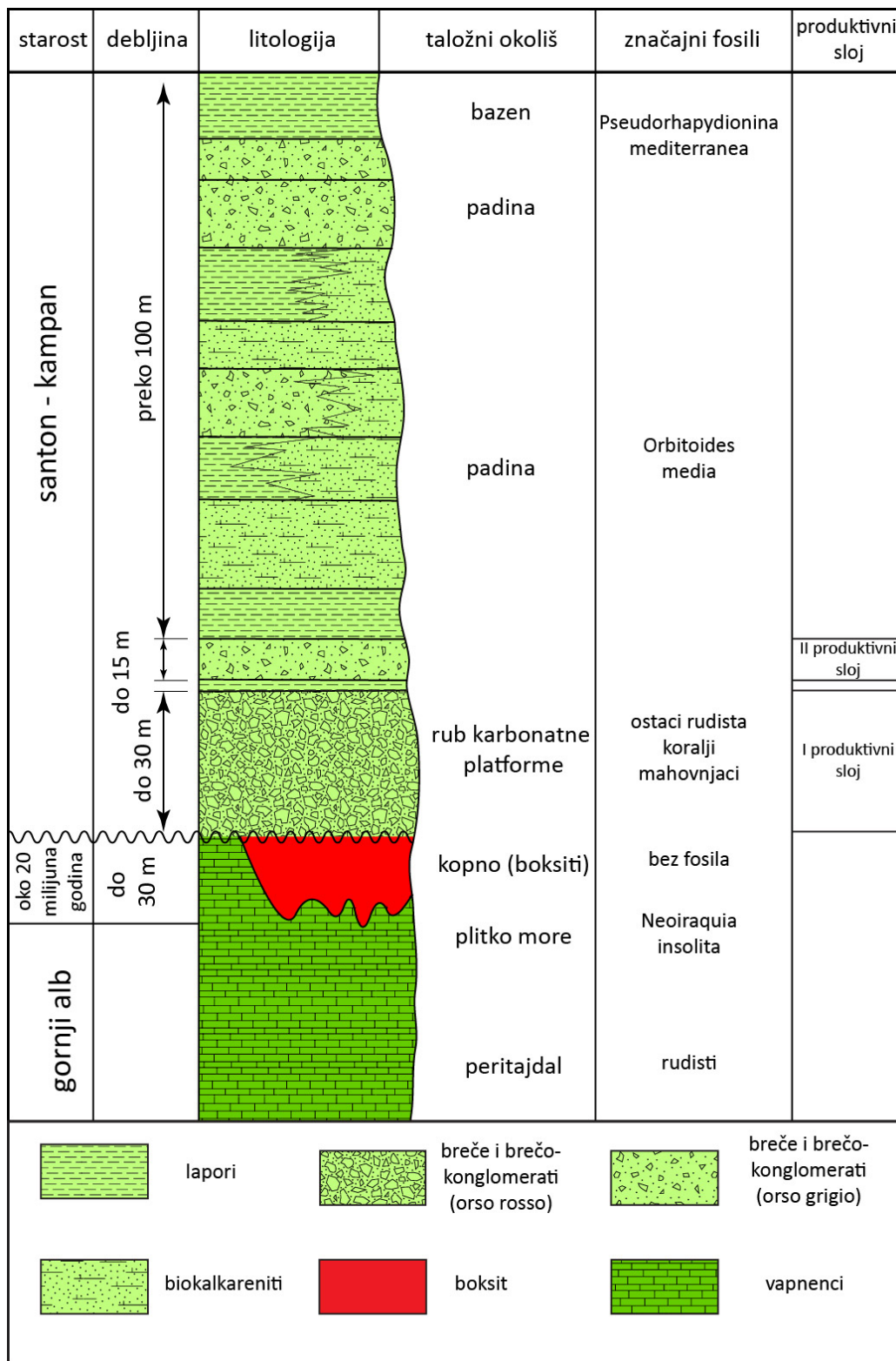
**GEOLOŠKI PROFILA A-B**  
 1: 100 000



**LEGENDA:**

	stari		os antikinale i sinklinale, uspravne ili kose
	vapnenci (sedra)		os antikinale i sinklinale, prevrnute ili pogle
	lapori i gline s ugljenom		rasjedi bez oznake karaktera: utvrđe, pokriven, pretpostavlje, fotogeološki utvrđen
	konglomerati		relativno spuštenu blok
	flis, konglomerati, kalkareniti		čelo navlake
	uslojeni do blokoviti vapnenci		mikroflora, mikrofauna
	vapnenci sa salpingoporellama i orbitolinama		ležište i pojava boksita
	vapnenci i dolomiti		Duboke bušotine: grupa 20-50 kom.
	normalna granica: utvrđena, pokrivena		jamski rad, aktivan
	tektonsko-erozijska granica: utvrđena, pokrivena		trasa geološkog profila
	elementi položaja sloja: nagnut, prebačen, vodoravan		lokacija istražnog prostora 'Crvene Stijene'

**Slika 2.1** Pregledna geološka karta i geološki profil šireg područja istraživanja (M 1:100 000) (Marinković i Ahac, 1979.).



Slika 2.2 Stratigrafski stup područja Crvenih Stijena a odnosi prikazani na tome stupu vrijede i u istraživanom području (Dragičević et al., 2015).

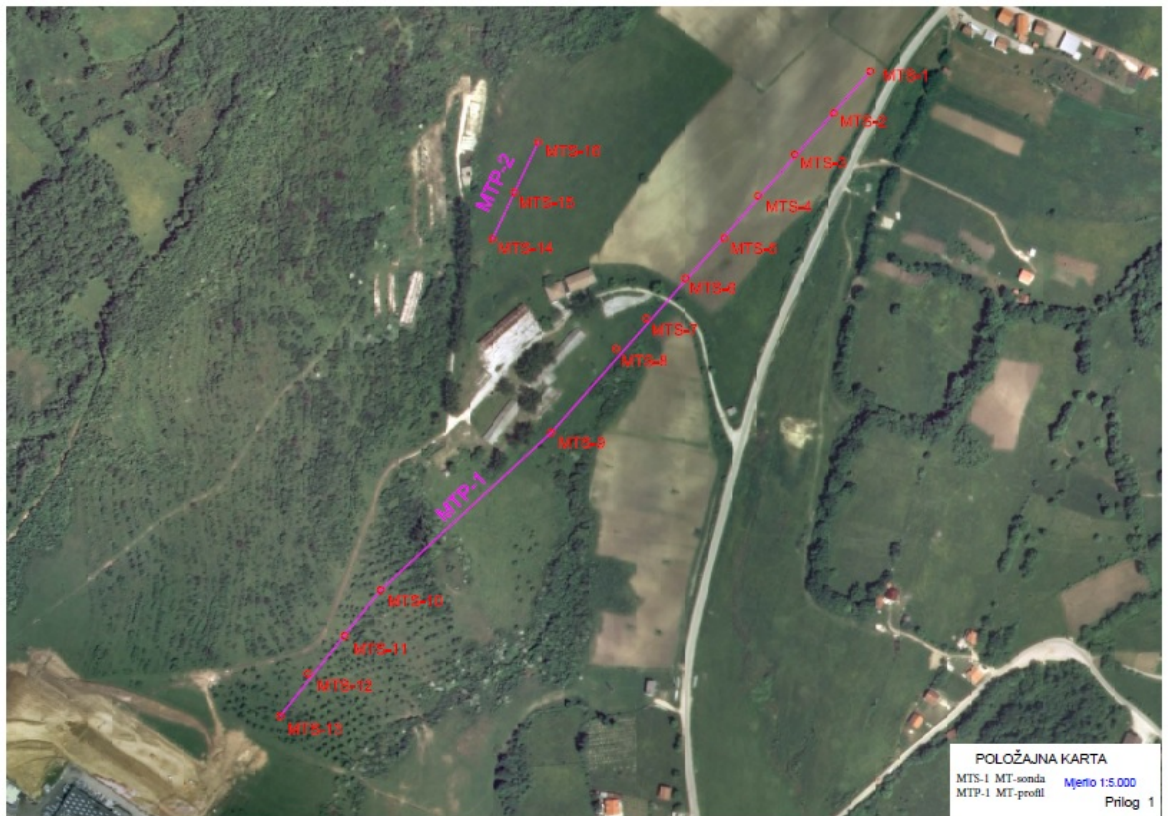
## 2.3 Prethodni istraživački radovi

### 2.3.1 Geofizički istraživački radovi

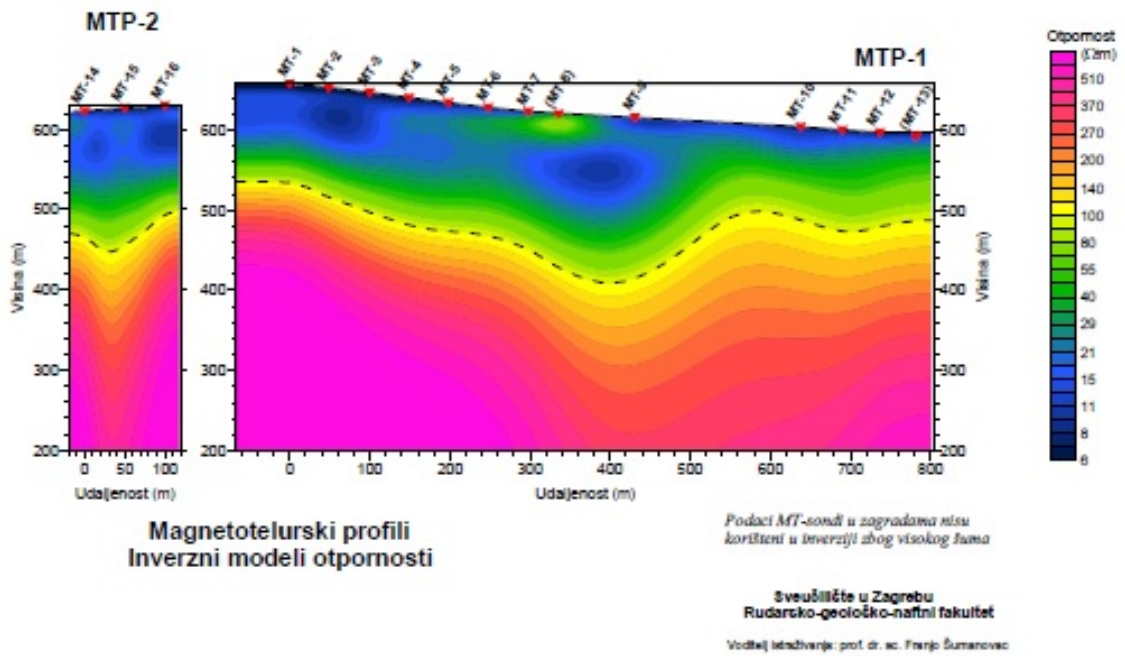
Cilj geofizičkih istraživanja bio je utvrditi geološke odnose kako bi se mogao procijeniti hidrogeološki potencijal na području istraživanja i na taj način odredio najbolji položaj za istraživačku bušotinu. Geofizička mjerenja proveo je prof. dr. sc Franjo Šumanovac, a mikrolokacije za istraživanja odredio je voditelj hidrogeoloških radova, prof. dr. sc Ivan Dragičević. Ovim istraživanjima trebalo je odrediti dubine zalijeganja karbonatnih stijena kao potencijalnih vodonosnika, a koje se nalaze u podlozi klastičnih stijena. Kao glavna metoda korištena je magnetotelurika koja može osigurati velike dubinske zahvate. Ukupno je izmjereno 16 MT- sonde koje su smještene na dvama profilima (slika 2.3) (Šumanovac, 2016.). Metoda se temelji na mjerenju omjera vodoravnih komponenti prirodnog električnog i magnetnog polja na površini, koji je za danu frekvenciju konstantan za konstantnu otpornost (Šumanovac, 2016).

Veće otpornosti ukazuju na karbonatne stijene kao potencijalne vodonosnike, dok male otpornosti (20 – 100  $\Omega$ m) ukazuju na klastične stijene. Analizom i interpretacijom podataka geofizičkih mjerenja uočeno je da se na površini i na dubinama manjim od 100-tinjak metara nalaze male otpornosti koje upućuju na klastične, uglavnom slabo propusne i nepropusne stijene, dok se stijene velikih otpornosti nalaze na dubinama od 100 do 165 metara (slika 2.4) (Šumanovac, 2016).

Geofizički podaci uvijek dobro definiraju relativne odnose na istraživanom terenu, te se mogu učinkovito izdvojiti najpovoljnija područja, ali kvantitativno značenje interpretiranih otpornosti može se dobiti tek uključivanjem podataka iz istraživačkih bušotina (Šumanovac, 2016).



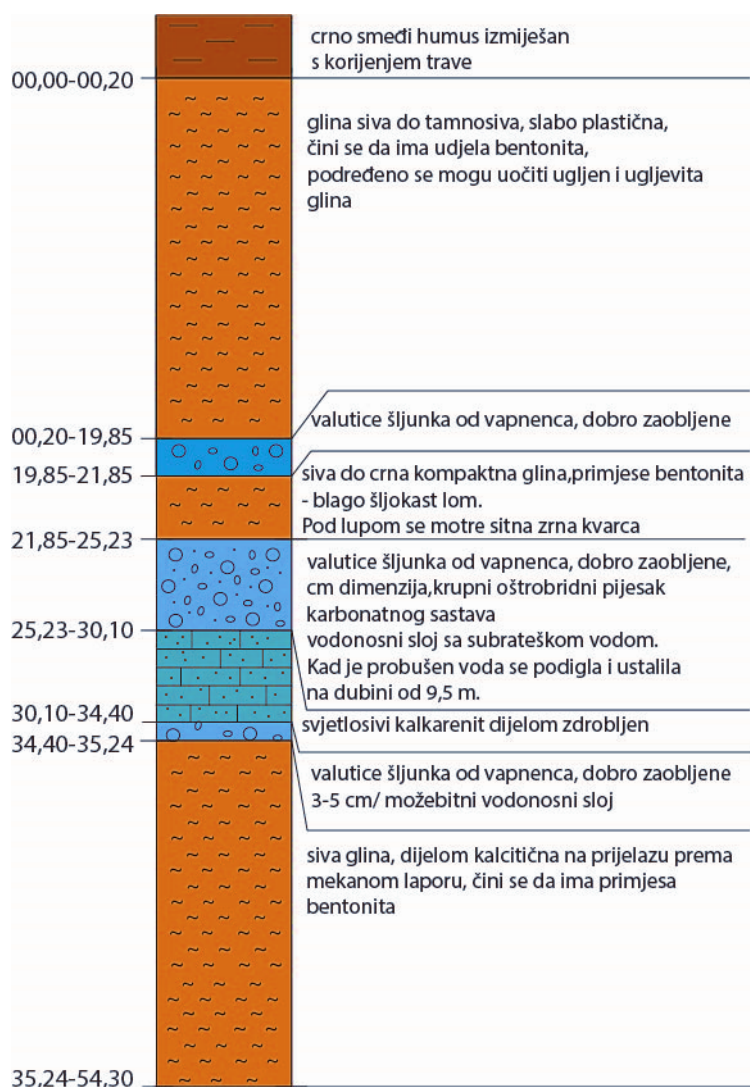
Slika 2.3 Položajna karta magnetotelurskih profila



Slika 2.4 Prikaz rezultata magnetotelurskih mjerenja

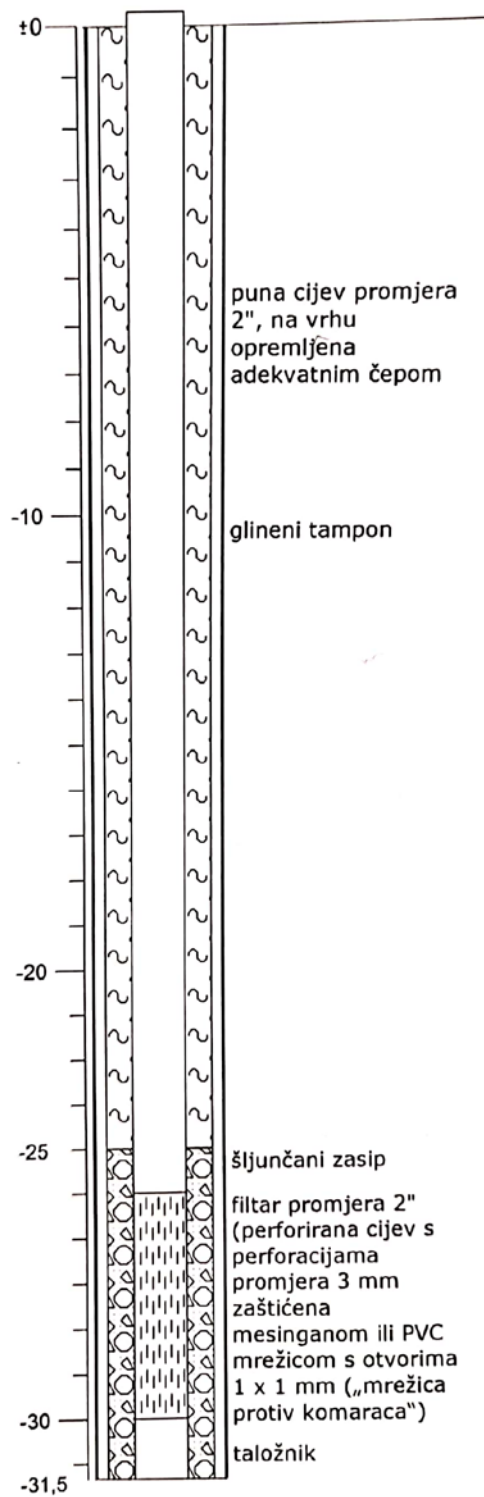
### 2.3.2 Istražno piezometarska bušotina B-1 Ekonomija Jajce

Istražno piezometarska bušotina B-1 Ekonomija Jajce (slika 2.6) do 23.09.2016. godine izbušena je do dubine od 54,30 m. Bušotina je bušena bušaćom garniturom „Janez – 6“ promjerom od 101,6 mm uz kontinuirano jezgrovanje (slika 2.5). Determinacijom jezgre (slika 2.7) ustavljeno je da se na dubinskom intervalu od 25,23 m do 30,10 m ispod površine terena nalazi „krupni uglati pijesak karbonatno-silicijskog sastava, svijetlosivi, pomiješan s rijetkim valuticama poluzaobljenog šljunka“. Nakon što je taj interval probušen, voda u bušotini se podigla na razinu od 9,5 m ispod površine terena, pa je zaključeno da se radi o vodonosnom sloju s subarteškom vodom. Uz određeni rizik, na temelju iskustva, pretpostavlja se da se iz tog sloja može pridobiti potrebna količina vode.



Slika 2.5 Litologija jezgre istražno piezometarske bušotine B1 Ekonomija Jajce.





**Slika 2.6** Tehnički prikaz presjeka bušotine B-1 Ekonomija Jajce.



**Slika 2.7** Jedan dio fotografija jezgre bušotine B1.

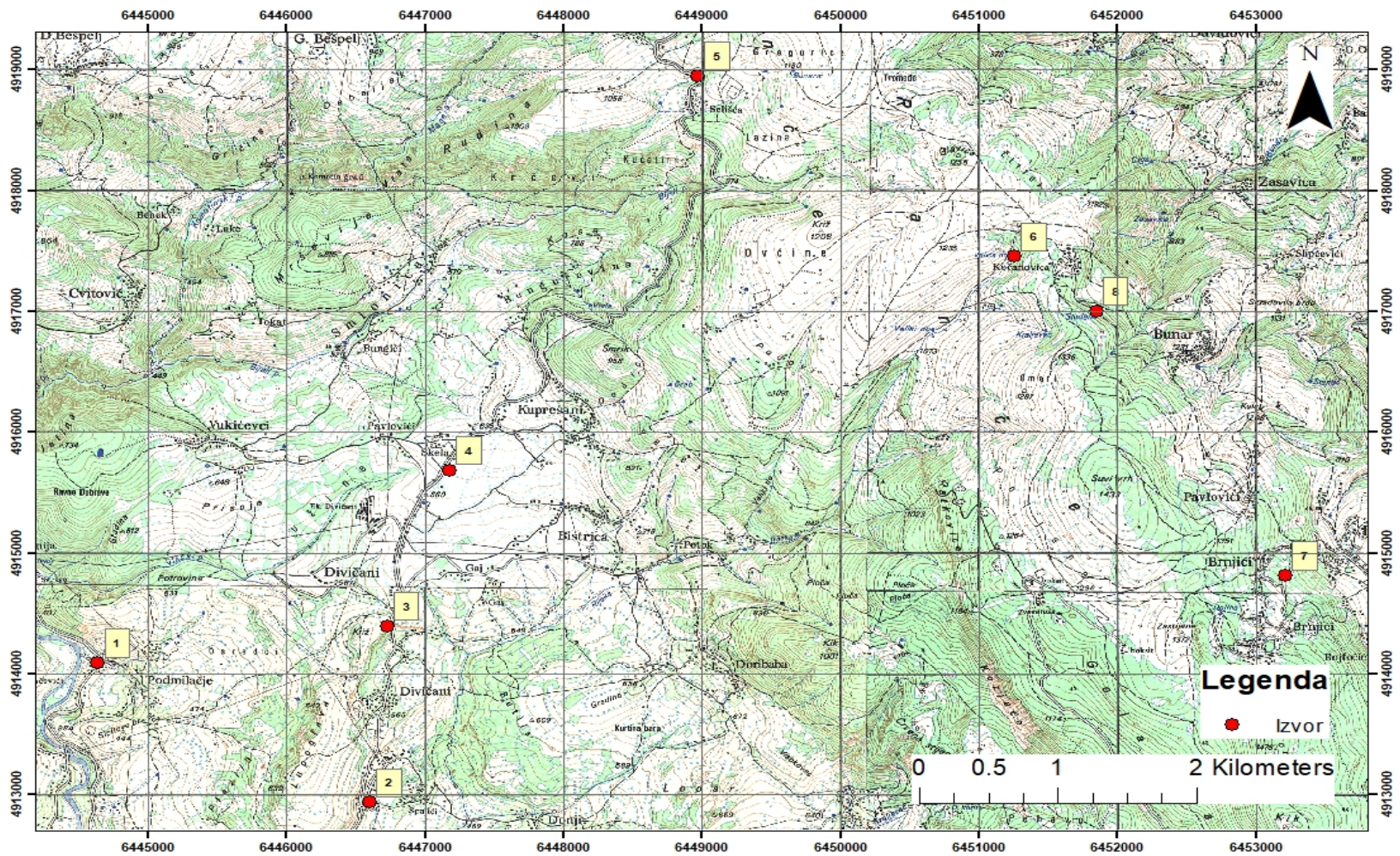
### 3 TEORETSKE OSNOVE I METODE ISTRAŽIVANJA

Na odabranom području istraživanja bilo je potrebno utvrditi geološke uvjete kako bi odredili potencijalne vodonosnike i načinili prognozni geološki profil te prognozni profil zdenca. Vodonosnici su definirani na temelju terenskih opažanja te strukturnih i litoloških značajki stijena.

Terenskim rekognosciranjem šireg područja istraživanja dokumentirani su neki izvori (slika 3.1) što je pokazatelj da je ovo područje bogato vodom. Izvori izviru na kontaktu propusnih i nepropusnih stijena odnosno na kontaktu krednih vapnenaca i miocenskih naslaga. Neke od izvora koristi lokalno stanovništvo za opskrbu vodom budući da je riječ od pitkoj vodi (slika 3.2). Ne postoje službeno zabilježeni podaci o izdašnosti ovih izvora, ali korištenjem metode posude na nekima od njih dokumentirana je izdašnost 0,5 l/s (primjer izvor 2) do 30ak l/s (primjer izvor 1). Niti jedan od izvora ne presušuje u sušnom dijelu godine, ali im se izdašnosti smanjuju. Koordinate izvora prikazane su u tablici 3.1 (MGI Balkans 6).

**Tablica 3.1** Koordinate kartiranih izvora

<b>Izvor</b>	<b>x</b>	<b>y</b>
<b>1</b>	6444643	4914094
<b>2</b>	6446604	4912940
<b>3</b>	6446730	4914399
<b>4</b>	6447180	4915689
<b>5</b>	6448972	4918950
<b>6</b>	6451259	4917457
<b>7</b>	6453216	4914817
<b>8</b>	6451848	4917003

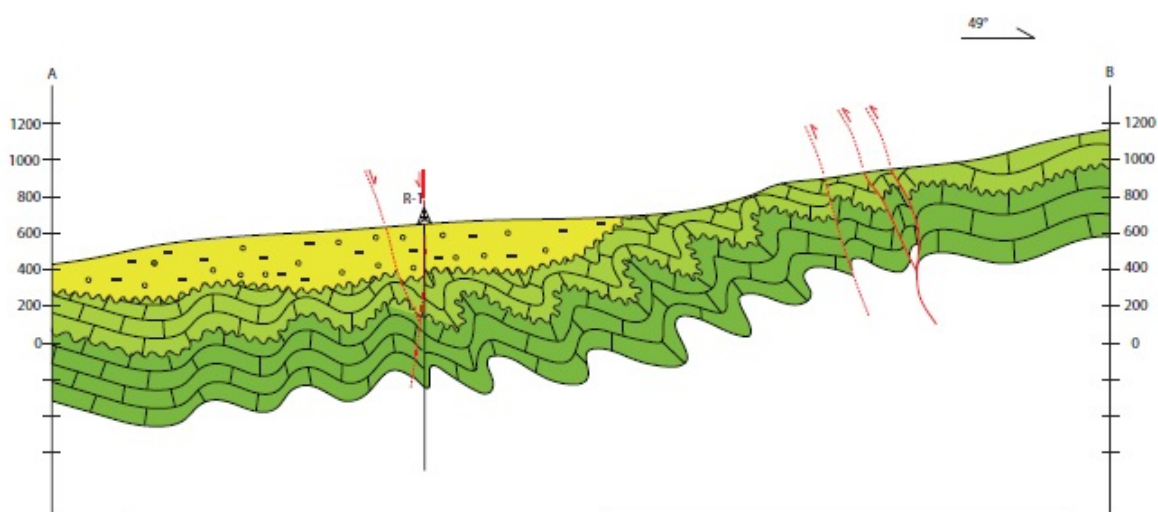


Slika 3.1 Prikaz lokacija izvora utvrđenih terenskim rekognosciranjem (između izvora označenih s tri i četiri nalazi se uže područje istraživanja)

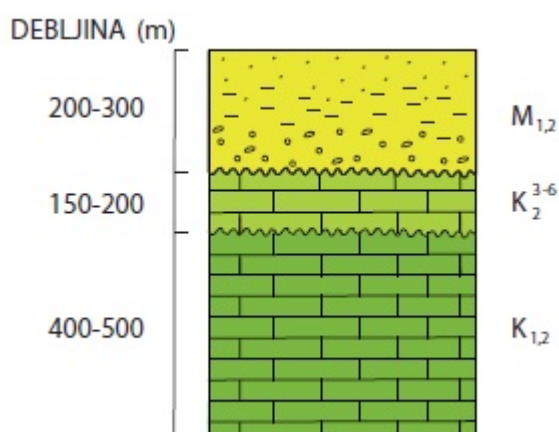


Slika 3.2 Izvori u širem području istraživanja.

U programu Adobe Illustrator izrađeni su geološki profil (slika 3.3) i prognozni stup (slika 3.4). Za ulazne podatke korišteni su topografska karta mjerila 1: 25 000 i geološka karta boksitonosnog područja Jajca (Dragičević, 1981; Papeš, 1984). S topografske karte prenesene su visinske kote, a s geološke karte rasjedi i granice između geoloških jedinica. Složena građa podzemlja riješena je boranim strukturama odnosno sinklinalama i antiklinalama koje su poremećene brojnim rasjedima. Iz profila su očitane prividne debljine slojeva koje su prikazane na prognoznom stupu.



**Slika 3.3** Geološki profil istraživanog područja.

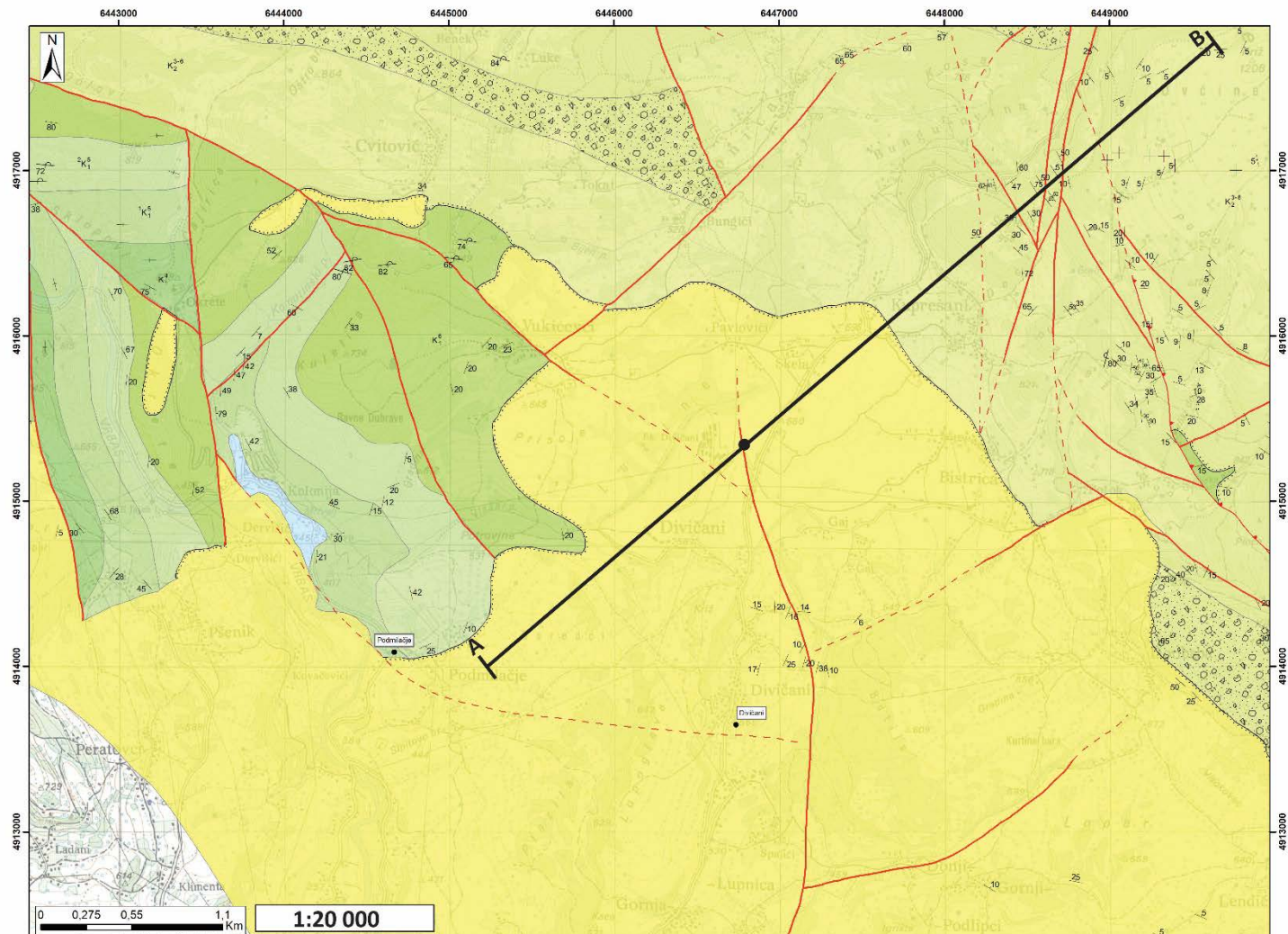


**Slika 3.4** Prognozni geološki stup istraživanog područja.

Na slici 3.3 koja prikazuje geološki profil označena je i potencijalna lokacija za predviđeni zdenac. Sama lokacija zdenca uvjetovana je vlasničkim odnosima. Zdenac je postavljen na trasu jednog od rasjeda budući da su tu stijene intenzivnije tektonski zdrobljene što omogućuje lakše napredovanje bušenja i veću vjerojatnost za pronalazak podzemne vode.

#### 4 PRIJEDLOG NAČINA IZVEDBE ZDENCA

Na temelju analize postojeće dokumentacije okoline i susjednih područja te analize raspoloživih podataka o geološkoj i hidrogeološkoj građi područja i geofizičkih mjerenja određena je lokacija zdenca koja bi se nalazila na trasi geološkog i geofizičkog profila. Iako možda postoje i povoljnija područja na kojima bi se zdenac mogao izvesti, ona nisu uzeta u obzir zbog vlasničkih odnosa. Prethodno provedenim istraživanjima uvelike je razriješena građa podzemlja pa se na taj način lakše mogu odabrati metoda bušenja i način konstrukcije zdenca. Lokacija bušotine prikazana je na geološkoj karti (prema Dragičević, 1981; Papeš, 1984. i Dragičević et al., 2019) (slika 4.1) i na geološkom profilu (slika 3.3)



**Legenda:**

- Litostratigrafske jedinice
- M konglomerati, gline, pješčenjaci, lapori s proslojcima ugljena
  - K<sub>2</sub> rudistne breče, brečokonglomerati i kalkareniti
  - K<sub>2</sub> kalkareniti i lapori ("fliš")
  - 2K<sub>1</sub> debeloslojeni fosiliferni mikriti i fosiliferni mikrospariti
  - 1K<sub>1</sub> svijetlosivi dobro uslojeni fosiliferni mikriti i fosiliferni mikrospariti
  - K<sub>1</sub> tanko uslojeni do pločasti fosiliferni mikriti i fosiliferni pseudoospariti
- Strukturalni elementi
- reversni rasjed
  - rasjed neutvrđenog karaktera pomaka
  - pretpostavljeni rasjed
  - erozijsko-transgresivna granica
- Elementi položaja sloja
- elementi nagnutog sloja
  - vertikalni sloj
  - horizontalni sloj
  - prebačeni sloj

**Slika 4.1** Geološka karta, geološki profil i potencijalna lokacija bušotine (prema Dragičević, 1981; Papeš, 1984. i Dragičević et al, 2019)



## 4.1 Određivanje metode bušenja

Bušenje zdenca može se izvoditi nekom od sljedećih metoda: metodom ručnog bušenja, rotacijskim bušenjem (može biti direktno ili reverzno), kopanjem, udarnom metodom, kombiniranim bušenjem rotacijskog i udarnog bušenja te erozijskim bušenjem. Odabir metode ovisi o naslagama kroz koje se buši, karakteristikama naslaga kroz koje se buši, karakteristikama zdenca koji se izvodi te dubinama koje je potrebno zahvatiti.

Budući da se treba pretežno bušiti kroz glinovite naslage, a podređeno se javljaju valutice šljunka te pijesci karbonatnog sastava onda se predlaže da se zdenac izbuši direktnom rotacijskom metodom bušenja. Napredak bušenja kod ove metode ostvaruje rotacijom pribora s dlijetom na dnu, a ispiranje i iznošenje materijala ostvaruje se pomoću isplačne tekućine. Zdenac se na ovaj način treba izbušiti do dubine od 31,5 m, a promjer bušenja tj. promjer zdenca bio bi 203 mm (8“).

## 4.2 Konstrukcija zdenca

U nabušenu bušotinu potrebno je ugraditi konstrukciju zdenca. Predlaže se da se bušotina od dna do relativne dubine od -31,5 m ispuni glinovitim materijalom i da se promjer do površine terena proširi na 203 mm (8“). U bušotinu je potrebno ugraditi taložnik, filter i punu cijev od pocinčanog željeza ili inoxa Ø 4" (102 mm). Prijedlog je da se od -31,5 do -30,0 m ugradi taložnik odnosno puna cijev s zatvorenim krajem, a od -30,0 m do -25,0 m ugradi perforirana cijev s žičanim namotajem tj. mostićavi filter. Od dubine -25,0 m pa sve do +0,5 m potrebno je ugraditi punu cijev koja će na vrhu biti opremljena adekvatnim čepom.

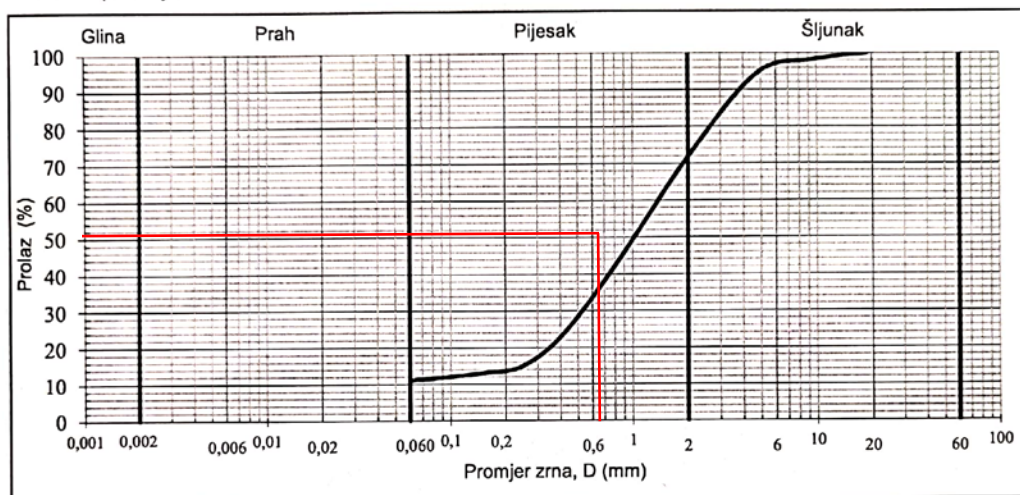
Cijev na površini terena je potrebno stabilizirati betonskim blokom dimenzija 100x100x30 cm.

## 4.3 Šljunčani zasip

Šljunčani zasip zajedno sa sitom i omotanom žicom čini filter koji sprječava ulazak slojnog materijala u zdenac. Veličina šljunčanog zasipa određuje se na temelju granulometrijskog sastava i mora biti pet do deset puta veća prirodnog vodonosnog granulata. Sa slike 4.2 vidimo da promjer  $d_{50}$  iznosi 1,1 mm što znači da veličina šljunčanog zasipa mora biti barem 5,5 mm. Šljunčanim zasipom treba ispuniti prostor između stijenki bušotine i ugrađenog materijala (taložnika, filtra i cijevi) i to od -31,5 metara dubine do -25,0 m, a od -25,0 m pa sve do površine terena prostor se treba ispuniti glinovitim materijalom.

## IZVJEŠTAJ O ISPITIVANJU Granulometrijski sastav tla

Radni nalog: 2016 Datum ispitivanja: 7.10.2016  
 Naručitelj: -  
 Projekt: -  
 Lokacija: -  
 Uzorak br.: - Bušotina: - Dubina: - m  
 Opis uzorka: -  
 Metoda ispitivanja: ASTM D 422



<b>G</b>	<b>Ukupno</b>	<b>28,45</b>	<b>%</b>
	Krupan	0,00	%
	Srednji	3,00	%
	Sitan	25,45	%
<b>S</b>	<b>Ukupno</b>	<b>60,54</b>	<b>%</b>
	Krupan	38,55	%
	Srednji	19,23	%
	Sitan	2,76	%
<b>M + C Ukupno</b>		<b>11,01</b>	<b>%</b>

D10	-	mm
D30	0,52	mm
D60	1,40	mm
D75	2,10	mm

$C_c$	-
$C_u$	-

Masa uzorka:	588,39	g
Gustoća čvrstih čestica:	-	Mg/m <sup>3</sup>

Materijal	<b>Pijesak sa šljunkom</b>
-----------	----------------------------

Slika 4.2 Granulometrijski sastav klastičnog potencijalnog vodonosnika.

### 4.4 Osvajanje i čišćenje zdenca

Zdenac treba čistiti i „osvajati“ utiskivanjem komprimiranog zraka takozvani „air lift“. Osvajanje treba započeti polako s malom količinom crpljenja, mirnim radom kompresora i minimalnim uronom, a zatim postupno povećavati uron te nakon toga treba nastaviti osvajanje procesom šutiranja odnosno osvajanje uz promjenjivi rad kompresora. Na kraju se treba provesti sektorsko ispiranje sve dok se iz bušotine ne dobije potpuno bistra voda. Po završetku osvajanja metodom air lifta u zdenac je potrebno ugraditi crpku s kojom bi se provelo završno osvajanje zdenca.

Završno osvajanje također treba započeti s minimalnom količinom, a zatim postepeno povećavati sve do maksimalnih vrijednosti crpnih količina koje se mogu postići s ugrađenom crpkom. Kapacitet crpke koja će biti ugrađena u zdenac treba se odrediti na temelju podataka prikupljenih tijekom osvajanja zdenca.

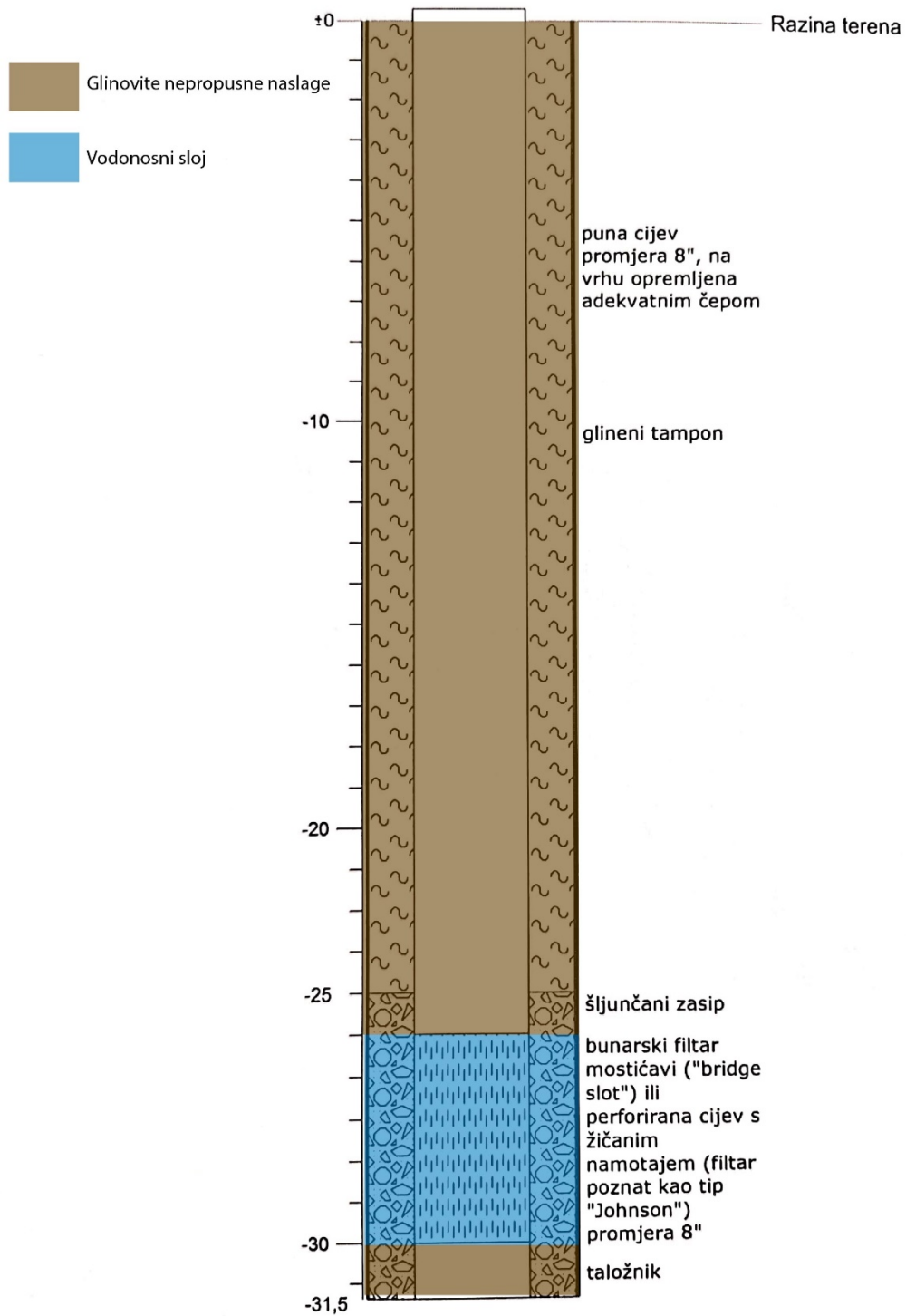
Potrebno je provesti kontinuirano pokusno crpljenje koje se provodi iz više razloga, kao što su provjera izdašnosti i učinkovitosti zdenca, provjera kvalitete vode, određivanje parametara vodonosnika i identifikacija mogućih utjecaja na okolinu i slično. Ukratko, može se reći da se pokusno crpljenje provodi s dva glavna cilja, a to su: određivanje parametara zdenca i parametara vodonosnika.

Prijedlog je da se pokusno crpljenje provodi 72 sata, a režim pokusnog crpljenja sastoji od crpljenja s stalnom količinom u trajanju od 48 sati te mjerenjem povrata u trajanju od 12 sati. Nakon toga bi se crpilo u koracima tj. tri koraka po dva sata i na koncu još mjerenje povrata šest sati. Crpne količine tijekom pokusnog crpljenja bit će određene na temelju iskustva i znanja prikupljenog tijekom osvajanja bušotine. Rezultate pokusnog crpljenja potrebno je interpretirati i odrediti hidrogeološke parametre vodonosnika te definirati optimalni režim eksploatacije.

## 5 REZULTATI

Na temelju Osnovne geološke karte SFRJ 1 : 100 000, list Jajce (Marinković i Ahac, 1975) te tumača za istu kartu (Marinković i Đorđević, 1975) i geološke karte boksitonosnog područja Jajca (Dragičević et al., 2019) razriješeni su površinski geološki odnosi. U području istraživanja nalaze se klastične miocenske i klastično karbonatne te karbonatno kredne stijene. Miocenske stijene čine dominantno konglomerati, lapori i gline te sedreni vapnenci, a kredne stijene izgrađuju vapnenci i karbonatno klastične naslage (fliš). Tektonski odnosi su vrlo zamršeni što je rezultiralo brojnim rasjedima i složenim pukotinskim sustavima koji omogućuju oborinskim vodama i površinskim tokovima da se dreniraju u podzemlje.

Iako se ispočetka ciljalo na karbonatne i karbonatno klastične stijene koje zaliježu na dubinama od 200 do 300 m kao potencijalne vodonosnike, tijekom izvedbe istražno-piezometarske bušotine B1 Ekonomija nabušen je sloj s subarteškom vodom. Riječ je o pjeskovito-šljunkovitim lećama koje sadrže podzemnu vodu. Na temelju iskustva i znanja zaključeno je da se iz tog sloja može crpiti oko 5 l/s . Budući da su za rad pogona za obradu arhitektonsko-građvenog kamena sasvim dovoljne količine vode od 0,5 l/s prijedlog je da se zdenac (slika 5.1) izvede do dubine od 31,5 m čime bi se uštedilo na vremenu i novcu.



Slika 5.1 Prognozni profil zdenca

## 6 ZAKLJUČAK

Kako bi se zadovoljile potrebe pogona za preradu arhitektonsko-građevnog kamena za tehnološkom vodom u području Divičana kod Jajca provedena su geološka i hidrogeološka istraživanja. Budući da je najpovoljniji način pridobivanja određenih količina tehnološke vode upravo putem vlastitih zdenaca cilj je bio odrediti najbolju lokaciju i optimalni način izvedbe zdenca.

Veći dio istraživanog područja izgrađuju neogenski klastiti, a u njihovoj neposrednoj podini nalaze se karbonatni klastiti (fliš) i vapnenci. Iako fliš i vapnenci čine potencijalne vodonosnike zbog svoje velike propusnosti, nakon izvedbe strukturno-piezometarske bušotine B1 zaključeno je da se iz neogenskih klastita mogu dobiti tražene količine vode, otprilike 5 l/s.

Nakon analize postojeće dokumentacije okoline i susjednih područja, te pregleda rezultata prethodno provedenih geoloških i geofizičkih istraživanja određena je lokacija zdenca koja bi se nalazila na trasi geološkog i geofizičkog profila. Odabir lokacije uvjetovan je i vlasničkim odnosima iako možda u bližoj okolini postoje i povoljnija područja za izvedbu zdenca.

Prijedlog je da se bušenje zdenca provede direktnom rotacijskom metodom koja bi za dane uvjete dala najbolje rezultate. Voda bi se crpila iz šljunkovitih i pjeskovitih leća, a na temelju iskustva i znanja prikupljenih tijekom izvedbe istražne bušotine B1 zaključeno je da bi ta količina vode sadržana u tom sloju mogla zadovoljiti potrebe pogona za preradu arhitektonsko-građevnog kamena za tehnološkom vodom. Pretpostavlja se da bi se u danim uvjetima iz tog sloja moglo crpiti i do 5 l/s, a pogonu za rad treba oko 0,5 l/s.

Promjer bušotine bio bi 203 mm (8"), a dubina 31,5 m. U bušotinu se treba ugraditi taložnik odnosno puna cijev s zatvorenim krajem od -31,5 do -30,0 m, a od -30,0 m do -25,0 treba ugraditi mostićavi filter, te od -25,0 do +0.5 m treba postaviti punu cijev. Šljunčanim zasipom treba ispuniti prostor između stijenki bušotine i ugrađenog materijala (taložnika, filtra i cijevi) i to od -31,5 metara dubine do -25,0 m, a od -25,0 m pa sve do površine terena prostor se treba ispuniti glinovitim materijalom.

Nakon što se provede osvajanje i čišćenje zdenca treba pristupiti pokusnom crpljenju čije rezultate treba analizirati i interpretirati kako bi se odredili hidrogeološki parametri

vodonosnika i definirao optimalni režim eksploatacije. Prijedlog je da se provede i analiza kemijskog sastava vode s ciljem određivanja njezine kakvoće.

## 7 LITERATURA

### **Objavljeni radovi:**

Dragičević, I., Papeš, J.† & Pavičić, I., 2019. Geological settings of the Jajce bauxite bearing-area (Bosnia and Herzegovina), *Journal of Maps*, 15:2, 744-750, DOI: 10.1080/17445647.2019.1664652

Dragičević, I., 1987. Paleogeografska evolucija rubnog dijela mezozojske karbonatne platforme Dinarida između Vrbasa i Bosne. Disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb. 92 str.

Dragičević, I., 1981. Geološki odnosi u boksitonosnom području Jajca. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb. 32 str.

Marinković, R. i Ahac, A., 1981. Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100 000, list Jajce, . "Geoinženjering" - Institut za geologiju, Sarajevo, Savezni geološki zavod, Beograd.

Marinković, R. i Đorđević, D., 1981. Tumač za Osnovnu geološku kartu SFRJ M 1:100 000, list Jajce. Preduzeće "Geoinženjering", Institut za geologiju, Sarajevo, Savezni geološki zavod, Beograd.

Papeš, J., 1984. Geološka karta boksitonosnih terena Liskovice, Bešpelja, Seoca, Crvenih stijena i Poljana kod Jajca. Mjerilo 1:25 000. RO „Geoinženjering“ – Sarajevo, OOUR Institut za geologiju, Sarajevo.

### **Stručni elaborati:**

Dragičević, I., Galić, I., Pavičić, I. i Deljak, G., 2015. Elaborat o rezervama arhitektonsko-građevnog kamena u istražnom prostoru „Crvene stijene“. Fond stručne dokumentacije RB Jajce, Jajce, BiH. 81 str.

Dragičević, I. i Velić, I. 2006. Litostratigrafski položaj ležišta boksita u području Bešpelja. Fond stručne dokumentacije GEOECO-ING d.o.o., Zagreb.

**Ostalo:**

Šumanovac, F., 2016. Magnetotelurska istraživanja na području Divičana kod Jajca. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.





KLASA: 602-04/20-01/68  
URBROJ: 251-70-03-20-2  
U Zagrebu, 15.09.2020.

**Ana Crnoja, studentica**

## RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju Vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-04/20-01/68, UR. BROJ: 251-70-13-20-1 od 17.04.2020. godine priopćujemo temu diplomskog rada koja glasi:

### GEOLOŠKA I HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA U PODRUČJU DIVIČANA NEDALEKO OD JAJCA (BiH)

Za voditelja ovog diplomskog rada imenuje se u smislu Pravilnika o diplomskom ispitu izv. prof. dr. sc. Željko Duić, izvanredni profesor Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i komentor dr. sc. Ivica Pavičić.

**Voditelj**

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Željko Duić

(titula, ime i prezime)

**Predsjednik povjerenstva za  
završne i diplomske ispite**

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Stanko Ružičić

(titula, ime i prezime)

**Prodekan za nastavu i  
studente**

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Dalibor Kuhinek

(titula, ime i prezime)

**Komentor:**

(potpis)

Dr. sc. Ivica Pavičić

(titula, ime i prezime)