



HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT - CROATIAN GEOLOGICAL SURVEY

**HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT**

Sachssova 2, 10 000 Zagreb

**GEOLOŠKA I HIDROGEOLOŠKA  
ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU PREDLOŽENE  
LOKACIJE CENTRA ZA GOSPODARENJE  
OTPADOM SPLITSKO-DALMATINSKE  
ŽUPANIJE KOD LEČEVICE**

Broj: 68 /06

Ravnatelj Instituta:

HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT  
1 ZAGREB - Sachssova 2

Dr.sc. Josip Halamić, dipl.ing.geol.

**Zagreb, lipanj 2006.**

**PROJEKT:** GEOLOŠKA I HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA NA  
PODRUČJU PREDLOŽENE LOKACIJE CENTRA ZA  
GOSPODARENJE OTPADOM SPLITSKO-DALMATINSKE  
ŽUPANIJE KOD LEĆEVICE

**NARUČITELJ:** INSTITUT GRAĐEVINARSTVA HRVATSKE d.d.  
Janka Rakuše 1, 10 000 Zagreb

**IZVRŠITELJ:** HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT  
Sachsova 2, 10000 Zagreb

**Voditelji projekta:** Dr.sc. Tvrtko Korbar, dipl ing.geol.  
Mladen Kuhta, dipl.ing.geol.

**Autori izvješća:** **Geološka istraživanja**  
Dr.sc. Tvrtko Korbar, dipl ing.geol.  
Ladislav Fuček, dipl.ing.geol.  
Mr.sc. Damir Palenik, dipl.ing.geol.  
Dr.sc. Dubravko Matičec, dipl.ing.geol.

**Hidrogeološka istraživanja**  
Mladen Kuhta, dipl.ing.geol.  
Andrej Stroj, dipl.ing.geol.

**Terenski radovi:** Dr.sc. Tvrtko Korbar, dipl ing.geol.  
Ladislav Fuček, dipl.ing.geol.  
Mr.sc. Damir Palenik, dipl.ing.geol.  
Dr.sc. Dubravko Matičec, dipl.ing.geol.  
Mladen Kuhta, dipl.ing.geol.  
Andrej Stroj, dipl.ing.geol.  
Josip Kolarić, teh.

**Digitalna obrada:** Ajka Šorša dipl.ing.geol.  
Andrej Stroj, dipl ing.geol.  
Jasna Severec, teh.  
Ivo Suša, teh.

**Konzultant:** Mr.sc. Đuro Benček, dipl.ing.geol.

**Zagreb, lipanj 2006.**

# **SADRŽAJ:**

## **1. UVOD**

## **2. IZVJEŠĆE O GEOLOŠKOM KARTIRANJU SA STRUKTURNO TEKTONSKOM RAZRADOM PODRUČJA Kladnjica (Lećevica)**

### **2.1. OPIS LITOSTRATIGRAFSKIH JEDINICA**

- 2.1.1. Kladnjice dolomit (KD)
- 2.1.2. Formacija Milne (FM)
- 2.1.3. Formacija Labotova (FL)
- 2.1.4. Formacija Gornjega Humca (FGH)
- 2.1.5. Foraminiferski vapnenac (FV)

### **2.2. STRUKTURNO-TEKTONSKA RAZRADA**

### **2.3. ZAKLJUČAK**

## **3. IZVJEŠĆE O HIDROGEOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA**

### **3.1. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA**

- 3.1.1. Istraživanja šireg područja Zagore
- 3.1.2. Dosadašnja trasiranja podzemnih voda
- 3.1.3. Stanje zaštite izvorišta pitke vode
- 3.1.4. Osvrt na istraživanja mikrolokacije Centra

### **3.2. HIDROGEOLOŠKI PRIKAZ**

- 3.2.1. Regionalna hidrogeološka situacija
- 3.2.2. Hidrogeološke svojstva stijena na području Centra
- 3.2.3. Rezultati speleološkog rekognosciranja
- 3.2.4. Trasiranje jame na lokaciji Centra
- 3.2.5. Hidrogeološka ocjena pogodnosti lokacije

## **4. ZAKLJUČAK**

## **5. Literatura**

(Izvješće sadrži 25 slikovnih prikaza u tekstu, jednu tablicu i 30 fotografija)

## **PRILOZI:**

**Prilog 1:** Tablični prikaz odabranih podataka prikupljenih na evidentiranim točkama opažanja tijekom geološkog kartiranja.

**Prilog 2:** Izvješće mikropaleontoloških analiza odabranih uzoraka područja Kladnjice (Lećevica)

## 1. UVOD

Temeljem Ugovora između Instituta građevinarstva Hrvatske (ugovor br. 2-2410-3-0053/06, radni nalog br. U0195/02 od 08.02.2006.) i Hrvatskoga geološkog instituta (ugovor br. 493/06), u svezi izvršenja dijela posla na projektu „Izvođenja prethodnih istražnih radova na lokaciji Lećevica-Biluš“ za račun krajnjeg korisnika, Splitsko-dalmatinske županije, izvršeni su sljedeći radovi:

- 1) analiza i valorizacija rezultata prethodnih istraživanja;
- 2) geološko rekognosciranje šireg područja predviđenog za kartiranje;
- 3) izrada litostratigrafske karte mjerila 1:25 000 (oko 10 km<sup>2</sup>) sa strukturnom razradom;
- 4) hidrogeološko kartiranje razmatranog područja i izrada karte mjerila 1:25 000
- 5) rekognosciranje pronađenih speleoloških objekata;
- 6) trasiranje podzemnih voda iz odabranog speleološkog objekta.

U izvješću su prikazani svi rezultati istraživanja provedenih temeljem gore navedenog Ugovora, kao i zaključci koji iz njih proizlaze. Geološka istraživanja prikazana su u poglavlju (2), hidrogeološka i speleološka istraživanja, trasiranje podzemnih voda te hidrogeološka ocjena pogodnosti lokacije u poglavlju (3), a u posljednjem poglavlju (4) sažeti su zaključci svih istraživanja.



## **2. IZVJEŠĆE O GEOLOŠKOM KARTIRANJU SA STRUKTURNO-TEKTONSKOM RAZRADOM PODRUČJA Kladnjica (Lećevica)**

Na temelju valorizacije postojećih podataka o geologiji šireg područja Kladnjica (općina Lećevica, Splitsko-dalmatinska županija), preliminarno je odabrana površina za litostratigrafsko kartiranje i strukturnu obradu od oko 12 km<sup>2</sup>. Tom površinom obuhvaćena je i mikrolokacija "Kladnjice", na kojoj su izvođena prethodna usmjerena geološka istraživanja (ECOINA, 2004).

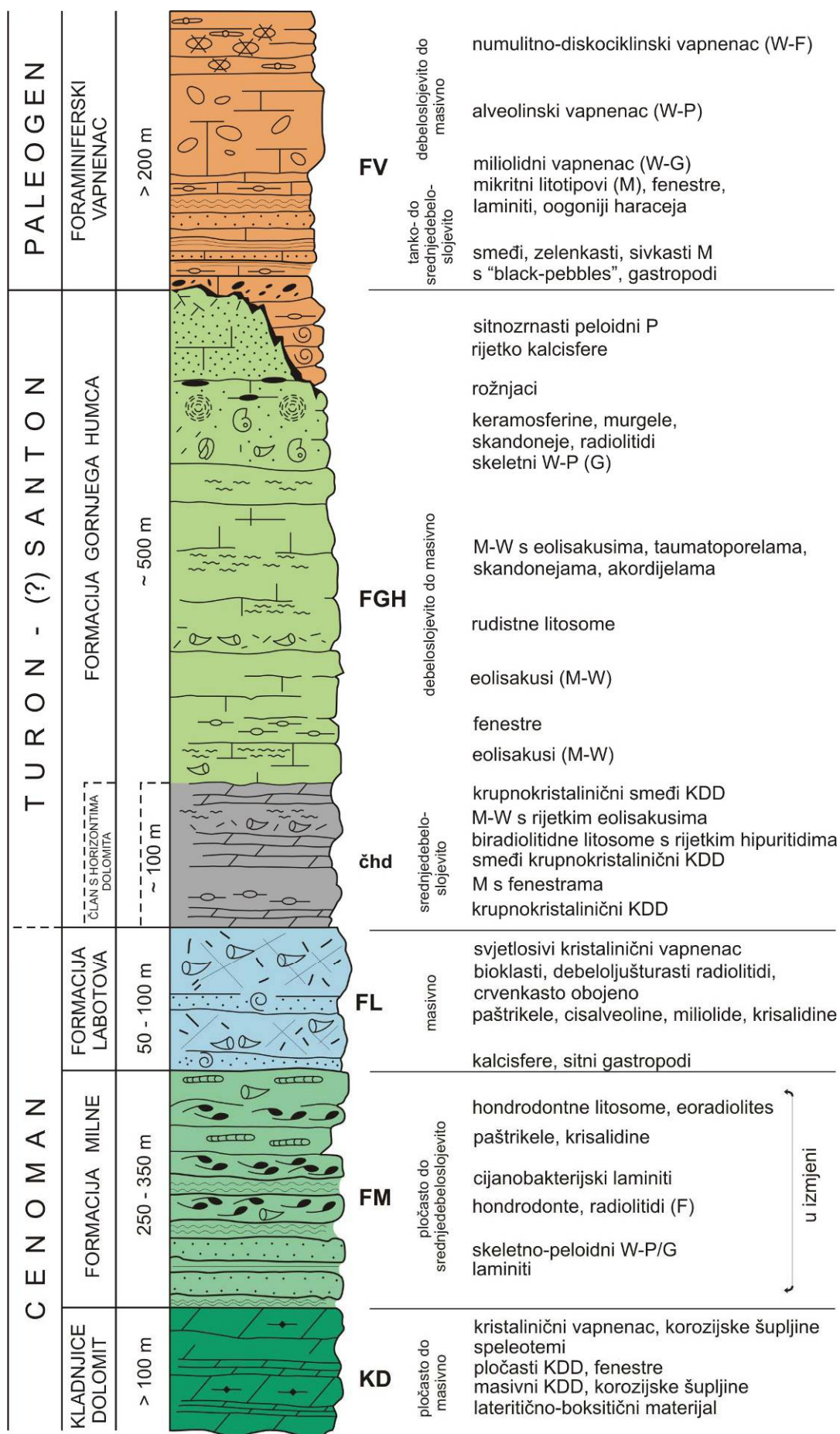
Prva prospekcija terena obavljena je 01. ožujka 2006., ali je zbog vrlo nepovoljnih vremenskih prilika (snijeg) bilo moguće napraviti tek generalni izvid situacije.

Tijekom druge polovice ožujka 2006. obavljena je prospekcija, geološko kartiranje i strukturno-tektonska obrada terena. Tijekom prospekcije preliminarno su izdvojene litostratigrafske jedinice (Slika 1) koje su naknadno modificirane tijekom geološkog kartiranja, kad su prikupljeni brojni geološki podaci. Evidentirane su ukupno 373 točke opažanja (Prilog 1). Na temelju svih prikupljenih podataka izrađena je geološka karta mjerila 1:25.000 (Slika 2), a na temelju karte i geološki profil istog mjerila (Slika 3). Mikropaleontološkim analizama (Prilog 2) potvrđena su i dopunjena terenska zapažanja. Prema podacima s karte i prikupljenim strukturno-tektonskim elementima, napravljena je strukturno-tektonska razrada.

U okviru geološkog kartiranja locirane su dvije jame (Slika 2), koje nisu ucrtane na topografskim kartama. S obzirom na namjenu karte, u zaključku su iznesena i neka opća hidrogeološka zapažanja.

### **2.1. OPIS LITOSTRATIGRAFSKIH JEDINICA**

Kao što se i očekivalo na temelju analize postojećih podataka (MARINČIĆ et al., 1971; IVANOVIĆ et al., 1977; JELASKA et al., 2006), na površini istraživanog terena utvrđene su karbonatne naslage gornje krede i paleogena. Unutar slijeda naslaga debljine oko 1200 m, ukupno je izdvojeno 6 litostratigrafskih jedinica (5 u rangui formacije i 1 član - slika 1). Na temelju općih litoloških značajki i stratigrafskog položaja, jedinice su imenovane uglavnom prema dosad izdvojenim neformalnim litostratigrafskim jedinicama na širem području. Debljine jedinica procijenjene su na temelju podataka s karte i profila. U opisu koji slijedi jedinice su prikazane od najstarije do najmlađe.



Slika 1. Shematski litostratigrafski stup područja "Kladnjice".

### 2.1.1. Kladnjice dolomit (KD)

Kladnjice dolomit najstarija je izdvojena litostratigrafska jedinica koju nalazimo na površini kartiranog terena. Zbog nepoznate podine nije bilo moguće preciznije odrediti debljinu i stratigrafski položaj, što je preduvjet za eventualno pripisivanje tih naslaga nekoj od jedinica definiranih tijekom dosadašnjih litostratigrafskih istraživanja šireg područja. Na temelju podataka s OGK 1:100.000 i neobjavljenih podataka prikupljenih tijekom prethodnih litostratigrafskih istraživanja na širem području, može se pretpostaviti da se u podini Kladnjice dolomita nalaze više stotina metara debele naslage alb-cenomana, koje se sastoje od vapnenaca, dolomita i dolomitno-vapnenačkih breča (označeno kao  $?K_{1,2}$  na profilu, slika 3).

Jedinicu Kladnjice dolomit najvećim dijelom čine sivi do smeđesivi uglavnom kasnodijagenetski dolomiti, rjeđe rekristalizirani vapnenci. Učestale su nepravilne izmjene pločastih i kompaktnih paketa dolomita koji mogu biti metarskih debljina. Na trošnim površinama zapaža se i laminacija, vjerojatno cijanobakterijskog podrijetla, te brojne korozijske šupljine. Izdanci su niski, trošni i zaobljeni, ponekad površine i više desetaka m<sup>2</sup>. U nižem dijelu jedinice, uz južni reverzni rasjed (Slika 2), učestale su zapune zjapećih pukotinskih sustava i/ili (?paleo)krških šupljina sa ciglastocrvenim do žutosmeđim lateritičnim materijalima.

U krovini Kladnjice dolomita su vapnenci formacije Milne, a granica između ove dvije jedinice je postavljena na prvoj debljoj pojavi vapnenaca. Na terenu je taj kontakt dobro istaknut jer čini morfološku stepenicu, s vapnencima obično znatno istaknutijim u odnosu na dolomite. Sama granica može biti oštra, ali lateralno ima značajke interkalirajuće granice jer se zapaža prstasto prožimanje vapnenaca i dolomita.

Na temelju relativne starosti krovine, može se procijeniti donjo- do srednjocenomanska starost otkrivenog dijela jedinice, minimalne debljine 100 m.

### 2.1.2. Formacija Milne (FM)

Jedinicu najvećim dijelom čine odlično uslojeni, pločasti do srednjedebeleslojeviti vapnenci koje nalazimo uglavnom u niskim izdancima. Opće značajke formacije Milne su učestale izmjene paketa decimetarskih debljina unutar kojih nalazimo sljedeće litotipove: cijanobakterijski laminiti, skeletni vekstoni s miliolidama, skeletno-peloidni vekstoni-pekstoni (rjeđe grejnstoni) s miliolidama, krisalidinama i paštrikelama te hondrodontne i/ili radiolitidne litosome koje sadrže uglavnom sitnije radiolitide tipa *Eoradiolites*. U donjem dijelu jedinice vapnenci mogu biti jače rekristalizirani. Tu nalazimo i do nekoliko metara debele horizonte kasnodijagenetskog dolomita, osobito u zonama jače raspucanosti, gdje su uz pukotine vapnenci intenzivnije dolomitizirani.

Gornja granica je relativno oštar kontakt s masivnim vapnencima jednolične litologije.

Na temelju utvrđene mikrofosilne zajednice (*Chrysalidina gradata*, *Broeckina (Pastrickella) balcanica* i dr.) određena je srednjo- do gornjocenomanska starost.

Debljina jedinice procjenjena je na 250-350 m, iako može i više varirati zbog jače dolomitizacije u zonama pukotinskih klivaža.

### 2.1.3. Formacija Labotova (FL)

Čitav paket formacije Labotova je masivan do debeloslojevit, izrazito raspucan, uglavnom bez vidljivih slojnih površina. Morfologija izdanaka varira od potpuno niskih do masivnih visine i do 4 metra. Donji dio jedinice obilježen je s nekoliko metara debelim paketom sitnobioklastičnih vekstona s kalcisferulidama (*Pithonella* sp.). Naviše prevladavaju svijetlosivi, gotovo bijeli, rekristalizirani bioklastični floutstoni do radstoni s brojnim bioklastima školjkaša veličine nekoliko mm do nekoliko cm, među kojima se zapažaju i krupniji bioklasti rudista (debeloljušturasti radiolitidi). U izmjeni ima i žućkastih do svijetlosivih madstona-vekstona sa sitnim bioklastima, miliolidama i drugim foraminiferama.

Granica s krovinskom jedinicom postavljena je na uglavnom oštrom kontaktu s prvim horizontom krupnokristaliničnog smeđeg dolomita.

Gornjocenomanska starost je određena na temelju mikrofosilne zajednice (*Chrysalidina gradata*, *Vidalina hispanica-radoicici*, *Cisalveolina* sp.), a debljina je procjenjena na 50-100 m.

### 2.1.4. Formacija Gornjega Humca (FGH)

Najdonji dio slijeda naslaga koje pripadaju formaciji Gornjega Humca obilježen je s 2-3 horizonata krupnokristalastog dolomita debljine do 10 m. Na geološkoj karti, profilu i stupu taj je paket izvojen kao **član s horizontima dolomita (čhd)**. Sivi do smeđi kasnodijagenetski dolomiti se unutar tog paketa izmjenjuju sa srednjedebeloslojevitim vapnencima. Gornja granica člana prema preostalom debelom vapnenačkom paketu formacije Gornjega Humca nije precizno utvrđena te je označena kao pretpostavljena. Uz poprečne lomove dolomitizacija je zahvatila i deblje pakete vapnenaca, pa granica vapnenac – dolomit može imati i interkalirajući karakter. U donjem dijelu su rozo obojeni fenestralni madstoni, sivosmeđi madstoni-vekstoni s miliolidama i eolisakusima, rijetko i s onkoidima. Naviše nalazimo i do 1 m debele radiolitidne litosome s normalno graduiranim prijelazima iz zrnastih bioklastičnih vekstona-pekstona do floutstona s cijelim ljušturama rudista. Od rudista prevladavaju radiolitidi, među kojima ima i zrakastih poprečnih presjeka, a rijetko nalazimo i sitne hipuritide.

Debljina tog člana je oko 100 m, a na temelju superpozicije i fosilne zajednice (*Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Aeolisaccus kotori*, *Scandonea samnitica*, *Hippurites* sp., *Biradiolites* sp.) određena je turonska starost.

U slijedu navije horizonti dolomita postupno izostaju, a nepravilno se izmjenjuju debeloslojeviti i masivni paketi vapnenaca. Opća morfološka značajka terena izgrađenog od tih naslaga su visoki izdanci, duboke vrtače i brojne na površini otvorene pukotine. Prevladavaju sterilni madstoni i eolisakusni vekstoni s taumatoporelama i bentičkim foraminiferama, uglavnom miliolidama. U gornjem dijelu učestaliji su zrnastiji litotipovi (pekstoni, rjeđe grejnstoni) unutar kojih nalazimo i veće bentičke foraminifere kao što su murgele, a vrlo rijetko i keramosferine. Rjeđe se nalaze i radiolitidne litosome s krupnijim radiolitidima, među kojima nalazimo i rebraste tipa *Gorjanovicia* sp. Najgornji dio formacije obilježava nekoliko 10-aka metara debeli paket svijetlosivih i sivosmeđih sitnozrnastih peloidnih i bioklastičnih pekstona s kalcisferama i globotruncanidama, koji je zapažen jedino na južnom dijelu terena. Na sjevernom dijelu taj paket izostaje zbog lateralnih razlika unutar te jedinice ili zbog različite dubine paleokršavanja.

Vršni dio jedinice je rekristaliziran i obilježen brojnim paleokrškim pojavama te crvenkasto-rozom do ljubičasto-smeđim zamazima, a mjestimice ima i džepova boksitičnog materijala.

Starost jedinice je u rasponu od turona do (?)santona, a određena je na temelju mikro- i makrofosilne zajednice (*Accordiella conica*, *Murgella lata*, *Keramosphaerina* sp., *Scandonea mediterranea*, *Gorjanovicia* sp.).

Ukupna debljina naslaga izdvojene jedinice je oko 500 m.

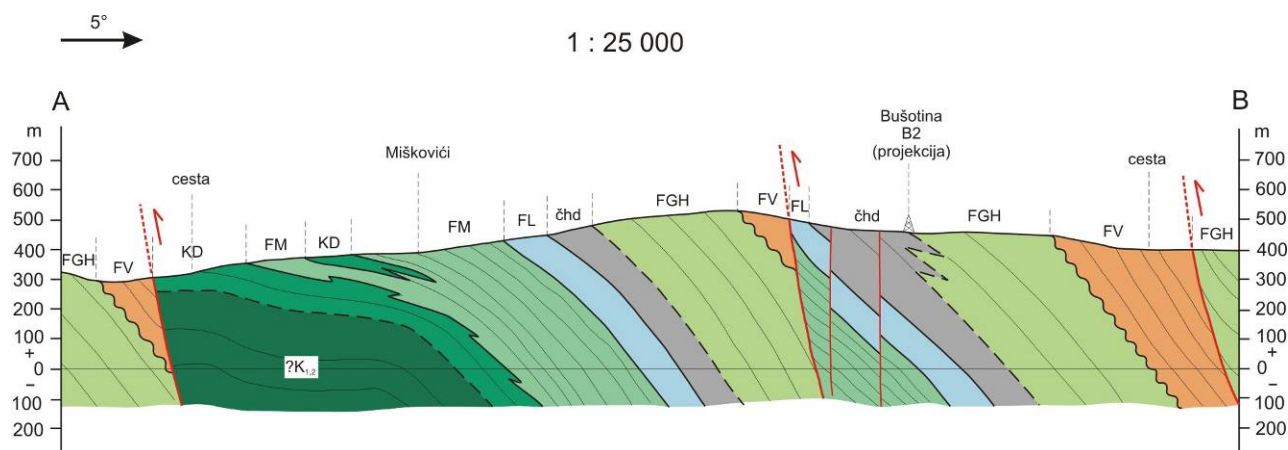
### **2.1.5. Foraminiferski vapnenac (FV)**

Na paleo-okršenoj krednoj podlozi slijede facijesno raznoliki vapnenci paleogenske starosti obilježeni niskim izdancima. Slijed započinje tankoslojevitim smeđim laminitima i svijetlosivim do sivosmeđim sitnobioklastičnim vekstonima sa sitnim foraminiferama i gastropodima. U donjem dijelu nalaze se i smeđi skeletni vekstoni s oogonijima haracejskih algi, crnim intraklastima, a mjestimice i velikim gastropodima tipa *Stomatopsis* sp. Središnji dio slijeda izgrađuju skeletni vekstoni-pekstoni s miliolidama i rapidioninama te rijetkim alveolinama, koje navije postaju sve učestalije. Najgornji dio na površini otkrivenoga slijeda foraminiferskih vapnenaca čine numulitno-diskociklinski vekstoni-floutstoni, koje nalazimo samo na sjevernom dijelu istraživanoga terena.

Paleogenska starost određena je na temelju mikrofosilnoga sastava (podatci iz tumča OGK 1:100.000 – IVANOVIĆ et al., 1978), a debljina na površini otkrivenog slijeda je veća od 200 m.



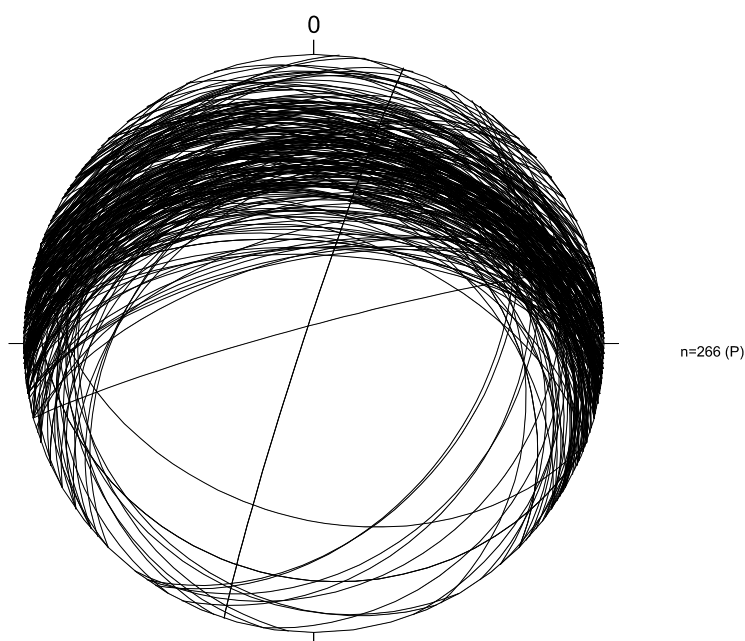




**Slika 3.** Geološki profil A-B.

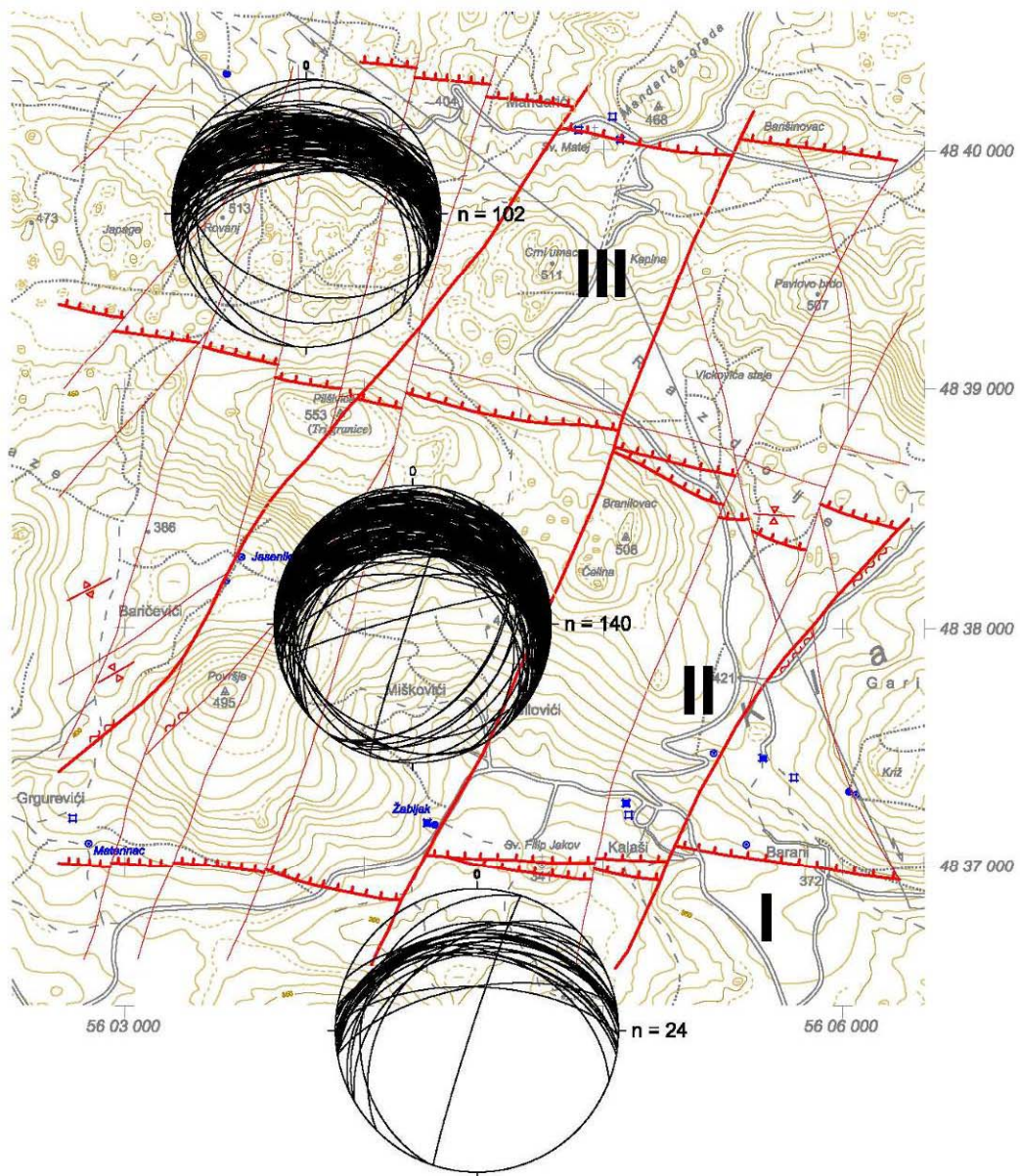
## 2.2. STRUKTURNO-TEKTONSKA RAZRADA

Unatoč činjenici da se na istraživanome području mogu razlikovati tri strukturne etaže odvojene reverznim rasjedima, što je i rezultiralo podjelom na tri strukturno-tektonske jedinice, moguće je utvrditi da je to područje relativno jednostavne strukturno-tektonske građe. Na to najbolje ukazuju strukturni dijagrami slojevitosti koji prikazuju trase slojeva kako za cijelo područje (Slika 4), tako i za svaku strukturno-tektonsku jedinicu posebno (Slika 5). Iz dijagrama je vidljivo da većih odstupanja u položaju slojeva nema. Slojevi su gotovo ujednačeno nagnuti u smjeru sjevera.



**Slika 4.** Strukturni dijagram trasa slojeva istraživanog područja.

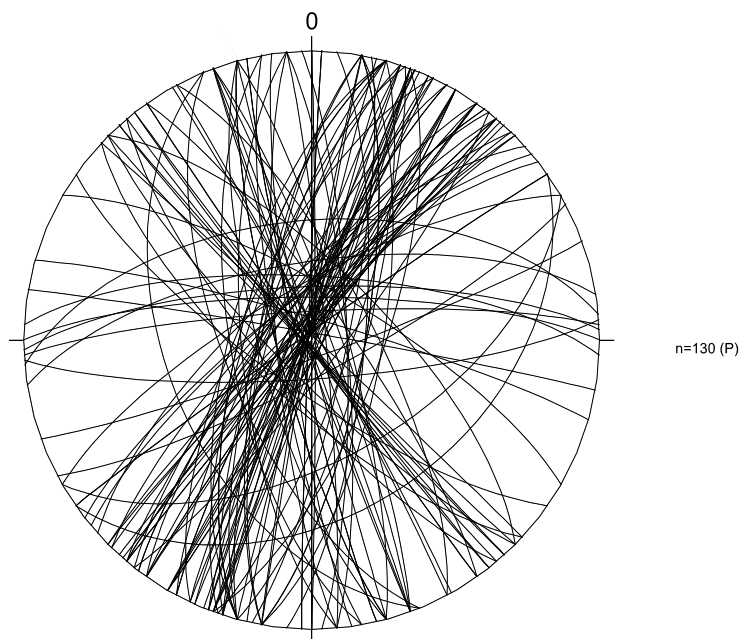




**Slika 5.** Strukturni dijagrami trasa slojeva po strukturno-tektonskim jedinicama (I, II i III).

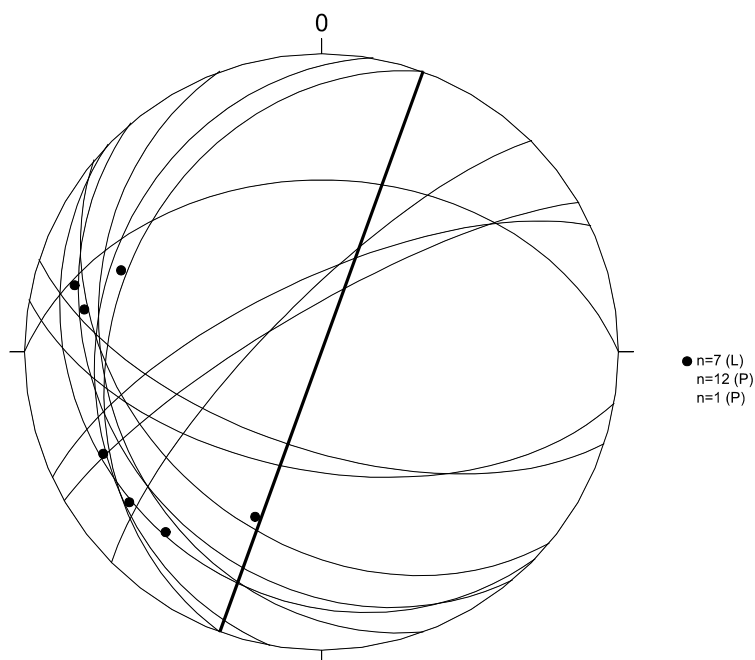


Rijetka odstupanja u smjerovima i kutovima nagiba slojeva su vezana uz kinematiku boranja, koja se javlja uz rasjede paralelne s tektonskim transportom. Naime, iz dijagrama pukotina (Slika 6) vidljivo je da uz klizne pukotine i pukotine iz zone osne ravnine, dominiraju pukotine paralelne sa smjerom nagiba slojevitosti, tj paralelne s tektonskim transportom. Po svom karakteru to su blago zjapeće pukotine, koje mogu preuzeti ulogu *tear* rasjeda i time omogućiti diferencijalno kretanje reverzno izdizanih blokova.



**Slika 6.** Strukturni dijagram pukotinskih diskontinuiteta istraživnog područja.

U blizini sela Baričevići, gdje su naslage formacije Milne u tankopločastom razvoju (slojevi debljine 1-5 cm), kretanja uz poprečne i dijagonalne rasjede su dovela do intenzivnog boranja. Bore su metarskih dimenzija, a iz dijagrama njihovih strukturnih elemenata vidljivo je da se radi o prebačenim borama čije osi tonu prema zapadu-jugozapadu, a čije su osne ravnine nagnute prema sjeveru-sjeverozapadu (Slika 7). To je očita posljedica lijevih kretanja duž rasjeda čija su pružanja paralelna s tektonskim transportom.



**Slika 7.** Strukturni dijagram boranja tankopločastih naslaga formacije Milne u blizini sela Baričevići. Deblje izvučena trasa predstavlja rasjed s lijevim pomakom pružanja 20-200, uz koji i dolazi do boranja. Točke označavaju osi bora.

Dublji ponori koji su uočeni na terenu također pokazuju da im je nastanak vezan uz spomenute rasjede približnog pružanja sjever(-sjeveroistok)-jug(-jugozapad). Uslijed horizontalnih kretanja duž rasjednih se površina uočavaju povlačenja koja otvaraju slijed naslaga po slojnim površinama, a uz djelovanje oborinskih voda takva su mjesta produbljena i čine gotovo vertikalne jame.

## 2.3. ZAKLJUČAK

Istraživano područje izgrađeno je od tektoniziranih i okršanih karbonata, pretežito vapnenaca gornje krede i paleogena. S obzirom na hidrogeološku svrhu provedenih istraživanja, posebna pozornost posvećena je izdvajanju litostratigrafskih jedinica koje su pretežito dolomitnog sastava, pa zbog manje propusnosti od vapnenaca čine potencijalne hidrogeološke barijere. Stoga je prvenstveno bilo potrebno procijeniti kontinuitet i debljinu te preciznije definirati litološku građu regionalne zone vapnenaca s dolomitima Koprno – Kladnjice – Brštanovo. Ta zona čini jezgru regionalne geološke strukture - reverzno (prema JZ) izdignute antiklinale odnosno njezinog sjevernog krila, generalnog pružanja ZSZ – IJI, s naznakama blagog tonjenja prema ZSZ (MARINČIĆ et al., 1971; IVANOVIĆ et al., 1977; JELASKA et al., 2006). Unutar te zone očekivane su deblje naslage dolomita kao potencijalne regionalne hidrogeološke barijere.

Provedenim geološkim istraživanjima izdvojene su dvije litostratigrafske jedinice koje sadrže dolomite: Kladnjice dolomit i Član s horizontima dolomita (Slike 1, 2 i 3).

Jedinica Kladnjice dolomit gotovo je u cjelosti dolomitnog sastava, a na priloženoj geološkoj karti (Slika 2) jasno se vidi njeno kontinuirano pružanje. Iako je debljina otkrivenog slijeda Kladnjice dolomita oko 100 m, može se pretpostaviti i znatno veća debljina dolomita i dolomitnih breča u podini, koji su na širem području registrirani unutar naslaga alba i cenomana (MARINČIĆ et al., 1973; IVANOVIĆ et al., 1978; označeno kao  $K_{1,2}$  na geološkom profilu, slika 3).

Pored jedinice Kladnjice dolomit, stratificirani kasnodijagenetski dolomiti značajnije debljine registrirani su i u donjem dijelu formacije Gornjega Humca, pa je i taj paket naslaga izdvojen na priloženoj geološkoj karti (Slika 2), profilu (Slika 3) i stupu (Slika 1) kao Član s horizontima dolomita. Zona izdanaka naslaga koje pripadaju tom članu neposredno s južne strane obrubljuje mikrolokaciju "Kladnjice", a naslage dolomita su položene tako da oborinske vode koje se procjeđuju vjerojatno dosežu do vode temeljnice nekoliko stotina metara sjevernije. Unutar nekoliko metara debelih paketa kasnodijagenetskih dolomita koji pripadaju tom članu registrirani su i bunari.

Na temelju geološkog profila (Slika 3) može se zaključiti da na površini utvrđene naslage Kladnjice dolomita i Člana s horizontima dolomita dosežu dovoljno duboko da bi činile potencijalne barijere kretanju vode u podzemlju. Stoga generalno pružanje izdanaka (I – Z) tih litostratigrafskih jedinica vjerojatno uvjetuje i pravac kretanja vode u podzemlju.

Uz rasjede generalnog pružanja S – J do SSI – JJZ (Slika 2), kasnodijagenetska dolomitizacija je ponegdje zahvatila i veće debljine primarno vapnenaca, tako da dolomiti mjestimice mogu činiti barijeru poprečno i dijagonalno na pružanje naslaga. Zbog složenih odnosa dolomita i vapnenaca, na samoj mikrolokaciji nije isključena mogućnost formiranja lokalnih poluzatvorenih hidrogeoloških sustava. Međutim, procjenjuje se da se zbog izrazite okršenosti i tektonske raspucanosti pretežito vapnenaca, veći dio površinskih voda procjeđuje do vode temeljnice. Spomenuti rasjedi nisu bili prikazani na postojećim geološkim kartama tog područja, a na terenu se manifestiraju u vidu nekoliko metara širokih zona pretežito zatvorenih (kliznih) pukotina. Mjestimice su naslage razmaknute uslijed interslojnih kretanja i kretanja duž tih rasjeda, pa su unutar vapnenaca na takvim tektonski predisponiranim mjestima nastale i jame (Slika 2). Međutim, unatoč brojnim poprečnim i dijagonalnim rasjedima duž kojih su granice jedinica horizontalno razmaknute i do 200 m, zona izdanaka Kladnjice dolomita na istraživanome području ostala je kontinuirana. Na površini se voda zadržava upravo na dodiru poprečnih lomova i zone izdanaka Kladnjice dolomita (lokve), što je dodatni argument za daljnje istraživanje hidrogeoloških značajki regionalne zone Koprno – Kladnjice – Brštanovo.

Na temelju valorizacije dosadašnjih geoloških podataka te rezultata provedenog litostratigrafskog kartiranja i strukturno-tektonske razrade može se zaključiti sljedeće:

**1) Istraživano područje nalazi se na tektonski raspucanom i okršenom karbonatnom terenu, što je opća značajka šireg područja. Zbog toga se veći dio površinskih voda procjeđuje do vode u podzemlju.**

**2) Budući da je mikrolokacija “Kladnjice” dijelom smještena unutar zone izdanaka Člana s horizontima dolomita, te da je kasnodijagenetska dolomitizacija uz poprečne lomove i u dubini zahvatila veće debljine primarno vapnenaca, nije isključeno niti postojanje lokalnih poluzatvorenih hidrogeoloških sustava.**

**3) Pretpostavlja se da je regionalno kretanje vode u podzemlju barem dijelom uvjetovano pružanjem zona dolomita koje su utvrđene južno od mikrolokacije. Glavna zona dolomita zapravo čini jezgru regionalne geološke strukture - reverzno (prema JZ) izdignute antiklinale, odnosno njezinog sjevernog krila, pružanja ZSZ - IJI, a koja blago tone prema ZSZ. Stoga predlažemo da se opažanja pri trasiranju tokova podzemnih voda, osim na izvorištima splitsko-trogirskog područja, provode i na izvorištima smještenim generalno zapadno od mikrolokacije “Kladnjice”.**

### **3. IZVJEŠĆE O HIDROGEOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA**

Hidrogeološka istraživanja na području Kladnjica, odnosno na prostoru planirane izgradnje Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije (u daljnjem tekstu Centar), obuhvatila su teren površine od oko 12 km<sup>2</sup>. Terenskim radovima prethodila je analiza dokumentacije o dosadašnjim istraživanjima šireg razmatranog područja.

Na području detaljne obrade izvedeno je hidrogeološko kartiranje s ciljem klasificiranja zastupljenih stijena s obzirom na njihovu propusnost, vrstu poroznosti, raspucalost i okršenost. Na terenu su registrirane značajnije vodne pojave i speleološki objekti. Radi odabira lokacije za trasiranje podzemnih voda svi pronađeni speleološki objekti su speleološki pregledani. Na osnovi nalaza speleološkog pregleda za trasiranje je odabrana krška jama dubine tridesetak metara, smještena na samoj lokaciji Centra. U dogovoru s Mr.sc. Zdravkom Brajkovićem, predstavnikom Hrvatskih voda iz Splita, organizirano je opažanje pojave trasera na 10 najznačajnijih izvora, od Žrnovnice na istoku do Torka u dolini Krke na zapadu.

Terenska istraživanja izvedena su tijekom svibnja i lipnja 2006. godine. Budući da do zaključenja ovog izvješća na opažanim izvorima nije registrirana pojava trasera (u izvješću su obuhvaćeni uzorci prikupljeni do 19.6.06.), opažanja će se nastaviti do 14.8.06., odnosno do 90 dana od ubacivanja trasera. Konačni rezultati bit će elaborirani u dopunskom izvješću.

#### **3.1. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA**

U sklopu pripreme terenskih istraživanja, te kao podloga za analizu hidrogeoloških odnosa na širem utjecajnom području planiranog Centra, prikupljena je i obrađena dostupna dokumentacija o dosadašnjim hidrogeološkim istraživanjima tog prostora. Radovi koji prema našoj ocjeni mogu doprinijeti boljem razumijevanju i tumačenju razmatrane problematike citirani su u narednom tekstu.

##### **3.1.1. Istraživanja šireg područja Zagore**

Razmatrano područje planiranog Centra i njegovo neposredno okruženje nisu do nedavno bili predmet detaljnih geoloških i hidrogeoloških istraživanja. Ipak, šire područje zahvaćeno je istraživanjima izvedenim u okviru izrade Osnovne geološke karte 1:100 000, listovi Drniš (Ivanović i dr., 1977) i Split (Marinčić i dr., 1971). Premda je razrada geološke situacije sukladna mjerilu karata, tom su prilikom riješeni temeljni litološki, stratigrafski i strukturni odnosi tog područja.



Osnovni nalazi i interpretacije geološke građe izvedene u sklopu tih radova do danas nisu značajnije izmijenjeni ili reinterpretirani, a poslužili su kao temelj istraživanjima koja su uslijedila, pa tako i hidrogeološkim obradama tog prostora.

Temeljni radovi koji razmatraju hidrogeološke odnose u području Zagore su "Hidrogeološka studija općine Split" (Fritz, 1979) i "Hidrogeološka studija područja Trogir-Šibenik-Drniš-Knin" (Fritz, Pavičić i Renić, 1984). Predmetne studije izrađene su na Hrvatskom geološkom institutu iz Zagreba, a razmatrani prostor kartografski je obrađen u mjerilu 1:100 000. Nadalje, Institut je 1999. godine izradio Hidrogeološku kartu Hrvatske, mjerila 1:300 000 (Biondić, B., Brkić, Ž. i Biondić, R.), na kojoj su prikazani regionalni hidrogeološki odnosi s glavnim smjerovima tečenja podzemnih voda i granicama značajnijih slivova, pa tako i Pantana, te Jadra i Žrnovnice. Hidrogeološki odnosi na prostoru Lećevice, ali južno od Kladnjica, prikazani su na listu Split, Osnovne hidrogeološke karte hrvatske, 1:100 000 (Fritz i Kapelj, J., 1998). Buljan (1993), u magistarskom radu prikazuje utjecaj strukturno-tektonskih odnosa na tečenje podzemnih voda u okolici izvora Pantan kraj Trogira. Spomenuti radovi, a posebno Studija općine Split, korišteni su, ili su barem spomenuti, pri razmatranju hidrogeološke problematike na širem području Lećevice, izvedene u sklopu posljednjih istraživanja za potrebe projekta i studije utjecaja na okoliš (SUO) planiranog Centra.

Pored navedenih istraživanja, hidrogeološka problematika područja Zagore, ili njenih pojedinih dijelova razmatrana je i u nizu drugih projekata. Tako Fritz i Bahun (1960) detaljno obrađuju hidrogeološku i inženjerskegeološku problematiku dijela sliva u zaleđu Kozjaka i prvi put određuju hidrogeološku razvodnicu između slivova Jadro-Žrnovnica s jedne i Pantana s druge strane. U sklopu istraživanja mogućnosti korištenja podzemnih voda za javnu vodoopskrbu sliv Pantana istraživali su Komatina (1961, 1967, 1975), Britvić (1965), Fritz (1970), te Fritz, Renić i Buljan (1991). Istraživanja su pokazala da su podzemne vode krškog vodonosnika zaslanjene duboko u kopno, što se pokazalo kao ograničavajući faktor za njihov zahvat i korištenje.

Posljednja istraživanja, odnosno trasiranje podzemne vode iz ponora Čulina mlinica nedaleko Kljaka kod Petrovog polja (Fritz, Renić i Pavičić, 1993) donose nove spoznaje o hidrogeološkim odnosima na tom prostoru. Naime, dugo je vladalo mišljenje da sjeverna granica sliva Pantana doseže do nepropusnih stijena Petrovog polja (Fritz, 1970; Komatina, 1975), no trasiranje je pokazalo podzemnu vodnu vezu s izvorima Jaruga i Torak u dolini Krke. Time se spoznalo da je relativna podzemna barijera Divojevići-Brštanovo (koncem sušnog razdoblja) ujedno i podzemna razvodnica koja prijeći otjecanje prema Pantanu. U takvim okolnostima sjeverni rubni dijelovi njegovog sliva trebaju se priključiti slivu Krke. Na to upućuju i hidrološke analize sliva

Krke (Bonacci i Ljubenković, 2005) prema kojima je njegova površina veća od do sada utvrđene. Novija saznanja o ulozi spomenute podzemne barijera Divojevići - Brštanovo mogu utjecati i na hidrogeološke odnose na ovdje razmatranom području Lečevica, pa se o tome vodilo računa pri izvođenju istraživanja i elaboriranju hidrogeološke situacije.

Korisni podaci o slivu Jadra i Žrnovnice dobiveni su tijekom istraživanja za potrebe projektiranja i izgradnje hidroenergetskih objekata na Cetini, HE Đale i akumulacije Prančevići (HMZ, 1962; Magdalenić, 1971; Renić i Pavičić 1986), no oni se prvenstveno odnose na hidrogeološku problematiku uz istočnu granicu sliva. Na tom je području za odredbu granice između slivova Jadra i Žrnovnice te izvora Studenci izvedeno i trasiranje podzemnih tokova s ponora u selu Putišić (Renić, 1992). Nadalje, unutar priljevnog područja izveden je i niz istraživanja na užim lokacijama planirane izgradnje većih privrednih objekata, a s ciljem ispitivanja njihovog utjecaja na podzemne vode (Renić, 1989; 1994; 1996; 1997; 1998).

O hidrologiji sliva Jadra i Žrnovnice pišu Bonacci, 1978 i 1987; Bonacci i Roje-Bonacci, 1997a i b).

U novije vrijeme Hrvatski geološki institut je elaborirao hidrogeološku problematiku u slivu Jadra i Žrnovnice s ciljem sagledavanja sadašnje situacije, formiranja hidrogeološkog GIS-a, te izveo početna hidrogeokemijska i izotopna istraživanja (Kapelj S. i dr., 2001; 2002).

Budući su ovdje elaborirana istraživanja vezana uz projekt izgradnje Centra za gospodarenje otpadom kod Lečevica, potrebno je spomenuti da je HGI bio angažiran na izradi hidrogeološke ocjene podobnosti terena za izgradnju odlagališta krutog otpada grada Splita. Tako je 1997 načinjeno mišljenje za lokaciju Kraljevci-Radošić (Renić, 1997), a godinu dana kasnije i za lokacije tupinolom Sv. Juraj, Bisaći, Koperčica i Mojanke Podi (Renić, 1998). Budući su mišljenja načinjena isključivo na temelju dotad poznatih podataka, njihov je osnovni cilj bio uputiti na lokacije, koje s hidrogeološkog aspekta, ima osnove detaljno ispitivati. Kao najpovoljnija ocijenjena je lokacija tupinoloma Sv. Juraj, a potom slijede lokacije Mojanke-Podi i Kraljevci-Radošić.

Premda se na osnovi citiranih radova stječe dojam značajne istraženosti područja Zagore, stvarna situacija potpuno je suprotna. Za najveći dio terena može se reći da su spoznaje na razini studijskih podataka, a to znači s velikim brojem nepoznanica. Posebno se to odnosi na rubne dijelove sliva Jadra i Žrnovnice prema susjednim slivovima Pantana i Krke, a područje Lečevica nalazi se upravo na tom prostoru.

### 3.1.2. Dosadašnja trasiranja podzemnih voda

Trasiranja su jedna su od osnovnih metoda hidrogeoloških istraživanja na krškim terenima bez koje gotovo da nije moguće pouzdano odrediti dinamiku i smjerove kretanja podzemnih voda. Na razmatranom području izvedeno je svega nekoliko trasiranja, a prikazana su kronološkim slijedom.

- Trasiranje ponora kod **Grabovog mlina u dolini rijeke Cetine** izvedeno je 11.09.1963. pomoću Na-floresceina. Istraživanja su provedena u sklopu izrade projektne dokumentacije za HE Đale. Traser se pojavio na izvorima Jadra i Žrnovnice, a detaljni podaci nam nisu poznati.
- Trasiranje ponora **Jablan u Mućkom polju** izvedeno je 14.01.1978. godine u sklopu izrade Hidrogeološke studije općine Split (Fritz, 1979). U ponor je ubačeno 120 kg Na-floresceina pri dotoku vode od približno 300 L/s. Pojava boje registrirana je na izvorima Jadra i Žrnovnice s vrlo velikim prividnim brzinama od 10,58 cm/s (Jadro) i 12,18 cm/s (Žrnovnica). Smatra se da su ove iznimno velike brzine toka, iz sjevernih rubnih dijelova sliva uvjetovane regionalnim poprečnim rasjedom Postinje-Muč-Gizdovac-Klis, koji je omogućio brz protok podzemnih voda kroz nekoliko relativnih i visećih hidrogeoloških barijera na području između Konjskog i Dugopolja.
- Trasiranje ponora **Čulina mlinica na području Kljaka** kod Petrovog polja izvedeno je 24.10.1990. godine. Tada je ubačeno 100 kg Na-floresceina pri dotoku u ponor od 5 L/s. Pojava boje registrirana je 1.12. na izvoru Torak, a 10.12. i na izvorištu Jaruga. Prividne brzine toka bile su vrlo niske i iznosile su 0,77 cm/s (Torak), odnosno 0.71 cm/s (Jaruga). Premda se prema prethodnim tumačenjima hidrogeoloških odnosa traser prvenstveno očekivao na izvoru Pantan kod Trogira, pojava boje na njemu nije registrirana. Izvedeno trasiranje podzemnih voda znatno je promijenilo ranije poglede na slivove Jaruge, Torka i Pantana (Fritz, Renić i Pavičić, 1993)
- Trasiranje ponora **Ponikva kod Putešića u Strijanskom polju** provedeno je 28.03.1992. godine, u sklopu određivanja zona sanitarne zaštite crpilišta Studenci (Renić, 1992). Tom prilikom je pri dotoku od 50-60 L/s u ponor ubačeno 25 kg Na-floresceina. Pojava trasera ustanovljena je na Žrnovnici i Jadru uz prividne brzine toka od 3,07 cm/s (Žrnovnica) i 3,8 cm/s (Jadro), što upućuje da ove dijelove terena treba štititi mjerama zaštite predviđenim za III zonu.
- Osim opisanih regionalnih trasiranja, provedeno je lokalno trasiranje sa 6 kg Na-floresceina iz bušotine KK-2 u kamenolomu Klis-Kosa u neposrednom zaleđu izvora Jadro (Renić, Prelogović i Buljan, 1998). Premda je dokazana vrlo brza podzemna veza kamenoloma s izvorom Jadra, ovo trasiranje nema utjecaj na problematiku regionalnih hidrogeoloških odnosa.

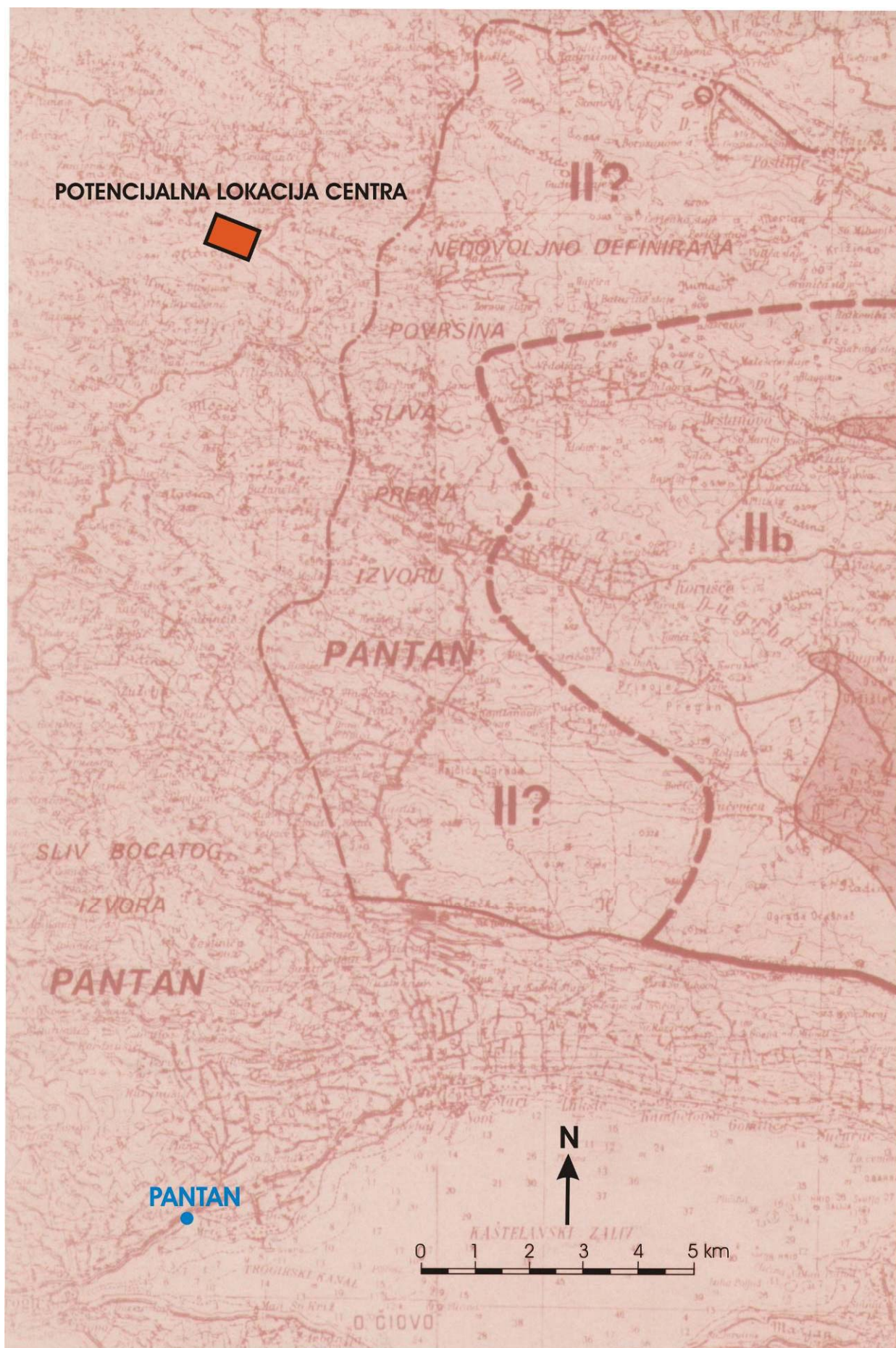
- Trasiranje **bušotine B-2 na lokaciji Centra kod Lečevice** izvedeno je 16.08.2004. godine s 80 kg Na-floresceina. Nakon ubacivanja traser je potisnut s 50 m<sup>3</sup> vode dopremljene autocisternom. Pojava boje praćena je na izvorima Žrnovnica, Jadro, Rupotina, Tupinolom, Radun i Pantan. Premda su opažanja trajala preko 4 mjeseca pojava boje nigdje nije registrirana (ECOINA, 2004).

### 3.1.3. Stanje zaštite izvorišta pitke vode

Na širem razmatranom području, a istovremeno u zoni potencijalnog utjecaja planiranog Centra nalazi se niz izvora zahvaćenih za javnu vodoopskrbu. Svakako najznačajniji su Jadro i Žrnovnica na splitskom, te Jaruga i Torak na šibenskom području. Granica vodozaštitnog područja izvora Jaruga i Torak definirane su temeljem istraživanja izvedenih 1989. godine (Fritz i Kapelj J., 1990), a budući se nalaze zapadno od ovdje razmatranog područja nisu posebno elaborirane.

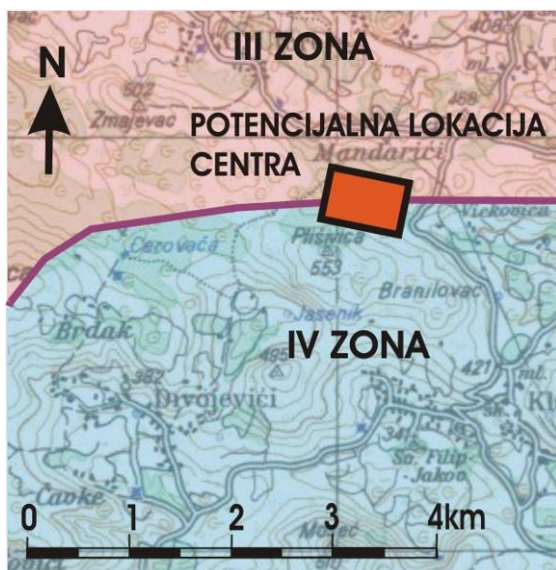
Na Splitskom području, prvi prijedlog zona sanitarne zaštite izvora Jadro i Žrnovnica načinjen je od strane Hrvatskog geološkog instituta iz Zagreba (Fritz i dr., 1988), a na osnovi rezultata tom prilikom provedenih radova, te koristeći podatke ranijih hidrogeoloških istraživanja i rezultate trasiranja (Fritz, 1979). Prema tom prijedlogu granice sliva Jadra i Žrnovnice određene su sukladno Studiji (Fritz, 1979). Unutar tog područja izdvojene su 4 zaštitne zone; Ia, Ib, IIa, i IIb. Pored toga na kartografskom prilogu istog elaborata, uz zapadnu granicu sliva izdvojeno je područje za koje tek treba utvrditi da li stvarno pripada slivu Jadra i Žrnovnice ili slivu priobalnog izvora Pantan. Na temelju tog elaborata i karte donesena je i Odluka o određivanju zona sanitarne zaštite izvorišta i zaštitnih mjera izvorišta Gradske zajednice općine Split, SG 15/1-1988. Pravno, to je i danas jedini važeći dokument kojim se regulira zaštita ova dva izvora. Na slici 8 prikazana je preslika zapadnog dijela spomenute karte iz koje je vidljivo da se mikrolokacija Centra nalazi oko 2 km izvan granice sliva Jadra i Žrnovnice, te samim tim i izvan zaštićenog područja.

Priobalni izvor Pantan zaslanjuje i ne koristi se za vodoopskrbu, te ne postoji odluka o njegovim zaštitnim zonama. Ipak, ocjenjujući ovaj izvor potencijalnim izvorom pitke vode u nekom budućem razdoblju, Hrvatske vode Split za svoje potrebe izradile su kartu zaštitnih zona ovog izvora prema kojoj se mikrolokacija centra nalazi u graničnom području između III i IV zone zaštite. Izvadak iz karte Hrvatskih voda prikazan je na slici 9.



Slika 8: Zapadna granica sliva Jadra i Žrnovnice sa zaštitnim zonama (prema: Fritz i dr., 1988)





**Slika 9:** Izvadak karte Hrvatskih voda sa zaštitnim zonama izvora Pantan za područje lokacije Centra

#### 3.1.4. Osvrt na istraživanja mikrolokacije Centra

Područje predviđeno za izgradnju Centra namjenski je istraživano u razdoblju od 2002. do 2004. godine, a rezultati su prikazani u radu "Elaborat o kompleksnim geoistraživanjima lokacije Kladnjice - Lećevica", knjige I i II, izrađenom od strane poduzeća ECOINA iz Zagreba (2004). Prema projektnom zadatku glavni ciljevi provedenih istraživačkih radova bili su ustvrditi postojeće stanje lokacije, tzv. "nulto" stanje, procijeniti mogućnost onečišćenja podzemnih voda iz eventualno izgrađenog Centra te prikupiti podloge i podatke potrebne za izradu Studije o utjecaju na okoliš. U tu svrhu realiziran je program istražnih radova koji su uključili:

- Fotogeološko-tektonska istraživanja
- Geofizička istraživanja
- Detaljno terensko geološko kartiranje
- Strukturno-istražno bušenje
- Praćenje bušenja i interpretaciju podataka iz bušotina
- Ispitivanje kakvoće podzemnih voda
- Trasiranje podzemnih voda

Dio rezultata istraživanja kasnije je korišten pri izradi Studije utjecaja na okoliš Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije u Lećevici, koju je izradio IPZ Uniprojekt MCF iz Zagreba (2005).



Premda se može konstatirati da je program istraživanja sadržavao radove primjerene ciljevima projekta, te da su oni najvećim dijelom realizirani u skladu s pravilima struke, pregledom citirane dokumentacije primijećeni su određeni nedostaci i nedovoljno objašnjene činjenice, koji u konačnici mogu prouzročiti različitu, pa i pogrešnu interpretaciju rezultata.

Budući je poznato da se zbog specifičnosti tečenja podzemnih voda u kršu negativni utjecaji s površine terena mogu odraziti na kakvoću vode izvorišta udaljenih i nekoliko desetaka kilometara od samog izvora onečišćenja, pri analizi mogućeg utjecaja potrebno je sagledati hidrogeološke značajke i odnose na znatno širem području od neposredno razmatranog. Premda je regionalna hidrogeološka situacija bila razmatrana, prikaz nije potpun, odnosno nisu uvaženi rezultati dijela novijih istraživanja, što je u konačnici izravno utjecalo na nepotpun odabir mjesta opažanja pojave trasera. Konkretno, nisu valorizirani rezultati trasiranja ponora Čulina mlinica kod Kljaka (Fritz, Renić i Pavičić, 1993; Kapelj S. i dr., 2001), koji otvaraju mogućnost da se podzemne vode s razmatranog područja Centra dreniraju prema dolini Krke. Zbog toga je u opažačku mrežu svakako trebalo uključiti zahvaćena izvorišta Jaruga i Torak.

Trasiranje podzemnih voda iz bušotina specifičan je zahvat s uvijek neizvjesnim rezultatom. Naime, za razliku od trasiranja stalno ili povremeno aktivnih ponora, za koje je potpuno izvjesno da komuniciraju s privilegiranim drenažnim sustavima podzemnih voda, komunikacija s podzemnim vodama u okruženju bušotine uvijek je upitna, pa i u slučajevima kada je bušotinom zahvaćen podzemni vodonosnik, kako je to slučaj s trasiranom bušotinom B-2. Kao umjetno izveden rad u krškom podzemlju, bušotina može, ali i ne mora, presjeći značajnije zone cirkulacije podzemnih voda. Premda se iz podataka bušenja i ispitivanja vidi da je stijenska masa u gornjim dijelovima probušenog intervala znatno raspucana i okršena, a da s dubinom postaje sve kompaktnija, te da je u nju nakon ubacivanja trasera uspješno utisnuto 50 m<sup>3</sup> vode, boljim praćenjem samog upuštanja mogli su se dobiti značajni dopunski podaci. Bez obzira na veliku dubinu do vodnog lica (312 m), nakon upuštanja trasera trebalo je uzorkovanjem pratiti pad njegove koncentracije u bušotini (pa i kroz duže razdoblje), kao i kolebanja razine vode tijekom ispiranja. Na osnovi tih podataka mogle su se već tada prikupiti značajne informacije u hidrogeološkim značajkama sredine, koje bi u konačnici, doprinijele tumačenju razloga zbog kojih traser nije registriran na niti jednom od opažanih izvora, što u predmetnoj dokumentaciji nije učinjeno. Ovdje treba istaknuti da je praćenje razrjeđenja, odnosno unosa trasera u vodonosnik moguće jedino pri trasiranju iz bušotina. Kod njegovog upuštanja u prirodne objekte, ponore, jame, ponikve ili pukotine, to u pravilu nije moguće.

Izostanak opažanja na području nizvodnog dijela sliva Krke, te spomenutog praćenje dinamike unosa trasera osnovne su zamjerke provedenom ispitivanju.

S druge strane, izostanak pojave trasera ili bolje rečeno njegove registracije na opažanim izvorima, ne mogu se smatrati greškom izvođača. Takav rezultat čest je slučaj u hidrogeološkoj praksi. Isto tako izvođenje trasiranja pri niskim vodama u načelu nije pogreška. Naime, dobro je poznato da se konačni sud o dinamici i smjerovima kretanja podzemnih voda u krškom podzemlju može donijeti tek na temelju rezultata trasiranja izvedenih u različitim hidrološkim prilikama. S obzirom na regionalnu hidrogeološku situaciju; rubni dio nekoliko krških slivova (Jadro - Pantan - Krka), te zonarnost pretpostavljene podzemne razvodnice, upravo je razmatrano područje klasičan primjer mjesta na kojem se može očekivati da položaj razvodnice i smjerovi tečenja podzemnih voda variraju ovisno o hidrološkoj situaciji. U tom kontekstu i provedeno trasiranje potpuno je opravdano, tim više što je razdoblje opažanja bilo adekvatno produženo i zahvatilo je razdoblje pojave povišenih voda.

Nakon geološkog kartiranja terena i pregleda ostataka jezgre bušotine B-2, koji se još uvijek nalaze na lokaciji (bez sanduka, razasuti, hipsometrijski razvrstana geološka determinacija više nije moguća), može se konstatirati da pri geološkoj determinaciji nije posvećeno dovoljno pozornosti izdvajanju i pozicioniranju slojeva kasnodijagenetskog dolomita. Premda se ovi i nekoliko metara debeli slojevi mogu jasno razabrati u nabušenoj jezgri, njihova pojava konstatirana je samo kao *"stijena koja na pojedinim mjestima slabije reagira na HCL, što upućuje na dolomitizaciju"*.

Kao jedan od ciljeva projekta bilo je i utvrđivanje kakvoće podzemne vode na lokaciji Centra. U tu svrhu i bušotina B-2 izbušena je do dubine od 400 m. Prema prikupljenim podacima ona je zahvatila vodom saturirani dio krškog podzemlja, a njena minimalna razina zabilježena je na dan trasiranja (16.8.04.) kada se nalazila na dubini od 312 m, odnosno na apsolutnoj koti od približno 146 m n.m. (kota ušća bušotine očitana s karte je 458 m n.m.). Premda kontinuirani podaci o kretanju razine podzemne vode u bušotini nisu prikupljeni (ili bar nisu elaborirani), navodi se da je uzorkovanje podzemne vode pomoću "semlera" izvedeno 20.7.04. i to prvo kod dubine do vode od 241, te 9 sati kasnije drugo, pri dubini do vode od 248 m. Premda se u elaboratu nigdje ne navodi kada je bušotina završena i zacijevljena, iz prikaza karotažnih mjerenja može se iščitati da su ona izvedena 14.7. kada je bušotina bila izvedena do dubine od 380 m. Dakle, uzorkovanje je vjerojatno izvedeno neposredno nakon završetka bušenja, odnosno po ugradnji piezometarske cijevi.

Analiza uzoraka (tip B) pokazala je povećanu mutnoću vode te prekomjerni sadržaj amonijaka i nitrita, kao i utrošak  $\text{KMnO}_4$ . Bakteriološki nalaz je katastrofalan u odnosu na broj

aerobnih bakterija (37° i 22°) i ukupne koliforme. Premda su uzorci uzeti u razmaku od svega 9 sati, rezultati se za neke parametre razlikuju i do 80 puta. Loša kakvoća podzemne vode pripisuje se utjecaju septičkih jama zaselaka (svega par kuća), koji su od bušotine udaljeni 1 do 2 km. Tek kao mogućnost navodi se utjecaj isplachne vode same bušotine.

Ovdje treba naglasiti da prema našoj ocjeni, dobiveni rezultati su isključivo posljedica uzorkovanja netom završene bušotine. Isplaka, korišteni bušaći alati i ugrađena piezometarska konstrukcija, glavni su izvori konstatiranog onečišćenja. Utjecaj spomenutih naselja može se potpuno isključiti, a dobiveni podaci ne pokazuju stanje kakvoće podzemne vode na ispitivanoj lokaciji. Premda je bilo predviđeno, drugo uzorkovanje nije izvršeno jer je u međuvremenu došlo do oštećenja i začepljenja piezometra.

Nadalje, treba konstatirati da nije predviđeno, pa ni izvedeno, tzv. osvajanje (ispiranje) piezometra nakon ugradnje. Mogućnosti za to gotovo da i nema s obzirom na dubinu do vode i profil ugradnje. Isto tako uzorkovanje pomoću semplera nije adekvatno niti može zadovoljiti potrebu prikupljanja reprezentativnih uzoraka. Poznato je da se takvi uzorci moraju prikupiti crpljenjem iz bušotine, i to na način da se prethodno iscrpi najmanje dva volumena vodom potopljenog dijela bušotine. Zbog spomenute dubine do vode, poštivanje ove procedure niti u buduće neće biti moguće, jer u Hrvatskoj ne postoji potrebna specijalna oprema. U takvoj situaciji uzorkovanje pomoću semplera jedini je mogući način, ali je ono trebalo biti opetovano izvedeno s višemjesečnim odmakom od dana završetka bušenja, a i te rezultate trebalo bi samo uvjetno smatrati pokazateljima nultog stanja podzemne vode na području Centra.

Premda bi se moglo zamjeriti da je premalo pozornosti bilo posvećeno krškim geomorfološkim pojavama, prvenstveno speleološkim objektima, treba istaknuti da je njihovo pronalaženje na istraživanom području iznimno teško s obzirom na obraštenost terena i gotovo nemoguće bez suradnje lokalnog stanovništva. Ipak ovdje treba naglasiti da su nakon geološke obrade uže lokacije Centra autori tog dijela elaborata ispravno konstatirali: *"Sa stanovišta hidrogeologije nedvojbeno je da su stijene koje izgrađuju ovaj teren izuzetno propusne zahvaljujući izraženim pukotinskim sustavima, okršenosti i tektonskoj razlomljenosti."*

### **3.2. HIDROGEOLOŠKI PRIKAZ**

Kako je već spomenuto, zbog specifičnosti hidrogeoloških odnosa na području krša, pri analizi mogućeg utjecaja planiranog objekta na podzemne vode potrebno je sagledati hidrogeološke značajke i odnose na znatno širem području od neposredno razmatranog. Temeljne podloge za takvu analizu svakako su već spomenute studije; Fritz, 1979 te Fritz, Pavičić i Renić, 1984. Budući je ta problematika dijelom razmatrana i u sklopu prethodnih kompleksnih geoloških istraživanja (ECOINA, 2004), ovdje je težište stavljeno na tom prilikom izostavljene podatke. U nastavku prikazani su rezultati istraživanja uže lokacije, izvedeni u sklopu ovog programa radova.

#### **3.2.1. Regionalna hidrogeološka situacija**

Istraživano područje planirane izgradnje Centra smješteno je na krškom terenu u središnjem dijelu Zagore. Širi potencijalno utjecajni prostor može se okonturiti kanjonima Čikole i Krke na istoku, nepropusnim naslagama paleozoika i trijasa od Drniša preko Petrovog polja do Muća na sjeveru, dolinom Cetine na istoku te obalnom linijom na jugu. Osnovni čimbenici koji definiraju hidrogeološke odnose na nekom području, pa tako i na ovdje razmatranom, su litološka građa terena i strukturno tektonska situacija.

Na temelju poznatih podataka nedvojbeno se može konstatirati da razmatrano područje pokazuje visok stupanj tektonske poremećenosti. Snažna dinamika geoloških zbivanja, kojima su nakon postanka bile izložene zastupljene sedimentne stijene, manifestirala se intenzivnim boranjem naslaga i njihovim razlamanjem, pa su danas na terenu jasno izražene značajke ljuskave građe, reverznog rasjedanja i navlačenja. Premda je čitav teren intenzivno razlomljen, kao posebno značajna može se ocijeniti rasjedna zona koja se pruža potezom: dolina Vrbe - Postinje - Gizdovac - Klis, a dio je regionalnog loma Karlovac - Bihać - Knin - Drniš (Šikić, 1964). Jugozapadno od tog rasjeda, a na tom se prostoru nalazi i razmatrana mikrolokacija Centra, dominiraju ljuskave strukture. Daljnjom razradom i taj se prostor može razdijeliti u dvije cjeline. Prema Marinčić, Magaš i Borović (1973) tu se mogu razlikovati strukturna jedinica Dalmatinska Zagora i strukturna jedinica Primošten - Trogir - Split. Granica im je reverzni rasjed na južnim padinama Kozjaka.

Objekti spomenute jedinice izgrađuju naslage gornje krede i paleogena. Česte su izoklinalne bore nagnute i polegle prema jugu-jugozapadu. Glavne uzdužne rasjede, koji su često reverznog karaktera, pa i navlake, presijecaju nizovi poprečnih i dijagonalnih rasjeda. Kao posljedica ljuskave

strukture redovito nedostaju dijelovi bora. Kod antiklinalnih formi obično nedostaje dio ili čitavo južno (jugozapadno) krilo. U dijelu tih reduciranih antiklinala jezgru čine dolomiti s pločastim vapnencima na krilima. U takvom strukturnom položaju ove stijene imaju funkciju relativne barijere za podzemne vode u okolnim dobro propusnim karbonatnim naslagama. Vrlo dobar primjer relativne barijere je antiklinalna struktura Koprno - Divojevići - Brštanovo, na terenu markirana izdancima dolomita i vapnenaca cenomanske starosti ( $K_2^1$ ), koja se nalazi neposredno južno od razmatrane mikrolokacije. Na priloženoj detaljnoj geološkoj karti (slika 1) ova relativna barijera prvenstveno je iskazana litostratigrafskom jedinicom Kladnjice dolomit (KD).

Nepropusne fliške naslage eocena dolaze u jezgrama sinklinala s reduciranim sjevernim krilima. U području Zagore (Vučevica, Blaca) one ne dosežu duboko u podzemlje pa su to nepotpune (viseće) barijere. Suprotno tomu, u području Kaštelansko polje - Žrnovnica ove stijene zaliježu duboko ispod krajnje erozijske baze (mora) pa imaju funkciju potpune barijere.

Zaključno se može konstatirati da razmatrano područje karakteriziraju strukturne forme generalnog pružanja ZSZ-JJI. U njihovoj građi javljaju se stijene različitih hidrogeoloških svojstava, odnosno propusnosti, što ovisno o dubini njihovog zalijeganja utječe na smjerove i brzinu kretanja podzemnih voda. Premda utjecaj pružanja struktura i litološke građe nedvojbeno postoji, to definitivno nisu jedini ili presudni elementi. To najbolje pokazuju rezultati trasiranja ponora kod Muća, koji su pokazali iznimno brzu vezu ponirućih voda i izvora Jadra i Žrnovnice (10,58 odnosno 12,18 cm/s), za što je potrebno tečenje poprijeko na niz relativnih i visećih barijera. Ovako brza podzemna vodna veza tumači se pojačanom razlomljenošću i okršenošću stijena duž regionalne rasjedne zone dolina Vrbe - Postinje - Gizdovac - Klis.

Najznačajnija mjesta pražnjenja krškog vodonosnika su izvorišta Torak i Jaruga u dolini Krke, zaslanjeni izvor Pantan kod Trogira te Jadro i Žrnovnica. Dobro je poznata činjenica da izvorište Jaruga predstavlja okosnicu vodoopskrbe šibenskog, a Jadro i Žrnovnica splitskog područja. Priljevna područja tih izvora nisu pouzdano utvrđena. To je dobrim dijelom posljedica geološke građe prostora, ali i izostanka specijalističkih hidrogeoloških istraživanja presudnih za njihovo definiranje (trasiranja). Ipak, s obzirom na ovdje razmatranu problematiku nužno je prikazati današnja saznanja i razmišljanja.

Priljevno područje Jadra i Žrnovnice do sada je razmatrano isključivo kao jedinstveni prostor. Njegova sjeverna i južna granica dosta su jasno definirane. Sjevernu granicu određuje potpuna topografska barijera po trijaskim naslagama sjeverno od Mućkog polja. Isto tako južnu granicu određuje navlačni kontakt propusnih karbonata Zagore i nepropusnih fliških naslaga u priobalju. S obzirom na dosadašnja istraživanja i istočna granica je relativno dobro definirana. Pored svega ovaj

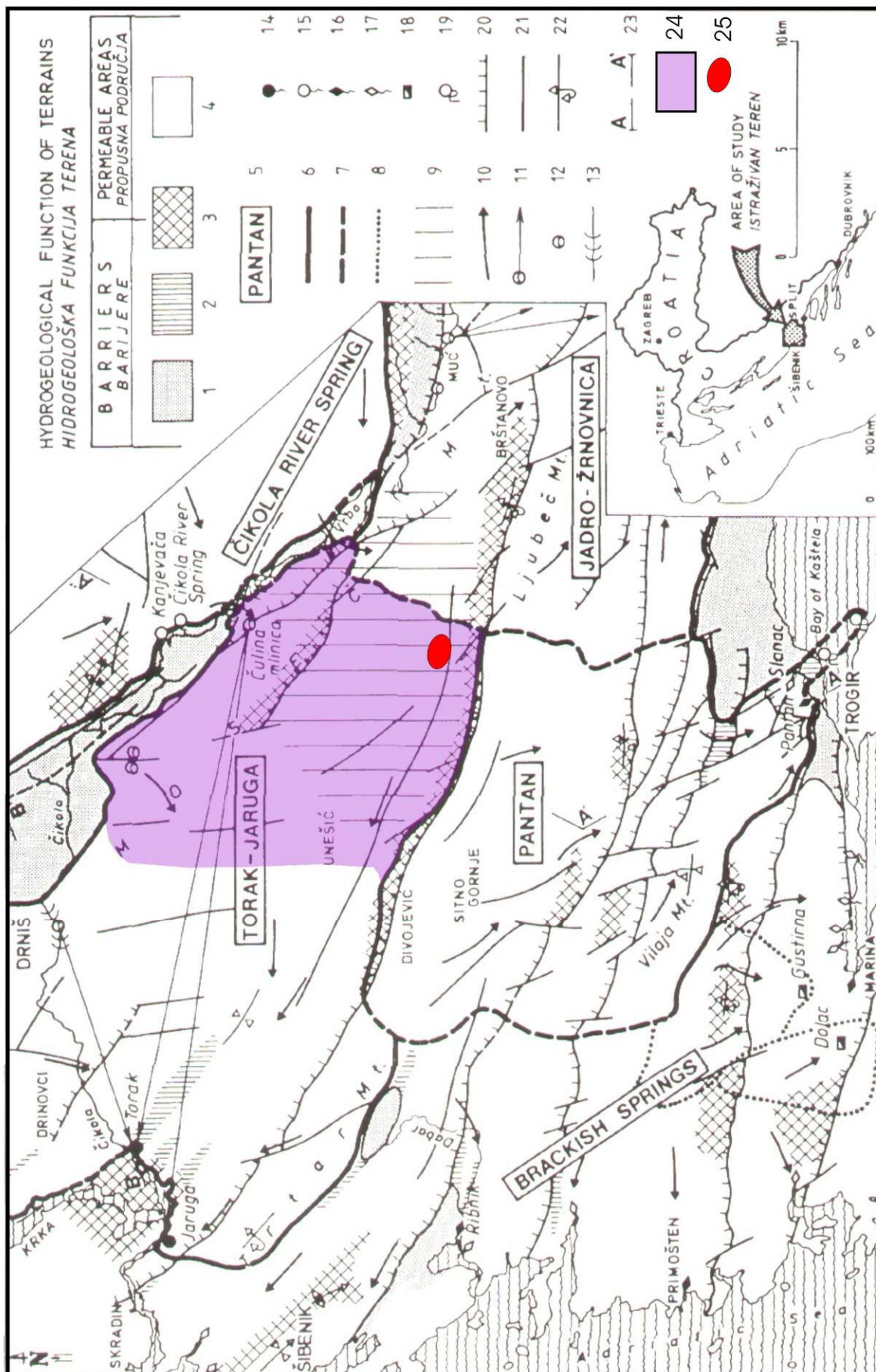
je dio sliva još uvijek otvoren u smislu određivanja udjela miješanja vode iz susjednog sliva rijeke Cetine. Za razliku od prethodno spomenutih, zapadna granica sliva izrazito je problematična. S te strane sliv je zatvoren na osnovi hidrogeoloških pokazatelja poput pružanja struktura, rasjeda, pukotina i morfoloških cjelina, a bez i jednog podatka dobivenog trasiranjem podzemnih voda. Dugo se smatralo da zapadna granica sliva Jadra i Žrnovnice dijeli podzemne vode tih izvora od podzemnih voda koje se dreniraju prema izvoru Pantan, a da se generalno pruža od područja Radošića na jugu do Ramljana na sjeveru (Fritz, 1979). S obzirom na to da tu razvodnica presijeca izrazito krško područje, te da je njeno pružanje praktički okomito na pružanje struktura, bez trasiranja podzemnih tokova njen točniji položaj nije moguće utvrditi. Nadalje, zbog istih razloga vrlo je izvjesno da i u slučaju njenog pozicioniranja na temelju rezultata trasiranja, tako određena razvodnica treba imati zonarni karakter, odnosno njen položaj varira u prostoru ovisno o hidrološkim uvjetima. U takvoj situaciji Fritz i dr. (1988) izdvajaju široku zonu terena uz spomenutu razvodnicu i definiraju ga kao nedovoljno definiranu površinu između slivova Jadra i Žrnovnice na istoku i zapadno položenog sliva Pantana (slika 8). Ovdje razmatrana lokacija Centra nalazi se oko 2 km zapadno od te zone, dakle smještena je u priljevnom području Pantana.

Sliv priobalnog bočatog izvora Pantan, a ujedno i povremeno aktivnih vodnih pojava, bočatog izvora Slanac i vrulja Arbanija i Slatina u Kaštelanskom zaljevu također je samo djelomično definiran. Praktički čitav sliv izgrađuju propusne karbonatne stijene, te ni tu ne postoji dovoljno hidrogeoloških podataka za točnije određivanje položaja njegovih granica. Prema Fritz, Pavičić i Renić (1984), premda nigdje situacija nije jednoznačna, a tada postavljene razvodnice svud mogu varirati u kilometarskim razmjerima, autori posebno upitnom označavaju sjevernu razvodnicu prema slivu izvora Čikole. Na potezu gdje je kraći dio doline Vrbe uzvodno od izvora Čikole izgrađen od karbonatnih stijena, nalaze se povremeni ponori. Autori smatraju da je tu barijera Petrova polja nepotpuna ili prekinuta, što omogućava podzemno otjecanje dijela voda iz sliva izvora Čikole u sliv Pantana.

U istom radu autori su zapadno od sliva Pantana izdvojili i slivove izvora Torak i Jaruga u dolini Krke, te sliv priobalnih izvora od Skradina do Trogira.

Nove spoznaje o dinamici podzemnih voda na području Zagore prikupljene su upravo trasiranjem ponora Čulina mlinica na području Kljaka kod Petrovog polja, dakle u prethodno spomenutoj zoni podzemnog otjecanja (gubitaka) iz sliva izvora Čikole. Pojava boje registrirana je na izvorima Torak i Jaruga. Prividne brzine toka bile su vrlo niske i iznosile su 0,77 cm/s (Torak), odnosno 0,71 cm/s (Jaruga). Premda se prema prethodnim tumačenjima hidrogeoloških odnosa traser očekivao na izvoru Pantan kod Trogira, pojava boje na njemu nije registrirana.





**Slika 10:** Preslika karte s reinterpetiranim granicama sliva Pantana te Torka i Jaruge nakon trasiranja ponora Čuline mlinice (Preuzeto iz: Fritz, Renić i Pavičić, 1993; djelomično nadopunjeno)

## Legenda uz kartu na slici 10

1 – potpuna barijera; 2 – djelomična (viseća) barijera; 3 – relativna barijera, pretežno podzemna; 4 – propusna područja; 5 – ime hidrogeološkog sliva; 6 – razvodnica, potvrđena; 7 – zonarna razvodnica, nesigurna; 8 – lokalna razvodnica; 9 – moguća premještanja položaja razvodnice, posebno u vlažnim razdobljima; 10 – pretpostavljeni smjer toka podzemne vode; 11 – podzemna veza ponora i izvora, potvrđena; 12 – ponor; 13 – ponorna zona; 14 – značajni krški izvor; 15 – izvor; 16 – značajni zaslanjeni izvor; 17 – zaslanjeni izvor; 18 – zahvat podzemne vode; 19 – vrulja, povremena; 20 – značajni reverzni rasjed, navlaka; 21 – značajni rasjed; 22 – os prebačene ili nagnute antiklinale; 23 – hidrogeološki profil; **Dodano:** 24 – područje sliva Pantana koje je prema novim spoznajama pripojeno slivu Torka i Jaruge; 25 – potencijalna lokacija centra.

Izvedeno trasiranje podzemnih voda znatno je promijenilo ranije poglede na slivove Jaruge, Torka i Pantana (Fritz, Renić i Pavičić, 1993). Naime, time se spoznalo da je relativna podzemna barijera Koprno - Divojevići - Brštanovo (koncem sušnog razdoblja) ujedno i podzemna razvodnica između sliva Torka i Jaruge s jedne, te Pantana s druge strane (slika 10). Otvoreno je pitanje ove razvodnice u kišnom razdoblju, budući da je moguće da tada dio visokih voda teče podzemno prema Gizdavcu i dalje prema Jadru i Žrnovnici. Razmatrana mikrolokacija Centra nalazi se neposredno sjeverno od spomenute barijere, dakle unutar novih granica sliva Torka i Jaruge, pa bi prema njima trebale teći i podzemne vode s te lokacije. Upravo ova mogućnost nije uvažena pri programiranju mjesta opažanja nakon trasiranja bušotine B-2, odnosno izvori Torak i Jaruga nisu praćeni.

Ovdje svakako treba spomenuti da su i posljednje hidrološke analize sliva Krke (Bonacci i Ljubenkov, 2005) pokazale da se njegova površina treba povećati u odnosu na dosad prihvaćenu, a jedno od područja proširenja je i spomenuti prostor sjeverno od barijere Koprno - Divojevići - Brštanovo.

Na temelju iznesenih podataka vidljivo je da se istraživana mikrolokacija Centra nalazi na dijelu terena za koji smjerovi otjecanja podzemnih voda nisu jednoznačno definirani. Prema različitim tumačenjima moguće je da podzemne vode s lokacije teku prema Jarugi i Torku na zapadu ili Pantanu na jugu, a ni veza s Jadrom i u manjoj mjeri Žrnovnicom na jugoistoku nije isključena. Stvarnu situaciju moguće je dokazati jedino uspješnim trasiranjem. Njegovi rezultati, pored utjecaja na tumačenja hidrogeoloških odnosa na području Zagore, trebali bi doprinijeti i boljem rješavanju zaštite podzemnih voda, odnosno zahvaćenih izvora.

### 3.2.2. Hidrogeološke svojstva stijena na području Centra

Prikaz hidrogeoloških značajki mikrolokacije Centra načinjen je na osnovi rezultata terenskih radova koji su uključili hidrogeološko kartiranje na površini od oko 12 km<sup>2</sup>, rekognosciranje speleoloških objekata i trasiranje podzemnih voda. Pri klasifikaciji stijena s obzirom na njihovu propusnost korišteni su podaci o građi zastupljenih litostratigrafskih jedinica prikupljeni tijekom geološkog kartiranja, te podaci istražnih radova izvedenih na samoj lokaciji Centra (ECOINA, 2004). Rezultati obrade prikazani su na priloženoj hidrogeološkoj karti u mjerilu 1:25 000 (slika 11).

S obzirom na hidrogeološka svojstva, stijene razmatranog područja razvrstane su u skladu s hidrogeološkom praksom i načelima postavljenim u Uputama za izradu Osnovne hidrogeološke karte (Šarin, 1988). Hidrogeološka svojstva stijena prikazana su prema vrsti stijena, tipu poroznosti, stupnju propusnosti, stupnju deformacija stijena na površini, te vodnim i morfološkim pojavama. Na osnovi ovih kriterija zastupljene stijene razvrstane su u dvije osnovne grupe s različitim hidrogeološkim obilježjima:

1. Kvartarne naslage
  - a. slabe propusnosti
2. Karbonatne stijene
  - a. dobre propusnosti
  - b. osrednje propusnosti
  - c. slabe propusnosti

#### Kvartarne naslage

Kvartarne naslage zastupljene su različitim tlima sastavljenim od ilovina, zemlje crvene i humusa. Javljaju se kao pokrivač u udubljenjima krškog reljefa (ponikve, doci) ili kao ispuna u proširenim pukotinama osnovnih stijena podloge. S obzirom na to da im je površinska rasprostranjenost ograničena, a debljina vrlo mala, te nemaju značajniji hidrogeološki utjecaj, na priloženoj karti (slika 11) ove naslage nisu posebno izdvajane. Budući u granulometrijskom smislu dominiraju čestice veličine glina i praha, sitni pijesak primijećen je jedino u tlima uz područje dolomitnih izdanaka, a veći fragmenti i krške karbonatnih stijena imaju manji udio, ove se naslage mogu ocijeniti kao slabo propusne. Zbog takvih karakteristika one usporavaju infiltraciju oborinskih voda, a u pojedinim depresijama mogu pri izrazito intenzivnim oborinama uzrokovati njihovo kratkotrajno zadržavanje na površini terena.

## Karbonatne stijene

Razmatrano područje u cijelosti je izgrađeno od karbonatnih stijena gornje krede i paleogena. Geološko kartiranje pokazalo je da površinu terena izgrađuje šest litostratigrafskih jedinica (5 u rangu formacije i 1 član) različitog sastava i karakteristika. Daljnjom hidrogeološkom obradom ove su jedinice svrstane u tri kategorije, odnosno u dobro, osrednje i slabo propusne karbonatne stijene.

U skupinu **dobro propusnih karbonatnih stijena** svrstane su litostratigrafske jedinice formacija Labotova (FL), formacija Gornjega Humca (FGH) i foraminiferski vapnenci (FV). Iz opisa u poglavlju 2.1. vidljivo je da u litološkom smislu spomenute jedinice dominantno izgrađuju srednje do debeloslojeviti i masivni vapnenci. Na terenu izgrađenom od ovih naslaga jasno je vidljiva njihova tektonska raspucanost i intenzivna okršenost. Pokazatelji iznimne okršenosti su učestale ponikve i doci, škrape i škripovi, pojava recentnih usjedanja terena (fot 1 i 2), te istraženi speleološki objekti. Premda njihov detaljni prikaz tek slijedi, ovdje treba istaknuti da se unutar spomenutih litostratigrafskih jedinica nalazi 12 od ukupno 17 rekognosciranih jama, uključujući i dvije iznimno duboke; Golubinku u Kalaševim Dugim njivama (približno -210 m) i Jamu pod Barišinovcem (približno -178 m).



**Fot. 1 i 2:** Recentna usjedanja terena na dnu dolaca na samoj lokaciji Centra, vjerojatno nastala kao posljedica urušavanja šupljina u podzemlju.

Na osnovi tih pokazatelja evidentno je da navedene jedinice predstavljaju izrazito propusnu sredinu tipične kavernozno pukotinske poroznosti. Prema primijenjenoj klasifikaciji (Šarin, 1988) propusnost takva sredina opisuje se kao dobra. U takvim stijenama može se očekivati brza vertikalna cirkulacija procjednih voda kroz nesaturiranu zonu, te formiranje vodonosnika u dubljim dijelovima terena ispod razine vodnog lica.



Kako je vidljivo iz hidrogeološke karte (slika 11), dobro propusne stijene izgrađuju najveći dio planirane lokacije Centra.

U skupinu **osrednje propusnih karbonatnih stijena** svrstane su litostratigrafska jedinica formacija Milne (FM) i posebno izdvojeni donji član (čhd) formacije Gornjega Humca.

Formaciju Milne izgrađuju odlično uslojeni, pločasti do srednjedebeleslojeni vapnenci s rijetkim proslojcima kasnodijagenetskog dolomita, posebno u zonama jače ispucalosti. I ove naslage su intenzivno tektonski razlomljene no s nešto manje izraženim stupnjem okršenosti. U hidrogeološkoj praksi poznato je da tanka slojevitost naslaga često ima za posljedicu i nešto slabiju generalnu propusnost karbonatnih naslaga. Uvažavajući tu činjenicu ovoj jedinici pripisana je nešto slabija - osrednja propusnost. Poroznost ovih stijena također je pukotinsko-kavernoznog tipa no brojnost, veličina i povezanost kavernoznih prostora vjerojatno je nešto manja. Unutar ovih naslaga nije istražena niti jedan speleološki objekt ali je neposredno sjeverno od Baričevića rekognoscirana jama naknadno zatrpanog ulaza. Prema padu kamena ubačenog kroz šupljinu između nabačenih blokova njena dubina procijenjena je na minimalno 10 m.

U stijene osrednje propusnosti svrstan je donji dio formacije Gornjega Humca, odnosno član s horizontima dolomita (čhd). Unutar ovih naslaga pored srednjedebeleslojevitih vapnenaca javljaju se 2-3 horizonta krupnokristalastog dolomita debljine do 10 m. Ove zone jasno su vidljive i na površini terena, gdje se iskazuju smanjenom razvedenošću terena i primjetno slabijom okršenošću. Može se pretpostaviti da pojava spomenutih dolomita smanjuje i generalnu propusnost ovog člana u cjelini. Ova ocjena temelji se i na rezultatima geološkog kartiranja tijekom kojeg je primijećeno da je kasnodijagenetska dolomitizacija zahvatila i dio poprečnih rasjeda, što ima za posljedicu povećanu vododrživost i na mjestima presijecanja i pomicanja primarno kontinuiranih dolomitnih horizonata.

Ipak, ovdje treba konstatirati da tri manja speleološka objekta istražena unutar ovih naslaga i jedan zatrpanog ulaza, potvrđuju njihovu pukotinsko-kavernoznu poroznost. Nadalje, rezultati ispitivanja vodopropusnosti izvedeni tijekom izvedbe istražnih bušotina B-1, B-2 i B-3, potvrđuju značajnu propusnost ovih naslaga. Sve tri navedene bušotine, prema geološkoj karti izvedene su upravo unutar tog člana. Prema podacima iz elaborata ECOINE (2004), od ukupno 10 mjerenja hidrauličke provodljivosti metodom *Lugeon-a* samo su tri bila u potpunosti uspješna, odnosno postignut je završni tlak ispitivanja od 10 bara, premda su za ispitivanje birani kompaktniji intervali stjenske mase, a standardna ispitna etaža (5 m) smanjena je na 2,5 m. Uvažavajući i rezultate ostalih istraživanja u spomenutim bušotinama (Lefranc, karotaža, determinacija) konstatirana je velika propusnost pripovršinskog dijela stijene, te pojava niza slabije propusnih intervala u dubljim dijelovima bušotina.

U osrednje propusnim stijenama može se i nadalje očekivati brza vertikalna cirkulacija procjednih voda kroz nesaturiranu zonu, no ona će se prvenstveno odvijati kroz vapnence dok će je dolomitni horizonti usporavati i usmjeravati duž slojnih ploha. U dubljim dijelovima terena, odnosno ispod vodnog lica može se očekivati razvoj vodonosnika no kod člana s horizontima dolomita (čhd) privilegirani smjerovi tečenja trebali bi biti usmjereni paralelno pružanju struktura.

Osrednje propusne stijene (čhd) izgrađuju južni rub planirane lokacije Centra.

**Slabo propusne karbonatne stijene** na površini terena predstavlja jedinica Kladnjice dolomit. Pokazatelj njihove slabe propusnosti je i veći broj kopanih bunara, lokvi i cisterni smještenih duž pružanja ovih naslaga. Dolomiti su najstarija litostratigrafska jedinica na obrađivanom terenu i označavaju pružanje, reverznim rasjedom tektonski reducirane, regionalne antiklinalne strukture Koprno - Kladnjice - Brštanovo. S obzirom na slabu propusnost u usporedbi s okolnim dobro propusnim naslagama i veliku dubinu zalijeganja smatra se da Kladnjice dolomiti formiraju relativnu barijeru tečenju podzemnih voda. Njen utjecaj na širem razmatranom području već je spomenut u prethodnom poglavlju. Budući se mikrolokacija Centra nalazi oko 1,5 km sjeverno od te barijere može se pretpostaviti da ona prijeći izravno dreniranje podzemnih voda s tog područja prema jugu, odnosno da preusmjerava njihovo tečenje paralelno s pružanjem barijere, prema istoku ili zapadu. Premda je već kartiranjem utvrđena minimalna debljina ove jedinice od 100 m dovoljna za ostvarenje njene usporne funkcije, treba spomenuti da i više stotina metara debele naslage alb-cenomana (?K<sub>1,2</sub>), pretpostavljene u njenoj podini, sadrže značajan udio slabo propusnih dolomita i dolomitno-vapnenačkih breča, što dodatno pojačava vododrživost barijere.

Pored preusmjeravanja toka podzemnih voda duž pravca pružanja istok-zapad usporni utjecaj barijere vjerojatno ima za posljedicu značajnije podizanje njene razine sa sjeverne (uzvodne) strane barijere, odnosno u području gdje je smještena predložena lokacija. Promjene razine vjerojatno iznose više desetetaka metara. Dubina do vode nažalost nije kontinuirano praćena, pa stoga treba u što skorije vrijeme za to osposobiti duboku bušotinu B-2. Nakon začepljenja od strane nepoznatog počinitelja bušotina je revitalizirana ali je potom neprimjereno osigurana od ponovnog oštećenja. To je izvedeno zalijevanjem zaštitne kape s nekoliko m<sup>3</sup> betona, pa ni tijekom naših terenskih istraživanja nije bilo moguće uspostaviti mjerenje razine. Prema podacima ECOINE (2004) minimalna razina podzemne vode zabilježena je na dan trasiranja 16.8.2004. kada se nalazila na dubini od -312 m. S obzirom na to da je približna kota ušća bušotine 458 m n.m. (očitano s karte), apsolutna razina vode tada je bila na 146 m n.m.

Slika 11: Hidrogeološka karta razmatranog područja M 1:25000



HIDROGEOLOŠKA KARTA  
M 1 : 25 000

Autori: M. Kuhta i A. Stroj

LEGENDA:

| BOJA                                                                                 | LITOSTRATIGRAF-<br>SKA OZNAKA | LITOLOŠKI SASTAV                                                                                                         | POROZNOST                  | PROPUSNOST |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------|
|   | FL; FGH; FV                   | Masivni do debeloslojeviti vapnenci;<br>debeloslojeviti do masivni vapnenci;<br>tanko do srednjedebeloslojeviti vapnenci | Pukotinsko -<br>kavernozna | Dobra      |
|   | FM; čhd                       | Pločasti do srednjedebeloslojeviti vapnenci;<br>srednjedebeloslojeviti dolomiti i vapnenci                               | Pukotinsko -<br>kavernozna | Osrednja   |
|  | KD; ?K <sub>1,2</sub>         | Pločasti i masivni dolomiti u izmjeni;<br>vapnenci, dolomiti i dolomitno-vapnenačke<br>breče (samo na profilu)           | Pukotinska                 | Slaba      |

Geološke oznake

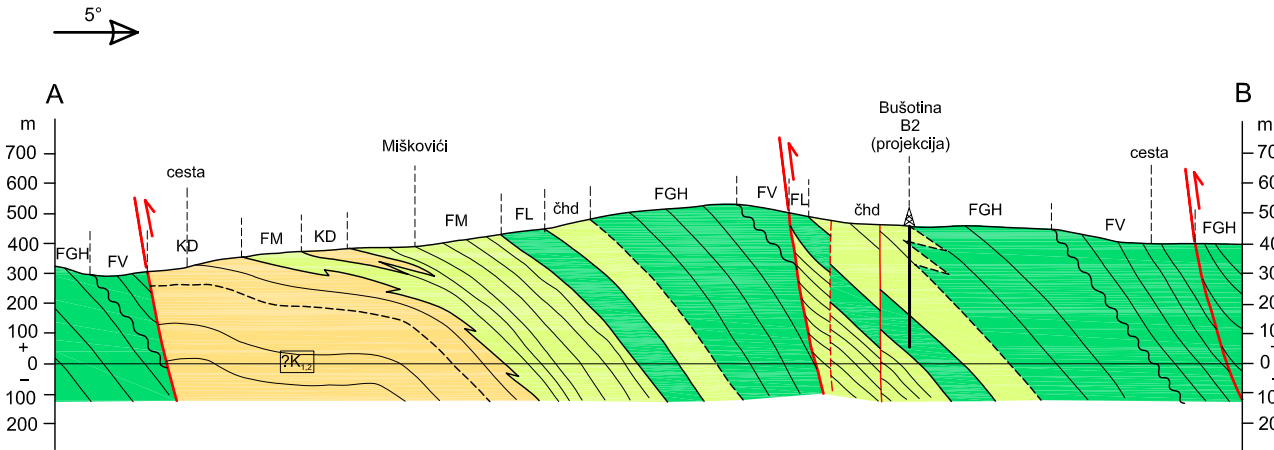
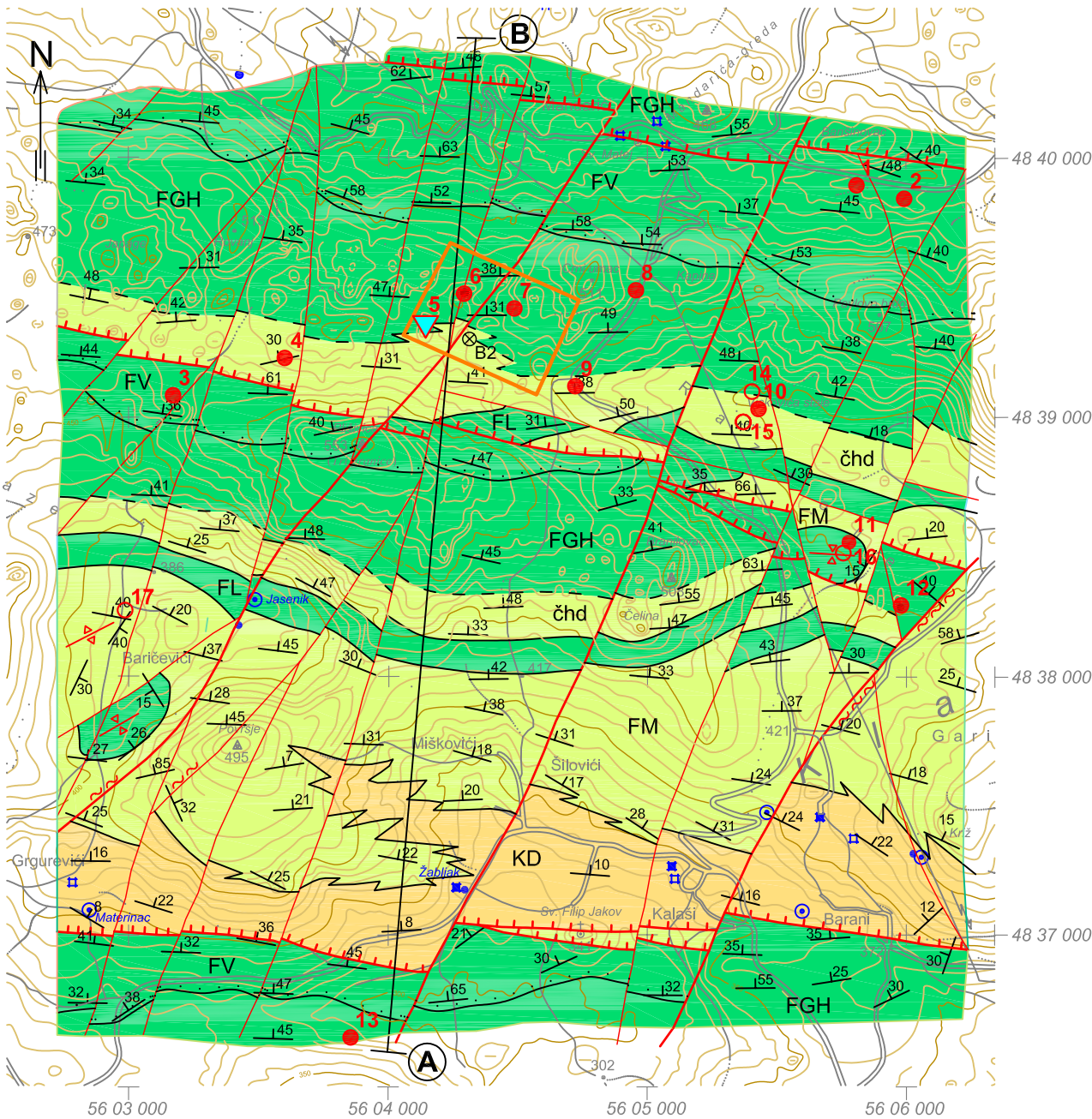
- konformna granica (i pretpostavljena)
- interkalirajuća konformna granica (i pretpostavljena)
- nekonformna granica (na karti)
- nekonformna granica (na profilu)
- reverzni rasjed
- rasjed bez oznake karaktera
- rasjed bez oznake karaktera nižeg reda
- sinklinala
- antiklinala
- tektonizirana zona
- oznaka položaja sloja

Hidrogeološke oznake

- jama
- zatvorena jama
- trasirana jama
- kopani bunar
- cisterna
- lokva
- bušotina

linija hidrogeološkog profila

približan položaj potencijalne  
lokacije centra



### **3.2.3. Rezultati speleološkog rekognosciranja**

Prema programu radova osnovni cilj speleološkog rekognosciranja bilo je pronalaženje jame pogodno za ubacivanje trasera. S obzirom da prethodna istraživanja nisu upućivala da na razmatranom području ima poznatih speleoloških objekata, paušalno je bilo predviđeno rekognosciranje do 5 lokacija. Stvarna situacija pokazala se bitno drugačijom.

Neposredno pred početak izvođenja terenskih radova speleolozi iz Speleološkog društva "Špiljar" iz Splita istražili su dotad nepoznatu kršku jamu sjeverno od Kladnjica. S obzirom da je riječ o velikom objektu, vijest o tom istraživanju prenesena je u dnevnom tisku, pa i u programu HTV-a. Nakon konzultiranja Tonči Rađe, voditelja spomenutog istraživanja, saznali smo da se taj objekt nalazi unutar područja našeg interesa. Tijekom tog razgovora bili smo upućeni na još nekoliko objekata istraživanih od strane spomenutog društva, a među njima i Jame ispod Barišinovca istražene do dubine od približno 140 m, te netom otvorene jame na samoj lokaciji Centra (kasnije trasirana). Nadalje, na samom terenu dio jama pokazali su nam lokalni stanovnici. Budući je istraživani teren nepregledan i vrlo teško prohodan bez njihove pomoći naši rezultati bili bi znatno skromniji, te im se ovom prilikom svima zahvaljujemo.

U konačnici na razmatranom području pregledano ukupno 13 speleoloških pojava, a locirano ih je još četiri u koje nismo mogli ući budući su njihovi ulazi zatrpani nabačenim kamenjem. S obzirom na namjenu istraživanja, programom nije bila predviđena detaljna obrada objekata niti njihovo topografsko snimanje. U daljnjem tekstu prikazani su samo osnovni morfološki podaci i radne skice rekognosciranih objekata. Sve navedene dimenzije podzemnih prostora i dubine objekata su približne i imaju orijentacijski karakter. Brojevi uz nazive objekata odgovaraju brojevima uz lokacije na hidrogeološkoj karti (slika 11).

#### **Golubinka u Kalaševim Dugim njivama (12)**

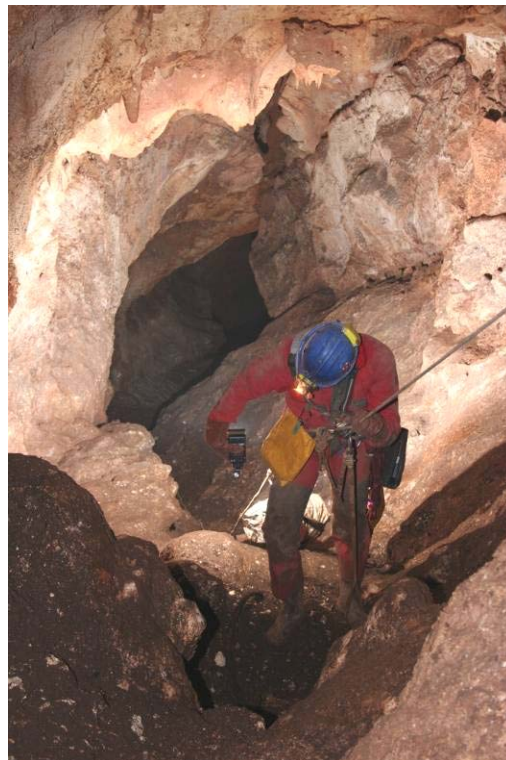
Neposredno prije našeg izlaska na teren ovu jamu istraživali su splitski speleolozi. Otvor jame promjera 5 m (fot 3) nalazi se na II rubu područja Razdolja, približno 100 m ispod ceste za Matase, na nadmorskoj visini od oko 390 m n.m. Koordinate ulaza su: x 4 838 277; y 5 605 980.

Nakon ulazne vertikale duboke oko 30 m jama se nastavlja prostranim ali vrlo strmim kanalom (fot. 4) s nekoliko kraćih vertikalnih skokova, do dubine od približno 140 m. Na tom mjestu ulazi se u završni vertikalni skok dubok 50 m (fot. 5) koji završava na dnu velike podzemne dvorane. Dužina dvorane je preko 100 m uz širinu od oko 80 i visinu 40-ak metara. Koso dno dvorane (fot. 6) spušta se za narednih 20-ak metara i završava uskim kanalom u kojem prolaz priječe urušeni kameni blokovi. Dno je prekriveno urušnim blokovima, naslagama gline i lokalno sigastim nakupinama (fot. 7). Najniža dosegnuta točka u jami nalazi se na dubini od približno 210 m.





**Fot. 3:** Ulaz u jamu



**Fot. 4:** Strmi kanal u središnjem dijelu jame

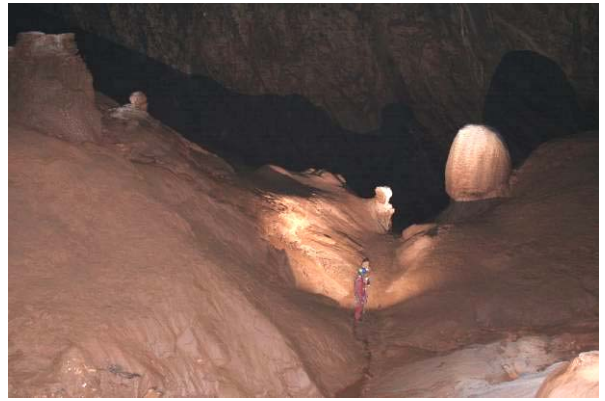
S tom dubinom ovo je najdublja jama istražena na području Zagore, a njena završna dvorana može se svrstati u red najvećih podzemnih šupljina u našem kršu. Kada se uzme u obzir relativno mala nadmorska visina područja u kojem se jama nalazi, pa i rezultate dosadašnjih speleoloških istraživanja na širem području, može se konstatirati da je riječ o iznimnom speleološkom objektu.

Jama je formirana u vapnencima formacije Gornjega Humca, dakle u istim naslagama koje izgrađuju područje Centra. Na ulaznom dijelu primjetni su sustavi vertikalnih pukotina pružanja SSZ-JJI, dakle paralelni pružanju obližnjeg rasjeda (slika 11). Geneza i morfologija jame nedvojbeno potvrđuju izrazitu okršenost razmatranog područja, a dimenzije podzemne dvorane pokazuje da su ti procesi snažno zahvatili ne samo površinski dio terena već i stijensku masu na velikim dubinama.

Budući smo osnovne informacije u morfologiji jame dobili od kolega iz Splita, naš osnovni cilj bilo je ispitivanje mogućnosti izvođenja trasiranja podzemnih voda. Pregledom je utvrđeno da se u donjim dijelovima jame mjestimice javlja samo jače prokapavanje vode (fot. 8), te da u njoj nema podzemnog toka. U takvim okolnostima vodu bi trebalo kontrolirano upuštati s površine terena. Zbog velike dubine do koje bi trebalo izgraditi provizorni cjevovod, taj zahvat ocijenjen je odveć složenim i uopće upitno izvedivim, prvenstveno zbog velikih pritisaka koji se mogu javiti u cjevovodu. Ulijevanje trasera i vode s površine nije prihvatljivo zbog toga što bi pri nekontroliranom nalijevanju došlo do raspršivanja trasera i njegovog miješanja s glinom koja obilno prekriva dno jame, što bi umanjilo efekte trasiranja. Isto tako postoji sumnja da bi velike količine



**Fot. 5:** Iznad ulaza u veliku dvoranu



**Fot. 6:** Dio dna velike dvorane s naslagama gline



**Fot. 7:** Sige, glina i blokovi po dnu dvorane

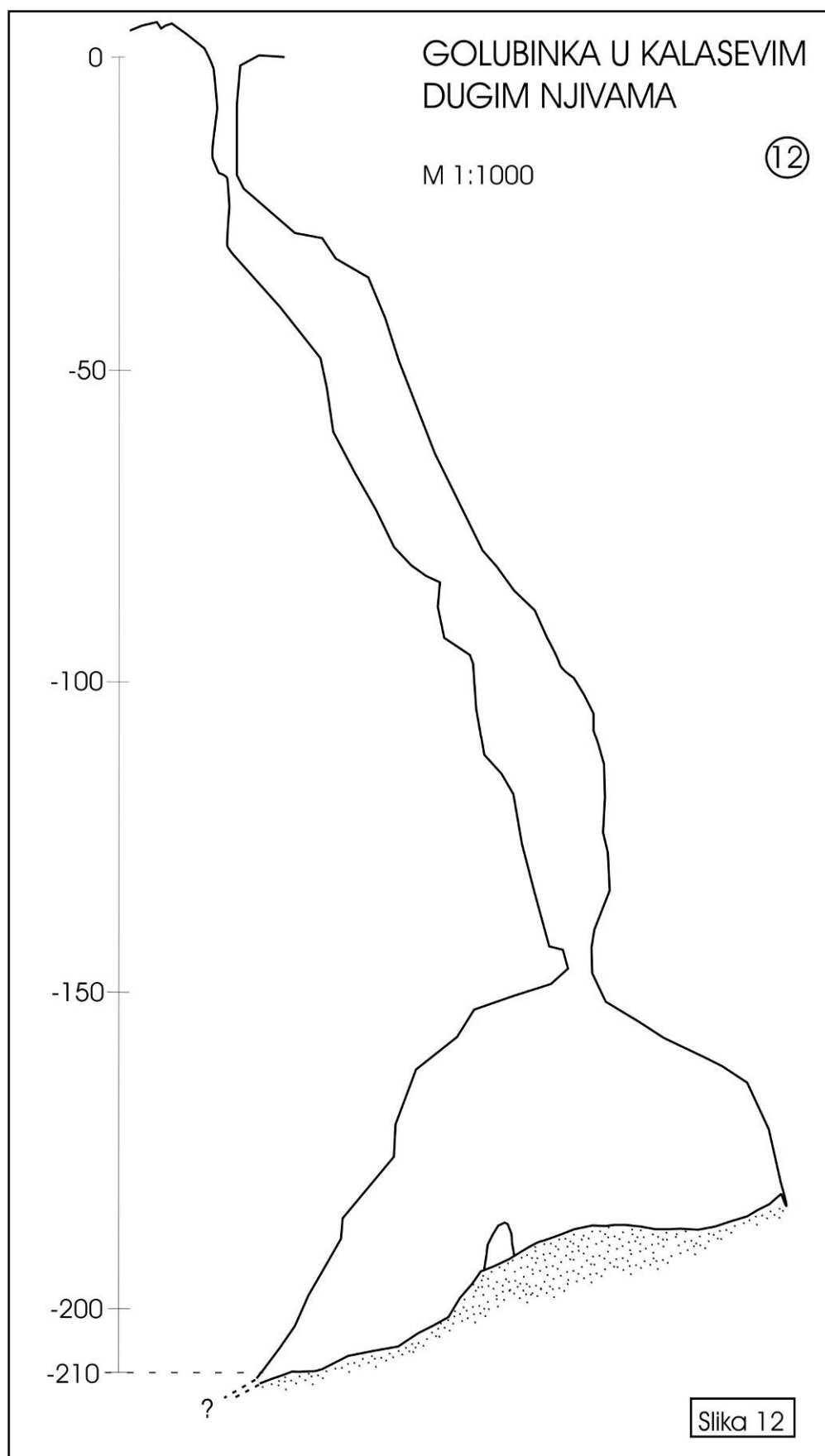


**Fot. 8:** Mala jezerca vode nakapnice

gline na dnu jame, a moguće i u njenom pukotinskom nastavku mogle zapriječiti otjecanje trasera. Pored svega navedenog treba uvažiti i činjenicu da se jama nalazi oko 2 km JJ od same mikrolokacije i u nešto drugačijem geološkom okruženju.

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

Kao izniman morfološki fenomen jamu bi u budućnosti svakako trebalo detaljno istražiti, precizno premjeriti te izraditi njen topografski nacrt. Skica izrađena tijekom našeg obilaska prikazana je na slici 12.



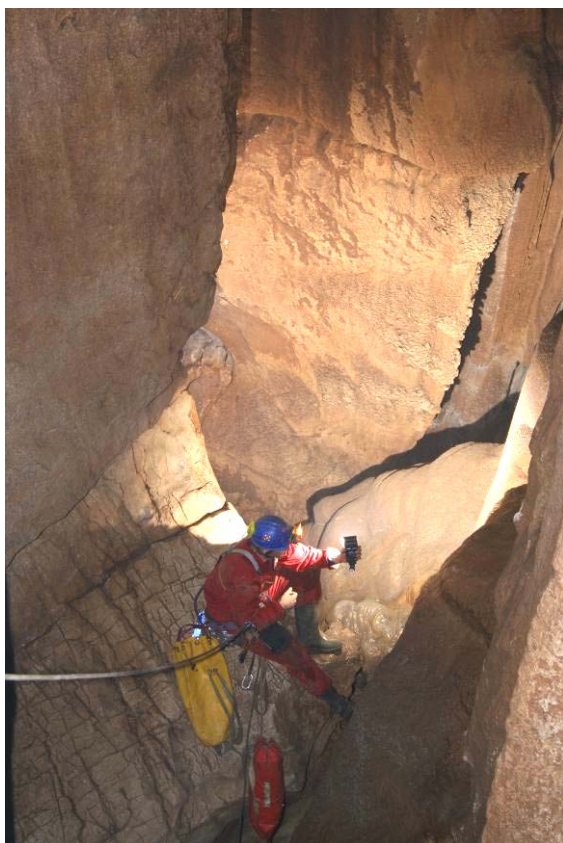
Skica Golubinke u Kalaševim dugim njivama



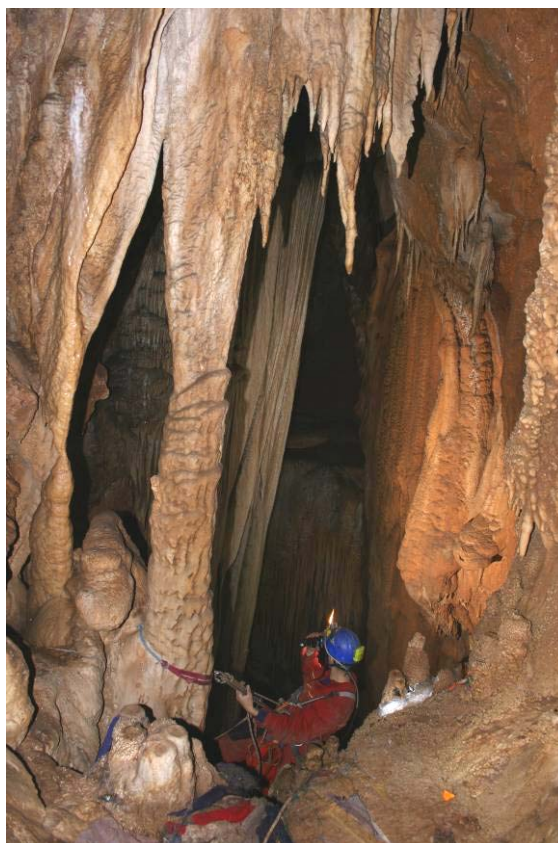
### **Jama pod Barišincem (1)**

Jama je locirana oko 500 m zapadno od sela Donji Božići, svega nekoliko metara ispod ceste. Koordinate ulaza su: x 4 839 898; y 5 605 980, a nalazi se na koti od približno 403 m n.m.. Od lokacije Centra (bušotine B-2) jama je udaljena oko 1750 m u smjeru SI. Da bi se spriječilo ubacivanje otpada oko ulaza je nedavno postavljena zaštitna žičana ograda. Tragovi te aktivnosti su nažalost vidljivi do samog dna jame.

Jamu su prije nas istraživali splitski speleolozi i pritom su stigli do dubine od približno 140 m. Istraživanje je prekinuto zbog nedostatka opreme.



**Fot. 9:** Jedna od manjih polica u jami



**Fot. 10:** Dio intenzivno zasiganog jamskog kanala

Prema morfološkom tipu to je koljenast i razgranat speleološki objekt (slika 13). Napredovanje u dubinu moguće je svladavanjem niza vertikalnih skokova pojedinačne dubine do 30 m (fot. 11 i 12), između kojih se javlja niz kraćih horizontalnih polica (fot. 9 i 13). Najveća je ona na dubini od približno 85 m (dio vidljiv na fot.11), a pokrivena je većom količinom otpada u kojem ima i eksplozivnih naprava, pa je pri prolasku nužan velik oprez. Nakon posljednjeg vertikalnog skoka jama se brzo sužava i završava glinom i otpadom zatvorenom pukotinom (fot. 14). U pojedinim dijelovima jama je intenzivno zasigana (fot. 10 i 13). Prema našoj procjeni dno jame nalazi se na

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

Jama je formirana u foraminiferskim vapnencima, a njeni kanali pružaju se duž tektonskih pukotina generalnog pružanja SSZ-JJI. Cijelom dužinom jama je potpuno suha, a u vrijeme našeg obilaska (13.5.04.) u njoj nije zabilježeno niti značajnije prokapavanje vode. Zbog takvih hidroloških karakteristika, zatvorenosti završnog kanala glinom, te očekivanim tehničkim problemima sličnim onima u Golubinki, jama nije predviđena za trasiranje.



**Fot. 11:** Dio vertikale prema polici na 85 m dubine



**Fot. 12:** Vertikala prema dnu jame

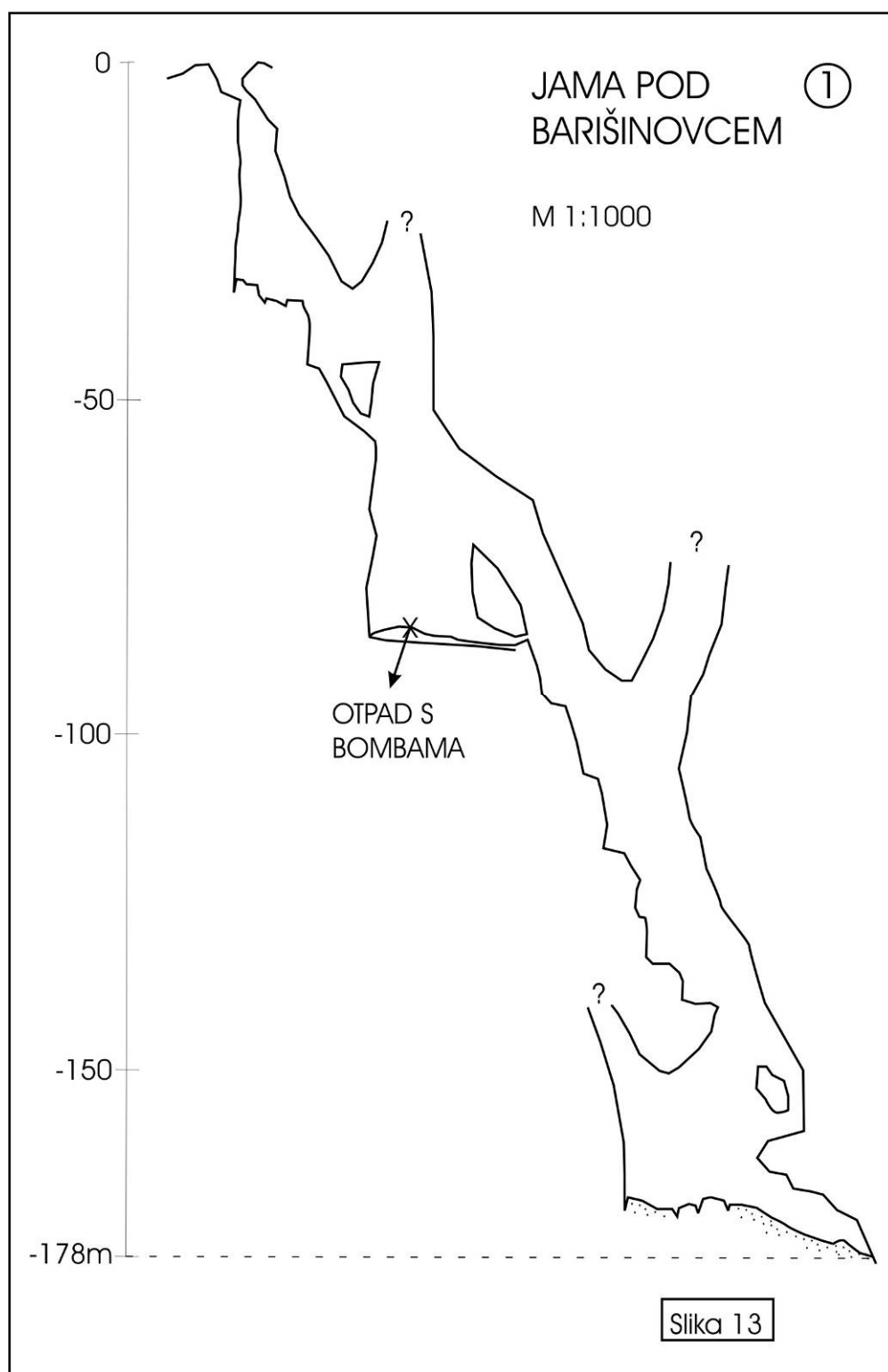


**Fot. 13:** Skica Zasigani dio jame na dubini od približno 120 m.



**Fot. 14:** Završni dio jamskog kanala formiran duž tektonske pukotine pružanja SSZ-JJI s nakupinom gline po dnu.





Skica Jame pod Barišincem

### **Golubinka kod Kladnjica (13)**

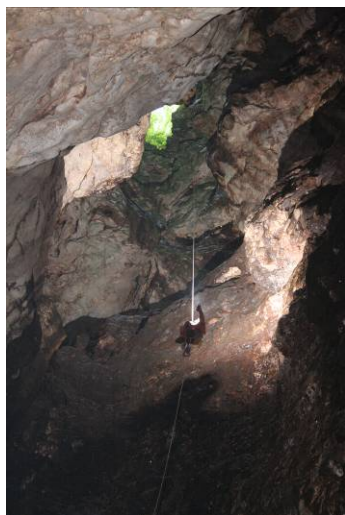
Jama se nalazi oko 1 km ZJZ od crkve Sv. Filip Jakova u Kladnjicama, na samom južnom rubu istraživanog područja. Prostrani ulaz ima promjer desetak metara, a nalazi se na nadmorskoj visini od približno 315 m n.m. (fot. 15). Koordinate su mu x 4 836 610 i y 5 603 856. I prije našeg obilaska jama je speleološki istraživana no točniji podaci nam nisu poznati.



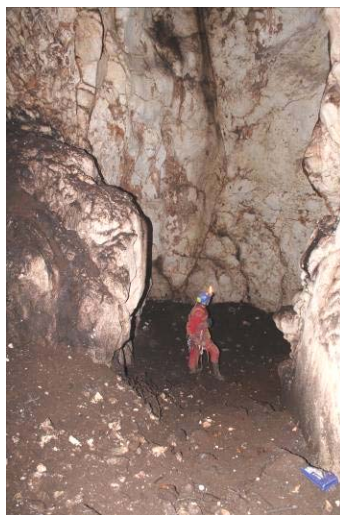
**Fot. 15:** Ulazni dio Golubinke kod Kladnjica

Jama je jednostavne morfologije. Ulazna vertikala duboka je oko 50 m (fot. 16) i njome se dolazi na koso dno velike podzemne dvorane približnih dimenzija 25 x 50 m. Silaskom niz kosinu i jedan kraći vertikalni skok dolazi se do najniže točke u jami na dubini od približno 75 m (fot. 17). Pri kretanju po dnu jame treba paziti na veći broj minsko-eksplozivnih sredstava (ručne bombe, slika 18).

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



**Fot. 16:** Dio prostrane vertikale



**Fot. 17:** Dno jame



**Fot. 18:** Ručne bombe



Skica Golubinke kod Kladnjica

### **Trasirana jama (5)**

Jama se nalazi na samoj mikrolokaciji Centra. Koordinate ulaza su: x 4 839 363; y 5 604 145. Na ovu jamu upozorili su nas kolege iz Splita koji su ju istraživali neposredno prije našeg izlaska na teren. Prirodni ulaz u jamu približnog promjera 3 m potpuno je zatvoren umjetno načinjenim kamenim svodom (fot. 19). Da bi se ušlo u jamu bilo je potrebno ukloniti dio ugrađenih blokova, odnosno otvoriti prolaz za silazak speleologa. Tako načinjen ulaz ima promjer oko 1 m (fot 20). U



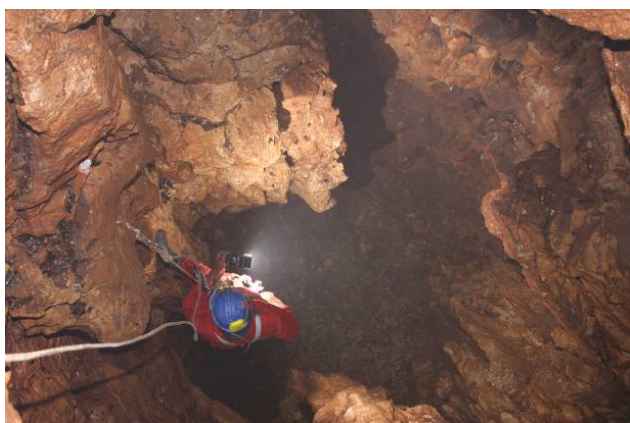
nastavku slijedi 23 m duboka vertikala koja završava na kamenim blokovima zatrpanom dnu (fot. 21). Tlocrtne dimenzije dna su 5x6 m. Razgrtanjem blokova uz istočnu stijenu otvoren je prolaz u vrlo uski pukotinski kanal (fot. 22) kroz kojim se jama nastavlja još približno 9 m u dubinu, gdje završava nanosom gline i kršja. Konačna dubina jame je oko 32 m.



**Fot. 19:** Umjetno složen svod jame



**Fot. 20:** Iskapanjem otvoren ulaz u jamu



**Fot. 21:** Pogled niz vertikalu prema dnu jame

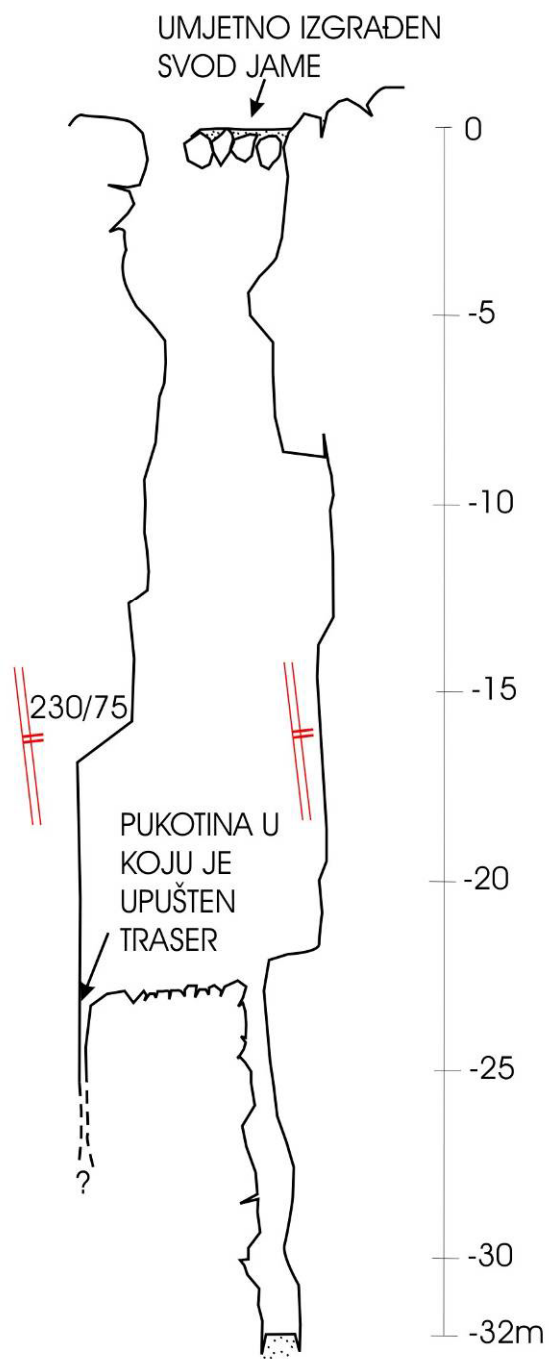


**Fot. 22:** Otkapanje prolaza u uski bočni kanal

Jama je formirana u vapnencima formacije Gornjega Humca s položajem slojeva 5/42, duž sustava tektonskih pukotina 230/75. S obzirom na dimenzije podzemnog prostora, izrazitu razlomljenost stijene i činjenicu da se nalazi na samoj lokaciji Centra, te u usporedbi s drugim potencijalnim lokacijama, odlučeno je da se tu izvede planirano trasiranje. Traser je upušten u bočnu pukotinu na istočnoj strani jame, nasuprot spomenutog uskog kanala. Svih 100 m<sup>3</sup> koliko je ukupno dopremljeno auto-cisternom trenutno se gubilo dalje u podzemlje.

# TRASIRANA JAMA

⑤



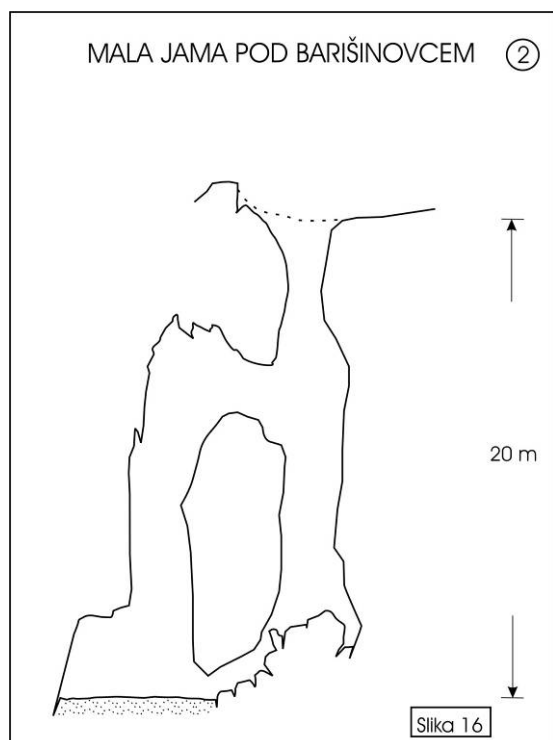
Slika 15

Skica trasirane jame



### Mala jama pod Barišincem (2)

Jama se nalazi oko 200 m istočno od već spomenute 178 m duboke Jame pod Barišincem. Koordinate ulaza su: x 4 839 846; y 5 605 992. Nakon ulaza promjera oko 2 m jama se nastavlja 16 m dubokom vertikalom (fot. 23) koja završava na urušenim kamenim blokovima. Provlačenjem kroz uski prolaz može se stići u manju dvoranu nekoliko metara niže. Na isto mjesto spušta se i paralelni vertikalni kanal u koji se može ući oko 8 m ispod ulaza u jamu. Dno dvorane potpuno je zatvoreno kamenim kršjem i glinom. Jama je formirana u foraminiferskim vapnencima.

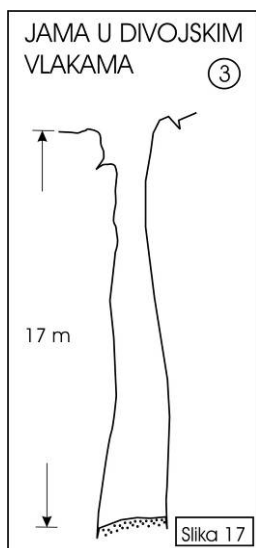


**Fot. 23:** Ulazna vertikala jame. Prolaz u paralelnu bočnu jamu nalazi se iza speleologa.



### Jama u Divojskim vlakama (3)

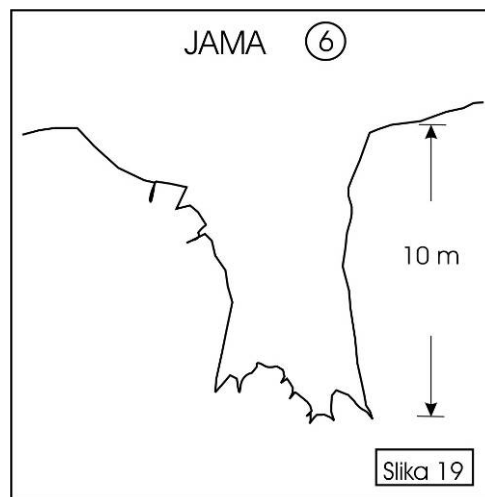
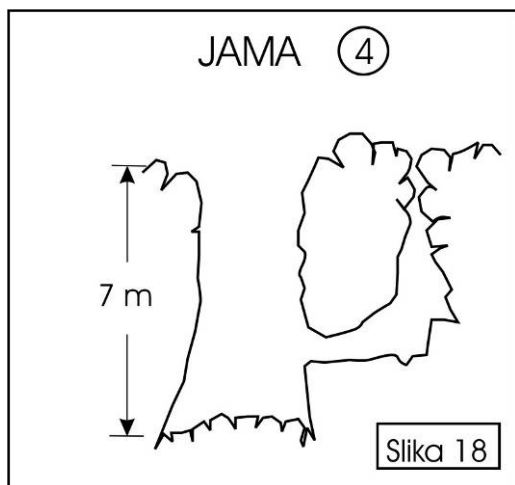
Jama se nalazi na zaravnjenom terenu zapadno od vrha Plišivica (Tri granic). Od lokacije Centra udaljena je oko 1200 m. Koordinate ulaza su: x 4 839 088; y 5 603 171. Jama je jednostavne morfologije i čini ju vertikalni kanal dubine 17 m, koji se širi prema dnu (fot. 24). Formirana je u foraminiferskim vapnencima.



**Fot. 24:** Dno Jame u Divojskim dugim vlakama

#### Jama 4

Ovaj manji speleološki objekt nalazi se oko 500 m zapadno od lokacije Centra. Koordinate ulaza su: x 4 839 232; y 5 603 602. Jama je vjerojatno imala dva kraka ali je jedan zatrpan kamenim blokovima. U drugom se moguće spustiti oko 7 m do također kamenim blokovima zatrpanog dna (slika 18). Između blokova osjeća se strujanje zraka što upućuje da se ispod njih nalazi nama nedostupan nastavak objekta. Jama je formirana u vapnenačkom horizontu člana s horizontima dolomita (čhd).



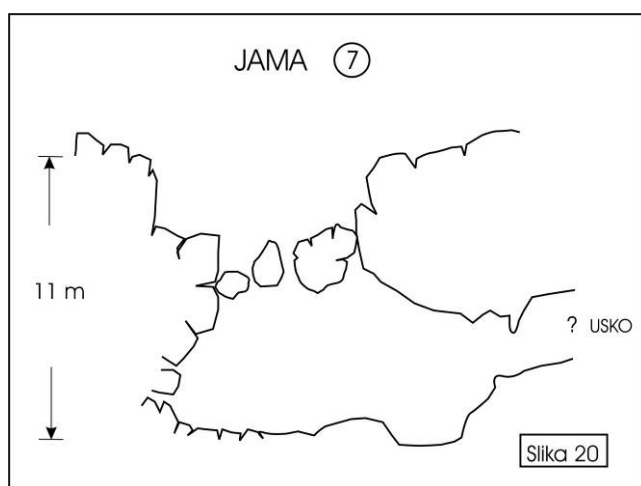
#### Jama 6

Jama se nalazi na lokaciji Centra. Koordinate ulaza su: x 4 839 480; y 5 604 294. Veliki ulazni otvor ima približne dimenzije 8x5 m. S njegove zapadne strane silazak na dno, uz oprez, moguć je bez speleološke opreme. Dubina jame je oko 10 m. Dno izgrađuju krupni kameni blokovi (slika 19). Premda daljnje napredovanje nije moguće, strujanje izrazito hladnog zraka upućuje na mogućnost nastavka objekta. Jama je formirana u vapnencima formacije Gornjega Humca, uz rasjed pružanja

SSI-JJZ. S obzirom na morfologiju objekta i veličinu blokova na dnu, može se pretpostaviti da je jama nastala urušavanjem stropa veće podzemne šupljine.

### Jama 7

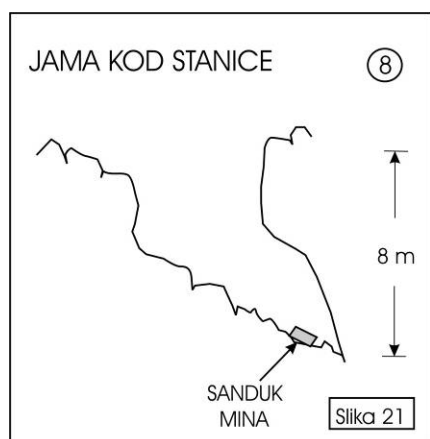
Jama se nalazi na lokaciji Centra. Koordinate ulaza su: x 4 839 423; y 5 604 488. Veliki ulazni otvor ima približne dimenzije 8x5 m. Do dubine od 3-4 m ulazak je moguć bez speleološke opreme. Na tom mjestu provlačenjem kroz velike kamene blokove ulazi se u vertikalni pukotinski kanal dubine 7 m, koji se pruža prema sjeverozapadu ali već nakon nekoliko metara postaje preuzak za daljnje napredovanje (slika 20). Ukupna dubina jame je oko 11 metara, a formirana je u vapnencima formacije Gornjega Humca.



**Fot. 25:** Kameni blokovi kroz koje se ulazi u uski kanal dubok još 7 m.



### Jama kod stanice (8)

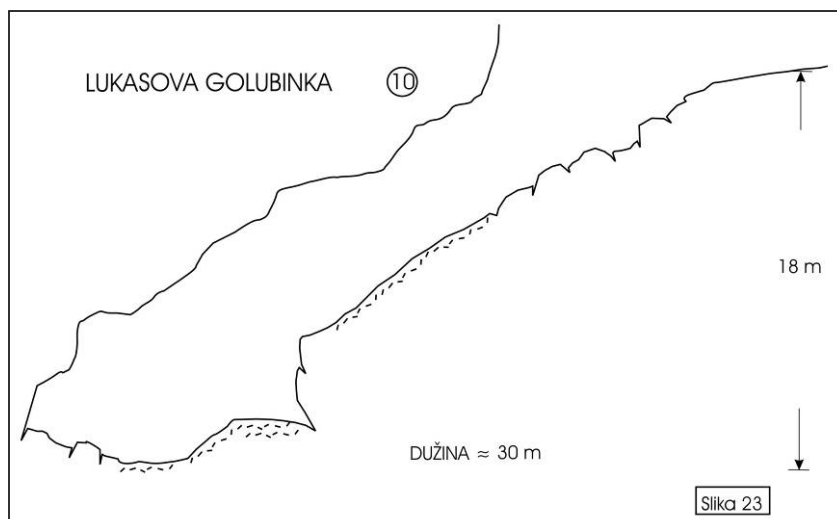
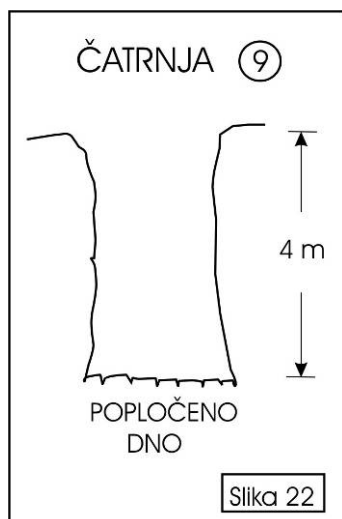


Jama se nalazi na padinama Crnog umca, iznad glavne ceste, nekoliko stotina metara SI od lokacije Centra. Koordinate ulaza su: x 4 839 493; y 5 604 957. Ulaz u jamu ima dimenzije 5x3 m. Silazak na dno bez korištenja speleološke opreme moguć je s njegove II strane. Jama je duboka oko 8 m (slika 21). Dno pokrivaju krupni kameni blokovi i ubačeni otpad. Među otpadom primijećen je cijeli sanduk protupješadijskih mina. Jama je formirana u vapnencima formacije Gornjega Humca.



### Čatrnja (9)

Ova mala jama nalazi se ispod zavoja ceste (istočno) kod same lokacije Centra. Koordinate ulaza su: x 4 839 123; y 5 604 729. Dubina jame je svega 4 m (slika 22). Može se primijetiti da je dno naknadno uređeno (zabrtvljeno) kako bi se u njoj mogla zadržavati voda. Jama je formirana unutar člana s horizontima dolomita (čhd).



**Fot. 26:** Dvorana na dnu Lukasove golubinke

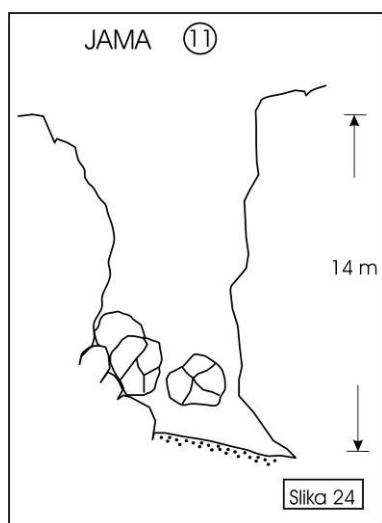
### Lukasova golubinka (10)

Jama se nalazi u blizini Vickovića staje na području Razdolja, oko 800 m istočno od lokacije Centra. Koordinate ulaza su: x 4 839 035; y 5 605 430. Prema ulazu u objekt vodi u terenu dobro primjetna uleknina koja bi mogla biti ostatak korita nekadašnjeg vodotoka koji je tu ponirao. Prema morfološkim karakteristikama to je špiljski objekt (slika 23) s vertikalnim skokom pred završnom dvoranom, dubokim oko 4 m. Za njegovo svladavanje potrebno je uže. Zbog velike širine i visine kanala svjetlost prodire do samog dna objekta. Završna dvorana ima promjer desetak metara, a dno joj pokrivaju kameni blokovi kršje i glina (fot. 26). Premda je obavljen detaljan pregled nigdje nije primijećena mogućnost daljnjeg napredovanja.

Dubina špilje je oko 18 m, a dužina približno 32 m. Formirana je unutar člana s horizontima dolomita (čhd) i najveći je objekt lociran u ovim naslagama.

## Jama 11

Jama se nalazi na II dijelu područja Razdolja, a od lokacije centra udaljena je oko 1400 m. Koordinate ulaza su: x 4 838 521; y 5 605 779. Dimenzije prostranog otvora su približno 8x4 m. Stijene jame strmo se spuštaju do dubine od približno 10 m gdje se nailazi na velike kamene blokove (fot. 27). Provlačenjem između njih moguće se spustiti za još 4 m no tu daljnje napredovanje više nije moguće (slika 24). Može se pretpostaviti da je i ova jama nastala urušavanjem stropa veće podzemne šupljine. Procijenjena ukupna dubina jame je oko 14 m, a formirana je u vapnencima formacije Labotova i jedini je objekt istražen u toj litostratigrafskoj jedinici.



**Fot. 27:** Veliki urušeni blokovi pri dnu jame.

Pored opisanih pregledanih speleoloških objekata potrebno je spomenuti da su nam pokazane još 4 zatrpane jame koje su također ucrtane na hidrogeološku kartu (slika 11). Na lokacijama 14 i 15 nakon razmicanja kamenja nije se uspjelo načiniti otvor prema dubini. Ubačeno manje kamenje zaustavljalo bi se već nakon par metara. Za razliku od toga, na lokaciji 16 (fot. 28) vrlo brzo smo uspjeli načiniti manji otvor, a prema padu ubačenog kamena može se procijeniti da je dubina jame najmanje 20-ak metara. Slična situacija bila je i na lokaciji 17 no tu se prema padu kamena može procijeniti dubina jame od 10-ak m. Istraživanje ovih objekata treba prethoditi otvaranje prolaza za siguran ulazak speleologa, što ovom prilikom nije bilo moguće učiniti. Nadalje, upućeni smo na još nekoliko speleoloških pojava u rubnim dijelovima karte, na području Japaga i zapadno od Jasenika no za njihovo pronalaženje i pregled nije više bilo dovoljno vremena.





**Fot. 28:** Zatrpan ulaz jame na poziciji 16. Prema padu ubačenog kamena jama je duboka bar 20 m.

Distribucija speleoloških objekata (njih 17) u odnosu na litostratigrafske jedinice u kojima se nalaze, te njihova približna pojedinačna dubina, prikazana je u tablici 1.

Tablica 1

| Litostratigrafska jedinica        | Broj objekata | Pojedinačne dubine (m)     |
|-----------------------------------|---------------|----------------------------|
| Foraminiferski vapnenac (FV)      | 3             | 178, 20, 17                |
| Formacija Gornjega Humca (FGH)    | 7             | 210, 75, 32, 10, 11, 8, ?* |
| Član s horizontima dolomita (čhd) | 4             | 18, 7, 4, ?*               |
| Formacija Labotova (FL)           | 2             | 14, ≈20**                  |
| Formacija Milne (FM)              | 1             | ≈10**                      |
| Kladnjice dolomit (KD)            | 0             |                            |

\* jama zatrpanog ulaza, nepoznate dubine

\*\* jama zatrpanog ulaza, dubina procijenjene na osnovi pada kamena

Prikazani podaci potvrđuju hidrogeološku klasifikaciju stijena elaboriranu u prethodnom poglavlju. Najveći broj, a ujedno i svi veći speleološki objekti formirani su unutar dobro propusnih stijena. Najokršnijom se nedvojbeno može smatrati formacija Gornjega Humca, te nešto manje Foraminiferski vapnenac. Manji broj objekata lociranih unutar formacije Labotova prvenstveno je posljedica vrlo male površine rasprostiranja ove jedinice.

Četiri, istina manja speleološka objekta, unutar člana s horizontima dolomita pokazuju da bi ga bilo pogrešno svrstati među slabo propusne stijene. Osrednja propusnost može se prihvatiti, kao i za formaciju Milne.

Na području izgrađenom od slabo propusnih Kladnjice dolomita, može se reći očekivano, nema razvijenih speleoloških pojava.

Kada se razmatra prostorna distribucija objekata, evidentna je činjenica da se velikom većinom (12 od 17) oni nalaze duž dna i bokova morfološke udoline unutar koje se planira izgradnja Centra.

### 3.2.4. Trasiranje jame na lokaciji Centra

#### Opće napomene

Razmatrano područje tipičan je krški teren bez stalnih ili povremenih površinskih tokova, pa samim tim na njemu nema ponora, odnosno mjesta pogodnih za izvođenje trasiranja podzemnih voda. U takvoj sredini trasiranje je uvijek teško izvedivo, a rezultati su upitni. Jedna od mogućnosti je izvedba bušotina, po mogućnosti do podzemne vode, te u slučaju dobre upojnosti, utiskivanje trasera s dodatnom vodom za njegovo ispiranje i potiskivanje. Na lokaciji Centra to je učinjeno u bušotini B-2 ali su rezultati nažalost izostali. Mogući razlozi za takav ishod su mnogobrojni.

Druga mogućnost je ulijevanje trasera u prirodne krške jame. Idealna situacija je kada u njoj postoji prirodan vodeni tok, makar i vrlo male izdašnosti. Na terenima poput ispitivanog, gdje dubina do vode iznosi više stotina metara, to je rijedak slučaj. To je potvrdio i pregled dubokih jama, u kojima unatoč dubinama od 210 i 178 m nikakvo tečenje nije konstatirano. Dakle trasiranje je trebalo izvesti iz suhog speleološkog objekta. Opravdanost izvođenja takvog ispitivanja je u samom mehanizmu nastanka tih pojava. Dobro je poznato da speleološki objekti nastaju kao posljedica cirkulacije vode u podzemlju, gdje ona otapa matičnu stijenu i proširuje inicijalne pukotine, što ponekad u konačnici dovodi do stvaranja podzemnih kanala i prostora vrlo velikih dimenzija. Premda, različitim intenzitetom taj se proces odvija duž cijelog toka vode, dakle od njenog ulaska (infiltracije) u podzemlje, kroz nesaturiranu zonu pa dalje kroz vodonosnik sve do mjesta njenog istjecanja. Zbog toga se speleološki objekti mogu smatrati sastavnim dijelom privilegiranih putova tečenja podzemnih voda, za razliku od bušotina koje mogu biti izvedene i u kompaktnijem i slabije propusnom stijenskom bloku.

No, speleološki objekti bez vodenog toka imaju i svojih nedostataka. Kao i prednosti, i oni proizlaze iz same geneze. Tijekom razvoja speleološki objekti mogu proći nekoliko faza, od one intenzivnog stvaranja i proširivanja kanala do njihovog zarušavanja, ispunjavanja raznim sedimentima, zatvaranja kanala intenzivnim taloženjem kalcitnih nakupina (siga) itd.. Sve te faze mogu se višestruko ponoviti. U takvoj situaciji, bez obzira na dubinu i prostranost istraženog dijela objekta, nije moguće sa sigurnošću tvrditi da će i nastavak tečenja, kroz nama nepoznate dijelove, brzo voditi do podzemne vode. Začepljenost kanala u nastavku glinom ili istaloženim kalcitom imat će za posljedicu vrlo dugo zadržavanje trasera i utisnute vode. Njegovo sporo procjeđivanje iz te "klopke", a može ih biti i više, imat će za posljedicu postupno pritjecanje malih količina trasera u vodonosnik. U takvim okolnostima razrjeđenje će biti preveliko, pa će rezultat cijelog zahvata izostati. Jedina garancija da do toga neće doći jest postojanje koncentriranog toka u objektu. Nažalost na istraživanom području takvog objekta nema.

## Izvedba trasiranja

Nakon pregleda speleoloških objekata odlučeno je da se trasiranje izvede iz Jama br. 5. Ova jama odabrana je zbog značajnih dimenzija istraženog dijela (dakle i u nastavku se mogu očekivati kanali većih dimenzija), izrazite razlomljenosti stijene uz jasno vidljive proširene pukotine, činjenice da je formirana u dobro propusnim naslagama i na koncu ali ne najmanje važno, nalazi se na samoj lokaciji Centra. Kao mjesto upuštanja trasera u samoj jami odabrana je proširena tektonska pukotina (15-20 cm) uz istočni bok dvorane na dubini od 23 m (fot. 29). Kanal koji se na suprotnoj strani spušta još 9 m niže nije odabran zbog znatne količine gline na njegovo dnu.

Trasiranje je izvedeno 16.5.2006. godine sa 60 kg Na-floresceina visoke koncentracija, otopljenog u 300 L vode s dodatkom 30 kg NaOH za bolju topljivost boje (fot. 30). Prije ulijevanja trasera u odabranu pukotinu spušten je cjevovod od vatrogasnih crijeva i utisnuto 20 m<sup>3</sup> vode dopremljene auto-cisternom. Sva voda trenutno je nestajala u pukotini. Nakon provjere upojnosti, u 12:30 upuštena je boja. Potom je uslijedilo njeno ispiranje i potiskivanje pomoću ukupno 80 m<sup>3</sup> vode. Zbog udaljenosti lokacije od hidranta u Lećeveci, te vremena potrebnog da se napuni, a potom i isprazni cisterna od 10 m<sup>3</sup>, ovaj postupak trajao je 12 sati (do 00:30, 17.6.). Cijeli postupak pripreme i trasiranja izveden je uz nadzor mr.sc. Zdravka Brajkovića iz Hrvatskih voda u Splitu, te u prisutnosti predstavnika nekoliko ekoloških udruga.



Fot. 29: Pukotina u koju je upušten traser



Fot. 30: Priprema trasera kod ulaza u jamu

## **Opažачka mreža i dinamika uzorkovanja**

Mjesta opažanja odabrana su na temelju analize rezultata dosadašnjih hidrogeoloških istraživanja i usuglašena s kolegom Brajkovićem iz Hrvatskih voda. Opažaju se sljedeći izvori:

- Žrnovnica
- Jadro
- Tupinolom
- Fuležina (Kaštel Stari)
- Pantan
- Priobalni izvor u Marini
- Ribnik (Jadrtovac)
- Jaruga (kaptaža I i II)
- Torak

Prije ubacivanja trasera na svim izvorima uzeti su nulti uzorci, a redovito opažanje svakih 12 sati počelo je 16.5. u 20:00. Nakon napisa u novinama o pojavi boje na čitavom nizu izvora, u opažачku mrežu je 8.6.06. uključen i izvor kod crkvice Gospe od Stomorije iznad Kaštela. Položaj opažanih izvora u odnosu na mjesto ubacivanja boje prikazan je na slici 25. Ovdje odmah treba reći da navodna pojava trasera o kojoj su pisale novine nije potvrđena u našim uzorcima. Na svim mjestima opažanja uzorci se čuvaju u zatvorenim kutijama, a svakih desetak dana transportiraju se u Zagreb na analizu.

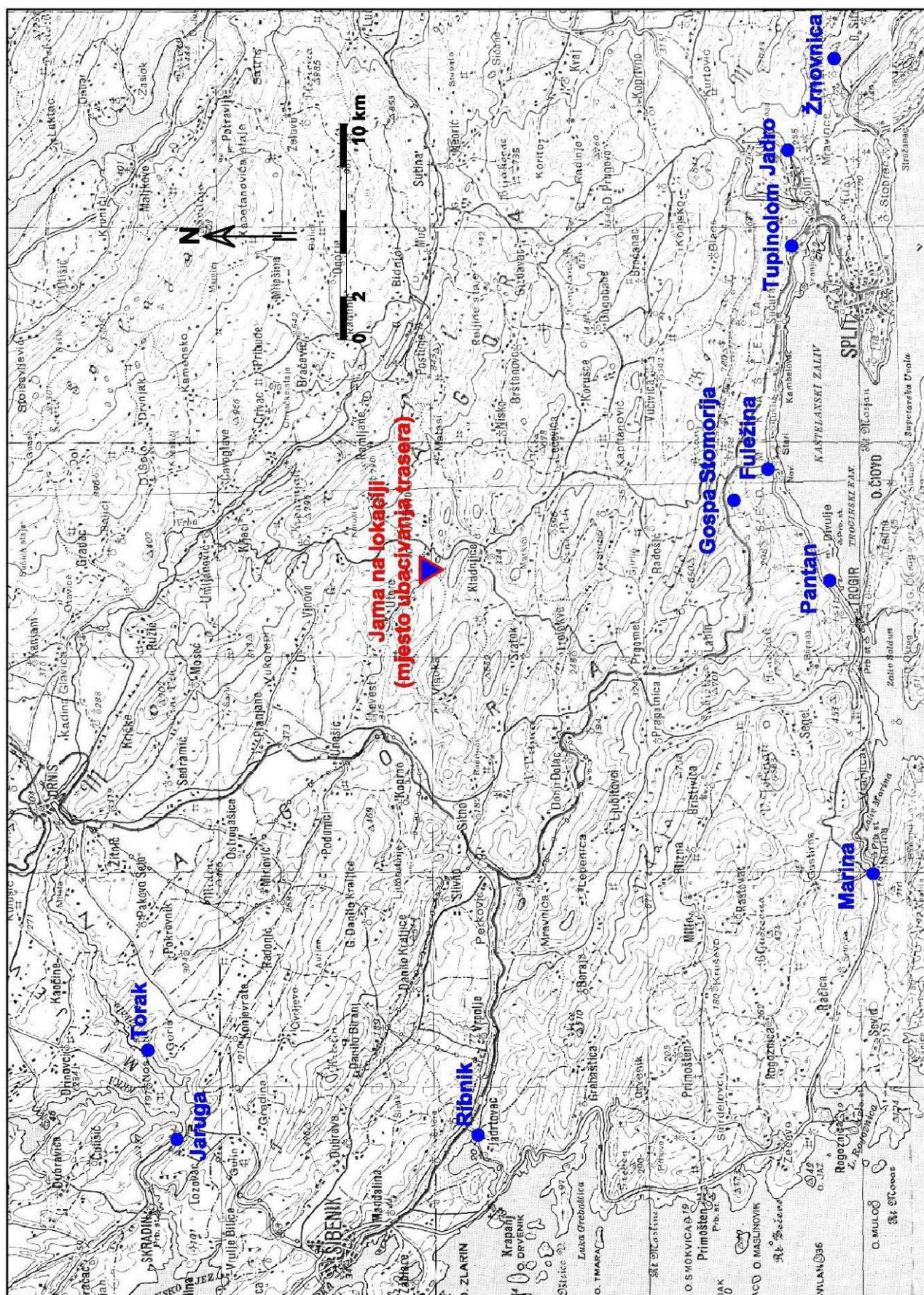
## **Hidrološke prilike i dosadašnji rezultati**

S obzirom na kratko vrijeme proteklo od ubacivanja trasera, do zaključenja ovog izvješća nije bilo moguće dobiti podatke s okolnih kišomjernih postaja, pa ni podatke o protocima na Jadru, koji bi također bili vrlo korisni. U takvoj situaciji dajemo samo okvirne podatke o hidrološkim prilikama. Prije izvođenja trasiranja posljednje kiše su pale u prvom tjednu svibnja. Nakon toga do ubacivanja trasera i tjedan dana nakon njega značajnijih oborina nije bilo. Koncem svibnja i početkom lipnja uslijedilo je pogoršanje vremena s padom temperature i značajnom količinom oborina. Premda je riječ o pogoršanju koje zahvatilo cijelu Hrvatsku, prema navodima lokalnog stanovništva čini se da na području Lečevice oborine nisu bile osobito obilne. Približno nakon 10.6. vremenske prilike su se stabilizirale i značajnijih oborina više nije bilo.

Posljednji uzorci koji su do zaključenja ovog izvješća analizirani u laboratoriju su oni od 19.6.06. godine. Dakle, pokriveno je razdoblje od 34 dana nakon ubacivanja trasera. Prema rezultatima analiza boja se nije pojavila niti na jednom od opažanih izvora.

Uzorkovanje još uvijek traje pa će se tako do 10.7. uzorci prikupljati svakih 12 sati, a nakon toga pa sve do planiranog kraja opažanja 14.08. u vremenskim intervalima od 24 sata. Ukupno





Slika 25: Položaj opažanih izvora u odnosu na mjesto ubacivanja boje



vrijeme opažanja prema ugovorenom programu je 90 dana. Konačni rezultati trasiranja bit će elaborirani u dopunskom separatnom izvješću, koje će uključiti i temeljitiju obradu hidroloških prilika.

### **3.2.5. Hidrogeološka ocjena pogodnosti lokacije**

Ocjena pogodnosti lokacije temelji se na elaboriranim podacima prikupljenim tijekom istraživanja u sklopu ovog programa kao i rezultatima prethodno izvedenih radova. Za hidrogeološku ocjenu pogodnosti predmetne lokacija za izgradnju Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije najznačajnija su dva aspekta; mogućnost prodora eventualnog onečišćenja do podzemne vode te dinamika podzemnog tečenja prema mjestima pražnjenja vodonosnika - izvorima.

S obzirom na mogućnost prodora onečišćenja prema podzemnoj vodi treba konstatirati niz značajnih činjenica.

Predmetna lokacija nalazi se na tipičnom krškom terenu. Maksimalna dubina do podzemne vode zabilježena 16.8.04., dakle u sušnom razdoblju, bila je 312 m (ECOINA, 2004). Premda se s obzirom na utjecaj neposredno južno smještene relativne barijere može očekivati značajno dizanje razine podzemne vode u vrijeme kišovitih razdoblja, te promjene nisu dokumentirane. Za njihovo praćenje trebalo bi u što skorije vrijeme osposobiti duboku bušotinu B-2.

Stijene koje izgrađuju teren na samoj lokaciji Centra, vapnenci formacije Gornjega Humca (FGH) i podređeno njen donji član s horizontima dolomita (čhd), mogu se klasificirati u kategoriju dobro i osrednje propusnih naslaga. Njihova intenzivna tektonska razlomljenost, izraženi pukotinski sustavi i okršenost konstatirani su već pri kartiranjima izvedenim u sklopu prethodnih istraživanja, a to sugeriraju i rezultati tada izvedenog istražnog bušenja i pratećih ispitivanja (ECOINA, 2004). Speleološka istraživanja provedena u sklopu ovog projekta nedvojbeno potvrđuju prethodne nalaze. Unutar područja koja izgrađuju spomenute stijene nalazi se 11 speleoloških objekata od kojih se 210 m duboka Golubinka u Kalaševim dugim njivama (br.12) može smatrati iznimnom geomorfološkom pojavom i trenutno najdubljom jamom Zagore. Na samoj lokaciji Centra smještene su tri jame približne dubine od 10 do 32 m. Nadalje, prostorna distribucija speleoloških objekata pokazuje da su one u najvećem broju (12 od 17) nastale upravo duž dna i bokova izdužene doline u kojoj se planira smjestiti Centar.

U takvim okolnostima mora se pretpostaviti da će svako eventualno onečišćenje s površine terena vrlo brzo dospjeti do podzemne vode. Zbog toga se s promatranog aspekta (mogućnost

prodora onečišćenja do podzemne vode) u danim prirodnim uvjetima predmetna lokacija treba ocijeniti nepovoljnom.

Drugi aspekt jest smjer i dinamika otjecanja podzemne vode s predmetne lokacije. Pri razmatranju tog pitanja također je potrebno naglasiti niz značajnih elemenata.

Na temelju rezultata svih prethodnih istraživanja, a uključujući i dosadašnje nalaze ovog programa (opažanje nije završeno), nije moguće konstatirati kamo teku podzemne vode s predmetne lokacije. Prema nekim promišljanjima (Fritz, 1979; Fritz, Pavičić i Renić, 1984; Fritz i dr. 1988) lokacija Centra nalazi se u priljevnom području Pantana. Pripadnost slivu Jadrta također nije potpuno isključena. Prema rezultatima posljednjih analiza regionalnih hidrogeoloških odnosa na području Zagore (Fritz, Renić i Pavičić, 1993) razmatrano područje trebalo bi se nalaziti u slivu Jaruge i Torka u dolini Krke (slika 10). Pored hidrogeološkog to ima i praktični značaj. Naime, još se uvijek smatra da se područje Centra nalazi u graničnom području između III i IV zone zaštite Pantana. Odgovor na postavljeno pitanje može se dobiti jedino uspješno izvedenim trasiranjem. Nažalost trasiranje bušotine B-2, a prema dosadašnjim rezultatima niti naše trasiranje krške jame na lokaciji Centra, nisu dali rezultata.

S obzirom na činjenicu da kod prvog trasiranja boja nije konstatirana niti 120 dana nakon upuštanja u podzemlje (ali i uz zanemarivanje pogreške kojom izvori Jaruga i Torak nisu opažani), te da se isto dogodilo i nakon 34 dana opažanja po našem trasiranju, određene pretpostavke o dinamici podzemne vode mogu se postaviti. Predmetna lokacija geografski se nalazi u središnjem dijelu Zagore, a u hidrogeološkom smislu je u zoni razvođa između tri regionalna sliva. S obzirom na tako periferan položaj, bez obzira kojem slivu stvarno pripada, može se pretpostaviti da u razmatranom području nisu razvijeni značajniji privilegirani putovi tečenja podzemnih voda. U takvim se okolnostima i dreniranje podzemnih voda odvija usporeno i uz značajno razrjeđenje trasera, ili u krajnjem slučaju onečišćenja, u trenutku kada se on postupno priključuje nekom jačem podzemnom toku. Ovdje treba odmah istaknuti da je za potvrdu iznesenih pretpostavki nužan uvjet pojava trasera na nekom od opažanih izvora, pa je stoga potrebno do kraja izvesti planirani ciklus opažanja, a u slučaju ponovnog neuspjeha razmotriti način i mjesto ponovnog trasiranja.

Ukoliko bi se potvrdile navedene pretpostavke o sporom otjecanju s razmatrane lokacije, to je pozitivan element u evaluaciji mogućeg utjecaja na podzemne vode, bar što se tiče važećih propisa vezanih uz određivanje zona sanitarne zaštite izvorišta pitke vode u kršu (NN-55/02), prema kojima bi se razmatrana lokacija trebala naći u IV zoni zaštite (put vode 10-50 dana). Iz svega prethodno izloženog jasno je da bez pozitivnog rezultata trasiranja nije moguće reći kojeg izvorišta.

#### 4. ZAKLJUČAK

Istraživano područje izgrađeno je od tektoniziranih i okršanih karbonata, pretežito vapnenaca gornje krede i paleogena. S obzirom na hidrogeološku svrhu provedenih istraživanja, posebna pozornost posvećena je izdvajanju litostratigrafskih jedinica koje su pretežito dolomitnog sastava, pa zbog manje propusnosti od vapnenaca čine potencijalne hidrogeološke barijere.

Provedenim geološkim istraživanjima izdvojene su dvije litostratigrafske jedinice koje sadrže dolomite: Kladnjice dolomit i Član s horizontima dolomita (Slike 1, 2 i 3).

Jedinica Kladnjice dolomit gotovo je u cijelosti dolomitnog sastava, a na priloženoj geološkoj karti (Slika 2) jasno se vidi njeno kontinuirano pružanje. Glavna zona dolomita zapravo čini jezgru regionalne geološke strukture - reverzno (prema JZ) izdignute antiklinale, odnosno njezinog sjevernog krila, pružanja ZSZ - IJI, a koja blago tone prema ZSZ. Iako je debljina otkrivenog slijeda Kladnjice dolomita oko 100 m, može se pretpostaviti i znatno veća debljina dolomita i dolomitnih breča u podini, koji su na širem području registrirani unutar naslaga alba i cenomana (MARINČIĆ et al., 1973; IVANOVIĆ et al., 1978; označeno kao  $K_{1,2}$  na geološkom profilu, slika 3).

Pored jedinice Kladnjice dolomit, stratificirani kasnodijagenetski dolomiti značajnije debljine registrirani su i u donjem dijelu formacije Gornjega Humca, pa je i taj paket naslaga izdvojen na priloženoj geološkoj karti (Slika 2), profilu (Slika 3) i stupu (Slika 1) kao Član s horizontima dolomita. Zona izdanaka naslaga koje pripadaju tom članu neposredno s južne strane obrubljuje mikrolokaciju "Kladnjice".

Uz rasjede generalnog pružanja S – J do SSI – JJZ (Slika 2), kasnodijagenetska dolomitizacija je ponegdje zahvatila i veće debljine primarno vapnenaca, tako da dolomiti mjestimice mogu činiti barijeru poprečno i dijagonalno na pružanje naslaga. Zbog složenih odnosa dolomita i vapnenaca, na samoj mikrolokaciji nije isključena mogućnost formiranja lokalnih poluzatvorenih hidrogeoloških sustava.

Daljnjom hidrogeološkom obradom i analizom podataka prethodnih istraživanja litostratigrafske jedinice koje izgrađuju razmatrano područje svrstane su u tri kategorije, odnosno u dobro, osrednje i slabo propusne karbonatne stijene. Stijene koje izgrađuju teren na samoj lokaciji Centra, vapnenci formacije Gornjega Humca (FGH) i podređeno njen donji član s horizontima dolomita (čhd), pripadaju u kategoriju dobro (FGH) i osrednje (čhd) propusnih naslaga. Premda su oba člana intenzivno tektonski razlomljena i okršena, to se posebno odnosi na vapnence formacije Gornjega Humca. Na području koje izgrađuju spomenute stijene nalazi se 11 speleoloških objekata među kojima je i 210 m duboka Golubinka u Kalaševim dugim njivama (br.12). Na samoj lokaciji Centra smještene su tri jame približne dubine od 10 do 32 m. Prostorna distribucija speleoloških

objekata pokazuje da su one u najvećem broju (12 od 17) nastale upravo duž dna i bokova izdužene doline na čijem se gornjem dijelu planira smjestiti Centar. U takvim okolnostima može se konstatirati da će svako eventualno onečišćenje sa površine terena vrlo brzo dospjeti do podzemne vode.

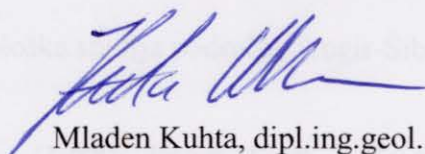
Sukladno zadanom programu trasiranje podzemnih voda izvedeno je ubacivanjem 60 kg Na-floresceina u prirodnu kršku jamu duboku 32 m, koja je odabrana nakon speleološkog rekognosciranja 17 speleoloških objekata na području istraživanja. Odabrana jama nalazi se na samoj lokaciji Centra. Na temelju analize rezultata istraživanja i u dogovoru s Hrvatskim vodama u Splitu, opažanja su organizirana na 10 najznačajnijih izvora za koje je ocijenjeno da mogu biti mjesta istjecanja podzemnih voda s predmetne lokacije. Ovom prilikom u opažačku mrežu uključeni su i izvori Marina, Ribnik, Jaruga i Torak, koji nisu bili opažani kod prethodnog trasiranja. Budući da do zaključenja ovog izvješća koncem lipnja 2006. godine, pojava boje nigdje nije registrirana, nije moguće konstatirati kamo i kojom prividnom brzinom teku podzemne vode s predmetne lokacije.

Opažanja se nastavljaju do sredine kolovoza 2006. godine, a konačni rezultati bit će obrađeni u separatnom izvješću i naknadno dostavljeni naručitelju.

Voditelji istraživanja:



dr.sc. Tvrtko Korbar, dipl.ing.geol.



Mladen Kuhta, dipl.ing.geol.

## 5. Literatura

- BIONDIĆ, B., BRKIĆ, Ž., BIONDIĆ, R. (1999): Hidrogeološka karta Republike Hrvatske M 1 : 300 000. Institut za geološka istraživanja, Zagreb.
- BONACCI, O. (1978): Hidrogeološka studija Žrnovnice. Fond str. dok. Građevinski institut, Split.
- BONACCI, O. (1987): Karst hydrology. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg.
- BONACCI, O., ROJE-BONACCI, T. (1997): Hidrološki vid određivanja biološkog minimuma rijeke Žrnovnice. Hrvatske vode br. 19, Zagreb.
- BONACCI, O., ROJE-BONACCI, T. (1997): Hidrološki vid određivanja biološkog minimuma rijeke Jadro. Hrvatske vode br. 21, Zagreb.
- BONACCI, O., LJUBENKOV, I. (2005): Nove spoznaje o hidrologiji rijeke Krke. Hrvatske vode br. 52, Zagreb.
- BRITVIĆ, V. (1965): Izvještaj o hidrogeološkom kartiranju na području Pantana – Trogir. Fond str. dok. Geotehnika, Zagreb.
- BULJAN, R. (1993): Utjecaj strukturno-tektonskih odnosa na tečenje podzemnih voda u okolici izvora Pantan kraj Trogira. Magistarski rad, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.
- ECOINA (2004): Elaborat o kompleksnim geološkim istraživanjima područja „Kladnjice“ – Lećevica.
- FRITZ, F., BAHUN, S. (1960): Geološka, hidrogeološka i inženjerskogeološka istraživanja područja Dugo Polje. Fond str. dok. HGI br. 3262, Zagreb.
- FRITZ, F. (1970): Geološka građa i hidrogeološki odnosi sabirnog područja izvora Pantan. Arhiv OVP, Split.
- FRITZ, F. (1979): Općina Split – Hidrogeološka studija. Fond str. dok. HGI br. 191/79, Zagreb.
- FRITZ, F. (1981): Hidrogeologija zaleđa Splita. Krš Jugoslavije, br. 10/5, 97-118, Zagreb.
- FRITZ, F., PAVIČIĆ, A., RENIĆ, A. (1984): Hidrogeološka studija područja Trogir-Šibenik-Drniš-Knin. Fond str. dok. HGI br. 248/84, Zagreb.
- FRITZ, F., PAVIČIĆ, A., RENIĆ, A., KAPELJ, J., (1988): Izvori Jadro i Žrnovnica. Dio hidrogeoloških istražnih radova potrebnih za prijedlog zona sanitarne zaštite izvora. Fond str. dok. HGI br. 140/89, Zagreb.
- FRITZ, F., KAPELJ, J. (1990): Izvori Jaruga i Torak. Hidrogeološki istražni radovi za prijedlog zona sanitarne zaštite. Fond str. dok. HGI br. 43/90, Zagreb.
- FRITZ, F., RENIĆ, A., BULJAN, R. (1991): Izvor Pantan kod Trogira. Hidrogeološka osnova za eksploataciju pitkih podzemnih voda. Fond str. dok. HGI br. 95/91, Zagreb.



- FRITZ, F., RENIĆ, A., PAVIČIĆ, A. (1993): Hydrogeology of the hinterland of Šibenik and Trogir, Croatia. *Geologia Croatica*, 46/2, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, 291-304.
- FRITZ, F., KAPELJ, J. (1998): Osnovna hidrogeološka karta Republike Hrvatske M 1 : 100 000, listovi Split i Primošten. Institut za geološka istraživanja, Zagreb.
- HMZ (1962): Bojenje ponora Grabov mlin u akumulaciji Prančevići kod Biska na Cetini, Zagreb.
- IPZ UNIPROJEKT MCF (2005): Studije o utjecaju na okoliš Centra za gospodarenje otpadom Splitsko-dalmatinske županije u Lećevici.
- IVANOVIĆ, A., SIKIRICA, V. & SAKAČ, K. (1977): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, list Drniš, L 33-9.- Inst. geol. istraž. Zagreb (1963-1967), Sav. geol. zavod Beograd.
- IVANOVIĆ, A., SIKIRICA, V., MARKOVIĆ, S. & SAKAČ, K. (1978): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Drniš, L 33-9.- Inst. geol. istraž. Zagreb, Sav. geol. zavod Beograd, 59 str.
- JELASKA, V., KORBAR, T., FUČEK, L., OŠTRIĆ, N., PALENIK, D. & LUKŠIĆ, B. (2006): Pregledna litostratigrafska karta s ležištima mineralnih sirovina Splitsko-dalmatinske županije M 1:100.000.- Hrvatski geološki institut, Zagreb, Fond stručne dokumentacije.
- KAPELJ, S.; KAPELJ, J., NOVOSEL, A., SINGER, D. (2001): Hidrogeološka istraživanja Jadra i Žrnovnice. Tumač uz preglednu hidrogeološku kartu M 1 : 100 000. – Preliminarni izvještaj. Fond str. dok. HGI br. 42/01, Zagreb.
- KAPELJ, S.; KAPELJ, J., SINGER, D. (2002): Hidrogeološka istraživanja slivnog područja izvora Jadro i Žrnovnica. II faza istraživanja. Fond str. dok. HGI br. 43/02, Zagreb.
- KOMATINA, M. (1961): Tumač uz osnovnu hidrogeološku kartu terena Kašteli-Omiš. Zavod geol. geof. istr., Beograd.
- KOMATINA, M. (1967): Hidrogeološke odlike dijelova terena Dalmacije, zapadne Bosne i Hercegovine. Arhiv OVP Split.
- KOMATINA, M. (1975): Hidrogeološke odlike slivova centralnodinarskog karsta. Rasprave Zavoda za geološka i geofizička istraživanja, Savezni geološki zavod Beograd, 1-105.
- MAGDALENIĆ, A. (1971): Hidrogeologija sliva Cetine. Krš Jugoslavije 7/4. 1-82.
- MARINČIĆ, S., MAGAŠ, N. & BOROVIĆ, I. (1971): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, list Split, K 33-21.- Inst. geol. istraž. Zagreb (1968-1969), Savezni geol. zavod, Beograd.
- MARINČIĆ, S., MAGAŠ, N. & BOROVIĆ, I. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. Tumač za listove Split i Primošten, K 33-20 i K 33-21.- Inst. geol. istraž. Zagreb, Savezni geol. zavod Beograd, 47 str.
- RENIĆ, A. (1998): Odlagalište krutog otpada grada Splita. Hidrogeološko mišljenje prema postojećim podacima o podobnosti alternativnih lokacija tupinolom Sv. Juraj, Bisaći, Koperčica i Mojanke-Podi. Fond str. dok. HGI br. 86/98, Zagreb.

- RENIĆ, A., PAVIČIĆ, A. (1986): HE Đale, glavni projekt. Područje akumulacije, geološke podloge. Fond str. dok. HGI br. 332/86, Zagreb.
- RENIĆ, A. (1989): Izvor Žrnovnica. Detaljna hidrogeološka istraživanja – nizvodni profil. Fond str. dok. HGI br. 92/89, Zagreb.
- RENIĆ, A. (1992): Jurjevića izvor – Studenci. Hidrogeološki istražni radovi za prijedlog zona sanitarne zaštite. Fond str. dok. HGI br. 73/92, Zagreb.
- RENIĆ, A. (1994): Kamenolom Križice, hidrogeološki istražni radovi. Mikrozoniranje dijela III zone sanitarne zaštite izvora Jadra i Žrnovnice. Fond str. dok. HGI, Zagreb.
- RENIĆ, A. (1996): Benzinska postaja Klis-Kurtovići. Hidrogeološki istražni radovi, mikrozoniranje osnovnih zona sanitarne zaštite izvora Jadra i Žrnovnice. Fond str. dok. HGI br. 63/96, Zagreb.
- RENIĆ, A. (1997): Kamenolom i asfaltna baza Konjsko. Hidrogeološki istražni radovi, mikrozoniranje osnovnih zona sanitarne zaštite izvora Jadra i Žrnovnice. Fond str. dok. HGI br. 86/97, Zagreb.
- RENIĆ, A. (1998): Hidrogeološko mišljenje o utjecaju otpadnih voda tvrtke „Metind“ d.o.o. Muć na podzemne vode. Fond str. dok. HGI, Zagreb.
- RENIĆ, A., PRELOGOVIĆ, E., BULJAN, R. (1998): Kamenolom Klis-Kosa. Hidrogeološki istražni radovi. Mikrozoniranje osnovnih zona sanitarne zaštite izvora Jadra i Žrnovnice. Fond str. dok. HGI, Zagreb.
- ŠARIN, A. (1988): Upute za izradu osnovne hidrogeološke karte Jugoslavije M 1:100 000. Savezni geološki zavod, Beograd.
- ŠIKIĆ, D. (1964): Horizontalna kretanja u Dinaridima. Zbornik rad. rud. geol. odjela tehn. fak. Sveuč., Zagreb.

## **Prilog 1.**

Tablični prikaz odabranih podataka prikupljenih na evidentiranim točkama  
opažanja tijekom geološkog kartiranja  
(Ladislav FUČEK, Tvrtko KORBAR, Damir PALENIK).

| FUČEK | X       | Y       | Lit Jed 1         | Lit Jed 2         | Kontakt   | Izmjene        | Specificnost | PS s | PS n | R s | R n | Pk s | Pk n | Pk2s | Pk2n |
|-------|---------|---------|-------------------|-------------------|-----------|----------------|--------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 1     | 5605749 | 4836803 | Gornji Humac      |                   |           |                |              | 350  | 25   |     |     |      |      |      |      |
| 2     | 5605963 | 4836765 | Gornji Humac      |                   |           |                |              | 330  | 30   |     |     |      |      |      |      |
| 3     | 5606132 | 4836776 | Gornji Humac      |                   |           |                |              |      |      | 248 | 48  |      |      |      |      |
| 4     | 5606189 | 4836915 | Gornji Humac      |                   |           |                |              | 290  | 20   |     |     | 100  | 70   |      |      |
| 5     | 5606087 | 4836985 | Gornji Humac      | Kladnjice dolomit | tektonski |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 6     | 5606119 | 4837068 | Kladnjice dolomit |                   |           |                |              | 315  | 12   |     |     |      |      |      |      |
| 7     | 5606161 | 4837187 | Kladnjice dolomit |                   |           |                |              | 43   | 15   |     |     |      |      |      |      |
| 8     | 5606158 | 4837387 | Milna             |                   |           |                |              | 25   | 15   | 88  | 80  |      |      |      |      |
| 9     | 5605958 | 4837466 | Milna             |                   |           | dolomitizacija |              | 24   | 26   |     |     | 248  | 65   |      |      |
| 10    | 5606030 | 4837615 | Milna             |                   |           |                |              | 15   | 18   |     |     | 45   | 70   |      |      |
| 11    | 5605819 | 4837646 | Milna             |                   |           |                |              | 5    | 19   |     |     |      |      |      |      |
| 12    | 5605823 | 4837527 | Kladnjice dolomit |                   |           |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 13    | 5605796 | 4837357 | Kladnjice dolomit |                   |           |                |              | 35   | 22   |     |     |      |      |      |      |
| 14    | 5605577 | 4837074 | Kladnjice dolomit |                   |           |                |              | 350  | 15   |     |     |      |      |      |      |
| 15    | 5605735 | 4836970 | Gornji Humac      |                   |           |                |              | 345  | 30   |     |     |      |      |      |      |
| 16    | 5605879 | 4836878 | Gornji Humac      |                   |           |                |              | 320  | 35   |     |     |      |      |      |      |
| 17    | 5605523 | 4836814 | Gornji Humac      |                   |           |                |              | 245  | 18   |     |     | 310  | 85   |      |      |
| 18    | 5605580 | 4837504 | Milna             |                   |           |                |              | 15   | 26   |     |     | 310  | 80   | 280  | 85   |
| 19    | 5605644 | 4837606 | Milna             |                   |           |                |              | 355  | 18   |     |     | 225  | 80   | 110  | 90   |
| 20    | 5604477 | 4837519 | Milna             |                   |           |                |              | 350  | 18   |     |     | 30   | 75   |      |      |
| 21    | 5604293 | 4837524 | Milna             |                   |           |                |              | 355  | 20   |     |     |      |      |      |      |
| 22    | 5604206 | 4837437 | Kladnjice dolomit |                   |           | jama           |              | 5    | 12   |     |     | 255  | 80   |      |      |
| 23    | 5604180 | 4837341 | Milna             |                   |           |                |              | 325  | 25   |     |     |      |      |      |      |
| 24    | 5604058 | 4837296 | Milna             |                   |           |                |              | 12   | 22   |     |     |      |      |      |      |
| 25    | 5603922 | 4837307 | Milna             |                   |           |                |              | 7    | 18   |     |     | 285  | 70   |      |      |
| 26    | 5603781 | 4837364 | Milna             |                   |           |                |              | 345  | 30   |     |     |      |      |      |      |
| 27    | 5603906 | 4837499 | Kladnjice dolomit |                   |           |                |              |      |      |     |     | 160  | 85   |      |      |
| 28    | 5605742 | 4837749 | Labotovo          |                   |           |                |              | 15   | 20   |     |     | 265  | 70   |      |      |
| 29    | 5605878 | 4837909 | Milna             |                   |           |                |              |      |      | 90  | 90  |      |      |      |      |
| 30    | 5606030 | 4837874 | Milna             |                   |           | dolomitizacija |              |      |      |     |     | 55   | 80   |      |      |
| 31    | 5606205 | 4837989 | Milna             |                   |           |                |              | 20   | 25   |     |     |      |      |      |      |
| 32    | 5606132 | 4838097 | Milna             |                   |           |                |              | 30   | 25   |     |     |      |      |      |      |
| 33    | 5606151 | 4838213 | Milna             |                   |           |                |              | 343  | 58   |     |     | 120  | 90   |      |      |
| 34    | 5606113 | 4838321 | Gornji Humac      |                   |           |                |              | 45   | 40   |     |     | 255  | 80   |      |      |
| 35    | 5606087 | 4838420 | Gornji Humac      |                   |           |                |              | 275  | 20   |     |     |      |      |      |      |

| FUČEK | X       | Y       | Lit Jed 1               | Lit Jed 2               | Kontakt       | Izmjene        | Specificnost | PS s | PS n | R s | R n | Pk s | Pk n | Pk2s | Pk2n |
|-------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|---------------|----------------|--------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 36    | 5606097 | 4838548 | Milna                   |                         |               |                |              | 350  | 20   |     |     |      |      |      |      |
| 37    | 5606061 | 4838723 | Labotovo                |                         |               | dolomitizacija |              | 355  | 26   |     |     |      |      |      |      |
| 38    | 5606044 | 4838814 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 200  | 20   |     |     |      |      |      |      |
| 39    | 5606043 | 4838978 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija |              | 35   | 35   |     |     |      |      |      |      |
| 40    | 5605866 | 4838920 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 15   | 18   |     |     |      |      |      |      |
| 41    | 5605619 | 4839009 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 355  | 38   |     |     |      |      |      |      |
| 42    | 5605463 | 4838946 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 10   | 35   |     |     |      |      |      |      |
| 43    | 5605559 | 4838759 | Labotovo                |                         |               |                |              | 20   | 30   |     |     |      |      |      |      |
| 44    | 5605605 | 4838694 | Milna                   |                         |               |                |              | 200  | 40   |     |     |      |      |      |      |
| 45    | 5605641 | 4838506 | Milna                   |                         |               | dolomitizacija |              |      |      |     |     | 260  | 80   | 50   | 75   |
| 46    | 5605863 | 4838439 | Labotovo                |                         |               |                |              | 300  | 15   |     |     | 90   | 90   |      |      |
| 47    | 5605860 | 4838360 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 15   | 25   |     |     | 100  | 75   |      |      |
| 48    | 5605785 | 4838222 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 350  | 40   |     |     |      |      |      |      |
| 49    | 5605703 | 4838087 | Labotovo                |                         |               |                |              | 10   | 30   |     |     |      |      |      |      |
| 50    | 5605611 | 4837984 | Milna                   |                         |               |                |              | 340  | 25   |     |     |      |      |      |      |
| 51    | 5605798 | 4838035 | Milna                   |                         |               |                |              | 358  | 30   |     |     |      |      |      |      |
| 52    | 5606017 | 4838179 | Milna                   | Gornji Humac            | tektonski     |                |              |      |      | 90  | 90  |      |      |      |      |
| 53    | 5605740 | 4839076 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 12   | 42   |     |     |      |      |      |      |
| 54    | 5605767 | 4839267 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 10   | 38   |     |     | 145  | 40   |      |      |
| 55    | 5605913 | 4839229 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 12   | 35   |     |     |      |      |      |      |
| 56    | 5606117 | 4839263 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 5    | 40   |     |     | 255  | 75   | 150  | 80   |
| 57    | 5606123 | 4839407 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 15   | 35   |     |     |      |      |      |      |
| 58    | 5606098 | 4839614 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 20   | 40   |     |     |      |      |      |      |
| 59    | 5605719 | 4839468 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 13   | 28   |     |     |      |      |      |      |
| 60    | 5605928 | 4839754 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 10   | 48   |     |     |      |      |      |      |
| 61    | 5605761 | 4839782 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 7    | 45   |     |     |      |      |      |      |
| 62    | 5605814 | 4839989 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 5    | 44   |     |     |      |      |      |      |
| 63    | 5606064 | 4839868 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 350  | 48   |     |     |      |      |      |      |
| 64    | 5606049 | 4839950 | Foraminiferski vapnenac | Gornji Humac            | tektonski     |                |              |      |      | 330 | 75  |      |      |      |      |
| 65    | 5606040 | 4840004 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 35   | 40   |     |     |      |      |      |      |
| 66    | 5605902 | 4839954 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 18   | 48   |     |     |      |      |      |      |
| 67    | 5603867 | 4840107 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 14   | 45   |     |     | 95   | 75   |      |      |
| 68    | 5604023 | 4839929 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 335  | 40   |     |     |      |      |      |      |
| 69    | 5604045 | 4839754 | Foraminiferski vapnenac | Gornji Humac            | nekonformitet |                |              | 10   | 30   |     |     |      |      |      |      |
| 70    | 5603954 | 4839601 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 352  | 40   |     |     | 100  | 75   |      |      |



| FUČEK | X       | Y       | Lit Jed 1               | Lit Jed 2               | Kontakt       | Izmjene | Specifičnost | PS s | PS n | RS  | R n | Pk s | Pk n | Pk2s | Pk2n |
|-------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|---------------|---------|--------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 71    | 5604052 | 4839363 | Gornji Humac            |                         |               |         |              | 355  | 45   |     |     |      |      |      |      |
| 72    | 5603757 | 4839371 | Gornji Humac            |                         |               |         |              | 340  | 38   |     |     |      |      |      |      |
| 73    | 5603747 | 4839178 | Gornji Humac            |                         |               |         |              | 352  | 36   |     |     |      |      |      |      |
| 74    | 5603558 | 4839213 | Gornji Humac            |                         |               |         |              | 345  | 30   |     |     |      |      |      |      |
| 75    | 5603481 | 4839402 | Gornji Humac            |                         |               |         |              | 2    | 32   |     |     |      |      |      |      |
| 76    | 5603576 | 4839681 | Gornji Humac            |                         |               |         |              | 7    | 35   | 105 | 75  |      |      |      |      |
| 77    | 5603534 | 4839930 | Gornji Humac            |                         |               |         |              | 355  | 40   | 110 | 70  |      |      |      |      |
| 78    | 5603435 | 4840056 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |         |              | 15   | 35   |     |     |      |      |      |      |
| 79    | 5603581 | 4840051 | Gornji Humac            |                         |               |         |              | 352  | 35   |     |     |      |      |      |      |
| 80    | 5603667 | 4840011 | Gornji Humac            |                         |               |         |              | 12   | 52   |     |     |      |      |      |      |
| 81    | 5603831 | 4839848 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |         |              | 20   | 58   |     |     |      |      |      |      |
| 82    | 5603564 | 4840210 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |         |              |      |      | 355 | 56  |      |      |      |      |
| 83    | 5602798 | 4837890 | Milna                   |                         |               |         |              | 117  | 30   |     |     | 85   | 80   |      |      |
| 84    | 5602892 | 4837900 | Milna                   |                         |               |         |              | 200  | 20   |     |     |      |      |      |      |
| 85    | 5602957 | 4837961 | Milna                   |                         |               |         |              | 100  | 15   |     |     | 285  | 70   |      |      |
| 86    | 5603094 | 4837930 | Labotovo                |                         |               |         |              | 240  | 15   |     |     |      |      |      |      |
| 87    | 5603163 | 4838000 | Milna                   |                         |               |         |              | 70   | 15   |     |     |      |      |      |      |
| 88    | 5603278 | 4838066 | Milna                   |                         |               |         |              | 15   | 36   |     |     |      |      |      |      |
| 89    | 5603468 | 4838016 | Gornji Humac            |                         |               |         |              | 30   | 45   |     |     |      |      |      |      |
| 90    | 5603708 | 4838091 | Labotovo                |                         |               |         |              | 20   | 30   |     |     |      |      |      |      |
| 91    | 5603719 | 4838229 | Labotovo                | Gornji Humac            | konformitet   |         |              | 50   | 30   |     |     |      |      |      |      |
| 92    | 5603666 | 4838323 | Gornji Humac            |                         |               |         |              | 335  | 40   |     |     |      |      |      |      |
| 93    | 5603588 | 4838370 | Gornji Humac            |                         |               |         |              | 5    | 35   |     |     |      |      |      |      |
| 94    | 5603426 | 4838442 | Labotovo                | Gornji Humac            | konformitet   |         |              | 12   | 28   |     |     |      |      |      |      |
| 95    | 5603199 | 4838492 | Labotovo                | Gornji Humac            | konformitet   |         |              | 18   | 25   |     |     |      |      |      |      |
| 96    | 5603255 | 4838334 | Labotovo                |                         |               |         |              | 20   | 30   |     |     | 280  | 75   |      |      |
| 97    | 5603150 | 4838229 | Milna                   |                         |               |         |              | 30   | 20   |     |     |      |      |      |      |
| 98    | 5602934 | 4838236 | Milna                   |                         |               |         |              | 10   | 40   |     |     |      |      |      |      |
| 99    | 5602951 | 4838173 | Milna                   |                         |               |         |              | 125  | 40   |     |     |      |      |      |      |
| 100   | 5603303 | 4838260 | Labotovo                |                         |               |         |              | 35   | 15   |     |     |      |      |      |      |
| 101   | 5603454 | 4838285 | Milna                   |                         |               |         | bunar        |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 102   | 5603481 | 4838165 | Milna                   |                         |               |         |              | 45   | 40   |     |     |      |      |      |      |
| 103   | 5603575 | 4838115 | Milna                   |                         |               |         |              | 10   | 45   |     |     |      |      |      |      |
| 104   | 5605607 | 4838361 | Gornji Humac            |                         |               |         |              | 353  | 60   |     |     | 257  | 86   |      |      |
| 105   | 5605510 | 4838543 | Labotovo                |                         |               |         |              | 2    | 63   |     |     |      |      |      |      |

| FUČEK | X       | Y       | Lit Jed 1 | Lit Jed 2    | Kontakt     | Izmjene | Specificnost | PS s | PS n | R s | R n | Pk s | Pk n | Pk2s | Pk2n |
|-------|---------|---------|-----------|--------------|-------------|---------|--------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 106   | 5605439 | 4838704 | Milna     | Labotovo     | konformitet |         |              | 350  | 66   |     |     |      |      |      |      |
| 107   | 5605337 | 4838937 | Labotovo  | Gornji Humac | konformitet |         |              | 358  | 40   |     |     | 307  | 80   |      |      |

| KORBAR | X       | Y       | Lit Jed 1               | Lit Jed 2               | Kontakt       | Izmjene        | Specificnost | PS s | PS n | R s | R n | PK s | PK n | PK2s | PK2n |
|--------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|---------------|----------------|--------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 1      | 5604637 | 4836843 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 7    | 40   |     |     |      |      |      |      |
| 2      | 5603570 | 4836579 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 8    | 45   |     |     |      |      |      |      |
| 3      | 5603573 | 4836770 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 10   | 47   |     |     |      |      |      |      |
| 4      | 5603838 | 4836875 | Foraminiferski vapnenac | Kladnjice dolomit       | tektonski     |                |              | 6    | 45   |     |     |      |      |      |      |
| 5      | 5604059 | 4836998 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              | 358  | 8    |     |     |      |      |      |      |
| 6      | 5605435 | 4836792 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 355  | 35   |     |     |      |      |      |      |
| 7      | 5605976 | 4838277 | Gornji Humac            |                         |               |                | jama         |      |      |     |     | 265  | 80   |      |      |
| 8      | 5605401 | 4836918 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 358  | 35   |     |     |      |      |      |      |
| 9      | 5605348 | 4837038 | Gornji Humac            | Kladnjice dolomit       | tektonski     |                |              | 353  | 38   |     |     |      |      |      |      |
| 10     | 5605380 | 4837126 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              | 12   | 16   |     |     |      |      |      |      |
| 11     | 5605553 | 4837800 | Milna                   |                         |               |                |              | 357  | 32   |     |     | 305  | 85   |      |      |
| 12     | 5605531 | 4837853 | Milna                   |                         |               |                |              | 355  | 37   |     |     |      |      |      |      |
| 13     | 5605501 | 4838051 | Milna                   |                         |               |                |              | 350  | 43   |     |     | 320  | 87   |      |      |
| 14     | 5605480 | 4838184 | Labotovo                | Gornji Humac            | konformitet   | dolomitizacija |              | 352  | 51   |     |     |      |      |      |      |
| 15     | 5605514 | 4838272 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija |              | 350  | 45   |     |     |      |      |      |      |
| 16     | 5605314 | 4838647 | Labotovo                |                         |               |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 17     | 5605252 | 4838703 | Milna                   | Labotovo                | tektonski     |                |              | 352  | 35   | 120 | 87  |      |      |      |      |
| 18     | 5605112 | 4838859 | Milna                   | Labotovo                | tektonski     |                |              | 356  | 40   | 358 | 75  | 285  | 75   |      |      |
| 19     | 5604889 | 4839006 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija |              | 345  | 50   |     |     |      |      |      |      |
| 20     | 5604776 | 4839053 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 21     | 5604720 | 4839086 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 355  | 38   |     |     |      |      |      |      |
| 22     | 5603102 | 4836769 | Foraminiferski vapnenac | Gornji Humac            | nekonformitet |                |              | 330  | 42   |     |     |      |      |      |      |
| 23     | 5603218 | 4836924 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 3    | 32   |     |     | 110  | 87   |      |      |
| 24     | 5603109 | 4836991 | Foraminiferski vapnenac | Kladnjice dolomit       | tektonski     |                |              | 6    | 37   |     |     |      |      |      |      |
| 25     | 5603117 | 4837118 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              | 15   | 22   |     |     |      |      |      |      |
| 26     | 5603225 | 4837362 | Milna                   | Kladnjice dolomit       | konformitet   |                |              | 55   | 21   |     |     |      |      |      |      |
| 27     | 5603181 | 4837496 | Milna                   |                         |               |                |              | 64   | 32   | 322 | 78  |      |      |      |      |
| 28     | 5603112 | 4837622 | Milna                   |                         |               |                |              | 345  | 85   |     |     |      |      |      |      |
| 29     | 5603254 | 4837715 | Milna                   |                         |               |                |              | 318  | 41   |     |     |      |      |      |      |
| 30     | 5603243 | 4837748 | Milna                   |                         |               |                |              |      |      | 291 | 87  |      |      |      |      |
| 31     | 5603378 | 4837695 | Milna                   |                         |               |                |              | 8    | 22   |     |     |      |      |      |      |
| 32     | 5603384 | 4837802 | Milna                   |                         |               |                |              | 2    | 45   |     |     |      |      |      |      |
| 33     | 5603554 | 4837699 | Milna                   |                         |               |                |              |      |      | 325 | 88  |      |      |      |      |
| 34     | 5603598 | 4837643 | Milna                   |                         |               |                |              | 346  | 7    |     |     |      |      |      |      |
| 35     | 5603641 | 4837474 | Milna                   |                         |               |                |              | 355  | 21   |     |     |      |      |      |      |

| KORBAR | X       | Y       | Lit Jed 1               | Lit Jed 2               | Kontakt       | Izmjene        | Specifičnost | PS s | PS n | R s | R n | Pk s | Pk n | Pk2s | Pk2n |
|--------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|---------------|----------------|--------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 36     | 5603537 | 4837306 | Milna                   |                         |               |                |              | 32   | 24   |     |     |      |      |      |      |
| 37     | 5603537 | 4837195 | Milna                   | Kladnjice dolomit       | konformitet   |                |              | 38   | 25   |     |     |      |      |      |      |
| 38     | 5603639 | 4837152 | Milna                   | Kladnjice dolomit       | konformitet   |                |              | 27   | 35   | 295 | 88  |      |      |      |      |
| 39     | 5603674 | 4836949 | Kladnjice dolomit       | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 40     | 5603497 | 4836970 | Kladnjice dolomit       | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              | 15   | 36   |     |     |      |      |      |      |
| 41     | 5603331 | 4836988 | Kladnjice dolomit       | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              | 358  | 45   |     |     |      |      |      |      |
| 42     | 5603268 | 4836913 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 351  | 30   |     |     |      |      |      |      |
| 43     | 5602983 | 4836700 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 325  | 35   |     |     | 150  | 56   |      |      |
| 44     | 5605230 | 4836776 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 289  | 72   |      |      |
| 45     | 5605204 | 4836791 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              |      |      | 298 | 83  |      |      |      |      |
| 46     | 5605528 | 4837432 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              | 31   | 24   |     |     |      |      |      |      |
| 47     | 5605535 | 4837461 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              | 0    | 39   |     |     |      |      |      |      |
| 48     | 5604204 | 4837180 | Kladnjice dolomit       | Milna                   | konformitet   |                |              | 33   | 24   |     |     |      |      |      |      |
| 49     | 5604129 | 4837226 | Milna                   |                         |               |                |              |      |      |     |     | 291  | 88   |      |      |
| 50     | 5603887 | 4837217 | Kladnjice dolomit       | Milna                   | konformitet   |                |              | 15   | 28   |     |     |      |      |      |      |
| 51     | 5603709 | 4837210 | Kladnjice dolomit       | Milna                   | konformitet   |                |              | 21   | 27   |     |     | 294  | 89   |      |      |
| 52     | 5604077 | 4836862 | Foraminiferski vapnenac | Kladnjice dolomit       | tektonski     |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 53     | 5604195 | 4836860 | Foraminiferski vapnenac | Kladnjice dolomit       | tektonski     |                |              |      |      | 110 | 89  |      |      |      |      |
| 54     | 5604343 | 4836982 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 320  | 21   |     |     |      |      |      |      |
| 55     | 5604307 | 4837027 | Foraminiferski vapnenac | Kladnjice dolomit       | tektonski     |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 56     | 5604565 | 4837023 | Foraminiferski vapnenac | Kladnjice dolomit       | tektonski     |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 57     | 5604504 | 4837916 | Milna                   |                         |               |                |              | 357  | 31   | 128 | 82  | 228  | 88   |      |      |
| 58     | 5604651 | 4837729 | Milna                   |                         |               |                |              | 20   | 31   | 295 | 85  |      |      |      |      |
| 59     | 5604772 | 4837837 | Milna                   |                         |               |                |              | 0    | 0    | 320 | 78  |      |      |      |      |
| 60     | 5604881 | 4837911 | Milna                   |                         |               |                |              |      |      |     |     | 305  | 88   |      |      |
| 61     | 5604814 | 4837969 | Milna                   | Labotovo                | konformitet   |                |              | 5    | 61   |     |     | 325  | 88   |      |      |
| 62     | 5604856 | 4838057 | Labotovo                |                         |               | dolomitizacija |              |      |      |     |     | 288  | 84   |      |      |
| 63     | 5605025 | 4837993 | Milna                   |                         |               |                |              | 5    | 33   |     |     |      |      |      |      |
| 64     | 5605104 | 4838062 | Milna                   | Labotovo                | konformitet   | dolomitizacija |              |      |      |     |     | 43   | 89   |      |      |
| 65     | 5605099 | 4838176 | Labotovo                | Gornji Humac            | konformitet   |                |              | 352  | 47   |     |     |      |      |      |      |
| 66     | 5605141 | 4838269 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija |              | 350  | 55   |     |     |      |      |      |      |
| 67     | 5605117 | 4838360 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 349  | 53   |     |     | 250  | 88   |      |      |
| 68     | 5605033 | 4838477 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 344  | 41   |     |     |      |      |      |      |
| 69     | 5604976 | 4838509 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 235  | 89   | 291  | 88   |
| 70     | 5604903 | 4838661 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 341  | 33   |     |     |      |      |      |      |



| KORBAR | X       | Y       | Lit Jed. 1              | Lit Jed. 2              | Kontakt       | Izmjene        | Specifičnost | PS s | PS n | R s | R n | Pk s | Pk n | Pk2s | Pk2n |
|--------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|---------------|----------------|--------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 71     | 5604874 | 4838791 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 348  | 44   |     |     |      |      |      |      |
| 72     | 5604840 | 4838848 | Foraminiferski vapnenac | Milna                   | tektonski     |                |              | 2    | 65   |     |     |      |      |      |      |
| 73     | 5604725 | 4838868 | Foraminiferski vapnenac | Milna                   | tektonski     |                |              | 21   | 44   |     |     |      |      |      |      |
| 74     | 5604676 | 4838927 | Labotovo                |                         |               |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 75     | 5604625 | 4838946 | Labotovo                |                         |               |                |              | 349  | 31   |     |     |      |      |      |      |
| 76     | 5604607 | 4838791 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 350  | 44   |     |     |      |      |      |      |
| 77     | 5604607 | 4838601 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 230  | 88   |      |      |
| 78     | 5604594 | 4838507 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 288  | 76   |      |      |
| 79     | 5604499 | 4838391 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 6    | 45   |     |     | 291  | 84   |      |      |
| 80     | 5604460 | 4838251 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija |              | 358  | 48   |     |     |      |      |      |      |
| 81     | 5604449 | 4838148 | Gornji Humac            | Labotovo                | konformitet   | dolomitizacija |              | 350  | 42   |     |     |      |      |      |      |
| 82     | 5604480 | 4838001 | Labotovo                | Milna                   | konformitet   |                |              | 340  | 31   |     |     |      |      |      |      |
| 83     | 5604674 | 4838055 | Labotovo                | Milna                   | konformitet   |                |              | 9    | 35   | 109 | 79  |      |      |      |      |
| 84     | 5604723 | 4839121 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija | bunar        | 5    | 39   |     |     |      |      |      |      |
| 85     | 5605013 | 4839142 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija |              | 7    | 53   |     |     | 250  | 89   |      |      |
| 86     | 5604423 | 4839087 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija |              | 10   | 38   |     |     | 298  | 78   |      |      |
| 87     | 5604454 | 4838922 | Labotovo                |                         |               |                |              | 5    | 39   |     |     | 232  | 88   |      |      |
| 88     | 5604314 | 4839124 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 6    | 41   |     |     |      |      |      |      |
| 89     | 5604315 | 4839305 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija | bušotina     |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 90     | 5604390 | 4839393 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 358  | 31   |     |     | 311  | 88   |      |      |
| 91     | 5604432 | 4839534 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 356  | 39   |     |     | 314  | 85   | 231  | 88   |
| 92     | 5604204 | 4839237 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 17   | 31   |     |     |      |      |      |      |
| 93     | 5604092 | 4839177 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 24   | 41   |     |     |      |      |      |      |
| 94     | 5603979 | 4839194 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 10   | 31   |     |     |      |      |      |      |
| 95     | 5603992 | 4839337 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija |              |      |      |     |     | 89   | 87   |      |      |
| 96     | 5604009 | 4839456 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 6    | 47   |     |     |      |      |      |      |
| 97     | 5603257 | 4840136 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 6    | 45   |     |     |      |      |      |      |
| 98     | 5603358 | 4839863 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 308  | 78   |      |      |
| 99     | 5603398 | 4839768 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 358  | 44   | 310 | 89  |      |      |      |      |
| 100    | 5603265 | 4839575 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 2    | 31   |     |     | 0    | 78   |      |      |
| 101    | 5603254 | 4839477 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 356  | 38   |     |     | 215  | 76   |      |      |
| 102    | 5603188 | 4839366 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija |              | 355  | 42   |     |     |      |      |      |      |
| 103    | 5603177 | 4839334 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 230  | 76   | 312  | 88   |
| 104    | 5603038 | 4839223 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              |      |      | 3   | 72  |      |      |      |      |
| 105    | 5603117 | 4838978 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 20   | 36   |     |     |      |      |      |      |



| KORBAR | X       | Y       | Lit Jed 1               | Lit Jed 2               | Kontakt       | Izmjene        | Specificnost | PS s | PS n | Rs  | Rn | PK s | PK n | PK2s | PK2n |
|--------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|---------------|----------------|--------------|------|------|-----|----|------|------|------|------|
| 106    | 5603086 | 4838935 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              |      |      | 315 | 86 |      |      |      |      |
| 107    | 5603027 | 4838943 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              |      |      |     |    |      |      |      |      |
| 108    | 5603009 | 4839015 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              |      |      |     |    | 62   | 88   |      |      |
| 109    | 5602906 | 4839226 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              |      |      |     |    |      |      |      |      |
| 110    | 5602817 | 4839231 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 5    | 44   |     |    |      |      |      |      |
| 111    | 5602806 | 4839329 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | tektonski     | dolomitizacija |              |      |      | 10  | 88 |      |      |      |      |
| 112    | 5602849 | 4839451 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija |              | 14   | 48   |     |    |      |      |      |      |
| 113    | 5602787 | 4839724 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 354  | 33   |     |    | 318  | 73   |      |      |
| 114    | 5602835 | 4839897 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 10   | 33   |     |    |      |      |      |      |
| 115    | 5602947 | 4840124 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 12   | 34   |     |    |      |      |      |      |
| 116    | 5603039 | 4840132 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              |      |      |     |    | 61   | 88   |      |      |
| 117    | 5602906 | 4838016 | Milna                   |                         |               |                |              | 123  | 41   | 314 | 78 |      |      |      |      |
| 118    | 5602835 | 4836593 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |    | 288  | 87   |      |      |
| 119    | 5602856 | 4836726 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 356  | 32   |     |    |      |      |      |      |
| 120    | 5602871 | 4836967 | Foraminiferski vapnenac | Kladnjice dolomit       | tektonski     |                |              | 6    | 41   |     |    |      |      |      |      |
| 121    | 5602880 | 4837064 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                | bunar        | 35   | 8    |     |    | 176  | 79   |      |      |
| 122    | 5602865 | 4837284 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              | 2    | 16   |     |    |      |      |      |      |
| 123    | 5602835 | 4837434 | Kladnjice dolomit       | Milna                   | konformitet   |                |              | 25   | 25   |     |    | 110  | 88   |      |      |
| 124    | 5602909 | 4837519 | Milna                   |                         |               |                |              |      |      | 315 | 84 |      |      |      |      |
| 125    | 5602919 | 4837584 | Milna                   |                         |               |                |              | 325  | 45   |     |    |      |      |      |      |
| 126    | 5603028 | 4837708 | Labotovo                |                         |               |                |              | 320  | 26   |     |    |      |      |      |      |
| 127    | 5602859 | 4837666 | Milna                   |                         |               |                |              | 12   | 27   |     |    |      |      |      |      |
| 128    | 5602835 | 4837765 | Milna                   |                         |               |                |              |      |      | 292 | 88 |      |      |      |      |
| 129    | 5602851 | 4837895 | Milna                   |                         |               |                |              | 125  | 30   |     |    | 70   | 85   |      |      |
| 130    | 5603304 | 4837902 | Milna                   |                         |               |                |              | 5    | 28   |     |    |      |      |      |      |
| 131    | 5603302 | 4838028 | Milna                   |                         |               |                |              | 6    | 31   |     |    |      |      |      |      |
| 132    | 5603211 | 4838015 | Milna                   |                         |               |                |              | 357  | 18   |     |    |      |      |      |      |
| 133    | 5603206 | 4837958 | Milna                   |                         |               |                |              | 280  | 16   |     |    | 225  | 88   |      |      |
| 134    | 5602944 | 4837912 | Labotovo                |                         |               |                |              | 128  | 21   |     |    | 288  | 87   |      |      |
| 135    | 5605469 | 4838405 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 349  | 63   |     |    | 294  | 86   |      |      |
| 136    | 5605499 | 4838442 | Labotovo                | Gornji Humac            | tektonski     |                |              |      |      | 357 | 82 |      |      |      |      |
| 137    |         |         | Dol                     |                         |               |                |              |      |      |     |    |      |      |      |      |
| 138    |         |         | Dol                     |                         |               |                |              |      |      |     |    |      |      |      |      |

| PALENIK | X       | Y       | Lit Jed 1               | Lit jed 2               | Kontakt       | Izmjene        | Specifičnost | PS s | PS n | R s | R n | PK s | PK n | PK2s | PK2n |
|---------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|---------------|----------------|--------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 1       | 5605217 | 4837308 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              | 45   | 29   |     |     |      |      |      |      |
| 2       | 5605183 | 4837336 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              |      |      | 42  | 77  |      |      |      |      |
| 3       | 5605129 | 4837412 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              |      |      | 58  | 78  | 280  | 76   | 235  | 70   |
| 4       | 5605175 | 4837387 | Milna                   |                         |               | dolomitizacija |              | 32   | 30   |     |     |      |      |      |      |
| 5       | 5605249 | 4837390 | Milna                   |                         |               |                |              | 40   | 31   |     |     |      |      |      |      |
| 6       | 5605348 | 4837433 | Milna                   |                         |               | dolomitizacija |              | 31   | 30   |     |     |      |      |      |      |
| 7       | 5605287 | 4837532 | Milna                   |                         |               |                |              | 22   | 33   |     |     |      |      |      |      |
| 8       | 5605421 | 4837577 | Milna                   |                         |               |                |              | 10   | 24   |     |     |      |      |      |      |
| 9       | 5605497 | 4837653 | Milna                   |                         |               |                |              | 15   | 22   |     |     |      |      |      |      |
| 10      | 5605519 | 4837702 | Milna                   |                         |               |                |              |      |      |     |     | 260  | 67   |      |      |
| 11      | 5604771 | 4839236 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 359  | 55   | 262 | 84  |      |      |      |      |
| 12      | 5604862 | 4839329 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 358  | 49   |     |     |      |      |      |      |
| 13      | 5604940 | 4839404 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 6    | 52   |     |     |      |      |      |      |
| 14      | 5604958 | 4839630 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 15      | 5604965 | 4839661 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 1    | 54   |     |     |      |      |      |      |
| 16      | 5605012 | 4839728 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              |      |      |     |     | 325  | 89   |      |      |
| 17      | 5605092 | 4839948 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 357  | 53   |     |     |      |      |      |      |
| 18      | 5604672 | 4837054 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 19      | 5604660 | 4837021 | Kladnjice dolomit       | Milna                   | tektonski     |                |              |      |      | 351 | 68  |      |      |      |      |
| 20      | 5604648 | 4836974 | Milna                   | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              | 355  | 42   |     |     |      |      |      |      |
| 21      | 5604671 | 4836870 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 335  | 30   |     |     |      |      |      |      |
| 22      | 5604675 | 4836697 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 23      | 5604783 | 4836723 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 315  | 40   |     |     |      |      |      |      |
| 24      | 5604925 | 4836671 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 295  | 70   |      |      |
| 25      | 5605102 | 4836680 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 285  | 89   |      |      |
| 26      | 5605101 | 4836746 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 359  | 32   |     |     |      |      |      |      |
| 27      | 5605086 | 4836896 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              |      |      |     |     | 120  | 89   |      |      |
| 28      | 5605080 | 4837016 | Foraminiferski vapnenac | Kladnjice dolomit       | tektonski     |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 29      | 5604970 | 4837098 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 30      | 5604793 | 4837188 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 31      | 5604775 | 4837221 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              | 10   | 10   |     |     |      |      |      |      |
| 32      | 5604654 | 4837224 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              | 330  | 8    |     |     |      |      |      |      |
| 33      | 5604462 | 4837282 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 34      | 5604272 | 4837129 | Kladnjice dolomit       |                         |               |                | bunar        | 50   | 7    |     |     |      |      |      |      |
| 35      | 5604197 | 4836898 | Foraminiferski vapnenac | Kladnjice dolomit       | tektonski     |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |

| PALENIK | X       | Y       | Lit Jed 1               | Lit jed 2               | Kontakt       | Izmjene        | Specifičnost | PS s | PS n | Rs | Rn | PK s | PK n | PK2s | PK2n |
|---------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|---------------|----------------|--------------|------|------|----|----|------|------|------|------|
| 36      | 5604254 | 4836730 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 350  | 65   |    |    |      |      |      |      |
| 37      | 5604265 | 4836659 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |    |    | 285  | 67   |      |      |
| 38      | 5605121 | 4836961 | Foraminiferski vapnenac | Gornji Humac            | tektonski     |                |              |      |      |    |    | 102  | 80   |      |      |
| 39      | 5605160 | 4836977 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |    |    |      |      |      |      |
| 40      | 5605491 | 4837459 | Kladnjice dolomit       | Milna                   | tektonski     |                | bunar        |      |      |    |    | 305  | 63   | 317  | 78   |
| 41      | 5604999 | 4837409 | Milna                   |                         |               |                |              | 32   | 28   |    |    |      |      |      |      |
| 42      | 5604688 | 4837577 | Milna                   |                         |               |                |              | 37   | 17   |    |    |      |      |      |      |
| 43      | 5604327 | 4837675 | Milna                   |                         |               |                |              | 15   | 18   |    |    |      |      |      |      |
| 44      | 5604114 | 4837681 | Milna                   |                         |               | dolomitizacija |              | 25   | 32   |    |    |      |      |      |      |
| 45      | 5603910 | 4837732 | Milna                   |                         |               |                |              | 3    | 31   |    |    |      |      |      |      |
| 46      | 5603749 | 4837743 | Milna                   |                         |               |                |              | 37   | 29   |    |    |      |      |      |      |
| 47      | 5603823 | 4837661 | Kladnjice dolomit       |                         |               | dolomitizacija |              |      |      |    |    |      |      |      |      |
| 48      | 5604379 | 4837866 | Milna                   |                         |               |                |              | 15   | 38   |    |    |      |      |      |      |
| 49      | 5604145 | 4837937 | Milna                   |                         |               | dolomitizacija |              | 10   | 55   |    |    | 152  | 80   |      |      |
| 50      | 5604078 | 4837951 | Milna                   |                         |               |                |              |      |      | 16 | 84 |      |      |      |      |
| 51      | 5603887 | 4838012 | Milna                   |                         |               |                |              | 22   | 30   |    |    |      |      |      |      |
| 52      | 5603849 | 4838087 | Milna                   |                         |               |                |              | 357  | 45   |    |    |      |      |      |      |
| 53      | 5603812 | 4838149 | Milna                   | Labotovo                | konformitet   |                |              |      |      |    |    | 70   | 82   | 240  | 80   |
| 54      | 5603788 | 4838200 | Labotovo                |                         |               |                |              |      |      |    |    | 305  | 88   |      |      |
| 55      | 5603714 | 4838325 | Labotovo                | Gornji Humac            | konformitet   | dolomitizacija |              | 35   | 47   |    |    |      |      |      |      |
| 56      | 5603659 | 4838444 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 5    | 37   |    |    |      |      |      |      |
| 57      | 5603693 | 4838517 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 7    | 48   |    |    |      |      |      |      |
| 58      | 5603714 | 4838640 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |    |    | 310  | 89   |      |      |
| 59      | 5603730 | 4838749 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |    |    | 288  | 89   |      |      |
| 60      | 5603740 | 4838809 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 345  | 31   |    |    | 62   | 73   |      |      |
| 61      | 5603765 | 4838882 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 342  | 42   |    |    |      |      |      |      |
| 62      | 5603793 | 4838928 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 347  | 40   |    |    |      |      |      |      |
| 63      | 5603964 | 4838955 | Foraminiferski vapnenac | Labotovo                | tektonski     |                |              | 10   | 41   |    |    | 272  | 89   |      |      |
| 64      | 5604062 | 4838954 | Labotovo                |                         |               | dolomitizacija |              |      |      |    |    |      |      |      |      |
| 65      | 5604175 | 4838948 | Labotovo                |                         |               |                |              |      |      |    |    | 280  | 88   |      |      |
| 66      | 5604277 | 4838913 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              |      |      |    |    | 75   | 80   |      |      |
| 67      | 5604322 | 4838801 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 15   | 47   |    |    |      |      |      |      |
| 68      | 5604345 | 4838694 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |    |    | 70   | 89   |      |      |
| 69      | 5604390 | 4838513 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |    |    | 285  | 78   |      |      |
| 70      | 5604368 | 4838431 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 18   | 45   |    |    |      |      |      |      |



| PALENIK | X       | Y       | Lit Jed 1               | Lit Jed 2               | Kontakt       | Izmjene        | Specificnost | PS s | PS n | R s | R n | Pk s | Pk n | Pk2s | Pk2n |
|---------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|---------------|----------------|--------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 71      | 5604330 | 4838314 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija |              | 9    | 32   |     |     |      |      |      |      |
| 72      | 5604320 | 4838147 | Gornji Humac            | Labotovo                | konformitet   |                |              | 5    | 33   |     |     |      |      |      |      |
| 73      | 5604401 | 4838971 | Labotovo                | Milna                   | konformitet   |                |              | 358  | 42   |     |     |      |      |      |      |
| 74      | 5605339 | 4839081 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 235  | 89   |      |      |
| 75      | 5605289 | 4839111 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 5    | 43   |     |     |      |      |      |      |
| 76      | 5605364 | 4839228 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 4    | 48   |     |     |      |      |      |      |
| 77      | 5605511 | 4839268 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 355  | 40   |     |     |      |      |      |      |
| 78      | 5605602 | 4839271 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 283  | 88   |      |      |
| 79      | 5605551 | 4839387 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 305  | 89   |      |      |
| 80      | 5605489 | 4839480 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 14   | 41   |     |     |      |      |      |      |
| 81      | 5605412 | 4839519 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 12   | 47   |     |     |      |      |      |      |
| 82      | 5605354 | 4839545 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 290  | 89   |      |      |
| 83      | 5605320 | 4839567 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              |      |      | 43  | 70  |      |      |      |      |
| 84      | 5605517 | 4839546 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 26   | 31   |     |     |      |      |      |      |
| 85      | 5605557 | 4839594 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 20   | 53   |     |     |      |      |      |      |
| 86      | 5605481 | 4839675 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 359  | 51   |     |     |      |      |      |      |
| 87      | 5605369 | 4839793 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 7    | 37   |     |     |      |      |      |      |
| 88      | 5605488 | 4839883 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 357  | 43   |     |     |      |      |      |      |
| 89      | 5605433 | 4839950 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 352  | 31   |     |     |      |      |      |      |
| 90      | 5605409 | 4839992 | Foraminiferski vapnenac | Gornji Humac            | tektonski     |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 91      | 5605339 | 4840096 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 352  | 55   |     |     |      |      |      |      |
| 92      | 5605559 | 4840070 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 358  | 45   |     |     |      |      |      |      |
| 93      | 5605598 | 4840084 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 300  | 89   |      |      |
| 94      | 5605161 | 4840035 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 95      | 5604942 | 4839519 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      | 230 | 74  |      |      |      |      |
| 96      | 5604856 | 4839673 | Foraminiferski vapnenac | Gornji Humac            | nekonformitet |                |              | 3    | 57   |     |     |      |      |      |      |
| 97      | 5604807 | 4839688 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              |      |      |     |     | 223  | 73   |      |      |
| 98      | 5604704 | 4839727 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 4    | 58   |     |     |      |      |      |      |
| 99      | 5604634 | 4839752 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 100     | 5604590 | 4839771 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 101     | 5604513 | 4839759 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 345  | 43   |     |     | 305  | 78   | 250  | 75   |
| 102     | 5604496 | 4839796 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 103     | 5604385 | 4839818 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 228  | 89   |      |      |
| 104     | 5604317 | 4839818 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 356  | 63   |     |     |      |      |      |      |
| 105     | 5604161 | 4839819 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 1    | 52   |     |     |      |      |      |      |

| PALENIK | X       | Y       | Lit Jed 1               | Lit jed 2               | Kontakt       | Izmjene        | Specificnost | PS s | PS n | R s | R n | Pk s | Pk n | Pk2s | Pk2n |
|---------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|---------------|----------------|--------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 106     | 5604193 | 4840003 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 359  | 63   |     |     |      |      |      |      |
| 107     | 5604081 | 4840309 | Foraminiferski vapnenac |                         |               |                |              | 350  | 62   |     |     |      |      |      |      |
| 108     | 5604070 | 4840360 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 109     | 5604187 | 4840341 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              |      |      |     |     | 232  | 89   | 285  | 89   |
| 110     | 5604281 | 4840321 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              | 356  | 48   |     |     | 272  | 89   |      |      |
| 111     | 5604390 | 4840302 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              | 8    | 60   |     |     |      |      |      |      |
| 112     | 5604549 | 4840234 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              | 7    | 57   |     |     |      |      |      |      |
| 113     | 5604691 | 4840224 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 359  | 52   |     |     |      |      |      |      |
| 114     | 5604847 | 4840132 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              |      |      |     |     | 295  | 72   |      |      |
| 115     | 5603069 | 4838693 | Gornji Humac            |                         |               |                |              | 2    | 41   |     |     |      |      |      |      |
| 116     | 5603075 | 4838746 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 255  | 89   |      |      |
| 117     | 5603083 | 4838957 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 312  | 88   |      |      |
| 118     | 5603111 | 4839001 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              | 17   | 38   |     |     |      |      |      |      |
| 119     | 5603173 | 4839908 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 280  | 89   |      |      |
| 120     | 5603284 | 4839958 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | nekonformitet |                |              |      |      |     |     |      |      |      |      |
| 121     | 5603411 | 4839160 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              |      |      | 20  | 87  |      |      |      |      |
| 122     | 5603538 | 4839078 | Gornji Humac            | Foraminiferski vapnenac | tektonski     |                |              | 5    | 61   |     |     |      |      |      |      |
| 123     | 5603593 | 4838912 | Foraminiferski vapnenac | Gornji Humac            | nekonformitet |                |              | 340  | 35   |     |     |      |      |      |      |
| 124     | 5603588 | 4838833 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 287  | 70   |      |      |
| 125     | 5603490 | 4838753 | Gornji Humac            |                         |               |                |              |      |      |     |     | 305  | 89   |      |      |
| 126     | 5603380 | 4838649 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija |              | 42   | 32   |     |     |      |      |      |      |
| 127     | 5603349 | 4838548 | Gornji Humac            |                         |               | dolomitizacija |              | 7    | 37   |     |     |      |      |      |      |
| 128     | 5604296 | 4839484 | Gornji Humac            |                         |               |                | jama         | 345  | 65   |     |     | 85   | 86   | 102  | 87   |
| 129     | 5605978 | 4838265 | Gornji Humac            |                         |               |                | jama         |      |      |     |     | 78   | 88   | 248  | 81   |
| 130     | 5605382 | 4837429 | Milna                   | Kladnjice dolomit       | tektonski     |                |              |      |      | 314 | 80  |      |      |      |      |



## **Prilog 2.**

Izvješće o mikropaleontološkim analizama odabranih uzoraka prikupljenih tijekom geološkog kartiranja  
(L. FUČEK).

Ladislav Fuček, dipl.ing.geol.

## IZVJEŠĆE

### Mikropaleontoloških analiza odabranih uzoraka područja Kladnjice (Lečevica)

Broj: 64 /06.

HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT  
ZAVOD ZA GEOLOGIJU

Predstojnik:

HRVATSKI GEOLOŠKI INSTITUT  
3 ZAGREB - Sachsova 2



**Dr.sc. Josip Halamić, dipl.ing.geol.**

Zagreb, 2006.

## UVOD

Tijekom terenskih geoloških istraživanja (prospekcija, geološko kartiranje i reambulacija) prikupljen je određeni broj karakterističnih uzoraka izdvojenih litostratigrafskih jedinica u zadanom području Kladnjice ("Lečevica"). Od ukupnoga broja prikupljenih uzoraka selekcijom perspektivnosti određeno je šest najperspektivnijih za dokumentiranje starosti naslaga kao i utvrđivanje specifičnih taložnih okoliša u definiranim litostratigrafskim jedinicama. Iz odabranih uzoraka napravljeni su izbrusci s oznakama točaka opažanja čiji je položaj u priloženoj geološkoj karti definiran koordinatama (GPS lokacije u priloženom terenskom zapisniku).

Opis pojedinoga izbruska sadrži pored oznake uzorka strukturni tip stijene, vrste alokema, mikrofosilni sadržaj, opis taložnoga okoliša i utvrđenu starost.

## PREGLED REZULTATA

**T-8** Sitnozrnasti peloidno-bioklastični pretežito pekston. Osim sitnijih peloida-zaobljenih intraklasta i bioklastično-karbonatnoga detritusa, od skeletnih zrna najčešći su presjeci vrste *Aeolisaccus kotori* RADOIČIĆ, rijetki fragmenti zelene alge *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI), malih bentičkih foraminifera, tekstularidni i miliolidni oblici, relativno česti rotalidni presjeci i jedan presjek koji upućuje na moguće siderolite. Osim bentičke biote evidentno su prisutni i ostaci pučinskih organizama, prvenstveno kalcisferulide pitonelomornoga tipa, ali ima i fragmenata većih gornjokrednih planktonskih foraminifera, čija specifična odredba je dosta upitna s obzirom na nedostatak potpunijih i orijentiranih presjeka.

Taložni okoliš je također upitan, jer postoje određene dileme, a u izbrusku se ne može razlučiti: jesu li pučinski organizmi naplavljani u plitke, peritajdalne taložne okoliše, ili su plitkomorski organizmi resedimentirani u dublje taložne okoliše?

starost: s obzirom na prisustvo siderolitnih foraminifera, vjerojatno **santon** ili još mlađe.

**T-89** Skeletno-peloidni vekston s dijelovima od sitnobioklastično-peloidnoga pekstona. U izbrusku ima nekoliko šupljina-pora različitih veličina koje su geopetalno ispunjene internim sedimentom i sparitnim kalcitom. Osim bentičkih foraminifera ima presjeka koji sugeriraju obilježja gastropoda, ostrakode i fragmente školjkaša te bodljikaša. Od foraminifera najčešći su presjeci miliolida među kojima je sigurno prisuta *Pseudonummoloculina heimi* (BONET), nekoliko presjeka koji ukazuju na prisustvo značajnih foraminiferskih vrsta *Vidalina radoicicae* CHERCHI & SCHROEDER ili *Vidalina hispanica* SCHLUMBERGER, zatim *Cuneolina parva* HENSON, nekoliko fragmenata *Biplanata peneropliformis* HAMAOUÏ & SAINT-MARC, *Biconcava bentori* HAMAOUÏ & SAINT-MARC, sitniji rotalidni presjeci, jedan kuneolinsko-diciklinski presjek te moguće i rijetke kalcisferulide. U izbrusku dominira nekoliko krupnih presjeka *Chrysalidina* cf. *gradata* d'ORBIGNY, ali s izrazito razvijenom unutarnjom građom.

S obzirom na strukturni tip stijene i mikrofosilni sadržaj, analizirani vapnenac je taložen na karbonatnoj platformi u plitkom peritajdalnom taložnom okolišu (plitkom subtajdalu) sa slabo pokretljivom vodom, ali u blizini otvorenijih okoliša, ili prisustvo kalcisferulida upućuje na transgresivni trend koji će svoj maksimum izraziti krajem cenomana i početkom turona, uslijed globalnih oscilacija morske razine (relativan porast) koje su evidentirane i na našoj karbonatnoj platformi.

Sigurno prisustvo vidalina upućuje na **gornjocenomansku** starost.

**T-137** Pelagički biomikrit tipa skeletnoga vekstona s kalcisferulidama, krupnijim planktonskim foraminiferama i vrlo sitnim bioklastično-karbonatnim detritusom. Od pitonelomorfa prisutne su slijedeće vrste: *Pithonella ovalis* (KAUFMANN), *Pithonella sphaerica* (BONET) i *Pithonella innominata* (BONET), a od većih planktonskih foraminifera: *Globotruncana bulloides* VOGLER, *Globotruncana lapparenti* BROTZEN, (?) *Sigalia* sp., *Globotruncanita* sp., *Macroglobigerinelloides* sp., *Heterohelix* sp. i dr.

Dominantno prisutni ostaci planktonskih organizama, kalcisferulida i globotruncanida, upućuju na dublje morske taložne okoliše s naglašenim pučinskim utjecajem.

starost: **mlađa gornja kreda, od santona.**

**T-138** Peloidno-bioklastični pekston. Dominantni sadržaj alokema je zapravo skeletnoga podrijetla i to najčešće od usitnjenih fragmenata različitih školjakaša, bodljikaša i kućica foraminifera te zapravo predstavlja sitni karbonatni detritus koji je pomiješan s mikritnim česticama od sitnijih peloida i zaobljenih mikritnih intraklasta. Gotovo sve skeletne čestice su zahvaćene procesima rekristalizacije, a vidljivi su jedino obrisi i neki fragmenti bentičkih, ali i fragmentirani ostaci planktonskih foraminifera. Od bentičkih foraminifera prisutni su *tekstularidni* i *miliolidni* oblici, a od pučinskih organizama razaznaju se rijetke *kalcisferulide* i rekristalizirani ostaci *globotruncanida* koji se ne mogu specifički odrediti.

Vjerojatno se radi o dubljem taložnom okolišu s pučinskim utjecajem i velikom količinom resedimentiranom plitkomorskoga materijala iz obližnjih peritajdalnih ili prigrébenskih taložnih okoliša.

Starost je teško precizno odrediti, jer nisu sačuvani provodni oblici, a po mikrofacijesu i prisutnim fragmentima globotruncanida može se pretpostaviti najvjerojatnije **mlađa gornjokredna starost.**

**J-95** Peloidno-skeletni W-P, rekristalizirane muljne osnove i s djelomično izlučenim sparitnim cementom u pornim šupljinama. Od alokema dominiraju skeleti i njihovi fragmenti isključivo plitkovodne biote. Najčešće su sitnije i krupnije bentičke foraminifere i nešto rjeđe zelene alge. Sa sigurnošću se može ustvrditi slijedeći mikrofosilni sadržaj: *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI), *Aeolisaccus kotori* RADOIČIĆ, *Scandonea samnitica* DE CASTRO, *Moncharmontia apenninica* DE CASTRO i nekoliko krupnijih presjeka vrste *Murgella lata* (LUPERTO SINNI) od kojih je jedan, eventualno dva početnoga stadija makrosferične generacije. Dva odvojena, kosa presjeka, odmotanoga stadija skandonejskoga tipa upućuje na moguće prisutnu vrstu *Scandonea mediterranea* DE CASTRO. Od ostalih bentičkih foraminifera dolaze različiti presjeci miliolida, nekoliko presjeka vj. *Nezzazatinella picardi* (HENSON), upitna *Pseudocyclammina sphaeroidea* GENDROT i vjerojatni fragmenti *peneroplisa*, *tekstularida*, *nezazatida* i drugih sitnijih *ataksofragmida*.

Analizirani mikritni, nešto zrnastiji vapnenac s raznolikom plitkomorskom bentičkom biotom ukazuje na taloženje u zaštićenijim unutarnjim dijelovima karbonatne platforme, u širokim peritajdalnim taložnim okolišima, pretežito u plićem subtajdalu. Mikrofacijesno odgovara mlađim naslaga litostratigrafske jedinice GHN.

Starost: Prisutne brojne skandoneje i nekoliko presjeka murgela upućuju na vjerojatno **g. santon**.

**L-59** Izbrusak je napravljen iz uzorka paleogenske mikritne stijene s krupnim stomatopsisima, obogaćen organskom tvari, guste mikritne osnove s različitom plitkovodnom biotom čiji su skeletni ostaci većinom smeđe obojeni. Pretežu različiti presjeci miliolidnih i rotalidnih foraminifera s ostacima ostrakoda i sitnoga karbonatnoga detritusa.

Plitki peritajdalni taložni okoliši s reduktivnim uvjetima.

Starost: stariji paleogen.

## ZAKLJUČAK

Uzorak T-89 predstavlja skeletno-peloidni W-P gornjocenomanske starosti, taložen u plitkim peritajdalnim taložnim okolišima s naznakama pučinskoga utjecaja i utvrđenim mikrofossilnim sadržajem od:

*Chrysalidina gradata* d'ORBIGNY,  
*Vidalina radoicicae* CHERCHI & SCHROEDER,  
*Vidalina hispanica* SCHLUMBERGER,  
*Biplanata peneropliformis* HAMAOUÏ & SAINT-MARC,  
*Biconcava bentori* HAMAOUÏ & SAINT-MARC,  
kalcisferulide pitonelomorfna tipa.

Uzorak T-8 predstavlja peloidno-bioklastični P vjerojatno santonske starosti (ili mlađe) s plitkomorskim i dubljevodnim skeletnim alokemima:

*Aeolisaccus kotori* RADOIČIĆ,  
*Thaumaporella parvovesiculifera* (RAINERI),  
tekstularide, miliolide, rotalide, (?) siderolitne foraminifere  
kalcisferulide i fragmenti globotruncanida.

Uzorci T-137 i T-138 predstavljaju mlađe gornjokredne biomikrite tipa W-P iz dubljevodnih taložnih okoliša s resedimentiranim plitkomorskim česticama:

*Pithonella ovalis* (KAUFMANN),  
*Pithonella sphaerica* (BONET),  
*Pithonella innominata* (BONET),  
*Globotruncana bulloides* VÖGLER,  
*Globotruncana lapparenti* BROTZEN,  
*Sigalia* sp., *Globotruncanita* sp., *Macroglobigerinelloides* sp.,  
tekstularide, miliolide.

Uzorak J-95 predstavlja gornjosantonski peritajdalni peloidno-skeletni W-P s mikrofossilnom zajednicom od:

*Thaumaporella parvovesiculifera* (RAINERI),  
*Aeolisaccus kotori* RADOIČIĆ,



*Scandonea samnitica* DE CASTRO,  
*Scandonea mediterranea* DE CASTRO,  
*Murgella lata* (LUPERTO SINNI),  
*Moncharmontia apenninica* DE CASTRO,  
*Nezzazatinella picardi* (HENSON),  
*Pseudocyclammina sphaeroidea* GENDROT.

Uzorak L-59 predstavlja paleogenski plitkomorski mikritni vapnenac taložen u reduktivnim okolišima s miliolidama, rotalidnim foraminiferama, ostrakodima i gastropodima.

*L. Fuček*

-----  
Ladislav Fuček, dipl.ing.geol.