

Mičko Radulović<sup>1</sup>  
Radovan Maretić<sup>2</sup>

## MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA PODZEMNIH VODA ĆEMOVSKOG POLJA ZA VODOSNABDIJEVANJE CRNOGORSKOG PRIMORJA

### THE POSSIBILITY OF GROUND WATER USAGE FROM ĆEMOVSKO POLJE FOR WATER SUPPLYING OF MONTENEGRIN COAST

#### Izvod

Pitanje vodosnabdijevanja Crnogorskog primorja veoma je aktuelno još od početka 70-tih godina. Zbog toga su rađene brojne studije i analizirana mnoga izvorišta od Bojane do Igala, kao i zaleđa, tj. područja Skadarskog jezera. Trenutno je u vodovodnom sistemu Crnogorskog primorja najaktuelnije izvorište Karuč, na obodu Skadarskog jezera, koje se nalazi u II fazi realizacije.

Uprkos svim dosadašnjim aktivnostima na planu rješavanja vodosnabdijevanja Crnogorskog primorja, ocjenjuje se da pojedina potencijalna izvorišta nijesu dovedena na potreban nivo istraženosti i valorizacije i da treba preispitati odluku o konačnom izboru izvorišta. Kao alternativno rješenje izvorištu Karuč predlaže se zahvatanje voda iz zbijene izdani Ćemovskog polja.

U ovom radu analiziraju se osnovne karakteristike zbijene izdani Ćemovskog polja: geometrija izdani, filtracione karakteristike, kapacitet vodonosne sredine,

---

<sup>1</sup> Građevinski fakultet Univerziteta Crne Gore; Republički zavod za geološka istraživanja Crne Gore

<sup>2</sup> Direkcija javnih radova Crne Gore, Podgorica

kvalitet izdanskih voda, mogućnosti zadatka i mogućnosti zaštite, ekonomski pokazatelji i dr. Važnije karakteristike obrađuju se u komparativnoj analizi sa podacima izvorišta Karuč. Time se izdan Ćemovskog polja želi dovesti u nivo potencijalnog značaja i stručnog interesovanja sa predloženim rješenjem - Karučom. Istovremeno prezentirani podaci će poslužiti kao osnova za izradu projektne dokumentacije kojom će se definisati ostale relevantne karakteristike ovog izvorišta.

### Abstract

Since the early 1970s the question of Montenegrin coast water supply is of current interest. Therefore, numerous research studies were carried out and many water sources from river Bojana to Igalo and in the hinterland, that is Skadar Lake, were analyzed. At present, the most current water source for supplying of Montenegrin coast is Karuč, situated at the peripheral of Skadar second stage of realization.

In spite of all previous activities with the aim to solve the problem of water supplying of Montenegrin coast, there are opinions that some potential water sources are not sufficiently investigated and valorized and that the final decision of water source selection should be reexamined. Tapping of water from confined aquifers from Ćemovsko polje, as an alternative solution to Karuč water source, is suggested.

The basic characteristics of confined aquifer such as its geometry, filtration characteristics, water bearing capacity, water quality, possibilities of water pollution and protection and economic effects are analyzed in this paper. More important aquifer characteristics are compared to those of water source Karuč. The reason to do this is to show the potential importance of this water source in relation to the suggested solution - Karuč. In the same time data presented in this paper will be used as a base for project documentation by which other relevant characteristics of this water source will be defined.

### UVOD

Područje Zetske ravnice predstavlja posebnu geomorfološku cjelinu, ograničenu sa tri strane brdsko-planinskim predjelima, dok prema jugu prelazi u basen Skadarskog jezera.

Izdan Zetske ravnice, koja predstavlja najbogatije ležište podzemnih voda u Crnoj Gori, formirana je u okviru glaciofluvijalnih sedimenata (površine preko 200 km<sup>2</sup> i debljine najčešće u granicama od 30-100 m) koji su nataloženi preko krečnjačkog paleoreljefa. Prihranjuje se iz rječnih tokova (Morače i Cijevne) podzemnim doticajem iz karstnih izdani obodnih krečnjačkih terena i infiltracijom padavina po cijeloj svojoj površini.

Pražnjenje zbijene izdani vrši se direktno isticanjem u Jezero, tj. nivo izdani postepeno prelazi u nivo voda Jezera, kao i preko brojnih vodotoka, pritoka Skadarskog jezera (Plavnice, Zetica, Gostiljska rijeka, Pjavnik, Svinješ, Mala Mrka, Velika Mrka i dr.).

Djelovi Zetske ravnice su još uvijek van uticaja bitnijih zagađivača. To se prije svega odnosi na istočni obod Ćemovskog polja i posebno na bogato ležište Karabuša i Tuškog polja, koje se nalazi između Šipčaničke gore i Tuzi na sjeveru i sjeveroistoku a Vranjske gore i Kodrabutana na jugozapadu i jugu (prilog br. 1.). Na to su ukazali rezultati ranije izvođenih kompleksnih geoloških istraživanja i najnovijih detaljnih geoloških istraživanja, koja su izvođena u ovoj godini i koja su još uvijek u toku. Iz tih razloga u ovom radu posvetiće se posebna pažnja definisanju kvantitativnih i kvalitativnih karakteristika ovog značajnog ležišta izdanskih voda, uslovima zaštite i mogućnosti njihovog korišćenja za vodosnabdijevanje Crnogorskog primorja.

## 2. HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE VODONOSNE SREDINE

### 2.1. Oblast rasprostranjenja i izdašnost vodonosne sredine

Hidrogeološke karakteristike vodonosne sredine (geometrija izdani, filtracione karakteristike, izdašnost, kvalitet i dr.) dati su na osnovu podataka ranije izvođenih geofizičkih ispitivanja istražnih bušenja (osmatračke bušotine i opitno-eksploatacioni bunari) za potrebe Agrokombinata "13.jul" i najnovijih bušenja koja izvodi Republički geološki zavod - Podgorica u cilju potpunijeg definisanja hidrogeoloških parametara vodonosne sredine.

Analizira parametara vodonosne sredine odnosi se na nezagađeni dio ldžišta izdanskih voda Zetske ravnice, odnosno na područje Karabuša i Tuškog polja, koje je predmet ovog rada.

Zbijeni tip izdani na ovom području zastupljen je u okviru glaciofluvijalnih sedimenata (šljunak, pijesak, konglomerat) čija se debljina kreće najčešće u granicama od 75-100 m.

Oblast rasprostranjenja izdani Karabuša i Tuškog polja, koja je sastavni dio izdani Zetske ravnice, u planu iznosi oko 30 km<sup>2</sup> uzimajući u obzir prostor ograničen Cijevnom na sjeveru i Kodrabutanom na jugu. Debljina izdani u sušnom periodu godine kreće se od oko 30 m, u zoni bunara B6 i B7 južno od Cijevne do preko 70 m, u zoni bušotina BT1 i BT2 u Tuškom polju.

Dubina do nivoa podzemnih voda u hidrološkom minimumu je u granicama od 25 m, u Tuškom polju (BT2) do 48 m, u svjevnom dijelu Karabuškog polja. Amplituda kolebanja izdanskih voda u toku godine, na ovom dijelu terena, kreće se najčešće u granicama 4-5.

Pravac kretanja podzemnih voda na ovom dijelu terena je generalno od sjevera prema jugu. Gradijent izdanskog toka za potez dužine 3.500 m, (između

bunara B6 i BT19) je oko 0,0010, pri čemu je fiktivna brzina kretanja podzemnih voda reda veličina  $V=k \cdot i=1,5\text{m/dan}$ .

O litološkom sastavu, debljini kvartarnih sedimenata, filtracionim karakteristikama i izdašnosti vodonosne sredine, mogu se izvoditi određeni zaključci na osnovu rezultata izvedenog istražnog bušenja, urađenih granulometrijskih analiza i izvedenih opitnih crpljenja iz grupe opitno-eksploatacionih bunara.

Važniji parametri vodonosne sredine za izučavano ležište izdanskih voda po pravcu sjever-jug (Karabuš - Tuško polje - Kodrabutan) u zoni izvedenih vodnih objekata su sljedeći:

U zoni bunara B6:

- Debljina kvartarnih sedimenata je 79 m;
- Koeficijent filtracije  $K_f=4,0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ ;
- Transmisibilitet  $T=1,56 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ ;
- Specifična izdašnost bunara  $q=144 \text{ l/s/m}^2$ .

U zoni bunara B19:

- Debljina kvartarnih sedimenata je preko 75 m;
- Koeficijent filtracije  $K_f=2,0 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ ;
- Transmisibilitet  $T=9,2 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ ;
- Specifična izdašnost bunara  $q=413 \text{ l/s/m}^2$ .

U zoni bunara B21:

- Debljina kvartarnih sedimenata je preko 74 m;
- Koeficijent filtracije  $K_f=1,8 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ ;
- Transmisibilitet  $T=8,3 \times 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ ;
- Specifična izdašnost bunara  $q=764 \text{ l/s/m}^2$ .

Sudeći prema rezultatima najnovijih istraživanja, hidrološki parametri u južnom dijelu ležišta izdanskih voda (Tuško polje) su još povoljniji od navedenih. Naime, debljina kvartarnih sedimenata na ovom dijelu terena je preko 94 m, dok je debljina vodonosnog sloja preko 70 m, (bušotine BT1 i BT2 su završene na dubinama 94 i 86 m u kvartarnim glaciofluvijalnim sedimentima, dok je bušotina BT3 na 93 metru nabušila pliocenske sedimente predstavljene glinama).

### 3. USLOVI FORMIRANJA I ISTICANJA IZDANSKIH VODA

Zbijena izdan na području Karabuša i Tuškog polja prihranjuje se:

- Vodama rijeke Cijevne na potezu od HS "Trgaj" do Ržaničkog mosta preko niza ponora u njenom ponoru;
- Infiltracijom karstnih izdanskih voda istočnog i sjeveroistočnog oboda ravnice u glaciofluvijalne sedimente (dio karstnih izdanskih voda na ovom području ističe preko karstnih vrela Mileša, Krbenice i Vitoje);

- Atmosferskim vodama koje se infiltriraju kroz glaciofluvijalne sedimente, na dijelu gdje su isti predstavljeni šljunkovito-pjeskovitim naslagama, dobrih filtracionih karakteristika.

Izdan se prazni direktno u Jezero preko niza kraćih površinskih vodotoka (Mrka, Grabovica, Ljeskač, Urelja) i podvodnih izvora, oka u Podhumskom zalivu.

#### 4. KVALITET, USLOVI ZAGAĐIVANJA I ZAŠTITE IZDANSKIH VODA

Još uvijek najveći dio izdanskih voda Zetske ravnice nije ozbiljnije zahvaćen uticajem brojnih zagađivača. To se prije svega odnosi na bogato ležište kvalitetnih izdanskih voda Karabuša i Tuškog polja.

Na to su ukazali rezultati urađenih hemijskih i bakterioloških analiza na uzorcima uzetim iz grupe opitno-eksploatacionih bunara Agrokombinata "13. jul" (B6, B7, B8, B19, B21). Na takav zaključak upućuju i rezultati Studije utvrđivanja kvaliteta životne sredine Zetske ravnice (III, 1992) koja je, istina, bila ograničenog obima, tako da su zaključci izvedeni na osnovu nedovoljnog broja urađenih hemijskih i bakterioloških analiza.

Ležište izdanskih voda Tuškog polja koje je najperspektivnije s aspekta korišćenja, ograničeno je bočno prema zapadu krečnjacima Vranjske gore (K 85 m), prema istoku krečnjacima padina Dečića (K 650 m), Bratilje (K 444 m) i Huma (K 276 m) a prema sjeveru padinama Šipčaničke gore (K 135 m):

U podini glaciofluvijalnog vodonosnika u sjevernom dijelu ležišta su krečnjaci kredne starosti a na području Tuškog polja (južniji dio ležišta) pliocenski sedimenti predstavljeni glinama. Posebno povoljna okolnost je što su u nadizdanskoj zoni bliže površini terena zastupljeni kontinuirani slojevi slabije i jače vezanih konglomerata i nerijetko naslage prašinih glina koje pružaju dobru zaštitu izdanskim vodama od zagađenja sa površine terena.

Današnje Tuško polje prije deponovanja kvartarnih sedimenata predstavljalo je paleodolinu, koja se nastavljala od Mileša prema Podhumu po generalnom pravcu sjever-jug. U toj depresiji nataložene su debele naslage glaciofluvijalnih sedimenata (90-110 m) koje same po sebi predstavljaju dobar filter i zaštitu izdanskih voda.

#### 5. MOGUĆNOST KORIŠĆENJA IZDANSKIH VODA ZA REGIONALNI VODOVOD CRNOGORSKO PRIMORJE

Podzemni proticaj (dinamičke rezerve) u sušnom periodu godine, samo kroz poprečni presjek Vranjska gora - padine Dečića, širine 4000 m iznosi:

$$Q = B \cdot H \cdot k \cdot i$$

gdje je B - širina izdanskog toka 4000 m,

H - debljina izdanske zone (65 m),  
Ksr - koeficijent filtracije (2,0-10-2 m/s),  
i - hidraulički gradijent (0,0010).

$$Q = 5,2 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Zahvat vode iz zbijene izdani Tuškog polja za Regionalni vodovod "Crnogorsko primorje" zasnovao bi se na izgradnji baterije bušenih bunara (10-12) pojedinačne izdašnosti 120-150 l/s. Dubina bunara bi se kretala od 80-100 m.

Iz navedenih bunara voda bi se koristila i za snabdijevanje vodom područja Zete, te bi sistem za smanjenim kapacitetom bio stalno u pogonu kako za potrebe Zete, tako i za potrebe Regionalnog vodovoda.

Dužina cjevovoda od izvorišta - bunara u Tuškom polju do Vranjine iznosila bi 17 km. Izvođenje radova u tehničkom pogledu ne bi predstavljalo problem, s obzirom na to da bi se isti izvodio u relativno lakim uslovima, sa jednostavnim mašinskim iskopom i polaganjem cjevovoda kroz ravničarski dio terena.

Ovo izvorište, kada je u pitanju njegovo korišćenje u okviru regionalnog sistema, ima niz povoljnosti:

- Voda je dobrog kvaliteta i nije je potrebno prečišćavati, izuzev uobičajenog tretmana koji se primjenjuje za svako izvorište, što nije slučaj sa Karučem gdje je predviđen uređaj za prečišćavanje;

- Vode se mogu fazno zahvatati uključivanjem novih bunara, zavisno od potrebnih količina u određenom vremenskom periodu;

- Uspostavljanje zona sanitarne zaštite ne bi predstavljalo veći problem, jer je naseljenost neznatna a lokacija bunara van zone industrijskih zagadivača;

- Trasa cjevovoda, koja je u odnosu na trasu sa Karuča duža za 7 km, je pristupačna, dosta jednostavna za izvođenje i održavanje, dok se za izvorište Karuč mora polagati po dnu Skadarskog jezera što je nepovoljno sa aspekta izvođenja, kontrole i održavanja kao i stabilnosti cjevovoda u seizmičkim uslovima;

- Mogućnost pristupa i energetskog napajanja je veoma povoljna.

Ukratko, iz navedenih podataka vidi se da se radi o pouzdanom izvorištu sa aspekta izdašnosti, kvaliteta i mogućnosti zahvatanja i zaštite izdanskih voda. Kad se ima u vidu da kod izvorišta Karuč planiranog za regionalni vodovod ima još uvijek neriješenih - otvorenih pitanja (pitanje vodozahvata, kvalitet vode i potreba za uređajem za prečišćavanje, polaganje cjevovoda po dnu Skadarskog jezera), sanitarna zaštita, oduzimanje ukupne izdašnosti Karuča u sušnom periodu godine, bilo bi od uticaja na izmjenu režima Jezera, odnosno na stanje životne sredine u pripadnom dijelu Jezera), onda je sigurno da izdan - izvorište Tuško polje dobija na značaju i treba mu posvetiti odgovarajuću pažnju kao alternativnom rješenju za izvorište Karuč. Prednosti i mane navedenih izvorišta treba blagovremeno sagledati kroz uporedne analize, prije konačnog izbora i uključivanja u sistem koji je u izgradnji.

## ZAKLJUČAK

Područje Karabuša i Tuškog polja predstavlja bogato ležište kvalitetnih izdanskih voda iz kojeg se mogu zahvatati potrebne količine vode za Regionalni vodovod "Crnogorsko primorje" i naselja u Zeti, odnosno može da posluži kao alternativno rješenje za projektovano izvoriste Karuč.

Kvalitet izdanskih voda na ovom dijelu terena, prema do sada urađenim hemijskim i bakteriološkim analizama, odgovara standardima koje treba da zadovolji pijaća voda, te za istu nije potreban nikakav posebna tretman.

S obzirom na to da je ova zona van domašaja krupnih zagađivača, a imajući u vidu prirodne uslove formiranja izdani, ocjenjuje se da postoje svi neophodni preduslovi za trajno očuvanje kvaliteta vode.

Ovo izdani, s obzirom na moguću značaj u smislu eventualnog uključivanja u regionalni sistem "Crnogorsko primorje", treba posvetiti odgovarajuću pažnju u cilju daljih izučavanja kvantitativnih i kvalitativnih karakteristika izdanskih voda (u prirodnim uslovima i uslovima zahvatanja), odnosno obezbeđenja valjanih podloga koje su preduslov za adekvatnu i trajnu zaštitu izvorišta.

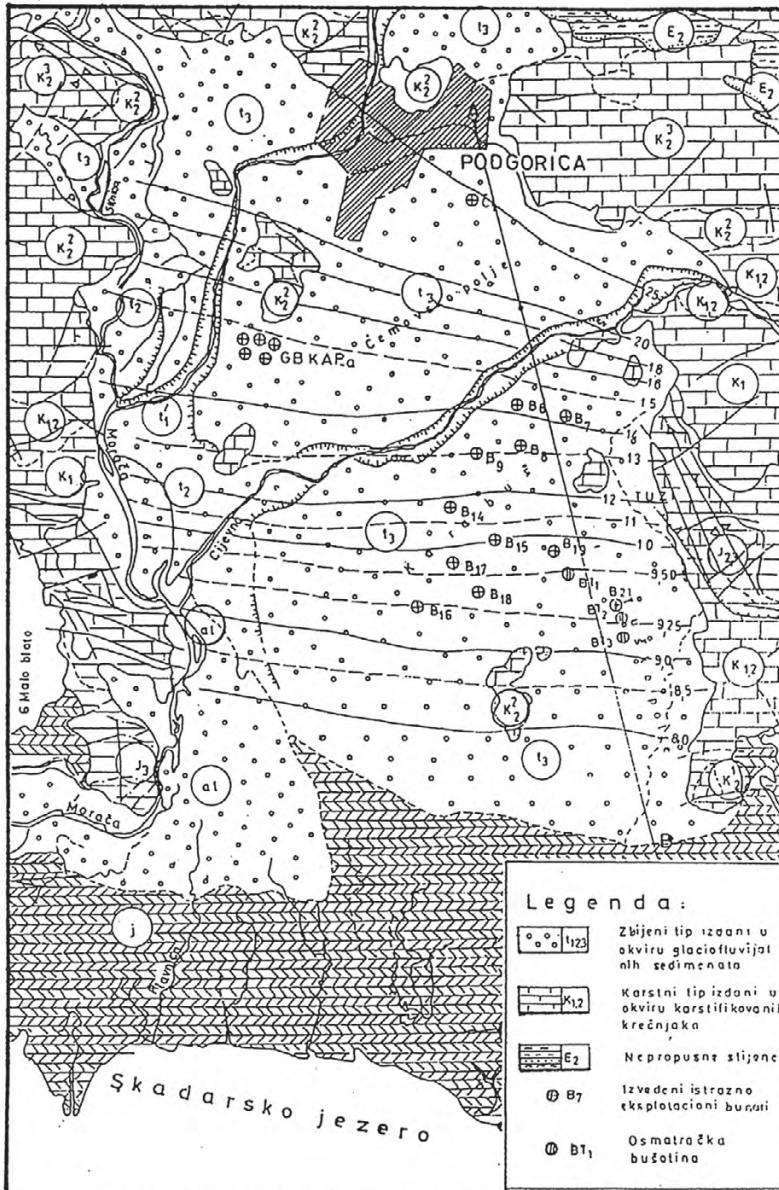
Obradivači žele posebno da istaknu da se osnovni koncept vodosnabdijevanja Crnogorskog primorja iz zaleđa ni jednog trenutka ne dovodi u pitanje, ali smatraju da sva potencijalna izvorišta treba dovesti u isti nivo istraženosti. Pri ovome ne treba isključivati mogućnost i nekoliko vodozahvata, kao alternativa ili kao dopune ukupnom rješenju vodosnabdijevanja Crnogorskog primorja.

## LITERATURA

- BEŠIĆ Z. (1969): Geologija Crne Gore, knj. II Karst Crne Gore. Zavod za geološka istraživanja Crne Gore.
- RADULOVIĆ M., NEŠOVIĆ Ž. (1980): Prilog poznavanju hidrogeoloških odlika Malog blata. Geološki glasnik Zavoda za geološka istraživanja CG, knj. IX, Titograd.
- RADULOVIĆ M. (1993): Projekat mogućih izvorišta za dugoročno snabdijevanje naselja u Zeti. Republički zavod za geološka istraživanja Crne Gore, Podgorica.
- RADULOVIĆ M. (1994): Uslovi zagađivanja i zaštite Karučkih i Sinjačkih vrulja. "Zaštita voda 94". Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Igalo 25, 26. i 27.06.1994.
- RADULOVIĆ V. (1989): Hidrogeologija sliva Skadarskog jezera. Geološki glasnik Zavoda za geološka istraživanja Crne Gore, posebna izdanja knj. IX, Titograd.
- VUKČEVIĆ S. (1955): Infiltriranje vode u izvorište na primjeru podzemne izdani Ćemovskog polja. Vodovod i kanalizacija '95, Bar, 20-22. septembar.
- ZOGOVIĆ D. (1978): Ćemovsko polje. Hidrogeološka studija. Energoprojekt, Beograd.

PREGLEDNA HIDROGEOLOŠKA KARTA  
ZETSKE RAVNICE SA NEPOSREDNIM OBODOM

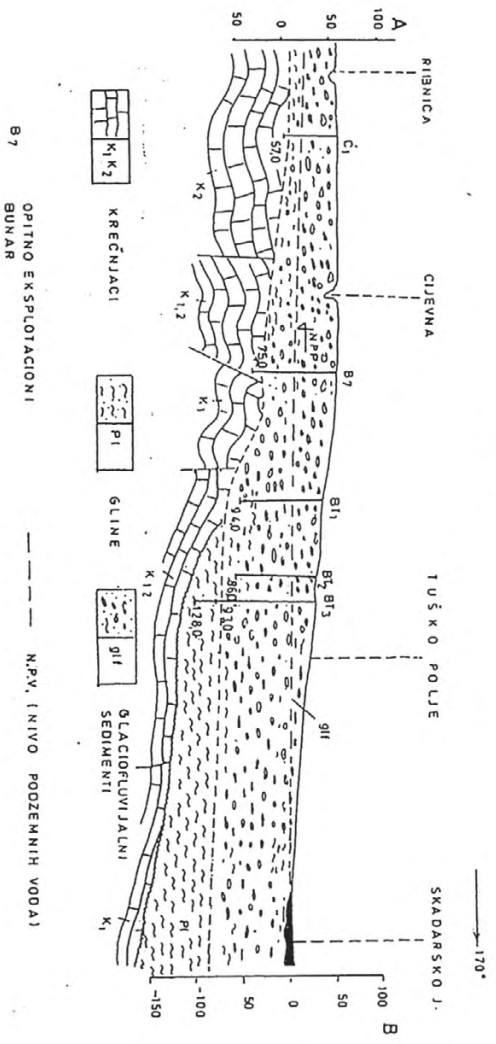
1:100.000





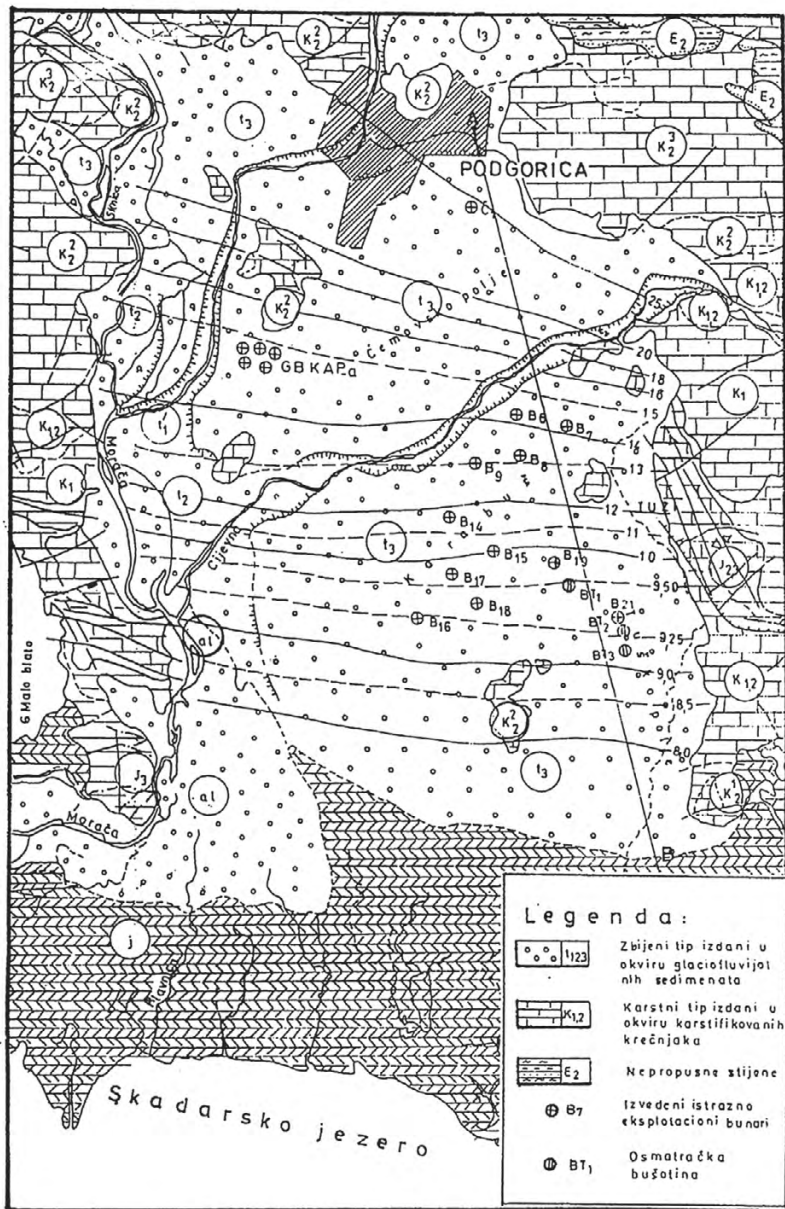
HIDROGEOLOŠKI PROFIL  
 - ČEMOVSKO POLJE - TUŠKO POLJE - SKADARSKO JEZERO -

1:  $\frac{100,000}{5,000}$



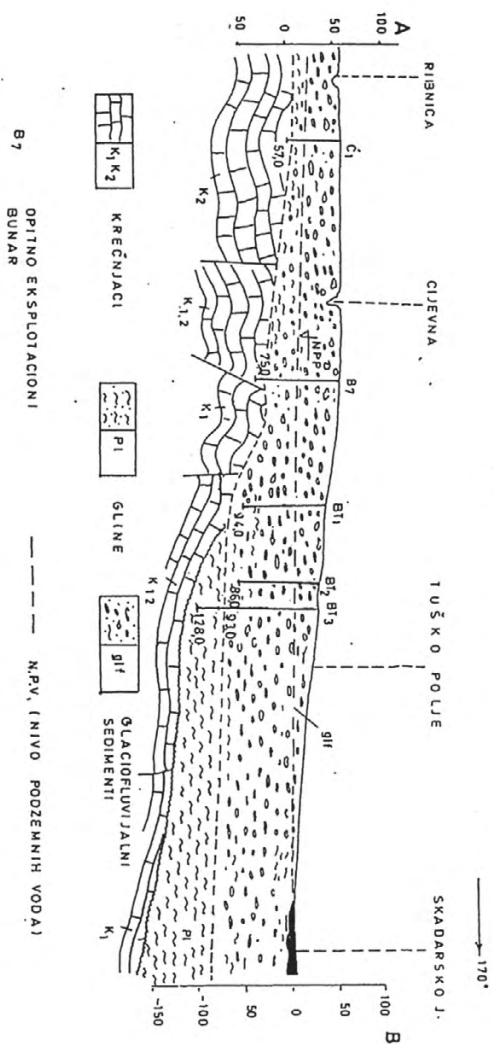
PREGLEDNA HIDROGEOLOŠKA KARTA  
ZETSKE RAVNICE SA NEPOSREDNIM OBODOM

1:100.000



HIDROGEOLOŠKI PROFIL  
 - ČEMOVSKO POLJE - TUŠKO POLJE - SKADARSKO JEZERO -

1:  $\frac{100,000}{5,000}$



PRILOG BR.2

PRILOG BR.2

