

PAVAO MILETIĆ, DINKA BORČIĆ I GORDANA TURIĆ

## REGIONALNE HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE PORJEČJA KRAPINE

*S 1 prilogom*

Izdvojeni su litološki i strukturni kompleksi u regionalne hidrogeološke rajone i istaknute njihove prosječne hidrogeološke značajke.

### UVOD

Potreba da se riješi mnoštvo vodoprivrednih problema nametnula je izvedbu regionalne hidrogeološke studije porječja Krapine, kojoj bijaše zadatak da istakne osnovne hidrogeološke pokazatelje tog područja. Ta je studija izvedena 1966., a obuhvatila je kompilaciju postojećih geoloških podloga, te terensko snimanje osnovnih hidrogeoloških podataka na površini (Miletić, i dr., 1967). Djelomična nadopuna i reinterpretacija podataka datira iz 1970 (Turić, 1970).

Terenski radovi u istraživanju porječja Krapine obuhvatili su: obilazak i djelomično snimanje litostratigrafskih granica, snimanje dubina do vode u seoskim bunarima, uzimanje uzoraka koherentnih i nekoherentnih stijena za granulometrijske analize i orijentaciono određivanje koeficijenata filtracije taložina, te uzimanje uzoraka vode za skraćene kemijske analize. Rezultati su statistički obrađeni prema – uglavnom – stratigrafskim horizontima. Dio podataka poslužio je kao dokumentaciona građa u hidrogeološkoj studiji sjeverne Hrvatske (Miletić, 1968, 1969). Međutim, u tom račdu podaci nisu iznijeti kao cjelina niti su obrađeni sa stanovišta daljnjeg usmjerenja istraživanja tog područja.

U ovoj publikaciji iznijet ćemo stoga statistički obrađene hidrogeološke pokazatelje pojedinih horizonata za porječje Krapine i opće zaključke koji iz njih proizlaze.

### HIDROGEOLOŠKI PRIKAZ

Porječje Krapine pripada, prema hidrogeološkoj rajonizaciji sjeverne Hrvatske, dvjema hidrogeološkim jedinicama: hidrogeološkoj jedinici stijena starijih od tercijsara (»temeljnog gorja«) i hidrogeološkoj jedinici brdovi-

tog i brežuljkastog područja pokrivenog tercijarom i kvartarom. Osim toga, dublji horizonti tercijarnih taložina s termalnom i mineralnom vodom izdvojeni su kao arteški bazen drugog reda u centralnom uzdignutom području. Mi ćemo ovdje – zbog cjelovitosti prikaza – spomenuti osnovne hidrogeološke značajke tih jedinica.

Hidrogeološke značajke prve jedinice jesu: prevladavajuća sekundarna poroznost stijena, nedostatak značajnijih vodonosnih rezervoara na površini, izvori pretežno malog kapaciteta i razbijenih izvorišta. Važniji hidrogeološki element te jedinice jesu karbonatne stijene u kojima se susreću izvori relativno većeg kapaciteta, a za koje su vezani termomineralni izvori Hrvatskog Zagorja.

Hidrogeološka jedinica brežuljkastog i brdovitog područja pokrivenog tercijarom i kvartarom karakterizirana je prevladavajućom primarnom poroznošću stijena, skokovitim promjenama dubina do podzemne vode u prvom vodonosnom horizontu – ovisno o morfološkoj i geološkoj građi terena. Izvorišta su često razbijenog tipa; kroz njih se procjeđuju vode iz površinskog pokrivača ili kroz njega na – morfološki i geološki – najpovoljnijim lokalitetima.

Važniji hidrogeološki indikatori, koji su u porječju Krapine posebno obrađeni, te pokazuju specifične značajke pojedinih horizonata, jesu: podaci o dubini do vode u prvom vodonosnom horizontu, podaci o koeficijentima filtracije ocijenjeni na temelju granulometrijskog sastava taložina te podaci skraćenih kemijskih analiza uzoraka podzemnih voda. Rezultati statističke obrade ovih podataka, uspoređeni s litostratigrafskom i tektonskom građom porječja, omogućili su donošenje zaključaka prikazanih u završnom dijelu teksta.

Pojedinačno, ti podaci izgledaju ovako:

a) Dubina do vode (zabilježena u rujnu 1966.) zbog diskontinuiranosti prvog vodonosnog horizonta mijenja se u širokim granicama od 0,0 do 30,0 m.

- U kvartarnim sedimentima dubina do vode u bunarima kreće se od 0,0 do 30,0 m, medijan je 2,5 m.
- U pliocenskim taložinama dubina do vode u bunarima kreće se u vrijednostima od 0,2 do 10,0 m, medijan iznosi 2,0 m.
- U miopliocenskim stijenama dubina do vode u bunarima kreće se u vrijednostima od 0,5 do 15,0 m, medijan je 5,0 m.
- U miocenskim stijenama dubina do vode u bunarima kreće se u vrijednostima od 1,0 do 3,5 m, medijan iznosi 3,0 m.
- U oligomiocenskim i krednim naslagama registriran je po jedan bunar, a dubina iznosi 2,5 m za prve i 9,0 m za druge naslage.



b) Koeficijenti filtracije sedimenata određeni su na temelju 228 granulometrijskih analiza i interpretacije EK dijagrama iz duboke strukturne bušotine ZAB-1. Vrijednosti koeficijenata filtracije kreću se od  $k = 1,4 \cdot 10^{-1}$  do  $k = 8,0 \cdot 10^{-9}$  cm/sek.

Prema stratigrafskim članovima ustanovljeno je da u:

kvartaru	11%	uzoraka ima dobru propusnost ( $k > 10^{-3}$ )
	8%	uzoraka ima slabu propusnost ( $10^{-3} > k > 10^{-5}$ )
	81%	uzoraka je nepropusno ( $k < 10^{-5}$ )
pliocenu	16%	uzoraka ima dobru propusnost ( $k > 10^{-3}$ )
	16%	uzoraka ima slabu propusnost ( $10^{-3} > k > 10^{-5}$ )
	68%	uzoraka je nepropusno ( $k < 10^{-5}$ )
miopliocenu	14%	uzoraka ima dobru propusnost ( $k > 10^{-3}$ )
	22%	uzoraka ima slabu propusnost ( $10^{-3} > k > 10^{-5}$ )
	64%	uzoraka je nepropusno ( $k < 10^{-5}$ )
miocenu	13%	uzoraka ima dobru propusnost ( $k > 10^{-3}$ )
	37%	uzoraka ima slabu propusnost ( $10^{-3} > k > 10^{-5}$ )
	50%	uzoraka je nepropusno ( $k < 10^{-5}$ )
oligocenu	29%	uzoraka ima dobru propusnost ( $k > 10^{-3}$ )
	28%	uzoraka ima slabu propusnost ( $10^{-3} > k > 10^{-5}$ )
	43%	uzoraka je nepropusno ( $k < 10^{-5}$ )

Podaci pokazuju da u porječju Krapine prevladavaju uglavnom nepropusni slojevi dok manji broj uzoraka pripada slabo i dobro propusnim naslagama. Ovi odnosi dobiveni su statističkim uopćavanjem, a na temelju uzoraka s površine.

Što se tiče dubljih arteških horizonata, oni se – litološki, a time i po propusnosti – razlikuju od stanja ustanovljenog na površinskim izdancima. To proizlazi iz podataka dobivenih iz bušotine ZAB-1. Dok na površini abichi naslage dolaze pretežno kao lapori, u dubini, skoro 50% od ukupne debljine razvoja, predstavljaju propusni, grubi klastici.

c) Za porječje Krapine izrađene su i skraćene kemijske analize voda (210 uzoraka) koje su odredile mineralizaciju, ukupnu i karbonatnu tvrdoću, a na temelju prevladavajućih kationa i aniona izvršena je i hidrokemijska klasifikacija.

Mineralizacija se kreće u vrijednostima od 130 do 2000 mg/l, a medijan iznosi 670 mg/l. Od toga, mineralizaciju između 100 i 500 mg/l ima 23% od ukupnih analiza, između 500 i 1000 mg/l ima 64% analiza, dok mineralizaciju veću od 1000 mg/l ima 7% analiza.

Ovi su podaci statistički obrađeni za pojedine stratigrafske horizonte.

- Iz kvartara analizirano je 109 uzoraka vode (52% od ukupnog broja analiza). Mineralizacija se kreće u vrijednostima od 135 do 2000 mg/l, a medijan iznosi 678 mg/l. Od toga 29% uzoraka ima mineralizaciju između 100 i 500 mg/l, 64% između 500 i 1000 mg/l, a 7% uzoraka ima mineralizaciju veću od 1000 mg/l.
- Iz pliocena analizirano je 70 uzoraka vode (33% od ukupnog broja). Mineralizacija se kreće u vrijednostima od 210 do 1860 mg/l, medijan je 730 mg/l. Od toga 14% uzoraka ima mineralizaciju u vrijednostima između 100 i 500 mg/l, 75% između 500 i 1000 mg/l, a 13% uzoraka ima mineralizaciju veću od 1000 mg/l.
- Iz miopliocena analizirano je 15 uzoraka vode (7%). Mineralizacija je u vrijednostima od 480 do 1300 mg/l, medijan je 611 mg/l. Od toga 7% uzoraka ima mineralizaciju između 100 i 500 mg/l, 86% između 500 i 1000 mg/l, a 7% uzoraka ima mineralizaciju veću od 1000 mg/l.
- Iz miocena analizirano je 10 uzoraka vode (5%). Mineralizacija se kreće u vrijednostima od 180 do 1190 mg/l, medijan je 543 mg/l. Mineralizaciju u vrijednostima između 100 i 500 mg/l ima 40% analiza, između 500 i 1000 mg/l ima 50% analiza, a mineralizaciju veću od 1000 mg/l ima 10% uzoraka.
- Iz oligocena analizirana su 3 uzorka vode (1,5%). Mineralizacija se kreće u vrijednostima od 480 do 1280 mg/l, medijan iznosi 540 mg/l. U svakom intervalu izvršena je po jedna analiza.
- Iz krede su također analizirana 3 uzorka vode (1,5% od ukupnog broja analiza). Mineralizacija se kreće u vrijednostima od 350 do 650 mg/l, medijan iznosi 471 mg/l. Od toga dva uzorka imaju mineralizaciju u vrijednostima između 100 i 500 mg/l, a jedan između 500 i 1000 mg/l.

Kao što vidimo, vode su prosječno dosta mineralizirane. Najveća grupa analiziranih uzoraka ima mineralizaciju u vrijednostima između 500 i 1000 mg/l. Ova povišena mineralizacija govori nam, između ostalog, i o slaboj propusnosti naslaga, odnosno o dugom zadržavanju vode u podzemlju, a to je u skladu s već iznesenim podacima o koeficijentima filtracije. Mineralizacije kojoj se vrijednosti kreću od 100 do 500 mg/l pripadaju uglavnom vodama iz aluviona površinskih tokova i stijena veće propusnosti ili izvora ograničenog slivnog područja. Mineralizacije veće od 1000 mg/l dijelom su vezane na područja velikih rasjeda, pa postoji vjerojatnost miješanja vadozne vode i dubljih termomineralnih voda iz tercijarnog arteškog bazena. Tako je seizmičkim profilom kod Zaboka dokazano da su povećane mineralizacije vezane na tektonsku poremećenost. Ista se situacija može



pretpostaviti i na drugim područjima – takve se pojave, naime, susreću pravilno u stanovitim zonama koje mogu biti tektonski predisponirane.

Podaci o tvrdoći vode pokazuju, da se ukupna tvrdoća kreće u vrijednostima od 4,0 do 63,0<sup>0</sup> Nj, a medijan iznosi 22,8<sup>0</sup> Nj, dok se karbonatna tvrdoća kreće u vrijednostima od 0,6 do 73,9<sup>0</sup> Nj, a medijan iznosi 22,1<sup>0</sup> Nj. Podaci su statistički obrađeni za pojedine stratigrafske horizonte, pa ćemo ih tako i iznijeti.

- Uzorci vode iz kvartara imaju ukupnu tvrdoću u vrijednostima između 4,5 i 59,2<sup>0</sup> Nj, medijan je 22,5<sup>0</sup> Nj, a karbonatna tvrdoća im je između 0,6 i 73,9<sup>0</sup> Nj, medijan iznosi 19,1<sup>0</sup> Nj.
- Uzorci vode iz pliocena imaju ukupnu tvrdoću u vrijednostima između 6,7 i 62,7<sup>0</sup> Nj, medijan je 25,2<sup>0</sup> Nj, a karbonatna tvrdoća im je između 6,25<sup>0</sup> i 44,7<sup>0</sup> Nj, medijan iznosi 20,8<sup>0</sup> Nj.
- Uzorci vode iz miopliocena imaju ukupnu tvrdoću u vrijednostima između 17,2 i 42,2<sup>0</sup> Nj, medijan je 21,0<sup>0</sup> Nj, a karbonatna tvrdoća im je između 14,8 i 24,2<sup>0</sup> Nj, medijan je 18,5<sup>0</sup> Nj.
- Uzorci vode iz miocena imaju ukupnu tvrdoću u vrijednostima između 7,2 i 41,4<sup>0</sup> Nj, medijan je 20,0<sup>0</sup> Nj, a karbonatna tvrdoća im je između 13,1 i 26,4<sup>0</sup> Nj, medijan iznosi 19,8<sup>0</sup> Nj.
- Uzorci vode iz oligocena imaju ukupnu tvrdoću između 17,7 i 40,2<sup>0</sup> Nj, medijan je 19,2<sup>0</sup> Nj, dok im je karbonatna tvrdoća između 12,6<sup>0</sup> i 23,4<sup>0</sup> Nj, medijan iznosi 14,7<sup>0</sup> Nj.
- Uzorci vode iz krede imaju ukupnu tvrdoću u vrijednostima između 12,3 i 20,7<sup>0</sup> Nj, medijan iznosi 18,9<sup>0</sup> Nj, dok im je karbonatna tvrdoća u vrijednostima između 10,8 i 19,2<sup>0</sup> Nj, medijan je 16,3<sup>0</sup> Nj.

Uzimajući u obzir Klutovu podjelu vidimo da medijanske vrijednosti svih horizonata pripadaju tvrdoj vodi. Zanimljiva je i međusobna povezanost – u osnovnim kretanjima – medijanskih vrijednosti za mineralizaciju i ukupnu tvrdoću vode, koja govori o pretežnoj zastupljenosti Ca i Mg u vodi, kako su to pokazale i kemijske analize.

Naime, prema sadržaju kationa ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) i aniona ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{Cl}^-$ ) izvršena je hidrokemijska klasifikacija vode – grafičkom metodom Ferrerovih trokuta. Pokazalo se da je najviše voda kalcijsko-hidrokarbonatnog tipa (83,8% od ukupnih analiza), ali ima i miješano-hidrokarbonatnih (8,6%), kalcijsko-miješanih (3,7%), te magnezijsko-hidrokarbonatnih, kalcijsko-sulfatnih, magnezijsko-sulfatnih i miješanih voda (po 0,95%). U miješanim vodama, od kationa se uz  $\text{Ca}^{++}$  javlja  $\text{Mg}^{++}$ , a od aniona  $\text{SO}_4^{--}$  uz  $\text{HCO}_3^-$ .

d) Posebne hidrogeološke značajke porječja Krapine jesu mineralni i termalni izvori.

Intenzivni i u nekoliko navrata ponavljani tektonski pokreti ovog područja stvorili su borane i rasjedne strukture – tako su nastali uvjeti za intenzivnije kretanje vode u podlozi tercijarnog kompleksa. Prema dosad usvojenom tumačenju sabirna su područja vode ovih izvora karbonatni mezozojski sedimenti (uglavnom trijas), koji su, kao posljedica ranijih orogenetskih pokreta, postali propusni, pa se na izdancima stalno napajaju. Na tektonski povoljnim lokalitetima ova voda, povećane temperature i mineralizacije, izbija na površinu (Miholić, 1952).

Na terenu je registrirano šest većih mineralnih i termalnih izvora: Šemnica, Sutinske toplice, Topličica kod Gotalovca, Tuheljske, Krapinske i Stubičke toplice.

Vrela Šemnica, Sutinske toplice i Topličica kod Gotalovca pripadaju sub-termalnom tipu, dok Tuheljske, Krapinske i Stubičke toplice pripadaju termalnom tipu voda.

U kemijskom su pogledu vode ovih izvora kalcijско-hidrokarbonatnog tipa, osim Krapinskih i Tuheljskih toplica, koje su miješano-hidrokarbonatnog tipa. Voda iz Stubičkih toplica izrazito je kalcijсka, a sadržaj hidrokarbonata – u odnosu na sulfate i kloride – znatno je manji nego na ostalim izvorima.

Uspoređivanjem kemijskog sastava vode termalnih izvora i termomineralnih voda iz tercijarnog arteškog bazena isključena je mogućnost napajanja vrela iz ovog bazena.

Za termomineralne vode u tercijarnom bazenu porječja Krapine postoje podaci iz duboke strukturne bušotine ZAB-1. Pokazalo se da se salinitet vode kreće između 3000 i 6000 mg/l NaCl, a temperatura između 26 i 47°C, ovisno o dubini stratigrafskog člana.

## ZAKLJUČAK

Praktični zaključci, koji proizlaze iz ovih podataka i iz poznavanja općih hidrogeoloških zakonitosti na području sjeverne Hrvatske, mogu se sažeti u nekoliko osnovnih točaka.

Za koncentrirano pridobivanje podzemne vode u hidrogeološkoj jedinici stijena starijih od tercijara perspektivne su samo karbonatne stijene mezozoika. Zbog morfoloških i tektonskih karakteristika te ograničene površinske rasprostranjenosti, kapaciteti postojećih izvora u ovim stijenama u prosjeku su mali. Smatramo da se znatno veće količine vode (za regionalnu vodoopskrbu) ne bi iz njih dobile niti novim kaptažnim zahvatima. Zbog toga ovi izvori mogu služiti uglavnom za lokalnu vodoopskrbu. Hidrogeološko značenje karbonatnih stijena, međutim, raste kada se one promatraju u sklopu termomineralnih izvora Hrvatskog Zagorja. Naime, kemijske analize ovih izvora pokazuju da oni nisu u vezi s termomineralnim arteškim vodama tercijarnog bazena, pa mogu biti najvjerojatnije u tijesnoj vezi s karbonatnim stijenama mezozoika (Miholić, 1952; Miletić, 1969).



Iz toga proizlazi da su karbonatne stijene mezozoika onaj hidrogeološki elemenat kojega je potrebno – neovisno o drugoj problematici u porječju Krapine – podrobno istražiti.

Pretežni dio terena u porječju Krapine prekriven je na površini tercijarnim i kvartarnim taložinama. Zbog tektonskih, litofacijskih i morfoloških razloga na toj površini ne postoji suvisli i kontinuirani vodonosni horizont već je vodno lice isprekidano, a dubina do podzemne vode skokovito se mijenja. Veliki broj analiziranih uzoraka pokazuje također da prevladavaju relativno nepropusne do slabo propusne stijene. Taložine dobre propusnosti vezane su za aluvijalne potočne nanose, transgresivne partije, ili pak za leće grubog klastika unutar sedimentiranog razvoja.

Za praktične potrebe vodoopskrbe, uz današnje ekonomsko-tehničke mogućnosti, u ovoj hidrogeološkoj jedinici može se očekivati jedino poboljšanje lokalne vodoopskrbe. Smatramo da su za to prvenstveno povoljne transgresivne taložine miocena, uključivši i njegove litoralne grebenske tvorevine, pa mislimo da u ovoj fazi zaslužuju daljnje i detaljnije ispitivanje.

Što se tiče aluvijalnih potočnih nanosa, oni su prostorno ograničeni, a za kaptiranje povoljne partije uglavnom iskorištene i zbog toga su u pogledu regionalne vodoopskrbe nezanimljive. To također vrijedi za prostorno ograničene lećaste tvorevine unutar tercijarno-kvartnog sedimentnog kompleksa.

U ovoj hidrogeološkoj jedinici značajno je međutim da, zahvaljujući tektonskom položaju, pojedinačni propusniji vodonosni horizonti po dubini prelaze u arteške horizonte saturirane mineraliziranom termalnom vodom, kao što je to vidljivo iz podataka duboke strukturne bušotine ZAB-1. Osim toga, prema podacima iste bušotine, po dubini se mijenja i litološki sastav horizonata, tako da se npr. u abichi horizontu povećava udio krupnoklastičnih frakcija. Taj arteški bazen nije povezan s postojećim termomineralnim izvorima u porječju Krapine, pa njegovo istraživanje i eventualna eksploatacija tek predstoji.

Ostale naslage u porječju Krapine takvih su hidrogeoloških karakteristika da se njihovo značenje može mjeriti samo lokalnim mjerilima, pa se i daljnja hidrogeološka istraživanja trebaju kretati u takvim okvirima.

Prema tome, u regionalnim hidrogeološkim istraživanjima koja će slijediti na osnovu hidrogeološke studije, preporučamo, da se radovi u porječju Krapine usmjere isključivo na upoznavanje karakteristika karbonatnog razvoja, transgresivnih tercijarnih tvorbi te na istraživanje termomineralnih horizonata i vrela.

Primljeno 20. 12. 1971.

Zavod za opću i primijenjenu geologiju  
Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta  
Zagreb, Pierottijeva 6

Institut za geološka istraživanja  
Zagreb, Kupaska 2

LITERATURA

- Miholić, S. (1952): Kemijski sastav i svojstva mineralnih voda. Godišnjak baln. klimat. inst. NRH, 1, 7-18, Zagreb.
- Miletić, P. (1968): Hidrogeologija sjevernog dijela SR Hrvatske. Doktorska disertacija, RGN fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 40 str.
- Miletić, P. (1969): Hidrogeološke karakteristike sjeverne Hrvatske. Geol vjesn., 22, 511-523, Zagreb.
- Miletić, P., Borčić, D., Kostović, K., Capar, A. & Čakarun, I. (1967:) Sliv Krapine i Lonje, preliminarna istraživanja, geologija, hidrogeologija i morfometrija. Fond struč. dok. Inst. za geol. istr., Zagreb.
- Turić, G. (1970): Regionalne hidrogeološke značajke sliva rijeke Krapine. Diplomski rad. Fond struč. dok. Zav. za opću i prim. geol. RGN fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

P. MILETIĆ, D. BORČIĆ and G. TURIĆ

REGIONAL HYDROGEOLOGIC CHARACTERISTICS OF THE  
KRAPINA RIVER BASIN

In this paper the regional hydrogeologic characteristics of the Krapina river basin are discussed.

Taking into consideration the hydrogeologic regions of northern Croatia, the Krapina river basin belongs to two hydrogeologic units singled out on the surface: the hydrogeologic unit of rocks older than the Tertiary and the hydrogeologic unit of the mountainous and hilly area covered by the Tertiary and the Quaternary.

*The hydrogeologic unit of rocks older than the Tertiary* is characterized by the predominant secondary porosity of rocks, the appearance of springs mostly of a limited yield and dispersed seepages. Where springs of a relatively greater yield are found, carbonate rocks represent an important hydrogeologic element in this unit. The thermal and mineralized springs are probably connected with the above mentioned rocks too. This is the reason why inside this unit carbonate rocks deserve priority in further exploration programs.

*The hydrogeologic unit of the mountainous and hilly area covered by the Tertiary and the Quaternary* is characterized by the predominant primary porosity of rocks and by sudden changes of water level depending on the morphology and geology of the terrain. The analysed samples indicate that impermeable and poorly permeable rocks predominate. Permeable rocks are connected with alluvial stream deposits, transgressive parts of layers and lenses of coarse clastic material.

Taking into account the present economical and technical possibilities, only in this hydrogeologic unit local water supply maybe improved. In this case the transgressive sediments of the Miocene, as well as litoral ridge sediments of the same age seem most favourable. It is our opinion that the above mentioned sediments are worthy of further exploration. Concerning the lenses of coarse clastic material, they are of no particular interest in regard to the regional water supply, because of their limited extension. The same also holds for alluvial stream deposits, even more so for the very reason that the most favourable parts are already under exploitation. It is remarkable for this hydrogeologic unit that some aquifers of increased permeability



gradually pass into artesian horizons saturated by thermal mineralized water, as it can be concluded from the data of deep structural well ZAB-1. According to the data from the above mentioned well, the lithology of the horizons changes with depth; so, for instance, in the Abichi layer the percentage of coarse clastic fraction increases.

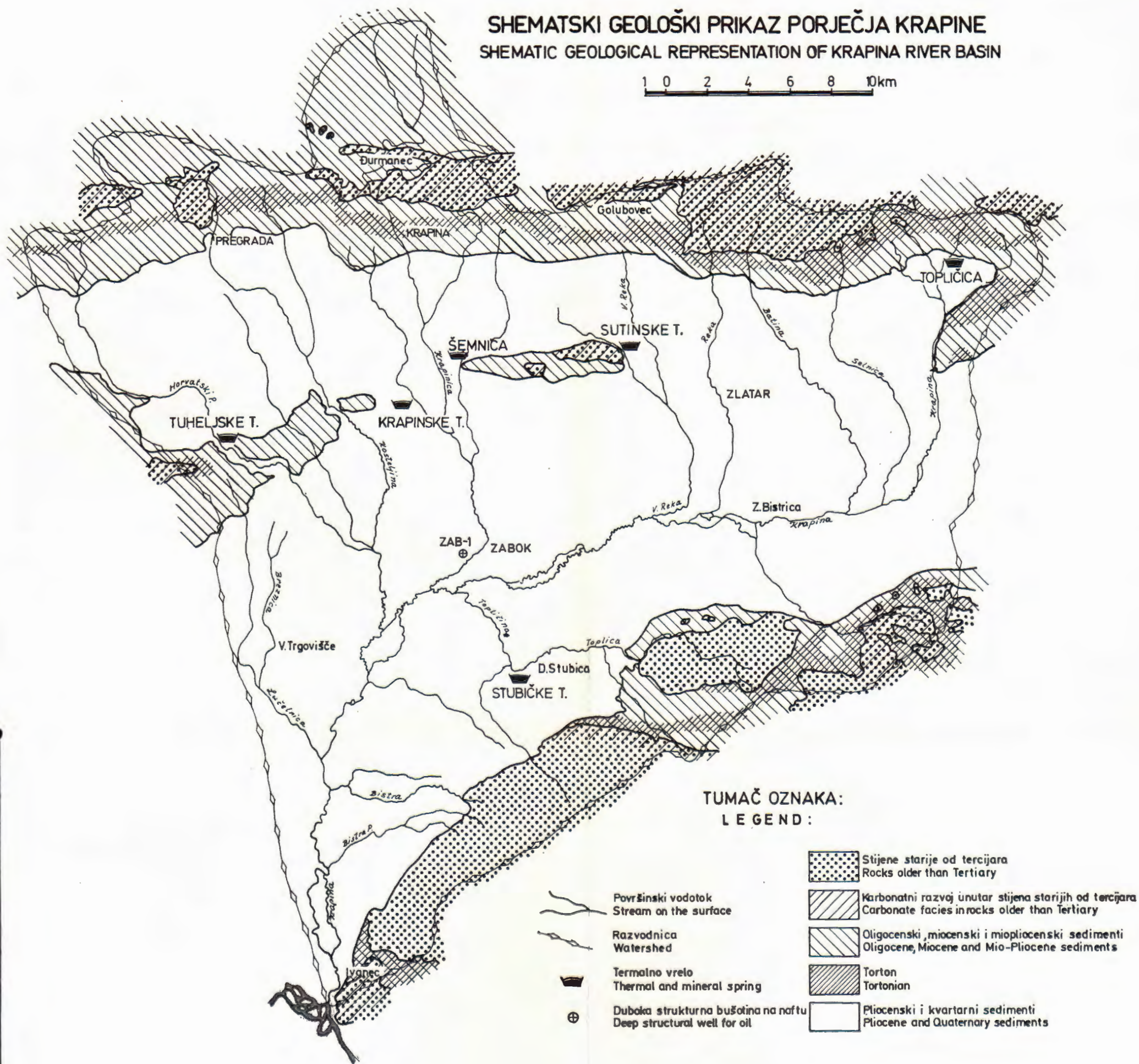
According to the conclusions presented above the activity in regional hydrogeologic exploration which will follow on the basis of the hydrogeologic studies should be directed towards a better knowledge of carbonate rocks, transgressive sediments of the Tertiary, and thermomineral water-bearing horizons and springs.

*Received 20th December 1972.*


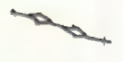







*Department of Physical and Applied Geology  
Faculty of Mining, Geology and Petroleum  
Engineering  
Zagreb, Pierottieva 6  
Institute of Geology  
Zagreb, Kupska 2*

**SHEMATSKI GEOLOŠKI PRIKAZ PORJEČJA KRAPINE**  
**SHEMATIC GEOLOGICAL REPRESENTATION OF KRAPINA RIVER BASIN**

1 0 2 4 6 8 10 km



**TUMAČ OZNAKA:**  
**LEGEND:**

-  Površinski vodotok  
Stream on the surface
-  Razvodnica  
Watershed
-  Termalno vrelo  
Thermal and mineral spring
-  Duboka strukturalna bušotina na naftu  
Deep structural well for oil
-  Stijene starije od tercijara  
Rocks older than Tertiary
-  Karbonatni razvoj unutar stijena starijih od tercijara  
Carbonate facies in rocks older than Tertiary
-  Oligocenski, miocenski i miopliocenski sedimenti  
Oligocene, Miocene and Mio-Pliocene sediments
-  Torton  
Tortonian
-  Pliocenski i kvartarni sedimenti  
Pliocene and Quaternary sediments