

ŽELJKO BABIĆ, VLADIMIR CUKOR, FRANJO FRITZ i BORIS RALJEVIĆ

PRIOLOG POZNAVANJU HIDROGEOLOŠKIH ODNOSA JUŽNE I SREDNJE ISTRE

S 3 table u prilogu

Područje Istre između tokova rijeka Mirne i Raše sa slivnom površinom voda koje poniru na liniji Vižinada—Pazin—Čepić polje pripada jednoj hidrogeološkoj cjelini. To je problematika ovog rada. Osnovna je pažnja posvećena kretanju podzemnih voda i istjecanju tih voda iz ove hidrogeološke cjeline.

UVOD

Na području Istre vrše se već dugi niz godina hidrogeološka istraživanja preglednog i detaljnog karaktera. Kod novijih hidrogeoloških radova kao podloga poslužila je Osnovna geološka karta.

Na području tokova rijeka Mirne i Raše, te na krajnjem jugu Istarskog poluotoka hidrogeološka istraživanja su vršena zbog utvrđivanja mogućnosti vodoopskrbe. S druge strane, u području ugljenokopa »Raša« u Podpićanu hidrogeološka istraživanja su bila usmjerena u pravcu zaštite podzemnih radova od utjecaja podzemnih voda.

U cilju rješavanja hidrogeoloških problema na navedenim lokalitetima bilo je potrebno utvrditi hidrogeološke prilike mnogo većeg područja. Zbog toga je izvršeno rekognosciranje čitavog unutrašnjeg područja Istre uz registraciju hidrogeoloških pojava. Osobita je pažnja posvećena poniranju vode, kao i izviranju podzemnih voda.

Kao rezultat svih ovih radova izrađena je pregledna hidrogeološka karta područja južne i srednje Istre. Na terenskim su radovima, uz autore, sudjelovali i geolozi Instituta za geološka istraživanja, Zagreb: L. Bojanić, D. Borčić, I. Domic, I. Čakarun i B. Biondić, pa im i ovom prilikom zahvaljujemo na suradnji.

PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Područje južne i srednje Istre istraživano je geološki u više navrata. Prve hidrogeološke podatke, i to o izvorima u području Pirana i o opskrbi Pule vodom, dao je G. Stache (1864, 1880 i 1889). On smatra, da dobar dio podzemne vode u široj okolici Pule potječe iz

slivnog područja Pazinskog potoka, koji ponire kod Pazina. Priložio je shematsku kartu južne i srednje Istre s pretpostavljenim smjerovima kretanja podzemnih voda.

Waagen (1910 a, b; 1911) piše općenito o krškoj hidrografiji i prilaže skicu Istre s lokacijama nekih izvora, bunara i ponora.

Sacco (con. Paron & Battaglia, 1924) piše opširno o površinskoj i podzemnoj hidrografiji. Za vodu, koja ponire u Pazinskoj jami (Fojba) smatra, da se zrakasto razilazi u formi lepeze i, pothranjujući se vodama koje padnu na vapnenačku površinu, usmjeruje prema zapadu (dolina Drage) i prema istoku (dolina Raše), a najviše prema jugu, uzrokujući izvore na području: Fažana, Pula, Medulin, Budava. Navodi također ukupnu maksimalnu i minimalnu izdašnost izvora u južnoj Istri 180.000 m³, odnosno 22.000 m³/dan. Sacco piše i o izvoru Gradole, na koji, prema Morteani-u, utječu vremenske nepogode sjeverno i sjeverozapadno od Trviža. Kapacitet izvora se naglo poveća tri i po dana nakon kiša.

Bertarelli & Boegan (1926) u svojoj knjizi o pećinama i jamama Istre prilažu skicu sa smjerovima kretanja podzemnih voda, prema Saccu.

Ambrosi (1931) piše i o podzemnoj vodi, za koju misli da se diže idući od obale tako, da kod Pazina ne prelazi visinu od 185 m, što odgovara točki na kojoj Fojba počinje svoj podzemni tok. Isti autor (1942, 1954) raspravlja o kršu neokoma, senona i o aktuelnom okršavanju i zaključuje, da bi odnos okršavanja (dubine) bio dosta dobro izražen brojkama 50 m : 600 m, odnosno 1 : 2 : 12. Opširno opisuje epigenetsku promjenu hidrografske mreže. Osim toga, piše o povezanosti ponora kod Pazina s izvorima u dolini rijeke Raše, što je dokazao Sella svojim originalnim biološkim pokusima uz pomoć jegulja.

Magdalenic & Fritz (1959) izradili su oglednu hidrogeološku kartu lista Rovinj 2, na kojoj su locirani izvori i bunari, koji se na tom području nalaze uglavnom unutar flišolikih naslaga eocena. U tekstu je dan opis hidrogeoloških prilika tog područja.

Polšak & Šikić (1963), Šikić & Polšak (1963) i Polšak (1964) su posvetili hidrogeologiji samo toliko pažnje, koliko je to bilo potrebno za izradu Osnovne geološke karte i nemaju nekih novih podataka.

Tomasić (1962) obrađuje režim izvora Gradole i navodi, da je u g. 1962. minimalna izdašnost izvora bila cca 640 l/sek.

GEOLOŠKI PRIKAZ

Područje Istre, na kojem su vršeni hidrogeološki istražni radovi, izgrađeno je od jurskih, krednih i paleogenskih naslaga karbonatnog i klastičnog razvoja. Dio ovih naslaga prekriven je lokalno kvartarnim tvorevinama — crvenicom, potočnim ili

riječnim nanosima. Stratigrafska pripadnost naslaga određena je prilikom izrade Osnovne geološke karte, koju su izradili Polšak & Šikić (1963), Šikić & Polšak (1963) i Polšak (1964), a koja je uzeta kao baza za hidrogeološka istraživanja.

Najstarije naslage dolaze u području Poreč—Linski kanal, a zastupljene su pretežno debelo uslojenim vapnencima gornje jure. Naslage kredne starosti i dio naslaga koje pripadaju paleocenu, te donjem i srednjem eocenu su karbonatnog razvoja, dok je dio naslaga eocenske starosti razvijen u facijesu fliša.

Na geološkoj je karti izvršeno detaljno izdvajanje stratigrafskih članova. Na priloženoj regionalnoj hidrogeološkoj karti stijene su grupirane s obzirom na njihovu hidrogeološku funkciju.

U tektonskom pogledu, naslage zastupljene na prikazanom području Istre, izgrađuju dio prostrane jursko-kredne antiklinale. Slojevi su vrlo blago položeni i padaju najčešće pod nagibom do 12°, a često su i horizontalni.

Naslage fliša, generalno uzevši, su horizontalne. Tektonskim pokretima nije došlo do većih poremećaja između pojedinih litostratigrafskih članova. Izuzetak je samo granično područje u istočnom dijelu istraživanog terena, gdje je došlo do većih rasjedanja i navlačenja.

HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE NASLAGA

Prema hidrogeološkim karakteristikama na ovom se području bitno razlikuju 3 grupe naslaga:

- naslage fliša
- karbonatne naslage (podijeljene u 3 podgrupe)
- riječni nanos dolina rijeka Raše i Mirne.

N a s l a g e f l i š a izgrađuju područje sjeverno od linije Vižinada—Pazin—Čepić polje. Zastupljene su laporima u izmjeni s pješčenjacima, rjeđe vapnencima, brečama ili konglomeratima. U cjelini ove su naslage praktično nepropusne. Na površini je razvijena bogata mreža površinskih tokova, uglavnom povremenih i bujičnog karaktera. Manji dio vode evaporira ili se infiltrira u podzemlje, ali ne duboko. Voda se kreće prema morfološki nižem terenu i opet pojavljuje na nizu izvora malog kapaciteta, koji pod konac sušnog perioda uglavnom presušuju.

K a r b o n a t n e n a s l a g e izgrađuju područje južno od spomenute linije. Ove su naslage zastupljene vapnencima, dolomitima, a rjeđe vapnenačkim i dolomitnim brečama. Izuzetno se javljaju i manje leće laporovitih vapnenaca, a u području Raša—Podpićan i slojevi ugljena. Karbonatne naslage su uglavnom sekundarno porozne i propusne za vodu.

Ovisno o litološkom sastavu, uslojenosti, strukturno-tektonskom položaju i oštećenosti, ove naslage možemo u hidrogeološkom pogledu svrstati u 3 grupe:

1. dobro propusne naslage; sastoje se od dobro uslojenih do gromadastih vapnenaca,

2. u cjelini slabije propusne naslage; pločasti do škriljavi vapnenci i vapnenci s proslojcima lapora ili dolomita i
3. slabije propusne naslage; sastoje se od dolomita s ulošcima vapnenaca i pločastih do škriljavih vapnenaca s ulošcima dolomita.

Na platou između rijeka Mirne i Raše, a koji je izgrađen od ovih karbonatnih naslaga (tzv. »Istarska ploča«), nema površinskih tokova, kao što je slučaj na području koje je izgrađeno od fliških naslaga. Izuzetak čine dvije fosilne doline: Draga i Mandalena, kojima samo izuzetno za vrijeme intenzivnih oborina teku površinski povremeni tokovi.

Poroznost karbonatnih naslaga je uglavnom sekundarna-pukotinska i varira od mjesta do mjesta u ovisnosti o intenzitetu izlomljenosti i razvijenosti krških fenomena. U ovisnosti s tim varira i propusnost karbonatnih naslaga, a u najvišem stupnju okršavanja krški fenomeni omogućuju i slobodne turbulentne podzemne tokove.

Oborinska voda ponire ubrzo kroz mnogobrojne pukotine i šupljine u podzemlje i cirkulacija vode se vrši podzemnom mrežom pukotina i šupljina. Izvori podzemne vode iz karbonatnih naslaga javljaju se u priobalnom području i duboko erodiranim dolinama rijeka Raše i Mirne.

Kvartarne naslage. Kvartarni nanos iznad karbonatnih naslaga u vidu crvenice i crvenice s kršjem u hidrogeološkom smislu na ovom terenu nisu od značenja. To su samo lokalno slabije propusne zavjese u vertikalnom smislu, no zbog malih površina prostiranja nemaju važnosti. U hidrogeološkom pogledu interesantan je nanos rijeka Mirne i Raše. Taj se nanos sastoji uglavnom od prašinsto-glinovitog materijala, a samo se lokalno javlja nešto pijeska i šljunka, odnosno kršja pomiješanog sa crvenicom i prašinsto-glinovitim talogom.

Ove kvartarne riječne naslage u cjelini su slabo propusne, pa praktički i nepropusne. Na kontaktu tih kvartarnih taložina s karbonatnim sedimentima javljaju se veći i manji izvori. Riječni talog ima ulogu *usporne barijere*. Pojava niza izvora na ovom kontaktu uslovljena je i dubokom erozijom, odnosno vrlo malom nadmorskom visinom dolina.

Podzemna voda u karbonatnim naslagama. Područje koje je obuhvaćeno ovim radom, izgrađeno je najvećim dijelom od karbonatnih naslaga. One zauzimaju najveće prostranstvo i po površini i po debljini.

Oborinska voda, koja padne na ovo područje, najvećim se dijelom direktno infiltrira, odnosno ponire u podzemlje, a manji dio evaporira ili kraćim bujičnim tokovima odlazi direktno u more. S druge strane, oborinske vode koje padnu na područje fliša najvećim dijelom otiču površinom do kontakta s karbonatnim naslagama, gdje poniru u njih, a samo manji se dio infiltrira u rastrošeni dio fliških naslaga, no i ta

voda opet brzo izlazi na površinu u vidu izvora i slijeva se površinskim vodotocima u pravcu karbonatnih naslaga.

Prema tome, vidimo da se u podzemlju karbonatnih naslaga kreću i povremeno akumuliraju velike količine slobodnih podzemnih voda, koje se stalno u vrijeme oborinskih ciklusa prihranjuju.

Na području Istarskog poluotoka u priobalnom području, a posebno u duboko usječnim riječnim dolinama Mirne i Raše, podzemna voda iz karbonatnih naslaga formira čitav niz stalnih i povremenih izvora. Priobalni izvori daju bočatu vodu, jer je slatka voda prije istjecanja na površinu, već u podzemlju došla u kontakt s morskom vodom, koja pukotinskim sistemima prodire u kopno.

Veći dio podzemnih voda iz karbonatnih naslaga Istre za sada slobodno istječe u more, bilo direktno difuzno, ili preko površinskih tokova rijeka Raše i Mirne. Tek je manji dio izvora kaptiran i iskorišćava se za vodoopskrbu stanovništva. Dio se podzemne vode koristi za vodoopskrbu putem kopanih bunara, posebno u priobalnom području oko grada Pule, no i to sve manje, jer je voda često bočata.

Već su ranije istraživači *Stache*, *Sacco* i *d'Ambrosi* izveli tvrdnje o glavnim područjima istjecanja slatke vode iz karbonatnih naslaga u riječnim dolinama Mirne i Raše. Međutim, imali su djelomično različita mišljenja o kretanjima podzemne vode i o mjestu istjecanja najvećih količina slatke vode.

Rezultati naših istraživanja djelomično potvrđuju pretpostavke starijih autora baziranih na činjenicama, ali daju i nove poglede, koji se temelje na detaljnije upoznatoj strukturi terena, bolje upoznatim hidrogeološkim karakteristikama pojedinih litostratigrafskih članova i njihovoj hidrogeološkoj funkciji, kao i na osnovu relativno simultane registracije i procjene količine istjecanja slatke vode u vrijeme približnog hidrološkog minimuma.

Utvrđeno je, da antiklinalna struktura »Istarske ploče« i pravilan zonanar raspored pojedinih hidrogeoloških članova vrši znatnu ulogu u usmjeravanju kretanja podzemnih voda — posebno minimalnih unutar karbonatnih naslaga. Generalni smjer kretanja podudara se uglavnom s pružanjem strukture, odnosno s pružanjem pojedinih hidrogeoloških grupa stijena. Postojala je pretpostavka, da u području Linskog kanala smjer kretanja podzemne vode odstupa od tog pravila, tj. da dio vode dolazi iz smjera Pazina poprečno na strukturu. Bojanja izvršena nakon naših radova, (prema usmenim podacima) u potpunosti su demantirala tu pretpostavku i ostaje konstatacija, da se izvori u Linskom kanalu lokalno prihranjuju s područja platoa s lijeve i desne strane fosilne doline Drage.

Bojadisanja ponornih voda na ponorima Čiže i u Pazinskoj jami egzaktno su potvrdila naše mišljenje o kretanju podzemnih voda u karbonatnim

naslagama paralelno strukturi. Boja, ubačena u jedan od ponora Čiže, pojavila se samo na izvoru Gradole u dolini Mirne, dok se boja iz Fojbe nije pojavila niti u dolini Mirne, niti u Limskom kanalu, već isključivo u području doline Raše, odnosno Raškog kanala.

U toku istražnih terenskih radova puna je pažnja posvećena registriranju izvora. Istraživanja su vršena tokom VIII i IX mjeseca za vrijeme minimalnih voda, a prikupljeni su podaci o izdašnosti i sadržaju klorida. Nekim je izvorima u dolini Mirne i Raškom kanalu, koji nisu registrirani u tom razdoblju, izdašnost približno svedena na minimalnu.

U prilogu 2 date su lokacije i grafički prikaz količina istjecanja podzemnih voda, pri čemu površina kruga pokazuje preračunatu količinu istjecanja slatke vode prema priloženom mjerilu. Na taj smo način željeli prikazati stanje istjecanja podzemnih voda za čitavo područje u vrijeme koje približno odgovara minimalnim podzemnim vodama. Međutim, rezultati nisu mogli biti sasvim točni. Pogreške proizlaze iz procjenjivanja kapaciteta izvora, a također i iz proračuna sadržaja slatke vode. Pouzdana procjena kapaciteta izvora mogla se dobiti samo u slučajevima, gdje je izvor smješten iznad obalne linije. Ujedno je na takovim izvorima i najpouzdaniji proračun sadržaja slatke vode. Međutim, kod izvora koji su smješteni ispod ili na samoj obalnoj liniji, odnosno gdje bočata voda iz neke pukotine izbija direktno u more, teško se može vizuelno procijeniti o kojim se količinama radi, a također se čini pogreška pri odabiranju reprezentativnog uzorka za određivanje sadržaja klorida na temelju kojega se tada proračunava sadržaj slatke vode. U račun bi trebalo uzeti i uticaj plime i oseke na izvor. Da bi se dobio što bolji uvid u mehanizam izvora i da bi se smanjile spomenute pogreške, na nekim su većim izvorima vršena simultana opažanja uticaja plime i oseke na salinitet izvora, odnosno mjerenja temperature i sadržaja klorida po dubini, i rezultati su grafički prikazani na prilogu 3.

Prilikom terenskih istraživanja u Limskom kanalu (kod Motela) registrirano je uviranje morske vode u pukotinu uz obalu. Uviranje se događalo postojano: i za plime i za oseke, a praćeno je nekoliko dana. Prilikom drugog obilaska u kišnom periodu iz pukotine je izbijala znatna količina vode.

Da bi se dobio što bolji uvid u kretanje podzemnih voda u tom području i u njihovo istjecanje, trebalo bi navedena opažanja protegnuti na sve veće priobalne izvore. Također bi pri daljnjim istraživanjima trebalo posvetiti pažnju fenomenu uviranja morske vode u pukotine na obali, jer bi se rješavanjem toga problema dobio potpuniji uvid u režim podzemnih voda u priobalnom pojasu.

Primljeno: 19. XII 1967.

*Institut za geološka istraživanja
Zagreb, Kupska 2*

LITERATURA

- Ambrosi, C. d' (1931): Note illustrative della Carta geologica delle tre Venezie, Foglio »Pisino«, Padova.
- Ambrosi, C. d' (1942): Un sguardo al cassino senoniano in Istria. Atti Ist. Ven. Sc. Lett. ed Arti, 101/2, Venezia.
- Ambrosi, C. d' (1954): Paleoidrografia miocenica in Istria e sua successiva trasformazione rapporte con lo sviluppo del carsismo. Atti 6, Congr. Naz. speleologia, Trieste.
- Bertarelli, V. V. & Boegan, E. (1926): Duemilla Grotte. Milano.
- Domić, I. (1966): Podpićan — Hidrogeološka istraživanja, II dio. Arh. Inst. geol. istr., Zagreb.
- Magdalenić, A. (1964): Katastar vodnih objekata lista Pula. 1: 50.000. Arh. Inst. geol. istr., Zagreb.
- Magdalenić, A. & Fritz, F. (1959): Tumač hidrogeološke karte Rovinj 2. Arh. Inst. geol. istr., Zagreb.
- Polšak, A. (1958): Izvještaj o izradi geološke karte zapadne Istre. Arh. Inst. geol. istr., Zagreb.
- Polšak, A. (1964): Geološka građa južne Istre s osobitim obzirom na biostratigrafiju gornjokrednih naslaga (dizertacija).
- Polšak, A. & Šikić, D. (1963): Osnovna geološka karta SFRJ. Tumač. List Rovinj-107, M 1: 100.000. Arh. Inst. geol. istr., Zagreb.
- Sacco, F. (1924 a): L'Istria, Cenni geologici generali. Mem. descr. Carta geol. Italia, Mondovi.
- Sacco, F. (1924 b): Shema geologico dell'Istria. 1: 200.000. L'Universo 5.
- Sacco, F. (con Paron C. F. & Battaglia, R., 1924): Carta geologica d'Italia. Vol. XIX. L'Istria. Cenni geologici generali e materiali bibliografici, Mondovi.
- Stache, G. (1864): Die Wasser-Verhältnisse von Pirano und Dignano in Istrien. Jahrb. Geol. Reichsanst., 14., Verh. Wien.
- Stache, G. (1880): Über die Trinkwasserfrage zu Pola in Istrien. Verh. Geol. Reichsanst., Wien.
- Stache, G. (1889): Die Wasserversorgung von Pola. Jahrb. Geol. Reichsanst., 39, Wien.
- Šikić, D. & Polšak, A. (1963): Geološki tumač lista Labin 1: 100.000. Arh. Inst. geol. istr., Zagreb.
- Tomašić, I. (1962): Izvor »Gradole«. Istražni radovi 1912—1962. Opća vodna zajednica, Rijeka.
- Waagen, L. (1910 a): Die untererdische Entwässerung Istriens und die Wasserversorgung dieses Landes. Verh. geol. Reichsanst., Wien.
- Waagen, L. (1910 b): Karsthydrographie und Wasserversorgung in Istrien. Zeitschrift. prakt. Geol. 18.
- Waagen, L. (1911): Die hydrographischen Verhältnisse um Pola. Verh. geol. Reichsanst., Wien.
- Waagen, L. (1919): Die Wasserversorgung von Pola. Wochenschrift für die öffentliche Baudienst, Wien.

Ž. BABIĆ, V. CUKOR, F. FRITZ and B. RALJEVIĆ

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF HYDROGEOLOGIC RELATIONS
IN SOUTH AND MIDDLE ISTRIA

Geologic explorations were carried out several times in the areas of South and Middle Istria, and the last of the explorers, i.e. Polšak & Šikić in 1963, and Polšak in 1964, gave a solid geological basis. This was the basis upon which our hydrogeologic investigations and explorations were carried out, and in our work we have taken into consideration the authors who have up to date treated hydrogeologic problems: Stache (1864, 1880, 1889); L. Waagen (1910 a, b, 1911), Sacco (con. Paron & Battaglia, 1924); Bertarelli & Boegan (1926); Ambrosi (1931) and Magdalenić & Fritz (1959).

The region of Istria is formed by the sediments of Jurassic, Cretaceous, Paleogene, and Quaternary age. The strata older than those of Quaternary age consist of limestones and dolomites, and to a lesser degree of calcareous breccias and marl intercalations. A part of the Paleogene strata have been developed in the flysch facies (marls in alternation with sandstones, and to a lesser degree with limestones, breccias, or conglomerates.) The Quaternary strata in the valleys of the Mirna and Raša rivers consist mostly of silty clays and to a smaller extent of clays, gravel, and sand.

As regards the tectonic structure, the sediments have formed a large anticline in which the strata are mildly dipping, often being even horizontal.

3 groups of rocks can be distinguished by the essential differences in their hydrogeologic characteristics:

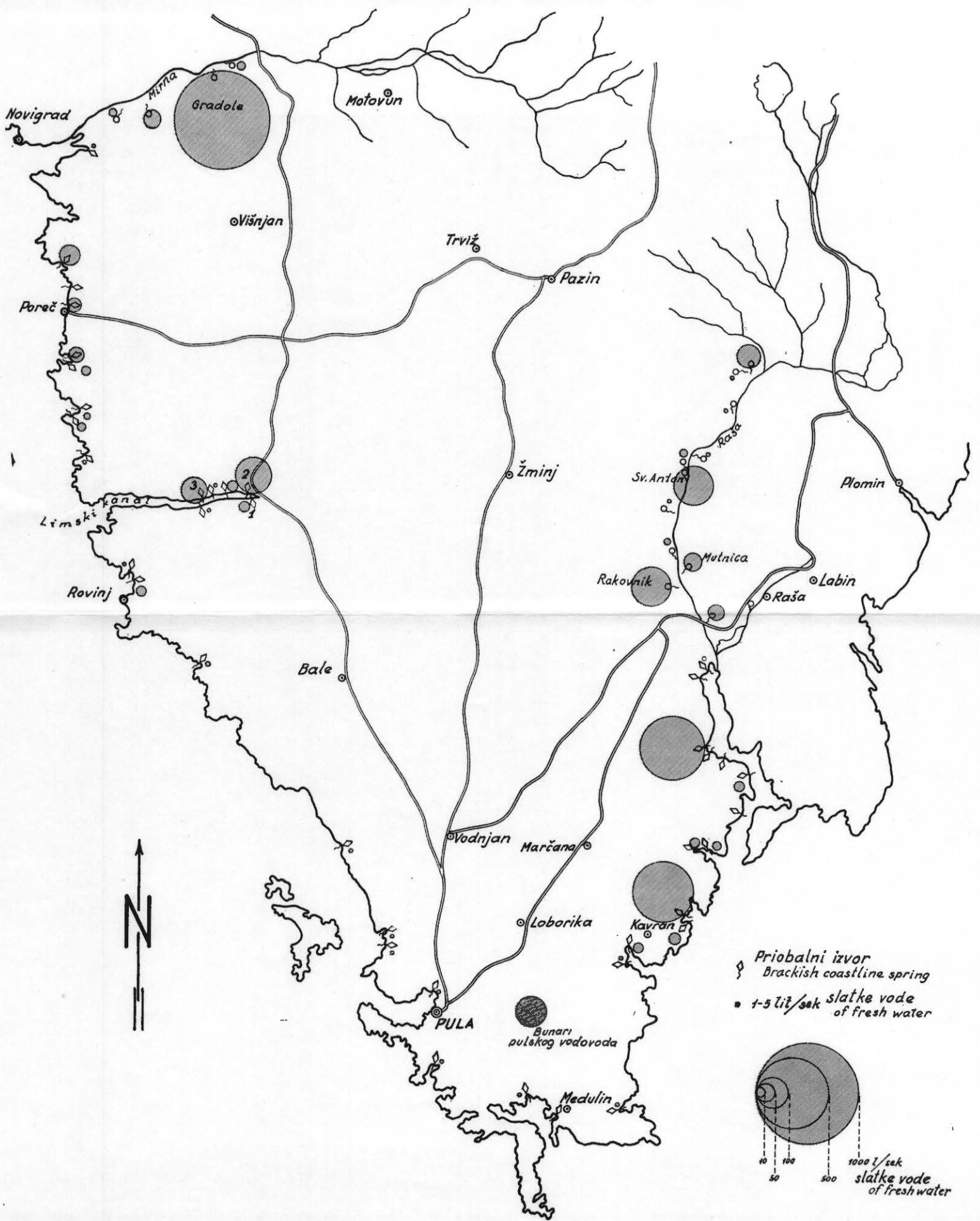
- Flysch deposits, practically impervious against water penetration.
- Carbonate rocks, generally of fair permeability, but a further, more detailed, comparative classification of the rocks has been made.
- Alluvial deposits in the valleys of the Mirna and Raša rivers, forming — as a whole — a barrier against the surrounding ground water.

Carbonate layers have formed the largest part of the explored area. The water of surface streams, coming from practically impervious flysch deposits, percolates underground, through these layers. The greatest amount of precipitation water, discharged upon the surface of carbonate layers, percolates directly underground, creating large storages of ground water, emerging in the offshore zone, as well as along the steeply cut and deep valleys of the Mirna and Raša rivers. The earlier explorers, already, indicated some areas where the greatest outflow of ground water from this large region was noticed. The results of our explorations have partly confirmed the assumptions of earlier authors, but they have given new data, based on a better knowledge of details concerning the structure and function of individual lithologic complexes, and on the relatively simultaneous recording and estimating of the amount of fresh water outflow at the time of the approximate hydrologic minimum.

The anticlinal structure and the regular arrangement in zones of individual hydrogeologic members exercise a considerable influence upon the direction and movement of ground waters, especially at the hydrologic minimum. The general direction of ground water movement roughly corresponds to the trend of the tectonic structures. This fact has also been substantiated and confirmed by tentative results obtained by the method of tracing by dyetest, the subterranean water courses in the Pazin area, in 1967. By such tracing, it has been definitely established that the springs in the "Limski kanal, channel have no direct connection with the waters of the Pazin area, contrary to the opinion of earlier explorers.

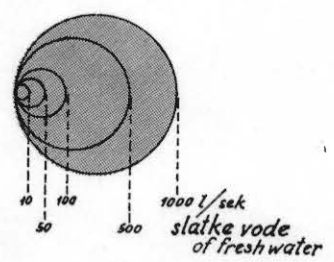
Received 19th December 1967.

Institute of Geology
Zagreb, Kupska 2



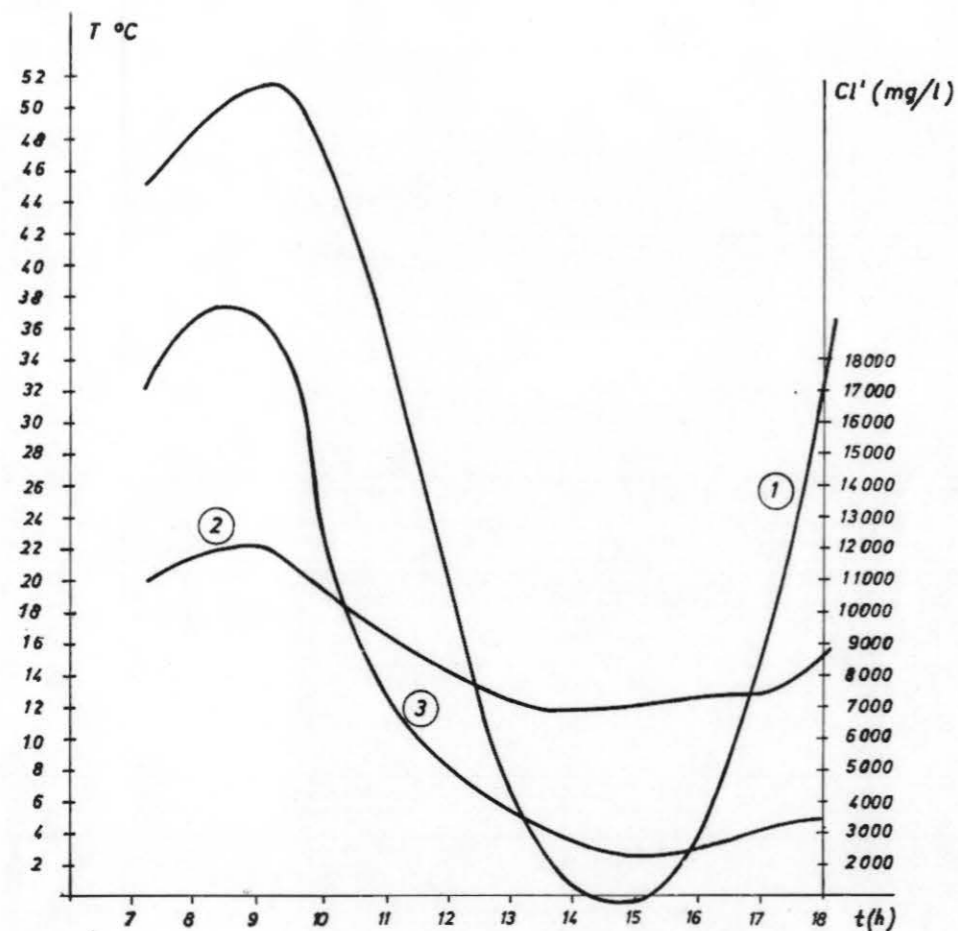
Priobalni izvor
Brackish coastline spring

● 1-5 lit/sek slatke vode
of fresh water



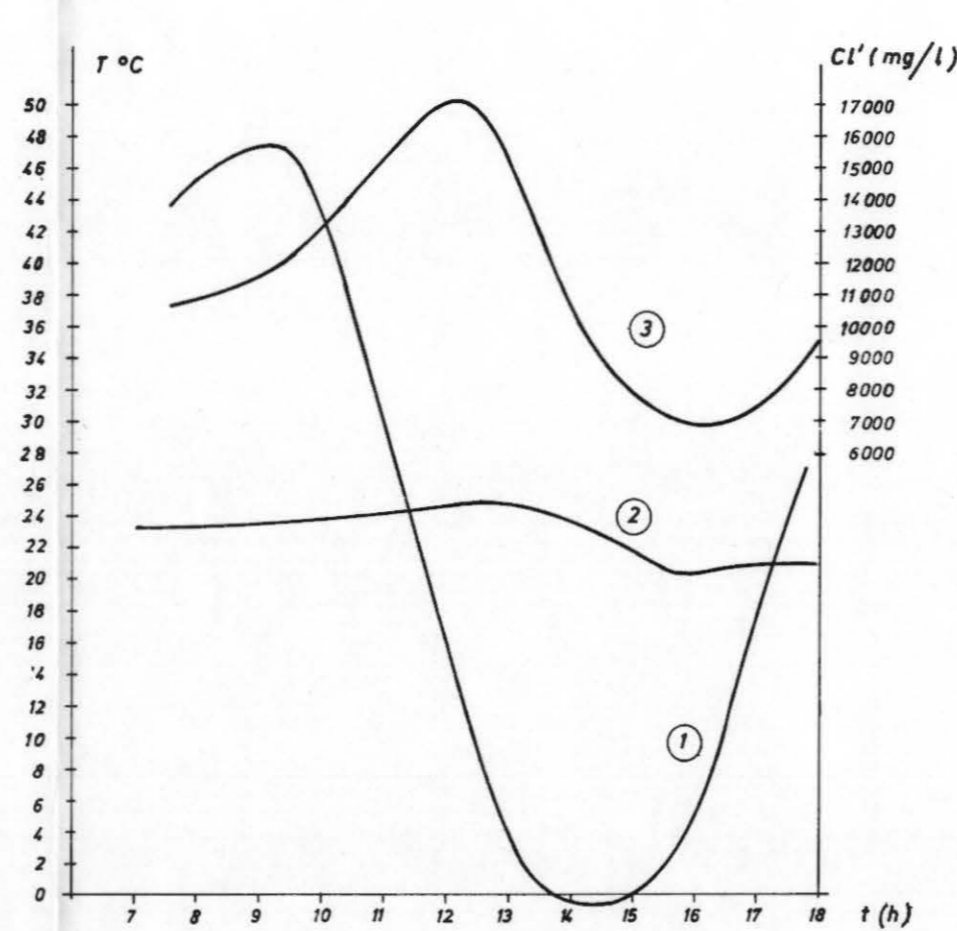
IZVOR br. 1
SPRING no 1

Nivo mora (cm)
Sea level (cm)



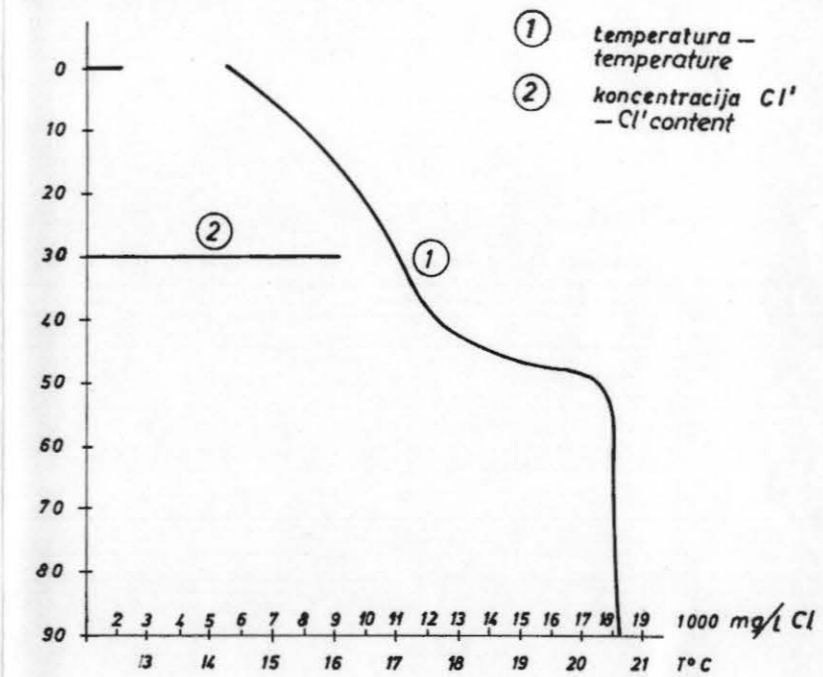
IZVOR br. 2
SPRING no 2

Nivo mora (cm)
Sea level (cm)



IZVOR br. 3
SPRING no 3

Dubina mora (cm)
Sea depth (cm)



- ① očitavanje na letvi (nivo mora) — Readings taken on a lath (sea level measurement)
- ② temperatura — temperature
- ③ koncentracija Cl' — Cl' content

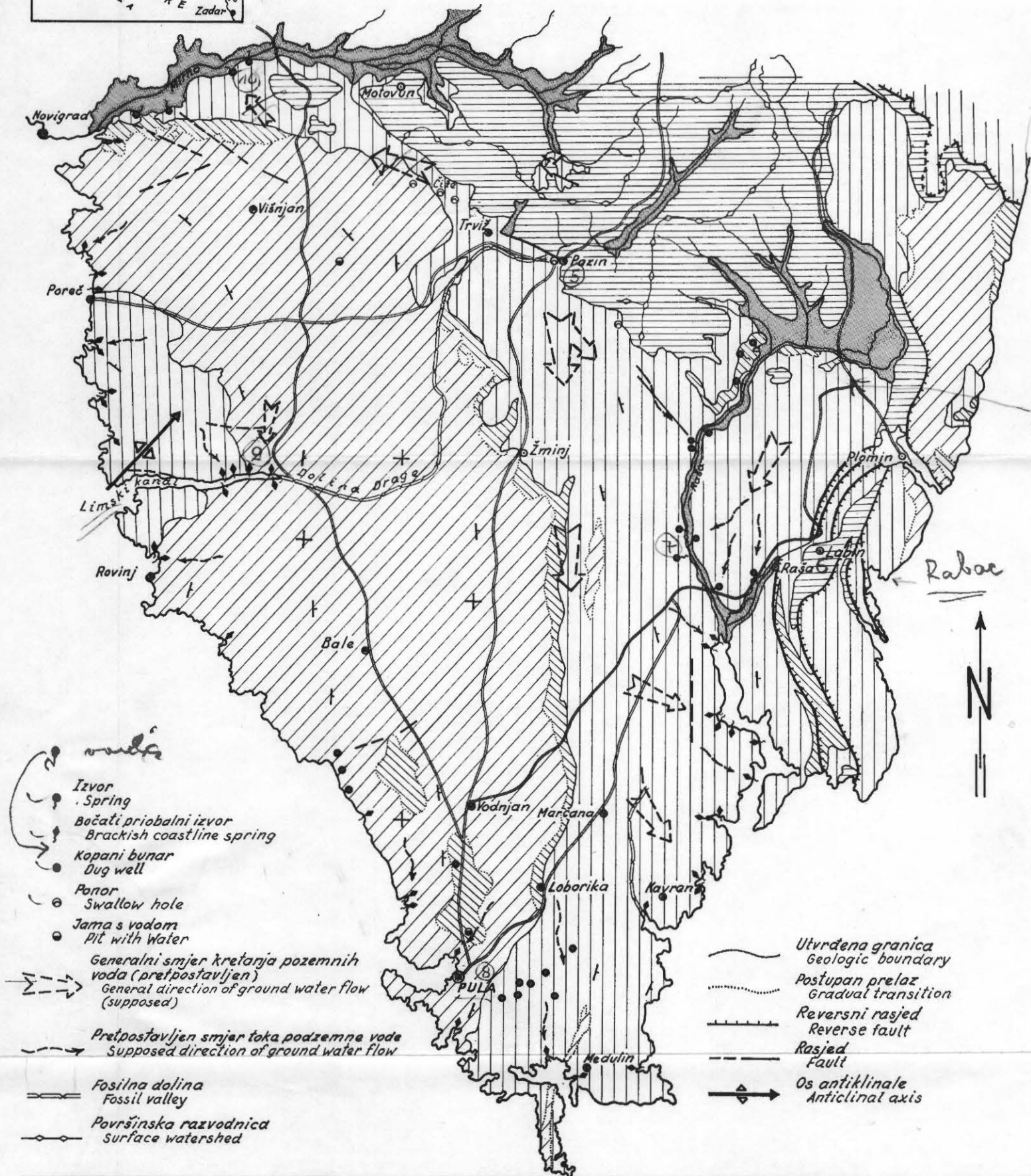
Dijagrami jednodnevnog simultanog opažanja saliniteta, temperatura i nivoa mora na priobalnim izvorima

Dijagram mjerenja temperatura i saliniteta po dubini na priobalnom izvoru
Diagram of temperature and salinity measurements along the depth of a coastal spring.



PREGLEDNA HIDROGEOLOŠKA KARTA SREDNJE I JUŽNE ISTRE

GENERAL HYDROGEOLOGIC MAP OF MIDDLE AND SOUTH ISTRIA



Rijeka
4 Jha
cesta
d. Pazina

- Izvor / Spring
- Bačati priobalni izvor / Brackish coastline spring
- Kopani bunar / Dug well
- Ponor / Swallow hole
- Jama s vodom / Pit with water
- Generalni smjer kretanja pozemnih voda (pretpostavljen) / General direction of ground water flow (supposed)
- Pretpostavljen smjer toka podzemne vode / Supposed direction of ground water flow
- Fosilna dolina / Fossil valley
- Površinska razvodnica / Surface watershed

- Utvrđena granica / Geologic boundary
- Postupan prelaz / Gradual transition
- Reversni rasjed / Reverse fault
- Rasjed / Fault
- Os antiklinale / Anticlinal axis

Podjela terena prema hidrogeološkim osebina stijena Division of the territory according to the hydrogeological characteristics of rocks	Petrografski sastav Petrographic composition
<p>vertikalne i bočne promjene vodapropusnosti. Međuzrnska propusnost Vertical and lateral permeability variations. Intergranular porosity</p>	Šljunak, pijesci, pjeskovite gline, gline Gravels, sands, sandy clays, clays
<p>Praktički nepropusne - poroznost međuzrnska Practically impermeable deposits. - Intergranular porosity</p>	Lapori u izmjeni s pjesčenjacima, ulošci vapnenih breča, konglomerata i vapnenaca Marls in alternation with sandstones, inclusions of calcareous breccia, conglomerates and limestones
<p>Dobro propusne - propusnost varira zavisno o intenzitetu izlomljenosti i karstifikacije - poroznost pukotinska. Layers of high permeability. The permeability variations depending on the intensity of fracturing and karstification. Interstitial porosity</p>	Vapnenici dobro uslojeni do gromadasti Limestones ranging from well stratified to blocks
<p>U cjelini slabije propusne - propusnost varira zavisno o intenzitetu izlomljenosti i karstifikacije - poroznost pukotinska. Layers being, as a whole, of lower permeability. The permeability variations depending on the intensity of fracturing and karstification. Interstitial porosity.</p>	Vapnenici pretežno pločasti do škriljavi, lokalno s ulošcima dolomita ili lapora Limestones, -varying from thin bedded to schistous, with dolomite or marl inclusions
<p>Slabije propusne - propusnost varira zavisno o intenzitetu izlomljenosti i karstifikacije Layers of low permeability. The permeability variations depending on the intensity of fracturing and karstification. Interstitial porosity.</p>	Dolomiti s ulošcima vapnenaca, zatim pločasti do škriljavi vapnenici s ulošcima dolomita ili s ulošcima ugljena. Dolomites with limestone inclusions, further thin bedded to schistous limestones with dolomite, or with coal inclusions.

30120