

PAVAO MILETIĆ i ŽELJKO BABIĆ

ULOGA MIKROTEKTONIKE KOD RJEŠAVANJA LOKALNOG REŽIMA PODZEMNE VODE U KRŠU

(Obrađeno na primjerima s područja Gračaca u Lici)

S 2 priloga

U ovom radu na primjerima je prikazana uzajamna ovisnost mikrotektonskih podataka i lokalnog režima podzemne vode. Makrotektonski lomovi i strukture uvjetuju regionalni režim podzemnih voda, dok mikrotektonske manifestacije, koje ih prate, uzrokuju lokalne devijacije u ovakvoj regionalnoj zakonitosti.

Na osnovu velikog broja izmjerenih pukotina na području akumulacionih bazena Gračac i Štikada jasno je istaknuto značenje sistematskog proučavanja sistema pukotina za istraživanje i interpretaciju lokalne hidrogeologije.

UVOD

Rezultati postignuti snimanjem i interpretacijom pukotinskih dijagrama prilikom ovogodišnjih hidrogeoloških istraživanja u kršu potakli su nas da ova iskustva iznesemo i pred širu stručnu javnost.

Snimanje pukotina i korištenje tako postignutih podataka ne predstavlja novost na području geološkog i hidrogeološkog istraživanja. Ipak nismo stekli dojam da se je u literaturi o hidrogeološkim istraživanjima u kršnim stijenama takvim podacima posvećivala ona pažnja koja im prema našim iskustvima pripada, iako je u praksi njihova analiza uspješno primjenjivana kod izgradnje niza hidroenergetskih objekata kao Peruće, Sklopa itd. (B. P a v l i n, 1960).

Imali smo sreću da je na područjima koja smo istraživali prethodno bio izveden niz istražnih radova, koji su omogućili neposrednu kontrolu prikupljenog materijala. Uzajamna podudarnost »mikrotektonske« strukture terena, hidrogeoloških manifestacija na terenu i rezultata hidrogeoloških istraživanja u podzemlju učvrstila nas je u spoznaji da je potreban širi i sistematskiji rad na prikupljanju i interpretaciji mikrotektonskih podataka. Metode prikupljanja i statističke obrade mikrotektonskih podataka dobro su poznate i obrađene u literaturi, naročito onoj koja tretira problematiku strukturne geologije.

U ovom ćemo se radu zato osvrnuti isključivo na iznošenje rezultata postignutih ove godine, kao i na jedan zajednički zaključak.

Kod prikazivanja rezultata mjerenja služili smo se isključivo Smithovim ili konturnim dijagramima pada pukotina i polukružnim rozetama pružanja. Ta dva načina prikazivanja su potpuno zadovoljila, a jednostavnost njihove izrade omogućuje im široku primjenu. Dok su na konturne dijagrame podaci sa terena nanošeni direktno kao nagib i smjer pada, a pružanje dobiveno okomicom na spoj maksimuma, dotle su rozete izrađene zbrajanjem pukotina sa smjerovima pada različitih za 180° u rasponu od 10° . Nanošenjem ovako dobivenog broja pukotina u % od ukupnog broja snimljenih pukotina na polukružnu rozetu i njenom rotacijom za 90° dobiva se neobično pregledna slika o rasporedu maksimuma pružanja pukotina.

Kod uspoređivanja rezultata analize mikrotektonskih podataka sa stvarnim stanjem tečenja podzemne vode služili smo se nizom istražnih radova. Rezultati posljednjih istraživanja te njihove pojedinačne vrijednosti nalaze se u literaturi citiranoj na kraju. U našem radu ih nismo prikazivali, jer to i nije njegova svrha. Želimo samo naglasiti da su prikazana stanja doista utvrđena i ako nije drugačije naglašeno, predstavljaju stvarno stanje u prirodi.

Korišteni i izneseni podaci prikupljeni su u okviru hidrogeoloških istraživanja koja je Institut za geološka istraživanja izvodio na području Gračaca za zajednicu elektroprivrednih poduzeća NRH. Ovom prilikom zahvaljujemo se gornjim ustanovama za dozvolu publiciranja podataka, kao i Geološkom odjelu Tehnološkog fakulteta, koji nam je to financijski omogućio.

Pri terenskom istraživanju obilno su korišteni stratigrafsko-tektonski podaci, koji su već postojali i to naročito oni publicirani od M. Heraka (1960), te hidrogeološki podaci B. Pavlina (1961). S. Reštarević i B. Pavlin ustupili su nam i podatke o novijim mjeranjima na čemu im se posebno zahvaljujemo.

Na terenskom radu sudjelovali su i studenti Tehnološkog fakulteta J. Iločić i M. Denih, kojima se zahvaljujemo na uloženom trudu.

UZAJAMNA OVISNOST MIKROTEKTONIKE I HIDROGEOLOGIJE NA ISTRAŽIVANIM LOKALITETIMA

PODRUČJE AKUMULACIONOG BAZENA GRAČAC

Akumulacioni bazen Gračac nalazi se sjeverno od Gračaca. Akumulacija pripada sistemu HE Obrovac s uspornom kotom 562,5 m, a akumulirat će vodu rječice Otuče i potoka Baščinice.

Stratigrafske i litološke karakteristike

Pregledano i obrađeno područje izgrađeno je isključivo od karbonatnih stijena. Zastupani su vapnenci i dolomiti, koji se vertikalno i lateralno izmjenjuju. Zbog mnogostruke izmjene nisu posebno izdvojeni.

Stratigrafski, ovi sedimenti pripadaju juri i to zastupljen je čitav lijas i doger te Cladocoropsis-nivo malma (H e r a k, 1960).

Tektonska situacija

Slivno područje Otuče pripada prostranoj i blagoj antiklinali, koja je sekundarno poremećena (O g u l i n e c, 1953). Tjeme antiklinale nalazi se kod Bruvna cca 10 km sjeverno od istraživanog područja, a os antiklinale imade približno pružanje istok-zapad. Južno krilo antiklinale na kome leži bazen karakterizirano je gotovo uniformnim padom slojeva na jug pod cca 20° (vidi prilog 1, dijagram slojevitosti V).

Morfološka situacija

Uže područje akumulacije predstavlja više manje zaravnjenu površinu sa blagim generalnim padom prema jugu. Veća strmina nalazi se na desnoj obali akumulacije. Lijeva obala uzdiže se vrlo blago i jednoliko prema sjeveroistoku.

Podaci hidrogeoloških istraživanja

Na ispitivanom području izbušeno je 8 bušotina dubine 30-40 m. Na svim bušotinama ispitana je vodopropusnost (VDP). Lokacije bušotina i rezultati ispitivanja VDP nalaze se na prilogu 1. Na svim bušotinama vrši se mjerenje nivoa podzemne vode od god. 1960. Rezultati mjerenja za 7 mj. 1962. prikazani su u tabeli 2, prilog 1.

Snimljeni kopani bunari i izvori, kao i »oka« vode temeljnice naneseni su direktno na kartu (prilog 1).

Kod registriranja bunara uzeta je u 7 mj. i dubina do vode. Čitanjem kote ušća bunara iz karte 1:5000 izračunata je približna kota nivoa vode, koja je zajedno s kotama nivoa u bušotinama kao i približnim kotama izvora nanešena na kartu (prilog 1).

Mikrotektonski podaci

Na površini prikazanoj u karti (prilog 1) izmjereno je približno 800 pukotina. Pukotine su mjerene po kvadratnoj mreži 250 × 250 m, s time da je u svakom kvadratu izmjereno cca 10 pukotina. Kod interpretacije površina predočena karta podijeljena je u četiri sektora (I, II, III i IV, prilog 1). Sektor I pokriva desnu obalu akumulacije, sektor II lijevu obalu akumulacije, sektor III centralni dio između Otuče i Bašćinice, a sektor IV lijevu obalu Otuče. Za svaki sektor posebno izrađeni su konturni dijagrami pukotina (prilog 1, I-IV) i rozete pružanja pukotina (prilog 1, I-IV). Rozete pružanja načinjene su samo zbog lakše vizuelne predodžbe maksimuma pružanja.

Prema ovim podacima maksimum pružanja u prvom sektoru je ZSZ-IJI; u drugom sektoru SZ-JI; sektor III imade jednoliki rasap pukotina.

U sektoru IV jače je naglašeno pružanje SI-JZ i I-Z.

Opća hidrogeološka slika bazena

Zbog lakšeg uspoređivanja rezultata dobivenih analizom mjerenih pukotina, te snimanjem hidrogeoloških podataka izrađen je shematski prikaz današnjeg stanja protjecanja podzemne vode (vidi prilog 1).

Naglasili smo da je to shematski prikaz, jer osim kota u bušotinama ostale kote razine podzemne vode čitane su s topografske podloge, pa je njihova točnost samo relativna. No i takva relativna točnost dopušta nam da vidimo priličnu podudarnost između podataka koje nam naznačuju rezultati mjerenja pukotina i stvarnog smjera podzemnog procjeđivanja.

Jedino jače odstupanje između maksimuma pružanja pukotina i stvarnog smjera procjeđivanja nalazimo na lijevoj obali akumulacije (prilog 1, sektor II). Takva situacija je međutim sasvim jasna kada je razmotrimo u svjetlu prirodnih uvjeta, u kojima rječica Otuča pruža prirodno najpovoljnije uvjete dreniranja podzemne vode.

S obzirom na inače mikrotektonski favorizirano procjeđivanje u smjeru jugoistoka moramo nakon punjenja akumulacije očekivati znatnije promjene intenziteta i smjera ocjeđivanja u lijevom boku akumulacije.

PODRUČJE AKUMULACIONOG BAZENA ŠTIKADA

Akumulacioni bazen Štikada nalazi se jugozapadno od Gračaca uz prugu Zagreb-Split. Akumulacija pripada sistemu HE Obrovac sa uspornom kotom 555,0, a akumulirat će vode rječice Ričice i vodu koju će posebnim tunelom biti dovodena iz bazena Gračac.

Na području akumulacije izveden je niz istražnih radova: geološko kartiranje, bušenje i geofizička istraživanja. Na temelju ovih podataka riješena je tektonika, stratigrafija i regionalna hidrogeologija (M. Herak, 1960), te vodopropusnost stijena i raspored vodonepropusnih taložina u području brane (B. Pavlin). Našim istraživanjima reambulirana je postojeća geološka karta u mjerilu 1:5000 (A. Magdalenič i L. Bojanić, 1957), izvedeno snimanje mikrotektonskih podataka na užem području akumulacije, te interpretacija ovih podataka u svjetlu postojeće hidrogeološke dokumentacije.

Stratografske i litološke karakteristike

Obrađeno područje akumulacije izgrađeno je od stratografski i litološki vrlo različitih sedimenata.

Najstarije taložine pripadaju karbonu, a litološki predstavljaju izmjenju grubo i fino klastičnih sedimenata: od konglomerata do finih glinenih škriljaca. Samo mjestimice pojavljuju se i gnijezda vapnenaca.

Trijas je zastupan vapnencima, dolomitima i klastičnim sedimentima, koji stratografski pripadaju srednjem trijašu: aniziku i ladiniku.

Sedimenti jure dolaze isključivo u razvoju vapnenaca i dolomita, koji u stratografskom smislu zauzimaju čitav raspon jure.

Kvartarne taložine su isključivo klastične i to na prikazanom dijelu karte pretežu finije klastični sedimenti. Prostorni raspored svih gornjih razvoja prikazan je u prilogu 2.

Tektonska situacija

Akumulacioni bazen Štikade smješten je u tektonski jako poremećenom području na što nas već upućuje u stratigrafskom pogledu široki raspon sedimenata.

Najmarkantnije tektonske pojave na prikazanom terenu svakako su rasjedi koji su doveli u nenormalni kontakt trijaskе i karbonske naslage na zapadnom dijelu terena, te trijaskе i jurske odnosno jurske i karbonske naslage na sjevernom dijelu.

Relativno manje izražene tektonske pojave su na temelju pomora pretpostavljena poremećajna zona zapadno i južno od trase nasipa, zatim blaga antiklinala Osušak unutar trijaskih taložina i manji rasjedi unutar pojedinih naslaga iste starosti.

Prostorni raspored poremećaja naznačen je u prilogu 2.

Slojevitost naslaga naročito je lijepo izražena u području jurskih sedimenata gdje je izmjeren veći broj padova i izrađen konturni dijagram slojevitosti (dijagram III, prilog 2). Na ostalim površinama slojevitost je vrlo teško uočljiva.

Mikrotektonika

Na užem području akumulacije Štikada snimljeno je oko 2000 pukotina i to po kvadratnoj mreži stranica 500×500 metara.

U slučaju Štikade nije se nažalost mogao postići jednoliki raspored broja pukotina po mreži kao u bazenu Gračac i to uglavnom zbog pokrivenosti polja kvartarom. Zbog toga se po mreži mjerilo na površini pokrivenoj jurom, dok su u trijaskim karbonatnim stijenama – posebno područja Osušak – izmjerene pukotine za sve vidljive izdanke.

Tako dobiveni rezultati prikazani su bilo na konturnim pukotinskim dijagramima ili na rozetama pružanja pukotina (prilog 2).

S prvih odnosno drugih dijagrama jasno vidimo maksimum pružanja pukotina u pojedinim tektonskim jedinicama. U jurskim sedimentima (prilog 2, konturni dijagram II) u kom su obuhvaćene sve mjerene pukotine – pokazuje se izraziti maksimum pružanja pukotina SZS–JII.

U neposrednoj okolini rasjeda unutar jurskih sedimenata, primjećuje se na konturnom dijagramu (IIa) zakretanje maksimuma u smjer I–Z, što je nesumnjivo uslovljeno pojavom rasjeda.

Rezultati mjerenja pukotina za trijaskе taložine u zapadnom dijelu bazena prikazani su samo rozetom pružanja koja pokazuje izraziti maksimum SI–JZ.

U trijaskim sedimentima centralnog dijela akumulacije poznatog pod lokalnim nazivom Osušak izmjereno je preko tisuću pukotina. Za ove pukotine načinjen je i sumarni konturni dijagram i rozeta pružanja. U oba slučaja dolaze do izražaja dva maksimuma: jače izraženi smjera I–Z i nešto slabije izraženi SI–JZ.

Hidrogeološke karakteristike stijena

Na istraživanom terenu postoje dvije osnovne grupe stijena: klastične u kojima prevladavaju glineni materijali i karbonatne – vapnenci i dolomiti. Prve su relativno nepropusne, što naročito vrijedi za smjer tečenja okomit na slojevitost, dok su druge s razvijenom sekundarnom poroznošću propusne. Na osnovu isključivo površinskih manifestacija i unutar ove posljednje grupe u stanju smo pretpostaviti da su karbonatne stijene jure relativno slabije propusne od karbonatnih stijena trijasa. Na to nas upućuju mnogobrojni krški fenomeni kao ponori i vrtače, koji su registrirani unutar trijaskog razvoja (prilog 2).

Utjecaj tektonike na hidrogeologiju

Osnovne makrotektonske linije, koje su iznesene u poglavlju o tektonici nesumnjivo su odigrale bitnu ulogu kako kod uvjetovanja današnje forme Štikadskog polja, tako i kod formiranja regionalnog mehanizma kretanja podzemnih voda.

Velike rasjedne linije koje su dovele u kontakt karbonske klastične sedimente s mlađim karbonatnim stijenama uvjetovale su koncentrirano sabiranje podzemnih voda i njihovo površinsko i podzemno slijevanje u Štikadsko polje.

Ostali relativno manji poremećaji sa popratnim mikrotektonskim manifestacijama bili su direktni uzrok razvoju niza krških pojava, od kojih su u ovom slučaju najvažniji ponori.

Uzimajući dakle u obzir hidrogeološke karakteristike stijena u svjetlu njihovog prostornog smještaja uvjetovanog makrotektonskim zbivanjima možemo u Štikadskom polju razlikovati tri hidrogeološke jedinice.

Prva jedinica funkcionalno djeluje kao barijera kretanju podzemne vode i njoj pripadaju sedimenti karbona. Druga djeluje kao djelomično slivno područje, a pripadaju joj taložine jure. Treća služi kao dren podzemnih i nadzemnih voda Štikadskog polja, a izgrađena je od karbonatnih slojeva srednjeg trijasa. Pri ovom razmatranju zanezarene su klastične stijene srednjeg trijasa čija je rasprostranjenost kao hidrogeološkog faktora na užem području akumulacije ograničena.

Unutar gore iznesenih regionalnih hidrogeoloških okvira mikrotektonika je uvjetovala lokalne hidrogeološke manifestacije, što se naročito jasno ističe na hidrogeološkoj karti, prilog 2.

Uzimajući maksimume pružanja pukotina, kao smjer najlakšeg podzemnog tečenja vode, onda prema pukotinskim dijagramima treba očekivati:

u jurskim taložinama smjer SIS–JZJ ili favorizirani smjer tečenja podzemne vode iz jurskih sedimenata je prema Štikadskom polju;

u zapadnom dijelu polja izrađena rozeta pružanja pukotina (prilog 2) pokazuje maksimum pružanja SI–JZ. U danim regionalnim hidrogeološkim okvirima takvo stanje pogoduje tečenju u smjeru jugozapada;

u centralnom dijelu Štikadskog polja izrađeni dijagrami pokazuju izrazito maksimalno pružanje pukotina I-Z s manje izraženim maksimumom SI-JZ. Ovakva orijentacija pukotina u prikazanim hidrogeološkim uvjetima favorizira tečenje iz smjera istoka prema zapadu.

Detaljna hidrogeološka slika bazena

Na istraživanom području izrađen je niz istražnih bušotina koje su završene u jurskim vapnencima, u kvartaru, u srednjotrijaskom klastičnom razvoju i konačno u srednjotrijaskim karbonatnim stijenama.

U većini bušotina vrši se stalno opažanje razine podzemne vode.

Na ovom mjestu upotrebljene su međutim vrijednosti mjerene isključivo na bušotinama završenim u trijaskim karbonatnim stijenama. Izabrana su mjerenja iz sušnog perioda u 7. mj. 1962. godine (vidi tabela prilog 2).

Prema dobivenim vrijednostima konstruirane su hidroizohipse za podzemnu vodu u trijaskim vapnencima i dolomitima (prilog 2). Izborom bušotina isključivo iz trijaskih karbonatnih sedimenata izbjeglo se spajanje raznih vodonosnih horizonata i ustanovilo da u karbonatnim stijenama srednjeg trijasa postoji u sušnoj sezoni više manje suvisli horizont podzemne vode.

Za nas je u ovom radu interesantna uzajamna ovisnost ustanovljenog horizonta i izmjerenih mikrotektonskih podataka. Na prilogu 2 ta je ovisnost toliko jasna da je svaki komentar gotovo nepotreban.

Smjerovi procjeđivanja podzemne vode u potpunom su skladu s maksimumima pružanja pukotina. U zapadnom dijelu bazena to je u smjeru jugozapada, a u centralnom dijelu u smjeru zapada. U centralnom dijelu bazena imademo još jednu interesantnu pojavu kojoj je, izgleda, glavni uzrok klastični razvoj srednjeg strijasa.

U području bušotina B 21 i B 47 formirala se je ljevka depresija koja upućuje na duboki podljev podzemne vode vjerojatno u smjeru juga ili jugozapada.

ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je uzajamna ovisnost mikrotektonike i lokalnog režima podzemne vode u kršu na dva primjera: akumulacionim bazenima Gračac i Štikada u Lici.

Na oba lokaliteta prethodno su izvedena opsežna hidrogeološka istraživanja – prvenstveno istražna bušenja i opažanja nivoa podzemne vode – koja su omogućila uspoređivanje rezultata dobijenih interpretacijom mikrotektonskih podataka i stvarnih hidrogeoloških odnosa.

U oba prikazana primjera potvrđen je vrlo veliki utjecaj mikrotektonike na formiranje lokalne hidrogeologije.

Da bi se došlo do takvih zaključaka potrebno je – prema iskustvima u ovom radu – provesti sistematska mjerenja velikog broja mikrotektonskih podataka. Mjerenja je najzgodnije izvesti po kvadratnoj mreži unutar koje se za svaku točku (kvadrat) mjeri približno jednaki broj pukotina. Spajanjem pojedinih točaka za različite površine istog pod-

ručja dobijaju se maksimumi pružanja pukotina za takva područja, a ovi maksimumi pružanja predstavljaju prirodno najpogodnije smjerove toka podzemne vode. Karakteristično je da i na relativno malim površinama (bazen Gračac 4 km²), postoji niz različito orijentiranih maksimuma kojima odgovaraju smjerovi podzemnog dreniranja, a da za to ne postoje neki vidljivi makrotektonski uzroci.

Upravo za takve terene primjena ove metode snimanja i korištenja pukotinskih sistema imade posebni značaj kod projektiranja daljnjih istražnih radova.

Kod pretpostavljanja režima podzemne vode na osnovu mikrotektonskih podataka ne smiju se zanemariti hidrauličke mogućnosti i uvjeti. Maksimalni hidraulički gradijent je onaj faktor koji bitno utiče na izbor pukotinskog sistema za podzemne tokove – što je jasno došlo do izražaja na lijevoj obali bazena Gračac.

Primljeno 26. 1. 1963.

Tehnološki fakultet,
Zagreb, Pierottijeva 6

LITERATURA

- Herak, M. (1960): Geologija Gračačkog polja u Lici. Geološki vjesnik 13, Zagreb.
- Magdalenić, A. & Bojanić, L. (1957): Geološko istraživanje područja donjeg toka rijeke Ričice u Lici. Izvještaj. Arhiv Inst. geol. istr. Zagreb.
- Miletić, P. & Babić, Z. (1962): HE Obrovac, bazen Gračac – Geološka hidrogeološka istraživanja 1962. god. Izvještaj. Arhiv Inst. geol. istr. Zagreb.
- Miletić, P. & Babić, Z. (1962): HE Obrovac – hidrogeologija akumulacije Štikada 1962. god. Izvještaj. Arhiv Inst. geol. istr. Zagreb.
- Ogulinac, J. (1953): Geološka grada područja Otuče. Izvještaj. Arhiv Inst. geol. istr. Zagreb.
- Pavlin, B. (1961): Hidroenergetski sistem Ričica – Zrmanja. Osnovni projekt. Istražni radovi. Arhiv Zajednice elektroprivrednih poduzeća NRH.
- Pavlin, B. (1960): Realization du bassin d'accumulation de Peruča dans le karst Dinarique, Paris.
- Pavlin, B. (1960): Glavni projekt akumulacije Kruščica, injekcione zamjene.

P. MILETIĆ and Z. BABIĆ

PART OF MICROTECTONICS IN RESOLVING THE LOCAL FLOW OF GROUND WATER IN KARST

(according to the Examples in the District of Gračac in Lika)

As already known ground waters in carbonate rocks are taking courses in fissures and joints of tectonical origin, which, in course of time, are being enlarged by chemical and mechanical actions of water. So the development of regional flow of underground waters is being directed by the orientation of main tectonical lines.

Regional and macrotectional structures are being accompanied by microtectonical features – mainly by systems of fissures and joints – directing and conditioning local flows of ground waters. In this respect the authors of this report have carried out systematical researches of several localities and reached some interesting results. The present report gives a statistical elaboration of measurements carried on a number of fissures found at two localities: accumulation basins of Gračac and Štikada.

Accumulation Basin of Gračac:

Built exclusively of Jurassic carbonate rocks. Eight hundred fissures have been measured on a square net of 250×250 m in an area of 4 km². The fissures have been elaborated in four diagrams; the first which refers to the right border of the basin, the second to the left one, the third to the central part and fourth to the left bank of Otuča. Comparison between the results of measurement and the real course of ground water flow shows the concordance between the course of flow and the maximum extent of fissures (see annex 1). Such concordance may not to appear only in the case of averting facts: the case of the left bank of Gračac Basin. Owing to the surface drainage - river of Otuča - the ground water are taking course of the secondary maximum which is at the same time the direction of the greatest hydraulic gradient.

Accumulation Basin of Štikada:

Lithologically built from heterogeneous rocks, stratigraphically is composed as follows: clastic sediments of Carboniferous, carbonate rocks and clastic beds of middle Triassic; carbonate rocks of Jurassic and clastic sediments of Quaternary.

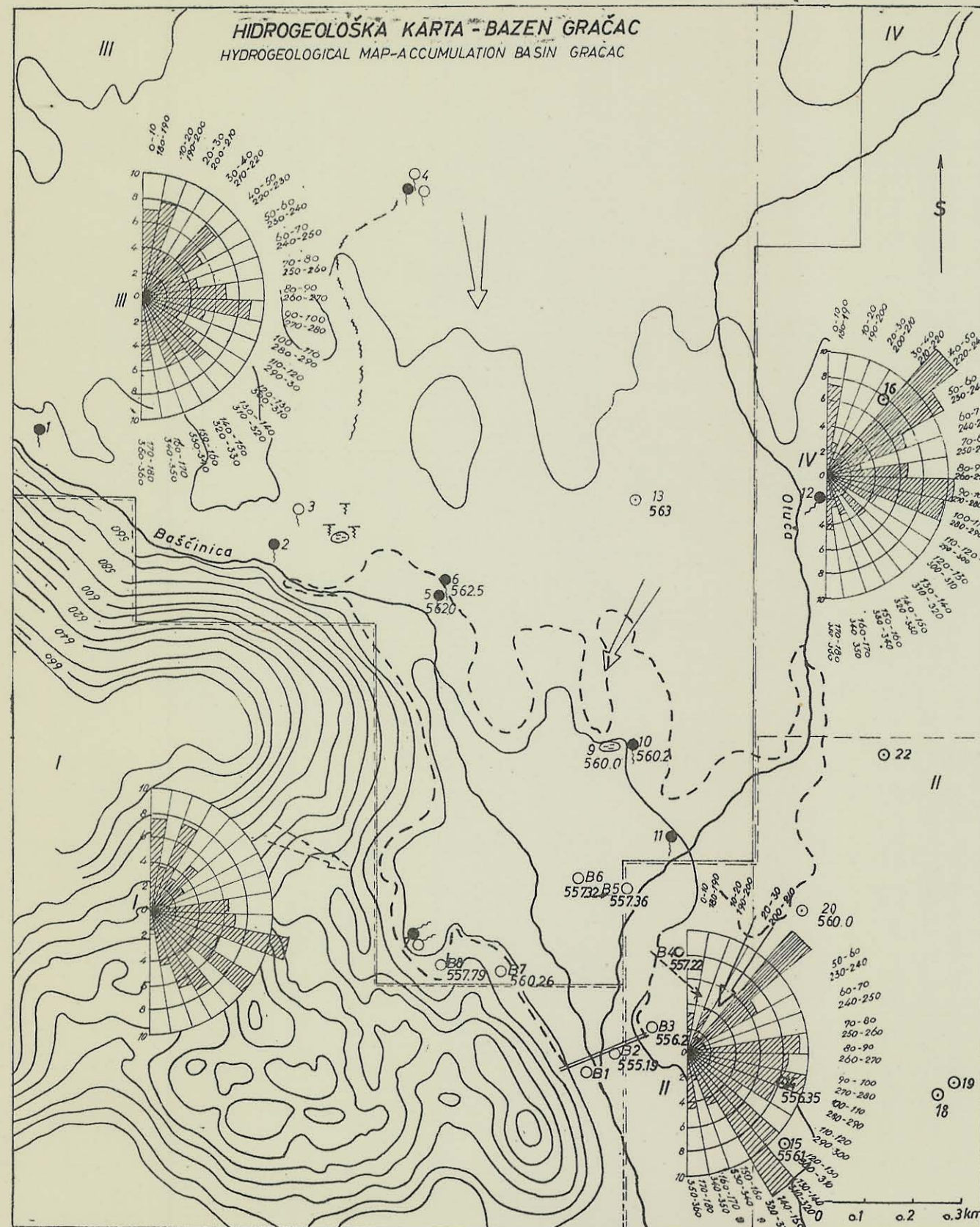
These rocks, in consequence of the tectonics and lithology, are forming three principal hydrogeological units: first one built from carbonate clastic sediments - being an barrier to the ground water flow; second one, composed of Jurassic strata - a collector seeping the water to Štikada Polje, and third one, of Triassic sediments, which under the established hydrogeological conditions drains ground and surface waters of Štikada Polje. Collecting of microtectonical data in such conditions had been made difficult in consequence of the clastic rocks of triassic and Quaternary which made it impossible for consequent measurements by system of net. In respect of Jurassic rocks the data have been collected on a 500×500 m net, but fissures have been measured in nearly all the outcrops of Triassic carbonate rocks in the central and west part of the basin. About 2000 fissures, in all, have been measured in the whole of the Basin. The data shown in the Annexe 2 have shown a perfect concordance between the real ground water flows and the maximum extent of fissures.

The results represented in this report, as well as those not published yet, show us the possibilities of microtectonics to provide very useful data for research and interpretation of local ground water flows.

As a matter of course, no theoretical conclusions are possible in the above meaning, and if any, the results should prove wrong. Only a conscious statistical examination without any routine pattern as implied in statistics and adjusted to the real hydrological, tectonical and morphological conditions, may give the possibility for a manysided use of this secondary method in hydrogeological studies of karst.

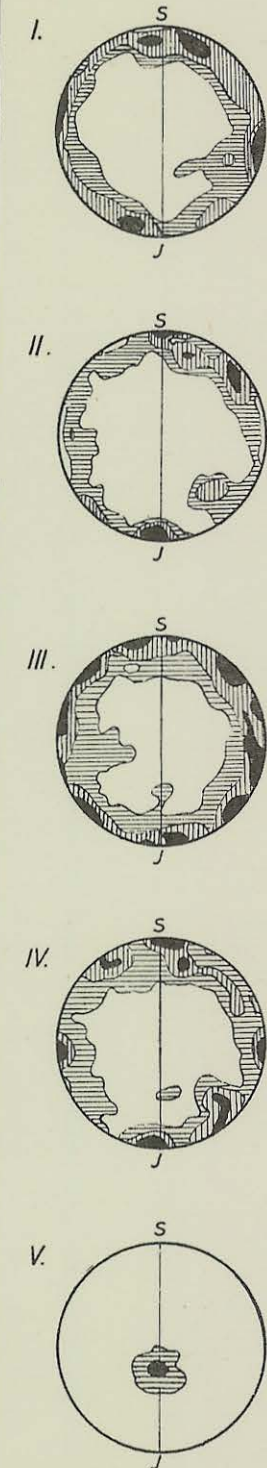
Received 26th January 1963

*Technological Faculty,
Zagreb, Pierottijeva 6*



KONTURNI DIJAGRAMI

CONTOUR DIAGRAMS



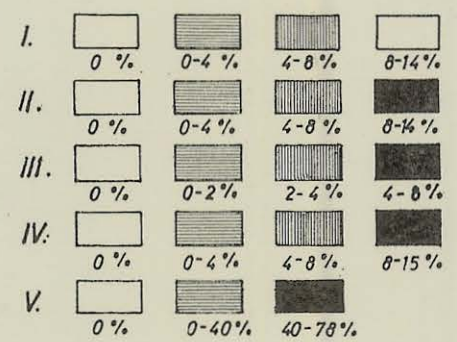
LEGENDA

LEGEND

- 1 IZVOR - STALNI S Približnom kotom
SPRING - PERENNIAL WITH APPROXIMATE ELEVATION
- IZVOR - POVRŠNI
SPRING - INTERMITTENT
- PIŠTEVINA
SEEPAGE SPRING
- OKO VODE TEMELJNICE
WATER POOL
- B2 ○ ISTRAŽNA BUŠOTINA - S KOTOM POD VODE
555.19 EXPLORATORY WELL WITH THE ELEVATION OF GROUND WATER
- KOPANI BUNAR - S Približnom kotom pod vode
556.35 DUG WELL WITH THE APPROXIMATE ELEVATION OF GROUND WATER
- - - POVRŠINSKI TOK - POVRŠNI
INTERMITTENT STREAM
- POVRŠINSKI TOK - STALNI
PERENNIAL STREAM
- GRANICA AKUMULACIJE
COAST LINE OF THE BASIN
- GRANICE PODRUČJA NA KOJE SE ODNOSI ODGOVARAJUĆI
DIJAGRAMI
AREAS OF THE RESPECTIVE CONTOUR DIAGRAMS
- PREGRADA
DAM
- SMJER TOKA POD VODE - VJEROJATAN
PROBABLE GROUND WATER FLOW DIRECTION
- SMJER TOKA POD VODE - PRETPOSTAVLJEN
SUSPOSED DIRECTION OF GROUND WATER FLOW
- NAJLAKŠI SMJER PROCJEDIVANJA NAKON PUNENJA
BAZENA
EASIEST GROUND WATER FLOW DIRECTION
AFTER BASIN FEELING

LEGENDA KONTURNIH DIJAGRAMA

LEGEND FOR CONTOUR DIAGRAMS



ISPITIVANJE VDP

WATER PERMEABILITY TEST

Tabela 1
Table

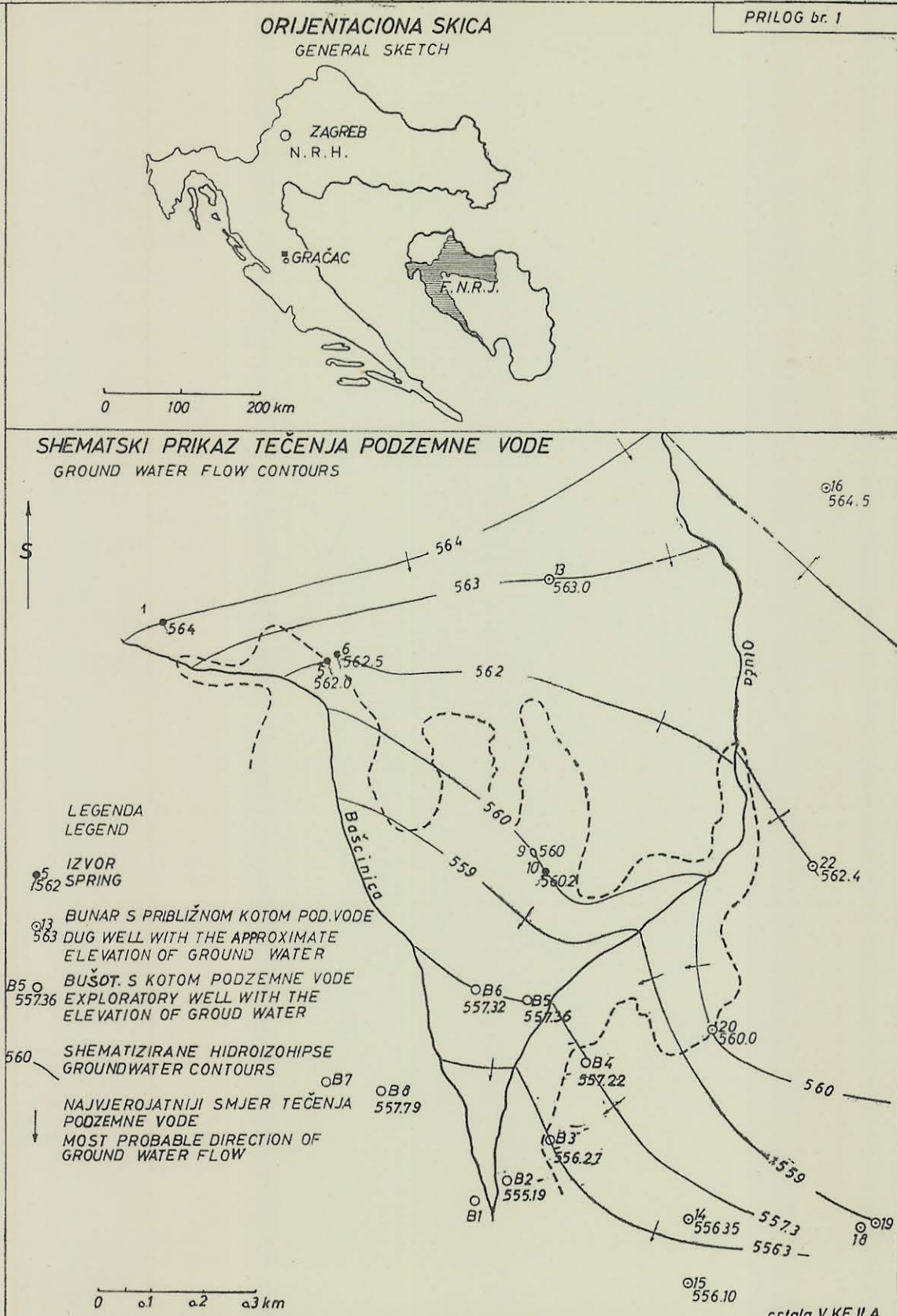
OZNAKA BUŠOTINE EXPLORATORY WELL MARKS	VDP MANJI OD 1 (mm/m) KOD 10 ATM. WATER PERMEABILITY LESSER THAN 1 (mm/m) 10 atm	VDP VEĆI OD 1 (mm/m) KOD 10 ATM. WATER PERMEABILITY GREATER THAN 1 (mm/m) 10 atm	OPASKA REMARKS
B1	2		
B2	0.2		
B3	0.2		
B4		28	
B5	1.5		
B6	2		
B7	0.2		
B8	1.5		

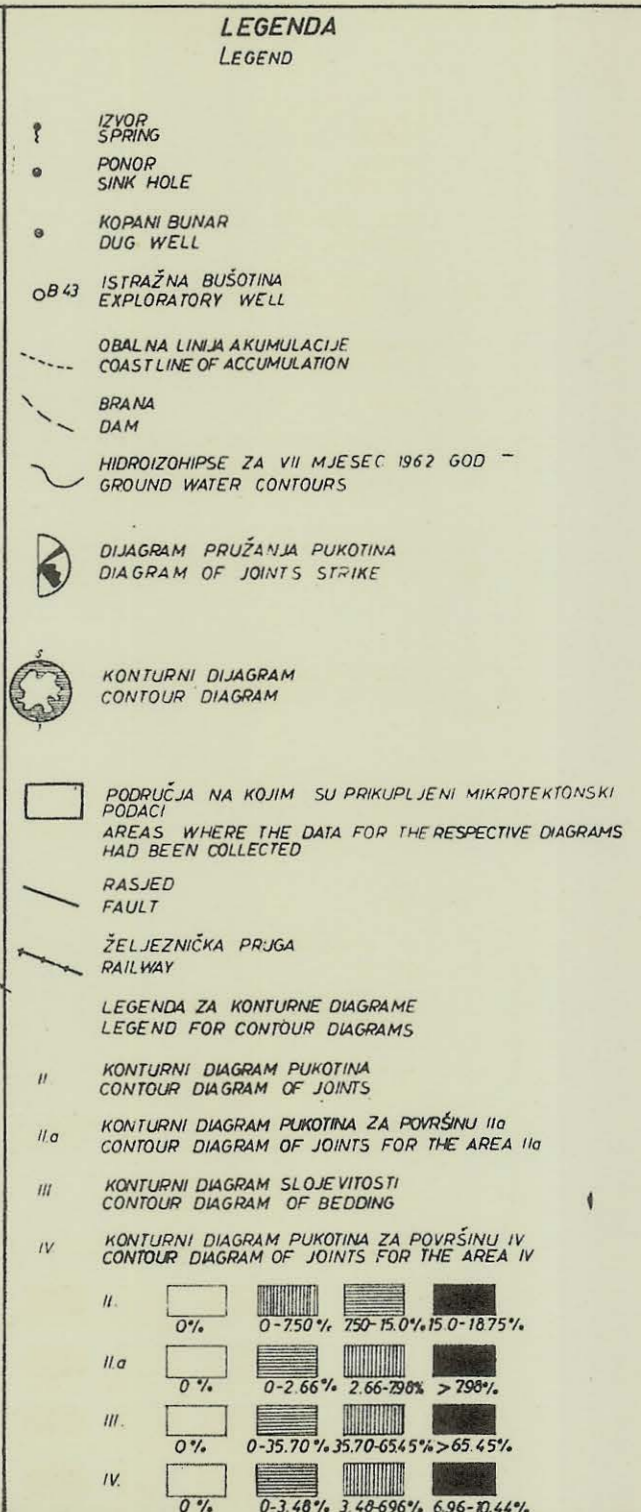
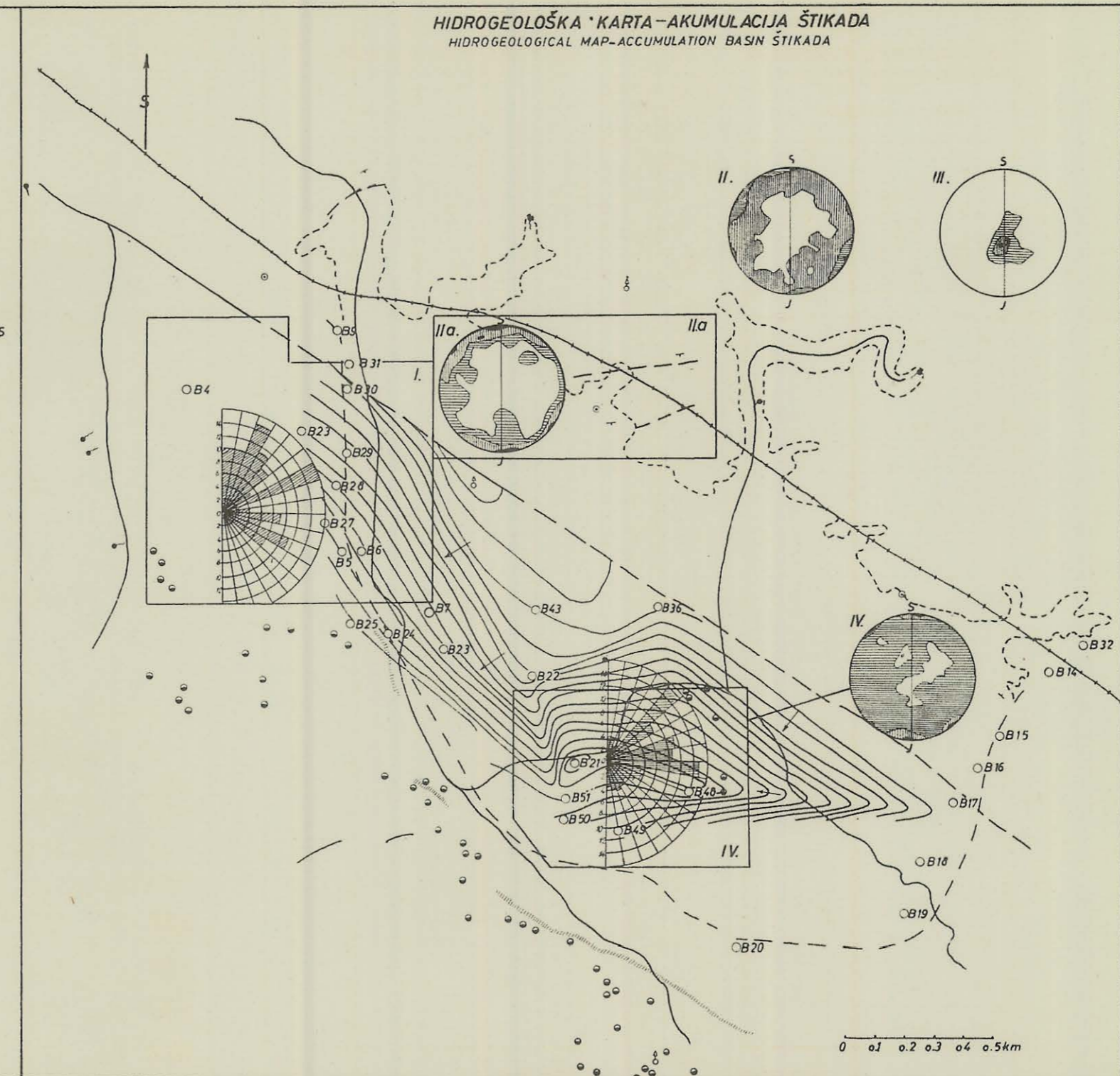
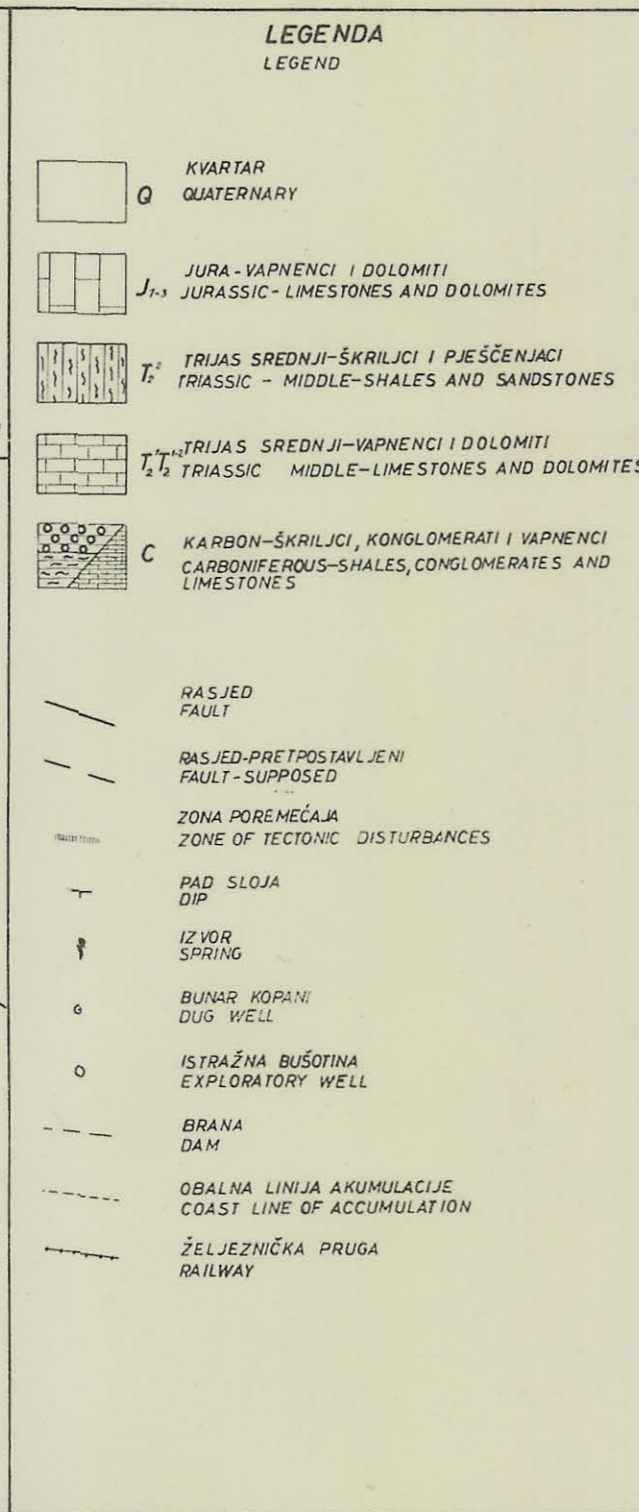
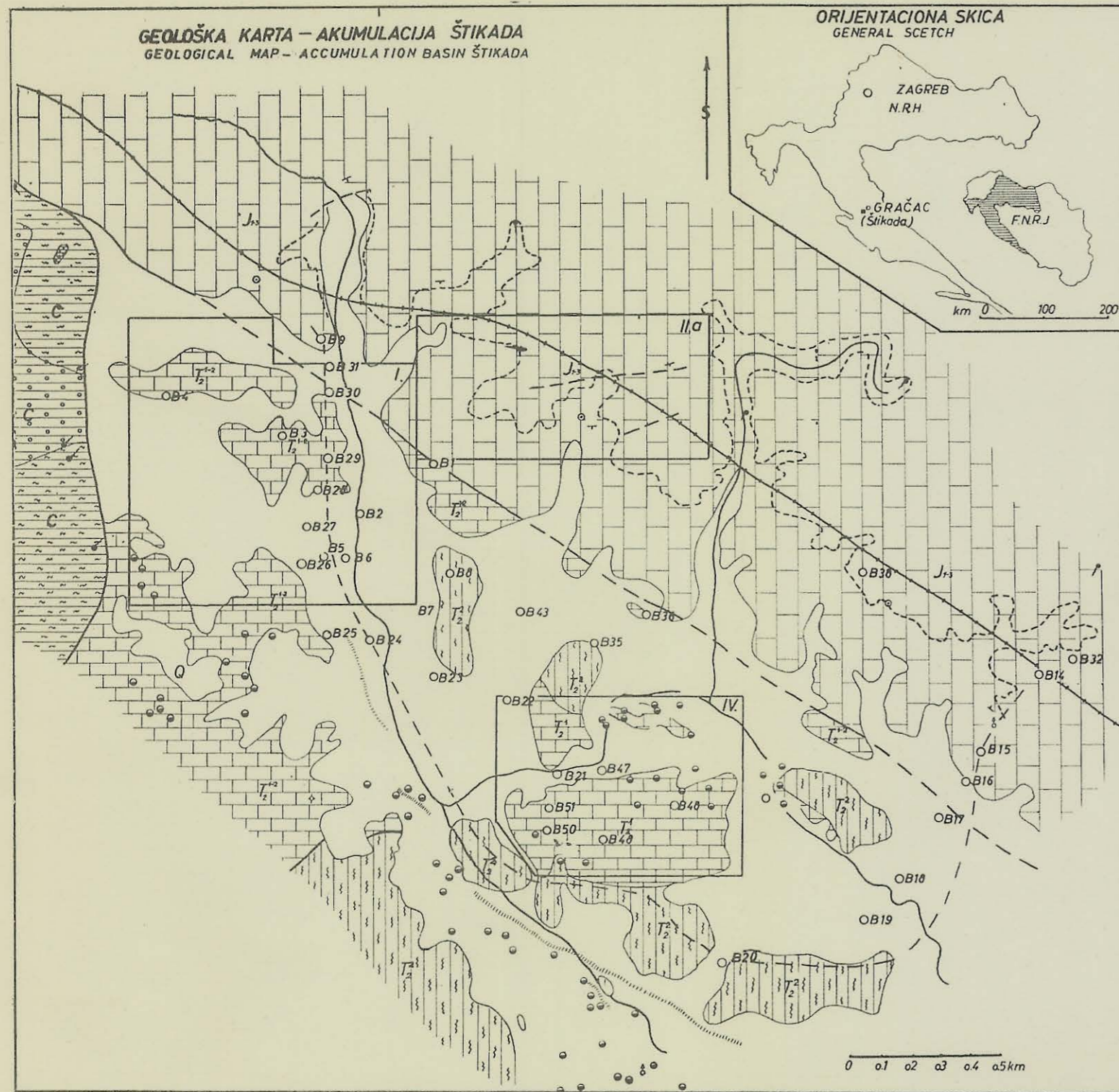
KOTE NIVOVA VODE ZA VII. MJ. 1962

ELEVATION OF GROUND WATER DURING JULY 1962

Tabela 2
Table

OZNAKA BUŠOTINE EXPLORATORY WELL MARKS	KOTA NIVOVA VODE ELEVATION OF GROUND WATER	OPASKA REMARKS
B1		
B2	555.19	
B3	556.27	
B4	557.22	
B5	557.36	
B6	557.32	
B7	560.26	
B8	557.79	





Prilog br. 2

KOTE POD VODE U BUŠOTINAMA

ELEVATIONS OF GROUND WATER IN THE WELLS

SRPA NJ - (JULY) 1962

OZNAKA BUŠOTINE EXPLORATORY WELL	KOTE POD VODE ELEVATIONS OF GROUND WATER	OPASKA REMARKS
B1	547.43	
B3	540.51	
B17	544.72	
B20	543.68	
B21	531.39	
B22	542.98	
B25	532.11	
B27	535.24	
B30	543.95	
B35	545.74	
B36	545.69	
B40	539.03	
B41	532.34	
B47	532.74	
B49	536.80	
B50	534.91	
B51	533.41	

PODACI IZ BUŠOTINA U TRIJASKIM KARBONATNIM STIJENAMA
THE DATA FROM THE EXPLORATORY WELLS IN THE TRIASSIC CARBONATE ROCKS

crtala V. KEJLA