

PETROGRAFSKE PROVINCIJE I
METALOGENIJA U PODRUČJU RAS TORONBI
U EGIPTU

S 4 table i geološkom kartom u prilogu

Južno od Qosseira u području Ras Toronbi na Crvenom moru nalazimo u obalnom pojasu sedimente tercijara, koji na zapadu leže transgresivno preko klastične i pelitošistozne, tufske i metamorfne serije »Zelenih stijena«, koje su dalje na zapadu sa crvenim i ružičastim granitom, na jugu i jugoistoku sa sivim granitnajsom (ortognajsom), grano- i kvarcdioritom te olivinskim gabrom u tektonskom kontaktu. Brojni efuzivni derivati oblika čajkova zamjećuju se u gore pomenutim stijenama na velike daljine. Između crvenih i ružičastih granita i zelenih stijena razvila se u vrlo uskom pojasu zamjetljiva skarnizacija, slabija ili jača biotitizacija i ekstenzivna epidotizacija, a između efuzivnih derivata i zelenih stijena alkalijska metasomatska »granitizacija« i njestimično intenzivna silifikacija. Starost svih pomenutih stijena, eruptivnih i sedimentnih, osim sedimentata tercijara, nije do sada jednoznačno utvrđena. U vezi sa problemom starosti sivih granitnajsja (ortognajsja), grano- i kvarcdiorita, gabra i njihovih efuzivnih derivata u ovome području Istočne Pustinje, autor pomišlja na korelaciju petrološku, petro- i metalogenetsku i temporalnu sa srodnim pojavama u »širem cirkummediteranskom pojasu«, sa sjeverne evropske i južne afričke strane Mediterana.

South of Qosseir, in the region of Ras Toronbi on the Red Sea, Tertiary sediments are to be found in the coastal belt, which to the westward lie transgressively over a clastic and pelitischistose, tuffaceous and metamorphic series of Green Rocks, which to the west are in tectonic contact with a red and rose-coloured granite, to the south and south-west with a grey granite (granite-gneiss), granodiorite and olivine gabbro. In the above-mentioned rocks numerous dykes of extrusive rocks are to be observed at great distances. Among the red and rose-coloured granites and Green Rocks there has developed within a very narrow belt a much apparent skarnization, biotitization and extensive epidotization, and among the extrusive derivats and Green Rocks a »metasomatic granitization«, sporadically also an intensive silicification. The age of all these rocks, both eruptive and sedimentary — with the exception of Tertiary sediments — has not been unequivocally established thus far. In connection with the problem of the age of the grey granite (granite-gneiss), granodiorite, gabbro and extrusive dykes in this area of the Eastern Dessert, the author suggests a petrologic, metallogenetic and age correlation with consanguineous occurrences in the »wider circum-Mediterranean belt« in the northern European and southern African parts of the Mediterranean.

UVOD

H. E. Hermann je 1925. godine publikovao rezultate proučavanja niza uzoraka granita, koje je sabrao G. Schweinfurt sjeverno od Qosseira, za svojih putovanja po Istočnoj Pustinji 1877., 1878. i 1885. godine. H. M. E. Schürmann je također objavio između 1937. i 1953., zatim 1956. godine niz studioznih radova sa područja sjeverno od Qosseira u Istočnoj Pustinji, sa Sinaja i područja bliže Mediteranu, u Egiptu. Iz područja južno od Qosseira ima danas značajnih radova egiptskih geologa, M. S. Amin-a, M. E. El Shazly-a, H. A. Sabeta, A. R. Gindy-a, M. Ibrahim-a K. Ibrahim-a i dr., u kojima se pored ostaloga obrađuju i problemi geološke hronologije sedimenata, magmatita i metalogenije, pri čemu je obuhvaćeno i područje Ras Toronbi. Napokon u posljednje vrijeme pokušavaju G. F. Brown & R. O. Jackson (1960) i P. Karhoff (1960) izvršiti i korelaciju geološke i petrografske građe sa obadje strane Crvenog mora, sa istočne u Saudijskoj Arabiji i zapadne u Egiptu, pri čemu je obuhvaćeno i područje Ras Toronbi.

Godine 1959 su geolozi jugoslavenskog poduzeća »Geoistraživanja« (Zagreb, Jugoslavija) vršili geološka, petrološka, geofizička i rudarska istraživanja u području Ras Toronbi, kojom prilikom je i potpisani sudjelovao pri terenskim istraživanjima (vidi geološku kartu sl. 1.), dok je sabrani petrografski materijal proučio i spremio za ovu publikaciju.

MAGMATSKÉ STIJENE

Intruzivne stijene. Crveni i ružičasti graniti su dominantni u zapadnom, a sivi graniti (ortognajsi), grano- i kvarcdioriti s jednom pojavom olivinskog gabra u južnom i jugoistočnom dijelu ispitivanog terena. Olivinski gabra nalazi se na jugu u Wadi el Magal. Granica između ovih magmatita i zelenih stijena je vrlo oštra (sl. 2.).

Sitnije zrnast crveni granit sastavljen je od ortoklasa i manje ili više mikrokлина, albita ($Ab_{*}An_{*}$), hornblende, biotita i kvarca, koji je kristalizirao posljednji. Akcesorni su titanit, cirkon i rutil. Struktura je zrnasta (sl. 3.). Analiza No I i vrijednosti CIPW odgovaraju dvofeldspatskom granitu eutektoidnog kemizma.¹

Krupnije zrnasti ružičasti pegmatoidni granit sastavljen je od ortoklasa, vrlo malo albita, pertitiziranog ortoklasa, hornblende ($c: Ng = 12-15^{\circ}; 2V_{*} = 73^{\circ}$), biotita i kvarca. Biotit je kloritiziran na rubovima. Akcesoran je rutil. Analiza No II i vrijednosti CIPW odgovaraju također granitu eutektoidnog kemizma.

¹ Analizirani uzorci su uzeti na mjestima: I, II, III, IV, V i Gb (vidi geol. kartu sl. 1.).

Između Wadi Ghalib i Wadi el Magal nalazi se u tektonskom kontaktu sa zelenim stijinama zrnasta stijena sive boje i masivne teksture. Na istočnoj strani je pokrivena transgresivnim sedimentima tercijsara. U mineralnom sastavu ima ortoklas ($2V_x = 86^\circ$), albiklas sa (18% An), hornblendu ($c:Ng = 18^\circ$), biotit i kvarc, koji je i mikrografski prorastao s ortoklasom. Akcesorni su magnetit, titanit i apatit. Struktura je tipska zrnasta. Analiza No III i CIPW vrijednosti odgovaraju biotit-hornblende granitu.

Južnije na prelazu iz Wadi Ghalib u Wadi el Magal nalazimo ispod recentnih nanosa stijenu šistoznu poput gnajsa. Ona je sastavljena od ortoklasa, plagioklasa (do 22% An), biotita i kvarca. Među feldspatima ima i mirmekita. Akcesorni su titanit i koje zrno magnetita. U plagioklasu ima i malo cojsita. Kvarc potamnjuje jako undulozno. Struktura je škrljasta. Analiza No IV, struktura i tekstura te mineralni sastav odgovaraju ortognajsu (granititu, granitgnajsu).

U najjužnijem dijelu terena nalazimo sa obadvije strane Wadi el Magal zrnastu stijenu sivkaste boje. Ona je sastavljena od pertitizirani ortoklasa, mjestimično zonarnog plagioklasa (jezgra do 26% a rub do 12% An), hornblende ($c:Ng = 18-20^\circ$; $2V_x = 80^\circ$), biotita i kvarca. Akcesorni su apatit, magnetit, titanit. Struktura je hipautomorfna, mjestimično granularna i kataklazirana. Analiza No V, CIPW i modalna količina kvarca, koja je manja od granita, odgovaraju hornblende granodioritu, odnosno kvarcdioritu.

U ovoj stijeni nedaleko od napuštene, razrušene rudničke kolonije Magal um Rus, nalazi se dajk amfibolskog andezita (hornblende labrador porfirit) sa velikim fenokristalima labradora.

Zapadno, podalje od napuštene rudničke kolonije, u Wadi el Magal ističe se iz recentnih nanosa stožasta masa gotovo crnog svježeg olivinskog gabra. Ima u mineralnom sastavu plagioklas (do 80% An i $2V = 78^\circ$), olivin sa 15–18% Fa, dialag ($c:Ng = 43^\circ$) i magnetit. Struktura je gabroidna. Analiza Gb, struktura, CIWP odgovaraju hiperitu, olivinskom gabru.

Zbog poređenja ovih intruzivnih stijena područja Ras Toronbi sa intruzivnim stijinama iz drugih područja u Egiptu, istražen je jedan uzorak granita iz Assuana na Nilu,² a zatim smo uzeli niz kemijskih analiza intruzivnih stijena iz Istočne Pustinje, iz radova H. M. E. Schürmanna, koje su u dijagramima 5 i 6. označene brojevima VI, VII, VIII, IX, X, XI i XII.

U granitu od Assuana nalazimo ortoklas Or_{70}, Ab_{20}, An_9 (preračunat iz analize izolovanog individua ortoklasa), mikroklin ($2V_x = 72^\circ$ hornblendu ($c:Ng = 22^\circ$; $2V_x = 76^\circ$ pleohroizam: X = sivozelenkat, Y = smeđast, Z = slabo plavkast-zelenkast), biotit i kvarc. Akcesorni su apatit, titanit, magnetit. Struktura je porfiroi-

² Uzorak ovoga porfiroidnog granita donio je iz područja vodojaže kod Assuana na Nilu ing. Boris Pavlin, pa mu i ovdje zahvaljujem. Ovaj granit liči onome od koga su monolitni stubovi u peristilu Dioklecijanove palače u Splitu, u Dalmaciji (Jugoslavija).

dna. Analiza: Assuan. (A) Pripada također dvofeldspatskom granitu eutektoidnog kemizma.

Kemizam, CIPW i norm plutonita
(Chemical composition, CIPW and Norms of plutonic rocks)

Analistik (Analyst) L. Marić	I	II	III	IV	V	Gb	Assuan (A)
SiO ₂	72,32	75,59	62,32	71,13	67,38	47,80	70,59
TiO ₂	0,07	0,26	0,72	0,29	0,12	0,35	0,38
Al ₂ O ₃	13,74	12,77	18,54	16,86	14,09	17,30	14,16
Fe ₂ O ₃	1,77	0,63	2,02	0,56	2,45	2,32	1,25
FeO	0,31	0,68	3,13	1,47	3,06	5,73	1,93
MnO	0,11	0,02	0,06	0,16	tr	0,08	0,02
MgO	0,74	0,66	0,91	1,01	1,51	10,02	0,61
CaO	0,25	0,09	1,99	2,24	3,86	13,60	1,69
Na ₂ O	2,95	2,71	4,73	2,49	4,25	2,05	3,72
K ₂ O	6,51	6,31	4,97	3,01	2,35	0,20	4,95
P ₂ O ₅	tr	—	0,09	tr	0,09	—	0,33
H ₂ O ^{-110° C}	0,27	0,07	0,09	—	0,23	—	0,35
H ₂ O ^{+110° C}	0,78	0,31	0,22	0,41	0,92	0,79	0,52
	99,82	100,10	99,79	99,63	100,31	100,23	100,50
CIPW	I 4 1 3	I 4 1 3	I 5 2 3	I 3 2 3	II 4 2 4	III 5 4 5	I 4 2 3
	Norm — Norms						
Q	28,56	34,20	9,36	37,98	23,34	—	25,62
C	1,33	1,33	2,14	5,61	—	—	0,71
or	38,39	37,25	29,47	17,79	13,90	1,11	28,91
ab	25,15	23,06	39,82	20,96	35,63	17,29	31,44
an	1,11	0,56	8,62	10,84	12,51	37,53	5,28
wo	—	—	—	—	2,43	—	—
en	1,80	1,70	2,20	2,50	3,70	—	1,80
hy	—	—	—	—	—	11,30	0,98
di	—	—	—	—	—	27,18	—
fs	—	0,26	2,77	2,14	3,58	—	1,98
ol	—	—	—	—	—	7,53	—
mt	0,70	0,92	3,02	0,93	3,48	1,99	—
hm	1,28	—	—	—	—	—	1,86
il	0,15	0,61	1,52	0,61	0,15	0,63	0,77
ap	—	—	0,34	—	0,33	—	0,62

Normativni kvarc, ortoklas, albit + anortit (preračunato na 100%)
[Normative Quartz, Orthoclase, Albite + Anorthite (Recomp. to 100%)]

Q	34,3	40,4	10,7	43,4	27,4	—	28,0
Or	31,7	35,1	33,8	20,3	16,3	1,9	31,7
Ab+An	31,7	24,5	55,5	36,3	56,3	98,1	40,3

Normativni ortoklas, albit, anortit (preračunato na 100%)
[Normative Orthoclase, Albite, Anorthite (Recomp. to 10%)]

Or	58,6	60,8	37,7	35,8	22,0	2,0	44,0
Ab	39,1	38,1	50,8	42,8	57,1	30,8	47,8
An	2,3	1,1	11,5	21,4	20,9	67,2	8,2

Crveni i ružičasti graniti zapadno od pojasa zelenih stijena u području Ras Toronbi, kao i granit iz Assuana, zatim neki graniti sjeverno u Istočnoj Pustinji tvore petrološku cjelinu. Oni pripadaju skupini B-subsolvus granita s K-feldspatom, u kome ima normativnog albita $>15\%$ (Tuttle & Bowen 1958).

Od ovih granita odvajaju se u području Ras Toronbi sivi granit, granitgnajs (ortognajs), grano- i kvarcdiorit te olivinski gabro, koji tvore odvojenu petrološku cjelinu, kontinuiran niz kristalizacijskih diferencijata, sa olivinskim gabrom kao najbazičnijim, južno i jugoistočno od pojasa zelenih stijena.

Ekstruzivne stijene. Oštro oivičeni dajkovi bazaltoidnih andezita (andezito-dacita i trahidacita) rio- ili hialodacita i bostonita ističu se jasno bojom i habitom iz magmatskih i zelenih stijena gotovo u cijelom području Ras Toronbi. Protezanje dajkova je paralelno sa protezanjem serije zelenih stijena. Na sjeveru u Wadi um Lassaf ističe se u konglomeratu svjetlo-crvenkasti dajk bostonita.

U granodioritu Wadi el Magal, nedaleko od napuštene, razrušene rudničke kolonije Magal um Rus, nalazi se dajk labrador andezita sa fenokristalima labradora veličine $5 \times 3 \times 2$ cm. Labrador ima sastav $An_{2,1} Ab_{3,3} Or_{4,6}$ (preračunat iz analize izolovanog individua u stijeni). Pored labradora je augit i hornblenda ($c:Ng = 18^\circ$) kao fenokristali. Osnova je mikroznasta od feldspata, klinopiroksena, magnetita i mjestimično epidota. Analiza No. 1. Kemizam gabroidni. Klasifikujemo ga kao bazaltoidni andezit (srodan K-bogatijem devonitu). U njemu je razvijeno paralelopipedsko lučenje, čija Q-ravan pada u smjer protezanja dajkova u pojasu zelenih stijena.

U Wadi um Gerifat otkriven je kontakt crvenog granita i moćnog dajka bazaltoidne stijene, koja sadrži oštre anklave toga granita (sl. 4.). U mineralnom sastavu ima mutan plagioklas, zatim augit ($c:Ng = 44^\circ$), hloritiziranu hornblendu i magnetit. Epidot je čest sastojak. Struktura je intersertalna negdje od lineirano položenog feldspata i fluidalna. Analiza No 2. Bazaltoidan andezit.

Zapadno u Wadi um Gerifat na prelazu prema granitu nalazi se u seriji zelenih stijena jedan dajk stijene sivo-smeđe boje. Sastavljena je od crvenkastog feldspata iz reda labradora, stubaste oksihornblende ($c:Ng = 10^\circ$; $2V_x = 78^\circ$), koja je kloritizirana i ima mnogo magnetita. Struktura je intersertalna. Analiza No 3. Andezit-bazalt, bliz odinitu kao diferencijatu gabroidno-teralitne magme.

Sjeverno od glavnog kraka Wadi um Gerifat dižu se brežuljci sa kotama 293 i 303 m. Izgrađeni su od gotovo crnih i zrnastih i afanit-skih stijena. U mineralnom sastavu imaju labrador-bitovnit (od 58—75% An), hornblendu ($c:Ng = 18^\circ$), diopsid ($c:Ng = 41^\circ$) i titanomagnetit. Struktura je ofitska i zrnasta (gabroidna). Analiza No 4. Andezit-bazalt s oskudnim kvarcom u osnovi. Kemizam gabroidni-kvarcdioritski.

Na zapadnoj strani Wadi um Qeradiyat ima u seriji zelenih stijena tanjih dajkova, čiji je smjer protezanja gotovo sjever-jug i položaj blizo vertikaln. Tako primjerice dajk porfirske strukture žut-

kaste boje uz rub Wadija ima feldspat i hornblendu dužine i do 4 cm. Feldspat je visoko temperaturni sanidin ($2V_x = \sim 30-40^\circ$), zatim oligoklas (do 20% An) i normalna bazaltna hornblenda ($c:Ng = 19^\circ$; $2V_x = 88^\circ$; pleohroizam: X = smeđastožut, Y = svjetložut; Z = svjetlije smeđast). Ima i jako resorbovanog kvarca. U osnovi se nalazi štapičast oligoklas, sitnozrnast kvarc i magnetit. Struktura je tipska porfiriska. Analiza No. 5 Riodacit (srodan santorinitu).

Na prelazu iz dajkova u seriju zelenih stijena ima na mnogo mjesta aktinolitnog epidotskog amfibolita i tankih žica epidozita.

U Wadi um Lassaf u moćnoj seriji konglomerata ističe se dajk ciglaste, svjetlije ružičaste boje s ostrim kontaktima prema konglomeratu. Sastavljen je od crvenkastog feldspata (boja od hematita), čiji je indeks loma manji od indeksa kanadskog balzama, dakle sanidin (kiseli plagioklas (?); zatim jako resorbovan biotit s magnetitom na rubovima i mikrokristalast kvarc. Prema konglomeratu na neposrednom kontaktu ima i epidota. Struktura je mikroporfiriska i fluidalna. Analiza No 6. Bostonit.

Kemizam, CIPW i Norm vulkanita

(Chemical composition, CIPW and Norms of volcanic rocks)

Analitik (Analyst) L. Marić	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	49,73	48,38	46,73	57,77	68,67	70,76
TiO ₂	2,26	1,16	1,18	0,37	0,32	0,32
Al ₂ O ₃	19,30	18,53	20,38	17,10	16,22	12,65
Fe ₂ O ₃	3,12	5,80	2,87	2,53	0,91	3,99
FeO	5,89	5,10	8,10	4,47	1,71	0,35
MnO	0,13	0,42	0,07	0,09	0,04	0,08
MgO	3,01	4,21	4,82	5,27	1,28	0,35
CaO	7,43	5,93	7,16	9,27	2,29	1,44
Na ₂ O	4,46	3,76	3,78	2,04	4,94	4,08
K ₂ O	1,98	2,23	1,99	0,47	2,25	5,07
P ₂ O ₅	0,26	0,47	0,36	tr	tr	tr
H ₂ O ^{+110° C}	0,31	0,54	0,34	0,21	0,21	0,29
H ₂ O ^{-110° C}	1,74	0,26	0,57	0,36	1,12	0,89
CO ₂	0,28	2,96	1,83	—	0,06	—
	99,90	99,75	100,38	99,95	100,02	100,27
CIPW	II 534	II 424	II 534	II 444	I 424	I 413
	Norm — Norms					
Q	—	—	—	15,96	24,18	25,14
C	—	—	3,98	—	1,73	—
or	11,12	12,80	11,68	2,78	12,79	30,02
ab	37,21	31,97	31,96	17,29	41,92	34,58
an	27,25	26,96	24,40	36,14	10,84	1,39
wo	—	0,23	—	4,06	—	1,39
en	0,40	7,38	1,10	13,10	3,20	—
hy	3,30	—	—	5,55	1,85	—
di	—	—	—	—	—	1,73
ol	3,50	4,46	10,66	—	—	—
fs	—	—	6,73	—	—	—

mt	—	8,35	4,18	—	—	0,46
hm	3,04	—	—	2,56	0,96	3,68
il	6,08	2,28	2,27	0,76	0,61	0,60
ap	0,62	0,67	0,65	—	—	—
cc	0,60	1,24	4,10	—	0,20	—

Normativni ortoklas, albit, anortit (preračunato na 100%)
 [Normative Orthoclas, Albite, Anorthite (Recomp. to 100%)].

Or	14,5	17,6	17,8	5,0	19,4	45,0
Ab	48,2	45,2	49,1	30,5	64,0	51,5
An	37,3	36,2	31,1	63,5	15,6	3,5

Normativni kvarc, ortoklas, albit + anortit (preračunato na 100%)
 [Normative Quartz, Orthoclase, Albite + Anorthite (Recomp. to 100%)].

Q	—	—	—	22,1	27,5	27,5
Or	14,7	18,0	17,2	3,9	14,0	33,1
Ab+An	85,3	82,0	82,8	74,0	58,5	39,4

Prema ovim podacima dakle, dajkovi bazaltoidnih melaandezita, zatim andezito-dacita i riodacita, izuzev bostonit No 6, tvore sa sivim granitnajsom (ortognajsom), grano- i kvarcdioritom područja Ras Toronbi, kao diferencijati jedne gabroidne magme, odvojenu petrološku cjelinu.

MAGMATSKIE STIJENE DVIJU PETROGRAFSKIH PROVINCIJA

Upoređujući magmatite u području Ras Toronbi među sobom, i s granitom od Assuana, te izvjesnim brojem magmatita iz drugih krajeva Istočne Pustinja, dolazimo do zaključka, da one u ovome području tvore dvije petrografske provincije, odijeljene pojasom zelenih stijena.

U trokutnom konturnom dijagramu Q:Ab+An:Or (sl. 5) nalazi se dio analiziranih intruzivnih stijena oko najužeg »eutektoidnog granitskog polja«, tj. u području granitske provincije, sa normalnim i dvofeldspatskim magmatskim granitima. Od efuzivnih derivata je samo bostonit (No 6) u tome području. Ovi graniti su magmatski graniti, jer je među njima i zelenim stijenama razvijen, iako slab, kontaktni metamorfizam. Osim toga oni imaju pertitski ortoklas, razna sraštanja plagioklasa, idiomorfne akcesorne minerale i suvišak SiO₂ kao kvarc.

Karakteristična je ovdje »granitizirana« subgrauvaka (Cg) u južnom dijelu područja Ras Toronbi (Marić, 1960), čija figurativna tačka leži u prelaznom području, izvan užeg eutektoidnog granitskog polja.

U trokutnom konturnom dijagramu. Or:Ab:An (sl. 6.) izdvajaju se još izrazitije područja pomenutih dviju petrografskih provincija. Stijene granitske provincije imaju naglašen kiseli alkalij-

ski karakter, a stijene grano- i kvarcdioritske provincije bazični dioritsko-gabroidni karakter.

Petrokemijski i petrogenetski možemo dakle magmatske stijene u području Ras Toronbi smatrati kristalizacijskim diferencijatima u dvije petrografske provincije, odijeljene moćnom serijom zelenih stijena.

SERIJA ZELENIH STIJENA

Seriya zelenih stijena je izgrađena pretežno od sedimenata izrazito klastičnog karaktera. I u njima se nalaze dajkovi svježih, habitom mlađih (!) ekstruzivnih stijena, u kojima je pored svježine mineralnih sastojaka očuvano i svježe paralelopipedsko i kuglasto lučenje.

U profilima okomito na njihovo protezanje, koje je u glavnom N—S i NNO—SSW, motrimo duž Wadija smjenjivanje slojeva konglomerata, subgrauvaknih pješčara, kvarcita i pelita siltkvarca bojenih Fe-hidrolizatima, zatim proslojke psamitskih tufova, sericitskih kvarcnih i hematitskih kvarcnih škrljaca sa padovima vrlo strmo prema zapadu, sjeverozapadu ili jugu, jugoistoku.

U Wadi um Qeradiyat nalazimo smeđi psamitski tuf, sa korodiranim kvarcom, sericitiziranim feldspatom, liskunom, fragmentima neke ekstruzivne stijene sa fluidalnom strukturom u matriksu od sericita, glinovite i limonitske supstance (sl. 7.).

U južnom području nalazi se dobro cementovan konglomerat sa valuticama manjim od pesnice. U valuticama nalaze se sočivasto razvučena i angularna zrna kvarca u matriksu od siltkvarca bojenog limonitskom i grafitoidnom supstancom, koje ovijaju kvarcna sočiva i frangmente (sl. 8).

Subgrauvake su mjestimično na kontaktu s magmatitima dijelom metasomatski metamorfozirane »granitizirane«, a kvarcni vapnenci pješčari i peliti epidotizirani. Na kontaktima s vapnenim pelitima ima skarna s granatom, epidotom i magnetitom.

Sericitni kvarcit nalikuje na hidrotermalno izmijenjeni submariński vulkanski tuf.

STAROST SEDIMENTNIH I MAGMATSKIH STIJENA

Starost sedimenata u seriji zelenih stijena Ras Toronbi nije utvrđena, jer u njima nisu nađeni paleontološki dokumenti. Sigurno je međutim, da su one starije od magmatskih stijena, koje ih probijaju, i sadrže njihove odlomke kao anklave.

Starost magmatskih stijena nije također sigurno dokazana, premda H. M. E. Schürman (1956), oslanjajući se na podatke Robinsa, navodi, da je crveni granit prekambrijski najmlađi — Gattarian granit, a t. z. »Gneissose Granite« i sivi granit, da su sta-

riji — Shaitian graniti. I diorite dijeli također na starije i mlađe, a gnajnsnu teksturu pripisuje djelovanju kasnijih geotektonskih pokreta.

Starost dakle i sedimentnih i magmatskih stijena u ovom području ostaje i dalje otvoren problem.

PETRO- I METALOGENA ANALOGIJA U ŠIREM CIRKUMMEDITERANSKOM POJASU

Petrološkim istraživanjem magmatita došli smo do zaključka, da su se u Istočnoj Pustinji, u području Ras Toronbi, razvile dvije magmatske skupine stijena, kao petrografske provincije, granitska i granodioritska-kvarcdioritska. Granodioritska-kvarcdioritska provincija je predstavljena nizom genetski, petrokemijski i prostorno povezanih diferencijata. Ove su stijene u obalnom pojasu Crvenog mora pokrivene starijim i mlađim sedimentima, što otežava pogled u njihov odnos i raspored.

Stijenama grano- i kvarcdioritske skupine treba obratiti pažnju, jer bi Pb—Zn paragneza ovoga područja mogla biti s njima u genetskoj vezi. Tako na pr. Pb—Zn rudna pojava »Om Gheig« nedaleko od Ras Toronbi. Međutim takvih Pb—Zn rudnih pojava ima na više mjesta u sjever-sjeverozapadnom pravcu preko Qosseira u Istočnoj Pustinji.

Ova petro-metalogena asocijacija je slična onoj u širem cirkummediteranskom pojasu na sjevernoj strani Mediterana, gdje se magmatsko-metalogeni ciklus razvijao za vrijeme geotektonskih pokreta u paleomezozoiku i konačno kao sinkinematski plutonizam i subsekveritni vulkanizam, praćeni analognom Pb—Zn i drugom metalogenijom. Što više, ovdje se nalazi i srodan bazaltni i bazaltno-andezitski vulkanizam, koji bi bio analog mlađem i najmlađem finalnom vulkanizmu šireg cirkummediteranskog pojasa.

S tim u vezi nameće se misao, nisu li se i u ovom južnom širem cirkummediteranskom pojasu, neposredno oko »Grabena« Crvenog mora, izvršili temporalno magmatsko-metalogeni procesi analogni onima u sjevernom širem cirkummediteranskom pojasu?

Treba s tim u vezi obratiti pažnju navodima A. R. Gindy-a o tektonskim strukturnim deformacijama u oblasti Crvenog mora krajem mezozoika (u kasnoj kredi). Takve geotektonske deformacije mogle su biti praćene magmama grano- i kvarcdioritskog tipa, i mineralnim solucijama, iz kojih su se razvile pomenute Pb—Zn parageneze.

Pri magmatskim pokretima mogla je nastati i »sistozna rubna facija« granita i kvarcdiorita pri utiskivanju u seriju zelenih stijena, kao u njihov okvir, na pr. sistozan ortognajs No IV u južnom području Ras Toronbi.

Pb—Zn rudnu pojavu »Om Gheig« spominje A. R. G i n d y koja se nalazi nedaleko od Ras Toronbi. Da li je ova rudna pojava teletermalna, vezana za jedan stariji ili mlađi magmatski pokret, ili se nalazi na sekundarnom mjestu, nije do sada jednoznačno utvrđeno, jer ni petrološka problematika nije u ovom području u dovoljnoj mjeri proučena.

O bazaltnom vulkanizmu južno od Qosseira pišu M. M. I b r a h i m & I b r a h i m K a m e l (1957), napominjući, da petrografski karakter ovih magmatskih stijena i u tome području nije još dovoljno poznat i proučen. Dakako, bez toga nije moguće jednoznačno rješenje Zn—Pb mineralizacije u tome području Istočne Pustinje.

Naša petrološka istraživanja donosimo u nastojanju, da posluže kao jedan daljnji prilog pri rješavanju pomenutih magmatsko-metalogenih problema u tome dijelu Egipta.

KORELACIJA PETROGRAFSKE GRAĐE SA ISTOČNE I ZAPADNE STRANE CRVENOG MORA, U SAUDI ARABIJI I EGIPTU

Glen F. B r o w n & R o y O. J a c k s o n (1960, pa R. K a r p o f f (1960), su izradili petrografske korelacijske sheme sa obadviije strane »Grabena Crvenog mora« za Saudi Arabiju i Egiptat.

Značajna je naročito korelacijska shema Brown-a i Jackson-a na osnovi apsolutne starosti (metoda izotopa), prema kojoj se u Saudi Arabiji nalazi postkambrijske (?) riolite, porfiroidne granite i metalogenu epohu, a u Egiptu, prema S c h ü r m a n n-u, A m i n-u i E l S h a z l y-u mlađe postgranitske dajkove. Ovi podaci su značajni zato, što se pominju postkambrijski (?) magmatiti i metalogena epoha u Saudi Arabiji, te mlađi postgranitski dajkovi u Egiptu, gdje bi se moglo također očekivati metalogena epoha, moguće upravo Zn—Pb mineralizacija »Om Gheig«, i druge, u južnom području Istočne Pustinje. Ovo rezonovanje treba međutim oslonu u sistematskom poznavanju i razlikovanju prekambrijskih i postkambrijskih magmatskih ciklusa prvenstveno u užoj oblasti »Grabena« Crvenog mora. A za to je još uvijek premalo petrogenih podataka i u Saudi Arabiji i u Egiptu.

Prema gore pomenutoj petrografskoj korelacijskoj shemi mlađoj Wadi Fatima seriji sedimenata (»Antécambrien supérieur«) u Saudi Arabiji odgovarala bi Hammamat serija u Egiptu, koja je izgrađena od konglomerata, arkoza, subgrauvaka, škriljaca i raznih lava i tufova neutralnih i kiselih magmi.

S tim u vezi, naša istraživanja serije zelenih stijena u području Ras Toronbi, južno od Qosseira, pokazala su identičnu petrografsku građu i s Hammamat i s Wadi Fatima serijom sedimenata.

Međutim za jednoznačnu korelaciju potrebno je još i petrokemij-
skih i geokemij-
skih i mineralno-facijelnih padataka o sedimentnim
magmatskim i metamorfnim stijenama i rudnim paragenezama i u
Egipatu i u Saudi Arabiji. Pored ostaloga to proizlazi i iz oprezno
sastavljenih gore pomenutih komparativnih tabela R. Karpoffa
i Browna & Jacksona.

Pa ipak, na osnovi dosadašnjih studioznih radova egipatskih pe-
trolloga i geologa, zatim H. M. E. Schürmanna i njegovih sara-
dnika, te konačno naših istraživanja, može se nazirati i u južnom
širem cirkummediteranskom pojasu analogna petro- i metalogena
povezanost, kao u sjevernom širem cirkummediteranskom poja-
su na evropskom kontinentu, gdje su Zn-Pb rudne pojave vezane
za granit i kvarcdioritske plutonske, subvulkanske i vulkanske po-
krete, češće mladog-tercijarnog, a rjeđe starijeg-paleo-mezozojskog
magmatizma.

*Zavod za mineralogiju, petrologiju i rudišta
Tehnološkog fakulteta i »Geoistraživanja«,
Zagreb.*

Primijeno 30. 5. 1962.

LITERATURA — BIBLIOGRAPHY

- Brown, G. F. and Jackson, R. O., 1960: The Arabian Shield. Report of the
Twenty-First Session Norden. International Geological Congress.
- Hermann, H. E., 1925: Über die Eruptivgesteine der Arabischen Wüste.
Neues Jahrb. Min., Geol., Pal., LI B. Bd.
- Ibrahim, M. M. and Ibrahim Kamel, 1957. The tertiary volcanism
in northern Egypt. The Bulletin of the Faculty of Engineering, Cairo
University.
- Karpoff, R., 1960. L'Antécambrien de la Peninsule Arabique. Report of the
Twenty-First Session Norden. International Geological Congress.
- Marić, L., 1960. Über die Alkalimetasomatose in den Grauwacken südlich
von Qosseir am Roten Meer (Ägypten). Neues Jahrb. Miner. Mh. 11/12.
- Schürmann, H. E., 1937., 1938., 1954., 1956. Massengesteine aus Ägypten.
Neues Jahrb. Miner., Geol., Pal. B. Bd. 72., 74., 86., 89.
- Tuttle, O. F. and Bowen, N. L.: Origin of granite in the light of experi-
mental studies in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-KAlSi}_3\text{O}_8\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$. The Geological
Society of America, Memoir 74. 1958.

L. MARIC

PETROGRAPHIC PROVINCES AND METALLOGENY IN THE REGION OF RAS TORONBI IN EGYPT

INTRODUCTION

H. E. Hermann, in 1925, published the results of investigations of a series of granite specimens, which were collected by G. Schweinfurt north of Qosseir during his travels across the Eastern Desert variously in 1877, 1878 and 1885. Also H. M. Schürmann published between 1937 and 1953, then again in 1956, a series of exhaustive explorations executed in the region north of Qosseir in the Eastern Desert, in Sinai and in the region closer to the Mediterranean in Egypt. The region south of Qosseir is covered to-day by series of conspicuous works by Egyptian geologists — M. S. Amin, M. E. El Shazly, H. A. Sabet, A. R. Gindy, M. Ibrahim & K. Ibrahim, which papers deal among other subjects with problems of the geologic chronology of sedimentite, magmatite and metallogeny, wherein also the region of Ras Toronbi is included. Lately, G. F. Brown & R. O. Jackson (1960) and P. Karpoff (1960) have endeavoured to effect also a correlation of the geologic and petrographic material on both sides of the Red Sea, wherein also the region of Ras Toronbi is embraced.

In 1959, geologists of the Yugoslav enterprise »Geoistraživanja« (Zagreb, Yugoslavia) performed geologic, petrologic, geophysical and mining explorations in the region of Ras Toronbi. On this occasion also the author of this paper participated in field explorations (see geologic map in Fig. 1) the collected petrographic material having been studied and prepared by him for this publication.

MAGMATIC ROCKS

Intrusive rocks. Red and rose-coloured granites are predominant in the western, grey granites (granite-gneiss) granodiorite with an occurrence of olivine gabbro in the southern and south-eastern parts of the region explored. Olivine gabbro is to be found in the south at Wadi el Magal. The border between these magmatites and Green Rocks is sharp (fig. 2). Analysis No I., II and III correspond to two-feldspar hornblende biotite granites of eutectoid chemism. (fid. 3); No IV to feldspar biotite gneiss, and No V to hornblende granodiorite.¹

To the westward, farther away from the abandoned mining colony of Wadi el Magal, there is conspicuous among the recent alluvia a conical mass of an almost black and fresh olivine gabbro. A Gb-analysis corresponds to hyperite or olivine gabbro respectively.

For the purpose of a comparison of these intrusives of the region of Ras Toronbi with intrusive rocks from other regions in Egypt a specimen of granite from Assouan on the Nile was examined.² Analysis: Assouan (A). It also belong to two-feldspar hornblende biotite granite of eutectoid chemism.

For comparison a number of chemical analysis were made of the intrusive rocks of the Eastern Desert, from the works of H. M. E. Schürmann,

¹ The analysed specimens were collected at the following sites: I., II., III., IV., V and Gb-see geologic map in Fig. 1.

² The specimen of this porphyroid granite was brought from the region of the Dam at Assouan on the Nile by Ing. Boris Pavlin, for which I am thanking him in this place. This granite resembles that from which were made the monolithic pillars in the Perystile of Diocletian's Palace at Split, Dalmatian, Yugoslavia.

which in the diagrams 5 and 6 are marked with: VI., VII., VIII., IX., X., XI and XII.

The red and rose-coloured granites west of the belt of Green Rocks in the region of Ras Toronbi, as well as the granite at Assouan, furthermore some granites to the north in the Eastern Desert, form a petrologic unity, and belong to the group of B-subsolvus granites with K-feldspar, which contains > 15% of normative albite (Tuttle and Bowen, 1958).

From these granites are distinct in this region grey granites (granite-gneiss), granodiorite is well as olivine gabbro, which constitute a separate petrologic unity — a continuous series of differentiates with olivine gabbro as the most basic one.

Extrusive rocks. The sharply bordered dykes of basaltoid andesites (fig. 4) andesito-dacites, rhyo- or hyalodacites and bostonite distinguish themselves quite clearly by their colour and habit from the magmatic and Green Rocks almost throughout the region of Ras Toronbi. The extension of the dykes goes parallel with that of the series of Green Rocks. In the north, at Wadi um Lassaf, a bright-reddish dyke of bostonite is conspicuous in the conglomerate. Analyses Nos. 1., 2., 3., 4 and 5 correspond to basaltoid mela-andesite, andesito-dacite and rhyodacite (akin to santorinite). Analysis No. 6 corresponds to bostonite.

Which is to say that according to these data the dykes of basaltoid mela-andesite, andesito-dacite and rhyodacite, with the exception of bostonite, form with grey granite (granite-gneiss), granodiorite and olivine gabbro a separate petrologic unity as the differentiates of an initial gabbroid-magma.

MAGMATIC ROCKS OF TWO PETROGRAPHIC PROVINCES

By comparing the magmatites of this region among themselves, with the granite of Assouan, and with a certain number of granitoid rocks of the Eastern Desert, we are reaching the conclusion that in this region they make up two petrographic provinces that are separated by a belt of Green Rocks.

In the triangular diagram Q : Or : Ab + An (Fig. 5.) there is to be found a part of the analysed rocks around the narrowest «eutectoid granite field», with normal and two-feldspar magmatic granites. These are magmatic granites, for the reason that between them and the Green Rocks there is developed — although weakly — a contact metamorphism. Besides, they possess a perthitic orthoclase, various intergrowings of plagioclase, idiomorphic accessory minerals as well as a surplus of SiO₂ in the form of quartz.

In the triangular diagram Or : Ab : An (Fig. 6.) there are set apart even more conspicuously the region of the two mentioned petrographic provinces. The rocks of the granitic province are manifestly acid-alkaline in character, while the rocks of the grano- and quartz-dioritic province are of a more basic character.

SERIES OF GREEN ROCKS

The series of Green Rocks is predominantly clastic in character. Vertically to their extension, which is mainly N-S and NNO-SSW, one can observe along the Wadis a sequence of strata of conglomerate subgrauwaks, quartzites and pelites of silt-quartz and limestones dyed with Fe-hydroxides, furthermore interlayers of tuffs, sericite and hematite quartz-schists.

At Wadi um Qeradiyat one can find a brown psammitic tuff with corroded quartz, sericited feldspar, mica, fragments of some extrusive rock with a fluidal texture in a matrix of sericite, clayey and limonitic substance (Fig. 7.).

In the southern region one finds a well-cemented conglomerate with lenticularly-distended and angular grains of quartz in a matrix of silt-quartz. The limonitic and graphitic substances are enveloped in lentils and fragments of quartz (Fig. 8.).

In places the subgrauwaks are in contact with eruptive rocks partly »metasomatically granitized« (Marić, 1960), while the quartz-calcareous pelites are epidotitized. At contacts with the quartz-calcareous pelites there is skarn with garnate, epidote and magnetite.

AGE OF THE GREEN ROCKS AND MAGMATIC ROCKS

The age of the Green Rocks has not been established, for in them no palaeontologic data were found. It is certain, however, that they are older than the magmatic rocks by which they are pierced and whose fragments they contain as enclaves.

The age of both the sedimentary and magmatic rocks in this region remains an open question.

PETRO- AND METALLOGENIC ANALOGY IN THE WIDER CIRCUM-MEDITERRANEAN BELT

By dint of petrologic explorations of magmatic rocks we reached the conclusion that in the Eastern Desert — in the region of Ras Toronbi — there had developed two magmatic provinces. One should draw attention to the rocks of the grano-dioritic-gabbroic group, for the Pb-Zn metallogeny of this region might be in genetic connection with them, for example the Pb-Zn ore occurrence of »Om Gheig« near Ras Toronbi.

This petro-metallogenic association resembles that in the wider circum-Mediterranean belt on the north side of the Mediterranean, where the magmatic and metallogenic cycles had developed during geotectonic movements in the Palaeo-Mesozoic and Cenozoic as a synkinematic and subsequent magmatism, accompanied by an analogous Pb-Zn metallogeny.

Nor should we omit paying attention to A. R. Gindy's statements about the tectonic structural deformations in the region of the Red Sea at the end of the Mesozoic (Late Cretaceous). Such tectonic deformations could have been accompanied by magmas of the granodioritic-gabbroic type, as well as mineralisation, from which the mentioned Pb-Zn metallogeny could have developed(?).

The basaltic volcanism south of Qosseir is discussed by M. B. Ibrahim and Ibrahim Kamel (1957), stating that the petrographic character of the magmatic rocks of this region is not yet sufficiently well known. Our petrologic explorations are presented in an endeavour to serve as a further contribution to the solution of the mentioned magmatic and metallogenic problems in this part of the Eastern Desert in Egypt.

CORRELATION OF THE PETROGRAPHIC MATERIAL OF THE EASTERN AND WESTERN SIDES OF THE RED SEA IN SAUDI ARABIA AND EGYPT

Glen F. Brown & Roy O. Jackson (1960) and B. Karpoff (1960) have elaborated petrographic correlation tables for both sides of the »Graben« of the Red Sea for Saudi Arabia and Egypt.

The correlation tables by Brown and Jackson worked out on the basis of Absolute Age (method of isotopes) is especially conspicuous as according to it post-Cambrian (?) rhyolites, prophyroid granites and a metallogenic epoch in Saudi Arabia, and according Schürmann, Amin and El Shazly younger post-granitic dykes are to be found in Egypt too.

These data are significant as they suggest that in view of the younger post-granitic dykes a metallogenic epoch of Pb-Zn mineralization in Southern Egypt, i. e. in the Eastern Desert, may be expected too.

Such supposition, however, should be supported by a systematic knowledge of the pre-Cambrian as well as post-Cambrian magmatic cycles, before all in the narrower district of the »Graben« of the Red Sea.

For such hypothesis, however, the petrogenic data on both Saudi Arabia and Egypt are scanty.

Thanks to the studies of Egyptian petrologists as well as to Schürmann's and our own explorations, a comparison between this, i. e. southern and wider circum-Mediterranean belt and the northern one of the European continent, within analogous petrogenic and metallogenic relations, may be possible (?). This because in that northern circum-Mediterranean belt the Pb-Zn mineralization is geneticaly linked with the granodioritic as well as quartzdioritic magmatism, more frequently of a younger, Tertiary, than an older, Pre-Tertiary age.

*Institute of Mineralogy, Petrology and
Ore Deposits, Technological Faculty, and
»Geoistraživanja«, Zagreb.*

Received 30th May 1962.

TABLA I — PLATE`I

Sl. 2. Wadi um Areik
Crno — Zelene stijene
Sivo — Crveni i ružičasti granit

Fig. 2. Wadi um Areik
Black — Green Rocks
Gray — Red and rose coloured granite

Sl. 4. Wadi um Gerifat
Dajk andezit-bazalta u kontaktu s granitom
Fig. 4. Andesite-basalte dyke at the contact with the granite

Marić: Petrografske provincije i metalogenija u području Ras Toronbi u Egiptu.

TABLA I - PLATE I



2



4

TABLA II — PLATE II

Sl. 3. Hipidiomorfna struktura crvenog granita. Nikoli +. 16×.
Fig. 3. Hypidiomorphic texture of the red granite. Nicol +. 16×.



TABLA III — PLATE III

Sl. 5. Raspored norm-vrijednosti $Q - Ab + An - Or$ analiziranih stijena područja Ras Toronbi.

Fig. 5. Distribution of the normative $Q - Ab + An - Or$ of analysed rocks at region of Ras Toronbi.

Sl. 6. Raspored norm-vrijednosti $Or - Ab - An$ analiziranih stijena područja Ras Toronbi.

Fig. 6. Distribution of the normative $Or - Ab - An$ of the analysed rocks at region of Ras Toronbi.

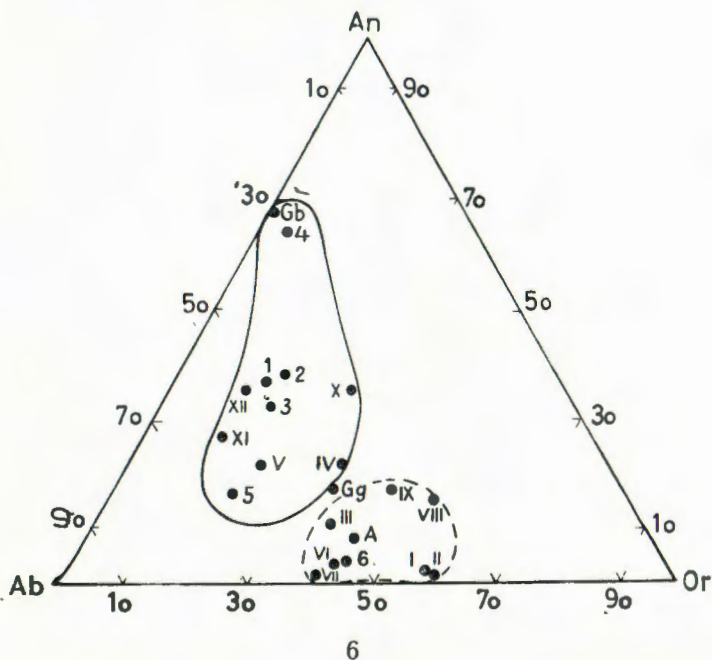
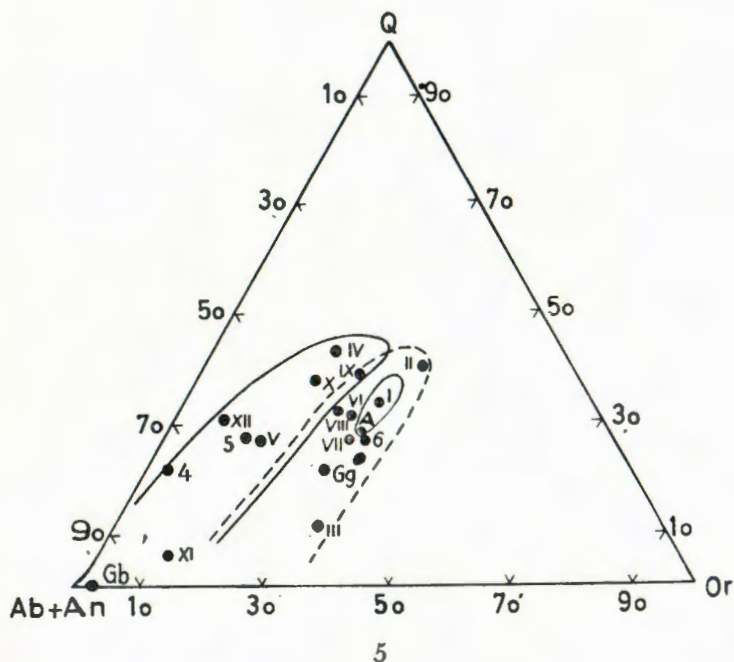


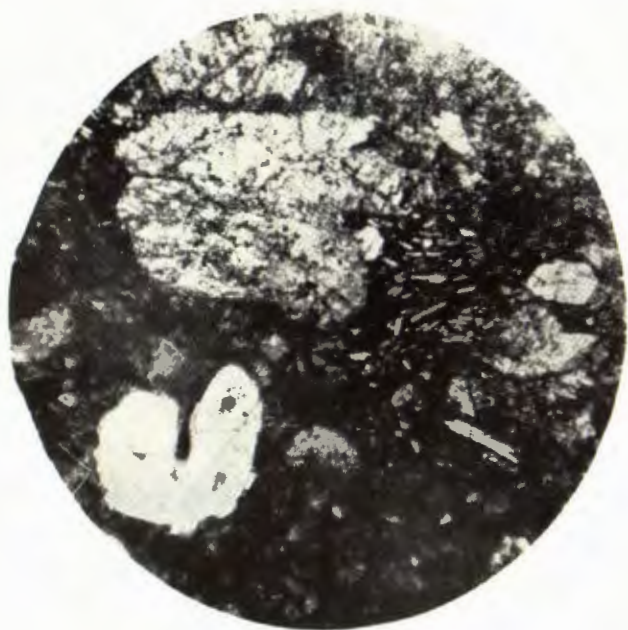
TABLA IV — PLATE IV

Sl. 7. Psamitski tuf iz serije Zelenih stijena. Nikoli +. 42×.

Fig. 7. Psamitic tuff from the serie of Green rocks. Nicol +. 42×.

Sl. 8. Konglomerat iz serije Zelenih stijena. Nikoli +. 16×.

Fig. 8. Conglomerat from the serie of Green rocks. Nicol +. 16×.



7



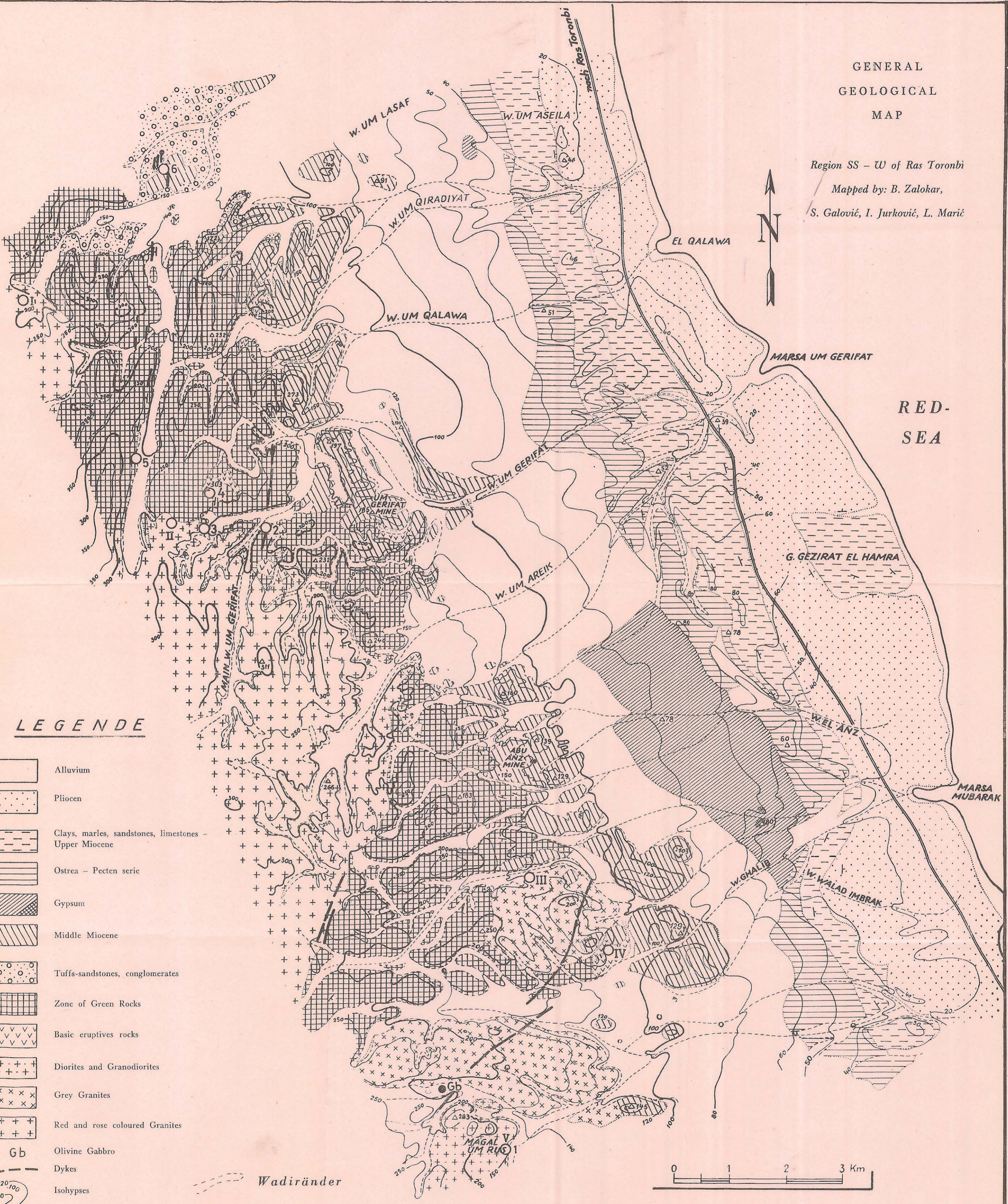
8

GENERAL
GEOLOGICAL
MAP


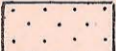

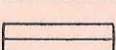


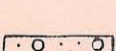
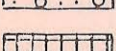
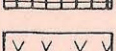
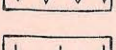
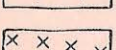
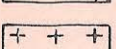
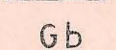
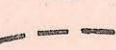
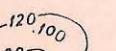
Region SS - W of Ras Toronbi

Mapped by: B. Zalokar,

S. Galović, I. Jurković, L. Marić



LEGENDE

-  Alluvium
-  Pliocen
-  Clays, marles, sandstones, limestones - Upper Miocene
-  Ostrea - Pecten serie
-  Gypsum
-  Middle Miocene
-  Tuffs-sandstones, conglomerates
-  Zone of Green Rocks
-  Basic eruptives rocks
-  Diorites and Granodiorites
-  Grey Granites
-  Red and rose coloured Granites
-  Olivine Gabbro
-  Dykes
-  Isohypsyes

Wadiränder

