

ANTE SUŠNJARA, BISERKA ŠCAVNIČAR i ANTE IVANOVIC

KVARCNI SEDIMENTI SJEVEROZAPADNOG DIJELA OTOKA  
VISA*S 4 table u prilogu*

Iznesen je stratigrafski položaj i način pojavljivanja kvarcnih sedimenta, njihov sastav, struktura i geneza. Kvarcni sedimenti su dio kontinuiranog slijeda krednih naslaga. Razvijeni su u 2 sloja – stariji u alb-cenomanskim vapnencima i mlađi, »glavni« sloj, u donjem dijelu cenomanskih dolomita. Kvarcne naslage predstavljaju kemogene sedimente nastale silifikacijom karbonatnih sedimenta i direktnom precipitacijom iz otopina bogatih kremičnom kiselinom.

## UVOD

O geologiji otoka Visa postoje brojni publicirani kao i stručni nepublicirani radovi. Mnogi od tih radova obrađuju geološku problematiku sjeverozapadnog dijela otoka.

Stratigrafske i tektonske podatke sjeverozapadnog dijela otoka Visa nalazimo u radovima F. Hauera (1868), A. Martellia (1904), F. Kocha (1934), M. Salopeka (1939), I. Crnolatca (1954), M. Sušnjara (1967) i drugih. Najnovije geološke radove na ovom području izveo je Institut za geološka istraživanja, Zagreb, pri izradi lista Vis, Osnovne geološke karte SFRJ (I. Borović i suradnici, 1968). Iz ovog rada smo koristili djelomično paleontološku dokumentaciju (M. Grimani 1968; P. Mamužić 1968 A. Polšak 1968).

O kvarcnim sedimentima piše F. Koch (1934). Navodi da su pojave kvarcnih pijesaka genetski vezane za hidrotermalne vode, koje su kroz pukotine u radiolitnom vapnencu iznosile kremičnu kiselinu prema površini.

Na kvarcnim sedimentima vršeni su i brojni istražni radovi, koje su izvodili Institut za geološka istraživanja iz Zagreba, boksitni rudnici iz Drniša i drugi. Ovi istražni radovi uglavnom su bili usmjereni na utvrđivanje kemijskog sastava i rudnih rezervi kvarcnih sedimenta, dok njihova geološka problematika nije detaljnije tretirana.

U geološkom kartiranju zapadnog dijela otoka Visa pored autora (Šušnjara & suradnici 1969), sudjelovali su geolozi Instituta za geološka istraživanja Ž. Majcen, A. Gabrić i I. Carević - Vrsalović. Istraživanje kvarcnih sedimenata izvršili smo u sklopu regionalnih istraživanja mineralnih sirovina srednje Dalmacije.

#### GEOLOSKE PRILIKE

Sjeverozapadni dio otoka Visa pripada sjevernom krilu više antiklinale. Izgrađen je od naslaga donje i gornje krede, taloženih u kontinuiranom slijedu od valendisa do senona. Tom kontinuiranom slijedu pripadaju i kvarcni sedimenti razvijeni u dva horizonta na prelazu donje u gornju kredu.

#### Stratigrafski opis

Karbonatne naslage krede izgrađuju čitavo istraživano područje, a imaju zonarno pružanje smjera I-Z. Istočno od Komiže su rasjedima poremećene i višestruko se ponavljaju. Kontinuirani slijed naslaga krede počinje vapnencima i dolomitima valendis-otriva na južnoj strani, a završava vapnencima senona na sjevernoj strani otoka.

#### Valendis-otriv ( $K_1^{1+2}$ ) – vapnenci i dolomiti

Naslage valendis-otriva su otkrivene od Komiže na zapad do kraja otoka. Sadrže slijedeće valendis-otrivske fosile: *Actinoporella podolica* (Alth), *Salpingoporella annulata* Carozzi, *Favreina salevensis* (Parréjas), te predstavnike rodova *Gryphoporella*, *Trocholina*, *Pseudocyclammia* i *Aeolisaccus*.

Donji dio ove jedinice izgrađuju sivi kristalinični dolomiti s ulošcima svjetlosmedih vapnenaca. U srednjem i gornjem dijelu prevladavaju vapnenci. U blizini Komiže ovi vapnenci tvore morfološki vrlo istaknute grebene.

#### Barem-apt ( $K_1^{3+4}$ ) – dolomiti, dolomitne breče i vapnenci

Karbonatne stijene barem-apta su kontinuirano taložene na sedimentima valendis-otriva. Sadrže slijedeće fosile: *Salpingoporella dinarica* Radoičić, *S. muehlbergii* (Lorenz), *Cuneolina composaurii* Sartoni & Crescenti, *Orbitolina* cf. *discoidea* Gras i *Ovalveolina reicheli* De Castro. Navedeni fosili dokazuju barem-aptsku starost.

Ova jedinica je izgrađena od sivih i smeđih, gromadastih, krupnokristaliničnih dolomita. Dolomiti mjestimično lateralno prelaze u sive do-

lomitne breče s nesortiranim, angularnim ulomcima. U dolomitima su vidljive nepravilne pojave smeđih i sivih neuslojenih vapnenaca i izdužene leće smeđih vapnenaca. Vapnenci dolaze u gornjem, a na zapadnom dijelu terena i u srednjem dijelu jedinice.

**Alb-cenomana ( $K_1^5, K_2^1$ )** – vapnenci s ulošcima dolomita i pojavama kvarcnih sedimenata

Ove naslage su često morfološki istaknute, jer čine visoke grebene sa strmim klisurama. Otkrivene su južno od vrhova koji okružuju Komižu i glavnim hrbtom idu do zapadnog kraja otoka. Od Komiže prema istoku se proširuju i višestruko ponavljaju.

Fosili, kao *Nummoloculina heimi* B o n e t, *Coskinolina sunnilandensis* M a y n c, *Pseudochrysalidina conica* (H e n s o n), određeni iz ovih naslaga, nemaju sigurnu provodnu vrijednost, nego samo indiciraju alb-cenomansku starost, što bi potpuno odgovaralo superpozicijskom položaju.

Glavninu naslaga ove jedinice čine uslojeni smeđasti vapnenci, koji sadrže rijetke uloške i leće dolomita. U gornjem dijelu, uz dolomitne leće dolaze i pojave kvarcnih sedimenata ali samo lokalno.

**Cenomana ( $K_2^1$ )** – dolomiti, dolomitne breče, vapnenci i kvarcni sedimenti

Ovi sedimenti su kontinuirano taloženi na naslagama alb-cenomana, te skupa izgrađuju glavni hrbat otoka. Sjeveroistočno i istočno od Komiže se, kao i naslage alb-cenomana, proširuju i ponavljaju.

Starost ovih naslaga je pretpostavljena na osnovu superpozicijskih odnosa.

Glavninu cenomana čine dolomiti i dolomitne breče. U najnižem dijelu su razvijeni kvarcni sedimenti, iznad kojih dolazi 20-ak metara debela zona vapnenaca. Sav ostali dio ove jedinice čine sivosmeđi kristalinični dolomiti i dolomitne breče.

**Cenomana-turon ( $K_2^{1+2}$ )** – vapnenci i dolomiti

Naslage cenoman-turona izgrađuju sjeverni dio otoka, osim same obale.

U srednjem dijelu jedinice dolaze brojni fosilni ostaci hondrodonti i rudista karakterističnih za turon. To su *Agriopleura praexcavata* (T o u c a s), *Radiolites* cf. *peroni* (C h o f f a t), *Praeradiolites ponsianus* (D' A r c h i a c), te *Chondrodonta joannae* (C h o f f a t) i *C. joannae elongata* S c h u b e r t.

Veći dio ovih naslaga izgrađuju uslojeni, svijetlosmeđi vapnenci. Sivosmeđi dolomiti dolaze kao ulošci i tanji proslojci. Ova stratigrafska jedinica završava zonom dolomita debelom svega desetak metara.

## Senon ( $K_2^3$ ) – vapnenci

Najmlađe naslage krede na ovom području, senonski vapnenci, protežu se uz sjevernu obalu otoka od Oključne na zapad.

Starost ovih naslaga je određena brojnim nalazima senonskih rudista: *Praeradiolites saxeus* Astre, *Hippurites (Orbignya) socialis* Douvillé i *Hippurites (Orbignya) microstylus* Douvillé.

Senon je izgrađen od uslojenih svijetlosmedih i laporovitih vapnenaca s rijetkim ulošcima dolomita.

## TEKTONIKA

Otok Vis, prema dosad utvrđenim podacima ima antiklinalnu građu, čija os blago tone prema istoku i sjeveroistoku. U jezgri antiklinalne su otkrivene naslage klastita s gipsom i eruptivima, a krila antiklinalne čine kredne naslage.

Našim istraživanjem kvarcnih sedimenata izvršeno je geološko kartiranje područja koje odgovara dijelu sjevernog krila navedene antiklinalne. Osnovna strukturna karakteristika je zonarna građa kronostratigrafskih jedinica. Najstarije naslage, vapnenci i dolomiti valendis-otri-va, nalaze se na južnoj strani otoka, a na njima prema sjeveru slijede sve mlađe jedinice. Ovako relativno jednostavnu strukturnu građu ima zapadni dio otoka, odnosno područje na zapad od linije Komiža–Oključna.

Za područje istočno od ove linije su karakteristični rasjedi, koji od zaliva Komiže idu lepezasto prema sjeveroistoku i istoku.

Ovim rasjedima i sistemom rasjeda smjera JI–SZ poremećena je navedena zonarna građa, što rezultira opetovanjem jedinica alba i cenomana i ponavljanjem kvarcnih sedimenata na području između visinskog platoa i sjevernog ruba otoka.

## KVARCNI SEDIMENTI

Kvarcni sedimenti pojavljuju se duž cijelog otoka od uvale Zakanica na zapadu do mjesta Visa na istoku. Našim istraživanjima obuhvaćeno je područje od sela Kostirne do zapadnog kraja otoka. Na tom području utvrđena su dva sloja kvarcnih sedimenata: stariji u alb-cenomanskim vapnencima i mlađi (»glavni«) u donjem dijelu cenomanskih dolomita i dolomitnih breča.

Stariji sloj razvijen je sjeverno od Komiže, 20–30 metara ispod glavnog sloja. Otkriven je na dužini od cca 250 metara, dok mu debljina iznosi najviše do 0,5 m. Ovaj kvarcni sloj sadrži veliki postotak karbonata.

Slične pojave kvarcnih sedimentata nalazimo sjeverno od sela Kostirna. Ovdje nije sasvim jasno da li se radi o starijem kvarcnom sloju, ili je to tektonski spušten glavni sloj. Ipak je prva mogućnost vjerojatnija, jer iznad ovog sloja nisu primijećeni dolomiti i dolomitne breče koji redovito prate glavni sloj. Kvarcni sediment je ovdje razvijen u obliku tanjih leća koje se u pružanju često isklinjavaju. Leće su malih dimenzija, a najveća se pruža u dužini preko 100 metara s debljinom koja varira od 0,5–1,5 metara.

Izdanci glavnog sloja kvarcnih sedimentata mogu se pratiti gotovo duž cijelog kartiranog područja od uvale Zakamica na zapadu do sela Kostirna na istoku. Generalno pružanje sloja je Z–I s nagibom od 15–45° prema sjeveru. U podini kvarcnog sloja nalaze se smeđastosivi uslojeni vapnenci ili rjeđe dolomiti alb-cenomanske starosti. U neposrednoj krovini razvijeni su svijetlosmeđasti, negdje ružičasti i trakasti tanko uslojeni vapnenci, koji ponegdje lateralno prelaze u šupljikave, mjestimično brečaste vapnence i dolomite. Granica kvarcnog sedimenta prema podini i krovini najčešće je oštra, ali ima područja na kojima je makroskopski teško utvrditi granicu između kvarcnog sedimenta i karbonatnih naslaga u krovini i podini. U krovinskom dijelu sloja česte su pojave prirodnih šupljina, kaverni i pukotina. Pojedine manje šupljine su naknadno ispunjene agregatom krupnih kristala kalcita izduženih okomito na pružanje sloja, ili se kalcit pojavljuje u bubrežastim nakupinama. Nakupine i agregati kristala kalcita često imaju oblik sloja debelog do 0,5 m. Ove su pojave vjerojatno uzrokovane cijedenjem voda, koje su se kroz vrlo okršene i raspucane vapnence i dolomite krovine slijevale na relativno nepropusan i kompaktan kvarcni sloj i po njemu tekle do većih pukotina i otjecale u dublje dijelove terena.

Debljina kvarcnog sloja varira od 1–6 m. Kvarc se u njemu pojavljuje kao konsolidirani agregat različite čvrstoće ili rjeđe kao rastresiti (sipki) sediment. U većini slučajeva su dijelovi kvarcnog sedimenta, koji se nalaze bliže podini, čvrsti i kompaktni, dok se bliže krovini nalaze pretežno rastresiti kvarcni materijali. Ovi su nastali dezintegracijom konsolidiranog kvarcnog sedimenta djelovanjem vode. Pretežno su bijele boje. Kompaktni kvarcni materijali imaju sivkasto-smeđastu boju, koja potječe od ostataka nezamjenjenog karbonatnog sedimenta. Mjestimično se može opaziti da su pojedini dijelovi kvarcnih sedimentata žućkasto-crvenkasto obojeni od feruginoznih primjesa. Ova onečišćenja nastala su uz pukotinicu kroz koje su cirkulirale podzemne vode.

Po načinu pojavljivanja kvarcnog sloja i tektonici razlikuju se međusobno područja zapadno i istočno od linije Komiža–Oključna. Granično područje, koje se proteže između Komiže i Oključne, je zona ispresjecana rasjedima. Kvarcni sloj je ovdje samo mjestimično razvijen u formi tanjih leća.

Na zapadnom dijelu izdanak kvarcnog sloja može se pratiti u cijelom pružanju. Prosječna debljina kreće se između 1,5 i 3 m, ali ima mjestimično zadebljanja i do 6 metara. Sloj ima najveću debljinu (3–6 m) na potezu od Dragodira do Lestićeva dola. Kvarcni sediment je ovdje uglavnom kompaktan, dok su sipki materijali nešto više zastupljeni kod Dragodira i Lestićeva dola.

Na zapadnom dijelu terena nema većih tektonskih poremećaja. To područje sadrži velike potencijalne rezerve kvarcne sirovine.

Na istočnom području kvarcni sloj se višestruko ponavlja, bilo zbog tektonike ili odnosa morfologije terena i pada slojeva. Ovo područje ima više uzdužnih rasjeda, čiji spuštani, odnosno uzdignuti blokovi, nemaju velike skokove. Debljina kvarcnog sloja u ovom području dosta varira na kratkom odstojanju. Obično se kreće između 1 i 2 metra, ali se sloj mjestimično zadebljava do 5 metara kao u području između Barščana i Oključne. Mjestimično kvarcni sloj poprima oblik leća koje se u pružanju na pojedinim mjestima potpuno isklinjuju, odnosno prelaze u karbonatni sloj, sastavljen uglavnom od gustog vapnenca, a mjestimično od šupljikavog trakastog vapnenca ili dolomita. I ovo područje se, obzirom na rezerve kvarca kao sirovine, može smatrati perspektivnim.

Karbonatni i kvarcni sedimenti taložili su se kontinuirano. Nema elemenata koji bi ukazivali na prekid sedimentacije. Jedino u području sjeverno od Kostirne na nekoliko mjesta u vapnencima neposredne krovine kvarcnog sloja primijećeni su rijetki subangularni fragmenti kvarcnog sedimenta i vapnenca. Po teksturi i boji se fragmenti razlikuju od osnove u kojoj se nalaze. Ove pojave ne moraju indicirati prekid u sedimentaciji i emerziji, već se one mogu pribrojiti drugim elementima (brečasti dolomiti, dolomitne breče, trakaste teksture u vapnencima) koje upućuju na vrlo plitku morsku sredinu sedimentacije.

Na cijelom istraživanom području se nalaze brojni stari rudarski radovi. Pošto se eksploatacija vršila isključivo u mekanim (sipkim) dijelovima sloja, to je i oblik jama često sličan prirodnim špiljama. U nekim jamama su vidljivi stalaktiti i stalagmiti, što očito upućuje na vrlo staru rudarsku aktivnost. Neke od tih starih jama još su i danas prohodne. Obično po padu ne idu u veću dubinu. U literaturi, međutim, postoje podaci, da su neke jame duboke i preko 200 metara. Postoji manji broj istražnih rudarskih radova novijeg datuma, koje su izvodili Boksitni rudnici Drniš i drugi.

U preparatima je mikroskopski analizirano oko 40 uzoraka kvarcnih sedimenta kao i nekoliko karbonatnih stijena iz njihove podine i krovine. Također je 6 uzoraka podvrgnuto separaciji teške frakcije radi utvrđivanja eventualno prisutnih rijetkih minerala.

Kvarcni sedimenti otoka Visa, poznati kao »kvarcni pijesci«, predstavljaju konsolidirani (vezani) ili rastresiti (nevezani) materijal sastavljen pretežno od kvarca i manjim dijelom kalcedona. Mikroskopskim studijem strukturnih karakteristika zrna utvrđeno je da su to kemogeni, a ne

detritični sedimenti. Ove naslage, prema tome, nisu pijesci u smislu transportiranih, mehanički taloženih arenita sa zrnima terigenog porijekla. Naprotiv, moglo se konstatirati da su nastali većim dijelom singenetskom i rano dijagenetskom silifikacijom karbonatnih sedimentata, te da predstavljaju produkt njihove djelomične ili potpune zamjene pod utjecajem voda obogaćenih kremenom kiselinom. Naročito značajni svjedoci zamjenjivanja su ostaci vapnenačkih sedimentata i silificirane ljušturice mikrofosila unutar kvarcnih materijala. Svakako je dio kvarcnih sedimentata nastao kao produkt direktne precipitacije iz otopine i rasta kvarcnih kristala u povoljnim uvjetima.

Nepotpuna i neravnomjerna silifikacija uzrok je značajnijeg variranja sadržaja  $\text{SiO}_2$ . Kemijske analize 40 uzoraka kvarcnih materijala (koje su rađene u sklopu regionalnih istraživanja mineralnih sirovina srednje Dalmacije za 1969. godinu na Tehnološkom fakultetu – Zagreb) pokazali su da sadržaj  $\text{SiO}_2$  varira od 51–98% sa srednjom vrijednošću 80,2%. Količina  $\text{CaO}$  kreće se od 0,3–33,0% sa srednjom vrijednošću 9,7%. Sadržaj  $\text{MgO}$  iznosi 0,1–2,5%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  od 0,07–0,5%, a  $\text{Al}_2\text{O}_3$  od 0,0–0,6%. Povećani iznos za  $\text{CaO}$  i  $\text{MgO}$  odnosi se pretežno na ostatke nezamijenjenog karbonatnog sedimenta, kao i na sekundarni epigenetski razvijen kalcit i dolomit.

U mikroskopskim preparatima mogli su se konstatirati varijeteti od djelomično silificiranih vapnenaca do sedimentata izgrađenih od čistog kvarca i kalcedona.

– Djelomično silificirani vapnenci su relativno čvrste stijene, blijedosmeđe ili sivkastobijele boje. U karbonatnoj osnovi ovih stijena vide se pojedinačni kvarcni kristali, manja gnijezda, rozete ili nepravilne nakupine kvarcnog i kalcedonskog agregata (tabla I, sl. 1 i 2). Karbonatna osnova je katkada rastrgana u odvojene dijelove okružene kvarcom (tabla I, sl. 3). Ovi vapnenci, kao i neki iz podine i krovine kvarcnog horizonta, imaju često valovito-trakastu teksturu karakterističnu za kriptalgalne (stromatolitske) karbonatne sedimente. Struktura im je mikritska, ali su često djelomično rekristalizirani. Uz ove, pojavljuju se i finozrni biomikriti ili fosiliferi mikriti.

– Kod intenzivnije silifikacije boja sedimenta postaje bjeličasta, a sam sediment drobljiviji i porozniji. Dominantna komponenta postaje kvarc. Predstavljen je agregatom u kojemu se izmjenjuju oaze mikrokristalastog kvarca, te sitnozrnog i srednjezrnog kvarca. Krupnija, izdužena kvarcna zrna raspoređuju se u radijalne i lepezaste tvorbe dok sitnija zrna formiraju mozaične nakupine. Unutar kvarcne osnove »plivaju« izolirani ostaci nezamijenjenog karbonatnog sedimenta ili se vide djelomično silificirani mikrofosili (tabla II, sl. 5 i 6).

– Uzorci čistih kvarcnih sedimentata su bijeli, šupljikavi i često drobljivi. I u njihovoj kvarcnoj osnovi mogli su se naći dokazi metasomatske zamjene. To su: a) konture vapnenih mikrofosila, koji su usprkos potpune silifikacije sačuvali strukturu (tabla II, sl. 7) i b) mikrokristalaste

inkluzije reliktnog karbonata (tabla II, sl. 8) u mozaiku kvarcnih zrna. Usprkos brojnih dokaza zamjenjivanja nesumnjivo je da je  $\text{SiO}_2$  taložen i kao direktni kemijski precipitat, naročito u fazama kada je uslijed izmijenjenog pH taložne sredine, djelomično ili potpuno bila potisnuta karbonatna sedimentacija, a mogućnosti za rast kvarcnih kristala bile povoljne.

U istraživanim sedimentima raspon veličine zrna varira od 0,01 mm u mikrokristalastim i sitnozrnim agregatima do veličine 1 mm u srednjezrnim i krupnozrnim lepezastim i radijalnim agregatima. Izuzirajući mikrokristalaste agregate, koji se sastoje od sićušnih nepravilnih kristalnih čestica, kvarc je zastupljen pravilnim kristalima prizmatskog habitusa, defektnim kristalima sa djelomično razvijenim kristalnim formama i nepravilnim zrnima. Kod mnogih kristala kvarca dobro je izražena zonarna građa rasta (tabla III, sl. 11 i 12). Zone su markirane onečišćenjima ili oštećenjima nagriženih ploha kristala, koja su nastala u pauzama sukcesivnih faza rasta. I kod nepravilnih zrna može se uočiti kristalna jezgra, a njihov konačni nepravilni oblik je rezultat smetnji uslijed rasta susjednih zrna. Nigdje se unutar kristala ili zrna nije mogla konstatirati jezgra detritičnog kvarca.

Strukturni varijeteti rezultat su uvjeta rasta kristala. Srednjezrni do krupnozrni zonarno građeni kvarc nastaje nesmetanim rastom kristala iz razrijeđenih čistih otopina, koje su sukcesivno pristizavale. Mikrokristalasti i sitnozrni agregati kvarca nastaju rastom iz otopina bogatijih kationima ili onečišćenjima, a kristalne jezgre ostaju sitne ili se razvijaju kao fibrozne tvorbe (kalcedon) (Millot G. 1964). Kvarcni sedimenti Visa najčešće pokazuju strukturnu heterogenost tj. nehomogeni kristalinitet, što je vjerojatno rezultat složenijih uvjeta rasta kvarca u mulju ili polukonsolidiranom vapnenačkom sedimentu. Priroda zamijenjenog sedimenta, njegova fizička i kemijska konstitucija, organske i druge primjese, koncentracija kationa u muljnim vodama, mogli su utjecati na formiranje različitih strukturnih varijeteta ili uvjetovati strukturnu nehomogenost unutar istog uzorka.

Kontakti među zrnima i kristalima kvarca su najčešće ravni, bez međusobnog zadiranja, što je jedan od razloga relativno lake drobljivosti ovih sedimenata. Ova slaba mjesta su putevi za infiltraciju voda i njihovu mehaničku i kemijsku aktivnost.

U mnogim uzorcima opažen je epigenetski razvoj krupnih kristala kalcita i dolomita koji potiskuju kvarc, ispunjavaju žilice, pukotine i šupljine, ili cementiraju razdrobljeni kvarcni sediment.

Rastresiti kvarcni materijal, koji je češći u višim dijelovima kvarcnog sloja, nastao je »in situ«  
dezintegracijom konsolidiranog kvarcnog sedimenta, o čemu svjedoče iste strukturne karakteristike zrna. Ovo je uzrokovano kemijskom i mehaničkom akcijom voda koje su cirkulirale kroz pore, šupljine i pukotine kvarcnog sedimenta. Pod lupom se naziru pri-



zmatski kristali kvarca, defektni kristali sa nekoliko razvijenih ploha, čestice od više agregiranih zrna i pojedinačna izometrična ili izdužena nepravilna zrna. Kvarc je uvijek angularan, proziran i sjajne površine. Nije opažen detritični kvarc, čija zrna bi rezultirala od mehaničkog razaranja starijih stijena.

Separacijom teških minerala iz rastresitih kvarcni materijala izdvojene su u tešku frakciju metalične sivocrne i crvenkastosmede koraste skrume koje pripadaju hematitu i limonitu. One i uzrokuju crvenkastu pigmentaciju nekih kvarcni nevezanih materijala. Predstavljaju autigene tvorbe, a nastale su oko kvarcni zrna kao prevlake istaložene iz cirkulirajućih voda.

#### PREGLED REZULTATA ISTRAŽIVANJA

- Kvarcni sedimenti su dio kontinuiranog slijeda krednih naslaga.
- Utvrđena su dva sloja kvarcni sedimentata; stariji u alb-cenomanskim vapnencima i mladi (\*glavni\*) u donjem dijelu cenomanskih dolomita i dolomitnih breča.
- Glavni sloj sadrži velike rezerve kvarca, djelomično dobre kvalitete, pa se može smatrati ekonomski vrlo interesantnim.
- Kvarcne naslage otoka Visa su kemogeni sedimenti. Nastale su dijelom direktnom precipitacijom iz otopina bogatih kremičnom kiselinom, a pretežno silifikacijom karbonatnih muljeva u singenetskom ili rano dijagenetskom stadiju. Mjestimično se raspoznaju reliktnne strukture i teksture koje ukazuju da su silifikaciji bili izvrgnuti i koherentniji dijelovi podloge.
- Vode obogaćene kremičnom kiselinom prožimale su rahle ili djelomično konsolidirane karbonatne sedimente i zamjenjivale  $\text{CaCO}_3$  kalcedonom i kvarcom. Dokazi zamjenjivanja karbonatni sedimentata su brojni.
- Može se pretpostaviti povremeno potpuno potiskivanje karbonatne sedimentacije, ali i njeno naizmjenično obnavljanje u vezi sa kolebanjem dotoka kremične kiseline i koncentracije  $\text{SiO}_2$  u taložnoj sredini.
- Nigdje nije utvrđen detritični kvarc.

Ostaje otvoreno pitanje izvora kremične kiseline. Logično bi bilo vezati ga za podmorske vrulje ili vrela i tokove s obalnog područja, koja su opskrbljivala basen sedimentacije kremičnom kiselinom. Međutim, geološki nisu u neposrednoj blizini istraživanog područja definirane emerzione faze, odnosno utvrđeno alb-cenomansko kopno. Ipak prisutnost trakastih kriptagalnih vapnenaca u podini i krovini kvarcni sedimentata indicira vrlo plitko stabilno dno i možda blizinu obalne zone.

Po načinu postanka kvarcni sedimenti Visa mogu se usporediti sa krednim kvarcnim sedimentima Istre (Crnković B., 1966), a vjerojatno i nekih jadranskih otoka, što navodi na pretpostavku o mogućnosti njihove regionalne rasprostranjenosti u vanjskoj jadranskoj zoni Dinarida.

Primljeno 20. 4. 1971.

*Institut za geološka istraživanja,  
Zagreb, Koturaška c. 47*

#### LITERATURA

- Borović, I. i suradnici (1968): Tumač osnovne geološke karte SFRJ srednjedalmatinskih otoka Brača, Hvara, Visa i Biševa M 1:100.000. Fond. struč. dokum. Inst. geol. istr. br. 4551, Zagreb.
- Crnković, B. (1966): Naslage kvarcnog pijeska i pješčenjaka (saldame) Istre. Ref. VI Savetovanja geol. SFRJ, Deo II, 673-695, Ohrid.
- Crnolatac, I. (1954): Geologija otoka Visa. Geol. vjesnik 5-7, (1951-1953) 45-62, Zagreb.
- Grimani, M. (1968): Mikropaleontološke analize uzoraka sa otoka Visa i Biševa. Fond. struč. dokum. Inst. geol. istr. br. 4551/3, Zagreb.
- Hauer, F. (1968): Geologische Übersichtskarte der Ost.-ungar. Monarchie. Blatt X, Dalmatien, Jahrb. Geol. R. A., 18/3, Wien.
- Koch, F. (1934): Geologija otoka Visa. Povr. izd. Geol. inst. kralj. Jugoslavije, 3-13, Beograd.
- Mamužić, P. (1968): Obrada rudistne faune otoka Visa. Fond. struč. dokum. Inst. geol. istr. br. 4551/9, Zagreb.
- Martelli, A. (1904): Osservazioni geografico-fisiche e geologiche sull' isola di Lissa. Boll. Soc. geogr. Italiana. (4) fasc. 5, 423-447, 530-550, Roma.
- Millot, G. (1964): Géologie des argiles, chap. IX, 323-351, Masson & Cie, Paris.
- Polšak, A. (1968): Paleontološka analiza makrofosila otoka Brača, Visa, Hvara i Biševa. Fond. struč. dokum. Inst. geol. istr. br. 4551/6, Zagreb.
- Salopek, M. (1939): O tektonskom okviru trijasa u Komičkom zaljevu. Rad JAZU 263, 113-138, Zagreb.
- Sušnjar, M. (1967): Stratigrafska i strukturna problematika otoka Visa. Geol. vjesnik 20, 175-190, Zagreb.
- Sušnjara, A. i suradnici (1969): Istraživanje kvarcnih sedimenta na otoku Visu. Fond. struč. dokum. Inst. geol. istraž. br. 4665/1, Zagreb.

A. SUSNJARA, B. ŠČAVNIČAR and A. IVANOVIĆ

### QUARTZ SEDIMENTS IN THE NW PART OF THE ISLAND OF VIS

The geological and petrographical investigation of quartz sediments in the NW part of the island of Visa were performed during 1969. The purpose of this paper is to present a brief geological survey of the investigated region, the stratigraphic position of quartz beds and their occurrence, as well as the mineral and chemical composition and the origin of quartz sediments.

The investigated region represents a part of the N flank of the anticline of Visa formed by carbonate deposits of the Lower and Upper Cretaceous. A continuous sequence from the Neocomian to the Senonian is established. Based on the paleontological data and the superposition of the beds, the following lithostratigraphic members are comprised: Neocomian ( $K_1^{1+2}$ ) – limestones and dolomites; Barremian-Aptian ( $K_1^{3+4}$ ) – dolomites, dolomite-breccias and limestones; Albian-Cenomanian ( $K_1^5$ ,  $K_2^1$ ) – limestones, intercalations of dolomites and small lenses of quartz sediments; Cenomanian ( $K_2^1$ ) – dolomites, dolomite-breccias, limestones and quartz sediments; Cenomanian-Turonian ( $K_2^{1+2}$ ) – limestones and dolomites; Senonian ( $K_2^3$ ) – limestones.

Quartz sediments form a part of a continuous sequence of Cretaceous deposits. Two beds are developed. The older one is in limestones of the upper part of the Albian-Cenomanian, which – by reason of their small thickness and small extension – are not of economic importance. The main quartz bed is placed at the lowest part of the Cenomanian. Its outcrops can be followed along the greatest part of the mapped region. The average thickness of the bed is about 2 m, sporadically reaching 6 m. In the basal part quartz sediments are light gray, consolidated and very compact; these properties are due to a mixing with carbonate matter. Near the top of the bed quartz sediments become more friable. The carbonate matter is dissolved by means of circulating water; the disintegration of quartz was possible along the linear contacts of grains. This part of quartz deposits is chemically pure, white, and of great economic interest for glass industry. This is the reason why the old mining has been concentrated in this part of the quartz bed.

Microscopic analyses comprised 40 samples of quartz sediments and some samples of carbonate rocks from underlying and overlying beds. Quartz sediments of Visa, commonly known as »quartz sands«, represent a solid or friable material composed dominantly of quartz and of some chalcedony. By a microscopic study it was possible to define them as chemical, in no way as detrital sediments.

Quartz is present in euhedral or subhedral forms as well as elongated or isometric irregular grains. Many of them display a zonal growth. Structurally they variate from coarse- and medium-grained quartz, forming radial or mosaic aggregates, to fine- or microcrystalline aggregates of quartz or chalcedony.

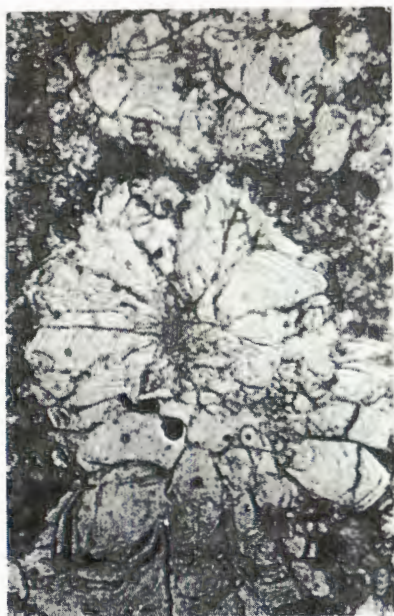
A part of quartz was formed by direct precipitation, but the majority of it is a product of silicification of carbonate sediments, probably by water enriched by solved silica. The replacement was carried out as a syngenetic and early diagenetic process in lime mud or semiconsolidated calcareous sediment. The evidence for replacement is abundant: the irregular patches of carbonate in quartz sediments, the presence of silicified fossils, the preservation of the texture (bedding) and structure of preexisting, more coherent sediments. The source of the silica is not yet clear.

Received 20th April 1971.

Institute of Geology,  
Zagreb, Koturaška 47

TABLA - PLATE I

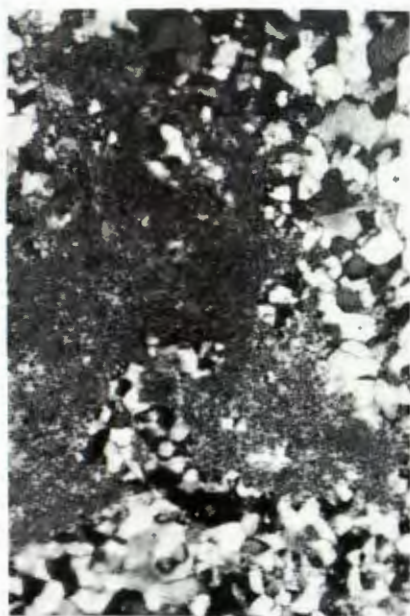
1. Gnijezdo radijalno raspoređenih zonarnih zrna kvarca u sitnozrnom vapnencu. Bez analizatora, 68x.  
Radial aggregate of zoned quartz grains in fine-grained limestone. Ordinary light, 68x.
2. Isto. Ukršteni nikoli, 68x.  
The same. Crossed nicols, 68x.
3. Djelomično silificirani vapnenac. Mikrokrystalastu kalcitnu osnovu (u centru) zamjenjuje sitnozrni kvarc. Ukršteni nikoli, 65x.  
Partially silicified limestone. Microcrystalline calcite is replaced by fine-grained quartz mosaic. Crossed nicols, 65x.
4. Djelomično silificirani vapnenac. Sferična karbonatna čestica okružena agregatom kvarcnih zrna. Bez analizatora, 70x.  
Partially silicified limestone. Quartz surrounds the relic spheric particles of recrystallised limestone. Ordinary light, 70x.



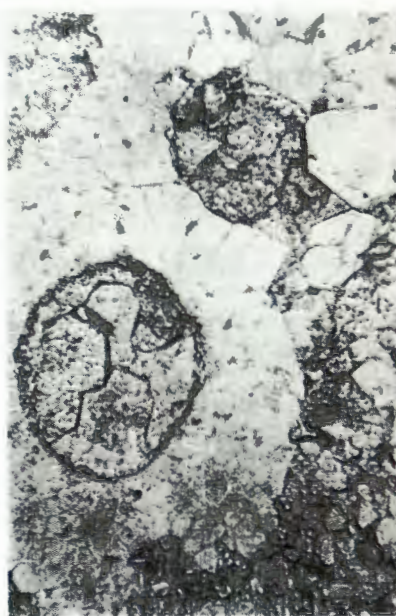
1



2



3



4

TABLA - PLATE 11

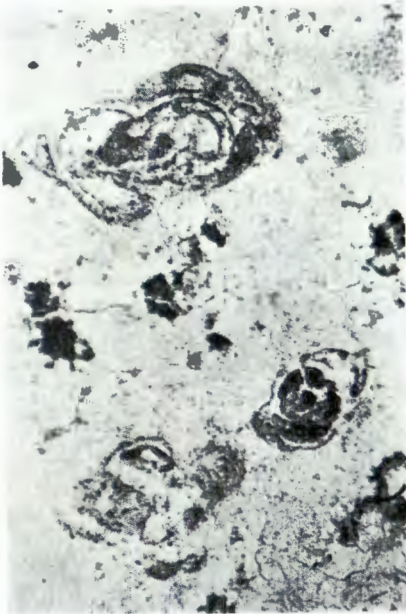
5. Djelomično silificirani mikrofossil i ostaci mikrokristalastog kalcita unutar kvarcnog mozaika. Ukršteni nikoli, 67,5x.  
Partially silicified microfossil and relics of microcrystalline calcite in quartz-mosaic. Crossed nicols, 67,5x.
6. Obris silificiranog mikrofosila unutar kvarcnog mozaika. Bez analizatora, 67x.  
Contour of replaced fossil in quartz-grain mosaic. Ordinary light, 67x.
7. Obrisi djelomično silificiranih mikrofosila i mrlje nezamijenjenog karbonata unutar kvarcnog sedimenta. Bez analizatora, 67,5x.  
Contours of silicified microfossils and small patches of calcareous matter in quartz-grain. Ordinary light, 67,5x.
8. Mikrokristalaste inkluzije reliktnog karbonata u mozaiku kvarcnih zrna. Ukršteni nikoli, 70x.  
Microcrystalline carbonate inclusions as relics in the quartz-grain mosaic. Crossed nicols, 70x.



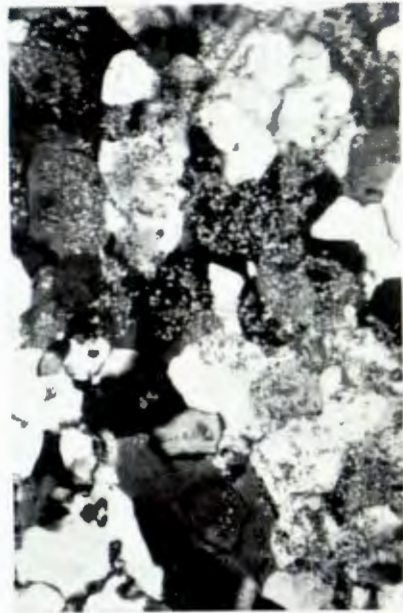
5



6



7



8

TABLA - PLATE III

9. Gnijezdo sitnozrnog kvarca okruženo radijalno orijentiranim zrnima kvarca. Ukršteni nikoli, 66x.  
Spheric finely grained aggregates of quartz (chalcedony?) surrounded by radially oriented quartz grains. Crossed nicols, 66x.
10. Uobičajeno variranje strukture u kvarcnim sedimentima Visa. Na slici: kontakt sitnozrnog i krupnozrnog kvarcnog agregata. Ukršteni nikoli, 68x.  
Usual structural variation in quartz sediments of Vis. Contact of finely grained and coarse-grained quartz. Crossed nicols, 68x.
11. Zonarni rast kvarca. Bez analizatora, 75x.  
Zonal growth of quartz. Ordinary light, 75x.
12. Isto. Ukršteni nikoli, 75x.  
The same. Crossed nicols, 75x.





9



10



11



12

TABLA – PLATE IV

GEOLOŠKA KARTA SJEVEROZAPADNOG DIJELA VISA  
GEOLOGICAL MAP OF NW PART OF VIS

*Legenda - Legend*

1. Vapnenci  
Limestones
2. Vapnenci i dolomiti  
Limestones and dolomites
3. Dolomiti, dolomitne breče, vapnenci i kvarcni sedimenti  
Dolomites, dolomite-breccias, limestones and quartz sediments
4. Vapnenci s ulošcima dolomita i pojavama kvarcnih sedimenata  
Limestones, intercalations of dolomites and lenses of quartz sediments
5. Dolomiti, dolomitne breče i vapnenci  
dolomites, dolomite breccias and limestones
6. Vapnenci i dolomiti  
Limestones and dolomites
7. Kvarcni sedimenti  
Quartz sediments
8. Rasjedi  
Faults
9. Geološka granica  
Geological boundary

GEOLOŠKA KARTA SJEVEROZAPADNOG DIJELA VISA  
 GEOLOGICAL MAP OF NW PART OF VIS

