

PRILOG POZNAVANJU GEOLOGIJE KAŠTELANSKOG ZALJEVA

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE KAŠTELA BAY GEOLOGY

Slobodan Alfirević

Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split

Iznose se sumarno prikazani dosad postignuti rezultati istraživanja morsko-geoloških karakteristika Kaštelanskog zaljeva, bazirani na programima istraživanja Laboratorija za geologiju mora Instituta za oceanografiju i ribarstvo, uz korištenje dostupnih literaturnih podataka. Rezultati istraživanja se odnose na genezu Kaštelanskog zaljeva, geološku građu njegovog zaleđa, batimetriju, sedimentološke karakteristike i hidrogeološka svojstva koja uvjetuju intenzivnu cirkulaciju podzemnih voda u priobalnom području Dinarskog primorskog krša, a koja se iskazuje pojavom priobalnih izvora i podmorskih vrulja u samom zaljevu.

Kaštelanski zaljev predstavlja potopljenu sinklinalnu transgrediranu u postpleistocenskoj fazi u kojoj su recentni morski sedimenti formirali sedimentološki pokrov različitog mehaničkog sastava, po principu granulometrijske sekcije.

The results of investigations of marine-geological properties of the Kaštela Bay obtained so far are summarily given. These investigations have been based upon the programmes of the researches of the Laboratory for Marine Geology of the Institute of Oceanography and Fisheries. We made use also of all the available literature. The results of investigations embrace the genesis of the Kaštela Bay, geological structure of its hinterland, bathymetry, characteristics of sediments and hydrogeologic properties which cause the intensive circulation of underground waters in the coastal area of Dinaric littoral karst, which is evident through the occurrence of littoral springs and submarine springs in the bay itself.

The Kaštela Bay is a sinclinal fold transgraded in the Postpleistocene stage, in which the recent marine sediments have formed the sedimentary cover of different mechanical composition by regular granulometric selection.

UVOD

Kaštelanski zaljev je smješten neposredno uz Institut za oceanografiju i ribarstvo, što je omogućilo da se na tom području provode prvi istraživački radovi iz oceanografije i morske biologije.

Paralelno s time se u višegodišnjem vremenskom razdoblju povremenim morsko-geološkim istraživanjima u Kaštelanskom zaljevu utvrđivala njegova batimetrija, ispitivao sedimentološki pokrov recentnih morskih sedimenata, porijeklo i sastav sedimenata, te osobito hidrološki fenomeni, vezani za intenzivnu cirkulaciju podzemnih voda u obalnom području dinarskog primorskog krša.

Svrha je, stoga, ovog rada da se sumarno prikažu dosad postignuti rezultati istraživanja morsko-geoloških karakteristika Kaštelanskog zaljeva, bazirani na programima istraživanja Laboratorija za geologiju mora Instituta za oceanografiju i ribarstvo, uz korištenje dostupnih literaturnih podataka.

Budući da je rad namijenjen uspomeni na dra Antu Ercegovića (Alfirević, 1970), nestora jugoslavenskih oceanografa, čiji su pionirski radovi iz oceanografije započeli upravo u Kaštelanskom zaljevu, iz tog razloga ovaj rad ima i u pogledu simbolike tematiku Kaštelanskog zaljeva.

MATERIJAL I METODE RADA

Pri izvršenim istraživanjima bila je primijenjena standardna metodika terenskog i laboratorijskog rada koja je i dosad bila uobičajena pri batimetrijskom i sedimentološkom kartiranju pojedinih areala morskog dna (Alfirević, 1965).

Sabiranje recentnih morskih sedimenata, rekognosciranje terena, batimetrijsko snimanje, te ispitivanje hidrogeoloških svojstava morskog dna se je vršilo u više navrata u razdoblju od 1965. do 1975. godine.

Metode terenskog rada su se odnosile na:

a) *batimetriju morskog dna* koja se vršila na dva načina:

— ručnim dubinomjerom baždarenim užetom sa markiranih ishodišnih točaka pojedinog postavljenog profila;

— ultrazvučnim dubinomjerom ELAC-ECHOGRAPH njemačke proizvodnje i SIMONSEN-RADIO (SIMRAD) norveške proizvodnje, koji su omogućili kontinuirano snimanje autentične konfiguracije reljefa morskog dna;

b) *sedimentološka svojstva morskog dna* su na terenu istražena:

— pomoću Petersonovog grabila za površinski sedimentološki pokrov;

— upotrebom Ekmanove sonde za vertikalno uzorkovanje sedimenata morskog dna u dužini od 2 metra;

— upotrebom eksploziva VITEZIT 100 uz pomoć ekipe autonomnih ronilaca na pojedinim lokalitetima morskog dna;

c) *hidrološka svojstva* na potopljenim fosilnim vrtačama su bila, u vezi sa cirkulacijom podzemnih voda, pored standardnih hidrografskih metoda za mjerenje temperature i saliniteta, ispitivana metodom bojanja fluoresceinom.

Metode laboratorijskog rada su obuhvatile:

a) *primjenu metode sedimentacije* u Novakovim cilindrima za dekantiranje sabranog sedimentološkog uzorka i taloženje suspendiranog materijala;

b) *utvrđivanje fizikalne klasifikacije čestica* (Gračanin, 1947) u pet frakcija koje su obuhvatale tzv. »skelet« > 2 mm (V frakcija, zatim čestice od 2,00 do 0,10 mm (IV frakcija), čestice od 0,10 do 0,05 mm (III frakcija), čestice od 0,05 do 0,01 mm (II frakcija) i čestice $< 0,01$ mm (I frakcija).

c) *terigeni i biogeni sastav sedimenata* koji je ispitan odnosom biogenih i terigenih komponenata, a koji je vršen mikroskopskom pretragom sabranih uzoraka.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

1. Opći podaci o genezi Kaštelanskog zaljeva

Kaštelanski zaljev najveći je zaljev u primorju srednje Dalmacije. Omeđen je otokom Čiovo, padinama brda Kozjak i Splitskim poluotokom. Po svom postanku predstavlja sinklinalnu udolinu, građenu od eocenskog fliša i eocenskih laporovitih vapnenaca. Geološka starost je utvrđena na temelju determiniranja mikrofaune fosilnih foraminifera u izbruscima sa kamenitih uzoraka morskog dna na lokacijama potopljenih fosilnih vrtača *Nummulites sp.*, *Globorotalia sp.*, *Discocyclina sp.* i *Asterocyclina sp.* (Alfirević, 1966. b). Navedena sinklinalna udolina je, u skladu sa recentnim oblikovanjem sjeverozapadne jadranske zavale, bila u pleistocenu transgredirana i preplavljena morskom vodom (Gavazzi, 1912, Tešić, 1958).

U geološkoj građi zaleđa nalaze se kredni vapnenci masiva Kozjak, u čijem podnožju su razvijene flišne naslage eocenske formacije. Paleogenske naslage grade Splitski poluotok, dok otok Čiovo također grade kredni vapnenci (Kerner, 1914, 1922, Alfirević, 1963).

Ovakav postanak Kaštelanskog zaljeva je u potpunom skladu sa formiranjem Jadranskog bazena u kojemu su poslije krednih i oligocenskih nabiranja, nakon morske transgresije, izdignuti dijelovi krednih vapnenaca ostali stršiti kao planinski masivi (Kozjak), odnosno otoci (Čiovo), unutar kojih su sinklinalne udoline, građene od eocenskih sedimenata, bile transgredirane i pretvorene u kanale, odnosno zaljeve (Milojević, 1933, Tešić, 1955).

2. Batimetrija Kaštelanskog zaljeva

Batimetrija morskog dna Kaštelanskog zaljeva, na temelju batimetrijskog rasporeda dubina po izobatama, može se uočiti na priloženoj batimetrijskoj karti (sl. 1).

Karakteristično je u svakom slučaju da su u morfološko-topografskom smislu evidentirane izrazite razlike između pojedinih dijelova Kaštelanskog zaljeva. U tom se pogledu naročito izdvajaju istočni i zapadni dio od sjevernog i južnog dijela zaljeva.

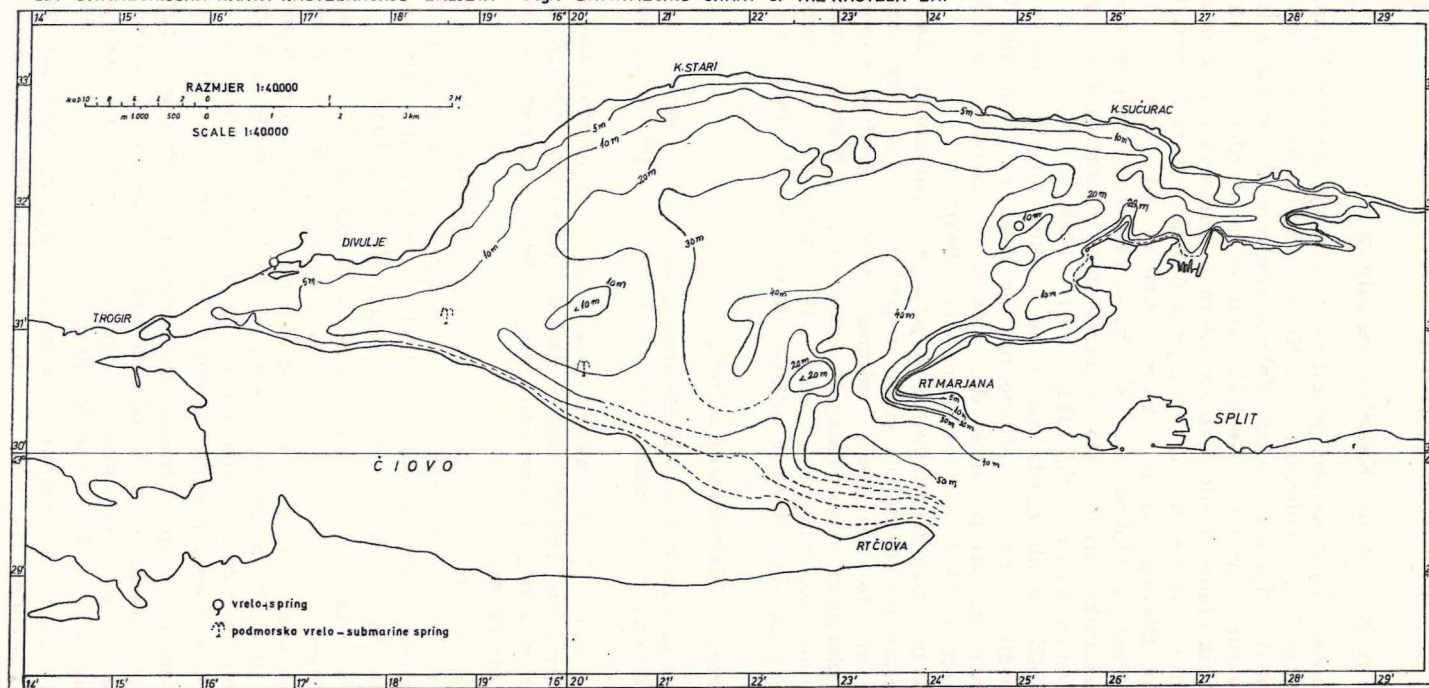
Istočni i zapadni dio zaljeva predstavljaju ujedno i najplića područja na kojima se vrši relativno intenzivno akumuliranje i zatrpavanje nanosa, pod utjecajem rijeke Jadro na istočnom dijelu, a podmorskih slatkovodnih izvora na zapadnom dijelu zaljeva u blizini Trogira (Milić, 1959).

Nakon ove skoro simetrične podudarnosti ispoljavaju se stanovite razlike u arealu pojedinih dubinskih stepenica i njihovoj ukupnoj površini između istočnog i zapadnog dijela. Dok je zapadni dio u blagom i postepenom prelazu izobata od 10 do 30 metara prostraniji i jednoličniji, dotle je postepeni prelaz preko navedenih izobata u istočnom dijelu sve do profila Institut—Kaštel Lukšić na nekoliko mjesta prekinut podmorskim kosama, tzv. »brakovima«.

Ove morfološke specifičnosti, kao odraz autentične konfiguracije nekadašnjeg kopna, međutim, ne utječu na cjelovit topografski aspekt jedne udoline čiji se najdublji dio smjestio upravo u centralnom području zaljeva, omeđen izobatama od 30, 40 i preko 40 metara.

Budući da je nekadašnjim tektonskim pokretima Splitski poluotok razdvojen od susjednog rta otoka Čiovo, to se najdublji dio zaljeva i smjestio

SL.1 BATIMETRIJSKA KARTA KAŠTELANSKOG ZALJEVA - Fig.1 BATHYMETRIC CHART OF THE KAŠTELA BAY



okomito na pružanje samog zaljeva, N—S, izlazeći prema istoku dubokim prolazom između rta Marjana i rta Čiova prema otvorenom, dubljem dijelu Splitskog, odnosno Bračkog kanala.

3. Sedimentološka svojstva Kaštelanskog zaljeva

U cilju utvrđivanja sedimentološkog pokrova istraženog područja sabrani uzorci recentnih morskih sedimenata su bili uzorkovani na terenu i laboratorijski podvrgnuti granulometrijskoj i teksturnoj obradi.

U području Kaštelanskog zaljeva, u tvorbi sedimentološkog pokrova, razlikujemo četiri faciesaorskog dna: a) kamenito dno, b) šljunkovito dno, c) pjeskovito dno (facies pjeskovitih sedimenata), d) muljevito dno (facies glinastih sedimenata). Osim ova četiri prelazni je tip facies pjeskovito-muljevitog dna (facies pjeskovito-glinasto-ilovastih sedimenata) (sl. 2).

a) Kamenito dno

Ovaj faciesorskog dna mjestimično je uz obode obalne linije kao normalan produžetak obalnih naslaga krednih vapnenaca, odnosno eocenskih laporovitih pješčenjaka, kojih ima i na kamenitim obodima ljevkastih udubljenja na potopljenim fosilnim vrtacama.

b) Šljunkovito dno

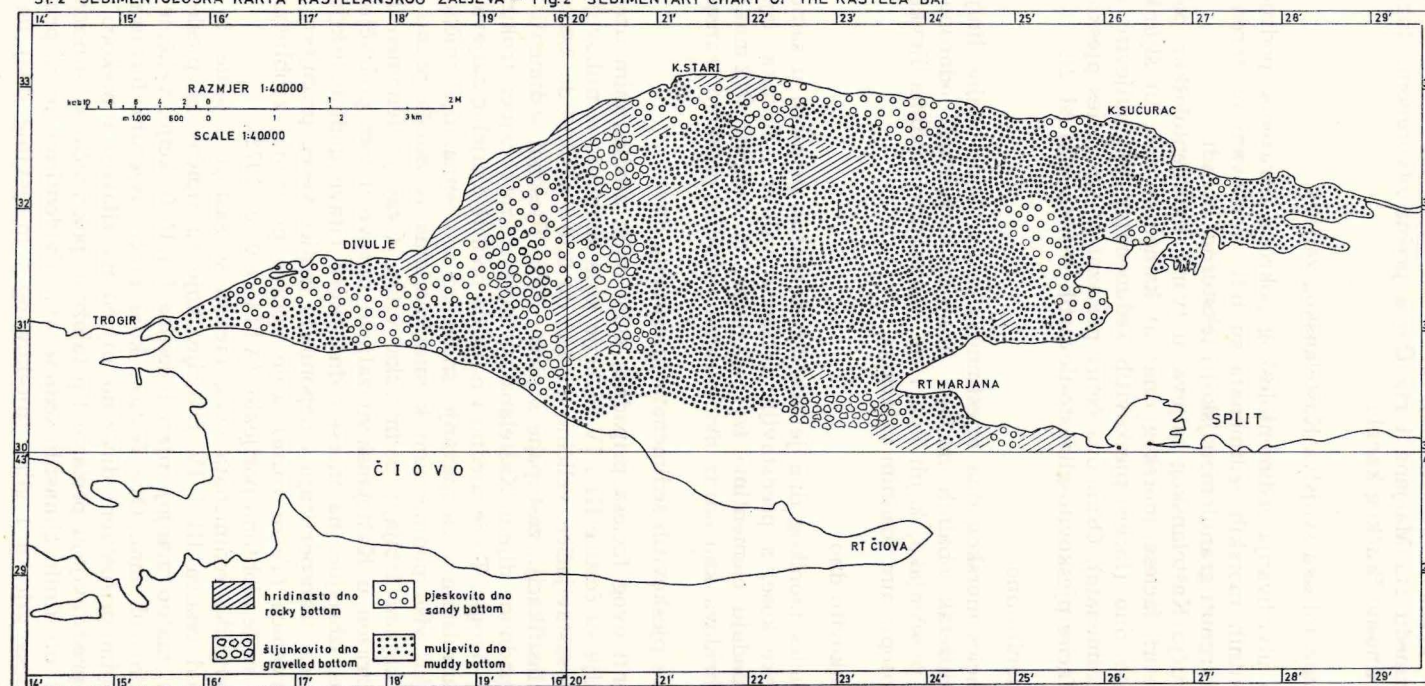
Ovaj faciesorskog dna je također neznatno prisutan u samom zaljevu, uz podmorske kose, a predstavlja nakupine valuća i šljunka, čije čestice u pravilu pripadaju elementima tzv. »skeleta«, tj. veličine > 2 mm. Obično su zaobljenih bridova kao odraz modeliranja valutica prilikom transporta.

c) Facies pjeskovitih sedimenata (pjeskovito dno)

Sedimenti ovog faciesa pripadaju svim onim analiziranim uzorcimaorskog dna gdje su čestice III i IV frakcije koje sudjeluju u njihovoj tvorbi kao komponente sastavljačice, veličine od 0,05 do 0,10 i od 0,10 do 2,00 mm, prema fizikalnoj klasifikaciji, zastupane s preko 50%. Pješčani sedimenti su registrirani na zapadnom dijelu Kaštelanskog zaljeva, zatvarajući trokut Divulje—Arbanija—Trogir. To je ujedno i najpliće područje cijelog zaljeva na kojemu se vrši akumulacija i zatrpavanje snesenim nanosima, djelomično s obalnih rubova, a još više podmorskim komunikacijama iz zaleđa preko potopljenih vrtača na kojima izbijaju podmorska vrela. Ovaj je fenomen hidrografije krša jako izražen u Kaštelanskom zaljevu upravo u tom području, gdje podzemne vode, izbijajući na morsko dno skoro čitave godine, isključujući dva ljetna mjeseca, transportiraju i deponiraju čestice većeg promjera, uključujući i zemlju crvenicu (*Terra rossa*), koje upravo po svojoj zaobljenosti bridova ukazuju na svoje alohtono porijeklo (Alfirević, 1978).

Karakteristika sedimenata ovog faciesa se sastoji u tome da u njihovoj tvorbi, pored čestica III i IV frakcije, koje su tipične za pjeskoviti facies, sudjeluju u znatno manjoj mjeri i čestice I i II frakcije, veličine $< 0,01$ mm i od 0,01 do 0,05 mm. Ove čestice, koje inače uvjetuju formiranje gline i ilovače, svojim prisustvom direktno utječu na žilavost i mekoću sedimenata pa stoga i predstavljaju prelazni tip taložnog pokrivača od sitnozrnog pješčanog faciesa do finih glinastih sedimenata. Evidentiran je u prelaznoj zoni između faciesa pijeska i gline (pjeskovitog i muljevitog dna) na potezu od

SI.2 SEDIMENTOLOŠKA KARTA KAŠTELANSKOG ZALJEVA – Fig.2 SEDIMENTARY CHART OF THE KAŠTELA BAY



tvornice »Jugovinil« do Kaštel Lukšića na sjevernoj obali Kaštelanskog zaljeva. Javlja se također kao prelaz na rubu uz istočni dio zaljeva, od luke Lora u pravcu Kaštel Kambelovca, te uz zapadni dio, na granici pješčanog područja trokuta Divulje—Trogir—Arbanija.

d) Facies glinastih sedimenata (muljevito dno)

Facies glinastih sedimenata nadovezuje se u skladu s pravilnom granulometrijskom selekcijom (Alfirević, 1961. b) na prelaznu zonu, koju tvore pjeskovito-glinasto-ilovasti sedimenti. Ovom faciesu pripadaju sedimenti utvrđeni po teksturnoj oznaci kao glinasta ilovača, ilovača i siva recentna glina.

Sedimenti ovog faciesa zauzimaju centralni dio Kaštelanskog zaljeva. Za njih je karakteristično da od granice rasprostranjenja faciesa pjeskovito-glinasto-ilovastih sedimenata tvore fin sag sedimenata žilave konzistencije, u kojima je upravo I frakcija (veličine $< 0,01$ mm) dominantna u tvorbi sedimentološkog pokrova ovog područja.

Osim ovog zapadnog dijela jako je karakterističan pješčani sag, isprekidan hridinastim dnom i valućem koji se proteže paralelno sa sjevernom obalom Kaštelanskog zaljeva. Ovo se odstupanje od pravilne granulometrijske selekcije može, možda, dovesti u vezu s nešto jačom dinamikom strujnog sustava koji se odvija upravo paralelno uz obalni rub sjeverne obale Kaštelanskog zaljeva te onemogućava nesmetano taloženje finijih čestica na morsko dno. Taj fenomen može biti i potvrda da se tekstura sedimenata može tretirati i kao indikator intenziteta određenih strujnih gibanja na nekom području.

Navedeni pješčani sag se nadovezuje na trokutastu zonu Divulje—Trogir—Arbanija, odakle prati obalnu liniju uz Kaštel Stari, Kaštel Lukšić, tvornicu »Jugovinil«, Kaštel Sućurac do sjeverne luke grada Splita, gdje se pješčani facies završava.

Mikroskopskom pretragom je utvrđeno da navedeni sedimenti u svom sastavu sadrže pretežno vapnena zrna terigenog porijekla, uz elemente mikrofaune, koju skoro isključivo zastupaju ljušturice bentoskih *Foraminifera*. Prisutna su također i zrna SiO_2 .

Osim čestica III i IV frakcije koje pripadajućim sedimentima daju svojim prisustvom obilježje pješčanog faciesa, prisutan je već spomenuti »skeleton« (čestice > 2 mm). Pri pregledu uzoraka je konstatirano da su u skeletu glavne komponente anorganski dijelovi, fragmenti, ljušturice i vanjski skeleti dijelovi crva cjevaša (*Serpulidae*), *Bryozoa*, sitnih *Lamellibranchiata* i *Gastropoda*. Njihovo porijeklo je biogenog karaktera, pa stoga pripadaju poznatom tipu takvih sedimenata, inače označenih u morsko-geološkoj literaturi sa »schill« i »bruchschill« (čitavi, ili fragmentarni anorganski ljuštturni dijelovi).

e) Facies pjeskovito-glinasto-ilovastih sedimenata (pjeskovito-muljevito dno)

Prelazni tip sedimenata tvori pjeskovito-glinasto-ilovasti facies kojemu pripadaju tipovi taloga koji su po teksturnoj oznaci definirani kao primjesa gline i pijeska (glinasti pijesak) i kao primjesa pijeska, gline i ilovače (glinasto-pjeskovita ilovača), a dolaze neposredno uz granicu faciesa pjeskovitih sedimenata.

U centralnom dijelu Kaštelanskog zaljeva, sudeći po teksturnim oznakama, nema nikakvih agensa transporta s obzirom na to da se nesmetano taloži koloidna glina, pa se facies glinastih sedimenata (muljevito dno) može i ovdje

uzeti kao indikator intenziteta gibanja morske vode od dna, što prikazuje područje taloženja sive recentne gline i ilovače kao zone mirne i normalne sedimentacije.

Po porijeklu sedimenti pripadaju više biogenoj a manje terigenoj komponenti (Zore et al. 1975).

4. Hidrogeološka svojstva Kaštelanskog zaljeva

Poznato je da u području dinarskog primorskog krša cirkuliraju podzemne vode koje penetriraju kroz vodopropusne slojeve — hidrogeološke kolektore — koji su obično od krednih vapnenaca i akumuliraju se na podlozi vodonepropusnih slojeva hidrogeoloških izolatora, a to su obično flišni lapori i pješčenjaci. Na tektonskim linijama, dislokacijama i rasjedima podzemna voda izbija na površinu u vidu vrela, ili pak na morskom dnu u vidu podmorskih vrela (Alfirević, 1978 b, 1979).

Cinjenica je da je upravo Kaštelanski zaljev jedan od eklatantnih primjera intenzivne cirkulacije podzemnih voda koje u povoljnim geotektonskim uvjetima stvaraju na obodu zaljeva na njegovoj sjevernoj obali dva vrela, Slanac i Pantan, a na morskom dnu, u blizini Arbanije i Slatina, dva oveća podmorska vrela (vidi sl. 1).

Ispitivanjima je utvrđena morfologija tih podmorskih vrela (Alfirević, 1961) a) po kojoj ona na morskom dnu izbijaju iz potopljenih fosilnih vrtača ljevkasta oblika, a koje su formirane u kontinentalnoj fazi ovog područja dok je Kaštelanski zaljev djelovao kao prostrano flišno polje (Alfirević, 1961 c).

Na samim vrelima izbija mutna voda zbog transportiranog materijala, deponirajući po obodu vrtače krupniji materijal, uključujući i zemlju crvenicu (*Terra rossa*).

Po hidrološkim svojstvima, podzemna voda na lokacijama vrulja se razlikuje od okolne morske vode Kaštelanskog zaljeva, toplija je i manjeg saliniteta. U doba inaktivnosti vrulja morska voda prodire u vrtače, koje na taj način poprimaju elemente »estavele«, to jest ponora (Alfirević, 1966 a, 1966 b).

U iznimnim uvjetima ova podmorska vrela na površini Kaštelanskog zaljeva uvjetuju pojavu leda (Zore, 1959).

Obalno vrelo Pantan, povremeno vrelo Slanac i podmorska vrela kod Arbanije i Slatina predstavljaju izdanke podzemnih voda jedinstvenog hidrogeološkog kolektora, preko kojeg se drenira područje velike površine. Oni genetski održavaju i kompliciran i vrlo interesantan hidraulički mehanizam jedinstvenog podzemnog toka u kršu. Ukupna izdašnost ovih pojava tokom zime može se procijeniti na preko 15 m³/sec., dok se u sušnom preiodu izdašnost Pantana smanji na oko 1,5 m³/sec., a vrulje se pretvaraju u morske ponore — estavele.

Pantan se nalazi na kontaktu vapnenca i fliša udaljenom oko 400 metara od morske obale i na visini od 2,8 do 4,0 metara nad morem. Radi se o vrelu razbijenom na dužini od 100 metara. Glavno mjesto izviranja predstavljeno je umjetnim jezerom neposredno ispod jadranske magistrale, kojemu je dno 11 metara ispod morskog nivoa. Izdašnost ovog obalnog vrela varira između 1,5 i 10,0 m³/sec., a temperatura vode između 11,5°C i 16,0°C (Mijatović, 1972). Karakteristični protjecaji slatke vode iznose u m³/sec.: 0,75—5,16—10,0..

Sadržaj Cl' varira od 90 do 10.000 mg/l, s tim što je izrazito nizak u prva tri mjeseca u godini, a visok u srpnju, kolovozu i rujnu.

Sjeveroistočno od Pantana, udaljeno oko 1,5 km i na 24 metra višoj koti, nalazi se povremeno krško vrelo Slanac koje u vidu razbijenog izvora izbacuje vodu samo poslije velikih oborina, kada je aktivno najduže 20 dana. Vrelo Slanac je brakične prirode sa 800 do 2.000 mg/l/Cl'/. Problem zasoljavanja vrela još nije u potpunosti determiniran iako se može pretpostaviti da postoji penetracija morske vode u obalne naslage kopna, pa predstavlja sastavni dio kompleksa hidrogeoloških i hidrauličkih problema čitavog sistema obalnih vrela i podmorskih slatkovodnih vrela okoline Divulja (Komatina, 1975).

ZAKLJUČCI

U ovom radu se iznose rezultati istraživanja morfologije, bazirane na batimetriji, kao i sedimentologije, te hidrogeologije Kaštelanskog zaljeva, kao prilog poznavanja geologije ovog zaljeva u cjelini.

U pogledu batimetrije uočavaju se dva izrazito morfološki različita dijela zaljeva, zapadni znatno plići i istočni znatno dublji.

Sedimentološki postoje faciesi pjeskovitog dna (pjeskoviti sedimenti) i faciesi muljevitog dna (glinasti sedimenti). Dok plića područja zauzimaju pjeskoviti sedimenti, dublja područja prekrivaju muljeviti talozi, s prelaznim tipom koji odgovara pjeskovito-glinasto-ilovastom faciesu morskih sedimenata. Uočen je pjeskovit sag isprekidan gromadastim naslagama i valucem, a mjestimično uzduž sjeverne obale zaljeva. Ovaj facijalni diskontinuitet se dovodi u vezu s jačom dinamikom vode u tom području, a to onemogućuje normalnu i neometanu sedimentaciju u skladu s principom pravilne granulometrijske selekcije.

Hidrogeološki ističu se povoljni uvjeti za intenzivnu cirkulaciju podzemnih voda koje izbijaju na površini u formi vrela (Slanac i Pantan), odnosno na morskom dnu u potopljenim fosilnim vrtačama (kao podmorska slatkovodna vrela).

CITIRANI RADOVI

- Alfirević, S. 1961 a. Prilog poznavanju morfologije podmorskih vrela — Contribution à la connaissance de la morphologie des sources sous-marines. Drugi jugoslavenski speleološki kongres, Zagreb, 59—66.
- Alfirević, S. 1961 b. Influence des facteurs géomorphologiques, hydrophysiques et biologiques sur la sélection granulométrique des sédiments dans les chenaux de l'Adriatique. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 16 (3): 749—755.
- Alfirević, S. 1961 c. Bases géologiques-tectoniques des sources sous-marines en Adriatique. Rapp. Comm. int. Mer Médit., 16 (3): 745—748.
- Alfirević, S. 1963. Les rapports hydrogéologiques dans les golfs de Kaštela — Hydrogeological Relations in Kaštela Bay. Guide for field study tour. International Association of Hydrogeologists — National Yugoslav Committee, Belgrade Meeting, Belgrade, 52—55, 128—130.

- Alfirević, S. 1965. Geologija Jadrana. Biblioteka za prirodne nauke. Pododbor Matice Hrvatske, Split, 6: 1—248.
- Alfirević, S. 1966 a. Hydrogeological Investigations of Submarine Springs in the Adriatic. *Memoires Assoc. Internat Hydrogeol*, Belgrade, 6: 255—264.
- Alfirević, S. 1966. b. Les sources sous-marines de la baie de Kaštela — morphologie, structure hydrologique, conditions hydrogéologiques, relations géotectoniques. *Acta Adriat.* 10 (12): 1—40.
- Alfirević, S. 1970. Dr Ante Ercegović — život i djelo — Le docteur Ante Ercegović — sa vie et son oeuvre. In *memoriam!* *Acta Adriat.* 13 (8): 1—23.
- Alfirević, S. 1978 a. Istraživanja podzemnih voda na morskom dnu uz istočnu obalu Jadrana — Investigations of underground waters on the sea bottom along the Eastern Adriatic coast. Simpozij o istraživanju, eksplotiranju i gospodarenju podzemnim vodama, Zagreb. Zbornik referata, B: 41—59.
- Alfirević, S. 1978 b. Enquêtes sur les sources sous-marines le long de la côte Adriatique orientale. Commission économique pour l'Europe — Comité des problèmes de l'eau. Séminaire sur quelques problèmes liés aux ressources en eau dans les îles et les zones côtières, notamment ceux du dessalement et des eaux souterraines, Malte. *Water (Sem. 5)*, R. 60: 2 p.
- Alfirević, S. 1979. Les aspects hydrogéologiques de la circulation des eaux souterraines sur la côte orientale de la Mer Adriatique — Hidrogeološki aspekti cirkulacije podzemnih voda na istočnoj obali Jadrana. *Acta Adriat.* 19 (5): 15—31.
- Gavazzi, A. 1912. Pomeranje morske međe u istorisko doba. *Glasnik Geogr. društva* — *Bullet. Soc. Géogr. Beograd*, 1: 55—72.
- Gračanin, M. 1947. Pedologija II dio — Fiziografija tala, Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb, 233 p.
- Kerner, F. 1914. Geologische Spezialkarte der Oesterreichischungarischen Monarchie aufgenommen u herausgegeben durch K. K. Geologische Reichsanstalt, Wien, Zone 31, 32 — Col. XIV, XV, XVI, Blatt: Sebenico und Trau, Šolta, Sinj und Spalato.
- Kerner, F. 1922. Über die morphologischen und hydrographischen Verhältnisse in Mittel-Dalmatien. *Glasnik Geogr. društva* — *Bullet. Soc. Géogr. Beograd*, 7—8: 49—61.
- Komatina, M. 1975. Hidrogeološke odlike slivova centralnodinarskog karsta. *Rasprave Zavoda za geološka i geofizička istraživanja*, Beograd, 16: 1—105.
- Mijatović, B. 1962. Neka zapažanja o razvitku Dinarskog primorskog karsta. V savjetovanje geologa Jugoslavije, Beograd.
- Milić, Č. 1959. Obalni predeo Trogira — karakteristike recentnog mikoreljefa — Rivage de la contrée de Trogir — Caractéristiques du microrelief récent. Zbornik radova Srpske akademije nauka — Geografski institut, Beograd, 61 (14): 1—56.
- Milojević, B. 1933. Dinarsko primorje i ostrva. Geografsko društvo, Beograd, 483 p.
- Tešić, M. 1955. Morfološke karakteristike Splitskog primorja. *Mornarički glasnik*, Split, 5 (5): 516—567.
- Tešić, M. 1958. O pozitivnom pomicanju obalne linije u historijsko doba. *Hidrografski godišnjak 1956—1957*, Split: 153—162.
- Zore, M. 1959. Pojava leda na moru u Kaštelanskom zaljevu — On the occurrence of sea ice in the Kaštelanski zaliv. *Hidrografski godišnjak 1958*, Split: 261—264.
- Zore-Armanda, M., S. Alfirević, M. Bone, M. Buljan, L. Stojanovski i I. Vukadin. 1975. Preliminarna studija o oceanografskim svojstvima u Kaštelanskom zaljevu — Topografija morskog dna, narav morskog dna. Studije i elaborati. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split. 14 (D): 1—31.

Primljeno: 22. listopada 1980.

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE KAŠTELA BAY GEOLOGY

Slobodan Alfirević

Institute of Oceanography and Fisheries, Split

SUMMARY

The Kaštela Bay is the biggest bay in the coastal area of the central Dalmatia. It is edged by the Čiovo Island, slopes of the Mount Kozjak and with the peninsula of Split. By its origin the Kaštela Bay is a sinclinal fold which was transgraded in Pleistocene and submerged. The geological structure of the hinterland consists of the cretaceous limestone of the Mount Kozjak at foot of which the flysch sediments of eocene formation are developed. Paleogene strata build up the Split peninsula, whereas the Čiovo Island is also of cretaceous limestone.

The bay itself shows different bathymetric and morphometric properties thus that two separate parts of the bay are clearly distinguished, the deeper eastern one and the shallower western one. Sedimentary cover of different sediment types, distinguished by their mechanical composition, follows the bathymetric distribution. These different sediment types are mainly distributed by a regular granulometric selection.

Both terrigenous and biogene components take part in sediment formation. Terrigenous elements are mainly transported from the adjacent cretaceous strata, and partly from the submarine springs. »*Terra rossa*« is found close to the submarine springs. It is sign of the transport of alloctone material by underground communications through which the intensive circulation of underground waters takes place in the littoral Karst area. In addition to the mass proportion of shells of *Foraminifera* the biogene elements contain also special types of »bruchschill« and »schill« sediments, which come of the smithereens or the whole shells of different organisms deposited on the sea bottoms. The submarine springs of the bay count among the most prolific ones in the Adriatic. Due to the submarine springs, the bay has an exceptional hydrographic significance. Under extreme conditions they even cause the ice to occur in the bay.

