

SEDIMENTOLOŠKI POKROV KANALSKOG PODRUČJA JADRANA I FAKTORI KOJI UPLIVAJU NA NJEGOVO FORMIRANJE

LA COUVERTURE SEDIMENTOLOGIQUE DE LA REGION DES CANAUX
EN ADRIATIQUE ET LES FACTEURS QUI AGISSENT SUR SA FORMATION

Slobodan Alfirević

Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split

UVOD

Dno Jadranskog mora je prekriveno recentnim marinskim sedimentima različite teksture i mineraloško-petrografskog sastava. Na sedimentaciju taloga u Jadranu utječu prvenstveno agensi transporta sedimenata, zatim blizina kopna i njegov geološki sastav, dubina i konfiguracija morskog dna, ljušturice i skeletni dijelovi organizama, biljno trunje, te razne alohtone komponente, porijeklom izvan jadranskih voda.

Kod prenošenja nanosa s kopna, kao agensi transporta se javljaju vjetar, riječni tokovi i bujice, a u tome učestvuju i podmorska vrela, koja podzemnim komunikacijama iz zaleđa unose razni terigeni materijal u sastav morskih taloga (kao što smo imali prilike promatrati u području vrulja Kaštelanskog zaljeva, gdje se osim terigenog materijala zaobljenih bridova — što opet ukazuje na modeliranje čestica i njihovo dugo putovanje — u talozima nalazi i terra rossa), te osobito morske struje, koje prema svojem intenzitetu vrše, pri procesu sedimentacije, granulometrijsku raspodjelu pojedinih čestica na morskom dnu.

Svrha ovog referata je da na osnovu postojećih podataka i rezultata vlastitih istraživanja sedimentološkog pokrova u Jadranu dade jedan sintetski pregled sedimentološkog pokrova kanalskog područja Jadrana i faktora koji uplivaju na njegovo formiranje u odnosu na otvoreni Jadran. Ova razmatranja se uklapaju u istraživanja kojima se želi etapno i sistematski ispitati morfološka i geološka građa marinskih sedimenata pojedinih područja u Jadranu, kako bi se na taj način dobio uvid u morfologiju jadranskog bazena i upotpunila slika o tipovima, teksturi, porijeklu, genezi i rasprostranjenju jadranskih sedimenata u cjelini.

MATERIJAL I METODIKA

Za neka priobalna i kanalska područja postoje podaci o naravi morskog dna, koje su pojedini autori utvrdili u početku uz batimetrijska mjerenja zbog navigacije, a kasnije vezivanjem naravi morskog dna za ribarstveno-biološka i biološka ispitivanja.

Tako su se u prošlom stoljeću, u sklopu austro-ugarske mornarice, a pod vodstvom kapetana bojnog broda Tobije Österreichera, vršila istraživanja morskog dna na 29 postaja najjužnijeg litoralnog područja zapadne obale Istarskog poluotoka, gdje je utvrđen opći petrografski sastav morskog dna (Stache 1867). Ista mornarica je vršila istraživanja i na ostalim područjima Jadrana, a talozi su bili svrstani prema slijedećim kategorijama: pijesak, mulj, glina, kamen, koralj, školjke i alge, uz pobližu oznaku: fini, grubi, žuti, crni, mekani i žilavi.

Kasnije je Mancini (1922), sabravši uzorke sedimenata na 287 postaja, kartirao u ribolovne svrhe Tršćanski zaljev i zapadnu obalu Istre, kroz kategorizaciju taloga na pet glavnih tipova: fondo sabbioso, fondo fangoso, senza fango, fondo duro i fondo molle.

Vatova (1943) je također vršio ekološka ispitivanja biocenoza u Tršćanskom zaljevu, Rovinjskom zaljevu i Venecijanskoj laguni bez pobliže granulometrijske i petrografske obrade.

Za otvoreni, pučinski dio Jadrana postoje podaci o mehaničkom sastavu taloga i morfologiji Jabučke kotline za 167 postaja (Morović, 1951).

Za kanalsko područje sjevernog, srednjeg i južnog Jadrana korišteni su podaci i rezultati vlastitih istraživanja, provedenih u navedenom području u razdoblju od 1958—1961. godine (Alfirević, 1958, 1959, 1960. a, 1960. b, 1960 c).

Na osnovu sedimentoloških istraživanja koja se provode u ovom Institutu, jadranski talozi su na pješčano-muljevitim dnima razvrstani (Gračanin, 1945, 1947) u 12 tipova: pijesak, glinasto-ilovasti pijesak, ilovasto-glinasti pijesak, ilovasti pijesak, glinasti pijesak, pjeskovita ilovača, glinasto-pjeskovita ilovača, ilovača, glinasta ilovača, pjeskovita glina, ilovasta glina, glina. Prema granulometrijskom sastavu taloga izvršeno je geološko kartiranje raznih sedimentoloških provincija u Jadranu, njegovom otvorenom dijelu i kanalskom području.

POSTIGNUTI REZULTATI

Kao što je poznato u Jadranu su, s obzirom na fizičku strukturu, zastupani svi glavni tipovi morskog dna. Hridinasto dno se nalazi naročito uz strmu, stjenovitu vapnenačku obalu, kao i pored stjenovitih otoka sa strmo odsječenom obalom i obalnim hridinama. Posebnom tipu hridinastog dna pripadaju i tzv. »brakovi« — plićaci, koji se izdižu iz dubljih dijelova mora. Šljunkovito dno se nalazi u području jačih hidrodinamskih procesa, na plićim područjima i uz riječna ušća. Ljuštorno dno je vezano za morfološke nepravilnosti reljefa, kao i uz područje, gdje su obilno zastupane tanatocenoze bentoskih organizama

(kanali Zadarskog otočja, Pelješki kanal, Koločepska vrata). Muljevito dno prekriva najveći dio površine jadranskog dna, a ispunjava sva područja u Jadranu, gdje nema znatnijeg gibanja morske vode.

Razmatrajući sedimentološki pokrov jadranskog bazena u cjelini, uključujući njegov otvoreni dio i kanalsko područje, uočava se bitna razlika u teksturi sedimenata unutar i izvan otočnog pojasa Jadrana. Dok se u unutrašnjem, kanalskom dijelu nalaze pretežno muljeviti sedimenti, zaštićeni otočnom barijerom, dotle se u vanjskom dijelu nalaze pretežno pješčani faciesi taloga, sa prekidima u dubljim dijelovima jadranskog bazena — Jabučkoj kotlini i dubokoj južnojadranskoj kotlini.

Ako bismo pokušali kauzalno utvrditi faktore koji uplivaju na formiranje sedimentološkog pokrova u Jadranu, onda bi glavnu ulogu u tom formiranju trebalo pripisati jadranskom otočnom pojasu, morfologijiorskog dna, odnosno formama paleoreljefa, te zatim hidrodinamskim procesima i konačno organizmima.

a) SJEVERNI JADRAN

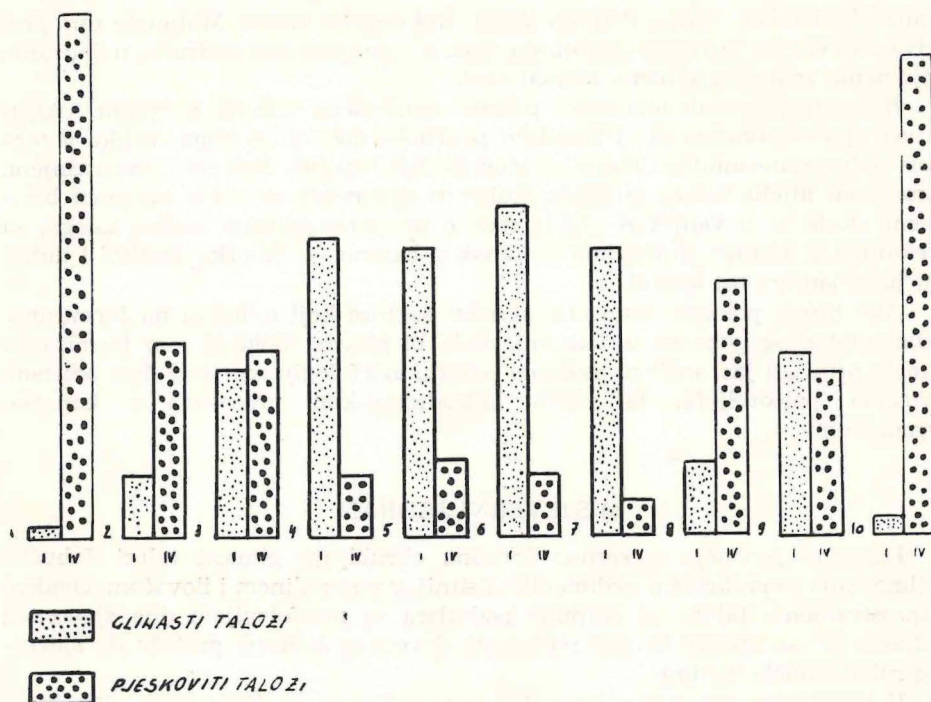
Pješčano područje sjevernog Jadrana obrubljuju glinasti talozi Jabučke kotline, koja je prekrivena sedimentima sitnijeg zrna: glinom i ilovačom. Ovakvo rasprostranjenje taloga se potpuno podudara sa morfologijom dna sjevernog Jadrana, jer se upravo krupni sedimenti sjevernog Jadrana protežu do sjevernog ruba Jabučke kotline.

U kanalskom dijelu sjevernog Jadrana, u Kvarneru, Kvarneriću, Riječkom zalivu i Velebitskom kanalu nalazimo glinasto-ilovaste taloge žilave konsistencije, koji su zaštićeni otočnom barijerom od otvorenog dijela sjevernog Jadrana, pa se mogu smatrati njegovim nezatrpanim dijelom, koji je zbog toga ujedno i batimetrijski dublji.

Prema tome, kao što su dublji predjeli dna sjevernog Jadrana između otoka Krka, Cresa i Raba nezatrpani dijelovi sjevernog Jadrana u poredbi sa njegovim središnjim i zapadnim dijelom, tako se i kotlina Jabuke može smatrati nezatrpanim dijelom sjevernog Jadrana. Zona glinastih taloga Jabučke kotline je prekinuta pješčanom zonom pojasa Palagruškog arhipelaga. Uočeni podmorski grebeni ovog pojasa su uvjetovali morfološki i facijalni prekid Jabučke kotline i centralnog područja dna srednjeg Jadrana, čiji se glinasti talozi nastavljaju u južnoj batijalnoj regiji Jadrana.

b) SREDNJI JADRAN

Izuzetak u muljevitom pojasu jadranskih kanala, unutar otočnog pojasa srednjeg Jadrana, čine kanali Zadarskog arhipelaga, osobito Sestrunjski, Tunski i Rivanjski kanal. Ispitivanjem granulometrijskog sastava sedimenata je utvrđeno da su navedeni kanali prekriveni krupnozrnim pješčanim talozima, a ispoljavaju nepravilnu granulometrijsku selekciju uvjetovanu geomorfološkim oblikovanjem kanala i ekstremnim strujanjima, koja na primjer u Rivanjskom kanalu postizavaju brzinu i do četiri čvora na sat.

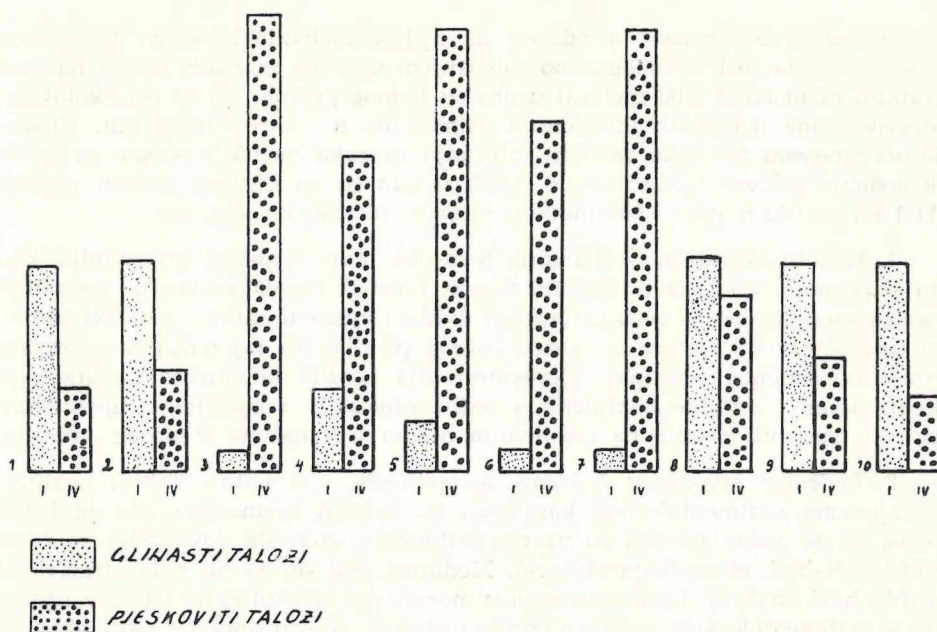


Sl. 1. Grafički prikaz teksture sedimenata u Zadarskom kanalu — pojava pravilne granulometrijske selekcije

Fig. 1 Graphique de la texture des sédiments dans le canal de Zadar — apparition d'une sélection granulométrique régulière.

Čini se da su strujanja u ovom području, a osobito u Rivanjskom kanalu potpuno onemogućila sedimentaciju na kamenitoj koritastoj ploči, koja je isprepletena krhotinama vapnenih skeleta Bryozoa, Serpulida i inkrustacija vapnenih alga. Uslijed toga granulometrijski sastav kamenitog korita ovog kanala odgovara kamenitom skeletu, a terigena komponenta koju zastupaju krupnija vapnena zrna, potpuno oblihi bridova, što ukazuje na trenje i modeliranje tih zrna intenzivnim gibanjem vode u tom dijelu kanala i njihovim struganjem po kamenitoj podlozi. Izvan kamenite podloge ovog kanala, u njegovom južnom dijelu, ponovno se ispoljava nepravilna granulometrijska selekcija u talozima, pojavom pješčanog faciesa sa primjesom čestica gline i ilovače u priobalnim područjima, dok se u području intenzivnog strujanja, u centru kanala, nalaze krupnozrni pješčani talozi bez gline i ilovače (Alfirević 1960 C, 1961).

Pri geološkom kartiranju ribolovnih područja u kanalima srednjeg Jadrana koje je, paralelno sa prospekcijom bentoskih ihtiocenoza, vršeno u 1957/58. godini na 10 profila, nastojalo se dobiti što vjerniju sedimentološku sliku istraživanog područja. Radi toga su uzorci marinskih sedimenata sabirani ne na



Sl. 2. Grafički prikaz teksture sedimenata u Pelješkom kanalu — pojava nepravilne granulometrijske selekcije

Fig. 2 Graphique de la texture des sédiments dans le canal de Pelješac — apparition d'une sélection granulométrique irrégulière.

jednoj, već na jedanaest postaja u okviru jednog profila. Rezultati koje smo postigli, upravo na osnovu tako guste serije postaja na svakom ispitanom profilu, su to i omogućili.

Analizirajući postignute rezultate u odnosu na geološki sastav ispitanih profila, mogu se sasvim oštro ograničiti tri različita sedimentološka područja u kanalima srednjeg Jadrana i to: područje glinastih taloga, područje pjeskovitih taloga i područje mješovitih, pjeskovito-glinasto-ilovastih taloga. Područje glinastih taloga se nalazi unutar otočnog pojasa i tvori čitav jedan kontinuirani muljeviti pokrov paralelan s obalnom zonom i istovremeno zaštićen otočnom barijerom koju tvore otoci Šolta, Brač, Hvar i poluotok Pelješac. To je zatvoreno i dobro zaštićeno područje, osobito u centralnim i najdubljim dijelovima ispitanih kanala, gdje, sudeći po teksturi sedimenata, izostaje intenzivna dinamika pridnenih slojeva morske vode. Područje pjeskovitih taloga se nalazi izvan otočnog pojasa. Morfološke nepravilnosti reljefa morskog dna u blizini istraživanih profila, kao i elementi izloženosti utiču na dinamiku otvorenih voda su utjecale na formiranje pjesčanih sedimenata ovoga područja. Područje mješovitih taloga tvori prelaznu sedimentološku zonu između kanala sa glinastim, odnosno pjesčanim sedimentima (Alfirević 1960. b).

Preliminarni rezultati geološkog kartiranja ribolovnih područja u kanalima srednjeg Jadrana su pokazali da na nekim ispitanim profilima postoji facijalni

diskontinuitet sedimenata u odnosu na njihov mehanički sastav. Uočavanje diskontinuiteta je bilo omogućeno sabiranjem uzoraka morskih taloga na vrlo kratkim razmacima (400 metara) u okviru jednog profila, što se pri ekološkim istraživanjima bentoskih ihtiocenoza primijenilo u Jadranu prvi put. Upoređujući iznesenu terensku metodu sabiranja uzoraka morskih taloga, sa onom ekspedicije »Hvar« (Karlovac 1953) u odnosu na gustoću radnih postaja (11:1 na profilu dugom 5.000 metara) može se ukazati na slijedeće:

1. Kod bioekoloških istraživanja bentoske faune supstrat predstavlja, kao što je poznato, vrlo važan ekološki faktor. Razmak od 400 metara za uzimanje uzorka supstrata pruža veću mogućnost uvida u njegovu narav i geološki sastav, od razmaka 5.000 metara u okviru jednog profila. Na taj način bi primjena ranije uobičajenog postupka vjerovatno bila pružila nepotpune podatke, pa prema tome i netočne zaključke o sedimentološkim svojstvima i geološkom sastavu ispitanih profila na ribolovnim dnima u kanalima srednjeg Jadrana.

2. Područje otvorenog Jadrana ne podliježe, vjerovatno, nekim naglijim promjenama sedimentološkog karaktera na kraćim razmacima, što je i bio razlog da se jedna postaja za uzorak sedimenta smatrala dovoljnom za čitav profil (rib.-biol. ekspedicija »Hvar«). Međutim, čini se, da bi ipak istraživački profili, bliži obalnom i otočnom pojasu morali, pri bioekološkim istraživanjima, biti sa sedimentološkog aspekta vjernije prikazani, što su upravo i naša iskustva na osnovu ovih istraživanja potvrdila.

c) JUŽNI JADRAN

U kanalskom području južnog Jadrana zanimljiv je primjer nepravilne granulometrijske selekcije u Pelješkom kanalu. Na priobalnim postajama poluotoka Pelješca i otoka Korčule nalazimo muljevite taloge zastupane česticama gline i ilovače, dok je centralni i ujedno dublji dio kanala ispunjen pješčanim sedimentima organogenog porijekla, a u vezi je sa aglomeracijama Bryozoa. Takvo ljuštorno dno formiraju u kanalu isključivo brizojski sedimenti.

Nije, međutim, isključeno da i stanoviti intenzitet hidrodinamskih procesa u kanalu uvjetuje formiranje pješčanog faciesa po sredini sinklinale Pelješkog kanala. Poznato je, naime, da hidrodinamska svojstva Pelješkog kanala ispoljavaju izvjesne specifičnosti u odnosu na vjetrove i njihov utjecaj na formiranje i brzinu vodenih tokova. Tako je na primjer bura u kanalu vrlo jaka i puše na mahove, koji su vrlo žestoki. Jugo i NW vjetrovi dosta su jaki, duvaju duž kanala i razvijaju jače more. Sudeći po teksturi sedimenata, upliv pridnene hidrodinamike morao bi se više odraziti u centralnom dijelu kanala, dakle upravo onamo gdje nalazimo brizojski sediment. Moguće je ovaj sedimentološki pokrov doživio u svom formiranju stanovite promjene. Hidrodinamski procesi su uvjetovali pješčani facies, koji bi mogao poslužiti kao supstrat za naseljavanje Bryozoa, koji su kasnije svojim kalciniranim skeletom dali ljuštorni elemenat talozima Pelješkog kanala.

U Koločepskom kanalu uočena je veza između hidrodinamskih faktora i facijalnog rasporeda sedimenata u raznim dijelovima ovog kanala. Njegov NW

dio, na spojnici kopno — otok Šipan je prekriven glinastim talozima i znatno je dublji od SE dijela na spojnici kopno — otok Koločep, koji je plići i prekriven je pješčanim talozima. Ekstremne sedimentološke odlike Koločepskog kanala se mogu dovesti u vezu s različitim uplivom vodenih tokova Rijeke Dubrovačke na teksturno facijalni karakter sedimenata ovog kanala. Sinklinala Koločepskog kanala je u NW dijelu dublja i dalje od ušća rijeke, dok je njen SE dio plići i bliži ušću. Različit sedimentološki pokrov (NW dio kanala — glina i SE dio kanala — krupnozrni pijesak) trebao bi biti funkcija intenziteta hidrodinamskih procesa, odnosno otjecanja vodenih tokova Rijeke Dubrovačke.

Potrebno je također još na koncu naglasiti da pri određivanju teksturnih oznaka, pojedinih autori uzimaju u obzir čestice do vrijednosti određenih veličina. Tako je pri utvrđivanju teksture jadranskih sedimenata uzimana kao granica sitnice i skeleta veličina od 2 mm, pa je u okviru te granice određen međusobni odnos u fizikalnoj klasifikaciji čestica koje učestvuju u tvorbi taloga na određenom području morskog dna. Čestice > 2 mm se ubrajaju u tzv. skelet, ali se obično ne registriraju pri determiniranju tipova taloga. Primjenom takve metode, utvrđen je u pomenutom Koločepskom kanalu facies glinaste ilovače, kad bismo uzeli u obzir samo tzv. sitnicu po Gračaninu. Međutim, vapnene inkrustacije *Lythothamniuma*, veličine i do par centimetara daju, naprotiv, ljuštorni karakter tom području, a prema tome i sasvim drugo sedimentološko obilježje, uslijed čega facies glinaste ilovače nije stvarni izraz naravi morskog dna u području Koločepskog kanala.

Upravo zbog toga se želi naglasiti da je pri utvrđivanju naravi marinskih sedimenata i njihove teksture potrebno uzeti u obzir sve postojeće komponente koje ulaze u sastav sedimenata, što je od osobite važnosti za ekološka ispitivanja u odnosu na određivanje supstrata kao ekološkog faktora sredine.

ZAKLJUČAK

Analizirajući rezultate sedimentoloških ispitivanja u Jadranu, kako pojedinih autora tako i vlastitih istraživanja, uočeno je da sedimentološki pokrov jadranskog bazena ispoljava znatne teksturne razlike u pojedinim područjima.

Dok je otvoreni dio Jadrana zastupan sedimentima pješčanog faciesa sa prekidima u jabučkoj i južno-jadranskoj kotlini, dotle je kanalsko područje, međutim, prekriveno glinasto-ilovastim sedimentima. Izuzetak čine pojedini kanali s nepravilnom granulometrijskom selekcijom koju uvjetuju hidrofizički, geomorfološki i biološki faktori.

Kao osnovni faktor koji vrši direktan upliv na teksturne osobine sedimentološkog pokrova u Jadranu javlja se jadranski otočni pojas. Ovaj pojas kao barijera omogućuje, unutar kanalskog područja, nesmetano taloženje i ujedno sprečava zatrpavanje, odnosno uticaj dinamike otvorenih voda na sedimente u pojedinim kanalima.

Tretirajući sedimentološki pokrov kao supstrat, iskustvo ukazuje na potrebu upoznavanja što vjernije teksturne fizionomije sedimenata pri bioekološkim istraživanjima, jer upravo kompleksnost faktora i njihov upliv na sedimentološki pokrov može uvjetovati teksturne razlike na vrlo neznatnim udaljenostima.

BIBLIOGRAFIJA

- Alfirević, S. 1958: Rezultati morfoloških i geoloških istraživanja marinskih sedimenata u srednjem Jadranu — Résultats des recherches morphologiques et géologiques sur les sédiments marins dans l'Adriatique moyenne. Hidrografski Godišnjak 1956—1957, Split.
- Alfirević, S. 1959: Rezultati morfoloških i geoloških istraživanja marinskih sedimenata u južnom Jadranu — Résultats des recherches morphologiques et géologiques des sédiments marins dans l'Adriatique meridionale. Hidrografski Godišnjak 1958. Split.
- Alfirević, S. 1960, a: Contribution à la connaissance des caractéristiques morphologiques de certaines parties du Schelf Adriatique. Rapport et Procès-Verbaux des Réunions Vol. XV, fasc. 3, Monaco-Paris.
- Alfirević, S. 1960, b: Quelques données sur la carte géologique des fonds chalutables dans les chenaux de l'Adriatique moyenne. Proceedings and Technical Papers F. A. O., Sixth Meeting, No. 6 General Fisheries Council for the Mediterranean, Rome.
- Alfirević, S. 1960, c: Rezultati morfoloških i geoloških istraživanja marinskih sedimenata u kanalima Zadarskog arhipelaga — Results of the morphological and geological researches of marine sediments in the channels of the Archipelago of Zadar. Hidrografski Godišnjak 1959, Split.
- Alfirević, S. 1961: Influence des facteurs géomorphologiques, hydrophysiques et biologiques sur la sélection granulométrique des sédiments dans les chenaux de l'Adriatique. Rapports et Procès-Verbaux des Réunions. Vol. XVI, fasc. 3. Monaco-Paris.
- Alfirević, S. 1963: Sedimentološke osobine supstrata bentoske faune u kanalima srednjeg Jadrana. Manuskript.
- Bourcart, J. 1958: Problèmes de géologie sous-marine. Paris.
- Gračanin, M. 1945: Mali pedološki praktikum. Zagreb.
- Gračanin, M. 1947: Pedologija, II. dio — fiziografija tala. Zagreb.
- Hydrographisches Amt. der K. u. K. Kriegsmarine, Seekartendepot, Pola.
- Karlovac, O. 1953: An ecological study of *Nephrops norvegicus* (L.) of the High Adriatic. — Reports Vol. V. No. 2. c. — The M. V. »Hvar« cruises-researches into fisheries biology 1948—1949. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split.
- Mancini, L. 1929: Crociera di pesca per lo studio del fondo marino. Memorie scientifiche. Bollettino di pesca, piscicoltura e di idrobiologia. No. 3, serie B. Genova.
- Morović, D. 1951: Composition mécanique des sédiments au large de l'Adriatique. Rapports de l'Institut pour l'Océanographie et la Pêche de la R. P. F. de Yougoslavie, Split — The M. V. »Hvar« Cruises Researches into Fisheries Biology, Vol. III. No. 1, Split.
- Pratje, O. 1938: Gewinnung und Untersuchung der Meeresgrundproben. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden von Prof. Emil Abderhalden, Berlin-Wien.
- Stache, G. 1867: Meeresgrundproben aus der Brionischen Inseln in Istrien, eingesendet v. Tobias Österreicher. Verh. K. K. geolog. Reichsanstalt. Jhg. 1867.
- Vatova, A. 1943: Le zoocenosi dell'Alto Adriatico presso Rovigno e loro variazioni nello spazio e nel tempo. Thalassia, Vol. V. No. 6.
- Viezzoli, F. 1901: L'Adriatico-Morphologia, condizioni fisiche, climatographia. Parma.

LA COUVERTURE SEDIMENTOLOGIQUE DE LA REGION DES CANAUX EN ADRIATIQUE ET LES FACTEURS QUI AGISSENT SUR SA FORMATION

Slobodan Alfirević

R É S U M É

La région des canaux adriatiques présente des caractéristiques sédimentologiques diverses.

Les agents de transport, la configuration du sol marin et les organismes semblent avoir la plus forte influence sur la formation de la couverture sédimentologique dans certains des canaux de l'Adriatique septentrionale, moyenne et méridionale. On a remarqué également une sélection granulométrique irrégulière, qui est aussi influencée par les facteurs mentionnés ci-dessus.

Dans la formation de la couverture sédimentologique dans certains canaux, on souligne principalement le rôle joué par la ceinture insulaire adriatique qui, à la façon d'une barrière, permet à la sédimentation de s'effectuer sans obstacles dans l'Adriatique moyenne et s'oppose d'autre part au comblement de l'Adriatique nord.

