

*Pozvano kongresno priopćenje  
UDK 551.46*

## **Zagrebački prirodoslovci, a napose Josip Goldberg, i istraživanje Jadrana<sup>1</sup>**

*Mirko Orlić*

*Geofizički zavod »Andrija Mohorovičić«, Prirodoslovno-matematički fakultet,  
Sveučilište u Zagrebu*

U članku se prikazuje djelatnost S. Brusine i njegovih suvremenika, kojom su krajem 19. stoljeća utemeljena novija oceanografska istraživanja u Hrvatskoj. Detaljno se analiziraju okolnosti pod kojima je došlo do organiziranja prvih hrvatskih oceanografskih ekspedicija u Kvarnerskom zaljevu 1913. i 1914. godine. Naposljetku, pozornost se posvećuje J. Goldbergu, istraživanjima seša Bakarskog zaljeva što ih je zajedno sa suradnicima proveo 1936. godine, te utjecaju koji je ostvario na oceanografsku djelatnost nakon drugog svjetskog rata.

*Ključne riječi:* zagrebački prirodoslovci, Josip Goldberg, istraživanje Jadrana

### **1. Uvod**

Živjeti u unutrašnjosti i baviti se istraživanjem mora – u prvi mah može djelovati kontradiktorno. Pa ipak, to nije tako rijetka praksa u svijetu: sjetimo se samo značajnih oceanografskih institucija u Parizu ili Moskvi. Kad je riječ o Hrvatskoj valja reći da su zagrebački prirodoslovci dali brojne doprinose istraživanju Jadrana te da su u pojedinim razdobljima dominirali tim istraživanjima u našoj zemlji. Svrha je ovog prikaza podsjetiti na zagrebačke znanstvenike koji su se bavili Jadranom, posebno na geofizičara J. Goldberga, ukloniti propuste i pogrešne tvrdnje što se opetovano javljaju u literaturi i, naposljetku, upozoriti na pouke koje se mogu izvući iz prošlih napora da se u jednoj maloj zemlji s relativno velikom morskom površinom organiziraju istraživanja u tako skupom području kao što je oceanografija.

Zagrebački prirodoslovci počinju se znanstveno baviti Jadranom u 19. stoljeću. Međutim, sporadičnog interesa za more bilo je i prije. Tako zagre-

---

1 Tekst predavanja održanog, po pozivu, na znanstvenom skupu »Hrvatski prirodoslovci 5« što ga je organizirala Matica hrvatska 4. listopada 1996. godine u Zagrebu. S obzirom da objavljivanje zbornika sa skupa kasni, te da je tekst izuzetno zanimljiv ne samo za naše oceanografe već i geofizičare, objavljujemo ga u *Geofizici* uz privolu organizatora skupa. Ur.

bački kanonik B. A. Krčelić u *Annuae sive historia* početkom 1757. godine piše:<sup>2</sup>

»Oko sredine prosinca prošle godine započe nemila zima uz obilje snijega. Studen se stalno pojačavala, a došla je do vrhunca osobito 1., 6. i 7. siječnja uz jaku buru. A što je dosad bilo nečuvveno, smrzlo se Jadransko more, pa su u Mlecima silno poskupila drva i sve stvari. Zbog tog smrzavanja mora brojno je tamošnje pučanstvo silno mučila nestašica hrane.«

U tekstu nije precizirano gdje se more smrznuo, ali je inače opažanje sukladno brojnim drugim pokazateljima o tzv. malom ledenom dobu koje je potrajalo od početka 15. do sredine 19. stoljeća. Godine 1758. na Zagrebačkoj je akademiji A. Mikulić branio teze u kojima se plima i oseka pripisuju djelovanju etera.<sup>3</sup> Premda izvan glavnog toka tadašnje znanosti o moru, i te teze svjedoče da se u Zagrebu već u 18. stoljeću razmišljalo o pojavama u moru.

## 2. Spiridion Brusina i njegovi suvremenici

Interes za znanstveno istraživanje Jadrana donio je u Zagreb S. Brusina (1845–1908, Slika 1), kad se 1868. godine zaposlio u zagrebačkom Narodnom muzeju. Tijekom rada u Zagrebu Brusina se istaknuo kao vodeći hrvatski zoolog i paleontolog, a bio je i prvi profesor zoologije na obnovljenom Sveučilištu u Zagrebu.<sup>4</sup> Već za školovanja u svom rodnom Zadru i kasnije u Beču zanimao se za živi svijet mora.<sup>5</sup> S promjenjivim intenzitetom nastavio se baviti biologijom mora kroz cijeli život, pri čemu je djelovao prvenstveno kao taksonom. U nekoliko je navrata (1868, 1871, 1873, 1901) obilazio primorske gradove, sakupljajući uzorke i posjećujući muzeje. Rezultate tih obilazaka Brusina je od 1872. prikazivao u *Naravoslovnim crticama sa sjeveroistočne obale Jadranskoga mora*, u kojima ne opisuje samo faunu Jadrana već i kulturne prilike Dalmacije toga doba.<sup>6</sup> Budući da je *Naravoslovne crtice* Brusina čitao na sjednicama Matematičko-prirodoslovnoga razreda Akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu, one su nesumnjivo pridonijele zanimanju što su ga zagrebački prirodoslovci postupno razvili za istraživanje mora.

Godine 1877. botaničar Ljudevit Rossi (1850–1932), nakon jednogodišnjeg boravka u Italiji, objavio je u časopisu *Vienac* detaljan opis Zoološke

2 B. A. Krčelić: *Annuae sive historia* (u prijevodu V. Gortana), JAZU, Zagreb, 1952, 630 pp.

3 Ž. Dadić: *Povijest egzaktnih znanosti u Hrvata*, Liber, Zagreb, 1982, 359 + 381 pp.

4 V. Kochansky-Devidé: Prilozi povijesti geoloških znanosti u Hrvatskoj – II – Spiridion Brusina, *Geološki vjesnik*, 28, 1975, 365–385; J. Balabanić: *Brusina prirodoslovac*, Hrvatski prirodoslovni muzej i Školska knjiga, Zagreb, 1988, 89 pp; J. Balabanić (ur): *Spiridion (Špiro) Brusina*, Zbornik radova sa znanstvenoga skupa, Matica hrvatska, Zadar, 1991, 239 pp.

5 T. Gamulin: Špiro Brusina i istraživanje Jadranskog mora, *Rad JAZU*, 404, 1983, 241–309.

6 S. Brusina: *Naravoslovne crtice sa sjeveroistočne obale Jadranskoga mora* (ponovno izdanje), Dom i svijet, Zagreb, 1995, 456 pp.



Dr. Lazar Car

Spiridon Brusina

Dr. August Langhoffer

**Slika 1.** S. Brusina (sredina) te L. Car i A. Langhoffer, prvi profesori zoologije na Sveučilištu u Zagrebu.

**Figure 1.** S. Brusina (middle), L. Car and A. Langhoffer, first professors of zoology at the University of Zagreb.

postaje u Napulju.<sup>7</sup> Primjer uspješnog rada jedne oceanografske postaje sigurno je potaknuo razmišljanje o potrebi da se slična institucija osnuje i u nas.

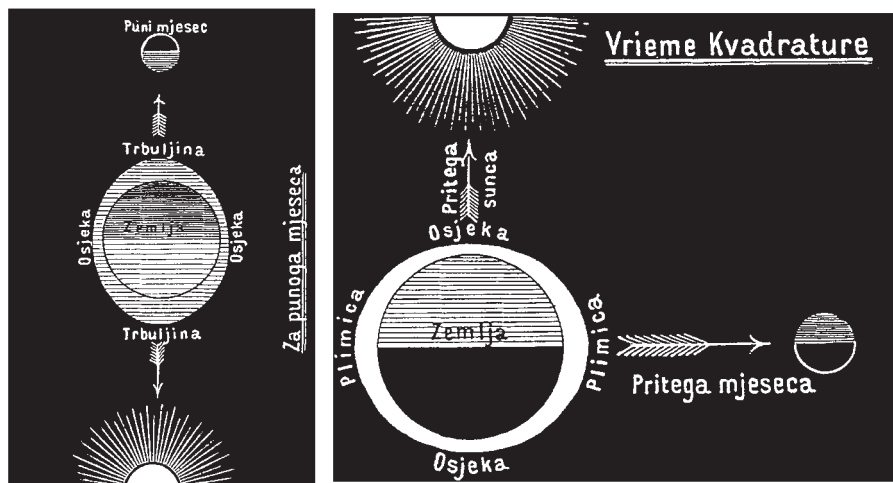
Nakon zoologa i botaničara, morem su se počeli baviti i geografi. Premda u početku to bavljenje nije imalo znanstveni karakter, pomoglo je da se razvije svijest o oceanografiji kao području koje pored izučavanja živog svijeta mora obuhvaća i istraživanje fizikalnih pojava i procesa. Tako je 1878. godine Vjekoslav Klaić (1849–1928), povjesničar i geograf, objavio *Prirodni zemljopis Hrvatske*, u kojem je prikazao rezultate suvremenih istraživanja fizikalnih procesa u Jadranu.<sup>8</sup> Deset godina nakon toga geograf Ivan Hoić (1850–1921) objelodanio je *Slike iz obćega zemljopisa* koje sadrže detaljan prikaz fizikalnih procesa u morima i oceanima sa zanimljivim terminološkim rješenjima (Slika 2).<sup>9</sup> Naposljetku, 1890. godine u Zagrebu je objavljen hrvatski prijevod popularnog *Fizikalnog zemljopisa*, što ga je napisao američki hidrograf M. F. Maury, u kojem se pomno analizira gibanje u atmosferi i moru.<sup>10</sup>

7 Lj. Rossi: *Slike iz prirode*, *Vienac*, 9, 1877, 26–31, 44–47, 75–78, 91–95, 254–256.

8 V. Klaić: *Prirodni zemljopis Hrvatske*, C. Albrecht, Zagreb, 1878, 406 pp.

9 I. Hoić: *Slike iz obćega zemljopisa* (knjiga prva), Matica hrvatska, Zagreb, 1888, 367 pp.

10 M. F. Maury: *Fizikalni zemljopis* (preveo K. I. Stefanić), Dionička tiskara, Zagreb, 1890, 124 pp.



**Slika 2.** Prikaz sizigijalnih i kvadraturnih morskih mijena, prema knjizi I. Hoića iz 1888. godine.

**Figure 2.** An illustration of the spring and neap tides, from the book published by I. Hoić in 1888.

Osamdesetih godina prošlog stoljeća u Zagrebu se nastanjuje i počinje znanstveno djelovati Lazar Car (1860–1942), zoolog i mlađi Brusinin suradnik (Slika 1). Nakon boravka na Zoološkoj postaji u Trstu svojim je istraživanjima zalazio i u oceanografiju, posebno se baveći kopepodnim racima i uopće planktonom Jadrana.<sup>11</sup> Početkom devedesetih godina Car je, na osnovi iskustva kolega iz Trsta, Graza i Münchena, za istraživačke potrebe uspostavio morski akvarij u Zoološkom muzeju u Zagrebu.<sup>12</sup> Akvarij se održao nekoliko mjeseci, ali ga noviji autori koji se bave akvaristikom uopće ne spominju. Godine 1893. Car je u časopisu *Prosvjeta* objavio popularan prikaz multidisciplinarnih oceanografskih istraživanja.<sup>13</sup> Taj prikaz predstavlja značajan odmak od uobičajene dotadašnje prakse u nas, budući da se ne ograničava samo na oceanografsku disciplinu koja je autoru najbliža već nastoji ravnopravno tretirati sve discipline koje su objedinjene nazivom oceanografija.

Zaokret prema multidisciplinarnosti bio je uvodom u prvo znanstveno putovanje hrvatskih istraživača Jadranskim morem, ostvareno pod pokrovi-

11 I. Matonićkin (ur): *Spomenica – Sto godina znanstvenog i nastavnog rada iz zoologije na Sveučilištu u Zagrebu – Hrvatski narodni zoološki muzej od osnutka do danas*, Prirodoslovno-matematički fakultet i Hrvatski narodni zoološki muzej, Zagreb, 1974, 231 pp.

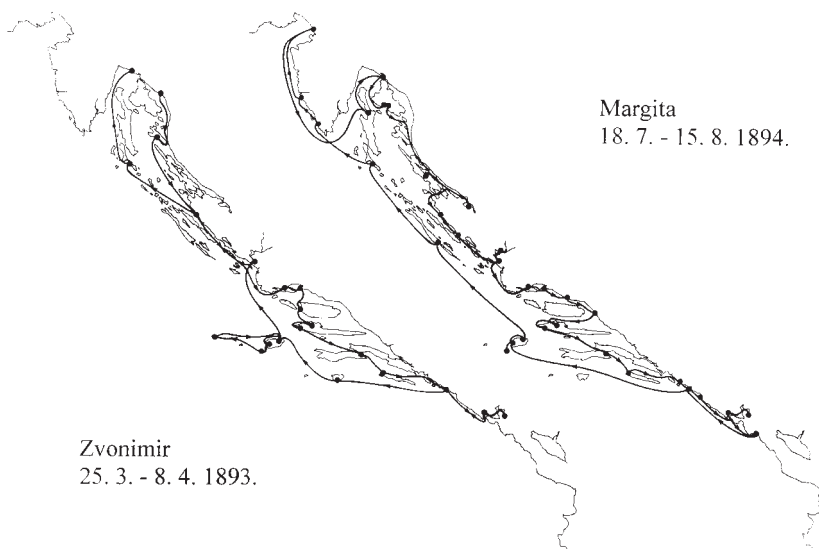
12 L. Car: O uređenju akvarija, *Nastavni vjesnik*, 2, 1894, 229–237.

13 L. Car: Morske dubine, *Prosvjeta*, 1, 1893, 12–15, 39–42, 64–66, 84–86, 110–111.

teljstvom Kraljevske zemaljske vlade brodom *Zvonimir* u razdoblju od 25. ožujka do 8. travnja 1893. godine. Opis broda nalazimo u putopisu što ga je iste godine objavio M. Šenoa u časopisu *Vienac*:<sup>14</sup>

»... dopustit će mi strpljivi čitatelj, da mu prikažem našega prvaka – strpljivoga podnositelja svih naših hira. Zove se 'Zvonimir', dug je od prilike kojih tridesetak metara, vitak je – gotovo elegantan. Dva vita jarbola digla se u vis, na prvome treperi zastavica s imenom 'Zvonimir', a na drugom hrvatski barjak s hrvatskim grbom – neka se zna, kako mu je ime i otkle je. Među jarbolima nalazi se širok, dosta nizak dimnjak, a pred njime kapetanski most. Kad se 'Zvonimir' poput galeba (sivom je bojom namazan) zaleti u debelo more, onda, što no riječ, reže valove, da je milota. Na samoj palubi pod kapetanskim mostom ima kolibica, sva staklom prekrita, pa češ, ako si dobra želudca, po visokome moru okružiti pogledom na sve strane... 'Zvonimirom' zapovijeda vrli kapetan Marušić – Ičanin.«

Iz spomenutog putopisa može se rekonstruirati plovna ruta (Slika 3). Putovalo se od luke do luke, usput su se sakupljali uzorci na kopnu i u moru, a ujedno su sudionici putovanja imali priliku upoznati se s mjesnom inteligen-



**Slika 3.** Plovne rute znanstvenih putovanja izvršenih 1893. i 1894. godine brodovima *Zvonimir* i *Margita*. Prvi brod krenuo je na putovanje iz Novoga, drugi iz Kraljevice.

**Figure 3.** Routes of *Zvonimir* in 1893 and *Margita* in 1894. The first ship started its cruise from Novi, the second from Kraljevica.

14 M. Šenoa: Put u Dalmaciju, *Vienac*, 25, 1893, 451–454, 482–483, 499–502, 512–513, 657–658, 688–689, 705–707, 720–722, 737–739, 755–759, 769–771, 790–791, 823–824, 835–838; Idem: *Preko kršnih gora do sinjega mora*, Knjižara Radoslava Horvata, Zagreb, 1944 (?), 173 pp.

cijom, običi muzeje, razgledati znamenitosti. Takav način rada odstupao je od prakse ondašnjih ekspedicija na moru, pa stoga i govorimo o znanstvenom putovanju, a ne o oceanografskoj ekspediciji. Međutim, iz Šenoinog putopisa razabire se da je svrha putovanja bila mnogo šira od istraživanja mora – htjelo se naime istražiti i prirodne osobitosti obale i otoka, a navlastito pomoći uspostavljanju veza između Dalmacije i uže Hrvatske i tako se suprotstaviti autonomaškim tendencijama koje su se tada javljale u pojedinim dalmatinskim gradovima.

Od desetak sudionika putovanja *Zvonimirom* već je spomenut Milan Šenoa (1869–1961), geograf i književnik, sin Augusta Šenoe.<sup>15</sup> Kako je navedeno, Šenoa je objavio opis puta, koji ima i literarnu vrijednost – napose u oslikavanju karaktera naših pomoraca – ali ujedno prikazuje i političke prilike onog vremena. Zgodan je, na primjer, opis utrke *Zvonimira* s Lloydovim parobrodom *Tritonom*, pun političkih konotacija:<sup>16</sup>

»Lagano zakrenu 'Zvonimir', koji se držaše pravcem na istok prema Bolu, na jug, prodje kroz Hvarski kanal. Tu se pred Starogradskim zatonom sretosmo sa 'Tritonom', koji je u Starigrad ulazio.

- Kapetane!
- Izvolite?
- Ne dajte se!
- A ja!

Ove su riječi značile 'Briga vas, ja i sam znam'.

Starogradski je zaton do 12 km dug – dovoljno širok, da dva 'vapura' usporedo podju. 'Zvonimir' ostavljao iza sebe laganu bijelu maglicu, a 'Tritone' razbacao zrakom čitave kupove neke crno-žutkaste smjese od pare i dima.

Baš je bilo krasno gledati, kako se te dvije kulturne životinje igraju. Još je 'Tritone' za kojih tridesetak metara pred nama. Evo sad se daljina sve više smanjuje. Već je naš 'bumpreš' (koso jedrilo) u liniji sa 'Tritonom' krmom. Još čas – i eto nas usporedo.

– *Larus argentatus*, mirno se ozove Stari gospodin, koga parna regata ni malo ne zanimaše.

- *Larus*? upita naglo naš Maršal.
- *Larus*? upita g. Zagorac, a obojica skočiše do pušaka.

Dva puta zaori jeka zatonom Starogradskim, a Maršal mahnu kapetanu rukom.

– Ferma! povikne kapetan makinisti, a mi stadosmo, dok je 'Tritone' (kao da se smije) sve više odmicao. Kad su obje puške puknule, srebrni se galeb

15 V. Blašković: Milan Šenoa – Povodom devedesete godišnjice njegova života, *Geografski glasnik*, 21, 1959, 1–7.

16 M. Šenoa, op. cit.

naglo zaustavi u zraku, njegovo se bijelo perje zadnji put razsvijetli od sunca, a onda se sruši strmoglavce u more.

Velikim nekim štapom, što ima na kraju svinut zub, dovukoše galeba na brod.

– Tutta forza! zaori kapetan, a 'Zvonimir' poče svojim repom udarati po ritmu najčudnijega Sofoklova kora.

'Tritone' je daleko odmaknuo. Zašli smo u njegov trag.

– Morat ćemo u Staromgradu 'karbuna' krcat, oglasi se noštromo.

– Sve jednako, mećite u 'fogun' brikete.

Metnuše brikete, a mi smo se (kao Leonida) sa 'Tritonom' mogli u sjeni boriti – od samoga dima.

Poput lastavice zaletio se 'Zvonimir' za 'Tritonom', bijela pjena u moru i crni smrdež u zraku – jedini su mu trag. Leti kao da se mora i ne tiče.

– Ovako bismo išli 13 'milj' – i više, na uru.

Negdje pod Rudinama ulovismo 'Tritona'. Već je Starigrad na vidiku. 'Zvonimir' upre ljudski, prestiže 'Tritona', prošav mu gotovo ispod 'bumpreša', i ostavi ga u svom tragu (Kielwasser) – a bome i u dimu, jer su brikete baš ljudski kadile.

Kad smo prolazili uz onu vjetrenjaču, što stoji do mora, 'Tritone' je koju stotinu metara zaostao bio.«

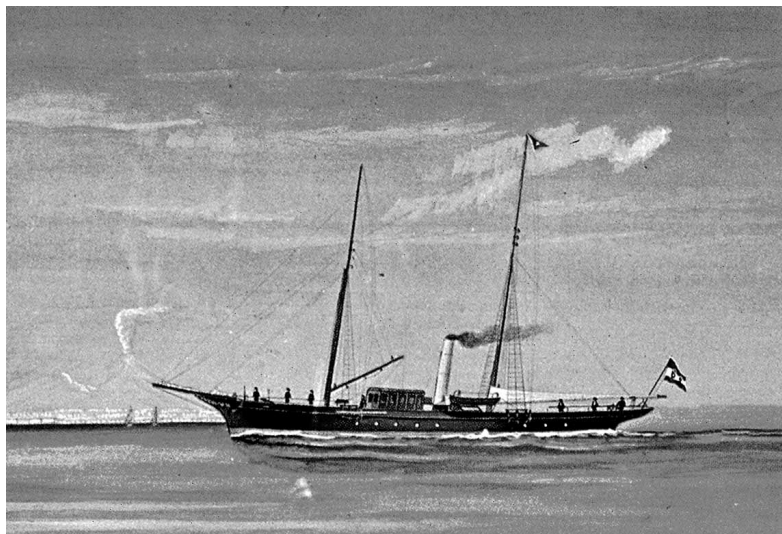
M. Šenoa je i kasnije zadržao interes za more. Tako je od 1897. godine predavao oceanografske kolegije na Sveučilištu u Zagrebu, a – kako ćemo vidjeti – sudjelovao je i u prvim hrvatskim oceanografskim ekspedicijama. Aktivnu znanstvenu ulogu na putovanju *Zvonimirom* imao je L. Car, koji je na osnovi prikupljenog materijala objavio rad o kopepodnom planktonu Jadranskog mora.<sup>17</sup> Naposljetku, treba spomenuti i geologa Miju Kišpatića (1851–1926),<sup>18</sup> jedinog sudionika prvog putovanja koji je bio i na drugom putovanju što je ostvareno godinu dana kasnije.

Sva ova aktivnost potaknula je S. Brusinu da se ponovno jače angažira u istraživanju mora. Već u prosincu 1893. godine Brusina drži predavanje u Akademiji znanosti i umjetnosti u Zagrebu, u kojem se zalaže za osnivanje hrvatske biološke postaje na moru, predlažući Dubrovnik kao najpogodniju lokaciju.<sup>19</sup> Iduće godine Brusina vodi drugo znanstveno putovanje hrvatskih istraživača Jadranskim morem, ostvareno po odredbi Kraljevske zemaljske vlade brodom *Margita* u razdoblju od 18. srpnja do 15. kolovoza 1894. *Margitu* (Slika 4), brod Nautičke škole u Bakru, nabavila je te iste godine Kraljevska zemaljska vlada radi unapređenja školovanja pomorskih časnika, ali i

17 L. Car: Copepodni plankton iz Jadranskog mora, *Glasnik Hrvatskoga naravoslovnoga društva*, 8, 1895/1896, 145–150.

18 V. Kochansky-Devidé: Prilozi povijesti geoloških znanosti u Hrvatskoj – III – Mijo Kišpatić, *Geološki vjesnik*, 29, 1976, 349–362.

19 S. Brusina: Biološke postaje, *Ljetopis JAZU za godinu 1893.*, 8, 1893, 87–124.



**Slika 4.** *Margita*, brod Nautičke škole u Bakru, kojim je 1894. godine izvršeno drugo znanstveno putovanje hrvatskih istraživača Jadranskim morem.

**Figure 4.** *Margita*, ship of the Nautical School in Bakar, aboard which the second cruise of the Croatian scientists was carried out along the east Adriatic coast in 1894.

s namjerom da se upotrebi u znanstvene svrhe. Opis inauguralnog znanstvenog putovanja tim brodom dao je I. Hoić,<sup>20</sup> pa se odatle može rekonstruirati i plovna ruta (Slika 3). Iz putopisa jasno se razabire da je putovanje imalo isti karakter kao i ono što je godinu dana ranije ostvareno *Zvonimirom*, s time da je trajalo dulje pa se mogao obići veći dio obale. Evo opisa posjete Košljunu i Puntu, koji je po mnogo čemu tipičan:<sup>21</sup>

»... otplovismo k istoku prema krasnoj *Košljunskoj dragi* (pelaghetto di Cassione), koju rastavlja od krčkoga zatona uzani rt. Pred ulazom u dragu usidri se na otvorenome moru (9 met. dubljine) naša *Margita*, a mi krenusmo u dvije barke kroz konao u dragu. Malo ne usred drage, koja priliči prostranom jezeru, diže se iz mora lijep ubav otočić. Na ovom je otočiću samostan okružen hrastovima, lovorima, dudovima i raznim vočkama. Jedna barka krenu izravno do samostana. Nekoć bijaše taj samostan u rukama Benediktovaca, a sadu živu u njem Franjevci, koji nas lijepo primiše, pokazavši nam sve znamenitosti samostanske. Po gospodarstvenim spremištima rekao bi čovjek, da je samostan nekoć bio veoma imućan. Knjižnica, u kojoj je bio za-

20 I. Hoić: Prvo naučno putovanje sa »Margitom«, jahtom nautičke škole u Bakru, *Glasnik Hrvatskoga naravoslovnoga društva*, 9, 1896, 151–260.

21 I. Hoić, op. cit.



bavljen vrlo kanonik istarski narodni zastupnik V o l a r i ć, ima starih rukopisa i starih knjiga, među kojima je i jedan rijetki atlas. U samostanskoj crkvi ima slika starije mletačke škole od Jeronima di Santa Croce. U jednoj je Kapelici visoko u zidu grobnica kneginje Katarine Frankopanke sa brojkama u kamen urezanim: 29. veljače 1400. Kao što je poznato, otok Krk bijaše od god. 1118. za kneza Dujma pa do god. 1480. (za Ivana Frankopana) nasljedno leno knezova Krčkih, koji se kasnije prozvaše *Frankopani*. Sa toga je otoka raširio moćni rod Frankopana svoj posjed i ugled po susjednom kopnu hrvatskom, te je dao Hrvatskoj sve do tužne katastrofe u Bečkom Novome mjestu g. 1671. mnogo velikih muževa. Spomen roda Frankopanskoga veličaju još mnoge gradine posute po otoku Krku, a snažni tamošnji žitelji, koje susjedni Primorci zovu *Bodulima*, još i danas svojim crnim odijelom tuguju za svojim gospodarima Frankopanima. – Dok je naš entomolog s uspjehom hvatao po otočiću nedužne žrtve svoje znanosti, nas se dvojica okupasmo, a zatim okusismo osebujne samostanske kapljice. U to stigoše po nas drugovi, koji su na drugoj lađici posjetili *Punat*, oveće selo u Košljunskoj dragi naprotiv samostana. Bacili svoju spravu dva, tri puta, nebi li ulovili koju atlantsku Jakovsku pokrovaču, ali im sreća nije poslužila; no uloviše zato svakovrsnih drugih životinja. Punatski su žitelji vrlo radini i prometni. Sav je okoliš punatski zarastao lozom, od koje se dobiva izvrsno vino i daleko na glasu. Iz Punata se mnogo mladeži školuje, a razlog je tomu, kao što sam čuo pripovjedati, ovaj. Dugotrajna pravda između krčkoga biskupa i punatske općine poradi nekih zemljišta svršila se napokon tako, da su obje pruce stranke pristale, neka se osnuje od prihoda onih zemljišta stipendija za školovanje tamošnjih mladića. Kamo sreće kad bi svaka parnica rodila ovako korisnim posljedicama! – U dva sata bijasmo opet na Margiti, gdje odmah sjedosmo k objedu.«

Ponovno, uzorkovanje se vršilo na kopnu i na moru, ali je također bilo važno upoznati se s poviješću krajeva kroz koje se putovalo, sresti tamošnje intelektualce, poraditi za hrvatsku stvar. Dakle, ni ovo nije bila oceanografska ekspedicija, bilo je to znanstveno putovanje s političkim implikacijama.

Centralna ličnost putovanja *Margitom* bio je svakako S. Brusina. O oceanografskim rezultatima putovanja izvijestio je 1895. godine na Trećem međunarodnom zoološkom kongresu u Leidenu, pa je tako prvi naš biolog koji je nastupio na nekom međunarodnom kongresu s referatom iz biologije mora. Brusina je na osnovi prikupljenog materijala napisao i poseban rad o malakološkoj fauni Jadranskog mora.<sup>22</sup> Od ostalih sudionika putovanja, osim već spomenutih I. Hoića i M. Kišpatića, treba navesti A. Langhoffera. August Langhoffer (1861–1940)<sup>23</sup> bio je entomolog, te se ni u vrijeme putovanja *Margitom* ni kasnije nije bavio istraživanjem mora. Međutim, kao Brusinin suradnik i nasljednik (Slika 1) utjecao je na potonje istraživanje mora u Hrvat-

22 S. Brusina: Faunistički prilozi sa putovanja yachte »Margite« po Jadranskom moru, *Glasnik Hrvatskoga naravoslovnoga društva*, 9, 1896, 261–297.

23 I. Matoničkin, op. cit.

skoj. M. Kišpatić je nakon putovanja 1893. i 1894. godine na osnovi opažanja mekušaca s Brusnika objavio članak u kojem je ustvrdio da se taj otok uzdi-gao u odnosu na more.<sup>24</sup>

Kad je riječ o znanstvenim putovanjima brodovima *Zvonimir* i *Margita*, valja spomenuti da se u literaturi mogu pronaći brojne pogrešne tvrdnje. Tako mnogi autori ignoriraju putovanje *Zvonimirom*, pa se i u jednoj prigodnoj biografiji S. Brusine, objavljenoj ove godine, tvrdi da je on »... poduzeo ... školskim brodom 'Margita' prvo naše znanstveno istraživanje Jadranskog mora«. Čak i oni pisci koji znaju za *Zvonimira*<sup>25</sup> pogrešno navode 1892. kao godinu kad je izvršeno to putovanje. Greška potječe iz članka L. Cara,<sup>26</sup> u kojem je zbog autorovog ili tiskarskog propusta objavljena netočna godina. Autor ovog teksta prije desetak je godina pronašao Šenoin putopis<sup>27</sup>, kojim je u cijelosti dokumentirano putovanje *Zvonimira*.

S ovim znanstvenim putovanjima završava naše prvo razdoblje istraživanja mora, razdoblje kojim je dominirao S. Brusina. Ubrzo nakon tih putovanja Brusina je umirovljen (1901), a potom je i umro. Premda je cijelo to razdoblje, od 1868. godine pa do kraja 19. stoljeća, u znaku S. Brusine, ne treba smetnuti s uma ni doprinose ostalih istraživača. Posebno se ne bi smjelo zaboraviti L. Cara, koji je prvi zastupao načelo multidisciplinarnosti u hrvatskoj oceanografiji i uz čije je aktivno sudjelovanje – a možda i na njegov poticaj – ostvareno naše prvo znanstveno putovanje Jadranskim morem. Kako ćemo vidjeti, Car je i u narednom razdoblju imao važnu ulogu u istraživanju Jadrana. Izvan prirodoznanstvenih krugova mora se kao zaslužnu osobu iz ovog razdoblja svakako spomenuti Isidora Kršnjavoga, predstojnika Odjela za bogoštovlje i nastavu Kraljevske zemaljske vlade od 1891. do 1895. godine. U putopisu I. Hoića on se navodi kao pokretač putovanja *Margitom*, a nije isključeno da je pomogao i prirodoslovcima koji su sudjelovali u putovanju *Zvonimira*.

### 3. Prve hrvatske oceanografske ekspedicije

Drugo razdoblje istraživanja mora u Hrvatskoj trajalo je od kraja 19. stoljeća pa do prvog svjetskog rata. U to vrijeme nekolicina se mlađih znanstvenika uključila u istraživanje Jadrana, istraživački rad proširio se s biolo-

24 M. Kišpatić: Prilog poznavanju vertikalnoga gibanja jadranskog morskog dna, *Rad JAZU*, 128, 1896, 101–109.

25 M. Tešić: Naučnoistraživačka oceanografska delatnost u Jadranskom moru, *Hidrografski godišnjak*, 63, 1963, 57–88; M. Buljan, M. Zore-Armanda: *Osnovi oceanografije i pomorske meteorologije*, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, 1971, 424 pp; T. Gamulin, op. cit.

26 L. Car, op. cit.

27 M. Orlić: Razvoj fizičke oceanografije u Hrvatskoj i Josip Goldberg, *Geofizika*, 2, 1985, 51–80.

gije mora na druge oceanografske discipline, a sva je ta djelatnost kulminirala prvim hrvatskim oceanografskim ekspedicijama koje su ostvarene 1913. i 1914. godine.

Značajan pomak zbio se najprije u području geografije, prelaskom od izrade kompilacija i pisanja putopisa na istraživanje fizikalnih procesa u moru. Za tu je promjenu zaslužan Artur Gavazzi (1861–1944), profesor geografije na različitim gimnazijama, a potom na zagrebačkom i ljubljanskom sveučilištu.<sup>28</sup> Svojom opsežnom znanstvenom djelatnošću, kojom je zalazio u geomorfologiju, gravimetriju, klimatologiju i hidrologiju, obuhvatio je i oceanografiju. Već 1897. godine piše o površinskoj temperaturi mora koristeći podatke što su ih razni istraživači prethodno prikupili u Jadranu,<sup>29</sup> a 1912. godine analizira relativne pomake kopna i mora rabeći pri tom i zapise pulskog mareografa.<sup>30</sup> Najava novog vremena je i rasprava što su je 1904. i 1905. godine u *Nastavnom vjesniku* vodili S. Čurčić i S. Hondl o sili uzročnici morskih mijena i načinu kako se ima objašnjavati srednjoškolicima.<sup>31</sup> Iz tekstova jasno se razabire sukob deskriptivnog i egzaktnog pristupa, sukob koji će tridesetak godina kasnije biti razriješen u korist egzaktnosti i tako fizičku oceanografiju u Hrvatskoj staviti pod okrilje geofizike.

Daljnji veliki pomak dogodio se kad je Srećko Bošnjaković (1865–1907), kemičar iz Zagreba, proveo detaljnu kemijsku analizu uzoraka morske vode prikupljenih u kolovozu i rujnu 1905. godine u Kraljevici.<sup>32</sup> Zanimljivo je da je analiza načinjena na poticaj M. Kišpatića i M. Šenoe, dvojice sudionika prvih naših znanstvenih putovanja Jadranskim morem, što pokazuje da su ta putovanja uspjela pobuditi trajni interes zagrebačkih prirodoslovaca za istraživanje mora.

Početkom ovog stoljeća L. Car i A. Langhoffer, profesori zoologije na Sveučilištu u Zagrebu i sudionici putovanja 1893. i 1894. godine, dobili su mlađe suradnike. Najprije se Langhofferu pridružio Krunoslav Babić (1875–1953), zagrebački doktorand, koji je već od 1897. godine putovao Hrvatskim primorjem istražujući posebno hidroide i spužve Jadrana.<sup>33</sup> Uskoro je i Car

28 B. Pleše: U spomen dvadesetogodišnjice smrti Artura Gavazzija, *Geografski glasnik*, 26, 1964, 239–250.

29 A. Gavazzi: La temperatura della superficie del mare Adriatico, *Rivista geografica italiana*, 4/5–6, 1897, 1–16.

30 A. Gavazzi: Pomicanje morske međe u Hrvatskoj i Dalmaciji u istorijsko doba, *Glasnik Srpskog geografskog društva*, 1, 1912, 55–72.

31 S. Čurčić: Elementarna teorija plime i oseke, *Nastavni vjesnik*, 12, 1904, 496–506; S. Hondl: Elementarna teorija plime i osjeke I, *Ibid.*, 13, 1905, 40–44; Idem: Elementarna teorija plime i osjeke II, *Ibid.*, 13, 1905, 211–217; S. Čurčić: Elementarna teorija plime i oseke III, *Ibid.*, 13, 1905, 646–648; S. Hondl: Elementarna teorija plime i osjeke IV, *Ibid.*, 13, 1905, 648–649.

32 S. Bošnjaković: Kemijsko istraživanje morske vode uz hrvatsko primorje, *Rad JAZU*, 167, 1906, 200–204.

33 I. Matoničkin, op. cit.

dobio asistenta, Jovana Hadžija (1884–1972), koji je još za studija u Beču radio neko vrijeme na Zoološkoj postaji u Trstu, a bavio se između ostalog planktonom Jadranskog mora.<sup>34</sup> Istraživači mora u to su vrijeme u Hrvatskoj teško obavljali uzorkovanje: u svom radu bili su vezani uz obalu, budući da im nije stajao na raspolaganju brod za izlazak na otvoreno more. Da bi se problem bar donekle otklonilo, predložio je A. Langhoffer da se u bakarskoj Nautičkoj školi i na *Margiti*, brodu te škole, uredi laboratoriji za istraživanje mora.<sup>35</sup> U skladu s tim prijedlogom i po odobrenju Kraljevske zemaljske vlade bili su u lipnju i rujnu 1907. godine A. Langhoffer i K. Babić na dva kraća »zoološka izleta« brodom *Margita*.<sup>36</sup> Međutim, izgleda da veza Sveučilišta u Zagrebu i Nautičke škole u Bakru nije postala stalnom i da je obnovljena tek uoči prvog svjetskog rata.

Suradnju u istraživanju mora pomutio je tih godina jedan sukob među zagrebačkim zoolozima. Poznato je da se već S. Brusina nije slagao sa svojim mladim suradnicima, L. Carom i A. Langhofferom,<sup>37</sup> a izgleda da su se nespo- razumi prenijeli i na sljedeću generaciju. Komentirajući rad o fauni Jadranskog mora, što ga je objavio K. Babić, J. Hadži piše:<sup>38</sup>

»S interesom sam uzeo u ruke ovu raspravu, koja ima da pokaže, da se kod nas ipak radi na upoznavanju naše faune. Isti autor, od nekoliko godina kustos našega zoološkoga muzeja, već se u dva maha javljao sličnim radnja- ma. Kao kustos imao je u izobilju prilike t. j. vremena i sredstava za takovi posao, jer mu je glavna dužnost istraživati našu faunu, a osim što je muzej posebno dotiran za svrhu istraživanja zemlje dobio je autor u istu svrhu još od akademije posebnu potporu. Ovo je autorova prva radnja od kada je muze- jalni kustos. Moramo odmah reći, da nismo ni malo zadovoljni s tim rezul- tatima, jer po njihovoj znanstvenoj vrijednosti ne stoje u razmjerju s po- trošenim vremenom i sredstvima.«

Na ovaj neobično neugodan napad K. Babić je odgovorio:<sup>39</sup>

»Ne shvaćam, kako se g. referent olako daje na ocjenu pojedinih čin- jenica i oblika životinjskih, iznesenih u mojoj radnji, dok mi je dobro znano, da niti pozna dotični materijal, o kome je u radnji govor, niti cijele literature, koja raspravlja o sličnim pojavama radnje, niti pozna način mojega postupka na naučnim putovanjima u svrhe faunističkih istraživanja (a čini se ni inače u opće), dok onako sudi.«

34 I. Matoničkin, op. cit.

35 A. Langhoffer: Kr. nautička škola u Bakru i hrvatska biologijska postaja, *Nastavni vjesnik*, 15, 1907, 749–751.

36 K. Babić: »Margita« u zoološke svrhe, *Nastavni vjesnik*, 16, 1908, 429–432

37 T. Gamulin, op. cit.

38 J. Hadži: Prilog fauni Jadranskoga mora, *Glasnik Hrvatskoga prirodoslovnoga društva*, 22/2, 1910, 112–116.

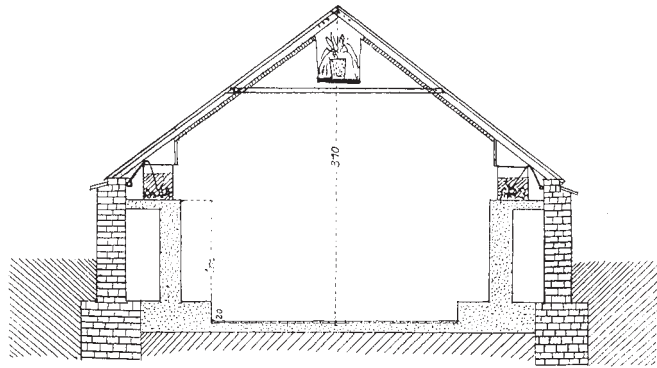
39 K. Babić: Prilog fauni Jadranskoga mora, *Glasnik Hrvatskoga prirodoslovnoga društva*, 23/1–2, 1911, 149–154.

Ovako oštra razmjena mišljenja pred znanstvenom javnošću morala je negativno utjecati na odnos dvojice mladih zoologa kroz dulje vrijeme.

Unatoč polemici, ili baš zbog nje, obje su se sukobljene strane nastavile aktivno baviti biologijom mora. Tako su L. Car i J. Hadži 1911. godine osnovali prvi javni morski akvarij u Zagrebu, i to na prostoru Botaničkog vrta (Slika 5).<sup>40</sup> Sjetimo se da je Car već dvadesetak godina prije toga uspostavio morski akvarij u Zoološkom muzeju u Zagrebu, pa je ovo bio prirodan nastavak njegove ranije djelatnosti. Iste godine K. Babić objavio je pak prvo naše znanstveno-popularno djelo o živom svijetu mora, pod naslovom *Pogledi na biološke i bionomičke odnose u Jadranskom moru* (Slika 6).<sup>41</sup> Knjiga se ne bavi samo morskim organizmima već i njihovom ovisnošću o utjecaju okoline, a iznenađuje brojnošću fotografija i drugih grafičkih priloga.

**Slika 5.** Shematski prikaz javnog morskog akvarija otvorenog na prostoru Botaničkog vrta u Zagrebu 1911. godine (prema J. Hadžiju, 1911).

**Figure 5.** Schematic illustration of the sea aquarium opened for public in the Botanical Garden in Zagreb, in 1911 (according to J. Hadži, 1911).



Poprečni presjek kroz novi morski akvarij. Stakleni krov je osim središnjega dijela i ruba iz nutra obložen plutovim pločama u svrhu izolacije protiv svjetla i topline. Na cementnim policama postavljene su desno i lijevo staklene posude s morskom vodom i objektima. Ovdje je zid označen, kao da je od opeka. Međutim je izveden također u cementu. Inače je na slici cement označen točkicama. Vide se i cijevi, kako ulaze u staklenu posudu, da prozračuju morsku vodu.

U takvim okolnostima došlo je do organizacije prvih hrvatskih oceanografskih ekspedicija. Najprije je 1912. godine u okviru Matematičko-prirodoslovnog razreda Akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu odlučeno da se formira Odbor za istraživanje zemlje (OZIZ) i ujedno je zamoljena od Kraljevske zemaljske vlade stalna godišnja pomoć za prirodoslovna istraživanja Hrvatske<sup>42</sup> Uskoro je odobrena dotacija za 1913. godinu, a OZIZ je zatražio mišljenje prirodoslovca o istraživanjima koja bi trebalo provesti.<sup>43</sup> U

40 J. Hadži: Morski akvarij u Zagrebu, *Priroda*, 1/1–2, 1911, 43–46; Idem: Nešto o stanovnicima našega morskoga akvarija, *Ibid.*, 1/3, 1911, 24–49; L. Car: Morski akvarij u Zagrebu, *Ibid.*, 1/3, 1911, 50–52.

41 K. Babić: *Pogledi na biološke i bionomičke odnose u Jadranskom moru*, JAZU, Zagreb, 1911, 138 pp.

## ZNAKSTVENA DJELA

ZA  
OPĆU NAOBRAZBU.

NA SVIJET IZDAJE  
JUGOSLAVENSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI.

KNJIGA 5.

## POGLEDI

NA  
BIOLOGIČKE I BIONOMIČKE ODNOSI  
U  
JADRANSKOME MORU.

NAPISAO  
PROF. DR. KRUNOSLAV BABIĆ  
ČUSTOS HRV. ZEMALJSKOGA ZOOLOGIČKOGA MUZEJA U ZAGREBU.

SA 96 SLIKA VAN TERSTA.

U ZAGREBU 1911.  
IZDAVANJE JUGOSLAVENSKA AKADEMIJE (DIONIČKI TISKAR)  
(BIBRO TRPINAČ).

ZAGREB  
TISKAR DIONIČKI TISKAR.  
1911.

**Slika 6.** Naslovna stranica prvog našega znanstveno-popularnog djela o živom svijetu mora, što ga je objavio K. Babić 1911. godine.

**Figure 6.** Title page of the first popular book published in Croatia on marine life (K. Babić, 1911).

veljači 1913. godine OZIZ je primio na znanje dopis A. Langhoffera, M. Šenoa i A. Gavazzija prema kojem je Kraljevska zemaljska vlada odobrila korištenje »bar motornog čamca za istraživanje mora« i obećala »nabavu nužnih sprava o zemaljskom trošku«, a na istoj je sjednici odlučeno da i OZIZ financijski pomogne rad na moru.<sup>44</sup> Kolika je važnost dana oceanografskim istraživanjima razabire se iz izvješća drugoga tajnika Akademije G. Manojlovića, podnesenoga na glavnoj skupštini za 1912. godinu.<sup>45</sup>

»Kako se vidi, tu je ... glavno koncentriran rad ... na Jadransko more; naše istraživanje dovest će se u svezu na ono istraživanje toga mora, koje provode za Dalmaciju i Austrijsko Primorje austrijska slična ekspedicija, a

42 Razredne, skupne i odborske sjednice, Razred matematičko-prirodoslovni, dne 17. marta 1912., *Ljetopis JAZU za godinu 1911.*, 26, 1912, 45–47.

43 Razredne, skupne i odborske sjednice, Razred matematičko-prirodoslovni: odbor za istraživanje zemlje, dne 17. januara 1913., Skupna sjednica, dne 26. januara 1913., *Ljetopis JAZU za godinu 1912.*, 27, 1913, 34–37.

44 Razredne, skupne i odborske sjednice, Razred matematičko-prirodoslovni: odbor za istraživanje zemlje, dne 18. i 21. februara 1913., *Ljetopis JAZU za godinu 1912.*, 27, 1913, 39–42.

45 Izvješće drugoga tajnika dra. Gavre Manojlovića, *Ljetopis JAZU za godinu 1912.*, 27, 1913, 61–77.

za talijanski dio ekspedicija padovanska, talijanska. Mislilo se dakle u prvom redu na one predjele, na koje se u novo vrijeme osobito snažno bacilo istraživanje stranih stručnjaka, pa je Jugoslavenskoj akademiji moralo biti u prvom redu do toga, ne samo da hrvatska prirodoslovna nauka ne bude uz nauku stranih literatura u ne baš dičnoj zaostalosti, nego i da se naše prirodine iz rođene naše zemlje ne odnose kao objekti i naučnoga rada a i same ekonomičke i druge koristi, a da mi ne bismo kod toga dospjeli da ih i sami proučavamo. Zaradi te općene narodne koristi pritekla je hrvatska vlada u pomoć još i na dva načina: nabavkom nužnih aparata za istraživanje mora, kao vlasništvo kr. nautičke škole u Bakru, a i dopuštanjem, da se naša ekspedicija smije četiri puta na godinu služiti školskim brodom toga zavoda.«

Kako se razabire iz tog teksta, poticaj za naša oceanografska istraživanja dala su austrijska i talijanska krstarenja Jadranom. Te su se ekspedicije vršile od 1911. godine, na sezonskoj osnovi, brodovima *Najade* i *Ciclope*, a predstavljale su najveći istraživački program do tada poduzet u Jadranskom moru.<sup>46</sup> OZIZ je odlučio da se započne s našim krstarenjima u srpnju 1913. godine, nakon što je Kraljevska zemaljska vlada odobrila besplatno korištenje *Vile Velebita* (Slika 7), novog broda Nautičke škole u Bakru.<sup>47</sup> Iste su godine izvršene prve dvije ekspedicije, u kolovozu/rujnu i u studenom (Slika 8). Prema izvješću G. Manojlovića za 1913. godinu Akademija je od 11750 kruna s koliko je te godine raspolagala za prirodoslovna istraživanja čak 5158 kruna (tj. 44 %) odvojila za rad na moru!<sup>48</sup> Uspjeh prve dvije ekspedicije bio je poticaj da se nastavi s programom istraživanja mora, pa su u veljači i svibnju 1914. godine obavljene treća i četvrta ekspedicija (Slika 8). Osigurana su sredstva i za petu ekspediciju, planiranu za kolovoz 1914. godine, ali to krstarenje nije obavljeno zbog početka prvog svjetskog rata.<sup>49</sup>

Osnovne rezultate ekspedicija sudionici su iznijeli u izvješćima što su objavljena u drugom i petom svesku *Prirodoslovnih istraživanja Hrvatske i Slavonije*,<sup>50</sup> a popularni prikaz krstarenja uz obilje fotografija objavio je V. Vouk u časopisu *Priroda*.<sup>51</sup> Već i sama raspodjela postaja pokazuje da se odustalo od starog koncepta znanstvenih putovanja, tj. od obilaska luka, te da su ovo

46 M. Buljan, M. Zore-Armanda: Aperçu historique sur les recherches hydrographiques en mer Adriatique, en particulier des navires *Ciclope*, *Najade* et *Vila Velebita*, *Bulletin de l'Institut océanographique*, Numéro spécial, 2, 1968, 337–349.

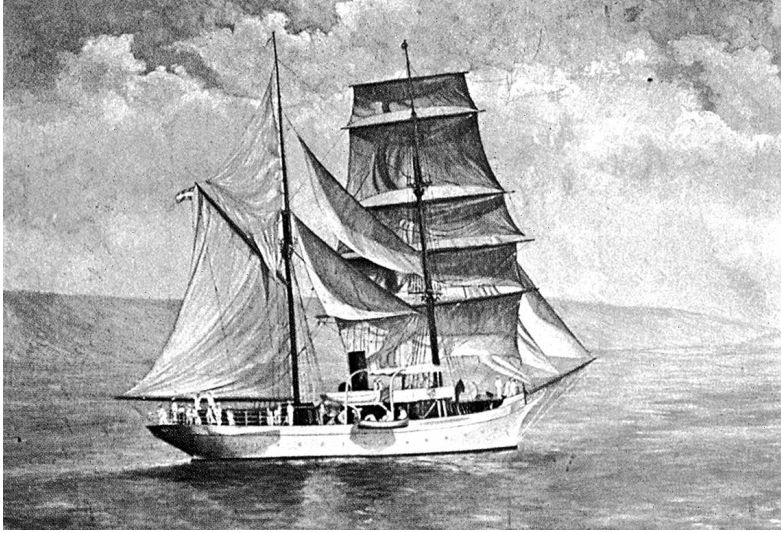
47 Razredne, skupne i odborske sjednice, Razred matematičko-prirodoslovni: odbor za istraživanje zemlje, dne 12. julija 1913., *Ljetopis JAZU za godinu 1913.*, 28, 1914, 27–28.

48 Izvješće drugoga tajnika dra. Gavre Manojlovića, *Ljetopis JAZU za godinu 1913.*, 28, 1914, 63–78.

49 Razredne, skupne i odborske sjednice, Razred matematičko-prirodoslovni, dne 19. oktobra 1914., *Ljetopis JAZU za godinu 1914.*, 29, 1915, 29–30.

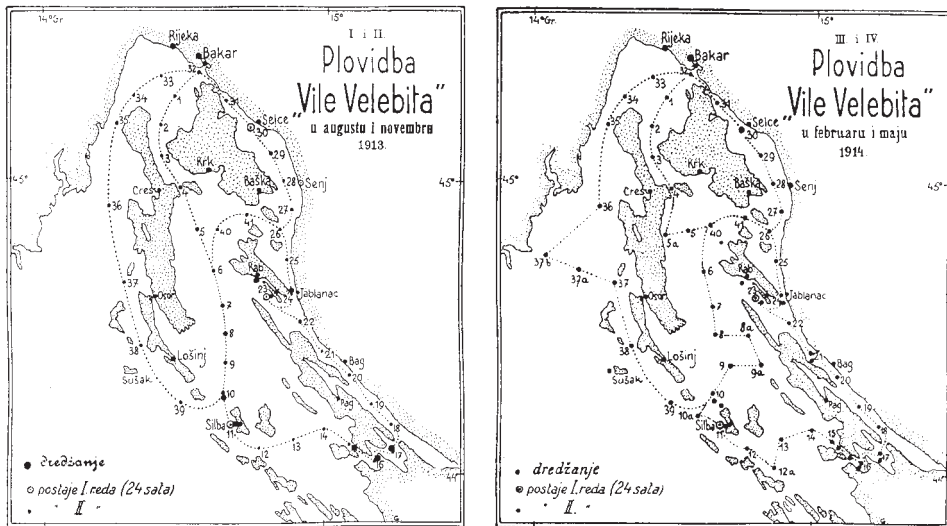
50 Izvještaji o 1. i 2. naučnom istraživanju Jadranskoga mora god. 1913., *Prirodoslovna istraživanja Hrvatske i Slavonije*, 2, 1914, 36 pp; Izvještaji o 3. i 4. naučnom istraživanju Jadranskoga mora god. 1914., *Ibid.*, 5, 1914, 30 pp.

51 V. Vouk: »Vila Velebita« u službi znanosti, *Priroda*, 4, 1914, 93–112.



**Slika 7.** *Vila Velebita*, brod Nautičke škole u Bakru, kojim su 1913. i 1914. godine izvršene prve hrvatske oceanografske ekspedicije.

**Figure 7.** *Vila Velebita*, ship of the Nautical School in Bakar, aboard which the first Croatian research cruises were carried out in 1913 and 1914.



**Slika 8.** Plovne rute prvih hrvatskih oceanografskih ekspedicija, ostvarenih 1913. i 1914. godine.

**Figure 8.** Routes of *Vila Velebita* in 1913 and 1914.



bile prave oceanografske ekspedicije. Iz objelodanjenih materijala razabire se da su obavljena istraživanja bila sasvim na razini tadašnje znanosti o moru, pa je tako npr. temperatura mora mjerena obrtnim termometrom, a pri mjerenju struja korišten je Ekmanov strujomjer. Radi što bolje pripreme za rad sa suvremenim instrumentarijem dva sudionika hrvatskih ekspedicija (L. Car i A. Gavazzi) bili su prethodno na jednom austrijskom krstarenju brodom *Najade*.<sup>52</sup> U provedbi naših ekspedicija angažirali su se M. Šenoa i A. Gavazzi za fizičku oceanografiju, F. Šandor za kemijsku oceanografiju te L. Car, J. Hadži i V. Vouk za biološku oceanografiju. Izvorno je bilo planirano da u rad budu uključeni i A. Langhoffer te K. Babić, ali su u listopadu 1913. godine oni odustali od suradnje.<sup>53</sup> To se po svoj prilici ima dovesti u vezu sa sukobima o kojima je ranije bilo riječi, a razmimoilaženje je tim žalosnije što je Langhoffer bio jedan od pokretača krstarenja *Vilom Velebita*,<sup>54</sup> a Babić aktivan zoolog koji je između ostalog obrađivao uzorke prikupljene na mađarskim krstarenjima brodom *Najade* 1913. i 1914. godine.<sup>55</sup> Među mlađim istraživačima koji su se našli na palubi *Vile Velebita* ističe se botaničar Vale Vouk (1886–1962), bečki doktorand, djelatnik Sveučilišta u Zagrebu od 1913. godine.<sup>56</sup> Vouk je presudno utjecao na kasnija oceanografska istraživanja u nas.

Što se tiče znanstvenih rezultata ekspedicija *Vile Velebita*, treba reći da su već i oni sadržani u prvim izvješćima znatno unaprijedili poznavanje oceanografskih prilika u području Kvarnera, te da su na osnovi prikupljenog materijala i kasnije objavljeni znanstveni radovi. Kao primjer navedimo da je A. Gavazzi, koristeći višesatna mjerenja struja izvršena u Paškom kanalu tijekom četvrte ekspedicije, iscrtao centralne i progresivne vektor-dijagrame (Slika 9), te da je na temelju takvog prikaza proanalizirao plimno strujanje.<sup>57</sup> Gavazzijevi vremenski nizovi struja među najstarijima su, a možda baš i prvi takvi podaci izmjereni u Jadranu, zabilježeni u vrijeme kad su takva kontinuirana mjerenja i u svijetu bila rijetkost zbog nemogućnosti da se smjer i brzina struje zapisuju automatski.

52 Razredne, skupne i odborske sjednice, Razred matematičko-prirodoslovni: odbor za istraživanje zemlje, dne 12. julyja 1913., *Ljetopis JAZU za godinu 1913.*, 28, 1914, 27–28.

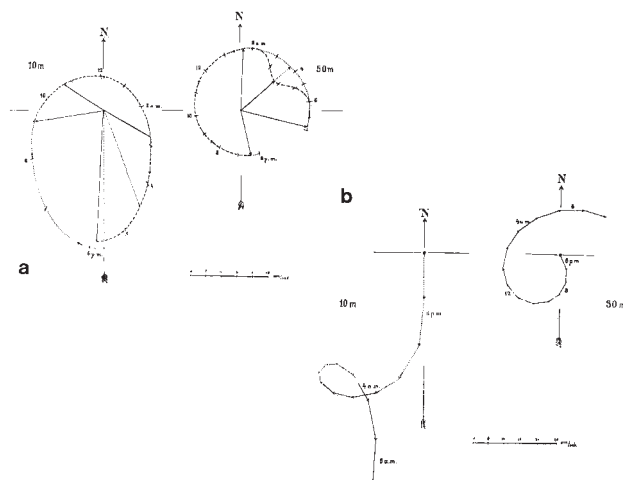
53 Razredne, skupne i odborske sjednice, Razred matematičko-prirodoslovni, dne 4. i 11. oktobra 1913., *Ljetopis JAZU za godinu 1913.*, 28, 1914, 29–32.

54 Razredne, skupne i odborske sjednice, Razred matematičko-prirodoslovni: odbor za istraživanje zemlje, dne 18. i 21. februara 1913., *Ljetopis JAZU za godinu 1912.*, 27, 1913, 39–42.

55 J. Stiller-Rüdiger, D. Zavodnik: Hungarian research in the Adriatic Sea, *Deutsche Hydrographische Zeitschrift, Ergänzungsheft*, Reihe B, 22, 1990, 209–213.

56 Z. Klas: Chronologisches und systematisches Verzeichnis der Schriften Prof. Dr. Vale Vouk's, *Izješća Botaničkog instituta Univerziteta u Zagrebu*, 11, 1936, 85–104; T. Varićak, Z. Klas: Vale Vouk (1886–1962), *Ljetopis JAZU za godinu 1962.*, 69, 1963, 220–224.

57 A. Gavazzi: O pomicanju morske vode u Kvarnerskom zavalju, *Prirodoslovna istraživanja Hrvatske i Slavonije*, 6, 1915, 26–38.



**Slika 9.** Centralni (a) i progresivni (b) vektor-dijagrami, prema mjerenjima struja obavljenim s *Vile Velebita* na dvije dubine u Paškom kanalu 23. i 24. svibnja 1914. godine. Slike je objavio A. Gavazzi 1915. godine.

**Figure 9.** Central (a) and progressive (b) vector diagrams, obtained by current measurements that were performed from *Vila Velebita* at two depths in the Pag Channel on 23 and 24 May 1914. The figures were published by A. Gavazzi in 1915.

#### 4. Razdoblje između dva svjetska rata

Treće razdoblje istraživanja mora u Hrvatskoj proteže se od prvog do drugog svjetskog rata. U početku ograničeno na organizacijsku djelatnost i skroman istraživački rad, to je razdoblje ipak kasnije dovelo do uvođenja nekih značajnih novina u hrvatsku oceanografiju. Pišući sredinom dvadesetih godina o hidrografskim istraživanjima Jadranskog mora A. Gavazzi je najavio dva potrebna pravca rada:<sup>58</sup>

»I ako su nam poznati hidrografski odnosi na otvorenom Jadranskom moru, ne znamo kakvi su pored naše obale, jer ih se samo prigodice pretraživalo. Upravo med vanjskim nizom otoka i obalom ti su odnosi komplikovani: i struje i temperatura i salinitet. Naš bi zadatak bio da se čestito prouče baš ti odnosi, a kao baza za to imao bi da služi 'Okeanografski institut' u Splitu. U ovom su gradu sve pogodnosti potrebne takvoj kulturnoj instituciji ...«

I dalje:<sup>59</sup>

<sup>58</sup> A. Gavazzi: Dosadašnja hidrografska istraživanja Jadranskog mora, *Jadranska straža*, 4/5, 1926, 90–91.

<sup>59</sup> A. Gavazzi, op. cit.

»Postojali su mareografi u Trstu, u Puli, na Rijeci pa i u Dubrovniku, koji su automatski bilježili ono 'pulsiranje' morske vode: plimu i oseku. Doduše, to morsko doba ne iskazuje velike vertikalne diferencije, ali bi bilo od prijeko potrebe, da ih se (mareografe, op. aut.) na izvjesnim mjestima postavi pa da se po njima definitivno pretraže 'stojeći valovi' (Seiches) ... Takvih valova ima i po zalivima, zatonima, dragama i po kanalima: ta eto npr. u Planinskom kanalu postoje dva čvora ... A gdje su još drugi kanali i uvale na našoj obali?«

Mlađi znanstvenici ispunili su postavljene zadatke.

#### 4. 1. Utemeljenje Oceanografskog instituta u Splitu

Brusinina inicijativa za osnivanje našeg oceanografskog instituta obnovljena je 1919. godine kad je Odbor za istraživanje zemlje Akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu uz posredovanje Srpske kraljevske akademije uputio Ministarstvu prosvete u Beograd memorandum, što ga je sastavio J. Hadži, kojim se obrazlaže potreba za osnivanjem takvog instituta.<sup>60</sup> Ministarstvo je na memorandum pozitivno odgovorilo, a 1921. godine formiran je u Zagrebu Odbor za oceanografski institut. Predsjednik mu je bio Andrija Mohorovičić, naš poznati geofizičar, a članovi – među ostalima – A. Gavazzi, J. Hadži i V. Vouk, sudionici prvih hrvatskih oceanografskih ekspedicija 1913. i 1914. godine. Taj je Odbor kroz sljedećih nekoliko godina prikupio početna financijska sredstva za osnutak instituta.<sup>61</sup>

Članovi Odbora V. Vouk i J. Hadži te nekolicina drugih prirodoslovaca organizirali su uz potporu zagrebačke Akademije znanosti i umjetnosti istraživanje sjevernodalmatinskih otoka u svibnju 1925. godine. Pri tom je korišten vojni tender *Ustrajni*, a izučavala se prije svega kopnena flora i fauna te geomorfologija otočja.<sup>62</sup> Oceanografska istraživanja imala su sekundarno značenje. Pa ipak, Vouk je na osnovi prikupljenog materijala dao prikaz morskih alga.<sup>63</sup> Kad je riječ o istraživanju mora, stječe se dojam da je znanstveno putovanje brodom *Ustrajni* predstavljalo povratak na koncepciju rada iz vremena *Zvonimira* i *Margite*. Međutim, to je putovanje pomoglo da se održi interes za more i naglasi potreba za našim oceanografskim institutom na Jadranu.

Rad na osnivanju instituta intenziviran je 1926. godine kad je zagrebačka Akademija u užu Odbor za oceanografski institut imenovala A. Gavazija i V. Vouka, te kao zamjenika J. Hadžija, i kad su se oni odlučno počeli za-

60 V. Vouk: Biološko-oceanografski institut, *Ljetopis JAZU za godinu 1929/30.*, 43, 1931, 131–174.

61 V. Vouk, op. cit.

62 V. Vouk: Izvještaj komisije za istraživanje Jadranskih otoka o radu u proljetnoj sezoni 1925., *Ljetopis JAZU za godinu 1924/25.*, 39, 1926, 63–68.

63 V. Vouk: Morske alge, *Prirodoslovna istraživanja Kraljevine Jugoslavije*, 16, 1930, 163–171.

lagati za Split kao mjesto izgradnje instituta.<sup>64</sup> Međutim, projektiranje institutske zgrade sporo je napredovalo, pa je 1930. godine na Voukov prijedlog institut počeo raditi u privremenim prostorijama u Splitu.<sup>65</sup> Izvorni naziv bio mu je Biološko-oceanografski institut, da bi kasnije bio preimenovan u Oceanografski institut. Uskoro je za istraživanje mora nabavljen motorni čamac *Bios*, a 1933. godine, za uprave zagrebačkog profesora V. Vouka, institut seli u tzv. malu zgradu, dočim je glavna zgrada stavljena pod krov (Slika 10).<sup>66</sup> Nakon toga splitski Oceanografski institut postupno se osamostaljuje.



**Slika 10.** Zgrada Oceanografskog instituta u Splitu, izgrađena 1933. godine (gore), i motorni čamac *Bios* kojim su djelatnici instituta u početku vršili istraživanje mora (dolje).

**Figure 10.** The main building of the Oceanographic Institute in Split, built in 1933 (top), and the motor boat *Bios* used by the Institute researchers in the early field work (bottom).

64 V. Vouk: Biološko-oceanografski institut, *Ljetopis JAZU za godinu 1929/30.*, 43, 1931, 131–174.

65 V. Vouk, op. cit.

66 M. Zore-Armanda, M. Alajbeg: *65 godina Instituta za oceanografiju i ribarstvo Split*, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, 1995, 144 pp.

Zagrebački prirodoslovci povremeno surađuju sa svojim splitskim kolegama zaposlenim u novom institutu, ali sve je veći udio istraživanja koja su pokrenuta i izvršena u Splitu. Tijekom narednih desetljeća Split je izrastao u naše novo središte oceanografskog rada, što, međutim, većim dijelom izlazi iz okvira ovog prikaza.

#### 4. 2. Djelatnost Josipa Goldberga i suradnika

Mareografija je drugo područje koje je afirmirano u međuratnom razdoblju, a u Zagrebu su se njome bavili djelatnici Geofizičkog zavoda. Utemeljen 1861. godine u okviru Velike realke kao meteorološka postaja, taj se zavod osamostalio 1897. godine i pod vodstvom Andrije Mohorovičića proširio svoje djelovanje na seizmologiju i geomagnetizam.<sup>67</sup> Godine 1929. za uprave Stjepana Škrebca širi se rad na područje fizičke oceanografije, uspostavljanjem Mareografske postaje u Bakru. Osnovni razlog za postavljanje mareografa bio je da se odredi srednja razina mora i tako utvrdi ishodišna točka za geodetske nivelmane.<sup>68</sup> Međutim, analiza bakarskih vodostaja nije na tome zastala. Već iz prvih registracija uočena je prisutnost znatnih kratkoperiodičkih oscilacija, za koje se pretpostavljalo da potječu od seša. Da bi se ova pojava detaljnije istražila, organizirana su 1936. godine posebna mjerenja u Bakarskom zaljevu.

Voditelj bakarskog eksperimenta bio je Josip Goldberg (1885–1960, Slika 11). O Goldbergovom životnom putu pisalo se u više navrata, a dan je i zaokruženi prikaz s popisom prethodnih biografija.<sup>69</sup> Rođen u Sarajevu, gdje je stekao i osnovno obrazovanje, kratkotrajno je studirao slikarstvo, da bi 1904. godine započeo u Beču studij matematike i fizike. Tamo je neko vrijeme slušao fiziku kod Ludwiga Boltzmanna. Godine 1909. položio je profesorski ispit, a 1914. doktorirao je na osnovi disertacije pod naslovom *System in verschiedenen Aggregatzuständen, dargestellt durch die freie Energie und die T-v-f-Fläche*. U to vrijeme oženio se Zorom rođ. Tausk, sestrom Viktora Tauska, pravnika, književnika i psihoanalitičara – jednog od ranih sljedbenika Sigmunda Freuda.

Goldberg je od 1908. godine radio kao gimnazijski profesor, najprije u Mostaru, a potom u Sarajevu. Savjesno se pripremao za predavanja, pratio novu literaturu, proučavao principe demonstracijske nastave. K. Kempni, njegov učenik iz tog doba, sjeća se:<sup>70</sup>

67 B. Penzar i suradnici: Geofizički zavod u Zagrebu i meteorološki opservatorij na Griču od 1861. do 1986., *Geofizika*, Suplement, 3, 1986, 1–134.

68 S. Škreb: Morska razina, *Priroda*, 26, 1936, 271–274.

69 D. Skoko: Josip Goldberg (18. II 1885. – 15. X 1960.), *Geofizika*, 2, 1985, 3–20.

70 K. Kempni: Moja sjećanja na profesora Josipa Goldberga, *Geofizika*, 2, 1985, 21–25.



**Slika 11.** Josip Goldberg, oko 1910. (autoportret), 1930. i 1950. godine.

**Figure 11.** Josip Goldberg, around 1910 (self-portrait), 1930 and 1950.

»... u realnoj gimnaziji, kao trećoškolac upoznao sam prof. Goldberga. Bio nam je nastavnik iz matematike. Koliko se sjećam, matematika mi je postala jasna i privlačna, što kod nastavnika u drugom razredu nikako nije bila (bio sam ocijenjen s 'dovoljnim'). Predavanja su bila jasna, ali je zahtjevnost u pogledu znanja bila velika. Bio je strog i nama đacima prilično nepristupačan. Samo rijetko bilo je 'neslužbenih' razgovora.«

U višim razredima gimnazije J. Goldberg je Kempnju predavao i fiziku:<sup>71</sup>

»U teoretskim predavanjima profesor nam je uvijek iznosio i povijesne podatke kao i kratke biografije znamenitih znanstvenika, a ponekad i koju anegdotu. To nas je zanosilo. Izvodi formula bili su načinjeni pojednostavljenim metodama, ali uvijek strogo suvislo. Meni osobno sviđali su se takvi izvodi, jer sam ih s potpunim razumijevanjem mogao usvojiti. No, vrhunac naših đackih doživljavanja bila su eksperimentalna prikazivanja. Kao ošamućeni znali smo izlaziti iz fizikalne predavaonice. Osobito efektini bili su pokusi iz optike kao i oni iz nauke o elektricitetu i magnetizmu. Kompletnost tih pokusa bila je tolika da sam kasnije na Sveučilištu u Zagrebu vidio samo po neki novi pokus.«

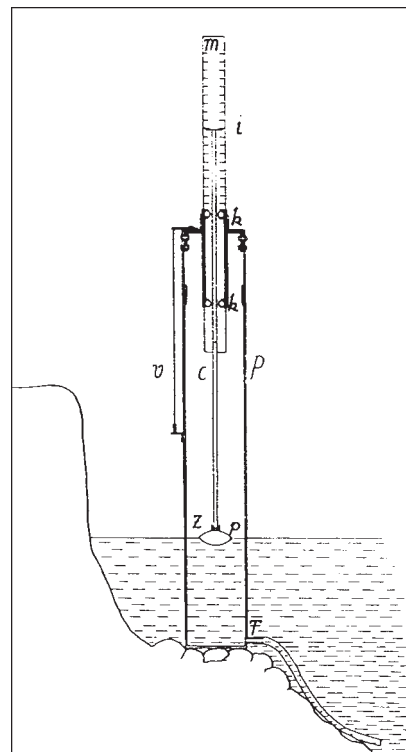
Interes za metodiku srednjoškolske nastave očituje se i u udžbenicima fizike i astronomije što ih je Goldberg kasnije objavio i koji su se u nas s uspjehom koristili sve do sedamdesetih godina.

Godine 1927. Goldberg je dobio mjesto opservatora na Geofizičkom zavodu u Zagrebu. Tu je ubrzo razvio živu znanstvenu aktivnost u području

<sup>71</sup> K. Kempni, op. cit.

geofizike, istražujući naoblaku i insolaciju te baveći se klimom Hrvatske i klimatološkim metodama općenito. Objavljivao je u domaćim znanstvenim časopisima, posebno onima Akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu, te u nekima od tada vodećih međunarodnih časopisa (*Meteorologische Zeitschrift*, *Zeitschrift für Geophysik*, *Astronomische Nachrichten* ...). Iz tog vremena treba spomenuti i njegov rad na popularizaciji prirodnih znanosti, čiji je jedan dio dokumentiran u dvadesetak članaka objavljenih u *Prirodi*. Tu je pisao o raznim geofizičkim temama, ali također i o Goetheu kao prirodoslovcu, o matematici pčelinjih stanica, o Helmholtzu i njegovoj nauci o osjetima zvuka ...

S takvim iskustvom okrenuo se J. Goldberg istraživanju mora, potaknut bakarskim mareogramima što su se od 1929. godine obrađivali na Geofizičkom zavodu u Zagrebu i mogućnošću da se pomoću mareografa istraže seši Bakarskog zaljeva. U pripremama za eksperiment 1936. godine Goldbergu se pridružio njegov mlađi kolega i bivši učenik, Karlo Kempni (1906–). Mjerenja su bila doista uzorno pripremljena: pored stalnog mareografa pribavljen je i prijenosni instrument, na Geofizičkom zavodu konstruirana su još dva mareometra (Slika 12), posuđen je Ekmanov strujomjer, nabavljeni



**Slika 12.** Shematski prikaz mareometra konstruiranog na Geofizičkom zavodu za potrebe eksperimenta u Bakarskom zaljevu 1936. godine. Prema članku J. Goldberga i K. Kempnija iz 1938. godine.

**Figure 12.** Schematic illustration of mareometer constructed at the Geophysical Institute and used in the Bakar Bay experiment in 1936. According to the paper published by J. Goldberg and K. Kempni in 1938.

su plovci za određivanje struja, a osigurana je i oprema za mjerenje polja vjetra nad Bakarskim zaljevom. Naposljetku, rad je pripravljen i teorijski:<sup>72</sup>

»Po dubinskim kotama kalkulirani su profili i duljine normaliziranih hrbatnih linija za karakteristična korita Bakarskog Zaljeva, kako bi se teorijski dobio pregled mogućih vlastitih perioda basena i presumtivni položaji čvornih linija, i tim osnova za plansko postavljanje prijenosnog mareografa i mareometara.«

Dakle, na teren se izašlo sa sasvim određenom hipotezom koju se željelo testirati, i to otprilike u isto vrijeme kad je takav postupak H. U. Sverdrup uvodio u američku oceanografiju.<sup>73</sup>

Imajući na umu bakarski eksperiment J. Goldberg je razvio jednu inačicu tzv. metode ostatka. Metodu je izvorno formulirao A. Defant, a ona omogućuje da se odrede periodi i prostorne razdiobe amplituda za seše u realnim bazenima, na osnovi numeričkog rješavanja jednadžbi gibanja i kontinuiteta. U svom izvornom radu Defant se poslužio razlikama unaprijed i unatrag,<sup>74</sup> dok je u jednoj kasnijoj publikaciji upotrijebio centralne razlike.<sup>75</sup> Goldberg je načinio kompromis, kombinirajući razlike unaprijed u jednadžbi gibanja s centralnim razlikama u jednadžbi kontinuiteta.<sup>76</sup> Tako se približio točnosti novijeg Defantovog postupka, ali ujedno i zadržao računsku jednostavnost izvornog Defantovog algoritma. U vrijeme prije pojave elektroničkih računala to nije bilo nevažno. Metoda ostatka temelji se na pravom jednodimenzionalnom hidrodinamičkom numeričkom modelu, te predstavlja jednu od prvih uspješnih primjena numeričkog modeliranja u fizičkoj oceanografiji i geofizici uopće. Goldbergov doprinos tom modeliranju sastojao se – da se poslužimo suvremenom terminologijom – u uvođenju jedne nove numeričke sheme.

Eksperiment u Bakarskom zaljevu proveden je, uz potporu zagrebačke Akademije znanosti i umjetnosti, u studenom/prosincu 1936. godine. Pored već navedenih djelatnika Geofizičkog zavoda (Slika 13), u njemu je sudjelovao i Ante Obuljen. Kombinirajući prikupljene eksperimentalne podatke i vlastiti pristup modeliranju, J. Goldberg i K. Kempni načinili su detaljnu analizu seša Bakarskog zaljeva.<sup>77</sup> Utvrđen je velik broj oscilacija, te je dana interpretacija svakog pojedinog perioda (Slika 14). U travnju i svibnju 1992.

72 J. Goldberg, K. Kempni: Istraživanje oscilacija Bakarskoga Zaljeva, *Ljetopis JAZU za godinu 1935/36.*, 49, 1937, 195–199.

73 C. C. Bates, T. F. Gaskell, R. B. Rice: *Geophysics in the Affairs of Man*, Pergamon Press, Oxford, 1982, 492 pp.

74 A. Defant: Neue Methode zur Ermittlung der Eigenschwingungen (Seiches) von abgeschlossenen Wassermassen (Seen, Buchten usw), *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie*, 46, 1918, 78–85.

75 A. Defant: *Dynamische Ozeanographie*, J. Springer, Berlin, 1929, 222 pp.

76 J. Goldberg: Zur Berechnung der freien Schwingungen von Meeresbuchten, *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie*, 65, 1937, 419–422.





**Slika 13.** J. Goldberg uz mareometar (gore) i s nepoznatim mornarom uz prijenosni mareograf (dolje), prilikom ekspedicije u Bakarskom zaljevu u studenom/prosincu 1936. godine.

**Figure 13.** J. Goldberg working with the mareometer (top) and, along with an unknown sailor, supervising the portable mareograph (bottom), during the Bakar Bay expedition in November/December 1936.



godine Geofizički zavod izvršio je mjerenja suvremenim, elektroničkim mareografom u Bakarskom zaljevu. Spektralna analiza tih podataka pokazala je da su najizraženije oscilacije perioda 26.9, 22.3 i 19.7 min, zatim 7.8 min i naposljetku 4.3 min. Vidimo da je taj nalaz kvalitativno, a – s izuzetkom prve oscilacije – i kvantitativno u dobrom suglasju sa starijim rezultatima. U zaključnom dijelu svog rada Goldberg i Kempni prodiskutirali su način na koji seši nastaju, pri čemu su uočili da se oscilacije javljaju i kad nema lokalnog atmosferskog djelovanja i zaključili da se seši dijelom imaju pripisati utjecaju otvorenog mora na Bakarski zaljev.

---

77 J. Goldberg, K. Kempni: Über die Schwingungen der Bucht von Bakar und das allgemeine Problem der Seiches von Buchten, *Bulletin international de l'Académie Yougoslave des sciences et des beaux-arts, Classe des sciences mathématiques et naturelles*, 31, 1937, 74–136; Idem: O oscilacijama Bakarskog Zaljeva i općem problemu zaljevskih seša, *Prirodoslovnja Kraljevine Jugoslavije*, 21, 1938, 129–234.

Vrijednost perioda		Fizikalno značenje oscilacije
po motrenju	po teoriji	
$6,0^h \pm 0,1^h$	$5,85^b - 6,68^b$	Osnovni seš
$2,1^h \pm 0,1^h$	$2,07^h; 2,03^h$	Prvi parcijalni seš
$24,0^m$	$23,6^m - 25,0^m$	Osnovni seš sa čvornom linijom Lipica - Molnarić
$22^m; 22,0^m$	—	Superpozicija seša s periodima $24,0^m$ i $20,0^m$
$20,0^m$	$19,7^m - 21,2^m$	Osnovni seš sa čvornom linijom Rt Oštro — Rt Sršćica
$8,5^m$	$> 8,2^m; < 9,5^m$	Prvi parcijalni seš uz osnovni $22^m$
$8,0^m$	$8,2^m$	Prvi parcijalni seš uz osnovni $20,0^m$
$8,0^m$	$7,75^m; 8,25^m$	Osnovni, 1-nodalni seš
$4,3^m \pm 0,01^m$	$4,36^m; 4,45^m$	2-nodalni seš
$1,94^m \pm 0,04^m$	$2,00^m; 2,1^m$	5-nodalni seš
$1,64^m \pm 0,01^m$	$1,69^m$	6-nodalni seš
$1,25^m \pm 0,00^m$	$1,29^m$	8-nodalni seš
$1,18^m \pm 0,03^m$	$1,16^m$	9-nodalni seš
$0,93^m \pm 0,07^m$	$0,88^m - 0,97^m$	Lateralna oscilacija u Bakru između presjeka 1 i 2
$0,81^m$	—	13-nodalni seš
$0,75^m$	—	14-nodalni seš
$0,51^m \pm 0,02^m$	—	21-nodalni seš

**Slika 14.** Periodi seša određeni iz mareografskih i mareometarskih mjerenja u Bakarskom zaljevu u studenom/prosinucu 1936. godine, pripadne teorijske vrijednosti i interpretacija opaženih oscilacija vodostaja. Prema članku J. Goldberga i K. Kempnija iz 1938. godine.

**Figure 14.** Periods of the seiches determined from the mareometer and mareograph records collected in the Bakar Bay in November/December 1936, corresponding theoretical values, and interpretation of the observed sea-level oscillations. According to the article published by J. Goldberg and K. Kempni in 1938.

Ovo je istraživanje bez sumnje znatno unaprijedilo poznavanje seša Bakarskog zaljeva i uopće istočnjadranskih obalnih procesa. Međutim, ono je još važnije u metodološkom smislu, budući da je pokazalo da se vrhunski rezultati u fizičkoj oceanografiji mogu postići samo nadopunjavanjem empirijskog i teorijskog rada. Time je fizička oceanografija u Hrvatskoj prestala postojati kao isključivo deskriptivna disciplina i definitivno je uključena u geofiziku. Što se pak tiče Goldbergove modifikacije metode ostatka, ona se pokazala interesantnom i za istraživače izvan područja Jadrana. Tako je u

svojim preglednim tekstovima spominju A. Defant<sup>78</sup> i B. W. Wilson<sup>79</sup>, a primijenjena je i na Lago di Garda<sup>80</sup> te na Golfe de St. Tropez<sup>81</sup>. Interesantno je da je J. Goldberg u svojim pedesetim godinama našao snage da se angažira u za njega novom području – oceanografiji – i da postigne značajne rezultate. Možda objašnjenje leži u njegovoj sklonosti glazbi – bio je dobar violinist, u Sarajevu suosnivač Filharmonije, a u Zagrebu aktivan kao komorni glazbenik<sup>82</sup> – i u analogiji koju je mogao pronaći između titranja žice i osciliranja zaljeva. Kako bilo, ostavio je trajan trag kao znanstvenik koji je uveo matematičko modeliranje u suvremenu hrvatsku oceanografiju.

### 5. Oceanografska istraživanja nakon drugog svjetskog rata i Josip Goldberg

Po isteku drugog svjetskog rata započelo je četvrto razdoblje istraživanja mora u Hrvatskoj. Ovdje nećemo dati cjelovit prikaz obimnog posla koji je tada izvršen u svim oceanografskim disciplinama, pa čak nećemo obuhvatiti ni sve rezultate postignute u izučavanju fizikalnih procesa u moru, nego ćemo se ograničiti na djelatnost koja se odvijala pod utjecajem Josipa Goldberga.

Godine 1946. Goldberg je izabran za redovnog profesora na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu, i tu je bio aktivan do svojeg umirovljenja 1955. godine. U tom razdoblju utemeljio je naš suvremeni studij geofizike i odgojio prve poslijeratne generacije geofizičara. Isticao se kao vrstan predavač. D. Skoko, jedan od njegovih studenata, piše:<sup>83</sup>

»Goldbergova predavanja na fakultetu bila su prožeta njegovim stvaralačkim entuzijazmom. Nikada nije izbjegavao nejasne 'škakljive' stvari. U pristupu svakom problemu osjećala se sigurnost postavki, jasnoća izvođenja i domet rješenja. U predavanja se unosio svim žarom, nesvjestan svojih uvriježenih lapsusa niti nas studenata kako ih s mladenačkim humorom dočekujemo. J. Goldberg je, ne toliko riječima, nego vlastitim primjerom nastojao kod studenata i mlađih suradnika razviti svojstva koja je sam posjedovao: jaki osjećaj dužnosti, savjesnosti, ozbiljnost, u znanstvenom radu još i informiranost i širinu pogleda, ljubav za struku i oduševljenje postignutim znanstvenim rezultatom. Studentske radove i referate vodio je s puno odgovor-

78 A. Defant: *Physical Oceanography*, Vol. 2, Pergamon Press, Oxford, 1961, 598 pp.

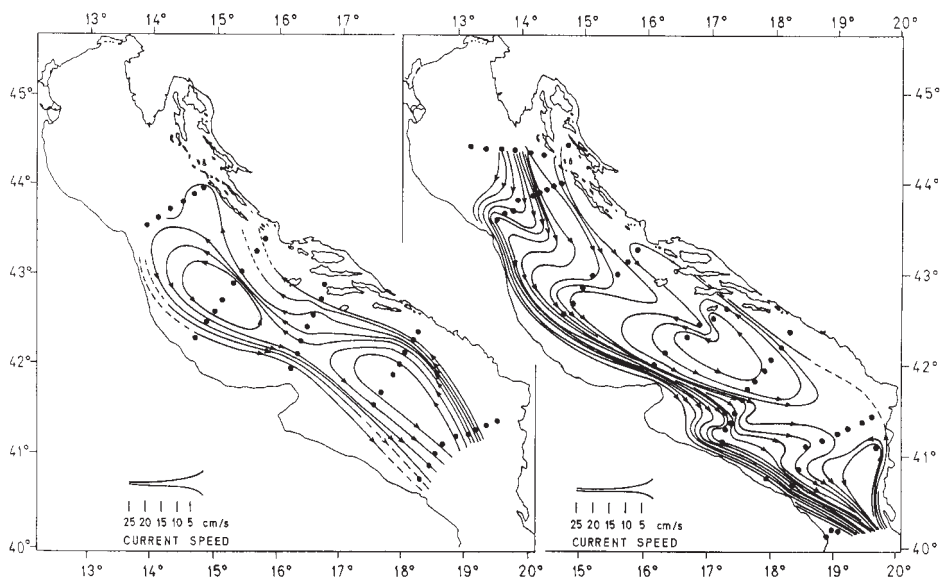
79 B. W. Wilson: Seiche, *Encyclopedia of Earth Sciences*, 1, 1966, 804–817.

80 P. Caloi: Oscillazioni libere del Lago di Garda, *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*, A7, 1954, 434–465.

81 M. Bossolasco, I. Dagnino: Il moto ondoso nel Golfo di Genova e nel Mar Ligure, *Geofisica e meteorologia*, 7, 1959, 99–112.

82 D. Skoko, op. cit.

83 D. Skoko, op. cit.



**Slika 15.** Površinske geostrofičke struje u Jadranu tijekom kasne jeseni 1913. godine (lijevo) i ljeta 1911. godine (desno). Prema M. Zore (1956).

**Figure 15.** Surface geostrophic currents in the Adriatic Sea, during the late autumn 1913 (left) and summer 1911 (right). According to M. Zore (1956).

nosti i uvijek je bio spreman pomoći mlađim suradnicima i bivšim studentima u stručnom i znanstvenom pogledu. Zbog svega toga, kao i zbog živih i jasnih predavanja, njegovi ga se učenici – premda je bio strog i vrlo ozbiljan – rado i zahvalno sjećaju.«

Među ostalim, Goldberg je držao i predavanja iz fizičke oceanografije. Iz sačuvanih bilježaka vidi se da je – kao i u svojim istraživanjima – pozornost posvećivao ne samo empiriji već i teoriji, a oslanjao se na tada najbolje udžbenike – posebno na klasično djelo H. U. Sverdrupa i suradnika,<sup>84</sup> koje je i u svijetu smatrano nezaobilaznim sve do šezdesetih godina ovog stoljeća.

Pod kraj života Goldberg je dobio priznanja za svoj rad. Već 1940. godine postao je dopisnim članom Akademije znanosti i umjetnosti u Zagrebu, a 1951. biran je za pravog člana Akademije. Kao sveučilišni profesor i akademik bio je uključen u niz organizacijskih aktivnosti, u kojima je nastojao djelovati za dobrobit geofizike. Tako je organizirao mjerenja magnetske deklina-

84 H. U. Sverdrup, M. W. Johnson, R. H. Fleming: *The Oceans – Their Physics, Chemistry, and General Biology*, Prentice-Hall, New York, 1942, 1087 pp.

cije na Jadranu,<sup>85</sup> dao je poticaj za osnivanje visinskog opservatorija na Puntijarki,<sup>86</sup> a bio je i član Akademijinog Odbora za Oceanografski institut u Splitu.<sup>87</sup> Znanstveno se više nije bavio oceanografijom – u to vrijeme istraživački interes usmjerio je prvenstveno na klimatologiju i medicinsku meteorologiju – ali je ipak u jednom od posljednjih tekstova koje je objavio iznio svoje viđenje rada obavljenog u području fizičke oceanografije od 1945. do 1959. godine.<sup>88</sup>

Među Goldbergovim studentima i mlađim suradnicima najviše su se fizičkom oceanografijom bavili Marijan Kasumović (1915–1983) i Mira Zore (M. Zore-Armanda, 1930–). Oni su istraživali seše Kaštelanskog zaljeva<sup>89</sup> i cijelog Jadrana<sup>90</sup> i pri tome s uspjehom koristili Goldbergovu inačicu metode ostatka.

Treba spomenuti da je Goldberg utjecao i na provedbu možda najvažnijeg fizičko-oceanografskog istraživanja u to vrijeme – onog što ga je obavila M. Zore na Oceanografskom institutu u Splitu, određivši po prvi put površinske geostrofičke struje u Jadranu<sup>91</sup> te analizirajući vodene mase i dubinsko strujanje u tom bazenu<sup>92</sup>. Značajan rezultat tog rada bio je nalaz da se u Jadranu na površini javlja ciklonalno strujanje koje je modulirano sezonski – tako da zimi prevladava ulazna struja uz hrvatsku obalu, a ljeti izlazna struja uz talijansku obalu (Slika 15) – te da je sumarni transport površinskih struja kompenziran dubinskim transportima. Ovakav prikaz cirkulacije u Jadranu održao se do danas, poslužio je u niz navrata kao osnova za interpretaciju kemijskih i bioloških procesa u moru, a o njegovoj važnosti svjedoči i činjenica da je citiran u monografijama<sup>93</sup> i – kako to pokazuje Science Citation Index – u međunarodnim časopisima do naših dana<sup>94</sup>. Dakako, zasluge za ovako uspješan znanstveni rad idu prije svega autorici i institutu u kojem je posao načinjen. Međutim, iz pisama što ih je J. Goldberg pisao Miri Zore vidi se da

---

85 D. Skoko, op. cit.

86 I. Lisac, D. Skoko: Aktivnost J. Goldberga na podizanju Instituta za fiziku atmosfere s opservatorijem na Puntijarki, *Geofizika*, 2, 1985, 33–49.

87 M. Zore-Armanda: Pisma profesora, *Geofizika*, 2, 1985, 27–32.

88 J. Goldberg: Fizička oceanografija, *Djela JAZU*, 51, 1960, 119–121.

89 M. Zore: On the seiches occurring in the Bay of Kaštela, *Acta Adriatica*, 7/3, 1955, 1–18.

90 M. Kasumović: Dinamički utjecaj atmosfere na kolebanje razine Jadranskog mora, *Rasprave Odjela za matematičke, fizičke i tehničke nauke JAZU*, 2, 1959, 1–48; Idem: Slobodne oscilacije dugog perioda u Jadranskom moru, *Ibid.*, 2, 1963, 121–166.

91 M. Zore: On gradient currents in the Adriatic Sea, *Acta Adriatica*, 8/6, 1956, 1–38.

92 M. Zore-Armanda: Les masses d'eau de la mer Adriatique, *Acta Adriatica*, 10/3, 1963, 1–93.

93 V. A. Burkov (red): *Gidrologija Sredozemnog morja*, Gidrometeoizdat, Leningrad, 1976, 375 pp.

94 M. Orlić: Fizička oceanografija i pomorska orijentacija Hrvatske, *Hrvatska i Europa*, 5, 1997, u tisku.

je i on pomogao uspjehu tog rada. Tako u svibnju 1955. godine komentira određivanje geostrofičkih struja:<sup>95</sup>

»Razumljivo je da imate poteškoća kod računanja struja iz polja tlaka pomoću topografija. Malo područje zahtijeva što veću istovremenost podataka. Najzad može u našem moru i meteorološki uvjetovana advekcija vode različitog saliniteta i temperature komplikovati situaciju. Vi vidite na sl. 110 u Sverdupovoj knjizi (str. 454), kako se brzo mijenja slika topografije i struja u uvjetima vjerojatno boljim od naših. Postupit ćete najbolje po savjetima u Sverdupovoj knjizi, tj. obradite situacije, koje se obzirom na kratak interval, u kojem su sakupljeni podaci, mogu smatrati sinoptičkim. Onda ćete vidjeti mogu li se iz toga izdvojiti neka zajednička obilježja i time dobiti neka slika polja tlaka i struja u Jadranu barem u nekim njegovim dijelovima. Radite i dalje kritički, kao što do sada radite, ne forsirati (npr. srednjacima) činjenice, koje ne postoje. Ovako pošteno i kritički izvršen posao imat će svoju vrijednost, iako zbog kvalitetno ili kvalitativno manjkavog materijala nijeste mogli postići onaj cilj, koji ste zamišljali. – Naravno, da ste u pogledu referentne plohe vezani dubinskim uvjetima Jadrana.«

U kasnijim pismima osvrnuo se i na analizu vodenih masa pomoću  $T$ - $S$  dijagrama.<sup>96</sup> Interesantno je ovdje napomenuti da je M. Zore svoje radove o strujama i vodenim masama Jadrana napisala prvenstveno na osnovi temperaturnih i salinitetnih podataka prikupljenih tijekom ekspedicija *Najade* i *Ciclope*, ekspedicija koje su izvršene više od četrdeset godina prije njenog istraživanja. Podatke su organizatori ekspedicija, Austrijanci i Talijani, uredno objavili odmah nakon krstarenja. Budući da su u to vrijeme već bile poznate metode određivanja geostrofičkih struja i analize vodenih masa, iznenađuje da se nitko od austrijskih i talijanskih istraživača nije time prije pozabavio. Objašnjenje po svoj prilici dijelom leži u političkim prilikama, posebno kad su u pitanju Austrijanci, koji su nakon prvog svjetskog rata izgubili izlaz na Jadran i, posljedično, prestali se baviti istraživanjem mora. Međutim, drugi razlog takvom kašnjenju mogla bi biti nespремnost cijele jedne generacije istraživača Jadrana da se okoristi teorijskim metodama koje su potrebne za analizu vodenih masa i – posebno – geostrofičkog strujanja. J. Goldberg je tridesetih godina uveo matematičko modeliranje u hrvatska oceanografska istraživanja, a kasnije i u nastavu fizičke oceanografije, i tako stvorio preduvjete za ostvarenje jednog važnog znanstvenog rezultata u nas.

95 M. Zore-Armanda: Pisma profesora, *Geofizika*, 2, 1985, 27–32.

96 M. Zore-Armanda, op. cit.

## 6. Zaključak

Izneseni pregled istraživanja što su ih zagrebački prirodoslovci poduzimali ili podupirali na Jadranu jasno pokazuje da su na razvoj naše oceanografije utjecali unutarnji čimbenici, kao što je npr. spremnost znanstvenika da usvoje suvremene metode rada, ali i različite vanjske – društvene i političke – prilike. Sagledavanje faktora koji su se pokazali važnima u prošlosti može pomoći da se riješe neki suvremeni problemi s kojima se oceanografija u nas suočava. Kao što kaže Helge Kragh:<sup>97</sup>

»Povijest znanosti ne može nas naučiti kako treba rješavati određene znanstvene probleme. No poznajući povijest lakše možemo vrednovati i razumjeti svoju suvremenu znanost u njenom društvenom okruženju.«

Ograničit ćemo se pri tom na fizičku oceanografiju, s obzirom da je to disciplina koja je najdetaljnije pokrivena ovim pregledom.

Istraživanje fizikalnih procesa u moru u posljednje vrijeme u svijetu prolazi kroz pretvorbu: osuvremenjuje se instrumentarij za rad na moru, mjerenja obavljena *in situ* nadopunjuju se satelitskim slikama, a svi prikupljeni podaci koriste se za usporedbu s rezultatima sofisticiranih numeričkih modela ili čak za asimilaciju u takve modele. Ta je aktivnost potaknuta različitim problemima s kojima se suočava suvremeni svijet, od zagađivanja obalnih voda, preko poremećaja u morskom hranidbenom lancu do antropogenih klimatskih promjena. I rad na Jadranu nekoliko je država intenziviralo u zadnje vrijeme, prvenstveno u vezi s ratom i mirotvornim operacijama na našem području. Tako je npr. Italija samo kroz jedan projekt – PRIZMA – prosječno godišnje ulagala 5.7 milijuna dolara u istraživanje Jadrana.<sup>98</sup> Radi usporedbe treba reći da se za sva prirodoslovna istraživanja u Hrvatskoj 1996. godine izdvojilo 18.5 milijuna kuna.<sup>99</sup> Ponovno smo dakle u situaciji, kao i prije više od osam desetljeća, da su u tijeku velika istraživanja Jadrana i da se – u skućenim financijskim prilikama – mora pronaći način da Hrvatska ne ostane sasvim po strani.

Što možemo naučiti iz tri uspješno ostvarena fizičko-oceanografska istraživanja u prošlosti – onog A. Gavazzija iz vremena *Vile Velebita*, J. Goldberga iz tridesetih godina i M. Zore iz pedesetih godina? Ekspedicije *Vile Velebita* mogle su se organizirati zahvaljujući izdašnoj pomoći države i suglasnosti svih hrvatskih prirodoslovaca s prioritetnim statusom oceanografskih istraživanja; tako su prikupljeni kvalitetni podaci za područje Kvarnera, ali

97 H. Kragh: *An Introduction to the Historiography of Science*, Cambridge University Press, Cambridge, 1987, 235 pp.

98 M. Kuzmić, osobno priopćenje.

99 Nacionalni znanstvenoistraživački program za razdoblje od 1996. do 1998. godine, *Narodne novine*, 16, 1996, 699–717.

je njihova analiza bila ograničena deskriptivnošću primijenjene metodologije. Kad bi se danas iz sredstava koja stoje na raspolaganju za prirodoslovna istraživanja u Hrvatskoj izdvojio za oceanografiju isti postotak kao uoči krstarjenja *Vile Velebita* (44 %) – što, dakako, nije vjerojatno – mogli bismo ostvariti projekt usporediv s jednim od talijanskih. Financijska podrška za Goldbergov rad u Bakarskom zaljevu bila je očito mnogo skromnija nego za prvih hrvatskih oceanografskih ekspedicija, pa su mjerenja bila manjeg opsega. Međutim, J. Goldberg je to kompenzirao pažljivom organizacijom eksperimenta, baziranom na radnoj hipotezi, i kombiniranjem empirijskog rada s vlastitim numeričkim modeliranjem, što je omogućilo da se jedan dio postignutih rezultata objavi u tada vodećem međunarodnom časopisu iz struke. Naposljetku, M. Zore je svoj posao uglavnom temeljila na podacima što su ih prethodno prikupili drugi istraživači, dakle nije trebala raspolagati osobitim sredstvima za eksperimentalni rad. No, bila je spremna u tim podacima potražiti informaciju koja je visoko relevantna za druge znanstvenike i društvo općenito, a pri tom je iskoristila metode koje do tada nisu bile primijenjene na Jadran. I danas se u Hrvatskoj mogu slijediti opisani parcijalni pristupi oceanografskom istraživanju, ili se može pokušati s nekim novim sličnim rješenjem. Međutim, iz navedena tri primjera lako je konstruirati nešto kao idealan oceanografski projekt kojim bi se Hrvatska mogla uključiti u suvremeni rad na Jadranu: na osnovi radne hipoteze i uz solidnu financijsku podršku organizirati eksperimentalno istraživanje nekog relevantnog procesa u moru, obradu podataka kombinirati s razvojem vlastitog ili primjenom jednog od avangardnih numeričkih modela, te rezultate objaviti u časopisu s ozbiljnom međunarodnom recenzijom. Recept je jasan, lako bi se pronašli i procesi u moru koje treba istražiti, pitanje je samo ima li u nas snage i interesa da se takav projekt ostvari.

### Literatura

- Babić K. (1908): »Margita« u zoološke svrhe, *Nastavni vjesnik*, **16**, 429–432.
- Babić K. (1911a): Prilog fauni Jadranskoga mora, *Glasnik Hrvatskoga prirodoslovnoga društva*, **23/1–2**, 149–154.
- Babić K. (1911b): Pogledi na biološke i bionomičke odnose u Jadranskome moru, *JAZU*, Zagreb, 138 pp.
- Balabanić J. (1988): Brusina prirodoslovac, Hrvatski prirodoslovni muzej i Školska knjiga, Zagreb, 89 pp.
- Balabanić J., ur. (1991): Spiridion (Špiro) Brusina, *Zbornik radova sa znanstvenoga skupa*, Matica hrvatska, Zadar, 239 pp.
- Bates C. C., Gaskell T. F., Rice R. B. (1982): *Geophysics in the Affairs of Man*, Pergamon Press, Oxford, 492 pp.
- Blašković V. (1959): Milan Šenoa – Povodom devedesete godišnjice njegova života, *Geografski glasnik*, **21**, 1–7.
- Bossolasco M., Dagnino I. (1959): Il moto ondoso nel Golfo di Genova e nel Mar Ligure, *Geofisica e meteorologia*, **7**, 99–112.



- Bošnjaković S. (1906): Kemijsko istraživanje morske vode uz hrvatsko primorje, Rad JAZU, **167**, 200–204.
- Brusina S. (1893): Biološke postaje, Ljetopis JAZU za godinu 1893., **8**, 87–124.
- Brusina S. (1896): Faunistički prilozi sa putovanja yachte »Margite« po Jadranskom moru, Glasnik Hrvatskoga naravoslovnoga društva, **9**, 261–297.
- Brusina S. (1995): Naravoslovne crtice sa sjeveroistočne obale Jadranskoga mora (ponovno izdanje), Dom i svijet, Zagreb, 456 pp.
- Buljan M., Zore-Armanda M. (1968): Aperçu historique sur les recherches hydrographiques en mer Adriatique, en particulier des navires Ciclope, Najade et Vila Velebita, Bulletin de l'Institut océanographique, Numéro spécial, **2**, 337–349.
- Buljan M., Zore-Armanda M. (1971): Osnovi oceanografije i pomorske meteorologije, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, 424 pp.
- Burkov V. A., red. (1976): Hidrologija Sredozemnog morja, Hidrometeoizdat, Leningrad, 375 pp.
- Caloi P. (1954): Oscillazioni libere del Lago di Garda, Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, **A7**, 434–465.
- Car L. (1893): Morske dubine, Prosvjeta, **1**, 12–15, 39–42, 64–66, 84–86, 110–111.
- Car L. (1894): O uređenju akvarija, Nastavni vjesnik, **2**, 229–237.
- Car L. (1895/1896): Copepodni plankton iz Jadranskog mora, Glasnik Hrvatskoga naravoslovnoga društva, **8**, 145–150.
- Car L. (1911): Morski akvarij u Zagrebu, Priroda, **1/3**, 50–52.
- Ćurčić S. (1904): Elementarna teorija plime i oseke, Nastavni vjesnik, **12**, 496–506.
- Ćurčić S. (1905): Elementarna teorija plime i oseke III, Nastavni vjesnik, **13**, 646–648.
- Dadić Ž. (1982): Povijest egzaktnih znanosti u Hrvata, Liber, Zagreb, 359 + 381 pp.
- Defant A. (1918): Neue Methode zur Ermittlung der Eigenschwingungen (Seiches) von abgeschlossenen Wassermassen (Seen, Buchten usw), Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, **46**, 78–85.
- Defant A. (1929): Dynamische Ozeanographie, J. Springer, Berlin, 222 pp.
- Defant A. (1961): Physical Oceanography, Vol. 2, Pergamon Press, Oxford, 598 pp.
- Gamulin T. (1983): Špiro Brusina i istraživanje Jadranskog mora, Rad JAZU, **404**, 241–309.
- Gavazzi A. (1897): La temperatura della superficie del mare Adriatico, Rivista geografica italiana, **4/5–6**, 1–16.
- Gavazzi A. (1912): Pomicanje morske međe u Hrvatskoj i Dalmaciji u istorijsko doba, Glasnik Srpskog geografskog društva, **1**, 55–72.
- Gavazzi A. (1915): O pomicanju morske vode u Kvarnerskom zavalju, Prirodoslovna istraživanja Hrvatske i Slavonije, **6**, 26–38.
- Gavazzi A. (1926): Dosadašnja hidrografska istraživanja Jadranskog mora, Jadranska straža, **4/5**, 90–91.
- Goldberg J. (1937): Zur Berechnung der freien Schwingungen von Meeresbuchten, Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, **65**, 419–422.
- Goldberg J., Kempni K. (1937): Istraživanje oscilacija Bakarskoga Zaljeva, Ljetopis JAZU za godinu 1935/36., **49**, 195–199.
- Goldberg J., Kempni K. (1937): Über die Schwingungen der Bucht von Bakar und das allgemeine Problem der Seiches von Buchten, Bulletin international de l'Académie Yougoslave des sciences et des beaux-arts, Classe des sciences mathématiques et naturelles, **31**, 74–136.
- Goldberg J., Kempni K. (1938): O oscilacijama Bakarskog Zaljeva i općem problemu zaljevskih seša, Prirodoslovna istraživanja Kraljevine Jugoslavije, **21**, 129–234.
- Goldberg J. (1960): Fizička oceanografija, Djela JAZU, **51**, 119–121.
- Grupa autora (1914a): Izvještaji o 1. i 2. naučnom istraživanju Jadranskoga mora god. 1913., Prirodoslovna istraživanja Hrvatske i Slavonije, **2**, 36 pp.

- Grupa autora (1914b): Izvještaji o 3. i 4. naučnom istraživanju Jadranskoga mora god. 1914., Prirodoslovna istraživanja Hrvatske i Slavonije, **5**, 30 pp.
- Grupa autora (1996): Nacionalni znanstvenoistraživački program za razdoblje od 1996. do 1998. godine, Narodne novine, **16**, 699–717.
- Hadži J. (1910): Prilog fauni Jadranskoga mora, Glasnik Hrvatskoga prirodoslovnoga društva, **22/2**, 112–116.
- Hadži J. (1911a): Morski akvarij u Zagrebu, Priroda, 1/1–2, 43–46.
- Hadži J. (1911b): Nešto o stanovnicima našega morskoga akvarija, Priroda, 1/3, 24–49.
- Hoić I. (1888): Slike iz obćega zemljopisa (knjiga prva), Matica hrvatska, Zagreb, 367 pp.
- Hoić I. (1896): Prvo naučno putovanje sa »Margitom«, jahtom nautičke škole u Bakru, Glasnik Hrvatskoga naravoslovnoga društva, **9**, 151–260.
- Hondl S. (1905a): Elementarna teorija plime i osjeke I, Nastavni vjesnik, **13**, 40–44.
- Hondl S. (1905b): Elementarna teorija plime i osjeke II, Nastavni vjesnik, **13**, 211–217.
- Hondl S. (1905c): Elementarna teorija plime i osjeke IV, Nastavni vjesnik, **13**, 648–649.
- JAZU (1912): Ljetopis za godinu 1911., **26**, Zagreb.
- JAZU (1913): Ljetopis za godinu 1912., **27**, Zagreb.
- JAZU (1914): Ljetopis za godinu 1913., **28**, Zagreb.
- JAZU (1915): Ljetopis za godinu 1914., **29**, Zagreb.
- Kasumović M. (1959): Dinamički utjecaj atmosfere na kolebanje razine Jadranskog mora, Rasprave Odjela za matematičke, fizičke i tehničke nauke JAZU, **2**, 1–48.
- Kasumović M. (1963): Slobodne oscilacije dugog perioda u Jadranskom moru, Rasprave Odjela za matematičke, fizičke i tehničke nauke JAZU, **2**, 121–166.
- Kempni K. (1985): Moja sjećanja na profesora Josipa Goldberga, Geofizika, **2**, 21–25.
- Kišpaćić M. (1896): Prilog poznavanju vertikalnoga gibanja jadranskog morskog dna, Rad JAZU, **128**, 101–109.
- Klaić V. (1878): Prirodni zemljopis Hrvatske, C. Albrecht, Zagreb, 406 pp.
- Klas Z. (1936): Chronologisches und systematisches Verzeichnis der Schriften Prof. Dr. Vale Vouk's, Izvješća Botaničkog instituta Univerziteta u Zagrebu, **11**, 85–104.
- Kochansky-Devidé V. (1975): Prilozi povijesti geoloških znanosti u Hrvatskoj – II – Spiridion Brusina, Geološki vjesnik, **28**, 365–385.
- Kochansky-Devidé V. (1976): Prilozi povijesti geoloških znanosti u Hrvatskoj – III – Mijo Kišpaćić, Geološki vjesnik, **29**, 349–362.
- Kragh H. (1987): An Introduction to the Historiography of Science, Cambridge University Press, Cambridge, 235 pp.
- Krčelić B. A. (1952): Annuae sive historia (u prijevodu V. Gortana), JAZU, Zagreb, 630 pp.
- Langhoffer A. (1907): Kr. nautička škola u Bakru i hrvatska biologijska postaja, Nastavni vjesnik, **15**, 749–751.
- Lisac I., Skoko D. (1985): Aktivnost J. Goldberga na podizanju Instituta za fiziku atmosfere s opservatorijem na Puntijarki, Geofizika, **2**, 33–49.
- Matonićkin I., ur. (1974): Spomenica – Sto godina znanstvenog i nastavnog rada iz zoologije na Sveučilištu u Zagrebu – Hrvatski narodni zoološki muzej od osnutka do danas, Prirodoslovno-matematički fakultet i Hrvatski narodni zoološki muzej, Zagreb, 231 pp.
- Maury M. F. (1890): Fizikalni zemljopis (preveo K. I. Stefančić), Dionička tiskara, Zagreb, 124 pp.
- Orlić M. (1985): Razvoj fizičke oceanografije u Hrvatskoj i Josip Goldberg, Geofizika, **2**, 51–80.
- Orlić M. (1997): Fizička oceanografija i pomorska orijentacija Hrvatske, Hrvatska i Europa, **5**, u tisku.
- Penzar B. i suradnici (1986): Geofizički zavod u Zagrebu i meteorološki opservatorij na Griču od 1861. do 1986., Geofizika, Supplement, **3**, 1–134.
- Pleše B. (1964): U spomen dvadesetogodišnjice smrti Artura Gavazzija, Geografski glasnik, **26**, 239–250.
- Rossi Lj. (1877): Slike iz prirode, Vienac, **9**, 26–31, 44–47, 75–78, 91–95, 254–256.

- Skoko D. (1985): Josip Goldberg (18. II 1885. – 15. X 1960.), *Geofizika*, **2**, 3–20.
- Stiller-Rüdiger J., Zavodnik D. (1990): Hungarian research in the Adriatic Sea, *Deutsche Hydrographische Zeitschrift, Ergänzungsheft, Reihe B*, **22**, 209–213.
- Sverdrup H. U., Johnson M. W., Fleming R. H. (1942): *The Oceans – Their Physics, Chemistry, and General Biology*, Prentice-Hall, New York, 1087 pp.
- Šenoa M. (1893): Put u Dalmaciju, *Vienac*, **25**, 451–454, 482–483, 499–502, 512–513, 657–658, 688–689, 705–707, 720–722, 737–739, 755–759, 769–771, 790–791, 823–824, 835–838.
- Šenoa M. (1944): Preko kršnih gora do sinjega mora, *Knjižara Radoslava Horvata, Zagreb*, 173 pp.
- Škreb S. (1936): Morska razina, *Priroda*, **26**, 271–274.
- Tešić M. (1963): Naučnoistraživačka oceanografska delatnost u Jadranskom moru, *Hidrografski godišnjak*, **63**, 57–88.
- Varićak T., Klas Z. (1963): Vale Vouk (1886–1962), *Ljetopis JAZU za godinu 1962.*, **69**, 220–224.
- Vouk V. (1914): »Vila Velebita« u službi znanosti, *Priroda*, **4**, 93–112.
- Vouk V. (1926): Izvještaj komisije za istraživanje Jadranskih otoka o radu u proljetnoj sezoni 1925., *Ljetopis JAZU za godinu 1924/25.*, **39**, 63–68.
- Vouk V. (1930): Morske alge, *Prirodoslovna istraživanja Kraljevine Jugoslavije*, **16**, 163–171.
- Vouk V. (1931): Biološko-oceanografski institut, *Ljetopis JAZU za godinu 1929/30.*, **43**, 131–174.
- Wilson B. W. (1966): Seiche, *Encyclopedia of Earth Sciences*, **1**, 804–817.
- Zore M. (1955): On the seiches occurring in the Bay of Kaštela, *Acta Adriatica*, **7/3**, 1–18.
- Zore M. (1956): On gradient currents in the Adriatic Sea, *Acta Adriatica*, **8/6**, 1–38.
- Zore-Armanda M. (1963): Les masses d'eau de la mer Adriatique, *Acta Adriatica*, **10/3**, 1–93.
- Zore-Armanda M. (1985): Pisma profesora, *Geofizika*, **2**, 27–32.
- Zore-Armanda M., Alajbeg M. (1995): 65 godina Instituta za oceanografiju i ribarstvo Split, Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split, 144 pp.

## ABSTRACT

### The Zagreb scientists, Josip Goldberg in particular, and research of the Adriatic Sea

*Mirko Orlić*

The activity of S. Brusina and his contemporaries, who laid down the foundation of modern oceanographic investigations in Croatia in the latter half of the 19th century, is described in the paper. Circumstances which led to organization of the first Croatian research cruises in the Kvarner Bay in 1913 and 1914 are then analysed in some detail. Finally, the paper concentrates on J. Goldberg, on the investigation of the Bakar Bay seiches which he carried out with collaborators in 1936, and on the way he influenced oceanographic research performed after World War II.

Adresa autora: Mirko Orlić, Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu, Horvatovac bb, 10000 Zagreb

Author's address: Mirko Orlić, Department of Geophysics, Faculty of Sciences, University of Zagreb, Horvatovac bb, 10000 Zagreb, Croatia

