

Marijan Kasumović — Zagreb

Srednja razina Jadranskog mora i geodetska normalna nula Trst*

U prosincu 1929 godine postavljen je u zgradi Lučke kapetanije u Bakru mareograf Geofizičkog zavoda u Zagrebu. Mareograf je registrirao oscilacije površine Jadranskog mora — uz tri manja prekida — sve do mjeseca travnja 1941. godine. Podaci registracije redovito su obrađivani i publicirani u publikaciji [8]¹⁾, u kojoj su publicirane srednje mjesečne i godišnje vrijednosti visine razine mora po podacima mareografa svih država svijeta. Originalni podaci registracije nalaze se i danas sačuvani u Geofizičkom zavodu u Zagrebu.

Registracije mareografa koristi oceanografija za proučavanje morskih doba (plime i oseke). Ona proučava njihov tok i vezu sa gibanjem Mjeseca i Sunca, utjecaj pojedinih elemenata meteorologije na kolebanje razine mora, pojav seša i t. d. No pored toga koristi ona ove registracije za izvođenje nekih podataka potrebnih u pomorskoj navigaciji i geodeziji.

U pomorskoj navigaciji potrebno je unaprijed poznavati vrijeme nastupa visoke i niske vode (eventualno i visinu vodostaja) u pojedinim lukama, što je od ogromne važnosti za brodove, koji saobraćaju sa lukama u kojima amplituda visoke i niske vode iznosi po nekoliko metara. Za računanje nastupa visoke i niske vode potrebno je poznavati t. zv. »lučko vrijeme«, koje se — u lukama gdje nema mareografa — određuje iz mnogogodišnjih motrenja vodostaja na vodomjerima, a u lukama gdje postoji mareograf, iz registracija mareografa.

Geodeziji pak izvodi oceanografija iz podataka registracije mareografa srednju razinu mora, na koju se odnose visine svih visinskih kota jedne države (geodetska normalna nula, kratica N. N.). Mareograf neprekidno bilježi vodostaj mora, a aritmetička sredina vrijednosti vodostaja tokom dugog niza godina određuje položaj zamišljene vodoravne plohe, koja predstavlja srednju razinu mora. Položaj ove ravnine fiksira njena vertikalna udaljenost od jedne čvrste točke na kopnu, koja se zove »biljeg visine«. Pošto srednja razina mora ima — po dogovoru — apsolutnu visinu nula, to je ova udaljenost ujedno apsolutna visina tog biljega visine. Mareograf u Bakru postavljen je baš zbog određivanja srednje razine Jadrana, dakle zbog dobivanja »geodetske normalne nule« za nivelmane [3].

Pomoću srednje razine mora, određene prema podacima mareografa postavljenih na raznim mjestima obale, može geodezija izvršiti neku kontrolu izvedenog nivelmana na taj način, da izvrši uspoređenje visina biljega visine u blizini pojedinih mareografa dobivenih nivelmanom (preko

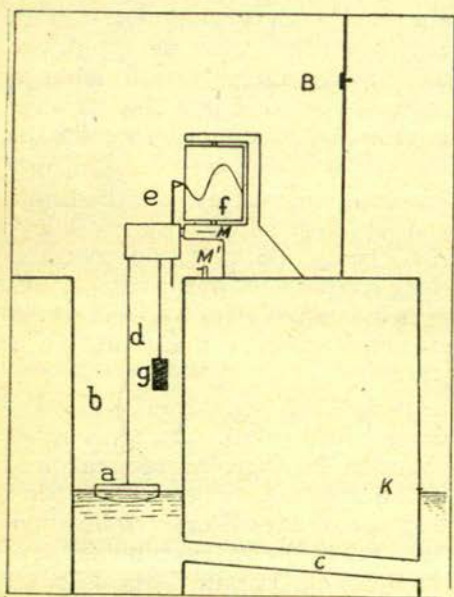
* Preštampano iz »Rad Geofizičkog zavoda u Zagrebu« II serija broj 3, dozvolom redakcije.

¹⁾ Brojevi u uglatoj zagradi odnose se na popis literature na kraju ove radnje.

kopna) sa visinama istih biljega visine, koje se odrede u odnosu na srednju razinu mora, određenu iz podataka onog mareografa, u čijoj se blizini nalazi dotični biljeg visine [6].

U ovoj radnji upotrijebit ćemo registracije mareografa u Bakru za određivanje srednje razine Jadranskog mora. Pored toga izvršiti ćemo uspoređenje visine biljega visine na zgradi Lučke kapetanije u Bakru u odnosu na srednju razinu mora, određenu prema bakarskim registracijama, sa njegovom visinom u odnosu na N. N. Trst²⁾, koja je dobivena nivelmanom. Navedeno uspoređenje će pokazati, da li su te visine jednake ili ne. Ako nisu jednake znači, da i sve visinske kote naše države, koje se odnose na N. N. Trst, imaju — s obzirom na srednju razinu mora određenu prema bakarskim registracijama — neku drugu visinu.

Izvođenje srednje razine mora prikazat će se potpuno, te je za razumijevanje izvođenja potrebno dati kratki opis mareografa.



Slika 1.

Mareograf (slika 1) sastoji se od plovka (a), koji se diže i spušta zajedno sa površinom mora u zdencu (b). Zdenac mareografa štiti plovak od vjetrova, valova i zanošenja. Unutrašnjost zdenca s morem spaja cijev (c). Dizanje i spuštanje plovka prenosi se pomoću spojne žice (d) na prenosni mehanizam (p), koji diže i spušta štapić sa pisaljkom (e). Na registrirni valjak (f), koji se okreće pomoću satnog mehanizma, namješten je dijagramski papir, na kome pisaljka bilježi krivulju kolebanja razine mora t. j. mareogram (slika 2). Spojna žica (d) sa druge strane opterećena je utegom (g), koji drži spojnju žicu (d) napetu, te se zbog toga zove »protuuteg«. Težina mu je odmjerena prema težini plovka tako da pri dizanju i spuštanju plovka spojnja žica bude stalno napeta.

Da registrirni valjak i mareogram ne bi bili preveliki, prenosni mehanizam (p) tako je načinjen, da pisaljka bilježi amplitude oscilacija površine mora u smanjenom iznosu. Zbog vezanja određene srednje razine mora na nivelmansku mrežu potrebno je, da uz mareograf postoji jedan biljeg visine i nekoliko »znakova visine«.³⁾

Mareograf Geofizičkog zavoda bio je malo preuđešeni limnigraf Otto A. Gansser, Wien. Prenosni mehanizam bio je tako učinjen, da je omjer

²⁾ Pod N. N. Trst razumijeva se ona srednja razina Jadranskog mora, koja je izvedena po podacima mareografa u Trstu i na koju se odnose visine visinskih kota preciznog nivelmana Vojno-geografskog instituta biv. Austro-Ugarske u Beču.

³⁾ Znak visine je urezana crta na postolju mareografa.

registracija iznosio 1:5, što znači, da je pisaljka bilježila oscilacije površine mora u pet puta smanjenom iznosu [3]. Na pročelju zgrade Lučke kapetanije u Bakru uzidan je — baš zbog mareografija — biljeg visine, čija je visina u odnosu na N. N. Trst preciznim nivelmanom točno određena. Sa donje strane registrirnog valjka, na postolju mareografija i na rubu zdenca su dva znaka visine i to gornji i donji znak. Njihove visine, u odnosu na N. N. Trst isto su tako preciznim nivelmanom točno određene. Ove visine dane su u Tabeli I.⁴⁾

Tabela I

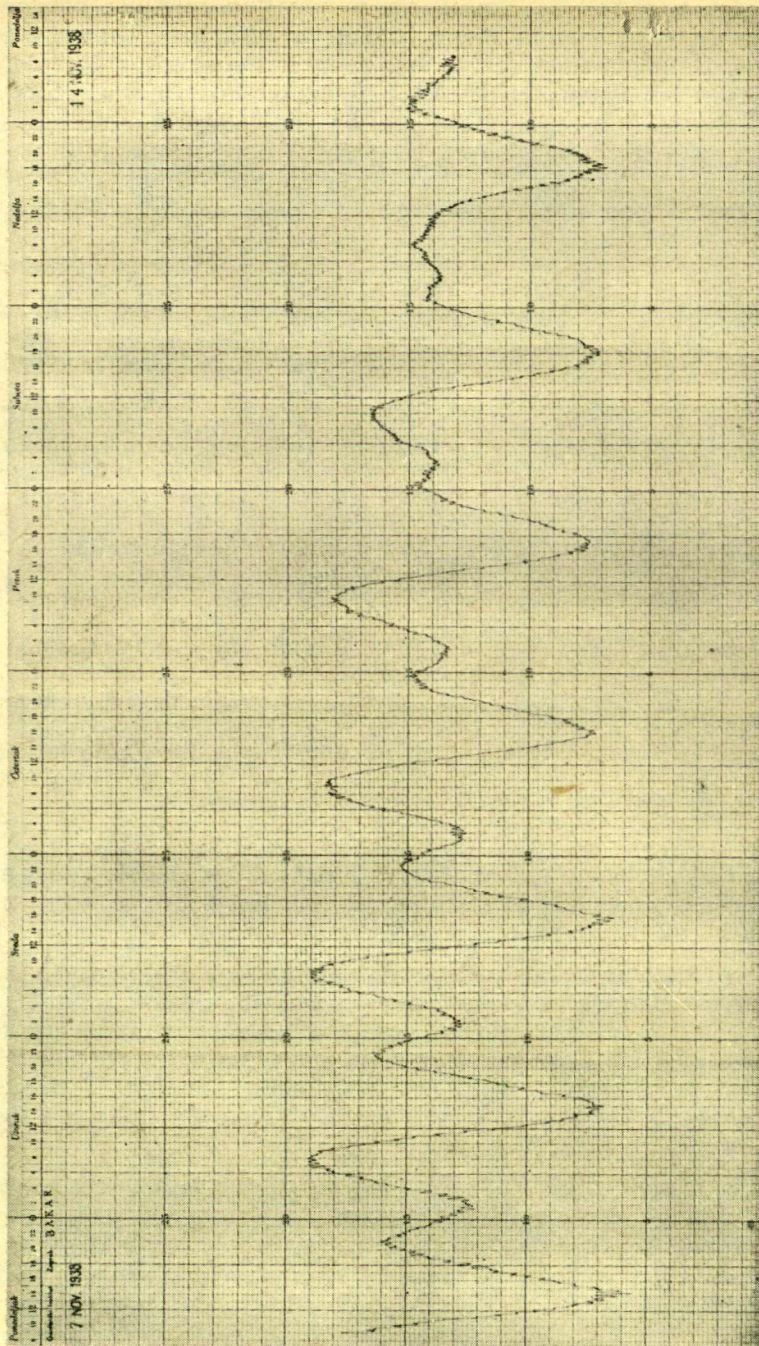
Redni broj	Objekti na kojima su utvrđeni reperi	Broj repera	Apso- lutna visina	OPIS REPERA
1.	Propust na 9 km	15626	42.7035	Preko puta kilometarskog stupa, na gornjoj površini
2.	Općinska zgrada Bakar	15624	3.6981	Na pročelju zgrade
3.	Branik na kući Andrejanića	15623	3.6129	Na uglu zgrade
4.	Zgrada lučke kapetanije		2.7731	Na pročelju zgrade (biljeg visine)
5.	Mareograf — gornji znak visine		2.5187	Na postolju mareografija
6.	Mareograf — donji znak visine		1.9943	Na željeznoj šipki na podu
7.	Klin na gatu lučkog fenjera		0.0070	Na glavi gata lučkog fenjera u visini površine mora

Položaj biljega visine (B) u Bakru, Tabela I. red br. 4, kao i gornjeg i donjeg znaka visine (M i M'), Tabela I. red. br. 5 i 6, te klina na gatu (K), Tabela I. red. br. 7 prikazan je shematski na sl. 1.

Slika 2. prikazuje dijagramski papir, na kome je registrirana krivulja oscilacija površine mora od 7. XI. do 14. XI. 1938. (mareogram). Apscisa označuje vrijeme, a ordinata daje iznos pomaka razine mora. Svaki pojedini razdio na apscisnoj osi označuje puni sat, a na ordinati naznačena je podjela od po 2 milimetra; svaki peti centimetar označen je brojem. Na pr. linija označena brojem 10 znači, da je daljina od donjeg ruba dijagramskog papira 10 centimetara.

Sa mareograma očitavaju se satne vrijednosti vodostaja mora. Vrijednosti očitane po skali na dijagramskom papiru treba pomnožiti sa 5, jer je mareograf Geofizičkog zavoda registrirao oscilacije mora u 5 puta umanjenom iznosu. Izračunati mjesečni i godišnji srednjaci vodostaja mora publiciraju se u (8).

⁴⁾ Ove visine u Bakru odredio je preciznim nivelmanom Vojno-geografski institut biv. Kr. Jugoslavije u Beogradu 1938 godine.



Slika 2.

Tabela II. pokazuje te mjesečne i godišnje srednjake za Bakar, Trst, Veneciju i Porto Corsini. Brojevi u tabeli znače centrimetre; većim brojevima odgovara viši vodostaj, a manjim brojevima niži vodostaj.⁵⁾

Tabela II

Mjesto	Godina	M J E S E C												Srednjak
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Bakar	1930	59·5	67·9	61·3	73·0	70·9	59·7	70·6	64·9	70·9	78·2	77·9	74·7	69·1
	1931	74·2	78·1	75·5	66·8	67·6	64·9	69·2	71·4	66·3	67·4	70·7	55·1	68·9
	1932	54·1	42·1	63·8	69·0	68·8	65·4	67·6	59·6	66·1	77·1	71·9	62·5	64·0
	1933	61·1	65·9	55·8	54·8	65·9	71·0	60·0	60·1	65·4	71·8	82·8	74·0	65·7
	1934	54·7	(42·2)	77·0	72·6	69·3	(66·7)	—	—	—	—	—	—	—
	1935	63·2	68·0	53·6	62·3	63·9	61·2	59·9	61·4	62·0	79·9	84·0	91·7	67·6
	1936	87·7	86·8	80·9	82·1	73·9	(75·3)	—	—	(67·5)	76·1	73·2	66·3	—
	1937	64·9	88·2	92·0	78·7	65·4	70·9	72·1	71·9	81·5	76·8	88·2	92·5	78·6
	1938	70·8	62·3	50·3	61·4	71·0	65·7	66·6	70·6	68·7	74·7	74·2	80·4	68·1
Trst	1930	148·9	155·6	150·4	162·9	159·8	152·0	160·8	154·3	159·0	165·1	164·3	159·5	157·7
	1931	158·7	164·0	160·8	154·1	157·6	159·2	161·7	161·3	156·5	158·3	159·8	141·5	157·8
	1932	141·8	130·1	150·1	156·3	157·8	158·0	159·1	151·1	156·7	168·4	160·5	149·7	153·3
	1933	147·5	153·1	140·7	143·3	154·5	161·7	150·6	152·4	157·7	160·9	173·3	164·3	155·0
Venecija	1930	143·9	156·3	146·0	159·7	156·3	149·9	158·5	151·8	157·7	163·7	162·3	161·1	155·6
	1931	157·8	167·4	160·6	153·6	153·8	155·7	157·6	157·6	154·9	156·6	160·9	144·4	156·7
	1932	141·0	132·8	151·1	153·5	153·6	151·4	154·9	147·7	154·6	166·8	161·3	148·7	151·7
	1933	150·7	154·9	139·4	142·9	152·8	158·3	149·3	150·0	156·7	163·5	175·5	169·4	154·9
Porto Corsini	1934	72·5	70·3	100·9	93·1	92·7	88·3	86·8	86·2	85·0	84·6	100·0	100·7	88·6
	1935	89·0	88·3	76·9	74·5	77·3	79·6	79·5	78·3	80·4	93·6	99·0	104·7	85·0
	1936	97·3	99·6	93·0	90·6	85·2	82·0	79·7	72·7	78·0	86·0	81·8	78·5	85·1
	1937	79·3	100·1	101·9	95·7	79·1	86·6	86·9	86·7	89·9	92·2	104·5	109·5	92·5

Ovi brojevi zapravo znače srednje mjesečne i godišnje vrijednosti udaljenosti pisaljke mareografa u centimetrima od ordinate dijagrama nula u onoliko puta uvećanom iznosu za koliko prenosni mehanizam pojedinog mareografa umanjuje registracije oscilacija fizičke površine mora (za Bakar dakle u 5 puta uvećanom iznosu). Iz njih se mogu izvoditi zaključci samo o relativnim iznosima kolebanja srednjih mjesečnih i godišnjih vrijednosti vodostaja mora. Odredi li se aritmetička sredina godišnjih srednjaka vodostaja mora od više godina, dobije se broj, koji podijeljen sa 5 daje ordinatu na dijagramu u cm pisaljke, u kojoj se ona nalazi, kad je fizička površina mora (plovak mareografa) u srednjoj razini.

Da bi se srednja razina mora mogla fiksirati daljinom od čvrste točke na kopnu, potrebno je još odrediti udaljenost gornjeg (ili donjeg) znaka visine od fizičke površine mora u momentu, kad se pisaljka mareografa nalazi na jednoj (bilo kojoj) ordinati mareograma. Točno poznavanje ove udaljenosti vrlo je važno za određivanje srednje razine mora.

⁵⁾ To je važno spomenuti, jer kod nekih mareografa manjim brojevima odgovara viši vodostaj a većim brojevima niži vodostaj.

Ova udaljenost mjerila se na taj način, da se u zdenac mareografa spuštao visak, a dodirom vrha viska sa površinom mora zatvorio se strujni krug. Visak se spuštao pored mjerila (podijeljenog u cm i mm), čija se nula nalazila u visini gornjeg znaka visine, a podjela mu se protezala prema donjem znaku visine. Na visku, u tri različite (točno izmjerene) daljine od vrha viska, bio je pričvršćen po jedan znak, čija se visina nad površinom očitavala na spomenutom mjerilu. Tri znaka su bila zato, da bi se mogla vršiti očitavanja pri različitim vodostajima. Dodir viska sa površinom mora pokazivao je otklon kazaljke osjetljivog voltmetra, koji je bio uključen u strujni krug. U momentu otklona kazaljke voltmetra očitavala se ordinata mareograma i mjerilo (prema jednom znaku na visku).⁶⁾ Pri mjerenju se pokazalo, da je bolje vršiti spomenuta očitavanja pri uronjavanju viska u vodu, nego pri izvlačenju viska iz vode, jer se pri izvlačenju visak postepeno odvaja od površine.

Navedena mjerenja vršio je u lipnju i rujnu 1936. godine tadanji asistent Geofizičkog zavoda Dr. Karlo Kempni. Očitavanja je vršio pri spuštanju i dizanju razine, uz stalnu razinu mora, kod visokog i niskog vodostaja. Izvršio je ukupno preko 100 mjerenja. Očitane vrijednosti reducirao je tako, da je dobio visinu gornjeg znaka visine od fizičke površine mora za slučaj, da se pisaljka nalazi na »ordinati 130,0 mm« podjele na dijagramskom papiru (daljina RM sl. 3a). Primjenom računa izravnjanja na navedeni niz mjerenja, izveo je najpouzdaniju vrijednost za daljinu RM. Iz originalnih mjerenja izvedena je 1948. god. ponovno najpouzdanija vrijednost, koja se u bitnom ne razlikuje od njegove, a iznosi.

$$RM = 2468 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm} \quad (1)$$

Srednja vrijednost godišnjih srednjaka vodostaja niza od 7 godina (1930, 1931, 1932, 1933, 1935, 1937 i 1938) iznosi u Bakru — prema podacima u Tabeli II. — 688,6 mm, što znači, da je fizička površina mora u srednjoj razini onda, kad se pisaljka mareografa nalazi na »ordinati 137,7 mm« $\left(\frac{688,9}{5} \text{ mm}\right)$ podjele na dijagramskom papiru. Visina gornjeg znaka visine u odnosu na srednju razinu mora R' (daljina RM sl. 3b) dobije se ovako:

$$RM = RM - RR'$$

$$RM = 2468,0 \text{ mm} - (137,7 \text{ mm} - 130,0 \text{ mm}) \cdot 5$$

$$RM = 2,4294 \text{ m} \quad (2)$$

Iznos RR' treba odbiti od visine RM zato, jer je $137,7 > 130,0$ što znači, da je srednja razina mora viša od fizičke površine mora, na kojoj se nalazi plovak mareografa, kad se pisaljka nalazi na »ordinati 130,0« podjele na dijagramskom papiru. Prema tome mora biti $RM < RM$.

Što se tiče točnosti ovog rezultata potrebno je napomenuti, da je iznos $\pm 1 \text{ mm}$ u (1) srednja pogreška mjerene udaljenosti RM, izraču-

⁶⁾ Ova metoda potječe od tadanjeg opservatora Geofizičkog zavoda Vladimira Prinza, koji je ujedno postavio mareograf 1929 godine.

nate po pravilima računa izravnjanja, dok se izračunati srednjak 688,6 mm kreće u granici moguće točnosti očitavanja satnih vrijednosti ordinata mareograma, koja iznosi ± 1 mm odnosno $\pm 0,5$ cm pomaka realne razine mora. Točnost očitavanja ordinata mareograma dosta smanjuju kratko-periodične oscilacije seša superponirane na krivulji morskih doba.

Iz Tabele I. vidi se, da visina gornjeg znaka visine na postolju mareografa u odnosu na N. N. Trst iznosi

$$\boxed{2,5187 \text{ m}} \quad (3)$$

a visina istog znaka visine, u odnosu na srednju razinu mora određenu na osnovu bakarskih registracija (2) iznosi

$$\boxed{2,4294 \text{ m.}}$$

Pošto ove visine nisu jednake slijedi, da između srednje razine mora, određene iz bakarskih registracija i »one srednje razine mora«, koja predstavlja N. N. Trst postoji razlika od

$$\boxed{+ 0,0893 \text{ m} \doteq 9 \text{ cm}} \quad (4)$$

(Predznak + znači, da je srednja razina mora izvedena iz bakarskih registracija viša od srednje razine mora određene po podacima mareografa u Trstu).

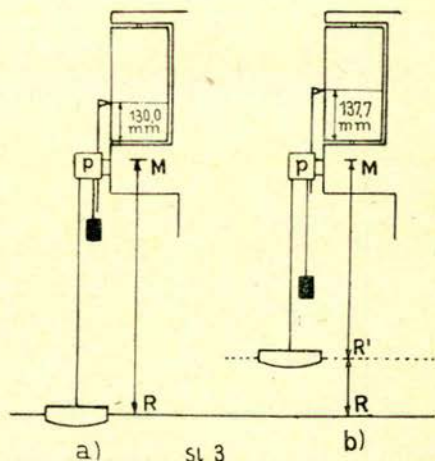
Na temelju dobivene razlike mogli bi se na prvi pogled izvoditi različiti zaključci, na pr.:

a) da i između fizičke površine mora u Trstu i Bakru postoji analogna razlika, ili

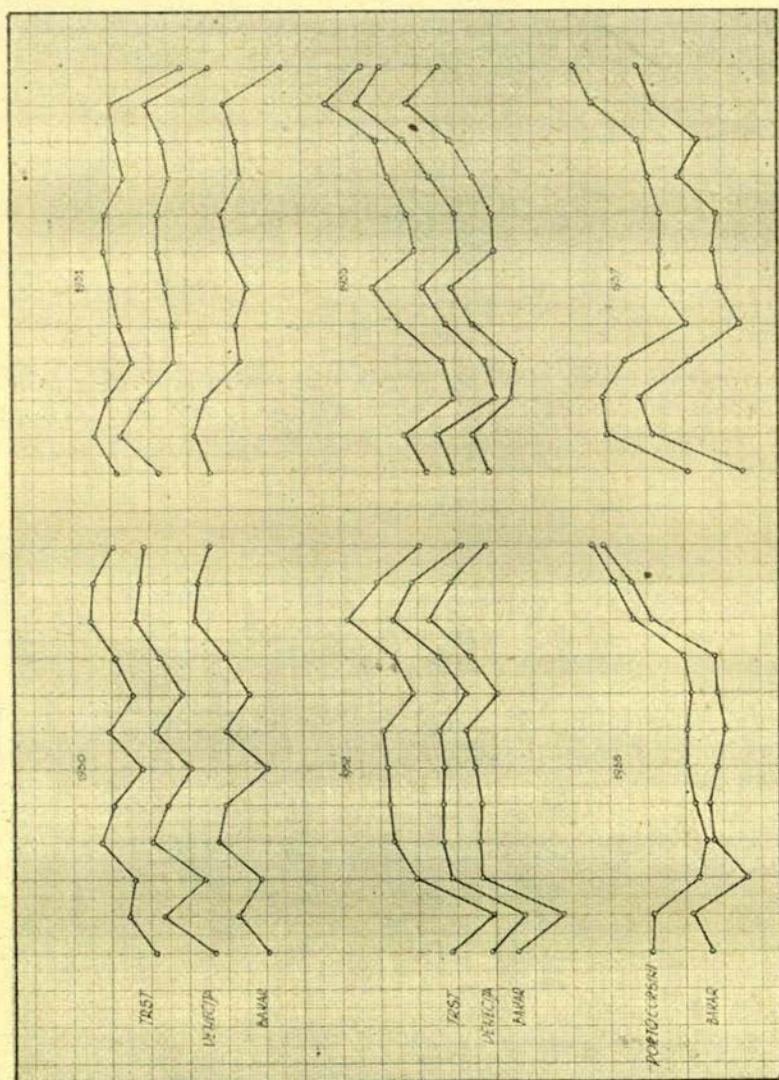
b) da se istočna obala Jadranskog mora u posljednjih 60 godina nešto spustila (N. N. Trst određen je u drugoj polovini prošlog stoljeća).

Za mogućnost navedenu pod a) nema fizikalnog osnova, zbog male udaljenosti Trst—Bakar. Mogućnost navedena pod b) isto tako otpada, jer bi iznos spuštanja obale za cca 9 cm u tom razdoblju bio svakako prevelik.

Navedena razlika možda bi mogla potjecati od pogrešne visine biljega visine na zgradi Lučke kapetanije s obzirom na N. N. Trst (a prema tome i visine gornjeg znaka visine na postolju mareografa) određene preciznim



nivelmanom. Doduše spomenuti biljeg visine je u nivelmanskom vlaku, izvršenom od repera br. 15626, 15624 i 15623,⁷⁾ otvorena točka (njegova visina nije od ranije poznata), no gruba pogreška od cca 9 cm u tom kratkom vlaku preciznog nivelmana nemoguća je i posve isključena, jer



Slika 4.

je nivelman izvršen dvostruko t. j. od repera prema biljegu visine i obratno.

Još je potrebno utvrditi, da u registracijama mareografa nema sistematskih pogrešaka. Može se to pokazati uspoređenjem registracija ma-

⁷⁾ Reperi nivelmana biv. Vojno-geogr. instituta u Beču, Tabela I. [2].

reografu u Bakru sa registracijama susjednih mareografa u sjevernom Jadranu u istim godinama. U Tabeli II. dani su podaci mareografa u Trstu, Veneciji i u Porto Corsini i to Trsta i Venecije za godine 1930—1933, a Porto Corsini za godine 1934—1937, jer samo tim podacima raspoložemo u razdoblju 1930—1938. Po svojoj apsolutnoj vrijednosti ovi se brojevi razlikuju, jer ordinata nula-dijagrama kao i pisaljka nisu kod pojedinih mareografa u jednakoj udaljenosti od fizičke površine mora.

Već iz samih vrijednosti u Tabeli II. vidi se, da se hod mjesečnih srednjaka vodostaja mora u Bakru, Veneciji i Porto Corsini podudara. Lijepo se to vidi u sl. 4, gdje je taj hod grafički prikazan. Među ordinatama odgovarajućih mjesečnih srednjaka vodostaja ne postoji konstantna razlika, no to potječe od lokalnih utjecaja meteoroloških elemenata na površinu mora kao i seša. Razlika ordinate između odgovarajućih godišnjih srednjaka vodostaja mora u Bakru i Trstu za godine 1930. (88,6 cm), 1931. (88,9 cm), 1932. (89,3 cm) i 1933. (89,3 cm) pokazuje malo povećanje srednjeg godišnjeg vodostaja mora u Trstu. Razlike godišnjih srednjaka Bakra i Venecije za godine 1930. (86,5 cm), 1931. (87,8 cm), 1932. (87,7 cm) i 1933. (89,2 cm) pokazuju nešto veće povećanje vodostaja u Veneciji, a Bakra i Porto Corsini za god. 1935. (12,4 cm) i 1937. (13,9 cm) pokazuju odstupanje do 3,5 cm.

Registracije pomenutih mareografa mogu se usporediti i određivanjem prosječnog otklona [1] mjesečnih srednjaka od višegodišnjeg srednjaka.

Tabela III

Mjesto	Godina	M J E S E C											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Bakar	1930	-7.4	+1.0	-5.6	+6.1	+4.0	-7.2	+3.7	-2.0	+4.0	+11.3	+11.0	+7.8
	1931	+7.3	+11.2	+8.6	-0.1	+0.7	-2.0	+2.3	+4.5	-0.6	+0.5	+3.8	-11.8
	1932	-12.8	-24.8	-3.1	+2.1	+1.9	-1.5	+0.7	-7.3	-0.8	+10.2	+5.0	-4.4
	1933	-5.8	-1.0	-11.1	-12.1	-1.0	+4.1	-6.9	-6.8	-1.5	+4.9	+15.9	+7.1
Trst	1930	-7.0	-0.3	-5.5	+7.0	-0.1	-3.9	+4.9	-1.6	+3.1	+9.2	+8.4	+3.6
	1931	+2.8	+8.1	+4.9	-1.8	+1.7	+3.3	+5.8	+5.4	+0.6	+2.4	+3.9	-14.4
	1932	-14.1	-25.8	-5.8	+0.4	+1.9	+2.1	+3.2	-4.8	+0.8	+12.5	+4.4	-6.2
	1933	-8.4	-2.8	-15.2	-12.6	-1.4	+5.8	-5.3	-3.5	+1.8	+5.0	+17.4	+8.4
Venecija	1930	-10.8	+1.6	-8.7	+5.0	+1.6	-4.8	+3.3	-2.9	+3.0	+9.0	+7.6	+6.4
	1931	+3.1	+12.7	+5.9	-1.1	-0.9	+1.0	+2.9	+2.9	+0.2	+1.9	+6.2	-10.3
	1932	-13.7	-21.9	-3.6	-1.2	-1.1	-0.3	+0.2	-7.0	-0.1	+12.1	+6.6	-6.0
	1933	-4.0	+0.2	-15.3	-11.8	-1.9	+3.6	-5.4	-4.7	+2.0	+8.3	+20.8	+14.7
Bakar	1935	-4.4	+0.4	14.0	-5.3	-3.7	-6.4	-7.7	-6.2	-5.6	+12.3	+16.4	+24.1
	1937	-13.7	+9.6	+13.4	+0.1	-13.2	-7.7	-6.5	-6.7	+2.9	-1.3	+9.6	+13.9
Porto Corsini	1935	+4.0	+3.3	-8.1	-10.5	-7.7	-5.4	-5.5	-6.7	-4.6	+8.6	+14.0	+19.7
	1937	-13.2	+7.6	+9.4	+3.2	-13.4	-5.9	-5.6	-5.8	-2.6	-0.3	+12.0	+17.0

Tabela III. pokazuje pojedine vrijednosti otklona od četverogodišnjeg srednjaka (1930—1933) za Bakar, Trst i Veneciju i otklone od godišnjih srednjaka (1935. i 1937.) za Bakar i Porto Corsini.

Ovi otkloni nisu potpuno jednaki, no prosječni otkloni određeni po formuli

$$\delta_{(M)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - M| \quad (5)$$

gotovo potpuno su jednaki.

$\delta_{(M)}$ znači prosječni otklon u odnosu na srednjak, M srednjak od kojega su određeni otkloni, x_i pojedini mjesečni srednjak, n ukupni broj otklona.

Oni iznose:

Bakar	$\delta_{(M1930-1933)} = \pm 5,8$
Trst	$\delta_{(M1930-1933)} = \pm 5,8$
Venecija	$\delta_{(M1930-1933)} = \pm 5,8$
Bakar	$\delta_{(M1935)} = \pm 8,8$
Porto Corsini	$\delta_{(M1935)} = \pm 8,2$
Bakar	$\delta_{(M1937)} = \pm 8,3$
Porto Corsini	$\delta_{(M1937)} = \pm 8,0$

Podudaranje razlika godišnjih srednjaka vodostaja mora (naročito Bakra i Trsta) kao i podudaranje iznosa prosječnog otklona mjesečnih srednjaka u Bakru, Trstu, Veneciji i Porto Corsini pokazuje, da su bakarske registracije realne i obilježene samo eventualnim neizbježivim slučajnim, a nikako sistematskim pogreškama. Diferenciju od cca +9 cm — između srednje razine Jadranskog mora izvedene iz sedamgodišnjeg niza bakarskih registracija i one srednje razine, koja definira N. N. Trst — može objasniti još jedino poznavanje postanka N. N. Trst. Ovi podaci su na žalost kod nas vrlo malo poznati. U običnom govoru, a i u nastavi u školama o N. N. Trst kaže se jedino to, da se visine visinskih kota naše države odnose na srednju razinu Jadranskog mora, koja je definirana visinom jednog biljega visine u Trstu i koja je izvedena na osnovu podataka registracije tršćanskog mareografa. No za ispravno tumačenje rezultata dobivenih obradom podataka pojedinih mareografa na Jadranu, točno poznavanje postanka N. N. Trst (na pr. broj godina registracije iz kojih je izvedena ta srednja razina mora) je i te kako potrebno.

Visina ishodnog biljega visine Br. 1 nivelmana Vojno-geografskog instituta biv. Austro-Ugarske kod mareografa na gatu Sartorio u Trstu (koja definira N. N. Trst) određena je u odnosu na srednju razinu Jadranskog mora, izvedenu iz podataka registracije mareografa u Trstu od samo jedne godine i to 1875. Mareograf u Trstu je doduše postavljen već 1869. godine, no prvi rezultati registracije objavljeni su za 1875. godinu u XXII. godištu tršćanskog »Annuario marittimo« 1877. godine.

Već godine 1904. Dr. Robert v. Sterneck, vođa geodetske grupe biv. Vojno-geografskog instituta u Beču smatra, da je srednja razina Jadranskog mora — izvedena iz podataka registracije mareografa od samo

jedne godine — nerealna i nepouzdana a naročito neupotrebiva za kontrolu nivelmana, koju je on izveo iste godine, uporedivši visine biljega visine u blizini mareografa u Trstu, Pulj i Dubrovniku dobivene u odnosu na srednju razinu Jadrana, izvedenu iz podataka dotičnih mareografa od više godina, sa njihovim visinama dobivenim nivelmanom [6].

Da bi mogao izvršiti navedenu kontrolu nivelmana odredio je ponovno visinu ishodnog biljega visine Br. 1 u Trstu u odnosu na srednju razinu mora, koju je izveo na temelju podataka registracija tršćanskog mareografa u godinama 1875.—1879. (bez 1877.) i 1901.—1904. (dakle niza od osam godina) i utvrdio, da je visina biljega visine Br. 1 u odnosu na srednju razinu izvedenu iz ovoga osamgodišnjeg niza za 8,99 cm manja od njegove visine, koja se odnosi na srednju razinu izvedenu iz niza registracije od samo jedne (1875.) godine. To znači, da je srednja razina Jadranskog mora, dobivena iz osamgodišnjeg srednjaka za +8,99 cm viša od one srednje razine koja definira N. N. Trst.

Srednja razina Jadranskog mora izvedena iz niza registracija u Bakru od 7 godina daje gotovo isti rezultat, te prema tome navedena razlika od cca +9 cm zaista postoji i to zbog toga, što je N. N. Trst izveden iz daleko prekratkog niza registracija (niza od samo jedne godine, u kojoj je na nesreću srednji vodostaj bio naročito nizak), te tako došla do izražaja u N. N. Trst u svom punom iznosu.

Iz Tabele II. vidi se, da je na pr. u Bakru 1937. godine srednji godišnji vodostaj mora naročito visok, te bi uzimanje srednjaka samo od te godine za izvođenje srednje razine mora dalo nerealan rezultat.

Potrebno je još napomenuti, da godišnji srednjaci osamgodišnjeg niza vodostaja mora u Trstu (iz kojeg je R. Sterneck odredio srednju razinu Jadrana 1904. god.) i godišnji srednjaci našeg sedamgodišnjeg niza u Bakru nisu iz istih godina, te zbog toga izvedena usporedba nije sasvim bez prigovora. Ova činjenica naime nameće pitanje, da li je srednja razina mora definirana Sterneckovim osamgodišnjim nizom i srednja razina određena 30 godina kasnije iz sedamgodišnjeg niza u Bakru jednaka ili ne. Rezultat od cca +9 cm, dobiven pomoću bakarskih registracija ukazuje na to, da se srednja razina mora definirana navedenim osamgodišnjim odnosno sedamgodišnjim nizom u međuvremenu nije promijenila.

Hod godišnjih srednjaka dugog niza godina u Trstu (1890.—1942.) i Veneciji (1872.—1941.) prikazan u publikaciji [5] pokazuje izvjesno povećanje srednjeg vodostaja Jadranskog mora tokom dugog niza godina (povećanje je veće u Veneciji nego u Trstu). Prema tim podacima u Trstu bi srednjak vodostaja mora niza od 7 godina (1930., 1031., 1032., 1933., 1935., 1937. i 1938.) bio za cca 3,5 cm viši od srednjaka vodostaja mora niza od 8 godina (1875., 1876., 1878., 1879., 1901., 1902., 1903. i 1904.). Što se tiče homogenosti ovog dugogodišnjeg niza godišnjih srednjaka u Trstu napominjemo, da se 1910. godine u Trstu promijenio mareograf [4] (kod starog mareografa većim brojevima je odgovarao niži vodostaj a manjim viši vodostaj, te je za niz od 1890.—1910. trebalo preračunati vodostaje), očitavani su u nekom razdoblju vodostaji visokih i niskih voda, te iz njih određivani godišnji srednjaci i t. d. Sve ove činjenice smanjuju homogenost tog dugogodišnjeg niza, što svakako utječe

na određivanje pouzdanog iznosa povećanja srednjeg vodostaja Jadrana. Osim toga povezivanje fizičke površine mora sa stanjem pera mareografa čini se prema (4) nije bilo izvedeno dovoljno egzaktno.

Iz ove kratke analize registracija mareografa Geofizičkog zavoda u Bakru, upotrebljene u svrhu određivanja srednje razine Jadranskog mora slijedi:

a) da su visine svih visinskih kota naše države u odnosu na jednu realnu i pouzdanu srednju razinu Jadranskog mora za cca 9 cm prevelike (pošto se odnose na N. N. Trst), i

b) da biljeg visine, uzidan na pročelju zgrade Lučke kapetanije u Bakru može služiti kao ishodna visinska kota za precizni nivelman naše države.

Činjenica navedena pod a) nije naročito važna, jer ova konstantna diferencija ništa ne utječe na visinske razlike pojedinih visinskih kota određenih preciznim nivelmanom. Osim toga ova diferencija nije velika a i analogne razlike nalazimo u podacima nivelmana drugih država, jer se u većini slučajeva u početku nivelmana još nije raspolagalo srednjom razinom mora, određenom iz višegodišnjeg niza srednjaka t. j. pouzdanom apsolutnom visinom ishodnog biljega visine.

Važniji je međutim zaključak naveden pod b) i to zato, što su registracije mareografa Geofizičkog zavoda u Bakru pokazale, da naša država ima na svom državnom području ishodni biljeg visine za precizni nivelman naše države time, što točno poznajemo njegovu visinu (2,6838 m) u odnosu na jednu pouzdanu i realnu srednju razinu Jadranskog mora, izvedenu iz sedamgodišnjeg niza registracija bakarskog mareografa. Osim toga provjerena je donekle i njegova visina — dobivena nivelmanom — u odnosu na N. N. Trst (2,7731 m) time, što je baš pomoću nje dobivena navedena razlika od cca +9 cm koju je već 1904. god. našao i Sterneck.

Poznavanjem visine biljega visine na pročelju zgrade Lučke kapetanije u Bakru — koji postoji i danas — u odnosu na realnu srednju razinu Jadranskog mora definirana je na području naše države fiktivna ploha srednje razine Jadranskog mora, izvedena prema sedamgodišnjim podacima mareografa u Bakru, a koja predstavlja N. N. Bakar.

Na taj način dobivena je geodetska normalna nula za precizni nivelman naše države, što može korisno poslužiti našem državnom premjeru.

LITERATURA

- [1] C. V. L. Charlier: Vorlesungen über die Grundzüge der mathematischen Statistik, (1920).
- [2] Die Fortsetzung des Präzisionsnivellements ausgeführt in den Jahren 1908 und 1909. (Mitteilungen des K. u. K. Militärgeographischen Institutes in Wien, Bd. XXIX, 1909).
- [3] J. Goldberg — K. Kempni: O oscilacijama Bakarskog zaljeva i općem problemu zaljevskih seša, (Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti. Sv. 21, God. 1938).
- [4] Hopfner F.: Die Gezeiten im Hafen von Triest, (Sitzb. Ak. Wiss. Wien, Mat. — Nat. Kl., Bd 122, Abt IIa, 1913).
- [5] Polli S.: Analisi periodale delle serie dei livelli marini di Trieste e Venezia, (Istituto Talassografico Trieste N. 226, 1947).

[6] R. v. Sterneck: Kontrolle des Nivellements durch die Flutmesserangaben und die Schwankungen des Meeresspiegels der Adria, (Mitteilungen des K. u. K. Militärgeographischen Institutes in Wien, Bd. XXIV, 1904).

[7] Skreb S.: Morska razina, Priroda XXVI, (1936).

[8] Union Géodésique et Géophysique Internationale — Association d'Océanographie Physique — Monthly and Annual Mean Heights of Sea — level 1936, 1937, 1938.

Marijan Kasumović, Zagreb

NIVEAU MOYEN DE LA MER ADRIATIQUE ET LE NIVEAU ZÉRO TRIESTE

En décembre 1929 était installé dans le bâtiment de la capitainerie du port Bakar ($\varphi = 45^{\circ} 18' N$; $\lambda = 14^{\circ} 32' E$) le marégraphe de l'Institut Géophysique de Zagreb. Le but principal de l'installation de cet appareil était l'enregistrement des hauteurs d'eau de la mer, pour déterminer le niveau moyen de la Mer Adriatique et pour obtenir par ce moyen un niveau zéro pour le nivellement de précision de Yougoslavie. Le marégraphe enregistrait les oscillations de la mer jusqu'à avril 1941; les résultats (les hauteurs d'eau moyennes mensuelles et annuelles) sont publiés dans la publication [8]. La Table II. donne ces valeurs moyennes pour Bakar.

Ce marégraphe était du type Otto A. Ganser, Wien. Fig. 1. représente le schéma du marégraphe de Bakar; M, M', B et K sont les marques de l'altitude auprès du marégraphe. Le rapport d'enregistrement était 1 : 5. Le cylindre (Fig. 2.) a fait un tour complet pendant sept jours.

Dans ce travail on a indiqué la détermination de la hauteur d'un point fixe d'environ du marégraphe par rapport au niveau moyen, défini par la moyenne des hauteurs d'eau moyennes annuelles des ans 1930, 1931, 1932, 1933, 1935, 1937 et 1938. Ce point fixe est une marque d'altitude située au piédestal du marégraphe (M, Fig. 1, Fig. 3a et 3b). Le résultat de la détermination de la hauteur de cette marque par rapport au niveau moyen déterminé de la suite de sept ans, nous donne l'altitude de 2,4294 m.

D'autre part, l'altitude de la même marque par rapport au Niveau Zéro Trieste (Normal Null Trieste), obtenue par le nivellement de précision, c'est-à-dire la hauteur de la marque par rapport au niveau moyen déduite à Trieste avant 60 ans, est 2,5187 m. (Table I Nr 4.). Cette Table contient aussi les données des altitudes des marques B, M' et K.)

La différence de ces deux altitudes de cca + 9 cm fait voir que le niveau moyen de la mer à Bakar et le niveau moyen qui définit le Niveau Zéro Trieste, ne sont pas identiques, (+ veut dire que le niveau moyen de Bakar est au-dessus du Niveau Zéro Trieste).

Les données d'enregistrement du marégraphe de Bakar sont soumises à une analyse critique. L'analyse consiste en comparaison des hauteurs d'eau moyennes mensuelles de Bakar avec les hauteurs d'eau moyennes mensuelles de Trieste, Venise et Porto Corsini, des mêmes ans (Fig. 4); ils sont comparés aussi aux écarts moyens δ_M calculés par la formule (5), (x_i sont les écarts moyens mensuels de la moyenne annuelle, Tab. III). Le résultat de cette comparaison nous montre que les données d'enregistrement du marégraphe de Bakar sont sans erreurs systématiques.

La différence de cca + 9 cm résulte du fait que le Niveau Zéro Trieste est défini par la hauteur d'eau moyenne de la mer d'une année seulement

(1875), quand par hasard la hauteur d'eau de la mer était très basse [6]. En 1904 R. v. Sterneck a déterminé le niveau moyen à Trieste par les hauteurs d'eau moyennes annuelles des ans 1875, 1876, 1878, 1879, 1901, 1902, 1903 et 1904. Il a trouvé que ce niveau avait aussi l'altitude de cca + 9 cm, par rapport au Niveau Zéro Trieste. Le même résultat nous montrent les données du marégraphe de Bakar.

Il faut dire que le niveau moyen, déduit à Bakar et le niveau moyen, déterminé par R. Sterneck à Trieste ne sont pas déterminés par les données d'enregistrement des mêmes ans. A cause de cela cette comparaison n'est pas sans objection, parce que dans cet intervalle du temps un changement d'altitude du niveau moyen de la mer devient possible. D'après les données de Bakar il résulte que le niveau moyen de la mer Adriatique, déterminé comme la moyenne des hauteurs d'eau des plusieurs ans, n'était pas changé.

La suite des hauteurs d'eau moyennes annuelles de Trieste pendant les années 1890—1942 est représenté dans la publication [5]. D'après ces données le niveau moyen à Trieste déterminé des ans 1930—1938 (sans 1934 et 1936) est au-dessus du niveau moyen déterminé d'ans 1900—1904 pour 3,5 cm. Mais cette suite des hauteurs d'eau de beaucoup d'ans de Trieste ne donne pas l'impression d'homogénéité (le change du marégraphe en 1910 [4], e. t. c.) et pour cela ce montant de l'ascension du niveau de la mer semble un peu problématique.

D'après cette courte analyse des données d'enregistrements du marégraphe de Bakar il suit que nous avons aujourd'hui dans la territoire de notre État une marque d'altitude fondamentale pour le nivellement de précision dont l'altitude de 2,6838 m. (B. Fig. 1) est rapportée au niveau moyen de la mer Adriatique à Bakar, déterminé par la suite des hauteurs d'eau moyen pendant sept ans.
