

Problemi oko iskorištenja energije morskih valova

Dipl. ing. Salko ĐOZIĆ

Maribor

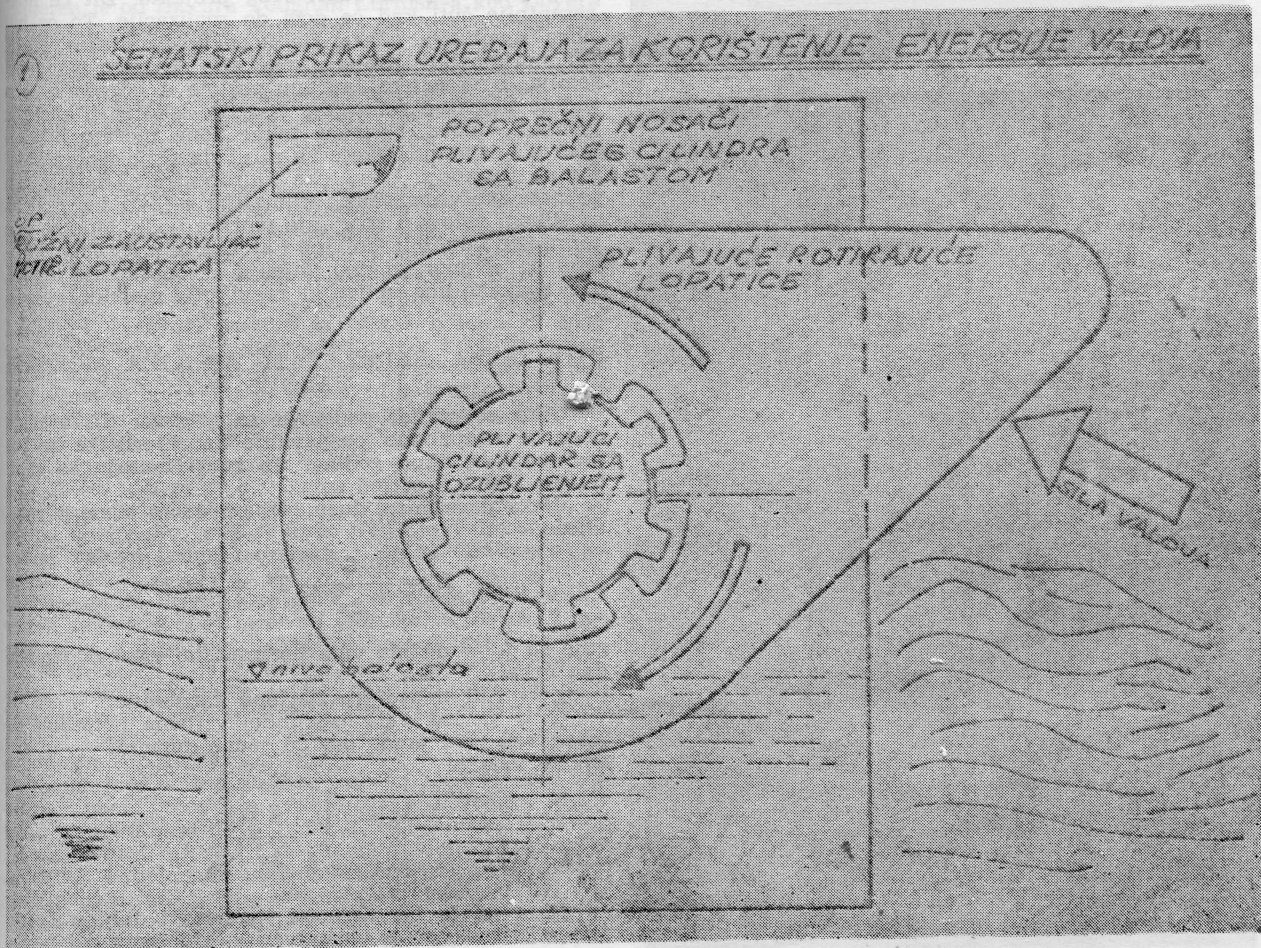
Tekuća ekonomska situacija kao i nedostatak energije tjeraju ljude da pronalaze i otkrivaju nove energetske izvore, da bi se na taj način ublažila deficitarnost energije. Poznati su već mnogobrojni primjeri, gdje se ide za iznalazjenje novih izvora i sredstava, koji zamjenjuju neka klasična goriva: benzin, naftu, uglj kao atomsku energiju. Tako su se pojavile mnoge tehničke inovacije oko uštede energije. Koliko će od tih izuma moći da bude prihvaćeno i masovno primjenjeno u našem industrijskom dobu pitanje je vremena.

Mnogi od njih su možda prvi korak ka stvarnom unapređenju cijelog sistema dobivanja energije na jeftiniji način od dosadašnjeg. Neki od tih poduhvata su dobili podršku od nacionalnih vlada u pojedinim zemljama, što dava ohrabrenje i materijalnu sigurnost novatorima i pronalazačima.

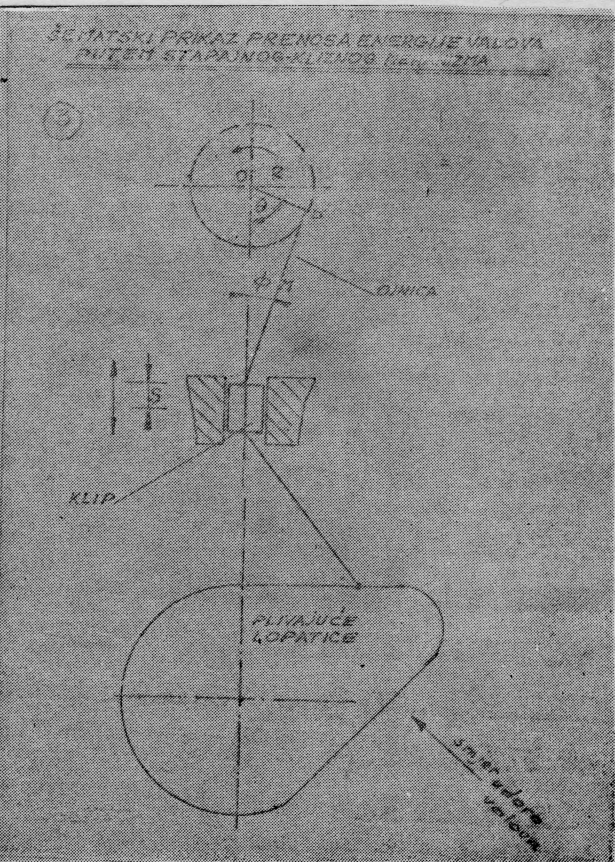
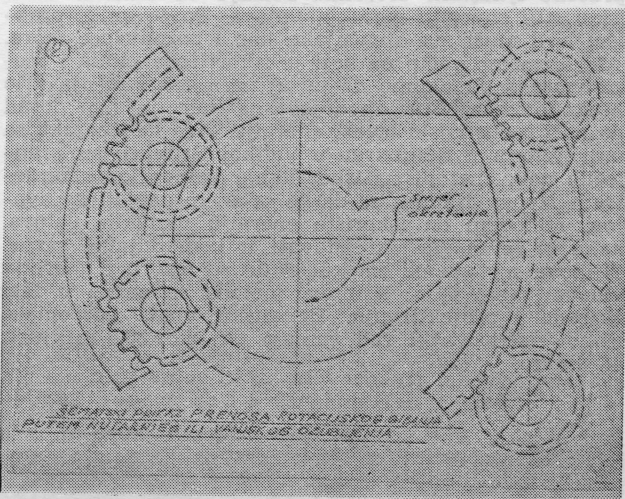
MORE KAO IZVOR ENERGIJE

Od davnina je poznato ljudima da je more jedan ogromni energetski rezervat, do danas skoro neiskorišten. Da ne bi bilo nesporazuma ovdje ne mislim na bezbrojne naslage raznih ruda i nafte ispod morskog dna. Kao što nam je poznato nafta se na mnogim područjima oceana i mora dobiva bušenjem pomoću

bušačih platformi, koje su na pojedinim područjima morskog površina postale tako rekuć sastavni dio industrijskog ambijenta. Ali ovdje nemamo namjeru da govorimo o ovim energetskim izvorima mora i oceana. Pažnju ljudi oduvijek je privlačila zamisao kako da se iskoristi energija morskih struja i valova. To su takođe ogromni energetski rezervati do danas tako rekuć neiskorišteni. Kad bi se sva ta energija mora mogla iskoristiti čovječanstvo bi bilo pošteđeno od teških energetske kriznih situacija. Samo ako gledamo valove koji nastaju negdje na pučinama oceana i mora i kao nosioci energije dolaze do obala ostaju neiskorišteni. Pored toga što ostaju neiskorišteni često su počinio oštećenja na obali koja ponekad prelaze u katastrofe praćene ljudskim žrtvama. Pitanje se nameće kako iskoristiti energiju morskih valova. To je velik problem koji muči sve stručnjake kao i poznavaoce mora. Ako uzmemo način na koji je iskorištena plima i oseka mora onda vidimo da je taj način iskorištenja vrlo neekonomičan i ne dava jeftinu energiju kao dosad poznati industrijski izvori energije. Dva naučenjaka sa univerziteta u Edinburgu u Velikoj Britaniji su predložila nove metode za iskorištenje valova kao energetske izvora. Nadaju se da će sa ovim uspjeti sa svojom metodom da iskoriste energiju morskih valova, kako bi se mogla iskoristavati u komercijalne svrhe. Njihova metoda će omogućiti da se iskoristi energija valova skoro 90%. Njihova metoda se nalazi u fazi razrade i projektiranja. Britanska vlada potpomaže njihov istraživački rad sumom od oko 300 milijuna st. dinara.



Nova metoda da se iskoristi energija morskih valova sastoji se u tome da na moru pliva jedna velika cilindrična osovina. Ona ima na vanjskoj strani zupčanike preko kojih je vezana sa rotirajućim plivajućim lopaticama. Plivajuće lopatice se dižu i spuštaju kako nadolaze valovi i preko zupčanika okreću cilindričnu osovinu a sa tim okreću i generator koji proizvodi električnu struju. Takođe je odabrana zona gdje se mogu postaviti ovakvi rotirajući plivajući uređaji. To je područje Hebridskih otoka na sjevero zapadu od Skotske. Utvrđeno je da je to područje intenzivnih morskih valova određenih geometrijskih karakteristika, koji nastaju neđje daleko na pučini Atlantika. Ta je zona dugačka oko 300 kilometara. Izračunato je da kad bi se mogla iskoristiti sva energija ovih valova sa ovog područja, da bi pokrivala sve potrebe Velike Brita-



nije. Kao projekt ideja predviđa da se električna energija dobivena na licu mjesta koristi za rastavljanje vode u kisik i vodik. Vodik bi se sakupljao u velikim rezervoarima i otpremao na obalu gdje bi se raspo- redivao u distributivnu mrežu kao gorivo. Možda je ovaj način distribucije goriva jeftiniji od klasičnog pošto otpadaju cjevovodi, vetili, pumpe kao normalna oprema sličnih postrojenja na kopnu. Naravno ovo je u fazi studiranja i iznalaženja optimalnog rješenja za datu situaciju.

Kao najveći problem ovog projekta koga učenjaci sa edinburškog univerziteta zele da riješe prije same realizacije, su ogromne dimenzije osovine cilindra i lopatica. Oni su izračunati za valove sa Hebridskih otoka, cilindar bi trebao imati promjer od 9 do 18 metara, a lopatice dimenzija od 30 do 40 metara dužine. Za jedan stabilan i neprekidan rad takav uređaj bi trebao da bude dugačak oko 1 kilometar. Kao sastavni dio uređaja ovdje svakako treba pribrojiti ležaje oslonce osovine sa balastom koji prema potrebi drži uređaj na odgovarajućoj visini odnosno dubini.

Sa smanjivanjem ovih uređaja električna energija postaje jeftinija od klasičnih potencijala energije. Tu je velik rizik. Jer se smanjivanjem ovih uređaja smanjuje stabilnost uređaja. Pitanje je dakle kako postići kontinuirani rad cijelog uređaja, odnosno neprekinuti dotok električne energije. Ako se to riješi energija dobivena na taj način postat će konkurentna energiji iz nuklearnih centara. U slučaju velikog nevremena ovaj se uređaj može držati pod vodom radi zaštite od oštećenja uređaja.

Oni vjeruju u ovaj projekt. Iako ih podrži engleska vlada u tome, smatra se da dobivanje energije od morskih valova će postati realnost. Energija dobivena na ovaj način dobit će komercijalnu vrijednost. To će biti onda kada će izvori nafte biti pri kraju. Tako predviđaju izvođači ovog projekta. Bit će interesantnije čuti kad će doći do realizacije. To će biti nova revolucija u iskorištenju energije morskih valova. Mi morimo biti zainteresirani zato što smo pomorska zemlja. I na našem Jadranu postoje u određeno doba godine pojedine zone gdje se može iskoristiti energija morskih valova. Naravno takve zone moraju biti višestruko ispitane. Ovdje se misli da prije izbora mjesta za izgradnju pomorske hidrocentrale, moraju biti poznate sve vremenske i klimatske prilike tog regiona sa slikom valova i strujanja morske vode. Morsko dno mora isto tako biti ispitano i analizirano jer ima slučajeva da se morsko dno mijenja od sezone do sezone, a to svakako ima upliva na razvijanje morskih valova.

ŠTO TREBA SADRŽAVATI ANALIZA MORSKIH VALOVA

Ako se odredi područje za gradnju tih uređaja onda je neophodno poznavanje karakteristika u pojedinim periodima godine. To znači moraju se znati dužina visina i period vala.

Uska povezanost dužine sa periodom izlazi iz relacije:

$$L = \frac{g}{2\pi} T^2 = 1,56 T^2$$

gdje su L = dužina vala horizontalni razmak između dva vrha

g = 9,81 m/sec gravitaciona konstanta

T = period vala (sekunde) vrijeme potrebno da jedan vrh vala pređe put od jedne dužine L

Brzina vala je

$$C = \sqrt{\frac{g L}{2\pi}}$$

Naravno je od važnosti spomenuti dubinu mora, jer je brzina vala u uskoj vezi sa dubinom d i naročito od omjera d/L dubina kroz dužinu vala.

ODNOS VISINE VALA SA DUŽINOM L

Ako označimo taj koeficijent $q = H/L$. Mjerenja su dosada pokazala da taj koeficijent iznosi 1:7.

To znači jedan val dugačak sedam metara ne može biti visočiji od jednog metra.

Ako visina vala poraste više od jednog metra nastaje lomljenje vala.

USLOVI POD KOJIMA NASTAJU VALOVI POD UTICAJEM VJETRA

Morski valovi nastaju na više načina i za naš slučaj su najinteresantniji oni koji nastaju pod uplivom vjetra. Tri su fundamentalna faktora koji imaju upliv na valove

1. Brzina vjetra
2. Trajnost (vrijeme) djelovanje vjetra
3. Širina područja djelovanja vjetra na dijelu morske površine.

Kako to u stvarnosti izgleda pokazuje slika br. 6. Vjetar počinje sa stvaranjem valova na užem području, a onda se naprijed širi u vidu malih valova ovisno o trajnosti intenziteta vjetra. Nakon tih već formiranih valova nastaje područje stvaranja dugih valova. Tako formirani valovi negdje na pučini oceana dolaze obalama kao nosioci ogromne energije koju do danas našalost čovječanstvu ne može da iskoristi. Često ih u stručnoj literaturi zovu energetskim vlakovima jer su oni stvarno veliki prenosioci energije preuzete negdje na pučini oceana. U tom smislu su učinjena mnoga mjerenja. Na pr. Kalifornijski Univerzitet je učinio neka mjerenja iz kojih se može vidjeti da vjetar od 50 čvorova (milja/sat) na širini od 1500 milja može da stvori valove i do 30 metara visine. I kod brzina vjetra od 40 čvorova visine rezultirajućih valova mogu doseći visinu i do 29 metara.

Najduži val od 780 metara i perioda od 22,5 sek. izmjereno je od fizičara Vaughan Cornish-a kod Dovera na jugozapadnoj obali Engleske pri brzini od 125 km/sat.

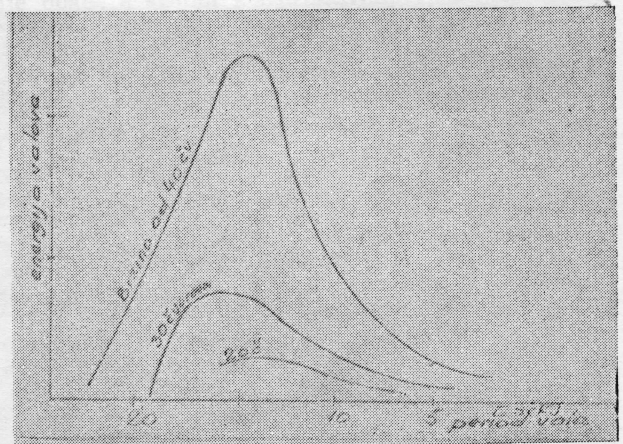
Kao katastrofalni najveći val se pojavio na ušću rijeke Ganges u Bengalskom zaljevu u Istočnom Pakistanu (sada Bangladesh) 31. 10. 1960. godine dostigavši maksimalnu visinu od 60 metara pri brzini od 190 km/sat. Ne treba posebno isticati kakva je to bila katastrofa, jer su sve novine pisale da su pojedini otoci prosto bili zbrisani sa bezbrojnim ljudskim žrtvama. Kao poseban kuriozitet ističem onaj jedan, a koji dovoljno govori o razornoj snazi odnosno energiji morskih valova. Naime prije tog nevremena blizu luke Chittagong bio je usidren jedan trgovački brod tipa LIBERTY čekajući dozvolu za ulazak u luku za istovar. U vrijeme tog maksimalnog vala brod je bačen na kopno jednu milju daleko od obale, tako da se nakon smirivanja vremena uopće nije mogao povratiti na more, pa je kao takav čitav brod morao biti rasprodan u staro željezo.

Kako izgleda energija valova od 40 čvorova i 30 čv. i 20 čv. vidi se po dijagramu br. 4.

Kako raste visina vala sa brzinom vjetra vidi se prema dijagramu br. 5. Vidimo dvije krivulje srednjih visina valova jedna teoretska i druga izmjerena na moru.

Ove dvije krivulje se sijeku u jednoj točki. Znači visine valova u ovoj točki su jednake. Slika br. 7 govori nam o karakteristikama valova ovisno o vjetru.

Iz slike br. 1. je vidljivo da lopatice svojim rotiranjem zahvaćaju putem zuba plivajući cilindar, koji je povezan sa reduktorskom kutijom i putem njegovog velikog zupčanika okreće osovinu druga dva manja po dijametru zupčanika, koji mogu biti sa vanjske strane ili unutrašnje strane velikog zupčanika. Ovi mali zupčanici okreću osovinu generatora proizvođača struje kako je prikazano na slici br. 2. Naravno to je jedna od mogućnosti da se izvrši prenos rotacijskog gibanja. Slika br. 3. pokazuje mogućnost prenosa putem stapnog mehanizma. Ostaje projektantu da riješi sve ove načine izvedbe konstrukcije, koja će biti najpovoljnija za rad uređaja na moru sa jakim valovima. Misli se pod pojmom jaki valovi oni čija se energija da iskoristiti na proračunani način.



(4) Grafički prikaz energije valova

Put stapaja bi bio

$$S = [R \cdot 1 - \cos \theta + (M/R) - \sqrt{(M/R)^2 - \sin^2 \theta}]$$

gdje su R = radius okretanja točke D

M = dužina ojnice

θ = kut prema simetrali

$$\text{Obodna brzina biti će } V_c = R \frac{d\theta}{dt} = \frac{2 \pi n}{60} \frac{R}{12}$$

gdje su $\frac{d\theta}{dt}$ kutna brzina u sek.⁻¹

dt

n = broj okretaja u minuti ϕ o/min.

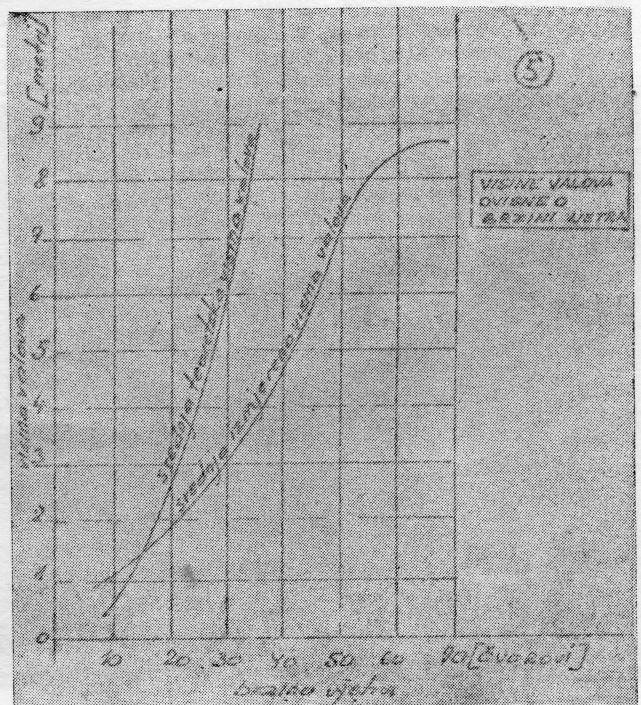
$$\text{Kutna brzina bi bila } \frac{d\theta}{dt} = \frac{R \cos \theta}{M \cos \varphi} \frac{d\theta}{dt} = \frac{\cos \theta}{\cos \varphi} V_c =$$

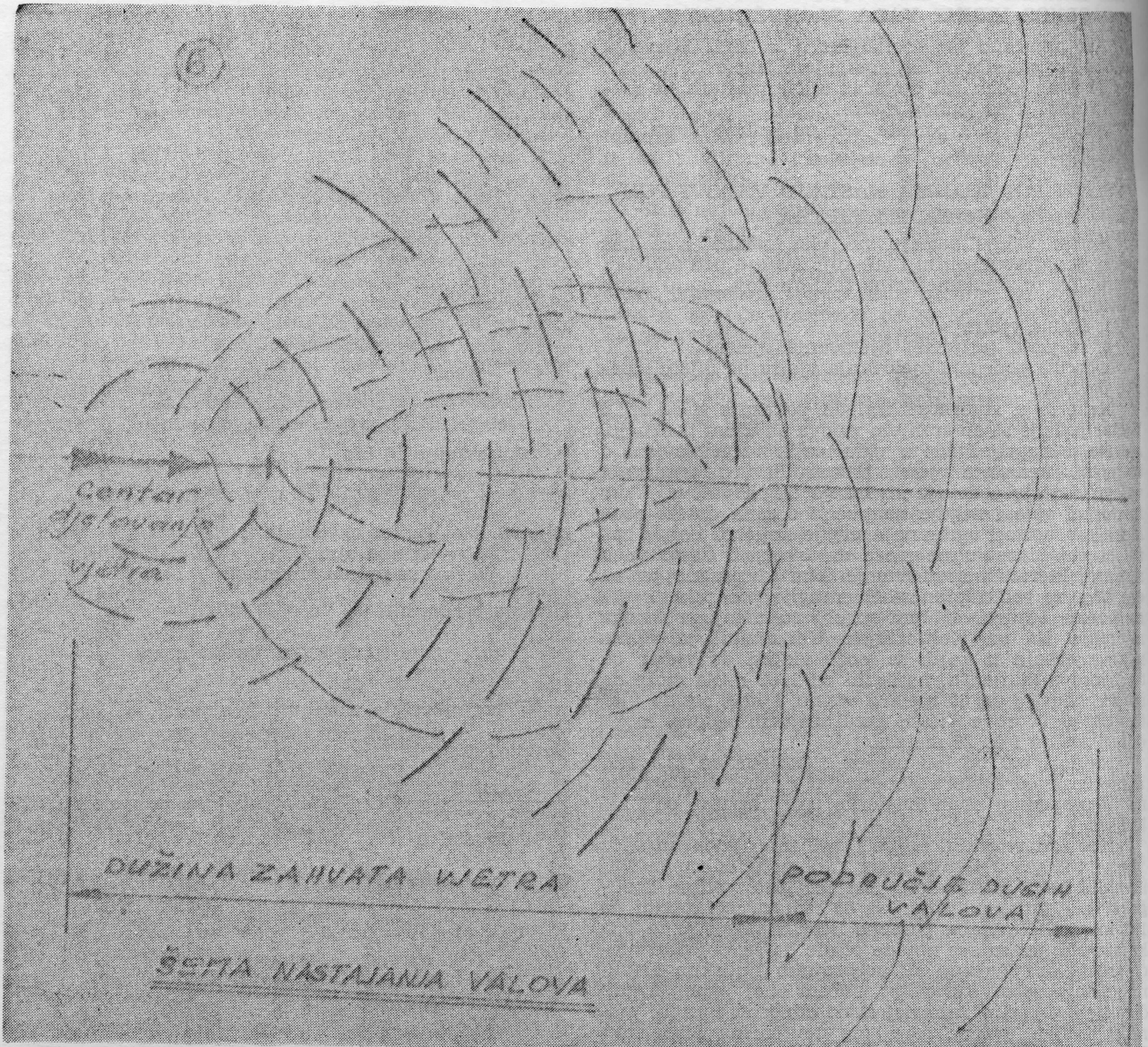
$$\frac{\cos \theta}{\sqrt{M^2 R^2 \sin^2 \theta}} V_c \text{ gdje je } \varphi \text{ kut ojnice prema simetrali}$$

$$\text{Stapajna brzina je } V_p = \frac{ds}{dt} = V_c (\sin \theta + \cos \theta \tan \varphi)$$

$$= V_c f_v \text{ gdje } f_v = \frac{\sin \theta + \cos \theta \tan \varphi}{\cos \theta}$$

$$1 + \sqrt{(M/R)^2 - \sin^2 \theta}$$





7

KARAKTERISTIKE VALOVA OVISNO O VJETRU I DUBINI MORA

	PERIOD VALA [s]	DUZINA VALA [m]	BRZINA VJETRA [m/s]	BRZINA VJETRA [km/h]	DUBINA MORA [m]
1	6	55	9,1	33	28
2	8	98	12,2	45	49
3	10	154	15,3	56	77
4	12	221	18,3	67	111
5	14	300	21,5	78	150
6	16	393	24,6	89	196

Faktor f_v se lako dobije iz tablica za motorne mehanizme ovisno o omjeru M/R . Da zaključim da mi moramo u skoroj budućnosti razmišljati o sezonskoj iskoristivosti valova našeg Jadrana. Prije određivanja lokacije makar i prve eksperimentalne pomorske hidrocentrale trebat će puno timskog rada naučnjaka raznih struka. Svakako sa gledišta pomorskog prava morat će se stvoriti zakonska podloga za gradnju odnosno lokaciju ovakvih centrala koje će u budućnosti steći ne samo ekonomsku nego i strategijsku važnost. Klasifikaciona društva koja se danas bave klasifikacijama konstrukcije brodova (Lloyds Register, Bureau Veritas, Nosske Veritas, American Shipping Bureau itd.) morat će izraditi nove propise za ove konstrukcije, kako bi graditelj i budući investitor imao tehničku podlogu za gradnju ovakvih plivajućih hidrocentrala. Energetska kriza sve zemlje pogađa bez razlike i mi kao pomorska zemlja i te kako moramo voditi računa o svim takvim neiskorištenim potencijalima iz prirode. Ako se računa energetska bilans zemlje, onda svakako ova energija mora da se uzme u obzir.

Isto tako u zadnje vrijeme smo svjedoci analiza naših zaliha energije u rijekama i rudnicima uglja. I dok su kod termoelektrana skoro uvijek prateća teškoća zagađivanje ljudske okoline, kod hidroelektrana je negativna strana da velike vodene akumulacije pokrivaju u slivu rijeka najplodnije površine pogodne za poljoprivredu (čak je i predsjednik Tito u jednom govoru to napomenuo) i tako poskupljuju takve investicije i slobodno se često može spomenuti da li je energija od hidroelektrana najjeftinija.

Međutim, električna energija dobivena od pomorskih hidrocentrala bi bila daleko jeftinija i »čista«, to jest ona ne bi ničim zagađivala more i njegove obli-

žnje obale, a svojim konstruktivnim rješenjem bi se uklapala u turistički ambijent i poboljšavala njegov izgled.

To je još jedan razlog da se više povede računa za gradnju i analizu naše prve pomorske hidrocentrale.

Literatura:

1. La Panorama (rivista settimanale) No. 448
Willard Bascam:
2. Onde e spiagge (dinamica della superficie marina)
Zaniccheli Bologna 1965
3. Mechanical Engineering Handbook —
Power volume of Kent
(Toppan Company Tokyo Japan 1950)