

Usklađivanje energetske sa cjelokupnom optimalizacijom projekta broda

SAŽETAK:

Ušteda energije uvijek pridonosi kvaliteti projekta broda, te su od brodova istih karakteristika onaj s manjim utroškom energije uvijek povoljniji od onog broda s većim utroškom.

Ovim se radom upozorava na prednosti ako uštede energije promatramo šire u smislu korištenja broda, i to cjelokupno razdoblje njegovog života.

Prilikom izbora područja u kojem se želi izvršiti sveobuhvatna optimalizacija projekta broda potrebno je izvesti čim savjesniju analizu vijeka trajanja broda, inflacije, ekonomskih uvjeta rada broda, značajki pomorstvenosti, uvjeta prekrcanja, režima rada s brodom i vozarina.

Neophodno je svaku optimalizaciju projekta broda (u koju spada i ušteda energije) vršiti u zavisnosti od sveopćoj optimalizaciji broda.

Osnivanje broda često je bilo pod momentalnim utjecajem vanjskih faktora kao što su cijena kapitala, razvoj brodske hidrodinamike, razvoj čvrstoće i konstrukcije broda, saznanja o vibracijama i buci.

Današnje razdoblje karakterizira ušteda energije na brodu što je posljedica drastičnog povećanja cijena nafte.

Svako od dasadašnjih razdoblja karakterizirano je s posebnom pažnjom na usavršavanju pojedinih dijelova broda (linije, propulzija, konstrukcija itd.), te je to usavršavanje moguće u širem smislu smatrati i kao modu unutar osnivanja broda.

Možemo zaključiti da su pojedina razdoblja imala u principu pozitivan efekt na razvoj pojedinog dijela projekta broda, ali su zbog svoje neujednačenosti u razvoju svih dijelova projekta podjednako mogla imati i negativnih utjecaja na cjelokupni optimum projekta broda.

Sadašnje, posljednje razdoblje (moda) ne bi trebalo imati negativnih posljedica za cjelokupni optimum projekta broda uz uvjet da projektant slijepo ne traži za uštedom energije na brodu pod svaku cijenu, već da cilj optimalizacije projekta broda ostane brod s optimalnom zahtjevanom vozarinom odnosno s najvećom dobiti.

Da bi se projekt broda optimalizirao uz optimalnu zahtjevanu vozarinu za cjelokupan život broda, morali bismo poznavati više elemenata kojima definiramo srednje uvjete života broda. Ovdje ćemo navesti samo glavne elemente koje je neophodno definirati u projektnom zahtjevu odnosno u predprojektu broda:

- vijek trajanja broda
- predvidiva inflacija za razdoblje vijeka trajanja broda
- predvidivi ekonomski uvjeti rada broda (troškovi za posadu, gorivo, lučke takse, osiguranje, održavanje i popravci, porez, uvjeti kreditiranja)

— predvidivo područje plovidbe sa svim podacima o vremenskim prilikama (vjetar i valovi)

— predvidivi tehnički i ekonomski uvjeti u lukama pristajanja

— predvidivi režim rada s brodom, broj dana godišnje u radu, te na dokovanju, popravku i održavanju

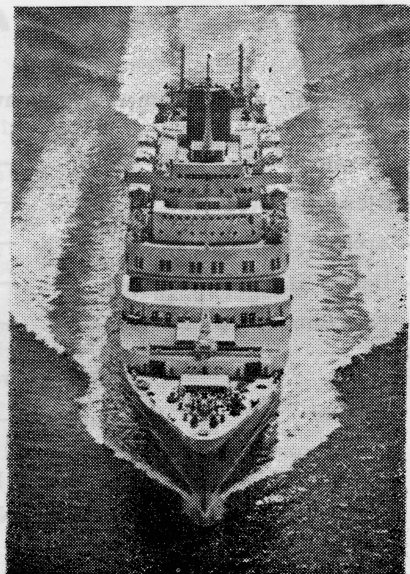
— predvidive vozarine i njihove fluktuirajuće vrijednosti, kao uvjeti kojima se projekt broda može najviše približiti u zadovoljenju maksimalnih dobiti odnosno minimalnih gubitaka.

Kao zaključak može se reći da je zadovoljenje gornjih promjenljivih uvjeta nemoguće u potpunosti zadovoljiti fiksnim projektom broda, ali je zato moguće za srednje gornje uvjete izabrati optimalan projekt broda s maksimalnom fleksibilnošću projekta broda posebno u brzini i kapacitetu transporta.

Za ilustraciju pojedinačnih točaka neophodnih u stvaranju projektnog zahtjeva osim opisa daju se kvalitativni primjeri u formi tablica i dijagrama kako slijedi:

Vijek trajanja broda je u kompetenciji brodar, te se ne može dati općenita uputa za određivanje broja godina, jer zavisi o tipu broda, zastavi broda i tržištu zaposlenja. Općenito se ipak može zaključiti da se vijek trajanja broda skraćuje, posebno u razvijenijim zemljama, te da se vraćanje kapitala posebno skraćuje na približno polovinu života broda i računa se s vrijednošću novca dobivenog za prodaju broda. (Tablica 1).

U novije vrijeme inflacija se počinje uzimati u račun posebno za objekte koji imaju dulji vijek



Tablica 1: Razdioba godina starosti brodova upućenih u rezalište za tankersku flotu od 1975. do 1980. g.

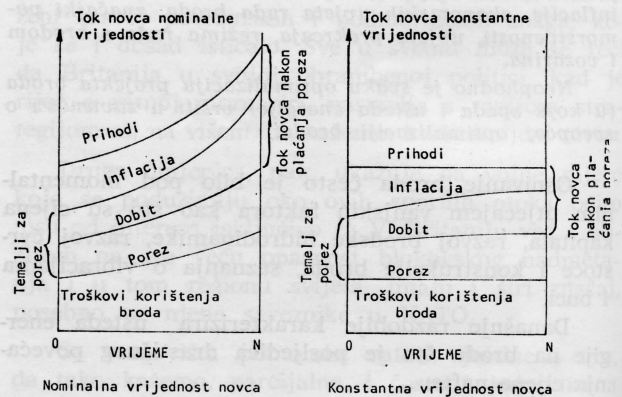
Veličine	Godine starosti											Srednje god. starosti
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	
Veličine 60000-10000 Dwt	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	15,25
Za god. 1975. do 1980.	0,3	1,0	0,8	1,2	1,0	1,0	1,2	1,2	0,8	0,5	0,2	13,50
Veličine 100000-150000 Dwt	0,1	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7	0,9	11,90
Za god. 1975. do 1980.	—	—	—	—	—	—	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	12,30
Veličine 200000-300000 Dwt	—	—	—	—	—	—	1,0	1,9	1,5	1,1	0,5	13,10
Za god. 1975. do 1980.	—	—	—	—	—	—	0,4	0,3	0,3	—	—	

Gornje vrijednosti su dane u milijunima tona nosivosti, skupljene su za 5 godišnja razdoblja, te su dane kao kvalitativne vrijednosti

—O—

trajanja. Optimalizacija projekta broda, koja se redovito vrši po kriteriju minimalizacije zahtjevane vozarine ili maksimalizacije dobiti za predvidive svjetske vozarine, morala bi uzeti u račun inflaciju. Kao primjer očito je da će pretpostavka inflacije od 10% godišnje dovesti do jednog optimalnog projekta dok će predviđena dvostruka inflacija dovesti do drugih zaključaka odnosno do drugog optimalnog projekta.

Projektanti brodova moraju danas voditi računa o inflaciji i to s ciljem da se predviđena inflacija s kojom računaju ili zahtjevaju vozarinu ili dobit temelji na što točnijim predviđanjima buduće inflacije. Idealno bi bilo da naši projekti brodova zadovolje svojom fleksibilnošću također što veće područje veličina inflacije. U ovom razmatranju inflacije potrebno se odlučiti za proračun prema nominalnoj vrijednosti novca ili prema konstantnoj vrijednosti novca i to i za prihode i za rashode. (Dijagram 1).



Dijagram 1. Razdioba novca s podjednakim troškovima za inflaciju i prihode (inflacija se drži konstantna za nominalnu vrijednost novca)

Za proračun troškova korištenja broda, koji je neophodan u proračunu zahtjevane vozarine, potreb-

JUGOLINIJA RIJEKA - JUGOSLAVIJA

Obala Jugoslavenske mornarice 16,
p. p. 379, tel. 33-111, telex 24218 YU JULINE,
brzjav: JUGOLINIJA

Kontejnerski, polukontejnerski i konvencionalni servis iz Jadrana u :

- Meksički zaljev
- Južnu Ameriku — zapadna obalu
- Sjevernu Evropu
- Južnu Ameriku — istočnu obalu
- Srednji istok
- Sjevernu Ameriku (12-to dnevni kontejnerski servis)
- Daleki istok
- Arapsko-perzijski zaljev (14-to dnevni kontejnerski servis)
- Narodnu Republiku Kinu
- Levant (10-to dnevni RO-RO servis)

Putnike prevozi na liniji:

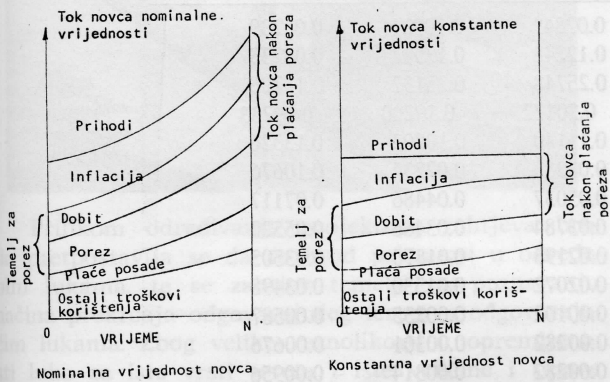
- Jadran — SAD

**SLOBODNA PLOVIDBA OBAVLJA SVE PRIJEVOZNE USLUGE
U SLOBODNOJ PLOVIDBI PO SVIM MORIMA SVIJETA.**

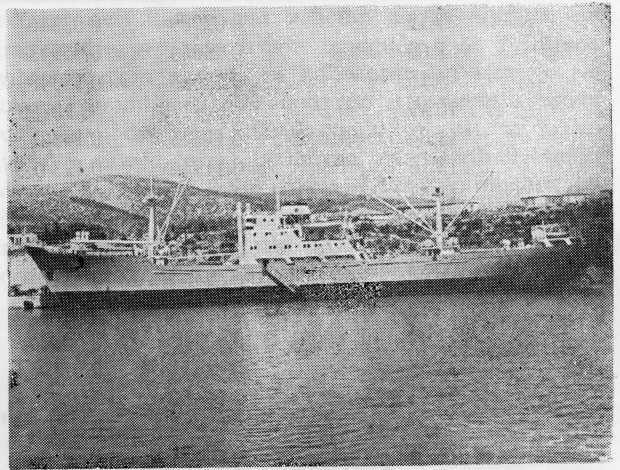
no je uzeti u obzir predvidive promjene iznosa za posadu, gorivo, lučke takse, osiguranje, održavanje i popravke, porez i uvjete kreditiranja, prvenstveno zbog inflacije za razdoblje života broda. Može se smatrati da utjecaj inflacije na sve navedene troškove korištenja broda nije podjednak, te da svaki trošak u predviđanjima treba posebno obraditi. (Dijagram 2)

nu brzinu (između 10 i 25% povećanja snage).

Osnivanje broda valja danas temeljiti na procjeni srednjih najvjerojatnijih uvjeta plovidbe i to za područja određenog mora i za razna vremenska razdoblja uz poznavanje vjetera i valova za te srednje uvjete, stanja krcanja broda i vrijeme izvan doka, i to sve za srednje uvjete razdoblja vijeka broda. Iz ovih podataka moguće je izračunati prave sred-



Dijagram 2. Razdioba toka novca s većim porastom plaća za posadu nego što je porast opće inflacije

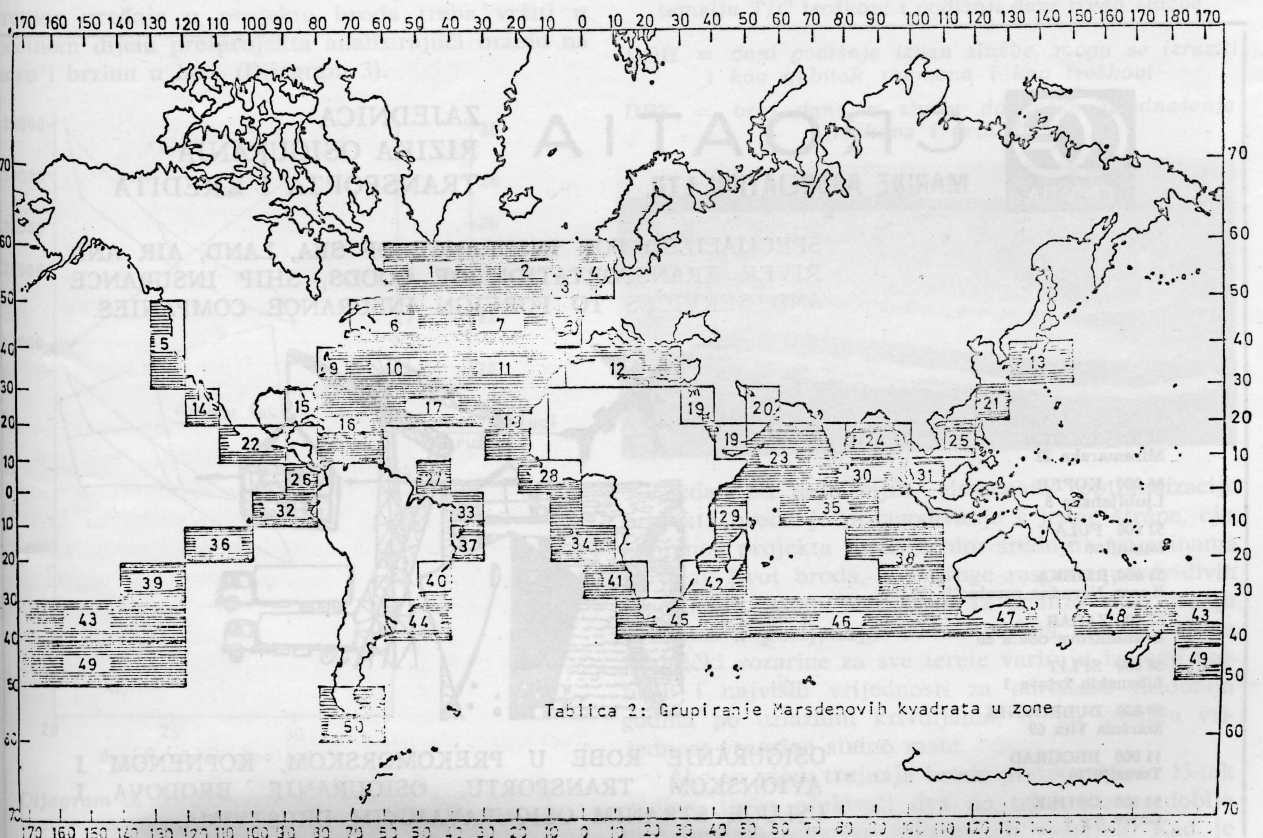


U dosadašnjem postupku osnivanja broda uobičajilo se ne voditi posebno računa o području plovidbe, jer se izričito u ugovorima brod gradio bez ograničenja za određena mora, tj. brod je morao odgovarati za plovidbu na svim morima.

Također je bilo uobičajeno da se puna pažnja posveti ugovorenoj brzini u uvjetima pokusne plovidbe, a da se uvjeti službe jednostavno proračunaju s određenim postotkom povećanja snage za određene

vrijednosti u službi, te za srednje uvjete optimizirati projekt broda nastojeći da se omogući rad i u rasponu promjena ovih srednjih uvjeta. Ovo vrijedi i za izbor optimalne brzine broda, te izbor najpovoljnije forme broda i propulzije.

Današnjim razvojem područja brodograđevne znanosti, koju nazivamo pomorstvenošću, moguće je izvesti optimalizaciju projekta broda u dva smjera;



Tablica 2: Grupiranje Marsdenovih kvadrata u zone

jedan je hidrodinamska optimalizacija kojom brod treba zadovoljiti očekivane uvjete na moru a drugi je da iz poznatih opterećenja na valovima konstruk-

ciju broda optimaliziramo na temelju proračunatih naprezanja, a ne kao do danas, pretpostavljenih naprezanja. (Tablica 2)

Stanje mora H1/3 stope	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Ukupna frekv. računata s vremenskim faktorom
7.15	0.02989	0.03346	0.07849	0.10921	0.05239
7.00	0.05666	0.05943	0.12248	0.13942	0.08235
9.15	0.15633	0.15048	0.25748	0.25137	0.18705
10.19	0.19270	0.18760	0.20122	0.19200	0.19233
11.84	0.11625	0.14301	0.11140	0.10803	0.13326
13.18	0.11944	0.12342	0.08336	0.07234	0.10676
14.53	0.08168	0.08420	0.05037	0.04486	0.07117
15.88	0.06144	0.06788	0.03784	0.03466	0.05520
17.22	0.04062	0.04414	0.02198	0.01870	0.03505
18.56	0.04208	0.04408	0.02072	0.01530	0.03498
19.90	0.00852	0.00739	0.00102	0.00235	0.00587
21.24	0.00930	0.00806	0.00282	0.00301	0.00676
22.58	0.01373	0.01198	0.00282	0.00314	0.00956
23.93	0.01160	0.01026	0.00230	0.00288	0.00815
25.21	0.00491	0.00474	0.00178	0.00092	0.00367
26.61	0.00673	0.00486	0.00178	0.00078	0.00429
27.95	0.00660	0.00507	0.00052	0.00092	0.00413
29.29	0.00317	0.00214	0.00102	0.00026	0.00199
30.63	0.00235	0.00193	0.00052	0.00026	0.00155
31.98	0.00478	0.00486	—	0.00039	0.00328
36.00	0.00009	0.00006	—	—	0.00005
38.68	0.00017	0.00009	—	—	0.00009
44.05	0.00004	—	—	—	0.00001
46.73	0.00004	0.00009	—	—	0.00004

Tablica 2: Frekvencija pojave različitih stanja mora — dugoročna analiza



CROATIA
MARINE ASSOCIATION LTD.

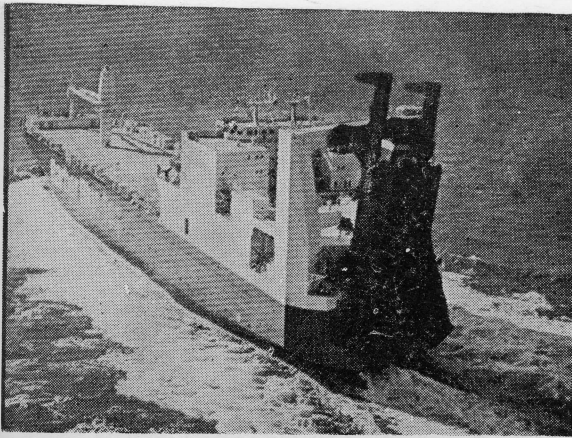
ZAJEDNICA
RIZIKA OSIGURANJA
TRANSPORTA I KREDITA

SPECIJALIZED FOR INSURANCE OF SEA, LAND, AIR AND RIVER TRANSPORTATION OF GOODS, SHIP INSURANCE AND SERVICES TO FOREIGN INSURANCE COMPANIES.

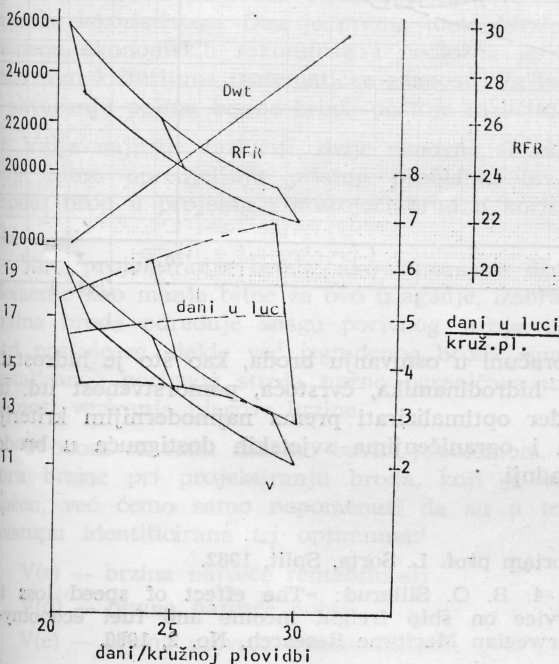


- 41 000 ZAGREB
Miramarska 22
- 66 000 KOPER
Ljubljanska 3
- 52 000 PULA
Laginjina 7
- 51 000 RIJEKA
Korzo Narodne revolucije 39
- 57 000 ZADAR
Branimirova obala 20
- 58 000 SPLIT
Šibenskih žrtava 1
- 50 000 DUBROVNIK
Maršala Tita 69
- 11 000 BEOGRAD
Terazije 14
- 54 000 OSIJEK
Gajev trg 1

OSIGURANJE ROBE U PREKOMORSKOM, KOPNENOM I AVIONSKOM TRANSPORTU. OSIGURANJE BRODOVA I USLUGE STRANIM OSIGURAVAJUĆIM DRUŠTVIMA.

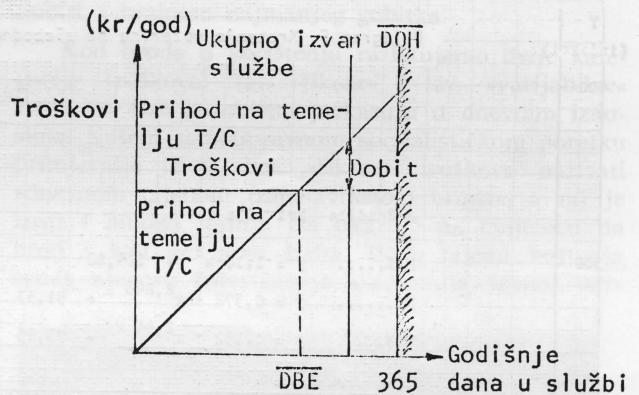


Prilikom određivanja projektnog zahtjeva broda pretpostavlja se da će brod pristajati u određenim lukama, te se zahtjev temelji na poznavanju načina prekrcanja odgovarajućeg tereta u odgovarajućim lukama. Zbog velike raznolikosti u opremljenosti luka za iste vrste tereta i iste veličine i tipove brodova veoma je teško donijeti odluku kojom bi se osigurala povoljnost izbora vrsti i tipa teretnog uređaja na brodu odnosno neugrađivanja teretnog uređaja na brodu. Zbog pomanjkanja bilo kakve standardizacije teretnih uređaja kako na brodovima tako i u lukama, teško je uskoro očekivati optimalizaciju projekta broda na području teretnog uređaja. Određeni su trendovi razvoja brodskih i lučkih teretnih uređaja za određenu vrst tereta vidljivi, kao npr. kod tankera za prerađevine, kemikalije, sirovu naftu, kod brodova za kontejnere iznad 2000 TEU, te kod brodova za rasute terete iznad 60000 t nosivosti. Kod svih ostalih brodova optimalizaciju teretnog uređaja u projektu broda treba vršiti u početnom dijelu pretprojekta analizirajući brzinu na moru i brzinu u luci. (Dijagram 3).



Dijagram 3. Međuzavisnosti između nosivosti te brzine na moru i u luci, a za konstantni transportni kapacitet

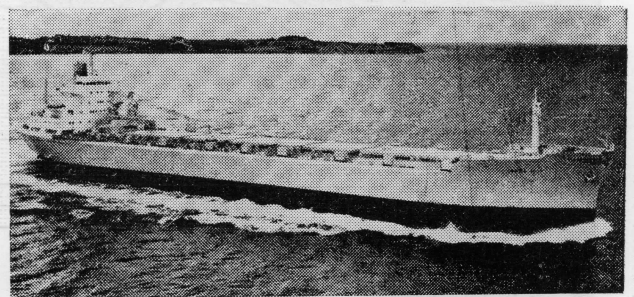
Proračun godišnjeg transportnog kapaciteta zahtijeva određivanje režima rada s brodom tj. broj dana godišnje u pogonu odnosno izvan pogona. Kod ovih proračuna neophodno je predvidjeti odnosno izračunati pouzdanost broda, kao jedinstvenog susreta te analizirati načine održavanja broda posebno s ekonomskog stanovišta. Također u ovom proračunu treba izvesti i zaključak iz prethodne analize o razdoblju između dva dokovanja i njega u daljnjem računu uzeti kao fiksnu veličinu. Ovim dijelom optimalizacije projekta broda omogućava se primjena svih modernih metoda za rukovanje brodom po zakonu ekonomičnosti. Do nedavno u osnivanju broda ovom se području pridavala mala važnost, te je zahtjev o prethodnim analizama raznolikih rješenja došao od brodara koji osjećaju velike mogućnosti ušteda pri korištenju broda, ukoliko je u projektu broda izabrana povoljnija alternativa s obzirom na pouzdanost i održavanje. (Dijagram 4)



Dijagram 4. Dobit kao funkcija prihoda na temelju T/C troškovi i godišnji dani izvan službe

DOH = dani godišnje izvan službe, mogu se izraziti i kao gubitak vremena i kao troškovi

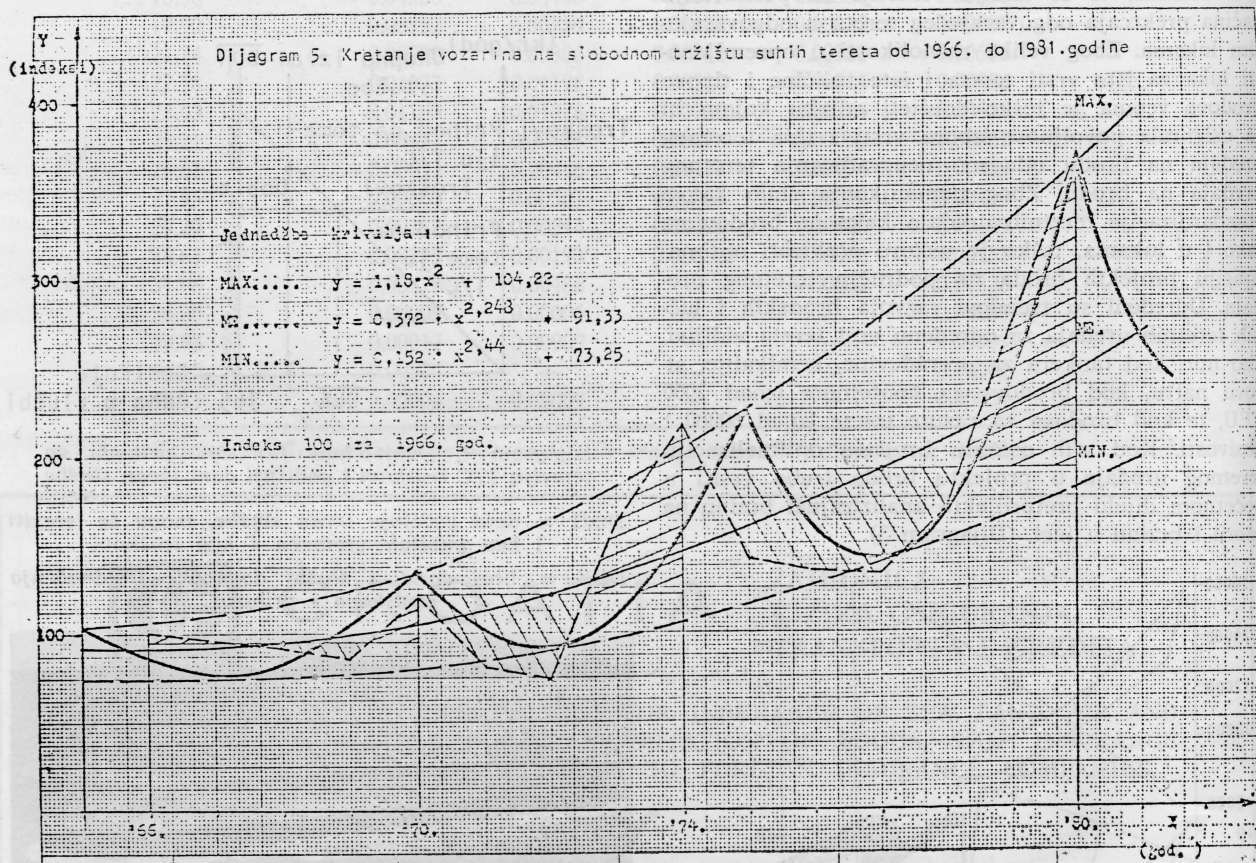
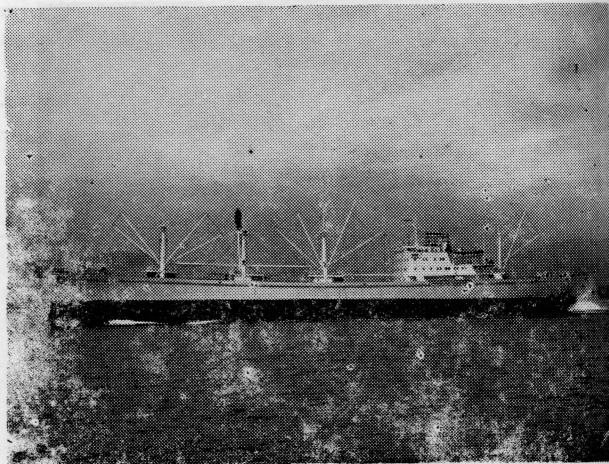
DBE = broj dana u službi do točke izjednačenja troškova i prihoda



Jedan od najbitnijih elemenata optimalizacije projekta broda je prilagođivanje s jedne strane, cjelokupnog projekta predviđenim srednjim vozarinama za čitav život broda, a s druge rasponu predvidivih vozarina u istom razdoblju. Iz analiza fluktuiranja vozarina u posljednjih 50-tak godina vidljivo je da praktički vozarine za sve terete variraju između najnižih i najviših vrijednosti za određena razdoblja godina po uzlaznim krivuljama, te da srednja vrijednost vozarine stalno raste.

Ako za vijek trajanja broda pretpostavimo 15-tak godina, treba očekivati dva do tri kraća razdoblja maksimalnih odnosno minimalnih vozarina. Kad je

vozarina minimalna, značajke broda bi trebale biti odgovarajuće brzini koja iz te vozarine proizlazi, a isto vrijedi kod maksimalnih vozarina kod kojih je ta optimalna brzina znatno viša. Ovo je kontradiktoran zahtjev koji traži da brod bude optimalan kod dviju bitno različitih brzina. U projektu treba obuhvatiti rješenjem koje omogućava fleksibilan rad glavnih porivnih strojeva tj. cjelokupnog sistema strojarne i broda. U praksi ovo se rješava tako da je već u projektnom zahtjevu poznato kod kojih niskih vozarina i kod kojih brzina brod počinje biti u gubitku, a kod kojih visokih vozarina i odgovarajućih većih brzina brod nije u stanju pratiti zahtjevanu brzinu. Tu fleksibilnost potrebno je analizirati u samom početku projekta, jer nam rješenja u projektu mogu omogućavati veću odnosno manju gore opisanu fleksibilnost. (Dijagram 5).



Iz pobrojanih i opisanih glavnih elemenata broda, po čijim se analizama i zaključcima stvara dio projektnog zahtjeva broda, omogućeno je optimaliziranje projekta u tom dijelu.

Podrazumijeva se naravno, da će se i tehnički

proračuni u osnivanju broda, kao što je hidrostatička, hidrodinamika, čvrstoća, pomorstvenost itd. također optimalizirati prema najmodernijim kriterijima i ograničenjima svjetskih dostignuća u brodogradnji.

LITERATURA:

1. H. Benford: »Of Dollar Signs and Ship Designs«, Proceedings Star Alpha Symposium, SNAME, 1975.
2. A. Bosnić, M. Vukičević: »Brzina na moru i u luci kao funkcija optimalne brzine transporta« (u rukopisu)
3. T. Tabain: »Rizik i njegova mjera u brodogradnji«, V simpozij teorija i praksa brodogradnje in me-

moriam prof. L. Sorta, Split, 1982.

4. B. O. Sillerud: »The effect of speed loss in service on ship freight income and fuel economy«, Norwegian Maritime Research, No. 2, 1980.

5. J. Lovrić, —. Ogresta: »Jedna metoda određivanja investicijske cijene broda«, V simpozij teorija i praksa brodogradnje in memoriam prof. L. Sorta, Split, 1982.