

Danko Gugić, Sortina 55, 10000 Zagreb

Vedran Slapničar, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb

Ivan Adum, Torbarova 14, 10000 Zagreb

PRIMJENA EKONOMSKIH MJERILA VRSNOĆE U OSNIVANJU BRODA

Sažetak

Za zadane vrijednosti nosivosti, brzine te omjera glavnih dimenzija i koeficijenta iskoristivosti istisnine osniva se inicijalni brod. Varirajući duljinu i omjere glavnih dimenzija inicijalnog broda osniva se flota brodova. Za sve brodove iz generirane flote izračunavaju se ekonomske značajke za različite kombinacije brzine, kamata i životnog vijeka. Tretirajući ove značajke kao ekonomska mjerila vrsnoće biraju se najbolji brodovi prema: najmanjem trošku izrade, najmanjem trošku izrade po toni nosivosti, najvećem koeficijentu iskoristivosti istisnine, najmanjim životnim troškovima po toni nosivosti, najmanjoj zahtijevanoj vozarini, najvećoj dobiti po toni nosivosti, najbržem povratu kapitala i najvećoj sadašnjoj vrijednosti projekta. U radu je utvrđeno da u izboru najboljeg broda prevladavaju ekonomska mjerila u odnosu na tehničke kriterije.

Ključne riječi: osnivanje broda, flota brodova, ekonomska mjerila vrsnoće

APPLICATION OF ECONOMIC CRITERIA OF MERIT IN SHIP DESIGN

Summary

For the given values of capacity, speed, ratio of the main dimensions and the deadweight/displacement ratio initial ship is designed. Varying the initial values length and the ratios of the principal dimensions the fleet of ships is developed. For all ships in the fleet the economic characteristics are calculated for the different combinations of speed, interest and life cycle. Treating these features as an economic criteria of merit the best ships are selected according to following: the minimum cost price, the lowest cost price per ton deadweight, maximum of deadweight/displacement ratio, lowest life cost per ton deadweight, the minimum required freight rate, the largest profit per ton deadweight, the fastest capital return and the maximum present value of the project. The paper concludes that in the selection of the best ship the economic criteria prevails compared the technical ones.

Key words: ship design, ships's fleet, economic measures of merit

1. Uvod

U osnivanju broda postoje dva ključna aspekta fizikalno-tehnički i ekonomski. U radu će biti prikazano koji aspekt određuje projekt u većoj mjeri. Osniva se brod nazvan prabrod za zadanu nosivost i brzinu. Varirajući duljinu i omjere glavnih dimenzija prabroda osniva se flota brodova. Nosivost brodova flote razlikuje se do 1% od zadane nosivosti. Za sve brodove proračunavaju se ekonomske značajke za različite kombinacije godina života, brzine, kamata i vozarine. Cijene čelika, opreme i postrojenja su iz [1] iz prošlog stoljeća (USD) pak ih treba korigirati povijesnim faktorom cijena što predstavlja stavku 12 (povijesni faktor cijene) u zadanim polaznim podacima (Poglavlje 3.) s napomenom da je primjer dan u ovom radu podložan reviziji stvarnih ulaznih podataka. Za opisane izračune postoje mnogobrojni softveri s tim da ih svaki brodovlasnik mora podesiti prema svojim stvarnim ulaznim podacima i troškovima.

2. Definicije i model programa

Razvijen je program «osbrod2» u programskom jeziku fortran u kojem se zadaju vrijednosti nosivosti i brzine te omjera glavnih dimenzija i koeficijenta iskoristivosti istisnine. Računa se masa istisnine prema [1], koef. punoće i glavne dimenzije rješavajući projektну jednadžbu bisekcijom po Lpp-u. Za računanje mase praznog opremljenog broda zadaju se vrijednosti nekih koeficijenata i određuje potrebna snaga glavnog pogonskog stroja. Snaga pogonskog stroja određuje se po Holtropu [2][3] i QPC (hidrodinamski koeficijent propulzije) po Emersonu [1].

Ovako određena snaga množi se s faktorom rezerve koji se definira u polaznim podacima. Ako je zbroj masa lakog broda i nosivosti veći ili manji do 2% od mase istisnine glavne dimenzije prabroda su dobre.

2.1. Trošak projektiranja, gradnje i primopredaje broda

Trošak izrade sastoji se od sljedećih troškova:

- a) materijala, uređaja i opreme
- b) radne snage
- c) ostalih troškova

Pri određivanju troška izrade obično se troškovi pod a) i b) uzimaju skupa i određuju prema masama:

CIJ1,	čelika (trup, nadgrađe i kućice)
CIJ2,	opreme
CIJ3,	strojarsko-električnog postrojenja

odnosno pomoću sljedećih izraza:

$$CIJ1 = (CIJ1)1\text{tona} * MST \quad (1)$$

$$CIJ2 = (CIJ2)1\text{tona} * MO \quad (2)$$

$$CIJ3 = (CIJ3)1\text{tona} * MM \quad (3)$$

U gornjim izrazima mst, mo i mm su mase, u tonama, čelika, opreme i strojarsko-električnog postrojenja. Jedinične cijene cij1, cij2 i cij3, cijene za jednu tonu čelika, opreme i

strojarsko-električnog postrojenja određuju se prema podacima navedenim u [1], a uključuju cijenu materijala, radne snage i režija. Temeljem ovih podataka [1] izvedeni su sljedeći regresijski izrazi:

$$CIJ1=2.354*104*MST0.74 \quad (4)$$

Ako je $MO \leq 5000$. tona vrijedi:

$$CIJ2=MO*(1.566e4-2.99*MO+3.55e-4*MO**2), \quad (5)$$

a ako je $mo > 5000$. tona vrijedi:

$$CIJ2=9585.*MO \quad (6)$$

$$CIJ3=8.541*104*MM0.714 \quad (7)$$

U ostale troškove ubrajaju se troškovi izrade:

tehničke dokumentacije
modelskih ispitivanja
porinuća i dokovanja
probne vožnje
primopredaje

Ovi troškovi mogu doseći do 10% od zbroja $CIJ1 + CIJ2 + CIJ3$. Konačno za trošak izrade broda, ckb , može se napisati izraz:

$$CKB = PFC * FOT * (CIJ1 + CIJ2 + CIJ3), \quad (8)$$

gdje su:

PFC, povijesni faktor cijene – faktor korekcije osnovnih cijena
FOT, faktor ostalih troškova

2.2. Ekonomske mjere vrsnoće projekta

Definiraju se i razmatraju sljedeće ekonomske mjere vrsnoće projekta:

DOB, dobit u životu broda
TCR, broj godina za povrat kapitala
NPV, čista sadašnja vrijednost projekta

koje se određuju sljedećim izrazima:

$$DOB = UUU - TZC \quad (9)$$

$$TCR = \frac{\ln(GOZ + FK * PIN) - \ln(GOZ)}{\ln(1 + FK)} \quad (10)$$

$$NPV = \frac{GOZ}{CRF} - PIN \quad (11)$$

u kojima pojedini simboli znače i određuju se izrazima:

UUU - ukupni utržak, s kamatama, u životu broda

$$UUU = GUT \frac{(1 + FK)^N - 1}{FK}, \quad (12)$$

U gornjem izrazu GUT je prosječni godišnji utržak i određuje se izrazom:

$$GUT = FRA * GKP \quad (13)$$

u kojem je:

N,	broj godina života broda
FRA,	aktualna pretpostavljena vozarina
GKP,	godišnji transportni kapacitet
FK,	faktor kamatne stope (kamatna stopa/100)
TZC,	ukupni troškovi, s kamatama, u životu broda

$$TZC = CCC \frac{(1 + FK)^N - 1}{FK} \quad (14)$$

U gornjem izrazu CCC su ukupni prosječni troškovi, zbroj jednogodišnjih troškova kapitala i prosječnih jednogodišnjih troškova broda, i određuju se izrazom:

$$CCC = PIN * CRF + COST \quad (15)$$

gdje je:

PIN,	početna vrijednost investicije
CRF,	je faktor povrata kapitala
COST,	su prosječni jednogodišnji troškovi broda

$$PIN = 1.015 * ckb + 2 * FK * (0.5ckb) \quad (16)$$

$$CRF = \frac{FK(1 + FK)^N}{(1 + FK)^N - 1} \quad (17)$$

$$COST = CPB + CGU \quad (18)$$

CGU predstavlja prosječne jednogodišnje troškove goriva i maziva a CPB troškove definirane izrazom:

$$CPB = TPJ + HIZ + OIP + TOS + ADM + TLK + DIP \quad (19)$$

Prema [1] struktura troškova korištenja broda (eksploatacije) definiramo kroz sljedeće parametre:

TPJ,	troškovi posade, oznaka troška
HIZ,	troškovi hrane i zaliha
OIP,	troškovi održavanja i popravaka
TOS,	troškovi osiguranja broda i posade
ADM,	troškovi administracije i opći troškovi
TLK,	takse za luke, kanale i pilotažu
CGU,	troškovi goriva
DIP,	zarada brodovlasnika i porez koji se na nju plaća

Postoje i drugačije raščlane troškova korištenja broda. Za razmatranje ekonomske vrsnoće projekta obično se navedeni troškovi određuju za jednogodišnje razdoblje tako da je prosječna godišnja zarada određena s izrazom:

$$GOZ = GUT - CCC \quad (20)$$

GOZ,	prosječna godišnja zarada
------	---------------------------

RFR,	zahtijevana vozarina, USD/10000 tonamilja
PJT,	prosječni godišnji trošak broda, mil. USD
PEN,	trošak kapitala, mil. USD
GKP,	jednogodišnji kapacitet u 10000 miljatona

$$CPB=CPBD+0.01*DIP*PIN \quad (21)$$

$$THFO=DUG*24.*PB*QHFO/1000 \quad (22)$$

$$TMDO=365.*0.08*THFO*CMDO/DUG \quad (23)$$

$$THFO=THFO*CHFO \quad (24)$$

$$TULJ=0.001*PB*35.*DUG \quad (25)$$

$$CGU=THFO+TMDO+TULJ \quad (26)$$

$$PJT = \frac{FK * TZC}{(1 + FK)^{RNG-1} - 1} \quad (27)$$

$$GKP=DUG*24.*VCVV*MDWT/10000 \quad (28)$$

3. Primjer proračuna ekonomskih mjerila i biranja brodova

Prikazati ćemo na primjeru broda za rasuti teret jedan korak izvođenja programa «osbrod2» za sljedeće polazne zajedničke podatke:

1. Masa nosivosti mdwt, t,	150000.00
2. Brzina vcv, kn,	15.00
3. Omjer duljine Lpp i širine Bw,	15.84
4. Omjer širine Bwl i visine D,	1.85
5. Omjer gaza T i visine D,	0.66
6. Faktor Cso za računanje mase čelika trupa	0.07
7. Volumen nadgrađa i kućica, m ³	2000.00
8. Faktor K za računanje mase opreme	0.45
9. Faktor Kpo za računanje mase postrojenja	0.69
10. Broj okretaja propelera	76.00
11. Faktor rezerve snage	1.50
12. PFC, povijesni faktor cijene	0.50
13. Koeficijent iskoristivosti istisnine	0.830

Gore navedeni podaci sadržavaju podatke iz projektnog zahtijeva i podatke vezane za projektni zahtjev s tim da se oni preuzimaju od izgrađenih sličnih broda. Za ove ulazne podatke izračunati su podaci za prabrod. U sljedećem koraku slijedi preliminarno računanje mase praznog opremljenog broda i potrebne snage putem empirijskih formula [1]. Ovako dobivenu masu kontroliramo usporedbom s vrijednošću mase dobivene preko koeficijenta iskoristivosti istisnine i empirijskih formula za proračun elemenata mase praznog opremljenog broda.

Glavne značajke prabroda izračunate za zadani koeficijent iskoristivosti istisnine:

Masa istisnine, t	180722.90
Duljina između okomica, m	271.43
Širina na vodnoj liniji, m	46.48
Gaz, m	16.58
Visina, m	25.12
Koeficijent punoće	0.8387
Froudeov broj	0.1495

Mase praznog opremljenog broda i potrebne snage određena prema [1]:

Masa čelika, tona	22985.1
Masa opreme, tona	5677.0
Masa postrojenja, tona	2217.3
Volumen nadgrađa i kućica, m ³	2000.
Snaga pogonskog stroja s rezervom, kW	22758.3

Kontrola mase istisnine određene na dva načina:

Masa istisnine dep, tona	180722.9
Masa lakog broda mlb, tona	30879.4
Masa nosivosti mdwt, tona	150000.0
Masa punog broda mpb, tona	180879.4
Razlika masa raz=dep-mpb, tona	-156.5
Razlika u postocima 100*raz/dep	-0.09

S obzirom da je apsolutna vrijednost razlike masa istisnine manja od 2% što smatramo za prihvatljiv rezultat nastavlja se dalje s izvršenjem ekonomskim dijelom proračuna i primjerom biranja brodova.

Polazi se od glavnih značajki prabroda te se varira duljina i omjeri glavnih dimenzija, u granicama i koracima definiranim u Tablici 1, a kako bi se osnivala flota brodova.

Tablica 1. Granice i korak variranja duljine i omjera

Table 1 Boundaries and step of variation of length and ratios

Dim./omjer	Min.	Max.	Korak
Duljina L	244.29	298.58	4.00
L/B	5.64	6.040	0.050
B/D	1.65	2.050	0.050
T/D	0.46	0.860	0.050

Vrijednosti Cb, mase opreme i postrojenja drže se konstantnim kao za prabrod. Broj brodova u za koje bio zadovoljen kriterij plovnosti odnosno da je apsolutna vrijednost razlike masa istisnine manja od 2% iznosi 235. Možemo reći da ovih 235 brodova nije potonulo. Rezultat karakterističnih brodova rangiranih prema kriterijima prezentiranim u Tablici 2 dan u Tablici 3.

Tablica 2. Kriteriji prema kojima se biraju brodovi iz flote

Table 2 Criteria for the ship selection from the fleet

KB 1	brod s najmanjom investicijom (PIN),
KB 2	brod s najmanjim omjerom PIN/nosivost
KB 3	brod s najvećim im kDWT
KB 4	brod najmanjih životnih troškova
KB 5	brod s najmanjom zahtijevanom vozarinom
KB 6	brod s najvećom dobiti
KB 7	brod s najkraćim vremenom povrata kapitala
KB 8	brod s najvećom čistom sadašnjom vrijednosti

Značenje kratica u zaglavlju ispisa i pregledu značajki karakterističnih brodova u tablici 3 izbranih prema ekonomskim kriterijima navedenim u tablici 2:

Nred,	redni broj broda u floti brodova
L,	duljina Lpp, m
B,	širina, m
T,	gaz, m
D,	visina, m
Mist,	masa istisnine, 1000 tona
Mdwt,	masa nosivosti, 1000 tona
Kdwt,	koeficijent iskoristivosti istisnine
Cij,	kalkulirana cijena broda, USD
PIN,	početni investicijski troškovi, milioni USD
PIN/mdwt,	USD/t
N,	godine života broda
TZC,	trošak životnog ciklusa broda, USD
RFR,	zahtijevana vozarina, USD/10000 tonamilja
DOB,	dobit, milijuni USD
TCR,	broj godina za povrat kapitala s kamatama
NPV,	čista sadašnja vrijednost projekta

Tablica 3. Najbolji karakteristični brodovi prema ekonomskim kriterijima navedenim u Tablici 2**Table 3** Best characteristic ship according the economic criteria stated in Table 2

Nred	KB	L	B	T	D	mist	mdwt	kdwt
46	1	252.29	42.47	18.73	21.78	173.41	148.53	0.85656
36	2	252.29	43.95	18.44	21.44	176.64	151.46	0.85745
36	3	252.29	43.95	18.44	21.44	176.64	151.46	0.85745
11	4	244.29	41.48	19.82	23.04	173.46	148.58	0.85657
10	5	244.29	41.83	19.99	23.24	176.44	151.28	0.85739
10	6	244.29	41.83	19.99	23.24	176.44	151.28	0.85739
10	7	244.29	41.83	19.99	23.24	176.44	151.28	0.85739
10	8	244.29	41.83	19.99	23.24	176.44	151.28	0.85739

Tablica 3. nastavak**Table 3** continued

Nred	KB	PIN	PIN/mdwt	TZC	RFR	DOB	TCR	NPV
46	1	57.03	383.94	253.76	26.95	25.00	20.46	-41.68
36	2	57.25	378.00	255.42	26.60	28.40	18.46	-39.82
36	3	57.25	378.00	255.42	26.60	28.40	18.46	-39.82
11	4	57.03	383.85	253.62	26.93	25.20	20.33	-41.56
10	5	57.24	378.37	254.91	26.58	28.54	18.39	-39.72
10	6	57.24	378.37	254.91	26.58	28.54	18.39	-39.72
10	7	57.24	378.37	254.91	26.58	28.54	18.39	-39.72
10	8	57.24	378.37	254.91	26.58	28.54	18.39	-39.72

Brod najbolji po tehničkom kriteriju, a u radu smo ga definirali kao brod s najvećim koeficijentom iskoristivosti istisnine je brod pod rednim brojem 36 ali on ne daje najveću dobit. Također, brod 11 koji ima najmanje troškove korištenja u životnom vijeku broda ne daje najveću dobit. Brod 10 je najbolji jer daje najveću dobit, ima najmanji TCR a usto mu je RFR najmanji. Razlike su male ali su uočljive.

4. Primjer zavisnost dobiti o vozarini, kamatama, brzini i godinama života broda

Za svaki brod iz flote 235 brodova računaju se ekonomske značajke za kombinacije vrijednosti godina života, brzine, kamatne stope za tri kombinacije vozarina.

Zajednički podaci korišteni u proračunu za sve brodove iz flote od 235 brodova su sljedeći:

- | | |
|---|--------|
| 1. DUG, broj dana plovidbe u godini | 280.00 |
| 2. QHFO, specifična potrošnja motora kg/kWh | 0.188 |
| 3. CHFO, cijena teškog diesel goriva USD/t | 280.00 |
| 4. CMDO, cijena lakog diesel goriva USD/t | 380.00 |

5. FPT, faktor popunjenosti transporta	0.50
6. TPJ, troškovi posade, USD/1god	700000.00
7. HIZ, troškovi hrane i zaliha, USD/1god	100000.00
8. OIP, troškovi održavanja i popravaka, USD/1god	200000.00
9. TOS, troškovi osigur. broda i posade, USD/1god	500000.00
10. ADM, troškovi administracije, USD/1god	250000.00
11. TLK, takse za luke i kanale, USD/1god	160000.00
12. DIP, dobit i porez na dobit, %(od investicije)	8.00
13. FSL, faktor službe	1.05
14. FPC, faktor prodajne cijene	1.00

Pokazati ćemo na primjeru vozarine od 30.00 USD/10000 rezultate ekonomskih proračuna uz sljedeće parametre:

Kamata na dobit, %	2.00
Godine života broda	10.00
Brzina, kn	15.00
Kamata, %	5.00

Rezultati ekonomskih proračuna

CIJ,	kalkulirana cijena, mil. USD	57.536
PIN,	početna vrijednost investicije, mil. USD	61.276
COST,	1god. trošak broda u eksploataciji, mil. USD	13.462
CCC,	ukupni 1god. trošak, mil. USD	21.397
TZC,	trošak životnog ciklusa broda, mil. USD	269.129
PJT,	prosječni godišnji trošak broda, mil. USD	21.397
RFR,	zahtijevana vozarina, USD/10000 tonamilja	28.303
FRA,	pretpostavljena vozarina, USD/10000 tonamilja	30.000
GUT,	prosječni godišnji utržak, mil. USD	22.680
DOB,	dobit, mil. USD	14.048
TCR1,	broj godina za povrat kapitala s kamatom 5%	33.859
TCR2,	broj godina za povrat kapitala s kamatom 2%	47.388
FK,	kamate, %	5.000
CRF,	faktor povrata kapitala, %	12.950
PEN,	trošak kapitala, mil. USD	99.812
CGU,	1god. trošak goriva i maziva, mil. USD	6.649
CPB,	1god. trošak (place, takse i sl.), mil. USD	6.812
UUU,	ukamaćeni ukupni utržak, mil. USD	285.267
GOZ,	prosječna godišnja zarada, mil. USD	1.283
NPV,	čista sadašnja vrijednost projekta, mil. USD	-52.651

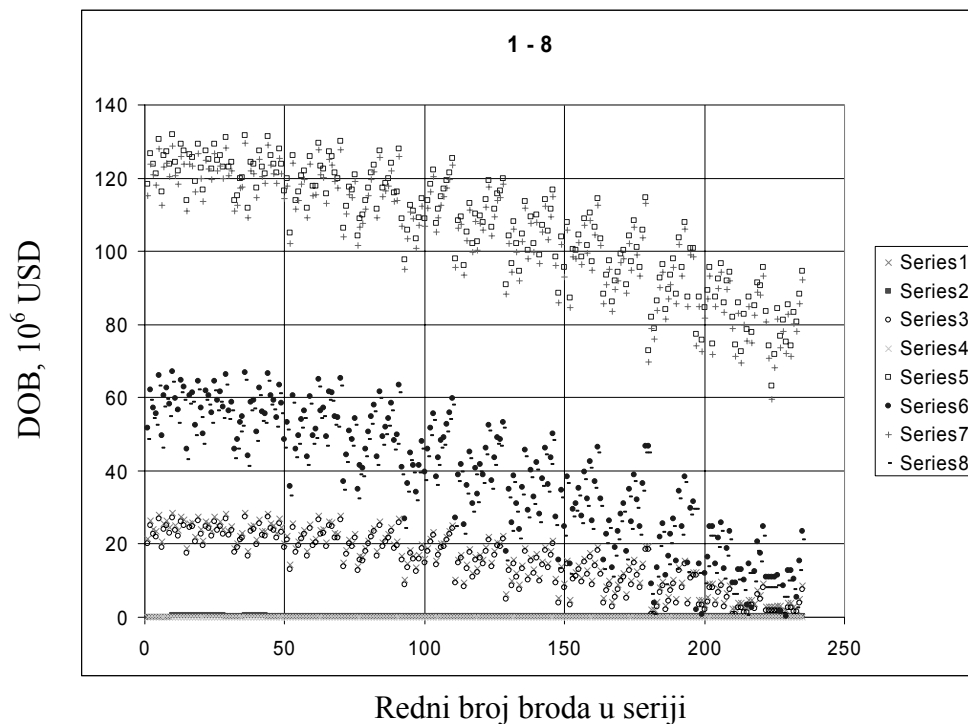
Ovdje vidimo da je čista sadašnja vrijednost projekta negativna zbog (između ostalog) male vozarine. Za nultu vrijednost čiste sadašnje vrijednosti projekta vozarina treba iznositi 41.55 USD/10000 tonamilja. Slike 1. ,2. i 3. prikazuju grupe padataka dobivenih prethodno opisanom postupkom za kombinacije vozarina i to kako slijedi za 30, 40 i 50 USD/10000

tonamilja gdje je na apscisi redni broj broda iz pojedine serije, a na ordinati dobit u milijunima USD. Parametri za svaku seriju krivulja opisani su u Tablici 4.

Tablica 4. Parametri za serije krivulja za kombinacije broja godina, kamate i brzine

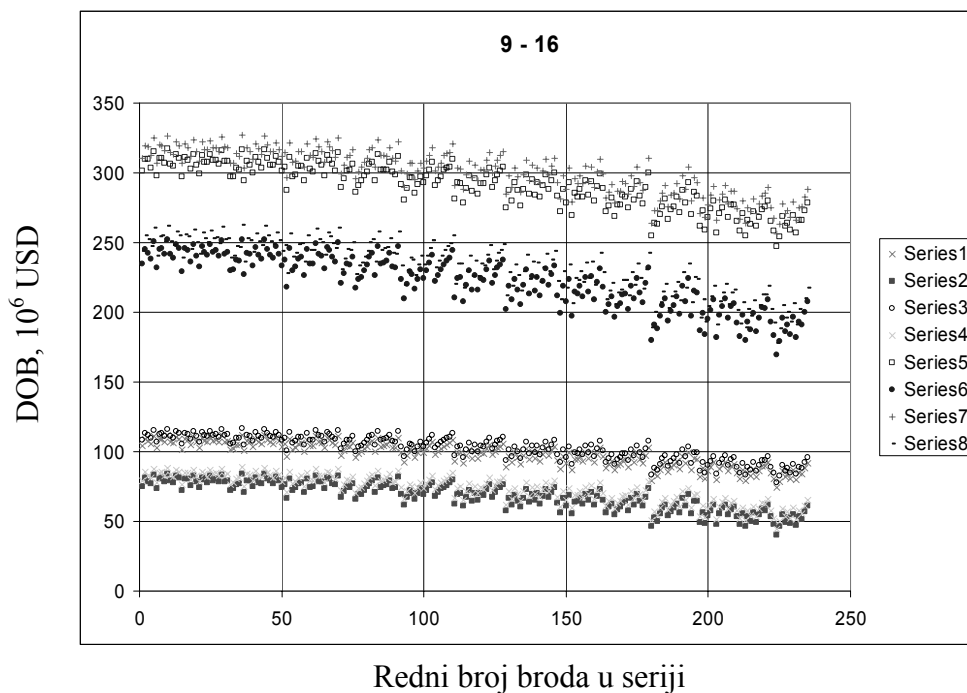
Table 4 Parameters for ship series calculation for the combination of the year, interest and speed

serija 1	N= 10	k= 5%,	v= 15 kn
serija 2	N= 10	k= 5%	v= 16 kn
serija 3	N= 10	k= 10%	v= 15 kn
serija 4	N= 10	k=10%	v= 16 kn
serija 5	N= 20	k= 5%	v= 15 kn
serija 6	N= 20	k= 5%	v= 16 kn
serija 7	N= 20	k= 10%	v= 15 kn
serija 8	N= 20	k= 10%	v= 16kn



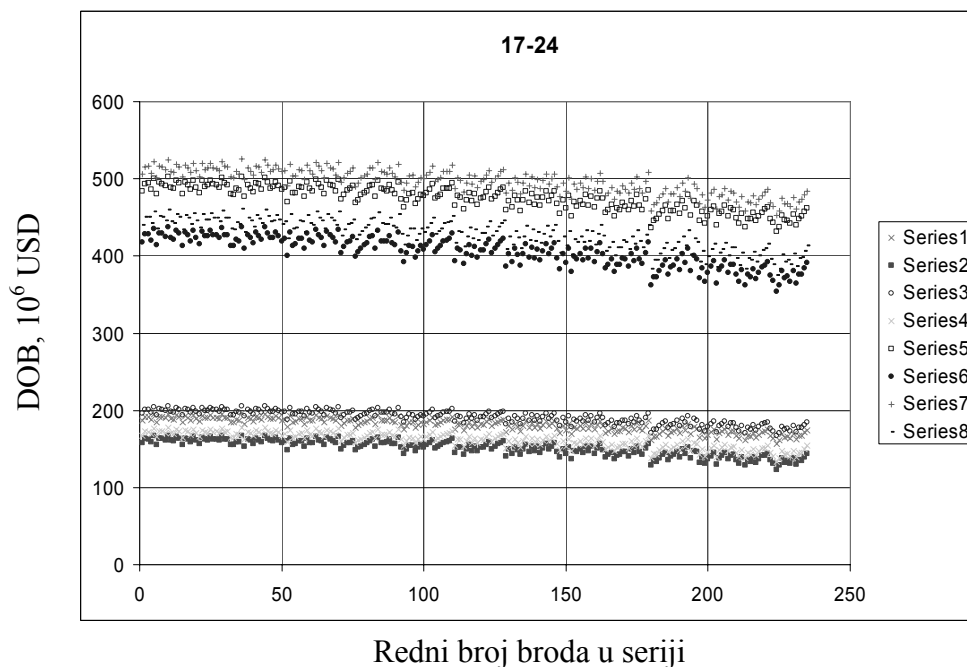
Slika 1. Dobit broda za vozarinu od 30 USD/10000 tonamilja

Fig. 1 Profit for the freight rate of 30 USD/10000 tonmiles



Slika 2. Dobit za vozarinu od 40 USD/10000 tonamilja

Fig. 2 Profit for the freight rate of 40 USD/10000 tonmiles



Slika 3. Dobit broda za vozarinu od 50 USD/10000 tonamilja

Fig. 3 Profit for the freight rate of 50 USD/10000 tonmiles

Iz priloženih slika 1., 2. i 3. možemo zaključiti da duži život broda daje veću dobit jer ćemo u dužem periodu moći koristiti brod, naravno pod uvjetom da imamo brod koji zadovoljavati zahtjeve tržišta sve godine života. U ovom slučaju nam se mijenjaju strateški

ciljevi u smislu povećane kvalitete broda. Isto tako dobit raste s većom vozarinom koja se može ostvariti na tržištu. Kamata ne mora uvijek biti presudna odnosno njezin utjecaj ovisiti će o apsolutnoj vrijednosti početnog inicijalnog troška. U slučaju da početni inicijalni trošak nije velik možemo podnijeti i veću kamatu i obrnuto. Također možemo zaključiti da veća brzina za iste parametre godina života te kamate daje manju dobit, što je vezano s većom potrošnjom goriva. Za neki drugi tip broda kao npr. kod putničkog broda veća brzina bi dala i veću dobit. Može se primijetiti da rasipanje rezultata ostaje u istim okvirima bez obzira na povećanje vrijednosti vozarine. Na kraju, za dobar projekt je nužno učiniti ove analize kako bi mogli procijeniti koliku će dobit određeni projekt imati za razne kombinacije godina života, kamata i brzine te s obzirom na ove rezultate odrediti konačne vrijednosti našeg projektnog zahtjeva.

5. Zaključak

U radu je prikazano da tehnički aspekt ne određuje projekt koliko ga određuje ekonomski aspekt. Prikazan je način rada programa pomoću kojega se prvo osniva brod koji smo nazvali prabrod za zadane vrijednosti nosivosti i brzine. Varirajući zatim duljinu i omjere glavnih dimenzija prabroda osniva se flota brodova gdje u floti preživljavaju jedino one brodove kod kojih se nosivost razlikuje se do 1% zadane nosivosti od zadane nosivosti. Prikazana su dva primjera. Kod prvog je dan proračun ekonomskih mjerila i biranja brodova prema unaprijed zadanim ekonomskim kriterijima. Kod drugog primjera za sve brodove iz flote proračunavaju se ekonomske značajke za različite kombinacije godina života, brzine, kamata i vozarine te na taj način dobivamo uvid o utjecaju ovih parametara na dobit broda.

Treba napomenuti da su primjeri dani u ovom radu podložni reviziji stvarnih ulaznih podataka. Naime, za opisane izračune postoje komercijalni softveri kod koje također korisnik odnosno brodovlasnik mora podesiti prema svojim stvarnim ulaznim podacima i troškovima. Možemo reći da je dobit jedan od glavnih kriterija jer će brod dati najveću dobit ako ima mali RFR te će taj brod vratiti uloženo u najkraćem roku.

REFERENCES

- [1] D.G.M. Watson, Practical ship design, Elsevier, 2002.
- [2] Holtrop, A statistical analysis of resistance and propulsion data, International Shipbuilding Progress, 1984.
- [3] Holtrop and Mennen, An approximate power prediction method, International Shipbuilding Progress, 1982.