

Igor Belamarić

Poznavanje broda

Hrvatski hidrografski institut

Split 2005

Nakladnik
Hrvatski hidrografski institut

Za nakladnika
dr. sc. Zvonko Gržetić

Autor
dr. sc. Igor Belamarić

*Grafičku pripremu i korekturu
obavio autor*

Tehnički urednik
Tonči Jeličić, dipl. ing.

Likovna oprema
Milivoj Pogančić

Tisak i uvez
Tiskara RePrint, Split

Naklada
500 primjeraka

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Sveučilišna knjižnica u Splitu

UDK 629.123

BELAMARIĆ, Igor

Poznavanje broda / Igor Belamarić - Split :
Hrvatski hidrografski institut, 2005.

Kazala.

ISBN 953-6165-46-5

120308012

HRVATSKI HIDROGRAFSKI INSTITUT
Zrinsko-Frankopanska 161, 21000 Split, Hrvatska
Tel.: +385 (0)21 361 840, fax: +385 (0)21 347 208

www.hhi.hr

ISBN 953-6165-46-5

Sadržaj

| | |
|---|-----|
| Predgovor | 7 |
| Brod u moru | 9 |
| Počeci | 11 |
| O brodskoj omotnici | 17 |
| Containerski nosač | 25 |
| Osnova broda i sigurnost | 36 |
| Kosa, ili ravna kobilica ? | 42 |
| Kormilo | 46 |
| Pramac | 57 |
| Ugovorna brzina broda | 67 |
| O stručnome nazivlju | 83 |
| Mala brodogradnja | 125 |
| Falkuša rediviva | 159 |
| Kolumbo i njegovi brodovi | 165 |
| Parni remorker <i>Vridni</i> | 176 |
| Teretni lineri <i>Baška</i> i <i>Novi</i> | 179 |
| Teretni brod <i>Držić</i> | 198 |
| Tankeri <i>Intermar Trader</i> i <i>Intermar Transporter</i> .. | 216 |
| Kazalo osoba | 225 |
| Kazalo brodova | 227 |
| Kazalo pojmova | 228 |

Predgovor

Bitne značajke broda, projekt i konstrukcija, trebalo bi biti na dobro svima, podjednako naručitelju i graditelju.

Poznato je da ta premisa ne biva i ispunjena. Posljedice su gubitci, propast i zatvaranje brodogradilišta. Tu sliku pogoršava raskorak između proizvodnih mogućnosti i objektivnih potreba za novim brodovima.

Ugovorom o gradnji određene su temeljne značajke broda – nosivost, brzina. Ugovorene vrijednosti i veličine mogu biti točno ispunjene ili, pak, s uglavljenim odstupanjima u oba smjera.

Sedam tisuća godina iskustva pomorstva svjedoči o odgovarajućem rasponu sigurnosti i udobnosti plovidbe. Današnji *tržištni zakoni*, mjera sigurnosti i etika, plov krhke lađe u olujnoj noći na oceanu, iskušavaju projektantove misli.

Ovdje se govori o upoznavanju, o različitim pogledima i doživljaju broda.

Split, Uskrs 2005.

I. B.

Brod u moru

Biva tako da neku riječ čujemo, prihvatimo i rabimo da bismo onda, nekim povodom, zastali i promislili o punom smislu te riječi, o njenom korijenu, izvorištima i drugim mogućim značenjima. Dogodi se tada da značenje dotičnog pojma potpunije doživimo i shvatimo.

Čuli smo o Arhimedu i njegovu zakonu, slijedom toga, o istisnini broda. Prof. Sorta nam svojim lapidarnim stilom govori o određivanju / računanju težine (mase)¹ broda D (danas Δ) i istisnine V (danas ∇). Simbol D dolazi od *déplacement* (franc.), a V od volumen. Povezanost tih simbola / termina, u krajnoj liniji njihova istovetnost, bila nam je znana. Međutim u svakodnevnoj praksi, kad bismo rekli *istisnina*, podrazumijevali bismo njenu volumensku kategoriju (m^3), dok bi nam *déplacement*, prešutnom konvencijom, sugerirao težinu, odnosno hidrostatski uzgon (t).²

Javili se i nazivi iz drugih jezika: *Verdrängung* (njem.), *dislocamento* (tal.), *vodoizmešćenie* (rus.), *displacement* (engl.). Onaj *Verdrängung* djelovaše ponešto oporo - puno suglasnika, i samo tri samoglasnika, od kojih dva *tamna*... Zbog nekog razloga, u ono vrijeme, izgovarah ga –*ferdrénnung*, izostavljajući dakle ono prvo g. No, znali smo i uvažavali specifične osobitosti njemačkog jezika, a mene kao onodobnog frankofila, odmah potom germanofila, to pogotovo nije smjelo smetati te sam složno, s ostalim stanarima i djelatnicima *Stare zgrade*, nastavio spokojnu plovidbu. Naime, svi ti naši brodovi jednokratno bi istisnuli odgovarajuću količinu tekućine, nakon čega bi zavladao mir na našim morima. Uglavnom tako je to izgledalo, idilično.

A onda, jednog dana, posve iznenada, shvatim da talijanski brod more - *dislocira*, *premješta*, kao što ga ruski - *izmješćuje*. Istodobno uočavam, kako li to zvuči(!), da francuske lađe more - *deplasiraju*. Napokon, shvaćam da njemački *Schiff* more potiskuje, tjera, prodire u njega, muči izazivajući patnju, da je more, dakle - *verdrängt*, potisnuto. Znači, germanski brod kreće u svoj *Drang nach/gegen* - *See*. I doista, svi ti brodovi remete i uznemiravaju more; pomiču ga, premeću i razmiču; oru i brazdaju, čak ga i griju; istisnuto škicavaju i deformiraju; protaču i pretaču more, hoće ga preploviti na sve moguće načine i - čim brže.

Da, pojavili se i brodovi koji su, slikovito rečeno, djelomično, ili posve napustili Arhimeda, lagani brodovi koji kližu po moru, lebde na takozvanom zračnom jastuku, ili čak nisko lete nad morem koristeći površinski efekt, sve to sa svrhom postizavanja čim većih brzina, a sa što manjom snagom. Takvi objekti, za razliku od većine plovila koja slijede Arhimedove *deplacementske* zakone, klasificirani su kao avantgardna vozila, avantgardne plovilice, i slično.³

Profesor Horvat govorio nam je kako more pruža otpor u stanju gibanja, kad ga se - *deformira*, te da je veličina tog otpora funkcija *brzine deformacije*. S tim u skladu poznata Admiralitetska formula, rekao bih drevna, još i danas služi makar za grubu procjenu snage pogonskog stroja.

Ona glasi: $P_B = D^{2/3} \times V^3 / C$. Faktori u brojniku govore o mjeri u kojoj veličina mase broda, odnosno mase istiskivane tekućine te brzine kojom se brod kreće, utječu na veličinu potrebne porivne snage. Konstanta ('koja nije konstanta', dodao bi prof. Šilović)⁴, odnosno koeficijent *C* sadrži u sebi važne činitelje kao što su oblik i stupanj vitkosti korita, omjeri glavnih izmjera, hidrodinamičke značajke propulsora i odnošaj komponenata predane mu snage, podvodni i nadvodni privjesci. Postoje i ponešto modificirane admiralitetske formule, npr. s nešto manjim eksponentom istisnine, a većim eksponentom brzine. U svakom slučaju važan je međusobni odnošaj stranica opisanog paralelopipeda *LBT* i mjere u kojoj se korito unutar njega udaljuje od jedinice (koef. C_B), i uzdužnog oblikovanja (koef. C_p), a u funkciji brzine spomenutog premještanja, dislociranja vodne mase. Znani zakoni, o kojima se u praksi više griješi negoli bi se to očekivalo, pa će o tome trebati još nešto reći.

Napokon, u skladu s početnim zapažanjima, moglo bi se zamišljati da termin istisnina sugerira mirovanje, dok oni drugi upućuju na premještanje, gibanje, nemir.

-
- 1 Danas (ISO 7462-1985): displacement, mass; mass displacement (engl.); déplacement, masse (franc.)
 - 2 Profesori Armanda i Šilović u Pomorskoj enciklopediji pišu: Težina istisnute vode naziva se *uzgon* ili *deplasman* (deplacement) i označuje sa *D*. Deplasman je zapravo volumen istisnute vode koju brod istisne svojim podvodnim dijelom; taj se volumen naziva istisnina (oznaka ∇) i izražava u m^3 , ali se pod deplasmanom razumijeva i uzgon izražen u t ; on je rezultanta svih hidrostatskih tlakova na uronjenoj površini broda, a jednak je umnošku istisnine ∇ u m^3 i specifične težine vode $= \nabla \times \gamma$.
 - 3 M. Sambolek i D. Bandula nazivaju ih brzim nekonvencionalnim brodovima (BNB), *Brodogradnja* 1-2/1992.
 - 4 'C znatno varira iako se zove konstanta', PE, 2. izd. sv. 1, str. 457.

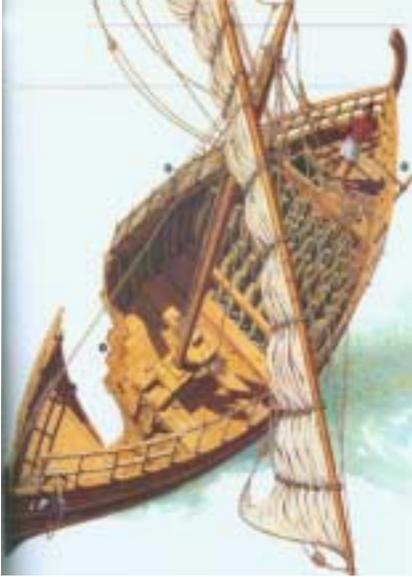


Parni teretnjak iz prve polovine 20.st. lagano plovi u hamburgškoj luci. Bez tereta je pa mu se, iako blago zatežan, vidi vršak krila vijka, stoga i ono malo pjene uz list kormila. Strojarnica i nadgrađe sa zapovjedničkim mostom pri sredini, dva skladišta ispred i dva iza. Cilindrični vitki dimnjak i dva teretna jarbola, nagnuti prema krmi pod istim kutem, u skladu s estetskim kriterijima toga doba. Glavnina momčadi zacijelo je smještena u krmici i kaštelu, a časnici i putnici u nastambama pri sredini broda.

Počeci

U edenskom vrtu živio je prvi čovjek bezbrižno i spokojno. No, nakon što je iz poznatih razloga sa svojom družicom iz Edena istjeran, bijaše prisiljen skrbiti za odjeću i obuću, za hranu i stan. Najprije za sebe, zatim i za potomstvo koje postajalo sve brojnije. Da bi preživio morao se koječemu domišljati i smišljati, razne náprave *ižinjati*, kako bi naši stari rekli. Utoliko se za naše najranije pretke može ustvrditi da su bili, zapravo - inženjeri opće prakse. Zahvaljujući tim prvim snalažljivim inženjerima ljudski je rod obstao, dapače se množio i razvijao. Dakle, taj naš predak, *ingénieur* pretežno težačkog, odnosno poljodjelsko-lovačkog usmjerenja, omogućio je postupnu pojavu ljudi drugih zanimanja, sve do grčkih mudraca (sami oni bi, zbog svoje skromnosti, radije rekli: revnitelja, ljubitelja mudrosti - filo-sofos (φιλο-σοφος) i naših dana. Usprkos toj činjenici, baš pojedini grčki filozofi pokazat će se nezahvalni; ili su možda bili zabrinuti, zbog nečega prestrašeni !? ... Jamačno je njihova bojazan bila na tragu današnje zabrinutosti nasljednika klasicizma Goetheova vremena pred nadirućom tehnikom i njenim mogućnostima, odnosno pogibeljima za faustovsku civilizaciju, o čemu 1931 godine piše Oswald Spengler u svome djelu *Čovjek i tehnika*.

Grčki mislilac Hesiod, pak, gleda pozitivno na svekoliku tadanju tehniku.¹ Svjetujući poljodjelce prije 2700 godina, ne zaboravlja ni brodograditelje i pomorce pa, zabrinut za pojavu progiba i preobterećenosti broda, kaže:



Nikad u savite lađe ne stavljaš sva svoja dobra:
Doma ostavi više, a manji dio ukrcaj.
Sigurno, vrlo je teško nesreću naći u moru,
Nije baš teško kad je teret suviše težak
Te brodu osnova pukne i sva ti propadne roba.
Pripazi: najbolje od sveg, to je povoljno vrijeme.

Na drugom mjestu govori:
Sigurni lahori pušu tada i more je mirno,
Spokojno možeš tada u vjetar se uzdat i lađu
Brzicu u more pustiti i robu natovariti mnogo ...

Antički brod duljine preko 13 m, s teretom amfora. Imao je relativno malo nadvođe. Da bi se na moru zaštitio od prskanja, ograda se oblagala hasurom.

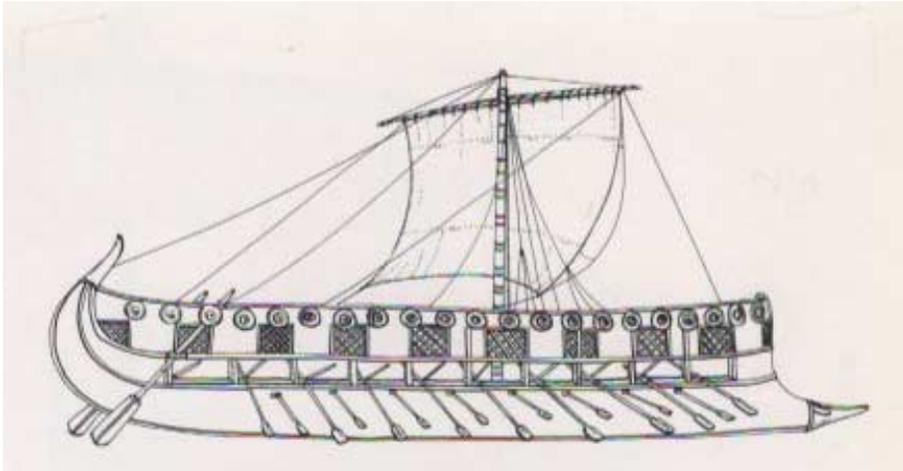
Još prije zbio se događaj kojeg iz više razloga moram spomeniti, makar u najkraćim crtama. Naime hodom vremena postajahu ljudi sve više sigurni u sebe, prečesto čak objestni. Počeli smišljati i mnoge nepodobštine, činiti svakovrstne opačine. Zbog toga Jahve odluči ljude i sve zbrisati s lica zemlje. U zadnji čas uočio je pravednika, neporočnog Nou. Sačuvati će njega i obitelj mu. Znajući za sklonosti Noe i sinova mu, naredi da izgrade korablju, i povjeri im - *projektni zadatak...*



Arka na vrhu planine Ararat, nasukana. Postavljene su skele, popravlja krov, donose planke. Sprema li se to ona na novi podhvat?

Navodim iz dotičnog *tehničkog opisa* glavne izmjere, odnosno njihove omjere, i – propisane (!) *prijeklete* broda: duljina $L = 300$ lakata, širina $B = 50$ lakata, visina $H = 30$ lakata. Proizlaze omjeri $L/B = 6$ i $L/H = 10$, tj. idealni prosjek omjera duljine prema širini i visini većine današnjih brodova! - Zbog nepostojanja *prijekleta*, odnosno zbog njihovog nedostatnog broja, znamo, mnogi će kasniji brodovi potoniti, do ovih dana, do ponekog današnjeg Ro-Ro broda.

Eto, prvim *brodograditeljima* - Noi i njegovim sinovima Šemu, Hamu i Jafetu, koji prema Božjem naumu sagradili poznatu *Arku*, dugujemo nastavak. Naime *Arka* doplovila do planine Ararat (oronim koji podsjeti na naš etnonim; onuda, kažu, naši i prolazili), tu i ostala, skrivena. Njezina posada i svi stanari napustiše je, odletiše, odnosno sidoše niz planinu. Sve je moglo početi iznova.



Fenička ratna birema iz 8. st.pr. K. Rostrum s okovanim vrhom podsjeća na pramčani bulb današnjih putničkih brodova za kružna putovanja.

Nastavak je uglavnom poznat. Uslijedila pitanja, npr: što se nalazi na drugoj obali rijeke, iza brda? Znatizelji je udovoljeno pomoću – splavi. Potom se zaplovilo uzduž obale mora, ne udaljujuć se previše ... Crno more, Pontos Akseinos (Πόντος Ἀξεινοῦς), nekoć negostoljubivo, postade Eukseinos (Εὐξεινοῦς), dakle – gostoljubno (lat. Pontus Euxinus). Nadalje, preko grčkog i rimskog debeloga, otvorenog mora, tj. *póntos*-a, odnosno *pontusa*, došli smo do galskoga *ponta* i *pontona*, tj. broda kao pomičnog mosta kojim plovimo preko *πόντος*-a. Ovdje bih se zaustavio i konstatirao da su Argonauti tako mogli odploviti u Kolhidu, po zlatno runo. Kako li je tada bio zaprepašten prestravljeni Akcijev pastir koji s brda, prvi put u životu, ugleda brod, *Argo*, koji uz zglušnu buku podiže goleme valove, kovitla i gnječi more ...

tanta moles labitur

Fremibunda ex alto, ingenti sonitu et spiritu.

Prae se undas volvit, vertices vi suscitatur ...²

Toga sam se baš sjetio u Nizozemskoj kad pri jakom vjetru stajah na terminalu Hoek van Holland, listopada 1999, i motreći zapjenjenu dvotrupnu 'neman'

124 m duljine, 40 m širine i 27,5 m visine, tj. HSS *Stena Discovery*, koja je upravo dohitala iz Harwicha preplovivši Kanal brzinom od 40 uzlova. I premda se *neman* smišljeno, čak pomalo oklijevajući, prišuljala samom terminalu, vjetar je donosio predhodno podignute kapi uznemirenog mora, a ja sam tjeskobno suosjećao s onim mitskim pastirom ...

Pojavljuju se ratne grčke triere sa strašnim *embolonom*³, pa rimske trireme sa sličnim *rostrumom*, i drugim ubojitim napravama. Eto i ratova, razaranja i potapljanja. Thetis (Θετις) kći Nerejeva, sa stanom u morskim dubinama, zbunjena i prestrašena, sklanja se lađama koje u sve većem broju poniru, tonući na morsko dno. Već ih je toliko da se jedva kreće između njih, te se ona obraća Tethiji (Τηθύς), Titanki, ženi Okeanovoj i materi morskih nimfa da nešto poduzme, da urazumi nimfe okeanide kao i potomke Noine brodograditeljske obitelji.



Dvotrupna prevoznica *Stena Discovery*

Na svom plovu od Harwicha do Hook van Holland, krajem srpnja 1999, podižući valove do 3 m visine, uzrokovala je smrt ribara uz obalu Felixstowe, Suffolk (UK).

(Taj vapaj ostade bez odjeka, znamo, do naših dana. U Pireju se zatekoh, 1973, kad sam dobio sliku i opis upravo izgrađenog *handy* bulk carriera. Ime toga lijepog broda bijaše *Thetis*, u čast božice morskih dubina, matična luka: Piraeus.)

Grci su nakon pobjede na moru, nad Perzijancima, skovali pojam *thalassocratia*, (po)morska sila. Temistoklova Atena postade tako thalassokrator (θαλασσοκρατωρ), gospodar mora. Kolike su bile njihove troveslarke? Duljine oko 36 m, širine 6 m, i one imale omjer $L/B = 6$, baš kao *Arka* ... Nešto veće i vitkije bijahu rimske trireme: duljina oko 42 m, omjer L/B iznad 7. Feničani, pak, bijahu ponajbolji pomorci. Isticali se kao trgovci i istraživači.

Rastuća materializirana *tehne* naših davnih kolega zabrinjava tadanje ljubitelje mudrosti, filozofe. Oni se opravdano straše mogućih rušilačkih posljedica, pa zagovaraju prezir prema fizičkom radu i tehnici uopće. Platon, ponajbolji

Sokratov učenik i prijatelj, izražava podcjenjivački stav ondašnjih filozofa prema ljudima tehničke struke ovim riječima:

Podsmjehuj se njemu i njegovu umijeću, i prezirno ga nazovi graditeljem strojeva, i ne dopusti svojoj kćeri da se uda za njegova sina ili sinu da oženi kćer njegovu.

Te Platonove riječi odjekivat će stoljećima, do naših dana. Zbog takvog ignoriranja tehnike Leonardo da Vinci je, kažu, mogao pripisati sebi i poneki od izuma davnih predhodnika - zabilježenih u benediktinskim samostanima, osobito onim cistercitskim.

No, gradnja strojeva i brodova nastavljena je. Nešto kasnije, u Rimu, rečeno je da se *ploviti mora*, zacijelo misleći i na otkrivanje novih puteva i osvajanje novih zemalja. Zaludu su prijetile sirene, njih je već Odisej nadmudrio, zatim toliki zmajevi i morske nemani spremne da progutaju Kolumbove i Magellanove brodove i njihove posade. Sva mora i oceani preplovljeni jesu.



Starohrvatska brzoplovka, 9. i 10. st. Služila za ribolov, te prevoz putnika i tereta duž čitavog Jadrana. Kao ratni brod, opremljena lakim privremenim kaštelima s kruništem na pramcu i krmu. (Rekonstr. Z. Brusić)

Čovjek je pogledavao i u visine, prema nebu. Prvi pokušaj leta, onaj Ikarov, ima tome četiri tisuće godina, nije posve uspio zbog - prevelike dosegnute visine. To nije obeshrabrilo kasnije graditelje i letače. Sjetimo se našeg Fausta Vrančića i njegovih nastojanja. Napokon je sve to uspješno riješeno s čime mi, današnji brodograditelji, i nismo posve zadovoljni. Naime pred naletom takozvanih komercijalnih letova mlaznih putničkih zrakoplova nestadoše s oceanskih puteva lijepi i vitki putnički brodovi zvučnih imena: *Queen Mary, France, United States, Leonardo da Vinci, Queen Elizabeth ...*

Preskočili smo, dakle, egipatske i feničke brodove, dromone, liburne i starohrvatske brzoplovke⁴, španjolske karavele i hanseatske Kogge, engleske

galeone i velebne klipere, prve parobrode i poviestnu motornu *Selandiju*, i tolike druge, da bismo još nešto rekli o aktualnom brodu i brodogradnji, na prelazu u 21. stoljeće. Toliko je vrsta brodova i raznih plovilica, trgovačkih i ratnih; teško ih je i nabrojiti. Stoga bacimo makar letimični pogled na današnji trgovački brod.

-
- 1 Hesiod: ἐργα καὶ ἡμέραι, *Erga kai hemerai*, *Poslovi i dani*. Prev. V. Bazala, izd. MH 1970.
 - 2 Oh, kakva se grdosija stropoštava grmeći s visina, silnim štropotom i šúmom. Valove pred sobom prevrće, vrtloge podiže svojom snagom ...
 - 3 Podvodni kljun, 'ovan', koji neodoljivo asociira na pramac s bulbom današnjih brodova.
 - 4 Hrvati su, utemeljivši svoju državu kao prvi među slavenskim narodima, zapravo nekoliko stoljeća predstavljali na moru - sve Slavene. Istom Petar Veliki uvodi Ruse na morsku pozornicu. U tome će im pomoći i hrvatski učitelji, poglavito admiral Matija Zmajević.



Prvi dubrovački parobrod, 1880. Razabire se krmeni statveni okvir i list kormila, a na vertikalnoj pramčanoj grednoj statvi - brojke zagaznica. Vitki cilindrični dimnjak, visoki jarboli i snast sa sošnim jedrima, nadgrađe bez izraženog zapovjedničkog mosta ... sve to pomaže *parnom došljaku* da manje remeti stoljetni sklad luke uz zidine Grada.