



RAZVOJ I DOSTIGNUĆA HRVATSKE BRODOGRADNJE – BRODOVI I POMORSKE KONSTRUKCIJE

I. Senjanović, V. Čorić, N. Vladimir

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje

SAŽETAK:

Brodogradnju ne čini samo gradnja brodova u brodogradilištima, već je to čitav sustav koji osim brodogradilišta obuhvaća proizvođače motora i brodske opreme, prateću industriju, projektne urede, registre brodova, bazene za ispitivanje modela, fakultete i dr. Nagli razvoj hrvatske brodogradnje započinje nakon II svjetskog rata u sklopu industrijalizacije ondašnje države. Daje se pregled raznih tipova brodova građenih u hrvatskim brodogradilištima, pri čemu su posebno istaknuti oni koji su proglašeni brodovima godine od strane međunarodnih institucija. Navode se i objekti koji zalaze u područje morske tehnologije kao što je samopodizna platforma, katamaranska dizalica, jaružar i dr. Spominju se i perspektivni tipovi brodova kao što su FPSO, LNG, LPG, specijalni brodovi za postavljanje plutajućih vjetroelektrana i dr. Kako bez ulaganja u znanost nema razvoja i konkurentnosti brodogradnje, predstavljaju se europski projekti u kojima sudjeluju hrvatske znanstvene institucije. Na kraju se ističe značaj brodogradnje za industrijski razvoj Republike Hrvatske.

Ključne riječi: Hrvatska brodogradnja; sofisticirani brodovi; pomorske konstrukcije; europski projekti

ABSTRACT:

Shipbuilding is not only related to the building of ships in shipyards, but a complete system which includes also engine factories and equipment manufactures, joint industries, design offices, registers of shipping, model basins, universities etc. Rapid development of the Croatian shipbuilding started after the Second World War within the industrialization plans of the former state. A review of different ship types built in the Croatian shipyard is give, with the emphasis on the ships of the year. Also, special ships and floating structures related to the ocean engineering, as for instance semisubmersible platform, catamaran crane, dredger, etc. are mentioned. The overview of perspective ship types as for example FPSO, LNG, LPG, special ships for installation of the floating wind turbines etc., is given. Since without investment in research and development there is no concurrent shipbuilding industry, the EU projects in which Croatian institutions take part are presented. In the conclusion importance of the shipbuilding for technological development of the Republic of Croatia is emphasized.



Keywords: Croatian shipbuilding; significant ships; offshore structures; European Research Projects

1. UVOD

Brodogradnja na istočnoj obali Jadrana ima vrlo dugu tradiciju. Brodogradilišta, izložena mnogim ratnim razaranjima, tijekom stoljeća su nestajala, zatvarala se, ponovno oživljavala i gradila nova. Neka od njih mijenjala su lokaciju i vlasnike. Danas se velika i srednja hrvatska brodogradilišta okupljaju u udrugu Hrvatska brodogradnja – Jadranbrod d.d.:

1. „Uljanik“ – Pula, osnovano 1856. godine kao pomorski arsenal austrijske ratne mornarice.
2. „3. maj“ – Rijeka, osnovano 1890. kao pogon brodogradilišta Howaldts Werke – Kiel.
3. „Brodosplit“ – Split, osnovano 1922. spajanjem manjih brodogradilišta.
4. „Kraljevica“ – Kraljevica, osnovano 1729., kao najstarije brodogradilište.
5. „Viktor Lenac“ – Rijeka, osnovano 1900.
6. „Brodotrogir“ – Trogir, osnovano 1922.

Poznato je da se trgovački brodovi i pomorske konstrukcije grade prema pravilima klasifikacijskih društava. Vodeća društva su ujedno središta istraživanja i razvoja:

LR – Lloyd's Register of Shipping (1760),

BV – Bureau Veritas (1828),

DnV – Det norske Veritas (1864),

ABS – American Bureau of Shipping (1864).

Na našim prostorima je osnovan Austrijski registar 1858. kao treći u svijetu, i mijenja naziv u Jadranski registar 1918. Jugoslavenski registar osnovan je 1949., a mijenja naziv u Hrvatski registar brodova 1992.

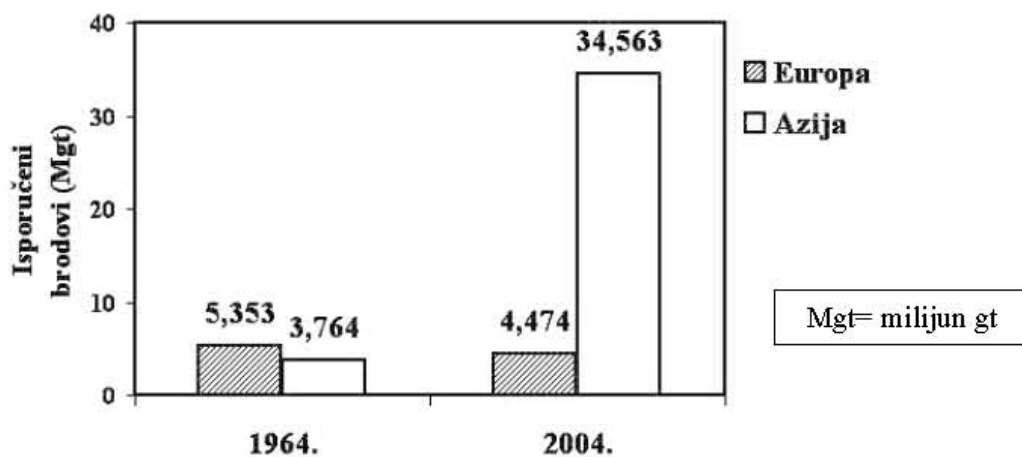
Nagli razvoj hrvatske brodogradnje započinje nakon II svjetskog rata, u okviru planova industrijalizacije ondašnje države. Krupnu ulogu u tome odigrala je tvrtka Sudoimport iz Moskve. Preko te tvrtke od 1960. izgrađena je trgovačka flota SSSR-a od nekoliko milijuna tona nosivosti. Nakon 1990. godine brodovi se uglavnom grade za zapadno tržište i domaću flotu. Brodogradilišta „Uljanik“, „3. maj“ i „Brodosplit“ imaju vlastite tvornice za gradnju pogonskih i pomoćnih diesel motora i opreme prema stranim licencijama „Burmeister & Wain, Sulzer, MAN. Proizvodnja brodova i diesel motora naših vodećih brodogradilišta u razdoblju od 1956. do 2000., prikazana je u Tablici 1, [1].

Brodogradilište	Brodovi	Diesel motori
„Uljanik“	255 6350000 dwt	324 2149550 kW
„3. maj“	228 6210000 dwt	212 2240250 kW
„Brodosplit“	230 6980000 dwt	90 883210 kW
„Brodotrogir“	92 848130 dwt	

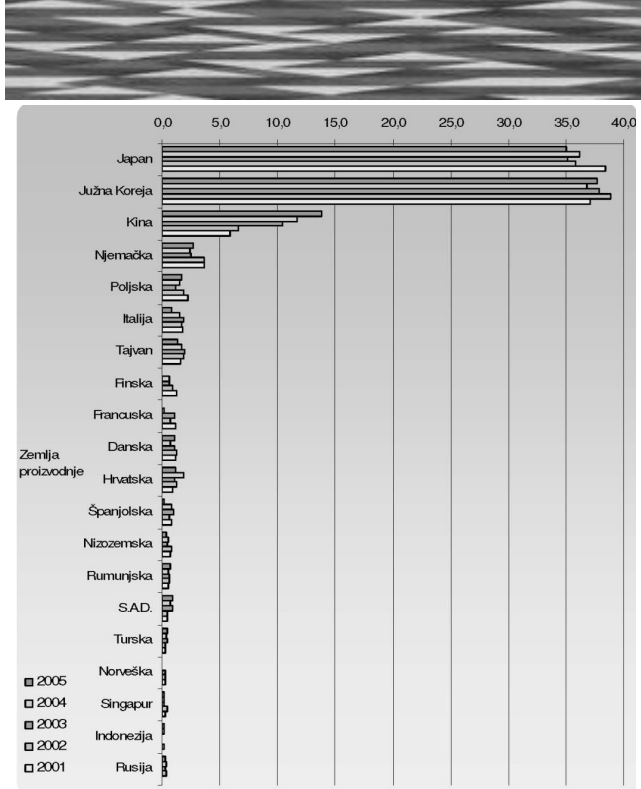
Tablica 1. Proizvodnja brodova i motora od 1956. do 2000.

2. DOSEG HRVATSKE BRODOGRADNJE

Šezdesetih godina prošlog stoljeća gradnja brodova u Europi i Aziji bila je podjednaka, da bi se u kasnijim godinama višestruko povećanje brodograđevne proizvodnje ostvarilo u Aziji, sl. 1. [2]. Hrvatska brodogradnja uvijek se nalazila među prvih 10 proizvođača brodova, a jedno kraće vrijeme bila je treća u svijetu. Prema sl. 2. danas su vodeće brodograđevne zemlje Japan, Južna Koreja i Kina, a Hrvatska je negdje na 12-om mjestu [3].



Slika 1. Isporučeni brodovi iz brodogradilišta Europe i Azije [2]



Slika 2. Ljestvica gradnje brodova u svijetu [3]

U zadnjih 50 godina u hrvatskim brodogradilištima gradili su se gotovo svi tipovi brodova. Mnogi od njih bili su vrlo sofisticirani i proglašeni brodovima godine u svojoj klasi. Navodimo nekoliko primjera.

„Amorella“ je u svoje vrijeme bila moderan luksuzni trajekt nove generacije, kapaciteta 2200 putnika smještenih u 560 kabina, 287 osobnih automobila i 52 trailera, i odlikuje se luksuznim hotelskim sadržajima, sl. 3. Brod pokreću 4 motora Pielstick Wärtsilä tipa 12PC2.6V pojedinačne snage od 5940 kW i brzine vrtnje 520 o/min, preko dva četverokrilna vijka promjenjivog uspona i broja okretaja 122/130 o/min. Brod je izgrađen u „Brodosplitu“ 1988. godine za finskog brodovlasnika SF-line, pod nadzorom DnV [4].



Slika 3. Trajekt „Amorella“



„Stena Provence“ je drugi iz serije od 6 brodova koje je „Brodosplit“ gradio za švedskog vlasnika STENA BULK u klasi DnV-a, sl 4. To je tanker nove generacije za plovidbu u ledu klase 1B namijenjen prijevozu naftnih proizvoda. Ima dvostruku strojarnicu a karakterizira ga mali odnos gaza i širine broda, pa je za provjeru sigurnosti njegove konstrukcije bilo potrebno izvršiti opsežne analize valnog opterećenja i čvrstoće. Glavne izmjere broda su $L_{pp}=182,9$ m, $B=40,0$ m, $H=17,9$ m, nosivost 65000 dwt i brzina 14,5 čvorova. Pokreću ga dva glavna stroja Split MAN-B&W 6S46MC-C svaki po 15700 kW pri 129 o/min [5].



Slika 4. „Stena Provence“ [5]

„Ro-Pax Piana“ izgrađen u „Brodosplitu“ 2011. godine, za francusku tvrtku CMN, pod nadzorom Bureau Veritasa. Brod nosivosti 11300 tona namijenjen je prijevozu putnika, teretnih i osobnih vozila kao i vozila s opasnim teretom. Pokreću ga četiri motora Wärtsilä tipa 8L46FM-CR ukupne snage 38400 kW što mu omogućuje razvijanje brzine od 24 čvora. Ovo je najskuplji brod koji je proteklih godina zaplovio s hrvatskih navoza. Zbog niza visokosofisticiranih zahtjeva i najnovijih i vrlo strogih pravila o sigurnosti, stabilitetu i zaštiti okoliša (SOLAS 2009 - IMO), te najvišeg stupnja komfor-klase smatra se jednim od najsloženijih projekata domaće brodogradnje, sl. 5 [6].



Slika 5. „Ro-Pax Piana“ [6]



„Grande Benin“, treći je brod iz serije od sedam Ro-Ro car carriera nosivosti 24800 dwt koje brodogradilište „Uljanik“ gradi za talijanskog brodara Grimaldi Group, u klasi talijanskog registra RINA, sl. 6. Brod ima 12 paluba, može prevoziti 3890 automobila i 1360 kontejnera. Glavne izmjere $L \times B \times H = 210 \times 32 \times 21,5$ m. Pokreće ga glavni motor Uljanik/MAN-B&W snage 19040 kW pri 105 o/min. „Uljanik“ ovim višenamjenskim brodovima za prijevoz automobila, kamiona i kontejnera otvara vrata novog tržišnog segmenta i nameće se na svjetskom tržištu kao graditelj složenih i skupih brodova manjih serija [7].



Slika 6. „Grande Benin“ [7]

3. OBJEKTI MORSKE TEHNOLOGIJE

Morska tehnika nije toliko razvijena u Hrvatskoj kao brodograđevna industrija, ali ima nekoliko zapaženih primjera gradnje objekata s tog područja, koji pokazuju da znamo i da se možemo upustiti u gradnju sofisticiranih pomorskih objekata visoke tehnologije.

Samopodizna platforma Labin izgrađena je za domaću tvrtku INA, prema projektu Livingston 111C u klasi ABS, 1986. godine, sl. 7. Papuče su izgrađene u „3. maju“, noge u „Brodosplitu“, trup u „Uljaniku“, a montaža je obavljena u „Viktoru Lencu“. Godine 2004. platforma je rekonstruirana na povećane dimenzije. Rekonstrukcija je izvršena u brodogradilištu „Lamjana“ na otoku Ugljanu uz suradnju brodogradilišta Lamprel u Ujedinjenim Arapskim Emiratima, Brodogradilišta specijalnih objekata BSO u Splitu, te „Đure Đakovića“ u Slavanskom Brodu, prema projektu FSB-a Zagreb.

Katamaranska dizalica podizne moći od 12000 kN projektirana je i izgrađena u brodogradilištu „3. maj“ u Rijeci 1989. godine za Sudoimport iz Moskve, u klasi SSSR Registra brodova, sl. 8. Dizalica je izrađena u „Metalni“ Maribor, a u opremanju strojnog kompleksa sudjelovala je „Jugoturbina“ Karlovac. Glavne dimenzije su $L \times B \times H \times T = 148,7 \times 50,0 \times 12,0 \times 4,35$ m. Među mnogim značajkama ovog nekonvencionalnog objekta važno je istaknuti njegovu funkciju u održavanju pomorskih konstrukcija, katamaransku



izvedbu, podiznu moć dizalice, diesel-električni pogon, posebnu tehnologiju izvedbe u pogledu prefabrikacije i odvojenog transporta trupova, mosta i dizalice sustavom kanala od sjevera Rusije do Kaspijskog mora. Čvrstoća katamaranske konstrukcije predstavljala je osnovni projektni kriterij. Kako standardni projektni postupci i pravila za gradnju takvih objekata nisu postojali, to je poduzeto opsežno istraživanje u pogledu valnog opterećenja, čvrstoće i optimizacije konstrukcije u čemu su sudjelovali Det norske Veritas, Oslo, FSB, Zagreb i Marintek, Trondheim, [9].



Slika 7. Samopodizna platforma Labin



Slika 8. Katamaranska dizalica podizne moći 12000 kN

Svojevremeno ova dizalica nazvana ISPOLIN je rekonstruirana kao uronjiva bušeća platforma s ugrađenim tornjem i potrebnom bušećom opremom. Operira na sjeveru Kaspijskog mora na dubini od 3,8 m do 4,5 m i bušenju dna do 3000 m.



Rešetkasta fiksna platforma Marica jedna je od 14 platformi predviđenih za eksploataciju plina u Sjevernom Jadranu, sl. 9. Projektirana je u projektnom uredu Tecon–Milano za zajedničku hrvatsku i talijansku tvrtku INAGIP. Izgradnja sekcija platforme podijeljena je na tri brodogradilišta: „Viktor Lenac“ – Rijeka, „Rosseti“ – Ravenna, i BSO – Split. Odobrenje projektne dokumentacije vrši podijeljeno talijanski registar brodova RINA i HRB, dok nadzor nad gradnjom i u eksploataciji vrši zasebno svako od klasifikacijskih društava za platforme u svom dijelu mora. Platforma je isporučena 2004. Godine [10].



Slika 9. Fiksna platforma Marica [10]

Jaružalo Niccolo Machiavelli četvrto je jaružalo na vlastiti pogon koje je brodogradilište „Uljanik“ u Puli, u rujnu 2011. godine, isporučilo Luksemburškoj kompaniji Jan De Nul S.A.G.D. u klasi BV. Radi se o iznimno kompleksnom objektu koji služi za produbljivanje plovih putova, odnosno izgradnju obala i umjetnih otoka. Brod operira do dubine od 36,6 m, sl. 10. Kopa i istovremeno usisava nataloženi pijesak, kruto podmorje, stijene i slični talog s morskog dna. Iskopani materijal istovaruje pomoću sohe na



barže za odvoz ili putem vrtuljka na plutajući cjevovod do kopna udaljenog do desetak kilometara. „Uljanik“ gradnjom ovih brodova–strojeva postao je jedno od svega nekoliko brodogradilišta u svijetu koja grade ovako složene objekte. Brod ima tri motora tipa MAN Diesel A.G.–6L48/60 7200 kW/500 o/min koji pogone 3 golemi izmjenični generatora na naponu 6,6 kV. Glavne izmjere broda su $L \times B \times H = 138,5 \times 26 \times 8,8 - 12,2$ m, a nosivost 2200 tona. Brod je opremljen s tri crpke, svaka snage 5 MW. Brod ima diesel–električni pogon, a s dva elektromotora snage 3,5 MW postiže brzinu od 13 čvorova [11].



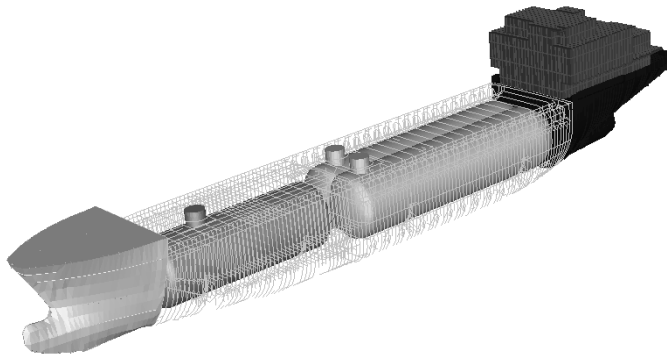
Slika 10. Jaruzalo na vlastiti pogon [11]

4. GRADNJA PODMORNICA U HRVATSKOJ

Gradnja podmornica u Hrvatskoj ima vrlo dugu tradiciju. Započela je 60–tih godina prošlog stoljeća prema projektima Brodarskog instituta. U početku su se podmornice gradile u brodogradilištu „Uljanik“ u Puli a zatim se gradnja preselila u „Brodosplit“ u Splitu u koju svrhu je sagrađena posebna radionica s navozom (BSO).

Prije par godina obilježena je 100. godišnjica podmorničarstva u svijetu. Tom prigodom objavljena je knjiga Andreja Korbara „Podmorničarstvo“ 2007., te njen prijevod „A BIT MORE ON SUBS“ 2009., u izdanju Laurana d.o.o., Zagreb. Jedno poglavlje u toj knjizi odnosi se i na gradnju podmornica u Hrvatskoj.

Od 1990. godine gradnja podmornica u Hrvatskoj je zamrla. Međutim, bogato iskustvo stečeno u projektiranju i gradnji podmornica danas se koristi u projektiranju spremnika na brodovima za prijevoz ukapljenog plina, sl. 11., [12]. Ti poslovi se rade za strane naručitelje s obzirom da se hrvatska brodogradnja nije upustila u gradnju tako sofisticiranih brodova.



Slika 11. 3D FEM model LPG broda

5. PREGLED PERSPEKTIVNIH TIPOVA BRODOVA I POMORSKIH KONSTRUKCIJA

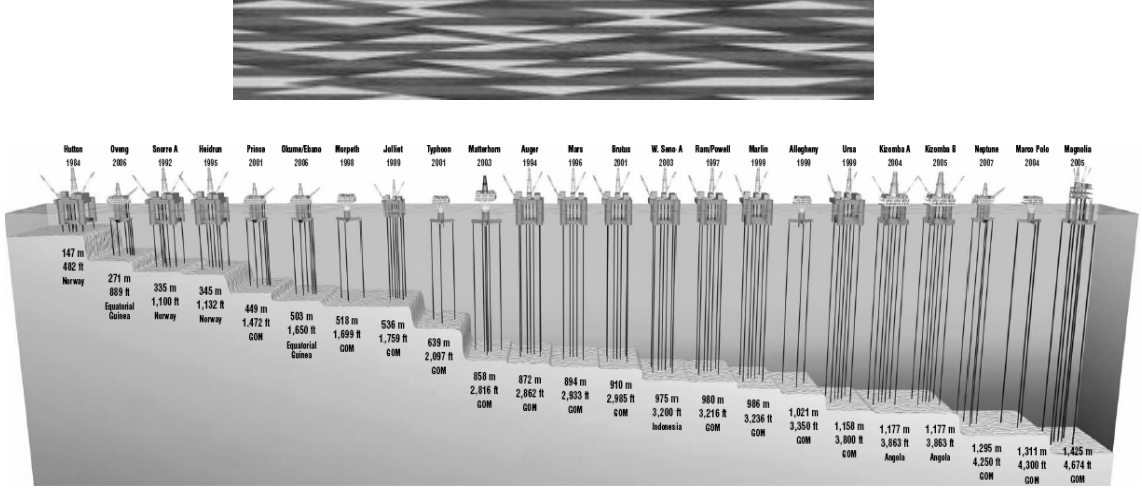
Od perspektivnih tipova brodova visoke dodane vrijednosti mogu se spomenuti krizeri, LNG brodovi, kontejnerski brodovi.

Spektar pomorskih konstrukcija danas je vrlo širok, sl. 12. Čovjek u potrazi za energijom osvaja sve veće dubine, sl. 13.

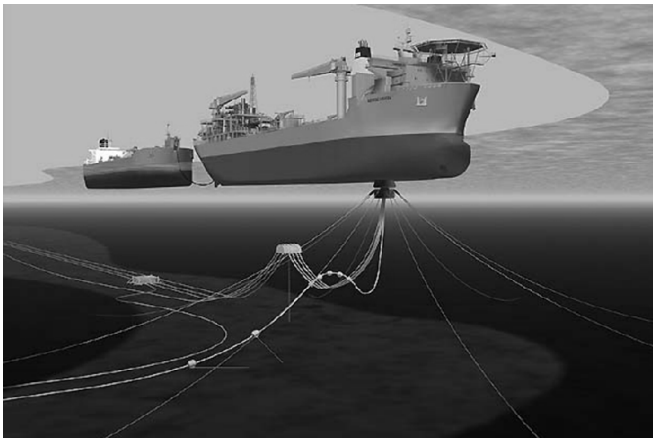


Slika 12. Tipovi pomorskih konstrukcija

Perspektivni pomorski objekti za hrvatska brodogradilišta, osim specijalnih brodova za polaganje i opsluživanje pučinskih vjetroelektrana, mogli bi biti i brodovi za iskorištavanje udaljenih podmorskih nalazišta na velikim dubinama FPSO (Floating Production Storage Offloading Units), sl. 14. To tržište je u ekspanziji i blisko je potencijalnim mogućnostima hrvatske brodogradnje. Naime, osnove za njihovu izvedbu postoje: integrirana hrvatska brodograđevna iskustva u gradnji tankera i iskustvo naftne industrije u izgradnji i održavanju rafinerija, te velik udio metalne industrije. Karakteristika FPSO objekta je visoka razina sigurnosti konstrukcije i pouzdanosti u proizvodnji, zbog neprekidnog rada od 20 do 30 godina. Tržišna cijena po jedinici mase ovih brodova je 3 do 4 puta veća od standardnog tankera.

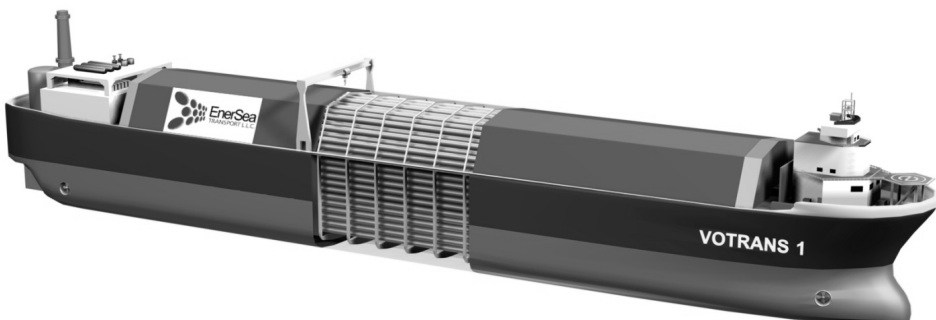


Slika 13. Osvajanje morskih dubina u potrazi za energijom



Slika 14. FPSO brod

Također, za hrvatsku brodogradnju mogla bi biti zanimljiva i gradnja specijalnih brodova za prijevoz stlačenog prirodnog plina (CNG-carriers) do 300 bara, sl. 15. Zbog visokog tlaka spremnici se izvedu u obliku cijevi vertikalno ili horizontalno položanih. Prednost prijevoza plina u prirodnom agregatnom stanju je izbjegavanje njegovog ukapljivanja na ukrcajnim i iskrcajnim terminalima.



Slika 15. Brod za prijevoz stlačenog prirodnog plina



6. ZNANOST U BRODOGRADNJI

Znanstvena istraživanja na području brodogradnje i pomorske tehnike provode se u Hrvatskoj na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu, Tehničkom fakultetu u Rijeci, Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje u Splitu, Fakultetu elektrotehnike i računarstva u Zagrebu i u Brodarskom institutu u Zagrebu.

Ulaganja u istraživanje i razvoj na području brodogradnje u Hrvatskoj vrlo su skromna i nerazmjerna s obzirom na postignuća brodograđevne znanosti i industrije. Ozbiljnije ulaganje u okviru „Makroprojekta brodogradnje“ 1970.–1975. (koordinator Josip Uršić) omogućilo je upuštanje u zahtjevne projekte brodova i razvoj hrvatske brodogradnje.

Poučeni tim iskustvom osmišljen je „Makroprojekt Hrvatska brodogradnja 2000“ (koordinatori Vedran Žanić i Vladimir Andročec), koji se sastojao od dva dijela:

1. Projektne metode u razvoju proizvoda (hidrodinamika, konstrukcija, brodski sustavi, osnivanje),
2. Projekti perspektivnih tipova brodova.

Planirana sredstva iznosila su 3 milijuna USD. Tadašnje Ministarstvo znanosti i tehnologije RH bilo je spremno sudjelovati u pokrivanju trećine predviđenih troškova. Međutim, brodograđevna industrija nažalost nije prepoznala važnost ovog programa istraživanja za potrebe svojeg razvoja, što se odrazilo i na današnje stanje hrvatske brodogradnje. Planovi razvoja brodogradilišta su kratkoročni u doseg knjige narudžbi.

Vrlo mala ulaganja u znanstvena istraživanja u brodogradnji ne mogu dati neke ozbiljnije rezultate za razvoj hrvatske brodogradnje. Stoga su naši znanstvenici i stručnjaci usmjereni na EU projekte. Zanimanje za te projekte sve je veće dok su sredstva ograničena, pa je sve teže izboriti se za njih. Do sada smo uspjeli sudjelovati u pet EU projekata, od kojih se ovdje navode tri značajnija.

1. **TEMPUS JOINT EUROPEAN PROJECT ASDEPP** – Advanced Ship Design for Pollution Prevention

(koordinator za Hrvatsku: Joško Parunov)

Projekt traje 4 godine.

Ciljevi projekta su sljedeći:

- Produbljivanje znanja o suvremenim proračunskim metodama za osnivanje ekološki prihvatljivih brodova u skladu s trendovima u brodogradnji,
- Popularizacija primjene naprednih proračunskih postupaka i odgovarajućih računalnih programskih paketa u brodogradnji i pomorskoj tehnici,



- Podizanje svijesti o potrebi zaštite okoliša svih važnih čimbenika koji utječu na sigurnost pomorskog prijevoza.
- Partneri na projektu su sljedeći:
- Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal (nositelj projekta)
- Helsinki University of Technology, Finska
- Bureau Veritas, Pariz, Francuska
- Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje (koordinator projekta)
- Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet
- Sveučilište u Splitu, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje
- Na kraju projekta održana je konferencija „Advanced Ship Design for Pollution Prevention“ u Splitu u studenom 2009. godine s objavljenim zbornikom radova [13].

2. **EU FP6 Project IMPROVE**

(koordinator za Hrvatsku: Vedran Žanić)

Projekt traje 3 godine, a ima za cilj razvoj integriranog sustava odlučivanja u ranoj fazi projektiranja broda s obzirom na strukturu broda, proizvodni proces, eksploataciju, performanse i sigurnost.

Partneri na projektu su:

1. ANAST, University of Liege
2. STX Europa
3. Uljanik shipyard
4. Szczecin New Shipyard
5. Grimaldi
6. Exmar
7. Tankerska Plovidba Zadar
8. Bureau Veritas
9. Design Naval & Transport
10. Ship Design Group
11. MEC
12. Helsinki University of Technology
13. University of Zagreb
14. NAME, University of Glasgow & Strathclyde
15. Centre of Maritime Technologies
16. BALance Technology Consulting GmbH
17. WEGEMT

Razmatrana su tri tipa broda: brod za prijevoz ukapljenog plina – LNG, Ro-Pax brod i tanker za prijevoz kemikalija. Nakon završetka projekta održana je konferencija: Design of Improved and Competitive Products using an



Integrated Design Support System for Ship Production and Operation, u Dubrovniku, 17. i 18. rujna, 2009., [14].

3. EU FP7 Project TULCS – Tools for Ultra Large Container Ships

(koordinador za Hrvatsku: Ivo Senjanović)

Projekt traje 3 godine a ima za cilj razvoj alata za osnivanje ultra velikih kontejnerskih brodova (preko 10000 TEU), što uključuje numeričke metode za hidroelastičnu analizu, modelska ispitivanja i mjerenja u naravi, te izradu programskih alata, [15].

Partneri na projektu su prikazani u Tablici 3.

Bureau Veritas (coordinator)	BV	France
Marin	MARIN	Netherlands
Compagnie Maritime d'Affrètement – Compagnie Générale Maritime	CMA-CGM	France
Canal de Experiencias Hidrodinamicas	CEHIPAR	Spain
Ecole Centrale Marseille	ECM	France
Technical University Delft	TUD	Netherlands
University of Zagreb	UZ	Croatia
Technical University of Denmark	DTU	Denmark
University of East Anglia	UEA	United Kingdom
SIREHNA	SIREHNA	France
WIKKI	WIKKI	United Kingdom
HYDROCEAN	HO	France
Brze Vise Bolje	BVB	Croatia
Hyundai Heavy Industries (joint partner)	HHI	South Korea

Tablica 2. Partneri na projektu TULCS

U tijeku projekta održana je radionica International Workshop on Springing and Whipping of Ships, 10. i 11. listopada 2010. u Dubrovniku, [16].

7. ZNAČAJ BRODOGRADNJE U GOSPODARSTVU HRVATSKE I NAPORI ZA NJEN OPSTANAK I RAZVOJ

Brodogradnju ne čini samo brodograđevna industrija, već je to čitav sustav koji uključuje brodogradilišta, tvornice motora, proizvođače opreme, prateću industriju, projektne urede, Hrvatski registar brodova, Brodarski institut, fakultete u Zagrebu, Rijeci i Splitu i dr.



Brodogradnja je još jedina preostala industrijska grana koja održava i potiče tehnološki razvitak zemlje i zapošljava veliki broj radnika. Složeno stanje u brodogradnji je rezultat neadekvatnog upravljanja društvenom imovinom i svjetske finacijske krize. Brodogradnja je već odavno postala političko a ne stručno pitanje. Problem restrukturiranja brodogradilišta prenosi se na privatizaciju, ne uvažavajući mišljenje struke.

Znanstvena i stručna zajednica poduzela je u zadnjih 15-ak godina niz akcija za opstojnost i razvoj hrvatske brodogradnje od kojih se ističu:

1. Projekt Vlade RH „Hrvatska u 21. stoljeću – strategija razvoja“ (voditelj Želimir Sladoljev)
2. Čitav niz okruglih stolova o hrvatskoj brodogradnji na Sveučilištu u Zagrebu, HATZ-u i HAZU-u
3. Godišnje skupštine Znanstvenog vijeća za pomorstvo HAZU
4. Javne izjave upućene Vladi RH, resornim ministarstvima i medijima s nacionalnog simpozija SORTA, Opatija 2006., Pula, 2008., i Lumbarda (Korčula) 2010. godine.

Među zadnjim akcijama bio je okrugli stol „Vizija održive brodogradnje – primjena znanosti i inovacija“, na Sveučilištu u Zagrebu, 2.3.2010.

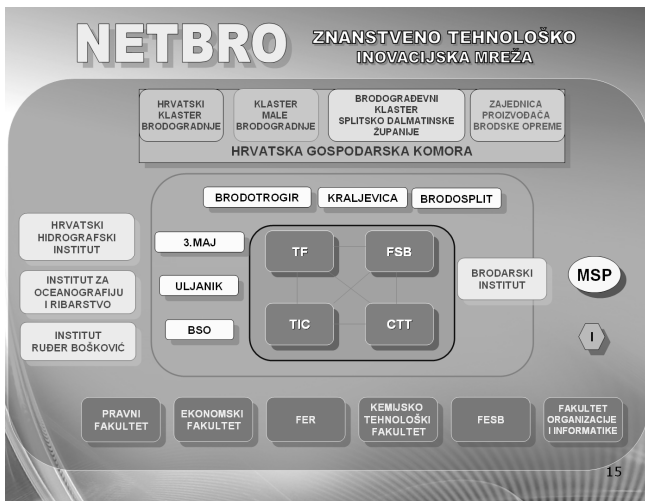
Nažalost, svi pokušaji i prijedlozi brodograđevne zajednice da se nagomilani problemi u hrvatskoj brodogradnji riješe na vrijeme i što bezbolnije, ostali su bez uspjeha s obzirom na zanemarivanje mišljenja struke od mjerodavnih institucija.

8. ZAKLJUČAK

Sudbina hrvatskih brodogradilišta ovisit će o novim vlasnicima, kojima je prvi zadatak uspješno restrukturiranje brodogradilišta. Uvjet za postizanje konkurentnosti i profitabilnosti na zahtjevnom svjetskom tržištu je usvajanje proizvodnog principa: malo čelika – puno znanja od projektantskog do tehnološkog. Taj princip navodi na objekte velike dodatne vrijednosti kao što su specijalni brodovi i pomorske konstrukcije. Preduvjeti za ostvarenje ovog cilja su:

1. Reindustrijalizacija Hrvatske tako da se u finalni proizvod može ugraditi što veći udio domaće komponente.
2. Horizontalna organizacija proizvodnje: specijalizirane djelatnosti u pojedinim brodogradilištima na temelju komparativnih prednosti.
3. Umrežavanje istraživačkih, projektnih i proizvodnih subjekata.

U ovu svrhu već je zacrtana znanstveno tehnološka inovacijska mreža NETBRO od strane Tehnološko inovacijskog centra (TIC) u Rijeci (Davor Begonja) i Centra za Transfer Tehnologije u Zagrebu (Ivan Juraga) prema shemi prikazanoj na sl. 16, [17].



Slika 16. Znanstveno tehnološka inovacijska mreža NETBRO

POPIS LITERATURE

- 1 Belamarić, I.: Hrvatska brodogradnja u 20. stoljeću, rukopis za ediciju HAZU „Hrvatska i Europa“.
- 2 Potočnik, V.: Sinergija brodogradnje i energetike, Brodogradnja, 61 (3), 2010., 287–293.
- 3 Sokolić, D.: Izgradnja konkurentske sposobnosti hrvatske brodogradnje, Magistarski rad, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2008.
- 4 Senjanović, I., Martinović, I., Pavičević, M.: Analiza vibracija putničkog trajekta „Amorella“, Brodogradnja 38/39, 1990/91., 39–51.
- 5 <http://www.pauldimages.co.uk/page14.htm>
- 6 <http://www.jutarnji.hr/-piana--ulovila-u-splitsku-luku/968939/>
- 7 http://www.marinetraffic.com/ais/hr/shipdetails.aspx?mmsi=247275400&language=_GR
- 8 Senjanović, I., Čorić, V., Parunov, J., Mravak, Z., Ljulj, A., Donkov, I.: Analiza čvrstoće podkonstrukcije tornja samopodizne bušaće platforme „LABIN“, Godišnjak 1997, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Zagreb, 1997.
- 9 Senjanović, I., Čorić, V., Begonja, D.: Structure Design of a Catamaran Crane Vessel, Brodogradnja, 40 (1–2), 1992., 21–34.
- 10 INA Offshore Platforms in Adriatic Sea (www.ina.hr)
- 11 www.uljanik.hr
- 12 Senjanović, I., Mravak, Z., Slapničar, V., Gospić, I.: Structure design of bilobe cargo tanks in liquefied gas carriers, Brodogradnja, 50 (3), 2002., 323–334.
- 13 Advanced Ship Desing for Pollution Prevention (ASDEPP), Editors: C. Guedes Soares, J. Parunov, Taylor & Francis Group, London, 2010.



14 Rigo, P., Žanić, V., Ehlers, S., Andrić, J.: Design of innovative ship concepts using an integrated decision support system for ship production and operation, *Brodogradnja*, 61 (4), 2010., 367–381.

15 Malenica, Š., Senjanović, I., Derbanne, Q., Vladimir, N.: On the EU FP7 Project: Tools for Ultra Large Container Ships – TULCS, *Brodogradnja*, 62 (2), 2011., 177–187.

16 International Workshop on Springing and Whipping of Ships, Editors: Š. Malenica, Q. Derbanne, I. Senjanović, Dubrovnik, 2010.

17 Begonja, D., Juraga, S.: Povećanje konkurentne sposobnosti hrvatske brodogradnje, XIX Simpozij Teorija i praksa brodogradnje in memoriam prof. Leopold Sorta, Lumbarda, 2010.

OFFSHORE SOLAR ENERGY HARNESSING: A REVIEW OF EXISTING APPLICATIONS, FUTURE PLANS AND POSSIBILITIES

P. Blecich, B. Franković, *Faculty of Engineering, University of Rijeka*

ABSTRACT:

The amount of solar energy that reaches Earth surface every hour is equal to 77% of the total worldwide annual energy consumption. Approximately 71% of the Earth's surface is covered by oceans and seas. Although, solar systems are installed on land surfaces, there is rising interest for the exploitation of solar energy hitting water surfaces, both for stationary electricity generation in offshore power plants and solar-assisted sea transport. At present, the world's first floating solar power plant is scheduled for construction on the basin of a hydro power plant in India. Japan is planning to launch a semi-submersible hybrid offshore power plant for conversion of wave, sea current, wind and solar energy into electricity. Among using different energy sources, these offshore power plants could use the difference between surface and bottom sea temperatures to generate electricity and desalinated water in ocean thermal energy cycles. Offshore power plants for the parallel generation of electricity and desalinated water could be life-saving solutions in densely populated yet energy and water scarce island countries. Solar sea transport is emerging too, though large PV surfaces have to be employed to assure modest amounts of electricity. The largest, completely solar-powered ship in the world is PlanetSolar, a 31 m long and 95 tonnes weighing trimaran which uses 537 m² of PV cells to generate an average power of 20 kW and a cruising speed of 7.5 knots.

Keywords: solar PV, floating solar power plant, ocean thermal energy, solar watercraft