



BRODARSKI INSTITUT,  
kompleks zgrada, oko 1965.

U trogirskom brodogradilištu Jozo Lozovina – Morsor (→ Brodotrogir) 1958–60. izgrađeno je šest riječnih teglenica za naftu za Dunavski Lloyd iz Siska, nosivosti 1000 t, a 1985. teglenica *Transporter I* (nosivosti 900 t) za splitski Brodospas. Za istoga su naručitelja 1977. izgrađene teglenice *Transporter V* u Brodogradilištu Split (danas Brodosplit) i *Transporter VI* (nosivosti 1500 t) u pulskom Uljaniku. U splitskom Brodogradilištu specijalnih objekata 1988–89. izgrađene su četiri teglenice za opskrbu brodova JRM-a gorivom (*PŠN-95* do *PŠN-98*), nosivosti 184 t, kao i teglenica *Transporter III* (nosivosti 4500 t) za Brodospas 1993., te *Konstruktor I* (nosivosti 760 t) za splitsko građevinsko poduzeće Konstruktor 2006. U 3. maju izgrađene su 2011–12. za belgijskog naručitelja dvije teglenice nosivosti 15 560 t, a 2013–15. za švedskog naručitelja čak 52 teglenice za prijevoz nafte, asfalta i ukapljenoga zemnog plina nosivosti 2500 t.

Godine 2017. splitski je Brodospas raspolagao dvjema teglenicama, *Transporter III* i *Transporter VI*.

LIT.: I. Senjanović, V. Čorić, N. Vladimir: *Razvoj i dostignuća hrvatske brodogradnje – brodovi i pomorske konstrukcije*. U: Zbornik radova IV. savjetovanja o morskoj tehnologiji. In memoriam akademiku Zlatku Winkleru. Rijeka, 2012., str. 28–44.

V. Slapničar

**Brodarski institut**, javna znanstvena ustanova za teorijska i eksperimentalna istraživanja, radove na razvoju brodograđevne industrije, brodarstvo i ratnu mornaricu, osnovana u Zagrebu 1948. kao Brodarski naučni institut. Danas je društvo s ograničenom odgovornošću u državnom vlasništvu za istraživanje i razvoj u području brodogradnje i zelenih tehnologija.

Nakon devastacije brodogradilišta i prateće industrije u II. svj. ratu, a iz želje za izgradnjom jake obrambene flote, počela se razvijati zamisao o novom znanstvenom pristupu razvoju i projektiranju brodova, brodogradilišta, pomorstva i ratne mornarice. Ministarstvo narodne obrane SFRJ postupno je razvijalo strukturu za ostvarivanje te zamisli, a dio je činio Brodarski naučni institut, osnovan 1948. pod → Centralnom upravom brodogradnje. Osnovan je na prijedlog doajena hrvatske brodogradnje → Stanka Šilovića, te → Josipa Šretnera i Antona Jagodnika. Šilović je bio prvi voditelj i direktor instituta (1948–51. i 1953–57) te pokretač publicističke djelatnosti i časopisa → Brodogradnja, koji je u sklopu instituta izlazio 1951–67. i 1992–2013. U Zagrebu su na površini većoj od 130 000 m<sup>2</sup> u sljedećim godinama izgrađeni i opremljeni: upravna zgrada (1954), četiri hidrodinamička



BRODARSKI INSTITUT



BRODARSKI INSTITUT, veliki hidrodinamički bazen s generatorom valova (gore desno); izradba modela s pomoću numerički vođenoga alatnoga stroja (lijevo); nadzorni sklop ispitnoga postrojenja (dolje desno)



bazena (mali, veliki, brzi te okrugli bazen), dva kavitacijska tunela (izrađeni u tvornicama 3. maj u Rijeci i TPK u Zagrebu) te mnogobrojni laboratoriji. Brodarski naučni institut ujedinjen je sa splitskim Mornaričko-tehničkim institutom u Upravu za mornaričko-tehnička istraživanja sa sjedištem u Splitu 1956., u kojoj je poslovao uz Institut za mornaričko naoružanje i elektroniku te Odjeljak za studij i gradnju brodova. Nakon ujedinjenja svih jedinica u Zagrebu pod nazivom Uprava mornaričko-tehničkih instituta 1959., u njezinu sastavu djelovali su Institut za brodsku hidrodinamiku, Institut za mornaričko naoružanje i opremu te Institut za brodogradnju. Ti su instituti 1967. kadrovski i materijalno ujedinjeni u Brodarski institut pod vodstvom → Žarka Alujevića, koji je bio direktor do 1973. Na Alujevićev prijedlog institut je 1967. postao samostalna znanstvena ustanova JNA s djelomičnim samoupravljanjem te vlastitim financiranjem, a radove je od tada, osim s osnivačem, ugovarao i s raznim poduzećima iz zemlje i inozemstva.

### Brodarski institut prije izgradnje vlastita pogona

Već tijekom izgradnje pogona zaposlenici Instituta započeli su raditi na više lokacija. Ispitivanja modela brodova izvodila su se na improviziranome poligonu jezera Bajer u Gorskome kotaru (1953), a prvo

ispitivanje unutar Instituta provedeno je 1954. u malome bazenu. Iste godine Institut je postao članom međunarodne organizacije za hidrodinamička ispitivanja brodova International Towing Tank Conference (ITTC). Institut je sudjelovao u provedbi prvoga flotnoga programa obnove mornarice (*Drvar 1*), izrađeni su mnogobrojni projekti poput razvoja prve domaće pametne mine, adaptacije sustava oružja i specijalne elektroničke opreme broda, obnove školskoga broda *Galeb* i razarača *Split* te izradbe novih projekata minolovca, raketne topovnjače i ophodnoga broda. Nakon obnove podmornica *Mališan* i *Sava*, 1958. izrađeni su i prvi u tadašnjoj državi novi projekti podmornica klase *Sutjeska* (*P-811 Sutjeska* i *P-812 Neretva*).

### Razvoj djelatnosti Brodarskoga instituta od useljensja u vlastiti pogon do osamostaljenja RH

Godine 1959. većina je zgrada Instituta dovršena i opremljena te je svečano otvorenje, u povodu proslave Dana mornarice 10. IX., održano prvim tegljenjem parafinskoga modela tankera nosivosti 20 000 t za pulsko brodogradilište Uljanik. Potpuna izgradnja objekata i postrojenja završena je 1968. U početku se Institut bavio trgovačkom i ratnom brodogradnjom, no zbog posebnosti i širih tehničkih potreba mornarice koje se protežu i izvan samih plovnih jedinica, djelatnost je proširena te podije-



ljena na brodogradnju, mornaričke sustave, podvodna oružja, brodsku hidrodinamiku, konstrukciju broda, fizikalno-matematička istraživanja te dopunske djelatnosti. Kroz područja hidrodinamike, teorije elastičnosti i čvrstoće brodskih konstrukcija, vibracija, udara i akustike te dijelova kemije i tehnologije materijala u Institutu su se razvijali novi tipovi plovniha objekata specijalne namjene, uključujući i razvoj brodskih strojarskih i elektroenergetskih postrojenja te dijelova pripadajućih uređaja i opreme.

Ratna brodogradnja je u sljedećim godinama, često u suradnji s riječkim Brodoprojektom, ostvarila uspjeh razvojem projekata serije dizelsko-električnih → podmornica klase *Heroj*, → raketnih topovnjača klase *Rade Končar*, → ophodnih brodova klase *Mirna*, raketnih → fregata klase *Kotor*, suvremene klase → desantnih brodova minopolagača *Silba*, manjega → minolovca *LM-51 Korčula*, riječnoga minolovca i drugih brodova koji su kasnije izrađeni u hrvatskim brodogradilištima.

U Institutu je znatno unaprijeđena dizelsko-električna propulzija podmornica, razvijeni su materijali poboljšanih svojstava (čelik veće čvrstoće i veće otpornosti na vlačna naprezanja), uvedena je primjena novih materijala te unaprijeđena zaštita protiv korozije. Projekti razvoja modernih desantno-

-jurišnih čamaca iz staklom ojačane plastike bili su prva domaća vojna primjena te tehnologije (1960-ih), a riječni minolovci su, prvi u tadašnjoj brodogradnji, bili izrađeni od aluminijske slitine te potpuno zavareni. Istaknuti stručnjaci bili su Mile Arnautovski, zaslužan za uvođenje stakloplastike u podmornice, podmorničari Ž. Alujević (direktor) i J. Šretner, stručnjak za čvrstoću trupa → Dragan Štulhofer te stručnjaci za brodsku propulziju → Ivo Bujas te → Ante Sentić.

Djelatnost Instituta na području mornaričkih sustava, povezujući brodske i kopnene oružane sustave te informacijske sustave, ostvarila je znatne rezultate poput razvoja broetskoga protuzračnog topa *M-71* kalibra 20 mm, više dubinomjera i sonara, sustava kormilarenja i strojnoga telegrafa na raketnim topovnjačama klase *Rade Končar* i dr. Razvijeni su i sustavi kompenzacije broetskoga magnetizma, upravljanja brodom te nadzora šuma vlastita broda. Ivan Rojnik, stručnjak za upravljanje vatom, zaslužan je za obuku i obrazovanje nekoliko generacija stručnjaka.

Razvojem nekontaktnih mina vlastite konstrukcije, dubinskih bombi i ostalih sredstava ratne tehnike Institut je ostvario vlastiti cilj samostalnosti u razvoju podvodnoga oružja. Posebno se istaknuo Svetozar Kopilić, konstruktor brzotonuće dubinske bombe.

Ispitivanja brodske hidrodinamike u Institutu odvijala su se u specijaliziranim radionicama za izradbu modela brodova i brodskih vijaka, laboratorijima opremljenima instrumentima za ispitivanje brodova u eksploataciji i na poligonima, te u četiri hidrodinamička bazena i dva kavitacijska tunela za ispitivanje brodskih vijaka. Okrugli bazen površine oko 100 m<sup>2</sup> i dubine 2,5 m opremljen je kolicima za tegljenje, a dva velika bazena površine 3453 m<sup>2</sup> i 1512 m<sup>2</sup>, dubine 6 m i 3,2 m te mali bazen površine 132–201 m<sup>2</sup> i dubine 2,5 m opremljeni su kolicima za tegljenje i generatorom valova. Radi povećanja točnosti mjerenja, u Institutu su razvijene metode mjerenja gotovo svih hidrodinamičkih veličina električnim putem te su izrađeni uređaji i instrumenti. Ubrzo su uz ispitivanja broetskog otpora i forme uvedena ispitivanja propulzije, upravljivosti i pomorstvenosti. Znatan doprinos ostvaren je i razvojem metode modelskih ispitivanja i analize upravljivosti podmornica te razvojem broda pune forme s dobrim hidrodinamičkim značajkama, a jednostavne tehnološke izvedbe. Već u početnim godinama rada ispitivano je oko 40 modela brodova godišnje, većim dijelom za potrebe civilne brodogradnje, s oko 600 pokusa ili 5000 sati korištenja bazena i kavitacijskih tunela. Institut je tijekom vremena postao središte istraživanja i rada na problematici brodske hidrodinamike u Hrvatskoj, s istaknutim stručnjacima poput → Mladena Fanceva, → Antuna Gamulina i → Miroslava Sambole-

BRODARSKI INSTITUT,  
okrugli hidrodinamički  
bazen s drvenom kupolom

ka, a po opremljenosti i stručnom kadru dugo je bio jedinstven u Europi.

Djelatnost konstrukcije broda temelji se na ispitivanjima i analizi čvrstoće i vibracija dijelova konstrukcije te otpornosti na udare, a Institut je svoj uspjeh ostvario razvojem vlastitih uređaja te računalnih programa za statičku i dinamičku analizu brodskih konstrukcija. Za vlastite potrebe konstruiran je uzbudivač vibracija s rotirajućim masama na jednoj osovini, autora → Miljenka Ferića i → Borisa Medje.

Fizikalno-matematičkim istraživanjima upotpunjavala su se i usmjeravala istraživanja na projektima Instituta i drugih znanstvenih institucija u zemlji. Proučavanjem akustičkih fenomena istraživali su se hidrodinamički izvori buke, zaštita od buke na brodovima te metode proračuna, a razvijeni su i vlastiti uređaji poput senzora i pribora za ispitivanje hidrodinamičkoga šuma.

U dopunske djelatnosti i službe Instituta ubrajaju se odjel standardizacije, koji je bio nositelj normizacije i tipizacije vojne tehnike JRM-a, radionice za izradbu modela, maketa i probnih uzoraka, odjel za znanstveno-tehničku dokumentaciju, nužan za znanstvenoistraživački rad, a koji je raspolagao tisućama knjiga, časopisa, normi i drugih dokumenata (elaborati, studije, analize) te stručne službe (za plan i organizaciju, komercijalna i financijska te služba za kadrovske i opće poslove).

Tijekom višedesetljetne djelatnosti Institut je dosegao svjetsku razinu i međunarodni ugled, čemu su pridonijeli i zaposlenici dobitnici Državne nagrade za znanost: Tihomir Štimac, Tihomir Tintor, Hu-sein Pašagić i Krešimir Bubljić (1973), Muhamed Sućeska (1997), Alan Štimac (1999) te Krunoslav Horvat (2000).

### Brodarski institut nakon osamostaljenja RH

Nakon osamostaljenja RH, Brodarski institut prešao je 1991. u vlasništvo države, ali ne više kao vojna ustanova. Ipak, kao institucija od posebnoga interesa za RH, na temelju rješenja Ministarstva znanosti iste je godine upisan u Registar znanstvenoistraživačkih organizacija u znanstvenom području strojarstva i brodogradnje. U ratnim godinama Institut je povećavao borbenu spremnost vojske, modernizirana je jedina preostala diverzantska podmornica u Splitu, razvijena su borbena oklopna vozila, dovršeni projektili za minobacače i upaljači za granate. Prvi prototip borbenoga oklopnog vozila isporučen je HV-u potkraj 1992. Djelatnost Brodarskoga instituta u sljedećim je godinama reducirana. Uskoro se prestao financirati iz proračuna, a 1992. registriran je kao društvo s ograničenom odgovornošću u državnom vlasništvu te se orijentirao na komercijalne ugovore iz privatnog i javnoga sektora.

U nedostatku projekata hrvatske brodogradnje kao glavnoga naručitelja poslova, Institut se okrenuo

Direktori Brodarskog instituta			
Brodarski naučni institut		Stanko Šilović	1948–51.
		Ivan Randić	1951–53.
		Stanko Šilović	1953–57.
		Blagoje Vlašić	1957–59.
Uprava mornaričko-tehničkih instituta	Institut za brodsku hidrodinamiku	Milan Pulko	1960.
		Blagoje Vlašić	1960–65.
		Marjan Seliškar	1965–67.
	Institut za mornaričko naoružanje i opremu	Franjo Rustija	1960–62.
		Čedo Prica	1962–65.
		Zahid Mutevelić	1965–67.
	Institut za brodogradnju	Nikola Aračić	1960–62.
		Vlado Despot	1963–67.
		Mile Arnautovski	1967.
Brodarski institut		Žarko Alujević	1967–73.
		Zahid Mutevelić	1974–85.
		Vukašin Kristić	1985–89.
		Andrej Korbar	1990.
		Željko Dobranović	1991–92.
		Vladimir Andročec	1992–2000.
		Nenad Bobanac	2000–03.
		Vladimir Koroman	2003–15.
		Ognjen Kuljača	2015–17.
Igor Tripković	od 2017.		



suradnji s HEP-om na poslovima energetske mjerenja na hidroelektranama, ispitivanjima hidrauličkih modela i dr. Ostvarena je i suradnja s Hrvatskim vodama i Hrvatskim cestama, pa je tako sredinom 1990-ih izrađen i ispitan model tunela Sv. Rok, a aerodinamika strujanja zraka u tunelu bila je prvo takvo ispitivanje u Hrvatskoj.

Ulaskom u nove djelatnosti, prihvaćanjem novih tehnologija i obnovom kadra, Institut je preoblikovan te posluje kroz odjele Hidrodinamika plovniha objekata i modeliranje energetske postrojenja, Projektiranje i razvoj plovniha objekata, Upravljanje procesima, Centar za ekotehnologije, Akustika te Obnovljivi izvori energije i energetska učinkovitost. U novim se prilikama Institut nije najbolje snašao te ostvaruje tek mali dio nekadašnjih uspjeha. Smjerovi njegova budućeg razvoja još se istražuju.

LIT.: Brodarski institut 1948–78. Zagreb, 1978. ~ Brodarski institut. Pedeset godina postojanja. 1948.–1998. Brodogradnja, 46 (1998) 2 (broj posvećen obljetnici Brodarskog instituta).

V. Androćec

**brodarstvo**, gospodarska djelatnost prijevoza robe i putnika, vodnim prometnim putovima. Može biti morsko i → riječno ili unutarnje brodarstvo.

### Morsko brodarstvo

Morsko brodarstvo dio je pomorskoga gospodarstva koji se koristi morskom površinom kao prometnim putem za prijevoz tereta i osoba (teretno i putničko brodarstvo) u prekomorskoj i obalnoj plovidbi. *Teretni morski brodovi* prevoze različite vrste tereta i najviše 12 putnika. Prema vrsti tereta mogu biti: brodovi za prijevoz općih tereta, za prijevoz komadnih, rasutih te tekućih tereta, kontejnerski brodovi, brodovi za paletizirani i hlađeni teret te prijevoz specijalnih tereta, ro-ro brodovi, brodovi za teglenice. Prema području plovidbe, dijele se na brodove duge ili obalne plovidbe, a prema organizaciji i uvjetima poslovanja na linijske brodove i trampere (slobodna plovidba). *Putnički morski brodovi* prevoze više od 12 putnika. Prema području plovidbe mogu biti brodovi obalne plovidbe (male i velike obalne plovidbe, izletnički i kanalski brodovi te trajekti) i prekoceanske plovidbe (linijski, za kružna putovanja).

Prema organizaciji i uvjetima poslovanja, morsko brodarstvo dijeli se na linijsko, slobodno i tankersko. U *linijskome brodarstvu* brodovi plove unaprijed određenim linijama, prema utvrđenom plovbenom redu. Zbog toga obično ne uspijevaju iskoristiti sav kapacitet kojim raspolažu. U *slobodnome brodarstvu* brodovi su u potrazi za teretom, stoga plove slobodnom, ekonomski najpovoljnijom rutom. Slobodno tržište uvjetuje visinu vozarine pa se stoga redovito nastoji iskoristiti sav kapacitet kojim brodovi raspolažu. U *tankerskome brodarstvu* brodovi prevoze naftu i njezine derivate. Ugovori-



ma se definiraju trajanje prijevoznike usluge i rute kojima tankeri plove (obično zemlje proizvođača i zemlje prerađivača). Visine vozarina podložne su tržišnim uvjetima pa se stoga nastoji iskoristiti sav kapacitet kojim tankeri raspolažu. Katkad se za prijevoz nafte ili njezinih derivata rabe i brodovi za prijevoz kombinirana masovnog tereta (OBO-brodovi).

BRODARSTVO, naslovnica časopisa *Svijet* s prikazom parobroda *Kralj Aleksandar I.* Dubrovačke parobrodarske plovidbe, 1932.

### Povijest morskog brodarstva na hrvatskoj obali Jadranskog mora

#### Počeci

Grapčeva špilja kraj Humca na Hvaru među nekoliko je najvažnijih prapovijesnih (neolitičkih i eneolitičkih) nalazišta na istočnoj obali Jadranskoga mora. U špilji su pronađeni arheološki nalazi višebojne keramike hvarske kulture za koju se smatra da je nastala 4000 godina pr. Kr. Na fragmentima jedne posude pronađen je najstariji prikaz lađe u