

Izvor GRUBIŠIĆ, CIMB, Ivana Lučića 5, 10000 Zagreb, izvor.grubisic@fsb.hr
Vedran SLAPNIČAR, FSB, Ivana Lučića 5, 10000 Zagreb, vedran.slapnicar@fsb.hr
Ivan MUNIĆ, FSB, Ivana Lučića 5, 10000 Zagreb, ivan.munic@fsb.hr
Luka MUDRONJA, PFST, Ruđera Boškovića 37, 21000 Split, luka.mudronja@pfst.hr

POMORSKA BAŠTINA I PRAKTIČNA EDUKACIJA

Sažetak

Očuvanje pomorske baštine kao dijela cjelokupnog kulturnog nasljeđa jednog naroda ima važnu ulogu u formiranju identiteta i prenošenju iskustva na nove generacije studenata. Istovremeno je niz djelatnosti u području male brodogradnje postalo zanimljivo kao predmet sustavnog proučavanja, te je tako pobudilo interes studenata za tehničke, tehnološke i inženjerske probleme struke. Spajanjem ovih dviju komponenti potaknuta je organizacija Ljetne škole male brodogradnje koja bi obuhvatila tehnički i kulturni aspekt djelatnosti. Od 2013. do 2016. godine održane su 4 ljetne škole na kojima je ukupno 40 studenata steklo praktični uvid u probleme gradnje i projektiranja malih brodova. Istovremeno su temeljito upoznali tradicijske brodove te proveli praktična mjerenja forme na njima. Rezultati studentskog rada pokazani su putem kompjuterski izgladenih nacрта brodskih linija koji ujedno služe očuvanju informacija o brodovima za koje postoji ozbiljna opasnost da se u potpunosti izgube i nestanu.

Ključne riječi: ljetna škola, mala brodogradnja, brodograđevna baština, brodska forma, praktični rad

MARITIME HERITAGE AND HANDS-ON EDUCATION

Abstract

Preservation of maritime heritage, as part of the total cultural heritage of any nation, has important role in forming identity and transferring experiences from the past to the next generation of students. At the same time different activities in the field of boatbuilding and naval architecture of small craft is rising student interest in the technical and engineering aspect of small craft. Joining the two components an idea of organizing Summer schools was formulated. From 2013 to 2016 four Summer schools were organized in which a total of 40 students acquired practical and theoretical insight into problems of designing and building of boats and small craft. Participating in the school activities the students got firsthand experience of traditional boats and vessels and measured their form. The results of the measurement are presented as computer faired standard hull lines drawings that will preserve the information of the ships that may decay in the future.

Key words: summer school, boatbuilding, maritime heritage, hull form, hands-on approach

1. Uvod

1.1. Općenito

Pomorska baština je jedna od temeljnih kulturnih vrijednosti svakog pomorskog naroda. Premda ima previše primjera kad je pomorska baština bila potpuno ignorirana pa i namjerno uništavana, ipak se u zadnje vrijeme osjeća "promjena vjetra". Osnivaju se zbirke i izložbe, a i muzeji potpuno posvećeni toj tematici.

Pomorska baština je nužno multidisciplinarna jer se mora simultano promatrati sam brod (brodica), funkcija broda, upravljanje brodom, kao i kulturni kontekst u kojemu taj brod ispunjava svoju funkciju. Očigledno su uključene razne struke: brodogradnja, strojarstvo, pomorstvo, ali i industrijski dizajn, arhitektura, ribarstvo, itd.

Analizom dugogodišnjeg iskustva u radu sa studentima brodogradnje i pomorstva ustanovio se nedostatak praktičnog iskustva koji bi studentima dao dodatne vještine pored onih koje se redovito stječu na studiju.

Ideja pokretanja ljetne škole pojavila se nakon jedne izložbe tradicionalnih hrvatskih brodova održane 2012. godine u Murteru u prostoru Marine Vinici i Malog škvera. Već 2013. godine pokrenuta je prva "Ljetna škola male brodogradnje". Neke važne preduvjete za školu stvorio je vlasnik brodogradilišta besplatnim smještajem studenata u svome prostoru, slobodnim pristupom u brodogradilište te svakovrsnom pomoći radu škole. Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu i Pomorski fakultet Sveučilišta u Splitu su razradili plan i sadržaj aktivnosti te odredili potrebne ishode učenja.

Svakom studentu Ljetne škole male brodogradnje koji uspješno usvoji ishode učenja odobrena je dodjela po 2 ECTS boda u skladu s Pravilnikom o dodjeli ECTS bodova za izvannastavne djelatnosti Sveučilišta u Zagrebu [1].

1.2. Misija i vizija Ljetne škole u skladu su sa zacrtanim ciljevima

Misija škole je pripremiti sudionike Ljetne škole za doprinos i rješavanje inženjerskih zadataka u području male brodogradnje, proširiti teoretska i praktična znanja, potaknuti znatiželju za probleme male brodogradnje, dati podlogu za cjeloživotno učenje i približiti studentima praktični rad u malom brodogradilištu.

Vizija Ljetne škole je da bude mjesto okupljanja i usavršavanja visoko motiviranih mladih ljudi, priprema za karijeru u maloj brodogradnji te doprinos čuvanju i proučavanju hrvatske pomorske baštine.



Slika 1. Prvi dan prve Ljetne škole male brodogradnje 2013. godine

Fig. 1 The first day of the first Summer school 2013

1.3. Glavne teme Ljetne škole

Centralna tema škole je bila proučiti temeljna svojstva malih brodova, s posebnim naglaskom na tradicionalne hrvatske tipove drvenih brodova koji su temelj naše brodograđevne baštine. U velikoj mjeri ostvarena je ideja usmjerenosti na praktični rad studenata i provođenje mjerenja na brodu, dok je teoretski dio obrađen u improviziranoj učionici, a dio su studenti pripremili sami na temelju stručne literature koju su ranije dobili na raspolaganje: [2], [3], [4].



Slika 2. Otvaranje 2. Ljetne škole

Fig. 2 Opening of the second Summer school

1.4. Sinergijski učinci

Značajni sinergijski efekti su postignuti na više razina jer su polaznici dolazili s različitih Sveučilišta i fakulteta - Fakulteta strojarstva i brodogradnje - Zagreb, Pomorskog fakulteta- Split, Arhitekture i dizajna - Zagreb te Tehničkog fakulteta - Rijeka, pripadali različitim generacijama (od 1. do 5.godine studija) te bili potaknuti da međusobno izmjenjuju iskustva. Suradnja je bila tim efikasnija jer su studenti boravili u prostoru škole. Direktna komunikacija s majstorima brodograditeljima uz rad na konkretnim poslovima omogućila im je uvid u niz praktičnih problema kao i pristup njihovom rješavanju koji nije moguć u učionici *ex cathedra*.



Slika 3. Improvizirana predavaonica

Fig. 3 Improvised lecture room

1.5. Posjete drugim malim brodogradilištima

U blizini Murtera aktivno je nekoliko manjih brodogradilišta koja dodatno pružaju izvrsnu priliku za bolji uvid u malu brodogradnju i primijenjene tehnološke postupke. Studentima je organizirana posjeta:

- Brodograđevnoj radionici Ante Fržopa u Betini,
- Brodograđevnoj radionici Ćira Burtine u Betini,
- Brodogradilištu Igora Stipaničeva u Tribunju (uvala Sovlja).



Slika 4. Gajeta "CICIBELA"

Fig. 4 Gajeta "CICIBELA"

1.6. Posjeta Muzeju betinske drvene brodogradnje

U Betini je 2015. godine otvoren muzej posvećen prvenstveno betinskoj i murterskoj gajeti. Uz veći broj originalnih izložaka prikazan je i tradicionalni način oblikovanja forme pomoću "buške, šesta i murila". Posebnu vrijednost muzeja predstavljaju modeli brodova koje je izradio Luciano Keber, kao i računalna simulacija gradnje broda koju je izradila Maja Pavičić, dipl. ing.

1.7. Društvene aktivnosti

Ljetna škola pružila je studentima i priliku upoznavanja sa starijim kolegama inženjerima koji su samoinicijativno došli vidjeti što se sve u školi događa. Pored toga na svakom otvorenju škole održano je i prigodno uvodno predavanje koje obrađuje aktualne teme. Tako su predavali:

- dr. sc. Igor Belamarić, dipl. ing.,
- dr. sc. Predrag Čudina, dipl. ing.,
- prof. dr. sc. Izvor Grubišić, dipl. ing.

Školu je dvaput posjetio i naš poznati arhitekt akademik Nikola Bašić i tom prilikom razgovarao sa studentima.

1.8. Odjek u medijima

Škola je izazvala znatni interes medija. Vijesti o aktivnosti Ljetne škole male brodogradnje pojavile su se u:

- Slobodnoj Dalmaciji,
- UNIVERSITAS prilogu Slobodne Dalmacije,
- Šibenskom listu te na web stranici www.rudinapress.hr.

Škola je dosta opsežno predstavljena i na radiju i televiziji u emisijama i to:

- Radio Split,
- Radio Kornati,
- HR1 Pomorska večer,
- HRT Dnevnik,
- HRT More,
- HRT Hrvatska uživo,
- HRT Dobro jutro Hrvatska,
- RTL Vijesti.

Studenti i nastavnici su predstavili rad škole kao i vlastita razmišljanja o koristi ovakvih aktivnost. Ovakav publicitet je znatno proširio interes za rad škole te su nam se javili mnogi koje zanima pomorska baština i njeno očuvanje.



Slika 5. Snimanje forme pramčane statve

Fig. 5 Taking the form of stem

2. Program Ljetne škole male brodogradnje

Program Ljetne škole male brodogradnje obuhvaća sljedeće teme.

Forma:

- prikaz forme malih brodova,
- teoretska podloga za snimanje forme (linija) brodice u marini,
- potrebni pribor,
- priprema mjerenja,
- mjerenje očitavanja forme,
- grafička provjera izmjenog,
- izgladivanje forme,
- prezentacija rezultata.

Konstrukcija:

- teoretska podloga za konstrukciju malih brodova,
- materijali u maloj brodogradnji (posebno nehrđajući čelici),
- zaštita konstrukcije,
- osnovne tehnologije gradnje trupa,
- konstruktivni elementi.

Materijali:

- vrste materijala,
- problemi obrade i spajanja materijala,
- zaštita materijala.

Stabilitet:

- osnove stabiliteta malih brodova,
- pokus nagibanja,
- teoretska podloga za pokus nagibanja,
- priprema pribora za pokus,
- plan izvedbe pokusa nagibanja,
- pregled težina, tankova i priveza,
- provjera gaza i istisnine brodice u moru,
- provođenje pokusa nagibanja,
- kontrola rezultata,
- izvještaj o pokusu i rezultati.

Pomorstvo:

- lučke kapetanije,
- klasifikacijska društva,
- sigurnost i organizacija rada na brodu,
- ergonomija nadgrađa broda.

Hrvatska brodograđevna baština:

- vrste tradicionalnih brodova na Jadranu,
- gajete otoka Murtera,
- tradicionalni tehnološki postupci u gradnji malih brodova,
- tradicionalno nazivlje.

3. Ishodi učenja:

Ljetna škola male brodogradnje nudi polaznicima stjecanje ishoda učenja i odgovarajućih kompetencija u šest disciplina koje tretiraju širu problematiku male brodogradnje.

Polaznici stječu kompetenciju snimanja/mjerenja forme malog broda i bit će u stanju:

- razlikovati specifičnosti forme malih brodova,
- usvojiti principe i vještinu snimanja forme postojećeg broda,
- planirati i pripremiti mjerenja,
- mjerenje očitavanja forme korištenjem pribora,
- grafički provjeriti izmjereno,
- izglati formu na računalu,
- prezentirati i diskutirati rezultate snimanja forme.

Polaznici stječu kompetenciju snimanja općeg plana malog broda i bit će u stanju:

- razlikovati funkcionalnost prostora malih brodova,
- usvojiti principe projektiranja brodskih prostora,
- usvojiti elemente ergonomije potrebne za projekt malog broda,
- koristiti priručna sredstva za snimanje unutrašnjih oblika prostora,
- provjeriti snimljeni opći plan,
- izraditi i prezentirati temeljni crtež općeg plana.

Polaznici stječu osnovne kompetencije konstrukcije malog drvenog broda i mogu:

- razlikovati glavne elemente konstrukcije malih drvenih brodova,
- usvojiti teoretsku podlogu opterećenja i dimenzioniranja konstrukcije malih brodova,
- upoznati se s osnovnim tehnologijama gradnje trupa malih drvenih brodova.

Polaznici stječu kompetenciju razlikovanja najvažnijih materijala koji se koriste u maloj brodogradnji te će biti u stanju:

- razlikovati najčešće metalne i nemetalne materijale u maloj brodogradnji,
- razumjeti kriterije za izbor materijala u maloj brodogradnji,
- izabrati način spajanja elemenata strukture,
- usvojiti važnost pravilne zaštite konstrukcije i vezu s oblikovanjem konstrukcije.

Polaznici stječu kompetenciju provjere plovnosti i statičkog stabiliteta malog broda i mogu:

- razlikovati osnovne postavke statičkog stabiliteta (momente nagibanja i moment stabiliteta),
- razumjeti važnost i svrhu pokusa nagibanja,
- usvojiti teoretsku podlogu za pokus nagibanja,
- planirati izvedbu i pripremiti pribor za pokus,
- izvršiti sustavno pregled težina, tankova i priveza,
- provjeriti gazove te odrediti istisninu brodice u moru,
- provesti pokus nagibanja,
- kontrolirati rezultate i po potrebi ispraviti greške,
- izvijestiti o rezultatima pokusa.

Polaznici stječu uvid u usku povezanost brodogradnje i pomorstva te razumijevanje:

- uloge lučkih kapetanija,
- uloge klasifikacijskih društava,
- uloge sigurnosti na brodu i važnosti organizacije rada na brodu,
- važnosti ergonomičnosti broskog nadgrađa za sigurnost i efikasnost broda.



Slika 6. Priprema za isplovljavanje

Fig. 6 Preparation to sail

Polaznici stječu uvid u glavne vrste malih tradicionalnih brodova na Jadranu i mogu:

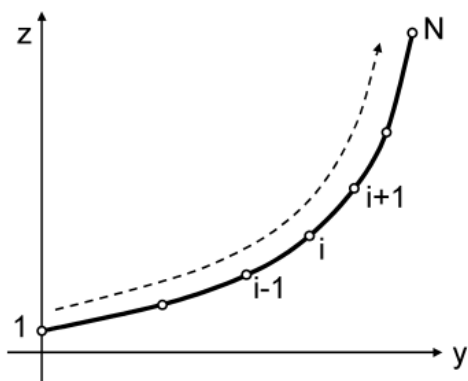
- razumjeti osobine osnovnih tipova i vrsta tradicionalnih brodova na Jadranu,
- posebna je pozornost posvećena čuvanju tradicije gajete otoka Murtera,
- koristiti tradicionalne postupke oblikovanja malih brodova,
- razumjeti tradicionalno nazivlje male brodogradnje.

4. Snimanje forme broda

Kao jedan od praktičnih dijelova programa Ljetne škole male brodogradnje opisanih u paragrafu 2, ovdje će se dati samo opis praktičnog rada snimanja forme broda.

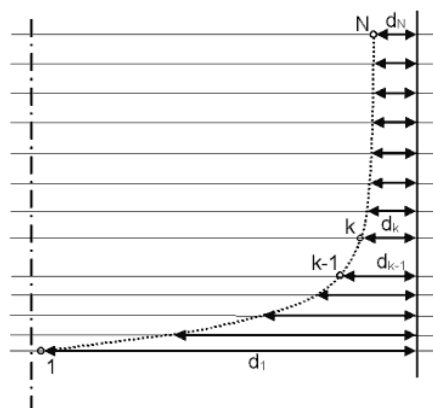
Studentima se prikazuju problemi snimanja forme postojećeg broda i ukratko opisuju sve postojeće metode, od tradicionalnih do suvremenih laserskih i fotogrametrijskih postupaka.

Forma broda snimljena je načinom uobičajenom u našoj maloj brodogradnji. Snimaju se oblici rebara i oblici krmene i pramčane statve točka po točka kao osnova za rekonstrukciju forme u obliku standardnog brodograđevnog nacrtu brodskih linija.



Slika 7. Redosljed točaka na rebru

Fig. 7 Order of points on section



Slika 8. Mjerenje točaka na rebru

Fig. 8 Taking points on section

Na svakom rebru treba snimiti dovoljni broj točaka za vjernu reprodukciju oblika rebra. U tu svrhu treba planirati položaj točaka tako da njihova međusobna udaljenost (mjereno po oplati broda) bude jednolika od točke na kobilici (1) do točke na razmi (N). Točke trebaju biti gušće na mjestima jače zakrivljenosti dok na relativno ravnim dijelovima razmak točaka može biti i malo veći. Za rebra bez osobitih zakrivljenja i bez iznenadnih promjena oblika, u načelu je dovoljno snimiti od 10 do 15 točaka. Ako rebro ima zgibove ili znatne promjene zakrivljenosti treba snimiti i do 20 točaka. Bolje je snimiti više nego premalo točaka, jer premalo točaka može biti nedostavno za opisivanje stvarne forme krivulje što dovodi u pitanje kvalitetu cijelog snimanja. Ukoliko postoji diskontinuitet prve derivacije (zgib) na rebru tu točku treba obavezno snimiti i označiti kao zgib.



Slika 9. Snimanje rebara

Fig. 9 Taking the frames

Obrada snimljenog materijala. Snimljeni materijal je preračunat u zajednički koordinatni sustav broda koji je preliminarno smješten na krmenu okomicu, a po visini na ravnu betonsku podlogu na kojoj je brod sniman. Kasnije će se koordinatni sustav premjestiti na glavno rebro i osnovica na rub utora kobilice.

Snimljena očitavanja forme su unesena u program "STUDFORM" koji je razvijen na FSB i namijenjen slobodnoj upotrebi studentima, ali i široj publici. Program je dostupan na adresi: <http://www.fsb.unizg.hr/geometrija.broda/> zajedno s uputama za rad s programom [5].

Alternativno se snimljeni materijal može prenijeti na crtež brodske forme (nacrt linija) te zatim izgladiti iterativnim postupkom korištenjem elastičnih letvica, utega i krivuljara.



Slika 10. Ručno crtane linije u stvarnoj veličini

Fig. 10 Manually traced full scale lines

Faze snimanja forme:

- postavljanje broda u položaj za snimanje i provjera nagiba i trima,
- provjera zakrivljenosti kobilice i mjerenje zakrivljenosti kobilice,
- mjerenje debljine kobilice, krmene i pramčane statve i položaja osovine propelera i osovine kormila (ili štenaca),
- postavljanje krmene okomice,
- označavanje položaja rebara za snimanje,
- snimanje konture krme,
- snimanje konture pramca,
- snimanje dovoljnog broja rebara,
- preliminarna kontrola snimljenog materijala i eliminacija grešaka (uz ponavljanje očitavanja po potrebi),
- dovođenje svih snimljenih krivulja u zajednički koordinatni sustav.

Faze preliminarne obrade snimljene forme:

- unošenje krivulja u program STUDFORM koji je dostupan na adresi [5],
- preliminarno izgladivanje snimljenih krivulja (u 2D),
- formiranje uzdužnih 3D kontrolnih krivulja (linija dna i linija razme-sržnice) i formiranje drugih kontrolnih krivulja (zgibova) ako postoje,
- izgladivanje kontrolnih krivulja u svim projekcijama (u 3D).

Faze izgladivanja snimljene forme:

- presijecanje forme sustavom vodnih linija, uzdužnica i širnica; ovisno o obliku broda izabrat će se dovoljni broj krivulja koje daju potrebni broj točaka za vjernu reprodukciju oblika rebara koja će se generirati u sljedećem koraku,
- sistematsko izgladivanje sustava vodnih linija, uzdužnica i/ili širnica vodeći računa o konzistentnom pristupu i o očuvanju dovoljne gustoće opisa forme; nakon ove faze forma je potpuno opisana kontrolnim krivuljama i sustavom vodnih linija, uzdužnica i širnica, ali još nije izgladena,
- generiranje novih rebara presijecanjem vodnih linija, uzdužnica i širnica,
- izgladivanje novih rebara; prva i zadnja točka na rebro i eventualno na zgibu se ne pomiču, jer pripadaju kontrolnim krivuljama koje su uzdužno već izgladene; broj novih rebara treba biti veći od broja originalno snimljenih rebara, a posebno treba ubaciti više rebara na krmi i na pramcu,
- izgladivanje forme se radi iterativno uz postepeno povećavanje broja uzdužnih krivulja; redovito su dovoljne dvije do tri iteracije za generiranje glatke forme,
- prikaz forme grafički putem nacрта vodnih linija, nacрта uzdužnica i nacрта rebara.

5. Rezultati

Svaka od četiri održane Ljetne škole male brodogradnje rezultirala je dokumentiranim izvještajem o radu. U izvještajima su prikazani brodovi kojima je snimljena forma, rezultati pokusa nagibanja, kao i prikaz ostalih djelatnosti studenata. Kao trajna vrijednost ostaju zapisi snimljene forme koji su prikazani u nastavku. Također je i tradicija da se svake godine u logotipu Škole nalazi kontura broda snimljenog na prethodnoj Školi.



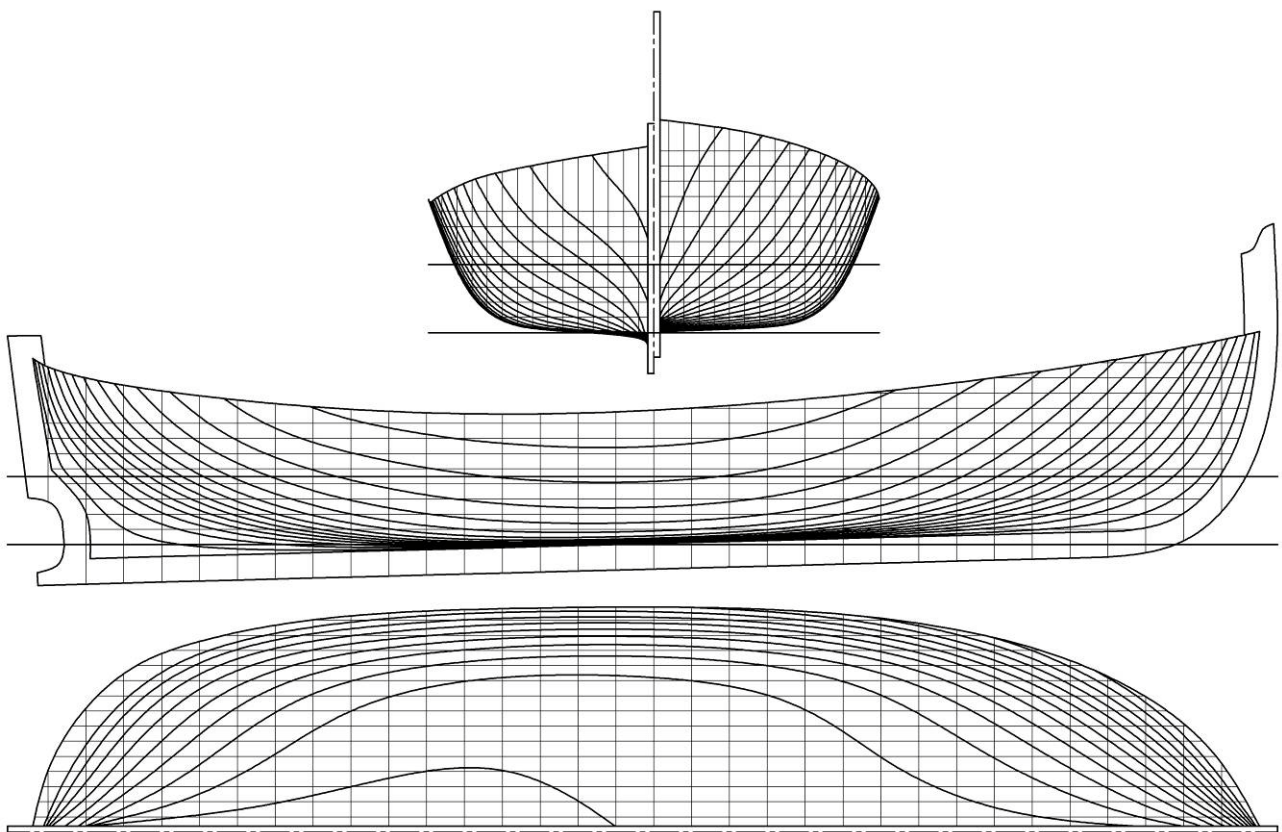
Slika 11. Logotipi prve četiri Ljetne škole

Fig. 11 Logos of first four Summer schools



Slika 12. Leut MU-632 "Nikola"

Fig. 12 Leut MU-632 "Nikola"



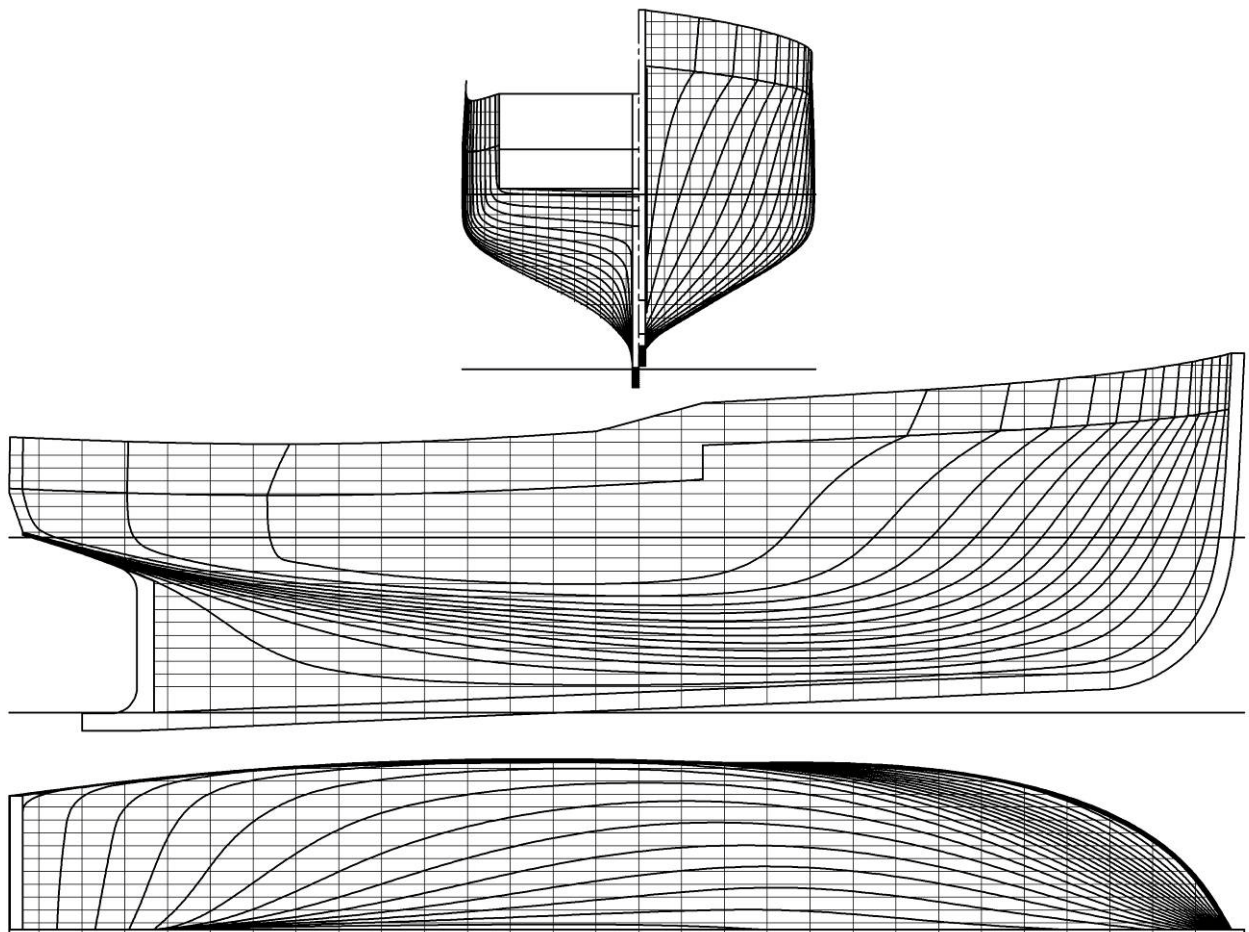
Slika 13. Izgladene linije leuta MU-632 "Nikola"

Fig. 13 Faired lines of MU-632 "Nikola"



Slika 14. Ribarski brod "Iskren"

Fig. 14 Fishing vessel "Iskren"



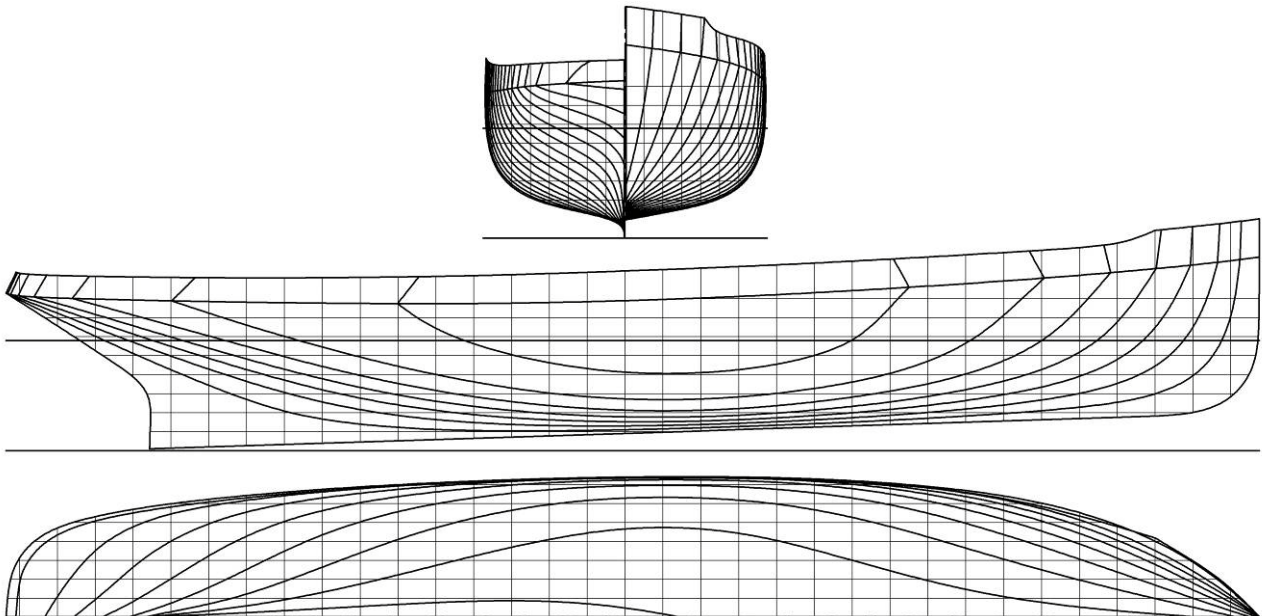
Slika 15. Izgladene linije broda "Iskren"

Fig. 15 Faired lines of the "Iskren"



Slika 16. Lučki tegljač "Rex"

Fig. 16 Harbor tug "Rex"



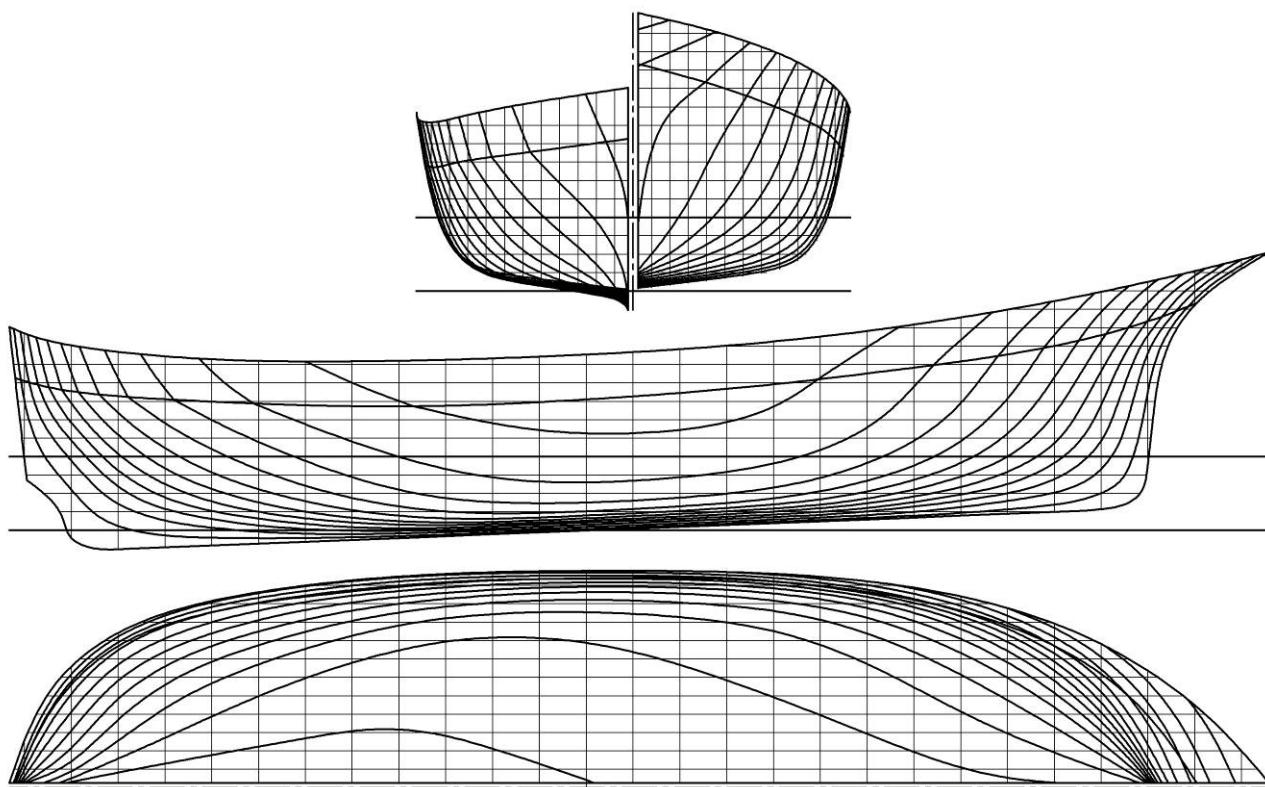
Slika 17. Izgladene linije broda "Rex"

Fig. 17 Faired lines of the "Rex"



Slika 18. Obalni brod štilac "Venera"

Fig. 18 Coastal vessel (štilac - stella) "Venera"



Slika 19. Izgladene linije broda "Venera"

Fig. 19 Faired lines of the "Venera"

6. Organizatori i nastavnici

Ljetnu školu male brodogradnje podupire veći broj organizatora. Svaki od organizatora doprinosi radu škole, a i predavači su zaposlenici ili članovi organizatora:

- Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje,
- Sveučilište u Splitu - Pomorski Fakultet,
- Mali Škver d.o.o, Murter, Marko Bašić, direktor,
- Marina Vinici d.o.o, Murter, Jure Bašić, direktor,
- Mariner Brod-Ing Betina d.o.o. projektni ured za brodogradnju, vlasnik Ivan Marinčić,
- CIMB - Centar za Inovacije u Maloj Brodogradnji, predsjednik: Izvor Grubišić,
- Općina Murter-Kornati, Općinski načelnik: Toni Turčinov, (Ivan Božikov do 2016.).

Predavanja i praktični rad na terenu proveli su:

- Prof. dr. sc. Izvor Grubišić, dipl. ing. brodogradnje, voditelj Ljetne škole,
- Prof. dr. sc. Ivan Juraga, dipl. ing. strojarstva,
- Prof. dr. sc. Pero Vidan, dipl. ing. pomorskog prometa, kapetan duge plovidbe,
- Prof. dr. sc. Vedran Slapničar, dipl. ing. brodogradnje,
- Pred. Ivan Munić, dipl. ing. brodogradnje,
- Asist. Luka Mudronja, univ. mag. ing. nav. arch.,
- Ivan Marinčić, dipl. ing. brodogradnje,
- Hrvoje Marinčić, dipl. ing. brodogradnje.

Zahvala

Škola ne bi mogla opstati bez puno uloženog truda, dobre volje i entuzijazma svih sudionika i organizatora. Ovom prilikom svima zahvaljujemo na sudjelovanju, a posebno Marku Bašiću koji je svoj dom otvorio studentima i omogućio nam ugodan rad i boravak.

Literatura

- [1] ...: "Pravilnik o dodjeli ECTS bodova za izvannastavne djelatnosti Sveučilišta u Zagrebu", dostupan na <http://www.unizg.hr/o-sveucilistu/dokumenti-i-javnost-informacija/propisi/pravilnici/>
- [2] ...: "Pravila za tehnički nadzor brodova od drva, aluminijskih slitina i plastičnih materijala", Hrvatski registar brodova, Split, 2013.
- [3] ...: "Pravila za statutarnu certifikaciju putničkih brodova u nacionalnoj plovidbi", Hrvatski registar brodova, Split, 2013.
- [4] GULDBANDSEN, O.: "Fishing Boats Designs 2", Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2004.
- [5] GRUBIŠIĆ, I., BEGOVIĆ, E., MUNIĆ, I.: "Geometrija broda", online udžbenik dostupan na <http://www.fsb.unizg.hr/geometrija.broda/>
- [6] GRUBIŠIĆ, I., MUNIĆ, I., STIPČEVIĆ, M.: "Konstrukcija malog broda", online udžbenik dostupan na <http://www.fsb.unizg.hr/kmb/>