

ZAVRŠNO IZVJEŠĆE o studentskoj praksi

Student: Ivan Šaško

Matični broj studenta: 0069040112

Studijska godina: 2010-2011

Modul: Računarsko inženjerstvo

Ime akademskoga mentora: doc.dr.sc. Zoran Jurković

Ime industrijskoga mentora: red. prof. dr. sc. Bruno Čalić

lipanj 2011, Rijeka

www.riteh.uniri.hr
zoran.jurkovic@riteh.hr
tel.: +385 51 651 466
fax: +385 51 651 468



1. Opće informacije

Student			
Ime studenta: Ivan Šaško		Studijska razina: Diplomski	
Matični broj: 0069040112	Adresa e-pošte: isasko@riteh.hr		Telefon: 0989877997
Razdoblje prakse	Od: travanj 2011	Do: svibanj 2011	Broj sati: 120
Akademska institucija			
Sveučilište: Sveučilište u Rijeci			
Fakultet: Tehnički fakultet			
Adresa: Vukovarska 58		Grad: Rijeka	
Ime akademskoga mentora: Zoran Jurković		Pozicija: docent	
Adresa e-pošte: zoran.jurkovic@riteh.hr		Broj telefona: 051/651 466	
Poduzeće/institucija u kojem se ostvaruje praksa			
Ime: Sveučilište u Rijeci - Tehnički fakultet			
URL: www.riteh.uniri.hr			
Adresa: Vukovarska 58		Grad: Rijeka	
Ime industrijskoga mentora: red. prof. dr. sc. Bruno Čalić		Pozicija: red. prof.	
Adresa e-pošte: bruno@riteh.hr		Broj telefona: 051 651 450	



2. Uvod

Vodocikl (engl. *waterbike*) je plovilo pokretano isključivo snagom ljudskih mišića. Prema međunarodnim pravilima studentske regate vodocikala studenti sami projektiraju, izrađuju i voze vodocikl na regati. Budući da ne postoje stroga pravila o izgledu vodocikla, rješenja su inovativna i ovise samo o znanju i spremnosti ekipa. To pridonosi atraktivnosti regate jer se natječe velik broj unikatnih, ali vrlo sofisticiranih plovila.

U razdoblju od 4. do 8. svibnja 2011. godine u Hamburgu, Njemačka održala se Međunarodna regata vodocikala (32nd International Waterbike Regatta).

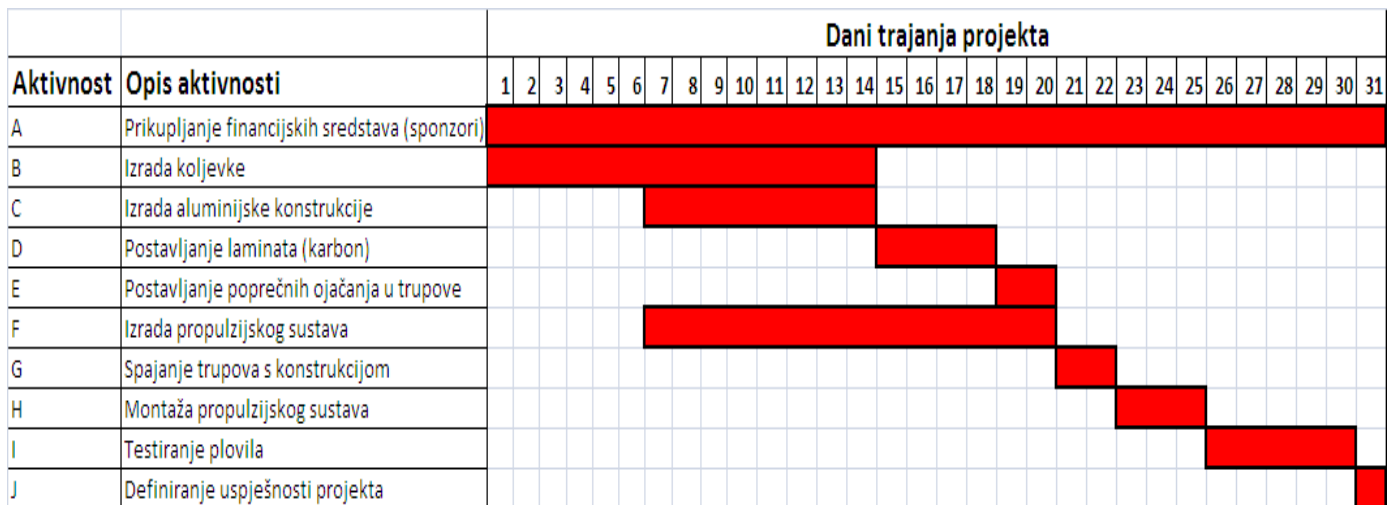
Prva Regata održana je 1980. godine, a njeno održavanje potrajalo je sve do danas. Događaj je to koji je vrlo brzo stekao popularnost među europskim sveučilištima, a danas natjecanje privlači pozornost mnogih studenata iz različitih europskih zemalja, kao što su Njemačka, Italija, Finska, Nizozemska, Poljska, Turska te dva hrvatska tima – zagrebačkog FSB-a i riječkog RITEH-a. Danas broj posada koje sudjeluju obično doseže 30, što uz popratne članove svake ekipe znači da preko 300 studenata sudjeluje u natjecanju.

U ovaj projekt uključena je skupina od dvadesetak studenata brodogradnje i strojarstva Tehničkog fakulteta u Rijeci. Važno je naglasiti kako je sudjelovanje naših studenata na ovakvom tipu natjecanja započelo još krajem devedesetih godina prošlog stoljeća. S ciljem očuvanja tradicije, godine 2008. oformio se tim studenata koji je projektirao i izradio potpuno novi vodocikl te s istim sudjelovao na Međunarodnoj regati u Rostocku, Njemačka, 2009., a potom i na regati u Szczecinu, Poljska, 2010., gdje je ostvario zapažene rezultate.

Ove godine odlučeno je izraditi projekt novog vodocikla upotrebom suvremenih tehnologija u svijetu brodogradnje.

3. Ciljevi PSP-a (Program studentske prakse) i metodologija

Na samom početku projekta podijeljene su aktivnosti i obveze za svakog pojedinog člana projektnog tima. Nakon toga se krenulo s konkretnim radovima na izradi samog vodocikla. Kroz cijelo vrijeme izrade vodocikla dio članova ekipe je bio zadužen za prikupljanje financijskih sredstava od sponzora. Najprije se krenulo s izradom koljevke za trupove, za čiju su nam izradu bila potrebna oko dva tjedna. Nakon prvog tjedna, usporedno s izradom koljevke počeli smo s radovima na izradi aluminijske konstrukcije i propulzijskog sustava. Nakon dva tjedna, kada su aluminijska konstrukcija i koljevka bile završene, slijedilo je postavljanje laminata (karbona) u koljevku, najprije za prvi trup. Nakon toga su u trup također postavljena poprečna ojačanja, te su i ona isto laminirana. Kada smo završili s prvim trupom, identičan postupak smo ponovili za drugi trup, budući da smo se odlučili za izradu samo jedne koljevke. Nekoliko dana nakon toga spojili smo trupove s konstrukcijom pomoću vijaka, te je na kraju montiran propulzijski sustav, za što nam je sveukupno bilo potrebno nekih tjedan dana. Nakon nekoliko dana provjera i testiranja u radioni Tehničkog fakulteta, uslijedilo je testiranje plovila u moru, koje je također potrajalo nekoliko dana.



Slika 1 - Trajanje i preklapanje aktivnosti prikazani su na slici pomoću gantograma

4. Opis posla

Prikupljanje sponzora, tj. financijskih sredstava, predstavlja jednu od najvažnijih aktivnosti koju je trebalo pomno isplanirati u svrhu uspješnog završetka projekta. To je jedina aktivnost koja je trajala koliko i cijeli projekt. U svrhu prikupljanja sponzora izrađena je pokroviteljska ponuda koja se slala potencijalnim poduzećima i pravnim osobama. U ponudi se nalazio kratak opis vodocikla te pogodnosti koje su imali potencijalni sponzori.

Trup broda se izradio iz jednog dijela u prethodno pripremljenoj koljevci. Prije izrade koljevke, tj. kalupa bilo je potrebno definirati glavne dimenzije te formu vodocikla. Forma trupa vodocikla izrađena je pomoću računalnog 3D programa Catia što je prikazano na slijedećoj slici.

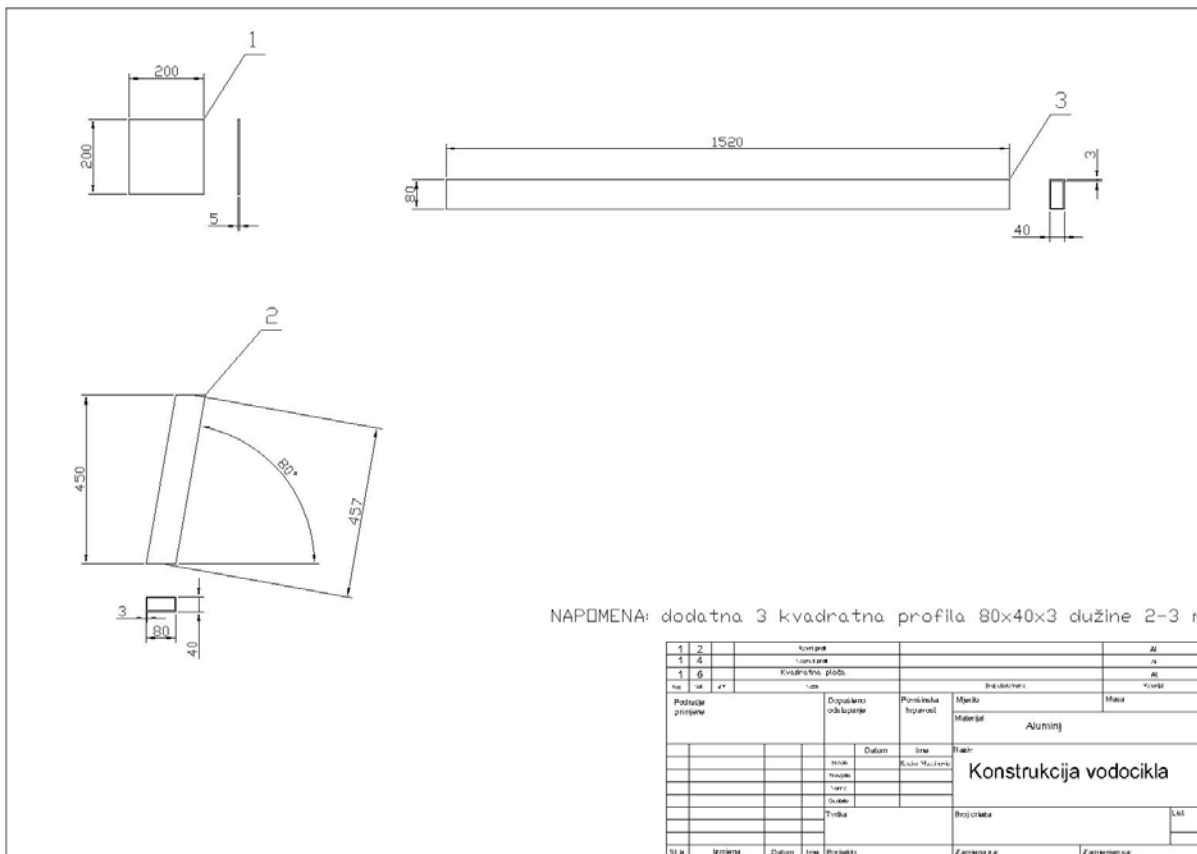


Slika 2 – Forma trupa vodocikla

Potom se forma podijelila na 20 presjeka koji su se u mjerilu 1:1 printali na papir i precrtali na šperploču. Nakon toga rebra su se rezala na CNC stroju i krenulo se s izradom kolijevke na način da su se na uzdužnu drvenu podlogu postavila rebra na određenim razmacima.

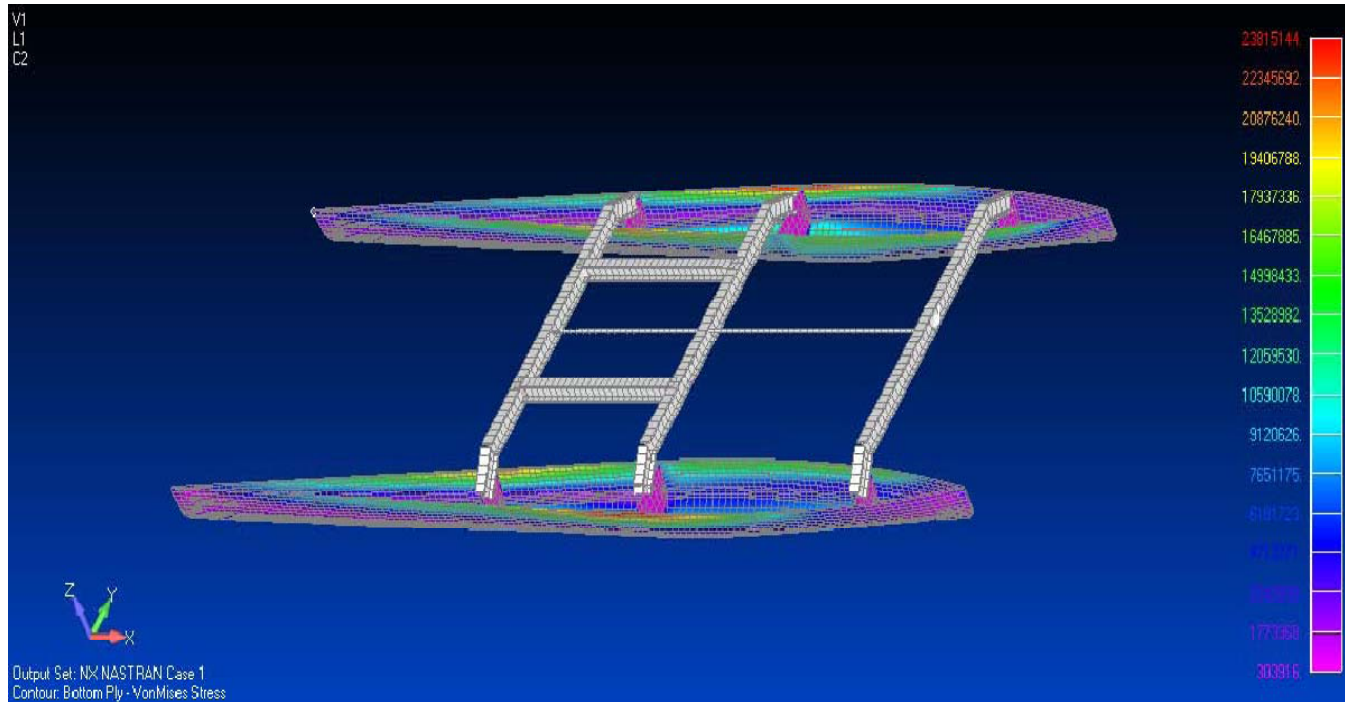
Pramac i krma izrađeni su posebno neovisno o izradi trupa. Nakon postavljanja rebara postavljale su se uzdužne drvene letvice da bi kolijevka imala dovoljnu krutost te da bi se stvorila podloga za postavljanje unutarnje obloge na koju se nanosio laminat. Obloga je bila od linoleuma koji se za kolijevku pričvrstio čavlicima.

Aluminijska konstrukcija se koristi za povezivanje dva trupa te za postavljanje propulzijskog i upravljačkog sustava. Aluminijska konstrukcija sastoji se od dva poprečna i uzdužna nosača te posebnog nosača AZIPOD - a. Na uzdužnim nosačima postavljaju se sjedala za vozače te par lančanika i pedala. Nosači su izrađeni od ekstrudiranih aluminijskih profila serije 5000 koju odlikuju vrlo dobra zavarljivost. Profili su kvadratni, dimenzije 40x80x3. Za potrebe izrade konstrukcije napravljen je tehnički nacrt prikazan na slijedećoj slici.



Slika 3 – Tehnički nacrt konstrukcije vodocikla

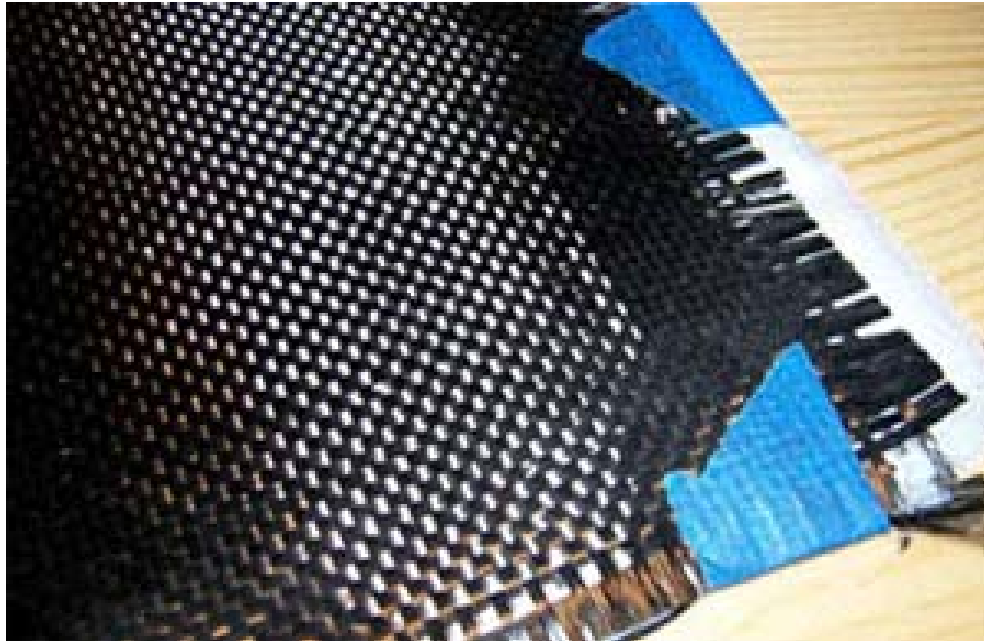
Konstrukciju izradila je tvrtka Elcon d.o.o., inače specijalizirana tvrtka za proizvode od aluminija.



Slika 4 – Proračun čvrstoće u računalnom program Nastran

Nakon izrade kolijevke u nju se postavio laminat. Voditelj projekta odlučio da će se kao materijal za izradu trupa koristiti ugljična vlakna, tj. karbon. Karbonska vlakna nisu tako nov materijal u primjeni, međutim zbog visoke cijene bila su rezervirana samo u specijalne svrhe (svemirski program, borbeni zrakoplovi, formula 1, ekskluzivni sportski automobili i motocikli itd). Same niti (vlakna) se dobivaju iz ugljika specijalnim postupcima pri visokim temperaturama i tlakovima, te se od njih proizvode tkanine. Takve tkanine imaju veoma visoku vlačnu čvrstoću, čak i višestruko veću od čelika (oko 4 puta višu), uz to da im je masa višestruko manja. Te karakteristike čine ovaj materijal idealnim za primjenu gotovo u svakoj

prilici jer njihova superiorna svojstva nadilaze svaki drugi materijal po pitanju čvrstoće, otpornosti na temperature, koroziju i sl.



Slika 5 – Karbonska vlakna

Prije postavljanja karbona bilo je potrebno očistiti površine te nanijeti sloj odjeljivača koji je omogućio vađenje trupa iz kolijevke. Paralelno sa postavljanjem laminata u kalup pristupilo se izradi pramca i krme od poliuretanskih ploča. Za laminat trupa koristio se 400-gramski karbon te epoxy smola, dok se za izradu laminata pramca i krme koristio 200-gramski karbon. Trup se gradio metodom sendvič konstrukcije, a za jezgru sendviča koristio se CORE-mat materijal debljine 3 mm. Da bi se dobio optimalni omjer smole u laminatu koristio se upijač smole, peel-ply, koji ujedno i matira površinu laminata.



Slika 6 – Upijač smole - peel-ply

Poprečna ojačanja postavila su se nakon što se laminat osušio. Poprečna ojačanja izrađena su od poliuretanskih ploča, debljine 30 mm. Poliuretan je visokokvalitetan umjetni materijal (elastomer) koji "zamjenjuje" gumu. Ima vrlo je dobre fizikalno - tehničke karakteristike: čvrstoća, prekidno istezanje, tvrdoća, odbojna elastičnost, velika otpornost na habanje, te odlične kemijske karakteristike – postojanost prema hidrolizi i starenju, otpornost na mikroorganizme, na razrijeđene kiseline i lužine . Postavilo se ukupno osam ploča, koje su, osim što si imale ulogu da poprečno ukrute trup, poslužile i kao nosači aluminijske konstrukcije.

Nosači konstrukcije izradili su se od sendvič konstrukcije karbon - vodonepropusna šperploča, i bili su postavljeni na točno određenim mjestima na konstrukciji. Na mjestima gdje su se postavili nosači, u pločama su izrezani kružni otvori kako bi se konstrukcija mogla spojiti s trupovima. Samo spajanje izvedeno je vijčanim spojem, sa vijcima M8x60.

www.riteh.uniri.hr
zoran.jurkovic@riteh.hr
tel.: +385 51 651 466
fax: +385 51 651 468



Slika 6 – Poliuretanske ploče

5. Rezultati

Proces izvođenja započinje izradom drvene koljevke koja će poslužiti kao kalup za odljevak trupova budućeg vodocikla. Nakon što je potrební materijal kupljen i nakon njegovog rezanja započinje samo slaganje koljevke prikazano kroz par slijedećih slika.



Slika 7 – Početak izrade koljevke

Nakon postavljanja i pozicioniranja rebara na drvenu podlogu postavljaju se uzdužne drvene letvice. Time se dobiva dovoljna krutost same koljevke te podloga za postavljanje linoleuma. Linoleum se postavlja iz razloga da se dobije glatka površina kalupa koja je potrebna za postavljanje laminta.



Slika 8 – Izrada koljevke



Slika 9 – Postavljanje uzdužnih drvenih letvica

Nakon što se postavio linoleum spojeve linoleum je bilo potrebno prijeći kitom da se prekrile sve neravnine.



Slika 10 – Kitanje spojeva linoleuma

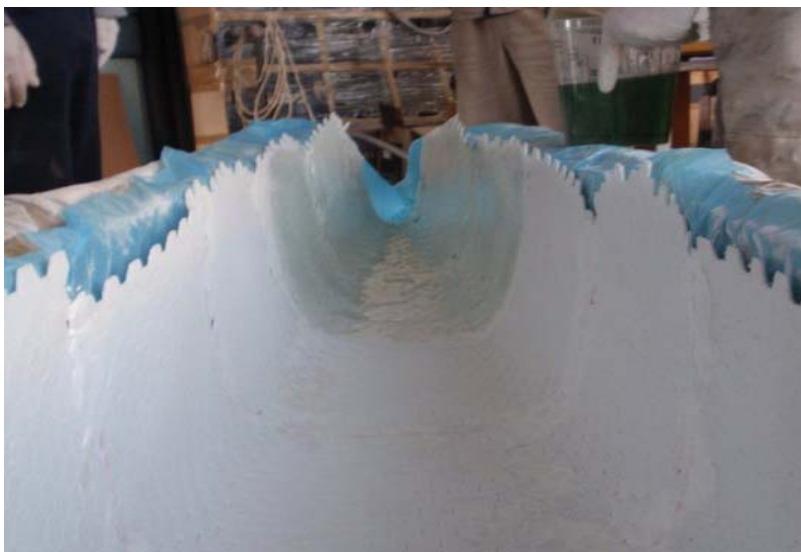


Slika 11 – Gotova koljevka

Nakon što se kit osušio nanio se odjeljivač koji da se odljevak ne zaljepi za kalup. Na odjeljivač se postavlja laminat koji čine karbonska vlakna na način da se 400 gramski karbon postavlja po cijeloj dužini trupa, a na pramac i krmu se postavlja 200 gramski karbon.



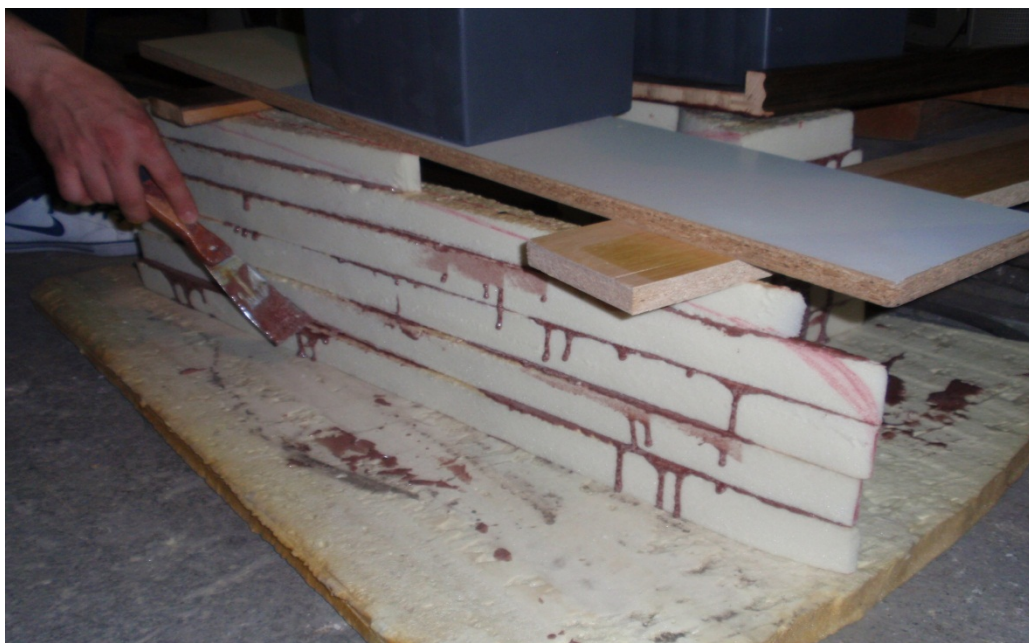
Slika 12 – Nanošenje odjeljivača



Slika 13 – Nanošenje odjeljivača



Slika 14 – Izrada pramca i krme od poliuretanskih ploča



Slika 15 – Izrada pramca i krme



Slika 16 – Ugradnja poprečnih ojačanja trupova

Aluminijska konstrukcija je izrađena od strane tvrtke Elcon koja je podupiratelj ovog projekta. Konstrukcija je u cjelosti zavarena i montirana u njihovom proizvodnom pogonu te kao takva dostavljena projektnom timu za daljnju montažu na trupove.



Slika 17 – Aluminijska konstrukcija

Nakon što se karbon osušio pristupa se vađenju trupa iz kalupa. To predstavlja vrlo delikatan posao jer postoji opasnost od loma trupa na kritičnim mjestima. Trup se zatim postavlja na drvene nosače te vrše dodatne kitanja vanjske oplata.



Slika 18 – Trup nakon vađenja iz koljevke



Slika 19 – Trup pokitan prvi put



Slika 20 – Vodocikl u završnoj fazi izrade



Slika 21 – Gotov vodocikl na regati u Hamburgu



6. Zaključci

Nakon sudjelovanja na regati u Hamburgu voditelj projekta je definirao uspješnost projekta na temelju ostvarenih rezultata. Osvojeno je 19. mjesto u konkurenciji od 33 vodocikala iz cijele Europe, s čime ne možemo biti u potpunosti zadovoljni, budući da smatramo da ima još puno mjesta za napredak i poboljšanja. U suradnji sa svim članovima tima donesene su odluke o mogućoj modifikaciji postojećeg vodocikla. Zaključili smo da su najveći nedostaci postojećeg vodocikla upravljački sustav, tj. kormilo i brodski vijak. Najveći problem kod upravljačkog sustava je taj što se plastična remenica koja se koristila za upravljanje vodociklom pokazala nepouzdanom (problem klizanja i ispadanja remenice). Ovaj problem bi u budućnosti bilo moguće riješiti izvedbom kormila pomoću lančanika i lanca. Kod broskog vijka je problem u tome što ima preveliku površinu i premali uspon, pa su se već počela vršiti ispitivanja vezana uz izradu novog broskog vijka.

Datum: _____ **Mjesto:** _____

Potpis studenta:

Potpis industrijskoga mentora:

www.riteh.uniri.hr
zoran.jurkovic@riteh.hr
tel.: +385 51 651 466
fax: +385 51 651 468

