

*Julije Karminski, dipl.ing., S. Vukelića 3, Rijeka*  
*Gordana Semijalac, dipl.ing., Brodarski institut, V. Holjevcica 20, Zagreb*  
*mr.sc.Darko Bandula, dipl.ing., Brodarski institut, V. Holjevcica 20, Zagreb*

## **PROJEKT RO-RO PUTNIČKOG BRODA ZA JADRANSKE VANJSKE OTOKE**

### **Sažetak**

S ciljem obnove domaće putničke flote uz pomoć vlastitih projektantskih kapaciteta i s vizijom zapošljavanja domaćih navoza, došlo je do suradnje i zajedničkih ulaganja brodogradilišta Viktor Lenac, Jadrolinije i Brodarskog instituta. Tijekom 2002. i 2003. godine izradili su se idejni projekti dvaju tipova brzih aluminijskih putničkih katamarana (Brodarski institut) i idejni projekt RO-RO putničkog broda (jednotrupac) za povezivanje jadranskih vanjskih otoka s kopnom (tadašnji Odjel projekta i konstrukcije brodogradilišta Viktor Lenac).

U članku slijedi kratki opis projekta navedenog RO-RO putničkog broda, čija je dokumentacija izrađena do faze ugovora. Dane su glavne značajke specifične opreme za brod ovoga tipa i namjene, podešene postojećoj lučkoj infrastrukturi. Slijedi pregled izvršenih predmodelskih numeričkih analiza strujanja (CFD analize: MARIN – Wageningen) i bazenskih ispitivanja (Brodarski institut-Zagreb), kojima su definirane linije brodske forme i potvrđena zahtjevana brzina broda u službi.

*Ključne riječi: idejni projekt, RO-RO putnički brod, brzi katamaran, bazenska ispitivanja*

## **DESIGN OF RO-RO PASSENGER SHIP FOR ADRIATIC OUTER ISLANDS**

### **Summary**

In order to renew our domestic passenger fleet with the support of their own design capacities and the vision of employment domestic berths, the common efforts and investments on development of some new designs were occurred between Viktor Lenac Shipyard, Jadrolinija - passenger ferry operator and Brodarski institut (Marine Research Institute in Zagreb). During 2002 - 2003 the preliminary designs of two types of high-speed passenger catamarans (in Brodarski institut) and RO-RO passenger ship (monohull) for Adriatic outer isles (in Project office of that time Viktor Lenac Shipyard) were accomplished.

In the article the short technical description of above mentioned RO-RO passenger ship design is given, including the main particulars of the specific equipment corresponding to the actual harbours' infrastructure.

The overview of pre-model optimisation of the hull lines by means of computational fluid dynamics calculation (CFD analysis, made by MARIN-Wageningen) and tank tests performed by Brodarski institut. Following the minor modifications at fore part of ship's hull, required service speed for the foreseen ship's route Split-Vela Luka-Lastovo is fully certified.

*Key words: preliminary design, RO-RO passenger ship, high-speed catamaran, tank testings*

## 1. Uvod

Projekt RO-RO putničkog broda izrađen je u sklopu zajedničkog programa razvoja projekata brodova brodarskog društva Jadrolinija, Brodarskog instituta i brodogradilišta Viktor Lenac. Osim RO-RO putničkog broda u okviru programa razvijeni su idejni projekti brzog putničkog katamarana za prijevoz 350 putnika i brzog RO-RO katamarana za prijevoz 400 putnika i 100 vozila. Glavni nositelj projekta oba katamarana bio je Brodarski institut, a projekta RO-RO putničkog broda brodogradilište Viktor Lenac. U razvoju brzih brodova korištena su znanja stečena na izradi prethodnih idejnih projekata brodova koje je Brodarski institut izradio za potrebe međunarodnog javnog nadmetanja, a koje je brodarsko društvo Jadrolinija raspisalo u studenom 2000. godine. Izradi navedenih idejnih projekata pristupilo se krajem 2001. i početkom 2002. godine, a projekti su, uključivši modelska ispitivanja, završeni u prvoj polovici 2003. godine. RO-RO putnički brod za povezivanje naše jadranske obale i vanjskih naseljenih otoka projektiran je kao 'dnevni' brod, odnosno bez kabinskih kapaciteta, prvenstveno za redovnu brodsku liniju Split-Vela-Luka-Lastovo, s alternativnim pristajanjem u luci Hvar. To naravno ne znači da se isti brod ne može koristiti na nekoj drugoj, sličnoj liniji ili u turističkoj sezoni po potrebi za pojedinačna dužobalna putovanja. Pri tome treba imati na umu da je otok Korčula u samom vrhu gospodarske razvijenosti otočnog dijela Dalmacije, te kao i Hvar ujedno značajno turističko odredište. Navedeno zahtjeva svakodnevnu relativno brzu i sigurnu povezanost otoka tokom cijele godine sa Splitom, kao jakim centrom na obali kroz kojega se dovršenjem autoputa iz smjera Zagreba i Rijeke, odnosno Europe, može očekivati značajno povećanje protoka tereta i vozila, a time i putnika, odnosno turista na otoke i obratno.

## 2. Smjernice projektnog zahtjeva

Kao uglavnom sve značajnije brodske, a posebno trajektne linije, tako je i ova podložna velikim sezonskim oscilacijama (ljetno–zima) u opterećenosti vozilima i putnicima. U jeku turističke sezone uslijed velikog povećanja broja vozila i putnika potrebno je održati i do dva putovanja dnevno na otoke i natrag (važna ostvariva brzina broda u službi), dok u ostalom periodu godine te potrebe znatno opadaju. S obzirom na nepovoljnije meteorološke uvjete s češćim danima lošeg vremena i uzburkanog mora tijekom jeseni i zime, važna je sigurnost i održivost redovne plovidbe u takvim uvjetima. Kapacitet krcanja vozila i putnika, koji inače određuje glavne dimenzije broda, treba u razumnoj mjeri pokrivati vršne potrebe prijevoza, prvenstveno u turističkoj sezoni. Dobra manevarabilnost broda potrebna je s obzirom na dosta česta okretanja broda u relativno skućenom akvatoriju i pristajanja na kratkim pristaništima (Vela Luka/Korčula, Ubli/Lastovo). Dobra protočnost vozila i putnika kako bi se vrijeme ukrcaja i iskrcaja, odnosno zadržavanje u lukama skratilo na najmanju moguću mjeru, također je važna značajka broda na ovoj trajektnoj liniji. Prema navedenim smjernicama i na osnovu okvirnog Plana realizacije obnove flote Jadrolinije od rujna 2001. godine formiran je osnovni projektni zahtjev za novi RO-RO putnički brod:

protočna garaža, s ukrcajnim rampama na pramcu i krmi

kapacitet vozila: 100 putničkih automobila (na glavnoj palubi + 2 bočne platforme)

kapacitet putnika: 600 u zatvorenim salonima + oko 200 na palubi

propulzija: 2 vijka s promjenljivim usponom krila; 1 pramčani porivnik u tunelu

brzina: min. 18 čvorova u liniji (u službi)

Od početka rada na idejnom projektu puna pažnja dana je optimalizaciji forme, kako bi se odgovarajućim zahvatima na linijama broda postigla tražena brzina uz što manju snagu glavnih propulzijskih strojeva.

### 3. Kratki pregled glavnih značajki broda

Tip, namjena i materijal gradnje:

Tip broda: dvovijčani putnički RO-RO s protočnom garažom

Namjena: prijevoz putnika i cestovnih vozila (osobni automobili, kamp-kućice, kamioni, traileri i autobusi) u dnevnoj liniji između kopna i jadranskih vanjskih otoka

Materijal gradnje: normalni brodograđevni čelik kategorije A

Glavne dimenzije:

Duljina preko svega (bez "pačjeg repa")	oko 96.50m
Duljina između okomica	88.00 m
Širina na rebrima	16.00 m
Visina do glavne palube	5.60 m
Najveći gaz	3.80 m
Nosivost (srednji gaz 3.70 m)	oko 800 t
Bruto tonaža	oko 4900 GT
Čiste visine paluba/platformi:	
- iznad glavne palube (u sredini)	4.70 m
- ispod bočnih platformi automobila	2.30 m
- iznad bočnih platformi automobila	2.10 m

Brzina i snaga:

Brzina u službi (uz 85% maksimalne snage glavnih strojeva i 15% dodatka za uvjete službe)

18 čvorova

Maksimalna trajna snaga glavnih Diesel motora (srednjekretni) oko 2 x 2700 kW

Promjer prekretnih propelera (2) oko 2800mm

Daljina plovljenja oko 3000 NM

Osnovna stanja krcanja:

100 osobnih automobila (4.4 x 1.8m) i 790 putnika, ili

48 osobnih automobila, 8 trailera (po 40 t svaki) i 790 putnika, ili

10 osobnih automobila, 10 trailera (po 40 t svaki) i 790 putnika

Kapaciteti:

Broj putnika smještenih u zatvorenim salonima (paluba putnika) 610

Broj putnika smještenih na otvorenoj palubi (sunčana paluba) 180

Ukupno putnika 790

Broj osobnih automobila (osnovni raspored) europskih standardnih dimenzija (4.4 x 1.8 m):

na glavnoj palubi 78

bočne podizne platforme 22

Ukupno osobnih automobila 100

Broj i smještaj članova posade:

časnici (kabine na sunčanoj palubi) 6

ostali članovi (smještaj ispod glavne palube) 14

Ukupno članova posade 20

Klasa i stabilitet broda:

Brod je predviđen za klasu Hrvatskog registra brodova za ograničeno područje 5 u nacionalnoj plovidbi (klasa C prema direktivi EU 98/18). Predložena oznaka klase je: CRS \*50A1 5 AM1 AUT1. Stabilitet broda je u skladu sa zahtjevima Registra, IMO-a i EU direktive 98/18 za standard naplavlivanja 2 susjedna odjeljka.

#### 4. Specifična oprema s obzirom na namjenu broda

Oprema za ukrcaj/iskrcaj vozila:

Hidraulički posluživane ukrcajne rampe na pramcu i krmi trebaju biti dovoljno velikih dimenzija da omogućavaju brz i efikasan protok vozila na brod i s broda.

Pramčana rampa na nivou glavne palube je nepropusna, preklopna, dvodjelna:

vozna širina	oko 4.0 m
ukupna duljina (bez flapova)	oko 11.0 m
čista visina otvora (ulaz na brod)	5.1 m

Složeni uvjeti projektnog rješenja konstrukcijskog sustava pramčanog dijela broda:

zahtjevana širina rampe, najviša moguća točka hvatišta rampe na palubi, dovoljna čista visina ulaza za siguran prolaz najviših i najdužih cestovnih vozila na brod (traileri, hladnjače i 'euroliner'-autobusi), kao i relativno fini kut ulaza brodskih linija na pramcu u sklopu s pramčanim bulbom, bili su detaljno razmatrani u okviru opsežnih kompjuterskih simulacija ukrcaja spomenutih tereta s nagibom rampe od +5 do -8 stupnjeva, ovisno o raspoloživoj prosječnoj visini obale i gazu broda. Inače dosta različite visine postojećih trajektnih rampi i obala u lukama Split, Vela Luka i Ubli snimljene su i izmjerene prije početka rada na projektu, kako bi se taj značajan faktor mogao uzeti u obzir prilikom određivanja visine glavne palube (palube vozila) i potrebnih dimenzija rampe. Pri tome je pretpostavljeno da će najmanja udaljenost pramčanog bulba od obalnog zida biti oko 1500-1800 mm.- U luci Hvar predviđen je samo prekrcaj putnika.

Krmena rampa na nivou glavne palube je nepropusna, jednodjelna:

čista vozna širina	oko 6.5 m
ukupna duljina (bez flapova)	oko 7.0 m
čista visina otvora na brodu	4.8 m
operativni kut nagiba	+5 do -8 stupnjeva

Bočne podizne rampe/platforme (2) u teretnom prostoru (garaži) sastoje se svaka od po tri hidraulički posluživane sekcije:

čista vozna širina	2.2 m
maksimalni kut nagiba rampe (spušteni položaj)	8 stupnjeva
kontinuirano opterećenje platforme	250 kg/m <sup>2</sup>

Za vrijeme plovidbe opterećene (nakrcane) rampe podignute su u horizontalni položaj na nivou palube platformi.

Oprema za ukrcaj/iskrcaj putnika:

Ova oprema ima presudnu ulogu za odgovarajući protok velikog broja putnika prilikom ukrcaja, odnosno iskrcaja u lukama. Sastoji se od hidraulički upravljanih bočnih vratiju broda, koja u otvorenom položaju predstavljaju ukrcajne rampe za putnike (po 3 na oba boka), osobnih dizala u izoliranim rovovima na oba boka, te od po jednog para pokretnih stepenica – eskalatora za putnike, također na svakom boku (ukupno 4 eskalatora).

Bočne ukrcajne rampe (vrata) za putnike:

po sredini broda	pristup na glavnu palubu i dizalima
na krajevima broda	pristup na glavnu palubu i eskalatorima

<u>Osobna dizala (liftovi)</u> po sredini broda:	za vertikalnu komunikaciju između glavne i sunčane palube
--	---

Pokretne stepenice (eskalatori):

na prednjem i stražnjem dijelu broda,	za komunikaciju između glavne i putničke palube (i obratno)
---------------------------------------	---

širina stepeništa	600 mm
-------------------	--------

kapacitet	1200 osoba/20 min.
-----------	--------------------

tip eskalatora	reverzibilni
----------------	--------------

Eskalatori trebaju omogućiti relativno brz i efikasan ukrcaj, odnosno i istovremeni iskrcaj većeg broja putnika, prvenstveno u usputnim lukama. Operacija ukrcaja/iskrcaja putnika se time znatno ubrzava i bitno smanjuje njihovo kretanje preko ukrcajnih rampi, a sve zajedno skraćuje vrijeme stajanja broda, odnosno čekanja u lukama. Spomenutim razmještajem eskalatora prema pramcu i krmi, koliko je to moguće, očekuje se da će i u najnepovoljnijoj situaciji lučke infrastrukture (kraći privezni gatovi) barem jedno pokretno stepenište biti na raspolaganju putnicima. Liftovi i eskalatori služe ujedno po potrebi i za komunikaciju posade.

Pramčani porivnik – Manevrabilnost broda:

S obzirom na relativno uske akvatorije luka u koje brod pristaje, dobra manevrabilnost je nužna značajka u njegovoj svakodnevnoj eksploataciji. Tome pridonose svakako dva prekretna vijka, dva polubalansna patentna kormila sa zakrilcem s kutem zakretanja do 45° na obje strane, te posebno pramčani porivnik smješten u tunelu, pogonjen elektromotorom snage oko 400 kW. Utvrđeno je da u Vela Luci i u luci Ubli na Lastovu, uglavnom u zimskim mjesecima, udari vjetrova iz južnog kvadranta dostižu jačinu preko 7 do 8 Bofora, pa i više, a u luci Hvar snažni udari bure ili vjetra iz zapadnog kvadranta uz veliku plimu i bibavicu mogu otežavati manevar pristajanja. Stoga bi eventualno bio poželjan pramčani porivnik nešto veće snage (mišljenje specijalista MARIN-a) ili da se predvidi ugradnja dvaju porivnika jedan do drugoga. Tako bi se povećao efekt okretanja broda i u težim vremenskim uvjetima (vjetar u pramčani dio broda), čime se dobiva na vremenu i pouzdanosti manevra. Ovo bi mogao biti predmet daljnjih tehničkih analiza, već i s obzirom na za sada predviđene raspoložive izvore električne energije na brodu (glavni Diesel električni agregati 3 x 470 kVA, lučki agregat 250 kVA i generator za nuždu 200 kVA).

**5. Pregled izvršenih analitičkih i bazenskih ispitivanja**

Analitička prognoza snage i brzine i optimizacija linija brodskog trupa s pomoću CFD kompjuterske analize (Institut MARIN – Wageningen, Nizozemska):

Analitička ispitivanja u cilju optimalizacije brodske forme za traženu brzinu izvršena su u Maritime Research Institute (MARIN) u Wageningenu, Nizozemska, radi izbjegavanja dugotrajnijih bazenskih ispitivanja. Pri tome je svojim višegodišnjim iskustvom dragocjenu pomoć pružio dipl.ing. Predrag Čudina iz Splita, inače konzultant na projektu. Preliminarnu potvrdu snage glavnih strojeva za brzinu u službi  $V = 18$  čv dao je MARIN na osnovu prognoznog programa DESP, koji se bazira na usporedbi statističkih podataka s brojnih modelskih ispitivanja i pokusnih plovidbi izgrađenih brodova, što se pokazalo da je u okviru očekivanih vrijednosti dobivenih prethodno i od Brodarskog instituta – Zagreb. Nakon toga pristupilo se optimalizaciji linija brodskog trupa za Froudeov broj 0.315 I srednji gaz od 3.80

m, uz koeficijent punoće istisnine 0.58. Za predmodelske numeričke analize strujanja (CFD – Computational Fluid Dynamics) u svrhu optimiziranja forme broda na otpor, propulziju i valove, koristio se kompjuterski program RAPID razvijen u MARIN-u 1990. – 1994. godine. Nakon konzultacija oko definiranja kritičnih točaka pramca (pramčana rampa) i krme (područje propelera i kormilarskih strojeva, te glavnih reduktora), izvršena su četiri iterativna proračunska postupka („prolaza“) u programu RAPID, tokom kojih je produljen „pačji rep“ na krmi, smanjen veliki kut pramčanog izboja („bow flare“), te povećani duljina i volumen pramčanog bulba, čime je znatno poboljšan sustav pramčanih valova. Kao konačni rezultat proračuna i odgovarajućih zahvata na formi, prognozirana brzina u službi za istu snagu strojeva povećana je za oko 0.4 – 0.5 čvorova, ovisno o promjeru ( $D = 2.7 - 2.9$  m) i smjeru okretanja vijaka. Također su dobivena odgovarajuća mišljenja MARIN-a s obzirom na očekivano ponašanje broda na valovima i manevarabilnost (veličina i odnos glavnih dimenzija kormila, snaga pramčanog porivnika) u uvjetima jakog vjetra i ograničenog akvatorija otočnih luka. U svakom slučaju svojstva manevarabilnosti, kao i pomorstvenosti broda moguće je točnije ustanoviti samo daljnjim analitičkim i bazenskim ispitivanjima koja ovdje nisu izvršena. Bazenska ispitivanja modela broda u svrhu određivanja hidrodinamičkih značajki projekta (Brodarski institut d.o.o., BRODSKA HIDRODINAMIKA – Zagreb): Hidrodinamičke značajke projekta istražene su u okviru modelskih ispitivanja provedenih u Brodarskom institutu d.o.o. BRODSKA HIDRODINAMIKA – Zagreb. Istraživanje je provedeno u velikom bazenu B1 ( $L = 276.3$  m,  $B = 12$  m,  $T = 6$  m) sa stakloplastičnim modelom broda izrađenim u mjerilu geometrijske sličnosti  $\lambda = 14.93$ . U okviru istraživanja ispitane su dvije forme. S osnovnom formom trupa, model broda M – 1244, na stanju projektnog gaza provedeni su slijedeći pokusi: pokus otpora – goli trup, strujnice bojom – goli trup, pokus otpora – trup s privjescima, strujnice bojom – trup s privjescima, a ispitivanje modificirane forme, model M – 1244A, obuhvatilo je: prijedlog modifikacije pramca, pokus otpora – trup s privjescima, vlastiti pogon s vijcima sa zalihe (V– 829/830) – rotacija na van, mjerenje polja sustrujanja, slobodna vožnja vijka sa zalihe, vlastiti pogon s vijcima sa zalihe (V– 829/830) – rotacija na unutra.

Rezultat pokusa strujnica bojom s trupom opremljenim privjescima (“I” i “V” skrokovi, osovine, statvene cijevi, te otvor pramčanog porivnika) potvrdio je da je položaj privjesaka, određen na bazi rezultata pokusa strujnica bojom s golim trupom, uredan i u skladu sa smjerom strujanja vode oko trupa. Porast otpora uslijed privjesaka bio je u okvirima očekivanog. Na pramcu osnovnog modela kod većih brzina plovidbe uočeno je prestrujavanje vode preko zgiba, te je forma pramca modificirana unutar limita definiranih širinom rampe. Slika vala u pokusu otpora s modificiranom formom je poboljšana. Prema rezultatima mjerenja 3D sustrujanja polje brzina na mjestu propelera pogodno je za projekt propelera. Na bazi rezultata pokusa vlastitog pogona s vijcima sa zalihe prognozirani su snaga, okretaji, te brzina broda postiziva sa snagom raspoloživom za propulziju. Uz snagu  $P_B = 85\%$  MCR =  $2 \times 2200$  kW, 15% dodatka za uvjete službe i 3% mehaničkih gubitaka, na projektnom gazu  $T = 3.80$  m s propelerima slijedećih značajki:  $D = 2.8$  m,  $P/D = 0.971$ ,  $A_E/A_0 = 0.736$  i  $Z = 4$ , dobiveni su rezultati prognoze kako slijedi:

**Tablica 1:** Prognoza brzine i okretaja **Table 1:** Speed and revolutions predictions

MODEL BRODA M -1244A MODELI PROPELERA V-829/830(zaliha)	Pokusna plovidba		Služba	
	V(čv)	N(min <sup>-1</sup> )	V(čv)	N(min <sup>-1</sup> )
Rotacija na van $P_B = 4400$ kW	18.86	227.5	18.18	225.4
Rotacija na unutra $P_B = 4400$ kW	19.01	223.1	18.30	221.1

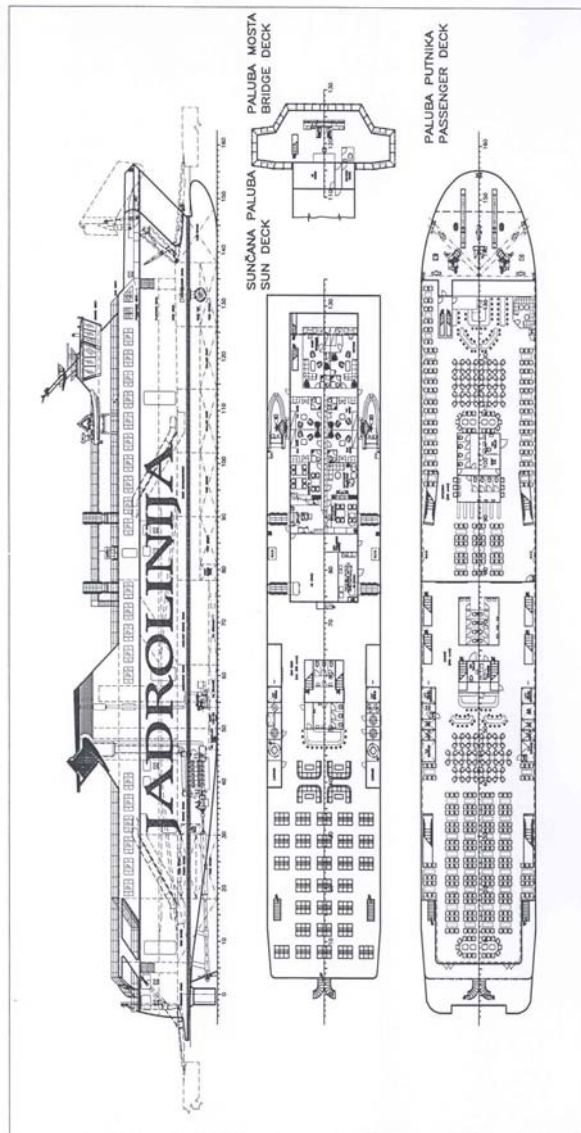
U oba promatrana slučaja prognozirana brzina postiziva u službi veća je od zadanih 18.00 čv. Bolji rezultati su postignuti sa smjerom rotacije propelera na unutra ( $\Delta V = 0.30$  čv). U u oba navedena slučaja vijci sa zalihe apsorbiraju snagu motora kod nešto nižih okretaja od

zadanih  $N = 230 \text{ min}^{-1}$ . Valja napomenuti da su ovi rezultati dobiveni s propelerima fiksnog uspona, te je za očekivati da bi s propelerima upravljivog uspona, zbog lošijih performansi (1.5% lošiji stupanj djelovanja), postiziva brzina bila za oko 0.1 čv niža. Dobiveni rezultati sukladni su s rezultatima analitičke prognoze Brodarskog instituta, kao i s prognozama MARIN-a. Hidrodinamičke značajke projekta definirane u prvoj fazi modelskog ispitivanja potvrđuju postavljene projektne zahtjeve. U slučaju daljnjeg razvoja projekta, odnosno gradnje broda konačni projekt propelera trebao bi biti definiran na temelju rezultata ispitivanja modificirane forme s propelerima sa zalihe. Hidrodinamičke značajke trupa s projektiranim propelerima upravljivog uspona trebalo bi provjeriti dodatnim modelskim ispitivanjima: Pokusi vlastitog pogona i slobodne vožnje u bazenu, pokus kavitacije s kompletnim modelom broda i propelerima na krmi, a konačni odabir smjera rotacije propelera bazirati i na rezultatima mjerenja induciranih tlakova izmjerenih na krmi broda u kavitacijskom tunelu.

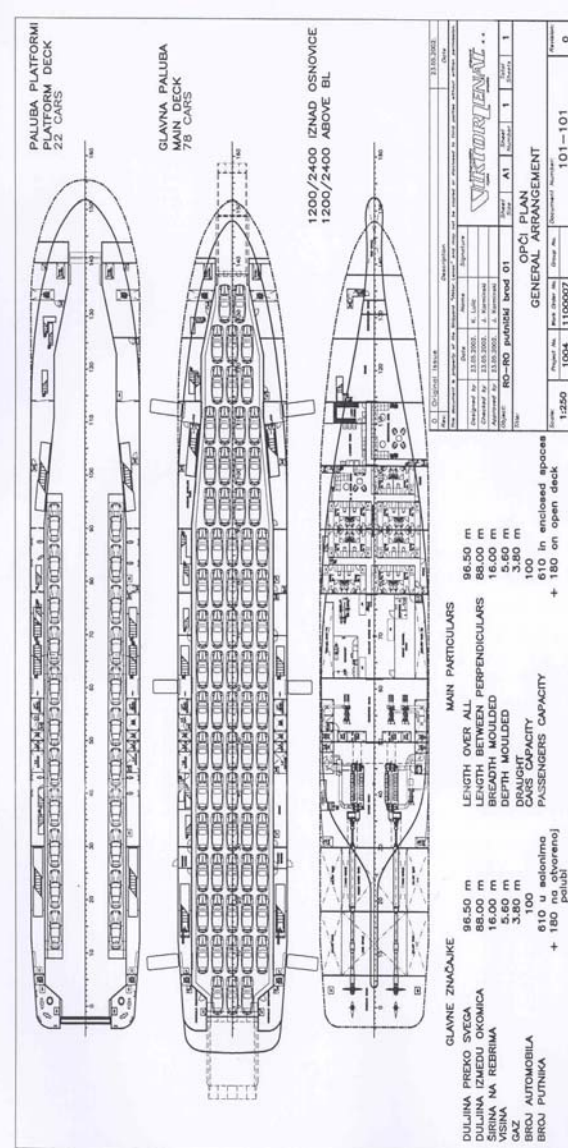
## 6. Zaključak

S obzirom na zatečeno stanje visoke razvijenosti projekta (izrađeno je oko dvadeset dokumenata, odnosno nacрта u okviru tehničke dokumentacije, kao: opći plan i tehnički opis, linije trupa, glavno rebro, preliminarne knjige stabiliteta u neoštećenom i oštećenom stanju, osnovni brodograđevni proračuni i strojarske sheme glavnih brodskih sustava, smještaj u strojarnici, bilanca elektro-energije), daljnji korak bio bi pristupanje ugovaranju gradnje broda, uz eventualne manje dorade projekta u konzultaciji s naručiteljem. To se svakako odnosi i na detaljnije rješenje nastambi na brodu, posebno na arhitektonsko oblikovanje putničkih salona i razmještaj putnika na otvorenoj palubi. Na nivou Europske unije ozbiljno se razmišlja o proširenju zahtjeva Regionalnog dogovora Stockholm (Stockholm Agreement) i na RO-RO brodove zemalja južne Europe. Tako se za Jadransko more predviđa značajna visina vala  $H_s = 2.25 \text{ m}$  kao ulazni parametar za proračune. S obzirom na očekivani pristup Republike Hrvatske u članstvo EU, iako Hrvatski registar brodova za sada nema zahtjeve u smislu ovog Regionalnog dogovora, trebalo bi svakako razmotriti njegov eventualni utjecaj na ovaj projekt. Jadrolinija će inače u buduću za svoje brodove, posebno u međunarodnoj plovidbi, obavezno tražiti da zadovoljavaju zahtjeve spomenutog Dogovora iz Stockholma. Na osnovu prikazanih rezultata analitičke i modelske prognoze brzine broda u službi i potrebne snage proizlazi da bi za opterećenje glavnih motora od 85% MCR bilo potrebno predvidjeti ugrađenu snagu glavnih motora od  $MCR = 2 \times 2600 - 2 \times 2700 \text{ kW}$ . Pošto je to područje proizvodnje 4-taktnih brodskih Diesel motora u kojemu se na tržištu mogu naći tražene snage, sa stanovišta projekta preporuča se ići na višu vrijednost, kako bi se osigurala minimalna rezerva snage za kasnije godine eksploatacije broda. Treba napomenuti da održiva brzina od minimalno 18 čvorova u službi omogućava da se s ovim brodom obave dnevno dva putovanja na liniji Lastovo-Vela Luka-Split i obratno, odnosno tri putovanja u jednom danu na relaciji Split-Hvar-Vis i natrag, što je u zadnje vrijeme sve češći zahtjev stanovnika naših vanjskih otoka, posebno u ljetnim mjesecima. Što se tiče kapaciteta prijevoza osobnih automobila, isti bi se po potrebi naručioca-operatera broda mogao povećati ugradnjom dodatnih podiznih platformi u sredini broda (u garaži), ali u tom slučaju bi se istovremeno krcalo manje velikih vozila - kamiona, autobusa, hladnjača ili trailera. Zahvaljujući zajedničkom pozitivnom pristupu i ulaganjima znatnih vlastitih resursa brodogradilišta Viktor Lenac, Jadrolinije i Brodarskog instituta u izradu projekata u već ranije proklamiranom cilju ubrzanog razvoja domaće putničke flote i gradnje iste na našim navozima, došlo je do realizacije idejnih projekata dvaju u uvodu spomenutih putničkih katamarana i ovdje opisanog RO-RO putničkog broda. Pri razvoju projekta, uz vodstvo autora članka, značajan trud je uložila grupa mladih brodograđevnih inženjera tadašnjeg Odjela projekta i konstrukcije (OPK) Viktora Lenca na čelu s vodećim projektantom Krešom Lulićem i šefom Odjela

Lukšom Radićem, te suradnicima iz Brodoplana i Brodosplita. Autori posebno zahvaljuju na suradnji i dragocjenoj pomoći dipl.ing. Marinu Kustiću iz Jadrolinije, te dipl.ing. Željku Đigašu i mr. Danku Gugiću iz Brodarskog instituta, koji su pripomogli da se uspješno zaokruži zajednički rad na ovoj fazi projekta.



Slika 1. Opći plan Fig. 1 General arrangement



Slika 2. Plan paluba Fig. 2 Deck arrangement

## LITERATURA

- [1] The Naval Architect, May 2001
- [2] Markku Kanerva, Deltamarin: The Future of Ship Design
- [3] Markku Kanerva, Deltamarin: Modern RO-RO PAX family – Euroconference on Passenger Ship Design, Construction, Safety and Operation – Crete, October 2001
- [4] Marine Technology, Oct. 2002, Vol. 39, No. 4
- [5] MARIN –Wageningen: Desk Study and CFD Hull Optimisation for 88 m RO-RO Passenger Ferry, June 2002
- [6] Gordana Semijalac, Brodarski institut, veljača 2003.: Izvještaj br. 5669 – M: Resistance, Propulsion, 3D – Wake and Streamlines Test Results
- [7] RO-RO putnički brod 01, OPK Viktor Lenac Shipyard, May 2002: Technical Specification and General Arrangement Drawing