

*Roko Markovina, FESB, R. Boškovića b.b. , Split  
Dražen Marasović, BSO, Put Supavla 19, Split*

## **PLOVILA «NOVE GENERACIJE» U HRVATSKOJ BRODOGRADNJI I ISTRAŽIVANJE PRIMJENE NOVIH FORMI – LUKSUZ ILI POTREBA?**

### **Sažetak**

U radu je dat analitički osvrt na plovila novih formi, «nove generacije». Temeljem analize Von Karman – Gabrielli dijagrama za različita prijevozna sredstva ( i odnosa  $L/D:v$  ili  $W/T:v$ ) utvrđuje se područje optimalnih brzina različitih prijevoznih sredstava, ali i s pomoću područja optimalnih odnosa snage i težine prema brzini ( $P/W : v$ ) utvrđuje se učinkovito djelovanje prijevoznih sredstava- plovila moguće primjene u hrvatskoj brodogradnji. Na kraju, dana je i postupnost ulaska hrvatske brodogradnje u proizvodnju plovila ove vrste, klasičnih i novih formi, uz logičan zaključak da su navedena plovila zaista potreba, a ne luksuz i da će to biti u budućnosti još i više.

*Ključne riječi: nove forme, WIG – učinak, optimalna brzina, učinkovito djelovanje,*

## **THE «NEW GENERATION» VESSELS IN CROATIAN SHIPBUILDING AND INVESTIGATIONS ON THE NEW SHIP'S FORM APPLICATION – LUXURY OR NEEDS?**

### **Summary**

In the paper the analytical review on the new ship's form, i.e. “new generation” vehicles are presented. By analyze of Von Karman – Gabrielli diagram (and  $L/D: v$ ; or  $W/T:v$  relations) the optimal domains of the vehicles is determined, also the domain of optimal relations force weight to speed ( $P/W : v$ ) and the domain of efficacious activities of a different vehicles applicable in Croatian shipbuilding. At the end, a gradual entering the Croatian shipbuilding in the production of these types of vehicles was done, either a classical or a new forms, with an logical conclusion that the presented vehicles are needs, not luxury, and that its will be more and more in the future.

*Key words: new forms, WIG – effect, optimal speed, efficacious effect*

## 1. Uvod

Raspravljati o budućnosti, posebice tradicionalne industrije u Hrvatskoj, kakva je brodogradnja, k tomu još tehnološki prilično zapuštene i zapostavljene u odnosu na konkurenciju u Svijetu, znači temeljito analizirati potencijalne mogućnosti, ali i prizivati u pomoć sva dosadašnja suvremena tehnološka postignuća, te objektivno odvagati potrebe i mogućnosti njihove primjene. Ovaj rad ima nakanu objektivizirati sutrašnje potrebe kako bi hrvatska brodogradnja, kako uhvatila korak sa suvremenim brodograđevnim industrijama svijeta, tako i pronašla egzistencijalnu priliku u prijelazu s proizvodnje «konfekcijskih» brodova, kojim proizvodnjom ne može konkurirati brodogradilištima Dalekog istoka, na proizvodnju visoko sofisticiranih proizvoda, ili pak proizvoda posebne namjene. Pored toga, nakana je ocijeniti stanje, mogućnosti i potrebe ulaska hrvatske brodogradnje u svjetsku brodogradnju 21. stoljeća, a koja bi se trebala temeljiti na proizvodnji brzih i vrlo brzih brodova, te konačno, na plovilima s korištenjem WIG – učinka i/ ili ekranoplova, uz primjenu novih materijala i tehnologija, već provjerenih u zrakoplovnoj industriji zadnjih dekada prošlog stoljeća. Želja je, također, pokazati da plovila 21. stoljeća neće biti samo luksuz ( i privilegija bogatih ), već i nužna potreba ( i obveza ) znalaca i umješnih.

## 2. Današnja područja djelovanja prijevoznih sredstava

Gledajući na danas postojeće tipove formi brzih brodova , a vezano za veličinu oplakane površine i stupanj dodira s vodom, mogu se, slijedno razabrati slijedeće kategorije:

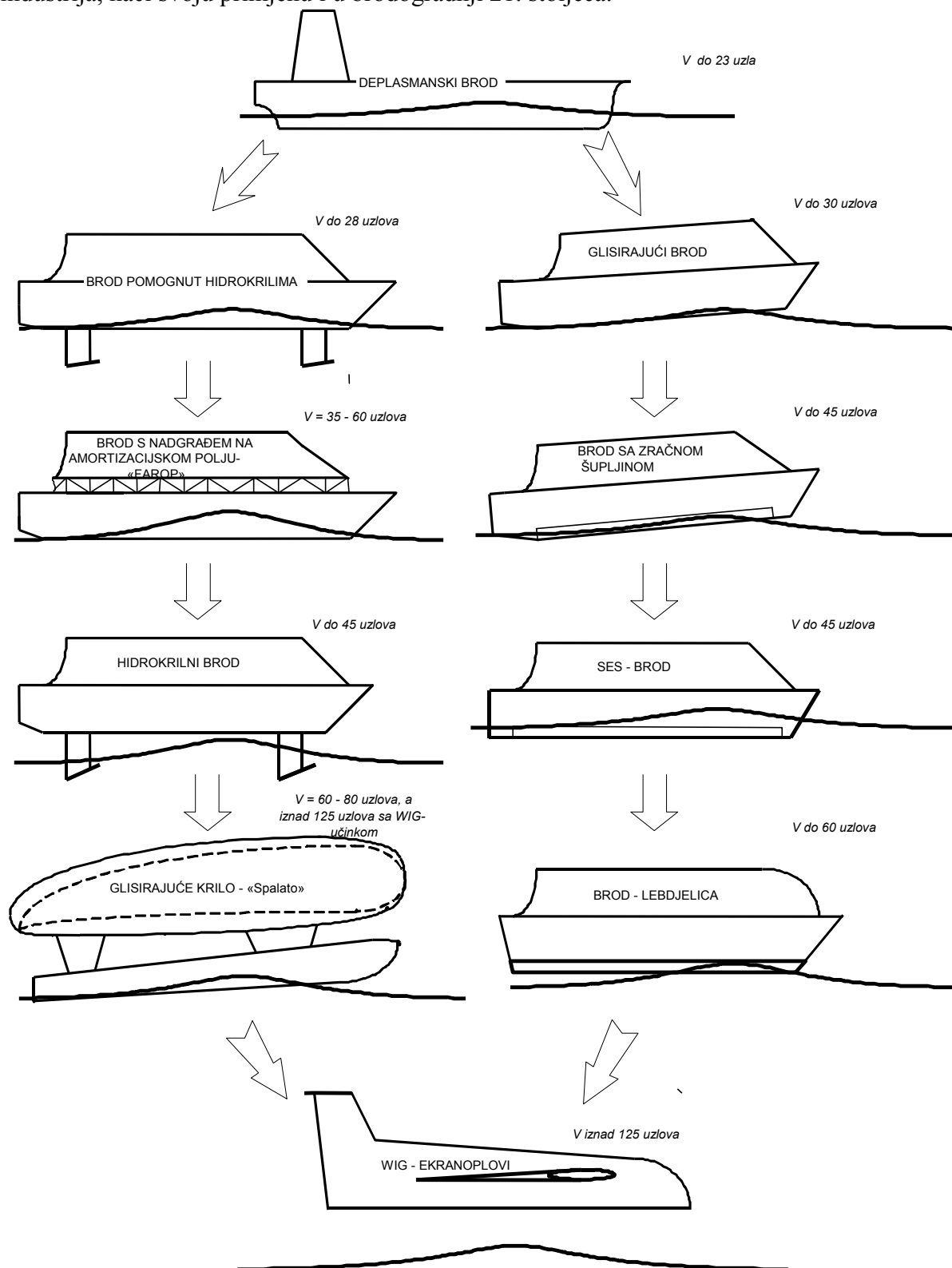
- deplasmanski brodovi ( displacement ships),
- poludeplasmanski brodovi (semidisplacement ships)
- glisirajući brodovi (planing ships),
- brodovi koji se pomažu hidrokrlima ( hydrofoil assisted ships)
- hidrokrlni brodovi (hydrofoil boats)
- brodovi sa zračnom šupljinom (air cavity vessels),
- SES ( surface effect ships),
- Plovila lebdjelice ( air cushion vehicle),
- Plovila s WIG – učinkom ( Wing -In -Ground effect vehicle) i/ili
- Ekranoplovi (Ekranoplans),

a što je prikazano na Slici 1. Poredak ovih brodova ujedno se može promatrati i kao poredak po brzinama i velikim brzinama, ali i prema stupnja dodira s površinom mora.

Međutim, da bi se moglo korektno prikazati sadašnje stanje područja iskoristivosti različitih grupacija prijevoznih sredstava, poželjno je poći od Von Karman – Gabrielli dijagrama [ 6 ] kojega su autori kvalitetnije nacrtali i modificirali [ 7 ], preračunali brzinu i u uzlove (Nm/h), te pozicionirali u dijagramu neka postojeća i nova rješenja brzih plovila, kako bi se pokazalo njihovo «mjesto» između pobrojanih grupacija prijevoznih sredstava, prikazanog na Slici br. 2. U njemu je prikazan uzajamni odnos  $L/D$  (odnos dinamičkog uzgona i otpora) prema brzini plovidbe  $v$ , odnosno, može se promatrati i kao odnos  $W/T$  ( težine i snage poriva) prema brzini plovidbe prijevoznog sredstva  $v$ , počev od bicikla i deplasmanskog broda, preko lebdjelice, automobila, vlaka, propelerskog i mlaznog zrakoplova, pa sve do zrakomlata i «Concorde»-a, koji je ovih dana otišao u zasluženu «mirovinu», a koji je bio pravi povijesni «bum», gledano na brzinu prometovanja, osamdesetih godina prošlog stoljeća.

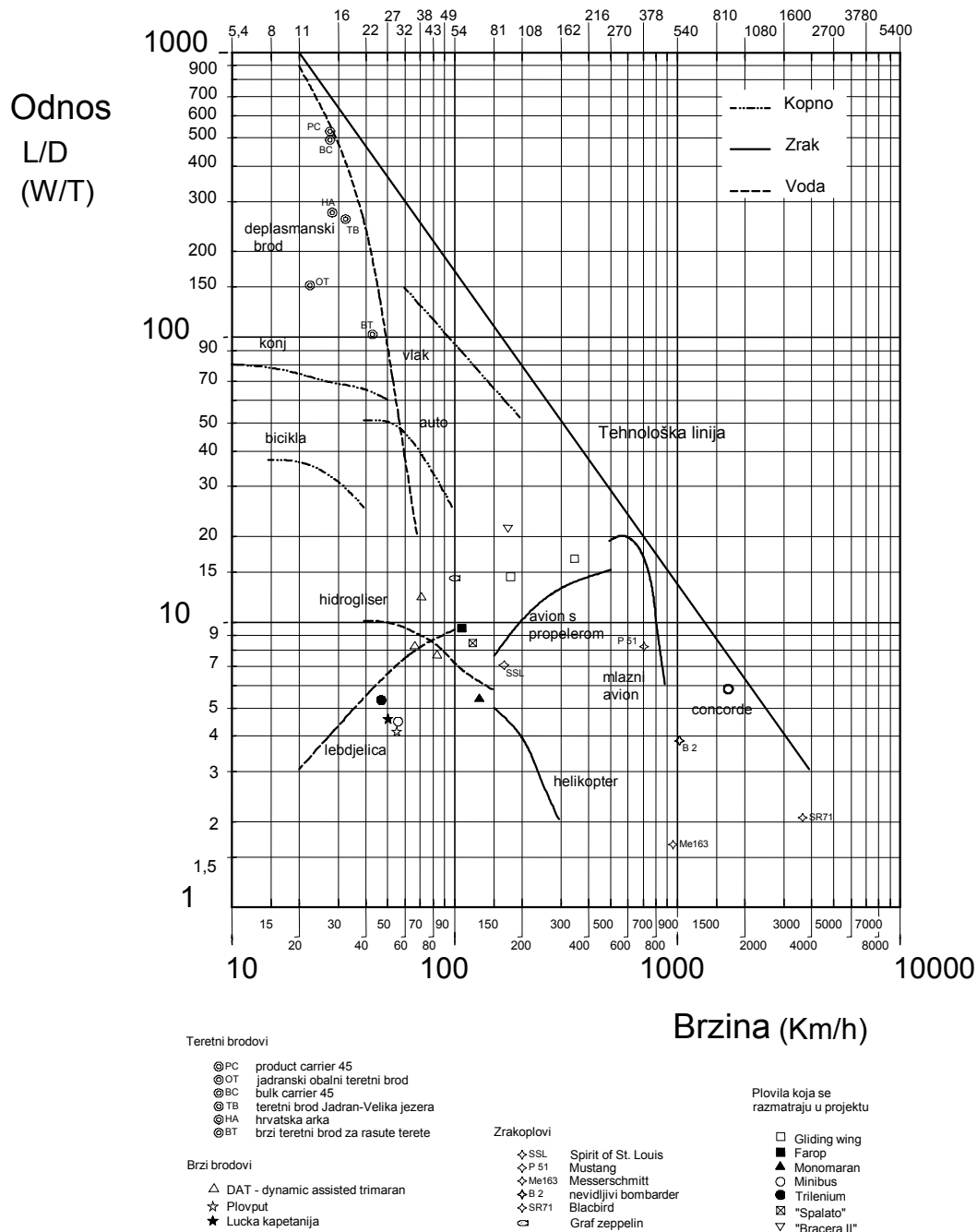
U modificiranom dijagramu se mogu naći osobenosti svih promatranih plovila, ali i tzv. TEHNOLOŠKA CRTA, tj. granica dosadašnjih tehnoloških mogućnosti, ispod koje su, prema navedenim omjerima u odnosu na brzinu, pozicionirane grupacije dosadašnjih prijevoznih sredstava. Očekuje se da će, a to je i zadaća sadašnjih i budućih projektanata i konstruktora suvremenih plovila, tehnika i tehnologija 21. stoljeća proizvesti plovila koja će se naći izvan te crte, odnosno, da će se tehnološka crta zasigurno pomaknuti «u desno». Ovo očekivanje

temelji se na uvjerenju da će razvitak tehnike i tehnologije, novih projektiranih materijala, strojeva, proizvodnih resursa, ali i ideja, u čemu je do sada prednjačila zrakoplovna industrija, naći svoju primjenu i u brodogradnji 21. stoljeća.



Slika 1 Poredak brzih brodova temeljem stupnja dodira s vodom i predviđenih brzina  
 Fig. 1 Fast speed boat formation by level of water contact and presumed speeds

## Brzina (uzlovi)



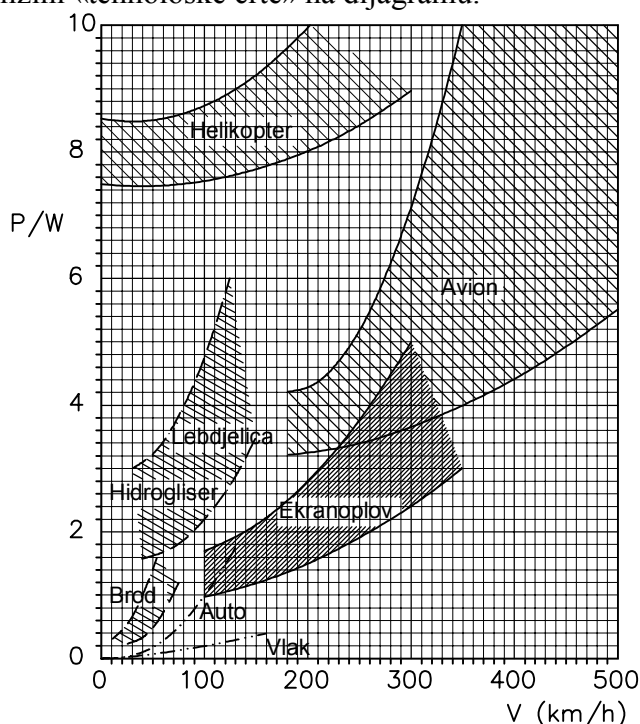
Gdje je  $L/D$  odnos dinamičkog uzgona i otpora, a  $W/T$  odnos težine i snage poriva

**Slika 2** Modificirani Von Karman – Gabrielli dijagram **Fig. 2** Modificated Von Karman – Gabrielli diagram

Pažljivom analizom Von Karman – Gabrielli dijagrama, može se uočiti u centralnom kvadrantu, ispod tehnološke crte, trokutasto područje u kojem nije, za sada, smješten predstavnik niti jedne od poznatih prijevoznih tehnika, niti izgrađenih plovila, a to područje odgovara rasponu brzina od  $v = 50 - 250$  uzlova i odnosa  $L/D (W/T) = 15 - 50$ . U tom području projektanti mogu naći već danas prostora za istraživanje učinkovitosti brzih i vrlo – brzih brodova, tj. «brodova nove generacije», kao i plovila koja će koristiti WIG – učinak, odnosno, ekranoplova. Jer, dobro projektirano WIG – plovilo ima relativno visoki  $L/D$  i malu

brzinu u usporedbi s niskoletjećim zrakoplovima slične veličine, ali i znatno veću brzinu, te ekonomičniju potrošnju goriva u odnosu na postojeće brze brodove.

Gledajući općenito na prijevoz ljudi i dobara, danas se već grade i vrlo brza plovila najveće brzine do 250 Km/h ili 135 Nm/h, ali su ona tek pojedinačna rješenja i nisu namijenjena masovnom prijevozu. Ona su, praktično, u funkciji samo kraćih putovanja, dok su za prijevoz na duljim relacijama, za sada neprihvatljiva, obzirom na ograničenu brzinu krstarenja (do 100 Km/h ili 54 Nm/h), a što je minimalna brzina *ekranoplova*, obzirom na ograničenu autonomnost plovidbe. Korištenjem vrlo brzih plovila za putnički prijevoz kao i ekranoplova, prevaljeni bi se put mogao povećati i do *četiri puta* za isti vremenski period, obzirom da opseg brzina u području «A» Von Karman – Gabrijelli dijagrama odgovara upravo ovim zahtjevima. Prednost ekranoplova i plovila s WIG - učinkom očitovale bi se, pored ostalog i u mogućnosti uzleta i slijetanja bez posebne uzletno – slijetne staze (USS), ali bi se i njihova manjkavost očitovale u nešto ograničenijoj upotrebi kod velikih jezera i dijela priobalnog područja, gdje je gust raspored otoka i u područjima gdje se stvaraju veliki valovi. Učinkovitost, koja ide u prilog ovom razmišljanju, očituje se kroz potrošnju goriva po putniku za jednu prijeđenu Nm ( ili Km), a koja je proporcionalna inverznoj veličini prometne učinkovitosti ( TE – transport efficiency), te koja se može odrediti kao odnos  $L/D$  ( ili  $W/T$ ) i brzine plovila  $v$ . Tu se može vidjeti da su plovila «nove generacije», uključivo i ekranoplove, a koja mogu zadržati projektiranu brzinu i  $L/D$  i pri većem valovlju, vrlo učinkovita, obzirom da su u neposrednoj blizini «tehnološke crte» na dijagramu.

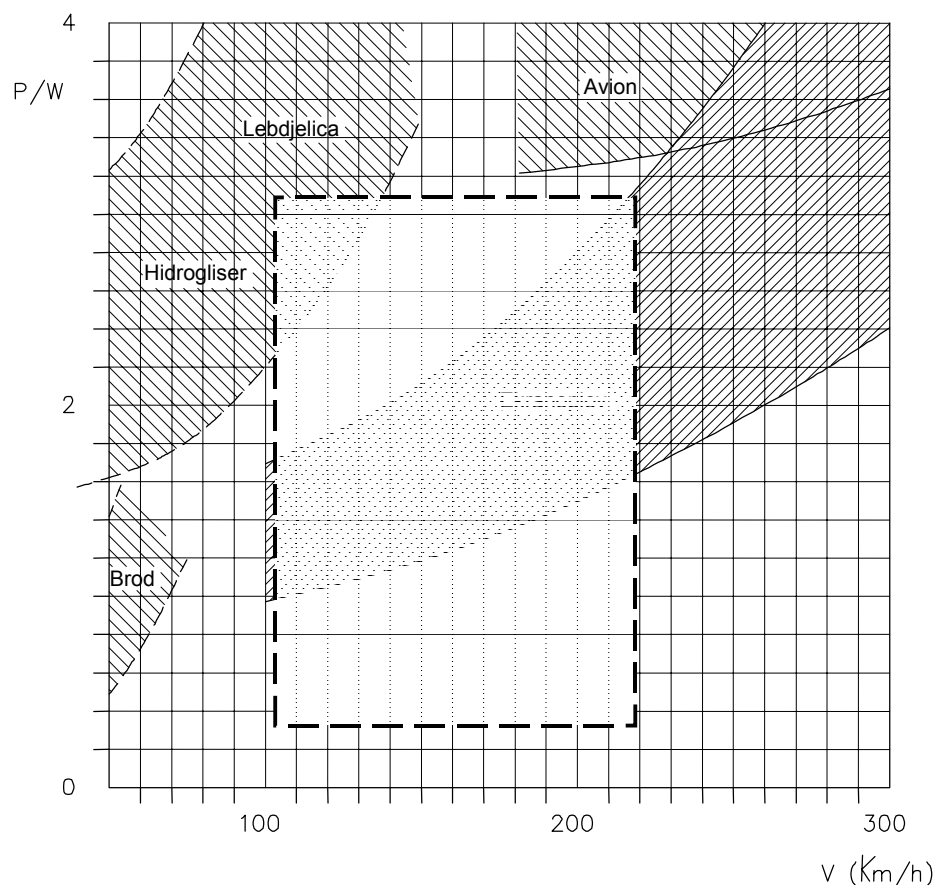


Gdje je  $P/W$  odnos snage i težine.

**Slika 3**  $P/W : v$  dijagram za različite grupacije plovila

**Fig. 3**  $P/W : v$  diagram for different vehicles groups

Ako se promatra samo plovidba u krstarenju, veliki ekranoplovi su jako učinkoviti, ali zahtijevaju i veliku snagu strojeva, obzirom na potrebu prevladavanja hidrodinamičkog otpora ( tzv. «grba» - drag effect). Dijagram odnosa snage i težine ( $P/W$ ) prema brzini  $v$ , za grupacije postojećih plovila prikazan je na Slici 3 [ 6 ] i normaliziran na automobil, gdje  $P/W$  na 100 km/h = 1.



Slika 4 Izdvojeni Von Karman-Gabrielli dijagram za područje brzih brodova

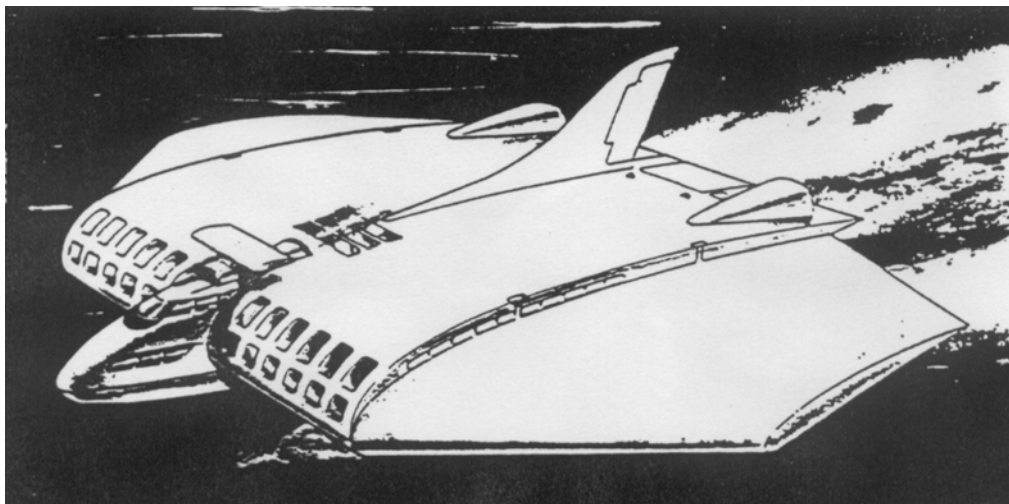
Fig 4 Detached Von Karman-Gabrielli diagram for the fast vehicle domain

Na Slici 4 [ 6 ] prikazan je dio  $P/W : v$  dijagrama koji se odnosi samo na područje koje nas u ovom slučaju zanima, tj. na područje označeno pravokutnikom, između grupacija broda, hidroglisera, lebdjelice, zrakoplova i ekranoplova, u kojem području se treba očekivati pozicioniranje brzih i vrlo - brzih plovila, a glede odnosa snage i težine prema brzini plovila ( $P/W : v$ ). Vidljivo je da je omjer snage i težine prema brzini kod vrlo brzih plovila i plovila s WIG – učinkom / ekranoplova, značajno niži od ostalih letjelica, nešto veći od klasičnih plovila, nešto manji od hidroglisera, ali značajno manji od lebdjelica. Međutim, ova se prednost može još i poboljšati smanjenjem ugradbene snage stroja na vrijednost potrebnu za «normalan let», kod kojeg će stroj raditi u optimalnom režimu plovidbe.

### 3. Odgovor današnje svjetske brodogradnje

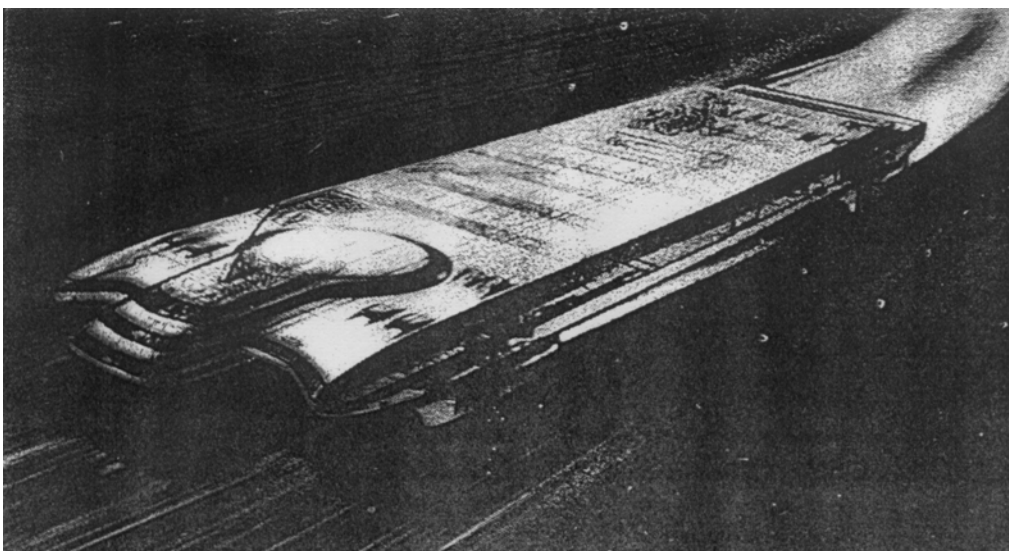
Poznato je da gradnja i plovidba brodova mora biti promišljena i potvrđena potrebom za optimalnom i razložnom upotrebom. U tu svrhu treba težiti osiguranju slijedećeg [ 5], [ 7 ]:

- smanjenju članova posade na brodu,
- smanjenju snage glavnog i pomoćnih strojeva, te specifične i apsolutne potrošnje energije i goriva, kao i smanjenju ispušne emisije,
- reduciranju otrovnih komponenti samopolirajućih otrovnih premaza,
- ugradnji pomoćne – zračne propulzije, gdje to pokaže entropijsko – ekološka bilanca,
- projektiranju plovila tako da svojim podvodnim i nadvodnim izgledom i ljepotom nalaze sklad i dobre «relacije» s vodom i zrakom,
- osiguranju formom «suhe palube», ovisno o veličini broda, visini palube i stanja mora,
- osmišljavanju gibanja broda tako da otpor, koji pružaju voda i zrak, bude što manji i sl.



**Slika 5** "HYDAER", EU međunarodni istraživački tim (u fazi izrade projekta), brzina: 85-120 uzlova – trotrupac

**Fig. 5** "HYDAER", EU international research team (in the design phase), speed: 85-120 knots- trimaran



**Slika 6** "TECHNO-LINER", Japanski istraživački tim (u fazi realizacije), brzina: oko 60 uzlova, dvotrupac

**Fig. 6** "TECHNO-LINER", Japan research team (in the realisation phase), speed: about 60 knots, catamaran

Današnja svjetska brodogradnja pokušava odgovoriti potrebama za brzinom, te masovnim, sigurnim i udobnim prijevozom putnika i dobara. Tu su ponajprije dva velika projekta «HYDAER», koje, prema škrtim informacijama, projektira udružena EU brodogradnja (Slika 5), te «TECHNOLINER» (Slika 6), kojega već dulje vrijeme gradi japanska brodogradnja. Naravno, tu je još čitav niz projektnih rješenja, prototipova i plovila u gradnji, velikih brzina koji su u ideji zamišljeni koristiti učinak tla (WIG – effect) u čemu su, koliko je danas poznato, najdalje otišli USA, Rusija i Kina.

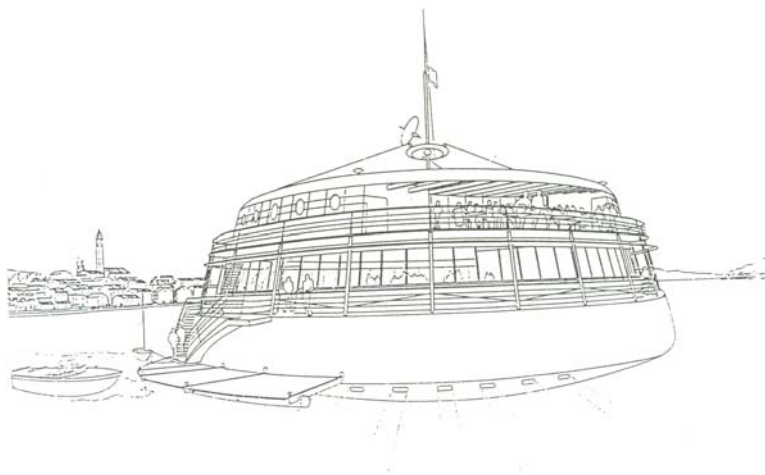
Za ulazak u ovakve i slične projekte istočnim brodogradilištima, posebice japanskim, pored ostalih prepoznatljivih osobnosti, pogoduje i konstantno «dobar» tečaj domaće valute prema USD, za razliku od tečaja hrvatske valute prema USD (ranije HRD a danas Kn) koji je punih 12 godina izrazito «loš» i nerealan, što dovodi izvoznike, posebice hrvatske brodograditelje, i pored drugih problema, u vrlo nezavidan i težak položaj.

#### **4. Mogući odgovor hrvatske brodogradnje**

Hrvatska brodogradnja, ako želi ići u korak s naprednim brodograđevnim svijetom, mora se vrlo brzo okrenuti gradnji visokosofisticiranih klasičnih trgovačkih brodova, ali i gradnji brodova velikih brzina. To pretpostavlja:

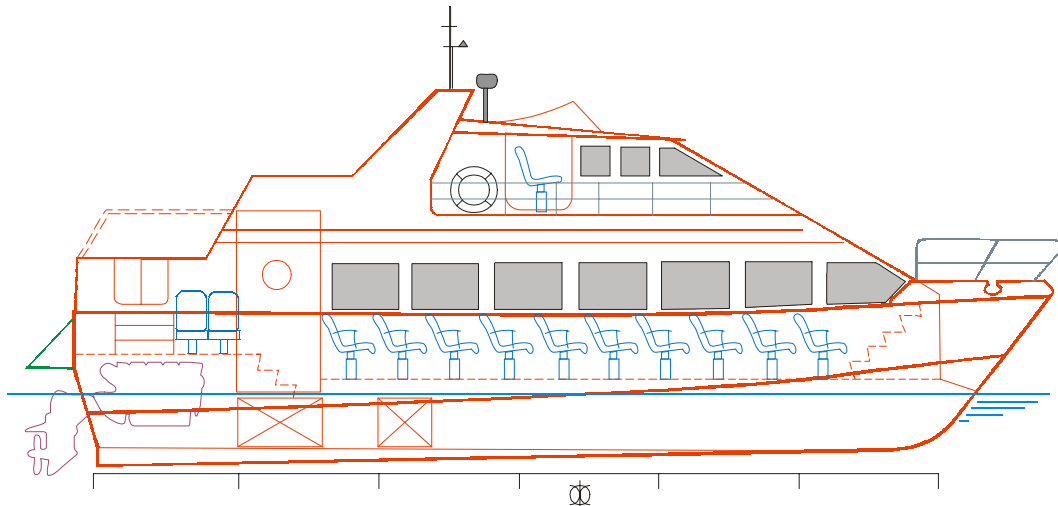
- drukčiju organiziranost, - tehnološku moderniziranost i primjenu novih materijala i tehnologija, - veću proizvodnost, - kvalitetnije upravljanje troškovima u svim fazama gradnje broda, - kvalitetnije udruživanje na razini države, - poticanje razvojno – istraživačke funkcije, inovativnosti i obrazovanja, - proizvodnju temeljenu na znanju, - partnerske, a ne najamne, kooperantske odnose, na osnovi postotka sudjelovanja u zajedničkom proizvodu, - veću privrženost matičnoj firmi, grupnom radu i odgovornosti za preuzete obveze, te - nove projekte sofisticiranih klasičnih brodova, te brodova većih i velikih brzina.

Evo nekoliko primjera rješenja brzih i vrlo brzih brodova [ 3 ], [ 4 ] i [ 7 ] :



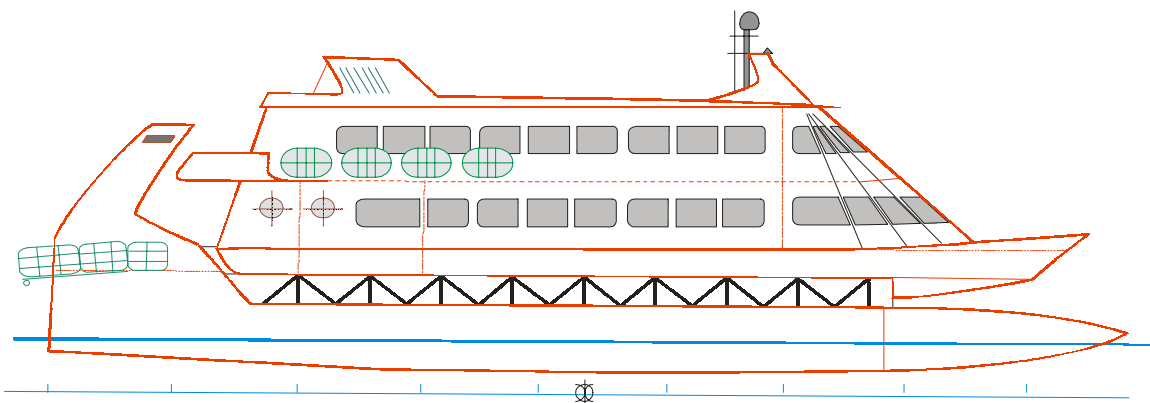
**Slika 7** «LUNA» – plutajući restoran, idejno rješenje bivšeg projektnog tima Inkobroda iz Korčule i N.Ivančevića, dipl. inž. arh. iz Splita.

**Slika 7** «LUNA» –floating restaurant, idea project former design team of Inkobrod - Korčula and N.Ivančevića, B.Sc. arch. From Split.



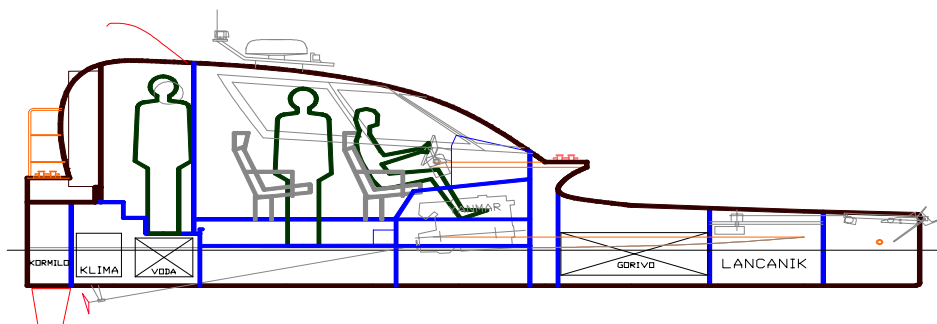
**Slika 8** “MORSKI MINIBUS”- morski autobus, idejno rješenje Prof. Dr.sc.R. Markovina iz Splita i I. Lipanović, brod. tehn. iz Korčule, brzina 25 – 28 uzlova , jednotrupac

**Fig. 8** “MORSKI MINIBUS”- the sea-bus, idea project Ph.D. R. Markovina, Associated Professor from Split and I. Lipanović, naval architect from Korčula, speed 25 – 28 knots, monohull



**Slika 9** “FAROP”, – brod s nadgrađem na stabilnom amortizacijskom polju, idejno rješenje F. Dizdarević, dipl.inž.zrak. – USA i Prof.Dr.sc. R. Markovina iz Splita, brzina : 35 do 60 uzlova, jednotrupac, dvotrupac ili trotrupac )

**Fig.9** “FAROP”, – vessel with superstructure on the stable amortizing field, idea project F. Dizdarević, B.Sc. air const. – USA and Ph.D.. R. Markovina, Associate Professor from Split, speed: 35 do 60 knots, monohull, catamaran or trimaran



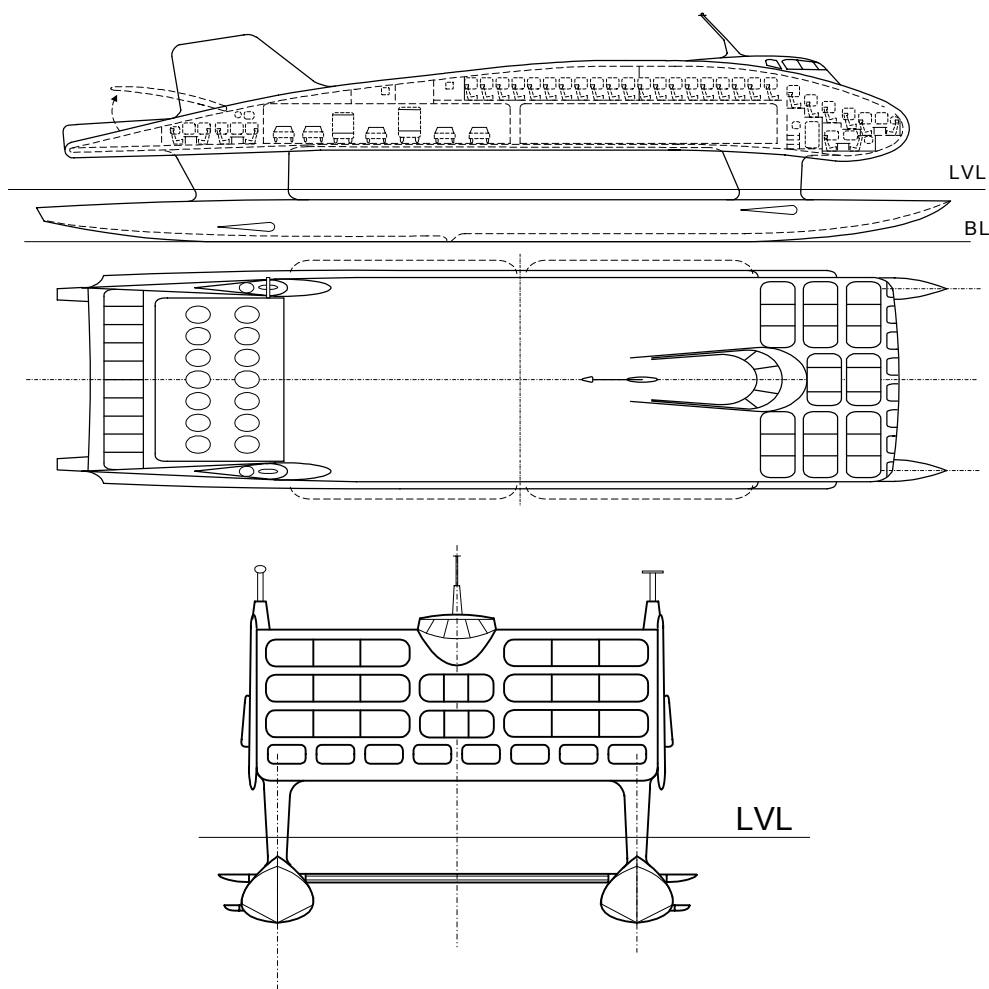
**Slika 10** “ TRILLENNIUM 8000”, morski automobil, idejno rješenje G. Čurin, dipl. inž. brod. iz Splita, brzine 22 – 25 uzlova, manji trotrupac

**Fig. 10** “ TRILLENNIUM 8000”, sea – car, idea project G. Čurin, B.Sc. nav.arch. from Split, speed 22 – 25knots, smaller trimaran



**Slika 11** « BRACERA II» - plovilo za prijevoz 20 putnika, idejno rješenje D. Marasović, dipl.ing.zrak. iz Splita, brzina oko 120 uzlova, ekranoplov

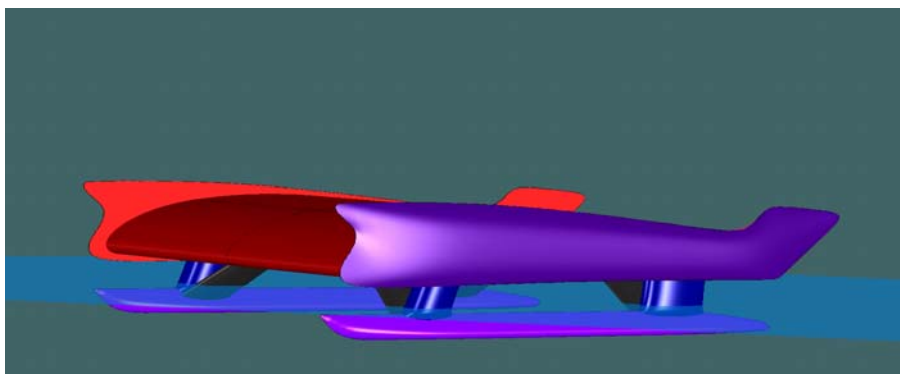
**Fig. 11** « BRACERA II» - vehicle for 20 passengers, idea project D. Marasović, B.sc.air.constr. from Split, speed about 120 knots, WIG – effect boat



**Slika 12** “GLIDING WING”, varijanta SPALATO, (idejno rješenje Prof.Dr.sc. R. Markovina iz Splita i F. Dizdarević, dipl.inž. zrak. – USA, brzine 60 – 80 uzlova bez WIG efekta, a 80 - 120 uzlova, s WIG efektom, dvotrupac ili trotrupac

**Fig.12** “GLIDING WING”, varijant SPALATO, idea project Ph.D.R. Markovina, Associate Professor from Split and F. Dizdarević, B.Sc. air.constr. – USA, speed 60 – 80 knots without WIG- effect, and 80 - 120 knots, with WIG - effect, catamaran or trimaran

Očito je da u Republici Hrvatskoj ima potrebe i mogućnosti ulaska, pored ostalog i u nove sofisticirane brze i vrlo brze putničke brodove, koji bi svakako imali svoje tržište, a značajno bi koristili, kako domaćem stanovništvu, tako i u poboljšanju turističke ponude. To je dugotrajan i težak put, ali u svakom slučaju mogući i isplativ.

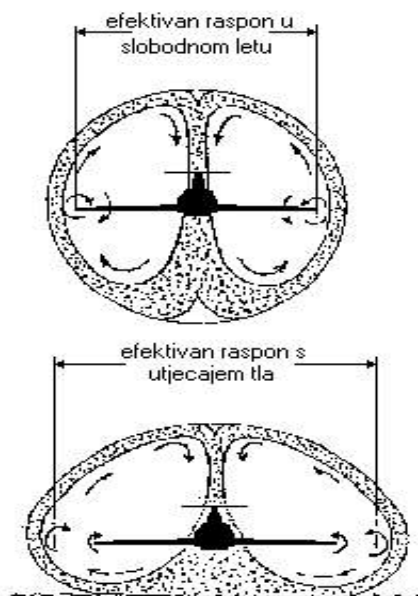


Slika 13 Računalska simulacija «Gliding wing»-varijanta Spalato, brodarica, 60 automobila i 250 putnika

Fig. 13 Computer simulation of «GLIDING WING» - Spalato, fast ferry, 60 cars/ 250 pass.

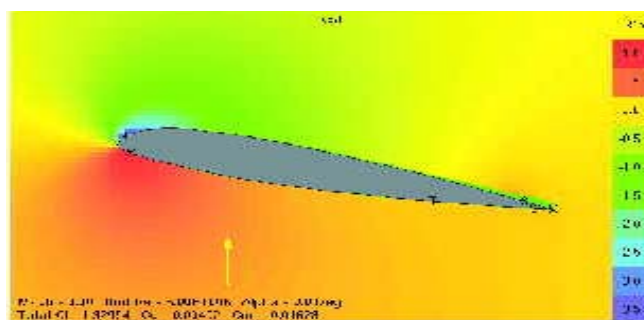
### 5. Kratak prikaz osnovnih osobnosti fenomena WIG– učinka (učinka tla)

Kod plovila pri plovidbi u blizini tla javljaju se dvije pojave nazvane *učinkom tla* ( WIG – učinak ), od kojih se jedna promatra s pomoću raspona krila (*span dominated*) i druga s pomoću tetive krila (*chord dominated*). Obje pojave rezultiraju smanjenjem inducirano g otpora (D), povećanjem uzgona (L), te u konačnici i povećanjem omjera dinamičkog uzgona i otpora (L/D). Inducirani otpor jest *otpor induciran uzgonom*, jer i nastaje stvaranjem uzgona.



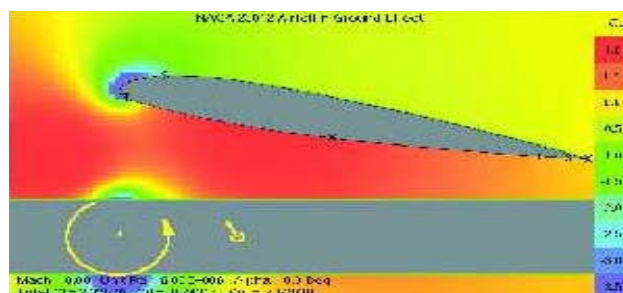
Slika 14 Prikaz stvaranje zračnih «vrtloga» u slobodnom letu i s utjecajem tla

Fig. 14 Air turbulence in free fly and



Slika 15 Raspodjela tlaka kod krila u slobodnom letu

Fig.15 The air pressure distribution around wing in free fly



Slika 16 Raspodjela tlaka kod krila s učinkom tla

Slika 16 The air pressure distribution around wing in WIG-effect WIG – effect

Naime, statički tlak na donjoj strani krila plovila ( ili pak trupa plovila forme aerodinamičkog profila) veći je od onog na gornjoj strani, a prosječna razlika ovih tlakova, umnožena s površinom krila daje silu uzgona. Na rubovima profila krila dodiruju se tlakovi gornji i donji, tako da statički tlak, koji je i veći s donje strane krila želi doći iznad profila krila, pri čemu se na rubovima krila stvaraju vrtlozi.

Energija sadržana u vrtlozima doživljava se kao otpor i zapravo je čisti gubitak. Količina inducirano g otpora ovisi o raspodjeli uzgona po širini krila i njegovoj vitkosti.

Približavanjem krila, ili pak trupa plovila s aerodinamičkim profilom krila, u letu prema tlu nema dovoljno mjesta za potpuno razvijanje vrtloga, pa je «istjecanje» donjeg tlaka manje, vrtlozi su slabijeg intenziteta i pomaknuti su nešto izvan krila, te je samim tim i efektivna vitkost nešto veća u odnosu na onu, čisto geometrijsku. Drugim riječima, približavanjem tlu, iz razloga visokog tlaka ispod krila, stvara se jedan vid «zračnog jastuka», koji je izraženiji što je veće približavanje krila plovila tlu, odnosno kad je relativna visina  $h/c$  (širina krila/visini leta iznad tla)  $< 0,1$ . U nekim slučajevima zrak ispod krila može čak i «stajati u mjestu», ili se pak gibati zajedno s aerodinamičkim profilom, stvarajući tako najveći mogući tlak, nazvan *tlak rama*. Ram je, naime, naziv za stlačeni zrak, nastao gibanjem tijela kroz medij. Ovaj let, temeljem učinka rama, slikovito se može opisati letom lebdjelice, koja plovi na zračnom jastuku. I konačno, približavanjem tlu ovako osmišljenog plovila *povećava se uzgon, s vrlo malim ili pak nikakvim povećanjem otpora*. Ovaj se fenomen može iskoristiti i pri oblikovanju trupa prema parametrima krilnog - aerodinamičkog profila, kao što je prikazano na Sl. 12 i 13.

Mjera učinkovitosti plovila može se izraziti i s pomoću količine snage potiska koja je potrebna za pogon zrakoplova određene mase. Odnos  $L/D$  povećava se smanjenjem relativne visine ( $h/c$ ), a što doprinosi povećanju učinkovitosti plovila u području učinka tla. Na Slikama 14, 15 i 16 [ 8 ] prikazano je stvaranje zračnih vrtloga i raspored tlaka u slobodnom letu i s utjecajem tla. Uočljiv je zračni jastuk visokog tlaka, gdje je:

- ispod profila prikaz visokog tlaka ( crvena boja ),
- iznad profila prikaz tlaka okoline ( zelena boja ),
- oko «nosa» profila prikaz niskog tlaka ( plava boja ).

Snaga pri krstarenju po jedinici težine, izražena kroz odnos  $P/W$  vrlo je niska kod plovila s WIG – učinkom u usporedbi s drugim sredstvima, sukladno dijagramu na Sl. 4. I konačno, troškovi korištenja plovila s WIG – učinkom ne ovise samo o njihovoj dobroj prometnoj učinkovitosti (  $TE$  ), već i o troškovima održavanja, uloženog i vraćenog kapitala, posadi i osiguranju, a koji su troškovi kod ovih plovila, zaista minimizirani.

## 6. Zaključak

Suvremeni život danas, u doba sve veće uporabe računala, ne može više prihvatiti plovila brzina od 9 do 15 uzlova, iz prostog razloga što se jednostavno nema vremena “za bacanje” i što današnji ritam života zahtijeva sasvim drukčiju brzinu, sigurnost i udobnost, a što današnja tzv. “bijela flota” ne može ni približno osigurati. Ovo se, naravno, odnosi kako za domaće putnike, tako za poslovne ljude i turističku ponudu. Ako želimo zadržati život na otocima, onda je najmanje što možemo učiniti – osigurati im brz, jeftin, udoban i siguran prijevoz do županijskog središta, kako bi u istom danu mogli obaviti potrebne poslove i vratiti se, a školarcima pohađanje nastave življenjem u obiteljskom staništu, a o turističkim potrebama da se i ne govori. Pomorski prijevoz mora se shvatiti i prihvatiti kao nastavak kopnenog prijevoza i ništa drugo. U tom smislu može se nedvojbeno zaključiti slijedeće:

1. Hrvatska brodogradnja, u odnosu na konkurenciju, ima određene prednosti:
  - već postojeće» zdrave» idejne projekte, - dobar inženjerski i drugi stručni kadar,
  - dobre institucije podrške u znanstvenom i obrazovnom smislu,
  - znanje potrebno za gradnju kvalitetnih i sofisticiranih proizvoda,
  - kvalitetan i prepoznatljiv proizvod,
  - zapošljava dobar dio ukupne radne snage ( vlastite i kooperantske),
  - dobru infrastrukturu i dobru zemljovidnu poziciju svojih brodogradilišta (u Dalmaciji 2 velika i 6 manjih),

- dobru i kvalificiranu radnu snagu,
- dobru i veliku tradiciju i ugled na svjetskom tržištu,
- dobru prateću industriju, kao i malo i srednje poduzetništvo, koje se treba još više razviti i proširiti na veći broj područja potrebnih brodogradnji, kao i
- blizinu Zrakoplovne industrije «SOKO» - Mostar, u susjednoj BiH, koja bi se mogla uključiti u primjenu zrakoplovnih tehnologija u brodogradnji.

2. Računajući na trendove brodogradilišta Dalekog istoka, predstojeći period recesije, te objektivnu nemogućnost konkuriranja u standardnim projektima, europska će brodogradilišta izlaz u budućnosti, zasigurno morati tražiti u:

složenijim i specifičnijim proizvodima, koji će se graditi u manjim serijama (vrlo brzi ferry - brodovi, brzi i vrlo brzi putnički brodovi, off-shore objekti, jaružala, ledolomci, brzi brodovi za prijevoz spremnika, brodovi za prijevoz kemikalija, plutajući objekti različite namjene, brodovi spalionice otpada ( alternativni proizvođači električne energije), brodovi s minimalnom potrošnjom goriva i sl.),

modernizaciji i osuvremenjivanju proizvodnog procesa,  
strogom upravljanju troškovima, povećanju proizvodnosti,  
proizvođenju brodova u «optimalnoj» kvaliteti,  
restrukturiranju i radu po sustavu «montažnog brodogradilišta»,  
partnerskom odnosu s kooperantima po sustavu sudjelovanja u zajedničkom proizvodu,  
specijalizaciji proizvodnje za određene tipove plovila ( smanjenje neloyalne konkurencije)

iznalaženju pogodnijih sustava za brži utovar istovar i opreme za pristup teretu,  
većom automatizacijom na brodovima iminimiziranju broja članova posade,  
sustavnom i organiziranom povećanju inženjerskog i radničkog znanja i sl.

3. U navedenim prognozama koje se odnose na europsku brodogradnju, očividno je da hrvatska brodogradnja treba svoju priliku u budućnosti tražiti i u:

- ulasku u realizaciju projekata visokosofisticiranih brodova, posebnih namjena,
- izgradnju vrlo brzih ferry- brodova,
- izgradnju plovnih i plutajućih obalnih konstrukcija ( linijski trajekti, brodovi – spalionice otpada, off-shore plutajuće konstrukcije, plutajući objekti – restorani, plutajuća staništa i apartmani, plutajuća parkirališta, i sl),
- projektiranju i proizvodnji brzih (25 – 30 uzlova) klasičnih i nestandardnih formi (Morski minibus, Morski automobil – Trilennium 8000 i sl.) i vrlo brzih putničkih brodova (60 – 80 uzlova) novih formi (Farop, Gliding wing – Spalato, i sl.) obzirom na već rečena i prikazana idejna rješenja, uz tehnološki prijelaz na djelimičnu primjenu zrakoplovnih konstrukcija, Al - slitina i lakih, nekonvencionalnih materijala.

4. Analizirajući Von Karman - Gabrielli dijagram, posebice odnose L/D(W/T):v i P/W:v, može se uočiti da unutar ograničenja *tehnološkom crtom*, postoji još uvijek realnog prostora za nova istraživanja, te da ulaganje u projektiranje, razvitak i gradnja brzih plovila nove generacije, nije nikakav luksuz već prijeka potreba. Ova tvrdnja zasnovana je na mogućnostima, znanju, pravima i potrebama kako sa stajališta brzog prijevoza domicilnih putnika i dobara, tako i u svrhu razvitka turizma i brodarstva Hrvatske, ali i u svrhu probitka hrvatske brodogradnje na buduće još zahtjevnije svjetsko brodograđevno tržište.

## LITERATURA

- [1] Markovina R., «The survey of preliminary solutions of super-high speed vehicles of the new generation Farop and Gliding wing», Simpozij brodogradnje mediteranskih zemalja IMAM 2000 Napulj, Italija, 2000., pp.17-26
- [2] Markovina, R., “The preliminary investigations and the main principles of super-high-speed vessel “Gliding wing” (Conceptual design), International shipbuilding progress, Vol.49, No 2.,2001, pp. 127 - 153
- [3] Markovina, R.,»Gliding wing, variant "Spalato" - the super high speed vessel of the new generation», II Pan Europski simpozij brodarstva, Split, Hrvatska, 2001., pp.3-23.
- [4] Markovina, R., «The choice of vessels for a fast transportation of passenger along the mediterranean coast», Simpozij brodogradnje mediteranskih zemalja IMAM 2000, Napulj, Italija, 2000, pp.52 – 60.
- [5] Sladoljev, Ž. et all.,“Hrvatska u 21 stoljeću” - Projekt - Hrvatska brodogradnja 21.stoljeća, Ured za strategiju razvitka Republike Hrvatske, Zagreb, 2002.
- [6] Van Opstal, E., “The WIG page”, [www.se-technology.com](http://www.se-technology.com), Internet WEB stranice, 2002.
- [7] Markovina, R., Marasović, D.; «The Von Karman – Gabrielli diagram analyse for the purpose of choosing the direction of the new form ships design in croatian shipbuilding», III DAAAM -međunarodna konferencija o naprednim tehnologijama nerazvijenih zemalja ATDC '04, lipanj 2004, Split, Hrvatska.
- [8] Marasović, D., « Preliminarna konstrukcija ekranoplova», diplomski rad, FSB-Zagreb, 2000.