

EXPERIMENTAL EVALUATION OF SHIP TOWING RESISTANCE FROM TESTS WITH MODEL IN TANK

VLERËSIMI EKSPERIMENTAL I REZISTENCËS NË RIMORKIM TË ANIJEJES NGA PROVAT ME MODELET NË VASKË

BLENARD XHAFERAJ*^a, AGRON DUKAJ^b

^a Department of Naval and Mechanical Engineering, ^b Department of Maritime Science
University "Ismail Qemali" of Vlora, Sheshi Pavarësia Skelë, Vlorë, ALBANIA.

* blenardxhaferaj@yahoo.it

AKTET VI, 2: 157-162, 2013

PERMBLEDHJE

Parashikimi i rezistencës në rimorkim është një prej elementëve kyç për procesin e projektimit të anijes. Për vlerësimin e karakteristikave të rezistencës projektuesit e anijeve mund të përdorin të dhënat statistikore, seritë sistematike, të dhënat eksperimentale të provave me modele në vaskë dhe rezultatet e rrjedhura nga CFD. Eksperimentimet me modelet në vaskë ende mbeten metodat më të besueshme për përcaktimin e rezistencës në lëvizje të anijeve. Punimi ka si qëllim prezantimin e procedurave eksperimentale të provave me modelet në vaskë dhe transferimin e këtyre rezultateve drejt anijes me dimensione reale. Në punim paraqiten rezultatet eksperimentale të provës në rimorkim me modelin e një anije transporti dhe procedura e transferimit të rezultateve eksperimentale drejt anijes me dimensione reale për llogaritjen e rezistencës në lëvizje dhe koeficienteve përkatës të rezistencës. Modeli është eksperimentuar në vaskën navale të Universitetit të Triestes në fushën e shpejtësive të lëvizjes së anijes 10÷16 nrye.

Fjalë çelës: Anije, Model, Rezistencë, Vaskë

SUMMARY

Prediction of effective resistance is one of the key elements of ship design process. For the evaluation of the characteristics of resistance the ship designers can use statistical data, systematic series; experimental data of tank tests with models and the results of CFD calculations. Experiments with models still remain the most reliable methods for the determination of the resistance of the ships. The paper aims the presentation of experimental procedures of towing tests with models in tank and the respective transfer of these results to ship in real dimensions. In this paper are presented the results of towing tests experiments with the model of a cargo ship and the transfer procedures to ship with real dimensions for the calculation of resistance and the coefficients of resistance. The model was tested in the towing tank of the University of Trieste in the ship speed range 10 ÷ 16 knots.

Key Words: Ship, Model, Resistance, Towing tank

HYRJE

Projektimi i anijes është një proces i përmirësimeve të vazhdueshme të cilat kërkojnë një koordinim të shumë disiplinave për të arritur në zgjidhjen më të mirë të mundshme. Një prej

detyrave më të rëndësishme në nivelin projektues të anijes është kënaqja e kërkesave të shpejtësisë së anijes. Njohja e fuqisë së nevojshme që anija të arrij shpejtësinë maksimale të kërkuar lejon, zgjedhjen e aparatit

motorik, përcaktimin e sasisë së lëndës djegëse për një autonomi të caktuar, dhe përfundimin e vlerësimit të peshës dhe qendrës së gravitetit të anijes. Vlerësimi i rezistencës në rimorkim të anijes është një ndër elementët kyç për përcaktimin e fuqisë motorike. Vlerësimi i saj mund të bëhet nëpërmjet përdorimit të teknikave eksperimentale, metodave numerike dhe analizave teorike në lidhje me aspekte të ndryshme të problemit të fuqisë. (1) (2) (3).

Provat me modelet e anijeve në vaskë konsiderohen si mjeti më i besueshëm për parashikimin e rezistencës në rimorkim të anijes. (3) (4). Parashikimet eksperimentale të performancave hidrodinamike të anijes me dimensione reale realizohen nëpërmjet përpunimit të rezultateve të provave eksperimentale, të kryera me modelet në vaskë, sipas metodologjive të përcaktuara të transferimit.

Në këtë artikull nuk synojmë trajtimin e të gjitha problematikave të provave që bëhen në vaskat navale për parashikimin e performancave hidrodinamike të anijes, por vetëm të atyre problematikave që kanë të bëjnë me parashikimin e rezistencës në rimorkim të anijes.

Në artikull prezantohet procedura eksperimentale e provës në rimorkim e realizuar, pranë vaskës navale të Universitetit të Triestes, me modelin e një anijeje transporti, në fushën e shpejtësive të lëvizjes së anijes 10 deri në 16 nyje, si dhe procedura e transferimit të rezultateve eksperimentale të modelit drejt anijes me dimensione reale për llogaritjen e rezistencës dhe koeficientëve pa përmasa të saj.

MATERIALI DHE METODAT

Me anë të provës në rimorkim synohet të riprodhohet mbi modelin në vaskë kushti i anijes që lëviz në mënyrë drejtvizore të njëtrajtshme me shpejtësi të drejtuar sipas planit diametral të anijes. Gjatë realizimit të provës në rimorkim sipërfaqja e lirë e ujit të vaskës konsiderohet e qetë dhe me thellësi të pakufizuar.

Qëllimi i provës është përcaktimi i rezistencës në rimorkim të anijes, prej të dhënave të nxjerra nga eksperimentet me modelet në vaskë, në kushtet

e ngjashmërisë mekanike të pjesëshme në lidhje vetëm me numrin e Froudit. Për përmbushjen e këtij qëllim kryhen mbi modelin e anijes matje të shpejtësisë dhe rezistencës. Parashikimi i rezistencës në rimorkim të anijes ka dy faza kryesore: fazën e realizimit të eksperimentit dhe fazën e transferimit të rezultateve të provës drejt anijes me dimensione reale, e quajtur ndryshe transferimi vaskë-det.

Gjatë realizimit të procedurës eksperimentale dhe asaj të transferimit vaskë-det të gjitha elementët relativ modelit shënohen me indeksin "M", kurse elementët relativ anijes shënohen me indeksin "S".

Procedura eksperimentale e provës së rimorkimit kalon në fazat e mëposhtme: (2) (5) (4)

- Përcaktimi i kushteve të provës.
- Përgatitja e modelit për provën.
- Vendosja e modelit në karron dinamometrike.
- Realizimi i provës.
- Rezultatet e provës.

Kushtet e provës i përkasin, përcaktimit të raportit λ , të ngjashmërisë gjeometrike model-anije, si dhe parametrave karakteristike të modelit si, dislokimi (Δ), peshkimi (T), gjatësia (L), gjerësia (B), sipërfaqja e lagur (S) dhe fusha e shpejtësive që duhet realizuar.

Në kushtet e ngjashmërisë gjeometrike model anije parametrat kryesore të modelit llogariten sipas formulave të mëposhtme duke u nisur nga parametrat kryesore të anijes, (1), (2), (3):

$$B_M = \frac{B_S}{\lambda}; L_M = \frac{L_S}{\lambda}; T_M = \frac{T_S}{\lambda}; S_M = \frac{S_S}{\lambda^2}; A_M = \frac{A_S}{\lambda^2} \quad (1)$$

Përgatitja e modelit për provën përfshin fazën e pajisjes së modelit me instrumentet matës dhe të kapjes në karron dinamometrike dhe fazën e ekuilibrit duke e pjerrësuar modelin sipas këndit të dëshiruar të pjerrësisë.

Me përfundimin e kësaj faze, vazhdohet me vendosjen e modelit në karron dinamometrike dhe fillimin e të gjitha veprimeve që i përkasin matjeve dhe marrjes së të dhënave.

Kryerja e provës konsiston në matjen e rezistencës në rimorkim për një numër diskret të shpejtësive të përfshira në fushën e përcaktuar. Çiftet e vlerave të përcaktuara shënohen me simbolikën (V_M, R_{TM}).

Këto vlera të shpejtësisë dhe rezistencës përbëjnë rezultatet e provës dhe mbi këto vlera bëhen analizat e transferimit vaskë-det.

Gjatë kryerjes së provës matet temperatura e ujit të vaskës me qëllim që të përcaktohen nga tabelat përkatëse vlerat e densitetit ρ_M dhe viskozitetit ν_M të ujit të vaskës. Gjatë realizimit të transformimeve, për ujin e detit merret temperatura standarde 15°C dhe kripësia 35.

Vlerat e madhësive të matjeve që merren në vaskë nga provat me modelet përdoren për llogaritjen e madhësive përkatëse të anijes (parashikimet e vaskës). Për këtë qëllim përdoren metoda të përshtatshme të quajtura transferimet vaskë-det.

Nga vlerat e përcaktuara të rezistencës totale në rimorkim të modelit, R_{TM} , për shpejtësi të ndryshme V_M të modelit llogariten vlerat e rezistencës totale në rimorkim të anijes R_{TS} .

Hipotezat e punës gjatë transferimeve vaskë-det janë ato të metodës së Froudit (1), (2), (5), ku për shpejtësinë e anijes $V_S = V_M \sqrt{\lambda}$ kemi:

$$R_{TS} = \frac{\rho_s}{\rho_M} \lambda^3 (R_{TM} - R_{FM}) + R_{FS} \quad (2)$$

Rezistenca e fërkimit (R_f) llogaritet me formulat e pllakës plane teknikisht të lëmuar ekuivalente me anijen. Ky kusht i vlefshëm për sipërfaqen e karenës së modelit nuk verifikohet plotësisht në anijen në dimensione reale. Për arsye nga më të ndryshmet ashpërsia sipërfaqësore e anijes reale ndryshon nga ashpërsia sipërfaqësore e modelit të saj. Prandaj parashikimet e vaskës, domosdoshmërisht duhet të marrin parasysh gjendjen efektive të sipërfaqes së karenës.

Për këtë gjatë llogaritjeve të rezistencës së fërkimit të anijes koeficientit të rezistencës të fërkimit C_{FS} i shtohet madhësia ΔC_F e quajtur shtesa për shkak të ashpërsisë së skafit. Rrjedhimisht rezistenca e fërkimit të anijes llogaritet.

$$R_{FS} = \frac{1}{2} \rho_S S_S V_S^2 (C_{FS} + \Delta C_F) \quad (3)$$

Nga rezultatet e provës së rimorkimit mundet të shkohet në të dhënat e anijes sipas skemës që vijon:

1. Me vlerat e V_M dhe R_{TM} përcaktojmë numrin e Froudit (F_{NM}), të Reynoldsit, (R_{NM}) dhe koeficientin e rezistencës totale të modelit C_{TM} .

$$(V_M, R_{TM}) \Rightarrow \begin{cases} F_{NM} = F_{NS} = F_N = \frac{V_M}{\sqrt{g \cdot L_{OSM}}} \\ R_{NM} = \frac{V_M \cdot L_{OSM}}{\nu_M} \\ C_{TM} = \frac{R_{TM}}{\frac{1}{2} \rho_S S_S V_M^2} \end{cases} \quad (4)$$

2. Përcaktohet koeficienti i rezistencës së fërkimit të modelit C_{FM} .

$$R_{NM} = \frac{V_M \cdot L_{OSM}}{\nu_M} \Rightarrow C_{FM} = \frac{0,075}{(\log_{10} R_{NM} - 2)^2} \quad (5)$$

3. Përcaktohet koeficienti i rezistencës së mbetur.

$$C_R = C_{TM} - C_{FM} \quad (6)$$

Gjatë transformimeve vaskë-det koeficientet e rezistencës së mbetur të modelit dhe anijes janë të barabartë.

4. Përcaktohet shpejtësia e anijes dhe koeficienti i fërkimit të anijes C_{FS} .

$$V_S = V_M \cdot \sqrt{\lambda}; R_{NS} = \frac{V_M \cdot L_{OSM}}{\nu_S} \quad (7)$$

$$\Rightarrow C_{FS} = \frac{0,075}{(\log_{10} R_{NS} - 2)^2} \quad (8)$$

5. Përcaktohet koeficienti i rezistencës totale në rimorkim të anijes.

$$C_{TS} = C_R + C_{FS} + \Delta C_F = C_{TM} - C_{FM} + C_{FS} + \Delta C_F \quad (9)$$

6. Përcaktohet rezistenca totale dhe fuqia efektive e anijes.

$$R_{TS} = \frac{1}{2} \cdot \rho_S \cdot S_S \cdot V_S^2 \cdot C_{TS}; P_{ES} = R_{TS} \cdot V_S \quad (10)$$

REZULTATE DHE DISKUTIME

Procedurat e mësipërme eksperimentale dhe përpunuese janë aplikuar për parashikimin e rezistencës në rimorkim të një anije transporti me ujëzhvendosje 4845 t. Procedura eksperimentale është realizuar pranë vaskës navale të Universitetit të Triestes. Vaska navale në të cilën është realizuar procedura eksperimentale ka përmasat 50 x 3.10 x 1.60 m. Nisur nga dimensionet e vaskës, dimensionet e anijes dhe kushtit që shpejtësia minimale e modelit duhet të siguroj fluksin turbulent gjatë lëvizjes është përcaktuar një raport i ngjashmërisë gjeometrike midis anijes dhe modelit $\lambda = 20$. Mbi bazën e këtij raporti dhe dimensioneve të anijes janë përcaktuar edhe dimensionet e tjera të modelit, të cilat jepen në tabelën 1.

Modeli është prodhuar në oficinën e modeleve të vaskës navale të Universitetit të Triestes.

Në figurën 1 paraqitet modeli i prodhuar dhe vaska navale në të cilën është realizuar procedura eksperimentale.

Për parashikimin e rezistencës në rimorkim të anijes janë realizuar shtatë prova për shtatë shpejtësi të modelit që i korrespondojnë shpejtësive të lëvizjes së anijes 10 deri në 16 nyje. Për çdo vlerë të V_M është përcaktuar një vlerë e R_{TM} dhe mbi bazën e këtyre vlerave si dhe me ndihmën e formulave (4)÷(10) janë parashikuar vlerat e rezistencës totale në rimorkim të anijes R_{TS} për çdo vlerë të shpejtësisë V_S .

Në tabelën 1 paraqiten të dhënat kryesore të modelit dhe anijes si dhe disa prej karakteristikave eksperimentale.

Tabela 1-Karakteristikat kryesore eksperimentale

Elementet	Modeli	Anija
Gjatësia në pinguleve L_{BP} (m)	4.000	80.00
Gjatësia në vijën e ujit L_{WL} (m)	4.329	86.58
Gjatësia maksimale L_{OS} (m)	4.331	86.62
Gjerësia maksimale B_M (m)	0.710	14.20
Gjerësia në vijën e ujit B_{WL} (m)	0.710	14.20
Peshkimi në bash T_F (m)	0.286	5.715
Peshkimi në kiç T_A (m)	0.286	5.715
Peshkimi mesatar T_M (m)	0.286	5.715
Ujëzhvendosje Δ (t)	0.591	4845
Sipërfaqja e lagur S (m ²)	4.233	1693.3
Raporti i ngjashmërisë λ		20
Temperatura e detit t_s		15
Temperatura e vaskës t_M		13.3
Viskoziteti i detit ν_s		1.19E-06
Viskoziteti i vaskës ν_M		1.19E-06
Densiteti i detit ρ_s		104.61
Densiteti i vaskës ρ_M		101.895
Ashpërsia e karenes ΔC_F		0.0002

Për të lehtësuar volumin e llogaritjeve është ndërtuar një fletë llogaritëse në Ms Excel, mbi bazën e të cilës janë kryer llogaritjet sipas formulave (4)÷(10).

Në tabelën 2 paraqiten rezultatet eksperimentale si dhe ato të llogaritjeve të transferimit vaskë det.

Me të dhënat e kolonës (VI) dhe (IX), të tabelës 2, është ndërtuar grafiku i rezistencës totale në rimorkim në funksion të shpejtësisë (figura 2).

Me të dhënat e kolonave (V),(VI),(VII),(VIII), të tabelës 2, janë ndërtuar grafikët e koeficientëve të rezistencës në funksion të shpejtësisë (figura 3).

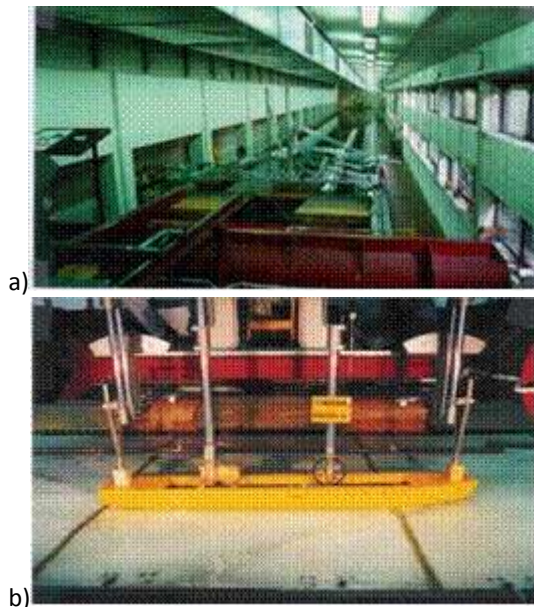


Figura 1 - a) Vaska ku është realizuar eksperimenti; b) Modeli i eksperimentuar

Me të dhënat e kolonave (VI),(IX),(X),(XI), të tabelës 2, janë ndërtuar grafikët e komponentëve të rezistencës së anijes, rezistencës së fërkimit R_F , rezistencës së mbetur R_R dhe rezistencës totale R_{TS} në funksion të shpejtësisë.(figura 4)

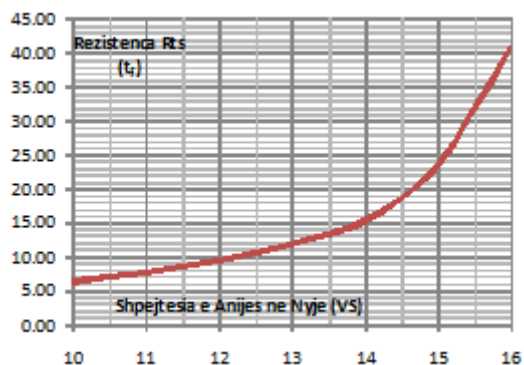


Figura 2- Grafiku i Rezistencës së anijes kundrejt shpejtësisë

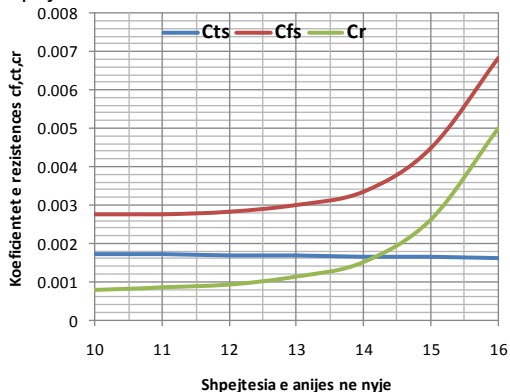


Figura 3- Grafiku i koeficienteve të rezistencës së anijes kundrejt shpejtësisë

V_M	R_{TM}	C_{FM}	C_{TM}	C_R	V_s	C_{FS}	C_{TS}	R_{TS}	R_F	R_R	PE
m/s	KG _f	*10 ³	*10 ³	*10 ³	nyje	*10 ³	*10 ³	t _f	t _f	t _f	KF
(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)	(VI)	(VII)	(VIII)	(IX)	(X)	(XI)	(XII)
1.15	1.232	3.511	4.32	0.808	10	1.736	2.744	6.43	4.07	1.89	440,83
1.265	1.482	3.449	4.294	0.845	11	1.714	2.759	7.82	4.86	2.40	89,99
1.38	1.776	3.394	4.324	0.93	12	1.695	2.825	9.53	5.72	3.14	784,21
1.495	2.157	3.344	4.475	1.131	13	1.677	3.008	11.9	6.64	4.48	1061,58
1.61	2.683	3.299	4.8	1.5	14	1.661	3.361	15.4	7.63	6.89	1481,69
1.725	3.781	3.258	5.892	2.634	15	1.646	4.48	23.6	8.68	13.89	2428,97
1.84	5.995	3.22	8.211	4.99	16	1.633	6.823	40.9	9.80	29.48	4489,50

Tabela 2 – Rezultatet eksperimentale dhe ato të llogaritjeve

KONKLUZIONE

Në punim u prezantua një procedurë e plotë e parashikimit të rezistencës në rimorkim për një anije transporti me ujëzhvendosje 4,845 t në fushën e shpejtësive të lëvizjes 10-16 nyje. Procedura eksperimentale është realizuar pranë vaskës navale të Universitetit të Triestes.

Në bazë të rezultateve eksperimentale dhe procedurave të transferimit vaskë det për çdo vlerë të plotë të shpejtësisë së anijes në nyje janë llogaritur, komponentët e rezistencave, fuqia efektive dhe koeficientet e rezistencës. Rezultatet e llogaritjeve janë paraqitur qoftë në mënyrë tabelore, qoftë në mënyrë grafike.

Në bazë të rezultateve të llogaritjeve rezulton se për shpejtësinë 16 nyje, që është edhe shpejtësia

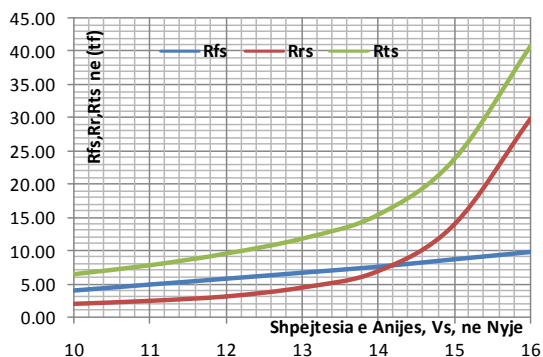


Figura 4 - Grafiku i komponentëve të rezistencës së anijes kundrejt shpejtësisë

e projektit të kësaj anije, vlerat e rezistencës totale në rimorkim dhe fuqisë efektive janë përkatësisht: $R_T = 40.92 t_f$ dhe $P_E = 4489.50 KF$.

Pas përfundimit të këtyre parashikimeve procesi projektues i anijes mund të vazhdojë me përmasimin e elementeve të tjerë si: helikat, motorin kryesor, përmasimet e boshtit të linjës së aksit etj.

BIBLIOGRAFIA

[1]. **Harvald, Sv.Aa.** - *Resistance and propulsion of ships*. USA : Wiley Interscience publications, 1983.
 [2]. **Alikaj, K., Xhaferaj, B.** - *Hidrodinamika e Anijes*. Tirane : SHBLU, 2007.

[3]. **Molland, A.** - *Resistance and propulsion of ship*. London : Cambridge Press, 2010.

[4]. **Simeone, M.** - *Architettura Navale*. Napoli : Tipografica Editrice, 2008.

[5]. **Lewis, E.** - *Principles of Naval Architecture, Volume II - Resistance and propulsion*. Jersey City : SNAME, 1988.