

# Značajke otpora i propulzije brzih teretnih brodova u mirnoj vodi

---

**Komazec, Petra**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:531408>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-05**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Petra Komazec**

Zagreb, 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Nastia Degiuli, dipl. ing.

Student:

Petra Komazec

Zagreb, 2015.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Posebno se zahvaljujem mentorici prof. dr. sc. Nastiji Degiuli na povjerenju, podršci i vremenu utrošenom tijekom izrade rada i asistentici Ivani Martić na pomoći.

Zahvaljujem se i svojim roditeljima koji su mi omogućili studiranje i podržavali me cijelo ovo vrijeme.

Petra Komazec



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**  
Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne i diplomske ispite studija brodogradnje



Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Petra Komazec** Mat. br.:0035183318

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **ZNAČAJKE OTPORA I PROPULZIJE BRZIH TERETNIH BRODOVA U MIRNOJ VODI**

Naslov rada na engleskom jeziku: **RESISTANCE AND PROPULSION CHARACTERISTICS OF HIGH SPEED CARGO SHIPS IN STILL WATER**

Opis zadatka:

Osnovna je težnja svakog brodograditelja pri osnivanju broda odrediti takvu formu trupa broda koja će pri plovidbi na površini vode stvarati što je moguće manji otpor. Propulzijski sustav mora biti što je moguće efikasniji tj. energija utrošena na gibanje broda mora biti što je moguće manja.

Već u fazi pretprojekta broda, brodograditelj mora preliminarno odrediti snagu otpora za određenu masu istisnine i brzinu broda. Na osnovu snage otpora uz određeni stupanj iskoristivosti može se procijeniti snaga pogonskih strojeva potrebna za postizanje tražene brzine broda. Jedna od metoda pomoću kojih se može odrediti otpor novog broda su standardna serijska ispitivanja modela.

Na temelju rezultata pokusa tegljenja, slobodne vožnje vijka i vlastitog pogona serije modela brzih teretnih brodova u mirnoj vodi, potrebno je:

- ispitati utjecaj koeficijenata forme na koeficijente otpora,
- ispitati utjecaj koeficijenata forme na koeficijente propulzije,
- ispitati utjecaj mjerila na značajke otpora i propulzije,
- postojeće eksperimentalne rezultate primijeniti za predviđanje potrebne snage za brod čiji se koeficijenti forme nalaze unutar raspona koeficijenata obuhvaćenih modelskim ispitivanjima.

U radu treba navesti korištenu literaturu te eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

5. svibnja 2015.

Rok predaje rada:

2. rok: 17. rujna 2015.

Predviđeni datumi obrane:

2. rok: 21., 22., i 23. rujna 2015.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Nastia Degiuli

Predsjednica Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Nastia Degiuli

## Sadržaj

Sadržaj.....	I
POPIS SLIKA .....	II
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS OZNAKA .....	VI
SAŽETAK.....	VIII
1. UVOD.....	1
2. KOEFICIJENTI BRODSKE FORME .....	2
3. MODELSKA ISPITIVANJA .....	3
3.1. Općenito .....	3
3.1.1. Opći uvjeti pokusa.....	5
3.1.2. Pokus otpora.....	5
3.1.3. Pokus slobodne vožnje vijka .....	5
3.1.4. Pokus vlastitog pogona.....	6
3.2. Serijska ispitivanja modela .....	7
3.2.1. Prva serija pokusa.....	7
4. OTPOR BRODA .....	8
4.1. Općenito .....	8
4.2. Raščlana otpora .....	8
4.3. Obrada podataka otpora broda dobivenih modelskim ispitivanjima .....	9
4.4. Utjecaj mjerila modela na značajke otpora. . . ..	49
5. PROPULZIJA BRODA.....	50
5.1. Općenito .....	50
5.1.1. Koeficijent sustrujanja poriva i koeficijent upijanja .....	51
5.2. Analiza podataka propulzije broda pomoću polinoma .....	52
5.3. Utjecaj mjerila na značajke propulzije .....	70
6. PROCJENA UTJECAJA $L_{DWL}/B$ I $B/T$ NA ZNAČAJKE OTPORA I PROPULZIJE POMOĆU POLINOMA .....	71
7. ZAKLJUČAK.....	79
LITERATURA.....	80
PRILOG I - podatci o vijku.....	I

**POPIS SLIKA**

Slika 1.	Stacionarna i nestacionarna gibanja broda.....	4
Slika 2.	Grafički prikaz vrijednosti $L_{DWL}/B$ i $B/T$ za svaki model .....	7
Slika 3.	Krivulje koeficijena ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila osnovnog modela br.788.....	15
Slika 4.	Krivulje ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila osnovnog modela br.788 .....	16
Slika 5.	Krivulje efektivne snage kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila osnovnog modela br.788 .....	16
Slika 6.	Krivulje koeficijena ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.844.....	19
Slika 7.	Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.844 .....	20
Slika 8.	Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br.788 i br.844 .....	20
Slika 9.	Krivulje koeficijena ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.816.....	23
Slika 10.	Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.816 .....	24
Slika 11.	Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br.788 i br.816 .....	24
Slika 12.	Krivulje koeficijena ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.852.....	27
Slika 13.	Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.852 .....	28
Slika 14.	Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br. 788 i br.852 .....	28
Slika 15.	Krivulje koeficijena ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.845.....	31
Slika 16.	Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.845 .....	32
Slika 17.	Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br.788 i br.845 .....	32
Slika 18.	Krivulje koeficijena ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.819.....	35
Slika 19.	Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.819 .....	36
Slika 20.	Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br.788 i br.819 .....	36
Slika 21.	Krivulje koeficijena ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.818.....	39
Slika 22.	Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.818 .....	40
Slika 23.	Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br.788 i br.818 .....	40
Slika 24.	Krivulje koeficijena ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.854.....	43
Slika 25.	Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.854 .....	

.....	44
Slika 26. Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br.788 i br.854	44
.....	44
Slika 27. Krivulje koeficijenata ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.853	47
Slika 28. Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.853	48
.....	48
Slika 29. Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br.788 i br.853	48
.....	48
Slika 30. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva osnovnog modela br.788	55
Slika 31. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja osnovnog modela br.788	55
Slika 32. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva modela br.816	57
Slika 33. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja modela br.816	57
Slika 34. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva modela br.852	59
Slika 35. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja modela br.852	59
Slika 36. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva modela br.845	61
Slika 37. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja modela br.845	61
Slika 38. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva modela br.819	63
Slika 39. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja modela br.819	63
Slika 40. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva modela br.818	65
Slika 41. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja modela br.818	65
Slika 42. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva modela br.854	67
Slika 43. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja modela br.854	67
Slika 44. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva modela br.853	69
Slika 45. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja modela br.853	69
Slika 46. Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora $C_{TV}$ u ovisnosti o $L_{DWL}/B$ i $B/T$ pri $F_{nV} = 0,50$	75
.....	75
Slika 47. Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora $C_{TV}$ u ovisnosti o $L_{DWL}/B$ i $B/T$ pri $F_{nV} = 0,55$	75
.....	75
Slika 48. Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora $C_{TV}$ u ovisnosti o $L_{DWL}/B$ i $B/T$ pri $F_{nV} = 0,60$	76
.....	76
Slika 49. Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora $C_{TV}$ u ovisnosti o $L_{DWL}/B$ i $B/T$ pri $F_{nV} = 0,65$	76
.....	76
Slika 50. Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora $C_{TV}$ u ovisnosti o $L_{DWL}/B$ i $B/T$ pri $F_{nV} = 0,6635$	77
.....	77
Slika 51. Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora $C_{TV}$ u ovisnosti o $L_{DWL}/B$ i $B/T$ pri $F_{nV} = 0,70$	77
.....	77
Slika 52. Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora $C_{TV}$ u ovisnosti o $L_{DWL}/B$ i $B/T$ pri $F_{nV} = 0,75$	78
.....	78
Slika 53. Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora $C_{TV}$ u ovisnosti o $L_{DWL}/B$ i $B/T$ pri $F_{nV} = 0,80$	78
.....	78



**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Glavne karakteristike modela serije .....	12
Tablica 2. Vrijednosti glavnih karakteristika brodova za tri različita mjerila .....	12
Tablica 3. Vrijednosti koeficijenata otpora modela br.788.....	13
Tablica 4. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=23,9$ i $\lambda =30$ modela br.788.....	14
Tablica 5. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=40,9$ modela br.788.....	15
Tablica 6. Vrijednosti koeficijenata otpora modela br.844.....	17
Tablica 7. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=23,9$ i $\lambda =30$ modela br.844.....	18
Tablica 8. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=40,9$ modela br.844.....	19
Tablica 9. Vrijednosti koeficijenata otpora modela br.816.....	21
Tablica 10. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=23,9$ i $\lambda =30$ modela br.816.....	22
Tablica 11. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=40,9$ modela br.816.....	23
Tablica 12. Vrijednosti koeficijenata otpora modela br.852.....	25
Tablica 13. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=23,9$ i $\lambda =30$ modela br.852.....	26
Tablica 14. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=40,9$ modela br.852.....	27
Tablica 15. Vrijednosti koeficijenata otpora modela br.845.....	29
Tablica 16. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=23,9$ i $\lambda =30$ modela br.845.....	30
Tablica 17. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=40,9$ modela br.845.....	31
Tablica 18. Vrijednosti koeficijenata otpora modela br.819.....	33
Tablica 19. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=23,9$ i $\lambda =30$ modela br.819.....	34
Tablica 20. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=40,9$ modela br.819.....	35
Tablica 21. Vrijednosti koeficijenata otpora modela br.818.....	37
Tablica 22. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=23,9$ i $\lambda =30$ modela br.818.....	38
Tablica 23. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=40,9$ modela br.818.....	39
Tablica 24. Vrijednosti koeficijenata otpora modela br.854.....	41
Tablica 25. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=23,9$ i $\lambda =30$ modela br.854.....	42
Tablica 26. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=40,9$ modela br.854.....	43
Tablica 27. Vrijednosti koeficijenata otpora modela br.853.....	45
Tablica 28. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=23,9$ i $\lambda =30$ modela br.853.....	46
Tablica 29. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo $\lambda=40,9$ modela br.853.....	47

Tablica 30.	Vrijednosti koeficijenata polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva osnovnog modela br.788.....	52
Tablica 31.	Izračunate vrijednosti koeficijenata propulzije za mjerila $\lambda=23,9$ i $\lambda=30$ osnovnog modela br.788.....	53
Tablica 32.	Izračunate vrijednosti koeficijenata propulzije za mjerilo $\lambda=40,9$ osnovnog modela br.788.....	54
Tablica 33.	Vrijednosti koeficijenata polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva modela br.816.....	56
Tablica 34.	Izračunate vrijednosti koeficijenata propulzije za tri različita mjerila modela br.816.....	56
Tablica 35.	Vrijednosti koeficijenata polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva modela br.852.....	58
Tablica 36.	Izračunate vrijednosti koeficijenata propulzije za tri različita mjerila modela br.852.....	58
Tablica 37.	Vrijednosti koeficijenata polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva modela br.845.....	60
Tablica 38.	Izračunate vrijednosti koeficijenata propulzije za tri različita mjerila modela br.845.....	60
Tablica 39.	Vrijednosti koeficijenata polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva modela br.819.....	62
Tablica 40.	Izračunate vrijednosti koeficijenata propulzije za tri različita mjerila modela br.819.....	62
Tablica 41.	Vrijednosti koeficijenata polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva modela br.818.....	64
Tablica 42.	Izračunate vrijednosti koeficijenata propulzije za tri različita mjerila modela br.818.....	64
Tablica 43.	Vrijednosti koeficijenata polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva modela br.854.....	66
Tablica 44.	Izračunate vrijednosti koeficijenata propulzije za tri različita mjerila modela br.854.....	66
Tablica 45.	Vrijednosti koeficijenata polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva modela br.853.....	68
Tablica 46.	Izračunate vrijednosti koeficijenata propulzije za tri različita mjerila modela br.853.....	68
Tablica 47.	Vrijednosti $L_{DWL}/B$ i $B/T$ odnosno varijable $x$ i $y$ za različite modele.....	72
Tablica 48.	Vrijednosti koeficijenata polinoma otpora i propulzije za raspon Froudeovih brojeva.....	73
Tablica 49.	Izračunate vrijednosti koeficijenata otpora i propulzije za raspon Froudeovih brojeva.....	74

**POPIS OZNAKA**

Oznaka	Jedinica	Opis
$A_W$	$m^2$	površina vodne linije
$A_X$	$m^2$	površina poprečnog presjeka glavnog rebra
$B$	m	širina projektne vodne linije
$C_A$		dodatni koeficijent otpora
$C_B$		koeficijent punoće
$C_P$		uzdužni prizmatički koeficijent
$C_X$		koeficijent presjeka glavnog rebra
$C_W$		koeficijent vodne linije
$C_{FM}$		koeficijent otpora trenja modela broda
$C_{FS}$		koeficijent otpora trenja broda
$C_{RV}$		preostali koeficijent otpora broda izračunat na temelju istisnine
$C_{TVM}$		koeficijent ukupnog otpora modela broda izračunat na temelju istisnine
$C_{TVS}$		koeficijent ukupnog otpora broda izračunat na temelju istisnine
$F_D$	N	sila tegljenja (vučna sila)
$F_M$		ukupni faktor dobrote
$F_n$		Froudeov broj
$F_{nV}$		Froudeov broj na temelju istisnine
$g$	$m/s^2$	ubrzanje zemljine sile teže
$J$		koeficijent napredovanja vijka
$L$	m	duljina broda
$L_{DWLM}$	m	duljina projektne vodne linije modela broda
$L_{DWLS}$	m	duljina projektne vodne linije broda
$L_{DWL}/B$		omjer duljine i širine
$B/T$		omjer širine i gaza
$n_M$	o/s	broj okretaja modela vijka
$n_S$	o/min	broj okretaja vijka
$P_E$	W	efektivna snaga broda
$P_D$	W	snaga predana vijku
$R_n$		Reynoldsov broj

$R_{FS}$	N	otpor trenja broda
$R_{RS}$	N	preostali otpor broda
$R_{TM}$	N	ukupni otpor modela broda
$R_{TS}$	N	ukupni otpor broda
$S_M$	m <sup>2</sup>	oplakana površina modela broda
$S_S$	m <sup>2</sup>	oplakana površina broda
(S)		koeficijent oplakane površine
$T$	m	gaz broda
$t$		koeficijent upijanja (koeficijent smanjenog poriva)
$v_{AM}$	m/s	brzina napredovanja modela vijka kroz vodu
$v_M$	m/s	brzina modela broda
$v_S$	m/s	brzina broda
$V_S$	čv	brzina broda
$w_Q$		koeficijent sustrujanja momenta
$w_T$		koeficijent sustrujanja poriva
$\eta_B$		stupanj korisnosti vijka pri radu vijka iza iza krme broda
$\eta_D$		stupanj korisnosti propulzije
$\eta_H$		stupanj utjecaja trupa
$\eta_O$		stupanj korisnosti vijka u slobodnoj vožnji
$\eta_R$		koeficijent prijelaza
$\lambda$		mjerilo geometrijske sličnosti
$\mu$	kg/ms	dinamički koeficijent viskoznosti
$\nu_M$	m <sup>2</sup> /s	kinematički koeficijent viskoznosti slatke vode
$\nu_S$	m <sup>2</sup> /s	kinematički koeficijent viskoznosti morske vode
$\rho_M$	kg/m <sup>3</sup>	gustoća slatke vode
$\rho_S$	kg/m <sup>3</sup>	gustoća morske vode
$\nabla_M$	m <sup>3</sup>	volumen istisnine modela
$\nabla_S$	m <sup>3</sup>	volumen istisnine broda

---

**SAŽETAK**

Zbog ograničenosti vremena izrade pretprojekta sve veći značaj imaju približne metode temeljene na dugogodišnjim analizama rezultata modelskih ispitivanja i pokusnih plovidbi koje daju vrlo brzu procjenu značajki otpora i propulzije. Neke od tih metoda su korištene tijekom izrade proračuna kao što su Froudeova metoda određivanja otpora te različiti polinomi za određivanje koeficijenta forme koji su se pokazali dovoljno pouzdanima.

U radu su analizirani problemi određivanja značajki otpora i propulzije brzih teretnih brodova u mirnoj vodi pomoću modelskih ispitivanja. To uključuje utjecaj koeficijenata forme na koeficijente otpora i propulzije te kako promjena mjerila utječe na dobivene rezultate. Na temelju dobivenih rezultata određuje se potrebna efektivna snaga za brod unutar razmatranih koeficijenata forme. Točnije, nastoji se varijacijama koeficijenata forme utvrditi mogućnost korištenja većih vrijednosti  $B/T$  i manjih vrijednosti  $L_{DWL}/B$  od onih za osnovni model, bez značajnog povećanja snage.

Proračun je izrađen u programu Excel, a za grafički prikaz utjecaja koeficijenata forme na koeficijente otpora i komponente propulzije osim Excela korišten je i program Maxima gdje se konture funkcija prikazuju u Gnuplot-u.

Ključne riječi: brzi teretni brod, ukupni otpor, komponente propulzije, mjerilo modela, serijska ispitivanja

## 1. UVOD

Tijekom projektiranja novog broda inženjer brodogradnje se susreće s mnogim problemima koji su između ostalog, prema zahtjevima projekta, odrediti formu trupa broda i propulzivni uređaj koji će biti najpogodniji. Forma broda uvjetovana je zahtjevima koje brod mora zadovoljiti tijekom plovidbe. Među najčešćim zahtjevima koji se postavljaju pored ostalih je i mali ukupni otpor broda. Otpor je sila koja se suprostavlja gibanju broda, a ovisi o strujanju vode oko tijela uronjenog u vodu. William Froude je znanstvenik koji je dao veliki doprinos brodskoj hidrodinamici i postavio nekoliko teorija o otporu brodu. Otpor broda je podijelio na otpor trenja i preostali otpor. Otpor trenja je komponenta otpora dobivena integracijom tangencijalnih naprezanja po oplakanoj površini broda u smjeru gibanja broda, a preostali otpor je komponenta otpora dobivena oduzimanjem otpora trenja od ukupnog otpora [1].

Konačni cilj je da brod plovi zadanom brzinom s najmanjom snagom porivnih strojeva. To se postiže tako da se ispitivanjem forme broda i vijka utvrdi najpovoljnija kombinacija malog ukupnog otpora s najvećim stupnjem propulzivne učinkovitosti. Jedna od metoda pomoću kojih se može odrediti ukupni otpor broda su serijska ispitivanja modela brodova. Postoje male serije kod kojih se variraju samo jedna ili dvije značajke. Takve serije daju vrlo točne prognoze samo ako se upotrebljavaju forme koje su ispitane u okviru serije [1].

Propulzijski sustav mora biti međusobno uravnotežen tako da svi njegovi elementi (brodski trup, propulzor, pogonski stroj, kormilo) budu prilagođeni jedan drugome i čine skladan sustav što osigurava visok stupanj iskoristivosti uložene energije odnosno da energija uložena za gibanje broda zadanom brzinom bude što je moguće manja [1].

## 2. KOEFICIJENTI BRODSKE FORME

U kojoj mjeri će brod ispunjavati mnogobrojne složene zahtjeve u najvećoj mjeri ovisi od geometrijskog oblika ili forme trupa broda. Svaki tip broda ima karakteristični trup na osnovu čije forme je moguće procijeniti značajke broda.

Za opći dojam o veličini primjenjuje se skup parametara koji obuhvaća glavne izmjere broda:

- duljina broda  $L$ ,
- širina broda  $B$ ,
- gaz broda  $T$ .

Za lakše opisivanje broda upotrebljavaju se bezdimenzijski odnosi linearnih dimenzija, površina i volumena. Među najvažnijim omjerima glavnih dimenzija su omjer duljine i širine  $L/B$  te omjer širine i gaza  $B/T$  [2].

Pored odnosa glavnih dimenzija broda postoje sljedeći koeficijenti forme :

- Koeficijent punoće  $C_B$  (eng. *block coefficient*) se definira kao omjer volumena istisnine uronjenog dijela broda  $\nabla$  i volumena paralelepipeda čije su stranice jednake širini  $B$ , duljini vodne linije  $L$  i gazu broda  $T$ :

$$C_B = \frac{\nabla}{L \cdot B \cdot T} \quad (1)$$

- Uzdužni prizmatički koeficijent  $C_p$  (eng. *longitudinal prismatic coefficient*) je omjer volumena istisnine  $\nabla$  uronjenog dijela broda i produkta površine poprečnog presjeka glavnog rebra  $A_x$  i duljine vodne linije  $L$ .  $C_p$  nije nezavisna veličina već ovisi o vrijednosti koeficijenta punoće  $C_B$  i koeficijenta presjeka glavnog rebra  $C_x$ .

$$C_p = \frac{\nabla}{A_x \cdot L} = \frac{C_B}{C_x} \quad (2)$$

- Koeficijent presjeka glavnog rebra  $C_x$  dodatno opisuje oblik trupa broda. On je jednak omjeru površine poprečnog presjeka glavnog rebra  $A_x$  i površine pravokutnika sa stranicama jednakim širini broda  $B$  i gazu  $T$ :

$$C_x = \frac{A_x}{B \cdot T} \quad (3)$$

- Koeficijent vodne linije  $C_w$  predstavlja omjer površine vodne linije  $A_w$  i pravokutnika sa stranicama duljine  $L$  i širine  $B$  broda na vodnoj liniji:

$$C_w = \frac{A_w}{B \cdot L} \quad (4)$$

### 3. MODELSKA ISPITIVANJA

#### 3.1. Općenito

Hidrodinamika broda pokušava pronaći optimalno rješenje forme trupa broda i propulzijskog sustava. Postoje tri grupe metoda [1]:

1. empiričko/statističke metode (sustavne serije, statistički obrađeni podaci izmjereni u naravi),
2. eksperimentalne metode
  - ispitivanje fizičkih (materijalnih) modela,
  - mjerenja na brodovima u naravi,
3. numeričke metode (CFD – Computational Fluid Dynamics) – numerički modeli.

Kombinacija eksperimentalnih i numeričkih metoda te rezultata mjerenja u naravi najbolji je put za osnivanje kvalitetne forme broda i dobivanje pouzdanih prognoza hidrodinamičkih značajki novog broda.

Brod u naravi ima šest stupnjeva slobode kao što je prikazano na Slici 1.

Razlikuju se stacionarna ili neperiodična te nestacionarna ili periodična gibanja [1].

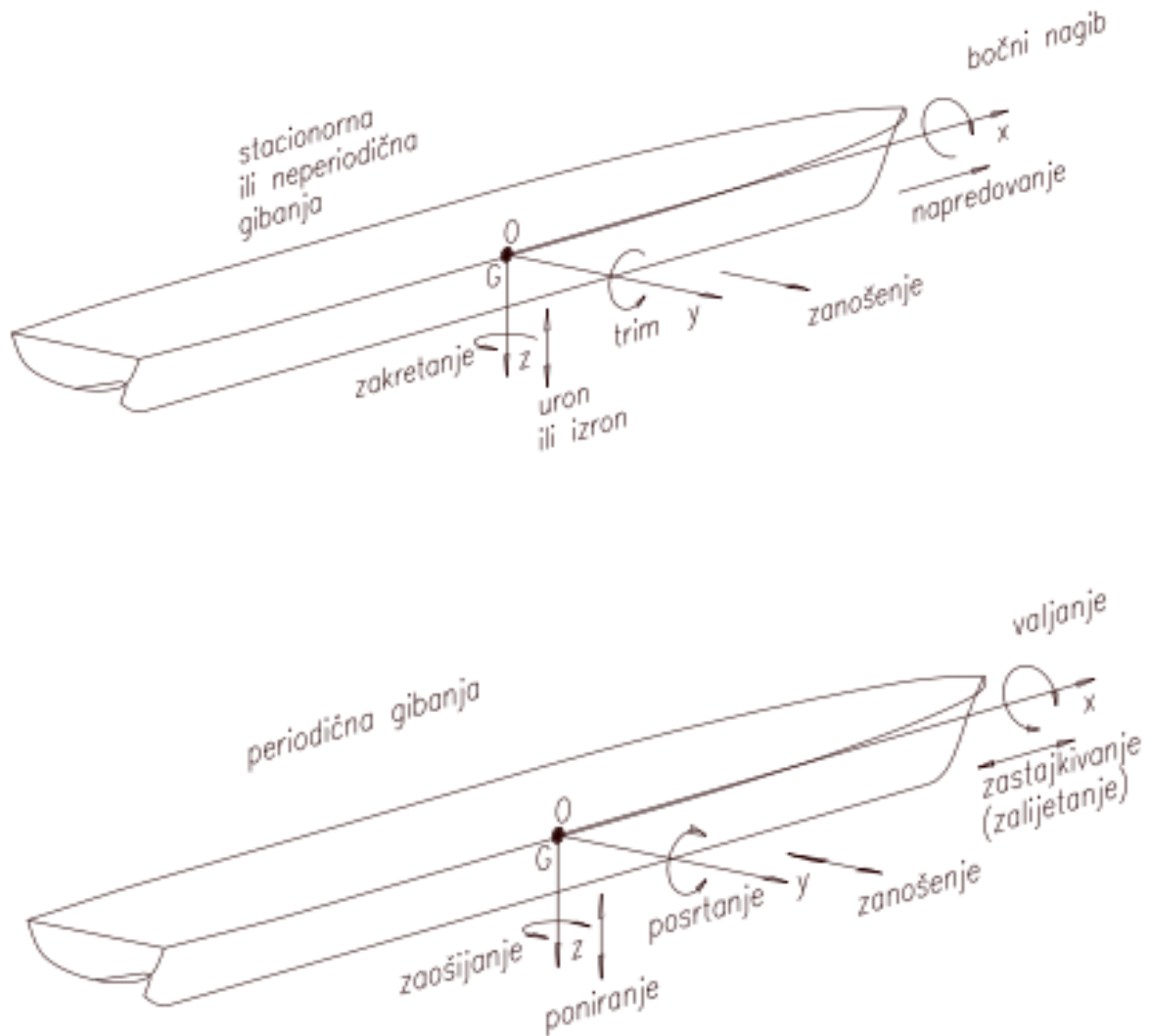
Stacionarna ili neperiodična gibanja su:

- Translacijska gibanja: - napredovanje (u smjeru osi  $x$ ),
  - zanošenje (u smjeru osi  $y$ ),
  - uron ili izron (u smjeru osi  $z$ ).
- Rotacijska gibanja: - bočni nagib (oko osi  $x$ ),
  - trim (oko osi  $y$ ),
  - zakretanje (oko osi  $z$ ).

Nestacionarna ili periodična gibanja su:

- Translacijska gibanja: - zalijetanje (u smjeru osi  $x$ ), eng. *surge*,
  - zanošenje (u smjeru osi  $y$ ), eng. *sway*,
  - poniranje (u smjeru osi  $z$ ), eng. *heave*.
- Rotacijska gibanja: - valjanje (oko osi  $x$ ), eng. *roll*,
  - posrtanje (oko osi  $y$ ), eng. *pitch*,
  - zaošijanje (oko osi  $z$ ), eng. *yaw*.





**Slika 1. Stacionarna i nestacionarna gibanja broda**

Prilikom ispitivanja ukupnog otpora broda gibanje modela se ograničava na četiri stupnja slobode gibanja:

- zastajkivanje (translacijsko gibanje u smjeru osi  $x$ ),
- poniranje (translacijsko gibanje u smjeru osi  $z$ ),
- valjanje (rotacijsko gibanje oko osi  $x$ ),
- posrtanje (rotacijsko gibanje oko osi  $y$ ).

Modeli broda koji se ispituju izgrađeni su u skladu s dimenzijama bazena i mjernim uređajima. Pri izradi modela broda zanemaruje se geometrijska sličnost hrapavosti površine trupa modela i broda te se izrađuje model s potpunom glatkom površinom [1].

Dobivanje krivulje ovisnosti sile ukupnog otpora u ovisnosti o brzini broda odnosno Froudeovom broju je glavni cilj pokusa ukupnog otpora.

Vrijednosti ukupnog otpora za model preračunavaju se na vrijednosti za brod, a prilikom toga je potrebno napraviti neke pretpostavke. Kod modelskih ispitivanja nije moguće postići potpunu dinamičku sličnost to jest ne može se istovremeno zadovoljiti jednakost Froudeovog i Reynoldsovog broja [1]. To znači parcijalno modeliranje pojave gdje se ostvaruje jednakost Froudeovog broja, dok se iznos Reynoldsovog broja treba držati iznad kritične vrijednosti  $R_n > 10^5$  te se na taj način smatra da nema utjecaja mjerila.

### 3.1.1. Opći uvjeti pokusa

Svi modeli su izrađeni od parafina. Modeli nisu imali privjeske osim kormila [3]. Raspon brzine modela varira od 1,4-2,5 m/s koji odgovara rasponu brzina od otprilike 15-26 čv za mjerilo 1/30 i rasponu Froudeovog broja na temelju istisnine od otprilike 0,48-0,82 za stanje punog opterećenja.

### 3.1.2. Pokus otpora

Pokus otpora modela brodova izvodi se za stanje punog opterećenja te se mjerenjem dobivaju podatci o ukupnom otporu i brzini [3]. Pored mjerenja ukupnog otpora i brzine, izmjereno je trim na nultom i dvadesetom teorijskom rebru.

### 3.1.3. Pokus slobodne vožnje vijka (eng. *Open water test*)

Cilj pokusa je određivanje hidrodinamičkih značajki vijka odnosno rezultati pokusa slobodne vožnje vijka koriste se kao temelj za projektiranje vijka za novi brod. Pokus slobodne vožnje vijka provodi se u homogenom polju brzina, to jest u neporemećenoj tekućini gdje je brzina nastrujavanja vode na vijak jednaka u svim točkama diska vijka [1]. Dva vijka promijenjivog uspona (eng. *Controlable Pitch Propeller, CPP*), vijak br.708 i br.710 su projektirani za serijska ispitivanja. Pokus slobodne vožnje vijka se izvodi za tri vrijednosti omjera uspona i promjera vijka: projektni uspon,  $P/D = 0,8$  i  $P/D = 0,9$ .

Za druge omjere uspona i promjera vijka stupanj korisnosti vijka u slobodnoj vožnji se dobiva interpolacijom kao što je prikazano u tablici u prilogu I. Za svaki model broda vijku je podešen uspon koji će otprilike dati oko 140 o/min za mjerilo 1/30 pri brzini od 21 čv.

### 3.1.4. Pokus vlastitog pogona (eng. *Self-propulsion test*)

Model broda opremljen vijkom, kormilom i uređajima za pogon te instrumentima za mjerenje potrebni su za provedbu pokusa vlastitog pogona. Za provedbu analize rezultata pokusa vlastitog pogona potrebni su rezultati pokusa otpora modela broda i slobodne vožnje modela vijka [3]. Svrha ovog pokusa je dobiti podatke o propulziji koji omogućuju izbor opterećenja vijka pri konstantnoj brzini. Tada postoji mogućnost upotrebe nezavisnog mjerila modela bilo koje temperature mora, bilo koji korelacijski dodatak model-brod za računanje vrijednosti za brod u naravi. Na temelju tog pokusa određen je polinom koji predstavlja komponente propulzije koje služe za procjenu propulzijskih značajki broda nazvani polinomi opterećenja vijka (eng. *propeller load polynomials*).

Koeficijenti polinoma se mogu izračunati s obzirom da su poznate vrijednosti ukupnog otpora modela i sile ispravka trenja ( $R_{TM} - F_D$ ) gdje je:

$$F_D = 0,5 \cdot \rho_M \cdot v_M^2 \cdot S_M \cdot (C_{FM} - C_{FS}) \quad (5)$$

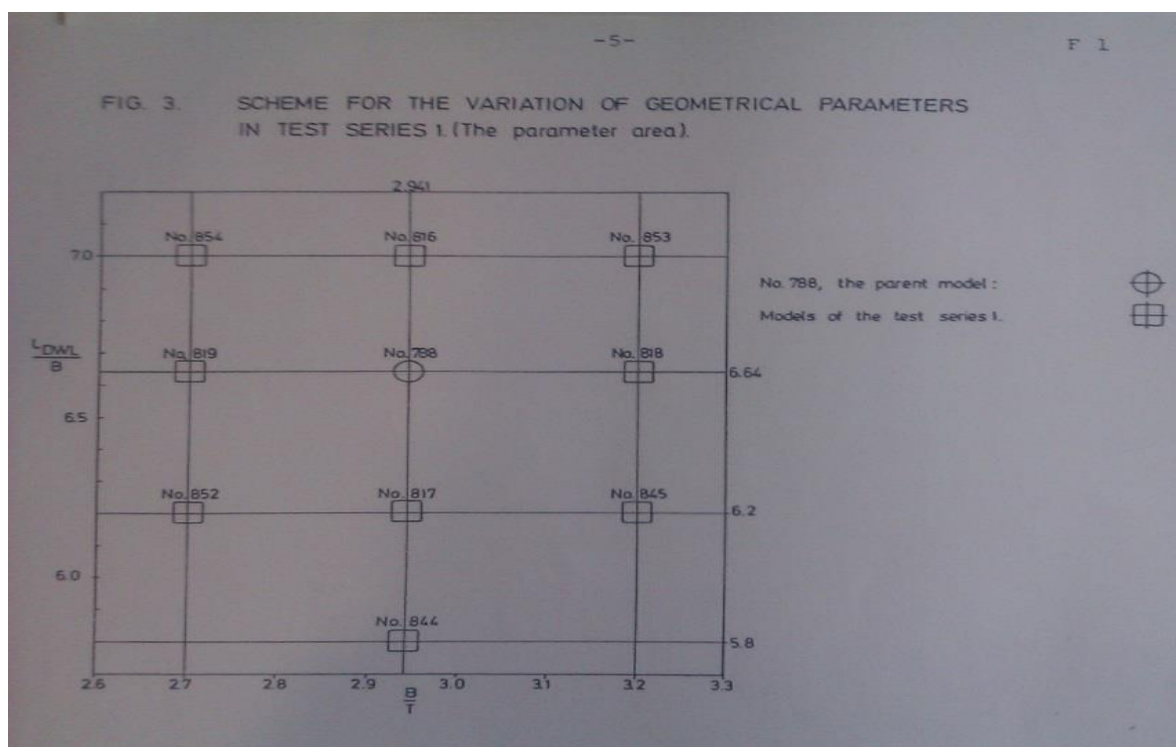
### 3.2. Serijska ispitivanja modela

Eksperimenti su provedeni za tri serije modela brodova, a rezultati samo prve serije pokusa su analizirani u ovom radu. Osnovni brod je brzi teretni brod sa sljedećim karakteristikama:

- $C_B = 0,56$
- $C_p = 0,577$
- $C_X = 0,97$
- $L_{DWLS}/B = 6,64$
- $B/T = 2,941$
- $V_S = 21$  čv
- $L_{DWLS} = 166$  m

#### 3.2.1. Prva serija pokusa

Prva serija pokusa sadrži devet modela plus osnovni model. Omjeri  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  su varirani u toj seriji i omjeri variraju u rasponu od 5,8-7,0 te 2,7-3,2 kao što je prikazano na Slici 2. Na temelju rezultata ispitivanja te serije proveden je proračun kako bi se odredio utjecaj koeficijenata forme i posebno, mogućnosti korištenja većih vrijednosti  $B/T$  i manjih vrijednosti  $L_{DWL}/B$  od onih za osnovni model, bez značajnijeg povećanja snage.



Slika 2. Grafički prikaz vrijednosti  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  za svaki model

## 4. OTPOR BRODA

### 4.1. Općenito

Otpor broda je sila kojom tekućina djeluje na brod suprotno od smjera gibanja broda odnosno komponenta sile tekućine u smjeru paralelnim s osi gibanja broda. Općenito gledajući, ukupni otpor  $R_T$  bilo kojeg tijela koje se giba na površini vode je funkcija geometrije tijela, brzine gibanja tijela  $v$ , svojstva tekućine  $\rho$ ,  $\mu$  te ubrzanja zemljine sile teže  $g$  [1].

Prema tome ukupni otpor broda se definira kao :

$$R_{TS} = C_{TS}(\text{geometrije trupa}, R_n, F_n) \cdot 0,5 \cdot \rho_s \cdot v_s^2 \cdot S_s \quad (6)$$

gdje je:

$C_{TS}$  - koeficijent ukupnog otpora broda,

$R_n$  - Reynoldsov broj

$$R_n = \frac{v_s \cdot L_s}{\nu_s}, \quad (7)$$

$F_n$  - Froudeov broj

$$F_n = \frac{v_s}{\sqrt{g \cdot L_s}}, \quad (8)$$

$S$  - oplakana površina broda.

### 4.2. Raščlana otpora

Ukupni otpor određuje se kako bi se mogla ocijeniti kvaliteta izabrane forme trupa broda i da bi se odredila potrebna snaga pogonskog stroja za željenu brzinu.

Otpor je vrlo složen pojam pa se zbog jednostavnosti rastavlja na komponente koje se određuju matematički ili eksperimentalno. Utemeljitelj suvremene tehnike ispitivanja modela, William Froude, zasnovao je praktično određivanje otpora na podjeli ukupnog otpora broda  $R_T$  na dva

$$R_T = R_F + R_R \quad (9)$$

neovisna dijela:

gdje je:

$R_F$  – otpor trenja,

$R_R$  – preostali otpor.

Prema Froudeu preostali otpor funkcija je samo Froudeovog broja, što znači da se ukupni otpor određuje na sljedeći način [1]:

$$R_T = [C_F(R_n) + C_R(F_n)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \quad (10)$$

### 4.3. Obrada podataka otpora broda dobivenih modelskim ispitivanjima

Pokusi su provedeni za raspone brzina modela od 1,4-2,5 m/s koji odgovaraju rasponu brzina od otprilike 15-26 čv za mjerilo modela 1/30. Osnovne dimenzije modela su dane u Tablici 1. Osim raspona brzina, dan je i koeficijent preostalog otpora prikazan u Tablicama 3., 6., 9., 12., 15., 18., 21., 24., 27. Na temelju tih vrijednosti dobiveni su svi potrebni podatci za određivanje ukupnog otpora i efektivne snage u Tablicama 4., 5., 7., 8., 10., 11., 13., 14., 16., 17., 19., 20., 22., 23., 25., 26., 28., 29. kako slijedi:

- Brzina modela

$$v_M = Fn_v \cdot \sqrt{g \cdot \nabla_M^{1/3}} = Fn \cdot \sqrt{g \cdot L_{DWLM}} \quad (11)$$

- Reynoldsov broj modela

$$R_{nM} = \frac{v_M \cdot L_{DWLM}}{\nu_M} \quad (12)$$

- Koeficijent otpora trenja modela izračunat prema korelacijskoj liniji model-brod ITTC 1957

$$C_{FM} = \frac{0,075}{(\log R_{nM} - 2)^2} \quad (13)$$

- Koeficijent ukupnog otpora modela izračunat na temelju istisnine

$$C_{TVM} = C_{RV} + (S) \cdot (C_{FM} + C_A) \quad (14)$$

gdje je  $C_A = 0$

- Brzina broda

$$v_S = \sqrt{\lambda} \cdot v_M \quad (15)$$

- Reynoldsov broj broda

$$R_{nS} = \frac{L_M \cdot v_M \cdot \lambda^{(3/2)}}{\nu_M} = \frac{v_S \cdot L_S}{\nu_S} \quad (16)$$

- Koeficijent otpora trenja broda izračunat prema korelacijskoj liniji model-brod ITTC 1957

$$C_{FS} = \frac{0,075}{(\log R_{nS} - 2)^2} \quad (17)$$

- Koeficijent ukupnog otpora broda izračunat na temelju istisnine

$$C_{TVS} = C_{RV} + (S) \cdot (C_{FS} + C_A) \quad (18)$$

gdje je  $C_A = 0$

- Efektivna snaga broda

$$P_{ES} = 0,094826 \cdot C_{TVS} \cdot V_S^3 \cdot \nabla_S^{(2/3)} \quad (19)$$

- Ukupni otpor broda

$$R_{TS} = \frac{P_E}{V_S} = 0,5 \cdot \rho_S \cdot V_S^2 \cdot \nabla_S^{(2/3)} \cdot C_{TVS} \quad (20)$$

Korelacijska linija model-brod ITTC 1957 je korištena za izračun koeficijenta otpora na temelju izmjerenih podataka. Korelacijski dodatak modela broda se zanemaruje ( $C_A = 0$ ). To je u skladu s preporukama ITTC-a za serije pokusa modela brodova [3].

Koeficijent ukupnog otpora broda izračunat na temelju istisnine definira se kao :

$$C_{TVS} = C_{RV} + (S) \cdot (C_{FS} + C_A) \quad (21)$$

gdje je  $C_A = 0$

Pored osnovnog mjerila 1/30 korištena su još dva dodatna mjerila modela 23,9 i 40,9 kako bi se ispitaio utjecaj mjerila na značajke otpora.

Mjerilo modela 23,9 odgovara istisnini pri punom opterećenju od oko 10 000 m<sup>3</sup>, dok mjerilo modela 40,9 odgovara istisnini od oko 50 000 m<sup>3</sup>. Ti podatci su prikazani u Tablici 2. Brzina broda u čvorovima  $V_S$ , koeficijent ukupnog otpora broda izračunat na temelju istisnine  $C_{TVS}$ , ukupni otpor  $R_T$  te efektivna snaga  $P_E$  su izračunati za sva tri mjerila.

Varijacija parametara  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  je provedena za konstantnu istisninu pri punom opterećenju. Samo se jedan od ovih spomenutih parametara mijenja tijekom ispitivanja dok se preostali parametri drže konstantnima. To se odnosi na modele: br.844, br.816, br.852, br.845, br.819, br.818, br.854 i br.853 koji se uspoređuju s osnovnim modelom br.788.

Budući da je osnovni model br.788 projektiran za brzinu u službi od 21 čv odnosno  $F_{nV} = 0,6635$  izvršena je linearna interpolacija ukupnog otpora između vrijednosti za  $F_{nV} = 0,66$  i  $F_{nV} = 0,67$  prema izrazu:

$$R_T = R_{T_{\max}} + \frac{R_{T_{\max}} - R_{T_{\min}}}{F_{nV_{\max}} - F_{nV_{\min}}} \cdot (F_{nV} - F_{nV_{\min}}) \quad (22)$$

gdje je :

$R_T$  - tražena vrijednost ukupnog otpora dobivena interpolacijom,

$R_{T_{\max}}$  - gornja vrijednost ukupnog otpora ( $R_{T_{\max}}$  pri  $F_{nV_{\max}} = 0,67$ ),

$R_{T_{\min}}$  - donja vrijednost ukupnog otpora ( $R_{T_{\min}}$  pri  $F_{nV_{\min}} = 0,66$ ),

$F_{nV_{\max}}$  - gornja vrijednost Froudeovog broja ( $F_{nV_{\max}} = 0,67$ ),

$F_{nV_{\min}}$  - donja vrijednost Froudeovog broja ( $F_{nV_{\min}} = 0,66$ ).

Modeli imaju jednu vrijednost ili  $L_{DWL}/B$  ili  $B/T$  približno jednaku u odnosu na osnovni model dok je drugi parametar različit kako bi se mogao utvrditi utjecaj pojedinih značajki na ukupni otpor. To se odnosi na povećanje/smanjenje otpora odnosno snage. Kao što je već spomenuto, konačni cilj je utvrditi je li moguće bez značajnog povećanja snage smanjiti vrijednost  $L_{DWL}/B$  i povećati vrijednost  $B/T$  u odnosu na osnovni model. Model br.817 nije analiziran u ovom radu zbog nedostatka podataka rezultata pokusa otpora u izvješću.



**Tablica 1. Glavne karakteristike modela serije**

model br.	788	844	817	816	852	845	819	818	854	853
$L_{DWL}$ [mm]	5533,3	5060,0	5286,6	5731,3	5136,7	5436,6	5378,7	5690,7	5573,3	5896,7
$B$ [mm]	833,3	871,3	852,6	818,7	828,6	877,0	810,0	857,0	796,0	842,3
$T$ [mm]	283,3	296,3	290,0	278,3	307,0	274,0	300,0	267,8	294,6	263,3
$\nabla$ [m <sup>3</sup> ]	0,7312	0,7312	0,7316	0,7324	0,7307	0,7305	0,7328	0,7321	0,7320	0,7317
$S$ [m <sup>2</sup> ]	5,1894	4,9679	5,0802	5,2869	5,0051	5,1570	5,1233	5,2803	5,2189	5,3730
$C_x$	0,9700	0,9700	0,9706	0,9707	0,9693	0,9694	0,9699	0,9704	0,9697	0,9696
$C_w$	0,6626	0,6624	0,6624	0,6627	0,6626	0,6629	0,6630	0,6632	0,6627	0,6625
$L_{DWL}/B$	6,6402	5,8074	6,2006	7,0005	6,1993	6,1991	6,6404	6,6403	7,0016	7,0007
$B/T$	2,9414	2,9406	2,9400	2,9418	2,6990	3,2007	2,7000	3,2001	2,7020	3,1990
$C_B$	0,5598	0,5597	0,5597	0,5609	0,5592	0,5592	0,5607	0,5605	0,5601	0,5595
$C_P$	0,5771	0,5771	0,5767	0,5778	0,5769	0,5768	0,5781	0,5776	0,5776	0,5771
$(S)$	6,3938	6,1209	6,2570	6,5068	6,1695	6,3579	6,3032	6,5005	6,4255	6,6170

**Tablica 2. Vrijednosti glavnih karakteristika brodova za tri različita mjerila**

<b><math>\lambda = 23,9</math></b>										
model br.	788	844	817	816	852	845	819	818	854	853
$L_{DWL}$ [m]	132,246	120,934	126,350	136,978	122,767	129,935	128,551	136,008	133,202	140,931
$B$ [m]	19,916	20,824	20,377	19,567	19,804	20,960	19,359	20,482	19,024	20,131
$T$ [m]	6,771	7,082	6,931	6,651	7,337	6,549	7,170	6,400	7,041	6,293
$\nabla$ [m <sup>3</sup> ]	9982	9982	9988	9999	9975	9973	10004	9995	9993	9989
$S$ [m <sup>2</sup> ]	2964,2	2837,7	2901,9	3019,9	2859,0	2945,7	2926,5	3016,2	2981,1	3069,1
<b><math>\lambda = 30</math></b>										
model br.	788	844	817	816	852	845	819	818	854	853
$L_{DWL}$ [m]	165,999	151,800	158,598	171,939	154,101	163,098	161,361	170,721	167,199	176,901
$B$ [m]	24,999	26,139	25,578	24,561	24,858	26,310	24,300	25,710	23,880	25,269
$T$ [m]	8,499	8,889	8,700	8,349	9,210	8,220	9,000	8,034	8,838	7,899
$\nabla$ [m <sup>3</sup> ]	19742	19742	19753	19775	19729	19724	19786	19767	19764	19756
$S$ [m <sup>2</sup> ]	4670,5	4471,1	4572,2	4758,2	4504,6	4641,3	4611,0	4752,3	4697,0	4835,7
<b><math>\lambda = 40,9</math></b>										
model br.	788	844	817	816	852	845	819	818	854	853
$L_{DWL}$ [m]	226,312	206,954	216,222	234,410	210,091	222,357	219,989	232,750	227,948	241,175
$B$ [m]	34,082	35,636	34,871	33,485	33,890	35,869	33,129	35,051	32,556	34,450
$T$ [m]	11,587	12,119	11,861	11,382	12,556	11,207	12,270	10,953	12,049	10,769
$\nabla$ [m <sup>3</sup> ]	50027	50027	50055	50109	49993	49979	50137	50089	50082	50061
$S$ [m <sup>2</sup> ]	8680,9	8310,4	8498,2	8844,0	8372,6	8626,7	8570,3	8832,9	8730,2	8988,0

**Tablica 3. Vrijednosti koeficijenta otpora modela br.788**

$F_n \nabla$	$F_n$	$C_{R \nabla} \times 100$	$v_M [m/s]$	$R_{nM}$	$C_{FM}$	$C_{T \nabla M} \times 100$
0,48	0,194	0,583	1,427	6918301,8186	0,003202	2,6301
0,50	0,202	0,590	1,486	7206564,3943	0,003178	2,6221
0,52	0,210	0,618	1,546	7494826,9701	0,003156	2,6360
0,54	0,218	0,652	1,605	7783089,5459	0,003135	2,6565
0,55	0,222	0,680	1,635	7927220,8338	0,003125	2,6780
0,56	0,226	0,720	1,665	8071352,1217	0,003115	2,7116
0,57	0,230	0,773	1,695	8215483,4095	0,003105	2,7584
0,58	0,234	0,843	1,724	8359614,6974	0,003096	2,8223
0,59	0,238	0,918	1,754	8503745,9853	0,003086	2,8913
0,60	0,242	0,974	1,784	8647877,2732	0,003077	2,9415
0,61	0,246	1,005	1,813	8792008,5611	0,003068	2,9668
0,62	0,250	1,015	1,843	8936139,8490	0,003059	2,9712
0,64	0,258	1,016	1,903	9224402,4247	0,003043	2,9613
0,65	0,262	1,017	1,932	9368533,7126	0,003034	2,9571
0,66	0,266	1,025	1,962	9512665,0005	0,003026	2,9599
0,6635	0,267	1,033	1,972	9563110,9513	0,003023	2,9662
0,67	0,270	1,048	1,992	9656796,2884	0,003018	2,9778
0,68	0,274	1,078	2,022	9800927,5763	0,003011	3,0029
0,69	0,278	1,115	2,051	9945058,8642	0,003003	3,0350
0,70	0,283	1,152	2,081	10089190,1521	0,002995	3,0672
0,71	0,287	1,180	2,111	10233321,4399	0,002988	3,0905
0,72	0,291	1,205	2,140	10377452,7278	0,002981	3,1109
0,73	0,295	1,227	2,170	10521584,0157	0,002974	3,1283
0,74	0,299	1,243	2,200	10665715,3036	0,002967	3,1398
0,75	0,303	1,252	2,230	10809846,5915	0,002960	3,1445
0,76	0,307	1,256	2,259	10953977,8794	0,002953	3,1441
0,78	0,315	1,259	2,319	11242240,4552	0,002940	3,1387
0,79	0,319	1,268	2,349	11386371,7430	0,002933	3,1436
0,80	0,323	1,282	2,378	11530503,0309	0,002927	3,1536
0,81	0,327	1,307	2,408	11674634,3188	0,002921	3,1746
0,82	0,331	1,347	2,438	11818765,6067	0,002915	3,2107

Tablica 4. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda=23,9$  i  $\lambda=30$  modela

br.788

 $\lambda = 23,9$ 

$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T\overline{v}_s}$ $\times 100$	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
13,56	774807506,722	0,001580	1,593	1285	184,207
14,13	807091152,836	0,001572	1,595	1454	200,106
14,69	839374798,949	0,001564	1,618	1659	219,563
15,26	871658445,063	0,001557	1,648	1892	241,062
15,54	887800268,119	0,001553	1,673	2030	253,977
15,82	903942091,176	0,001550	1,711	2191	269,239
16,10	920083914,233	0,001547	1,762	2379	287,224
16,39	936225737,290	0,001543	1,830	2603	308,845
16,67	952367560,346	0,001540	1,903	2850	332,320
16,95	968509383,403	0,001537	1,957	3082	353,425
17,23	984651206,460	0,001534	1,986	3287	370,715
17,52	1000793029,516	0,001530	1,994	3465	384,517
18,08	1033076675,630	0,001524	1,991	3806	409,140
18,36	1049218498,687	0,001522	1,990	3985	421,842
18,65	1065360321,743	0,001519	1,996	4185	436,269
18,75	1071009959,813	0,001518	2,003	4267	442,546
18,93	1081502144,800	0,001516	2,017	4424	454,364
19,21	1097643967,857	0,001513	2,045	4690	474,578
19,49	1113785790,914	0,001510	2,081	4985	497,062
19,78	1129927613,970	0,001508	2,116	5293	520,251
20,06	1146069437,027	0,001505	2,142	5592	541,878
20,34	1162211260,084	0,001502	2,166	5895	563,322
20,63	1178353083,140	0,001500	2,186	6202	584,527
20,91	1194494906,197	0,001497	2,200	6502	604,607
21,19	1210636729,254	0,001495	2,208	6792	623,154
21,47	1226778552,311	0,001493	2,210	7076	640,592
22,04	1259062198,424	0,001488	2,210	7649	674,742
22,32	1275204021,481	0,001485	2,218	7974	694,508
22,60	1291345844,537	0,001483	2,230	8328	716,230
22,89	1307487667,594	0,001481	2,254	8735	742,004
23,17	1323629490,651	0,001479	2,292	9218	773,456

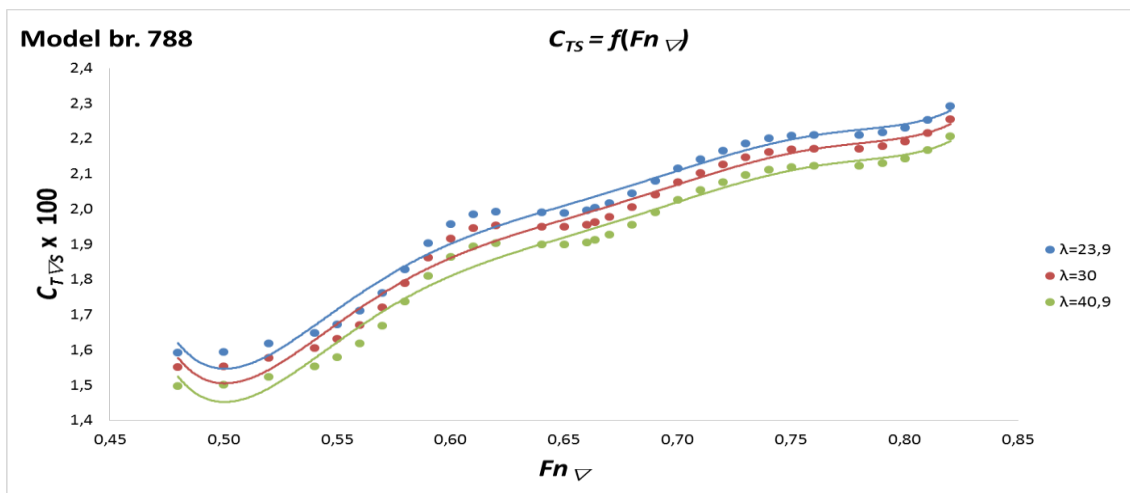
 $\lambda = 30$ 

$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T\overline{v}_s}$ $\times 100$	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
15,19	1089629494,533	0,001514	1,551	2772	354,695
15,83	1135030723,471	0,001507	1,553	3138	385,399
16,46	1180431952,410	0,001500	1,577	3583	423,117
17,09	1225833181,349	0,001493	1,606	4087	464,848
17,41	1248533795,819	0,001489	1,632	4388	489,986
17,73	1271234410,288	0,001486	1,670	4739	519,762
18,04	1293935024,757	0,001483	1,721	5150	554,917
18,36	1316635639,227	0,001480	1,789	5641	597,256
18,68	1339336253,696	0,001477	1,862	6180	643,256
18,99	1362036868,166	0,001474	1,916	6688	684,563
19,31	1384737482,635	0,001471	1,945	7135	718,320
19,63	1407438097,105	0,001468	1,953	7523	745,170
20,26	1452839326,043	0,001462	1,951	8264	792,961
20,58	1475539940,513	0,001459	1,950	8654	817,618
20,89	1498240554,982	0,001457	1,956	9088	845,682
21,00	1506185770,047	0,001456	1,964	9269	857,931
21,21	1520941169,452	0,001454	1,978	9611	880,994
21,52	1543641783,921	0,001451	2,006	10192	920,492
21,84	1566342398,391	0,001449	2,041	10836	964,473
22,16	1589043012,860	0,001446	2,077	11510	1009,842
22,47	1611743627,329	0,001444	2,103	12163	1052,117
22,79	1634444241,799	0,001441	2,127	12826	1094,025
23,11	1657144856,268	0,001439	2,147	13497	1135,451
23,42	1679845470,738	0,001437	2,162	14154	1174,650
23,74	1702546085,207	0,001434	2,169	14787	1210,809
24,06	1725246699,677	0,001432	2,172	15404	1244,770
24,69	1770647928,615	0,001428	2,172	16654	1311,238
25,01	1793348543,085	0,001425	2,179	17363	1349,787
25,32	1816049157,554	0,001423	2,192	18135	1392,196
25,64	1838749772,024	0,001421	2,216	19027	1442,616
25,96	1861450386,493	0,001419	2,254	20085	1504,259

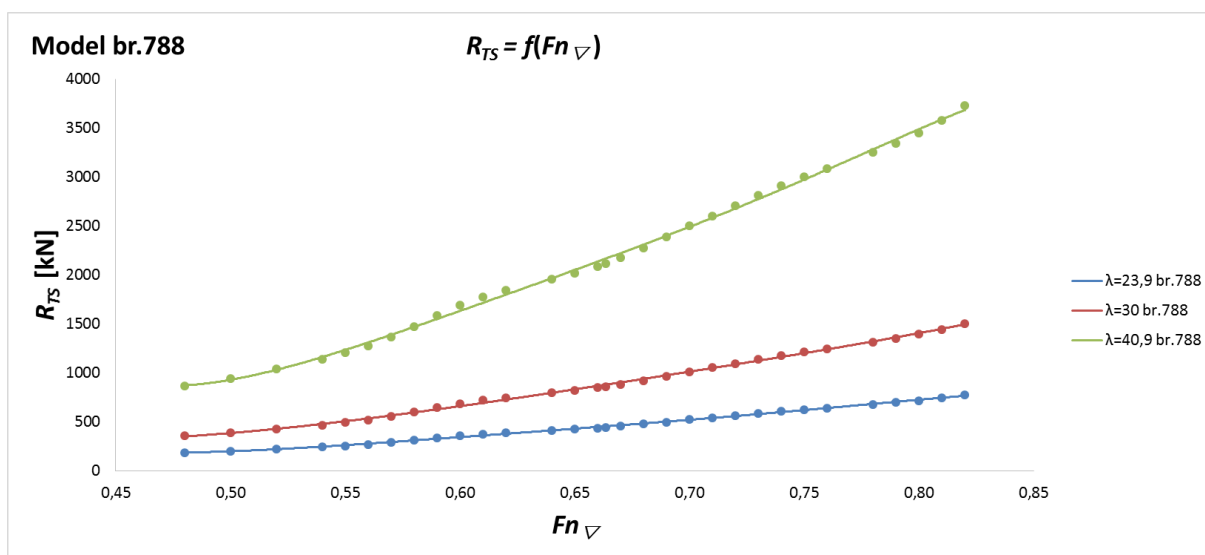
**Tablica 5. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 40,9$  modela br.788**

$\lambda = 40,9$

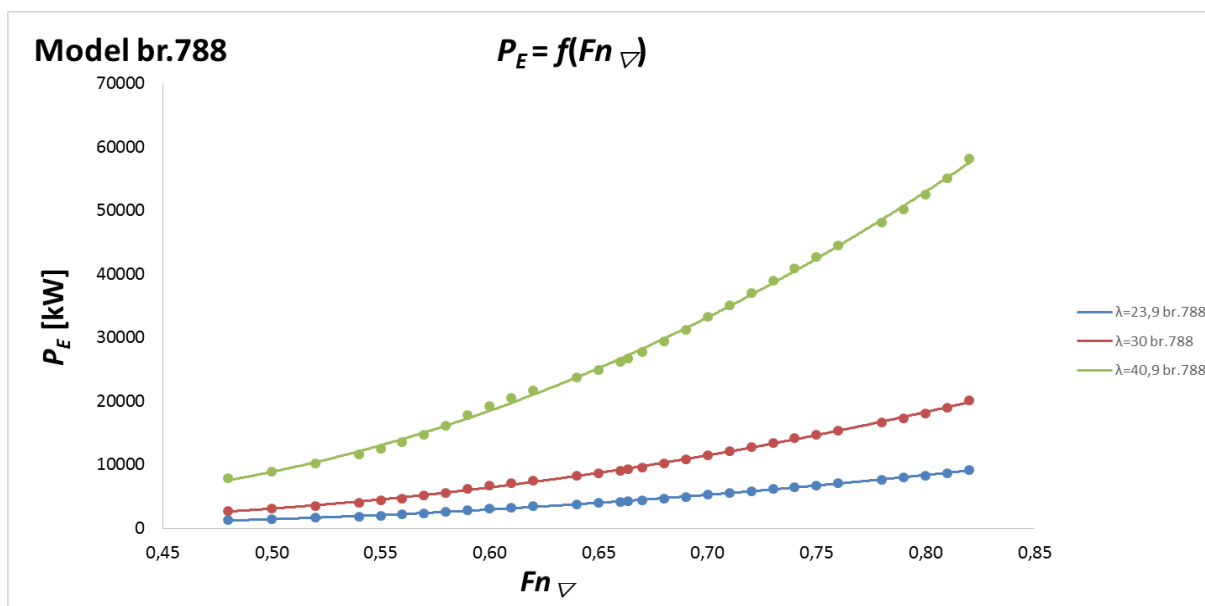
$V_s$ [čv]	$R_{ns}$	$C_{fs}$	$C_{T\gamma s} \times 100$	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
17,74	1734530457,804	0,001431	1,498	7921	867,938
18,48	1806802560,213	0,001424	1,501	8968	943,366
19,22	1879074662,621	0,001417	1,524	10247	1036,488
19,96	1951346765,030	0,001411	1,554	11701	1139,697
20,33	1987482816,234	0,001408	1,580	12570	1202,100
20,70	2023618867,438	0,001405	1,618	13588	1276,235
21,07	2059754918,643	0,001402	1,669	14782	1363,981
21,44	2095890969,847	0,001399	1,738	16209	1469,912
21,81	2132027021,051	0,001396	1,811	17781	1585,101
22,18	2168163072,255	0,001394	1,865	19260	1688,377
22,55	2204299123,460	0,001391	1,894	20557	1772,503
22,92	2240435174,664	0,001388	1,903	21679	1839,110
23,65	2312707277,072	0,001383	1,900	23816	1957,286
24,02	2348843328,277	0,001380	1,900	24942	2018,275
24,39	2384979379,481	0,001378	1,906	26199	2087,880
24,52	2397626997,402	0,001377	1,914	26723	2118,387
24,76	2421115430,685	0,001376	1,927	27716	2175,833
25,13	2457251481,889	0,001373	1,956	29404	2274,372
25,50	2493387533,094	0,001371	1,991	31278	2384,253
25,87	2529523584,298	0,001368	2,027	33240	2497,631
26,24	2565659635,502	0,001366	2,054	35139	2603,153
26,61	2601795686,706	0,001364	2,077	37066	2707,722
26,98	2637931737,911	0,001362	2,098	39015	2811,055
27,35	2674067789,115	0,001360	2,112	40923	2908,723
27,72	2710203840,319	0,001357	2,120	42759	2998,671
28,09	2746339891,524	0,001355	2,123	44548	3083,030
28,83	2818611993,932	0,001351	2,123	48167	3248,007
29,20	2854748045,136	0,001349	2,131	50225	3343,936
29,57	2890884096,341	0,001347	2,143	52468	3449,628
29,94	2927020147,545	0,001345	2,167	55064	3575,601
30,31	2963156198,749	0,001343	2,206	58151	3729,993



**Slika 3. Krivulje koeficijenta ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila osnovnog modela br.788**



**Slika 4.** Krivulje ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila osnovnog modela br.788



**Slika 5.** Krivulje efektivne snage kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila osnovnog modela br.788

Osnovni model je projektiran za istisninu pri punom opterećenju u morskoj vodi od 20 236 t i brzinu u službi od 21 čv.  $L_{DWL}$  iznosi 166 m, a gaz za projektnu vodnu liniju iznosi 8,5 m. Osnovne dimenzije tog modela su dane u Tablici 2., za mjerilo 1/30, a na Slikama 3.-5. su prikazane dobivene vrijednosti. Vrijednost  $F_{nV}$  pri punom opterećenju iznosi 0,6635.

Tablica 6. Vrijednosti koeficijenta ukupnog otpora modela br.844

$F_n \nabla$	$F_n$	$C_{R \nabla} \times 100$	$v_M$ [m/s]	$R_{nM}$	$C_{FM}$	$C_{T \nabla M} \times 100$
0,48	0,203	0,745	1,427	6326533,3924	0,003254	2,7365
0,50	0,211	0,759	1,486	6590138,9504	0,003230	2,7359
0,51	0,215	0,783	1,516	6721941,7294	0,003218	2,7528
0,52	0,219	0,827	1,546	6853744,5084	0,003207	2,7900
0,54	0,228	0,948	1,605	7117350,0664	0,003185	2,8977
0,55	0,232	1,010	1,635	7249152,8455	0,003175	2,9534
0,56	0,236	1,074	1,665	7380955,6245	0,003165	3,0111
0,58	0,245	1,189	1,724	7644561,1825	0,003145	3,1140
0,59	0,249	1,230	1,754	7776363,9615	0,003135	3,1492
0,60	0,253	1,253	1,784	7908166,7405	0,003126	3,1665
0,61	0,257	1,266	1,813	8039969,5195	0,003117	3,1739
0,62	0,262	1,272	1,843	8171772,2985	0,003108	3,1744
0,64	0,270	1,283	1,903	8435377,8565	0,003091	3,1748
0,65	0,274	1,298	1,932	8567180,6355	0,003082	3,1846
0,66	0,279	1,322	1,962	8698983,4145	0,003074	3,2036
0,6635	0,280	1,322	1,972	8745114,3872	0,003071	3,2018
0,67	0,283	1,360	1,992	8830786,1936	0,003066	3,2366
0,68	0,287	1,402	2,022	8962588,9726	0,003058	3,2737
0,69	0,291	1,432	2,051	9094391,7516	0,003050	3,2989
0,70	0,295	1,451	2,081	9226194,5306	0,003042	3,3132
0,71	0,300	1,467	2,111	9357997,3096	0,003035	3,3246
0,72	0,304	1,482	2,140	9489800,0886	0,003027	3,3351
0,74	0,312	1,516	2,200	9753405,6466	0,003013	3,3603
0,75	0,317	1,537	2,230	9885208,4256	0,003006	3,3770
0,76	0,321	1,560	2,259	10017011,2046	0,002999	3,3957
0,77	0,325	1,583	2,289	10148813,9836	0,002992	3,4146
0,78	0,329	1,612	2,319	10280616,7626	0,002986	3,4395
0,79	0,333	1,654	2,349	10412419,5417	0,002979	3,4774
0,80	0,338	1,716	2,378	10544222,3207	0,002973	3,5355
0,81	0,342	1,806	2,408	10676025,0997	0,002966	3,6216
0,82	0,346	1,920	2,438	10807827,8787	0,002960	3,7317

Tablica 7. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 23,9$  i  $\lambda = 30$  modela

br.844

 $\lambda = 23,9$ 

$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T\overline{V}_s}$ $\times 100$	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
13,56	708533060,933	0,001598	1,723	1390	199,221
14,13	738055271,805	0,001590	1,732	1579	217,293
14,41	752816377,241	0,001586	1,754	1697	228,886
14,69	767577482,677	0,001582	1,795	1841	243,597
15,26	797099693,549	0,001575	1,912	2195	279,728
15,54	811860798,985	0,001571	1,972	2392	299,258
15,82	826621904,422	0,001567	2,033	2604	319,967
16,39	856144115,294	0,001561	2,144	3051	361,931
16,67	870905220,730	0,001557	2,183	3270	381,323
16,95	885666326,166	0,001554	2,204	3472	398,152
17,23	900427431,602	0,001551	2,215	3667	413,595
17,52	915188537,038	0,001548	2,219	3857	428,053
18,08	944710747,910	0,001541	2,227	4256	457,606
18,36	959471853,346	0,001539	2,240	4485	474,812
18,65	974232958,783	0,001536	2,262	4742	494,390
18,75	979399345,685	0,001535	2,261	4817	499,511
18,93	988994064,219	0,001533	2,298	5041	517,649
19,21	1003755169,655	0,001530	2,338	5362	542,561
19,49	1018516275,091	0,001527	2,367	5670	565,399
19,78	1033277380,527	0,001524	2,384	5963	586,168
20,06	1048038485,963	0,001522	2,398	6260	606,668
20,34	1062799591,399	0,001519	2,412	6565	627,361
20,91	1092321802,271	0,001514	2,443	7218	671,177
21,19	1107082907,707	0,001511	2,462	7575	694,934
21,47	1121844013,144	0,001509	2,484	7951	719,818
21,76	1136605118,580	0,001507	2,505	8340	745,286
22,04	1151366224,016	0,001504	2,533	8765	773,176
22,32	1166127329,452	0,001502	2,573	9252	805,829
22,60	1180888434,888	0,001500	2,634	9834	845,813
22,89	1195649540,324	0,001497	2,722	10551	896,260
23,17	1210410645,760	0,001495	2,835	11399	956,523

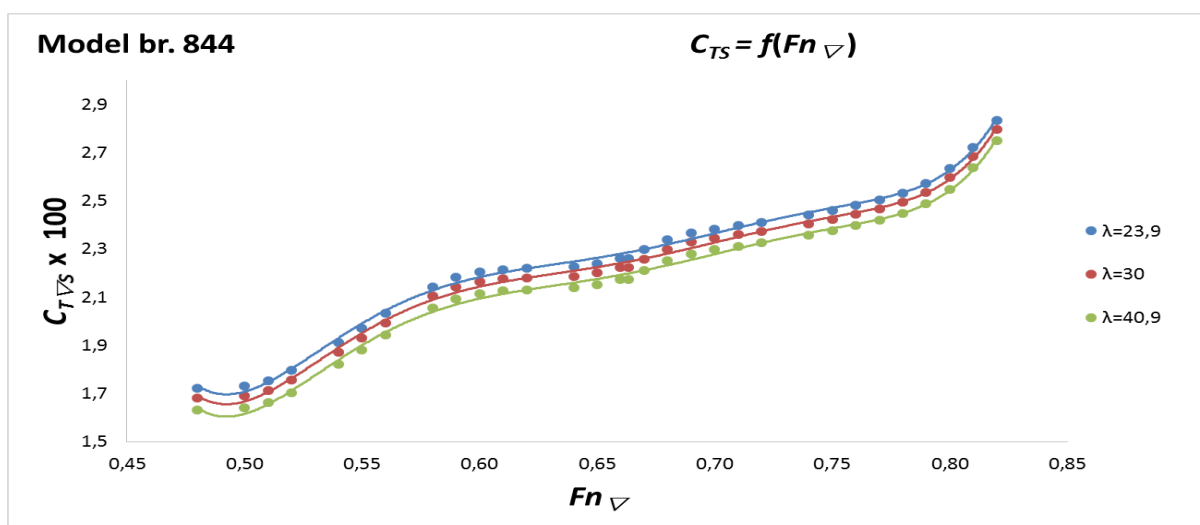
 $\lambda = 30$ 

$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T\overline{V}_s}$ $\times 100$	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
15,19	996426227,605	0,001531	1,682	3006	384,644
15,83	1037943987,089	0,001524	1,692	3417	419,665
16,14	1058702866,831	0,001520	1,713	3672	442,225
16,46	1079461746,572	0,001516	1,755	3988	470,946
17,09	1120979506,056	0,001509	1,872	4763	541,636
17,41	1141738385,798	0,001506	1,932	5193	579,869
17,73	1162497265,540	0,001502	1,994	5657	620,429
18,36	1204015025,023	0,001496	2,105	6636	702,607
18,68	1224773904,765	0,001493	2,144	7114	740,545
18,99	1245532784,507	0,001490	2,165	7556	773,407
19,31	1266291664,248	0,001487	2,176	7981	803,522
19,63	1287050543,990	0,001484	2,180	8396	831,682
20,26	1328568303,474	0,001478	2,188	9267	889,248
20,58	1349327183,216	0,001475	2,201	9767	922,827
20,89	1370086062,957	0,001473	2,223	10329	961,090
21,00	1377351670,867	0,001472	2,223	10491	971,058
21,21	1390844942,699	0,001470	2,260	10982	1006,629
21,52	1411603822,441	0,001467	2,300	11686	1055,432
21,84	1432362702,183	0,001465	2,328	12360	1100,125
22,16	1453121581,924	0,001462	2,346	13002	1140,722
22,47	1473880461,666	0,001460	2,360	13651	1180,782
22,79	1494639341,408	0,001457	2,374	14317	1221,216
23,42	1536157100,892	0,001452	2,405	15747	1306,877
23,74	1556915980,633	0,001450	2,424	16528	1353,355
24,06	1577674860,375	0,001448	2,446	17351	1402,056
24,37	1598433740,117	0,001445	2,468	18204	1451,906
24,69	1619192619,859	0,001443	2,495	19134	1506,542
25,01	1639951499,600	0,001441	2,536	20203	1570,592
25,32	1660710379,342	0,001439	2,597	21482	1649,136
25,64	1681469259,084	0,001436	2,685	23060	1748,365
25,96	1702228138,826	0,001434	2,798	24928	1867,006

**Tablica 8. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda=40,9$  modela br.844**

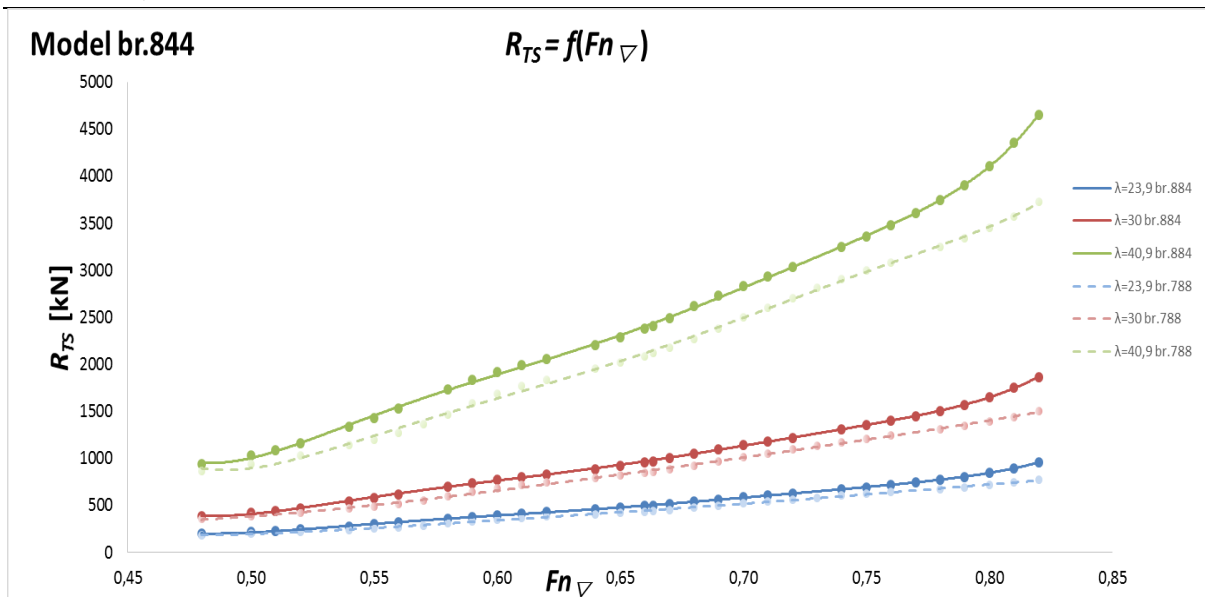
$\lambda = 40,9$

$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T \nabla s} \times 100$	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
17,74	1586164516,846	0,001447	1,630	8621	944,658
18,48	1652254705,048	0,001440	1,640	9802	1031,090
18,85	1685299799,149	0,001436	1,662	10541	1087,073
19,22	1718344893,250	0,001433	1,704	11455	1158,647
19,96	1784435081,452	0,001426	1,821	13709	1335,310
20,33	1817480175,553	0,001423	1,881	14963	1430,930
20,70	1850525269,654	0,001420	1,943	16316	1532,429
21,44	1916615457,856	0,001414	2,055	19166	1738,051
21,81	1949660551,957	0,001411	2,094	20560	1832,847
22,18	1982705646,058	0,001408	2,115	21842	1914,762
22,55	2015750740,159	0,001406	2,126	23076	1989,699
22,92	2048795834,260	0,001403	2,131	24279	2059,664
23,65	2114886022,462	0,001398	2,139	26802	2202,692
24,02	2147931116,563	0,001395	2,152	28255	2286,332
24,39	2180976210,663	0,001393	2,174	29887	2381,821
24,52	2192541993,599	0,001392	2,174	30358	2406,562
24,76	2214021304,764	0,001390	2,211	31791	2495,730
25,13	2247066398,865	0,001388	2,251	33845	2617,891
25,50	2280111492,966	0,001385	2,280	35809	2729,620
25,87	2313156587,067	0,001383	2,297	37676	2830,952
26,24	2346201681,168	0,001381	2,312	39564	2930,903
26,61	2379246775,269	0,001378	2,326	41502	3031,786
27,35	2445336963,471	0,001374	2,357	45663	3245,637
27,72	2478382057,572	0,001372	2,377	47936	3361,780
28,09	2511427151,673	0,001370	2,398	50335	3483,536
28,46	2544472245,774	0,001368	2,420	52822	3608,188
28,83	2577517339,875	0,001365	2,448	55536	3744,947
29,20	2610562433,976	0,001363	2,489	58660	3905,546
29,57	2643607528,077	0,001361	2,549	62404	4102,852
29,94	2676652622,178	0,001359	2,638	67029	4352,557
30,31	2709697716,279	0,001358	2,751	72516	4651,433

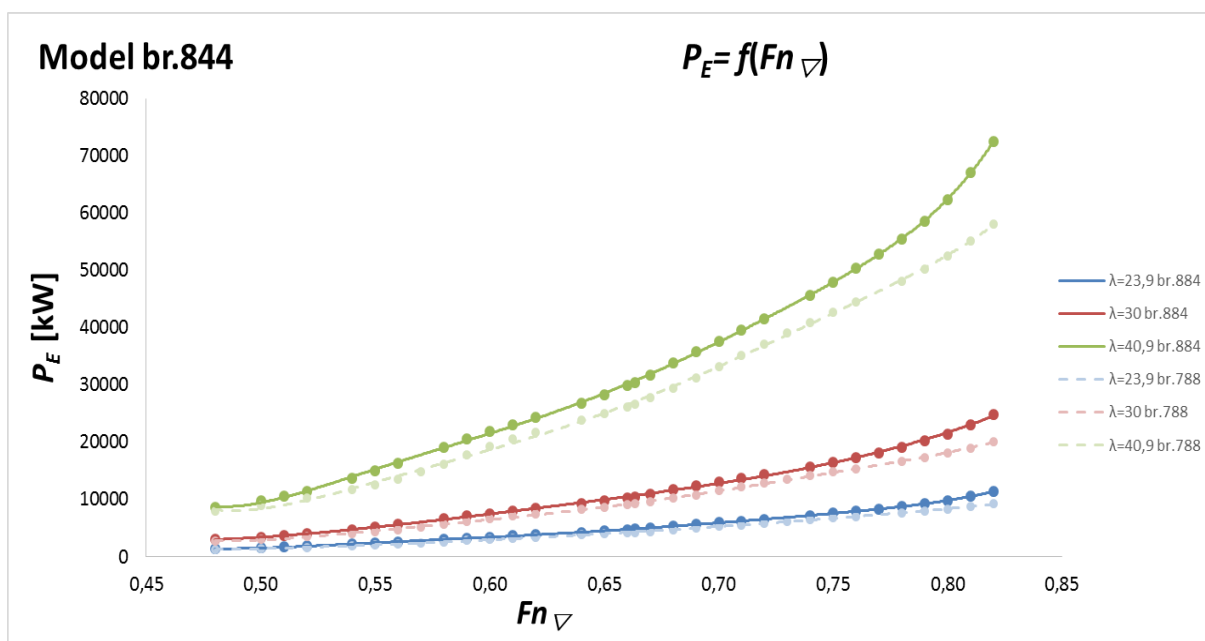


**Slika 6. Krivulje koeficijenta ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.844**





Slika 7. Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.844



Slika 8. Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br.788 i br.844

Uspoređujući s osnovnim modelom br.788, model br.844 ima približnu vrijednost  $B/T$  dok se  $L_{DWL}/B$  smanji otprilike za 12,5 %. To dovodi do značajnog povećanje ukupnog otpora to jest efektivne snage što se vidi sa Slika 6.-8. Očekivano, ukupni otpor i efektivna snaga rastu s porastom brzine to jest s porastom Froudeovog broja na temelju istisnine.

**Tablica 9. Vrijednosti koeficijenta otpora modela br.816**

$F_{n\triangledown}$	$F_n$	$C_{R\triangledown} \times 100$	$v_M$ [m/s]	$R_{nM}$	$C_{FM}$	$C_{T\triangledown} \times 100$
0,48	0,190	0,559	1,427	7167820,5469	0,003181	2,6291
0,50	0,198	0,568	1,487	7466479,7363	0,003158	2,6230
0,52	0,206	0,576	1,546	7765138,9258	0,003136	2,6167
0,54	0,214	0,588	1,606	8063798,1152	0,003115	2,6151
0,55	0,218	0,601	1,636	8213127,7099	0,003105	2,6216
0,56	0,222	0,629	1,665	8362457,3047	0,003095	2,6431
0,57	0,226	0,680	1,695	8511786,8994	0,003086	2,6879
0,58	0,230	0,745	1,725	8661116,4941	0,003076	2,7467
0,59	0,234	0,812	1,754	8810446,0888	0,003067	2,8077
0,60	0,238	0,867	1,784	8959775,6836	0,003058	2,8568
0,61	0,242	0,908	1,814	9109105,2783	0,003049	2,8921
0,62	0,246	0,931	1,844	9258434,8730	0,003041	2,9094
0,63	0,250	0,942	1,873	9407764,4677	0,003032	2,9149
0,64	0,254	0,950	1,903	9557094,0625	0,003024	2,9175
0,65	0,258	0,956	1,933	9706423,6572	0,003016	2,9182
0,66	0,262	0,965	1,963	9855753,2519	0,003008	2,9220
0,6635	0,263	0,967	1,973	9908018,6101	0,003005	2,9226
0,67	0,266	0,972	1,992	10005082,8466	0,003000	2,9239
0,68	0,270	0,987	2,022	10154412,4414	0,002992	2,9339
0,69	0,274	1,005	2,052	10303742,0361	0,002984	2,9469
0,70	0,278	1,030	2,082	10453071,6308	0,002977	2,9671
0,71	0,282	1,062	2,111	10602401,2256	0,002970	2,9944
0,72	0,286	1,095	2,141	10751730,8203	0,002963	3,0227
0,73	0,290	1,125	2,171	10901060,4150	0,002956	3,0481
0,74	0,294	1,151	2,201	11050390,0097	0,002949	3,0696
0,75	0,297	1,171	2,230	11199719,6045	0,002942	3,0852
0,76	0,301	1,186	2,260	11349049,1992	0,002935	3,0958
0,77	0,305	1,195	2,290	11498378,7939	0,002929	3,1005
0,78	0,309	1,200	2,319	11647708,3886	0,002922	3,1013
0,80	0,317	1,210	2,379	11946367,5781	0,002909	3,1031
0,82	0,325	1,217	2,438	12245026,7675	0,002897	3,1021

Tablica 10. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 23,9$  i  $\lambda = 30$  modela

br.816

 $\lambda = 23,9$ 

$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_T v_s \times$ 100	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
13,57	802752078,789	0,001573	1,583	1279	183,268
14,13	836200082,072	0,001565	1,586	1449	199,332
14,70	869648085,355	0,001557	1,589	1633	216,006
15,26	903096088,638	0,001550	1,597	1837	234,001
15,54	919820090,280	0,001547	1,607	1954	244,373
15,83	936544091,921	0,001543	1,633	2095	257,398
16,11	953268093,562	0,001540	1,682	2276	274,640
16,39	969992095,204	0,001536	1,745	2487	294,984
16,67	986716096,845	0,001533	1,810	2715	316,594
16,96	1003440098,487	0,001530	1,863	2939	336,993
17,24	1020164100,128	0,001527	1,901	3153	355,606
17,52	1036888101,770	0,001524	1,922	3348	371,418
17,80	1053612103,411	0,001521	1,932	3529	385,299
18,09	1070336105,053	0,001518	1,938	3711	398,878
18,37	1087060106,694	0,001515	1,942	3896	412,314
18,65	1103784108,336	0,001512	1,949	4094	426,662
18,75	1109637508,910	0,001511	1,951	4163	431,599
18,94	1120508109,977	0,001509	1,954	4294	440,857
19,22	1137232111,618	0,001506	1,967	4520	457,185
19,50	1153956113,260	0,001504	1,983	4761	474,617
19,78	1170680114,901	0,001501	2,007	5029	494,205
20,07	1187404116,543	0,001499	2,037	5327	516,102
20,35	1204128118,184	0,001496	2,068	5641	538,905
20,63	1220852119,826	0,001493	2,097	5960	561,573
20,91	1237576121,467	0,001491	2,121	6280	583,774
21,20	1254300123,109	0,001488	2,140	6595	604,862
21,48	1271024124,750	0,001486	2,153	6905	624,999
21,76	1287748126,391	0,001484	2,160	7206	643,776
22,04	1304472128,033	0,001481	2,164	7503	661,671
22,61	1337920131,316	0,001477	2,171	8121	698,298
23,17	1371368134,599	0,001472	2,175	8762	735,040

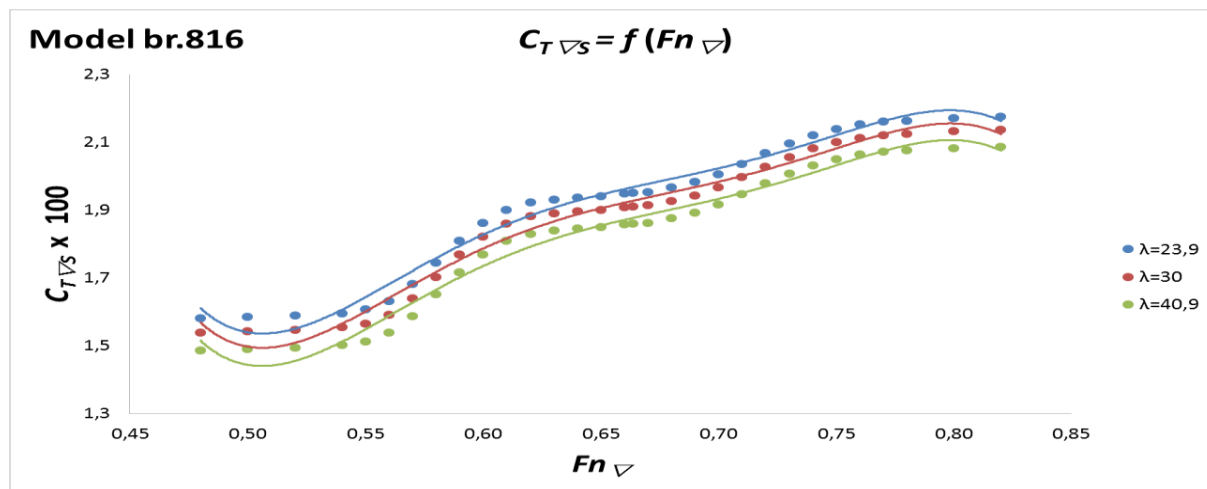
 $\lambda = 30$ 

$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_T v_s \times$ 100	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
15,20	1128928584,529	0,001508	1,540	2758	352,716
15,83	1175967275,551	0,001500	1,544	3125	383,737
16,46	1223005966,573	0,001493	1,548	3523	415,940
17,10	1270044657,595	0,001486	1,555	3964	450,731
17,41	1293564003,106	0,001483	1,566	4218	470,837
17,73	1317083348,617	0,001480	1,592	4526	496,182
18,05	1340602694,128	0,001476	1,641	4919	529,861
18,36	1364122039,639	0,001473	1,704	5382	569,671
18,68	1387641385,150	0,001470	1,769	5881	611,978
19,00	1411160730,661	0,001467	1,822	6370	651,881
19,31	1434680076,172	0,001464	1,861	6838	688,248
19,63	1458199421,683	0,001461	1,882	7261	719,069
19,95	1481718767,194	0,001459	1,891	7655	746,065
20,26	1505238112,705	0,001456	1,897	8052	772,459
20,58	1528757458,216	0,001453	1,901	8454	798,561
20,90	1552276803,727	0,001450	1,909	8884	826,464
21,01	1560508574,656	0,001449	1,911	9035	836,061
21,21	1575796149,238	0,001448	1,914	9320	854,057
21,53	1599315494,749	0,001445	1,927	9811	885,863
21,85	1622834840,260	0,001443	1,944	10338	919,846
22,16	1646354185,771	0,001440	1,967	10923	958,086
22,48	1669873531,282	0,001438	1,997	11574	1000,889
22,80	1693392876,793	0,001435	2,029	12260	1045,477
23,11	1716912222,304	0,001433	2,057	12957	1089,792
23,43	1740431567,815	0,001431	2,082	13658	1133,178
23,75	1763950913,326	0,001428	2,100	14345	1174,357
24,06	1787470258,837	0,001426	2,114	15023	1213,647
24,38	1810989604,348	0,001424	2,121	15680	1250,245
24,70	1834508949,859	0,001422	2,125	16326	1285,089
25,33	1881547640,881	0,001417	2,132	17674	1356,420
25,96	1928586331,903	0,001413	2,136	19071	1427,954

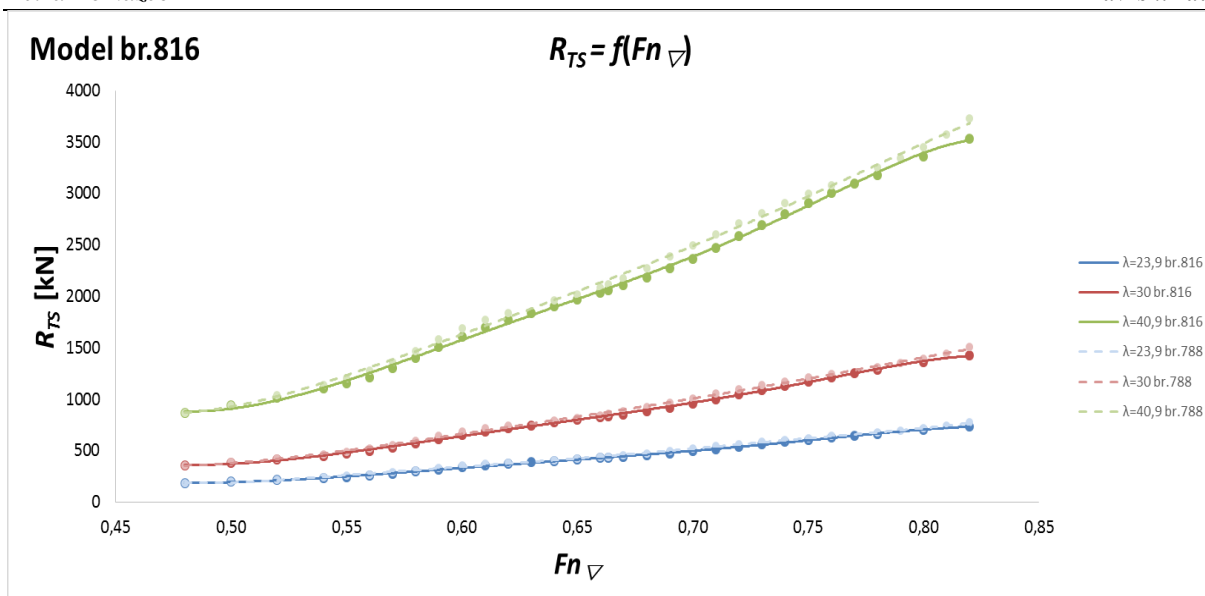
**Tablica 11. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 40,9$  modela br.816**

$\lambda = 40,9$

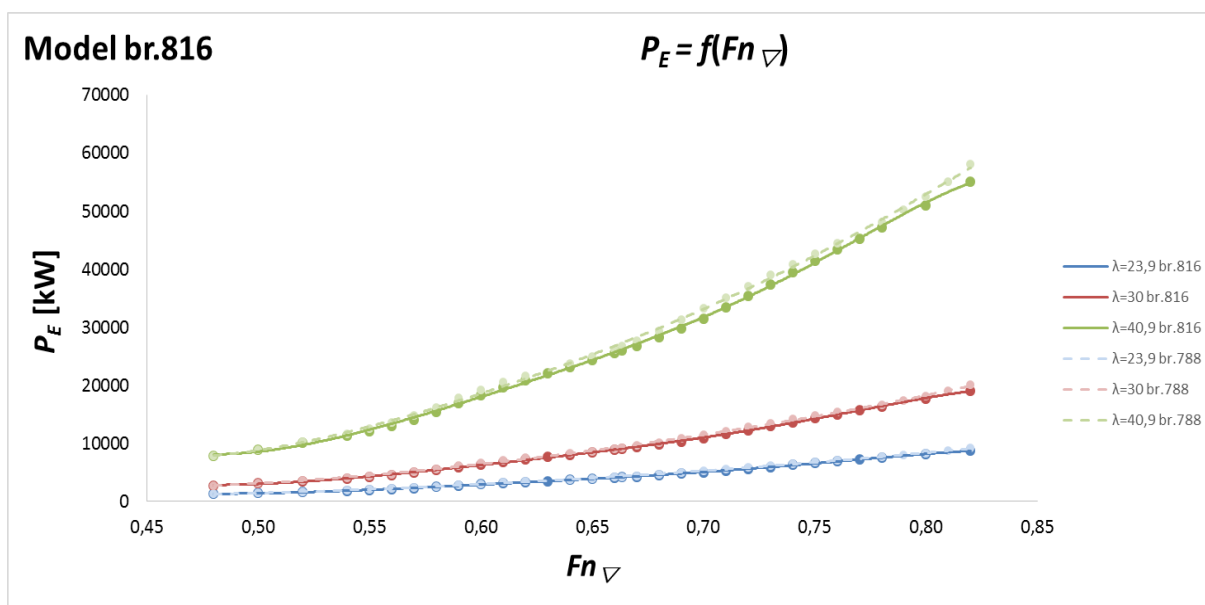
$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T \nabla s} \times 100$	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
17,75	1797088849,353	0,001425	1,486	7874	862,530
18,49	1871967551,410	0,001418	1,491	8926	938,729
19,22	1946846253,466	0,001412	1,494	10066	1017,844
19,96	2021724955,522	0,001405	1,502	11332	1103,436
20,33	2059164306,551	0,001402	1,513	12061	1153,070
20,70	2096603657,579	0,001399	1,539	12950	1215,959
21,07	2134043008,607	0,001396	1,588	14091	1299,948
21,44	2171482359,635	0,001393	1,652	15436	1399,452
21,81	2208921710,663	0,001391	1,717	16890	1505,264
22,18	2246361061,692	0,001388	1,770	18314	1604,966
22,55	2283800412,720	0,001385	1,809	19671	1695,688
22,92	2321239763,748	0,001382	1,830	20897	1772,336
23,29	2358679114,776	0,001380	1,840	22036	1839,272
23,66	2396118465,804	0,001377	1,846	23182	1904,663
24,03	2433557816,832	0,001375	1,851	24343	1969,296
24,40	2470997167,861	0,001372	1,858	25586	2038,470
24,53	2484100940,721	0,001371	1,860	26022	2062,250
24,77	2508436518,889	0,001370	1,863	26845	2106,844
25,14	2545875869,917	0,001367	1,877	28268	2185,871
25,51	2583315220,945	0,001365	1,893	29792	2270,395
25,88	2620754571,973	0,001363	1,917	31493	2365,690
26,25	2658193923,002	0,001361	1,947	33385	2472,527
26,62	2695633274,030	0,001358	1,979	35380	2583,867
26,99	2733072625,058	0,001356	2,007	37407	2694,497
27,36	2770511976,086	0,001354	2,032	39443	2802,754
27,73	2807951327,114	0,001352	2,051	41440	2905,400
28,10	2845390678,143	0,001350	2,064	43407	3003,242
28,47	2882830029,171	0,001348	2,072	45311	3094,240
28,84	2920269380,199	0,001346	2,076	47183	3180,777
29,58	2995148082,255	0,001342	2,083	51088	3357,956
30,32	3070026784,312	0,001338	2,088	55135	3535,576



**Slika 9. Krivulje koeficijenta ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.816**



**Slika 10. Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.816**



**Slika 11. Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br. 788 i br.816**

Model br.816 ima približnu vrijednost  $B/T$  osnovnog modela dok se  $L_{DWL}/B$  poveća za 5,4%. Na Slikama 9.-11. primjećuje se blagi pad ukupnog otpora to jest efektivne snage u usporedbi s osnovnim modelom. To posebice dolazi do izražaja kod većeg mjerila  $\lambda = 40,9$

**Tablica 12. Vrijednosti koeficijenta otpora modela br.852**

$F_{n\varnothing}$	$F_n$	$C_{R\varnothing} \times 100$	$v_M$ [m/s]	$R_{nM}$	$C_{FM}$	$C_{T\varnothing M} \times 100$
0,48	0,201	0,663	1,427	6421699,4730	0,003245	2,6649
0,50	0,209	0,676	1,486	6689270,2844	0,003221	2,6632
0,52	0,218	0,717	1,546	6956841,0957	0,003198	2,6903
0,53	0,222	0,755	1,575	7090626,5014	0,003188	2,7216
0,54	0,226	0,819	1,605	7224411,9071	0,003177	2,7790
0,55	0,230	0,898	1,635	7358197,3128	0,003166	2,8516
0,56	0,235	0,980	1,665	7491982,7185	0,003156	2,9273
0,57	0,239	1,050	1,694	7625768,1242	0,003146	2,9912
0,58	0,243	1,098	1,724	7759553,5298	0,003137	3,0332
0,59	0,247	1,120	1,754	7893338,9355	0,003127	3,0493
0,60	0,251	1,124	1,784	8027124,3412	0,003118	3,0476
0,62	0,260	1,120	1,843	8294695,1526	0,003100	3,0325
0,63	0,264	1,120	1,873	8428480,5583	0,003091	3,0271
0,64	0,268	1,138	1,902	8562265,9640	0,003083	3,0398
0,65	0,272	1,172	1,932	8696051,3697	0,003074	3,0686
0,66	0,276	1,212	1,962	8829836,7753	0,003066	3,1035
0,6635	0,278	1,225	1,972	8876661,6673	0,003063	3,1151
0,67	0,281	1,250	1,992	8963622,1810	0,003058	3,1366
0,68	0,285	1,278	2,021	9097407,5867	0,003050	3,1597
0,69	0,289	1,297	2,051	9231192,9924	0,003042	3,1739
0,70	0,293	1,311	2,081	9364978,3981	0,003034	3,1831
0,72	0,302	1,332	2,140	9632549,2095	0,003020	3,1950
0,74	0,310	1,346	2,200	9900120,0208	0,003005	3,2001
0,75	0,314	1,355	2,229	10033905,4265	0,002998	3,2048
0,76	0,318	1,369	2,259	10167690,8322	0,002991	3,2145
0,77	0,322	1,385	2,289	10301476,2379	0,002985	3,2264
0,78	0,327	1,413	2,319	10435261,6436	0,002978	3,2502
0,79	0,331	1,465	2,348	10569047,0493	0,002971	3,2982
0,80	0,335	1,540	2,378	10702832,4550	0,002965	3,3692
0,81	0,339	1,638	2,408	10836617,8606	0,002959	3,4633
0,82	0,343	1,754	2,437	10970403,2663	0,002952	3,5754

**Tablica 13. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 23,9$  i  $\lambda = 30$  modela br.852**

 $\lambda = 23,9$ 

$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T\varphi_s}$ $\times 100$	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
13,56	719191080,134	0,001595	1,647	1327	190,295
14,13	749157375,139	0,001587	1,655	1508	207,477
14,69	779123670,145	0,001579	1,691	1733	229,311
14,97	794106817,648	0,001575	1,727	1873	243,239
15,26	809089965,150	0,001572	1,789	2052	261,528
15,54	824073112,653	0,001568	1,865	2261	282,948
15,82	839056260,156	0,001564	1,945	2489	305,882
16,10	854039407,659	0,001561	2,013	2717	327,959
16,39	869022555,161	0,001558	2,059	2927	347,310
16,67	884005702,664	0,001554	2,079	3111	362,871
16,95	898988850,167	0,001551	2,081	3275	375,635
17,52	928955145,173	0,001545	2,073	3600	399,571
17,80	943938292,675	0,001542	2,071	3774	412,186
18,08	958921440,178	0,001539	2,087	3987	428,690
18,36	973904587,681	0,001536	2,119	4241	449,007
18,65	988887735,184	0,001533	2,158	4520	471,273
18,74	994131836,810	0,001532	2,170	4619	479,084
18,93	1003870882,686	0,001530	2,194	4808	493,819
19,21	1018854030,189	0,001527	2,220	5087	514,761
19,49	1033837177,692	0,001524	2,237	5356	534,141
19,78	1048820325,195	0,001522	2,250	5623	552,765
20,34	1078786620,200	0,001516	2,267	6167	589,413
20,91	1108752915,206	0,001511	2,278	6727	625,590
21,19	1123736062,709	0,001509	2,286	7027	644,716
21,47	1138719210,212	0,001506	2,298	7351	665,638
21,75	1153702357,714	0,001504	2,313	7694	687,583
22,04	1168685505,217	0,001501	2,339	8089	713,652
22,32	1183668652,720	0,001499	2,390	8586	747,887
22,60	1198651800,223	0,001497	2,463	9191	790,552
22,88	1213634947,725	0,001494	2,560	9914	842,217
23,17	1228618095,228	0,001492	2,675	10746	901,784

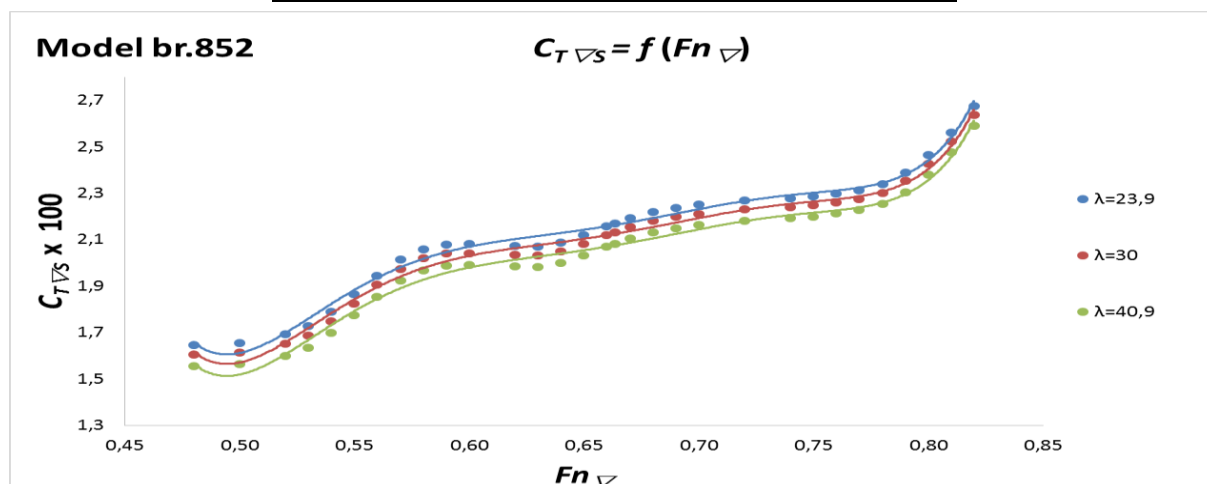
 $\lambda = 30$ 

$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T\varphi_s}$ $\times 100$	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
15,19	1011414843,454	0,001528	1,606	2868	366,947
15,83	1053557128,597	0,001521	1,614	3258	400,207
16,46	1095699413,741	0,001513	1,651	3747	442,643
16,77	1116770556,313	0,001510	1,687	4054	469,806
17,09	1137841698,885	0,001506	1,748	4445	505,590
17,41	1158912841,457	0,001503	1,825	4903	547,559
17,72	1179983984,029	0,001500	1,905	5402	592,515
18,04	1201055126,601	0,001496	1,973	5900	635,773
18,36	1222126269,173	0,001493	2,019	6361	673,633
18,67	1243197411,745	0,001490	2,039	6762	703,992
18,99	1264268554,317	0,001487	2,041	7120	728,812
19,62	1306410839,461	0,001481	2,034	7826	775,286
19,94	1327481982,033	0,001478	2,032	8204	799,795
20,26	1348553124,605	0,001475	2,048	8669	831,988
20,57	1369624267,177	0,001473	2,081	9225	871,718
20,89	1390695409,749	0,001470	2,119	9835	915,297
21,00	1398070309,649	0,001469	2,132	10053	930,582
21,21	1411766552,321	0,001467	2,155	10466	959,423
21,52	1432837694,893	0,001465	2,182	11075	1000,370
21,84	1453908837,464	0,001462	2,199	11663	1038,224
22,16	1474979980,036	0,001459	2,211	12247	1074,575
22,79	1517122265,180	0,001454	2,229	13435	1146,077
23,42	1559264550,324	0,001450	2,240	14658	1216,624
23,74	1580335692,896	0,001447	2,248	15312	1253,941
24,05	1601406835,468	0,001445	2,260	16021	1294,805
24,37	1622477978,040	0,001443	2,275	16770	1337,685
24,69	1643549120,612	0,001440	2,302	17636	1388,716
25,00	1664620263,184	0,001438	2,352	18726	1455,894
25,32	1685691405,756	0,001436	2,426	20055	1539,735
25,64	1706762548,328	0,001434	2,523	21646	1641,373
25,95	1727833690,900	0,001432	2,637	23479	1758,633

**Tablica 14. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 40,9$  modela br.852**

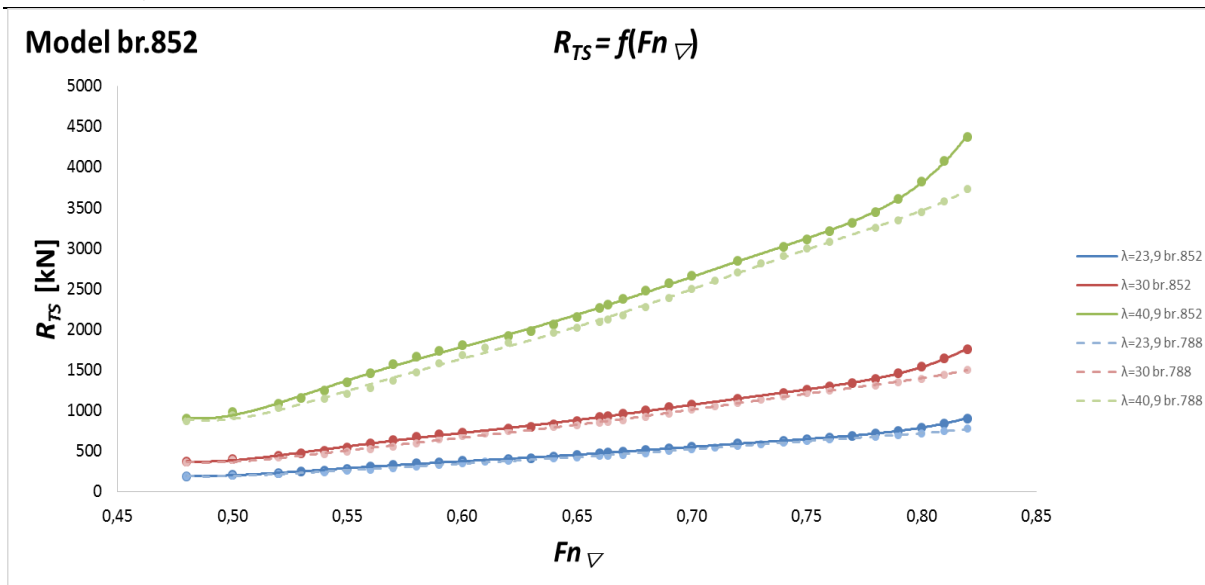
$\lambda = 40,9$

$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T \nabla s}$ $\times 100$	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
17,74	1610024196,526	0,001444	1,554	8209	899,680
18,48	1677108538,048	0,001437	1,563	9331	981,639
19,22	1744192879,570	0,001430	1,599	10743	1086,770
19,59	1777735050,331	0,001427	1,635	11631	1154,374
19,96	1811277221,091	0,001424	1,697	12768	1243,802
20,33	1844819391,852	0,001421	1,774	14103	1348,884
20,70	1878361562,613	0,001418	1,855	15559	1461,517
21,06	1911903733,374	0,001415	1,923	17010	1569,825
21,43	1945445904,135	0,001412	1,969	18352	1664,439
21,80	1978988074,896	0,001409	1,989	19516	1740,023
22,17	2012530245,657	0,001406	1,991	20549	1801,555
22,91	2079614587,179	0,001400	1,984	22589	1916,538
23,28	2113156757,940	0,001398	1,982	23680	1977,226
23,65	2146698928,701	0,001395	1,999	25031	2057,366
24,02	2180241099,462	0,001393	2,031	26648	2156,583
24,39	2213783270,223	0,001390	2,070	28425	2265,538
24,52	2225523029,989	0,001389	2,082	29058	2303,751
24,76	2247325440,984	0,001388	2,106	30261	2375,859
25,13	2280867611,745	0,001385	2,133	32034	2478,106
25,50	2314409782,506	0,001383	2,150	33744	2572,500
25,87	2347951953,267	0,001381	2,163	35438	2663,064
26,61	2415036294,789	0,001376	2,181	38887	2841,095
27,35	2482120636,311	0,001372	2,192	42437	3016,635
27,72	2515662807,072	0,001369	2,200	44335	3109,555
28,09	2549204977,832	0,001367	2,213	46398	3211,446
28,46	2582747148,593	0,001365	2,227	48575	3318,428
28,83	2616289319,354	0,001363	2,254	51098	3446,044
29,20	2649831490,115	0,001361	2,305	54284	3614,559
29,56	2683373660,876	0,001359	2,378	58175	3825,282
29,93	2716915831,637	0,001357	2,475	62841	4081,083
30,30	2750458002,398	0,001355	2,590	68222	4376,453

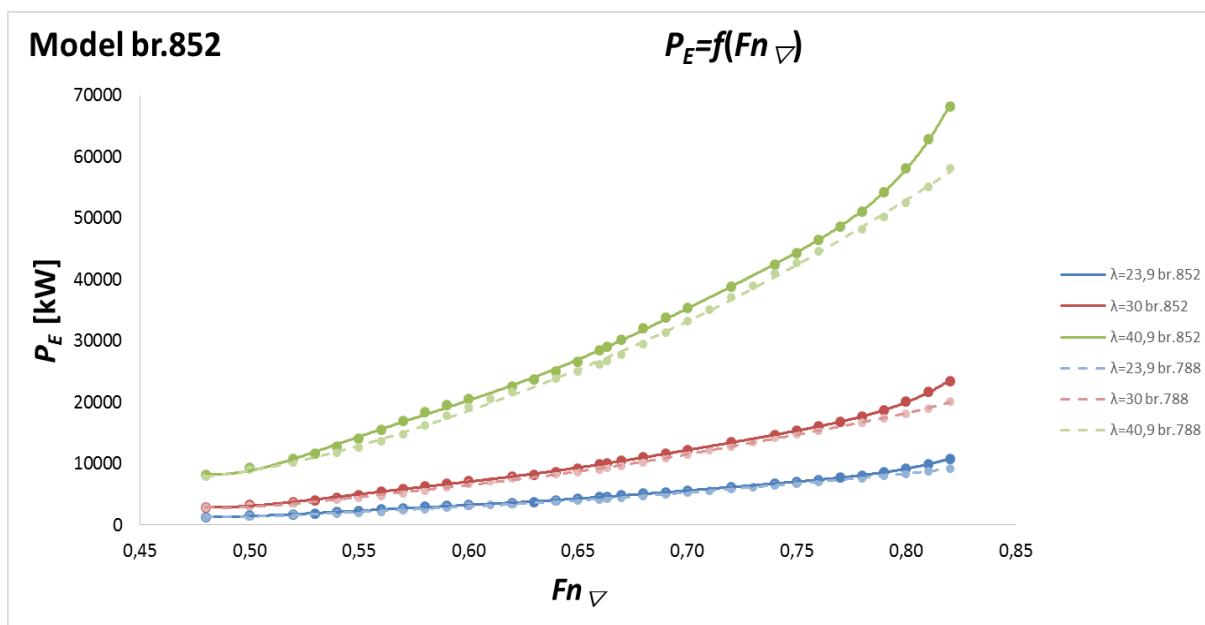


**Slika 12. Krivulje koeficijenta ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.852**





Slika 13. Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.852



Slika 14. Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br.788 i br.852

Model br.852 ima manje dimenzije od osnovnog modela. Točnije,  $L_{DWL}/B$  manji je za 6,6%, a  $B/T$  za 8,2%. Sukladno tome dolazi do porasta ukupnog otpora i efektivne snage što se najbolje vidi kod većeg mjerila i pri većim Froudeovim brojevima na temelju istisnine kao što je prikazano na Slikama 12.-14.

Tablica 15. Vrijednosti koeficijenta otpora modela br.845

$F_{n\varnothing}$	$F_n$	$C_{R\varnothing} \times 100$	$v_M$ [m/s]	$R_{nM}$	$C_{FM}$	$C_{T\varnothing M} \times 100$
0,48	0,195	0,664	1,427	6796312,5579	0,003212	2,7061
0,50	0,204	0,676	1,486	7079492,2478	0,003188	2,7032
0,52	0,212	0,698	1,546	7362671,9378	0,003166	2,7110
0,53	0,216	0,720	1,575	7504261,7827	0,003155	2,7262
0,54	0,220	0,749	1,605	7645851,6277	0,003145	2,7485
0,55	0,224	0,785	1,635	7787441,4726	0,003135	2,7780
0,56	0,228	0,830	1,665	7929031,3176	0,003125	2,8167
0,57	0,232	0,880	1,694	8070621,1625	0,003115	2,8604
0,58	0,236	0,937	1,724	8212211,0075	0,003105	2,9114
0,59	0,240	0,993	1,754	8353800,8525	0,003096	2,9614
0,60	0,244	1,044	1,783	8495390,6974	0,003087	3,0066
0,61	0,248	1,082	1,813	8636980,5424	0,003078	3,0389
0,62	0,252	1,105	1,843	8778570,3873	0,003069	3,0563
0,64	0,261	1,139	1,902	9061750,0772	0,003052	3,0795
0,65	0,265	1,160	1,932	9203339,9222	0,003044	3,0952
0,66	0,269	1,180	1,962	9344929,7671	0,003036	3,1100
0,6635	0,270	1,187	1,972	9394486,2129	0,003033	3,1156
0,68	0,277	1,222	2,021	9628109,4571	0,003020	3,1420
0,69	0,281	1,251	2,051	9769699,3020	0,003012	3,1661
0,70	0,285	1,286	2,081	9911289,1470	0,003005	3,1963
0,71	0,289	1,321	2,110	10052878,9919	0,002997	3,2266
0,72	0,293	1,349	2,140	10194468,8369	0,002990	3,2500
0,73	0,297	1,370	2,170	10336058,6818	0,002983	3,2665
0,74	0,301	1,383	2,200	10477648,5268	0,002976	3,2750
0,75	0,305	1,394	2,229	10619238,3718	0,002969	3,2816
0,76	0,309	1,402	2,259	10760828,2167	0,002962	3,2853
0,78	0,318	1,410	2,318	11044007,9066	0,002949	3,2849
0,79	0,322	1,416	2,348	11185597,7516	0,002942	3,2868
0,80	0,326	1,433	2,378	11327187,5965	0,002936	3,2998
0,81	0,330	1,460	2,408	11468777,4415	0,002930	3,3228
0,82	0,334	1,499	2,437	11610367,2865	0,002924	3,3579

**Tablica 16. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 23,9$  i  $\lambda = 30$  modela br.845**

 $\lambda = 23,9$  $\lambda = 30$ 

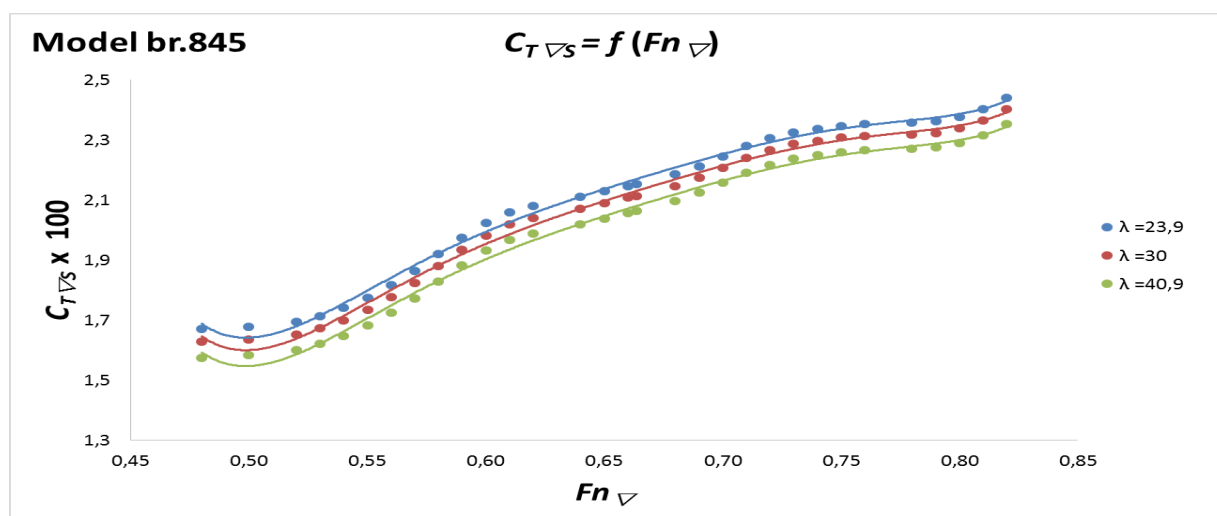
$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T\ V_s} \times$ <b>100</b>	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
13,56	761145455,347	0,001584	1,671	1346	192,992
14,12	792859849,320	0,001576	1,678	1528	210,266
14,69	824574243,292	0,001568	1,695	1736	229,738
14,97	840431440,279	0,001564	1,714	1859	241,422
15,25	856288637,265	0,001561	1,741	1997	254,517
15,54	872145834,252	0,001557	1,775	2151	269,144
15,82	888003031,238	0,001553	1,818	2325	285,744
16,10	903860228,224	0,001550	1,865	2517	303,829
16,38	919717425,211	0,001547	1,920	2729	323,835
16,67	935574622,197	0,001543	1,974	2954	344,505
16,95	951431819,184	0,001540	2,023	3183	365,115
17,23	967289016,170	0,001537	2,059	3405	384,100
17,51	983146213,156	0,001534	2,080	3611	400,848
18,08	1014860607,129	0,001528	2,110	4030	433,321
18,36	1030717804,116	0,001525	2,130	4260	451,020
18,64	1046575001,102	0,001522	2,148	4498	468,972
18,74	1052125020,047	0,001521	2,154	4584	475,442
19,21	1078289395,075	0,001516	2,186	5007	506,735
19,49	1094146592,061	0,001514	2,213	5297	528,255
19,77	1110003789,048	0,001511	2,247	5613	551,856
20,06	1125860986,034	0,001508	2,280	5944	576,156
20,34	1141718183,020	0,001506	2,306	6271	599,348
20,62	1157575380,007	0,001503	2,326	6591	621,288
20,90	1173432576,993	0,001501	2,337	6899	641,557
21,19	1189289773,980	0,001498	2,347	7211	661,672
21,47	1205146970,966	0,001496	2,353	7524	681,303
22,03	1236861364,939	0,001491	2,358	8151	719,150
22,32	1252718561,925	0,001489	2,363	8485	739,123
22,60	1268575758,911	0,001486	2,378	8869	762,941
22,88	1284432955,898	0,001484	2,404	9305	790,542
23,16	1300290152,884	0,001482	2,441	9805	822,851

$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T\ V_s} \times$ <b>100</b>	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
15,19	1070416239,620	0,001518	1,629	2908	372,101
15,82	1115016916,271	0,001510	1,636	3301	405,527
16,46	1159617592,922	0,001503	1,654	3753	443,276
16,77	1181917931,247	0,001499	1,673	4021	465,994
17,09	1204218269,573	0,001496	1,700	4321	491,497
17,41	1226518607,898	0,001493	1,734	4656	520,025
17,72	1248818946,224	0,001489	1,777	5037	552,447
18,04	1271119284,549	0,001486	1,825	5455	587,800
18,36	1293419622,874	0,001483	1,880	5920	626,947
18,67	1315719961,200	0,001480	1,934	6411	667,400
18,99	1338020299,525	0,001477	1,983	6913	707,731
19,31	1360320637,851	0,001474	2,019	7397	744,840
19,62	1382620976,176	0,001471	2,040	7848	777,520
20,26	1427221652,827	0,001465	2,071	8761	840,837
20,57	1449521991,152	0,001462	2,090	9264	875,381
20,89	1471822329,478	0,001460	2,108	9783	910,418
<b>21,00</b>	<b>1479627447,892</b>	<b>0,001459</b>	<b>2,115</b>	<b>9971</b>	<b>923,048</b>
21,52	1516423006,129	0,001454	2,147	10895	984,150
21,84	1538723344,454	0,001452	2,174	11528	1026,227
22,15	1561023682,780	0,001449	2,208	12222	1072,412
22,47	1583324021,105	0,001447	2,241	12946	1119,976
22,79	1605624359,430	0,001444	2,267	13660	1165,341
23,10	1627924697,756	0,001442	2,287	14359	1208,225
23,42	1650225036,081	0,001440	2,298	15033	1247,797
23,74	1672525374,407	0,001437	2,308	15715	1287,060
24,05	1694825712,732	0,001435	2,314	16399	1325,359
24,69	1739426389,383	0,001431	2,320	17767	1399,144
25,00	1761726727,708	0,001428	2,324	18496	1438,103
25,32	1784027066,034	0,001426	2,340	19337	1484,660
25,64	1806327404,359	0,001424	2,365	20291	1538,695
25,95	1828627742,685	0,001422	2,403	21387	1602,035

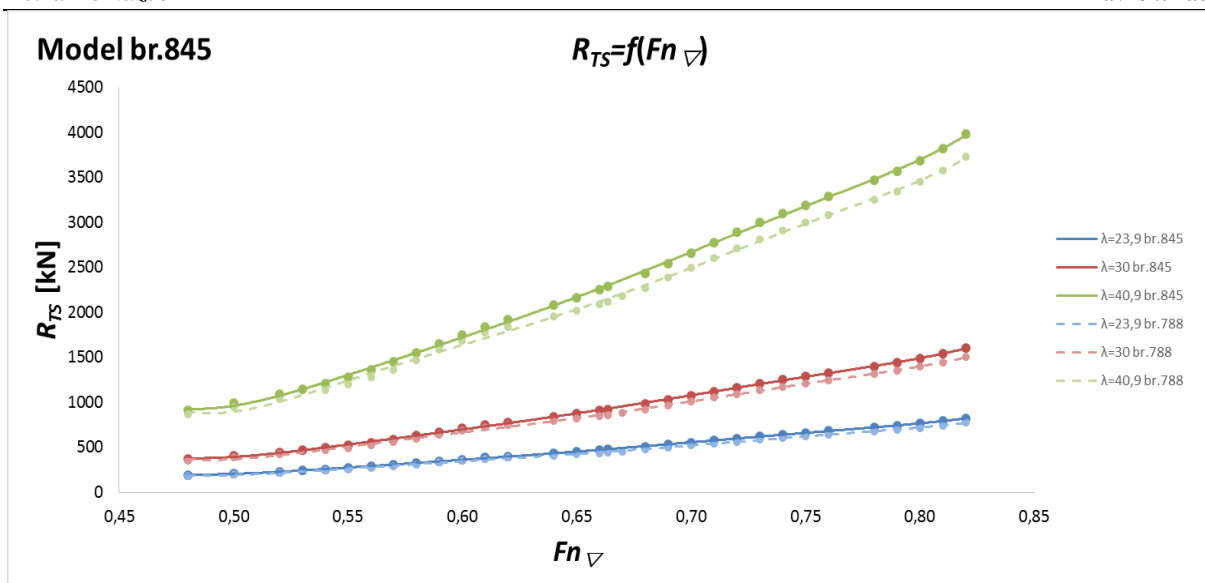
**Tablica 17. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 40,9$  modela br.845**

$\lambda = 40,9$

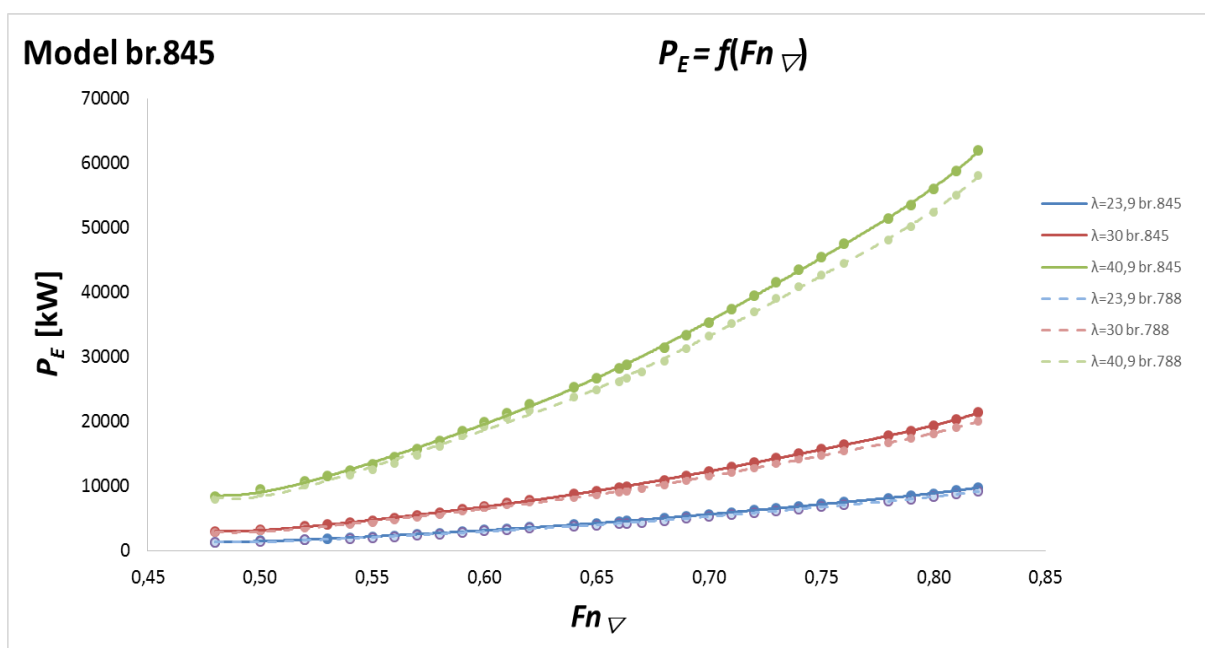
$V_s$ [čv]	$R_{ns}$	$C_{Fs}$	$C_{T \nabla s}$ x 100	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
17,74	1703945771,903	0,001434	1,576	8323	912,147
18,48	1774943512,399	0,001427	1,583	9452	994,482
19,22	1845941252,895	0,001421	1,601	10752	1087,690
19,59	1881440123,143	0,001417	1,621	11526	1144,003
19,96	1916938993,391	0,001414	1,648	12394	1207,354
20,32	1952437863,639	0,001411	1,682	13365	1278,351
20,69	1987936733,887	0,001408	1,725	14469	1359,197
21,06	2023435604,135	0,001405	1,773	15684	1447,448
21,43	2058934474,383	0,001402	1,828	17037	1545,295
21,80	2094433344,631	0,001399	1,883	18466	1646,433
22,17	2129932214,879	0,001397	1,932	19928	1747,241
22,54	2165431085,127	0,001394	1,968	21334	1839,867
22,91	2200929955,375	0,001391	1,989	22643	1921,251
23,65	2271927695,871	0,001386	2,020	25290	2078,780
24,02	2307426566,119	0,001383	2,040	26749	2164,830
24,39	2342925436,367	0,001381	2,058	28255	2252,108
24,52	2355350040,954	0,001380	2,065	28802	2283,581
25,13	2413923176,863	0,001376	2,097	31487	2435,878
25,50	2449422047,111	0,001374	2,124	33328	2540,940
25,87	2484920917,359	0,001371	2,158	35347	2656,394
26,24	2520419787,607	0,001369	2,191	37457	2775,321
26,61	2555918657,855	0,001367	2,218	39536	2888,657
26,98	2591417528,103	0,001365	2,238	41571	2995,690
27,35	2626916398,351	0,001362	2,249	43527	3094,309
27,72	2662415268,599	0,001360	2,259	45510	3192,128
28,09	2697914138,847	0,001358	2,266	47495	3287,485
28,82	2768911879,343	0,001354	2,271	51466	3471,017
29,19	2804410749,591	0,001352	2,276	53582	3567,990
29,56	2839909619,839	0,001350	2,291	56027	3684,199
29,93	2875408490,087	0,001348	2,317	58808	3819,338
30,30	2910907360,335	0,001346	2,355	62008	3978,038



**Slika 15. Krivulje koeficijenta ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.845**



Slika 16. Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.845



Slika 17. Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br.788 i br.845

Model br.845 je sličan modelu br.852, ali ta razlika dimenzija prema osnovnom modelu je još izraženija.  $L_{DWL}/B$  modela br.845 manji je za 6,6 %, a  $B/T$  za 8,8% od osnovnog modela. Sukladno tome porast ukupnog otpora i efektivne snage je još veća što je prikazano na Slikama 15.-17.

**Tablica 18. Vrijednosti koeficijenta otpora modela br.819**

$F_{n\varnothing}$	$F_n$	$C_{R\varnothing} \times 100$	$v_M$ [m/s]	$R_{nM}$	$C_{FM}$	$C_{T\varnothing M} \times 100$
0,48	0,197	0,580	1,427	6727455,3299	0,003218	2,6082
0,50	0,205	0,592	1,487	7007765,9686	0,003194	2,6054
0,52	0,213	0,622	1,546	7288076,6074	0,003172	2,6213
0,53	0,217	0,649	1,576	7428231,9267	0,003161	2,6415
0,54	0,221	0,689	1,606	7568387,2461	0,003151	2,6749
0,55	0,225	0,740	1,636	7708542,5655	0,003140	2,7194
0,56	0,229	0,807	1,665	7848697,8848	0,003130	2,7801
0,57	0,233	0,878	1,695	7988853,2042	0,003121	2,8449
0,58	0,238	0,942	1,725	8129008,5236	0,003111	2,9029
0,59	0,242	0,993	1,755	8269163,8430	0,003102	2,9480
0,60	0,246	1,024	1,784	8409319,1623	0,003092	2,9732
0,61	0,250	1,036	1,814	8549474,4817	0,003083	2,9795
0,62	0,254	1,040	1,844	8689629,8011	0,003075	2,9779
0,63	0,258	1,043	1,874	8829785,1204	0,003066	2,9755
0,64	0,262	1,055	1,903	8969940,4398	0,003057	2,9822
0,65	0,266	1,078	1,933	9110095,7592	0,003049	2,9999
0,66	0,270	1,108	1,963	9250251,0786	0,003041	3,0248
0,6635	0,271	1,118	1,973	9299305,4403	0,003038	3,0332
0,67	0,274	1,137	1,993	9390406,3979	0,003033	3,0488
0,68	0,278	1,157	2,022	9530561,7173	0,003025	3,0638
0,69	0,283	1,163	2,052	9670717,0367	0,003018	3,0650
0,70	0,287	1,172	2,082	9810872,3561	0,003010	3,0692
0,72	0,295	1,220	2,141	10091182,9948	0,002995	3,1080
0,73	0,299	1,242	2,171	10231338,3142	0,002988	3,1255
0,74	0,303	1,256	2,201	10371493,6335	0,002981	3,1350
0,75	0,307	1,260	2,230	10511648,9529	0,002974	3,1347
0,76	0,311	1,264	2,260	10651804,2723	0,002967	3,1344
0,77	0,315	1,270	2,290	10791959,5917	0,002961	3,1362
0,78	0,319	1,283	2,320	10932114,9110	0,002954	3,1450
0,80	0,328	1,341	2,379	11212425,5498	0,002941	3,1949
0,82	0,336	1,429	2,439	11492736,1885	0,002929	3,2751

Tablica 19. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 23,9$  i  $\lambda = 30$  modela

br.819

 $\lambda = 23,9$ 

$V_s$ [čv]	$R_{ns}$	$C_{Fs}$	$C_{T\overline{V}_s} \times$ 100	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
13,57	753433866,782	0,001586	1,580	1277	183,012
14,13	784826944,564	0,001578	1,586	1450	199,443
14,70	816220022,347	0,001570	1,612	1657	219,132
14,98	831916561,238	0,001566	1,636	1781	231,121
15,26	847613100,130	0,001563	1,674	1927	245,451
15,55	863309639,021	0,001559	1,723	2095	262,040
15,83	879006177,912	0,001555	1,787	2295	281,872
16,11	894702716,804	0,001552	1,856	2513	303,275
16,39	910399255,695	0,001549	1,918	2736	324,477
16,68	926095794,586	0,001545	1,967	2954	344,326
16,96	941792333,477	0,001542	1,996	3152	361,340
17,24	957488872,369	0,001539	2,006	3329	375,356
17,52	973185411,260	0,001536	2,008	3499	388,159
17,81	988881950,151	0,001533	2,009	3673	400,996
18,09	1004578489,043	0,001530	2,019	3870	415,910
18,37	1020275027,934	0,001527	2,040	4097	433,502
18,65	1035971566,825	0,001524	2,069	4348	453,116
18,75	1041465355,437	0,001523	2,078	4438	460,043
18,94	1051668105,716	0,001521	2,096	4608	473,094
19,22	1067364644,608	0,001518	2,114	4860	491,564
19,50	1083061183,499	0,001516	2,118	5088	507,152
19,78	1098757722,390	0,001513	2,126	5330	523,759
20,35	1130150800,173	0,001508	2,170	5922	565,767
20,63	1145847339,064	0,001505	2,191	6231	587,055
20,92	1161543877,955	0,001503	2,203	6527	606,667
21,20	1177240416,847	0,001500	2,206	6803	623,865
21,48	1192936955,738	0,001498	2,208	7086	641,327
21,76	1208633494,629	0,001495	2,212	7385	659,653
22,05	1224330033,521	0,001493	2,224	7716	680,420
22,61	1255723111,303	0,001488	2,279	8531	733,490
23,18	1287116189,086	0,001484	2,364	9531	799,422

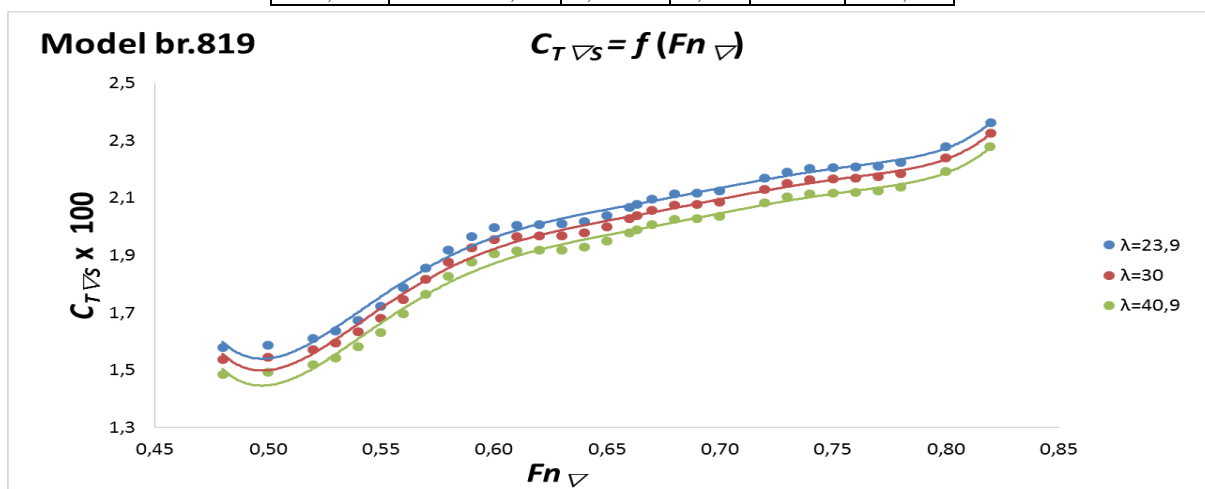
 $\lambda = 30$ 

$V_s$ [čv]	$R_{ns}$	$C_{Fs}$	$C_{T\overline{V}_s}$ $\times 100$	$P_E$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
15,20	1059571256,476	0,001520	1,538	2755	352,395
15,83	1103720058,830	0,001512	1,545	3129	384,160
16,47	1147868861,183	0,001505	1,570	3577	422,339
16,78	1169943262,359	0,001501	1,595	3847	445,663
17,10	1192017663,536	0,001498	1,633	4166	473,610
17,42	1214092064,713	0,001494	1,682	4533	506,018
17,73	1236166465,889	0,001491	1,747	4970	544,835
18,05	1258240867,066	0,001488	1,816	5448	586,751
18,37	1280315268,242	0,001485	1,878	5936	628,265
18,68	1302389669,419	0,001482	1,927	6411	667,097
19,00	1324464070,596	0,001479	1,956	6844	700,316
19,32	1346538471,772	0,001476	1,966	7230	727,601
19,63	1368612872,949	0,001473	1,968	7599	752,478
19,95	1390687274,125	0,001470	1,969	7978	777,419
20,27	1412761675,302	0,001467	1,980	8407	806,462
20,58	1434836076,479	0,001464	2,001	8902	840,794
20,90	1456910477,655	0,001462	2,029	9451	879,121
21,01	1464636518,067	0,001461	2,039	9648	892,655
21,22	1478984878,832	0,001459	2,057	10020	918,161
21,53	1501059280,008	0,001456	2,075	10569	954,213
21,85	1523133681,185	0,001454	2,079	11066	984,558
22,17	1545208082,361	0,001451	2,087	11595	1016,913
22,80	1589356884,715	0,001446	2,132	12889	1098,999
23,12	1611431285,891	0,001444	2,152	13563	1140,595
23,43	1633505687,068	0,001442	2,165	14210	1178,872
23,75	1655580088,244	0,001439	2,167	14811	1212,365
24,07	1677654489,421	0,001437	2,170	15430	1246,379
24,38	1699728890,598	0,001435	2,174	16081	1282,094
24,70	1721803291,774	0,001432	2,186	16805	1322,630
25,33	1765952094,127	0,001428	2,241	18589	1426,502
25,97	1810100896,481	0,001424	2,326	20781	1555,789

**Tablica 20. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 40,9$  modela br.819**

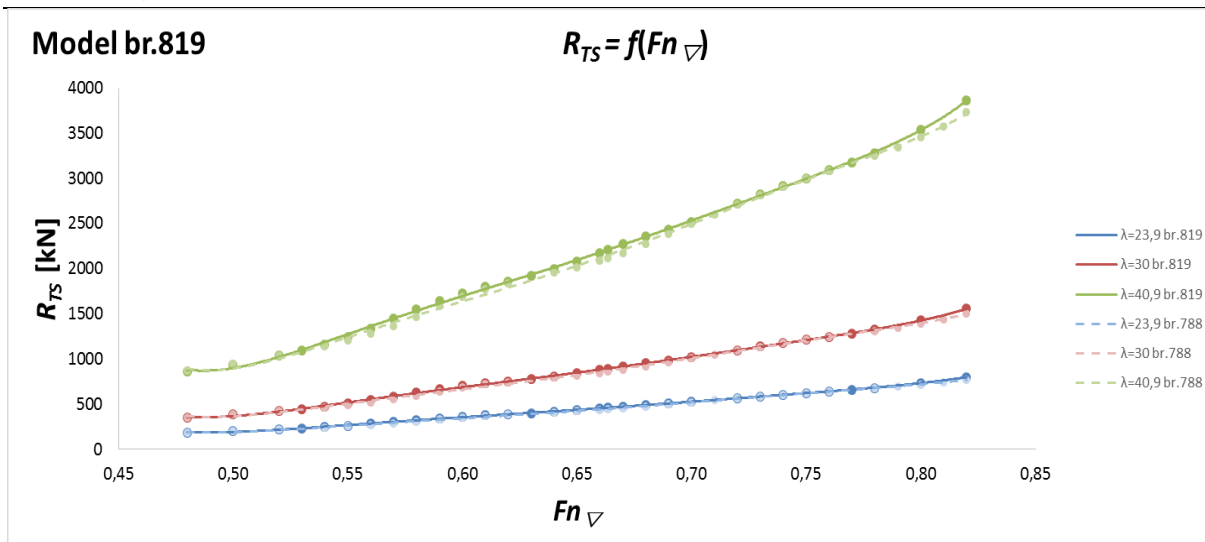
$\lambda = 40,9$

$V_s$ [čv]	$R_{ns}$	$C_{Fs}$	$C_{T \nabla s}$ x 100	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
17,75	1686682148,193	0,001436	1,485	7872	862,326
18,49	1756960571,034	0,001429	1,493	8943	940,457
19,23	1827238993,876	0,001422	1,518	10234	1034,766
19,60	1862378205,296	0,001419	1,543	11014	1092,617
19,97	1897517416,717	0,001416	1,581	11936	1162,167
20,34	1932656628,138	0,001413	1,630	13003	1243,001
20,71	1967795839,558	0,001410	1,696	14273	1340,055
21,08	2002935050,979	0,001407	1,765	15665	1444,946
21,44	2038074262,400	0,001404	1,827	17085	1548,796
21,81	2073213473,820	0,001401	1,876	18468	1645,829
22,18	2108352685,241	0,001398	1,905	19726	1728,622
22,55	2143491896,662	0,001395	1,916	20841	1796,358
22,92	2178631108,082	0,001393	1,918	21909	1857,974
23,29	2213770319,503	0,001390	1,919	23002	1919,732
23,66	2248909530,924	0,001388	1,930	24246	1991,864
24,03	2284048742,344	0,001385	1,951	25682	2077,383
24,40	2319187953,765	0,001383	1,979	27277	2173,003
24,53	2331486677,762	0,001382	1,989	27848	2206,769
24,77	2354327165,186	0,001380	2,007	28932	2270,412
25,14	2389466376,606	0,001378	2,025	30525	2360,231
25,51	2424605588,027	0,001375	2,030	31963	2435,570
25,88	2459744799,448	0,001373	2,037	33497	2515,983
26,26	2530023222,289	0,001368	2,083	37258	2720,783
26,99	2565162433,710	0,001366	2,103	39216	2824,559
27,36	2600301645,131	0,001364	2,116	41095	2919,902
27,73	2635440856,551	0,001362	2,118	42838	3003,107
28,10	2670580067,972	0,001360	2,121	44630	3087,612
28,47	2705719279,393	0,001358	2,126	46518	3176,409
28,84	2740858490,813	0,001356	2,138	48620	3277,404
29,58	2811136913,655	0,001352	2,193	53819	3537,114
30,32	2881415336,496	0,001348	2,279	60218	3861,154

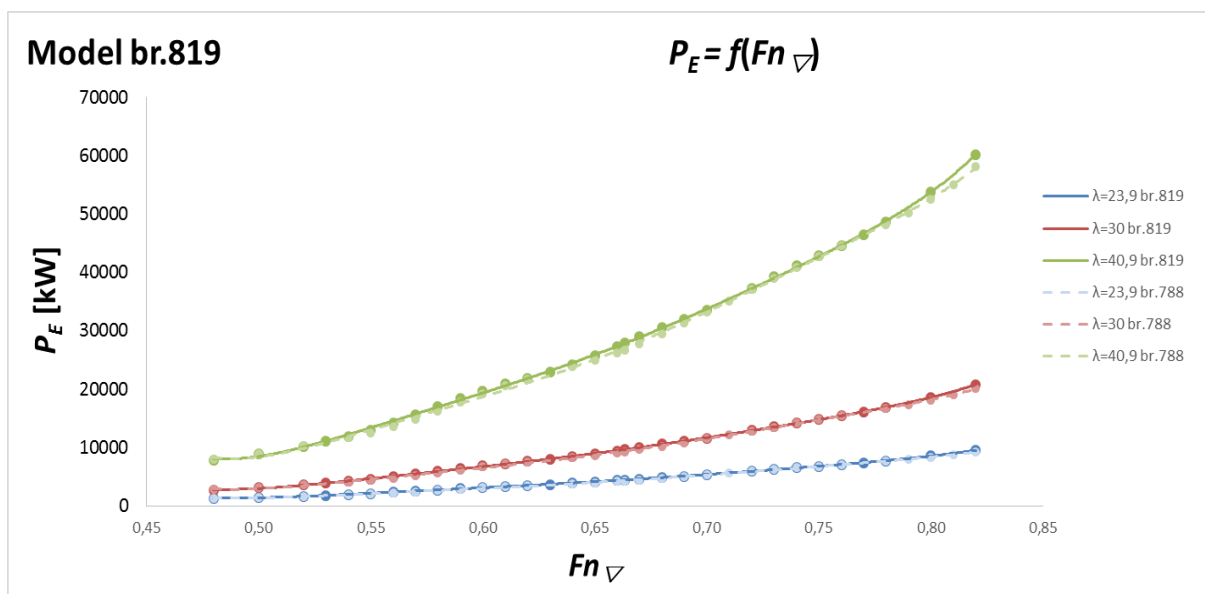


**Slika 18. Krivulje koeficijenta ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.819**





Slika 19. Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.819



Slika 20. Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br.788 i br.819

Kod modela br.819 vrijednost  $L_{DWL}/B$  je gotovo ista dok je  $B/T$  manji za 8,2% od osnovnog modela. To dovodi do nezamjetnog porasta ukupnog otpora i efektivne snage što se može uočiti na Slikama 18.-20.

Tablica 21. Vrijednosti koeficijenta otpora modela br.818

$Fn_{\nabla}$	$Fn$	$C_{R\nabla} \times 100$	$v_M$ [m/s]	$Rn_M$	$C_{FM}$	$C_{T\nabla M} \times 100$
0,48	0,191	0,596	1,427	7116558,3803	0,003185	2,6667
0,50	0,199	0,600	1,487	7413081,6462	0,003162	2,6556
0,52	0,207	0,607	1,546	7709604,9120	0,003140	2,6483
0,53	0,211	0,613	1,576	7857866,5450	0,003130	2,6474
0,54	0,215	0,628	1,606	8006128,1779	0,003119	2,6557
0,55	0,219	0,656	1,635	8154389,8108	0,003109	2,6771
0,56	0,223	0,706	1,665	8302651,4437	0,003099	2,7207
0,58	0,231	0,829	1,725	8599174,7096	0,003080	2,8313
0,59	0,235	0,886	1,754	8747436,3425	0,003071	2,8823
0,60	0,239	0,932	1,784	8895697,9754	0,003062	2,9224
0,61	0,243	0,971	1,814	9043959,6084	0,003053	2,9556
0,62	0,247	0,998	1,844	9192221,2413	0,003044	2,9770
0,63	0,251	1,017	1,873	9340482,8742	0,003036	2,9905
0,64	0,255	1,030	1,903	9488744,5071	0,003028	2,9980
0,65	0,259	1,040	1,933	9637006,1401	0,003019	3,0027
0,66	0,263	1,056	1,962	9785267,7730	0,003011	3,0135
0,6635	0,264	1,062	1,973	9837159,3445	0,003009	3,0177
0,67	0,267	1,073	1,992	9933529,4059	0,003003	3,0254
0,68	0,271	1,085	2,022	10081791,0388	0,002996	3,0324
0,70	0,279	1,093	2,081	10378314,3047	0,002981	3,0306
0,71	0,283	1,120	2,111	10526575,9376	0,002973	3,0529
0,72	0,287	1,176	2,141	10674837,5705	0,002966	3,1042
0,73	0,291	1,219	2,171	10823099,2034	0,002959	3,1426
0,74	0,295	1,241	2,200	10971360,8364	0,002952	3,1601
0,75	0,299	1,248	2,230	11119622,4693	0,002945	3,1627
0,76	0,303	1,250	2,260	11267884,1022	0,002939	3,1603
0,78	0,310	1,252	2,319	11564407,3681	0,002926	3,1538
0,79	0,314	1,254	2,349	11712669,0010	0,002919	3,1517
0,80	0,318	1,258	2,379	11860930,6339	0,002913	3,1516
0,81	0,322	1,272	2,409	12009192,2668	0,002907	3,1616
0,82	0,326	1,296	2,438	12157453,8998	0,002901	3,1816

**Tablica 22. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 23,9$  i  $\lambda = 30$  modela br.818**

 $\lambda = 23,9$ 

$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T\overline{v}_s} \times 100$	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
13,56	797011029,546	0,001575	1,620	1308	187,467
14,13	830219822,444	0,001567	1,618	1477	203,260
14,69	863428615,342	0,001559	1,620	1664	220,118
14,98	880033011,791	0,001555	1,624	1766	229,172
15,26	896637408,240	0,001552	1,637	1882	239,753
15,54	913241804,689	0,001548	1,662	2020	252,619
15,83	929846201,137	0,001545	1,710	2193	269,411
16,39	963054994,035	0,001538	1,829	2606	309,046
16,67	979659390,484	0,001535	1,884	2825	329,391
16,96	996263786,933	0,001531	1,927	3040	348,595
17,24	1012868183,382	0,001528	1,964	3256	367,221
17,52	1029472579,831	0,001525	1,989	3463	384,188
17,80	1046076976,280	0,001522	2,006	3664	400,078
18,09	1062681372,729	0,001519	2,018	3862	415,159
18,37	1079285769,177	0,001516	2,026	4063	429,956
18,65	1095890165,626	0,001513	2,040	4283	446,382
18,75	1101701704,383	0,001512	2,045	4362	452,303
18,93	1112494562,075	0,001511	2,055	4514	463,434
19,22	1129098958,524	0,001508	2,065	4742	479,743
19,78	1162307751,422	0,001502	2,070	5184	509,488
20,06	1178912147,871	0,001500	2,095	5476	530,556
20,35	1195516544,320	0,001497	2,149	5859	559,756
20,63	1212120940,769	0,001495	2,191	6224	586,484
20,91	1228725337,217	0,001492	2,211	6543	608,269
21,19	1245329733,666	0,001490	2,216	6829	626,348
21,48	1261934130,115	0,001487	2,217	7107	643,287
22,04	1295142923,013	0,001483	2,216	7679	677,264
22,32	1311747319,462	0,001480	2,216	7980	694,899
22,61	1328351715,911	0,001478	2,219	8296	713,414
22,89	1344956112,360	0,001476	2,231	8660	735,496
23,17	1361560508,808	0,001474	2,254	9076	761,392

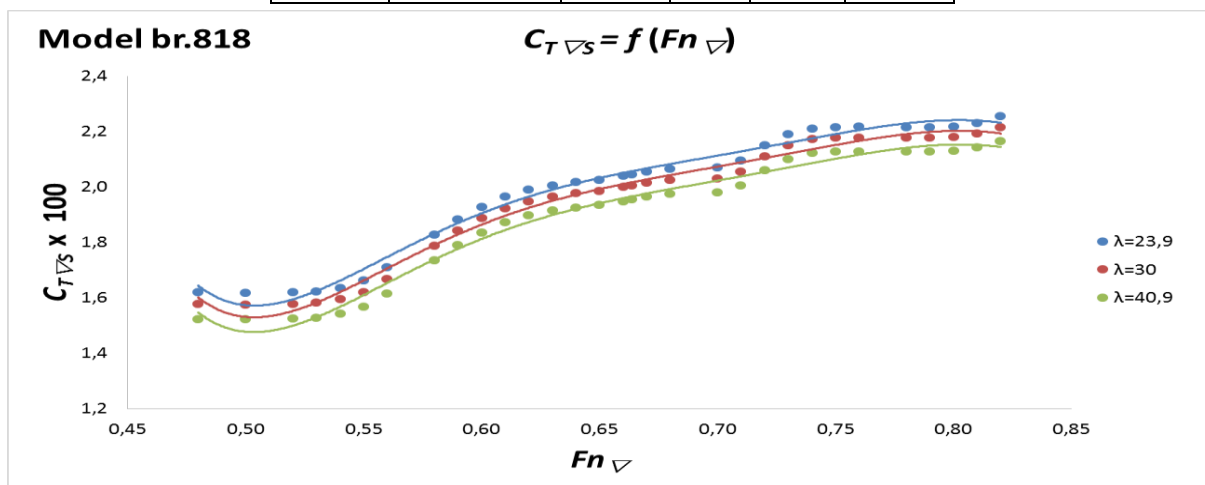
 $\lambda = 30$ 

$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T\overline{v}_s} \times 100$	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
15,20	1120854815,844	0,001509	1,577	2822	361,021
15,83	1167557099,837	0,001502	1,576	3188	391,506
16,46	1214259383,830	0,001494	1,578	3591	424,074
16,78	1237610525,827	0,001491	1,582	3812	441,584
17,10	1260961667,824	0,001488	1,595	4064	462,109
17,41	1284312809,821	0,001484	1,621	4364	487,147
17,73	1307663951,817	0,001481	1,669	4742	519,941
18,36	1354366235,811	0,001475	1,788	5644	597,481
18,68	1377717377,808	0,001472	1,843	6124	637,287
19,00	1401068519,804	0,001469	1,887	6594	674,829
19,31	1424419661,801	0,001466	1,924	7066	711,221
19,63	1447770803,798	0,001463	1,949	7516	744,326
19,95	1471121945,795	0,001460	1,966	7955	775,297
20,26	1494473087,791	0,001457	1,977	8387	804,659
20,58	1517824229,788	0,001454	1,985	8823	833,454
20,90	1541175371,785	0,001452	2,000	9303	865,466
21,01	1549348271,484	0,001451	2,005	9477	877,009
21,21	1564526513,782	0,001449	2,015	9807	898,710
21,53	1587877655,778	0,001446	2,025	10305	930,477
22,16	1634579939,772	0,001441	2,030	11267	988,315
22,48	1657931081,769	0,001439	2,055	11904	1029,477
22,80	1681282223,765	0,001437	2,110	12743	1086,715
23,11	1704633365,762	0,001434	2,151	13542	1139,061
23,43	1727984507,759	0,001432	2,172	14241	1181,624
23,75	1751335649,755	0,001429	2,177	14864	1216,851
24,06	1774686791,752	0,001427	2,178	15470	1249,818
24,70	1821389075,746	0,001423	2,177	16717	1315,931
25,01	1844740217,742	0,001421	2,177	17373	1350,256
25,33	1868091359,739	0,001418	2,180	18062	1386,318
25,65	1891442501,736	0,001416	2,193	18857	1429,428
25,96	1914793643,733	0,001414	2,215	19766	1480,075

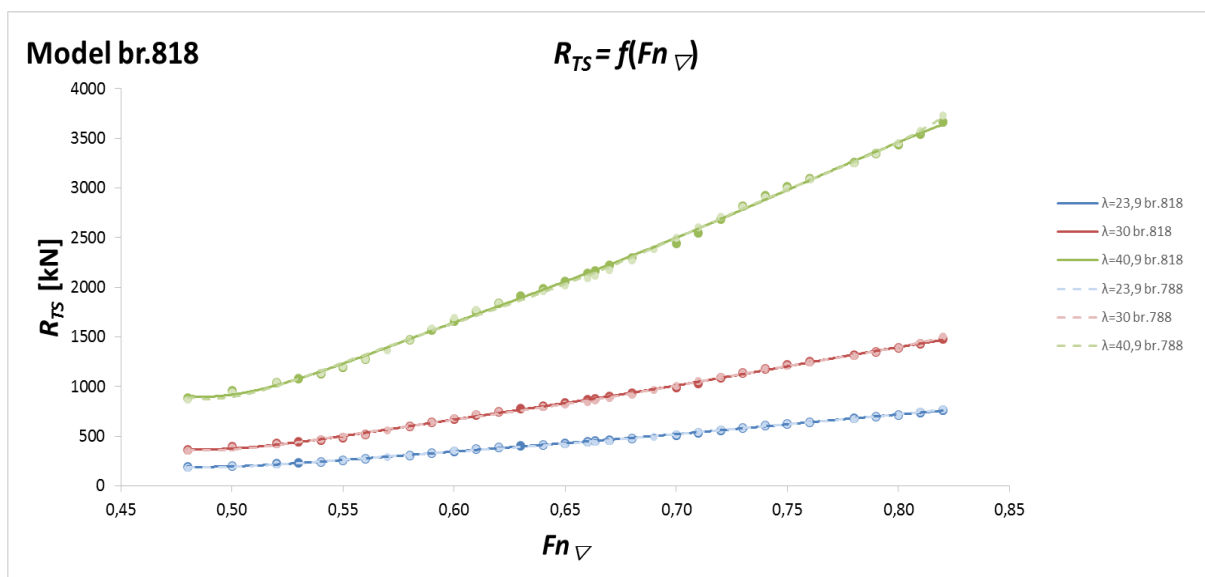
**Tablica 23. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 40,9$  modela br.818**

$\lambda = 40,9$

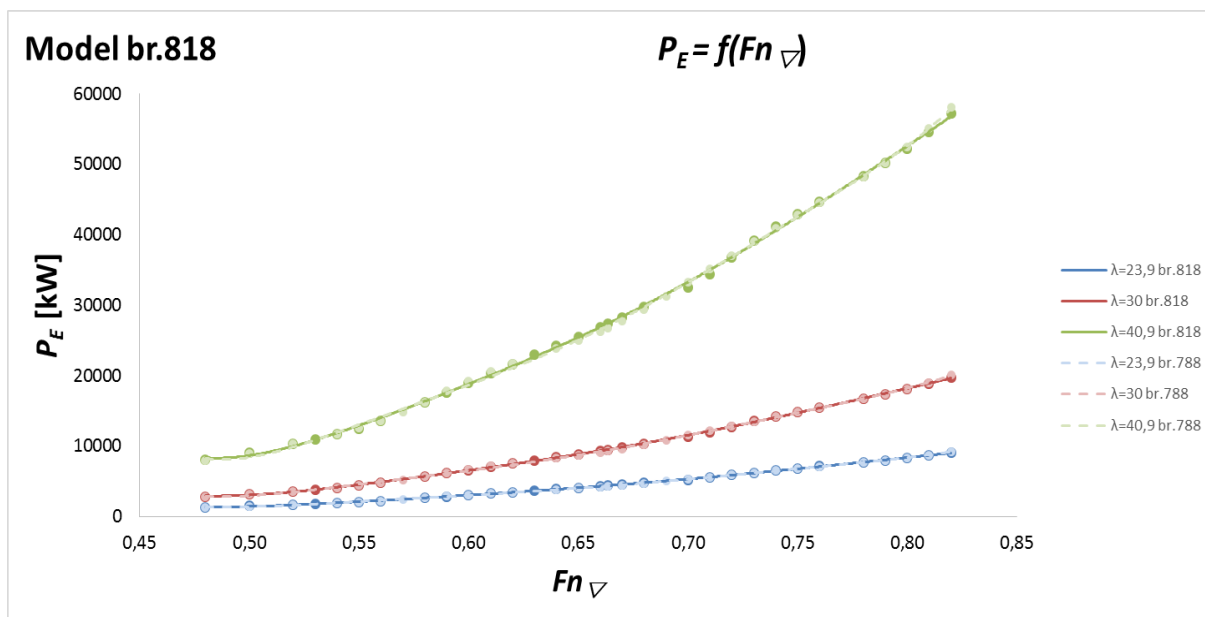
$V_s$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T \nabla s}$ x 100	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
17,74	1784236592,908	0,001426	1,523	8065	883,578
18,48	1858579784,280	0,001419	1,523	9113	958,418
19,22	1932922975,651	0,001413	1,525	10269	1038,457
19,59	1970094571,336	0,001410	1,529	10901	1081,553
19,96	2007266167,022	0,001406	1,542	11627	1132,269
20,33	2044437762,707	0,001403	1,568	12492	1194,402
20,70	2081609358,393	0,001400	1,616	13590	1276,168
21,44	2155952549,764	0,001395	1,735	16212	1469,928
21,81	2193124145,450	0,001392	1,791	17608	1569,403
22,18	2230295741,135	0,001389	1,835	18976	1663,120
22,55	2267467336,821	0,001386	1,872	20345	1753,907
22,92	2304638932,507	0,001384	1,897	21651	1836,342
23,29	2341810528,192	0,001381	1,915	22922	1913,350
23,66	2378982123,878	0,001378	1,926	24174	1986,264
24,03	2416153719,563	0,001376	1,934	25435	2057,719
24,40	2453325315,249	0,001373	1,949	26825	2137,309
24,53	2466335373,739	0,001373	1,954	27329	2166,018
24,77	2490496910,935	0,001371	1,964	28285	2219,999
25,14	2527668506,620	0,001369	1,975	29728	2298,930
25,88	2602011697,991	0,001364	1,980	32510	2442,296
26,25	2639183293,677	0,001362	2,005	34361	2544,976
26,62	2676354889,363	0,001359	2,060	36808	2688,373
26,99	2713526485,048	0,001357	2,101	39138	2819,352
27,36	2750698080,734	0,001355	2,122	41168	2925,524
27,73	2787869676,419	0,001353	2,128	42973	3013,087
28,10	2825041272,105	0,001351	2,128	44729	3094,906
28,83	2899384463,476	0,001347	2,128	48339	3258,939
29,20	2936556059,162	0,001345	2,128	50238	3344,142
29,57	2973727654,847	0,001343	2,131	52237	3433,727
29,94	3010899250,533	0,001341	2,144	54545	3541,154
30,31	3048070846,218	0,001339	2,166	57191	3667,659



**Slika 21. Krivulje koeficijenta ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.818**



Slika 22. Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.818



Slika 23. Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br.788 i br.818

Model br.818 ima istu vrijednost  $L_{DWL}/B$  dok se  $B/T$  povećao za 8,8 %. Prema dobivenim rezultatima koji su prikazani na Slikama 21.-23. zaključuje se da povećanje vrijednosti  $B/T$  za 8,8% od osnovnog modela ne utječe znatno na povećanje snage.

**Tablica 24. Vrijednosti koeficijenta otpora modela br.854**

$F_n \nabla$	$F_n$	$C_{R \nabla} \times 100$	$v_M$ [m/s]	$R_{NM}$	$C_{FM}$	$C_{T \nabla M} \times 100$
0,48	0,193	0,534	1,427	6969584,3864	0,003197	2,5885
0,50	0,201	0,541	1,487	7259983,7358	0,003174	2,5805
0,52	0,209	0,552	1,546	7550383,0852	0,003152	2,5773
0,53	0,213	0,563	1,576	7695582,7599	0,003141	2,5814
0,54	0,217	0,593	1,606	7840782,4347	0,003131	2,6048
0,55	0,221	0,639	1,635	7985982,1094	0,003121	2,6442
0,56	0,225	0,693	1,665	8131181,7841	0,003111	2,6918
0,58	0,233	0,829	1,725	8421581,1335	0,003092	2,8155
0,59	0,237	0,877	1,754	8566780,8082	0,003082	2,8575
0,60	0,241	0,912	1,784	8711980,4830	0,003073	2,8867
0,61	0,245	0,940	1,814	8857180,1577	0,003064	2,9089
0,62	0,249	0,960	1,844	9002379,8324	0,003056	2,9233
0,63	0,253	0,973	1,873	9147579,5071	0,003047	2,9308
0,64	0,257	0,982	1,903	9292779,1818	0,003039	2,9344
0,65	0,261	0,992	1,933	9437978,8565	0,003030	2,9392
0,66	0,265	1,006	1,962	9583178,5313	0,003022	2,9480
0,6635	0,266	1,014	1,973	9633998,4174	0,003020	2,9539
0,67	0,269	1,028	1,992	9728378,2060	0,003014	2,9649
0,68	0,273	1,059	2,022	9873577,8807	0,003007	2,9909
0,69	0,278	1,089	2,052	10018777,5554	0,002999	3,0160
0,70	0,282	1,114	2,081	10163977,2301	0,002992	3,0362
0,71	0,286	1,136	2,111	10309176,9048	0,002984	3,0535
0,72	0,290	1,151	2,141	10454376,5796	0,002977	3,0638
0,73	0,294	1,163	2,171	10599576,2543	0,002970	3,0713
0,74	0,298	1,172	2,200	10744775,9290	0,002963	3,0758
0,75	0,302	1,180	2,230	10889975,6037	0,002956	3,0794
0,76	0,306	1,187	2,260	11035175,2784	0,002949	3,0821
0,78	0,314	1,198	2,319	11325574,6278	0,002936	3,0846
0,79	0,318	1,210	2,349	11470774,3026	0,002930	3,0925
0,80	0,322	1,228	2,379	11615973,9773	0,002923	3,1064
0,82	0,330	1,282	2,438	11906373,3267	0,002911	3,1525

**Tablica 25. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 23,9$  i  $\lambda = 30$  modela br.854**

 $\lambda = 23,9$ 

$V_S$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T\overline{v}_s}$ x 100	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
13,56	780550840,787	0,001579	1,548	1250	179,208
14,13	813073792,486	0,001571	1,550	1415	194,679
14,69	845596744,186	0,001563	1,556	1598	211,385
14,98	861858220,036	0,001559	1,565	1701	220,808
15,26	878119695,885	0,001556	1,593	1831	233,270
15,54	894381171,735	0,001552	1,636	1988	248,632
15,82	910642647,585	0,001549	1,688	2165	265,909
16,39	943165599,284	0,001542	1,820	2592	307,489
16,67	959427075,134	0,001539	1,866	2798	326,208
16,96	975688550,984	0,001535	1,899	2994	343,316
17,24	991950026,833	0,001532	1,924	3190	359,710
17,52	1008211502,683	0,001529	1,942	3380	375,079
17,80	1024472978,533	0,001526	1,954	3567	389,480
18,09	1040734454,383	0,001523	1,961	3753	403,401
18,37	1056995930,232	0,001520	1,969	3948	417,830
18,65	1073257406,082	0,001517	1,981	4158	433,446
18,75	1078948922,630	0,001516	1,988	4240	439,617
18,93	1089518881,932	0,001514	2,001	4395	451,233
19,22	1105780357,782	0,001512	2,030	4662	471,591
19,50	1122041833,631	0,001509	2,059	4938	492,320
19,78	1138303309,481	0,001506	2,082	5214	512,425
20,06	1154564785,331	0,001504	2,102	5494	532,314
20,35	1170826261,181	0,001501	2,116	5766	550,888
20,63	1187087737,030	0,001499	2,126	6039	569,072
20,91	1203349212,880	0,001496	2,133	6312	586,803
21,19	1219610688,730	0,001494	2,140	6591	604,584
21,48	1235872164,579	0,001491	2,145	6876	622,393
22,04	1268395116,279	0,001486	2,153	7461	658,014
22,32	1284656592,129	0,001484	2,164	7789	678,290
22,61	1300918067,978	0,001482	2,180	8151	700,887
23,17	1333441019,678	0,001477	2,231	8983	753,641

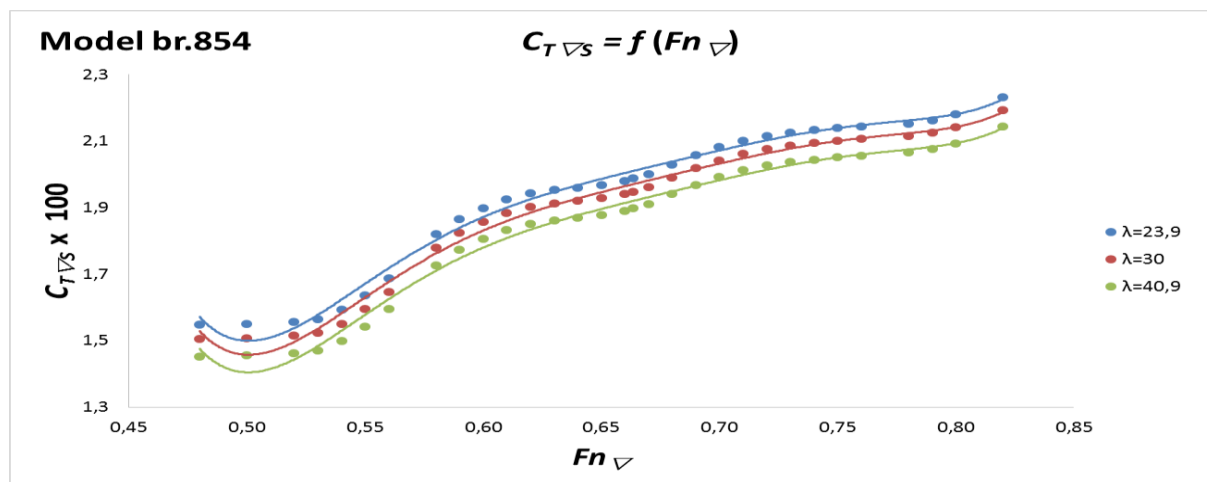
 $\lambda = 30$ 

$V_S$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T\overline{v}_s}$ x 100	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
15,20	1097706476,414	0,001513	1,506	2695	344,762
15,83	1143444246,265	0,001505	1,508	3051	374,617
16,46	1189182016,116	0,001498	1,515	3446	406,891
16,78	1212050901,041	0,001495	1,523	3670	425,134
17,10	1234919785,966	0,001491	1,551	3952	449,382
17,41	1257788670,891	0,001488	1,595	4294	479,358
17,73	1280657555,817	0,001485	1,647	4680	513,116
18,36	1326395325,667	0,001478	1,779	5616	594,510
18,68	1349264210,593	0,001475	1,825	6064	631,103
19,00	1372133095,518	0,001472	1,858	6493	664,502
19,31	1395001980,443	0,001469	1,884	6919	696,485
19,63	1417870865,369	0,001466	1,902	7335	726,434
19,95	1440739750,294	0,001464	1,913	7741	754,461
20,26	1463608635,219	0,001461	1,921	8146	781,534
20,58	1486477520,144	0,001458	1,929	8570	809,606
20,90	1509346405,070	0,001455	1,941	9029	840,019
21,01	1517350514,794	0,001454	1,948	9207	852,058
21,21	1532215289,995	0,001453	1,961	9545	874,720
21,53	1555084174,920	0,001450	1,991	10128	914,500
21,85	1577953059,846	0,001448	2,019	10732	955,008
22,16	1600821944,771	0,001445	2,042	11335	994,275
22,48	1623690829,696	0,001443	2,063	11946	1033,109
22,80	1646559714,622	0,001440	2,076	12539	1069,338
23,11	1669428599,547	0,001438	2,087	13135	1104,788
23,43	1692297484,472	0,001435	2,094	13731	1139,339
23,75	1715166369,397	0,001433	2,101	14340	1173,980
24,06	1738035254,323	0,001431	2,106	14960	1208,672
24,69	1783773024,173	0,001426	2,114	16235	1278,045
25,01	1806641909,099	0,001424	2,125	16952	1317,599
25,33	1829510794,024	0,001422	2,142	17742	1361,737
25,96	1875248563,875	0,001418	2,193	19564	1464,949

**Tablica 26. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 40,9$  modela br.854**

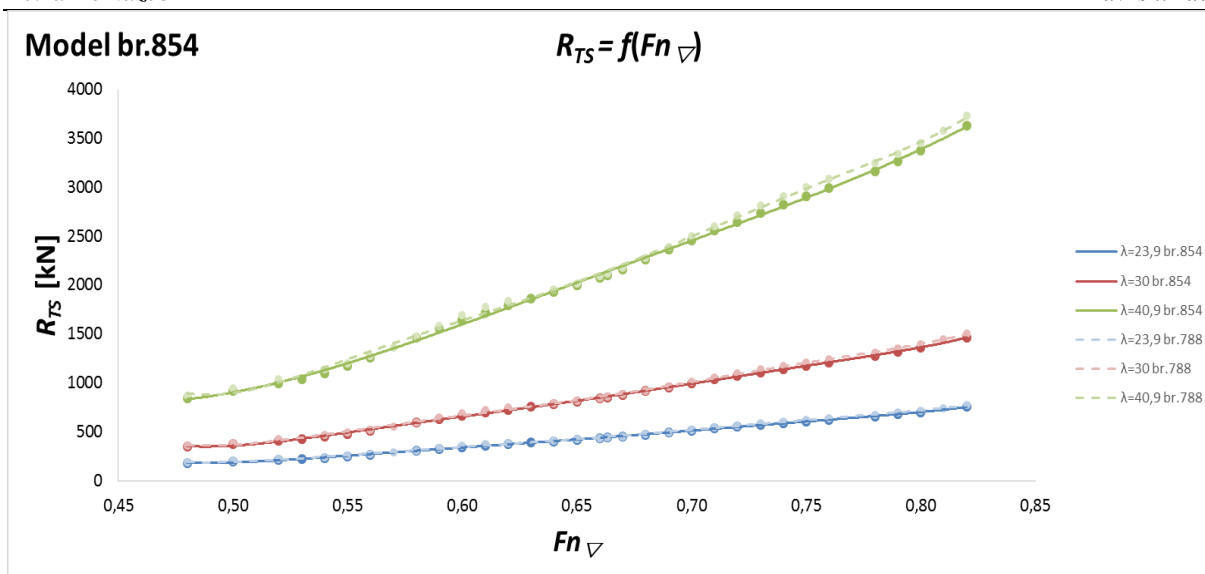
$\lambda = 40,9$

$V_s$ [čv]	$R_{ns}$	$C_{Fs}$	$C_{T \nabla s}$ x 100	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
17,74	1747387829,187	0,001430	1,453	7691	842,623
18,48	1820195655,404	0,001423	1,455	8708	915,889
19,22	1893003481,620	0,001416	1,462	9841	995,203
19,59	1929407394,728	0,001413	1,471	10483	1040,166
19,96	1965811307,836	0,001410	1,499	11299	1100,328
20,33	2002215220,944	0,001407	1,543	12289	1174,983
20,70	2038619134,052	0,001404	1,595	13409	1259,202
21,44	2111426960,268	0,001398	1,727	16133	1462,749
21,81	2147830873,376	0,001395	1,773	17436	1554,093
22,18	2184234786,484	0,001392	1,807	18681	1637,325
22,55	2220638699,592	0,001390	1,833	19916	1716,949
22,92	2257042612,700	0,001387	1,851	21120	1791,399
23,29	2293446525,809	0,001384	1,863	22294	1860,961
23,66	2329850438,917	0,001382	1,870	23465	1928,086
24,03	2366254352,025	0,001379	1,878	24692	1997,722
24,40	2402658265,133	0,001377	1,891	26020	2073,270
24,53	2415399634,721	0,001376	1,898	26537	2103,241
24,77	2439062178,241	0,001374	1,911	27515	2159,667
25,14	2475466091,349	0,001372	1,941	29209	2258,913
25,51	2511870004,457	0,001370	1,969	30965	2359,987
25,88	2548273917,565	0,001367	1,993	32717	2457,895
26,25	2584677830,673	0,001365	2,013	34491	2554,689
26,62	2621081743,781	0,001363	2,027	36212	2644,860
26,99	2657485656,889	0,001361	2,037	37939	2733,043
27,36	2693889569,997	0,001358	2,045	39667	2818,924
27,73	2730293483,105	0,001356	2,051	41431	2905,017
28,09	2766697396,213	0,001354	2,057	43229	2991,221
28,83	2839505222,430	0,001350	2,066	46923	3163,542
29,20	2875909135,538	0,001348	2,076	49004	3262,010
29,57	2912313048,646	0,001346	2,093	51298	3372,074
30,31	2985120874,862	0,001342	2,144	56602	3629,994

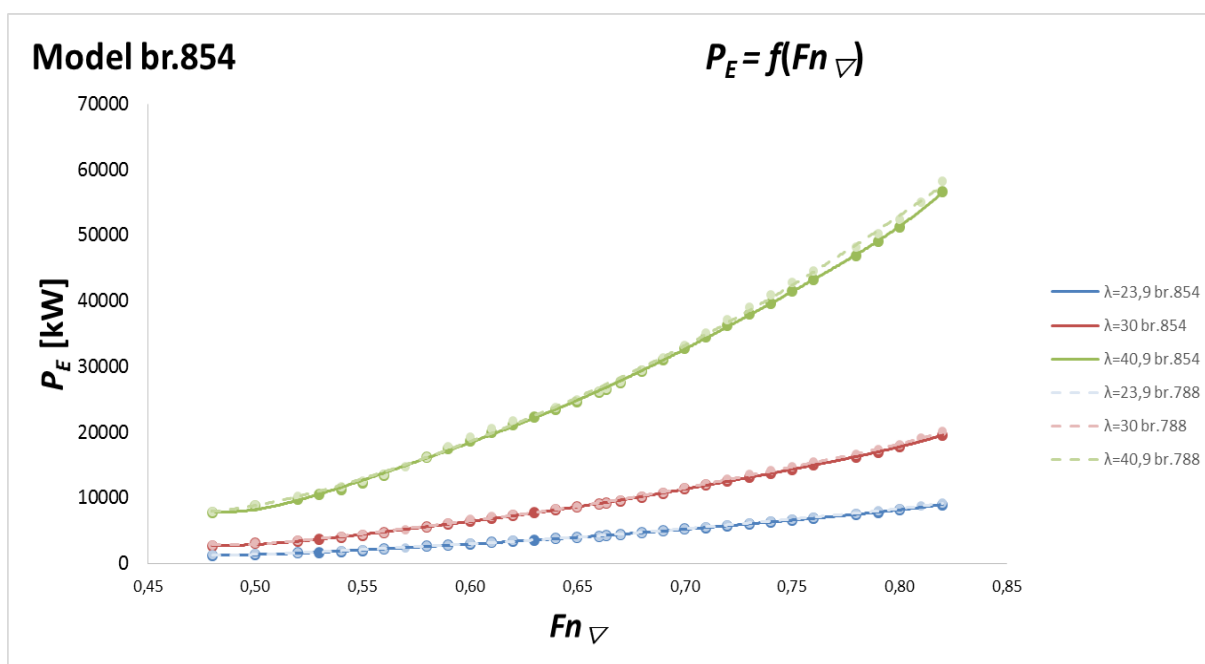


**Slika 24. Krivulje koeficijenta ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.854**





Slika 25. Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.854



Slika 26. Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br.788 i br.854

Uspoređujući s osnovnim modelom,  $L_{DWL}/B$  modela br.854 je veći za 5,4%, a  $B/T$  manji za 8,1%. S takvim vrijednostima modela, prema rezultatima prikazanim na Slikama 24.-26. dolazi do blagog pada ukupnog otpora to jest efektivne snage što se može vidjeti jedino pri većem mjerilu  $\lambda = 40,9$  i pri većim Froudevim brojevima  $F_{n\nabla} > 0,75$ .

**Tablica 27. Vrijednosti koeficijena otpora modela br.853**

$Fn_{\nabla}$	$F_n$	$C_{R\nabla} \times 100$	$v_M$ [m/s]	$Rn_M$	$C_{FM}$	$C_{T\nabla M} \times 100$
0,48	0,188	0,601	1,427	7373502,3352	0,003165	2,6955
0,50	0,196	0,599	1,487	7680731,5992	0,003142	2,6783
0,52	0,203	0,597	1,546	7987960,8631	0,003121	2,6619
0,53	0,207	0,600	1,576	8141575,4951	0,003110	2,6579
0,54	0,211	0,606	1,606	8295190,1271	0,003100	2,6572
0,55	0,215	0,617	1,635	8448804,7591	0,003090	2,6615
0,56	0,219	0,638	1,665	8602419,3911	0,003080	2,6761
0,57	0,223	0,670	1,695	8756034,0231	0,003070	2,7017
0,58	0,227	0,714	1,724	8909648,6550	0,003061	2,7395
0,59	0,231	0,773	1,754	9063263,2870	0,003052	2,7925
0,60	0,235	0,848	1,784	9216877,9190	0,003043	2,8615
0,61	0,239	0,915	1,814	9370492,5510	0,003034	2,9227
0,62	0,242	0,955	1,843	9524107,1830	0,003026	2,9570
0,63	0,246	0,970	1,873	9677721,8150	0,003017	2,9664
0,64	0,250	0,972	1,903	9831336,4469	0,003009	2,9630
0,65	0,254	0,974	1,933	9984951,0789	0,003001	2,9596
0,66	0,258	0,978	1,962	10138565,7109	0,002993	2,9584
0,6635	0,259	0,981	1,973	10192330,8321	0,002990	2,9597
0,67	0,262	0,987	1,992	10292180,3429	0,002985	2,9622
0,68	0,266	1,001	2,022	10445794,9749	0,002977	2,9711
0,69	0,270	1,022	2,052	10599409,6069	0,002970	2,9872
0,70	0,274	1,049	2,081	10753024,2388	0,002963	3,0093
0,71	0,278	1,075	2,111	10906638,8708	0,002955	3,0305
0,72	0,282	1,100	2,141	11060253,5028	0,002948	3,0508
0,74	0,289	1,150	2,200	11367482,7668	0,002934	3,0916
0,75	0,293	1,171	2,230	11521097,3988	0,002928	3,1082
0,76	0,297	1,188	2,260	11674712,0308	0,002921	3,1208
0,77	0,301	1,198	2,289	11828326,6627	0,002914	3,1264
0,78	0,305	1,203	2,319	11981941,2947	0,002908	3,1272
0,80	0,313	1,210	2,379	12289170,5587	0,002895	3,1259
0,82	0,321	1,210	2,438	12596399,8227	0,002883	3,1178

**Tablica 28. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 23,9$  i  $\lambda = 30$  modela br.853**

 $\lambda = 23,9$ 

$V_S$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T\overline{v}_s}$ x 100	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
13,56	825787181,593	0,001568	1,638	1322	189,530
14,13	860194980,826	0,001560	1,631	1488	204,737
14,69	894602780,059	0,001552	1,624	1667	220,486
14,98	911806679,676	0,001548	1,625	1765	229,127
15,26	929010579,292	0,001545	1,628	1871	238,384
15,54	946214478,909	0,001541	1,637	1987	248,611
15,82	963418378,525	0,001538	1,656	2122	260,681
16,11	980622278,142	0,001534	1,685	2278	274,930
16,39	997826177,758	0,001531	1,727	2459	291,723
16,67	1015030077,375	0,001528	1,784	2674	311,807
16,95	1032233976,991	0,001525	1,857	2927	335,643
17,24	1049437876,608	0,001521	1,922	3184	359,057
17,52	1066641776,224	0,001518	1,960	3409	378,256
17,80	1083845675,841	0,001515	1,973	3600	393,150
18,08	1101049575,457	0,001512	1,973	3774	405,741
18,37	1118253475,074	0,001510	1,973	3954	418,538
18,65	1135457374,690	0,001507	1,975	4144	431,980
18,75	1141478739,556	0,001506	1,978	4216	437,127
18,93	1152661274,307	0,001504	1,982	4351	446,783
19,21	1169865173,923	0,001501	1,994	4577	463,049
19,50	1187069073,540	0,001499	2,014	4828	481,363
19,78	1204272973,157	0,001496	2,039	5104	501,629
20,06	1221476872,773	0,001493	2,063	5389	522,209
20,34	1238680772,390	0,001491	2,086	5684	543,090
20,91	1273088571,623	0,001486	2,133	6309	586,521
21,19	1290292471,239	0,001483	2,153	6628	607,956
21,48	1307496370,856	0,001481	2,168	6946	628,747
21,76	1324700270,472	0,001479	2,176	7252	647,914
22,04	1341904170,089	0,001476	2,180	7550	665,909
22,61	1376311969,322	0,001472	2,184	8160	701,780
23,17	1410719768,555	0,001467	2,181	8776	736,322

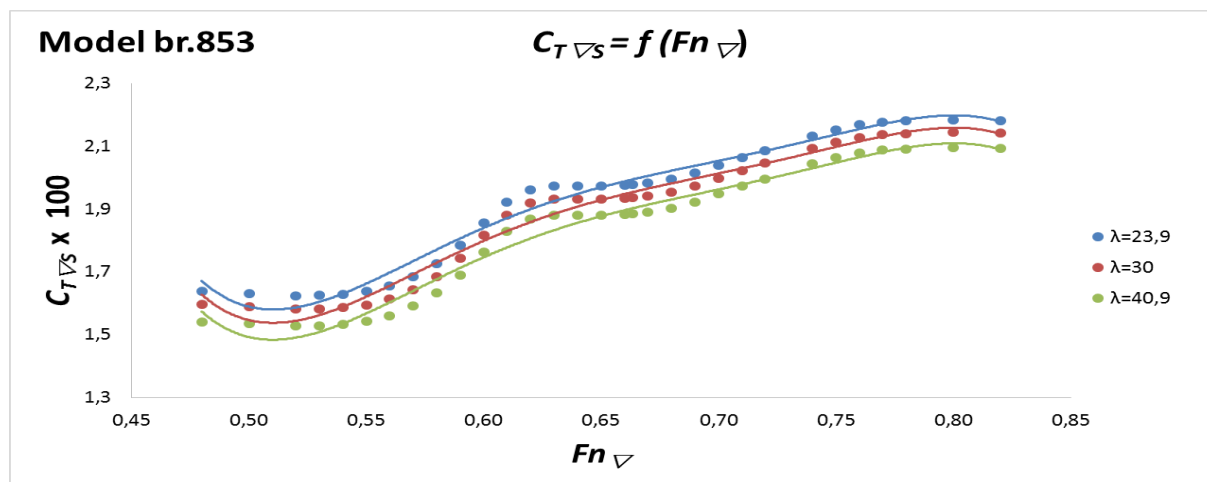
 $\lambda = 30$ 

$V_S$ [čv]	$Rn_s$	$C_{Fs}$	$C_{T\overline{v}_s}$ x 100	$P_{Es}$ [kW]	$R_{Ts}$ [kN]
15,20	1161323375,760	0,001503	1,595	2853	364,997
15,83	1209711849,749	0,001495	1,588	3211	394,316
16,46	1258100323,739	0,001488	1,582	3596	424,682
16,78	1282294560,734	0,001484	1,582	3809	441,371
17,10	1306488797,729	0,001481	1,586	4039	459,272
17,41	1330683034,724	0,001478	1,595	4291	479,086
17,73	1354877271,719	0,001475	1,614	4583	502,538
18,05	1379071508,714	0,001471	1,644	4922	530,293
18,36	1403265745,709	0,001468	1,686	5318	563,075
18,68	1427459982,704	0,001465	1,743	5787	602,357
18,99	1451654219,699	0,001462	1,816	6342	649,055
19,31	1475848456,694	0,001459	1,881	6903	694,913
19,63	1500042693,689	0,001456	1,919	7395	732,427
19,94	1524236930,684	0,001454	1,932	7812	761,422
20,26	1548431167,679	0,001451	1,932	8190	785,856
20,58	1572625404,674	0,001448	1,932	8581	810,691
20,89	1596819641,669	0,001445	1,934	8994	836,795
21,01	1605287624,618	0,001445	1,937	9150	846,804
21,21	1621013878,664	0,001443	1,942	9444	865,585
21,53	1645208115,659	0,001440	1,954	9936	897,263
21,84	1669402352,654	0,001438	1,973	10484	932,985
22,16	1693596589,649	0,001435	1,999	11087	972,562
22,48	1717790826,644	0,001433	2,023	11710	1012,754
22,79	1741985063,639	0,001430	2,046	12353	1053,535
23,43	1790373537,629	0,001426	2,093	13718	1138,380
23,74	1814567774,624	0,001423	2,113	14415	1180,239
24,06	1838762011,619	0,001421	2,128	15109	1220,818
24,38	1862956248,614	0,001419	2,137	15777	1258,179
24,69	1887150485,609	0,001417	2,140	16427	1293,219
25,33	1935538959,599	0,001412	2,145	17758	1363,040
25,96	1983927433,589	0,001408	2,142	19098	1430,211

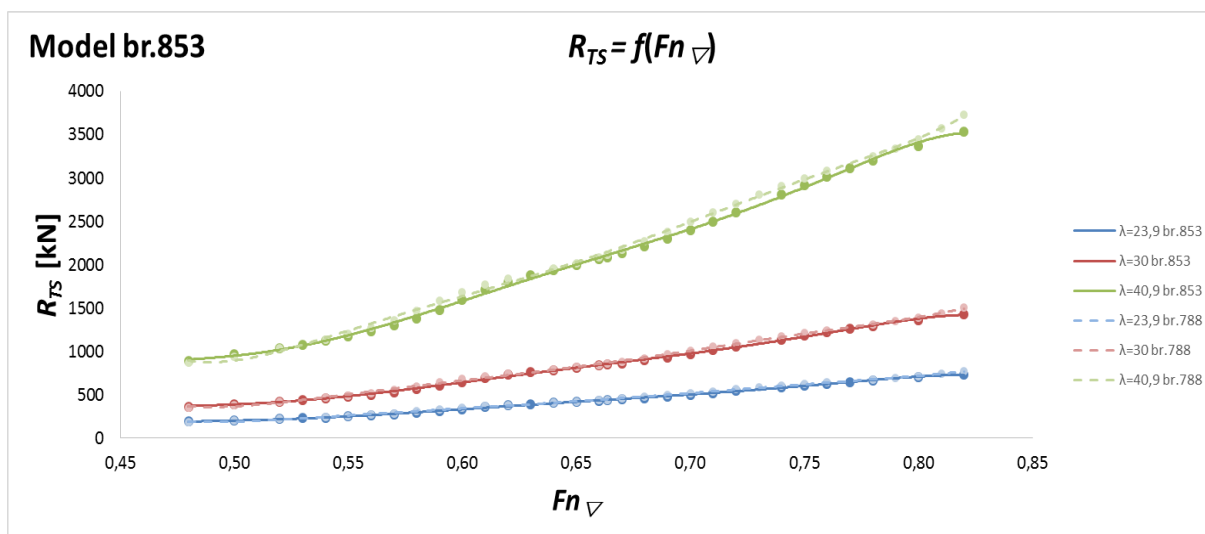
**Tablica 29. Vrijednosti ukupnog otpora i efektivne snage za mjerilo  $\lambda = 40,9$  modela br.853**

$\lambda = 40,9$

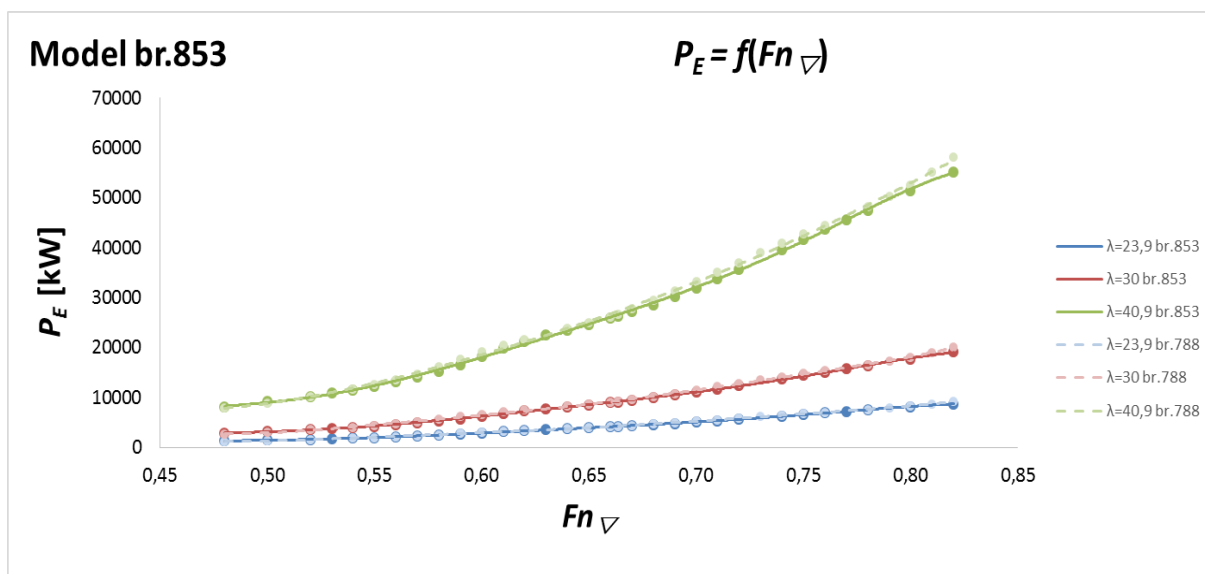
$V_s$ [čv]	$R_{n_s}$	$C_{F_s}$	$C_{T \nabla s}$ x 100	$P_{E_s}$ [kW]	$R_{T_s}$ [kN]
17,74	1848656609,171	0,001420	1,541	8153	893,313
18,48	1925683967,886	0,001413	1,534	9176	965,174
19,22	2002711326,602	0,001407	1,528	10279	1039,606
19,59	2041225005,959	0,001404	1,529	10890	1080,608
19,96	2079738685,317	0,001400	1,533	11548	1124,661
20,33	2118252364,675	0,001397	1,542	12273	1173,541
20,70	2156766044,033	0,001394	1,561	13114	1231,619
21,07	2195279723,390	0,001392	1,591	14096	1300,581
21,44	2233793402,748	0,001389	1,633	15244	1382,261
21,81	2272307082,106	0,001386	1,690	16608	1480,394
22,18	2310820761,463	0,001383	1,763	18223	1597,299
22,55	2349334440,821	0,001380	1,828	19858	1712,053
22,92	2387848120,179	0,001378	1,867	21287	1805,647
23,29	2426361799,537	0,001375	1,880	22492	1877,632
23,66	2464875478,894	0,001373	1,880	23585	1938,039
24,03	2503389158,252	0,001370	1,881	24712	1999,445
24,40	2541902837,610	0,001368	1,883	25903	2064,046
24,53	2555382625,385	0,001367	1,886	26353	2088,863
24,77	2580416516,968	0,001365	1,890	27205	2135,432
25,14	2618930196,325	0,001363	1,903	28628	2214,119
25,51	2657443875,683	0,001361	1,922	30216	2303,034
25,88	2695957555,041	0,001358	1,948	31967	2401,698
26,24	2734471234,398	0,001356	1,972	33776	2501,901
26,61	2772984913,756	0,001354	1,996	35644	2603,576
27,35	2850012272,472	0,001350	2,043	39612	2815,190
27,72	2888525951,829	0,001347	2,063	41635	2919,540
28,09	2927039631,187	0,001345	2,078	43651	3020,627
28,46	2965553310,545	0,001343	2,087	45586	3113,542
28,83	3004066989,902	0,001341	2,091	47468	3200,554
29,57	3081094348,618	0,001337	2,095	51322	3373,869
30,31	3158121707,333	0,001334	2,092	55201	3540,392



**Slika 27. Krivulje koeficijenta ukupnog otpora kao funkcije Froudeovog broja na temelju istisnine za tri različita mjerila modela br.853**



Slika 28. Usporedba krivulja ukupnog otpora za tri različita mjerila modela br.788 i br.853



Slika 29. Usporedba krivulja efektivne snage za tri različita mjerila modela br.788 i br.853

Model br.853 je većih dimenzija od osnovnog modela, točnije  $L_{DWL}/B$  je veći za 5,4%, a  $B/T$  za 8,7%. To dovodi do blagog pada ukupnog otpora i efektivne snage u odnosu na osnovni model prikazanim na Slikama 27.-29. Kao što je već spomenuto, ta razlika dolazi do izražaja pri većem mjerilu i pri većim Froudeovim brojevima na temelju istisnine.

#### **4.4. Utjecaj mjerila modela na značajke otpora**

Izborom mjerila modela može se utjecati na značajke ukupnog otpora i propulzije pa prema tome treba voditi računa o izboru mjerila za izradu pojedinih modela. Za velike vrijednosti omjera  $1/\lambda$  to jest za malo mjerilo jednostavnije je prikazati neke pojedinosti modela čime je i točnost mjerenja veća. S druge strane malo mjerilo zahtijeva velike modele čija je veličina ograničena dimenzijama bazena što bitno utječe na povećanje cijene [4].

Na Slikama 3.-29. se uočava da je mjerilo  $1/23,9$  manje pouzdano od mjerila  $1/40,9$  pa se kao rješenje predlaže mjerilo između tih vrijednosti što je u ovom konkretnom slučaju mjerilo  $1/30$ . Očekivano, na omjeru mjerila  $1/40,9$  primjećuje se veći eksponencijalni rast ukupnog otpora odnosno efektivne snage broda nego na manjem mjerilu te se bolje uočavaju razlike prilikom uspoređivanja osnovnog modela i drugih modela brodova.

## 5. PROPULZIJA BRODA

### 5.1. Općenito

Utjecaji koeficijenata forme  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  na koeficijente propulzije su prikazani pomoću polinoma. Osnovne komponente propulzije odnosno koeficijent sustrujanja poriva  $w_T$ , koeficijent upijanja  $t$ , koeficijent prijelaza  $\eta_R$  i broj okretaja modela vijka  $n_M$  su dobiveni pomoću polinoma. Odgovarajući polinom je dan sljedećim izrazom:

$$y = C_1 + C_2 \cdot (R_{Tm} - F_D) + C_3 \cdot (R_{Tm} - F_D)^2 \quad (23)$$

gdje  $y$  predstavlja  $w_T$ ,  $t$ ,  $\eta_R$  i  $n_M$ .

Svaki skup koeficijenata polinoma pripada određenoj vrijednosti konstantne brzine, odnosno Froudeovom broju na temelju istisnine. Koeficijenti polinoma su prikazani u Tablicama 30., 33., 35., 37., 39., 41., 43. i 45. Na temelju polinoma (23) dobiveni su  $w_T$ ,  $t$ ,  $\eta_R$  i  $n_M$ . Iz poznatih podataka  $C_{TV}$  i  $P_E$  jednostavno se izračunavaju sljedeće vrijednosti:

- utjecaj trupa (stupanj utjecaja trupa)

$$\eta_H = \frac{1-t}{1-w_T} \quad (24)$$

- ukupni faktor dobrote

$$F_M = \frac{C_{TVS}}{\eta_H \cdot \eta_R} \quad (25)$$

- broj okretaja vijka

$$n_S = \frac{n_M}{\sqrt{\lambda}} \quad (26)$$

- koeficijent napredovanja vijka – jednak za model i za brod

$$J = \frac{v_{AM}}{n_M \cdot D_M} \quad (27)$$

gdje je  $v_{AM}$  brzina napredovanja modela vijka kroz vodu određena kao

$$v_{AM} = v_M \cdot (1 - w_T) \quad (28)$$

- stupanj korisnosti vijka u slobodnoj vožnji  $\eta_0$
- korisnost propulzije

$$\eta_D = \eta_H \cdot \eta_R \cdot \eta_0 \quad (29)$$

- snaga predana vijku

$$P_D = \frac{P_E}{\eta_D} \quad (30)$$

Obrada podataka propulzije broda za dva modela (br.844 i br.817) je izostavljena u ovom radu zbog nedostatka podataka u izvješću.

### 5.1.1. Koeficijent sustrujanja poriva i koeficijent upijanja

Međusobna interakcija vijka i broda sastoji se u tome što zbog blizine trupa brzina dostrujavanja vode vijku nije svugdje u okolišu vijka konstantna te što vijak radom u svojoj blizini stvara tlačno polje. Ispred vijka se smanjuje, a iza njega povećava tlak i inducira brzine koje se superponiraju s brzinama dostrujavanja vode, pa tako vijak djeluje na promjenu otpora tlaka i otpora trenja modela što dovodi do zaključka da bi bilo ispravno promatrati trup broda i vijak [5].

Na krmenom dijelu broda, gdje se redovito smješta vijak, strujanje vode ima za promatrača koji miruje prema neporemećenoj vodi smjer gibanja broda. Dakle, voda struji u istom smjeru u kojem plovi brod pa se ta pojava naziva sustrujanje [5]. Pojednostavljeno, sustrujanjem se naziva razlika brzine broda i brzine napredovanja vijka, a prikazano je preko koeficijenta sustrujanja  $w$ .

Koeficijent sustrujanja se može podijeliti na tri komponente:

- koeficijent potencijalnog sustrujanja,
- koeficijent sustrujanja trenja,
- koeficijent sustrujanja valova.

Potencijalno sustrujanje je sustrujanje koje bi se dobilo u slučaju gibanja broda u idealnoj tekućini bez trenja i valova. Takvo sustrujanje ne ovisi o smjeru plovidbe niti o brzini. Sustrujanje trenja je razlika između ukupnog sustrujanja te potencijalnog i sustrujanja valova koje nastaje zbog trenja u graničnom sloju. Utjecaj mjerila na sustrujanje trenja je najveći, jer je debljina graničnog sloja manja na brodu nego na modelu. Sustrujanje valova potječe od gibanja čestica vode u valu [1].

Zbog različitog djelovanja nejednolikosti polja dostrujavanja na poriv i na moment, sustrujanje  $w_T$  i  $w_Q$  nisu jednaka. Tu pojavu zovemo utjecajem prijelaza  $\eta_R$ , a posljedica joj je razlika u stupnju djelovanja izoliranog vijka  $\eta_O$  i vijka koji radi iza krme broda  $\eta_B$  [5].

Osim što trup broda mijenja uvjete rada vijka, već i vijak svojim radom mijenja strujanje i polje tlakova oko trupa, pa se tako mijenja otpor broda. Povećanje otpora trupa broda kada na krmi radi vijak zove se upijanje, a izraženo je preko koeficijenta upijanja  $t$  [5].



## 5.2. Analiza podataka propulzije broda pomoću polinoma

U Tablicama 31., 32., 34., 36., 38., 40., 42., 44. i 46. su prikazane izračunate vrijednosti koeficijenata propulzije pomoću zadanih koeficijenata polinoma prikazanih u Tablicama 30., 33., 35., 37., 39., 41., 43. i 45. u ovisnosti o Froudeovom broju.

**Tablica 30. Vrijednosti koeficijenata polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva osnovnog modela br.788**

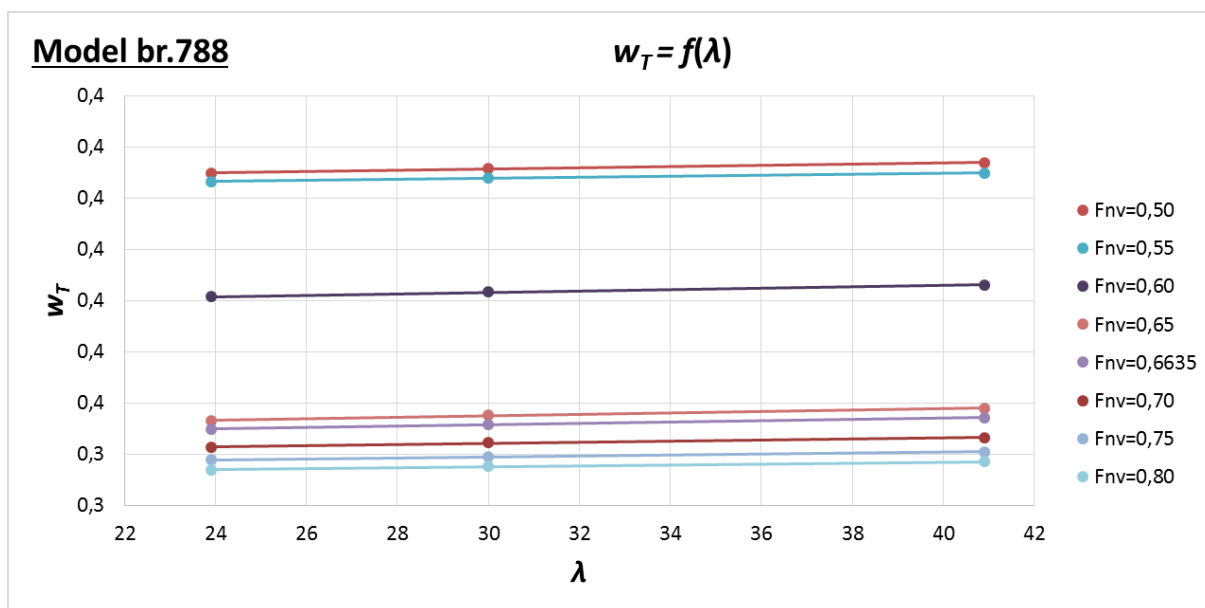
$Fn_{\nabla}$	$w_T$			$t$			$\eta_R$			$n_M$ [o/s]		
	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2$	$C_3 \times 10$
0,48	0,43967	-0,38034	0,34188	0,39060	-2,02949	5,48718	1,07793	-0,20427	0,27351	3,72667	4,76838	-8,37607
0,50	0,42515	-0,17712	-0,20669	0,38291	-1,80897	4,54291	1,08103	-0,22982	0,34791	4,68012	3,65874	-5,00817
0,52	0,41690	-0,06879	-0,42764	0,37804	-1,63748	3,81613	1,08894	-0,30594	0,53922	5,29133	3,10510	-3,64317
0,54	0,41268	-0,04117	-0,36936	0,36152	-1,33076	2,77981	1,08713	-0,25557	0,37051	6,03745	2,46759	-2,15973
0,55	0,41487	-0,07218	-0,23903	0,34769	-1,13465	2,21781	1,08402	-0,21086	0,25919	6,50111	2,09356	-1,33879
0,56	0,43235	-0,25075	0,19164	0,33917	-0,99928	1,82991	1,08390	-0,19087	0,19665	6,64750	2,05463	-1,31644
0,57	0,43677	-0,29389	0,28213	0,33100	-0,88539	1,52909	1,08365	-0,17794	0,16371	6,80864	1,99951	-1,21909
0,58	0,45034	-0,41455	0,50752	0,32296	-0,77808	1,26094	1,08345	-0,16738	0,13982	6,71933	2,18928	-1,64211
0,59	0,45627	-0,46295	0,56203	0,31266	-0,65859	0,98886	1,07917	-0,12085	0,04513	6,69203	2,28567	-1,78513
0,60	0,46728	-0,56397	0,73453	0,30587	-0,58392	0,82847	1,07702	-0,09748	0,00705	6,59788	2,43558	-2,01771
0,61	0,47531	-0,63440	0,82664	0,30356	-0,54739	0,74471	1,07801	-0,10019	0,01306	6,62449	2,46129	-1,99877
0,62	0,47991	-0,67810	0,87384	0,29949	-0,49897	0,64444	1,07930	-0,09940	0,00720	6,64070	2,49951	-2,01089
0,64	0,47570	-0,66194	0,80101	0,29205	-0,42282	0,50107	1,08094	-0,10269	0,01918	6,89559	2,40879	-1,78950
0,65	0,46226	-0,58089	0,66460	0,29642	-0,43718	0,51133	1,07946	-0,08706	-0,00458	6,97823	2,39361	-1,74022
0,66	0,43689	-0,41526	0,40109	0,29223	-0,39644	0,43998	1,07866	-0,07814	-0,01300	7,24518	2,26261	-1,52149
0,6635	0,43077	-0,37897	0,34909	0,28965	-0,37734	0,41055	1,07900	-0,07724	-0,01492	7,32889	2,22444	-1,45874
0,67	0,41941	-0,31157	0,25251	0,28485	-0,34187	0,35590	1,07962	-0,07558	-0,01848	7,48435	2,15356	-1,34221
0,68	0,40479	-0,22521	0,13406	0,28035	-0,30416	0,29703	1,07923	-0,06731	-0,03185	7,82187	1,99194	-1,10218
0,69	0,39410	-0,16584	0,06009	0,27843	-0,28046	0,25794	1,07519	-0,03882	-0,06828	8,33356	1,73491	-0,74447
0,70	0,37856	-0,08286	-0,03987	0,27296	-0,24180	0,20455	1,07567	-0,03573	-0,06897	8,91527	1,46335	-0,39778
0,71	0,37282	-0,05407	-0,06737	0,27174	-0,22584	0,18061	1,07864	-0,05060	-0,04419	9,25882	1,34264	-0,26702
0,72	0,36689	-0,02664	-0,09163	0,26699	-0,19612	0,14407	1,07499	-0,02817	-0,06873	9,61814	1,21883	-0,13698
0,73	0,36229	-0,00811	-0,10405	0,26308	-0,17299	0,11746	1,07692	-0,03636	-0,05567	9,76909	1,20761	-0,14578
0,74	0,36395	-0,01978	-0,08170	0,25997	-0,15539	0,09855	1,07524	-0,02596	-0,06449	9,80729	1,25684	-0,22622
0,75	0,36363	-0,02045	-0,07500	0,25984	-0,15045	0,09272	1,07669	-0,02835	-0,06059	9,75218	1,34371	-0,33952
0,76	0,36291	-0,01653	-0,07457	0,25743	-0,13409	0,07284	1,08054	-0,04592	-0,03771	9,86898	1,34033	-0,34257
0,78	0,36898	-0,04214	-0,04209	0,25041	-0,10171	0,04287	1,07762	-0,02947	-0,05006	9,86518	1,42918	-0,45041
0,79	0,37291	-0,05813	-0,02334	0,24691	-0,08662	0,02974	1,07506	-0,01648	-0,06146	9,91655	1,44598	-0,47165
0,80	0,37711	-0,07424	-0,00536	0,24671	-0,08323	0,02696	1,07263	-0,00460	-0,07099	9,87010	1,50042	-0,52596
0,81	0,37642	-0,06885	-0,00863	0,24116	-0,05961	0,00522	1,07290	-0,00152	-0,07316	9,92252	1,51676	-0,53961
0,82	0,37558	-0,06334	-0,01153	0,24060	-0,05552	0,00265	1,07195	0,00254	-0,07287	9,89979	1,57038	-0,58768

**Tablica 31. Izračunate vrijednosti koeficijenta propulzije za mjerila  $\lambda = 23,9$  i  $\lambda = 30$  osnovnog modela br.788**

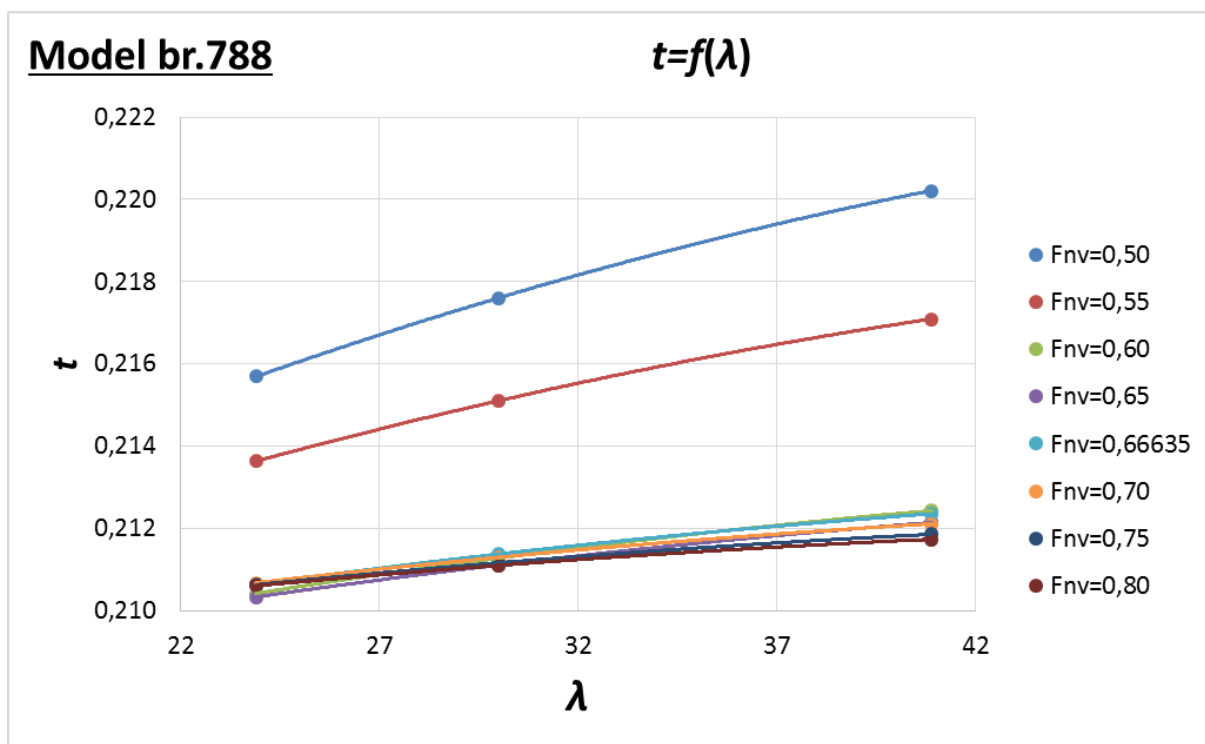
$\lambda = 23,9$												
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$\eta_H$	$\eta_{HX} \eta_R$	$F_{M \times 100}$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]
0,48	0,3948	0,2170	1,0554	8,6199	1,2937	1,3654	1,167	105,8	0,5273	0,5578	0,762	1687
0,50	0,3949	0,2157	1,0549	8,9520	1,2962	1,3674	1,167	109,9	0,5288	0,5588	0,764	1903
0,52	0,3949	0,2137	1,0538	9,3283	1,2995	1,3694	1,182	114,5	0,5277	0,5581	0,764	2171
0,54	0,3940	0,2135	1,0537	9,7072	1,2979	1,3676	1,205	119,1	0,5274	0,5587	0,764	2476
0,55	0,3933	0,2136	1,0539	9,9187	1,2962	1,3660	1,225	121,7	0,5264	0,5572	0,761	2667
0,56	0,3905	0,2135	1,0540	10,1734	1,2904	1,3601	1,258	124,9	0,5249	0,5562	0,756	2897
0,57	0,3876	0,2126	1,0536	10,4612	1,2857	1,3546	1,301	128,4	0,5221	0,5542	0,751	3169
0,58	0,3827	0,2117	1,0529	10,8164	1,2771	1,3446	1,361	132,7	0,5179	0,5511	0,741	3513
0,59	0,3771	0,2111	1,0525	11,1820	1,2664	1,3330	1,427	137,2	0,5143	0,5483	0,731	3899
0,60	0,3707	0,2104	1,0524	11,5340	1,2548	1,3205	1,482	141,6	0,5122	0,5466	0,722	4270
0,61	0,3642	0,2100	1,0519	11,8167	1,2426	1,3070	1,519	145,0	0,5135	0,5477	0,716	4591
0,62	0,3585	0,2103	1,0520	12,0675	1,2311	1,2951	1,539	148,1	0,5157	0,5494	0,712	4870
0,64	0,3495	0,2105	1,0520	12,4886	1,2137	1,2768	1,559	153,3	0,5216	0,5539	0,707	5381
0,65	0,3465	0,2103	1,0523	12,6938	1,2083	1,2714	1,565	155,8	0,5236	0,5553	0,706	5645
0,66	0,3454	0,2106	1,0525	12,9026	1,2058	1,2691	1,573	158,4	0,5239	0,5555	0,705	5936
0,6635	0,3448	0,2106	1,0525	12,9874	1,2048	1,2681	1,580	159,4	0,5237	0,5553	0,704	6060
0,67	0,3439	0,2107	1,0526	13,1454	1,2031	1,2663	1,593	161,3	0,5232	0,5550	0,703	6295
0,68	0,3429	0,2107	1,0521	13,3945	1,2013	1,2639	1,618	164,4	0,5219	0,5541	0,700	6697
0,69	0,3419	0,2107	1,0522	13,6431	1,1994	1,2620	1,649	167,4	0,5208	0,5533	0,698	7138
0,70	0,3414	0,2107	1,0522	13,8935	1,1985	1,2610	1,678	170,5	0,5192	0,5522	0,696	7601
0,71	0,3409	0,2107	1,0518	14,1464	1,1976	1,2596	1,701	173,6	0,5176	0,5509	0,694	8059
0,72	0,3405	0,2107	1,0518	14,3928	1,1967	1,2588	1,720	176,6	0,5162	0,5498	0,692	8517
0,73	0,3399	0,2107	1,0513	14,6507	1,1958	1,2572	1,739	179,8	0,5146	0,5485	0,690	8993
0,74	0,3394	0,2106	1,0513	14,9079	1,1949	1,2561	1,752	183,0	0,5131	0,5473	0,688	9458
0,75	0,3389	0,2106	1,0513	15,1562	1,1940	1,2552	1,759	186,0	0,5119	0,5464	0,686	9904
0,76	0,3389	0,2107	1,0509	15,3816	1,1940	1,2547	1,762	188,8	0,5111	0,5457	0,685	10333
0,78	0,3381	0,2107	1,0510	15,8058	1,1923	1,2532	1,764	194,0	0,5111	0,5458	0,684	11184
0,79	0,3375	0,2107	1,0510	16,0290	1,1914	1,2521	1,771	196,7	0,5109	0,5456	0,683	11672
0,80	0,3369	0,2106	1,0509	16,2709	1,1904	1,2510	1,783	199,7	0,5101	0,5450	0,682	12214
0,81	0,3366	0,2104	1,0507	16,5486	1,1903	1,2506	1,802	203,1	0,5080	0,5433	0,679	12855
0,82	0,3362	0,2101	1,0502	16,8865	1,1899	1,2497	1,834	207,2	0,5044	0,5404	0,675	13649
$\lambda = 30$												
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$n_H$	$\eta_{HX} \eta_R$	$F_{M \times 100}$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]
0,48	0,3958	0,2190	1,0559	8,5295	1,2925	1,3648	1,137	93,4	0,5320	0,5610	0,766	3621
0,50	0,3958	0,2176	1,0554	8,8673	1,2950	1,3667	1,137	97,1	0,5331	0,5617	0,768	4087
0,52	0,3958	0,2155	1,0543	9,2482	1,2984	1,3689	1,152	101,3	0,5316	0,5607	0,768	4667
0,54	0,3948	0,2151	1,0542	9,6317	1,2969	1,3672	1,175	105,5	0,5309	0,5603	0,766	5336
0,55	0,3940	0,2151	1,0544	9,8459	1,2953	1,3657	1,195	107,9	0,5296	0,5594	0,764	5744
0,56	0,3913	0,2149	1,0545	10,1010	1,2899	1,3603	1,228	110,7	0,5280	0,5583	0,759	6241
0,57	0,3885	0,2139	1,0541	10,3888	1,2855	1,3550	1,270	113,8	0,5250	0,5562	0,754	6833
0,58	0,3837	0,2128	1,0534	10,7435	1,2773	1,3455	1,330	117,7	0,5206	0,5532	0,744	7578
0,59	0,3781	0,2121	1,0531	11,1082	1,2669	1,3341	1,396	121,7	0,5168	0,5503	0,734	8417
0,60	0,3717	0,2113	1,0529	11,4593	1,2554	1,3218	1,450	125,5	0,5147	0,5486	0,725	9223
0,61	0,3653	0,2108	1,0524	11,7405	1,2433	1,3085	1,487	128,6	0,5160	0,5496	0,719	9921
0,62	0,3596	0,2111	1,0525	11,9894	1,2319	1,2966	1,507	131,3	0,5182	0,5514	0,715	10523
0,64	0,3506	0,2113	1,0526	12,4078	1,2146	1,2785	1,526	135,9	0,5241	0,5556	0,710	11634
0,65	0,3476	0,2111	1,0528	12,6118	1,2091	1,2730	1,532	138,2	0,5261	0,5570	0,709	12204
0,66	0,3464	0,2114	1,0530	12,8202	1,2066	1,2706	1,540	140,4	0,5265	0,5572	0,708	12837
0,6635	0,3458	0,2114	1,0531	12,9049	1,2055	1,2695	1,547	141,4	0,5263	0,5571	0,707	13106
0,67	0,3449	0,2114	1,0531	13,0627	1,2038	1,2677	1,560	143,1	0,5258	0,5568	0,706	13617
0,68	0,3438	0,2113	1,0527	13,3120	1,2019	1,2652	1,585	145,8	0,5245	0,5559	0,703	14492
0,69	0,3427	0,2113	1,0528	13,5608	1,1999	1,2632	1,616	148,6	0,5233	0,5550	0,701	15455
0,70	0,3422	0,2113	1,0528	13,8116	1,1990	1,2623	1,645	151,3	0,5216	0,5539	0,699	16461
0,71	0,3417	0,2113	1,0524	14,0646	1,1981	1,2608	1,668	154,1	0,5200	0,5528	0,697	17452
0,72	0,3412	0,2113	1,0525	14,3109	1,1972	1,2600	1,688	156,8	0,5186	0,5517	0,695	18452
0,73	0,3407	0,2113	1,0519	14,5684	1,1963	1,2584	1,706	159,6	0,5169	0,5504	0,693	19487
0,74	0,3401	0,2112	1,0519	14,8255	1,1953	1,2574	1,719	162,4	0,5154	0,5492	0,691	20498
0,75	0,3396	0,2112	1,0520	15,0734	1,1944	1,2565	1,726	165,1	0,5142	0,5482	0,689	21468
0,76	0,3396	0,2112	1,0515	15,2980	1,1944	1,2560	1,729	167,6	0,5133	0,5475	0,688	22401
0,78	0,3388	0,2113	1,0517	15,7211	1,1928	1,2545	1,731	172,2	0,5133	0,5475	0,687	24246
0,79	0,3382	0,2112	1,0516	15,9437	1,1920	1,2535	1,739	174,7	0,5131	0,5473	0,686	25308
0,80	0,3376	0,2111	1,0516	16,1852	1,1910	1,2524	1,750	177,3	0,5123	0,5467	0,685	26487
0,81	0,3374	0,2109	1,0514	16,4626	1,1908	1,2520	1,770	180,3	0,5101	0,5450	0,682	27885
0,82	0,3369	0,2106	1,0510	16,8009	1,1904	1,2511	1,802	184,0	0,5064	0,5420	0,678	29617

**Tablica 32. Izračunate vrijednosti koeficijenata propulzije za mjerilo  $\lambda = 40,9$  osnovnog modela br.788**

$\lambda = 40,9$													
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$n_H$	$\eta_{HX} \eta_R$	$F_{M \times 100}$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]	
0,48	0,3971	0,2218	1,0565	8,4121	1,2907	1,3636	1,099	78,9	0,5383	0,5653	0,771	10275	
0,50	0,3969	0,2202	1,0560	8,7580	1,2931	1,3655	1,099	82,2	0,5387	0,5656	0,772	11611	
0,52	0,3968	0,2179	1,0551	9,1450	1,2966	1,3680	1,114	85,8	0,5367	0,5642	0,772	13276	
0,54	0,3957	0,2173	1,0549	9,5350	1,2952	1,3664	1,137	89,5	0,5355	0,5634	0,770	15199	
0,55	0,3949	0,2171	1,0551	9,7528	1,2939	1,3652	1,158	91,5	0,5339	0,5623	0,768	16374	
0,56	0,3924	0,2167	1,0552	10,0084	1,2891	1,3604	1,190	93,9	0,5319	0,5610	0,763	17806	
0,57	0,3896	0,2155	1,0548	10,2962	1,2851	1,3555	1,232	96,6	0,5288	0,5588	0,757	19514	
0,58	0,3849	0,2142	1,0541	10,6500	1,2775	1,3465	1,290	99,9	0,5241	0,5556	0,748	21665	
0,59	0,3794	0,2134	1,0537	11,0135	1,2675	1,3356	1,356	103,3	0,5202	0,5529	0,738	24077	
0,60	0,3731	0,2124	1,0535	11,3629	1,2562	1,3234	1,409	106,6	0,5180	0,5512	0,729	26403	
0,61	0,3667	0,2119	1,0530	11,6421	1,2444	1,3104	1,446	109,2	0,5192	0,5522	0,724	28411	
0,62	0,3610	0,2121	1,0532	11,8887	1,2331	1,2987	1,465	111,5	0,5214	0,5537	0,719	30145	
0,64	0,3522	0,2123	1,0533	12,3035	1,2159	1,2807	1,484	115,4	0,5273	0,5578	0,714	33340	
0,65	0,3490	0,2121	1,0535	12,5060	1,2102	1,2750	1,490	117,3	0,5294	0,5593	0,713	34980	
0,66	0,3478	0,2124	1,0537	12,7139	1,2075	1,2724	1,498	119,3	0,5298	0,5595	0,712	36801	
0,6635	0,3471	0,2124	1,0538	12,7987	1,2065	1,2713	1,505	120,1	0,5296	0,5594	0,711	37578	
0,67	0,3461	0,2123	1,0538	12,9563	1,2046	1,2695	1,518	121,6	0,5291	0,5590	0,710	39055	
0,68	0,3450	0,2122	1,0535	13,2060	1,2026	1,2669	1,544	123,9	0,5278	0,5581	0,707	41585	
0,69	0,3438	0,2122	1,0535	13,4555	1,2006	1,2648	1,574	126,2	0,5265	0,5573	0,705	44376	
0,70	0,3432	0,2121	1,0536	13,7072	1,1996	1,2638	1,604	128,6	0,5248	0,5561	0,703	47295	
0,71	0,3427	0,2121	1,0531	13,9604	1,1986	1,2623	1,627	131,0	0,5231	0,5549	0,700	50166	
0,72	0,3422	0,2121	1,0532	14,2067	1,1978	1,2615	1,647	133,3	0,5216	0,5539	0,699	53044	
0,73	0,3416	0,2120	1,0527	14,4637	1,1968	1,2599	1,665	135,7	0,5200	0,5528	0,696	56018	
0,74	0,3410	0,2119	1,0527	14,7206	1,1959	1,2589	1,678	138,1	0,5184	0,5515	0,694	58941	
0,75	0,3404	0,2119	1,0528	14,9678	1,1950	1,2580	1,685	140,4	0,5171	0,5505	0,693	61740	
0,76	0,3405	0,2119	1,0524	15,1914	1,1949	1,2575	1,688	142,5	0,5162	0,5498	0,691	64431	
0,78	0,3397	0,2119	1,0525	15,6126	1,1935	1,2561	1,690	146,5	0,5162	0,5498	0,691	69746	
0,79	0,3391	0,2118	1,0525	15,8346	1,1926	1,2552	1,697	148,6	0,5159	0,5496	0,690	72808	
0,80	0,3385	0,2117	1,0524	16,0752	1,1916	1,2541	1,709	150,8	0,5151	0,5489	0,688	76216	
0,81	0,3383	0,2116	1,0523	16,3522	1,1915	1,2538	1,728	153,4	0,5129	0,5472	0,686	80263	
0,82	0,3378	0,2113	1,0519	16,6907	1,1911	1,2529	1,761	156,6	0,5090	0,5441	0,682	85297	



Slika 30. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva osnovnog modela br.788



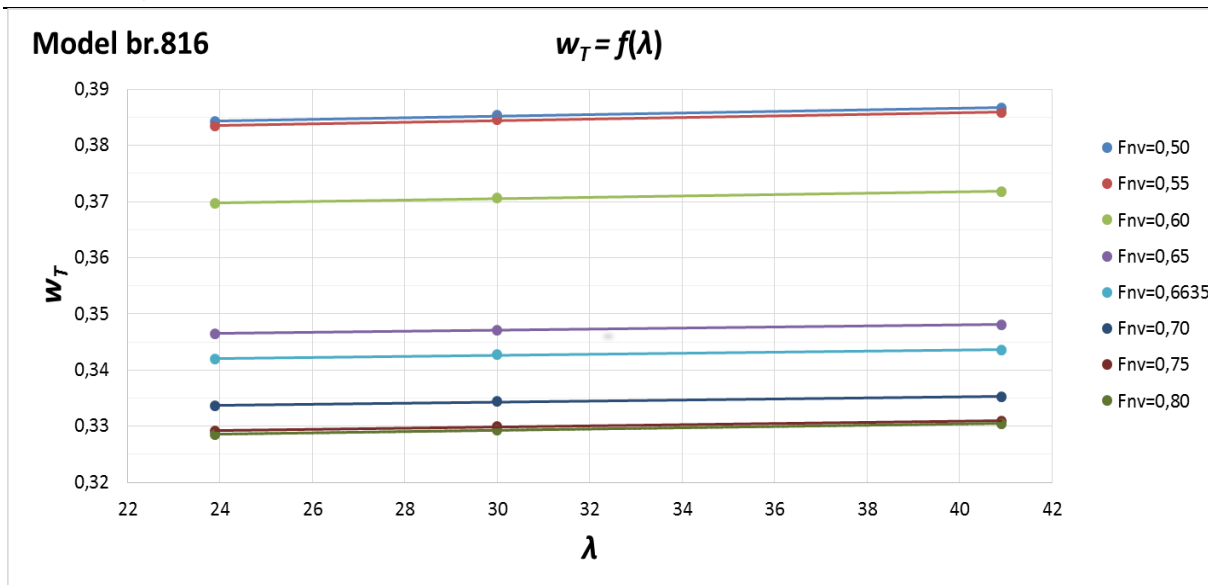
Slika 31. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja osnovnog modela br.788

**Tablica 33. Vrijednosti koeficijenta polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva modela br.816**

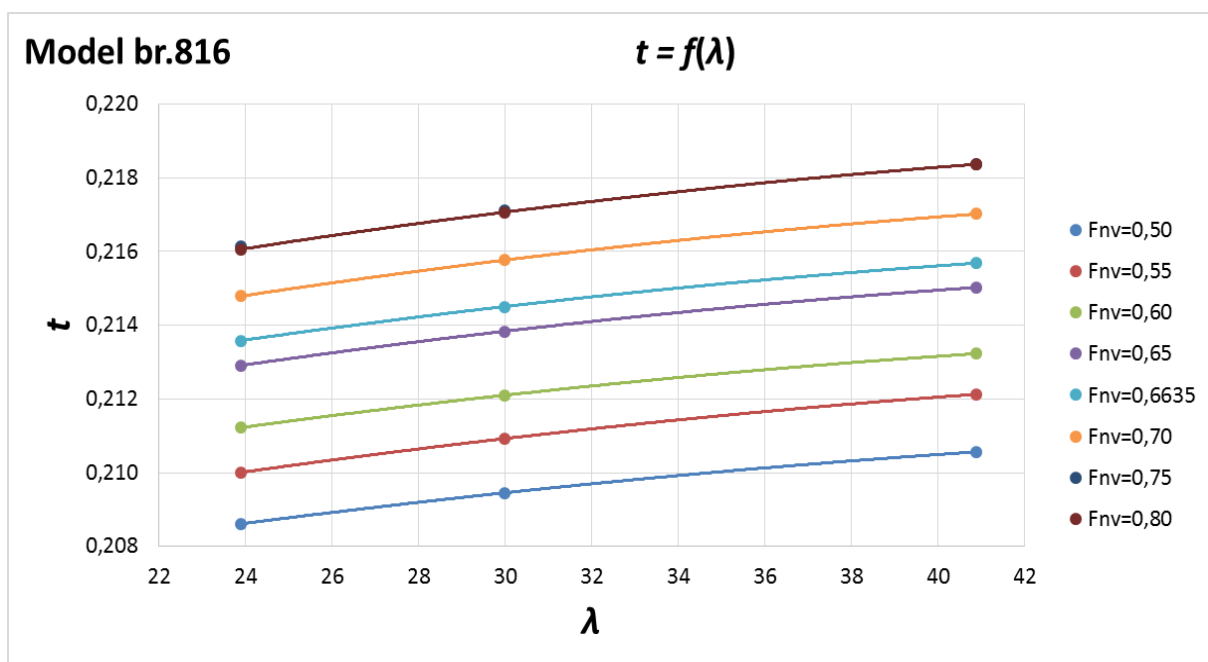
$F_n \nabla$	$w_T$			$t$			$\eta_R$			$n_M$ [o/s]		
	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2$	$C_3 \times 10$
0,50	0,41347	-0,12877	-0,49516	0,25969	-0,48826	0,94107	1,17929	-1,39592	3,55775	7,29122	0,54346	3,38168
0,55	0,40636	-0,02815	-0,56205	0,26632	-0,43551	0,67031	1,12678	-0,60558	1,10633	6,48280	2,10270	-1,22757
0,60	0,37427	0,13676	-0,63222	0,26261	-0,25625	0,19168	1,08373	-0,12462	0,01134	7,94762	1,40712	-0,17803
0,65	0,38503	-0,14103	0,04200	0,26644	-0,20750	0,09786	1,07255	-0,04142	-0,07910	8,06237	1,78652	-0,93546
0,66	0,37985	-0,12543	0,02245	0,26476	-0,18648	0,06983	1,07220	-0,04276	-0,06609	8,12135	1,79396	-0,92718
0,6635	0,37775	-0,11876	0,01634	0,26535	-0,18666	0,07039	1,07138	-0,03626	-0,07499	8,16982	1,77913	-0,90038
0,67	0,37384	-0,10637	0,00499	0,26644	-0,18699	0,07144	1,06986	-0,02419	-0,09152	8,25983	1,75158	-0,85061
0,70	0,36515	-0,07442	-0,03561	0,27273	-0,18470	0,06630	1,07289	-0,03669	-0,06162	8,42558	1,80951	-0,92379
0,75	0,35384	-0,00929	-0,10611	0,27618	-0,14997	0,03128	1,08912	-0,09998	0,02086	9,88273	1,34798	-0,37406
0,80	0,34495	0,03435	-0,13092	0,29518	-0,20055	0,08867	1,10845	-0,15745	0,07378	11,02727	1,02227	-0,02791

**Tablica 34. Izračunate vrijednosti koeficijenta propulzije za tri različita mjerila modela br.816**

$\lambda = 23,9$													
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$\eta_H$	$\eta_{HX}\eta_R$	$F_{M \times 100}$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]	
0,50	0,3843	0,2086	1,0516	8,7952	1,2854	1,3516	1,174	107,9	0,5478	0,5704	0,771	1879	
0,55	0,3835	0,2100	1,0540	9,8394	1,2814	1,3506	1,190	120,8	0,5393	0,5649	0,763	2561	
0,60	0,3697	0,2112	1,0538	11,2973	1,2514	1,3188	1,412	138,7	0,5239	0,5535	0,730	4027	
0,65	0,3464	0,2129	1,0530	12,5874	1,2043	1,2681	1,531	154,5	0,5282	0,5568	0,706	5518	
0,66	0,3430	0,2135	1,0525	12,8046	1,1971	1,2600	1,547	157,2	0,5300	0,5580	0,703	5823	
0,6635	0,3420	0,2136	1,0525	12,8766	1,1952	1,2580	1,551	158,0	0,5306	0,5558	0,699	5954	
0,67	0,3402	0,2137	1,0526	13,0109	1,1916	1,2544	1,558	159,7	0,5318	0,5597	0,702	6116	
0,70	0,3337	0,2148	1,0517	13,7461	1,1785	1,2394	1,619	168,7	0,5310	0,5583	0,692	7268	
0,75	0,3291	0,2161	1,0491	15,0997	1,1684	1,2258	1,745	185,3	0,5215	0,5515	0,676	9756	
0,80	0,3285	0,2161	1,0474	16,1594	1,1675	1,2228	1,775	198,3	0,5203	0,5504	0,673	12067	
$\lambda = 30$													
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$\eta_H$	$\eta_{HX}\eta_R$	$F_{M \times 100}$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]	
0,50	0,3853	0,2095	1,0530	8,7367	1,2862	1,3544	1,140	95,7	0,5505	0,5722	0,775	4033	
0,55	0,3845	0,2109	1,0550	9,7626	1,2821	1,3526	1,158	106,9	0,5427	0,5671	0,767	5499	
0,60	0,3706	0,2121	1,0544	11,2262	1,2519	1,3200	1,380	123,0	0,5265	0,5553	0,733	8691	
0,65	0,3472	0,2138	1,0535	12,5109	1,2042	1,2686	1,499	137,0	0,5309	0,5589	0,709	11923	
0,66	0,3437	0,2144	1,0530	12,7263	1,1970	1,2605	1,514	139,4	0,5327	0,5601	0,706	12584	
0,6635	0,3427	0,2145	1,0531	12,7979	1,1950	1,2585	1,518	140,2	0,5333	0,5604	0,705	12811	
0,67	0,3408	0,2146	1,0532	12,9313	1,1915	1,2548	1,525	141,7	0,5345	0,5610	0,704	13240	
0,70	0,3344	0,2158	1,0522	13,6642	1,1783	1,2398	1,587	149,7	0,5336	0,5606	0,695	15716	
0,75	0,3299	0,2171	1,0497	15,0173	1,1684	1,2265	1,712	164,5	0,5238	0,5536	0,679	21128	
0,80	0,3294	0,2171	1,0482	16,0691	1,1675	1,2237	1,742	176,0	0,5225	0,5524	0,676	26146	
$\lambda = 40,9$													
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$\eta_H$	$\eta_{HX}\eta_R$	$F_{M \times 100}$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]	
0,50	0,3867	0,2106	1,0550	8,6641	1,2871	1,3579	1,098	81,3	0,5540	0,5744	0,780	11444	
0,55	0,3858	0,2121	1,0563	9,6646	1,2828	1,3551	1,117	90,7	0,5470	0,5697	0,772	15623	
0,60	0,3717	0,2132	1,0553	11,1360	1,2523	1,3215	1,339	104,5	0,5298	0,5577	0,737	24849	
0,65	0,3481	0,2150	1,0542	12,4127	1,2041	1,2693	1,458	116,5	0,5343	0,5609	0,712	34191	
0,66	0,3446	0,2156	1,0537	12,6260	1,1969	1,2612	1,473	118,5	0,5362	0,5622	0,709	36086	
0,6635	0,3436	0,2157	1,0538	12,6970	1,1949	1,2591	1,477	119,1	0,5369	0,5628	0,709	36722	
0,67	0,3417	0,2158	1,0538	12,8293	1,1912	1,2553	1,484	120,4	0,5381	0,5640	0,708	37916	
0,70	0,3353	0,2170	1,0530	13,5589	1,1780	1,2404	1,545	127,2	0,5371	0,5627	0,698	45121	
0,75	0,3310	0,2184	1,0506	14,9120	1,1683	1,2274	1,671	139,9	0,5266	0,5557	0,682	60759	
0,80	0,3305	0,2184	1,0491	15,9545	1,1675	1,2248	1,701	149,7	0,5254	0,5544	0,679	75235	



Slika 32. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva modela br.816



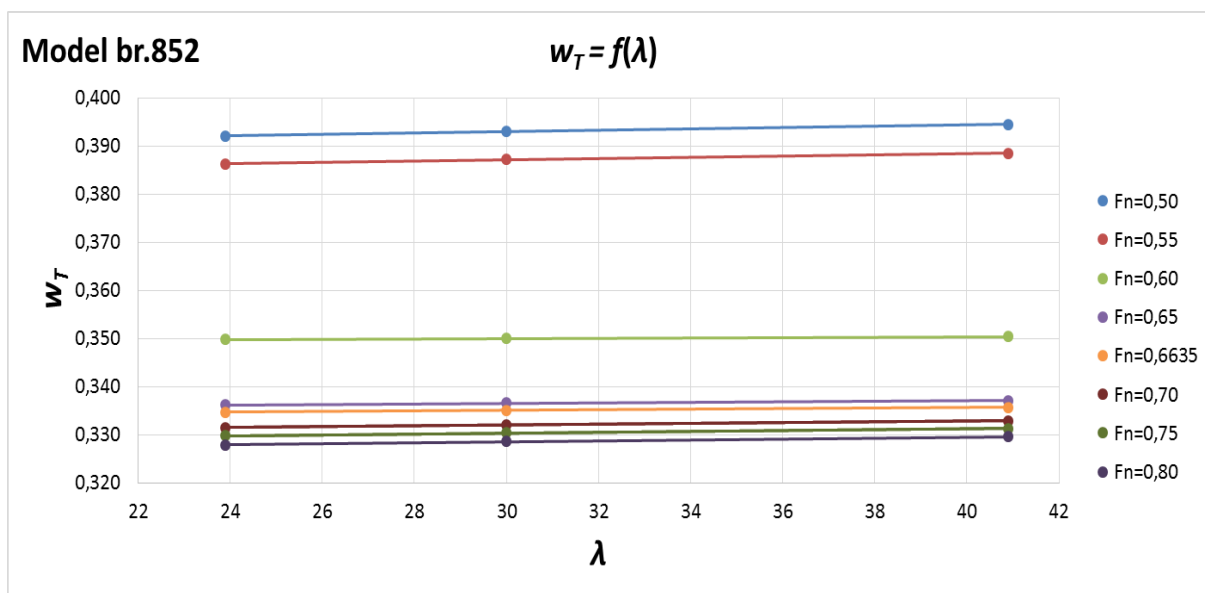
Slika 33. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja modela br.816

**Tablica 35. Vrijednosti koeficijenta polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva modela br.852**

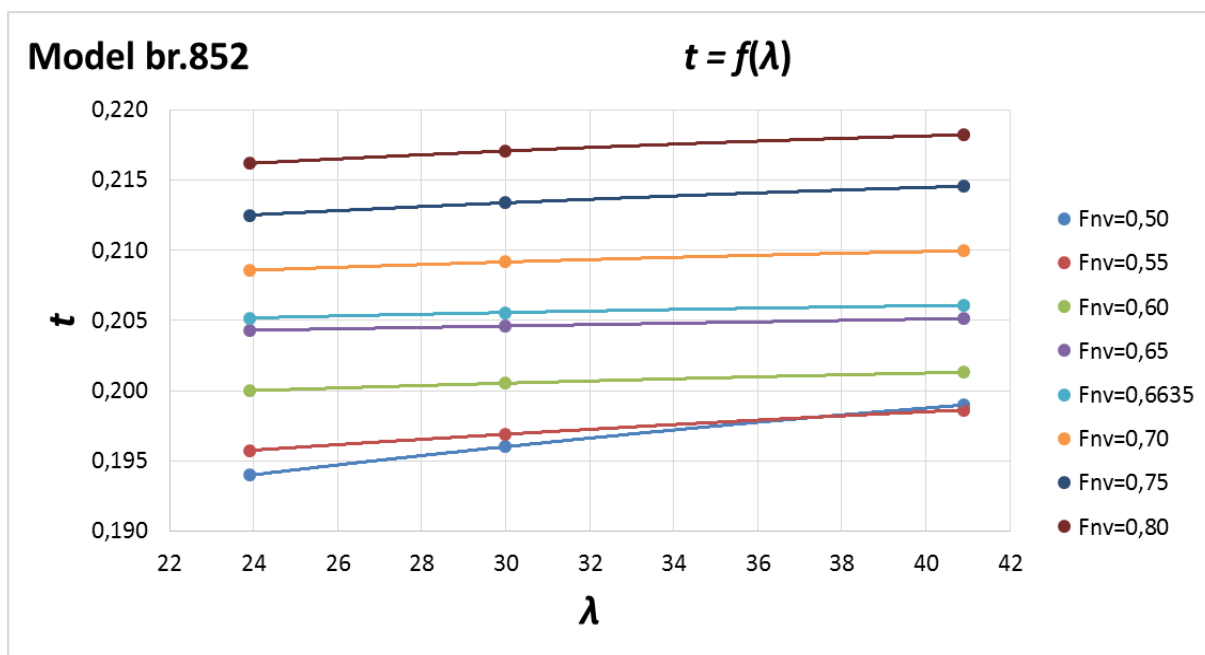
$F_n \nabla$	$w_T$			$t$			$\eta_R$			$n_M$ [o/s]		
	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2$	$C_3 \times 10$
0,50	0,45383	-0,53986	0,86807	0,49288	-3,44360	9,70248	1,01717	0,02807	-0,05836	6,91677	0,56115	3,47462
0,55	0,45764	-0,48579	0,67861	0,44104	-2,13798	4,59993	1,02000	0,00000	0,00000	6,90191	1,35811	0,37962
0,60	0,44621	-0,66981	1,16096	0,32678	-0,83018	1,34105	1,01854	0,01396	-0,03203	7,03566	1,92738	-1,14815
0,65	0,40836	-0,38173	0,49325	0,26135	-0,29105	0,35656	1,02392	-0,02091	0,02185	7,48806	1,94070	-1,20002
0,66	0,40310	-0,32990	0,38266	0,25833	-0,25087	0,27895	1,02520	-0,02320	0,01788	7,57080	1,92022	-1,13724
0,6635	0,40101	-0,31184	0,34914	0,26138	-0,26221	0,29008	1,02517	-0,02271	0,01716	7,62560	1,89962	-1,09845
0,67	0,39714	-0,27829	0,28688	0,26705	-0,28327	0,31074	1,02511	-0,02181	0,01582	7,72737	1,86136	-1,02641
0,70	0,38716	-0,19123	0,13247	0,29642	-0,35198	0,33251	1,02872	-0,03222	0,02166	9,06023	1,26080	-0,19998
0,75	0,37481	-0,10362	0,01697	0,35518	-0,49840	0,41458	1,03203	-0,04469	0,03539	9,58119	1,30145	-0,34178
0,80	0,37090	-0,06391	-0,01826	0,32866	-0,29115	0,16658	1,03585	-0,05311	0,03948	10,46214	1,11491	-0,18909

**Tablica 36. Izračunate vrijednosti koeficijenta propulzije za tri različita mjerila modela br.852**

$\lambda = 23,9$												
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$\eta_H$	$\eta_{HX} \eta_R$	$F_M \times 100$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]
0,50	0,3920	0,1940	1,0201	8,5606	1,3257	1,3524	1,224	105,1	0,5498	0,5812	0,786	1918
0,55	0,3863	0,1957	1,0200	9,8651	1,3105	1,3367	1,396	121,1	0,5297	0,5663	0,757	2987
0,60	0,3498	0,2000	1,0200	11,4529	1,2305	1,2550	1,658	140,6	0,5273	0,5649	0,709	4620
0,65	0,3363	0,2043	1,0194	12,5551	1,1988	1,2221	1,734	154,1	0,5320	0,5687	0,695	6102
0,66	0,3349	0,2051	1,0193	12,8259	1,1953	1,2184	1,771	157,4	0,5298	0,5663	0,690	6551
0,6635	0,3347	0,2052	1,0193	12,9206	1,1947	1,2177	1,782	158,6	0,5289	0,5658	0,689	6704
0,67	0,3341	0,2053	1,0193	13,0984	1,1934	1,2165	1,803	160,8	0,5273	0,5648	0,687	6998
0,70	0,3316	0,2086	1,0193	13,8165	1,1841	1,2069	1,864	169,6	0,5243	0,5626	0,679	8281
0,75	0,3299	0,2125	1,0188	14,9434	1,1751	1,1972	1,909	183,4	0,5207	0,5596	0,670	10488
0,80	0,3280	0,2162	1,0184	16,2600	1,1664	1,1878	2,074	199,6	0,5119	0,5531	0,657	13989
$\lambda = 30$												
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$n_H$	$\eta_{HX} \eta_R$	$F_M \times 100$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]
0,50	0,3931	0,1960	1,0200	8,5009	1,3247	1,3512	1,195	93,1	0,5527	0,5832	0,788	4134
0,55	0,3872	0,1969	1,0200	9,7979	1,3106	1,3368	1,365	107,3	0,5325	0,5685	0,760	6452
0,60	0,3501	0,2005	1,0200	11,3851	1,2300	1,2546	1,627	124,7	0,5303	0,5667	0,711	10014
0,65	0,3366	0,2046	1,0195	12,4853	1,1990	1,2223	1,702	136,8	0,5347	0,5702	0,697	13236
0,66	0,3354	0,2054	1,0194	12,7552	1,1955	1,2187	1,739	139,7	0,5324	0,5687	0,693	14191
0,6635	0,3351	0,2056	1,0194	12,8495	1,1949	1,2180	1,750	140,8	0,5315	0,5681	0,692	14528
0,67	0,3346	0,2057	1,0194	13,0267	1,1937	1,2168	1,771	142,7	0,5298	0,5671	0,690	15167
0,70	0,3322	0,2092	1,0194	13,7408	1,1842	1,2071	1,832	150,5	0,5267	0,5641	0,681	17985
0,75	0,3305	0,2134	1,0189	14,8668	1,1750	1,1973	1,878	162,9	0,5229	0,5613	0,672	22785
0,80	0,3287	0,2171	1,0184	16,1812	1,1664	1,1879	2,042	177,3	0,5138	0,5539	0,658	30481
$\lambda = 40,9$												
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$n_H$	$\eta_{HX} \eta_R$	$F_M \times 100$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]
0,50	0,3944	0,1990	1,0200	8,4267	1,3228	1,3492	1,158	79,1	0,5563	0,5855	0,790	11811
0,55	0,3884	0,1986	1,0200	9,7131	1,3104	1,3366	1,328	91,1	0,5361	0,5716	0,764	18460
0,60	0,3504	0,2013	1,0200	11,2984	1,2295	1,2541	1,588	106,0	0,5341	0,5701	0,715	28741
0,65	0,3371	0,2051	1,0195	12,3955	1,1992	1,2226	1,661	116,3	0,5381	0,5726	0,700	38067
0,66	0,3359	0,2059	1,0195	12,6642	1,1957	1,2191	1,698	118,8	0,5358	0,5709	0,696	40843
0,6635	0,3357	0,2061	1,0195	12,7582	1,1951	1,2184	1,709	119,7	0,5348	0,5703	0,695	41817
0,67	0,3352	0,2063	1,0195	12,9347	1,1940	1,2172	1,730	121,4	0,5331	0,5693	0,693	43668
0,70	0,3330	0,2100	1,0195	13,6446	1,1844	1,2075	1,791	128,0	0,5298	0,5665	0,684	51807
0,75	0,3314	0,2146	1,0191	14,7691	1,1748	1,1972	1,838	138,6	0,5256	0,5638	0,675	65685
0,80	0,3297	0,2182	1,0185	16,0809	1,1663	1,1879	2,002	150,9	0,5163	0,5565	0,661	88004



Slika 34. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva modela br.852



Slika 35. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja modela br.852

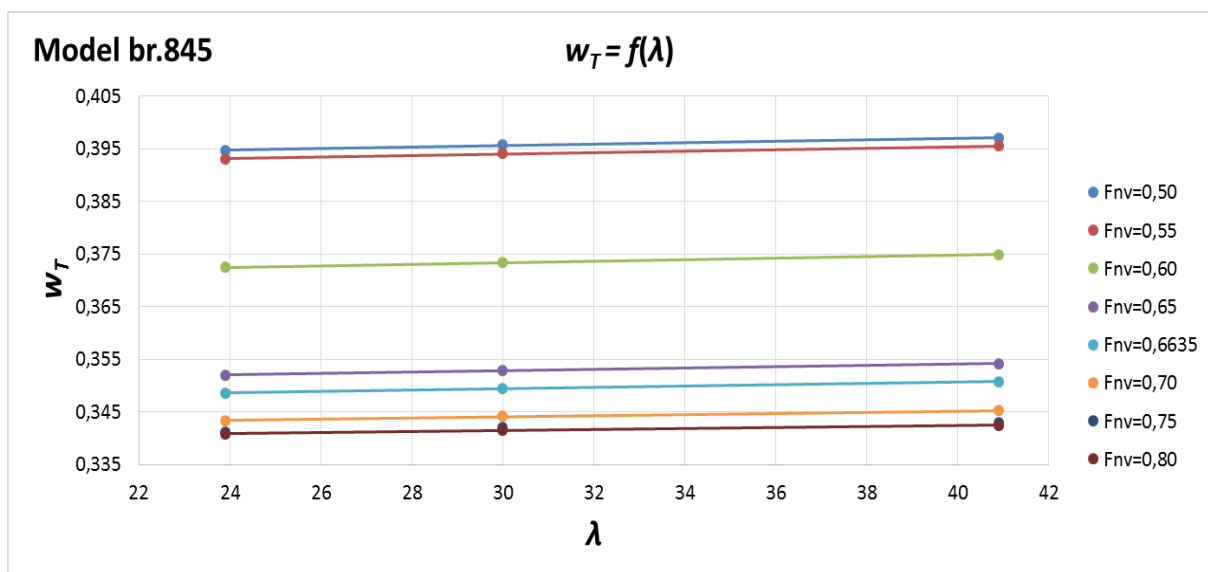


**Tablica 37. Vrijednosti koeficijenta polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva modela br.845**

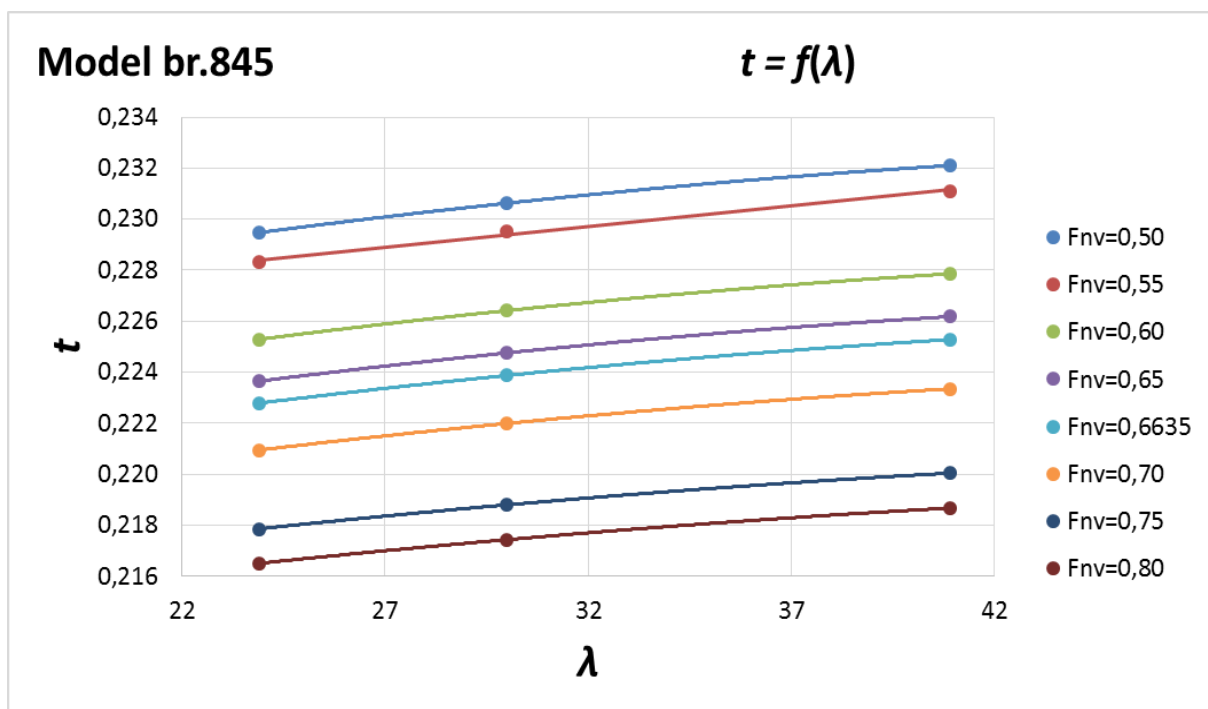
$F_n \nabla$	$w_T$			$t$			$\eta_R$			$n_M$ [o/s]		
	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2$	$C_3 \times 10$
0,50	0,44225	-0,35334	0,28458	0,28552	-0,42989	0,41926	1,08114	-0,26824	0,60670	5,85391	2,29228	-2,01051
0,55	0,45122	-0,35877	0,32029	0,29920	-0,45553	0,48028	1,08893	-0,28390	0,51756	5,62344	2,88197	-3,46480
0,60	0,45634	-0,43498	0,45042	0,29537	-0,31516	0,19490	1,08028	-0,13731	0,12216	5,72265	3,04406	-3,22392
0,65	0,42637	-0,29669	0,21403	0,30600	-0,32169	0,21666	1,08223	-0,11889	0,07345	7,41844	1,99727	-1,18527
0,66	0,41842	-0,25615	0,15700	0,31144	-0,34683	0,25712	1,07841	-0,08600	0,01807	7,76138	1,82774	-0,93362
0,6635	0,41650	-0,24622	0,14525	0,31188	-0,34508	0,25401	1,07760	-0,07942	0,00883	7,86594	1,78382	-0,87498
0,67	0,41292	-0,22779	0,12344	0,31270	-0,34184	0,24824	1,07610	-0,06719	-0,00834	8,06012	1,70226	-0,76609
0,70	0,40115	-0,16932	0,06399	0,31957	-0,34321	0,24378	1,07462	-0,04706	-0,03524	8,66801	1,52342	-0,55237
0,75	0,38555	-0,08572	-0,01258	0,33864	-0,38461	0,27825	1,07353	-0,02733	-0,05014	9,50922	1,35236	-0,38372
0,80	0,37063	-0,02113	-0,05846	0,35354	-0,39112	0,26024	1,07520	-0,02783	-0,03953	11,06728	0,89029	0,05867

**Tablica 38. Izračunate vrijednosti koeficijenta propulzije za tri različita mjerila modela br.845**

$\lambda = 23,9$												
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$\eta_H$	$\eta_{HX} \eta_R$	$F_{M \times 100}$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]
0,50	0,3948	0,2295	1,054	8,8955	1,2731	1,3422	1,250	109,2	0,5322	0,5551	0,745	2050
0,55	0,3932	0,2283	1,053	9,9445	1,2716	1,3392	1,325	122,0	0,5251	0,5496	0,736	2922
0,60	0,3725	0,2253	1,052	11,5413	1,2345	1,2992	1,557	141,6	0,5104	0,5380	0,699	4554
0,65	0,3520	0,2236	1,051	12,7044	1,1980	1,2592	1,691	155,9	0,5187	0,5448	0,686	6210
0,66	0,3492	0,2229	1,051	12,9192	1,1940	1,2551	1,711	158,6	0,5201	0,5458	0,685	6566
0,6635	0,3486	0,2228	1,051	12,9979	1,1931	1,2542	1,718	159,5	0,5202	0,5459	0,685	6695
0,67	0,3475	0,2225	1,051	13,1456	1,1916	1,2525	1,730	161,3	0,5203	0,5461	0,684	6947
0,70	0,3434	0,2209	1,050	13,9032	1,1865	1,2458	1,803	170,6	0,5172	0,5434	0,677	8292
0,75	0,3413	0,2179	1,049	15,1401	1,1874	1,2452	1,885	185,8	0,5105	0,5381	0,670	10763
0,80	0,3408	0,2165	1,047	16,2009	1,1885	1,2450	1,910	198,8	0,5092	0,5374	0,669	13256
$\lambda = 30$												
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$\eta_H$	$\eta_{HX} \eta_R$	$F_{M \times 100}$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]
0,50	0,3958	0,2306	1,0546	8,8314	1,2734	1,3429	1,218	96,7	0,5352	0,5570	0,748	4413
0,55	0,3942	0,2295	1,0535	9,8749	1,2719	1,3399	1,294	108,2	0,5278	0,5515	0,739	6301
0,60	0,3735	0,2264	1,0528	11,4701	1,2348	1,3000	1,525	125,6	0,5127	0,5400	0,702	9848
0,65	0,3529	0,2248	1,0515	12,6293	1,1981	1,2598	1,659	138,3	0,5210	0,5469	0,689	13445
0,66	0,3501	0,2240	1,0516	12,8439	1,1941	1,2557	1,679	140,7	0,5224	0,5479	0,688	14219
0,6635	0,3495	0,2239	1,0516	12,9227	1,1932	1,2548	1,685	141,6	0,5225	0,5477	0,687	14509
0,67	0,3484	0,2236	1,0516	13,0703	1,1916	1,2531	1,698	143,2	0,5225	0,5474	0,686	15073
0,70	0,3442	0,2220	1,0505	13,8273	1,1864	1,2463	1,771	151,5	0,5194	0,5456	0,680	17973
0,75	0,3420	0,2188	1,0493	15,0618	1,1873	1,2458	1,852	165,0	0,5125	0,5402	0,673	23351
0,80	0,3416	0,2174	1,0481	16,1156	1,1885	1,2457	1,878	176,5	0,5113	0,5395	0,672	28772
$\lambda = 40,9$												
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$\eta_H$	$\eta_{HX} \eta_R$	$F_{M \times 100}$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]
0,50	0,3971	0,2321	1,0550	8,7494	1,2736	1,3437	1,178	82,1	0,5390	0,5604	0,753	12552
0,55	0,3956	0,2311	1,0540	9,7848	1,2721	1,3409	1,255	91,8	0,5315	0,5541	0,743	17989
0,60	0,3749	0,2279	1,0533	11,3772	1,2352	1,3010	1,485	106,7	0,5157	0,5427	0,706	28225
0,65	0,3542	0,2262	1,0521	12,5329	1,1982	1,2606	1,618	117,6	0,5240	0,5490	0,692	38652
0,66	0,3514	0,2254	1,0522	12,7474	1,1942	1,2565	1,638	119,6	0,5254	0,5500	0,691	40887
0,6635	0,3507	0,2253	1,0522	12,8263	1,1932	1,2555	1,645	120,3	0,5254	0,5498	0,690	41726
0,67	0,3496	0,2250	1,0522	12,974	1,1916	1,2538	1,657	121,7	0,5255	0,5495	0,689	43356
0,70	0,3453	0,2233	1,0512	13,7303	1,1862	1,2469	1,731	128,8	0,5222	0,5477	0,683	51757
0,75	0,3430	0,2200	1,0500	14,9618	1,1872	1,2466	1,812	140,4	0,5152	0,5423	0,676	67319
0,80	0,3425	0,2187	1,0489	16,0075	1,1884	1,2465	1,838	150,2	0,5141	0,5415	0,675	83006



Slika 36. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva modela br.845



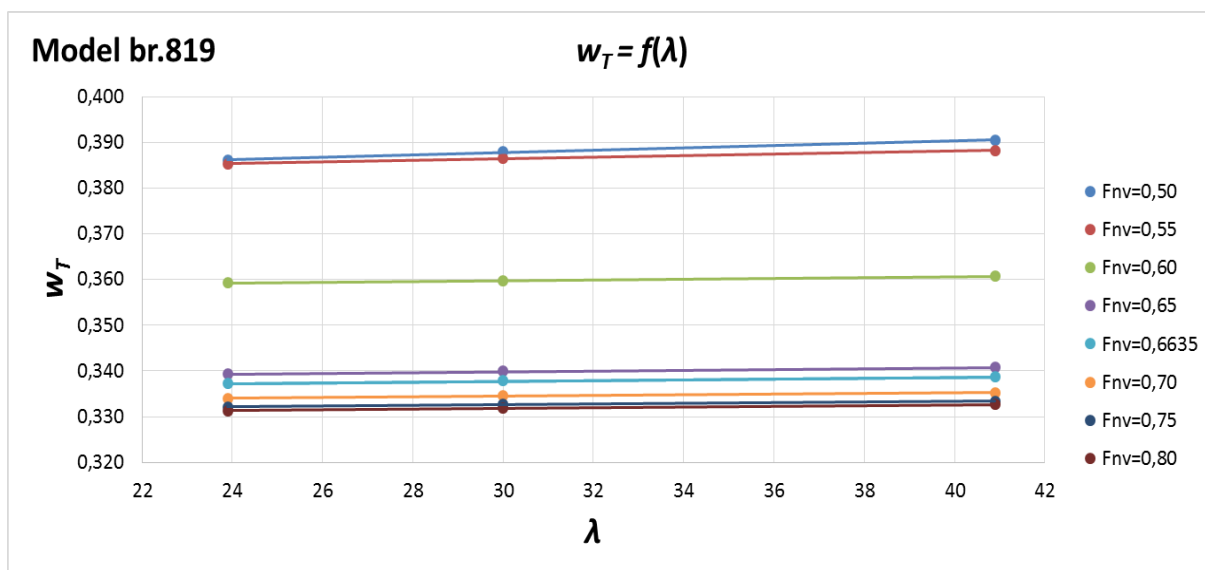
Slika 37. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja modela br.845

**Tablica 39. Vrijednosti koeficijenta polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva modela br.819**

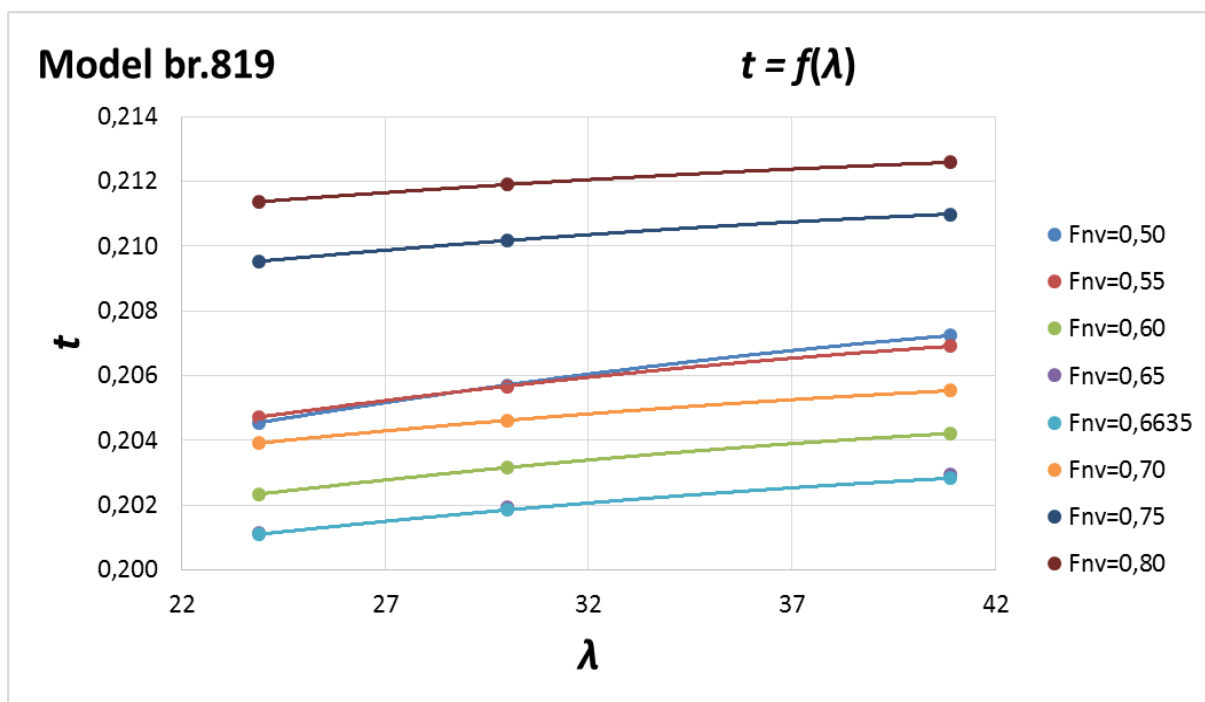
Fn ∇	w <sub>T</sub>			t			η <sub>R</sub>			n <sub>M</sub> [o/s]		
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> × 10	C <sub>3</sub> × 100	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> × 10	C <sub>3</sub> × 100	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> × 10	C <sub>3</sub> × 100	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> × 10
0,50	0,53771	-1,60994	3,90539	0,27604	-0,68104	1,30225	1,11400	-1,09244	3,14241	4,50572	4,09294	-7,59978
0,55	0,48005	-0,72217	1,18492	0,25592	-0,32478	0,29713	1,08717	-0,62114	1,38030	5,74176	2,75813	-3,21196
0,60	0,47159	-0,74698	1,21657	0,25621	-0,25435	0,18922	1,06061	-0,28887	0,46036	5,70319	3,08435	-3,42748
0,65	0,42110	-0,41873	0,50612	0,26784	-0,29588	0,26841	1,03818	-0,11340	0,12440	7,18030	2,18135	-1,55979
0,66	0,41218	-0,35416	0,39024	0,26699	-0,27997	0,24383	1,03613	-0,09384	0,08799	7,64340	1,93877	-1,18435
0,6635	0,41040	-0,34246	0,37064	0,26822	-0,28303	0,24719	1,03445	-0,08248	0,07055	7,77185	1,88519	-1,11373
0,67	0,40710	-0,32072	0,33423	0,27049	-0,28871	0,25344	1,03134	-0,06137	0,03815	8,01040	1,78568	-0,98257
0,70	0,40485	-0,28937	0,27140	0,27115	-0,25324	0,20209	1,01685	0,02313	-0,07346	8,30835	1,79361	-1,00371
0,75	0,38665	-0,17042	0,11096	0,25090	-0,10097	0,02202	1,00376	0,07300	-0,10681	8,83422	1,68523	-0,75192
0,80	0,38337	-0,13324	0,06722	0,25774	-0,11416	0,05133	1,00133	0,06578	-0,07939	8,81471	1,88077	-0,94025

**Tablica 40. Izračunate vrijednosti koeficijenta propulzije za tri različita mjerila modela br.819**

λ = 23,9												
Fn ∇	w <sub>T</sub>	t	η <sub>R</sub>	n <sub>M</sub> [o/s]	η <sub>H</sub>	η <sub>H</sub> × η <sub>R</sub>	F <sub>M</sub> × 100	n <sub>S</sub> [o/min]	J	n <sub>O</sub>	n <sub>D</sub>	P <sub>D</sub> [kW]
0,50	0,3862	0,2045	1,0216	8,8503	1,2959	1,3239	1,198	108,6	0,5371	0,5720	0,757	1915
0,55	0,3853	0,2047	1,0189	9,8387	1,2938	1,3183	1,307	120,8	0,5322	0,5686	0,750	2796
0,60	0,3592	0,2023	1,0165	11,4499	1,2449	1,2654	1,577	140,5	0,5201	0,5601	0,709	4448
0,65	0,3393	0,2011	1,0148	12,5165	1,2091	1,2270	1,663	153,6	0,5314	0,5680	0,697	5878
0,66	0,3378	0,2011	1,0147	12,7557	1,2064	1,2241	1,690	156,6	0,5307	0,5675	0,695	6259
0,6635	0,3372	0,2011	1,0147	12,8419	1,2054	1,2232	1,699	157,6	0,5304	0,5673	0,694	6396
0,67	0,3362	0,2011	1,0147	13,0006	1,2037	1,2214	1,716	159,6	0,5299	0,5669	0,692	6656
0,70	0,3339	0,2039	1,0150	13,6938	1,1952	1,2131	1,752	168,1	0,5274	0,5652	0,686	7775
0,75	0,3321	0,2095	1,0149	14,9438	1,1835	1,2011	1,836	183,4	0,5192	0,5594	0,672	10125
0,80	0,3313	0,2114	1,0138	16,1836	1,1794	1,1957	1,906	198,6	0,5120	0,5536	0,662	12889
λ = 30												
Fn ∇	w <sub>T</sub>	t	η <sub>R</sub>	n <sub>M</sub> [o/s]	η <sub>H</sub>	η <sub>H</sub> × η <sub>R</sub>	F <sub>M</sub> × 100	n <sub>S</sub> [o/min]	J	n <sub>O</sub>	n <sub>D</sub>	P <sub>D</sub> [kW]
0,50	0,3880	0,2057	1,0223	8,7778	1,2979	1,3269	1,164	96,2	0,5399	0,5740	0,762	4108
0,55	0,3866	0,2057	1,0193	9,7691	1,2949	1,3199	1,274	107,0	0,5349	0,5705	0,753	6021
0,60	0,3598	0,2032	1,0167	11,3815	1,2447	1,2655	1,546	124,7	0,5227	0,5619	0,711	9625
0,65	0,3399	0,2019	1,0150	12,4429	1,2091	1,2272	1,630	136,3	0,5341	0,5699	0,699	12729
0,66	0,3384	0,2019	1,0150	12,6826	1,2064	1,2244	1,657	138,9	0,5333	0,5693	0,697	13559
0,6635	0,3378	0,2018	1,0150	12,7694	1,2054	1,2234	1,666	139,9	0,5329	0,5690	0,696	13858
0,67	0,3368	0,2018	1,0149	12,9287	1,2036	1,2216	1,684	141,6	0,5323	0,5686	0,695	14426
0,70	0,3345	0,2046	1,0152	13,6216	1,1952	1,2134	1,720	149,2	0,5297	0,5668	0,688	16860
0,75	0,3326	0,2102	1,0151	14,8640	1,1835	1,2013	1,804	162,8	0,5216	0,5611	0,674	21973
0,80	0,3319	0,2119	1,0140	16,1049	1,1796	1,1961	1,874	176,4	0,5141	0,5552	0,664	27991
λ = 40,9												
Fn ∇	w <sub>T</sub>	t	η <sub>R</sub>	n <sub>M</sub> [o/s]	η <sub>H</sub>	η <sub>H</sub> × η <sub>R</sub>	F <sub>M</sub> × 100	n <sub>S</sub> [o/min]	J	n <sub>O</sub>	n <sub>D</sub>	P <sub>D</sub> [kW]
0,50	0,3905	0,2072	1,0234	8,6829	1,3008	1,3312	1,121	81,5	0,5436	0,5763	0,767	11657
0,55	0,3882	0,2069	1,0200	9,6790	1,2963	1,3222	1,233	90,8	0,5385	0,5729	0,758	17164
0,60	0,3607	0,2042	1,0171	11,2920	1,2447	1,2660	1,505	105,9	0,5262	0,5643	0,714	27611
0,65	0,3408	0,2029	1,0153	12,3480	1,2091	1,2276	1,589	115,8	0,5375	0,5722	0,702	36559
0,66	0,3392	0,2029	1,0153	12,5887	1,2064	1,2248	1,616	118,1	0,5366	0,5716	0,700	38961
0,6635	0,3387	0,2028	1,0152	12,6761	1,2054	1,2238	1,625	118,9	0,5362	0,5713	0,699	39830
0,67	0,3376	0,2028	1,0152	12,8364	1,2036	1,2219	1,642	120,4	0,5355	0,5709	0,698	41477
0,70	0,3353	0,2055	1,0155	13,5286	1,1952	1,2137	1,679	126,9	0,5327	0,5689	0,690	48511
0,75	0,3334	0,2110	1,0153	14,7615	1,1836	1,2017	1,763	138,5	0,5246	0,5632	0,677	63293
0,80	0,3326	0,2126	1,0142	16,0030	1,1798	1,1965	1,833	150,1	0,5168	0,5574	0,667	80691



Slika 38. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva modela br.819



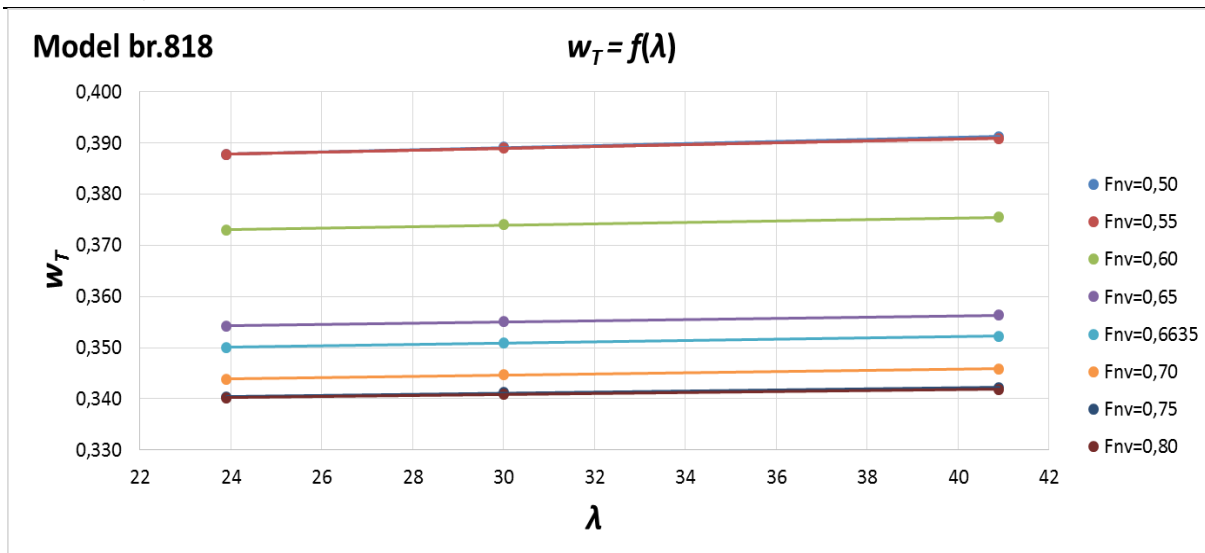
Slika 39. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja modela br.819

**Tablica 41. Vrijednosti koeficijenta polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva modela br.818**

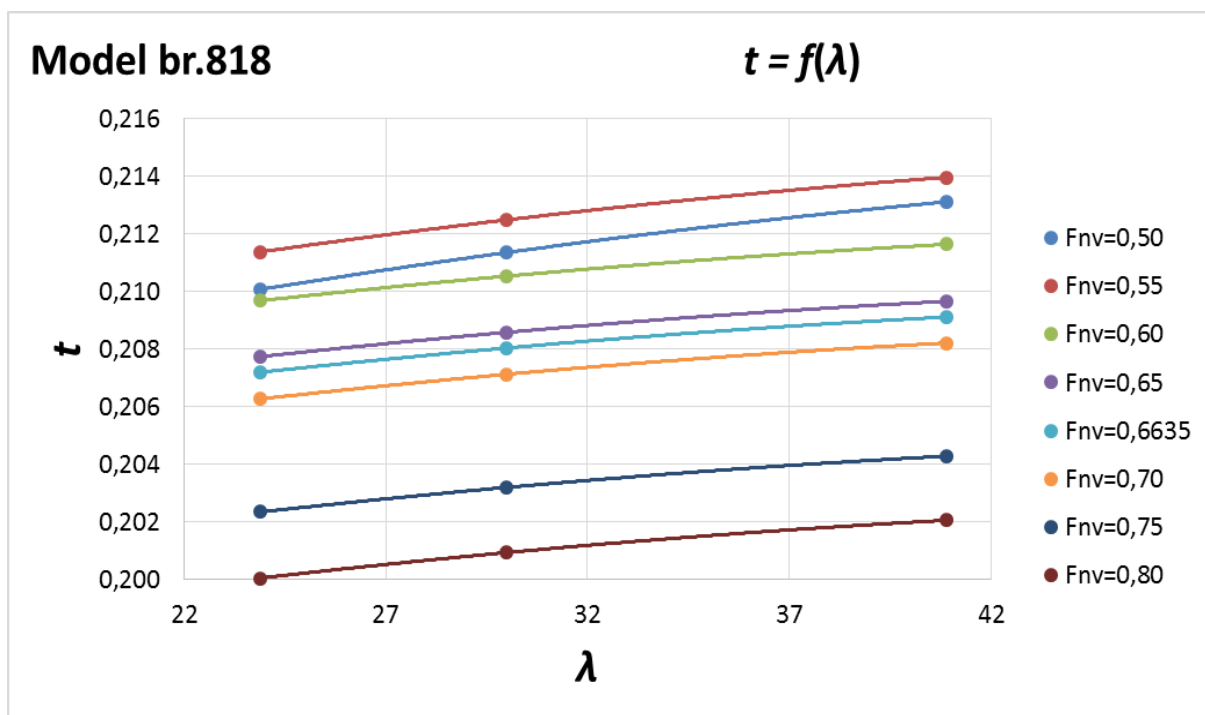
Fn ▽	w <sub>T</sub>			t			η <sub>R</sub>			n <sub>M</sub> [o/s]		
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> × 10	C <sub>3</sub> × 100	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> × 10	C <sub>3</sub> × 100	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> × 10	C <sub>3</sub> × 100	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> × 10
0,50	0,52141	-1,44423	3,66372	0,32673	-1,25472	3,15500	1,05984	-0,05883	0,05136	5,32633	3,11954	-4,24340
0,55	0,51575	-1,11355	2,27347	0,29542	-0,67623	1,19420	1,06005	-0,04661	0,01255	6,24346	2,34507	-1,88641
0,60	0,52308	-1,00095	1,61535	0,26603	-0,28604	0,25319	1,06719	-0,09659	0,11871	6,46842	2,52008	-2,13451
0,65	0,42793	-0,32139	0,27452	0,25868	-0,18984	0,08723	1,06895	-0,09352	0,10386	7,46316	2,14123	-1,43036
0,66	0,42065	-0,28513	0,21963	0,25694	-0,17443	0,06628	1,06876	-0,08902	0,09484	7,51118	2,15606	-1,44233
0,6635	0,42110	-0,29094	0,22919	0,25429	-0,15522	0,03761	1,07006	-0,09667	0,10563	7,58533	2,12121	-1,38307
0,67	0,42193	-0,30173	0,24693	0,24938	-0,11953	-0,01564	1,07246	-0,11088	0,12568	7,72304	2,05649	-1,27301
0,70	0,43925	-0,39076	0,35999	0,25257	-0,12916	0,01219	1,07234	-0,09793	0,09850	8,05567	1,96115	-1,08446
0,75	0,44515	-0,36391	0,29461	0,25317	-0,11693	0,01234	1,07783	-0,10933	0,09820	8,81880	1,74642	-0,78168
0,80	0,43045	-0,26982	0,18527	0,24919	-0,09143	-0,00585	1,07959	-0,10449	0,08347	10,04438	1,36218	-0,38461

**Tablica 42. Izračunate vrijednosti koeficijenta propulzije za tri različita mjerila modela br.818**

λ = 23,9													
Fn ▽	w <sub>T</sub>	t	η <sub>R</sub>	n <sub>M</sub> [o/s]	η <sub>H</sub>	η <sub>H</sub> × η <sub>R</sub>	F <sub>M</sub> × 100	n <sub>S</sub> [o/min]	J	n <sub>O</sub>	n <sub>D</sub>	P <sub>D</sub> [kW]	
0,50	0,3878	0,2101	1,0522	9,0173	1,2904	1,3578	1,192	110,7	0,5312	0,5605	0,761	1941	
0,55	0,3878	0,2114	1,0519	9,9227	1,2881	1,3550	1,227	121,8	0,5311	0,5604	0,759	2660	
0,60	0,3730	0,2097	1,0503	11,4945	1,2605	1,3239	1,456	141,1	0,5122	0,5466	0,724	4201	
0,65	0,3542	0,2077	1,0498	12,7697	1,2267	1,2878	1,573	156,7	0,5145	0,5484	0,706	5752	
0,66	0,3511	0,2072	1,0498	13,0003	1,2218	1,2827	1,590	159,6	0,5155	0,5493	0,705	6079	
0,6635	0,3501	0,2072	1,0497	13,0763	1,2198	1,2804	1,597	160,5	0,5161	0,5497	0,704	6198	
0,67	0,3482	0,2072	1,0493	13,2182	1,2163	1,2763	1,610	162,2	0,5171	0,5505	0,703	6424	
0,70	0,3438	0,2063	1,0496	13,8441	1,2095	1,2695	1,630	169,9	0,5193	0,5522	0,701	7395	
0,75	0,3404	0,2023	1,0484	15,1638	1,2093	1,2678	1,748	186,1	0,5106	0,5453	0,691	9877	
0,80	0,3402	0,2001	1,0478	16,0890	1,2125	1,2705	1,746	197,5	0,5134	0,5476	0,696	11926	
λ = 30													
Fn ▽	w <sub>T</sub>	t	η <sub>R</sub>	n <sub>M</sub> [o/s]	η <sub>H</sub>	η <sub>H</sub> × η <sub>R</sub>	F <sub>M</sub> × 100	n <sub>S</sub> [o/min]	J	n <sub>O</sub>	n <sub>D</sub>	P <sub>D</sub> [kW]	
0,50	0,3893	0,2114	1,0524	8,944696	1,2913	1,3590	1,160	98,0	0,5343	0,5626	0,765	4170	
0,55	0,3891	0,2125	1,0521	9,846401	1,2891	1,3562	1,195	107,9	0,5340	0,5624	0,763	5721	
0,60	0,3740	0,2105	1,0505	11,41661	1,2612	1,3249	1,424	125,1	0,5148	0,5487	0,727	9071	
0,65	0,3551	0,2086	1,0500	12,6917	1,2272	1,2886	1,541	139,0	0,5169	0,5503	0,709	12442	
0,66	0,3520	0,2080	1,0500	12,92182	1,2222	1,2834	1,558	141,6	0,5179	0,5512	0,707	13152	
0,6635	0,3510	0,2080	1,0498	12,99756	1,2203	1,2811	1,565	142,4	0,5185	0,5516	0,707	13411	
0,67	0,3491	0,2081	1,0495	13,13892	1,2166	1,2769	1,578	143,9	0,5195	0,5524	0,705	13904	
0,70	0,3447	0,2071	1,0497	13,76126	1,2099	1,2700	1,598	150,7	0,5217	0,5540	0,704	16015	
0,75	0,3412	0,2032	1,0485	15,07993	1,2095	1,2682	1,717	165,2	0,5128	0,5471	0,694	21423	
0,80	0,3409	0,2009	1,0480	16,0013	1,2124	1,2706	1,716	175,3	0,5157	0,5494	0,698	25876	
λ = 40,9													
Fn ▽	w <sub>T</sub>	t	η <sub>R</sub>	n <sub>M</sub> [o/s]	η <sub>H</sub>	η <sub>H</sub> × η <sub>R</sub>	F <sub>M</sub> × 100	n <sub>S</sub> [o/min]	J	n <sub>O</sub>	n <sub>D</sub>	P <sub>D</sub> [kW]	
0,50	0,3913	0,2131	1,0526	8,8509	1,2927	1,3607	1,119	83,0	0,5382	0,5652	0,769	11848	
0,55	0,3909	0,2140	1,0523	9,7487	1,2905	1,3580	1,155	91,5	0,5378	0,5650	0,767	16282	
0,60	0,3755	0,2116	1,0508	11,3161	1,2623	1,3264	1,383	106,2	0,5182	0,5514	0,731	25945	
0,65	0,3563	0,2097	1,0503	12,5912	1,2278	1,2896	1,500	118,1	0,5200	0,5528	0,713	35678	
0,66	0,3532	0,2091	1,0502	12,8206	1,2228	1,2843	1,517	120,3	0,5211	0,5535	0,711	37734	
0,6635	0,3522	0,2091	1,0501	12,8961	1,2208	1,2820	1,524	121,0	0,5216	0,5539	0,710	38487	
0,67	0,3502	0,2091	1,0498	13,0369	1,2171	1,2777	1,537	122,3	0,5226	0,5546	0,709	39917	
0,70	0,3459	0,2082	1,0500	13,6546	1,2104	1,2709	1,558	128,1	0,5248	0,5561	0,707	46000	
0,75	0,3422	0,2043	1,0488	14,9721	1,2097	1,2687	1,677	140,5	0,5157	0,5494	0,697	61655	
0,80	0,3419	0,2021	1,0482	15,8891	1,2125	1,2710	1,677	149,1	0,5186	0,5517	0,701	74504	



Slika 40. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva modela br.818



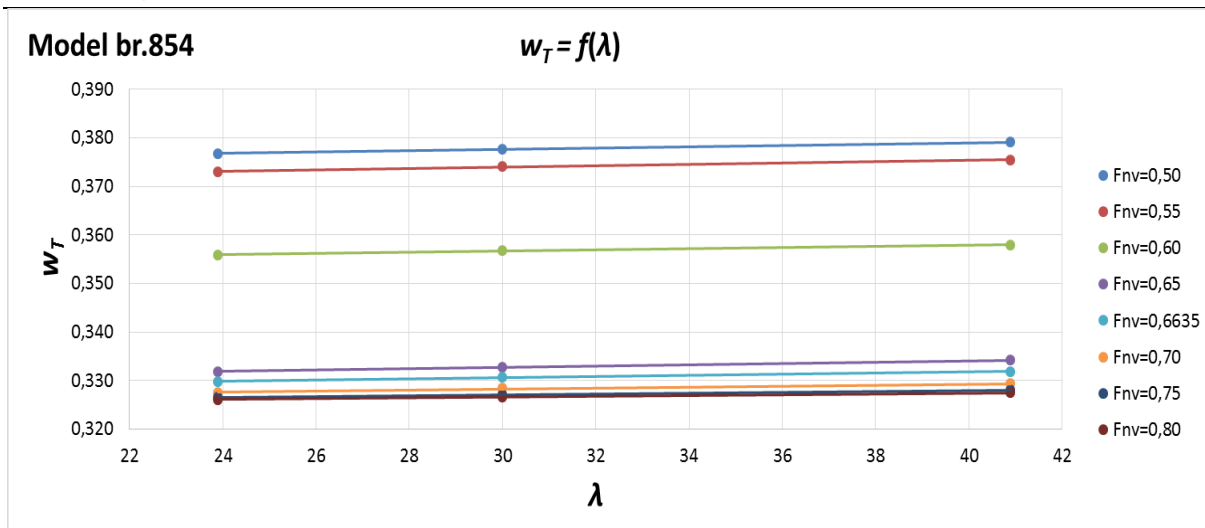
Slika 41. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja modela br.818

**Tablica 43. Vrijednosti koeficijenta polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva modela br.854**

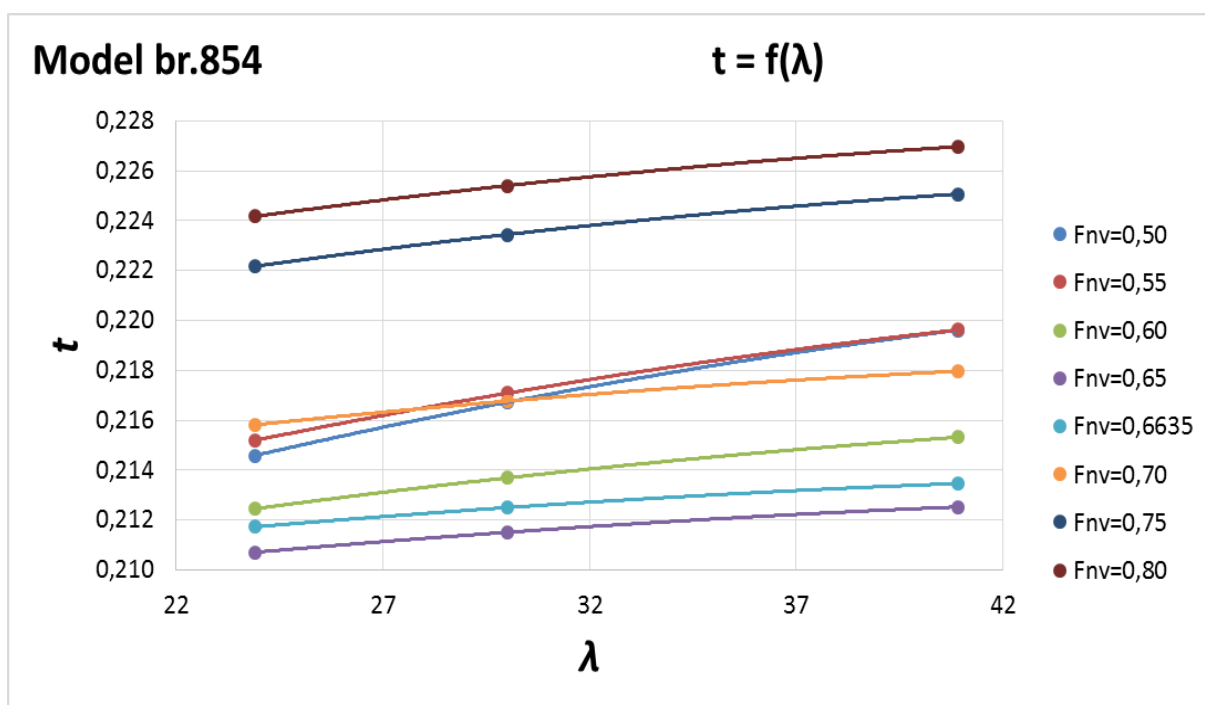
$F_n \nabla$	$w_T$			$t$			$\eta_R$			$n_M$ [o/s]		
	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2$	$C_3 \times 10$
0,50	0,42077	-0,34672	0,25516	0,37935	-1,78217	4,37745	1,05350	0,04287	-0,38302	5,58899	3,03097	-4,33939
0,55	0,43873	-0,49666	0,74243	0,36574	-1,25675	2,35126	1,04370	0,14492	-0,49698	6,62523	2,16181	-1,50092
0,60	0,37528	0,02923	-0,42698	0,31278	-0,57349	0,68975	1,04430	0,10523	-0,26294	7,17442	2,13318	-1,47245
0,65	0,39482	-0,24472	0,12400	0,24963	-0,12552	-0,00746	1,04347	0,08798	-0,17731	7,61281	2,10365	-1,32947
0,66	0,39496	-0,25801	0,16665	0,24034	-0,06029	-0,09939	1,04727	0,05773	-0,12200	7,94133	1,93793	-1,06835
0,6635	0,39182	-0,23952	0,14299	0,23832	-0,04451	-0,12006	1,04988	0,03888	-0,09117	8,07949	1,86568	-0,95909
0,67	0,38599	-0,20518	0,09905	0,23457	-0,01521	-0,15846	1,05474	0,00386	-0,03392	8,33606	1,73149	-0,75619
0,70	0,36327	-0,08070	-0,03942	0,25610	-0,08035	-0,07358	1,06324	-0,05860	0,06455	9,17805	1,42925	-0,38569
0,75	0,34363	0,00558	-0,10054	0,30494	-0,21757	0,06761	1,07923	-0,14373	0,15685	9,20145	1,79244	-0,90732
0,80	0,34409	-0,00116	-0,06670	0,28940	-0,11822	-0,01846	1,08990	-0,18107	0,17446	10,58870	1,28124	-0,33891

**Tablica 44. Izračunate vrijednosti koeficijenta propulzije za tri različita mjerila modela br.854**

$\lambda = 23,9$												
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$\eta_H$	$\eta_H \times \eta_R$	$F_M \times 100$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]
0,50	0,3767	0,2146	1,0519	9,0168	1,2601	1,3254	1,170	110,7	0,5409	0,5671	0,752	1882
0,55	0,3731	0,2152	1,0536	10,0508	1,2519	1,3190	1,240	123,4	0,5369	0,5644	0,744	2670
0,60	0,3558	0,2124	1,0542	11,5913	1,2226	1,2888	1,473	142,3	0,5218	0,5540	0,714	4193
0,65	0,3318	0,2107	1,0538	12,7874	1,1812	1,2448	1,582	156,9	0,5316	0,5607	0,698	5656
0,66	0,3301	0,2114	1,0533	12,9985	1,1772	1,2400	1,598	159,5	0,5323	0,5612	0,696	5975
0,6635	0,3297	0,2117	1,0530	13,0739	1,1761	1,2384	1,605	160,5	0,5323	0,5612	0,695	6100
0,67	0,3292	0,2124	1,0523	13,2139	1,1741	1,2356	1,620	162,2	0,5323	0,5612	0,693	6338
0,70	0,3276	0,2158	1,0504	13,9793	1,1663	1,2250	1,699	171,6	0,5269	0,5575	0,683	7634
0,75	0,3266	0,2222	1,0464	15,3394	1,1550	1,2085	1,770	188,3	0,5153	0,5491	0,664	9933
0,80	0,3261	0,2242	1,0429	16,2508	1,1512	1,2006	1,816	199,4	0,5192	0,5522	0,663	12295
$\lambda = 30$												
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$\eta_H$	$\eta_H \times \eta_R$	$F_M \times 100$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]
0,50	0,3778	0,2167	1,0521	8,9471	1,2588	1,3244	1,139	98,0	0,5442	0,5692	0,754	4046
0,55	0,3741	0,2171	1,0538	9,9767	1,2510	1,3183	1,210	109,3	0,5399	0,5665	0,747	5750
0,60	0,3568	0,2137	1,0543	11,5163	1,2225	1,2889	1,442	126,2	0,5244	0,5558	0,716	9064
0,65	0,3328	0,2115	1,0539	12,7070	1,1818	1,2456	1,549	139,2	0,5341	0,5624	0,701	12233
0,66	0,3310	0,2121	1,0534	12,9179	1,1777	1,2407	1,565	141,5	0,5349	0,5630	0,698	12927
0,6635	0,3307	0,2125	1,0531	12,9934	1,1766	1,2391	1,572	142,3	0,5349	0,5630	0,698	13199
0,67	0,3301	0,2132	1,0525	13,1331	1,1746	1,2362	1,587	143,9	0,5348	0,5629	0,696	13715
0,70	0,3284	0,2168	1,0504	13,8985	1,1662	1,2250	1,667	152,3	0,5294	0,5592	0,685	16546
0,75	0,3272	0,2234	1,0464	15,2593	1,1542	1,2078	1,739	167,2	0,5175	0,5508	0,665	21554
0,80	0,3267	0,2254	1,0430	16,1663	1,1504	1,1999	1,785	177,1	0,5214	0,5538	0,664	26701
$\lambda = 40,9$												
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$\eta_H$	$\eta_H \times \eta_R$	$F_M \times 100$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]
0,50	0,3791	0,2196	1,0524	8,8571	1,2569	1,3228	1,100	83,1	0,5485	0,5720	0,757	11509
0,55	0,3755	0,2196	1,0540	9,8819	1,2497	1,3171	1,171	92,7	0,5439	0,5690	0,749	16396
0,60	0,3580	0,2153	1,0544	11,4201	1,2223	1,2888	1,402	107,1	0,5278	0,5582	0,719	25968
0,65	0,3342	0,2125	1,0541	12,6036	1,1827	1,2466	1,507	118,2	0,5374	0,5647	0,704	35075
0,66	0,3323	0,2131	1,0536	12,8145	1,1785	1,2417	1,523	120,2	0,5382	0,5652	0,702	37074
0,6635	0,3319	0,2135	1,0532	12,8900	1,1773	1,2400	1,530	120,9	0,5382	0,5652	0,701	37861
0,67	0,3313	0,2141	1,0526	13,0296	1,1752	1,2370	1,545	122,2	0,5381	0,5652	0,699	39354
0,70	0,3294	0,2180	1,0505	13,7955	1,1661	1,2251	1,626	129,4	0,5325	0,5614	0,688	47573
0,75	0,3280	0,2251	1,0465	15,1560	1,1532	1,2069	1,700	142,2	0,5204	0,5531	0,667	62072
0,80	0,3275	0,2270	1,0431	16,0584	1,1494	1,1989	1,746	150,7	0,5243	0,5558	0,666	76987



Slika 42. Utjecaj različitih mjerila na koeficijente sustrujanja poriva modela br.854



Slika 43. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja modela br.854

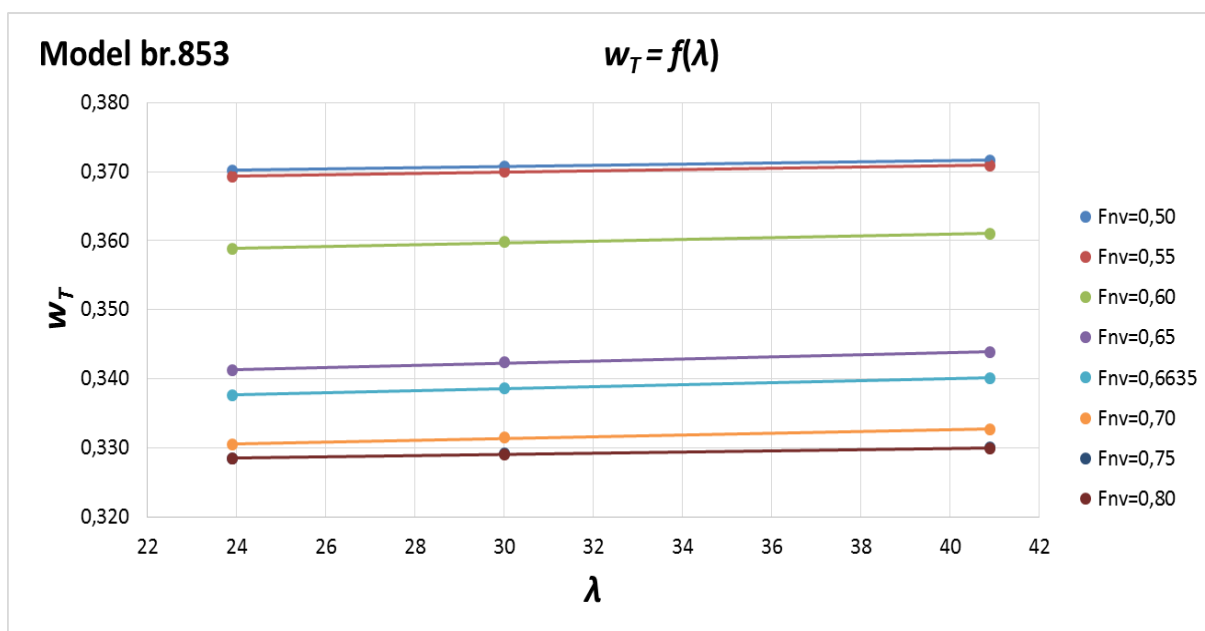


**Tablica 45. Vrijednosti koeficijenta polinoma propulzije za raspon Froudeovih brojeva modela br.853**

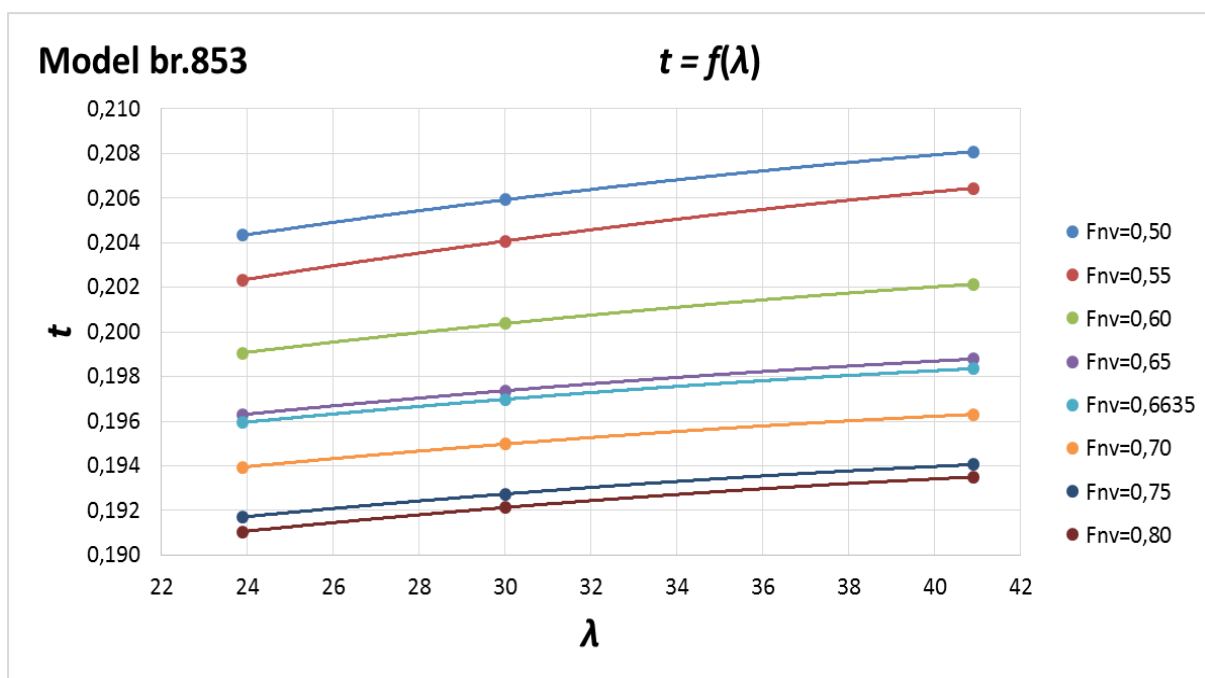
$F_n \nabla$	$w_T$			$t$			$\eta_R$			$n_M$ [o/s]		
	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2 \times 10$	$C_3 \times 100$	$C_1$	$C_2$	$C_3 \times 10$
0,50	0,40120	-0,25117	0,28790	0,33336	-1,33312	3,13990	1,10177	-0,55696	1,51597	6,88431	1,44462	0,17094
0,55	0,40696	-0,26093	0,29330	0,35702	-1,34516	2,71296	1,09019	-0,35108	0,79611	7,10937	1,74189	-0,73271
0,60	0,43598	-0,45863	0,58557	0,33351	-0,86525	1,29066	1,07463	-0,16469	0,27645	7,36885	1,84175	-0,86884
0,65	0,44969	-0,54023	0,60622	0,29655	-0,49021	0,52979	1,06072	-0,05135	0,04680	7,88450	1,84530	-0,93691
0,66	0,44387	-0,50506	0,54184	0,28870	-0,42843	0,42640	1,05989	-0,04765	0,04089	7,95699	1,85903	-0,96531
0,6635	0,44368	-0,50430	0,53749	0,28619	-0,40928	0,39567	1,06029	-0,05023	0,04592	7,94837	1,88501	-1,00751
0,67	0,44334	-0,50288	0,52942	0,28152	-0,37371	0,33860	1,06103	-0,05503	0,05525	7,93237	1,93326	-1,08588
0,70	0,42432	-0,38748	0,35806	0,27144	-0,28219	0,19220	1,05243	-0,01064	0,00320	8,41005	1,81716	-0,93549
0,75	0,38851	-0,19117	0,12584	0,25730	-0,16998	0,04962	1,04378	0,03558	-0,04885	9,50808	1,48663	-0,52870
0,80	0,37519	-0,11665	0,04952	0,24901	-0,10913	-0,00809	1,04324	0,03386	-0,04057	10,19547	1,38285	-0,41777

**Tablica 46. Izračunate vrijednosti koeficijenta propulzije za tri različita mjerila modela br.853**

$\lambda = 23,9$													
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$\eta_H$	$\eta_H \times \eta_R$	$F_{M \times 100}$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]	
0,50	0,3701	0,2043	1,0524	9,0788	1,2632	1,3294	1,227	111,4	0,5428	0,5683	0,756	1969	
0,55	0,3693	0,2023	1,0527	10,0259	1,2647	1,3314	1,229	123,0	0,5414	0,5674	0,755	2631	
0,60	0,3588	0,1991	1,0509	11,3555	1,2491	1,3127	1,415	139,4	0,5302	0,5598	0,735	3984	
0,65	0,3413	0,1963	1,0494	12,6429	1,2201	1,2804	1,541	155,2	0,5299	0,5596	0,717	5519	
0,66	0,3385	0,1961	1,0489	12,8544	1,2154	1,2749	1,549	157,8	0,5314	0,5606	0,715	5798	
0,6635	0,3376	0,1959	1,0489	12,9325	1,2138	1,2732	1,553	158,7	0,5318	0,5609	0,714	5903	
0,67	0,3357	0,1957	1,0490	13,0775	1,2107	1,2700	1,561	160,5	0,5326	0,5614	0,713	6102	
0,70	0,3305	0,1939	1,0490	13,8046	1,2040	1,2629	1,614	169,4	0,5312	0,5605	0,708	7210	
0,75	0,3285	0,1917	1,0500	15,0588	1,2037	1,2638	1,703	184,8	0,5233	0,5551	0,702	9447	
0,80	0,3285	0,1911	1,0499	16,1771	1,2046	1,2648	1,727	198,5	0,5197	0,5525	0,699	11677	
$\lambda = 30$													
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$\eta_H$	$\eta_H \times \eta_R$	$F_{M \times 100}$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]	
0,50	0,3708	0,2059	1,0528	9,0203	1,2620	1,3287	1,195	98,8	0,5458	0,5703	0,758	4237	
0,55	0,3700	0,2041	1,0530	9,9572	1,2634	1,3304	1,199	109,1	0,5445	0,5694	0,758	5664	
0,60	0,3598	0,2004	1,0511	11,2781	1,2490	1,3127	1,383	123,5	0,5330	0,5617	0,737	8601	
0,65	0,3424	0,1974	1,0496	12,5624	1,2205	1,2810	1,508	137,6	0,5325	0,5613	0,719	11934	
0,66	0,3396	0,1971	1,0491	12,7731	1,2158	1,2755	1,517	139,9	0,5340	0,5624	0,717	12539	
0,6635	0,3386	0,1970	1,0491	12,8509	1,2142	1,2738	1,521	140,8	0,5343	0,5626	0,717	12767	
0,67	0,3368	0,1967	1,0491	12,9955	1,2111	1,2706	1,528	142,4	0,5351	0,5631	0,716	13200	
0,70	0,3314	0,1950	1,0490	13,7225	1,2041	1,2631	1,582	150,3	0,5337	0,5622	0,710	15613	
0,75	0,3292	0,1927	1,0500	14,9753	1,2034	1,2635	1,672	164,0	0,5257	0,5567	0,703	20492	
0,80	0,3291	0,1921	1,0500	16,0891	1,2041	1,2643	1,696	176,2	0,5220	0,5542	0,701	25343	
$\lambda = 40,9$													
$F_n \nabla$	$w_T$	$t$	$\eta_R$	$n_M$ [o/s]	$\eta_H$	$\eta_H \times \eta_R$	$F_{M \times 100}$	$n_S$ [o/min]	$J$	$n_O$	$n_D$	$P_D$ [kW]	
0,50	0,3716	0,2081	1,0535	8,9464	1,2602	1,3276	1,156	83,9	0,5496	0,5727	0,760	12068	
0,55	0,3710	0,2064	1,0535	9,8696	1,2615	1,3290	1,160	92,6	0,5485	0,5721	0,760	16143	
0,60	0,3610	0,2021	1,0513	11,1794	1,2487	1,3127	1,343	104,9	0,5366	0,5642	0,741	24605	
0,65	0,3438	0,1988	1,0497	12,4593	1,2211	1,2818	1,467	116,9	0,5357	0,5635	0,722	34211	
0,66	0,3411	0,1985	1,0493	12,6688	1,2164	1,2763	1,475	118,9	0,5372	0,5646	0,721	35949	
0,6635	0,3401	0,1984	1,0493	12,7462	1,2148	1,2746	1,479	119,6	0,5376	0,5648	0,720	36606	
0,67	0,3382	0,1981	1,0493	12,8902	1,2117	1,2714	1,487	120,9	0,5383	0,5653	0,719	37850	
0,70	0,3326	0,1963	1,0491	13,6171	1,2043	1,2634	1,542	127,8	0,5368	0,5643	0,713	44835	
0,75	0,3300	0,1941	1,0501	14,8684	1,2029	1,2632	1,633	139,5	0,5288	0,5589	0,706	58979	
0,80	0,3299	0,1935	1,0501	15,9763	1,2035	1,2638	1,658	149,9	0,5251	0,5563	0,703	73001	



Slika 44. Utjecaj mjerila na koeficijente sustrujanja poriva modela br.853



Slika 45. Utjecaj mjerila na koeficijente upijanja modela br.853

### 5.3. Utjecaj mjerila na značajke propulzije

Iz grafova prikazanim na Slikama 30.-45. dobivenih na temelju izračunatih podataka propulzije iz Tablica 31., 32., 34., 36., 38., 40., 42., 44. i 46. može se uočiti kako mjerilo modela utječe na značajke propulzije. Koeficijent sustrujanja poriva s porastom mjerila ima blagi linearan porast za koji se može reći da je neznatan. S druge strane koeficijent upijanja znatno eksponencijalno raste s porastom mjerila. Također koeficijent sustrujanja  $w_T$  postiže svoj maksimum kod minimalnog Froudevog broja na temelju istisnine  $F_{n\nabla} = 0,50$ . Za koeficijent upijanja je teško definirati općenitu ovisnost o Froudeovom broju na temelju istisnine. Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da koeficijent upijanja pada s porastom  $F_{n\nabla}$ . To se odnosi na modele br.788, br.845 i br.853 dok je kod drugih modela: br.816, br.852, br.819 i br.854 obratno tj. kod njih koeficijent upijanja raste s porastom  $F_{n\nabla}$ .

## 6. PROCJENA UTJECAJA $L_{DWL}/B$ I $B/T$ NA ZNAČAJKE OTPORA I PROPULZIJE POMOĆU POLINOMA

Podatci otpora i propulzije dobiveni iz prve serije pokusa čine bazu za konstruiranje konture polinoma. Ovo je još jedan način prikaza utjecaja  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  na značajke otpora i propulzije. Koeficijenti forme  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  su nezavisne varijable i svaki skup vrijednosti koeficijenata polinoma pripada određenoj konstantnoj brzini odnosno Froudeovom broju na temelju istisnine  $F_{nV}$ . U prvoj seriji pokusa vrijednosti  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  se razlikuju za svaki model što se vidi na Slici 2. i u Tablici 47. gdje se ovisno o njihovom povećanju ili smanjenju mijenjaju vrijednosti otpora i propulzije. Slijedeći polinom je pogodan za tu svrhu:

$$f(x, y) = A_1 + A_2 \cdot x + A_3 \cdot x^2 + A_4 \cdot x^3 + A_5 \cdot y + A_6 \cdot x \cdot y + A_7 \cdot x^2 \cdot y + A_8 \cdot y + A_9 \cdot x \cdot y^2 + A_{10} \cdot x^2 \cdot y^2 \quad (31)$$

gdje je :

$$x = \frac{L_{DWL}}{B} - \left( \frac{L_{DWL}}{B} \right)_p \quad (32)$$

$$y = \frac{B}{T} - \left( \frac{B}{T} \right)_p \quad (33)$$

Indeks „p“ je oznaka za osnovni model br.788 (eng. parent model).

Koeficijenti polinoma  $A_1$ - $A_{10}$  za određenu zavisnu varijablu  $f(x,y)$  i konstantnu brzinu se računaju na sljedeći način; korišten je skup od 10 polinoma, jedan polinom za svaki model. Vrijednost tražene zavisne varijable za odabranu konstantnu brzinu određena je na temelju podataka o otporu dobivenim u Tablicama 3.-29. i komponentata propulzije iz Tablica 30.-46. U daljnjem postupku vrijednost zavisne varijable je uvrštena u polinom modela zajedno s odgovarajućim vrijednostima nezavisnih varijabli  $x$  i  $y$ . Kada se navedeni proces ponovi za svaki model, to jest za sve modele, skup polinoma pretvara se u skup od deset jednadžbi prvog stupnja gdje su koeficijenti polinoma  $A_1$ - $A_{10}$  nepoznanice. Skup jednadžbi se može dobiti pomoću Gaussove metode eliminacije ili pomoću računalnih programa [3].

U Tablici 48. koeficijenti polinoma su izračunati za slijedeće zavisne varijable: preostali koeficijent otpora izračunat na temelju istisnine  $C_{RV}$ , koeficijent ukupnog otpora broda izračunat na temelju istisnine  $C_{TV}$ , ukupni faktor dobrote  $F_M$ , koeficijent susutrujanja  $w_T$ , koeficijent upijanja  $t$  i koeficijent prijelaza  $\eta_R$ . Vrijednosti navedenih zavisnih varijabli su prikazane u Tablici 49.

Na Slikama 46.-53. prikazane su konture funkcije za jednu zavisnu varijablu  $C_{TVS}$ . Također je moguće pomoću programa Maxime prikazati prethodno spomenute zavisne varijable.

Polinomi se koriste za lakše računanje traženih vrijednosti ukupnog otpora i propulzije te prikazivanje kontura funkcija. Nedostatak ove metode je to što su polinomi manje vjerodostojni u rubnim područjima pa se uporaba polinoma ne razmatra izvan razmatranog područja [3]. To se odnosi na vrijednosti  $L_{DWL}/B$  manjim od 6,1 te  $B/T$  manjim od 2,941 u odnosu na osnovni model br.788.

Sukladno tome varijable  $x$  i  $y$  su :

$$x = \frac{L_{DWL}}{B} - 6,64 \quad (34)$$

$$y = \frac{B}{T} - 2,941 \quad (35)$$

**Tablica 47. Vrijednosti  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  odnosno varijable  $x$  i  $y$  za različite modele**

model br.	788	844	817	816	852	845	819	818	854	853
$L_{DWL}/B$	6,6400	5,8072	6,2002	7,0001	6,1987	6,1992	6,6403	6,6400	7,0017	7,0004
$B/T$	2,9410	2,9404	2,9402	2,9413	2,6992	3,2007	2,7000	3,2002	2,7014	3,1987
$x$	0,0000	-0,8328	-0,4398	0,3601	-0,4413	-0,4408	0,0003	0,0000	0,3617	0,3604
$y$	0,0000	-0,0006	-0,0008	0,0003	-0,2418	0,2597	-0,2410	0,2592	-0,2396	0,2577

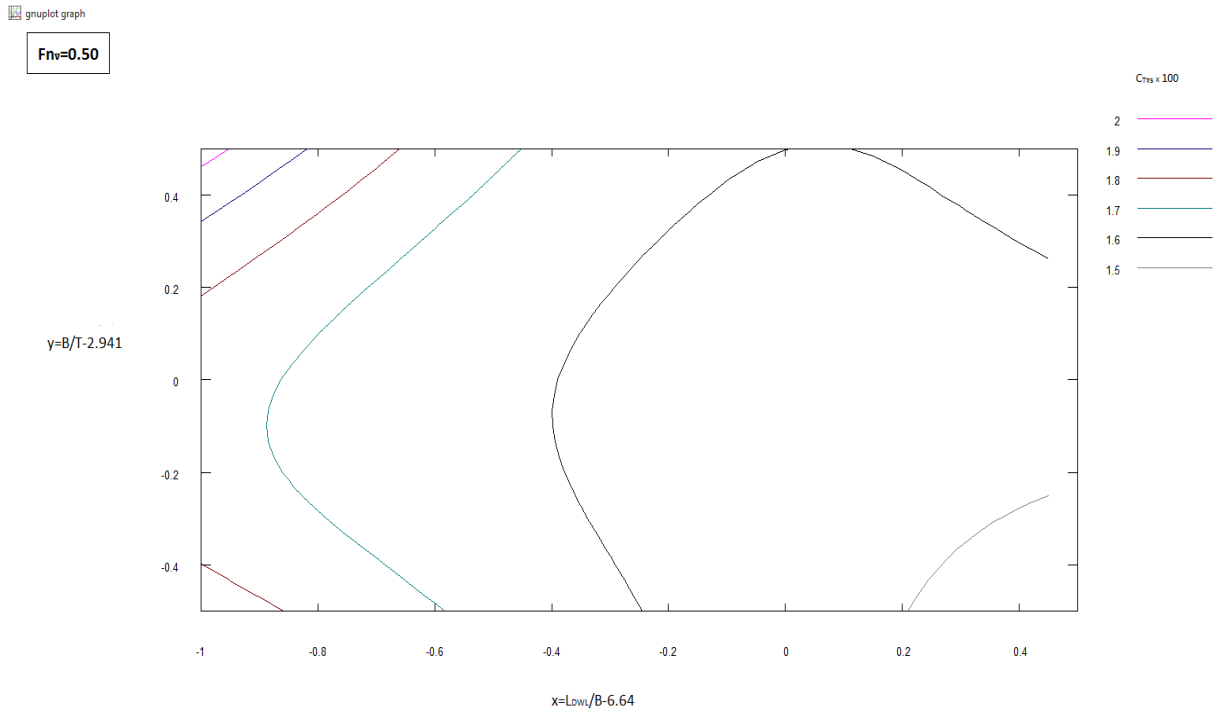
**Tablica 48. Vrijednosti koeficijenta polinoma otpora i propulzije za raspon Froudeovih brojeva**

$f(x,y)$	$F_n \nabla$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$	$A_9$	$A_{10}$
$(S) \times 10$		63,934071	3,054622	0,081964	0,414376	3,928031	0,044504	-0,880414	0,706824	1,735960	2,999690
$C_{r\tau} \times 100$	0,48	0,582970	-0,111920	0,116954	0,021319	0,030362	0,187312	0,263359	0,075776	-0,021819	0,39853
	0,50	0,589986	-0,091736	0,098970	-0,041461	0,013999	0,177018	0,293635	0,094110	-0,390543	0,49357
	0,52	0,618029	-0,057735	-0,044958	-0,332506	-0,029042	0,205454	0,349637	-0,051287	-0,748847	2,21870
	0,55	0,680174	-0,143270	-0,056456	-0,432422	-0,174407	0,258854	0,206970	0,313223	-0,678950	2,93107
	0,58	0,843240	-0,271685	0,051600	-0,145280	-0,240517	0,091583	-0,261739	0,714029	-0,219337	-1,29352
	0,60	0,974186	-0,171986	-0,183670	-0,455342	-0,185890	0,061310	0,224036	0,091322	-0,208736	1,69543
	0,62	1,015086	-0,119724	-0,152051	-0,454676	-0,085591	0,054760	0,354595	0,076589	0,051351	2,62907
	0,65	1,017089	-0,191717	0,095862	-0,094735	-0,089912	0,011888	0,306012	0,683944	-0,280186	-1,05343
	0,6635	1,044570	-0,205022	0,052678	-0,160901	-0,120742	0,011042	0,247538	0,695628	-0,222103	-0,362365
	0,68	1,078158	-0,221284	-0,000103	-0,241771	-0,158422	0,010009	0,176069	0,709909	-0,151113	0,48227
	0,70	1,152152	-0,212388	-0,191785	-0,441394	-0,152199	-0,082392	0,256974	-0,288763	0,601072	7,15688
	0,72	1,205086	-0,186900	-0,176799	-0,422117	-0,086058	-0,148522	0,199839	-0,098869	0,009133	4,69225
	0,75	1,252025	-0,168086	-0,047143	-0,307468	-0,024818	-0,088651	0,278972	0,035933	-0,388809	1,42127
	0,78	1,259065	-0,219036	0,180778	-0,078035	-0,065068	0,057346	0,413095	0,145720	-0,287106	-0,25011
	0,80	1,282172	-0,225960	0,156741	-0,237216	-0,172299	0,261104	0,292923	0,305156	-0,826256	1,13921
0,82	1,347272	-0,174793	-0,175312	-0,950715	-0,271949	0,468382	-0,408584	0,287863	-1,977143	7,11332	
$C_{r\nu} \times 100$	0,50	1,556941	-0,068916	0,101997	-0,011906	-0,058778	0,169808	0,292239	0,055605	-0,248308	0,53091
	0,55	1,633131	-0,105209	-0,060092	-0,438026	-0,130920	0,273552	0,252101	0,338753	-0,718105	2,71942
	0,60	1,920135	-0,133159	-0,204905	-0,481472	-0,134594	0,025908	0,183712	0,027869	-0,033272	2,09107
	0,65	1,950045	-0,157569	0,098923	-0,088407	-0,046101	0,011477	0,293110	0,693460	-0,276509	-1,00104
	0,6635	1,984893	-0,164555	0,015599	-0,184437	-0,063182	-0,009975	0,288574	0,443803	-0,047843	1,073413
	0,70	2,079110	-0,183442	-0,209686	-0,444072	-0,109365	-0,067974	0,276310	-0,231196	0,570402	6,68212
	0,75	2,165998	-0,136287	-0,027569	-0,286505	0,001980	-0,081290	0,401177	0,095811	-0,369051	1,28707
	0,80	2,192130	-0,189659	0,156316	-0,238135	-0,130331	0,262589	0,369779	0,306954	-0,814775	1,03360
	0,50	1,137016	0,015003	0,029665	-0,115666	-0,016137	0,139676	0,538734	0,401501	-0,557436	1,58320
	0,55	1,195171	-0,055822	-0,024892	-0,295383	-0,171267	0,202053	0,465075	0,655691	-0,644489	2,58965
0,60	1,450255	-0,115101	-0,109411	-0,309528	-0,256063	0,163768	0,526800	0,596301	-0,641894	1,35459	
$F_{Mx} \times 100$	0,65	1,532197	-0,113543	0,081732	-0,059716	-0,198041	0,070775	0,611876	0,891128	-0,967925	-0,38146
	0,6635	1,562721	-0,120886	0,059997	-0,086899	-0,211869	0,050385	0,585781	0,720741	-0,837828	0,863108
	0,70	1,645249	-0,140741	0,001232	-0,160394	-0,249256	-0,004744	0,515226	0,260065	-0,486083	4,22805
	0,75	1,726185	-0,127591	0,229744	0,067293	-0,185718	-0,042178	0,521928	0,578087	-1,164713	-1,99573
	0,80	1,750331	-0,186813	0,403531	0,146641	-0,331569	0,248195	0,483095	0,767212	-1,436008	-1,90825
	0,50	3,958153	-0,356698	0,061302	0,308070	0,048064	-0,292186	-0,375195	-1,149997	0,470481	-5,89579
	0,55	3,940330	-0,233638	-0,085837	0,008426	0,070479	-0,283497	-0,094559	-1,000964	-0,591387	-6,03277
0,60	3,717000	-0,078907	0,080889	0,149900	0,300629	-0,523485	-0,098992	-0,808282	-0,351093	-8,22072	
$w_r \times 10$	0,65	3,475196	-0,232710	0,399129	0,600904	0,304171	-0,195113	-0,079764	-0,049351	0,211864	-12,32316
	0,6635	3,460749	-0,241938	0,307902	0,499822	0,279241	-0,219578	-0,128182	-0,156098	0,579250	-10,78145
	0,70	3,421689	-0,266886	0,061252	0,226526	0,211837	-0,285725	-0,259091	-0,444710	1,572552	-6,61313
	0,75	3,395421	-0,280115	-0,015882	0,144569	0,179715	-0,303305	-0,200043	-0,447280	2,111323	-4,60773
	0,80	3,375815	-0,300709	0,095867	0,297061	0,185197	-0,323405	-0,124809	-0,214217	2,210729	-6,39001
	0,50	2,175859	0,296151	-0,964037	-1,379231	0,142918	-1,070837	0,142654	-1,468830	-1,138979	17,28295
	0,55	2,150845	0,259773	-0,685393	-0,984551	0,156487	-1,097061	-0,170754	-0,984616	-1,771747	12,36837
0,60	2,112538	0,234918	-0,367304	-0,603402	0,162669	-0,947006	-0,558047	-0,730599	-3,107188	8,20871	
$t \times 10$	0,65	2,110948	0,168495	-0,164875	-0,246554	0,152774	-0,834902	-0,807058	-0,957107	-3,691654	6,15672
	0,6635	2,111457	0,147032	-0,099624	-0,198998	0,129863	-0,850359	-0,905166	-0,934798	-3,523102	5,394129
	0,70	2,112833	0,089003	0,076795	-0,070419	0,067920	-0,892149	-1,170420	-0,874480	-3,067389	3,33231
	0,75	2,111726	-0,022123	0,381926	0,397929	-0,125215	-0,944769	-0,939737	-0,696339	-1,727770	-0,48950
	0,80	2,111205	-0,091869	0,504780	0,596571	-0,204586	-0,892073	-0,890082	-0,717416	-1,131737	-1,03166
	0,50	10,553341	0,496916	-1,015056	-1,556487	0,662369	-0,981095	-2,239347	-2,978983	-0,138631	22,86420
	0,55	10,543286	0,516130	-0,883871	-1,381752	0,717598	-1,026705	-2,739312	-3,089987	-0,435846	22,96472
0,60	10,528263	0,516042	-0,838890	-1,302840	0,740613	-1,094389	-3,101095	-3,189915	-0,572684	23,94482	
$\eta_R \times 10$	0,65	10,527236	0,516084	-0,891678	-1,335270	0,767917	-1,127144	-3,389814	-3,353529	-0,481596	24,96078
	0,6635	10,527238	0,515757	-0,910128	-1,354884	0,765445	-1,095252	-3,331466	-3,354436	-0,540923	24,862063
	0,70	10,527245	0,514874	-0,960011	-1,407915	0,758763	-1,009027	-3,173712	-3,356887	-0,701325	24,59516
	0,75	10,519266	0,515602	-1,049419	-1,532473	0,737282	-0,832753	-2,750525	-3,333727	-0,594996	25,27934
	0,80	10,515254	0,510868	-1,099270	-1,609759	0,749417	-0,720813	-2,620865	-3,400864	-0,551220	25,43069

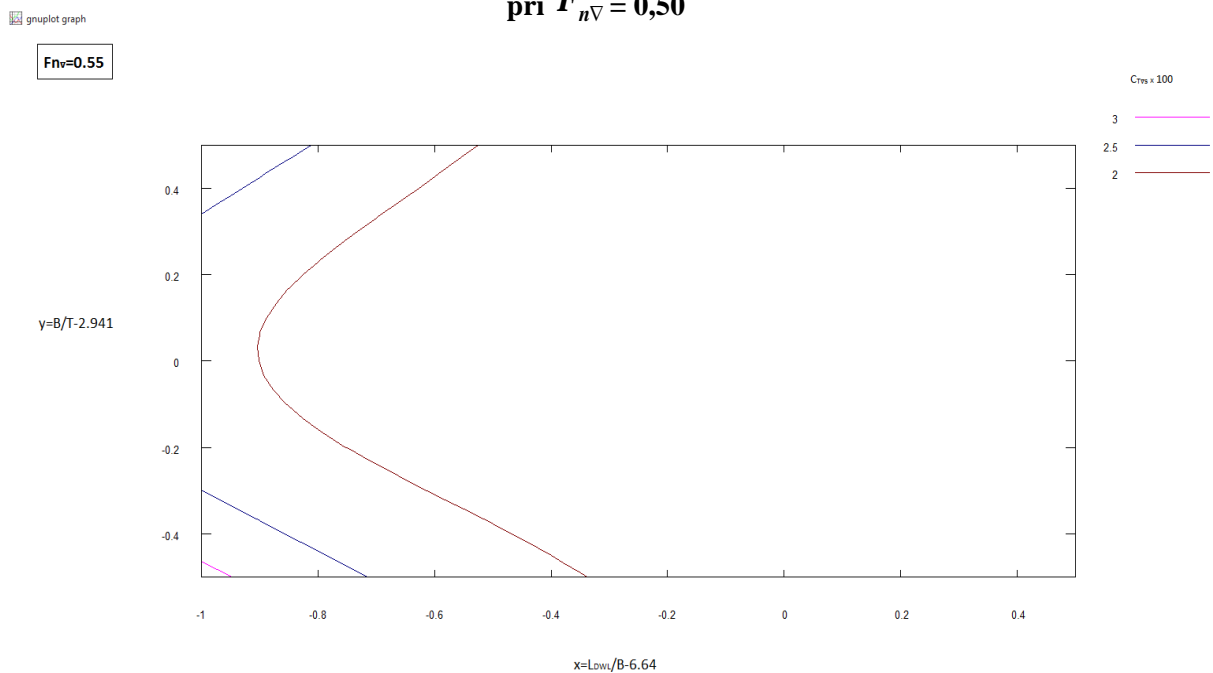
**Tablica 49. Izračunate vrijednosti koeficijenta otpora i propulzije za raspon Froudeovih brojeva**

$\lambda = 30$

$f(x,y)$	$F_n \nabla$	br.788	br.844	br.817	br.816	br.852	br.845	br.819	br.818	br.854	br.853
$(S) \times 10$		63,934	61,206	62,568	65,065	61,694	63,574	63,029	65,000	64,251	66,172
$C_R \nabla \times 100$	0,48	0,583	0,745	0,653	0,559	0,663	0,664	0,580	0,596	0,534	0,601
	0,50	0,590	0,759	0,653	0,568	0,676	0,676	0,592	0,600	0,541	0,599
	0,52	0,618	0,827	0,663	0,576	0,717	0,698	0,622	0,607	0,552	0,597
	0,55	0,680	1,010	0,769	0,601	0,899	0,785	0,740	0,656	0,639	0,617
	0,58	0,843	1,189	0,985	0,745	1,099	0,937	0,943	0,829	0,829	0,714
	0,60	0,974	1,253	1,053	0,867	1,124	1,044	1,024	0,932	0,912	0,848
	0,62	1,015	1,272	1,077	0,931	1,120	1,105	1,040	0,998	0,960	0,955
	0,65	1,017	1,298	1,128	0,956	1,172	1,160	1,078	1,040	0,992	0,974
	0,6635	1,045	1,345	1,159	0,970	1,220	1,188	1,114	1,060	1,023	0,986
	0,68	1,078	1,402	1,196	0,987	1,279	1,222	1,158	1,085	1,059	1,001
	0,70	1,152	1,451	1,246	1,030	1,311	1,286	1,172	1,093	1,115	1,049
	0,72	1,205	1,482	1,289	1,095	1,332	1,349	1,220	1,176	1,151	1,100
	0,75	1,252	1,537	1,343	1,171	1,355	1,394	1,260	1,248	1,180	1,171
	0,78	1,259	1,612	1,397	1,200	1,413	1,410	1,283	1,252	1,198	1,203
	0,80	1,282	1,716	1,432	1,210	1,541	1,433	1,341	1,258	1,228	1,210
0,82	1,347	1,921	1,472	1,217	1,756	1,498	1,429	1,296	1,282	1,210	
$C_T \nabla \times 100$	0,50	1,557	1,692	1,608	1,545	1,643	1,606	1,574	1,545	1,537	1,558
	0,55	1,633	1,932	1,705	1,567	1,824	1,733	1,684	1,622	1,591	1,596
	0,60	1,920	2,167	1,980	1,823	2,033	1,982	1,954	1,887	1,863	1,816
	0,65	1,950	2,201	2,046	1,902	2,081	2,090	2,001	1,985	1,929	1,932
	0,6635	1,985	2,239	2,076	1,919	2,116	2,121	2,026	1,998	1,958	1,949
	0,70	2,079	2,343	2,157	1,965	2,211	2,206	2,092	2,035	2,037	1,996
	0,75	2,166	2,426	2,245	2,100	2,247	2,310	2,171	2,173	2,101	2,115
0,80	2,192	2,596	2,326	2,133	2,420	2,340	2,241	2,179	2,138	2,146	
$F_M \times 100$	0,50	1,137	1,212	1,146	1,141	1,195	1,217	1,164	1,160	1,139	1,195
	0,55	1,195	1,395	1,240	1,158	1,366	1,293	1,274	1,195	1,210	1,199
	0,60	1,450	1,649	1,506	1,380	1,628	1,525	1,547	1,424	1,441	1,383
	0,65	1,532	1,718	1,603	1,499	1,703	1,658	1,632	1,541	1,549	1,508
	0,6635	1,563	1,755	1,635	1,523	1,738	1,689	1,656	1,556	1,581	1,528
	0,70	1,645	1,856	1,721	1,587	1,833	1,770	1,720	1,598	1,667	1,582
	0,75	1,726	1,953	1,821	1,713	1,878	1,852	1,804	1,717	1,739	1,672
0,80	1,750	2,101	1,898	1,742	2,043	1,878	1,875	1,716	1,785	1,696	
$w_T \times 10$	0,50	3,958	4,120	4,101	3,852	3,929	3,959	3,880	3,893	3,777	3,707
	0,55	3,940	4,070	4,026	3,845	3,871	3,943	3,865	3,891	3,741	3,700
	0,60	3,717	3,752	3,754	3,706	3,499	3,736	3,598	3,741	3,567	3,597
	0,65	3,475	3,598	3,603	3,471	3,365	3,530	3,399	3,551	3,327	3,424
	0,6635	3,461	3,587	3,584	3,437	3,353	3,507	3,384	3,523	3,315	3,394
	0,70	3,422	3,555	3,531	3,344	3,321	3,443	3,345	3,447	3,283	3,314
	0,75	3,395	3,534	3,503	3,299	3,304	3,421	3,326	3,412	3,272	3,292
0,80	3,376	3,521	3,501	3,294	3,286	3,416	3,319	3,409	3,267	3,291	
$t \times 10$	0,50	2,176	2,057	1,976	2,093	1,961	2,304	2,056	2,114	2,168	2,059
	0,55	2,151	2,027	1,987	2,109	1,969	2,293	2,056	2,125	2,171	2,041
	0,60	2,113	2,010	1,989	2,121	2,006	2,262	2,031	2,106	2,137	2,004
	0,65	2,111	1,999	2,026	2,139	2,047	2,246	2,019	2,086	2,114	1,973
	0,6635	2,111	2,035	2,044	2,142	2,062	2,242	2,026	2,082	2,127	1,965
	0,70	2,113	2,133	2,094	2,151	2,104	2,231	2,046	2,072	2,161	1,943
	0,75	2,112	2,165	2,161	2,172	2,134	2,188	2,101	2,032	2,234	1,927
0,80	2,111	2,193	2,198	2,171	2,170	2,175	2,119	2,010	2,254	1,921	
$\eta_R \times 10$	0,50	10,553	10,335	10,270	10,528	10,200	10,545	10,221	10,525	10,521	10,528
	0,55	10,543	10,299	10,262	10,550	10,200	10,534	10,191	10,522	10,538	10,530
	0,60	10,528	10,270	10,249	10,544	10,200	10,526	10,165	10,506	10,543	10,510
	0,65	10,527	10,251	10,241	10,535	10,195	10,514	10,148	10,501	10,539	10,495
	0,6635	10,527	10,249	10,239	10,532	10,195	10,511	10,148	10,500	10,529	10,494
	0,70	10,527	10,246	10,234	10,522	10,194	10,504	10,150	10,498	10,504	10,490
	0,75	10,519	10,247	10,219	10,497	10,190	10,491	10,148	10,486	10,464	10,500
0,80	10,515	8,398	9,941	10,632	9,908	10,204	10,137	10,481	10,582	10,651	



**Slika 46.** Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora  $C_{TV}$  u ovisnosti o  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  pri  $F_{nV} = 0,50$

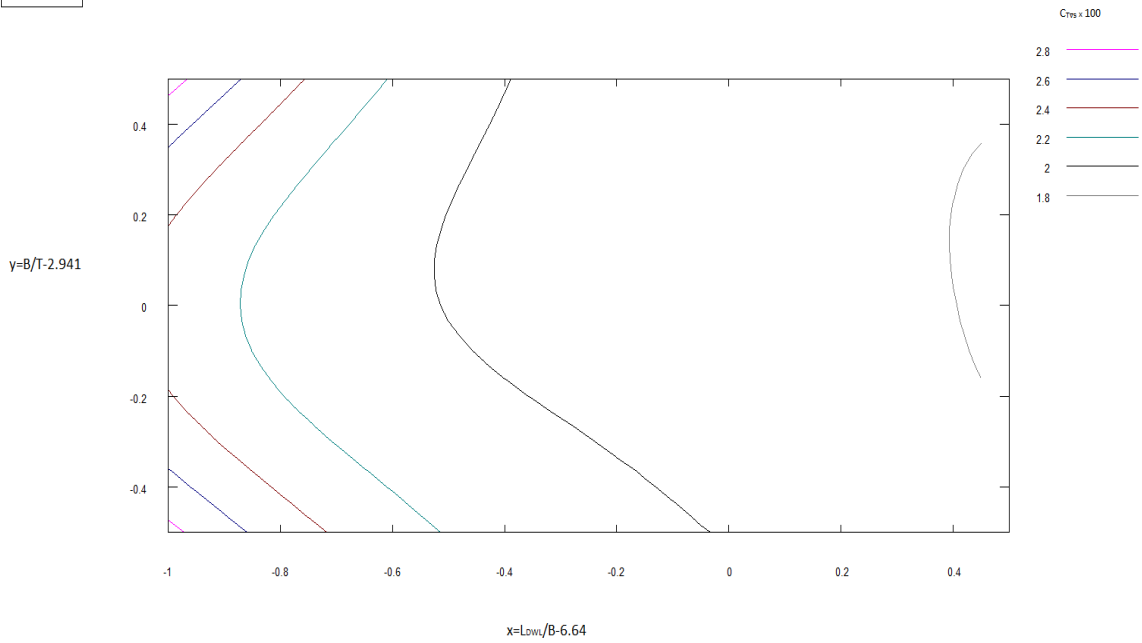


**Slika 47.** Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora  $C_{TV}$  u ovisnosti o  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  pri  $F_{nV} = 0,55$



gnuplot graph

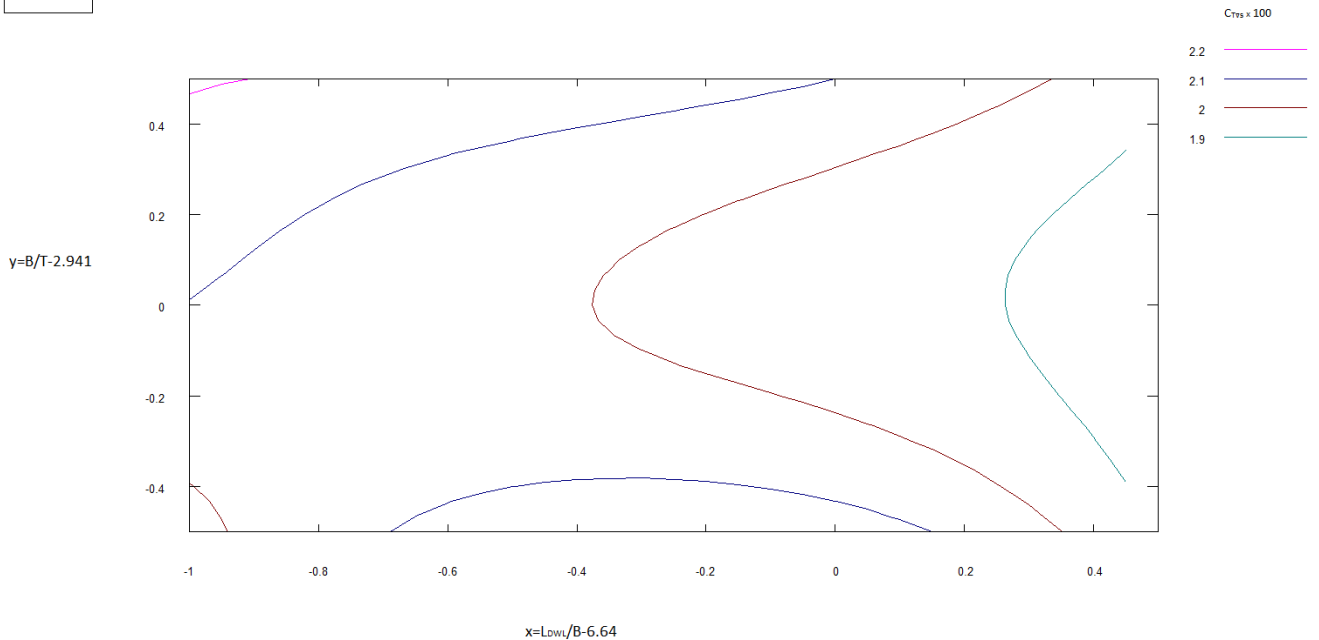
$F_{nV}=0,60$



Slika 48. Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora  $C_{TV}$  u ovisnosti o  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  pri  $F_{nV} = 0,60$

gnuplot graph

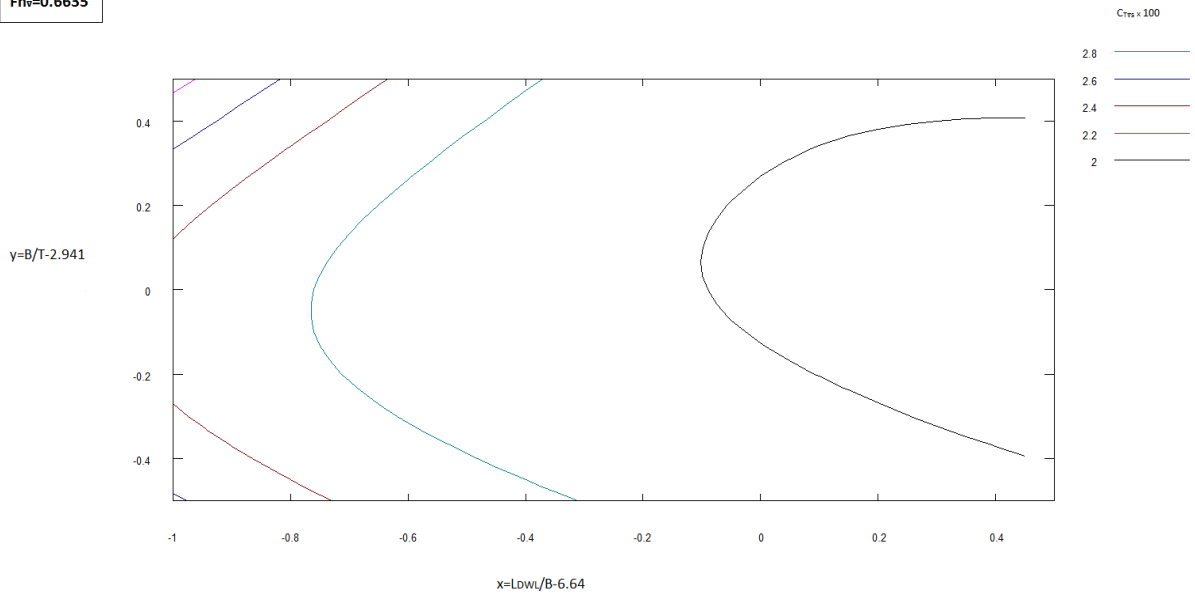
$F_{nV}=0,65$



Slika 49. Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora  $C_{TV}$  u ovisnosti o  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  pri  $F_{nV} = 0,65$

gnuplot graph

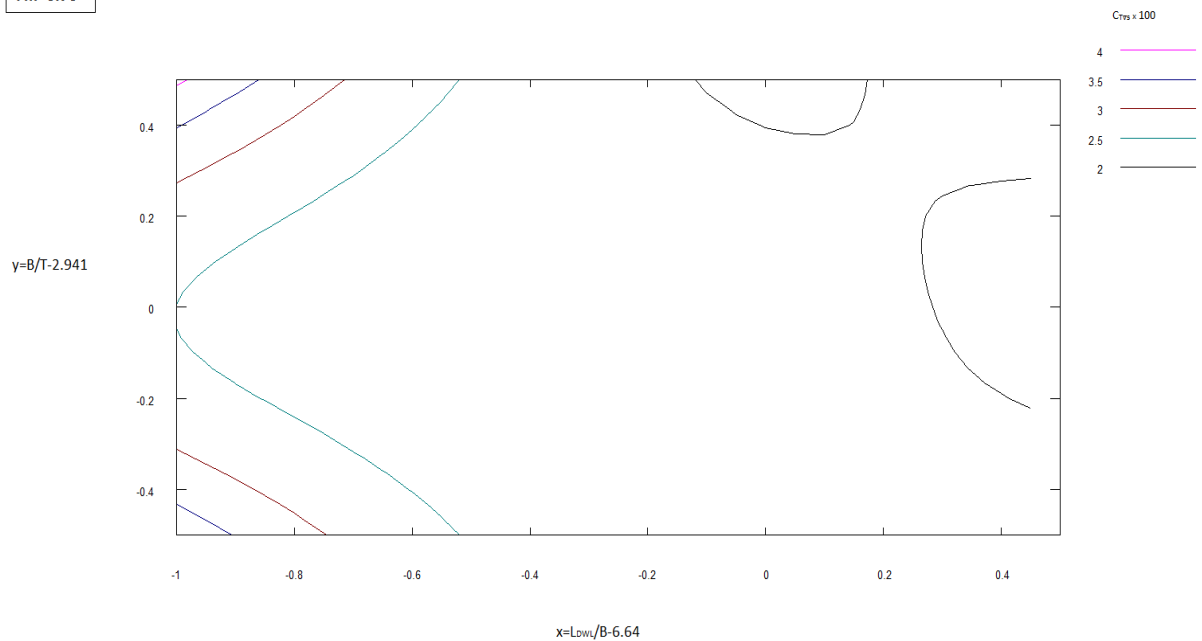
$F_{nV}=0.6635$



**Slika 50.** Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora  $C_{TV}$  u ovisnosti o  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  pri  $F_{nV} = 0,6635$

gnuplot graph

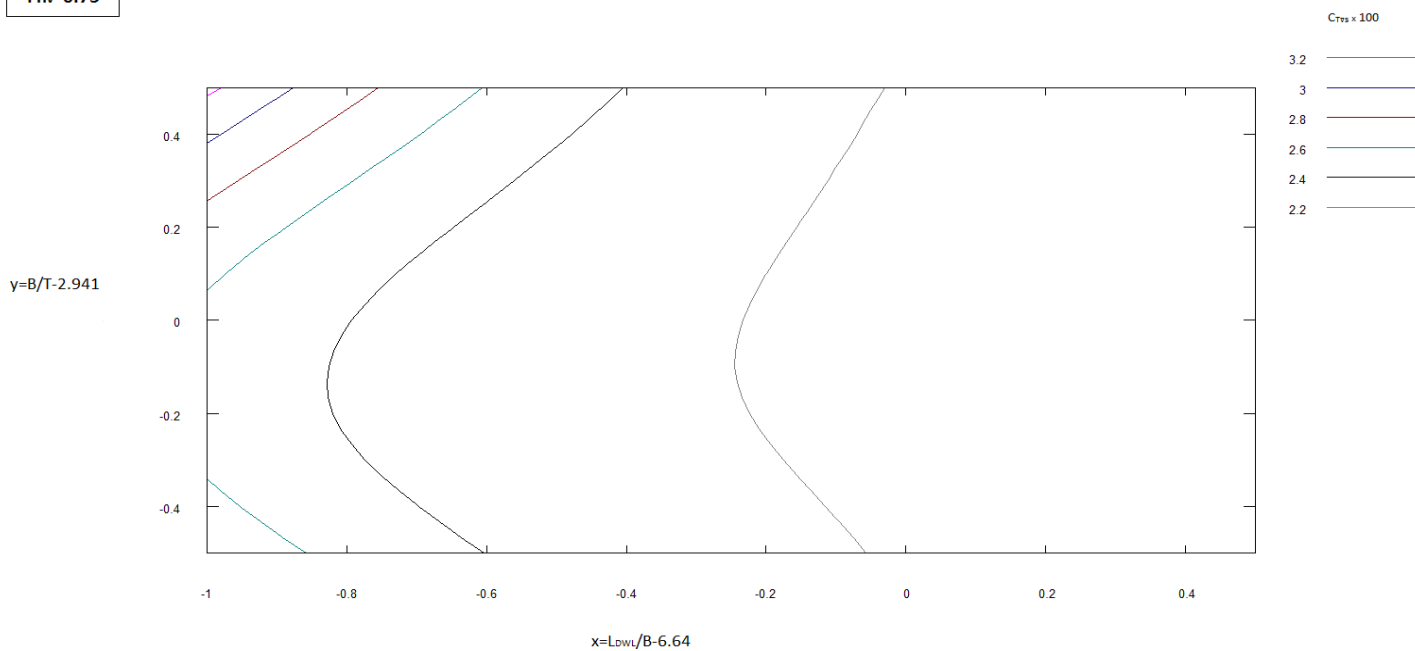
$F_{nV}=0.70$



**Slika 51.** Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora  $C_{TV}$  u ovisnosti o  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  pri  $F_{nV} = 0,70$

gnuplot graph

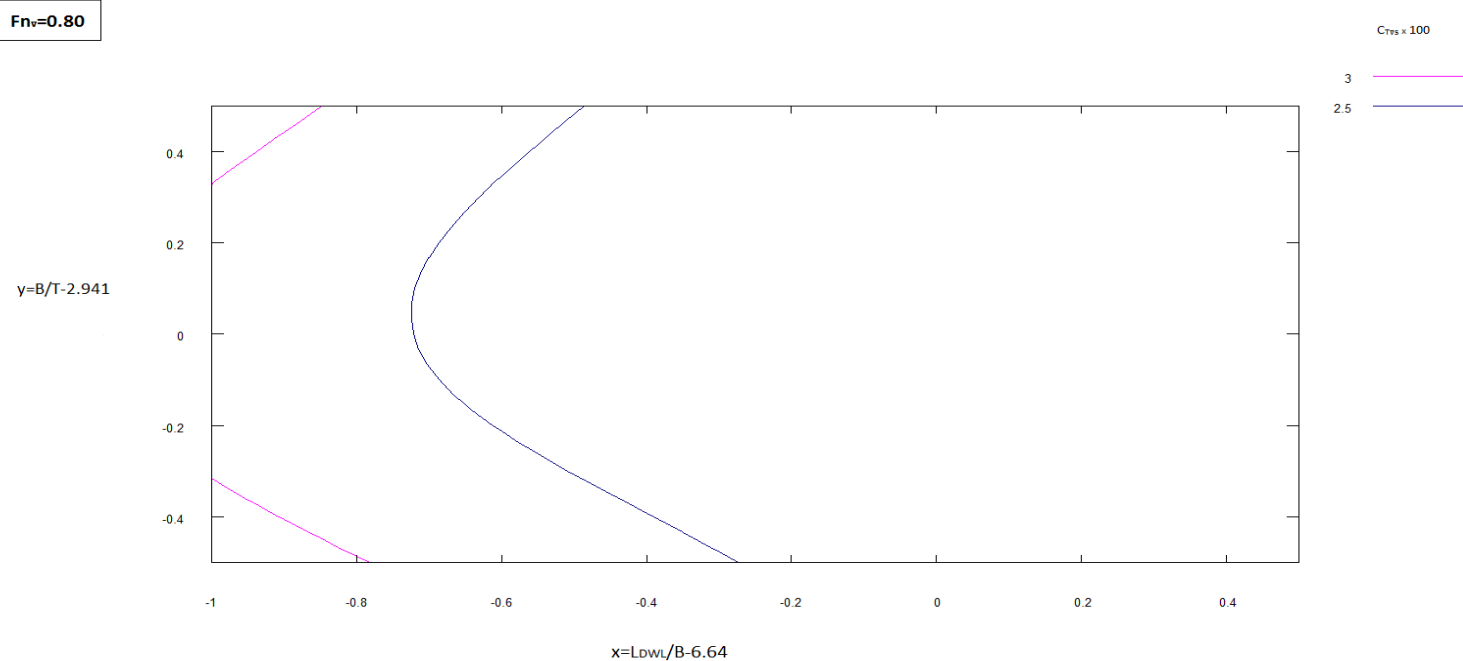
$F_{nV}=0.75$



Slika 52. Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora  $C_{TV}$  u ovisnosti o  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  pri  $F_{nV} = 0,75$

gnuplot graph

$F_{nV}=0.80$



Slika 53. Konture funkcije koeficijenta ukupnog otpora  $C_{TV}$  u ovisnosti o  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  pri  $F_{nV} = 0,80$

## 7. ZAKLJUČAK

Ispitivanjem serije modela ustanovljen je utjecaj pojedinih koeficijenata forme na koeficijente otpora i komponente propulzije pri različitim Froudeovim brojevima. Od svih koeficijenata forme, posebnu važnost imaju omjeri  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  koji su razmatrani u ovom radu.

Postoji više načina određivanja utjecaja omjera  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  na značajke otpora i propulzije kao što je i prikazano, ali je važno da izračunati podatci budu dovoljno pouzdani. Jedan od načina je dobivanje podataka otpora i propulzije pomoću polinoma. Uspoređujući izračunate vrijednosti otpora i propulzije na temelju polinoma i vrijednosti propulzije na temelju drugog polinoma za mjerilo 1/30 dobivene su gotovo identične vrijednosti što dovodi do zaključka da su sve navedene metode ispravne.

Serijsko ispitivanje modela je vrlo korisno, jer omogućuje vrlo brzu procjenu otpora i propulzije za brod koji svojim dimezijama ulazi u raspon ispitanih vrijednosti. Analiza dobivenih rezultata utjecaja koeficijenata forme na koeficijente otpora i propulzije izračunata je u Excel programu paketa Microsoft Office. Konačni cilj analize je utvrditi kako povećanje odnosno smanjenje omjera  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  utječe na ukupni otpor i efektivnu snagu te sukladno tome odrediti najoptimalniji omjer  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  unutar razmatranog područja bez značajnog povećanja snage. Ustanovljena je mogućnost povećanja vrijednosti  $B/T$  na veće vrijednosti od osnovnog modela od 2,941 do 3,2 (otprilike 8,7%), ali to vrijedi pri  $L_{DWL}/B$  većem od 6,1 bez značajnog povećanja snage.

Može se zaključiti da je korektno istovremeno promatrati utjecaj omjera  $L_{DWL}/B$  i  $B/T$  na značajke otpora i propulzije.

S druge strane, cilj je i smanjenje omjera  $L_{DWL}/B$ . Ako se  $L_{DWL}/B$  smanji za otprilike 20% neizbježna posljedica je povećanje efektivne snage. Posljedica povećanja otpora odnosno snage je izraženija pri većim Froudeovim brojevima.

Uspoređujući s osnovnim modelom ustanovljeno je da je povećanje omjera  $B/T$  za otprilike 9% moguće bez povećanja snage preko 1%. Dok je prema dobivenim rezultatima nemoguće značajnije smanjenje omjera  $L_{DWL}/B$  bez značajnog povećanja snage.

---

**LITERATURA**

- [1] Otpor i propulzija broda, interna skripta, FSB
- [2] Ljubetić, M.: Otpor i propulzija broda (Hidrodinamika broda), Pomorski fakultet Dubrovnik, 1989.
- [3] Akre, A.: Propulsive performance in still water of high speed cargo ships with methodically varied form coefficients, Ship Model Experiment Tank Publication No.110, University of Norway, May 1972.
- [4] Sambolek M., Novosad R., Modelsko ispitivanje uplovljavanja i isplovljavanja plovnih sustava u kanal Dunav-Sava, Brodogradnja, Vol. 58, No. 1, 2007.
- [5] Sambolek M.: Propulzija broda, Brodarski institut Zagreb, 2012.

**PRILOG I – podatci o vijku**

model br.	817	819	844	852	788	818	853	854	816	845
br. propelera	708				710					
P/D	0,8507		0,8640		0,8596			0,8650	0,8850	
$D_m$ [mm]	192				190					

Vijak br.708

J	P/D=0,8507	P/D=0,8	P/D=0,9
	$\eta_o \times 100$	$\eta_o \times 100$	$\eta_o \times 100$
0,38	43,13	43,43	40,85
0,40	45,20	45,27	42,71
0,42	47,16	47,04	44,61
0,44	49,06	48,63	46,4
0,46	50,90	50,21	48,15
0,48	52,67	51,66	49,91
0,50	54,40	53,03	51,55
0,52	56,00	54,26	53,13
0,54	57,40	55,33	54,65
0,56	58,70	56,13	65,05
0,58	59,77	56,73	57,31
0,60	60,69	57,09	58,49

Vijak br.710

J	P/D=0,8596	P/D=0,8	P/D=0,9
	$\eta_o \times 100$	$\eta_o \times 100$	$\eta_o \times 100$
0,38	42,66	45,00	41,7
0,40	44,64	47,04	43,68
0,42	46,50	48,97	45,56
0,44	48,40	50,81	47,4
0,46	50,24	52,61	49,16
0,48	52,02	54,17	50,87
0,50	53,70	55,65	52,57
0,52	55,28	57,06	54,14
0,54	56,65	58,26	55,66
0,56	57,95	59,33	56,98
0,58	59,03	60,18	58,23
0,60	60,05	60,56	59,36