

Proračun mase praznog opremljenog trgovačkog broda empirijskim metodama

Zadro, Katarina

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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:235:958582>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-20**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Katarina Zadro

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Vedran Slapničar, dipl. ing.

Student:

Katarina Zadro

Zagreb, 2020.

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

Zahvaljujem se svojem mentoru, izv. prof. dr. sc. Vedranu Slapničaru, dipl. ing. na uloženom vremenu i trudu, ustupljenoj literaturi i korisnim savjetima koji su mi pomogli pri izradi ovoga rada.

Također se zahvaljujem svojoj obitelji, prijateljima i dečku na pruženoj podršci tijekom studiranja.

Katarina Zadro



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: 602 - 04 / 20 - 6 / 3	
Ur. broj: 15 - 1703 - 20 -	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Katarina Zadro** Mat. br.: 0035197175

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **PRORAČUN MASE PRAZNOG OPREMLJENOG TRGOVAČKOG BRODA EMPIRIJSKIM METODAMA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **CALCULATION OF THE LIGHT SHIP MASS OF A MERCHANT SHIP BY EMPIRICAL METHODS**

Opis zadatka:

Komponente mase praznog opremljenog broda u brodograđevnoj praksi sastoje se od masa strukture, opreme i pogonskog stroja. Za svaku od ovih grupa masa u literaturi su navedene empirijske formule za pojedine tipove brodova. S obzirom da je na samom početku osnivanja potrebno odrediti formu broda i njegovu pripadnu masu potrebno je utvrditi točnost metoda. U radu je potrebno napraviti sljedeće:

1. Formirati bazu trgovačkih brodova prema kriteriju dostupnosti mase praznog opremljenog broda. Brodove prikazati tablično i dijagramima za karakteristične zavisnosti za koje treba izračunati regresijske izraze.
2. Izračunati blok koeficijente brodova u bazi te ih usporediti i kalibrirati s pripadnim empirijskim formulama za pripadni tip trgovačkog broda.
3. Formirati bazu formi trgovačkih brodova, definirati u prikladnom računalnom programu i proračunati hidrostatske značajke.
4. Napraviti popis i analizu metoda za procjenu mase praznog opremljenog broda u ranoj fazi osnivanja broda za pripadni tip broda, a koje se temelje na empirijskim podacima izgrađenih brodova.
5. Izračunati mase praznog opremljenog broda koristeći empirijske metode za pojedini tip broda te ih usporediti i kalibrirati s masom praznog opremljenog broda u bazi.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

24. rujna 2020.

Datum predaje rada:

26. studenoga 2020.

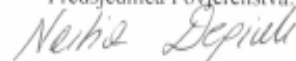
Predviđeni datumi obrane:

30.11. – 4.12.2020.

Zadatak zadao:


Izv. prof. dr. sc. Vedran Slapničar

Predsjednica Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Nagia Degiuli

SADRŽAJ

SADRŽAJ	i
POPIS SLIKA	iii
POPIS TABLICA.....	v
POPIS DIJAGRAMA	vii
POPIS OZNAKA	x
SAŽETAK.....	xii
SUMMARY	xiii
1. UVOD	1
1.1. Brodovi za prijevoz rasutog tereta.....	3
1.2. Kontejnerski brodovi.....	7
1.3. Tankeri	10
2. PRIKUPLJANJE I ANALIZA PODATAKA.....	14
2.1. Brodovi za prijevoz rasutog tereta.....	16
2.1.1. Regresijska analiza	16
2.1.2. Prikaz regresijskih jednadžbi	28
2.1.3. Analiza rezultata regresijske analize	29
2.2. Kontejnerski brodovi.....	30
2.2.1. Regresijska analiza	30
2.2.2. Prikaz regresijskih jednadžbi	42
2.2.3. Analiza rezultata regresijske analize	43
2.3. Tankeri	44
2.3.1. Regresijska analiza	44
2.3.2. Prikaz regresijskih jednadžbi	57

2.3.3. Analiza rezultata regresijske analize	58
2.4. Zavisnosti značajki broda važnih pri osnivanju broda	59
3. IZRAČUN BLOK KOEFICIJENTA EMPIRIJSKIM FORMULAMA	68
3.1. Brodovi za prijevoz rasutog tereta.....	71
3.2. Kontejnerski brodovi.....	74
3.3. Tankeri	77
3.4. Zavisnost blok koeficijenta o Froudeovom broju	82
4. BAZA FORMI	83
5. MASA PRAZNOG OPREMLJENOG BRODA.....	94
5.1. Podjela mase praznog opremljenog broda	94
5.2. Empirijske metode za procjenu mase praznog opremljenog broda.....	96
5.2.1. Empirijske metode za procjenu mase čelika trupa	96
5.2.2. Empirijske metode za procjenu mase čelika nadgrađa.....	101
5.2.3. Empirijske metode za procjenu mase opreme.....	102
5.2.4. Empirijske metode za procjenu mase strojnog dijela.....	104
6. PRORAČUN MASE PRAZNOG OPREMLJENOG BRODA	106
6.1. Brodovi za prijevoz rasutog tereta.....	106
6.2. Kontejnerski brodovi.....	111
6.3. Tankeri	116
6.4. Dijagrami zavisnosti značajki važnih pri osnivanju broda.....	121
7. ZAKLJUČAK	123
LITERATURA.....	125
PRILOG 1	126
PRILOG 2	132
PRILOG 3	132

POPIS SLIKA

Slika 1. Fleksibilnost donošenja odluka i utrošak radnih sati po fazama projekta.....	2
Slika 2. Nove narudžbe brodova u razdoblju od 2013. do 2019. godine	2
Slika 3. Brod za prijevoz rasutog tereta	3
Slika 4. Uzdužni presjek broda za prijevoz rasutog tereta	4
Slika 5. Poprečni presjek broda za prijevoz rasutog tereta	4
Slika 6. Presjek skladišta broda za prijevoz rasutog tereta	5
Slika 7. Ukrcaj tereta pomoću lučke dizalice	6
Slika 8. TEU kontejner standardnih dimenzija	7
Slika 9. Presjek skladišta za teret kontejnerskog broda.....	8
Slika 10. Kontejnerski brod OOCL Hong Kong	9
Slika 11. Uzdužni presjek broda OOCL Hong Kong.....	9
Slika 12. Poprečni presjek broda OOCL Hong Kong	9
Slika 13. Tanker za prijevoz sirove nafte	10
Slika 14. LPG tanker	10
Slika 15. LNG tanker	11
Slika 16. Tanker za prijevoz kemikalija.....	11
Slika 17. Tanker s dvostrukom oplatom i jednom uzdužnom pregradom	12
Slika 18. Tanker s dvostrukom oplatom i dvije uzdužne pregrade	13
Slika 19. Uzdužni presjek Panamax tankera za prijevoz sirove naft.....	13
Slika 20. Poprečni presjek Panamax tankera za prijevoz sirove nafte	13
Slika 21. Grafički prikaz blok koeficijenta	68
Slika 22. Parametri brodske forme potrebni za izračun blok koeficijenta	69
Slika 23. Izometrijski prikaz forme 1	86
Slika 24. Nacrt rebara forme 1	86
Slika 25. Izometrijski prikaz forme 2	87
Slika 26. Nacrt rebara forme 2	87
Slika 27. Izometrijski prikaz forme 3	88
Slika 28. Nacrt rebara forme 3	88
Slika 29. Izometrijski prikaz forme 4	89
Slika 30. Nacrt rebara forme 4	89
Slika 31. Izometrijski prikaz forme 5	90

Slika 32. Nacrt rebara forme 5	90
Slika 33. Izometrijski prikaz forme 6.....	91
Slika 34. Nacrt rebara forme 6	91
Slika 35. Izometrijski prikaz forme 7.....	92
Slika 36. Nacrt rebara forme 7	92
Slika 37. Izometrijski prikaz forme 8.....	93
Slika 38. Nacrt rebara forme 8	93
Slika 39. Zavisnost koeficijenta opreme o duljini broda između okomica	103
Slika 40. Dijagramni list forme 1	132
Slika 41. Dijagramni list forme 2	132
Slika 42. Dijagramni list forme 3	133
Slika 43. Dijagramni list forme 4	132
Slika 44. Dijagramni list forme 5	132
Slika 45. Dijagramni list forme 6	132
Slika 46. Dijagramni list forme 7	132
Slika 47. Dijagramni list forme 8.....	132

POPIS TABLICA

Tablica 1. Standardne dimenzije kontejnera	7
Tablica 2. Baza podataka brodova za rasuti teret – podaci preuzeti iz [10].....	17
Tablica 3. Regresijske jednadžbe i koeficijenti korelacije za brodove za rasuti teret.....	28
Tablica 4. Baza podataka za kontejnerske brodove – podaci preuzeti iz [10]	31
Tablica 5. Regresijske jednadžbe i koeficijenti korelacije za kontejnerske brodove.....	42
Tablica 6. Baza podataka za tankere (1/2) – podaci preuzeti iz [10]	45
Tablica 7. Regresijske jednadžbe i koeficijenti korelacije za tankere.....	57
Tablica 8. Rasponi značajki važnih pri osnivanju broda.....	67
Tablica 9. Izračun blok koeficijenta empirijskim metodama	71
Tablica 10. Rezultati metode najmanjih kvadrata	72
Tablica 11. Blok koeficijenti	73
Tablica 12. Izračun blok koeficijenta empirijskim metodama	74
Tablica 13. Rezultati metode najmanjih kvadrata	75
Tablica 14. Blok koeficijenti	76
Tablica 15. Izračun blok koeficijenta empirijskim metodama	78
Tablica 16. Rezultati metode najmanjih kvadrata	79
Tablica 17. Blok koeficijenti	80
Tablica 18. Hidrostatske značajke HSV A formi prije dimenzioniranja.....	83
Tablica 19. Hidrostatske značajke formi definirane u programu GHS	84
Tablica 20. Razlike u % između hidrostatskih značajki prije i poslije transformacije	85
Tablica 21. Vrijednost koeficijenta K s obzirom na tip trgovačkog broda	98
Tablica 22. Rezultati očitavanja Slike 39.....	103
Tablica 23. Mase čelika trupa, opreme, strojnog dijela te čelika nadgrađa za brodove za prijevoz rasutog tereta	107
Tablica 24. Rezultati metode najmanjih kvadrata	108
Tablica 25. Usporedba kalibrirane mase praznog opremljenog broda s masom praznog opremljenog broda danoj u bazi podataka.....	109
Tablica 26. Mase čelika trupa, opreme, strojnog dijela te čelika nadgrađa za kontejnerske brodove.....	112
Tablica 27. Rezultati metode najmanjih kvadrata	113

Tablica 28. Usporedba kalibrirane mase praznog opremljenog broda s masom praznog opremljenog broda danaj u bazi podataka.....	114
Tablica 29. Mase čelika trupa, opreme, strojnog dijela te čelika nadgrađa za tankere	117
Tablica 30. Rezultati metode najmanjih kvadrata	117
Tablica 31. Usporedba kalibrirane mase praznog opremljenog broda s masom praznog opremljenog broda danaj u bazi podataka (1/2).....	118
Tablica 32. Rasponi omjera masa za pojedini tip trgovačkog broda.....	122
Tablica 33. Izračunate značajke brodova za prijevoz rasutog tereta (poglavlje 2.4)	128
Tablica 34. Izračunate značajke kontejnerskih brodova (poglavlje 2.4.).....	129
Tablica 35. Izračunate značajke tankera (poglavlje 2.4.) (1/2)	130
Tablica 36. Značajke broda za prijevoz rasutog tereta (Poglavlje 5)	133
Tablica 37. Značajke kontejnerskog broda (Poglavlje 5).....	134
Tablica 38. Značajke tankera (Poglavlje 5).....	135
Tablica 39. Mase praznog opremljenog broda za prijevoz rasutog tereta (1/4).....	136
Tablica 40. Mase praznog opremljenog kontejnerskog broda (1/4).....	140
Tablica 41. Mase praznog opremljenog tankera (1/4).....	144
Tablica 42. Omjeri masa brodova za prijevoz rasutog tereta	148
Tablica 43. Omjeri masa kontejnerskih brodova	149
Tablica 44. Omjeri masa tankera.....	150

POPIS DIJAGRAMA

Dijagram 1. Zavisnost duljine broda između okomica o širini broda	18
Dijagram 2. Zavisnost duljine broda između okomica o visini broda	18
Dijagram 3. Zavisnost duljine broda između okomica o maksimalnom gazu broda	19
Dijagram 4. Zavisnost širine broda o visini broda	19
Dijagram 5. Zavisnost širine broda o maksimalnom gazu broda	20
Dijagram 6. Zavisnost visine broda o maksimalnom gazu broda	20
Dijagram 7. Zavisnost duljine broda između okomica o volumenu teretnih tankova.....	21
Dijagram 8. Zavisnost širine broda o volumenu teretnih tankova	21
Dijagram 9. Zavisnost visine broda o volumenu teretnih tankova.....	22
Dijagram 10. Zavisnost maksimalnog gaza broda o volumenu teretnih tankova	22
Dijagram 11. Zavisnost volumena teretnih tankova o nosivosti na maksimalnom gazu broda	23
Dijagram 12. Zavisnost volumena teretnih tankova o istisnini broda.....	23
Dijagram 13. Zavisnost maksimalne trajne snage o volumenu teretnih tankova.....	24
Dijagram 14. Zavisnost blok koeficijenta o volumenu teretnih tankova	24
Dijagram 15. Zavisnost duljine broda između okomica o nosivosti na maksimalnom gazu broda.....	25
Dijagram 16. Zavisnost širine broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda.....	25
Dijagram 17. Zavisnost visine broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda	26
Dijagram 18. Zavisnost maksimalnog gaza broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda..	26
Dijagram 19. Zavisnost maksimalne trajne snage o nosivosti na maksimalnom gazu broda ..	27
Dijagram 20. Zavisnost maksimalne trajne snage o brzini broda	27
Dijagram 21. Zavisnost duljine broda između okomica o širini broda	32
Dijagram 22. Zavisnost duljine broda između okomica o visini broda	32
Dijagram 23. Zavisnost duljine broda između okomica o maksimalnom gazu broda	33
Dijagram 24. Zavisnost širine broda o visini broda	33
Dijagram 25. Zavisnost širine broda o maksimalnom gazu broda	34
Dijagram 26. Zavisnost visine broda o maksimalnom gazu broda	34
Dijagram 27. Zavisnost duljine broda između okomica o broju TEU kontejnera	35
Dijagram 28. Zavisnost širine broda o broju TEU kontejnera broda	35
Dijagram 29. Zavisnost visine broda o broju TEU kontejnera	36
Dijagram 30. Zavisnost maksimalnog gaza broda o broju TEU kontejnera	36
Dijagram 31. Zavisnost broja TEU kontejnera o nosivosti na maksimalnom gazu broda.....	37

Dijagram 32. Zavisnost broja TEU kontejnera o istisnini broda.....	37
Dijagram 33. Zavisnost maksimalne trajne snage o broju TEU kontejnera.....	38
Dijagram 34. Zavisnost blok koeficijenta o broju TEU kontejnera	38
Dijagram 35. Zavisnost duljine broda između okomica o nosivosti na maksimalnom gazu broda.....	39
Dijagram 36. Zavisnost širine broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda.....	39
Dijagram 37. Zavisnost visine broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda	40
Dijagram 38. Zavisnost maksimalnog gaza broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda..	40
Dijagram 39. Zavisnost maksimalne trajne snage o nosivosti na maksimalnom gazu broda ..	41
Dijagram 40. Zavisnost maksimalne trajne snage o brzini broda	41
Dijagram 41. Zavisnost duljine broda između okomica o širini broda	47
Dijagram 42. Zavisnost duljine broda između okomica o visini broda	47
Dijagram 43. Zavisnost duljine broda između okomica o maksimalnom gazu broda	48
Dijagram 44. Zavisnost širine broda o visini broda	48
Dijagram 45. Zavisnost širine broda o maksimalnom gazu broda	49
Dijagram 46. Zavisnost visine broda o maksimalnom gazu broda	49
Dijagram 47. Zavisnost duljine broda između okomica o volumenu teretnih tankova.....	50
Dijagram 48. Zavisnost širine broda o volumenu teretnih tankova	50
Dijagram 49. Zavisnost visine broda o volumenu teretnih tankova.....	51
Dijagram 50. Zavisnost maksimalnog gaza broda o volumenu teretnih tankova	51
Dijagram 51. Zavisnost volumena teretnih tankova o nosivosti na maksimalnom gazu broda	52
Dijagram 52. Zavisnost volumena teretnih tankova o istisnini broda.....	52
Dijagram 53. Zavisnost maksimalne trajne snage o volumenu teretnih tankova.....	53
Dijagram 54. Zavisnost blok koeficijenta o volumenu teretnih tankova	53
Dijagram 55. Zavisnost duljine broda između okomica o nosivosti na maksimalnom gazu broda.....	54
Dijagram 56. Zavisnost širine broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda.....	54
Dijagram 57. Zavisnost visine broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda	55
Dijagram 58. Zavisnost maksimalnog gaza broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda..	55
Dijagram 59. Zavisnost maksimalne trajne snage o nosivosti na maksimalnom gazu broda ..	56
Dijagram 60. Zavisnost maksimalne trajne snage o brzini broda	56
Dijagram 61. Zavisnost omjera nosivosti na maksimalnom gazu i istisnine broda o nosivosti na maksimalnom gazu	59

Dijagram 62. Zavisnost omjera nosivosti na maksimalnom gasu i istisnine o blok koeficijentu	60
Dijagram 63. Zavisnost omjera volumena teretnih tankova i ukupnog volumena o volumenu teretnih tankova	61
Dijagram 64. Zavisnost koeficijenta vitkosti o Froudeovom broju pomnoženom s korijenom koeficijenta vitkosti	62
Dijagram 65. Zavisnost duljine minimalnih troškova gradnje o duljini broda između okomica za brodove za prijevoz rasutog tereta	64
Dijagram 66. Zavisnost duljine minimalnih troškova gradnje o duljini broda između okomica za kontejnerske brodove	64
Dijagram 67. Zavisnost duljine minimalnih troškova gradnje o duljini broda između okomica za tankere	65
Dijagram 68. Zavisnost umnoška glavnih dimenzija kontejnerskog broda o broju TEU kontejnera	65
Dijagram 69. Zavisnost konstante admiraliteta o Froudeovom broju	66
Dijagram 70. Zavisnost blok koeficijenta o Froudeovom broju	82
Dijagram 71. Zavisnost mase praznog opremljenog broda o duljini broda između okomica	110
Dijagram 72. Zavisnost mase praznog opremljenog broda o duljini broda između okomica	115
Dijagram 73. Zavisnost mase praznog opremljenog broda o duljini broda između okomica	120
Dijagram 74. Zavisnost kalibrirane mase praznog opremljenog broda o istisnini	121
Dijagram 75. Zavisnost značajke Kvrijednost o duljini broda između okomica	122

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
<i>a</i>	/	Buxtonov koeficijent za proračun mase čelika trupa broda
<i>Ac</i>	/	konstanta admiraliteta
<i>B, Bm</i>	m	širina broda
<i>C</i>	/	konstanta za proračun duljine minimalnih troškova gradnje
<i>Cb</i>	/	blok koeficijent na gazu broda
<i>Cb'</i>	/	blok koeficijent na visini broda
<i>Cb1</i>	/	W&G blok koeficijent za proračun mase čelika
<i>CM</i>	/	koeficijent glavnog rebra
<i>Co</i>	/	W&G koeficijent opreme za proračun mase opreme
<i>CP</i>	/	prizmatski koeficijent
<i>Cs</i>	/	Harvald&Jensen koeficijent za proračun mase čelika trupa
<i>Cso</i>	/	Harvald&Jensen koeficijent ovisan o tipu broda
<i>CVL</i>	/	koeficijent vodne linije
<i>D</i>	m	visina broda
<i>DWTdes</i>	t	nosivost broda na projektnom gazu
<i>DWTscant</i>	t	nosivost broda na maksimalnom gazu
<i>E</i>	/	W&G koeficijent za proračun mase čelika
<i>FD</i>	/	koeficijent, umnožak Froudeovog broja i korijena koeficijenta vitkosti
<i>Fn</i>	/	Froudeov broj
<i>g</i>	m/s ²	ubrzanje sile teže
<i>H</i>	m	visina broda
<i>k</i>	/	koeficijent dobiven metodom najmanjih kvadrata
<i>K</i>	/	W&G koeficijent za proračun mase čelika ovisan o tipu broda
<i>K</i>	/	Schneekluth koeficijent za proračun mase opreme ovisan o tipu broda
<i>Kvrijednost</i>	t/m ³	omjer mase praznog opremljenog broda i duljine, širine te visine broda
<i>KG</i>	m	položaj težišta sistema po visini
<i>KML</i>	m	položaj uzdužnog metacentra
<i>KMT</i>	m	položaj poprečnog metacentra
<i>Lmin cost</i>	m	duljina minimalnih troškova gradnje
<i>Loa</i>	m	duljina broda preko svega
<i>Lpp</i>	m	duljina broda između okomica
<i>LCB</i>	m	položaj težišta po duljini broda
<i>MCR</i>	kW	maksimalna trajna snaga pogonskog stroja
<i>n</i>	o/min	brzina vrtnje
<i>PB</i>	kw	kočena snaga motora
<i>RPM</i>	o/min	brzina vrtnje
<i>R²</i>	/	koeficijent korelacije
<i>T</i>	m	maksimalni gaz
<i>Tdes</i>	m	projektni gaz
<i>Tscant</i>	m	maksimalni gaz

u	/	Harvald&Jensen koeficijent ovisan o istisnini broda
v	m/s, čv	brzina broda
V balast.tank.	m^3	volumen balastnih tankova
V teret.tank.	m^3	volumen teretnih tankova
V_{tot}	m^3	ukupni volumen broda
VCB	m	položaj težišta po visini broda
WPA	m^2	površina vodne linije
Z	m^3	moment otpora presjeka glavnog rebra
$L_{pp}/\nabla^{1/3}$	/	koeficijent vitkosti broskog trupa
α_L, α_T	/	DNV koeficijenti za proračun mase čelika trupa
∇	m^3	volumen istisnine
Δ	t	masa istisnine
Δ_{AUX}	t	masa pomoćnih strojeva
Δ_{LS}	t	masa praznog opremljenog broda
Δ_M	t	masa strojnog dijela
Δ_{OUT}	t	masa opreme
Δ_{ST1}	t	W&G masa čelika 1, umnožak koeficijenata K i E
$\Delta_{ST hull}$	t	masa čelika trupa
$\Delta_{ST superstructure}$	t	masa čelika nadgrađa
Δ_T	t	masa istisnine
ρ	t/ m^3	gustoća mora

SAŽETAK

Diplomski rad podijeljen je na 7 poglavlja.

U uvodnome dijelu rada spomenuta je važnost definiranja mase praznog opremljenog broda pri osnivanju broda. Masa praznog opremljenog broda određena je za tri tipa trgovačkog broda: brodove za prijevoz rasutog tereta, kontejnerske brodove i tankere. U tu svrhu prikupljeni su podaci za 110 brodova, a što je prikazano u Poglavlju 2.

Za svaki tip trgovačkog broda, napravljena je baza podataka koja sadrži najvažnije značajke broda. Kao izvor podataka poslužio je brodograđevni časopis *Significant Ships*. Kako bi se odredila međusobna zavisnost pojedinih značajki provedena je regresijska analiza. Rezultati regresijske analize prikazani su dijagramima rasipanja i odgovarajućim regresijskim jednadžbama.

Koeficijent forme koji u najvećoj mjeri utječe na otpor broda, a određuje se u preliminarnoj fazi osnivanja broda, jest blok koeficijent. Blok koeficijent izračunat je u trećem poglavlju prema različitim empirijskim metodama te je uspoređen s vrijednostima danim u časopisu *Significant Ships* za pojedini tip broda. Za metodu koja je pokazala najmanje odstupanje rezultata provedena je kalibracija.

U četvrtom poglavlju izrađena je baza bezdimenzionalnih formi u računalnom programu GHS (eng. *General HydroStatics*) za raspone blok koeficijenta od 0,50 do 0,85. Hidrostatske značajke formi prikazane su tablično.

Peto i šesto poglavlje predstavljaju glavni dio diplomskog rada. Najkompleksnija značajka koju projektant treba odrediti u ranoj fazi osnivanja broda je masa praznog opremljenog broda. Stoga je u petom poglavlju napravljen popis i analiza dostupnih metoda za procjenu mase praznog opremljenog broda za pojedini tip trgovačkog broda, a koje se temelje na empirijskim podacima izgrađenih brodova. U šestom poglavlju su izračunate mase praznog opremljenog broda koristeći empirijske metode. Dobivene vrijednosti su uspoređene s vrijednostima mase praznog opremljenog broda danima u časopisu *Significant Ships*.

Kao i kod računanja blok koeficijenta, za metodu koja je pokazala najmanje odstupanje rezultata, provedena je kalibracija.

Na kraju rada iznesen je zaključak.

Ključne riječi: brodovi za prijevoz rasutog tereta, kontejnerski brodovi, tankeri, regresijska analiza, blok koeficijent, empirijske metode, masa praznog opremljenog broda

SUMMARY

The master's thesis is divided into 7 chapters.

In the introductory part of the thesis, the importance of defining the light ship mass in the preliminary phase of ship design is stressed. The light ship mass is determined for three types of merchant ships: bulk carriers, container ships, and tankers.

For each type of merchant ship, a data base of 110 ships was created containing the most important features of the ship, which is shown in Chapter 2. The shipbuilding journal Significant Ships served as a source of data. To determine the interdependence of individual features, a regression analysis was performed. The results of the regression analysis are presented in the scatter plots and the corresponding regression equations.

The ship form coefficient that most influences the resistance of the ship, and is determined in the preliminary phase of the ship's foundation, is the block coefficient. For each type of ship, the block coefficient was calculated in the third chapter according to various empirical methods and was compared with the values obtained from the journal Significant Ships. Calibration was performed for the method that showed the smallest deviation of the results.

In the fourth chapter, a data base of dimensionless forms in the computer program GHS (General Hydro Statics) for the ranges of the block coefficient from 0.50 to 0.85 was created. The hydrostatic characteristics of the forms are shown in the form of the table.

Chapters five and six represent the main part of the thesis. The most complex feature that a designer needs to determine in the early stages of shipbuilding is the lightship mass. Therefore, in the fifth chapter, a list, and analysis of available methods based on empirical data of built ships, for estimating the lightship mass for a particular type of merchant ship is done. In Chapter six, lightship masses are calculated using empirical methods. The values obtained were compared with the values of the light ship masses given in the journal Significant Ships.

As with the calculation of the block coefficient, for the method that showed the smallest deviation of the results, calibration was performed. At the end of the paper, a conclusion is given.

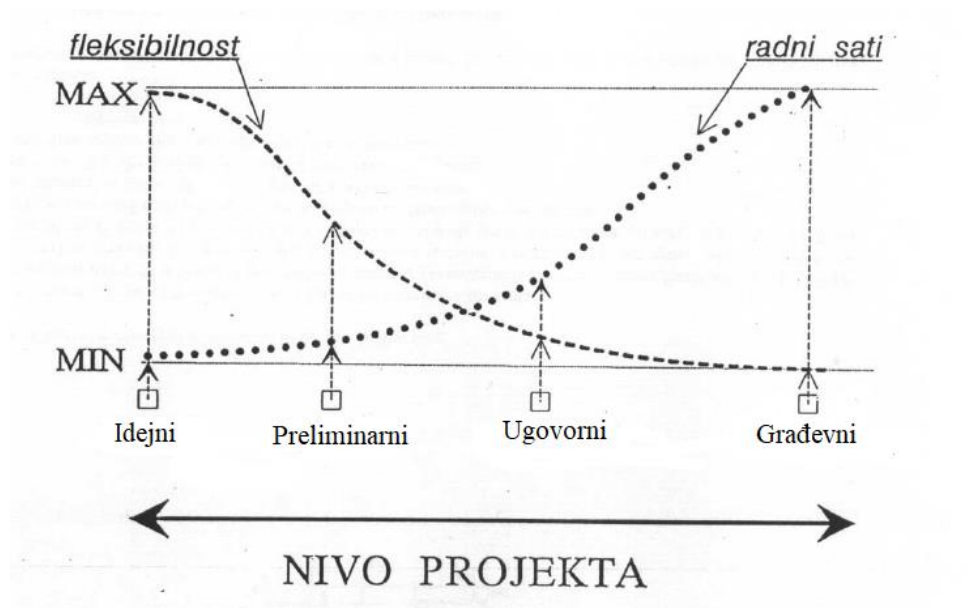
Keywords: bulk carriers, container ships, tankers, regression analysis, block coefficient, empirical methods, lightship mass

1. UVOD

Osnivanje broda jest početak i postupak stvaranja projekta novoga broda do stadija njegove minimalne, ali dovoljne definiranoosti za daljnje projektiranje. Započinje stvaranjem ideje (koncepta) uvjetovane željama naručitelja, odnosno zadaćama koje će brod obavljati tijekom eksploatacije. Stoga se idejni projekt smatra prvom fazom projektiranja broda. U njemu se određuju glavne značajke broda: glavne dimenzije (duljina, širina, visina, gaz), koeficijenti forme, potrebna snaga motora (da bi se zadovoljili projektni zahtjevi za brzinu broda i doplov), kapaciteti te se procjenjuje masa praznog opremljenog broda. U drugoj se fazi projektiranja, odnosno preliminarnom projektu, preciznije nego u idejnom projektu određuju sve veličine koje utječu na cijenu broda pa tako ova faza predstavlja osnovu za ugovorni projekt. Ugovorni projekt sadrži niz dokumenata u kojima se definiraju: forma (linije broda), opći plan, tehnički opis, plan kapaciteta, raspored strojeva u strojarnici, preliminarna knjiga trima i stabiliteta, bilanca energije, sheme energetike, rasvjete, ventilacije i klimatizacije, specifikacije i struktura. Posljednja faza projektiranja, tako zvani izvedbeni, odnosno građevni projekt, sadrži izradu radioničke dokumentacije.

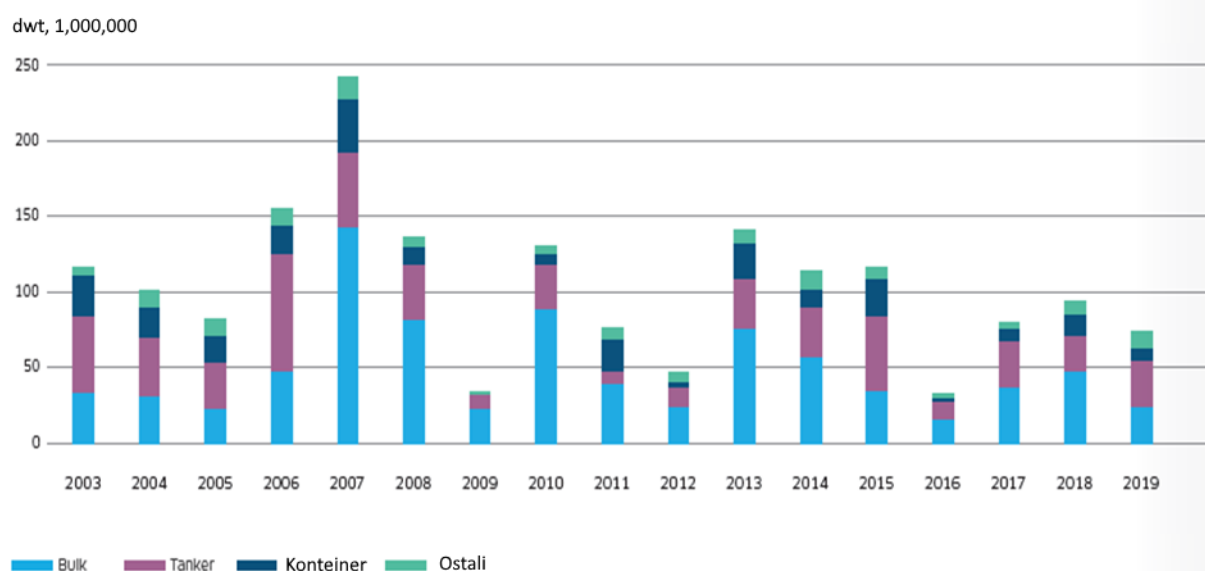
Definiranje mase praznog opremljenog broda bitan je faktor u projektiranju broda iz više razloga. Masa trupa i opreme, kao i njezina raspodjela, utječe na čvrstoću trupa, nosivost i stabilitet broda. Nadalje, čelik ugrađen u trup značajan je dio ukupnih troškova broda pa je dobra procjena mase broda u pretprojektu vrlo bitna kako bi se što točnije mogli definirati troškovi gradnje. Osiguravanje uvjeta sigurnosti, zadane nosivosti i postizanje tražene brzine važni su zahtjevi koji međusobno ovise jedan o drugom. Masa trupa direktno utječe na nosivost, ali i na sigurnost u smislu zadovoljenja zahtijevanog momenta otpora i osiguranja poprečne i lokalne čvrstoće[1].

Masa praznog opremljenog broda definira se u idejnom i preliminarnom projektu broda. Sa Slike 1 može se vidjeti kako su radni sati utrošeni u navedenim fazama mali u odnosu na ukupno potrebne radne sate za sve faze projekta. Dodatni napori u fazi idejnog, odnosno preliminarnog projekta, neće znatno utjecati na ukupan broj radnih sati, ali zato mogu bitno utjecati na ukupne troškove projekta i njegove performanse. Dakle, procjena mase praznog opremljenog broda je važna jer utječe na procjenu troškova gradnje broda.



Slika 1. Fleksibilnost donošenja odluka i utrošak radnih sati po fazama projekta[2]

Masa praznog opremljenog trgovačkog broda određivat će se empirijskim izrazima koji se koriste u preliminarnom osnivanju. U obzir će biti uzete tri vrste trgovačkih brodova – brodovi za prijevoz rasutog tereta, kontejnerski brodovi i tankeri. Razlog takvom odabiru je taj što je potreba za navedenim tipovima trgovačkog broda najveća što prikazuje i Slika 2.



Slika 2. Nove narudžbe brodova u razdoblju od 2013. do 2019. godine [3]

1.1. Brodovi za prijevoz rasutog tereta

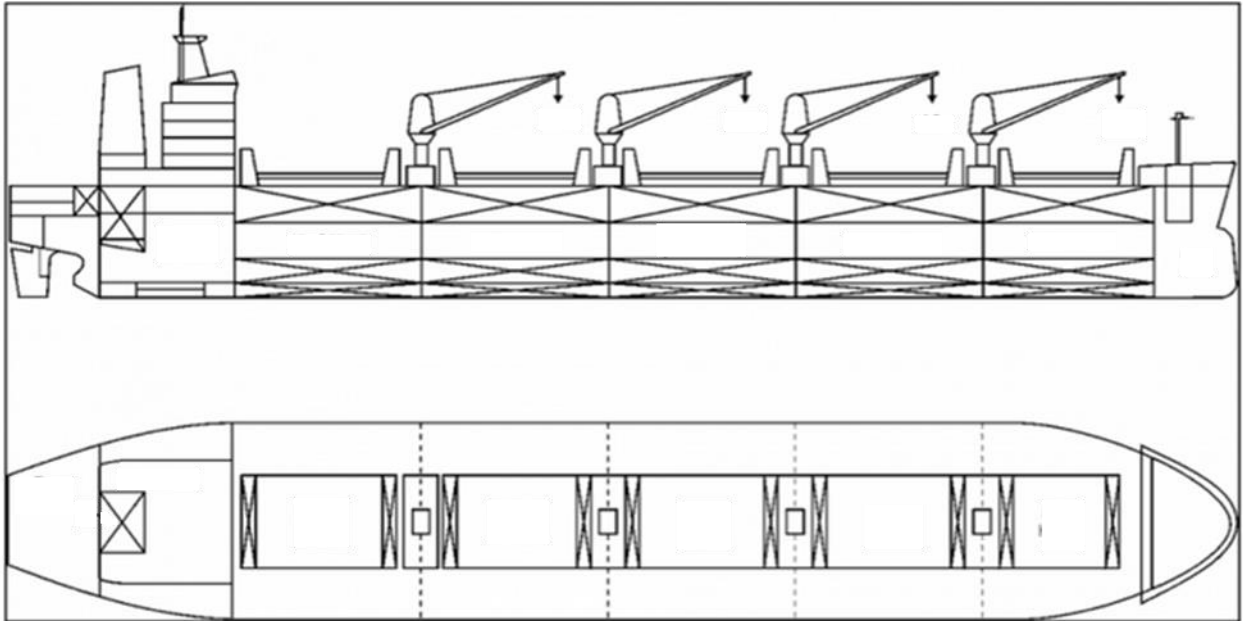
Brod za rasuti teret (eng. *bulk carrier*) jednopalubni je brod sa skladištima za prijevoz suhog rasutog tereta (npr. žito, ugljen, rudača, pšenica...) te bočnim potpalubnim i uzvojnim tankovima. S obzirom na veličinu broda, brodovi za rasuti teret obično imaju pet, sedam, devet ili jedanaest skladišta jednake duljine s jednakim grotlenim otvorima. Veliki palubni otvori utječu na uzdužnu čvrstoću ovih brodova stoga ju je potrebno osigurati što se postiže primjenom mješovitog sustava gradnje. Paluba i dvodno grade se prema uzdužnom sustavu gradnje s uzdužnim neprekinutim bočnim nosačima, rebrenicama i uzdužnjacima na dnu i unutarjem opločenju dvodna, a bok broda gradi se prema poprečnom sustavu gradnje radi lakšeg čišćenja od preostalog tereta prije prijevoza nove vrste rasutog tereta.

Pri projektiranju broda za rasuti teret teži se ostvariti maksimalna nosivost središnjeg dijela broda uz jednostavnost gradnje. To dovodi do potrebe za postizanjem što je više moguće prizmatičnog oblika forme uz zaoštrene krajeve (pramac i krma) radi postizanja manjeg otpora.

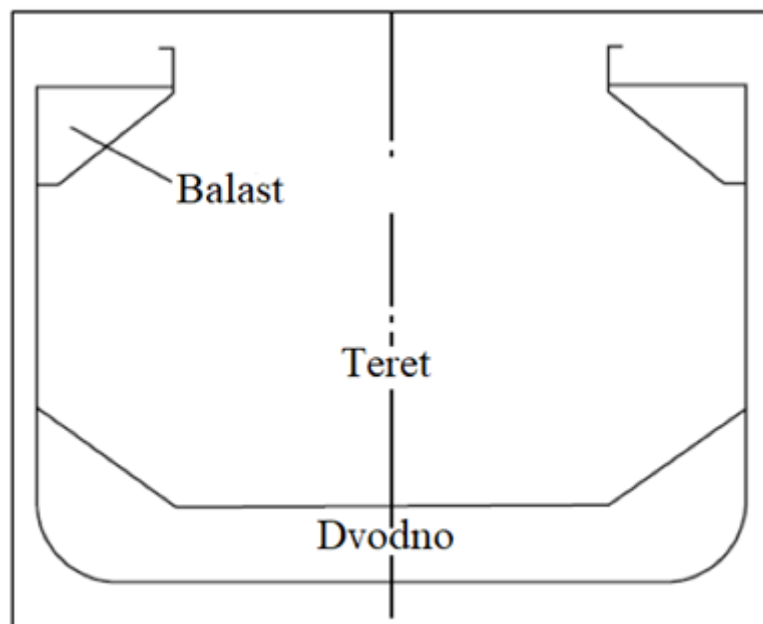
Slika 3 prikazuje jedan brod za prijevoz rasutog tereta dok Slike 4 i 5 prikazuju njegov uzdužni, odnosno poprečni presjek.



Slika 3. Brod za prijevoz rasutog tereta [4]



Slika 4. Uzdužni presjek broda za prijevoz rasutog tereta [4]



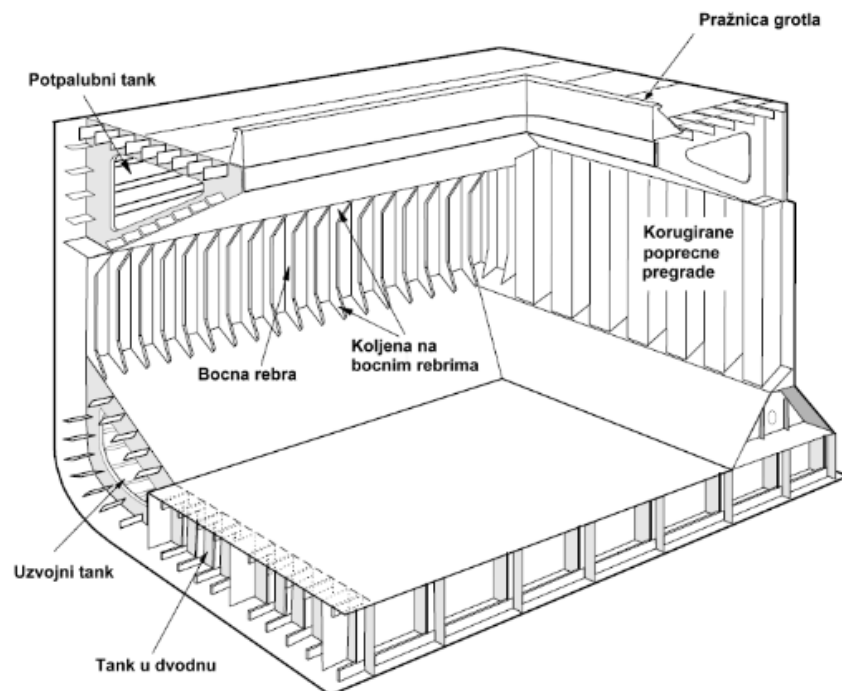
Slika 5. Poprečni presjek broda za prijevoz rasutog tereta [4]

U krmenom dijelu broda nalaze se strojarnica i krmeni pik međusobno odvojeni krmenom nepropusnom pregradom. Krmeni pik služi kao balastni tank. Preko cijele dužine broda proteže se dvodno koje u području ispod skladišta služi kao balastni prostor.

U središnjem dijelu broda nalaze se skladišta tereta koja čine najveći dio brodskog volumena. Skladišta su međudobno odvojena nepropusnim pregradama.

U pramčanom dijelu broda smješten je pramčani pik koji, kao i krmeni pik, služi za krcanje balasta. Prostor pramčanog pika odijeljen je od skladišnog prostora sudarnom pregradom čiju udaljenost od pramčane okomice propisuje klasifikacijsko društvo.

Na Slici 6 je prikazan presjek tipičnog skladišta za teret broda za prijevoz rasutog tereta. Potpalubni bočni tankovi, uzvojni tankovi te dvodno pune se uobičajeno morem kad brod plovi u balastu. Osim što služe za krcanje balasta, potpalubni bočni tankovi smanjuju slobodnu površinu sipkog tereta koja može ugroziti stabilitet broda pri nemirnom moru.



Slika 6. Presjek skladišta broda za prijevoz rasutog tereta [5]

Da bi se teret mogao ukrcati i iskrcati, u lukama moraju postojati terminali s odgovarajućim uređajima ili sam brod za prijevoz rasutog tereta mora biti opremljen uređajima za samoukrcavanje, odnosno samoiskrcavanje. Na Slici 7 prikazana je lučka dizalica za ukrcaj/iskrcaj materijala.



Slika 7. Ukrcaj tereta pomoću lučke dizalice [6]

Prema veličini, brodovi za rasuti teret dijele se na:

- Handysize (do 35 000 DWT),
- Handymax (35 000 – 60 000 DWT),
- Panamax (60 000 – 80 000 DWT) i
- Capesize (od 80 000 DWT).

Handysize i Handymax brodovi čine oko 70 % ukupne flote brodova za prijevoz rasutog tereta. Ove veličine bilježe maksimalnu stopu rasta na današnjem tržištu jer brodske kompanije preferiraju manje brodove s obzirom na velik broj ograničenja za brodove veće veličine. Manji brodovi mogu pristupiti većini luka i kanala što povećava njihov opseg trgovačkih sposobnosti.

1.2. Kontejnerski brodovi

Kontejnerski brod (eng. *container ship*) je najmlađi brod trgovačke teretne flote koji sav teret prenosi u kontejnerima standardnih veličina. Kontejnerski brodovi danas prevoze većinu suhog tereta, odnosno tvorničkih proizvoda te time uvelike smanjuju potrebu za izgradnjom brodova za opći teret. Osnovna značajka po kojoj se kontejnerski brodovi razlikuju od brodova za opći teret su skladišta s posebnim ćelijama za svaki kontejner. Kontejneri se slažu automatski, jednostavne su strukture te su hermetički zatvoreni kako bi se spriječilo ulijevanje mora s obzirom da je većina tereta smještena iznad palube. Kontejneri koji se nalaze na palubi moraju biti složeni tako da ne utječu na vidljivost s komandnog mosta. Stoga su nadgrađa na kontejnerskim brodovima redovito smještena na sredini broda, a visoka su i uska kako bi se optimizirao teretni prostor. U Tablici 1 prikazane su standardne dimenzije kontejnera za opću upotrebu koje su usvojene u međunarodnom transportu te su danas najčešće korištene.

Tablica 1. Standardne dimenzije kontejnera

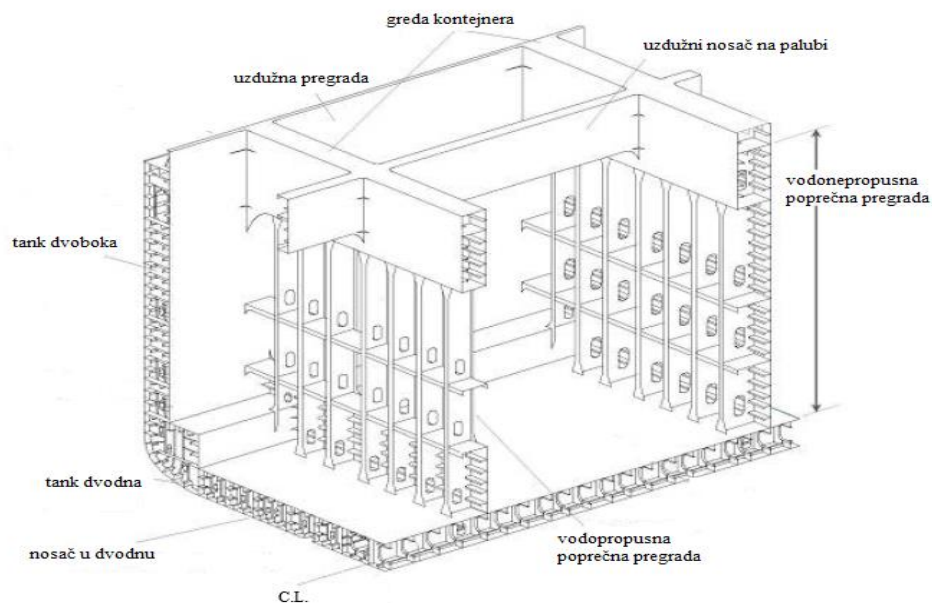
	Duljina [ft]	Duljina [m]	Širina [ft]	Širina [m]	Visina [ft]	Visina [m]
TEU	20	6,10	8	2,44	8	2,44
FEU	40	12,20	8	2,44	8	2,44

Iako se FEU (*Forty Equivalent Unit*) često upotrebljava kao standardna veličina kontejnera, kao ekvivalentna jedinica u svim statističkim analizama i proračunima koristi se TEU (*Twenty Equivalent Unit*). Na Slici 8 prikazan je jedan kontejner standardnih dimenzija.



Slika 8. TEU kontejner standardnih dimenzija [7]

Kao i kontejneri, kontejnerski brodovi jednostavne su strukture; nema međupalublja, velikih otvora koji bi narušavali uzdužnu čvrstoću kao što je to slučaj kod brodova za rasuti teret, a nema ni dizalica te ostale opreme za ukrcaj/iskrcaj jer su istom opskrbljeni terminali za pristajanje kontejnerskih brodova. Izuzetak su tako zvani hraniooci (eng. *Feederships*), manji kontejnerski brodovi koji opskrbljuju veće u središnjim kontejnerskim lukama, a opremljeni su vlastitim dizalicama. Za razliku od brodova za prijevoz rasutog tereta, kontejnerski brodovi građeni su uzdužnim sustavom gradnje. Slika 9 prikazuje presjek skladišta za teret kontejnerskog broda.



Slika 9. Presjek skladišta za teret kontejnerskog broda [8]

S obzirom na veličinu, kontejnerske brodove možemo podijeliti na:

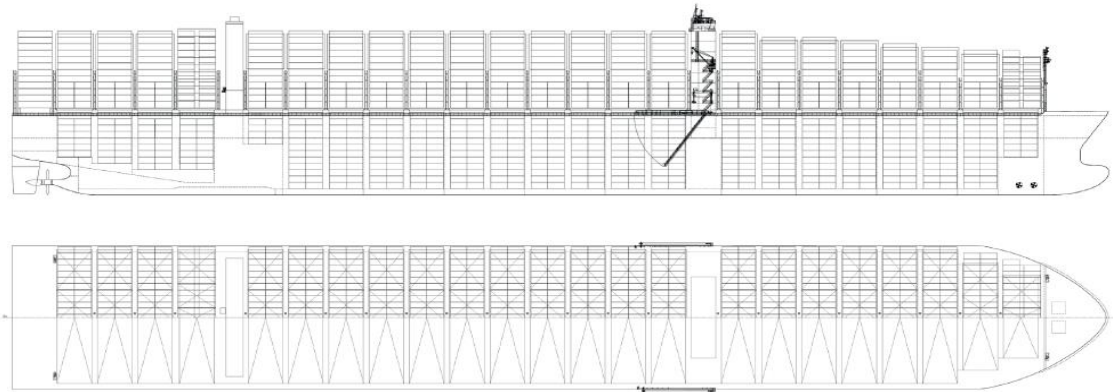
- Panamax (4000 – 5000 TEU),
- Suezmax (6400 TEU),
- Post - Panamax (12000 TEU),
- Post - Suezmax (18000 TEU) i
- Post - Malaccamax (30000 TEU)[9].

Teret koji se prevozi kontejnerima često je visoke vrijednosti i velike važnosti. Stoga kontejnerski brodovi imaju veće brzine što znači da imaju vitku formu i manji blok koeficijent.

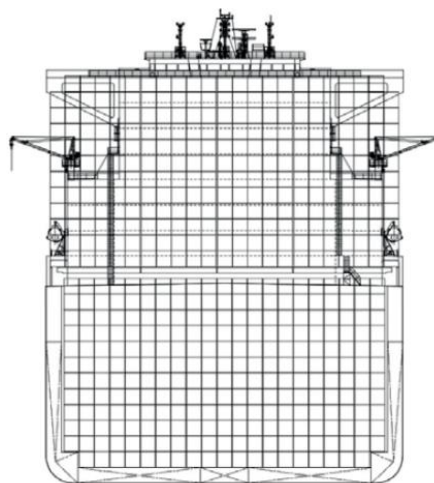
Na Slici 10 prikazan je kontejnerski brod OOCL Hong Kong, jedan od najvećih kontejnerskih brodova na svijetu izgrađen 2017. godine. Na Slikama 11 i 12 prikazan je njegov uzdužni, odnosno poprečni presjek.



Slika 10. Kontejnerski brod OOCL Hong Kong [10]



Slika 11. Uzdužni presjek broda OOCL Hong Kong [10]



Slika 12. Poprečni presjek broda OOCL Hong Kong [10]

1.3. Tankeri

Tanker (eng. *tanker*) je trgovački brod namijenjen za prijevoz tekućih tereta poput:

- nafte i naftnih derivata (eng. *crude oil and oil products*),
- ukapljenog zemnog plina (eng. *LPG – Liquefied Petroleum Gas*),
- ukapljenog prirodnog plina (eng. *LNG – Liquefied Natural Gas*),
- kemikalija,
- vina, soka i vode.

Slike 13 – 16 prikazuju tanker za prijevoz sirove nafte, LPG i LNG tanker te tanker za prijevoz kemikalija.



Slika 13. Tanker za prijevoz sirove nafte [11]



Slika 14. LPG tanker [12]



Slika 15. LNG tanker [13]



Slika 16. Tanker za prijevoz kemikalija [14]

Tankeri za prijevoz nafte i naftnih derivata se prema nosivosti dijele na:

- tankere za rafinirane proizvode nosivosti 10 000 – 60 000 t,
- Panamax tankere nosivosti 60 000 – 80 000 t,
- Aframax tankere nosivosti 80 000 – 120 000 t,
- Suezmax tankere nosivosti 120 000 – 200 000 t,
- VLCC (eng. *Very Large Crude Carriers*) nosivosti 200 000 – 320 000 t i
- ULCC (eng. *Ultra Large Crude Carriers*) nosivosti 320 000 – 550 000 t.

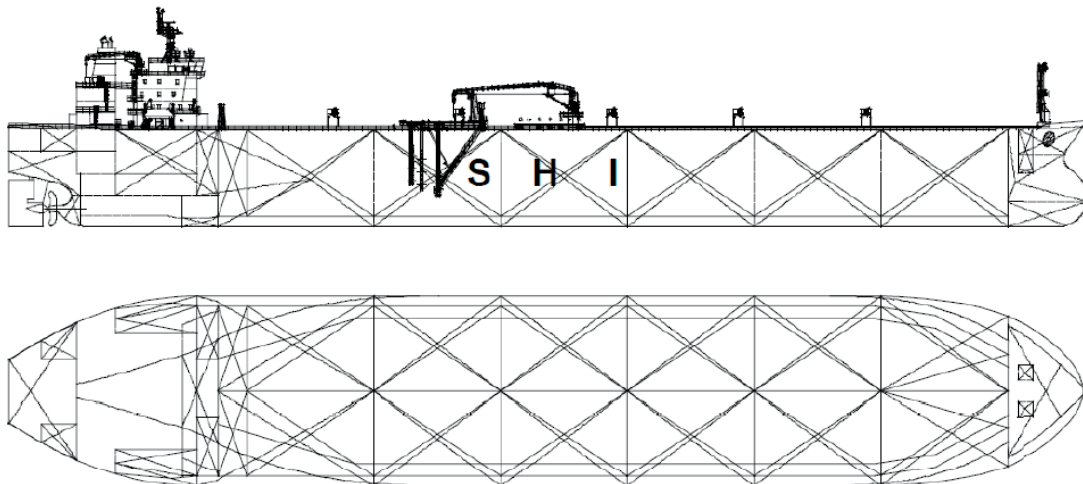
Tankeri tipa Suezmax i Panamax nastali su zbog ograničenja koja uvjetuju prolazak Sueskim, odnosno Panamskim kanalom.

Aframax (eng. *American Freight Rate Association*) tankeri nastali su prema tržišnim uvjetima povoljnih vozarina.

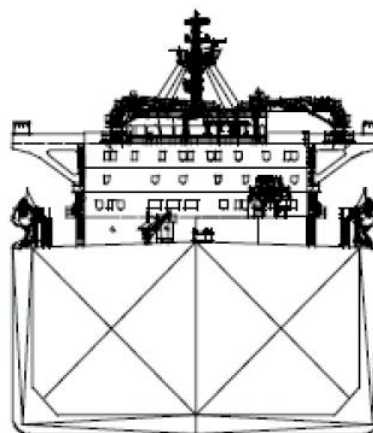


Slika 18. Tanker s dvostrukom oplatom i dvije uzdužne pregrade

Slika 19 prikazuje uzdužni presjek jednog Panamax tankera za prijevoz sirove nafte dok Slika 20 prikazuje njegov poprečni presjek.



Slika 19. Uzdužni presjek Panamax tankera za prijevoz sirove nafte [10]



Slika 20. Poprečni presjek Panamax tankera za prijevoz sirove nafte [10]

2. PRIKUPLJANJE I ANALIZA PODATAKA

Cilj regresijske analize je odrediti međusobne zavisnosti pojedinih značajki brodova s težištem na pronalaženju zavisnosti između volumena teretnih tankova i maksimalne nosivosti o glavnim dimenzijama broda, to jest duljini, širini, maksimalnom gazu i visini. U tu svrhu prikupljeni su podaci o izgrađenim suvremenim brodovima za prijevoz rasutog tereta, kontejnerskim brodovima i tankerima, a podaci su dani u tablicama. Izvor podataka je brodograđevni časopis Significant Ships[10].

Regresijska analiza prikazana je dijagramima rasipanja i pripadajućim regresijskim jednadžbama. Dijagramima su prikazani međusobni položaji parova vrijednosti tako da su nezavisne varijable na apscisi, a značajke za koje se nastojalo pronaći regresijsku zavisnost na ordinati. Također su prikazane regresijske krivulje kao pravci srednjih vrijednosti te rezultati regresijske analize.

Pri određivanju regresijske krivulje korištena je metoda najmanjih kvadrata. To znači da je suma kvadrata odstupanja originalnih vrijednosti od vrijednosti regresijske krivulje minimalna.

Rezultati regresijske analize sadrže procjenu preciznosti veze uspostavljene pomoću regresijske jednadžbe. Stupanj zavisnosti varijable y o varijabli x izražen je koeficijentom ili indeksom korelacije R^2 . Jačina veze između varijabli može se stupnjevati na sljedeći način:

- vrlo uska veza $R^2 > 0,9$,
- uska veza $0,7 < R^2 < 0,9$,
- veza je praktične vrijednosti $0,5 < R^2 < 0,7$,
- ne postoji značajna veza $R^2 < 0,5$.

Brodovi koji čine bazu podataka odabrani su prema dostupnosti vrijednosti mase praznog opremljenog broda. Jedina značajka u tablicama čija vrijednost nije dana u časopisu, već je proračunata, jest Froudeov broj, a on je izračunat preko izraza:

$$Fn = \frac{v}{\sqrt{g \cdot L_{pp}}} \quad (1)$$

gdje je:

Fn – Froudeov broj,

v – brzina broda [m/s],

L_{pp} – duljina broda između okomica [m] i

g – ubrzanje sile teže [m/s²].

$$g = 9,80665 \text{ m/s}^2$$

S obzirom da je brzina u tablicama dana u čvorovima, potrebno ju je preračunati u metre po sekundi što se postiže sljedećom formulom:

$$v[\text{m/s}] = 0,5144 * v [\text{čv}] \quad (2)$$

2.1. Brodovi za prijevoz rasutog tereta

2.1.1. Regresijska analiza

Za potrebe regresijske analize odabrano je 30 brodova za rasuti teret. Baza podataka prikazana je Tablicom 2. Svaki dio tabele sastavljen je od stupaca u kojima su dani sljedeći podaci:

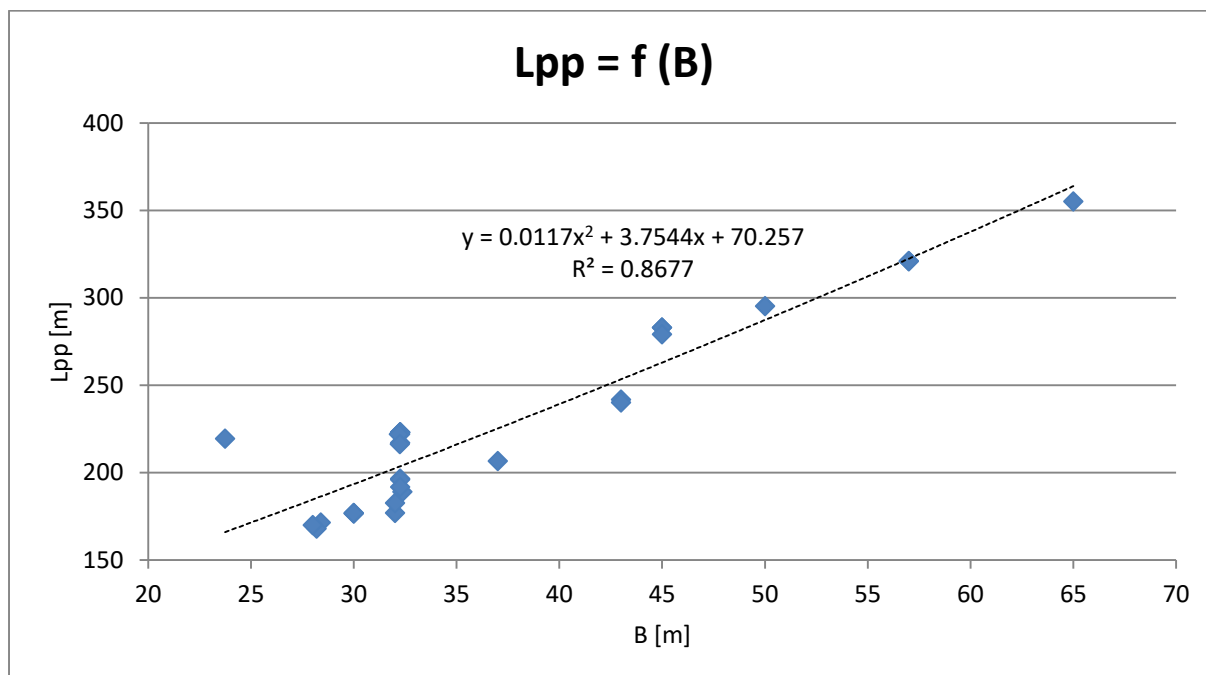
Redni broj stupca	Veličina dana u stupcu
1.	redni broj
2.	naziv broda
3.	godina gradnje
4.	duljina broda preko svega L_{oa}
5.	duljina broda između okomica L_{pp}
6.	širina broda B_m
7.	maksimalni gaz T_{scant}
8.	projektni gaz T_{des}
9.	visina broda do glavne palube H
10.	masa lakog broda ΔL_S
11.	nosivost broda na maksimalnom gazu DWT_{scant}
12.	nosivost broda na projektnom gazu DWT_{des}
13.	istisnina broda na maksimalnom gazu Δ
14.	brzina broda u službi vsl
15.	tip glavnog pogonskog stroja
16.	maksimalna trajna snaga MCR
17.	brzina vrtnje vijka n
18.	volumen teretnih tankova $V_{teret.tank.}$
19.	volumen balastnih tankova $V_{bal.tank.}$
20.	blok koeficijent C_b
21.	Froudeov broj F_n

Tablica 2. Baza podataka brodova za rasuti teret – podaci preuzeti iz [10]

R. br.	Naziv	Godina gradnje	Loa [m]	Lpp [m]	Bm [m]	Tscant [m]	Tdes [m]	D [m]	ΔLS [t]	DWTscant [t]	DWTdes [t]	Δ [t]	vsl [čv]	Motor	MCR [kW]	n [o/min]	Vteret.tank. [m ³]	Vbal.tank. [m ³]	Cb	Fn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1.	Admiral Schmidt	2019.	250,00	241,79	43,00	14,50	13,00	21,80	21804,60	104553,00	89808,70	126357,60	14,08	WinGDW7X62-B	9960	86,0	130468,4	41216,8	0,8157	0,1487
2.	Berge Logan	2019.	327,00	320,89	57,00	21,50	21,40	28,70	37965,10	302000,00	300000,00	339965,10	14,50	MAN B&W6G80ME-C9.2	19800	62,0	180000,0	138600,0	0,8520	0,1330
3.	China Steel Liberty	2019.	299,70	295,20	50,00	18,50	16,00	25,00	27500,00	208600,00	170400,00	236100,00	14,50	MAN B&W6S70ME-C8.5	14900	73,0	210500,0	133000,0	0,8400	0,1386
4.	Mater	2019.	210,00	206,50	37,00	11,95	10,00	20,80	13500,29	64531,40	50345,40	78031,69	14,38	MAN 6G50ME-C9.5	8300	75,8	130943,1	16026,4	0,8320	0,1644
5.	Nord Yucatan	2019.	199,90	196,50	32,26	13,50	13,50	18,90	11689,20	63587,40	63587,40	75276,60	13,55	MAN 6G50ME-C9.5	7300	88,0	78325,7	17504,6	0,8561	0,1588
6.	Yuan He Hai	2018.	361,90	355,00	65,00	23,00	23,00	30,40	54868,00	398595,20	398595,20	453463,20	14,50	MAN B&W7G80ME-C9.5	24200	58,0	212627,7	267811,2	0,8323	0,1264
7.	True Love	2015.	179,95	177,00	32,00	10,50	9,50	15,00	10100,00	38800,00	33400,00	48900,00	13,85	Wartsila5RT-flex50-D	6100	99,0	50873,0	16700,0	0,7860	0,1710
8.	Cascade	2014.	179,90	176,85	30,00	10,60	9,50	14,80	10241,00	38737,00	33100,00	48978,00	14,08	MAN B&W5S50ME-B9.2	6050	99,0	48200,0	16465,0	0,8470	0,1739
9.	Framura	2014.	223,00	217,00	32,26	14,22	12,20	19,90	13038,00	76832,00	63087,00	89870,00	15,01	MAN 5S60ME-C	10220	94,0	91839,7	22305,0	0,8673	0,1674
10.	Cash	2013.	229,00	223,00	32,26	14,52	12,20	20,20	13432,00	81434,80	65154,20	94866,80	14,92	Doosan6S60MC-C(MK8.1)	10450	96,0	97090,7	22603,0	0,8699	0,1641
11.	Wuchang	2013.	179,99	176,65	30,00	10,50	9,50	15,00	10091,00	39128,00	33994,00	49219,00	14,00	Wartsila5RT-flex50-B	6050	99,0	48908,0	14478,0	0,8609	0,1730
12.	Arkadia	2012.	197,08	189,00	32,36	13,00	11,00	18,50	12070,00	56348,00	45161,00	68418,00	14,50	Hyundai Heavy Ind. 7S50MC-C8	11620	127,0	70055,0	19200,0	0,8395	0,1733
13.	Innovation	2012.	229,00	222,00	32,26	14,55	12,20	20,20	13300,00	81600,00	65200,00	94900,00	14,50	MAN Diesel 6S60ME-C8.2	11200	96,0	96300,0	22800,0	0,8885	0,1599
14.	JS Amazon	2012.	199,99	196,00	32,26	13,33	11,30	18,50	11621,00	63301,00	50850,00	74922,00	14,50	MAN B&W5S60MEC8	8300	91,0	77492,0	18385,0	0,8600	0,1701
15.	K.Hope	2012.	330,07	321,00	57,00	18,00	18,00	25,10	35100,00	250000,00	/	285100,00	14,95	Hyundai-Wartsila6RT-flex82T	23000	78,0	169455,0	155083,0	0,8424	0,1371
16.	Prime Rose	2012.	229,00	223,00	32,26	14,50	12,20	20,20	13282,00	81595,00	65304,00	94877,00	15,06	Hyundai-MAN B&W6S60MC-C8.1	10770	95,0	97090,0	22612,0	0,8851	0,1657
17.	STXArborella	2012.	199,90	191,80	32,26	12,70	11,00	19,30	13065,00	57539,00	47171,00	70604,00	13,90	MAN 6S50MC-C8.1	9960	127,0	68539,0	23019,0	0,8746	0,1649
18.	AlgomaMariner	2011.	225,56	219,32	23,74	10,15	10,00	15,00	11000,00	38000,00	37300,00	49000,00	14,00	MAN Diesel 6S46MC-C7	7200	118,0	39000,0	15000,0	0,9000	0,1553
19.	Dragonera	2011.	180,00	176,75	30,00	10,10	10,10	14,70	10396,00	34613,00	34613,00	45009,00	14,00	MAN 5S50MC-C7	7500	124,0	46733,0	12943,0	0,8199	0,1730
20.	Nord Hong Kong	2011.	179,90	171,50	28,40	10,15	10,00	14,10	9459,00	32290,00	31630,00	41749,00	13,80	MAN B&W6S46MC-C8	6000	101,0	43477,0	10470,0	0,8150	0,1731
21.	Star Borealis	2011.	292,00	283,00	45,00	18,20	16,50	24,75	25900,00	179900,00	158800,00	205800,00	15,50	MAN B&W6S70MC-C	18660	91,0	199000,0	77400,0	0,8663	0,1513
22.	CoscoWuyishan	2010.	177,50	168,00	28,20	10,00	9,50	14,20	5966,00	32000,00	29670,00	37966,00	13,70	6UEC43LSII	6300	160,0	41989,0	9292,4	0,7818	0,1736
23.	Giewont	2010.	229,00	222,82	32,26	14,65	12,50	20,25	13727,00	79649,00	64771,00	93376,00	14,28	Hyundai-MAN B&W7S50MC-C7	11060	96,0	97885,0	20072,0	0,8682	0,1571
24.	Miedwie	2010.	190,00	182,60	32,00	10,10	10,10	14,60	9190,00	29984,00	29984,00	39174,00	14,00	Wartsila6RTA48T-B	7800	118,0	38878,0	17030,0	0,8850	0,1702
25.	Nord Delphius	2010.	249,88	240,00	43,00	15,00	14,50	21,30	20209,00	114168,00	109158,00	134377,00	15,00	MAN B&W7S60MC-C	15820	73,0	131202,0	38220,0	0,8450	0,1590
26.	Ocean Garnet	2010.	229,20	222,00	32,20	14,90	12,50	20,70	15690,00	93018,00	73795,00	108708,00	14,35	MAN B&W6S60MC6	12240	98,0	110330,0	27199,0	0,8420	0,1582
27.	STXFreesia	2009.	292,00	283,00	45,00	18,20	16,50	24,80	26647,00	180736,00	159683,00	207383,00	15,00	MAN B&W6S70MC-C	18880	91,0	199366,0	80840,0	0,8729	0,1465
28.	Mystic	2008.	289,00	279,00	45,00	17,80	16,50	24,20	25743,00	170040,00	/	195783,00	15,40	MAN B&W6S70MC-C	18660	91,0	192169,0	52052,0	0,8460	0,1514
29.	Libertas	2007.	225,00	216,20	32,24	14,20	12,20	19,70	11859,00	75511,00	62203,00	87370,00	14,50	MAN B&W7S50MC-C	11060	127,0	84326,0	26634,0	0,8612	0,1620
30.	BosscipTrader	2006.	178,70	170,00	28,00	9,79	9,50	14,00	7923,00	30634,00	29367,00	38557,00	14,00	MAN B&W6S42MCMk7	6480	136,0	40975,0	20519,0	0,8174	0,1764

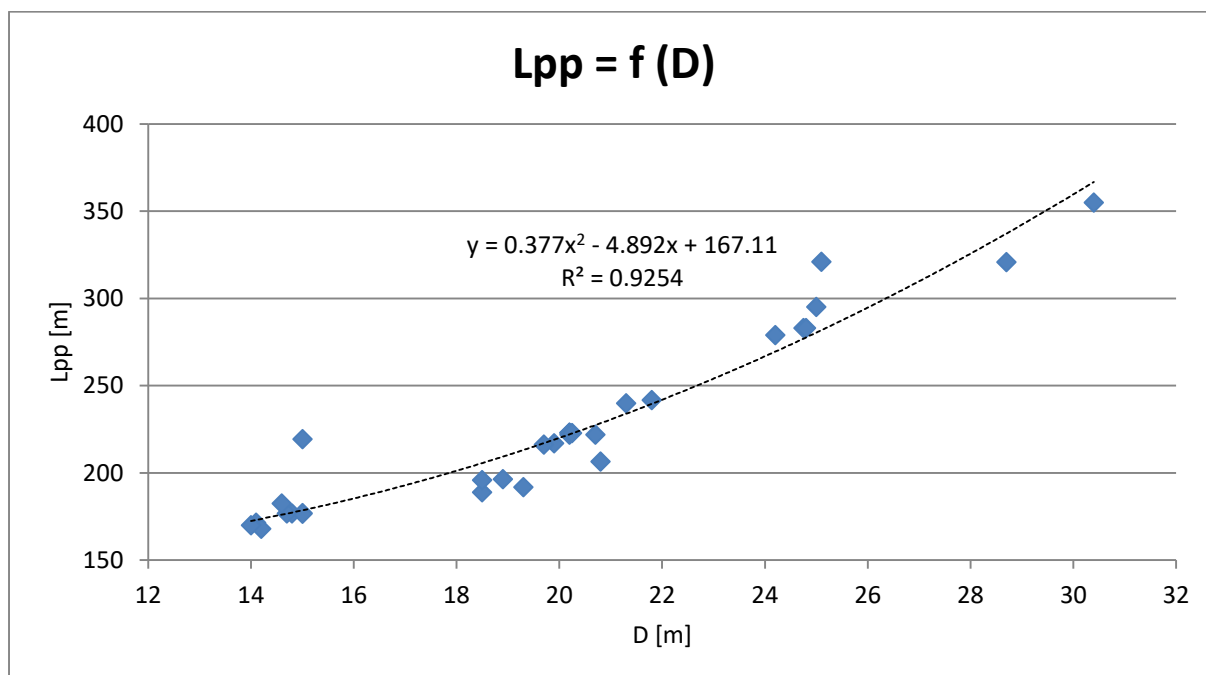
Rezultati regresijske analize prikazani su dijagramima na stranicama x – y.

Dijagram 1 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o širini broda.



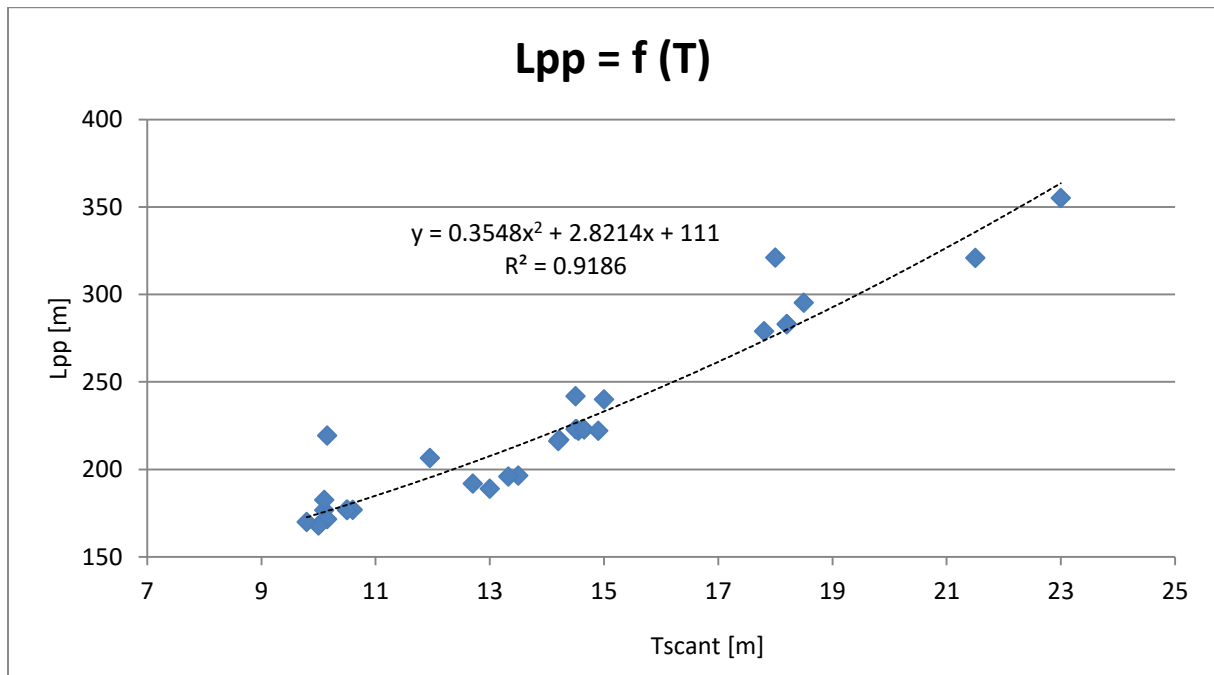
Dijagram 1. Zavisnost duljine broda između okomica o širini broda

Dijagram 2 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o visini broda.



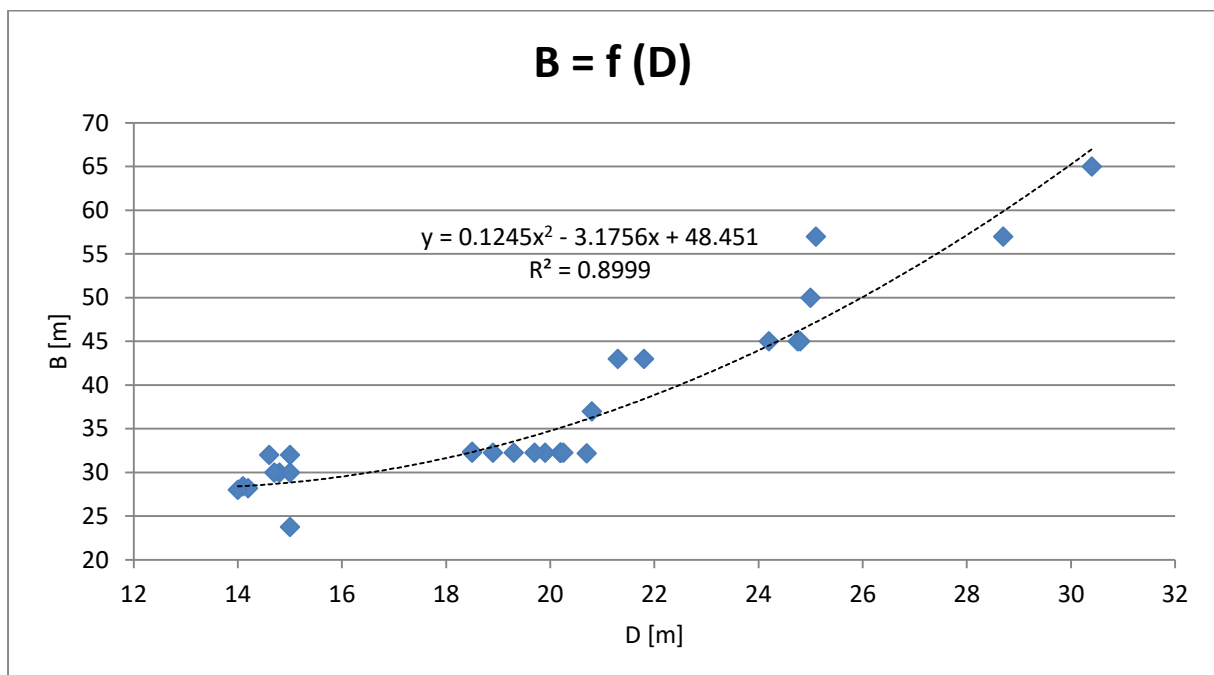
Dijagram 2. Zavisnost duljine broda između okomica o visini broda

Dijagram 3 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o maksimalnom gazu broda.



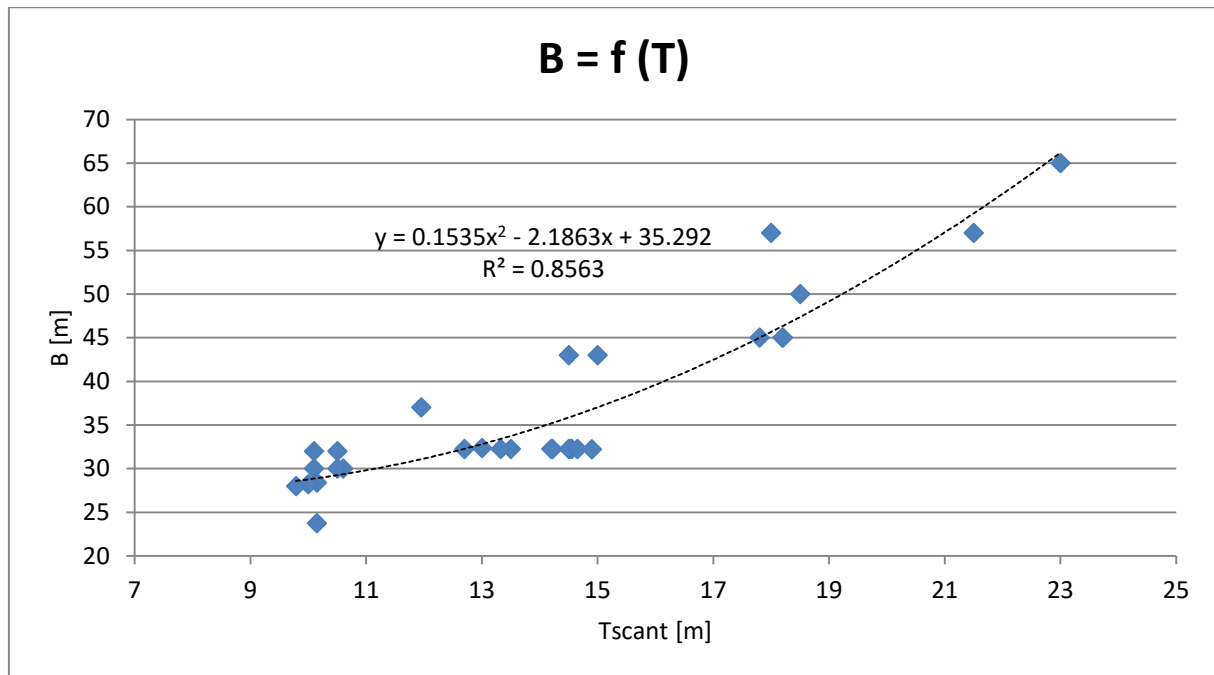
Dijagram 3. Zavisnost duljine broda između okomica o maksimalnom gazu broda

Dijagram 4 prikazuje zavisnost širine broda o visini broda.



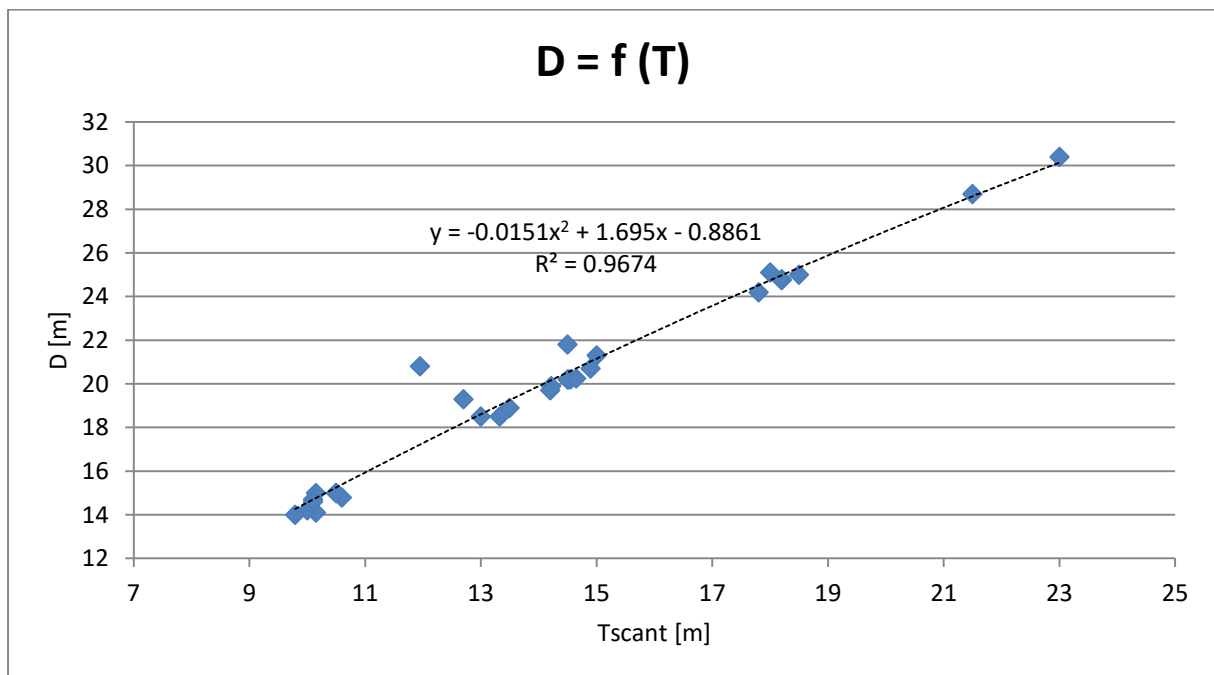
Dijagram 4. Zavisnost širine broda o visini broda

Dijagram 5 prikazuje zavisnost širine broda o maksimalnom gazu broda.



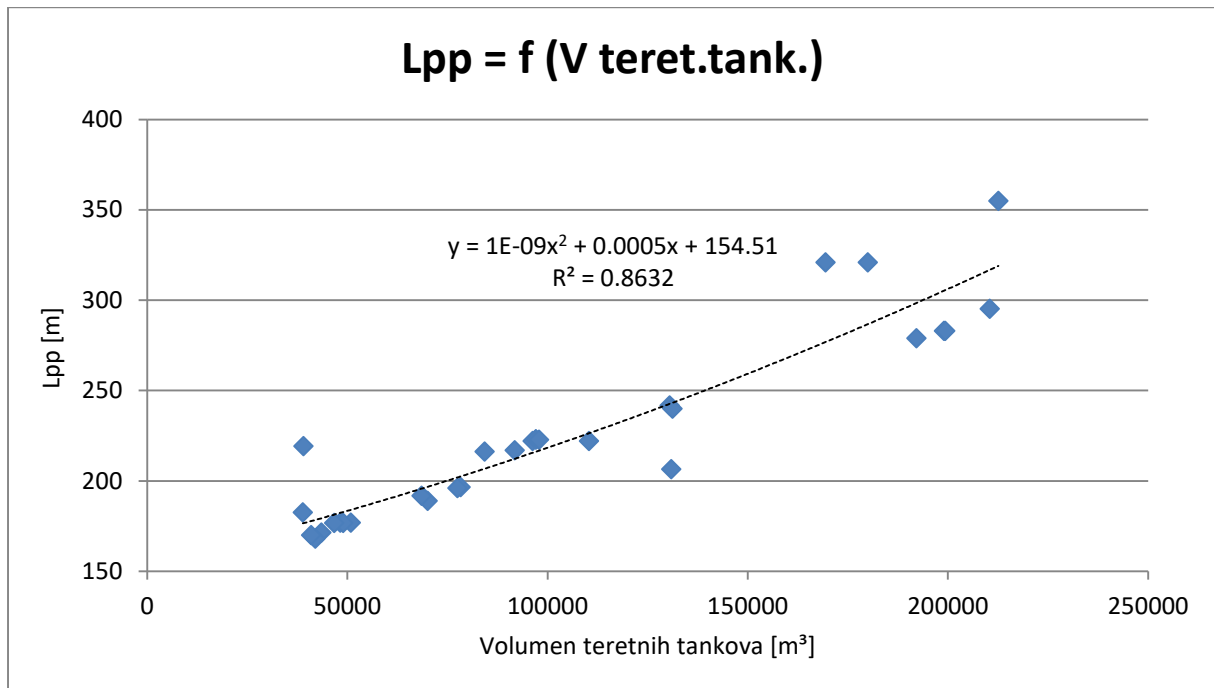
Dijagram 5. Zavisnost širine broda o maksimalnom gazu broda

Dijagram 6 prikazuje zavisnost visine broda o maksimalnom gazu broda.



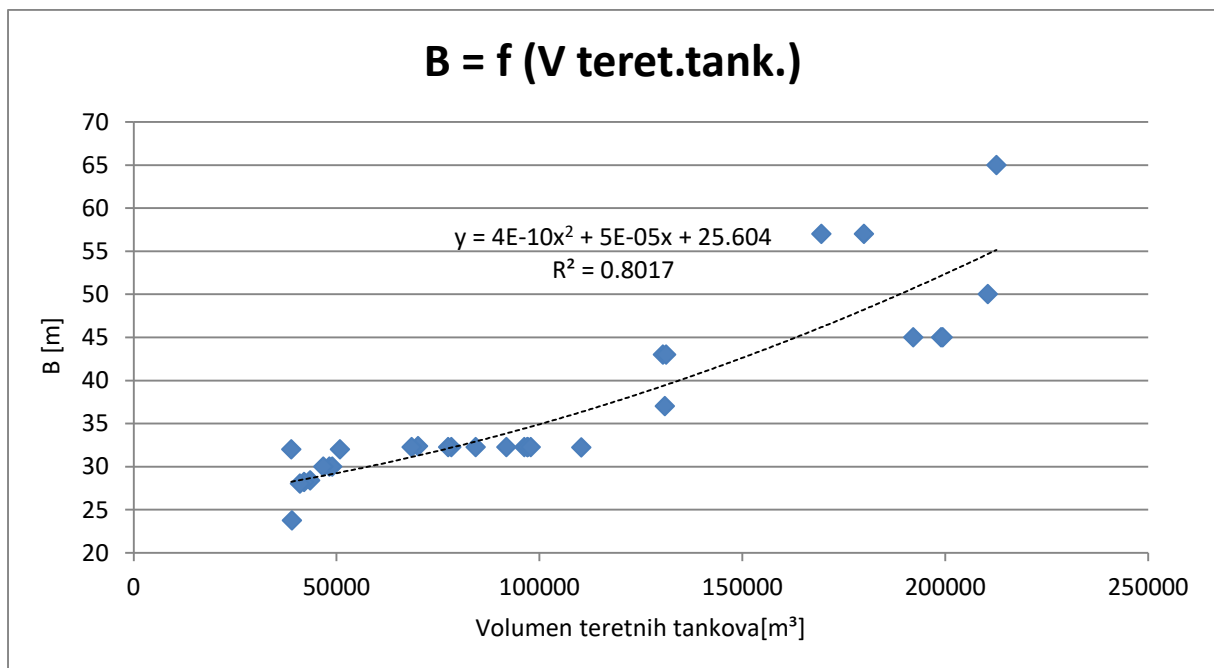
Dijagram 6. Zavisnost visine broda o maksimalnom gazu broda

Dijagram 7 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o volumenu teretnih tankova.



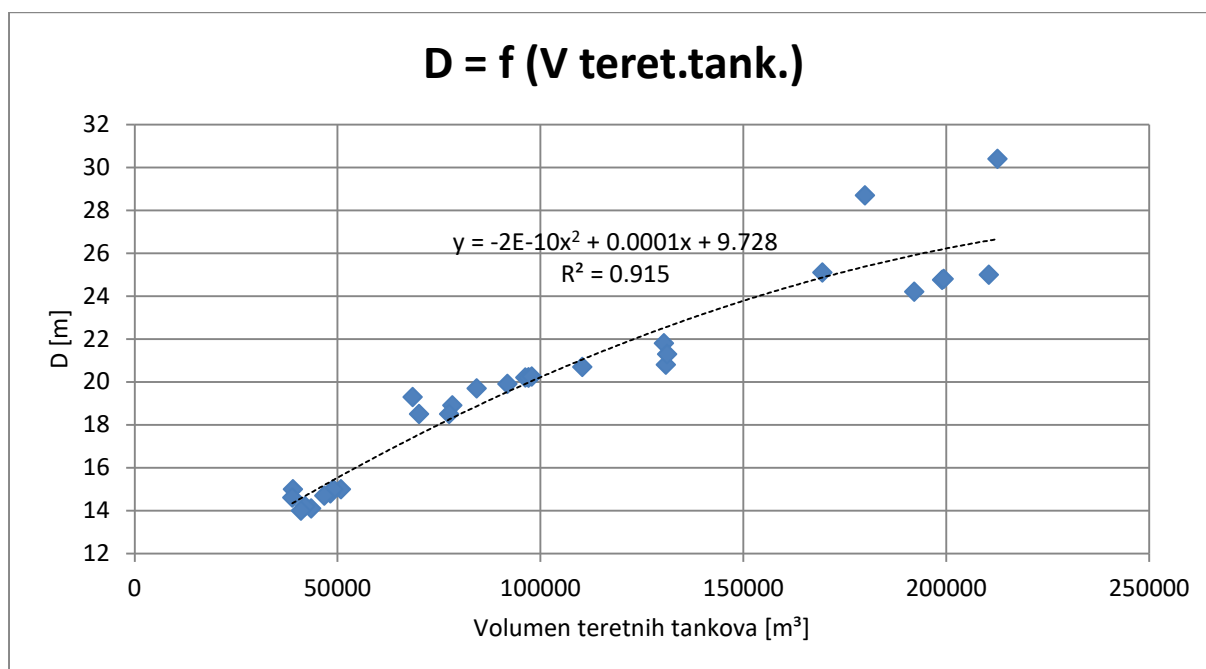
Dijagram 7. Zavisnost duljine broda između okomica o volumenu teretnih tankova

Dijagram 8 prikazuje zavisnost širine broda o volumenu teretnih tankova.



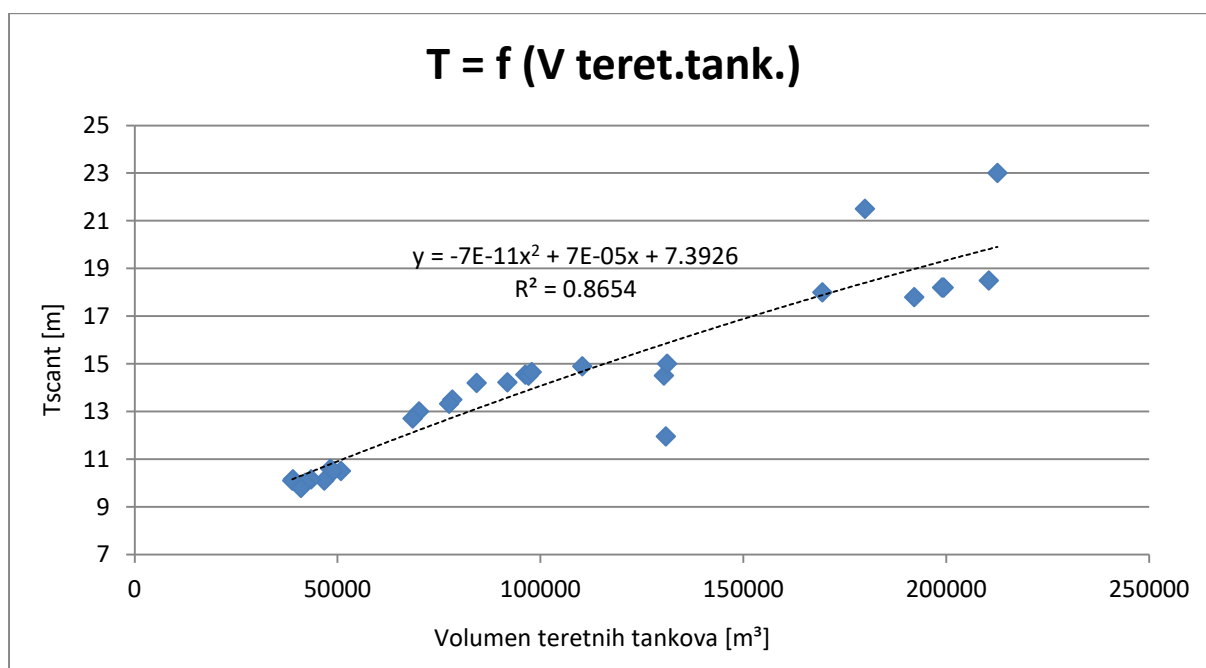
Dijagram 8. Zavisnost širine broda o volumenu teretnih tankova

Dijagram 9 prikazuje zavisnost visine broda o volumenu teretnih tankova.



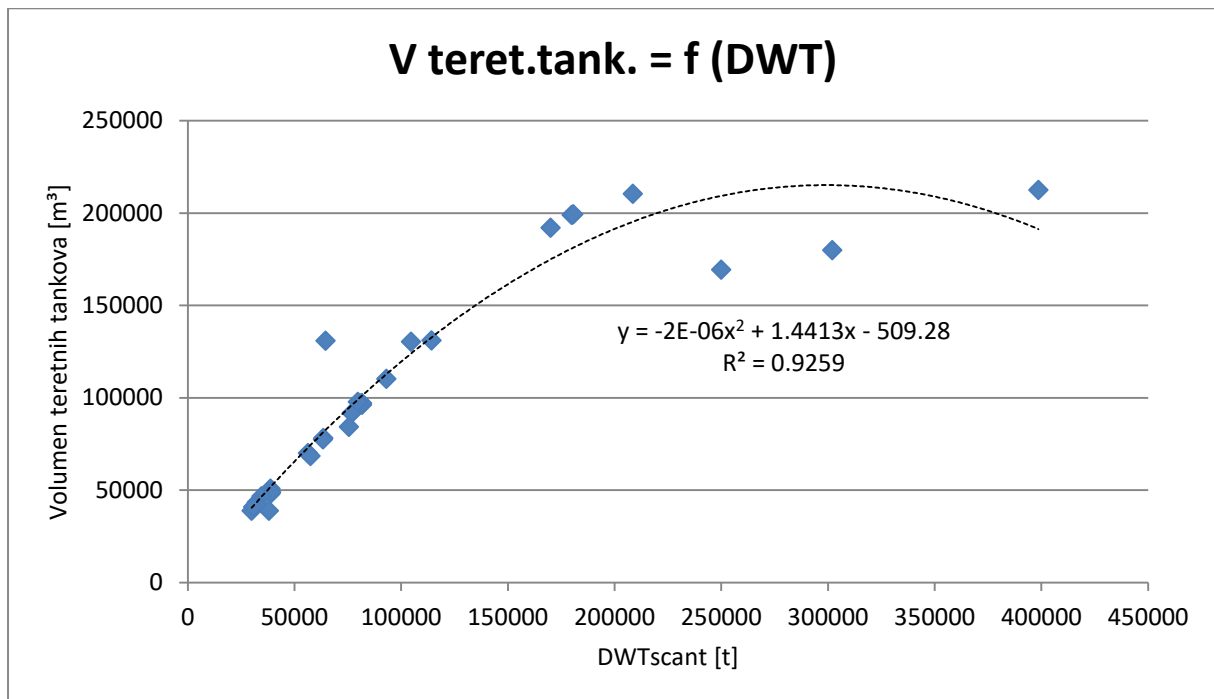
Dijagram 9. Zavisnost visine broda o volumenu teretnih tankova

Dijagram 10 prikazuje zavisnost maksimalnog gaza broda o volumenu teretnih tankova.



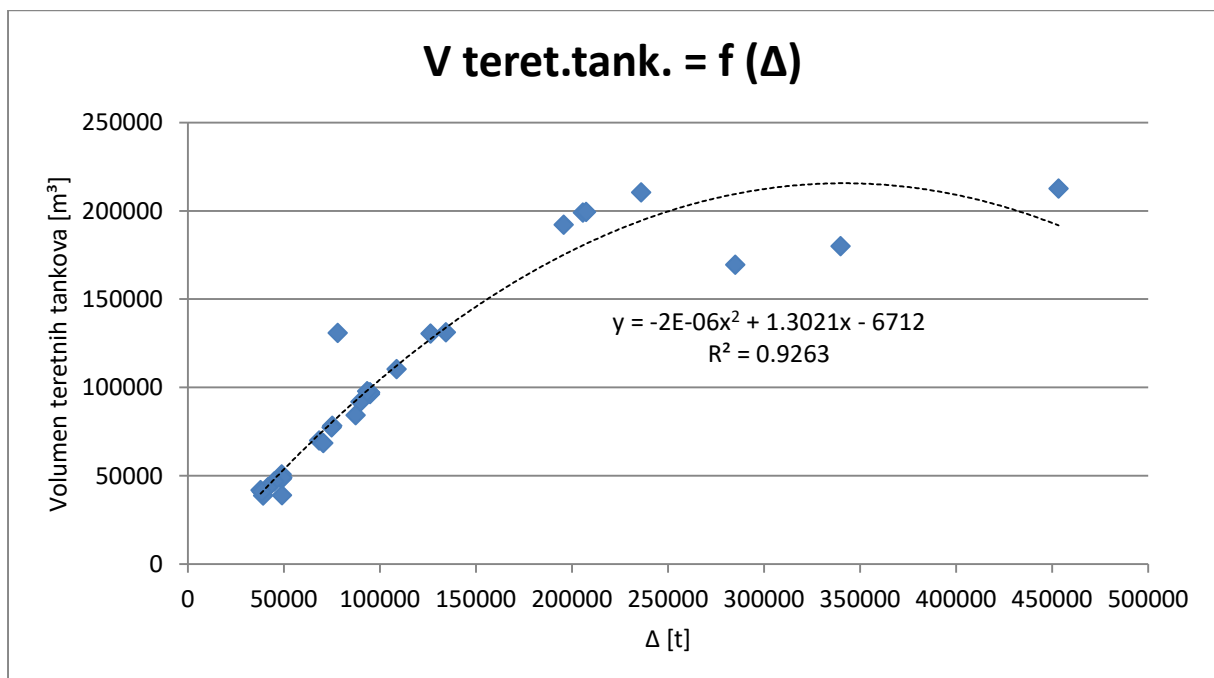
Dijagram 10. Zavisnost maksimalnog gaza broda o volumenu teretnih tankova

Dijagram 11 prikazuje zavisnost volumena teretnih tankova o nosivosti na maksimalnom gazu broda.



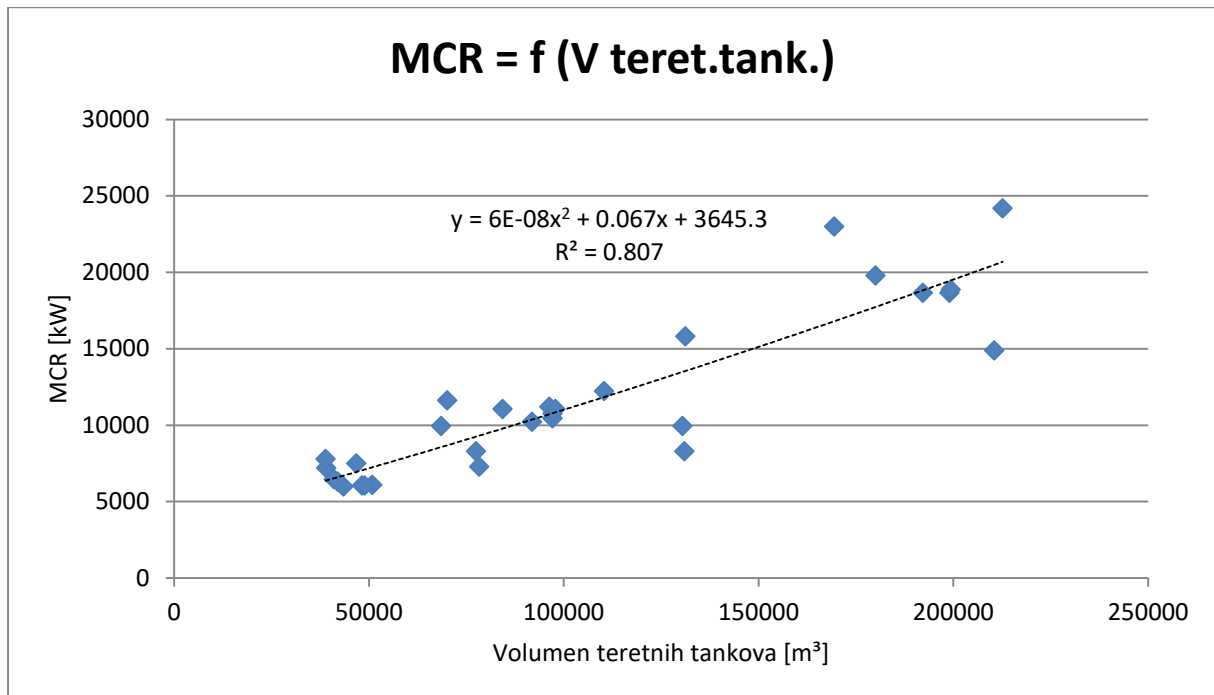
Dijagram 11. Zavisnost volumena teretnih tankova o nosivosti na maksimalnom gazu broda

Dijagram 12 prikazuje zavisnost volumena teretnih tankova o istisnini broda.



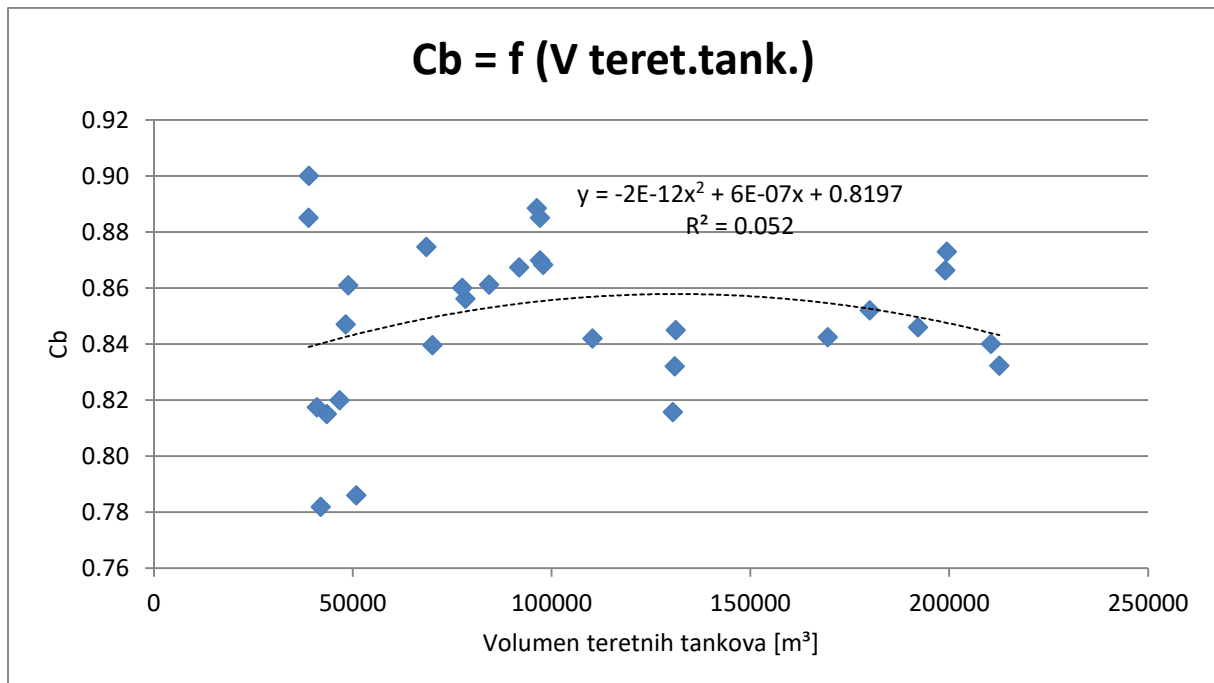
Dijagram 12. Zavisnost volumena teretnih tankova o istisnini broda

Dijagram 13 prikazuje zavisnost maksimalne trajne snage o volumenu teretnih tankova.



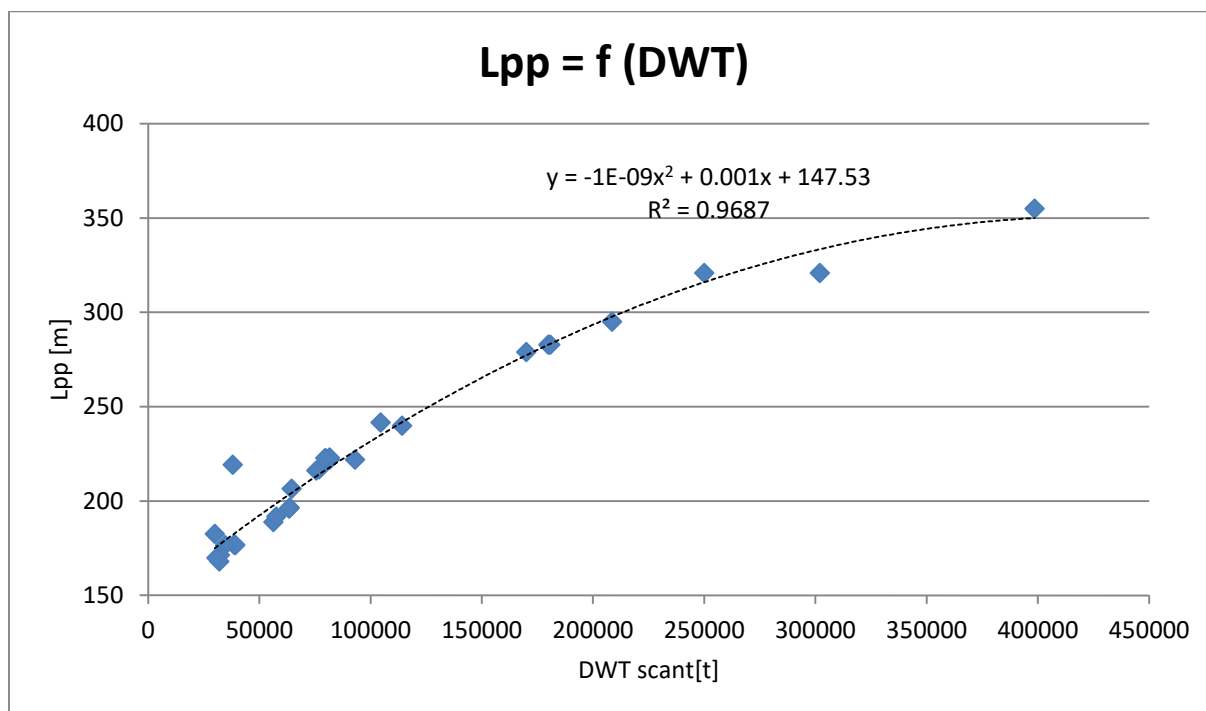
Dijagram 13. Zavisnost maksimalne trajne snage o volumenu teretnih tankova

Dijagram 14 prikazuje zavisnost blok koeficijenta o volumenu teretnih tankova.



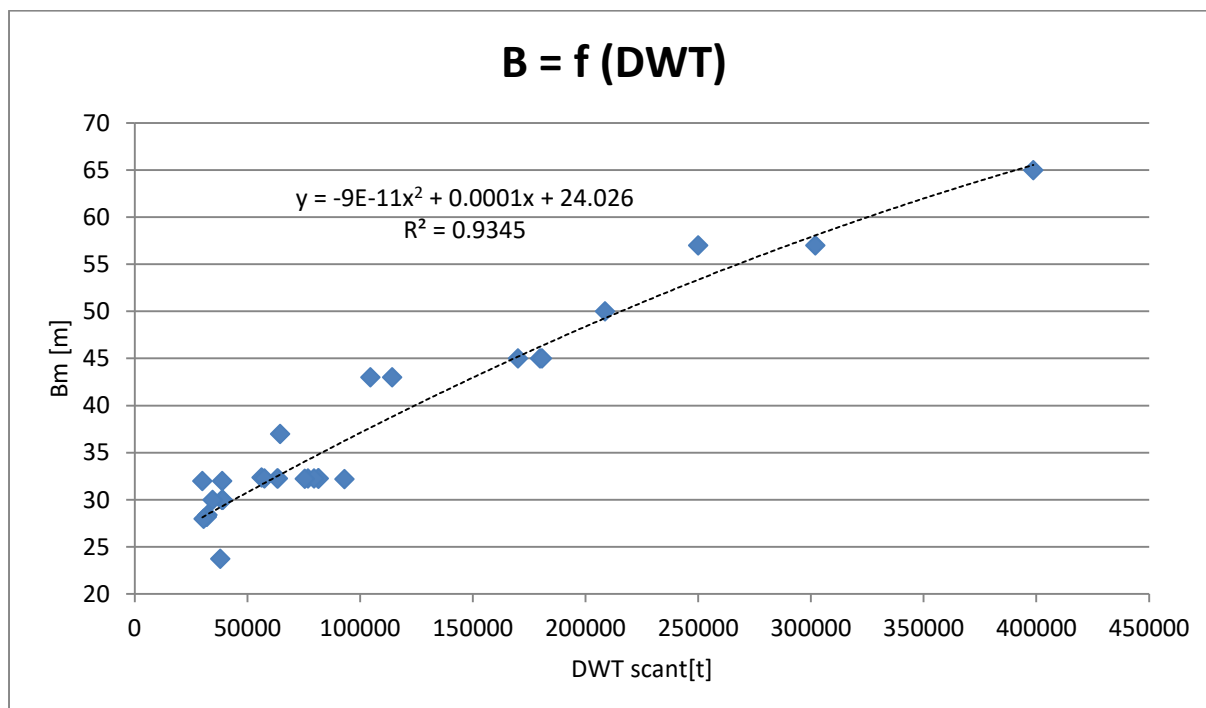
Dijagram 14. Zavisnost blok koeficijenta o volumenu teretnih tankova

Dijagram 15 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o nosivosti na maksimalnom gasu broda.



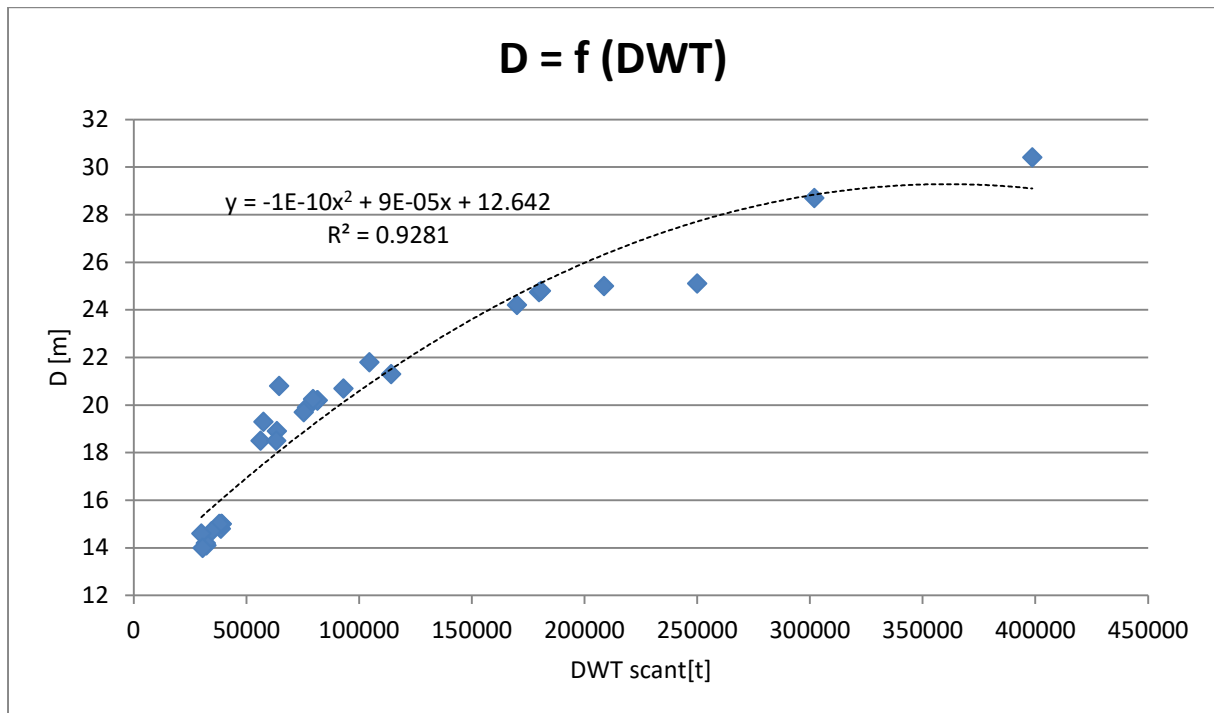
Dijagram 15. Zavisnost duljine broda između okomica o nosivosti na maksimalnom gasu broda

Dijagram 16 prikazuje zavisnost širine broda o nosivosti na maksimalnom gasu broda.



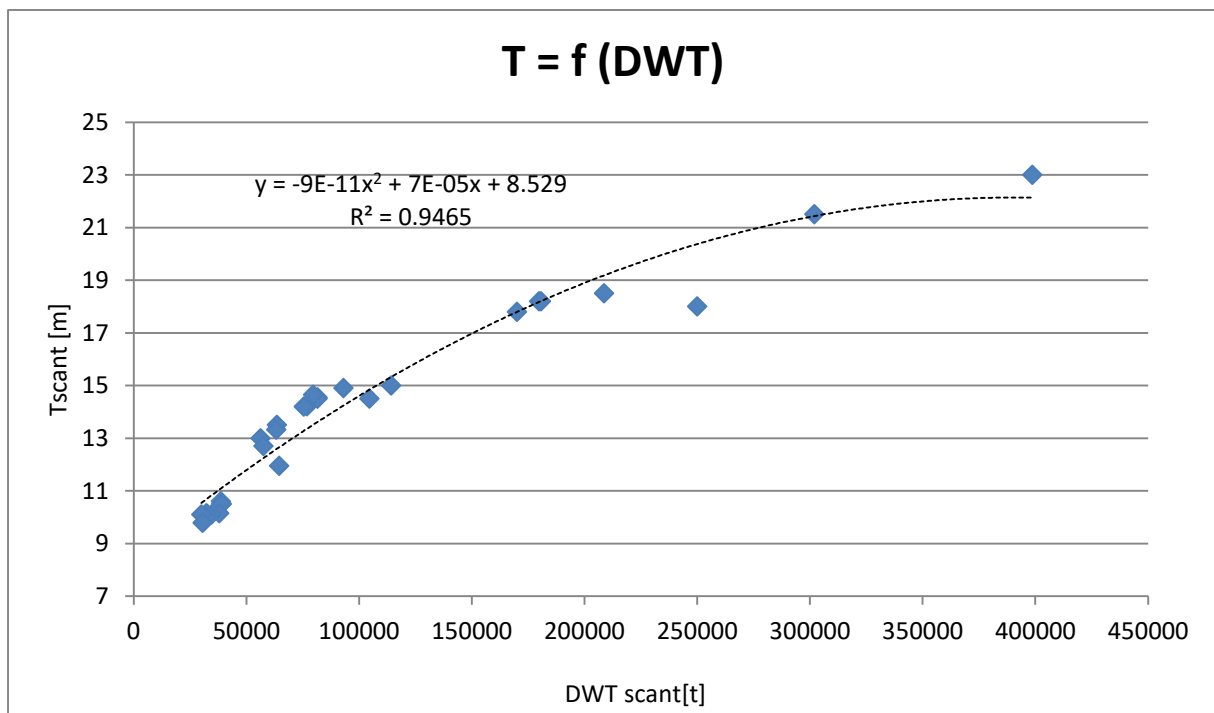
Dijagram 16. Zavisnost širine broda o nosivosti na maksimalnom gasu broda

Dijagram 17 prikazuje zavisnost visine broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda.



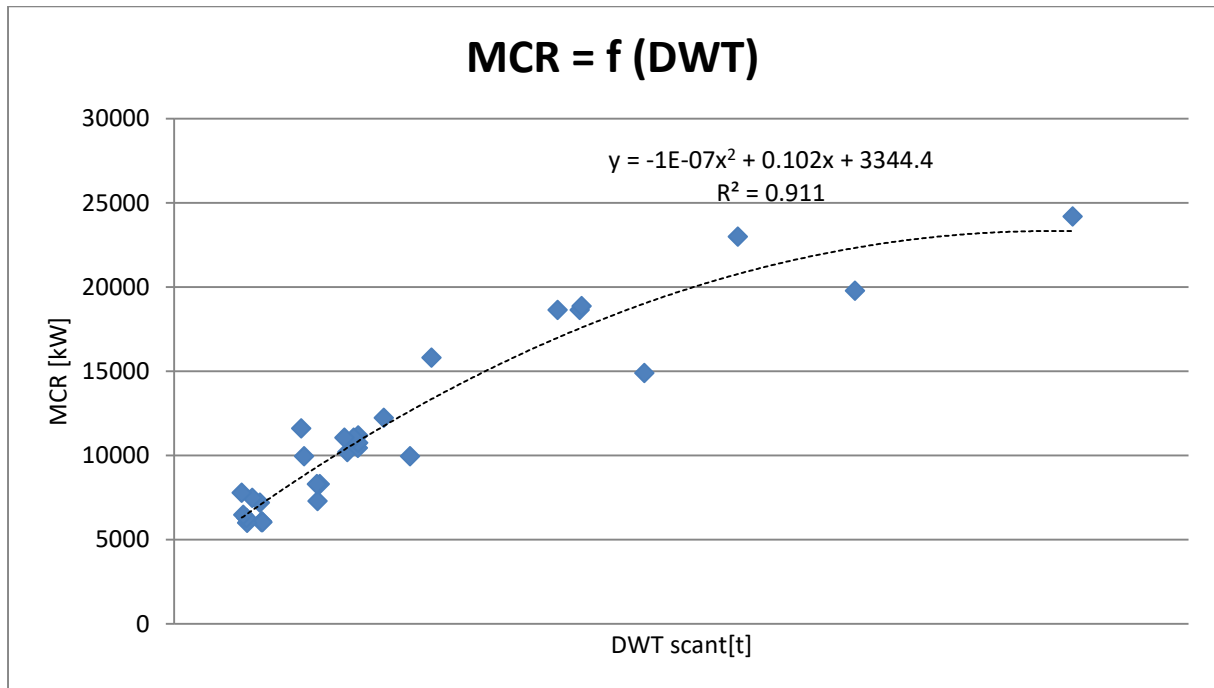
Dijagram 17. Zavisnost visine broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda

Dijagram 18 prikazuje zavisnost maksimalnog gaza broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda.



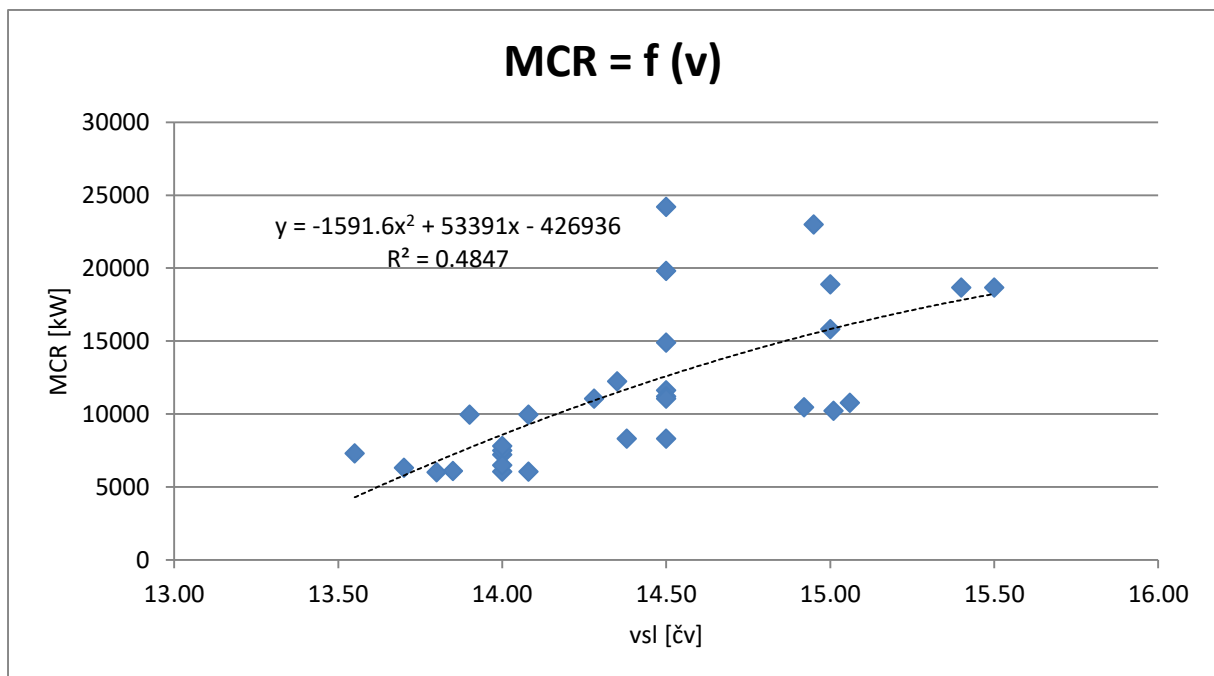
Dijagram 18. Zavisnost maksimalnog gaza broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda

Dijagram 19 prikazuje zavisnost maksimalne trajne snage o nosivosti na maksimalnom gasu broda.



Dijagram 19. Zavisnost maksimalne trajne snage o nosivosti na maksimalnom gasu broda

Dijagram 20 prikazuje zavisnost maksimalne trajne snage o brzini broda.



Dijagram 20. Zavisnost maksimalne trajne snage o brzini broda

2.1.2. Prikaz regresijskih jednadžbi

Rezultati regresijske analize zavisnosti značajki broda za prijevoz rasutog tereta prikazani su regresijskim jednadžbama i koeficijentima korelacije. Tablica 3 sadrži navedene jednadžbe i koeficijente korelacije uz isti poredak kao i pripadajući dijagrami iz Poglavlja 2.1.1.

Tablica 3. Regresijske jednadžbe i koeficijenti korelacije za brodove za rasuti teret

Broj dijagrama	Regresijska jednadžba	Koeficijent korelacije	Broj jednadžbe
1	$L_{pp} = 0,011 B^2 + 3,754 B + 70,25$	0,867	(3)
2	$L_{pp} = 0,377 D^2 - 4,892 D + 167,1$	0,925	(4)
3	$L_{pp} = 0,354 T^2 + 2,821 T + 111$	0,918	(5)
4	$B = 0,124 D^2 - 3,175 D + 48,45$	0,899	(6)
5	$B = 0,153 T^2 - 2,186 T + 35,29$	0,856	(7)
6	$D = -0,015 T^2 + 1,695 T - 0,886$	0,967	(8)
7	$L_{pp} = 1E^{-9} Vt.t.^2 + 0,0005 Vt.t. + 154,51$	0,863	(9)
8	$B = 4E^{-10} Vt.t.^2 + 5E^{-5} Vt.t. + 25,604$	0,801	(10)
9	$D = -2E^{-10} Vt.t.^2 + 0,0001 Vt.t. + 9,728$	0,915	(11)
10	$T = -7E^{-11} Vt.t.^2 + 7E^{-5} Vt.t. + 7,392$	0,865	(12)
11	$Vt.t. = -2E^{-6} DWT^2 + 1,441 DWT - 509,28$	0,925	(13)
12	$Vt.t. = -2E^{-6} \Delta^2 + 1,302 \Delta - 6712$	0,926	(14)
13	$MCR = 6E^{-8} Vt.t.^2 + 0,067 Vt.t. + 3645,3$	0,807	(15)
14	$C_b = -2E^{-12} Vt.t.^2 + 6E^{-7} Vt.t. + 0,819$	0,052	(16)
15	$L_{pp} = -1E^{-9} DWT^2 + 0,001 DWT + 147,53$	0,968	(17)
16	$B = -9E^{-11} DWT^2 + 0,0001 DWT + 24,026$	0,934	(18)
17	$D = -1E^{-10} DWT^2 + 9E^{-5} DWT + 12,642$	0,928	(19)
18	$T = -9E^{-11} DWT^2 + 7E^{-5} DWT + 8,529$	0,946	(20)
19	$MCR = -1E^{-7} DWT^2 + 0,102 DWT + 3344,4$	0,911	(21)
20	$MCR = -1591,6 v^2 + 53391 v - 42693$	0,484	(22)

2.1.3. Analiza rezultata regresijske analize

Prvo što projektant određuje u preliminarnom projektu jesu glavne dimenzije broda u skladu s njegovom namjenom. Stoga je na početku provedena regresijska analiza međusobnih zavisnosti geometrijskih značajki broda. Analizirana je zavisnost duljine broda između okomica o širini, visini i maksimalnom gazu broda, zavisnost širine broda o visini i maksimalnom gazu broda te zavisnost visine broda o maksimalnom gazu broda. Između navedenih značajki broda postoji uska ili vrlo uska veza.

Analiza zavisnosti glavnih dimenzija broda o volumenu teretnih tankova dala je vrlo dobre rezultate. Koeficijent korelacije iznosi $R^2 = 0,801 \div 0,915$.

Očekivani rezultati su kod analize zavisnosti volumena teretnih tankova o nosivosti na maksimalnom gazu te volumena teretnih tankova o istisnini. Veza je vrlo uska u oba slučaja.

Uska veza prisutna je kod odnosa maksimalne trajne snage i volumena teretnih tankova. S povećanjem volumena teretnih tankova, raste i maksimalna trajna snaga.

S druge strane, može se uočiti kako između blok koeficijenta i volumena teretnih tankova ne postoji značajna veza. Koeficijent korelacije iznosi $R^2 = 0,052$. Razlog tome može se pronaći u Tablici 2 Poglavlja 2.1.1. iz koje se da zaključiti kako koeficijent istisnine iznosi otprilike 0,85 bez obzira na vrijednost volumena teretnih tankova.

S obzirom da je nosivost broda značajka definirana projektним zahtjevom od strane naručitelja, provedena je regresijska analiza zavisnosti glavnih dimenzija broda o nosivosti na maksimalnom gazu. Pokazalo se da glavne dimenzije broda s povećanjem nosivosti rastu na određenu potenciju te je veza vrlo uska.

Na kraju je dana zavisnost maksimalne trajne snage o nosivosti na maksimalnom gazu i o brzini broda u službi. Kao kod odnosa snage i volumena teretnih tankova, i u ovom slučaju maksimalna trajna snaga raste s povećanjem nosivosti.

Između maksimalne trajne snage i brzine broda ne postoji značajna veza. Razlog tome je što svi brodovi za prijevoz rasutog tereta iz Tablice 2 Poglavlja 2.1.1. imaju brzinu oko 14,5 čvora. Također, osim o brzini broda, snaga ovisi i o istisnini.

2.2. Kontejnerski brodovi

2.2.1. Regresijska analiza

Za potrebe regresijske analize odabrano je 30 kontejnerskih brodova. Baza podataka prikazana je Tablicom 4. Svaki dio tablice sastavljen je od stupaca u kojima su dani sljedeći podaci:

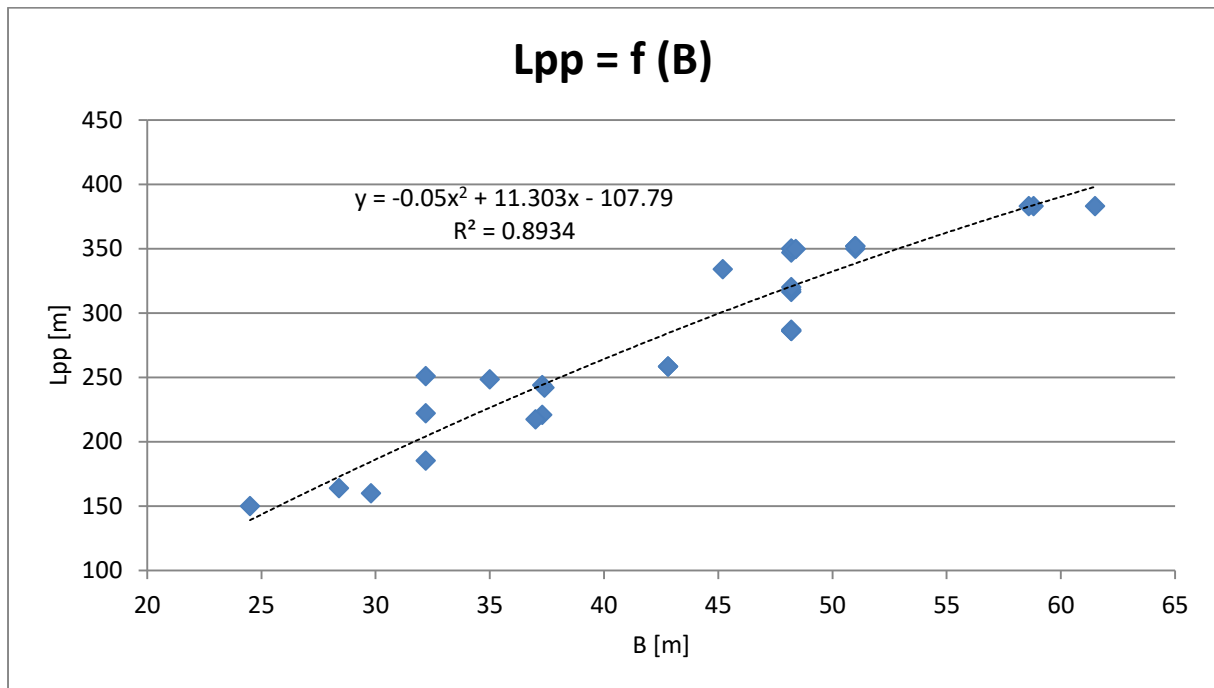
Redni broj stupca	Veličina dana u stupcu
1.	redni broj
2.	naziv broda
3.	godina gradnje
4.	duljina broda preko svega Loa
5.	duljina broda između okomica Lpp
6.	širina broda Bm
7.	maksimalni gaz $Tscant$
8.	projektni gaz $Tdes$
9.	visina broda do glavne palube H
10.	masa lakog broda ΔLS
11.	nosivost broda na maksimalnom gazu $DWTscant$
12.	nosivost broda na projektnom gazu $DWTdes$
13.	istisnina broda na maksimalnom gazu Δ
14.	brzina broda u službi vsl
15.	tip glavnog pogonskog stroja
16.	maksimalna trajna snaga MCR
17.	brzina vrtnje vijka n
18.	volumen teretnih tankova $V_{teret.tank.}$
19.	volumen balastnih tankova $V_{bal.tank.}$
20.	broj TEU kontejnera
21.	blok koeficijent Cb
22.	Froudeov broj Fn

Tablica 4. Baza podataka za kontejnerske brodove – podaci preuzeti iz [10]

R. br.	Naziv	Godina gradnje	Loa [m]	Lpp [m]	Bm [m]	Tscant [m]	Tdes [m]	D [m]	ΔLS [t]	DWTscant [t]	DWTdes [t]	Δ [t]	vsl [čv]	Motor	MCR [kW]	n [o/min]	Vteret.tank. [m ³]	Vbal.tank. [m ³]	TEU	Cb	Fn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1.	CMACGM Argentina	2019.	365,98	350,00	51,00	16,00	14,50	29,85	42907,00	157076,00	133607,00	199983,00	22,00	Hyundai-MAN B&W11G90ME-C10.5	46360	75,7	228129,6	41810,4	15072	0,6818	0,1932
2.	MSCGülsün	2019.	399,03	383,00	61,50	16,50	14,50	33,20	64350,00	228600,00	186800,00	292950,00	23,20	MAN B&W11G95ME-C9.5	66650	80,0	354771,6	61000,0	23756	0,7340	0,1947
3.	MSCJosseline	2019.	366,00	347,00	48,20	16,00	14,50	29,85	40004,00	150893,00	/	190897,00	22,00	WinGD10X92-B	46422	75,7	221097,9	37000,0	14336	0,6960	0,1940
4.	SITCCebu	2019.	188,80	185,40	32,20	11,50	9,50	17,10	10600,00	35350,00	/	45950,00	19,46	MAN B&W7S60ME-C10.5	13700	97,0	48300,0	11000,0	2433	0,6460	0,2348
5.	Daniel K. Inouye	2018.	260,30	248,50	35,00	12,20	11,60	21,00	19475,00	51400,00	/	70875,00	23,50	MAN B&W7S90ME-C10.5	38000	84,0	47844,1	21915,0	3652	0,6500	0,2449
6.	TropicHope	2018.	159,73	150,00	24,50	10,50	8,25	14,80	7220,00	20326,00	13038,00	27546,00	20,00	MAN B&W6S60ME-C8.5	14280	105,0	24735,0	7142,0	1148	0,6947	0,2682
7.	OOCL Hong Kong	2017.	400,00	383,00	58,80	16,00	14,50	32,50	61700,00	191400,00	162400,00	253100,00	23,00	MAN Diesel&Turbo11G95ME-C9.5	61530	78,5	329472,2	63600,0	21413	0,6853	0,1930
8.	Polar Mexico	2017.	230,00	220,80	37,30	12,50	9,50	19,60	17712,20	52102,90	31749,90	69815,10	19,40	MAN 6S70ME-C8.5	19620	91,0	56253,1	20191,4	3947	0,6600	0,2145
9.	SinotransKaohsiung	2017.	171,99	164,00	28,40	9,75	8,50	14,50	8000,00	24800,00	/	32800,00	18,50	MAN B&W6S60ME-C8.5	14280	105,0	23922,1	8700,0	1946	0,7024	0,2373
10.	Cape Akritas	2016.	330,00	316,40	48,20	16,00	13,00	27,20	35254,50	134869,10	95288,60	170123,60	22,16	MAN Diesel&Turbo8G95ME-C9.5	42310	76,9	166258,4	30823,2	11037	0,6790	0,2046
11.	Valparaiso Express	2016.	330,18	318,00	48,20	14,00	12,50	26,80	37061,00	123587,00	103057,00	160648,00	21,00	Hyundai-MAN B&W7S90ME-C10.5	40264	83,8	160350,4	31100,0	10593	0,7286	0,1934
12.	Al Murabba	2015.	368,52	352,00	51,00	15,50	14,50	30,35	45607,00	149360,00	133671,00	194967,00	21,00	Hyundai-MAN B&W9S90ME-C10.2	54900	84,0	229579,4	40122,0	15000	0,6818	0,1839
13.	Barzan	2015.	400,00	383,00	58,60	16,00	14,50	30,60	58203,00	199744,00	170658,00	257947,00	21,00	Hyundai-MAN B&W10S90ME-C10.2	61000	84,0	297793,6	50793,3	19870	0,6989	0,1763
14.	Isla Bella	2015.	233,00	222,00	32,20	10,50	10,50	18,30	15374,70	33156,00	/	48530,70	22,00	MAN D&T8L70ME-C8.2	25191	98,5	47119,2	/	3100	0,6480	0,2425
15.	UASC Al Khor	2015.	299,90	286,00	48,20	14,50	12,50	24,80	31763,00	111029,00	86968,00	142792,00	22,00	MAN DieselTurbo8G95ME-C9.5	41400	75,0	140959,0	32284,0	9115	0,6710	0,2137
16.	CCNIlquique	2014.	270,90	258,40	42,80	14,55	13,00	24,60	23073,00	80087,00	65625,00	103160,00	21,31	Wartsila7RT-Flex82T-B	27700	84,0	101306,4	21779,0	6865	0,6240	0,2178
17.	Charlotte Schulte	2014.	255,00	244,00	37,30	13,90	12,00	22,00	19120,00	65120,00	50060,00	84240,00	21,73	MAN TurboDiesel6G80ME-C9.2	24680	72,0	71838,7	19550,0	5466	0,6482	0,2285
18.	MOL Bravo	2014.	337,00	320,00	48,20	15,20	13,00	20,33	38220,00	114891,70	86000,00	153111,70	23,80	MAN B&W10C90ME-C9.2	51000	84,0	163105,0	31530,1	10010	0,6350	0,2185
19.	UASCTabuk	2014.	299,92	287,00	48,20	14,50	12,50	24,80	30684,00	112171,00	88497,00	142855,00	22,00	WartsilaW9X82	36440	75,6	140197,0	192053,4	9034	0,6933	0,2133
20.	APLTemasek	2013.	368,82	352,00	51,00	15,50	14,50	29,85	45585,00	150166,00	134362,00	195751,00	22,60	HHI-EMD11S90ME-C9.2	62030	83,0	232696,5	36239,0	13892	0,6845	0,1979
21.	Cap Arnauti	2013.	270,90	258,40	42,80	14,56	13,00	24,60	22589,00	80577,00	66115,00	103166,00	21,43	MAN B&W6S80ME-C9.2	27060	78,0	100653,9	21528,0	6622	0,6240	0,2190
22.	Hanjin California	2013.	228,00	217,50	37,00	12,45	12,00	19,30	16400,00	51000,00	47000,00	67400,00	21,00	MAN B&W6K80ME-C9.2	27180	104,0	53643,4	17000,0	3670	0,6563	0,2339
23.	Seasmile	2013.	255,49	242,00	37,40	13,50	12,00	21,10	19373,00	62603,00	51020,00	81976,00	21,50	HHI-EMD6G80ME-C9.2	28360	72,0	71838,7	19671,0	5071	0,6523	0,2270
24.	Hyundai Together	2012.	366,53	350,00	48,20	15,50	14,50	29,85	43000,00	141000,00	126000,00	184000,00	24,70	B&W12K98ME-C7	72240	104,0	217763,3	36000,0	13082	0,6800	0,2169
25.	MSCAltamira	2012.	299,18	286,00	48,20	14,50	12,50	24,80	31245,00	112516,00	88997,00	143761,00	22,00	HHI-EMD9S90ME-C8.2	47430	78,0	138820,5	28465,0	8886	0,6996	0,2137
26.	Tzini	2012.	170,00	160,00	29,80	9,50	8,50	14,50	8480,00	24185,00	20001,00	32665,00	19,00	MAN Diesel&Turbo6S60ME-C8.2	14280	105,0	22472,2	9703,0	1756	0,7015	0,2467
27.	Maersk Edison	2011.	366,32	350,00	48,20	15,50	14,50	29,85	43500,00	141500,00	126500,00	185000,00	24,70	B&W12K98MC-C7	72240	104,0	218488,3	36013,0	13102	0,6874	0,2169
28.	Cap Ines	2010.	264,32	251,00	32,20	13,50	12,00	21,50	17800,00	58350,00	47450,00	76150,00	22,50	MAN B&W8K90MC-C6	36560	104,0	69881,4	13800,0	4600	0,6900	0,2333
29.	Hanjin Korea	2010.	349,70	334,00	45,20	15,00	13,00	27,20	37100,00	118800,00	92600,00	155900,00	25,10	Wartsila12RT-flex96C	68640	102,0	163105,0	27200,0	10000	0,6717	0,2256
30.	MSCBeryl	2010.	365,80	349,80	48,40	15,50	13,50	22,94	43246,00	139418,00	109794,00	182664,00	25,50	MAN B&W12K98MC-C7	72240	104,0	214356,3	44965,0	12967	0,6775	0,2240

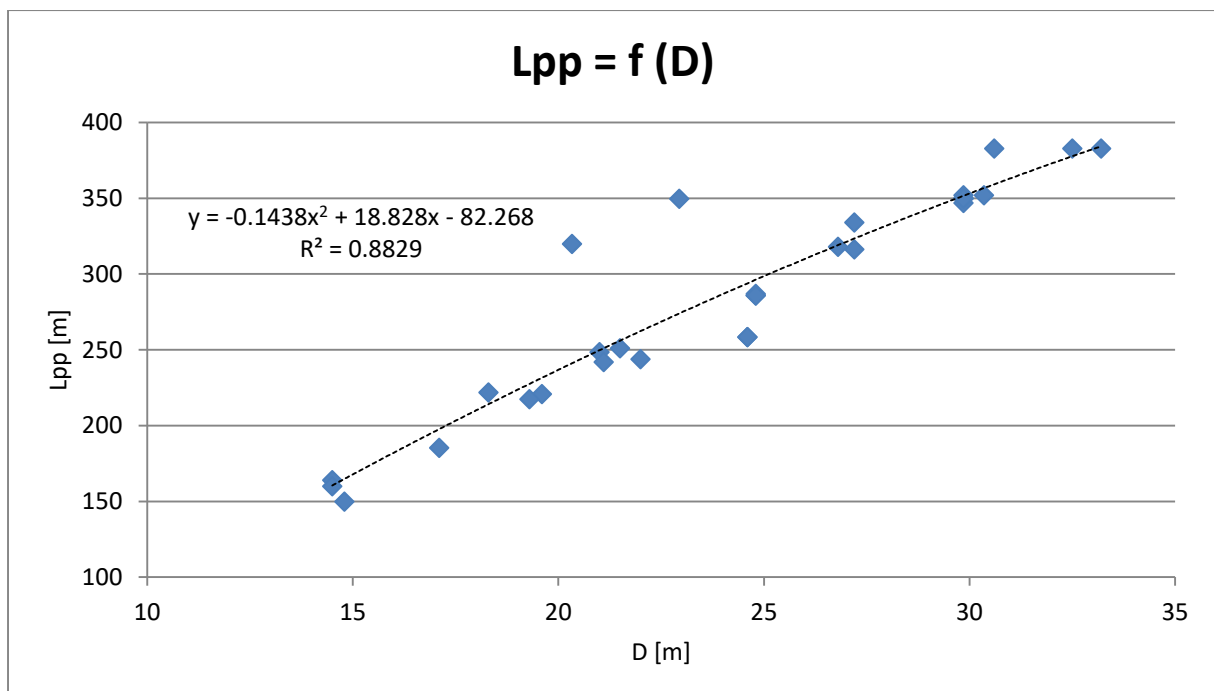
Rezultati regresijske analize prikazani su dijagramima u nastavku.

Dijagram 21 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o širini broda.



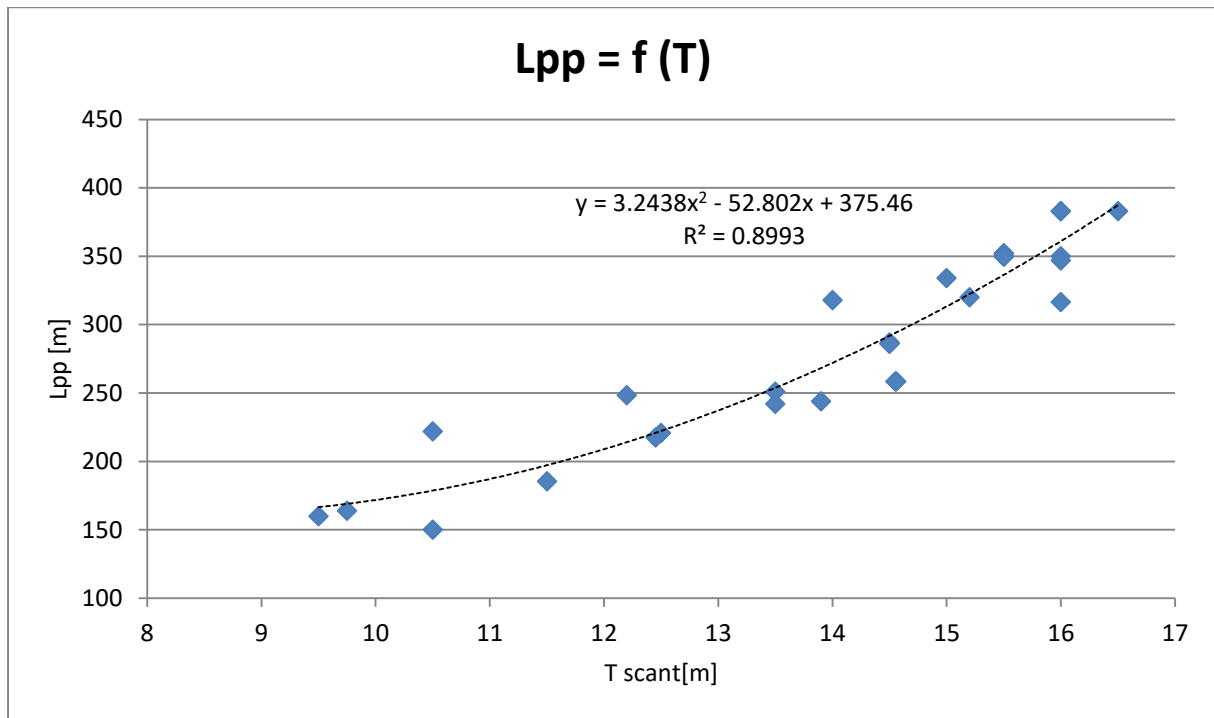
Dijagram 21. Zavisnost duljine broda između okomica o širini broda

Dijagram 22 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o visini broda.



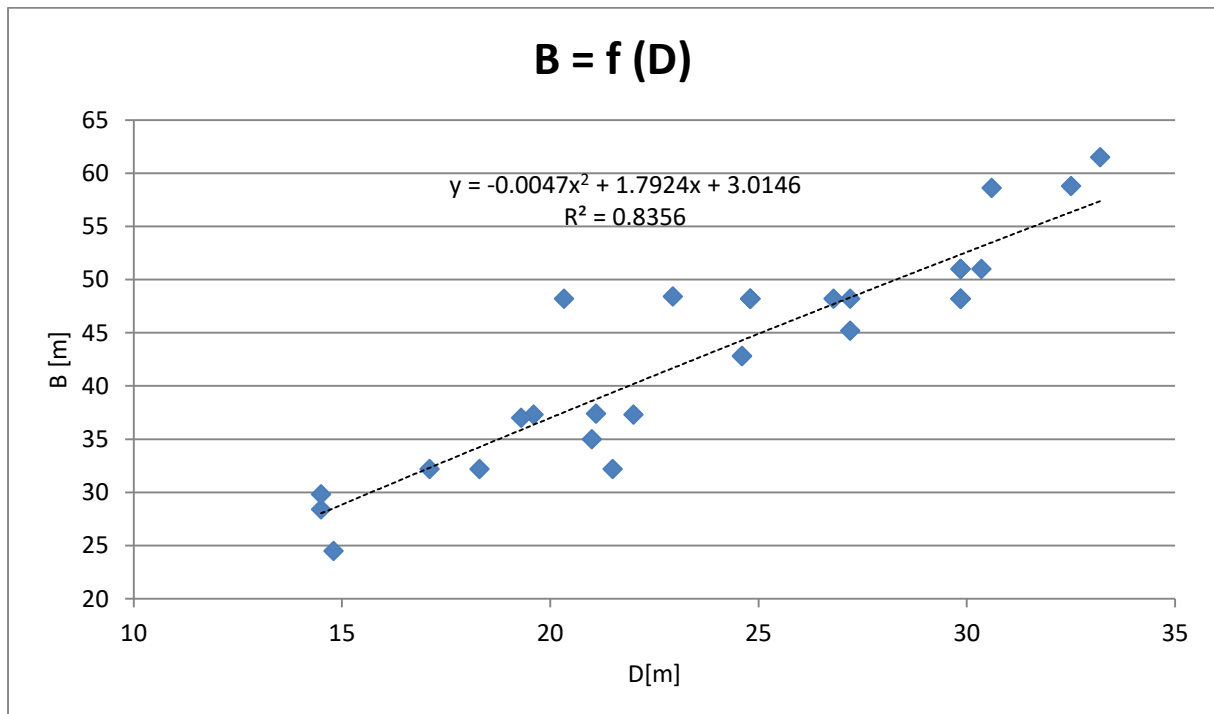
Dijagram 22. Zavisnost duljine broda između okomica o visini broda

Dijagram 23 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o maksimalnom gazu broda.



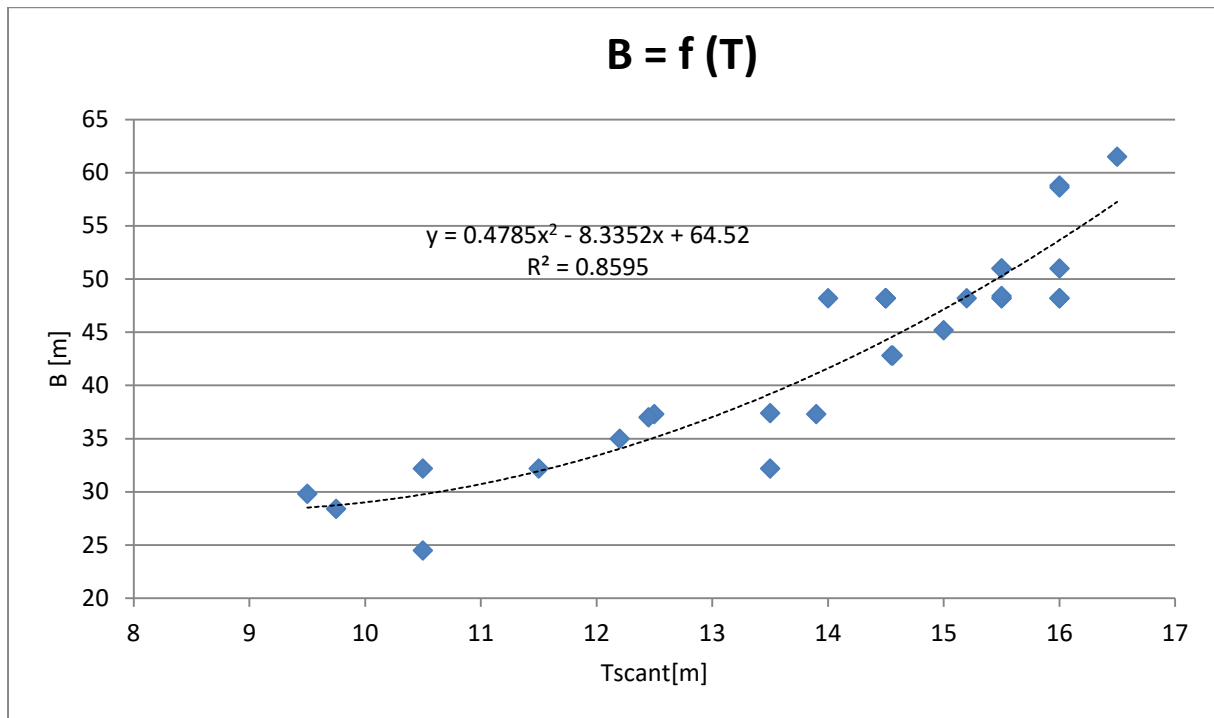
Dijagram 23. Zavisnost duljine broda između okomica o maksimalnom gazu broda

Dijagram 24 prikazuje zavisnost širine broda o visini broda.



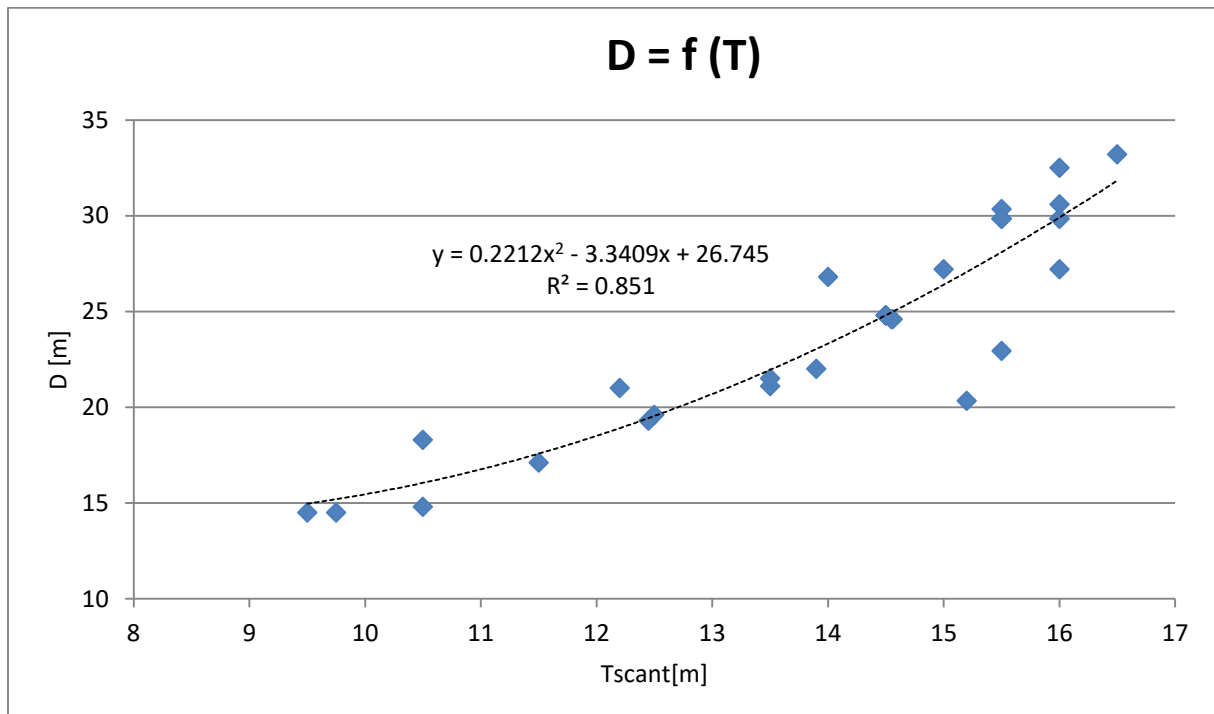
Dijagram 24. Zavisnost širine broda o visini broda

Dijagram 25 prikazuje zavisnost širine broda o maksimalnom gazu broda.



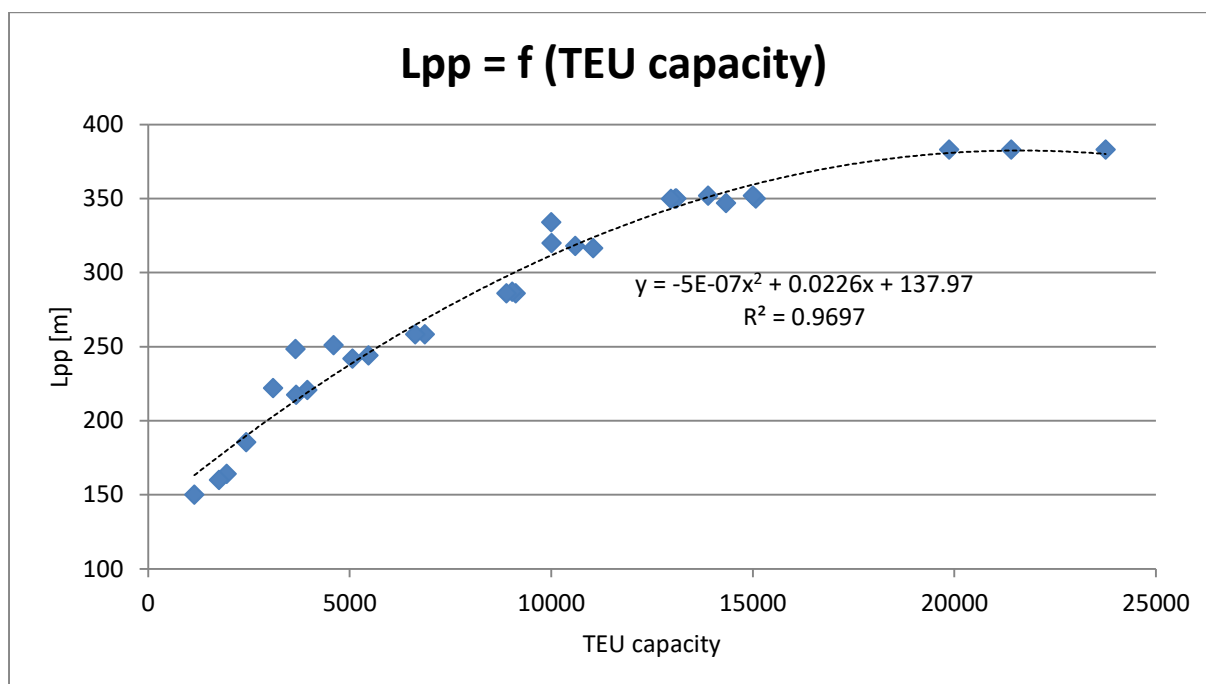
Dijagram 25. Zavisnost širine broda o maksimalnom gazu broda

Dijagram 26 prikazuje zavisnost visine broda o maksimalnom gazu broda.



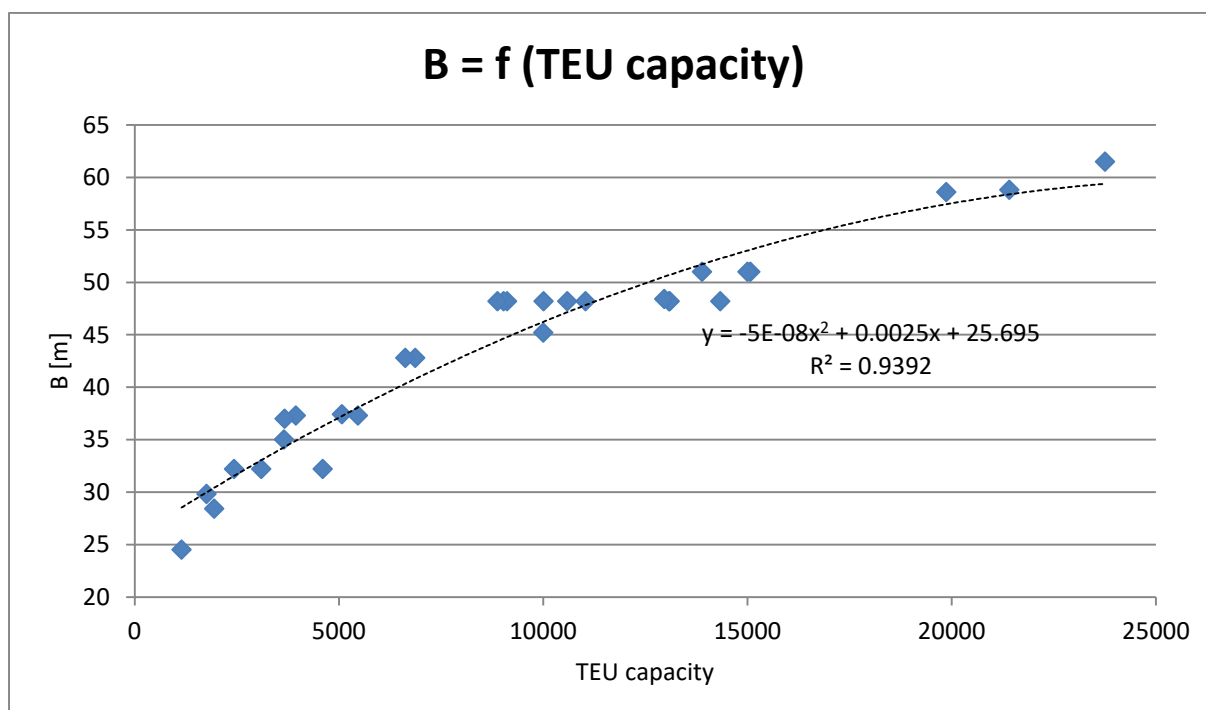
Dijagram 26. Zavisnost visine broda o maksimalnom gazu broda

Dijagram 27 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o broju TEU kontejnera.



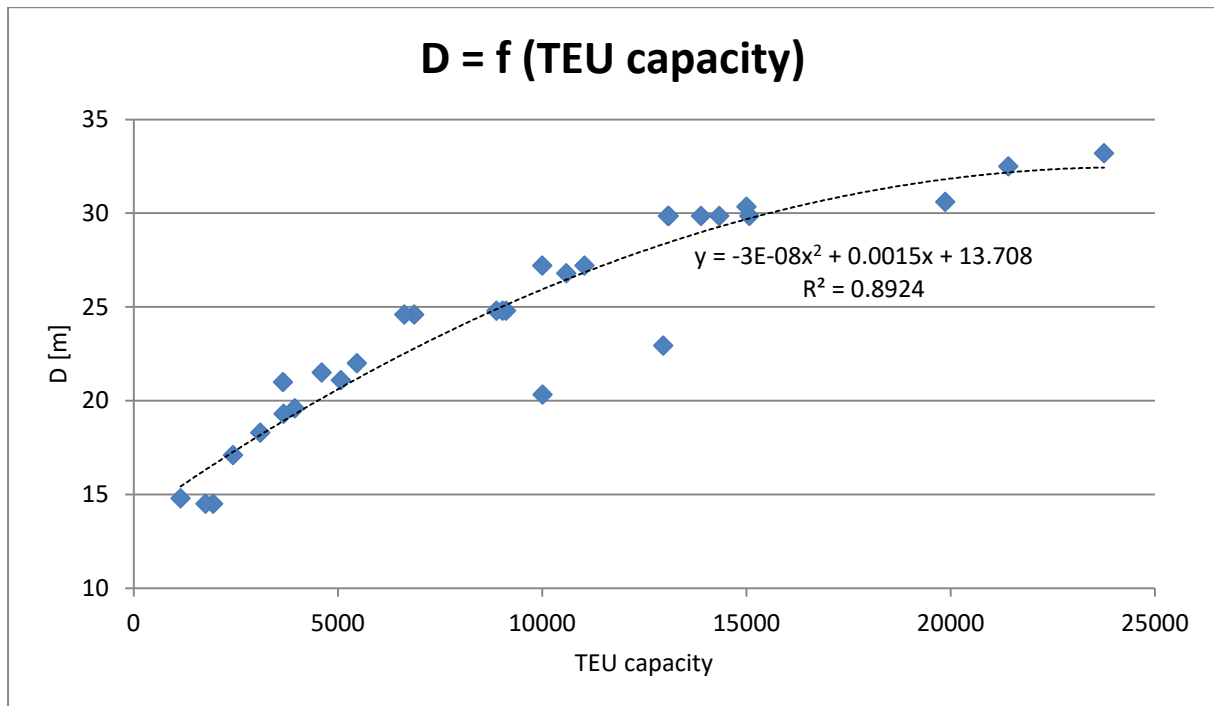
Dijagram 27. Zavisnost duljine broda između okomica o broju TEU kontejnera

Dijagram 28 prikazuje zavisnost širine broda o broju TEU kontejnera broda.



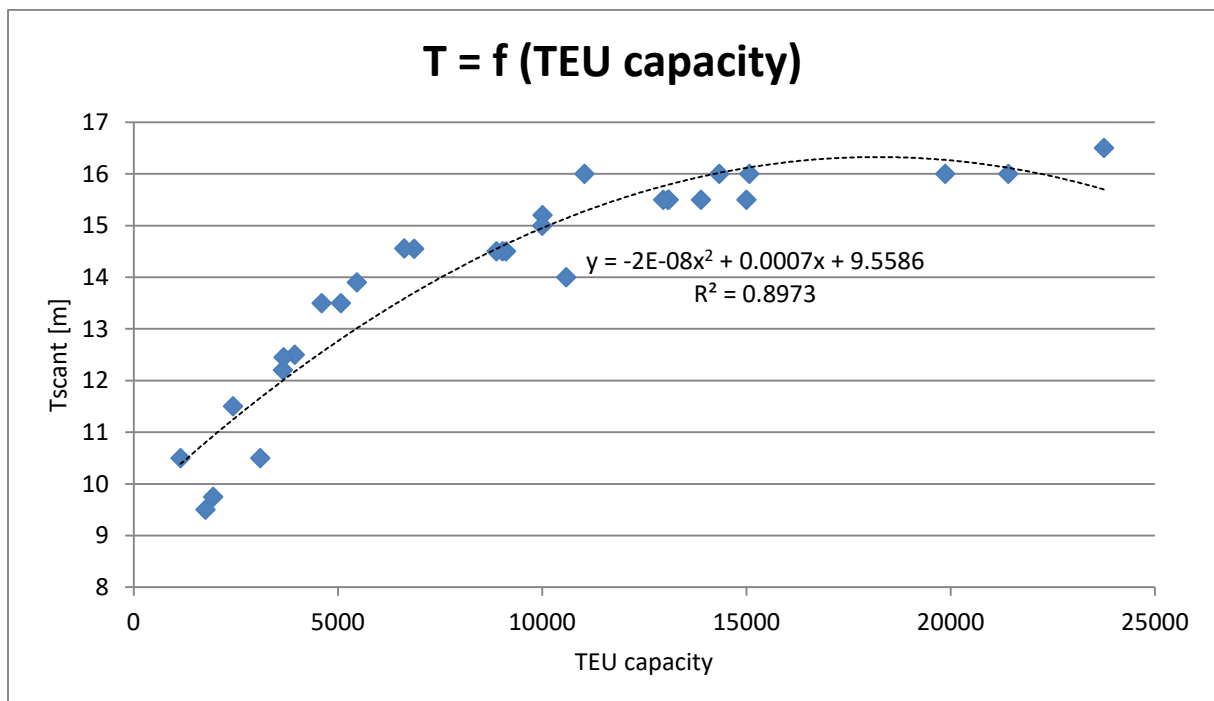
Dijagram 28. Zavisnost širine broda o broju TEU kontejnera broda

Dijagram 29 prikazuje zavisnost visine broda o broju TEU kontejnera.



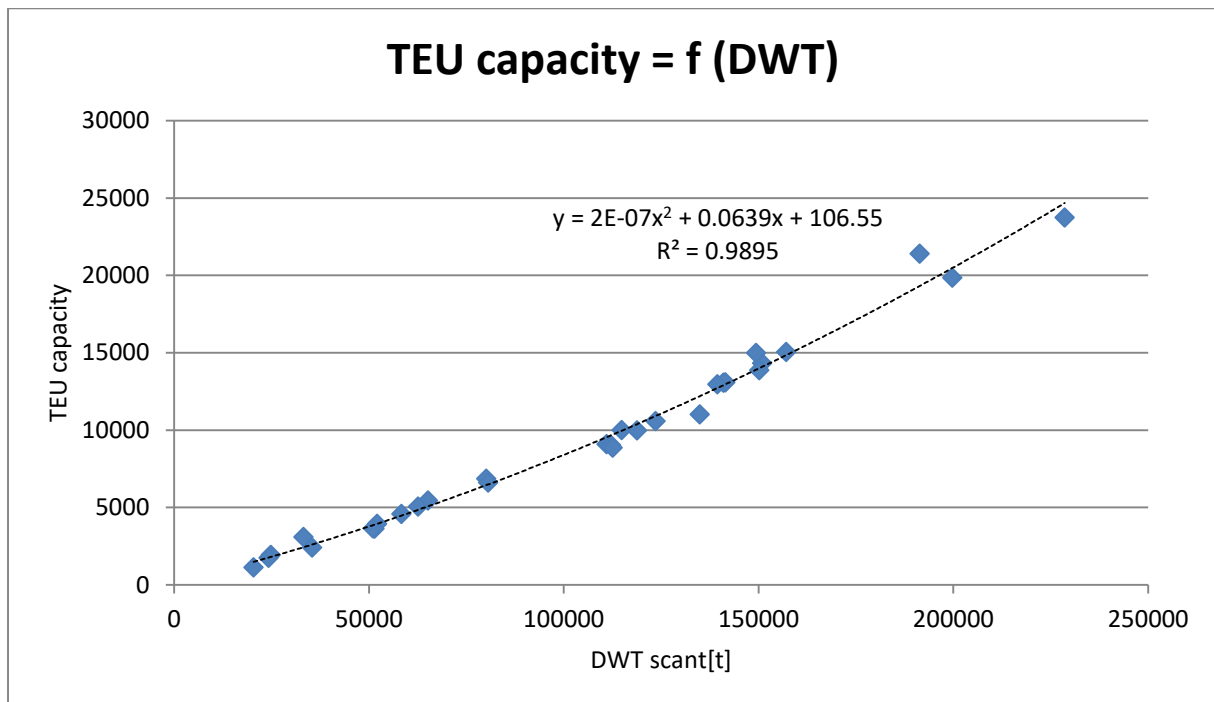
Dijagram 29. Zavisnost visine broda o broju TEU kontejnera

Dijagram 30 prikazuje zavisnost maksimalnog gaza broda o broju TEU kontejnera.



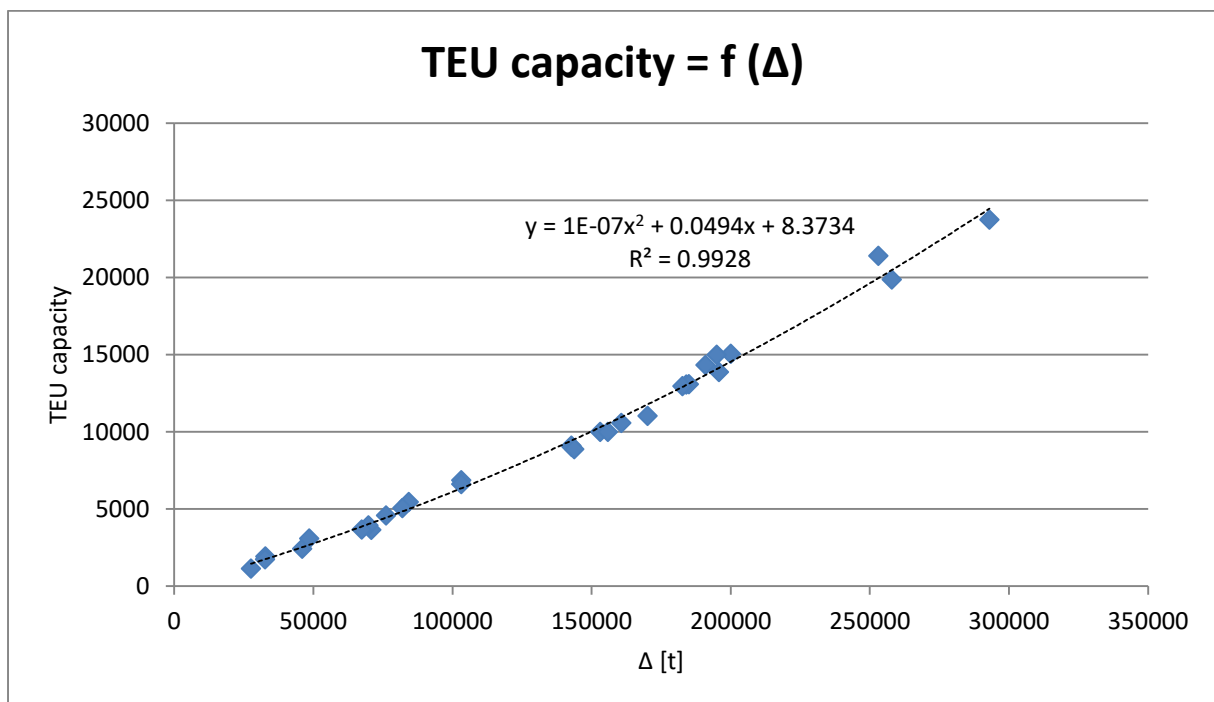
Dijagram 30. Zavisnost maksimalnog gaza broda o broju TEU kontejnera

Dijagram 31 prikazuje zavisnost broja TEU kontejnera o nosivosti na maksimalnom gazu broda.



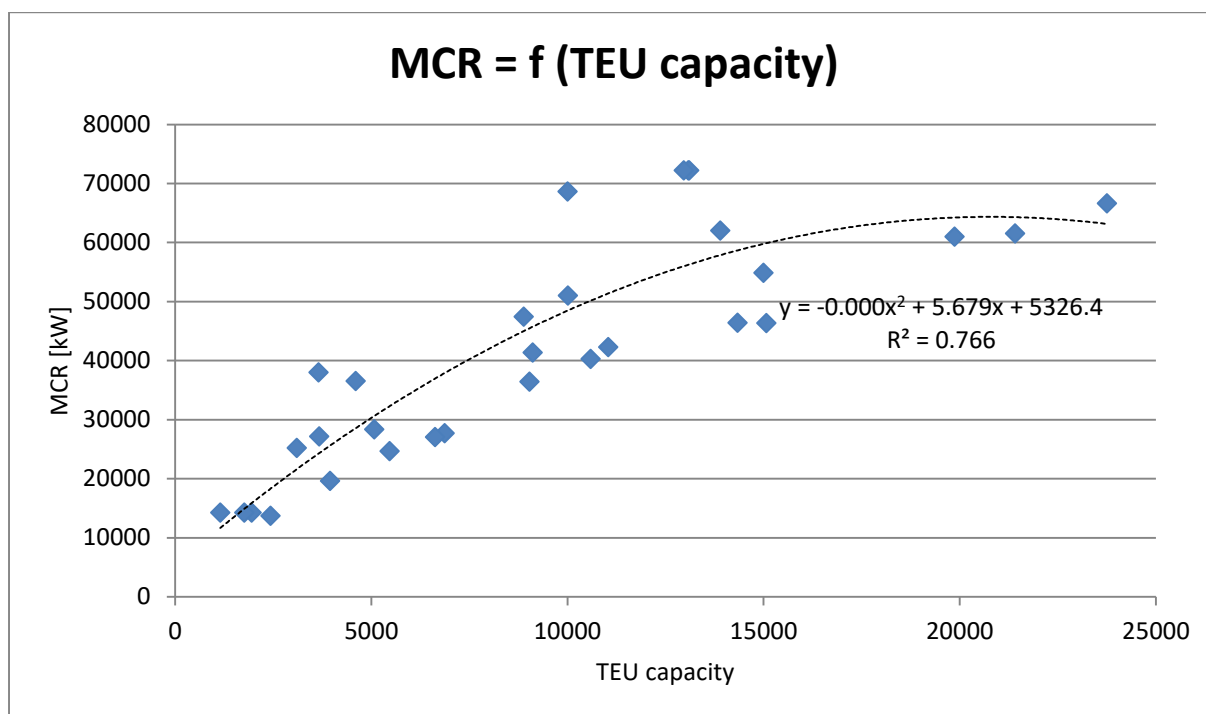
Dijagram 31. Zavisnost broja TEU kontejnera o nosivosti na maksimalnom gazu broda

Dijagram 32 prikazuje zavisnost broja TEU kontejnera o istisnini broda.



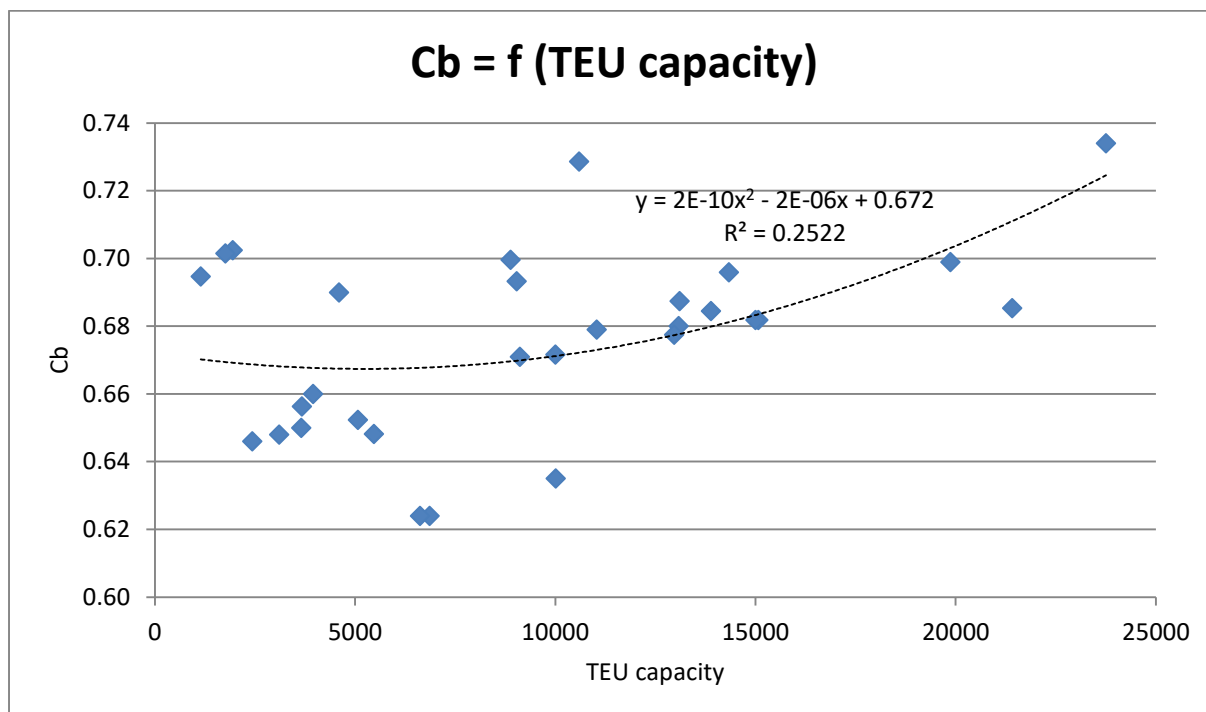
Dijagram 32. Zavisnost broja TEU kontejnera o istisnini broda

Dijagram 33 prikazuje zavisnost maksimalne trajne snage o broju TEU kontejnera.



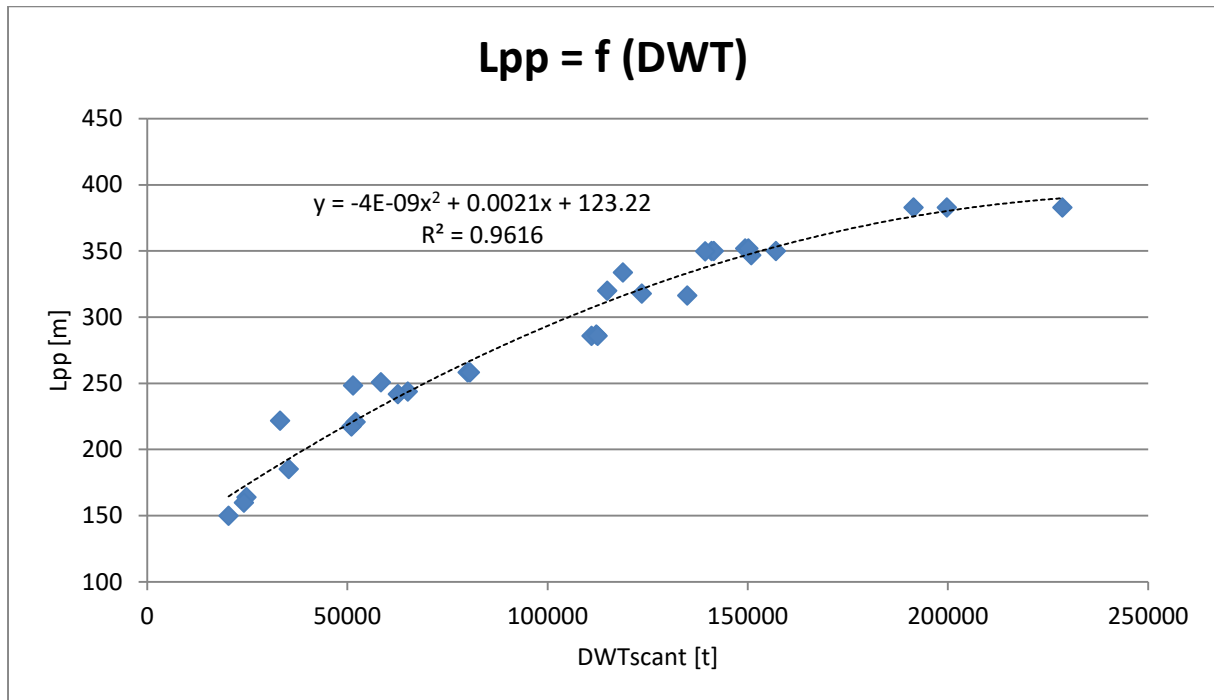
Dijagram 33. Zavisnost maksimalne trajne snage o broju TEU kontejnera

Dijagram 34 prikazuje zavisnost blok koeficijenta o broju TEU kontejnera.



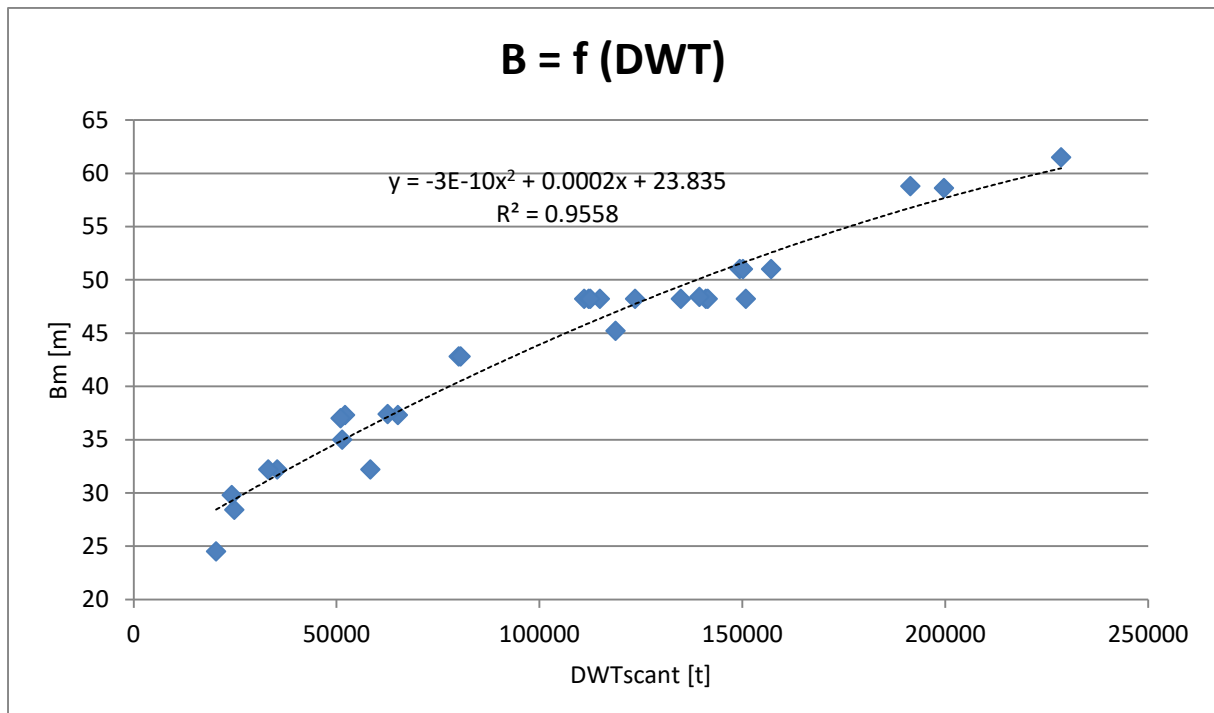
Dijagram 34. Zavisnost blok koeficijenta o broju TEU kontejnera

Dijagram 35 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o nosivosti na maksimalnom gazu broda.



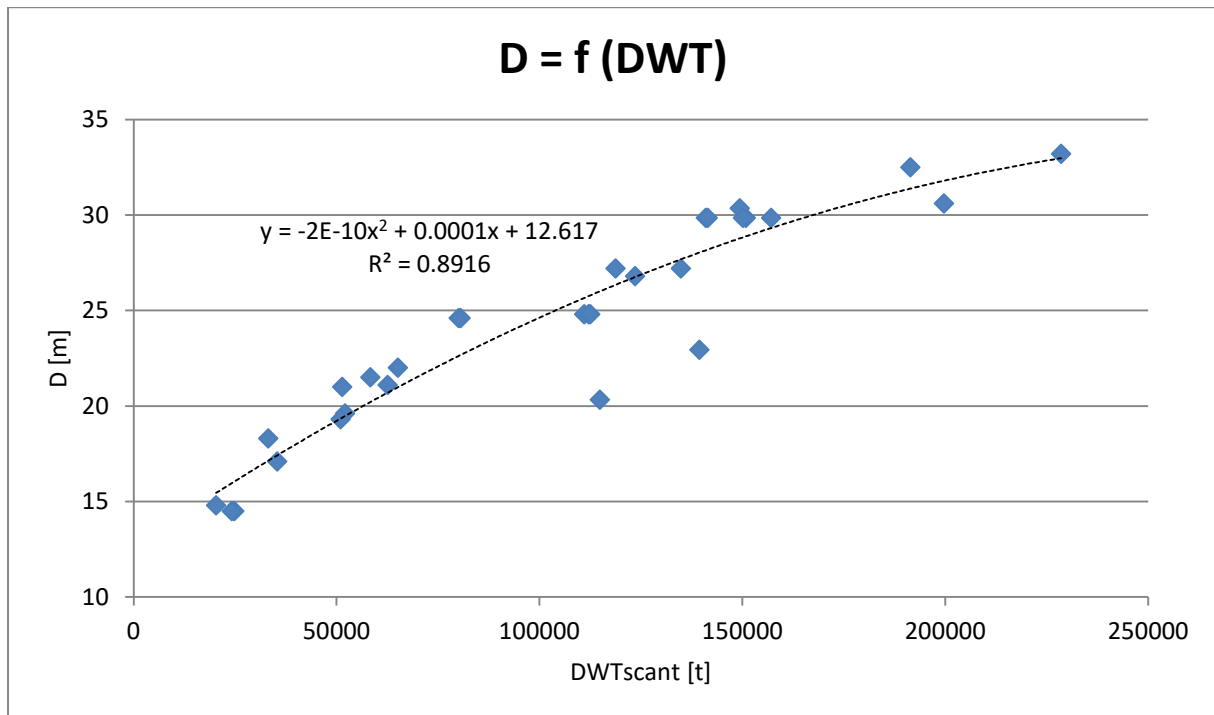
Dijagram 35. Zavisnost duljine broda između okomica o nosivosti na maksimalnom gazu broda

Dijagram 36 prikazuje zavisnost širine broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda.



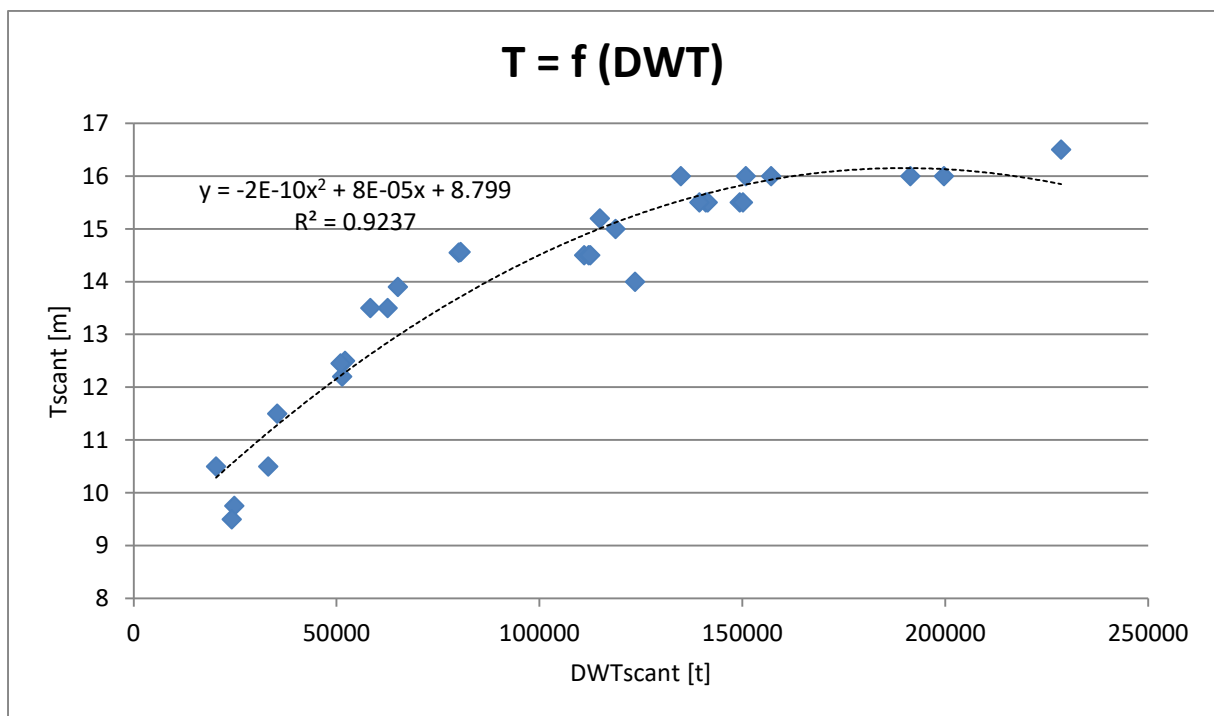
Dijagram 36. Zavisnost širine broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda

Dijagram 37 prikazuje zavisnost visine broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda.



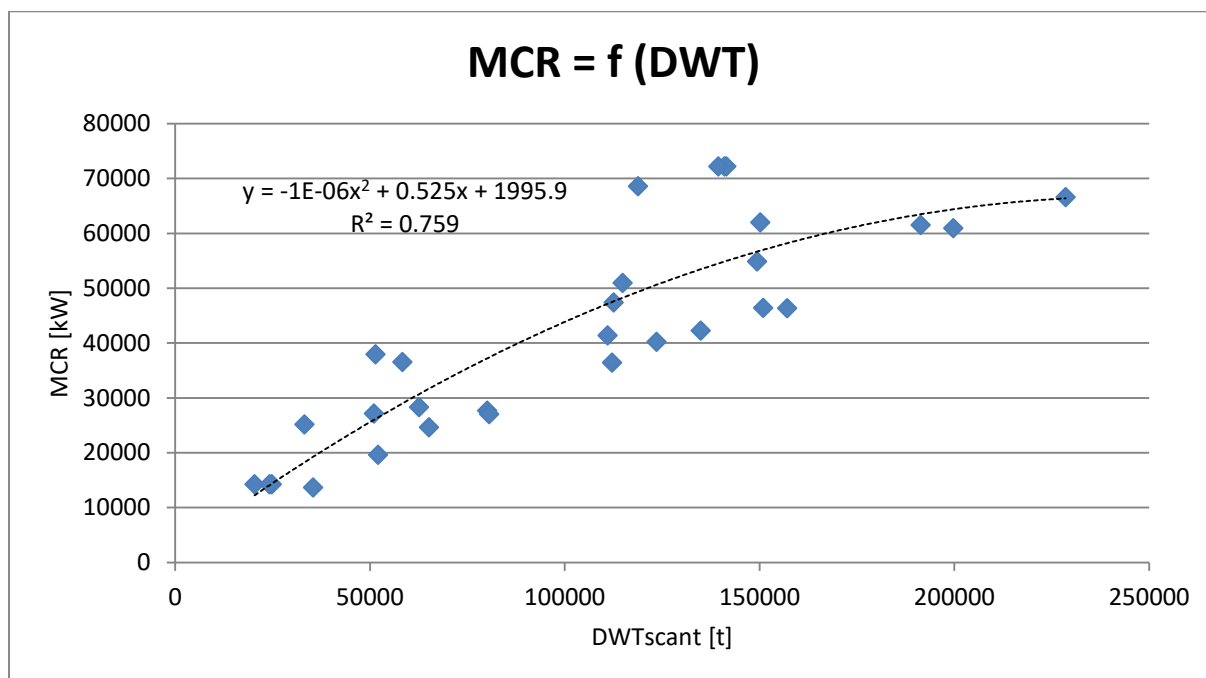
Dijagram 37. Zavisnost visine broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda

Dijagram 38 prikazuje zavisnost maksimalnog gaza broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda.



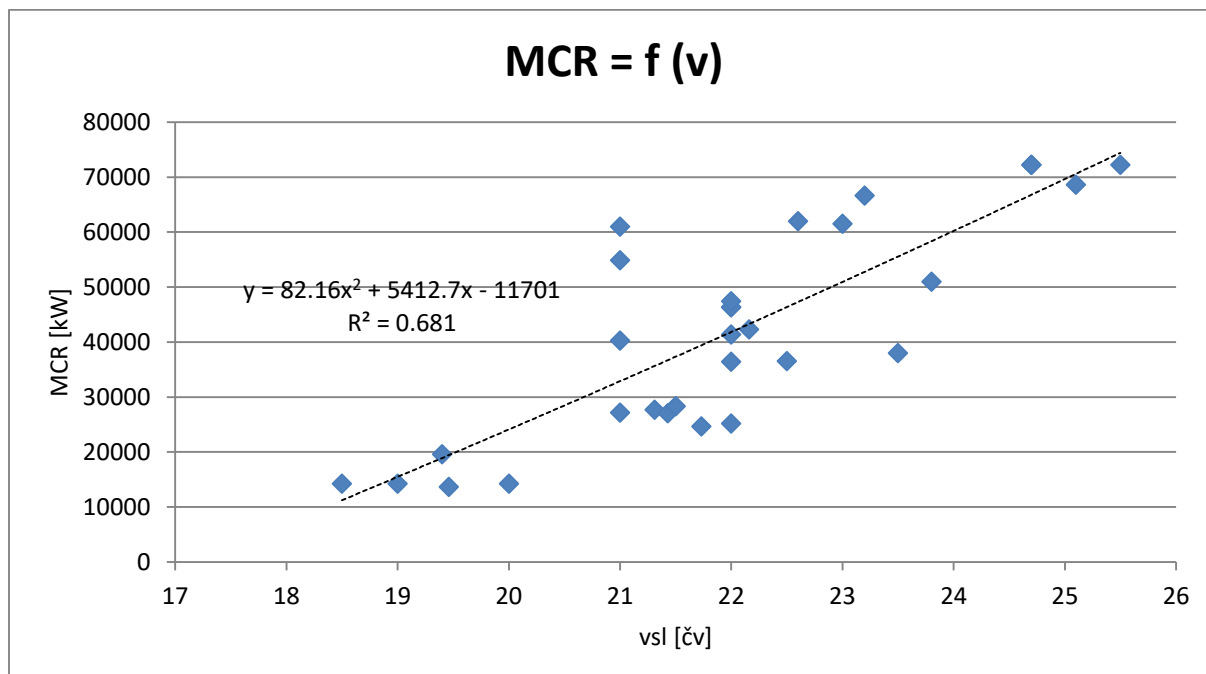
Dijagram 38. Zavisnost maksimalnog gaza broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda

Dijagram 39 prikazuje zavisnost maksimalne trajne snage o nosivosti na maksimalnom gazu broda.



Dijagram 39. Zavisnost maksimalne trajne snage o nosivosti na maksimalnom gazu broda

Dijagram 40 prikazuje zavisnost maksimalne trajne snage o brzini broda.



Dijagram 40. Zavisnost maksimalne trajne snage o brzini broda

2.2.2. Prikaz regresijskih jednadžbi

Rezultati regresijske analize zavisnosti značajki kontejnerskih brodova prikazani su regresijskim jednadžbama i koeficijentima korelacije. Tablica 5 sadrži navedene jednadžbe i koeficijente korelacije uz isti poredak kao i pripadajući dijagrami iz Poglavlja 2.2.1.

Tablica 5. Regresijske jednadžbe i koeficijenti korelacije za kontejnerske brodove

Broj dijagrama	Regresijska jednadžba	Koeficijent korelacije	Broj jednadžbe
21	$L_{pp} = -0,05 B^2 + 11,303 B - 107,79$	0,893	(23)
22	$L_{pp} = -0,143 D^2 + 18,828 D - 82,268$	0,882	(24)
23	$L_{pp} = 3,243 T^2 - 52,802 T + 375,46$	0,899	(25)
24	$B = -0,004 D^2 + 1,792 D + 3,016$	0,835	(26)
25	$B = 0,478 T^2 - 8,335 T + 64,52$	0,859	(27)
26	$D = 0,221 T^2 - 3,340 T + 26,745$	0,851	(28)
27	$L_{pp} = -5E^{-7} TEU^2 + 0,022 TEU + 137,97$	0,969	(29)
28	$B = -5E^{-8} TEU^2 + 0,002 TEU + 25,695$	0,939	(30)
29	$D = -3E^{-8} TEU^2 + 0,001 TEU + 13,708$	0,892	(31)
30	$T = -2E^{-8} TEU^2 + 7E^{-4} TEU + 9,558$	0,897	(32)
31	$TEU = 2E^{-7} DWT^2 + 0,063 DWT + 106,55$	0,989	(33)
32	$TEU = 1E^{-7} \Delta^2 + 0,049 \Delta + 8,374$	0,992	(34)
33	$MCR = -1E^{-4} TEU^2 + 5,679 TEU + 5326,4$	0,766	(35)
34	$C_b = 2E^{-10} TEU^2 - 2E^{-6} TEU + 0,672$	0,252	(36)
35	$L_{pp} = -4E^{-9} DWT^2 + 0,002 DWT + 123,22$	0,961	(37)
36	$B = -3E^{-10} DWT^2 + 2E^{-4} DWT + 23,835$	0,955	(38)
37	$D = -2E^{-10} DWT^2 + 1E^{-4} DWT + 12,617$	0,891	(39)
38	$T = -2E^{-10} DWT^2 + 8E^{-5} DWT + 8,799$	0,923	(40)
39	$MCR = -1E^{-6} DWT^2 + 0,525 DWT + 1995,9$	0,759	(41)
40	$MCR = 82,168 v^2 + 5412,7 v - 117018$	0,681	(42)

2.2.3. Analiza rezultata regresijske analize

Kao i kod brodova za prijevoz rasutog tereta, na početku je provedena regresijska analiza međusobnih zavisnosti geometrijskih značajki broda. Analizirana je zavisnost duljine broda između okomica o širini, visini i maksimalnom gasu broda, zavisnost širine broda o visini i maksimalnom gasu broda te zavisnost visine broda o maksimalnom gasu broda. Između navedenih značajki broda postoji uska veza.

Analiza zavisnosti glavnih dimenzija broda o volumenu teretnih tankova dala je vrlo dobre rezultate. Dok su visina i maksimalni gas u uskoj vezi s volumenom teretnih tankova, duljina broda između okomica i širina broda su u vrlo uskoj vezi s volumenom teretnih tankova. Koeficijent korelacije iznosi $R^2 = 0,892 \div 0,969$.

Očekivani rezultati su kod analize zavisnosti volumena teretnih tankova o nosivosti na maksimalnom gasu te volumena teretnih tankova o istisnini. Veza je vrlo uska u oba slučaja.

Uska veza prisutna je kod odnosa maksimalne trajne snage i volumena teretnih tankova. S povećanjem volumena teretnih tankova, raste i maksimalna trajna snaga.

S druge strane, može se uočiti kako između blok koeficijenta i volumena teretnih tankova ne postoji značajna veza. Razlog tome može se pronaći u Tablici 4 Poglavlja 2.2.1. iz koje se da zaključiti kako koeficijent istisnine iznosi otprilike 0,68 bez obzira na vrijednost volumena teretnih tankova.

S obzirom da je nosivost broda značajka definirana projektnim zahtjevom od strane naručitelja, provedena je regresijska analiza zavisnosti glavnih dimenzija broda o nosivosti na maksimalnom gasu. Pokazalo se da glavne dimenzije broda s povećanjem nosivosti rastu na određenu potenciju te je veza vrlo uska ili uska.

Na kraju je dana zavisnost maksimalne trajne snage o nosivosti na maksimalnom gasu i o brzini broda u službi. Kao kod odnosa snage i volumena teretnih tankova, i u ovom slučaju maksimalna trajna snaga raste s povećanjem nosivosti.

Između maksimalne trajne snage i brzine broda je veza praktične vrijednosti. Razlog tome je što gotovo svi kontejnerski brodovi iz Tablice 4 Poglavlja 2.2.1. imaju brzinu oko 21 čvor. Također, osim o brzini broda, snaga ovisi i o istisnini.

2.3. Tankeri


2.3.1. Regresijska analiza

Za potrebe regresijske analize odabrano je 50 tankera. Razlog većeg broja tankera u odnosu na brodove za prijevoz rasutog tereta i kontejnerske brodove jest raznolikost tankerskih brodova u smislu njihove namjene. Baza podataka prikazana je Tablicom 6 koja je radi veće preglednosti prikazana na dvije stranice. Prvih 25 tankera dano je na jednoj dok je drugih 25 tankera dano na drugoj stranici. Svaki dio tabele sastavljen je od stupaca u kojima su dani sljedeći podaci:

Redni broj stupca	Veličina dana u stupcu
1.	redni broj
2.	naziv broda
3.	godina gradnje
4.	vrsta tereta
5.	duljina broda preko svega Loa
6.	duljina broda između okomica Lpp
7.	širina broda Bm
8.	maksimalni gaz Tscant
9.	projektni gaz Tdes
10.	visina broda do glavne palube H
11.	masa lakog broda ΔLS
12.	nosivost broda na maksimalnom gazu DWT_{scant}
13.	nosivost broda na projektnom gazu DWT_{des}
14.	istisnina broda na maksimalnom gazu Δ
15.	brzina broda u službi vsI
16.	tip glavnog pogonskog stroja
17.	maksimalna trajna snaga MCR
18.	brzina vrtnje vijka n
19.	volumen teretnih tankova $V_{teret.tank.}$
20.	volumen balastnih tankova $V_{bal.tank.}$
21.	blok koeficijent Cb
22.	Froudeov broj Fn

Tablica 6. Baza podataka za tankere (1/2) – podaci preuzeti iz [10]

R. br.	Naziv	Godina gradnje	Teret	Loa [m]	Lpp [m]	Bm [m]	Tscant [m]	Tdes [m]	D [m]	ΔLS [t]	DWTscant [t]	DWTdes [t]	Δ [t]	vsl [čv]	Motor	MCR [kW]	n [o/min]	Vteret.tank. [m ³]	Vbal.tank. [m ³]	Cb	Fn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1.	Aurora Spirit	2019.	nafta/naftni derivati	277,00	265,00	46,00	15,40	15,00	23,40	32000,00	128800,00	124300,00	160800,00	14,50	Wartsila MDH-08008B-J088F	15200	85,3	141200,0	60000,0	0,8400	0,1463
2.	CB Adriatic	2019.	kemikalije	183,00	177,00	32,00	10,50	9,50	16,00	11067,17	37836,43	32517,23	48903,60	13,65	MAN 6S50ME-C9.6	6502	79,2	45930,4	18061,6	0,8008	0,1685
3.	Dijilah	2019.	nafta/naftni derivati	333,00	326,40	60,00	22,80	21,00	30,50	44200,00	320500,00	288400,00	364700,00	14,80	MAN B&W 7G80ME-C9.5	26890	72,0	354000,0	96000,0	0,7880	0,1346
4.	Eagle Brasilia	2019.	nafta/naftni derivati	250,00	243,00	43,80	15,10	13,60	21,20	20000,00	132900,00	118100,00	152900,00	14,50	WinGD 6X62DF	11200	80,7	129000,0	40000,0	0,7960	0,1528
5.	Histria Atlas	2019.	nafta/naftni derivati	180,00	173,30	32,26	11,20	11,12	17,00	9762,00	40000,00	40000,00	49762,00	14,00	MAN B&W 6S50ME-C9.5	6480	90,0	49500,0	18500,0	0,7800	0,1747
6.	JS Ineos Marlin	2019.	nafta/naftni derivati	231,57	225,50	36,60	12,30	12,00	22,00	26607,50	51312,50	51312,50	77920,00	16,00	MAN B&W 6G60ME-C9.5	16080	97,0	84087,7	19272,0	0,7488	0,1750
7.	Matterhorn Explorer	2019.	nafta/naftni derivati	229,98	223,00	32,25	12,10	11,60	23,20	19186,00	50513,00	47248,00	69699,00	16,80	Hyundai-B&W 6G60ME-C9.5	13500	104,0	80000,0	17398,0	0,7788	0,1848
8.	Saga Dawn	2019.	ukapljeni zemni plin	195,30	184,80	30,00	10,30	9,00	20,00	14246,00	31711,00	/	45957,00	16,50	Wartsila W12V50DF	11700	80,0	46200,0	11257,0	0,7850	0,1994
9.	Almi Atlas	2018.	nafta/naftni derivati	336,08	330,00	60,00	22,60	21,00	30,30	46974,00	315221,00	286489,00	362195,00	15,20	Hyundai-B&W 7G80ME-C9.5	26000	77,0	357777,8	93901,6	0,7063	0,1374
10.	Flavin	2018.	nafta/naftni derivati	249,90	241,60	44,00	15,00	13,60	21,50	19719,00	115125,00	100773,00	134844,00	14,50	Doosan Engine 6G50ME-C9.5	12400	83,9	133100,0	39000,0	0,8313	0,1532
11.	Gagarin Prospect	2018.	nafta/naftni derivati	249,99	241,00	44,00	15,00	14,00	21,10	23554,00	113170,00	103128,00	136724,00	14,68	Hyundai-Wartsila W7X62DF	13778	104,3	129405,0	42794,5	0,8301	0,1553
12.	Amjad	2017.	nafta/naftni derivati	332,97	322,00	60,00	21,60	20,50	29,40	43756,00	298886,00	279405,00	342642,00	14,72	Hyundai-Wartsila W7X82	24000	82,0	342059,6	91421,7	0,7208	0,1347
13.	Anderida	2017.	nafta/naftni derivati	230,10	225,00	32,25	12,00	11,60	23,20	19066,00	50591,00	47981,00	69657,00	16,63	Hyundai-B&W 6G60ME-C9.5	12020	81,0	78100,0	18629,2	0,7284	0,1821
14.	Kokako	2017.	kemikalije	183,00	174,00	32,20	13,30	11,00	19,10	17852,31	48900,00	37000,00	66752,31	14,40	Hyundai-MAN B&W 6G50ME-C9.5	8630	92,4	49100,0	21600,0	0,8739	0,1793
15.	Christophe de Margerie	2017.	ukapljeni zemni plin	299,00	283,10	50,00	13,00	11,70	26,50	46560,00	98000,00	80000,00	144560,00	19,50	Wartsila 12V50DF	70020	80,3	172600,0	74000,0	0,7664	0,1904
16.	Engie Zeebrugge	2016.	ukapljeni zemni plin	107,60	101,80	18,40	4,80	4,70	9,00	3900,00	3160,00	2990,00	7060,00	13,10	Wartsila 9L20DF	3330	1200,0	5180,1	3443,7	0,7608	0,2133
17.	Gener8 Hector	2016.	nafta/naftni derivati	333,00	321,90	60,00	21,60	20,50	29,50	45400,00	298438,90	278731,50	343838,90	14,80	MAN B&W 7G80ME-C9.2	17200	57,2	344826,4	91478,3	0,7970	0,1355
18.	SC Aquarius	2016.	kemikalije	182,80	177,00	32,20	11,10	9,50	15,70	11146,20	40900,50	32293,70	52046,70	14,50	MAN B&W 6S50ME-B9.5	7610	101,0	43687,0	15139,0	0,8060	0,1790
19.	Trinity	2016.	nafta/naftni derivati	274,17	263,14	48,00	17,15	16,00	23,10	25153,00	158734,00	145118,00	183887,00	14,20	Hyundai-MAN B&W 5G70ME-C9.2	14520	73,8	173579,0	52924,9	0,8260	0,1438
20.	Gas Taurus	2015.	nafta/naftni derivati	226,00	215,00	36,60	12,10	11,40	22,20	19649,60	53765,40	48922,70	73415,00	17,25	MAN B&W 6S60ME-C8.2	12400	88,8	83157,0	20962,0	0,7500	0,1932
21.	JS Ineos Insight	2015.	nafta/naftni derivati	180,30	170,80	26,60	9,40	8,30	17,80	11170,00	20400,00	16400,00	31570,00	16,00	Wartsila 6L50	11700	87,0	27500,0	8505,0	0,7500	0,2011
22.	Maran Gas Achilles	2015.	ukapljeni zemni plin	290,00	284,00	46,40	12,60	11,60	26,40	34500,00	93690,00	82583,00	128190,00	19,50	Wartsila 8L50DF	39000	106,0	174078,4	58768,8	0,7517	0,1901
23.	Ohio	2015.	nafta/naftni derivati	183,31	174,00	32,20	12,99	11,00	19,10	10551,40	49900,00	39600,00	60451,40	14,50	Hyundai-MAN B&W 6S50ME-B9.3	8200	99,0	55197,2	22428,2	0,8073	0,1806
24.	Sea Bird	2015.	nafta/naftni derivati	225,00	220,00	36,60	12,00	11,60	22,20	19178,00	54560,00	51740,00	73738,00	16,80	Hyundai-B&W 6G60ME-C9.2	12400	92,2	84000,0	20600,0	0,7445	0,1861
25.	Songa Fortune	2015.	kemikalije	184,00	176,00	32,20	13,00	11,00	17,60	12052,00	49708,00	39164,00	61760,00	14,50	MAN 6S50ME-B9.3	8680	103,0	56548,2	20751,1	0,7995	0,1795




tankeri za prijevoz nafte i naftnih derivata

tankeri za prijevoz kemikalija

LNG tankeri

Baza podataka za tankere (2/2) – podaci preuzeti iz [10]

R. br.	Naziv	Godina gradnje	Teret	Loa [m]	Lpp [m]	Bm [m]	Tscant [m]	Tdes [m]	D [m]	ΔLS [t]	DWTscant [t]	DWTdes [t]	Δ [t]	vsl [čv]	Motor	MCR [kW]	n [o/min]	Vteret.tank. [m³]	Vbal.tank. [m³]	Cb	Fn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
26.	Corcovado LNG	2014.	ukapljeni zemni plin	294,20	283,20	44,00	12,50	11,50	26,00	33290,00	89600,00	78600,00	122890,00	19,95	Wartsila 9L50DF	35100	99,4	160100,0	57800,0	0,7697	0,1947
27.	Velikiy Novgorod	2014.	ukapljeni zemni plin	299,90	288,00	45,80	12,50	11,50	26,00	37760,00	93485,00	81811,00	131245,00	19,50	ABB-Hyundai 1120MR14LSE	23400	81,0	170200,0	60341,5	0,7700	0,1887
28.	Front Arrow	2013.	kemikalije	183,00	175,90	32,20	13,30	11,00	19,10	11110,00	49452,00	37644,00	60562,00	14,60	MAN B&W 6S50ME-B9.2	7260	99,0	53851,0	20938,0	0,7825	0,1808
29.	RIO 2016.	2013.	nafta/naftni derivati	278,50	264,00	48,00	17,15	16,00	23,10	27700,00	155700,00	142100,00	183400,00	14,80	MAN B&W 6S70ME-C8.2	15200	82,0	167500,0	52600,0	0,8233	0,1496
30.	Sao Domingos Savio	2013.	nafta/naftni derivati	133,28	128,20	23,00	8,62	/	12,40	14936,00	6346,00	/	21282,00	13,62	Wartsila 6X35	4500	140,0	14900,0	5030,0	0,8150	0,1976
31.	Brightway	2012.	nafta/naftni derivati	274,00	264,00	48,00	17,20	16,00	23,50	25000,00	160000,00	145800,00	185000,00	15,70	MAN Turbo Diesel 6S70MC-C8	18100	89,0	176500,0	56000,0	0,8281	0,1587
32.	Eagle San Antonio	2012.	nafta/naftni derivati	274,29	267,00	49,00	17,20	16,20	23,30	23832,00	157849,00	145946,00	181681,00	15,97	MAN Turbo Diesel 6S70MC-C8.1	16400	82,8	175066,0	50943,0	0,7860	0,1605
33.	Elka Leblon	2012.	nafta/naftni derivati	278,30	264,00	48,70	16,60	15,00	23,60	27800,00	154844,00	135452,00	182644,00	15,50	STX-MAN B&W 6S70ME-C8.1	17525	82,0	170220,0	54607,0	0,8333	0,1567
34.	Ephesos	2012.	nafta/naftni derivati	274,18	264,00	50,00	17,15	16,00	23,10	26300,00	164730,00	150620,00	191030,00	15,30	Hyundai B&W 6S70ME-C8	18660	91,0	177191,0	57329,0	0,8211	0,1547
35.	Nord Stability	2012.	kemikalije	183,00	173,90	32,20	13,15	11,00	19,80	10445,00	50900,00	39814,00	61345,00	14,50	STX MAN 6S50ME-C8.2	7570	108,0	54000,0	22150,0	0,8110	0,1806
36.	Stena Supreme	2012.	nafta/naftni derivati	274,23	264,00	48,00	17,00	16,00	23,30	23883,00	159031,00	147090,00	182914,00	14,58	MAN Diesel&Turbo 6S70ME-C	15720	81,4	175742,0	52032,0	0,8267	0,1474
37.	STI Amber	2012.	kemikalije	183,31	174,00	32,23	13,30	11,00	19,10	10389,00	51616,00	39659,00	62005,00	15,40	Hyundai Heavy Ind. 6S50ME-B9.2	8890	99,0	55320,0	22428,0	0,8110	0,1918
38.	BW Lotus	2011.	nafta/naftni derivati	332,00	320,00	60,00	22,50	21,00	30,50	46149,00	320141,00	291318,00	366290,00	16,10	Sulter 7RTA84T-D	29400	76,0	355000,0	107000,0	0,8272	0,1478
39.	Maersk Sara	2011.	nafta/naftni derivati	332,00	319,00	60,00	22,60	21,00	30,50	45072,00	323190,00	294282,00	368262,00	16,28	MAN Diesel&Turbo 6S90ME-C	29340	74,0	352833,0	102176,0	0,8290	0,1497
40.	Aramon	2010.	nafta/naftni derivati	229,11	219,00	32,24	14,25	12,25	20,65	14377,00	74059,00	/	88436,00	16,00	MAN Diesel 6S60MC-C	13500	105,0	85877,0	30165,0	0,8560	0,1776
41.	Barcelona Knutsen	2010.	ukapljeni zemni plin	290,00	279,00	45,80	12,90	11,95	26,50	33790,00	97930,00	86920,00	131720,00	19,50	Wartsila 12V50DF	42750	77,8	173650,0	57860,0	0,7780	0,1918
42.	Bunga Bakawali	2010.	kemikalije	183,00	174,00	32,00	12,12	11,00	18,90	11078,00	45533,00	39589,00	56611,00	15,00	MAN B&W 6S50MC-C7	9480	127,0	53502,0	22729,0	0,8184	0,1868
43.	Castillo de Santisteban	2010.	ukapljeni zemni plin	299,90	288,00	45,80	12,50	11,60	26,00	35191,00	93796,00	83515,00	128987,00	20,42	MAN Diesel 8L51/60DF	27000	84,9	173887,0	61244,0	0,7614	0,1977
44.	Dar Salwa	2010.	nafta/naftni derivati	333,00	320,00	60,00	22,50	21,00	30,50	44083,00	319760,00	293046,00	363843,00	16,20	MAN B&W 7S80ME-8	29260	78,0	358484,0	97779,0	0,8200	0,1488
45.	Eser K	2010.	nafta/naftni derivati	250,00	239,00	44,00	14,97	13,60	21,35	19000,00	115800,00	102100,00	134800,00	15,00	MAN B&W 6S60MC-C	13560	105,0	130617,0	42323,0	0,8350	0,1594
46.	Habip Bayrak	2010.	kemikalije	123,25	115,97	17,20	7,20	6,70	9,20	3176,00	8404,00	/	11580,00	14,00	Wartsila 8L32	4000	132,0	9323,0	3843,0	0,7600	0,2135
47.	Methane Julia Louise	2010.	ukapljeni zemni plin	291,06	279,00	45,00	12,50	11,90	26,00	32968,00	86125,00	81621,00	119093,00	19,75	Wartsila 12V50DF	45600	86,0	170723,0	62933,0	0,7721	0,1942
48.	Moskovsky Prospect	2010.	nafta/naftni derivati	249,99	239,00	44,00	15,00	13,60	21,00	21200,00	113900,00	100150,00	135100,00	15,00	Hyundai B&W 6S60MC-C8	14280	105,0	128148,0	42513,0	0,8326	0,1594
49.	Emmy Schulte	2009.	kemikalije	144,00	135,60	23,00	9,60	8,80	12,52	5041,00	16968,00	16500,00	22009,00	13,50	MAN B&W 6S35MC	4440	173,0	19411,0	7440,0	0,7816	0,1904
50.	Express	2009.	ukapljeni zemni plin	291,00	280,00	43,40	12,40	11,60	26,00	34100,00	83200,00	74700,00	117300,00	19,20	KHI UA 360	26480	88,0	151000,0	55000,0	0,7595	0,1885



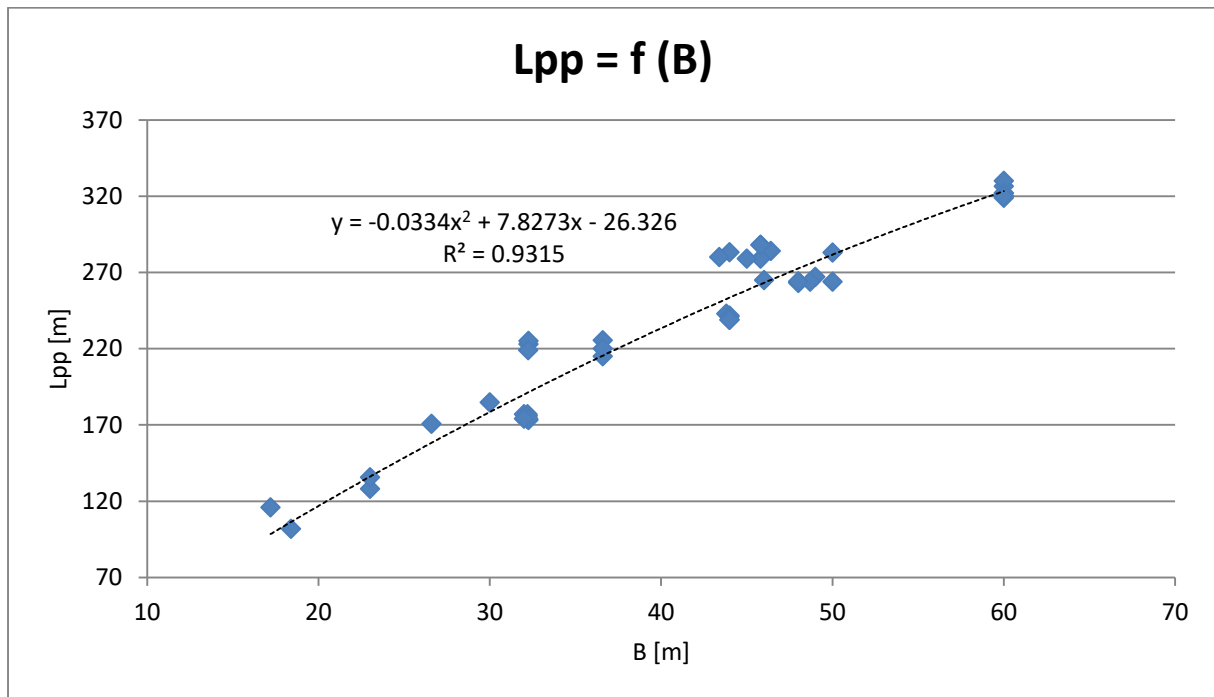
tankeri za prijevoz nafte i naftnih derivata

tankeri za prijevoz kemikalija

LNG tankeri

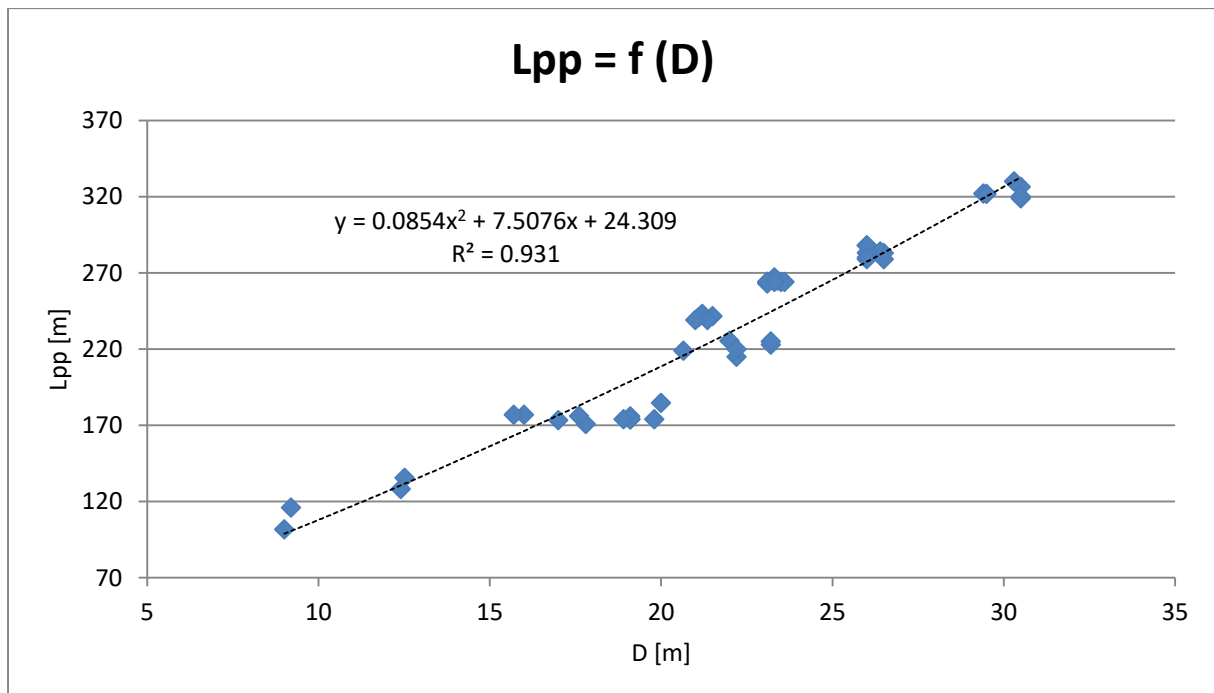
Rezultati regresijske analize prikazani su dijagramima na stranicama x – y.

Dijagram 41 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o širini broda.



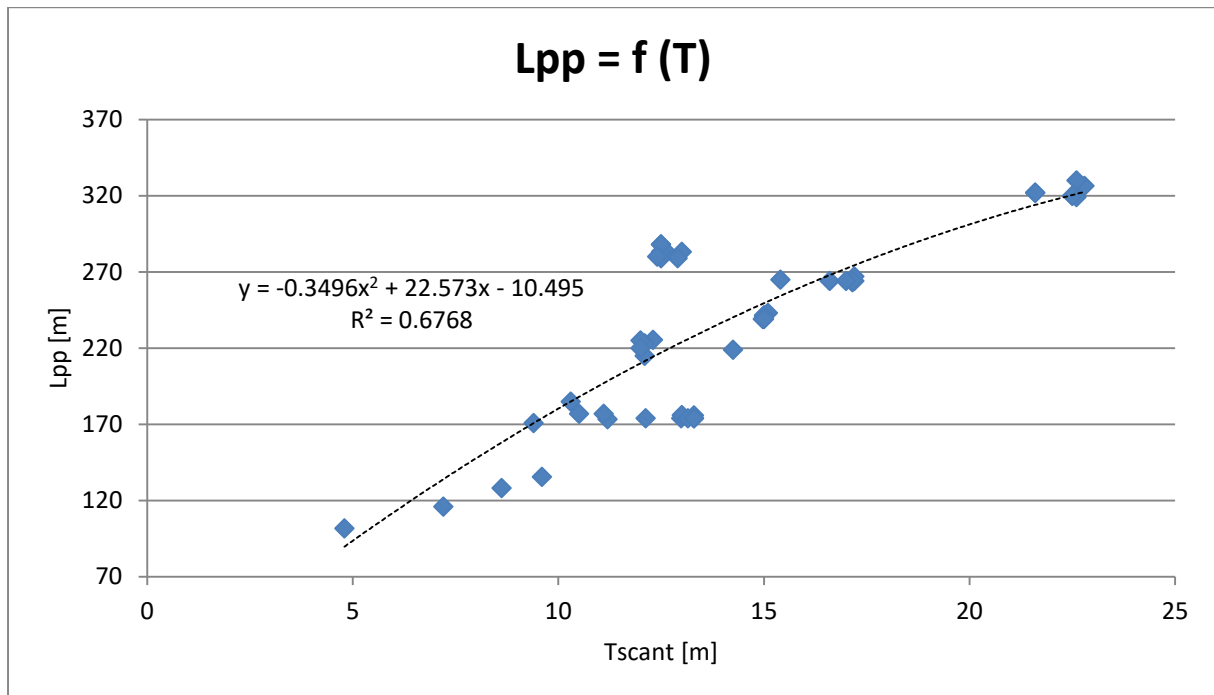
Dijagram 41. Zavisnost duljine broda između okomica o širini broda

Dijagram 42 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o visini broda.



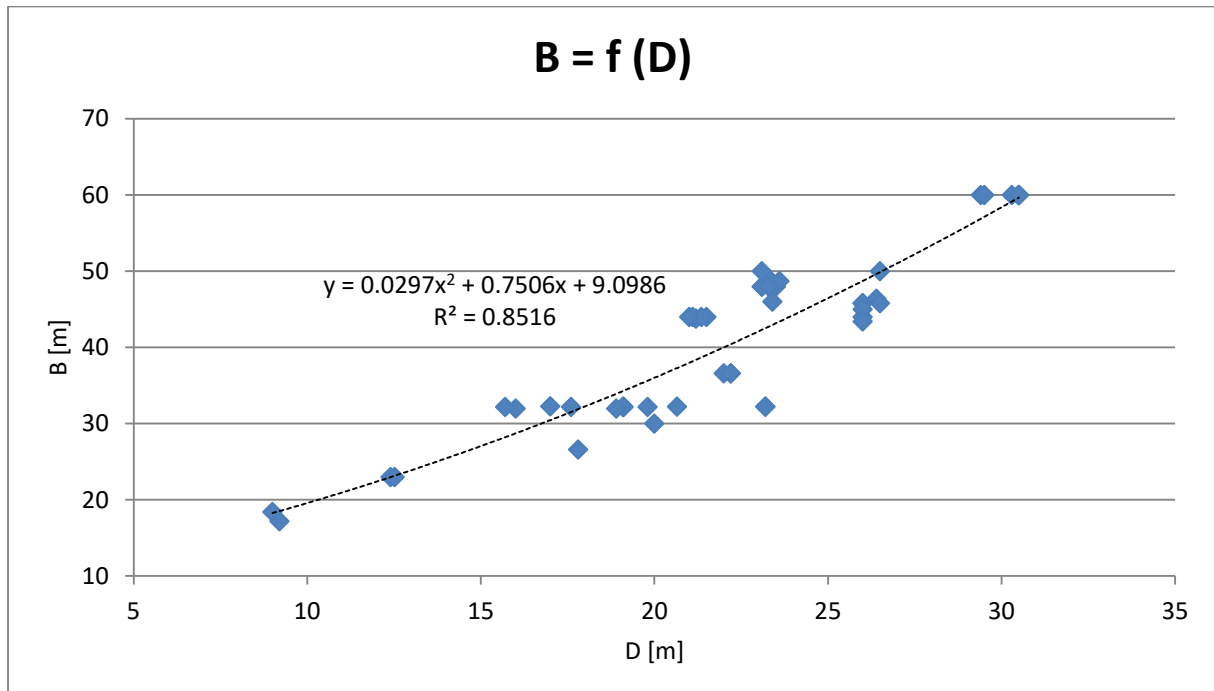
Dijagram 42. Zavisnost duljine broda između okomica o visini broda

Dijagram 43 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o maksimalnom gasu broda.



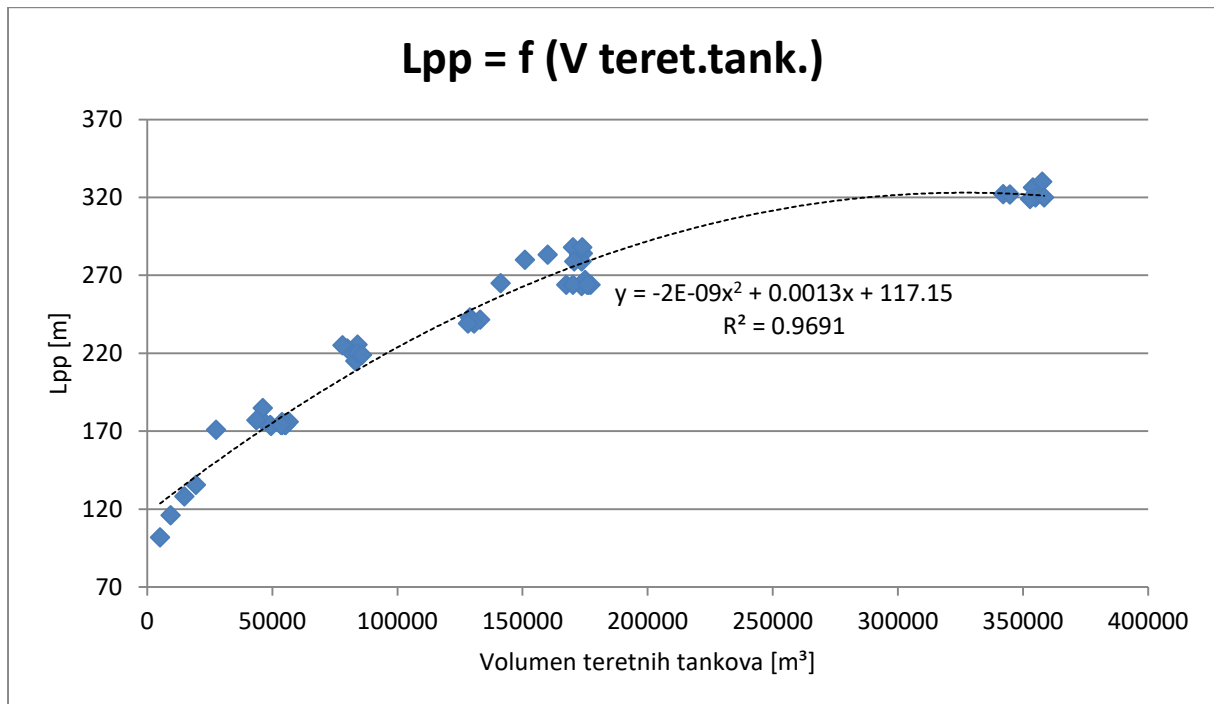
Dijagram 43. Zavisnost duljine broda između okomica o maksimalnom gasu broda

Dijagram 44 prikazuje zavisnost širine broda o visini broda.



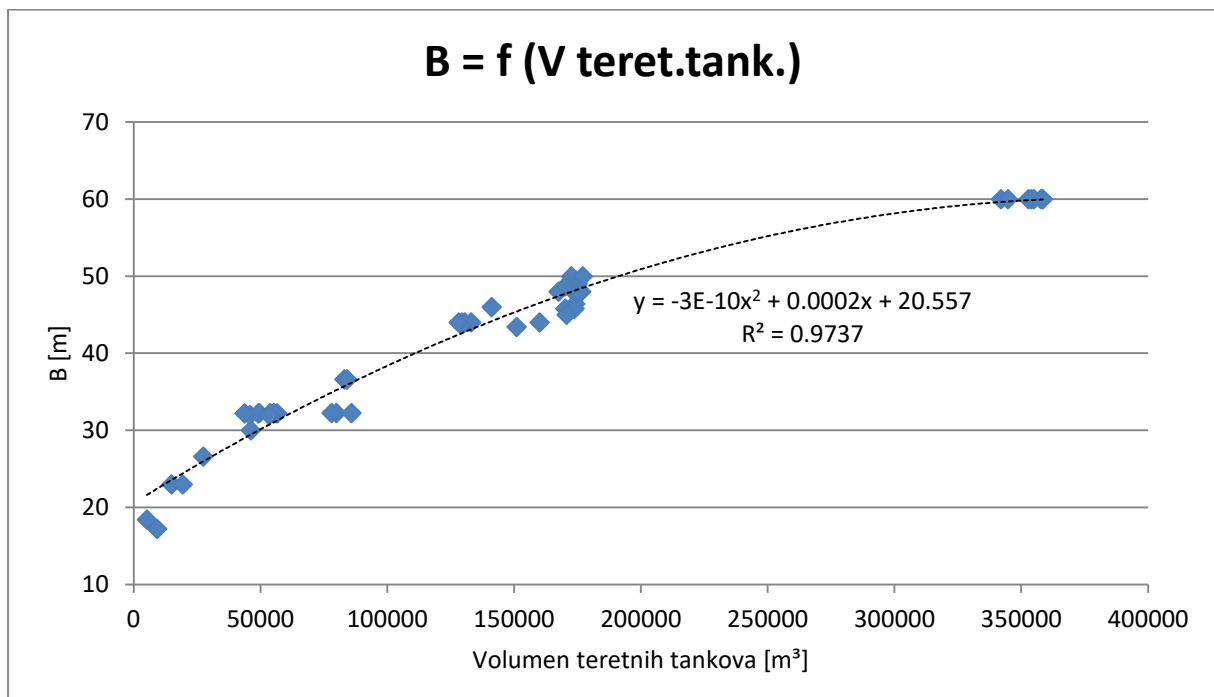
Dijagram 44. Zavisnost širine broda o visini broda

Dijagram 47 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o volumenu teretnih tankova.



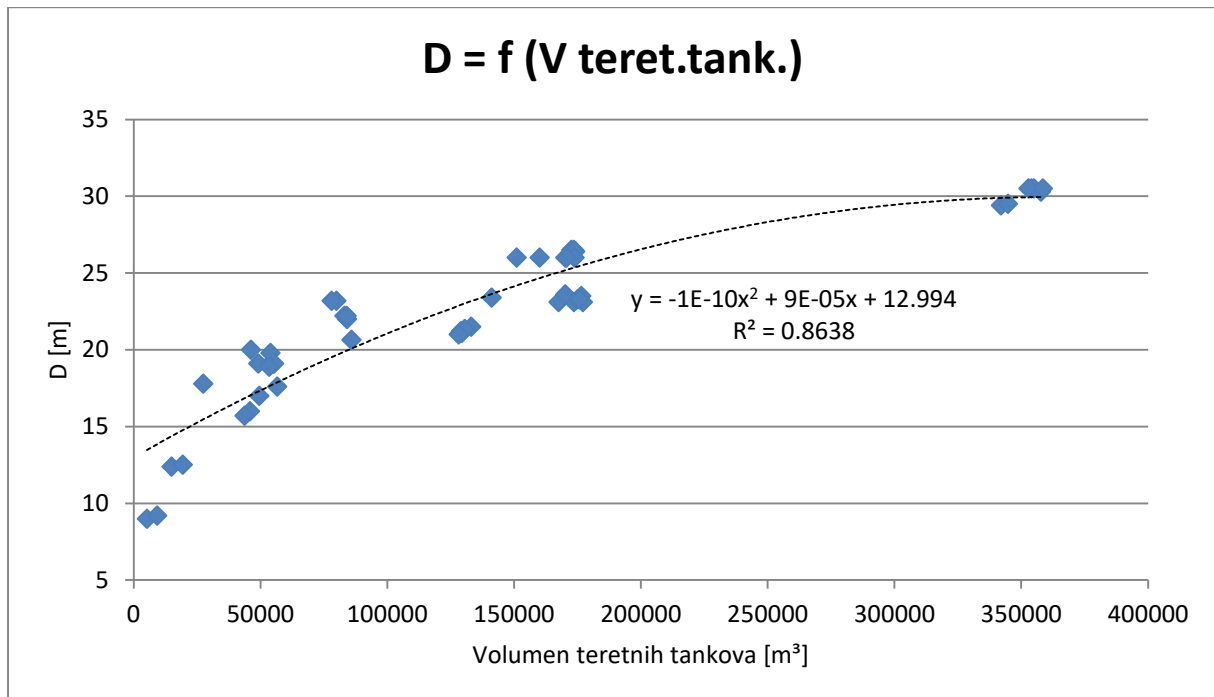
Dijagram 47. Zavisnost duljine broda između okomica o volumenu teretnih tankova

Dijagram 48 prikazuje zavisnost širine broda o volumenu teretnih tankova.



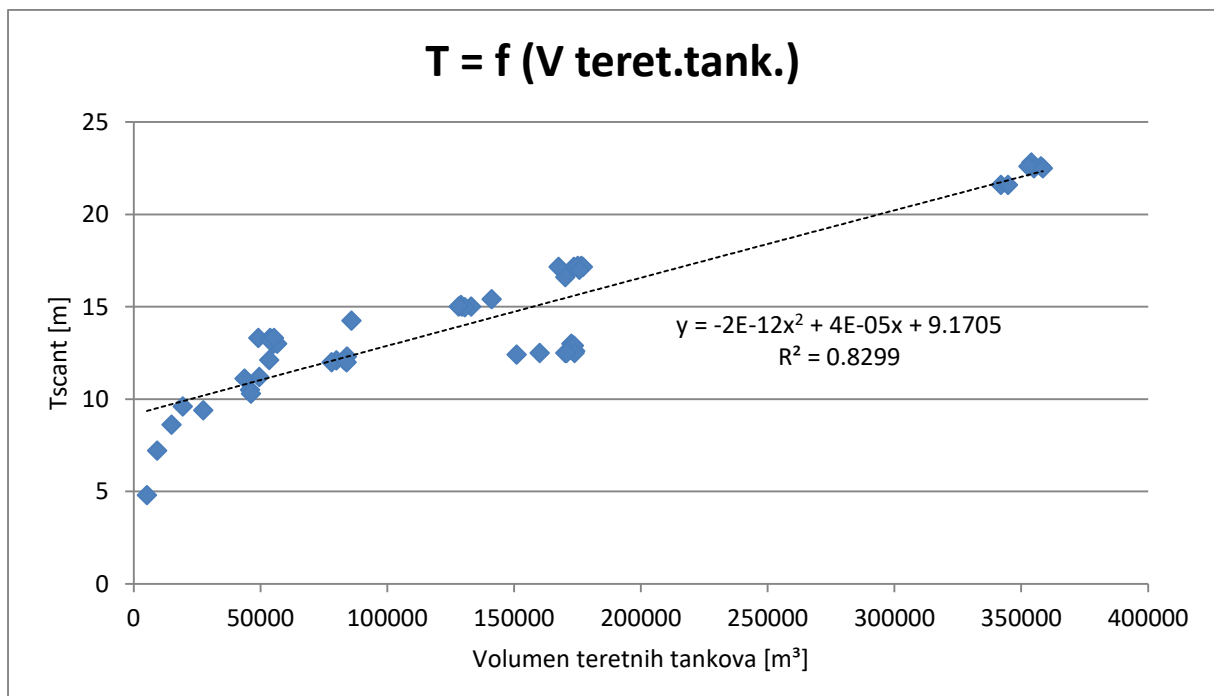
Dijagram 48. Zavisnost širine broda o volumenu teretnih tankova

Dijagram 49 prikazuje zavisnost visine broda o volumenu teretnih tankova.



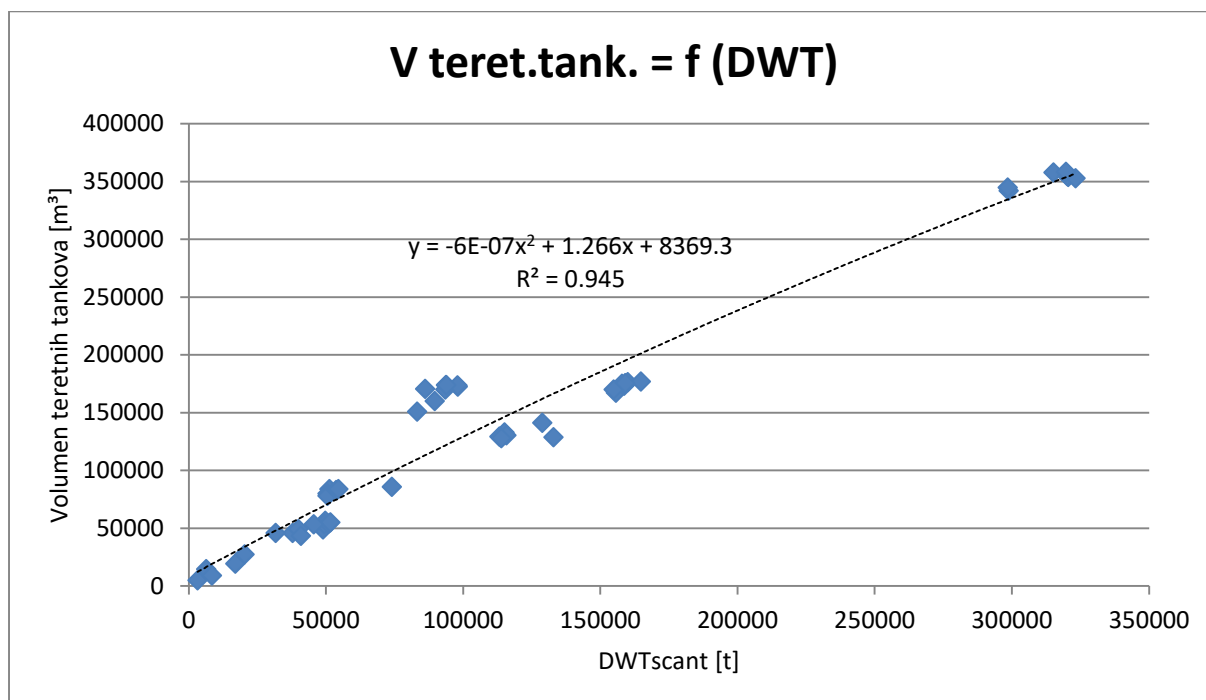
Dijagram 49. Zavisnost visine broda o volumenu teretnih tankova

Dijagram 50 prikazuje zavisnost maksimalnog gaza broda o volumenu teretnih tankova.



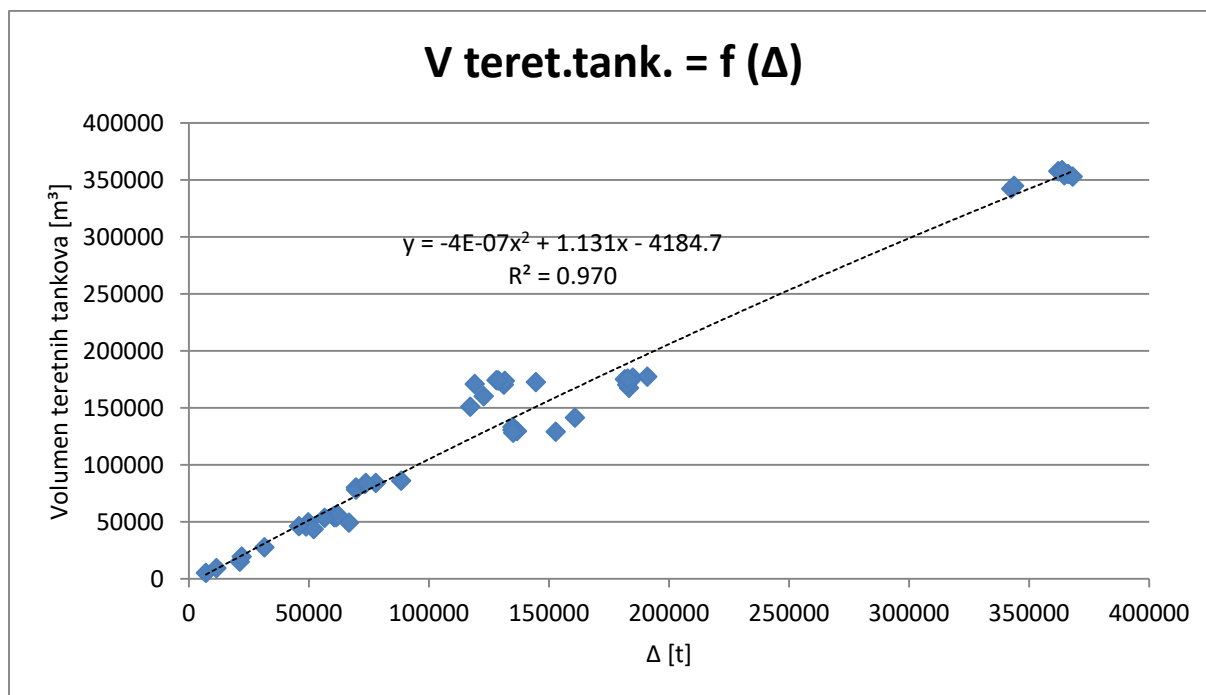
Dijagram 50. Zavisnost maksimalnog gaza broda o volumenu teretnih tankova

Dijagram 51 prikazuje zavisnost volumena teretnih tankova o nosivosti na maksimalnom gazu broda.



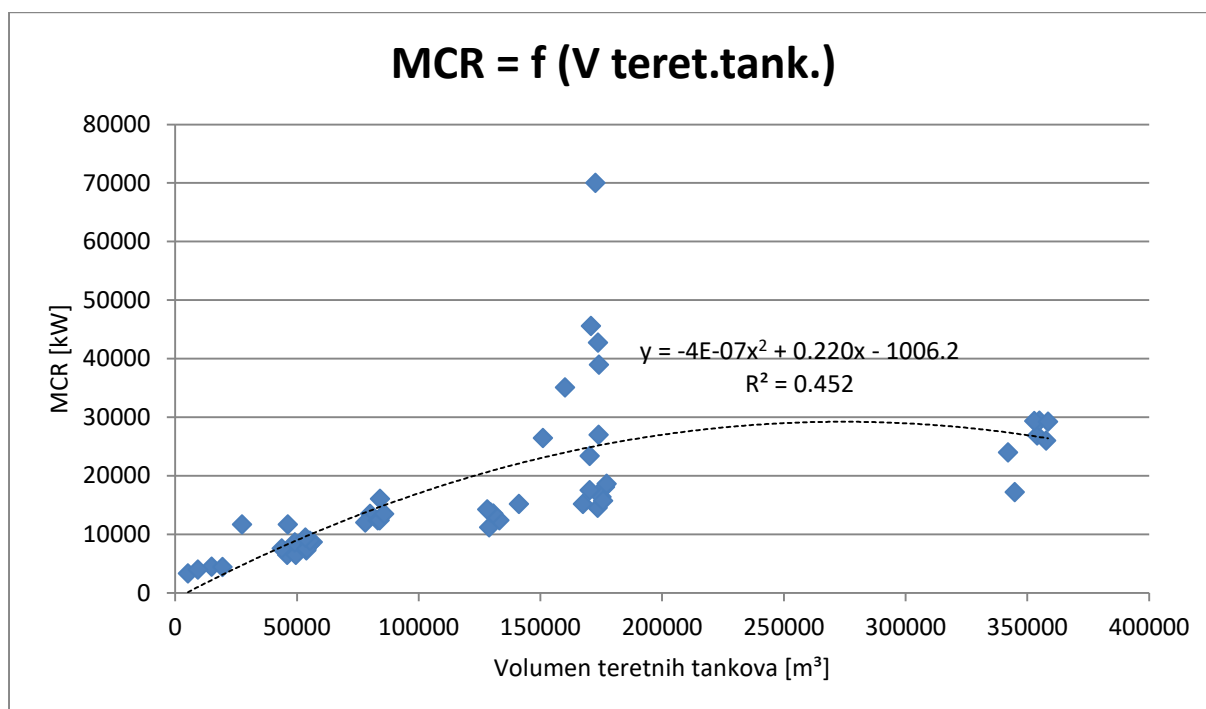
Dijagram 51. Zavisnost volumena teretnih tankova o nosivosti na maksimalnom gazu broda

Dijagram 52 prikazuje zavisnost volumena teretnih tankova o istisnini broda.



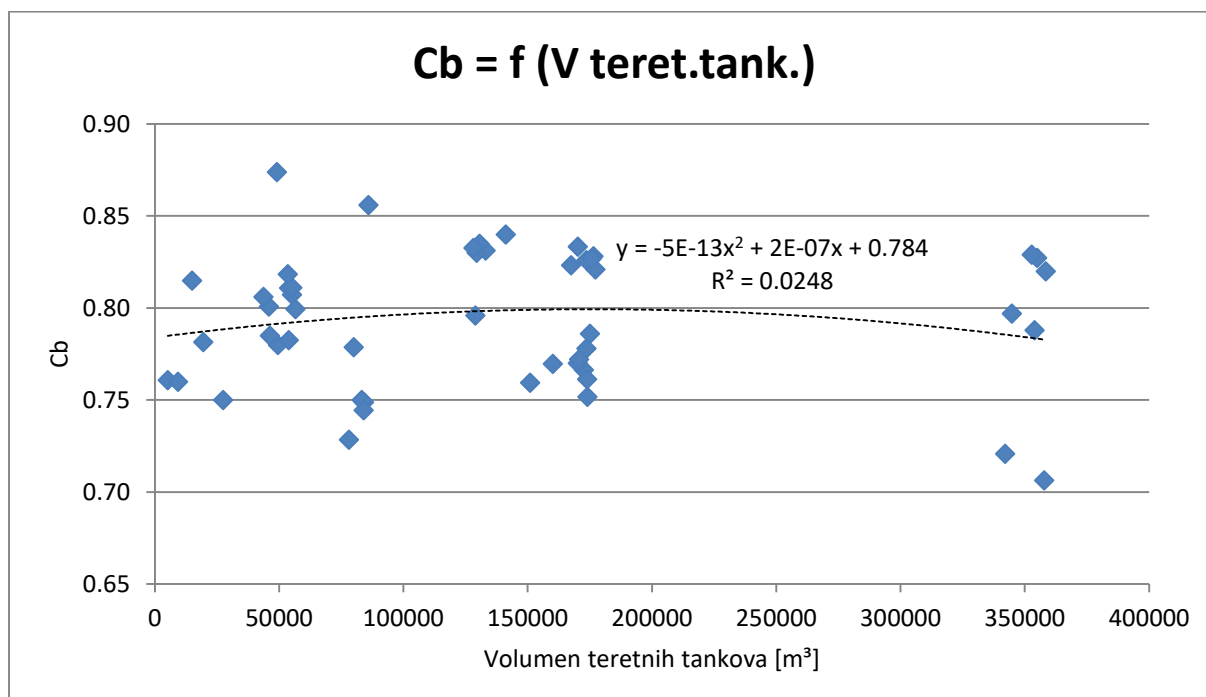
Dijagram 52. Zavisnost volumena teretnih tankova o istisnini broda

Dijagram 53 prikazuje zavisnost maksimalne trajne snage o volumenu teretnih tankova.



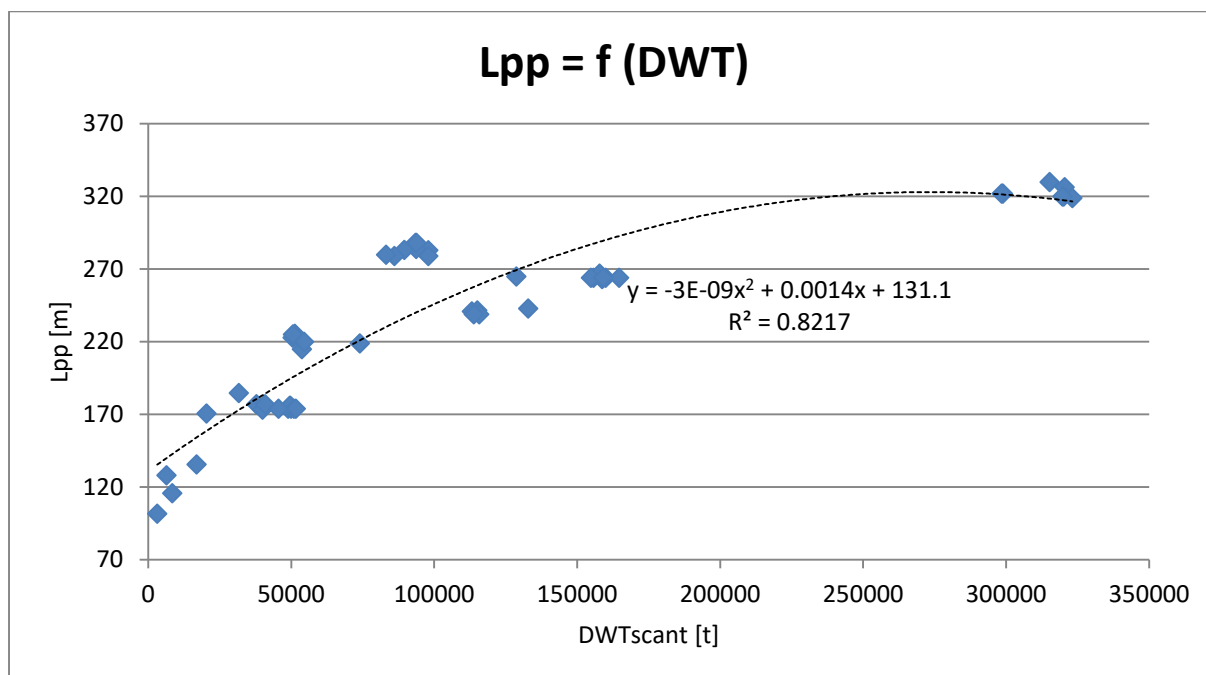
Dijagram 53. Zavisnost maksimalne trajne snage o volumenu teretnih tankova

Dijagram 54 prikazuje zavisnost blok koeficijenta o volumenu teretnih tankova.



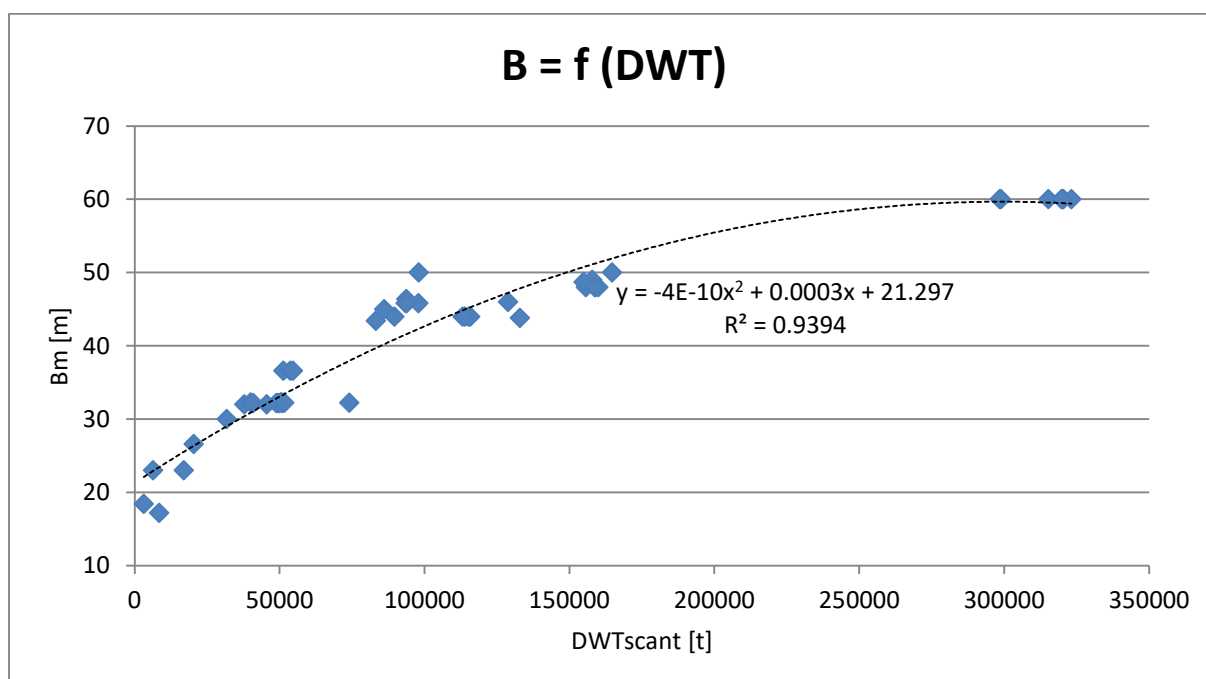
Dijagram 54. Zavisnost blok koeficijenta o volumenu teretnih tankova

Dijagram 55 prikazuje zavisnost duljine broda između okomica o nosivosti na maksimalnom gasu broda.



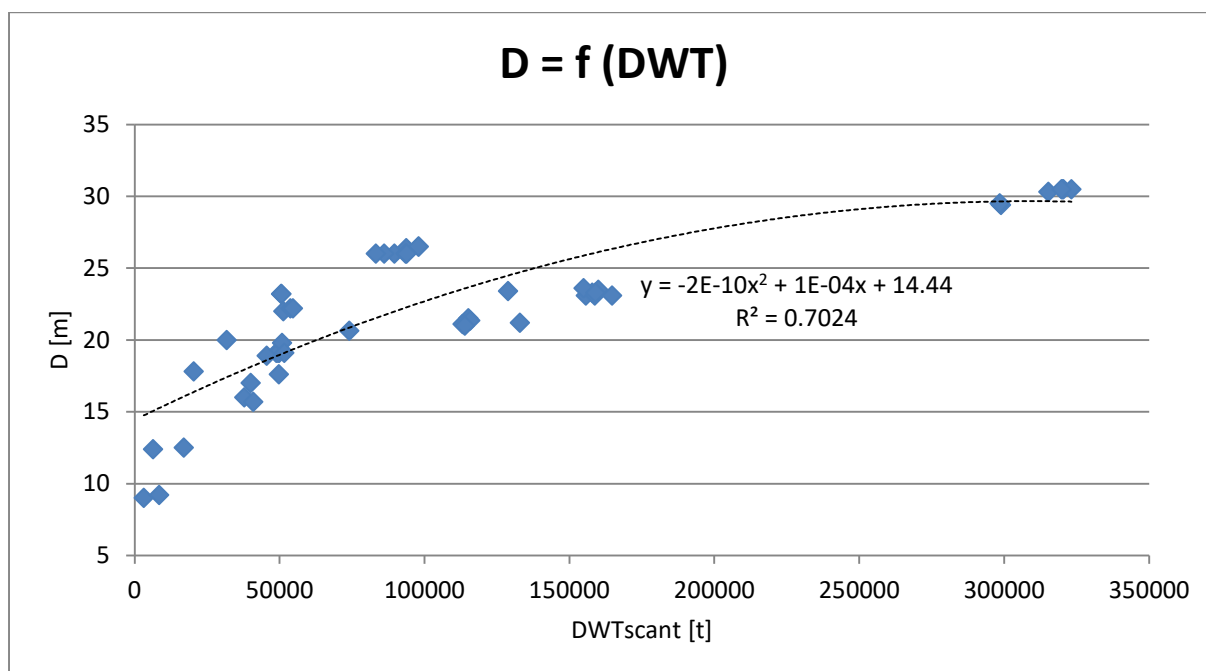
Dijagram 55. Zavisnost duljine broda između okomica o nosivosti na maksimalnom gasu broda

Dijagram 56 prikazuje zavisnost širine broda o nosivosti na maksimalnom gasu broda.



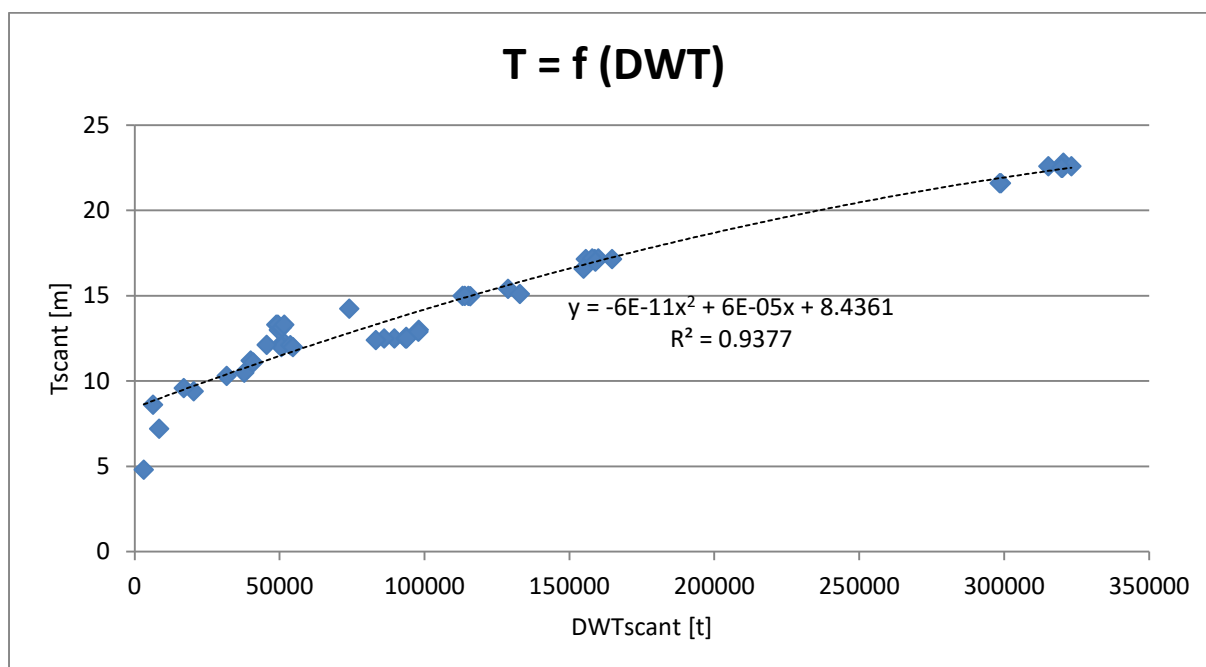
Dijagram 56. Zavisnost širine broda o nosivosti na maksimalnom gasu broda

Dijagram 57 prikazuje zavisnost visine broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda.



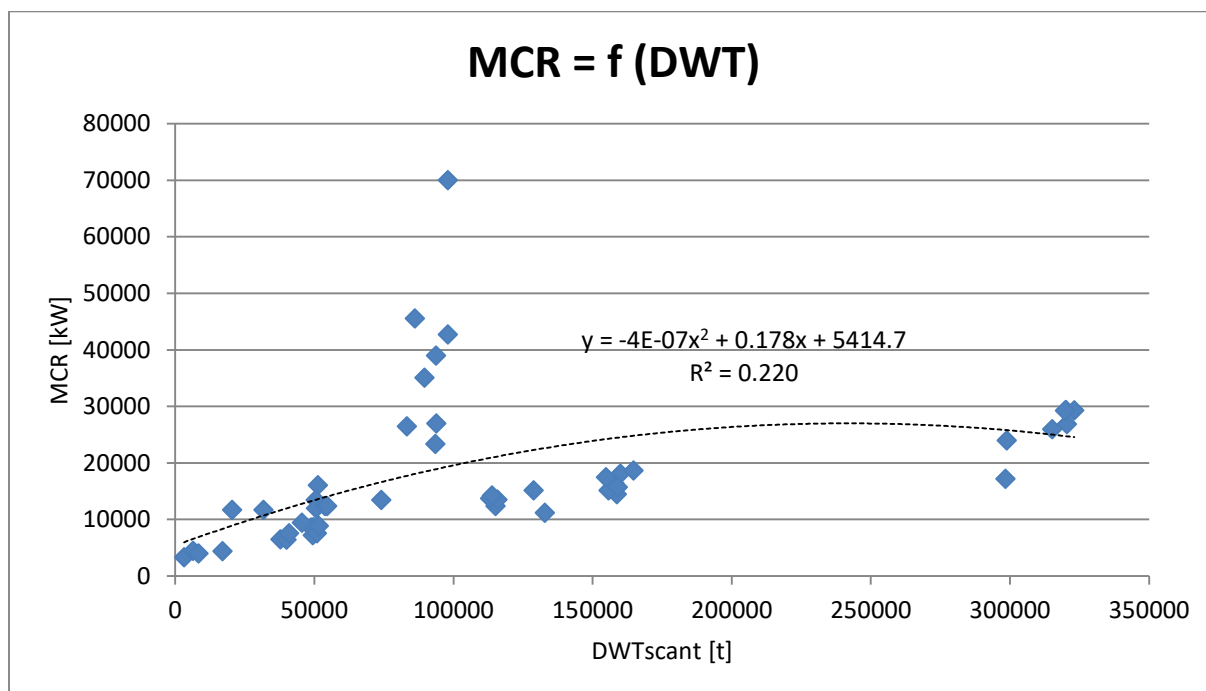
Dijagram 57. Zavisnost visine broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda

Dijagram 58 prikazuje zavisnost maksimalnog gaza broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda.



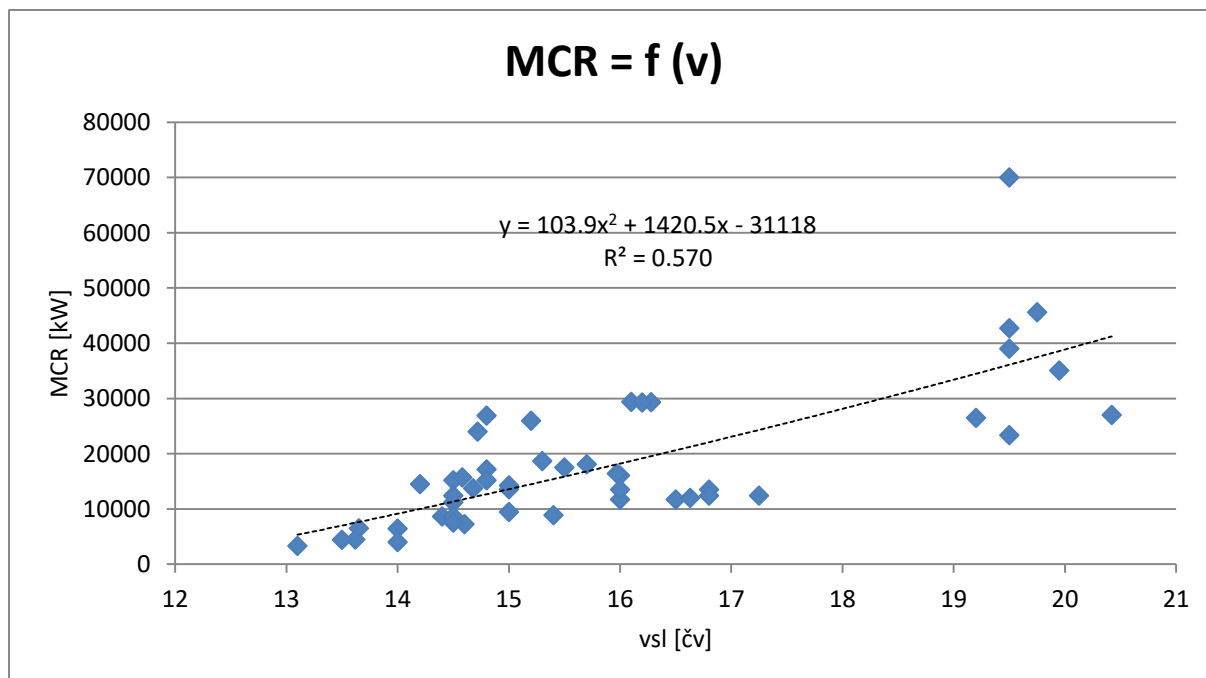
Dijagram 58. Zavisnost maksimalnog gaza broda o nosivosti na maksimalnom gazu broda

Dijagram 59 prikazuje zavisnost maksimalne trajne snage o nosivosti na maksimalnom gasu broda.



Dijagram 59. Zavisnost maksimalne trajne snage o nosivosti na maksimalnom gasu broda

Dijagram 60 prikazuje zavisnost maksimalne trajne snage o brzini broda.



Dijagram 60. Zavisnost maksimalne trajne snage o brzini broda

2.3.2. Prikaz regresijskih jednadžbi

Rezultati regresijske analize zavisnosti značajki tankera prikazani su regresijskim jednadžbama i koeficijentima korelacije. Tablica 7 sadrži navedene jednadžbe i koeficijente korelacije uz isti poredak kao i pripadajući dijagrami iz Poglavlja 2.3.1.

Tablica 7. Regresijske jednadžbe i koeficijenti korelacije za tankere

Broj dijagrama	Regresijska jednadžba	Koeficijent korelacije	Broj jednadžbe
41	$L_{pp} = -0,033 B^2 + 7,827 B - 26,326$	0,931	(43)
42	$L_{pp} = 0,085 D^2 + 7,507 D + 24,309$	0,931	(44)
43	$L_{pp} = -0,349 T^2 + 92,573 T - 10,495$	0,676	(45)
44	$B = 0,029 D^2 + 0,750 D + 9,098$	0,851	(46)
45	$B = -0,039 T^2 + 3,708 T - 3,168$	0,828	(47)
46	$D = -0,034 T^2 + 2,063 T + 0,191$	0,667	(48)
47	$L_{pp} = -2E^{-9} Vt.t.^2 + 0,0013 Vt.t. + 117,15$	0,969	(49)
48	$B = -3E^{-10} Vt.t.^2 + 2E^{-4} Vt.t. + 20,557$	0,973	(50)
49	$D = -1E^{-10} Vt.t.^2 + 9E^{-5} Vt.t. + 12,994$	0,863	(51)
50	$T = -2E^{-12} Vt.t.^2 + 4E^{-5} Vt.t. + 9,170$	0,829	(52)
51	$Vt.t. = -6E^{-7} DWT^2 + 1,266 DWT + 8369,3$	0,945	(53)
52	$Vt.t. = -4E^{-7} \Delta^2 + 1,131 \Delta - 4184,7$	0,970	(54)
53	$MCR = -4E^{-7} Vt.t.^2 + 0,220 Vt.t. - 1006,2$	0,452	(55)
54	$C_b = -5E^{-13} Vt.t.^2 + 2E^{-7} Vt.t. + 0,784$	0,024	(56)
55	$L_{pp} = -3E^{-9} DWT^2 + 0,001 DWT + 131,1$	0,821	(57)
56	$B = -4E^{-10} DWT^2 + 0,0003 DWT + 21,297$	0,939	(58)
57	$D = -2E^{-10} DWT^2 + 1E^{-4} DWT + 14,44$	0,702	(59)
58	$T = -6E^{-11} DWT^2 + 6E^{-5} DWT + 8,436$	0,937	(60)
59	$MCR = -4E^{-7} DWT^2 + 0,178 DWT + 5414,7$	0,220	(61)
60	$MCR = 103,94 v^2 + 1420,5 v - 31118$	0,570	(62)

2.3.3. Analiza rezultata regresijske analize

Kao i kod brodova za prijevoz rasutog tereta i kontejnerskih brodova, na početku je provedena regresijska analiza međusobnih zavisnosti geometrijskih značajki broda. Analizirana je zavisnost duljine broda između okomica o širini, visini i maksimalnom gazu broda, zavisnost širine broda o visini i maksimalnom gazu broda te zavisnost visine broda o maksimalnom gazu broda. Između navedenih značajki broda postoji uska veza ili vrlo uska veza izuzev zavisnosti duljine broda i maksimalnog gaza te visine broda i maksimalnog gaza. Razlog tome su pojedini tankeri iz baze podataka koji značajnije odstupaju u glavnim dimenzijama broda i njihovim omjerima od ostalih.

Analiza zavisnosti glavnih dimenzija broda o volumenu teretnih tankova dala je vrlo dobre rezultate. Dok su visina i maksimalni gaz u uskoj vezi s volumenom teretnih tankova, duljina broda između okomica i širina broda su u vrlo uskoj vezi s volumenom teretnih tankova. Koeficijent korelacije iznosi $R^2 = 0,829 \div 0,973$.

Očekivani rezultati su kod analize zavisnosti volumena teretnih tankova o nosivosti na maksimalnom gazu te volumena teretnih tankova o istisnini. Veza je vrlo uska u oba slučaja.

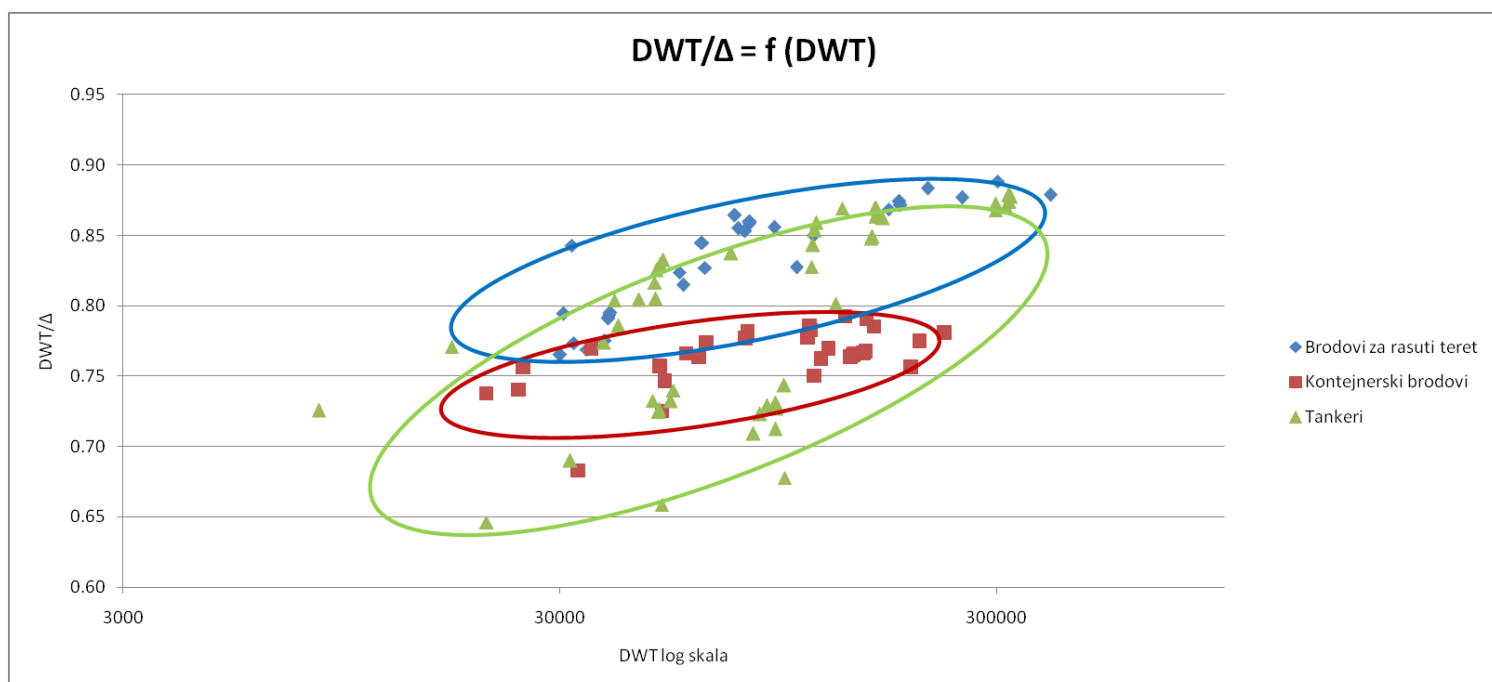
Ne postoji značajna veza kod odnosa maksimalne trajne snage i volumena teretnih tankova te blok koeficijenta i volumena teretnih tankova.

S obzirom da je nosivost broda značajka definirana projektnim zahtjevom od strane naručitelja, provedena je regresijska analiza zavisnosti glavnih dimenzija broda o nosivosti na maksimalnom gazu. Pokazalo se da glavne dimenzije broda s povećanjem nosivosti rastu na određenu potenciju te je veza vrlo uska ili uska.

Na kraju je dana zavisnost maksimalne trajne snage o nosivosti na maksimalnom gazu i o brzini broda u službi. Između maksimalne trajne snage i brzine broda ne postoji značajna veza dok je veza između maksimalne trajne snage i brzine broda praktične vrijednosti.

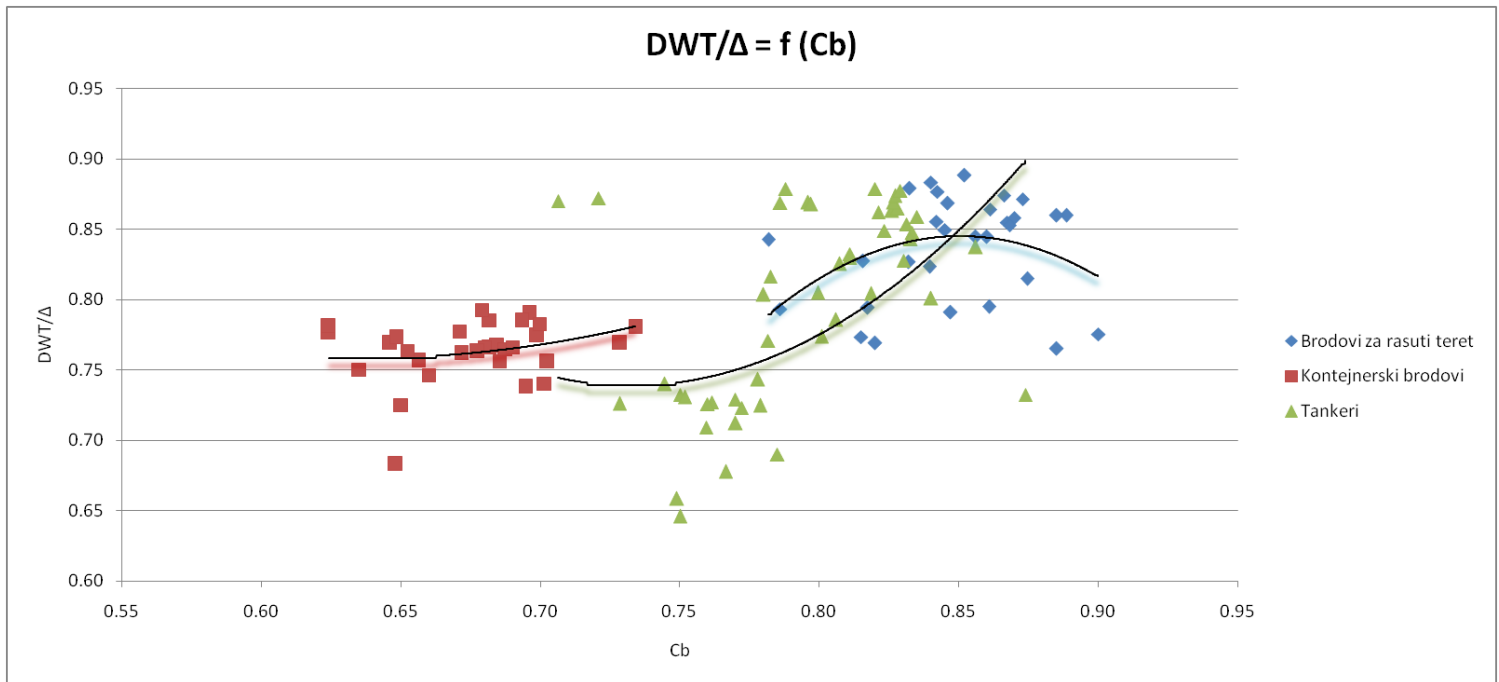
2.4. Zavisnosti značajki broda važnih pri osnivanju broda

Pri osnivanju broda, projektant teži postići što je moguće manju masu praznog opremljenog broda uz nosivost koja je definirana projektnim zahtjevom. Zbroj mase praznog opremljenog broda i nosivosti čini istininu broda. Stoga je korisno prikazati dijagram zavisnosti omjera nosivosti i istisnine broda o istisnini broda. Dijagram 61 prikazuje navedenu zavisnost za sve tri grupe trgovačkih brodova (brodovi za rasuti teret, kontejnerski brodovi i tankeri) s tim da je u obzir uzeta nosivost na maksimalnom gazu te je ona na osi ordinata prikazana u logaritamskom mjerilu.



Dijagram 61. Zavisnost omjera nosivosti na maksimalnom gazu i istisnine broda o nosivosti na maksimalnom gazu

Zanimljivo je prikazati i zavisnost omjera nosivosti na maksimalnom gazu broda i istisnine o blok koeficijentu premda ona nije toliko značajna za projektanta broda. Razlog je taj što prilikom razmatranja optimalnog omjera nosivosti i istisnine broda blok koeficijent nije poznata značajka. Ipak, korisno je vidjeti koja su područja predmetne zavisnosti za odabrane tri grupe trgovačkih brodova, a što je prikazano na Dijagramu 62.



Dijagram 62. Zavisnost omjera nosivosti na maksimalnom gasu i istisnine o blok koeficijentu

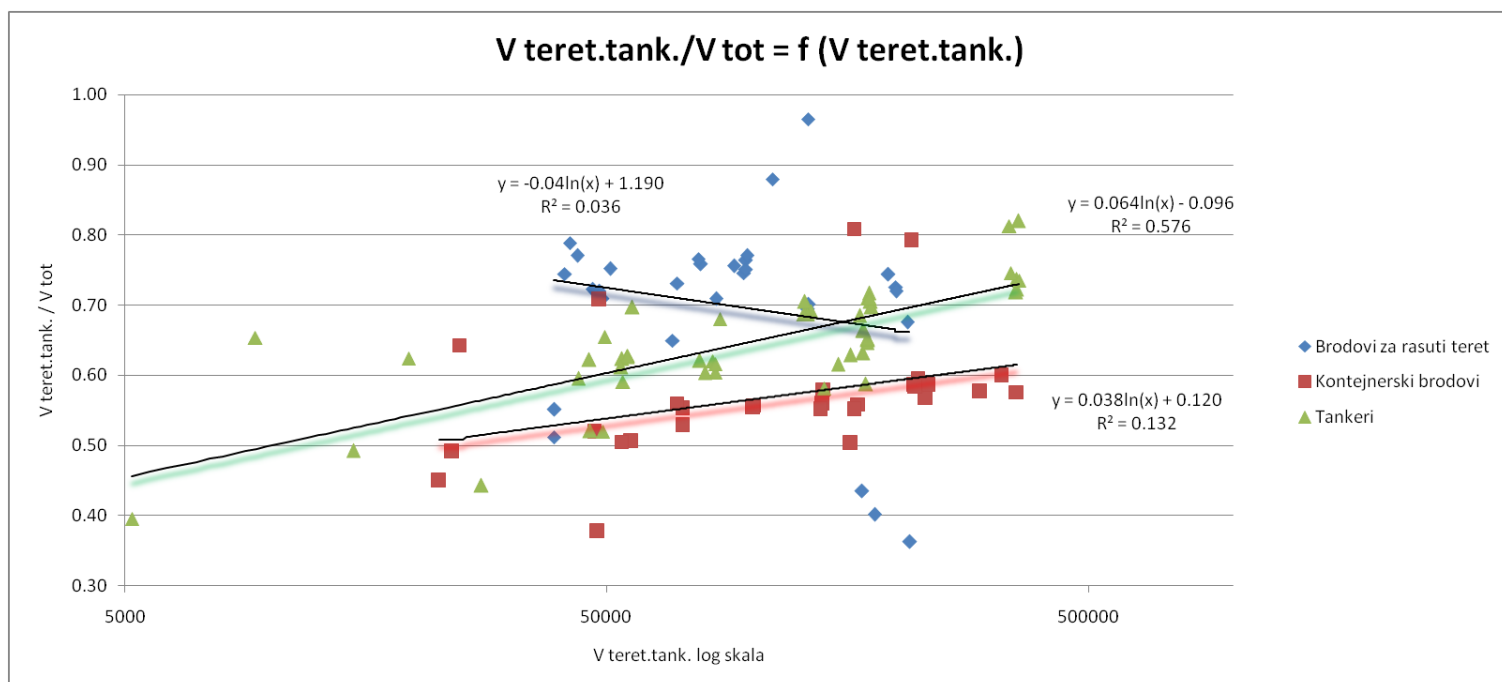
Kada je projektant odabrao odgovarajuću vrijednost blok koeficijenta na projektom gasu za novi brod, može se izračunati i blok koeficijent na visini prema sljedećoj formuli:

$$C_b' = C_b + (1 - C_b) * \frac{(0,8 * D - T)}{3 * T} \quad (63)$$

Blok koeficijent na visini veći je od blok koeficijenta na gasu, a važan je jer ulazi u formulu za izračun ukupnog volumena broda, odnosno volumena broda do visine broda između okomica. Ukupni volumen je zbroj volumena teretnih tankova, balastnih tankova, strojarnice i zaliha (vode, goriva i maziva), a određuje se na sljedeći način:

$$V_{tot} = L_{pp} * B * D * C_b' \quad (64)$$

Važan je omjer volumena teretnih tankova i ukupnog volumena broda jer predstavlja koeficijent iskoristivosti skladišnog prostora za teret u odnosu na ukupni volumen. Za sve tri grupe trgovačkih brodova ukupni volumen je izračunat prema formuli (64) dok je podatak o vrijednosti volumena teretnih tankova preuzet iz časopisa Significant Ships. Dijagram 63 prikazuje zavisnost omjera volumena teretnih tankova i ukupnog volumena o volumenu teretnih tankova koji je prikazan u logaritamskom mjerilu.



Dijagram 63. Zavisnost omjera volumena teretnih tankova i ukupnog volumena o volumenu teretnih tankova

Kada je poznata istisnina novoga broda, lako se da odrediti i volumen istisnine prema sljedećoj formuli:

$$\nabla = \frac{\Delta}{\rho} \quad (65)$$

gdje je:

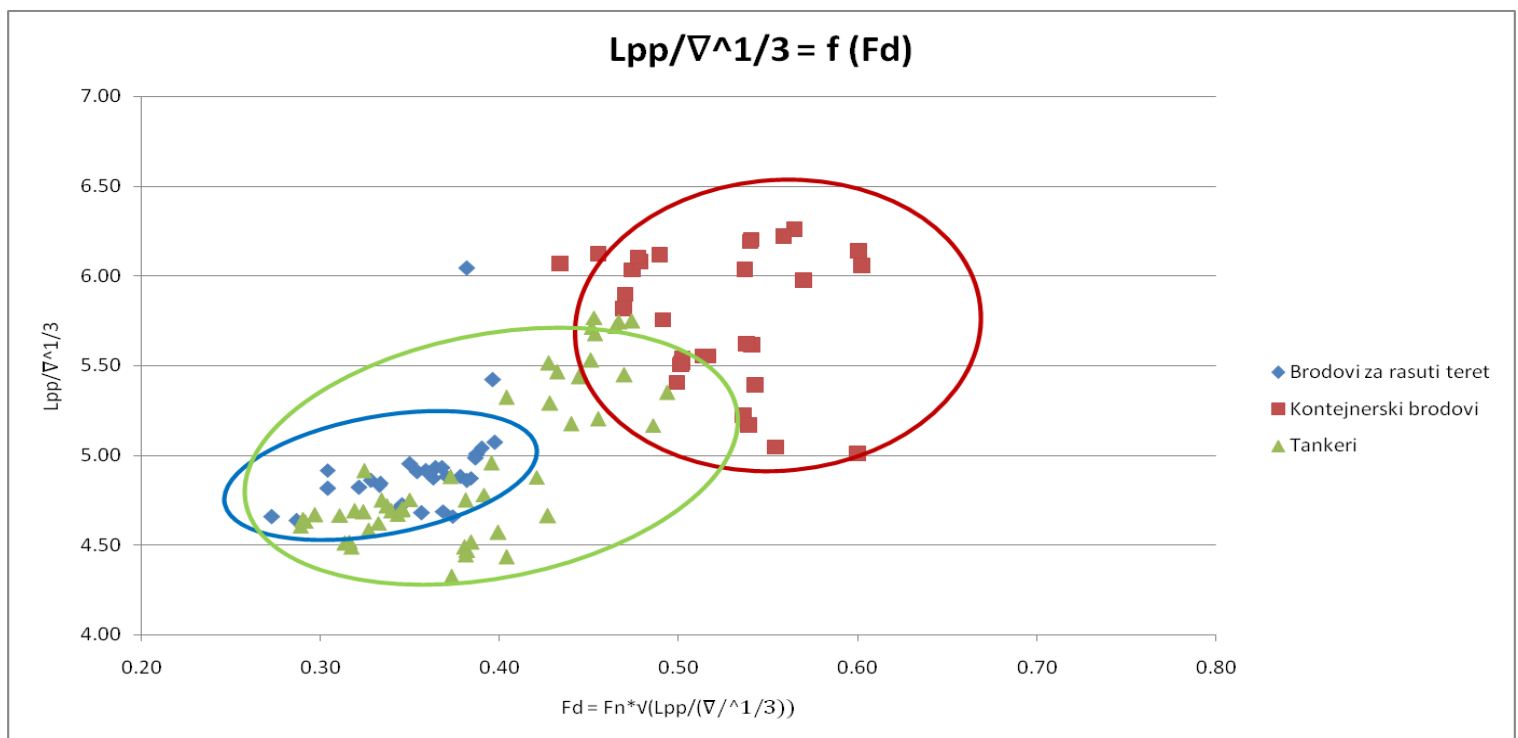
∇ - volumen istisnine broda [m^3],

Δ - istisnina broda [t],

ρ - gustoća mora [t/m^3].

$$\rho = 1,025 \text{ t/m}^3$$

Poznavajući volumen istisnine broda, korisno je za projektanta prikazati omjer duljine broda i volumena istisnine broda potenciranog na jednu trećinu. Navedeni omjer predstavlja izduženje, odnosno vitkost broskog trupa. Dijagram 64 prikazuje zavisnost koeficijenta vitkosti o Froudeovom broju pomnoženom s korijenom koeficijenta vitkosti. Na dijagramu je umnožak Froudeovog broja i korijena koeficijenta vitkosti označen s F_d .



Dijagram 64. Zavisnost koeficijenta vitkosti o Froudeovom broju pomnoženom s korijenom koeficijenta vitkosti

Pri odabiru glavnih dimenzija novoga broda, razni su omjeri koje projektant može uzeti u obzir. Jedan od načina odabira duljine broda jest prema empirijskoj formuli Schneeklutha koji daje duljinu minimalnih troškova gradnje[22]:

$$L_{\min} = \Delta^{0,3} * V^{0,3} * C \quad (66)$$

gdje je:

L_{\min} - duljina minimalnih troškova gradnje [m],

Δ - istisnina broda [t],

V - brzina broda [čv] i

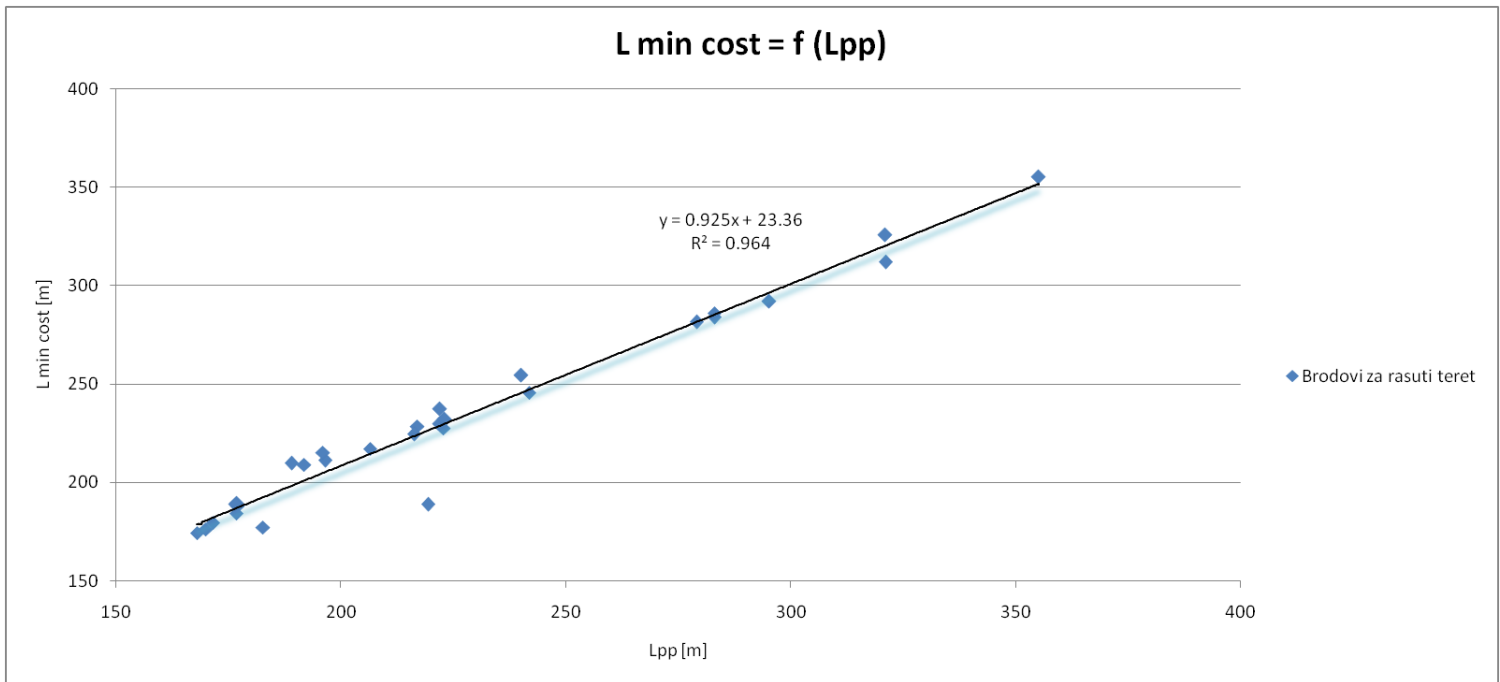
C - konstanta koja ovisi o istisnini broda.

$C = 3,2$ za $\Delta > 201\ 000\ t$

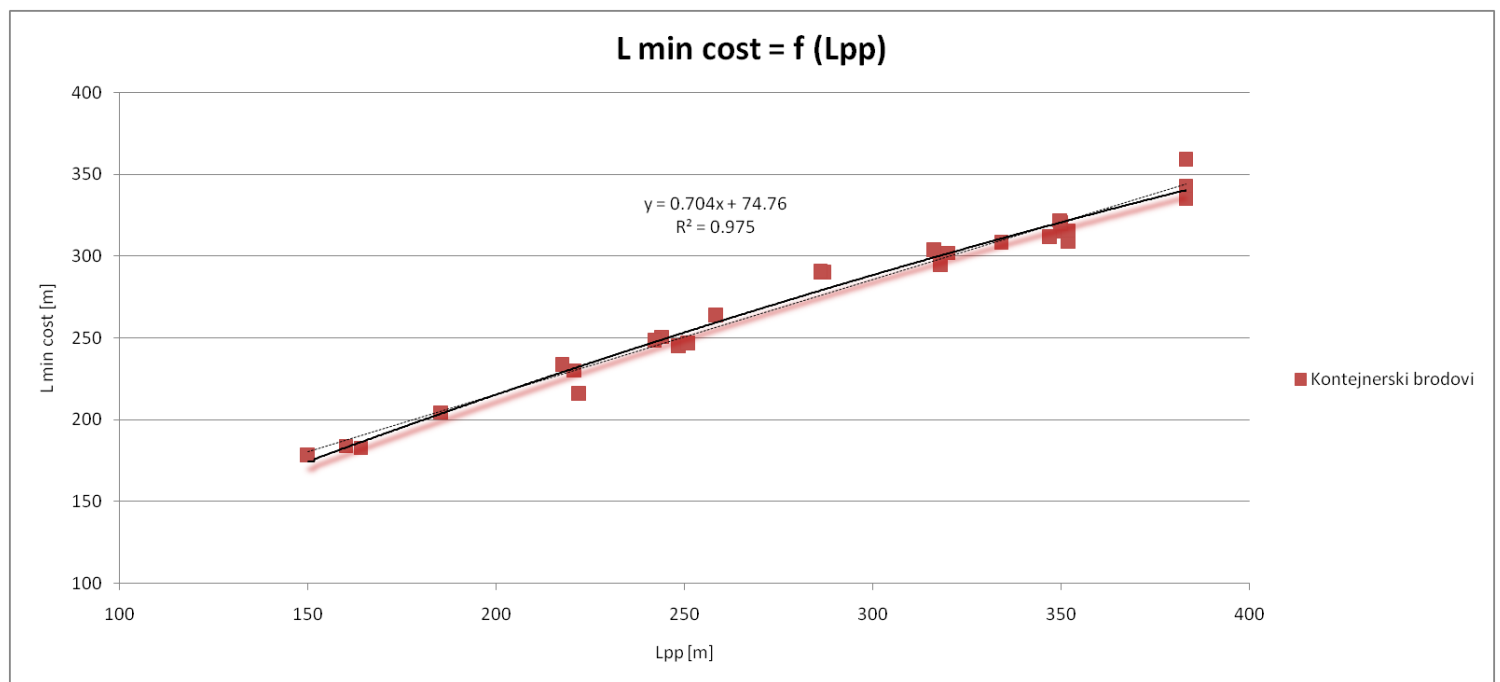
Za $1000\ t \leq \Delta \leq 201\ 000\ t$ konstanta C računa se na sljedeći način:

$$C = 3,4 - \frac{(\Delta - 10^3)}{10^6} \text{ za } 1000\ t \leq \Delta \leq 201\ 000\ t \quad (67)$$

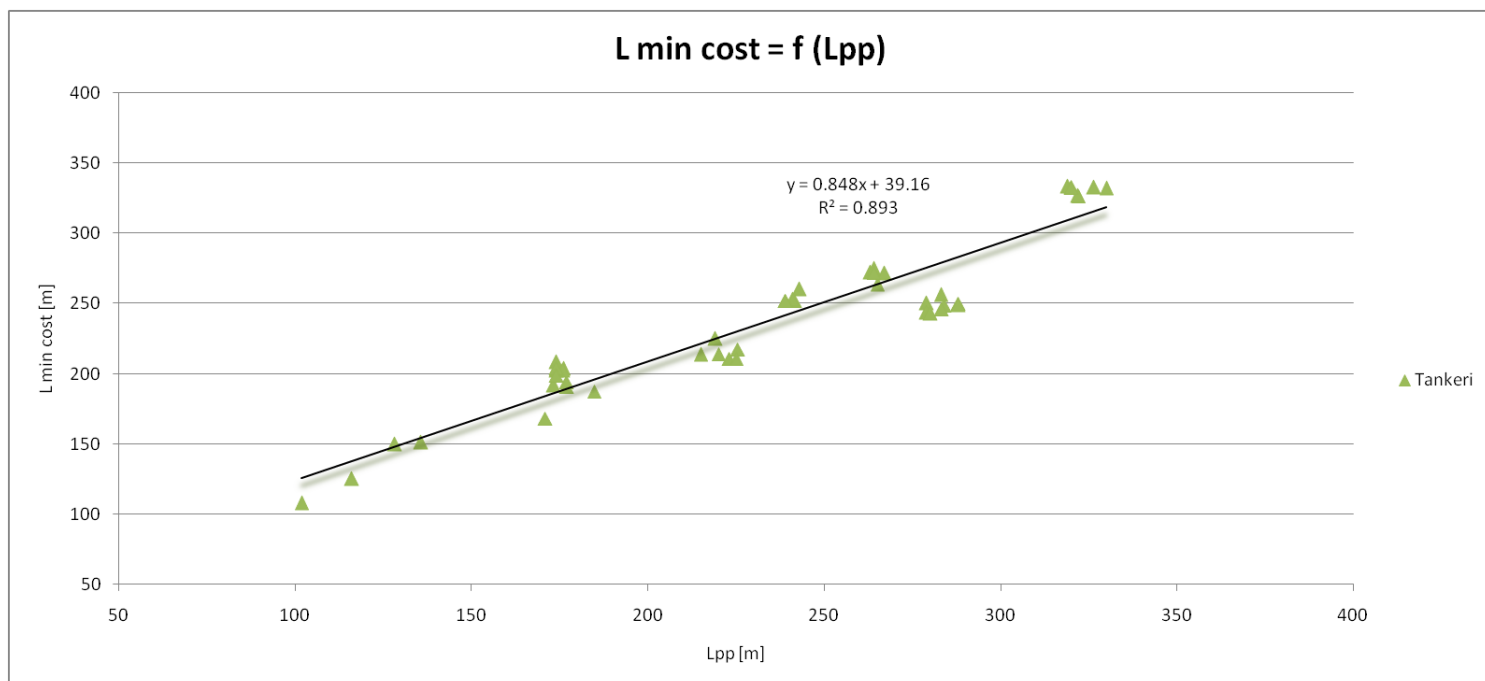
Pa i ako se projektant odluči za duljinu dobivenu nekom drugom metodom, korisno je prikazati koliko se ta duljina razlikuje od one za minimalne troškove gradnje. Razlika je prikazana za sve tri grupe trgovačkih brodova na Dijagramima 65, 66 i 67.



Dijagram 65. Zavisnost duljine minimalnih troškova gradnje o duljini broda između okomica za brodove za prijevoz rasutog tereta

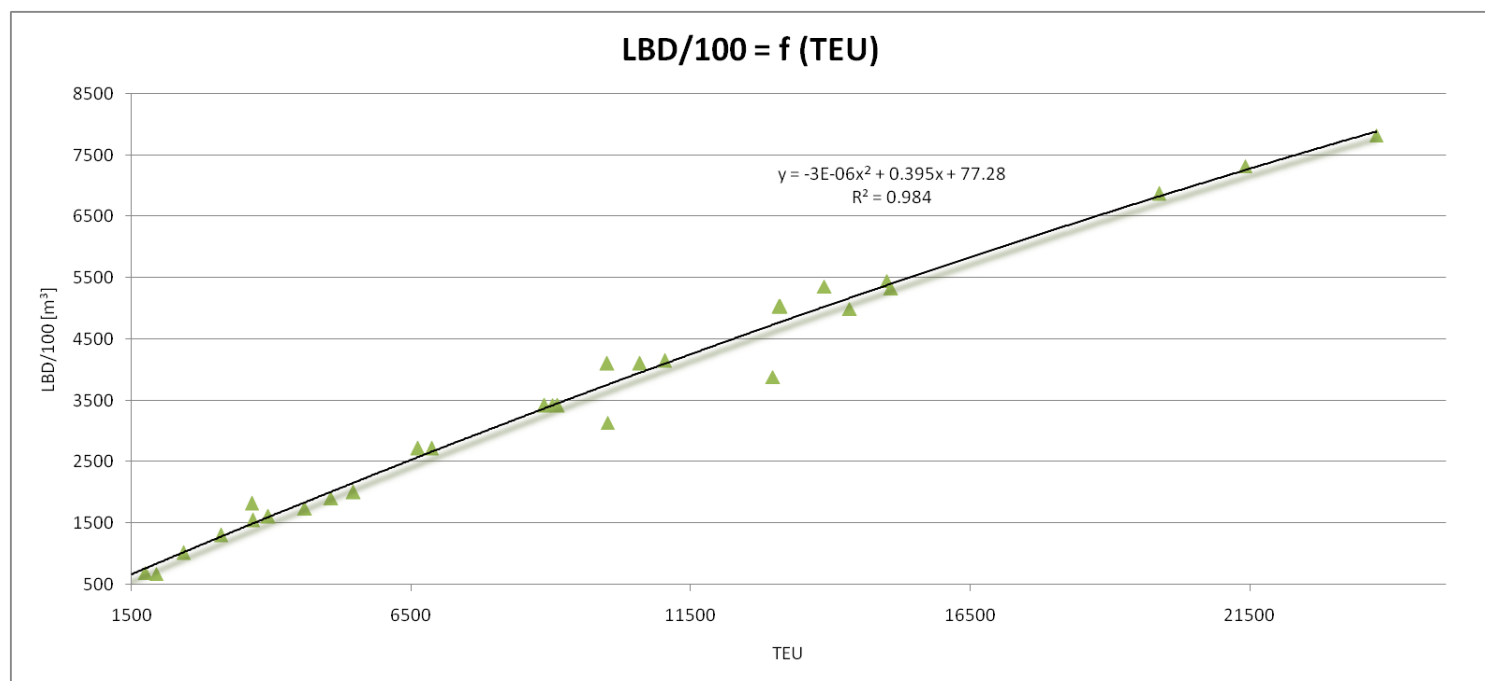


Dijagram 66. Zavisnost duljine minimalnih troškova gradnje o duljini broda između okomica za kontejnerske brodove



Dijagram 67. Zavisnost duljine minimalnih troškova gradnje o duljini broda između okomica za tankere

Za osnivanje kontejnerskih brodova značajan je Dijagram 68. Dijagram 68 prikazuje zavisnost umnoška glavnih dimenzija kontejnerskog broda (duljine, širine i visine) o broju dvadeset - stopnih kontejnera.



Dijagram 68. Zavisnost umnoška glavnih dimenzija kontejnerskog broda o broju TEU kontejnera

Za procjenu snage glavnog pogonskog stroja, danas se najčešće u praksi koristi admiralitetska formula. Konstanta admiraliteta računa se na sljedeći način[22]:

$$A_C = \frac{\Delta^{\frac{2}{3}} * V^3}{P_B} \quad (68)$$

gdje je:

A_C - konstanta admiraliteta,

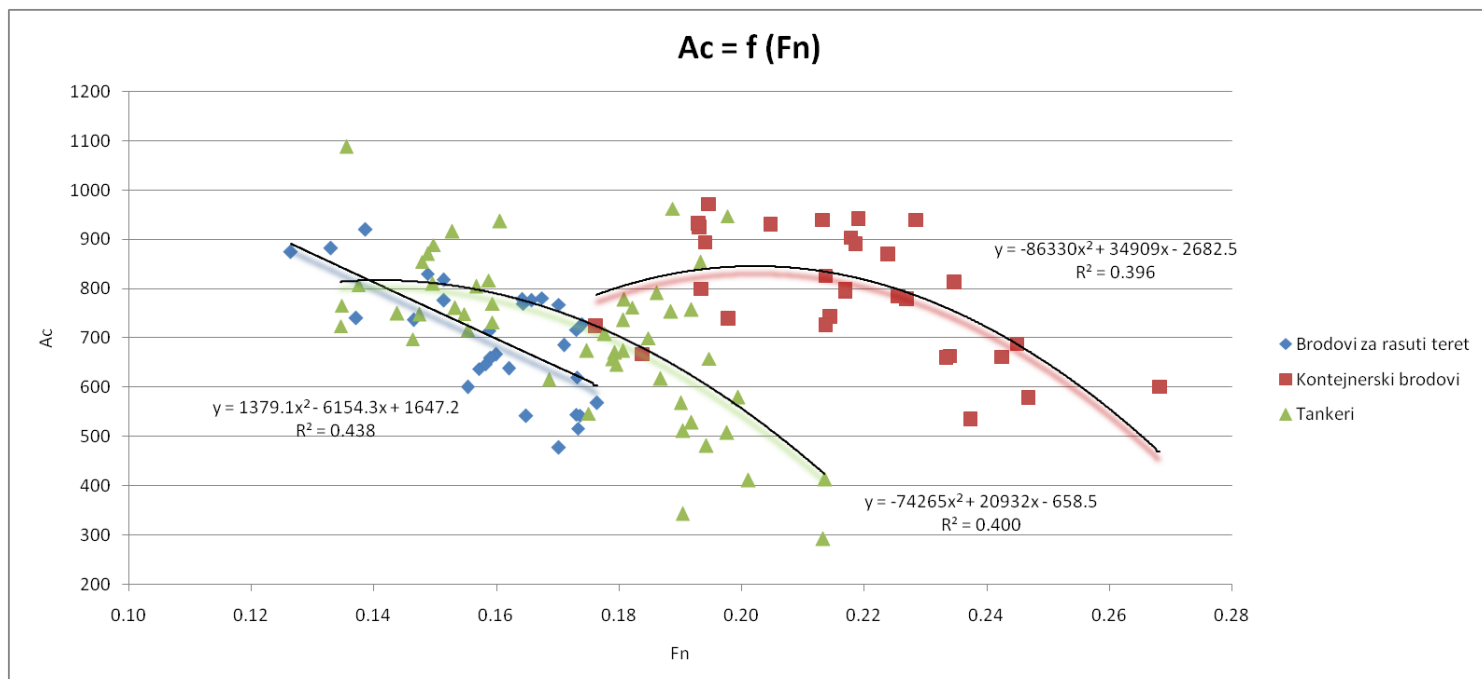
Δ - istisnina broda [t],

V - brzina broda [čv] i

P_B - kočena snaga motora [kW].

Konstanta admiraliteta također služi za procjenu kvalitete forme broskog trupa. Što je ona veća, to je forma kvalitetnija, tj. s manjom snagom prevozi se više tereta većom brzinom. Pri tome se smatra da je kapacitet krcanja tereta broda s većom istisninom razmjerno veći.

Dijagram 69 prikazuje zavisnost konstante admiraliteta o Froudeovom broju za sva tri tipa trgovačkog broda.



Dijagram 69. Zavisnost konstante admiraliteta o Froudeovom broju

Osim dijagrama koji prikazuju zavisnosti značajki važnih za osnivanje broda, korisno je znati raspon pojedinih značajki ili raspon omjera značajki za svaki tip trgovačkog broda. Na taj način projektant na jednostavan način može provjeriti ide li u pravom smjeru ili ne u procesu projektiranja. Tablica 8 sadrži raspone značajki koje predstavljaju bitan faktor u fazi preliminarnog osnivanja broda.

Tablica 8. Rasponi značajki važnih pri osnivanju broda

Tip broda	L/B	B/T	$L/V^{1/3}$	C_b	DWT [t]	Ac
Brodovi za prijevoz rasutog tereta	5,46 - 9,24	2,16 - 3,17	4,64 - 6,04	0,78 - 0,90	29984,00 - 398595,20	477,39 - 919,52
Kontejnerski brodovi	5,37 - 7,80	2,33 - 3,73	5,01 - 6,26	0,62 - 0,73	20326,00 - 228600,00	534,50 - 972,24
Tankeri	5,28 - 6,98	2,26 - 3,85	4,32 - 5,77	0,71 - 0,87	3160,00 - 323190,00	292,29 - 1088,28

Dijagrami ovoga poglavlja, kao i Tablica 8, formirani su prema podacima koji se nalaze u tablicama Priloga 1.

3. IZRAČUN BLOK KOEFICIJENTA EMPIRIJSKIM FORMULAMA

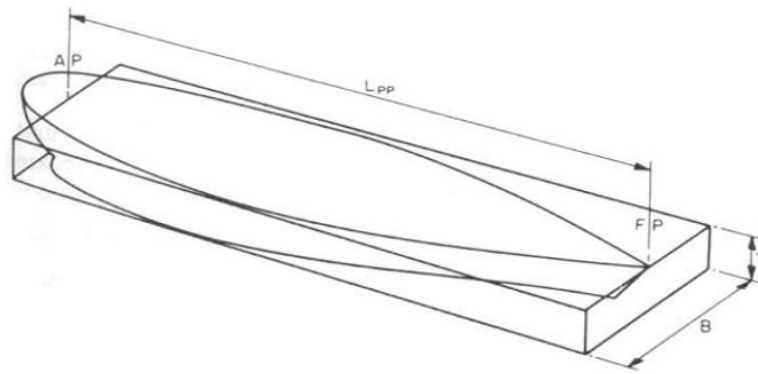
Osnovna težnja svakog projektanta pri osnivanju broda jest odrediti formu trupa koja će pri plovidbi zadanom brzinom na površini vode, odnosno ispod nje, stvarati što je moguće manji otpor. Otpor broda ovisi o veličini broda, željenoj brzini te formi trupa[16].

Projektant u prvoj fazi projektiranja broda mora preliminarno odabrati glavne dimenzije broda u skladu s njegovom namjenom, ali i druge značajke koje opisuju brodsku formu pazeći pri tome da odabranom kombinacijom glavnih izmjera ne ugrožava zahtijevanu brzinu broda. Jedan od glavnih parametara koji utječu na otpor broda jest blok koeficijent, odnosno koeficijent istisnine.

Blok koeficijent (eng. *block coefficient*) je omjer volumena istisnine broda ∇ i volumena paralelopipeda čiji su bridovi duljina L (uobičajeno L_{pp}), širina B i gaz broda T . Na Slici 21 može se vidjeti grafički prikaz blok koeficijenta, a na Slici 22 forma broda s naznačenim parametrima koji ulaze u formulu za izračun blok koeficijenta.



Slika 21. Grafički prikaz blok koeficijenta [17]



Slika 22. Parametri brodske forme potrebni za izračun blok koeficijenta[18]

Iz Slike 22 proizlazi:

$$C_b = \frac{\nabla}{L_{pp} * B * T} \quad (69)$$

Iz izraza za blok koeficijent je vidljivo da što je on veći, to je forma trupa punija, a što je on manji, to je forma trupa vitkija.

Iz baze podataka napravljene u Poglavlju 2 vidi se kako se vrijednost blok koeficijenta za brodove za prijevoz rasutog tereta kreće u rasponu od 0,78 do 0,90; za kontejnerske brodove od 0,62 do 0,73 te za tankere od 0,71 do 0,87.

Povećanjem blok koeficijenta smanjuju se glavne dimenzije, brod postaje jeftiniji, povećava se prostornost skladišta kao i prikladnost za smještaj tereta.

Osnovni čimbenik koji utječe na odabir vrijednosti blok koeficijenta jest otpor. Cilj je dobiti što manji otpor za zahtijevanu brzinu broda. Ostali čimbenici su:

- masa i trošak čelika strukture broda,
- iskorištenje teretnog prostora i
- ponašanje broda na valovima (brzine i ubrzanja u raznim točkama broda).

Postoji izravan empirijski odnos između blok koeficijenta i Froudeovog broja. Mnogi su autori istraživali taj odnos što je rezultiralo nekolicinom formula za određivanje koeficijenta istisnine preko Froudeovog broja. U ovom radu vrijednost koeficijenta istisnine za brodove za rasuti teret, kontejnerske brodove i tankere, određivat će se preko četiri autora, a kalibracija će biti napravljena metodom najmanjih kvadrata. Kalibracija će se vršiti samo za onu metodu koja se pokaže najprikladnijom za određeni tip trgovačkog broda. Za svaki brod bit će prikazana zavisnost blok koeficijenta o Froudeovom broju.

Empirijske metode za izračun blok koeficijenta:

1) AYRE[22]

$$C_b = 1,06 - 1,68 F_n \quad (70)$$

2) JENSEN [22]

$$C_b = -4,22 + 27,8 \sqrt{F_n} - 39,1 F_n + 46,6 F_n^3 \quad (71)$$

3) WATSON & GILFILLAN[23]

$$C_b = 0,70 + \frac{\arctg\left(\frac{23-100F_n}{4}\right)}{8} \quad (72)$$

4) BELAMARIĆ [20]

$$C_b = 0,678 + 3,319 F_n - 21,724 F_n^2 + 30,222 F_n^3 \quad (73)$$

3.1. Brodovi za prijevoz rasutog tereta

U Tablici 9 dane su vrijednosti Froudeovog broja izračunate u Tablici 2 Poglavlja 2.1.1. te vrijednosti blok koeficijenta danih u časopisu Significant ships (S.S.) i onih izračunatih prema navedenim autorima.

Tablica 9. Izračun blok koeficijenta empirijskim metodama

R. br.	Fn	Cb				
		S.S.	AYRE	JENSEN	WATSON & GILFILLAN	BELAMARIĆ
1.	0,1487	0,8157	0,8101	0,8392	0,8392	0,7905
2.	0,1330	0,8520	0,8366	0,8277	0,8475	0,8063
3.	0,1386	0,8400	0,8271	0,8345	0,8448	0,8011
4.	0,1644	0,8320	0,7838	0,8309	0,8279	0,7708
5.	0,1588	0,8561	0,7932	0,8358	0,8324	0,7783
6.	0,1264	0,8323	0,8476	0,8156	0,8503	0,8115
7.	0,1710	0,7860	0,7727	0,8228	0,8219	0,7614
8.	0,1739	0,8470	0,7678	0,8185	0,8189	0,7571
9.	0,1674	0,8673	0,7788	0,8275	0,8253	0,7666
10.	0,1641	0,8699	0,7843	0,8312	0,8281	0,7712
11.	0,1730	0,8609	0,7693	0,8199	0,8198	0,7585
12.	0,1733	0,8395	0,7689	0,8195	0,8196	0,7581
13.	0,1599	0,8885	0,7914	0,8350	0,8316	0,7769
14.	0,1701	0,8600	0,7742	0,8240	0,8227	0,7627
15.	0,1371	0,8424	0,8297	0,8330	0,8455	0,8026
16.	0,1657	0,8851	0,7817	0,8295	0,8268	0,7690
17.	0,1649	0,8746	0,7830	0,8304	0,8275	0,7701
18.	0,1553	0,9000	0,7991	0,8378	0,8349	0,7827
19.	0,1730	0,8199	0,7694	0,8199	0,8199	0,7585
20.	0,1731	0,8150	0,7692	0,8198	0,8198	0,7583
21.	0,1513	0,8663	0,8057	0,8390	0,8375	0,7875
22.	0,1736	0,7818	0,7683	0,8190	0,8192	0,7576
23.	0,1571	0,8682	0,7960	0,8368	0,8336	0,7804
24.	0,1702	0,8850	0,7741	0,8239	0,8227	0,7626
25.	0,1590	0,8450	0,7928	0,8356	0,8322	0,7779
26.	0,1582	0,8420	0,7942	0,8362	0,8328	0,7790
27.	0,1465	0,8729	0,8139	0,8389	0,8405	0,7930
28.	0,1514	0,8460	0,8056	0,8390	0,8375	0,7874
29.	0,1620	0,8612	0,7879	0,8332	0,8299	0,7741
30.	0,1764	0,8174	0,7637	0,8146	0,8162	0,7534

Tablica 10 prikazuje rezultate metode najmanjih kvadrata iz koje se da zaključiti kako najbolje rezultate za brodove za prijevoz rasutog tereta daje Watsonova i Gilfillanova metoda.

Tablica 10. Rezultati metode najmanjih kvadrata

k			
AYRE	JENSEN	WATSON & GILFILLAN	BELAMARIĆ
1,0722	1,0242	1,0226	1,0944

U Tablici 11 dane su vrijednosti blok koeficijenta preuzete iz časopisa Significant ships te kalibrirane vrijednosti blok koeficijenta koje se dobiju na sljedeći način:

$$C_{b \text{ kalibrirani}} = k_{\text{Watson\&Gilfillan}} * C_{b \text{ Watson\&Gilfillan}} \quad (74)$$

Tablica 11. Blok koeficijenti

R. br.	Cb S.S.	Cb kalibrirani	Cb S.S. - Cb kalibrirani
1.	0,8157	0,8581	0,04
2.	0,8520	0,8666	0,01
3.	0,8400	0,8638	0,02
4.	0,8320	0,8466	0,01
5.	0,8561	0,8512	0,00
6.	0,8323	0,8695	0,04
7.	0,7860	0,8404	0,05
8.	0,8470	0,8374	0,01
9.	0,8673	0,8439	0,02
10.	0,8699	0,8468	0,02
11.	0,8609	0,8383	0,02
12.	0,8395	0,8381	0,00
13.	0,8885	0,8503	0,04
14.	0,8600	0,8413	0,02
15.	0,8424	0,8646	0,02
16.	0,8851	0,8455	0,04
17.	0,8746	0,8462	0,03
18.	0,9000	0,8538	0,05
19.	0,8199	0,8384	0,02
20.	0,8150	0,8383	0,02
21.	0,8663	0,8564	0,01
22.	0,7818	0,8377	0,06
23.	0,8682	0,8524	0,02
24.	0,8850	0,8412	0,04
25.	0,8450	0,8510	0,01
26.	0,8420	0,8516	0,01
27.	0,8729	0,8595	0,01
28.	0,8460	0,8564	0,01
29.	0,8612	0,8486	0,01
30.	0,8174	0,8347	0,02

Iz Tablice 11 može se zaključiti kako se kalibrirane vrijednosti blok koeficijenta dobivene prema Watson&Gilfillan metodi, neznatno razlikuju od vrijednosti blok koeficijenta danih u časopisu Significant ships. Navedena empirijska metoda pokazala se preciznom (uz provedenu kalibraciju) u određivanju koeficijenta istisnine kod brodova za prijevoz rasutog tereta.

3.2. Kontejnerski brodovi

U Tablici 12 dane su vrijednosti Froudeovog broja izračunate u Tablici 4 Poglavlja 2.2.1. te vrijednosti blok koeficijenta danih u časopisu Significant ships (S.S.) i onih izračunatih prema navedenim autorima.

Tablica 12. Izračun blok koeficijenta empirijskim metodama

R. br.	Fn	Cb				
		S.S.	AYRE	JENSEN	WATSON & GILFILLAN	BELAMARIĆ
1.	0,1932	0,6818	0,7355	0,7814	0,7930	0,7264
2.	0,1947	0,7340	0,7329	0,7778	0,7903	0,7237
3.	0,1940	0,6960	0,7341	0,7795	0,7916	0,7249
4.	0,2348	0,6460	0,6656	0,6735	0,6852	0,6509
5.	0,2449	0,6500	0,6486	0,6464	0,6555	0,6319
6.	0,2682	0,6947	0,6094	0,5894	0,6046	0,5885
7.	0,1930	0,6853	0,7357	0,7816	0,7932	0,7266
8.	0,2145	0,6600	0,6997	0,7284	0,7463	0,6887
9.	0,2373	0,7024	0,6613	0,6666	0,6774	0,6461
10.	0,2046	0,6790	0,7162	0,7539	0,7706	0,7064
11.	0,1934	0,7286	0,7350	0,7807	0,7926	0,7259
12.	0,1839	0,6818	0,7511	0,8010	0,8071	0,7417
13.	0,1763	0,6989	0,7639	0,8148	0,8164	0,7536
14.	0,2425	0,6480	0,6525	0,6526	0,6620	0,6363
15.	0,2137	0,6710	0,7010	0,7304	0,7484	0,6901
16.	0,2178	0,6240	0,6942	0,7196	0,7371	0,6827
17.	0,2285	0,6482	0,6761	0,6904	0,7047	0,6627
18.	0,2185	0,6350	0,6928	0,7175	0,7349	0,6812
19.	0,2133	0,6933	0,7016	0,7314	0,7494	0,6908
20.	0,1979	0,6845	0,7276	0,7705	0,7846	0,7183
21.	0,2190	0,6240	0,6921	0,7163	0,7336	0,6804
22.	0,2339	0,6563	0,6670	0,6758	0,6879	0,6525
23.	0,2270	0,6523	0,6786	0,6945	0,7093	0,6655
24.	0,2169	0,6800	0,6957	0,7220	0,7396	0,6843
25.	0,2137	0,6996	0,7010	0,7304	0,7484	0,6901
26.	0,2467	0,7015	0,6455	0,6416	0,6505	0,6284
27.	0,2169	0,6874	0,6957	0,7220	0,7396	0,6843
28.	0,2333	0,6900	0,6681	0,6775	0,6898	0,6537
29.	0,2256	0,6717	0,6810	0,6984	0,7137	0,6681
30.	0,2240	0,6775	0,6837	0,7028	0,7187	0,6712

Tablica 13 prikazuje rezultate metode najmanjih kvadrata iz koje se da zaključiti kako najbolje rezultate za kontejnerske brodove daje Belamarićeva metoda.

Tablica 13. Rezultati metode najmanjih kvadrata

k			
AYRE	JENSEN	WATSON & GILFILLAN	BELAMARIĆ
0,9713	0,9363	0,9191	0,9883

U Tablici 14 dane su vrijednosti blok koeficijenta preuzete iz časopisa Significant ships te kalibrirane vrijednosti blok koeficijenta koje se dobiju na sljedeći način:

$$C_{b \text{ kalibrirano}} = k_{\text{Belamarić}} * C_{b \text{ Belamarić}} \quad (75)$$

Tablica 14. Blok koeficijenti

R. br.	Cb S.S.	Cb kalibrirani	Cb S.S. - Cb kalibrirani
1.	0,6818	0,7179	0,04
2.	0,7340	0,7152	0,02
3.	0,6960	0,7165	0,02
4.	0,6460	0,6433	0,00
5.	0,6500	0,6245	0,03
6.	0,6947	0,5816	0,11
7.	0,6853	0,7181	0,03
8.	0,6600	0,6807	0,02
9.	0,7024	0,6386	0,06
10.	0,6790	0,6982	0,02
11.	0,7286	0,7174	0,01
12.	0,6818	0,7330	0,05
13.	0,6989	0,7448	0,05
14.	0,6480	0,6288	0,02
15.	0,6710	0,6821	0,01
16.	0,6240	0,6747	0,05
17.	0,6482	0,6549	0,01
18.	0,6350	0,6733	0,04
19.	0,6933	0,6828	0,01
20.	0,6845	0,7099	0,03
21.	0,6240	0,6725	0,05
22.	0,6563	0,6449	0,01
23.	0,6523	0,6577	0,01
24.	0,6800	0,6763	0,00
25.	0,6996	0,6821	0,02
26.	0,7015	0,6210	0,08
27.	0,6874	0,6763	0,01
28.	0,6900	0,6461	0,04
29.	0,6717	0,6603	0,01
30.	0,6775	0,6633	0,01

Iz Tablice 14 može se zaključiti kako se kalibrirane vrijednosti blok koeficijenta dobivene prema Belamarićevoj metodi, neznatno razlikuju od vrijednosti blok koeficijenta danih u časopisu Significantships. Navedena empirijska metoda pokazala se preciznom (uz provedenu kalibraciju) u određivanju koeficijenta istisnine kod kontejnerskih brodova.

3.3. Tankeri

U Tablici 15 dane su vrijednosti Froudeovog broja izračunate u Tablici 6 Poglavlja 2.3.1. te vrijednosti blok koeficijenta danih u časopisu Significant ships (S.S.) i onih izračunatih prema navedenim autorima.

Tablica 15. Izračun blok koeficijenta empirijskim metodama

R. br.	Fn	Cb				
		S.S.	AYRE	JENSEN	WATSON & GILFILLAN	BELAMARIĆ
1.	0,1463	0,8400	0,8142	0,8389	0,8406	0,7932
2.	0,1685	0,8008	0,7769	0,8261	0,8242	0,7650
3.	0,1346	0,7880	0,8339	0,8300	0,8467	0,8049
4.	0,1528	0,7960	0,8033	0,8387	0,8366	0,7858
5.	0,1747	0,7800	0,7665	0,8173	0,8181	0,7560
6.	0,1750	0,7488	0,7660	0,8168	0,8177	0,7555
7.	0,1848	0,7788	0,7495	0,7992	0,8058	0,7402
8.	0,1994	0,7850	0,7250	0,7668	0,7817	0,7157
9.	0,1374	0,7063	0,8291	0,8334	0,8454	0,8023
10.	0,1532	0,8313	0,8026	0,8386	0,8363	0,7852
11.	0,1553	0,8301	0,7990	0,8378	0,8349	0,7827
12.	0,1347	0,7208	0,8336	0,8302	0,8467	0,8047
13.	0,1821	0,7284	0,7540	0,8044	0,8094	0,7445
14.	0,1793	0,9400	0,7587	0,8095	0,8128	0,7489
15.	0,1904	0,7664	0,7402	0,7876	0,7976	0,7310
16.	0,2133	0,7608	0,7017	0,7315	0,7495	0,6909
17.	0,1355	0,7970	0,8324	0,8312	0,8463	0,8041
18.	0,1790	0,8060	0,7592	0,8100	0,8132	0,7493
19.	0,1438	0,8260	0,8184	0,8380	0,8420	0,7959
20.	0,1932	0,7500	0,7353	0,7812	0,7929	0,7262
21.	0,2011	0,7500	0,7221	0,7627	0,7782	0,7127
22.	0,1901	0,7517	0,7407	0,7882	0,7981	0,7315
23.	0,1806	0,8073	0,7567	0,8073	0,8113	0,7469
24.	0,1861	0,7445	0,7474	0,7967	0,8040	0,7382
25.	0,1795	0,7995	0,7584	0,8091	0,8126	0,7485
26.	0,1947	0,7697	0,7329	0,7778	0,7903	0,7237
27.	0,1887	0,7700	0,7429	0,7911	0,8001	0,7337
28.	0,1808	0,7825	0,7562	0,8068	0,8110	0,7465
29.	0,1496	0,8233	0,8086	0,8392	0,8386	0,7895
30.	0,1976	0,8150	0,7280	0,7711	0,7851	0,7188
31.	0,1587	0,8281	0,7933	0,8358	0,8324	0,7784
32.	0,1605	0,7860	0,7903	0,8344	0,8310	0,7760
33.	0,1567	0,8333	0,7967	0,8371	0,8339	0,7809
34.	0,1547	0,8211	0,8001	0,8380	0,8353	0,7835
35.	0,1806	0,8110	0,7566	0,8072	0,8112	0,7468
36.	0,1474	0,8267	0,8124	0,8391	0,8400	0,7920
37.	0,1918	0,8110	0,7378	0,7845	0,7953	0,7287
38.	0,1478	0,8272	0,8116	0,8391	0,8397	0,7915
39.	0,1497	0,8290	0,8085	0,8392	0,8386	0,7894
40.	0,1776	0,8560	0,7616	0,8125	0,8149	0,7515
41.	0,1918	0,7780	0,7378	0,7845	0,7954	0,7287
42.	0,1868	0,8184	0,7462	0,7951	0,8030	0,7370
43.	0,1977	0,7614	0,7279	0,7710	0,7850	0,7187
44.	0,1488	0,8200	0,8101	0,8392	0,8392	0,7905
45.	0,1594	0,8350	0,7922	0,8353	0,8319	0,7775
46.	0,2135	0,7600	0,7012	0,7308	0,7488	0,6904
47.	0,1942	0,7721	0,7337	0,7790	0,7912	0,7246
48.	0,1594	0,8326	0,7922	0,8353	0,8319	0,7775
49.	0,1904	0,7816	0,7401	0,7874	0,7975	0,7309
50.	0,1885	0,7595	0,7434	0,7916	0,8005	0,7342

Tablica 16 prikazuje rezultate metode najmanjih kvadrata iz koje se da zaključiti kako najbolje rezultate za tankere daje Jensenova metoda.

Tablica 16. Rezultati metode najmanjih kvadrata

k			
AYRE	JENSEN	WATSON & GILFILLAN	BELAMARIĆ
1,0311	0,9824	0,9755	1,0503

U Tablici 17 dane su vrijednosti blok koeficijenta preuzete iz časopisa Significant ships te kalibrirane vrijednosti blok koeficijenta koje se dobiju na sljedeći način:

$$C_{b \text{ kalibrirano}} = k_{\text{Jensen}} * C_{b \text{ Jensen}} \quad (76)$$

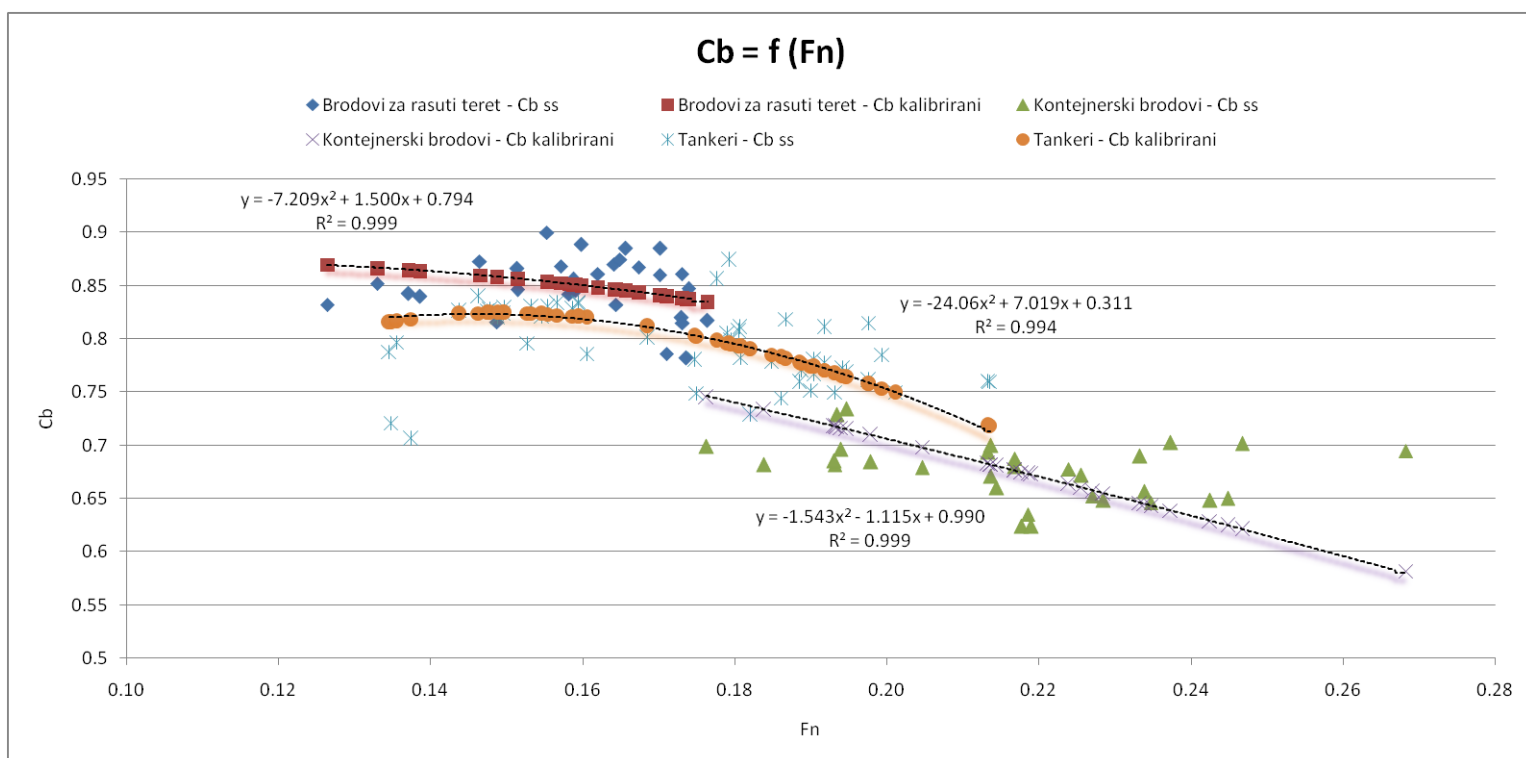
Tablica 17. Blok koeficijenti

R. br.	Cb S.S.	Cb kalibrirani	Cb S.S. - Cb kalibrirani
1.	0,8400	0,8241	0,02
2.	0,8008	0,8116	0,01
3.	0,7880	0,8154	0,03
4.	0,7960	0,8239	0,03
5.	0,7800	0,8029	0,02
6.	0,7488	0,8024	0,05
7.	0,7788	0,7851	0,01
8.	0,7850	0,7534	0,03
9.	0,7063	0,8187	0,11
10.	0,8313	0,8238	0,01
11.	0,8301	0,8230	0,01
12.	0,7208	0,8156	0,09
13.	0,7284	0,7903	0,06
14.	0,9400	0,7953	0,14
15.	0,7664	0,7737	0,01
16.	0,7608	0,7187	0,04
17.	0,7970	0,8165	0,02
18.	0,8060	0,7958	0,01
19.	0,8260	0,8233	0,00
20.	0,7500	0,7675	0,02
21.	0,7500	0,7492	0,00
22.	0,7517	0,7744	0,02
23.	0,8073	0,7931	0,01
24.	0,7445	0,7827	0,04
25.	0,7995	0,7949	0,00
26.	0,7697	0,7641	0,01
27.	0,7700	0,7772	0,01
28.	0,7825	0,7926	0,01
29.	0,8233	0,8244	0,00
30.	0,8150	0,7576	0,06
31.	0,8281	0,8211	0,01
32.	0,7860	0,8198	0,03
33.	0,8333	0,8224	0,01
34.	0,8211	0,8233	0,00
35.	0,8110	0,7930	0,02
36.	0,8267	0,8243	0,00
37.	0,8110	0,7707	0,04
38.	0,8272	0,8244	0,00
39.	0,8290	0,8244	0,00
40.	0,8560	0,7983	0,06
41.	0,7780	0,7707	0,01
42.	0,8184	0,7812	0,04
43.	0,7614	0,7574	0,00
44.	0,8200	0,8244	0,00
45.	0,8350	0,8207	0,01
46.	0,7600	0,7180	0,04
47.	0,7721	0,7653	0,01
48.	0,8326	0,8207	0,01
49.	0,7816	0,7736	0,01
50.	0,7595	0,7777	0,02

Iz Tablice 17 može se zaključiti kako se kalibrirane vrijednosti blok koeficijenta dobivene prema Jensenovoj metodi, neznatno razlikuju od vrijednosti blok koeficijenta danih u časopisu Significantships. Navedena empirijska metoda pokazala se preciznom (uz provedenu kalibraciju) u određivanju koeficijenta istisnine kod tankerskih brodova.

3.4. Zavisnost blok koeficijenta o Froudeovom broju

Dijagram 70 prikazuje zavisnost blok koeficijenta o Froudeovom broju za sva tri tipa trgovačkog broda. U dijagramu su prikazani blok koeficijenti za 110 brodova prikupljenih iz časopisa Significant Ships te pripadne krivulje kalibrirane po metodi koja je davala najbolje rezultate za pojedini tip broda. S obzirom na to da je za svaku od četiri empirijske metode, Froudeov broj nezavisna varijabla u formuli, za očekivati je vrlo usku vezu između blok koeficijenta i Froudeovog broja, odnosno očekivano je da koeficijent korelacije iznosi približno 1.



Dijagram 70. Zavisnost blok koeficijenta o Froudeovom broju

4. BAZA FORMI

Definiranje forme u ranoj fazi osnivanja broda podrazumijeva kreiranje i matematičko opisivanje rebara, vodnih linija i statvi broda. U tu svrhu je u sklopu rada korišten program GHS (eng. *General HydroStatics*)[24], softverski program čiju je licencu opskrbio Zavod za brodogradnju i pomorsku tehniku Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu. Programom GHS također je proveden i proračun hidrostatičke broda.

Forme je izradio njemački brodograđevni institut za istraživanje HSVA (njem. *Hamburgische Schiffbau – Versuchsanstalt*)[21]. U Tablici 18 dane su hidrostatske značajke za 8 bezdimenzionalnih formi raspona blok koeficijenta od 0,50 do 0,85.

$$L_{pp} = 1$$

$$B = 1$$

$$T = 1$$

$$L/B = 6,5$$

$$B/T = 2,75$$

Tablica 18. Hidrostatske značajke HSVA formi prije dimenzioniranja

Forma	CB	CM	CP	CVL	LCB	VCB
1	0,500	0,919	0,544	0,673	9,116	0,563
2	0,550	0,942	0,584	0,707	9,116	0,554
3	0,600	0,961	0,624	0,749	9,116	0,545
4	0,650	0,975	0,666	0,779	9,116	0,562
5	0,700	0,985	0,710	0,815	8,938	0,531
6	0,750	0,992	0,756	0,851	9,116	0,526
7	0,800	0,996	0,803	0,874	9,295	0,517
8	0,850	0,999	0,851	0,919	9,474	0,515

Nakon izvršene transformacije forme prema omjerima $L/B = 6,5$ i $B/T = 2,75$ u programu GHS dobiveni su rezultati prikazani Tablicom 19.

$$L_{pp} = 17,875$$

$$B = 2,75$$

$$T = 1$$

$$L/B = 6,5$$

$$B/T = 2,75$$

Tablica 19. Hidrostatske značajke formi definirane u programu GHS

Forma	CB	CM	CP	CVL	LCB	VCB
1	0,489	0,915	0,531	0,652	8,747	0,565
2	0,530	0,940	0,565	0,686	8,754	0,556
3	0,580	0,958	0,606	0,725	8,753	0,546
4	0,627	0,974	0,645	0,756	8,761	0,539
5	0,676	0,983	0,688	0,790	8,938	0,532
6	0,724	0,991	0,731	0,825	9,116	0,526
7	0,773	0,996	0,776	0,853	9,292	0,518
8	0,821	0,998	0,822	0,888	9,468	0,514

gdje je:

C_B – blok koeficijent,

C_M – koeficijent glavnog rebra,

C_P – prizmatički koeficijent,

C_{VL} – koeficijent vodne linije,

LCB – položaj težišta po duljini broda (*Longitudinal Center of Buoyancy*) te

VCB – položaj težišta po visini broda (*Vertical Center of Buoyancy*).

Blok koeficijent, prizmatički koeficijent i koeficijent glavnog rebra su u izravnom odnosu:

$$C_B = C_P * C_M$$

Prizmatičkim koeficijentom izražen je raspored istisnine po duljini broda. Smanjenjem prizmatičkog koeficijenta, istisnina se koncentrira oko sredine broda, a pramac i krma se zaoštravaju. Povećanjem prizmatičkog koeficijenta, volumen se ravnomjernije raspoređuje po duljini broda.

Vrijednost koeficijenta glavnog rebra kreće se u rasponu od 0,7 do 1,0. Prosječna vrijednost kod teretnih brodova je $C_M = 0,98$. Kod Froudeovih brojeva većih od 0,35 treba uzeti manje vrijednosti koeficijenta glavnog rebra ($C_M < 0,96$) koji pada s porastom Froudeovog broja i omogućava da se s malim vrijednostima blok koeficijenta postizu veće vrijednosti prizmatičkog koeficijenta, odnosno da se volumen ravnomjernije rasporedi po duljini broda čime se smanjuje otpor valova[16].

Koeficijent vodne linije je omjer površine vodne linije i površine pravokutnika čije su stranice duljina vodne linije i širina glavnog rebra. Što je koeficijent vodne linije manji, to je oblik vodne linije vitkiji, a što je on veći, to je oblik vodne linije puniji.

Uspoređujući vrijednosti hidrostatskih značajki formi prije i poslije izvršene transformacije u programu GHS, može se zaključiti kako se one neznatno razlikuju. Tablicom 20 prikazane su razlike u postocima između hidrostatskih značajki prije i poslije transformacije.

GHS radi na principu linearne interpolacije, stoga je za očekivati odstupanje u rezultatima. Odstupanje u rezultatima bilo bi manje za veći broj unesenih točaka po rebru.

Tablica 20. Razlike u % između hidrostatskih značajki prije i poslije transformacije

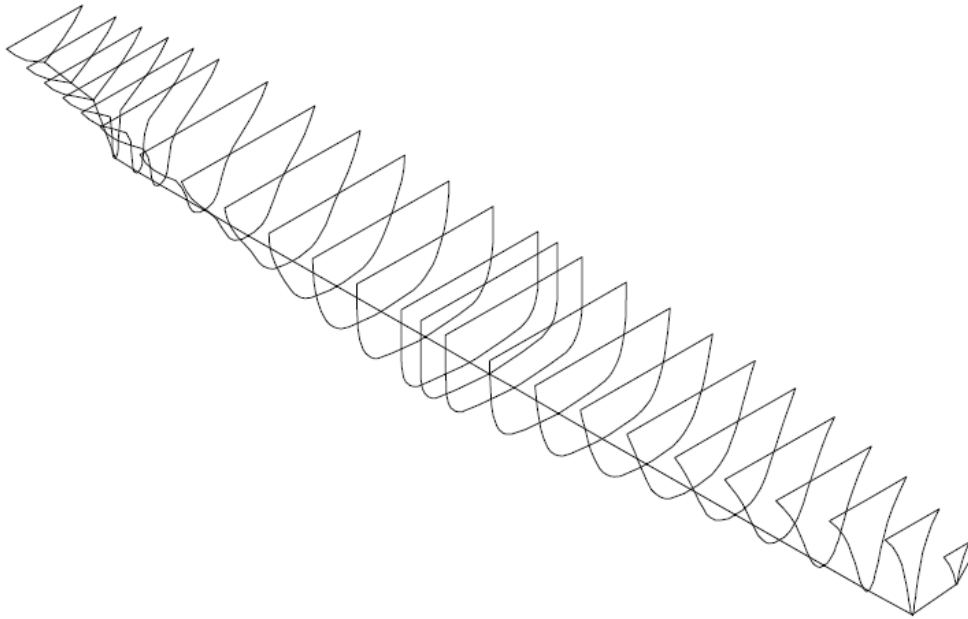
Forma	CB	CM	CP	CVL	LCB	VCB
1	2,88	0,42	2,48	3,22	0,13	0,35
2	3,97	0,26	3,29	3,06	0,05	0,36
3	3,81	0,32	3,02	3,31	0,07	0,18
4	3,67	0,13	3,33	3,04	0,03	4,27
5	3,55	0,24	3,25	3,16	0,01	0,19
6	3,59	0,12	3,41	3,15	0,00	0,00
7	3,49	0,04	3,47	3,63	0,03	0,19
8	3,53	0,07	3,54	3,49	0,06	0,19

Kada projektant ima na raspoloaganju forme broda poznatih značajki, na jednostavan način moguće je provesti transformaciju poznate forme broda s pripadajućim parametrima u novu formu odabranih parametara. S obzirom da su u sklopu ovoga rada upotrijebljene bezdimenzionalne forme, one se mogu koristiti za dobivanje forme trgovačkog broda bilo kojih dimenzija. Pri tome jedino valja imati na umu koja je vrijednost blok koeficijenta željene forme te u skladu s tim prilagoditi odgovarajuću bezdimenzionalnu formu.

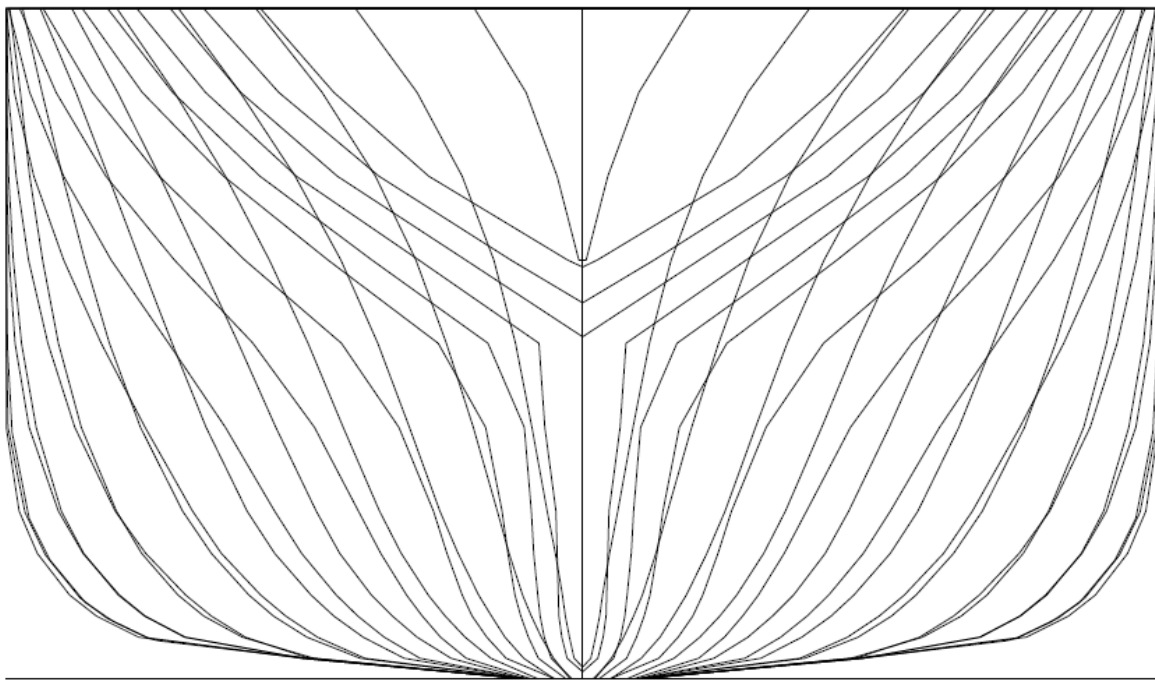
Dijagramni listovi svake forme, dobiveni programom GHS, dani su u Prilogu 2.

U nastavku poglavlja će za svaku formu biti dan izometrijski prikaz i nacrt rebara.

Na Slici 23 dan je izometrijski prikaz forme 1 dok je na Slici 24 dan njezin nacrt rebara.

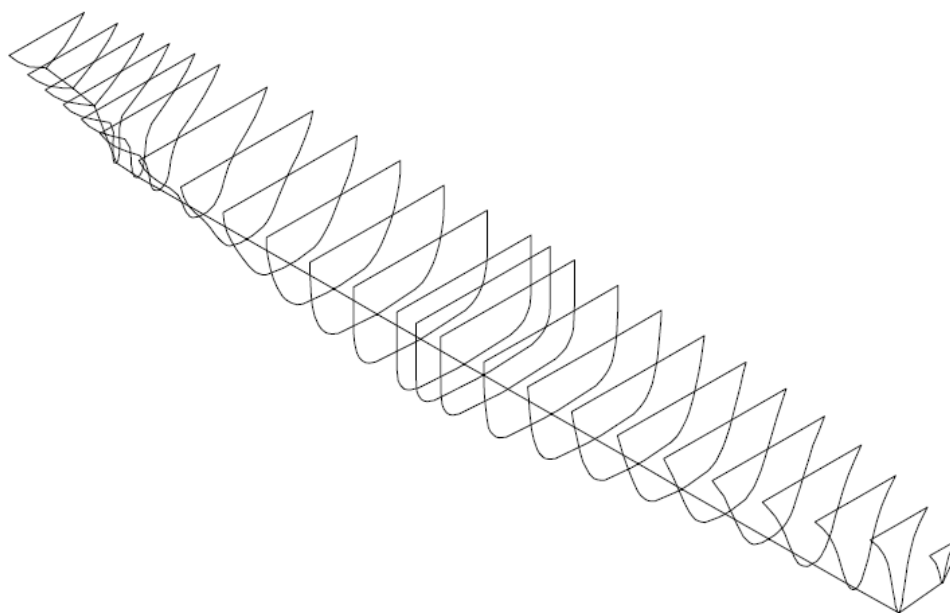


Slika 23. Izometrijski prikaz forme 1

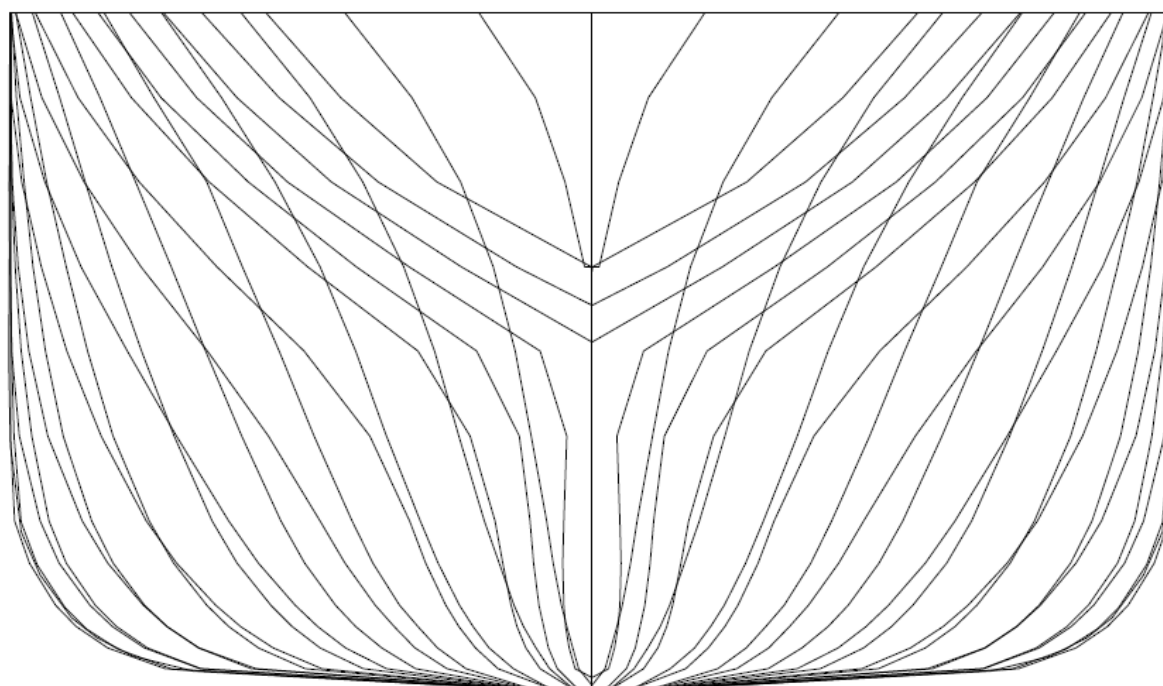


Slika 24. Nacrt rebara forme 1

Na Slici 25 dan je izometrijski prikaz forme 2 dok je na Slici 26 dan njezin nacrt rebara.

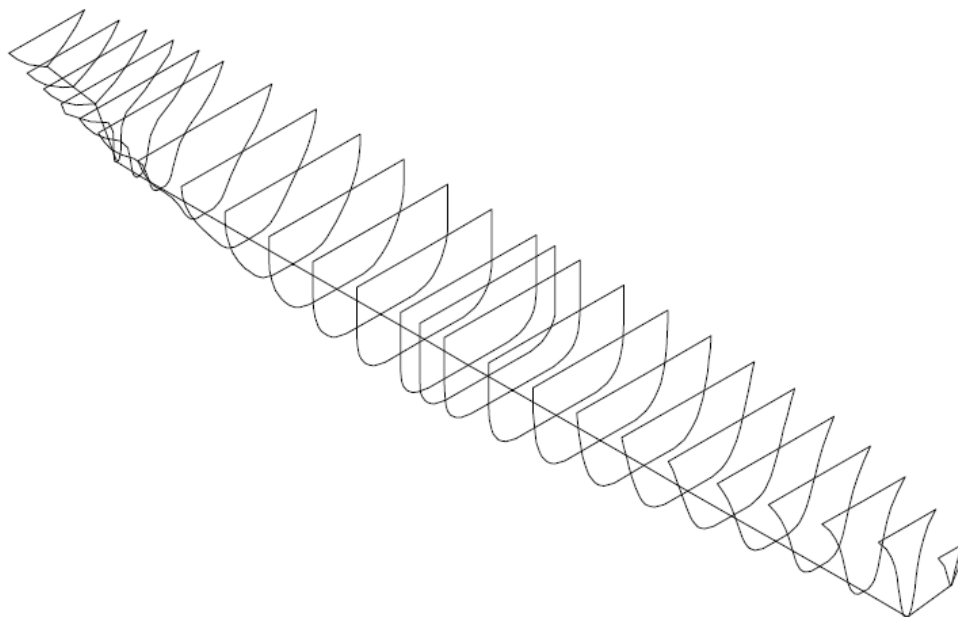


Slika 25. Izometrijski prikaz forme 2

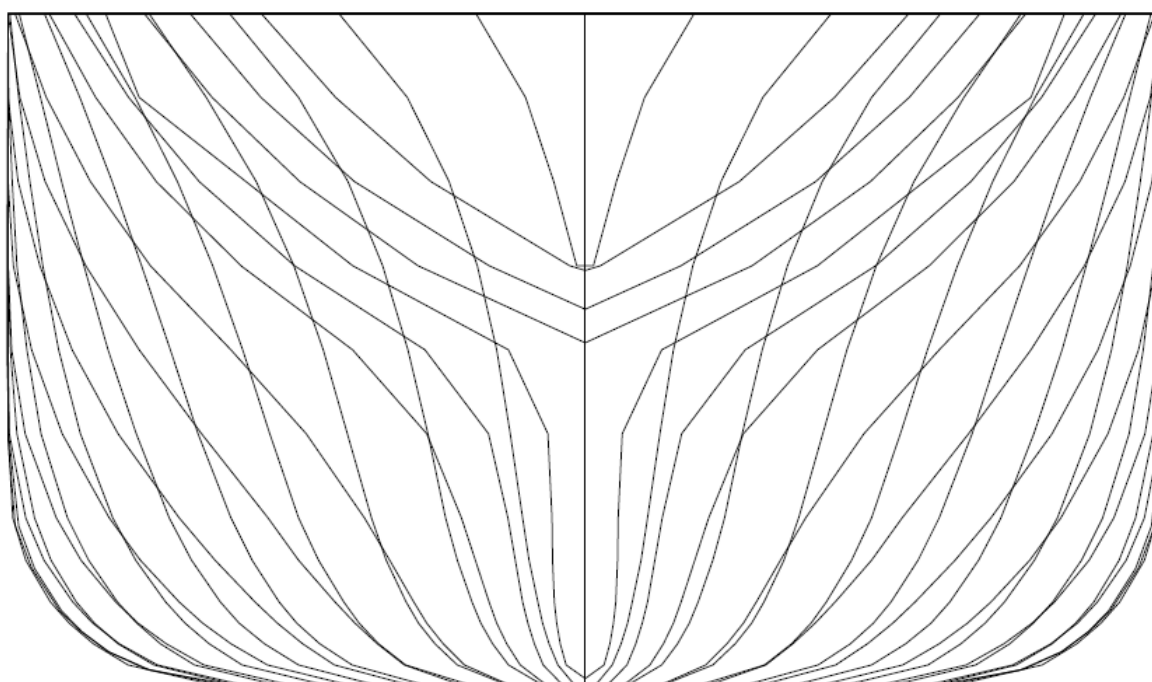


Slika 26. Nacrt rebara forme 2

Na Slici 27 dan je izometrijski prikaz forme 3 dok je na Slici 28 dan njezin nacrt rebara.

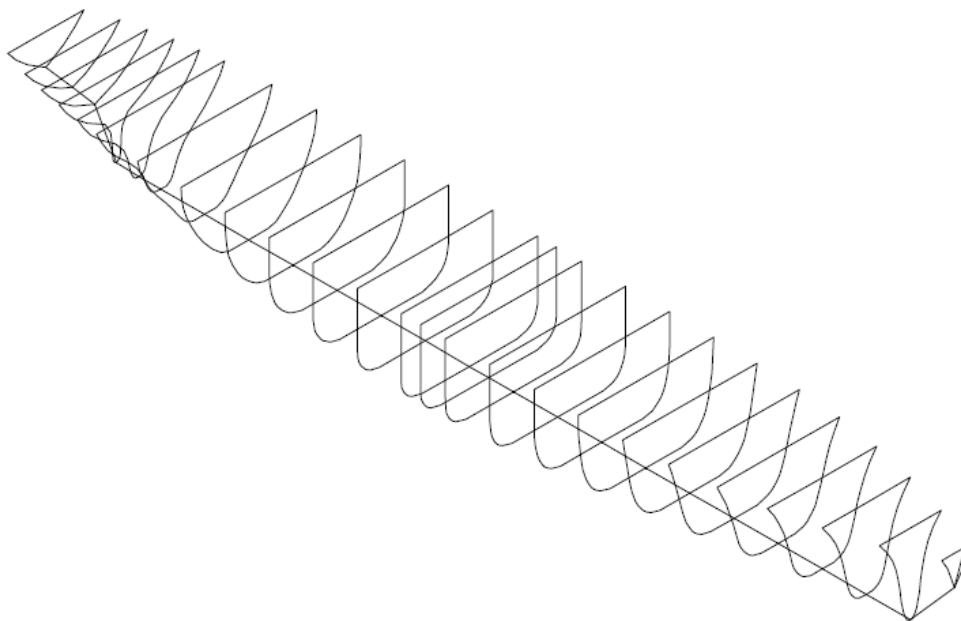


Slika 27. Izometrijski prikaz forme 3

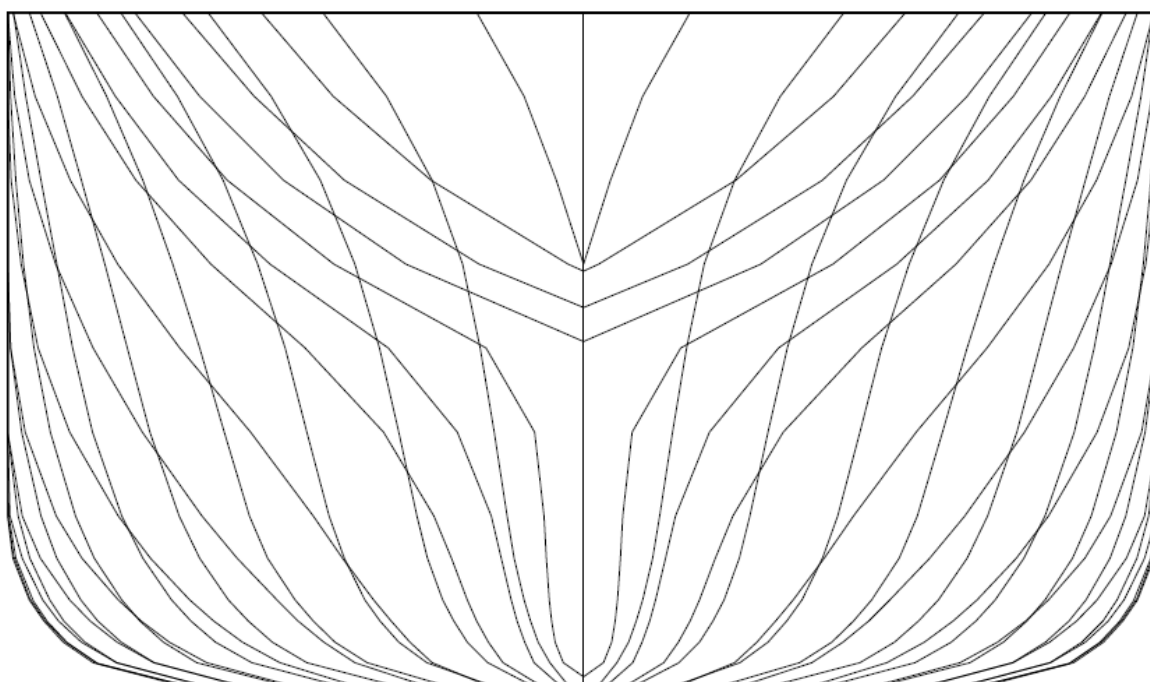


Slika 28. Nacrt rebara forme 3

Na Slici 29 dan je izometrijski prikaz forme 4 dok je na Slici 30 dan njezin nacrt rebara.

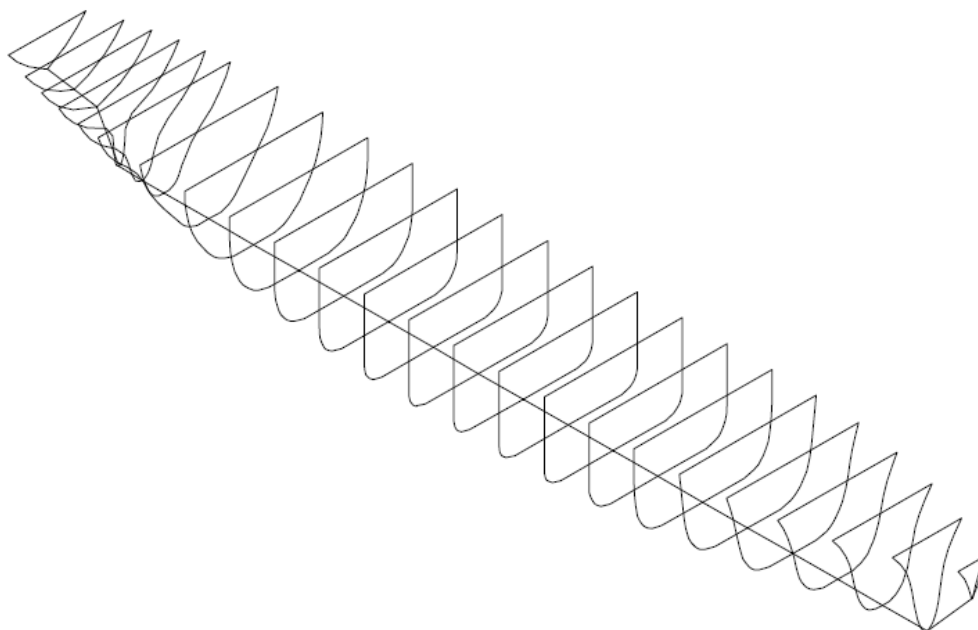


Slika 29. Izometrijski prikaz forme 4

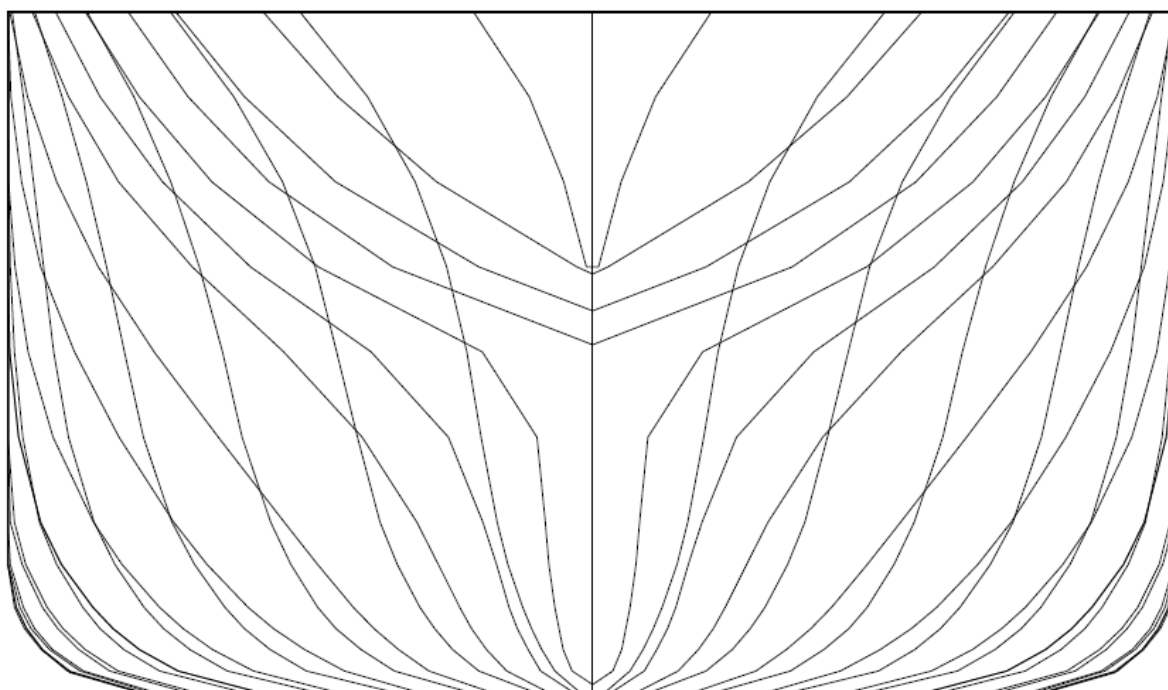


Slika 30. Nacrt rebara forme 4

Na Slici 31 dan je izometrijski prikaz forme 5 dok je na Slici 32 dan njezin nacrt rebara.

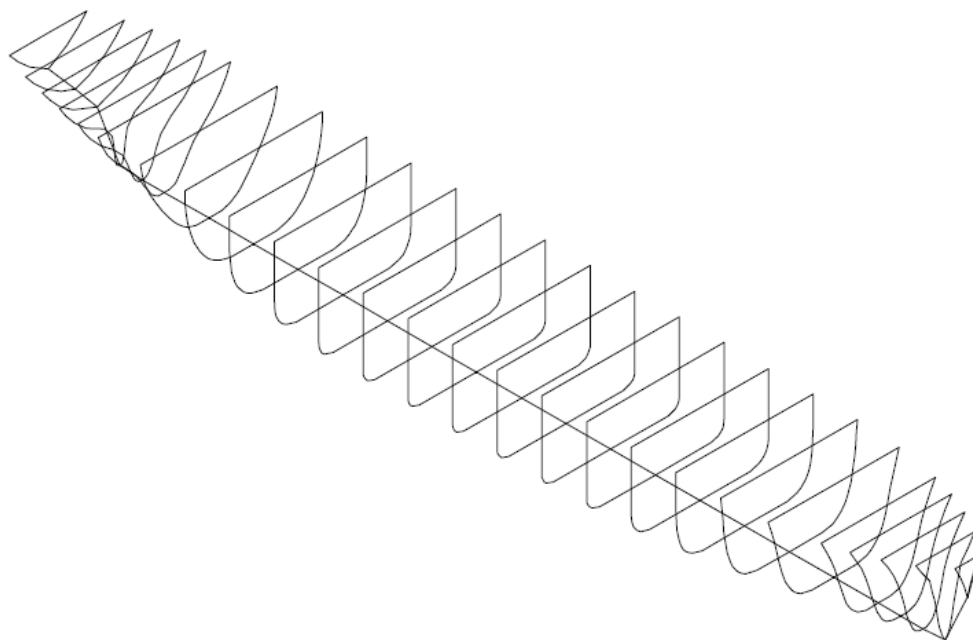


Slika 31. Izometrijski prikaz forme 5

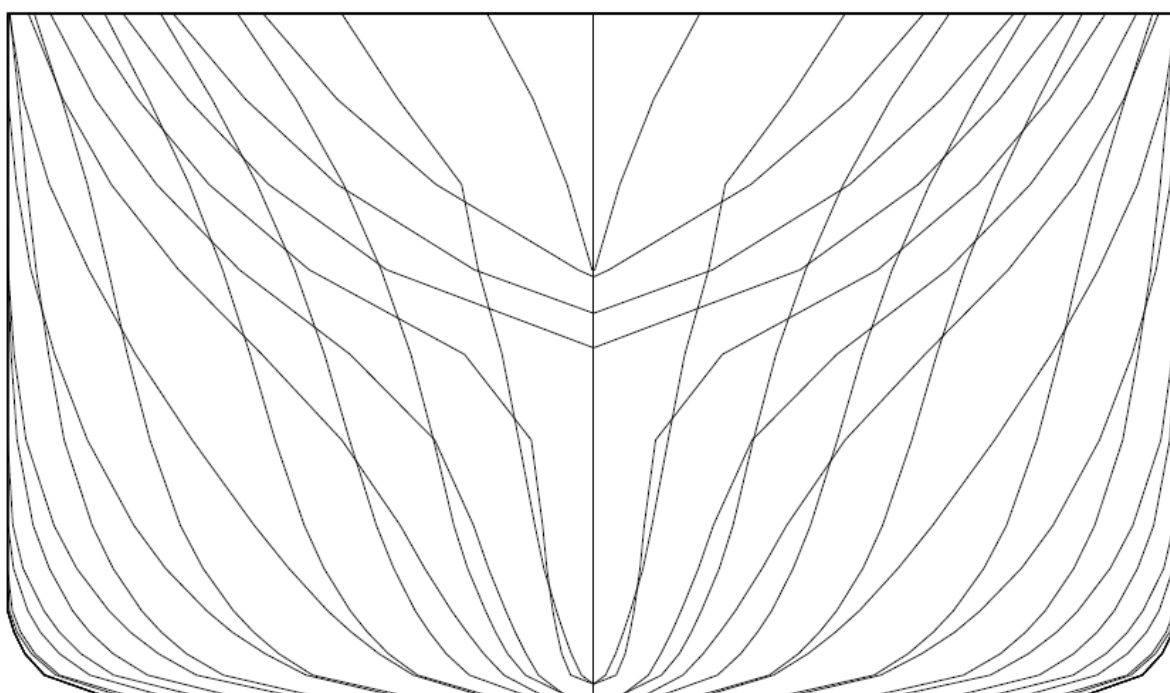


Slika 32. Nacrt rebara forme 5

Na Slici 33 dan je izometrijski prikaz forme 6 dok je na Slici 34 dan njezin nacrt rebara.

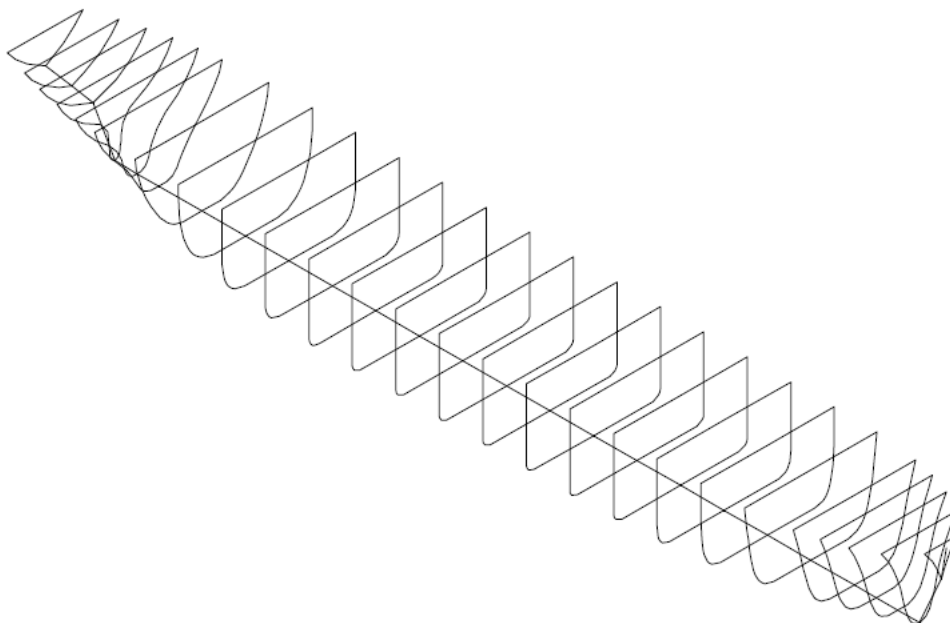


Slika 33. Izometrijski prikaz forme 6

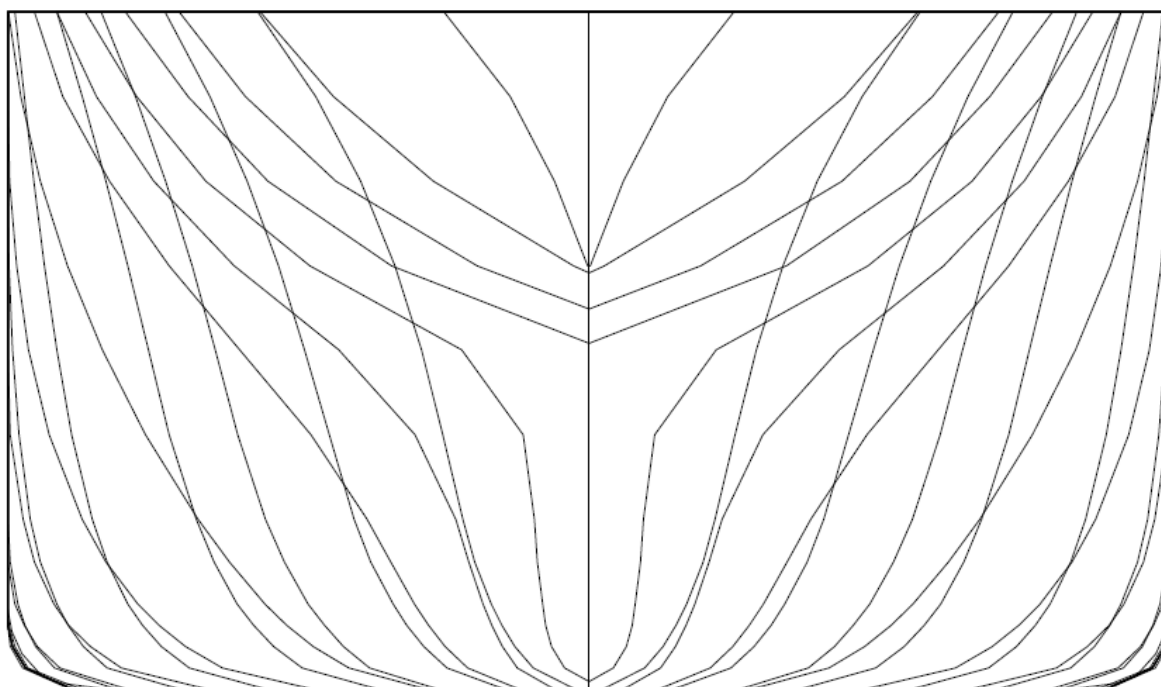


Slika 34. Nacrt rebara forme 6

Na Slici 35 dan je izometrijski prikaz forme 7 dok je na Slici 36 dan njezin nacrt rebara.

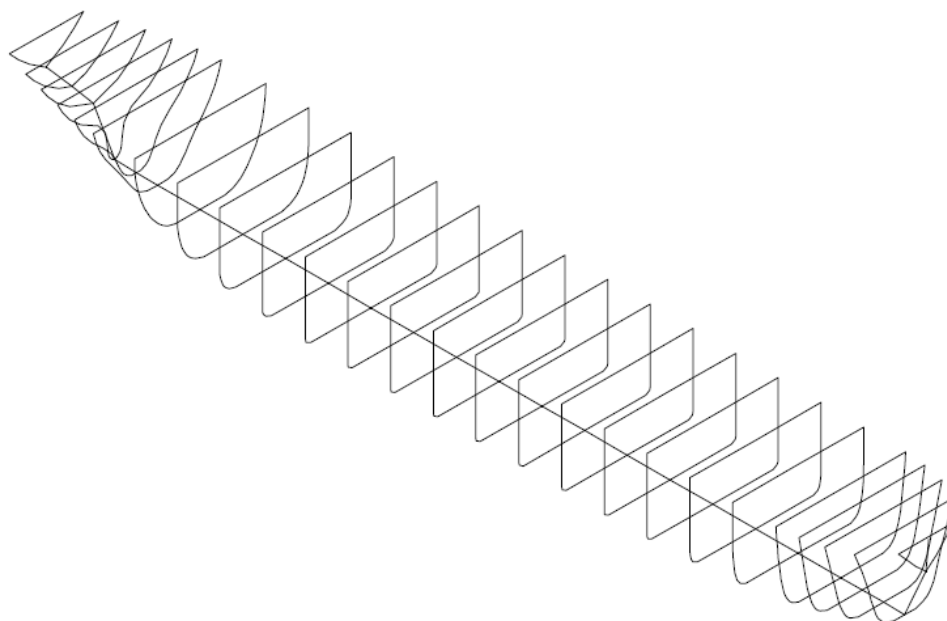


Slika 35. Izometrijski prikaz forme 7

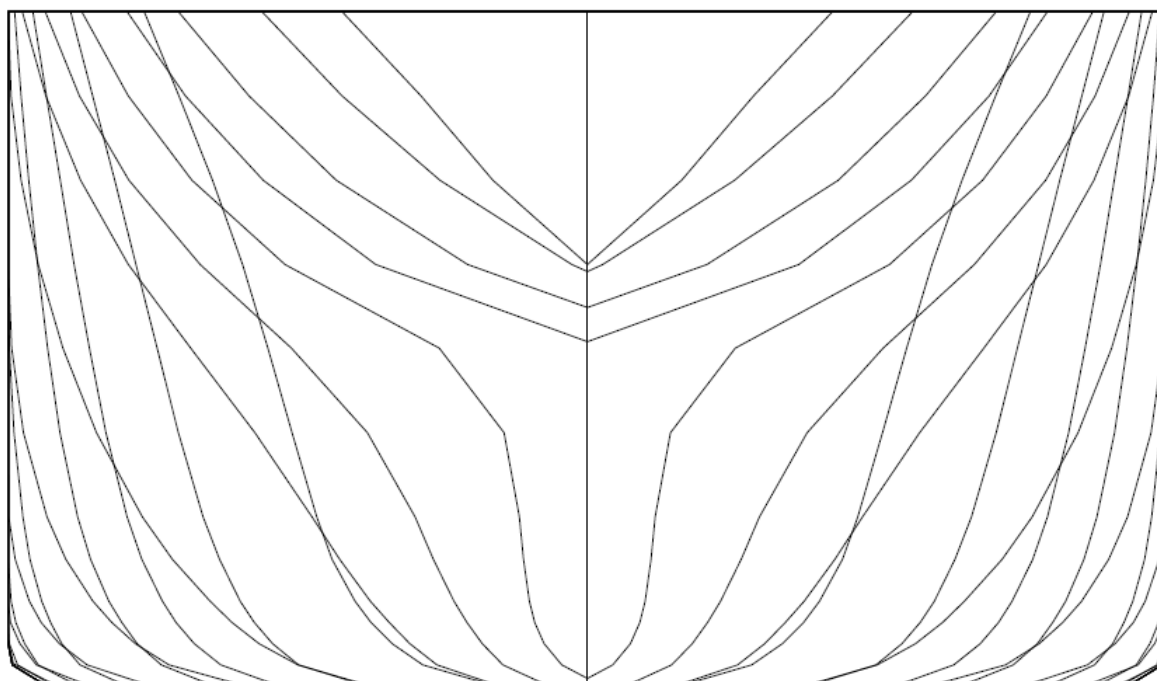


Slika 36. Nacrt rebara forme 7

Na Slici 37 dan je izometrijski prikaz forme 8 dok je na Slici 38 dan njezin nacrt rebara.



Slika 37. Izometrijski prikaz forme 8



Slika 38. Nacrt rebara forme 8

5. MASA PRAZNOG OPREMLJENOG BRODA

5.1. Podjela mase praznog opremljenog broda

Masa istisnine broda predstavlja zbroj mase praznog opremljenog broda i nosivosti (formula 77). Nosivost se dijeli s jedne strane na korisnu nosivost (plaćeni teret), a s druge strane na zalihe (voda, gorivo, mazivo), balastnu vodu, posadu i njihove potrebe. Glavna zadaća trgovačkog broda jest da donosi zaradu o čemu ovisi uvelike količina tereta koju brod može prevoziti. Ukoliko se ukupna istisnina broda ne može povećati, projektant mora smanjiti masu praznog opremljenog broda do minimuma. Masa praznog opremljenog broda može se optimizirati raznim metodama kao što su odabir najprikladnijih dimenzija novog broda, upotreba lakših materijala pri izgradnji, smanjenje količine opreme koliko je to moguće, najbolji omjer težine i snage pri odabiru strojeva za brod te raspored prostora na brodu na način da se maksimalno iskoristi prostor za krcanje tereta.

$$\Delta_T = \Delta_{LS} + DWT \quad (77)$$

gdje je:

Δ_T – masa istisnine broda (eng. *Total Weight*) [t],

Δ_{LS} – masa praznog opremljenog broda (eng. *Light Ship Weight*) [t],

DWT – nosivost broda (eng. *Deadweight*) [t].

Masa praznog opremljenog broda dijeli se na:

- masu čelika trupa,
- masu čelika nadgrađa,
- masu opremei
- masu strojnog dijela.

Zbroj masa koje čine masu praznog opremljenog broda zapisuje se na sljedeći način:

$$\Delta_{LS} = \Delta_{ST \text{ hull}} + \Delta_{ST \text{ superstructure}} + \Delta_{OUT} + \Delta_M \quad (78)$$

gdje je:

- $\Delta_{ST \text{ hull}}$ - masa čelika trupa (eng. *Steel Hull Weight*) [t],
 $\Delta_{ST \text{ superstructure}}$ - masa čelika nadgrađa (eng. *Steel Superstructure Weight*) [t],
 Δ_{OUT} - masa opreme (eng. *Outfitting Weight*) [t] i
 Δ_M - masa strojnog dijela (eng. *Machinery Weight*) [t].

Masa čelika uključuje sav čelik korišten u konstrukciji broda u obliku ploča, nosača, okvira, pregrada, poklopaca grotala itd.

Masa opreme uključuje masu svih predmeta ugrađenih na brod kao što su vrata, namještaj, rasvjeta i slično.

Masa strojnog dijela uključuje masu svih strojeva na brodu, uređaja, cjevovoda, razvodnih ploča i slično.

Kao što je već spomenuto u uvodnom dijelu rada, procjena mase praznog opremljenog broda važan je faktor u ranoj fazi projektiranja broda s obzirom na njezin utjecaj na troškove gradnje broda. Kako je vrijeme koje projektant ima na raspolaganju u idejnoj, odnosno preliminarnoj fazi projektiranja broda, često ograničeno, nužno je da metode kojima se određuje masa praznog opremljenog broda budu pouzdane, brze i efektivne. Stoga će se u nastavku rada popisati i analizirati sve metode za procjenu mase praznog opremljenog broda, a koje se temelje na empirijskim podacima izgrađenih brodova.

5.2. Empirijske metode za procjenu mase praznog opremljenog broda

5.2.1. Empirijske metode za procjenu mase čelika trupa

1) J. M. MURRAY (1965) [22]

Metoda koja se koristi za proračun mase čelika trupa broda za prijevoz rasutog tereta duljine između okomica između 72 i 225 metara.

$$\Delta_{ST \text{ hull}} = \frac{26,6 * 10^{-3} * L^{1,65} * \left(B + D + \frac{T}{2}\right) * (0,5C_b + 0,4)}{0,8} \quad (79)$$

2) S. SATO (1967) [22]

Metoda koja se koristi za proračun mase čelika trupa velikih brodova (pretežito tankera).

$$10^5 * \Delta_{ST \text{ hull}} = \left(\frac{C_b}{0,8}\right)^{\frac{1}{3}} * \left\{5,11 * L^{3,3} * \frac{B}{D} + [(2,56 * L^2) * (B + D)^2]\right\} \quad (80)$$

3) I. BUXTON (1964) [22]

Metoda koja daje opću formulu primjenjivu za sva tri tipa trgovačkog broda.

$$\Delta_{ST \text{ hull}} = a * \{(L^{1,8} * B^{0,6} * D^{0,4}) * [(0,5 * C_b) + 0,4]\} \quad (81)$$

$a = 0,001119$ za brodove za prijevoz rasutog tereta

4) H. SCHNEEKLUTH [22]

Metoda koja se primjenjuje za kontejnerske brodove kod proračuna mase čelika trupa.

$$\begin{aligned} \Delta_{ST \text{ hull}} = & \nabla * 0,093 * [1 + 0,002 * (L - 120)^2] * 10^{-3} & (82) \\ & * \left[1 + 0,057 * \left(\frac{L}{D} - 12 \right) \right] * \left[\frac{30}{(D + 14)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ & * \left[1 + 0,01 * \left(\frac{B}{D} - 2,1 \right)^2 \right] * \left[1 + 0,02 * \left(\frac{T}{D} - 0,85 \right) \right] \\ & * [0,92 + (1 - C_b)^2] \end{aligned}$$

5) WATSON & GILFILLAN [23]

Metoda koja daje opću formulu primjenjivu za sva tri tipa broda.

$$\Delta_{ST} = \Delta_{ST1} * [1 + 0,5 * (C_{b1} - C_b)] \quad (83)$$

$$C_{b1} = C_b + (1 - C_b) * \left(\frac{0,8 * D - T}{3 * T} \right) \quad (84)$$

$$\Delta_{ST1} = K * E^{1,36} \quad (85)$$

$$E = L * (B + T) + 0,85 * (D - T) * L \quad (86)$$

U Tablici 21 dane su vrijednosti koeficijenta K s obzirom na tip trgovačkog broda.

Tablica 21. Vrijednost koeficijenta K s obzirom na tip trgovačkog broda

Tip broda	Vrijednost K	Za E
Tanker	0,029 – 0,035	1500 < E < 40000
Tanker za prijevoz kemikalija	0,036 – 0,037	1900 < E < 2500
Brod za rasuti teret	0,029 – 0,032	3000 < E < 15000
Kontejnerski brod	0,033 – 0,040	6000 < E < 13000

6) K. R. CHAPMAN [22]

Metoda koja se primjenjuje za kontejnerske brodove kod proračuna mase čelika trupa.

$$\Delta_{ST \text{ hull}} = 0,007 * L_{pp}^{1,759} * B^{0,712} * D^{0,374} \quad (87)$$

7) MILLER (1968) [22]

Metoda koja se primjenjuje za kontejnerske brodove kod proračuna mase čelika trupa.

$$\Delta_{ST \text{ hull}} = 340 * \left(\frac{L * B * D}{100000} \right)^{0,9} * \left(0,675 + \frac{C_b}{2} \right) * \left[0,00585 * \left(\frac{L}{D} - 8,3 \right)^{1,8} + 0,939 \right] \quad (88)$$

8) HARVALD& JENSEN (1992) [22]

Metoda koja se koristi za proračun mase čelika trupa primjenjiva za sva tri tipa trgovačkog broda.

$$\Delta_{ST \text{ hull}} = (L * B * D) * C_S \quad (89)$$

$$C_S = C_{S0} + 0,64e^{-(0,5*u+0,1*u^{2,45})} \quad (90)$$

$$u = \log_{10} \left(\frac{\Delta}{100t} \right) \quad (91)$$

$C_{so} = 0,0700 \rightarrow$ brodovi za rasuti teret, kontejnerski brodovi

$C_{so} = 0,0753 \rightarrow$ tankeri

$C_{so} = 0,0645 \rightarrow$ VLCC tankeri

9) DNV (1972) [22]

Metoda koja se koristi za proračun mase čelika trupa kod brodova za prijevoz rasutog tereta.

$$\begin{aligned} \Delta_{ST hull} = & 4,274 * Z^{0,62} * L * \left(1,215 - 0,035 * \frac{L}{B} \right) * \left(0,73 + 0,025 * \frac{L}{B} \right) \quad (92) \\ & * \left(1 + \frac{L - 200}{1800} \right) * \left(2,42 - 0,07 * \frac{L}{D} \right) * \left(1,146 - 0,0163 * \frac{L}{D} \right) \end{aligned}$$

Ograničenja:

$$10 \leq \frac{L}{D} \leq 14$$

$$5 \leq \frac{L}{B} \leq 7$$

$$L \leq 380 \text{ m}$$

10) DNV (1972) [22]

Metoda koja se primjenjuje za proračun mase čelika trupa kod tankera.

$$\Delta_{ST hull} = \Delta * \left[\alpha_L + \alpha_T * \left(1,009 - 0,004 * \frac{L}{B} \right) * 0,06 * \left(28,7 - \right. \right. \quad (93)$$

$$\alpha_L = \frac{\left(0,054 + 0,004 * \frac{L}{B} \right) * 0,97}{0,189 * \left(\frac{100 * L}{D} \right)^{0,78}} \quad (94)$$

$$\alpha_T = 0,029 + 0,00235 * \left(\frac{\Delta}{100000} \right) \text{ za } \Delta < 600000 \text{ t} \quad (95)$$

$$\alpha_T = 0,0252 * \left(\frac{\Delta}{100000} \right) \text{ za } \Delta > 600000 \text{ t} \quad (96)$$

Ograničenja:

$$10 \leq \frac{L}{D} \leq 14$$

$$5 \leq \frac{L}{B} \leq 7$$

$$150 \leq L \leq 480 \text{ m}$$

5.2.2. Empirijske metode za procjenu mase čelika nadgrađa

1) WATSON & GILFILLAN [23]

Metoda koja se primjenjuje za proračun mase čelika nadgrađa za sva tri tipa trgovačkog broda.

$$\Delta_{ST \text{ superstructure}} = \Delta_{ST1} * [1 + 0,5 * (C_{b1} - C_b)] \quad (97)$$

$$C_{b1} = C_b + (1 - C_b) * \left(\frac{0,8 * D - T}{3 * T} \right) \quad (98)$$

$$\Delta_{ST1} = K * E^{1,36} \quad (99)$$

$$E = 0,85 * \sum l * h \quad (100)$$

gdje su:

l - duljina nadgrađa [m] i

h - visina nadgrađa [m].

Vrijednost koeficijenta K za različite tipove trgovačkog broda dana je u Tablici 21 Poglavlja 5.1.1.

5.2.3. Empirijske metode za procjenu mase opreme

1) H. SCHNEEKLUTH [22]

Metoda koja se primjenjuje za proračun mase opreme za sva tri tipa trgovačkog broda.

$$\Delta_{\text{OUT}} = K * L * B \quad (101)$$

$K = 0,34 - 0,38 \text{ t/m}^2$ → za kontejnerske brodove

$K = 0,22 - 0,25 \text{ t/m}^2$ → za brodove za prijevoz rasutog tereta duljine $L \sim 140 \text{ m}$

$K = 0,17 - 0,18 \text{ t/m}^2$ → za brodove za prijevoz rasutog tereta duljine $L \sim 250 \text{ m}$

$K = 0,25 \text{ t/m}^2$ → za tankere duljine $L \sim 150 \text{ m}$

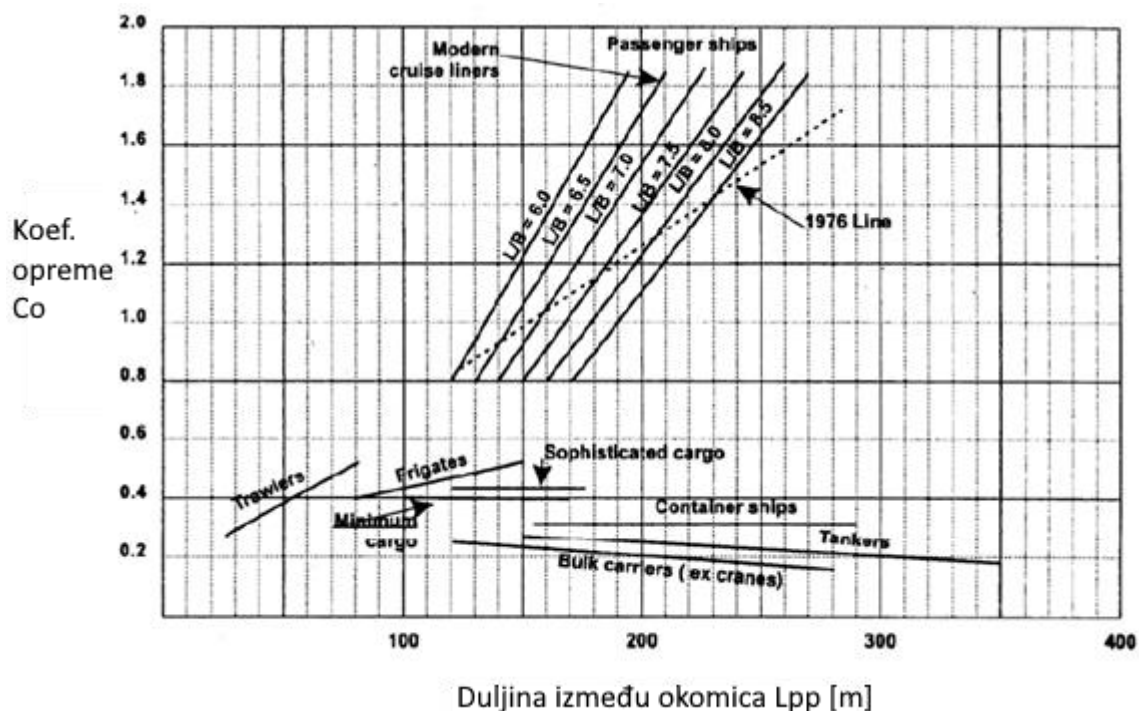
$K = 0,17 \text{ t/m}^2$ → za tankere duljine $L \sim 300 \text{ m}$

2) WATSON & GILFILLAN [23]

Metoda primjenjiva za sva tri tipa broda kod proračuna mase opreme.

$$\Delta_{\text{OUT}} = C_o * L * B \quad (102)$$

Slika 39 prikazuje zavisnost koeficijenta opreme o duljini broda između okomica. Nakon što se sa Slike 39 očita vrijednost navedenog koeficijenta, moguće je odrediti masu opreme prema formuli 102.



Slika 39. Zavisnost koeficijenta opreme o duljini broda između okomica

Tablica 22 prikazuje rezultate očitavanja s dijagrama. S obzirom da dijagram prikazan Slikom 39 ne pokriva sve duljine trgovačkih brodova iz baze, kako bi se odredio koeficijent opreme, provedena je ekstrapolacija.

Tablica 22. Rezultati očitavanja Slike 39

Tip broda	Raspon duljine [m]	Vrijednost koeficijenta opreme
Brodovi za rasuti teret	120 - 150	0,250 – 0,230
Brodovi za rasuti teret	150 - 200	0,230 – 0,200
Brodovi za rasuti teret	200 - 250	0,200 – 0,170
Brodovi za rasuti teret	250 - 280	0,170 – 0,160
Brodovi za rasuti teret	280 - 370	0,160 – 0,130
Kontejnerski brodovi	155 - 290	0,320 – 0,330
Kontejnerski brodovi	290 - 425	0,330 – 0,340
Tankeri	100 - 150	0,298 – 0,280
Tankeri	150 - 250	0,280 – 0,245
Tankeri	250 - 350	0,245 – 0,190

5.2.4. Empirijske metode za procjenu mase strojnog dijela

1) SILVER & DAWSON [23]

Metoda koja uzima u obzir masu glavnog pogonskog stroja i masu svih pomoćnih strojeva. Koristi se za sva tri tipa trgovačkog broda.

$$\Delta_M = \frac{P_b}{30} + 1000 \quad (103)$$

2) C. B. BARRASS (1997) [23]

Metoda koja uzima u obzir masu glavnog pogonskog stroja i masu svih pomoćnih strojeva. Koristi se za sva tri tipa trgovačkog broda.

$$\Delta_M = 0,075P_b + 300 \quad (104)$$

3) MURIROSMITH [23]

Metoda koja uzima u obzir masu glavnog pogonskog stroja i masu svih pomoćnih strojeva. Koristi se za sva tri tipa trgovačkog broda.

$$\Delta_M = \frac{P_b}{10} + 200 \quad (105)$$

4) WATSON & GILFILLAN [23]

Metoda koja u formuli sadrži dio za masu glavnog pogonskog stroja i dio za masu pomoćnih strojeva koji ovisi o tipu trgovačkog broda.

$$\Delta_M = \sum_i 12 \left[\frac{MCR_i}{RPM_i} \right]^{0,84} + \Delta_{AUX} \quad (106)$$

gdje je:

Δ_{AUX} - masa pomoćnih strojeva.

$\Delta_{AUX} = 0,69 * MCR^{0,7} \rightarrow$ za brodove za prijevoz rasutog tereta i kontejnerske brodove

$\Delta_{AUX} = 0,72 * MCR^{0,7} \rightarrow$ za tankere

U idućem poglavlju rada ispitat će se koja kombinacija empirijskih metoda daje masu praznog opremljenog broda, najbližu onoj koja je dana u časopisu Significant Ships za sva tri tipa trgovačkog broda.

6. PRORAČUN MASE PRAZNOG OPREMLJENOG BRODA

6.1. Brodovi za prijevoz rasutog tereta

Cilj proračuna u ovome poglavlju bio je ispitati koja kombinacija empirijskih metoda daje vrijednost mase praznog opremljenog broda, najbližu onoj koja je dana u bazi podataka Poglavlja 2.1.1. za brodove za prijevoz rasutog tereta. U Tablici 23 dani su rezultati proračuna masa čelika trupa, opreme, strojnog dijela te mase čelika nadgrađa. Provedene su 24 moguće kombinacije empirijskih metoda nakon čega je metodom najmanjih kvadrata utvrđeno koja kombinacija daje najbolje rezultate. Kao što je vidljivo iz Tablice 23, rezultati prema Buxtonovoj i Satovoj metodi znatno odstupaju od realnih vrijednosti te iz tog razloga, nisu uzete u obzir pri računanju mase praznog opremljenog broda.

Tablica 23. Mase čelika trupa, opreme, strojnog dijela te čelika nadgrađa za brodove za prijevoz rasutog tereta

Δ SThull					Δ OUT		Δ M				Δ STsuperstructure
Murray	Buxton	Harvald& Jensen	Sato	Watson &Gilfillan	Schneekluth	Watson&Gilfillan	Silver & Dawson	Barrass	Murirosmith	Watson &Gilfillan	Watson &Gilfillan
16574,1	577,8	16486,3	13765,6	15210,7	1819,5	1923,4	1282,2	935,0	1046,6	1083,9	230,9
36187,8	1300,0	37382,7	39113,3	32736,7	3200,9	2652,2	1561,0	1562,3	1883,0	2225,5	306,5
27344,3	971,4	26442,0	27474,0	24375,3	2583,0	2140,2	1422,2	1249,9	1466,5	1621,4	281,9
11422,2	394,0	11746,0	7708,0	10467,3	1337,1	1413,5	1235,2	829,1	905,5	1002,0	197,2
9697,3	324,1	8867,3	5946,4	8303,1	1489,7	1362,9	1206,8	765,4	820,5	840,2	187,7
46818,4	1705,7	49760,5	58589,1	43509,1	4038,1	3345,9	1685,7	1842,8	2257,0	2715,0	339,0
7051,9	233,3	6405,5	4600,7	6445,5	1331,0	1217,8	1172,8	688,9	718,5	690,4	169,0
7012,0	231,5	5919,7	4396,1	6021,6	1246,8	1140,7	1171,4	685,7	714,3	686,0	168,9
11769,5	398,3	10243,6	7736,8	9747,2	1225,1	1295,1	1289,6	951,5	1068,7	1058,2	207,2
12424,1	421,5	10665,6	8315,4	10194,1	1258,9	1330,9	1296,1	966,2	1088,3	1065,8	213,0
7079,1	234,2	5991,5	4383,9	6043,0	1245,4	1139,4	1171,4	685,7	714,3	686,0	168,7
8917,6	297,2	8405,8	5358,8	7814,6	1437,3	1314,9	1329,2	1040,8	1187,7	1016,6	180,5
12473,2	422,7	10617,7	8271,9	10129,3	1253,3	1324,9	1317,3	1014,0	1152,0	1125,1	212,0
9597,9	320,7	8659,1	5944,1	8190,2	1485,9	1359,4	1235,2	829,1	905,5	913,8	187,2
34001,0	1225,7	32796,9	40146,8	30921,3	3202,0	2653,1	1651,7	1766,3	2155,0	2204,5	306,6
12535,4	425,3	10665,6	8363,6	10190,8	1258,9	1330,9	1305,2	986,6	1115,5	1096,8	213,0
9421,6	316,4	8860,5	5584,0	8095,1	1454,1	1330,3	1282,2	935,0	1046,6	902,4	183,2
9028,4	307,5	5887,7	6393,2	6579,4	911,2	963,2	1204,0	759,0	812,0	725,2	209,5
6842,1	226,9	5900,4	4353,2	5999,0	1246,1	1140,0	1212,5	778,1	837,5	732,4	168,8
6206,5	203,9	5218,2	3813,5	5379,0	1144,6	1047,2	1170,0	682,5	710,0	675,3	163,8
24252,4	855,3	22649,2	22004,7	20817,1	2228,6	1846,6	1528,7	1489,6	1786,1	1723,6	270,3
5854,1	192,1	5137,1	3510,2	5214,8	1113,3	1018,6	1178,5	701,6	735,5	577,6	160,4
12419,1	420,9	10689,2	8286,9	10198,4	1257,9	1329,8	1313,4	1005,1	1140,1	1114,1	212,8
7796,7	259,4	6503,6	5280,5	6631,7	1373,2	1256,3	1221,0	797,3	863,0	771,5	174,4
16611,2	575,1	15961,1	13727,2	14905,0	1806,0	1909,2	1448,2	1308,5	1544,7	1700,0	229,2
12254,5	414,7	10812,1	8065,2	10249,8	1251,0	1322,5	1346,8	1080,3	1240,4	1193,8	212,0
24364,9	859,4	22691,3	22051,9	20833,6	2228,6	1846,6	1534,9	1503,6	1804,8	1739,6	270,3
23178,7	816,2	21856,4	21108,9	20211,1	2197,1	1883,3	1528,7	1489,6	1786,1	1723,6	266,5
11610,2	392,4	10107,1	7654,0	9647,9	1219,8	1289,5	1313,4	1005,1	1140,1	978,5	206,5
6038,7	198,7	5084,5	3675,2	5227,3	1118,6	1023,4	1183,6	713,1	750,8	629,5	162,4

Tablice u kojima su izračunate mase praznog opremljenog broda kombinirajući različite empirijske metode, dane su u Prilogu 3. Rezultati metode najmanjih kvadrata prikazani su Tablicom 24.

Tablica 24. Rezultati metode najmanjih kvadrata

k											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,9589	0,9499	0,9621	0,9531	0,9694	0,9602	0,9612	0,9521	0,9798	0,9699	0,9849	0,9751
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,9913	0,9812	0,9827	0,9728	1,0596	1,0483	1,0642	1,0530	1,0727	1,0612	1,0626	1,0513

Iz Tablice 23 može se zaključiti kako najbolje rezultate prema metodi najmanjih kvadrata daje 13. kombinacija (formula 107) koja odgovara sljedećem:

- masa čelika trupa računata prema metodi Harvald&Jensen,
- masa opreme računata prema metodi Watson&Gilfillan,
- masa strojnog dijela računata prema metodi Barrass te
- masa čelika nadgrađa prema metodi Watson&Gilfillan.

$$\Delta_{LS} = \Delta_{ST \text{ hull Harvald\&Jensen}} + \Delta_{OUT \text{ Watson\&Gilfillan}} + \Delta_{M \text{ Barrass}} + \Delta_{ST \text{ superstructure Watson\&Gilfillan}} \quad (107)$$

Kako bi se odredila kalibrirana vrijednost mase praznog opremljenog broda, potrebno je pomnožiti koeficijent dobiven prema metodi najmanjih kvadrata s masom praznog opremljenog broda dobivenom prema 13. kombinaciji empirijskih metoda (formula 108).

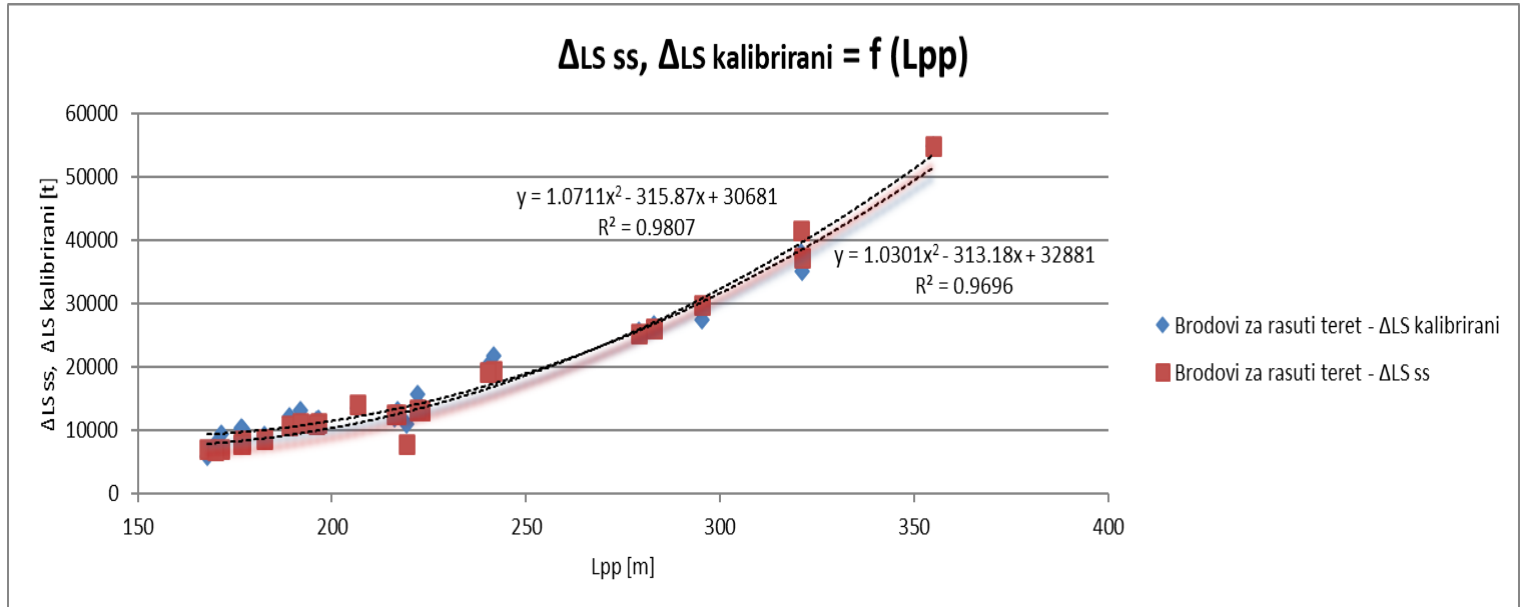
$$\Delta_{LS \text{ kalibrirani}} = k * \Delta_{LS 13} \quad (108)$$

U Tablici 25 dane su vrijednosti mase praznog opremljenog broda iz baze podataka, kalibrirane vrijednosti mase praznog opremljenog broda te omjer navedenih vrijednosti kako bi se utvrdilo koliko je odstupanje. Iz Tablice 25 može se zaključiti kako su odstupanja uglavnom neznatna, izuzev jednog broda gdje ono iznosi 30 %.

Tablica 25. Usporedba kalibrirane mase praznog opremljenog broda s masom praznog opremljenog broda danoj u bazi podataka

R. br.	ΔLS kalibrirani	ΔLS SS	$ \Delta LS \text{ kalibrirani} - \Delta LS \text{ SS} $	$(\Delta LS \text{ kalibrirani} - \Delta LS \text{ SS}) / \Delta LS \text{ SS}$
1.	19405,5	21804,6	2399,1	0,11
2.	41539,5	37965,1	3574,4	0,09
3.	29852,4	27500,0	2352,4	0,09
4.	14062,6	13500,3	562,3	0,04
5.	11086,1	11689,2	603,1	0,05
6.	54807,8	54868,0	60,2	0,00
7.	8407,5	10100,0	1692,5	0,17
8.	7846,2	10241,0	2394,8	0,23
9.	12587,1	13038,0	450,9	0,03
10.	13061,2	13432,0	370,8	0,03
11.	7915,9	10091,0	2175,1	0,22
12.	10847,0	12070,0	1223,0	0,10
13.	13054,2	13300,0	245,8	0,02
14.	10939,0	11621,0	682,0	0,06
15.	37196,8	35100,0	2096,8	0,06
16.	13081,4	13282,0	200,6	0,02
17.	11210,7	13065,0	1854,3	0,14
18.	7751,5	11000,0	3248,5	0,30
19.	7918,0	10396,0	2478,0	0,24
20.	7049,9	9459,0	2409,1	0,25
21.	26027,5	25900,0	127,5	0,00
22.	6956,7	5966,0	990,7	0,17
23.	13121,8	13727,0	605,2	0,04
24.	8655,7	9190,0	534,3	0,06
25.	19239,4	20209,0	969,6	0,05
26.	13310,2	15690,0	2379,8	0,15
27.	26083,1	26647,0	563,9	0,02
28.	25274,2	25743,0	468,8	0,02
29.	12498,6	11859,0	639,6	0,05
30.	6922,7	7923,0	1000,3	0,13

Za projektanta je u preliminarnoj fazi osnivanja broda korisno znati kolika je zavisnost mase praznog opremljenog broda o duljini broda. Dijagramom 71 prikazana je navedena zavisnost i to za masu danu u časopisu Significant Ships te za kalibriranu masu praznog opremljenog broda.



Dijagram 71. Zavisnost mase praznog opremljenog broda o duljini broda između okomica

6.2. Kontejnerski brodovi

Kao i kod brodova za prijevoz rasutog tereta, cilj proračuna u ovome poglavlju bio je ispitati koja kombinacija empirijskih metoda daje vrijednost mase praznog opremljenog broda, najbližu onoj koja je dana u bazi podataka Poglavlja 2.2.1. za kontejnerske brodove. U Tablici 26 dani su rezultati proračuna masa čelika trupa, opreme, strojnog dijela te mase čelika nadgrađa. Provedene su 24 moguće kombinacije empirijskih metoda nakon čega je metodom najmanjih kvadrata utvrđeno koja kombinacija daje najbolje rezultate. Kao što je vidljivo iz Tablice 26, rezultati prema Schneekluthovoj, Chapmanovoj i Millerovoj metodi znatno odstupaju od realnih vrijednosti te iz tog razloga, nisu uzete u obzir pri računanju mase praznog opremljenog broda.

Tablica 26. Mase čelika trupa, opreme, strojnog dijela te čelika nadgrađa za kontejnerske brodove

ΔST hull						ΔOUT		ΔM				ΔST superstructure
Sato	Schneekluth	Chapman	Miller	Harvald & Jensen	Watson & Gilfillan	Schneekluth	Watson&Gilfillan	Silver & Dawson	Barrass	Murirosmith	Watson & Gilfillan	Watson & Gilfillan
40009,7	619,6	12233,0	1545,4	38311,5	40972,5	6426,0	5979,8	2313,5	3255,5	4140,6	3906,0	123,5
63503,1	1048,2	17042,3	2227,1	55820,3	57415,4	8479,6	7890,8	2888,4	4548,9	5865,3	5051,1	135,1
36955,7	568,3	11574,3	1463,5	35934,5	38507,0	6021,1	5603,0	2315,3	3259,4	4145,9	3910,2	122,4
4727,4	16,2	2341,2	335,4	7719,8	8787,7	2149,2	1940,2	1388,2	1173,4	1364,5	1310,3	65,4
11005,6	89,1	4491,2	582,2	13549,9	15589,5	3131,1	2826,7	2076,7	2722,5	3430,0	3149,2	87,7
2073,3	2,1	1257,8	192,2	4229,5	4821,6	1323,0	1194,4	1404,6	1210,4	1413,8	1302,3	52,9
59109,4	958,5	16375,2	2063,6	52378,8	54885,8	8107,3	7544,3	2743,4	4222,5	5430,1	4791,5	135,1
8746,8	54,6	3720,1	515,5	11982,5	13556,3	2964,9	2676,6	1555,9	1550,8	1867,7	1792,9	77,9
3165,6	5,7	1622,3	240,5	5198,5	6148,9	1676,7	1513,7	1404,6	1210,4	1413,8	1302,3	57,9
29068,3	412,0	9503,3	1228,7	29936,6	32420,2	5490,2	5108,9	2198,8	2997,3	3796,4	3600,5	111,6
30251,6	387,5	9535,0	1256,1	29687,1	32409,8	5517,9	5134,7	2140,8	2866,8	3622,4	3301,0	112,2
40521,5	600,1	12433,2	1571,2	39197,5	41699,7	6462,7	6013,9	2555,5	3799,9	4866,5	4213,9	124,2
59867,0	1059,1	15971,6	2006,4	49131,8	53046,6	8079,8	7518,7	2728,3	4188,8	5385,0	4580,9	135,1
7636,8	42,3	3296,7	434,6	9866,4	11638,5	2573,4	2323,2	1713,7	1905,9	2341,2	2095,2	78,3
22479,1	261,7	7686,0	1025,6	24782,6	27109,3	4962,7	4480,2	2173,0	2939,3	3719,0	3589,1	100,9
14621,4	128,5	5890,0	795,7	19912,6	21189,4	3981,4	3594,3	1784,8	2065,9	2554,5	2453,2	91,2
11100,8	92,8	4630,6	619,4	14757,0	16405,7	3276,4	2957,9	1699,3	1873,4	2297,8	2436,0	86,1
32142,6	608,2	8694,2	1090,9	22689,3	28924,8	5552,6	5167,0	2445,0	3551,3	4535,0	3974,9	112,9
22939,9	261,9	7733,3	1041,3	24869,0	27201,7	4980,0	4495,9	2032,5	2623,1	3297,4	3228,9	101,3
40676,5	616,3	12356,2	1558,4	38548,4	41330,6	6462,7	6013,9	2757,5	4254,4	5472,6	4673,3	124,2
14621,4	128,5	5890,0	795,7	19912,6	21188,9	3981,4	3594,3	1766,7	2025,1	2500,1	2506,9	91,2
8336,1	50,0	3581,4	497,0	11545,7	13091,3	2897,1	2615,4	1770,1	2032,7	2510,3	2163,8	76,7
11017,1	91,6	4501,9	600,6	14088,9	15931,1	3258,3	2941,5	1803,5	2108,0	2610,6	2719,9	85,4
37524,2	569,2	11750,9	1467,6	36275,3	39055,3	6073,2	5651,5	3046,8	4905,3	6340,4	4663,6	123,5
22794,0	258,8	7686,0	1040,1	24778,1	27062,6	4962,7	4480,2	2343,9	3323,7	4231,6	3910,9	100,9
3118,3	4,6	1607,5	243,9	5322,9	6218,3	1716,5	1549,6	1404,6	1210,4	1413,8	1302,3	56,5
37659,8	569,7	11750,9	1472,9	36270,8	39030,0	6073,2	5651,5	3046,8	4905,3	6340,4	4663,6	123,5
10471,5	95,8	4345,6	565,2	12855,1	14837,9	2909,6	2626,7	2035,9	2630,7	3307,6	2730,0	88,6
31184,3	464,0	9985,2	1236,7	29698,9	33059,2	5434,8	5057,4	2944,8	4675,8	6034,4	4525,6	117,8
40388,6	832,5	10669,6	1321,5	27982,3	34465,3	6094,9	5671,7	3046,8	4905,3	6340,4	4663,6	123,4

Tablice u kojima su izračunate mase praznog opremljenog broda kombinirajući različite empirijske metode, dane su u Prilogu 3. Rezultati metode najmanjih kvadrata prikazani su Tablicom 27.

Tablica 27. Rezultati metode najmanjih kvadrata

k											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,8956	0,8874	0,9256	0,9168	0,9021	0,8937	0,8827	0,8747	0,9465	0,9369	0,9802	0,9698
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,9546	0,9448	0,9328	0,9234	0,8900	0,8814	0,9198	0,9106	0,8971	0,8884	0,8776	0,8693

Iz Tablice 27 može se zaključiti kako najbolje rezultate prema metodi najmanjih kvadrata daje 11. kombinacija (formula 109) koja odgovara sljedećem:

- masa čelika trupa računata prema metodi Harvald&Jensen,
- masa opreme računata prema metodi Watson&Gilfillan,
- masa strojnog dijela računata prema metodi Silver&Dawson te
- masa čelika nadgrađa prema metodi Watson&Gilfillan.

$$\Delta_{LS} = \Delta_{ST \text{ hull Harvald\&Jensen}} + \Delta_{OUT \text{ Watson\&Gilfillan}} + \Delta_{M \text{ Silver\&Dawson}} \quad (109)$$

$$\Delta_{ST \text{ superstructure Watson\&Gilfillan}}$$

Kako bi se odredila kalibrirana vrijednost mase praznog opremljenog broda, potrebno je pomnožiti koeficijent dobiven prema metodi najmanjih kvadrata s masom praznog opremljenog broda dobivenom prema 11. kombinaciji empirijskih metoda (formula 110).

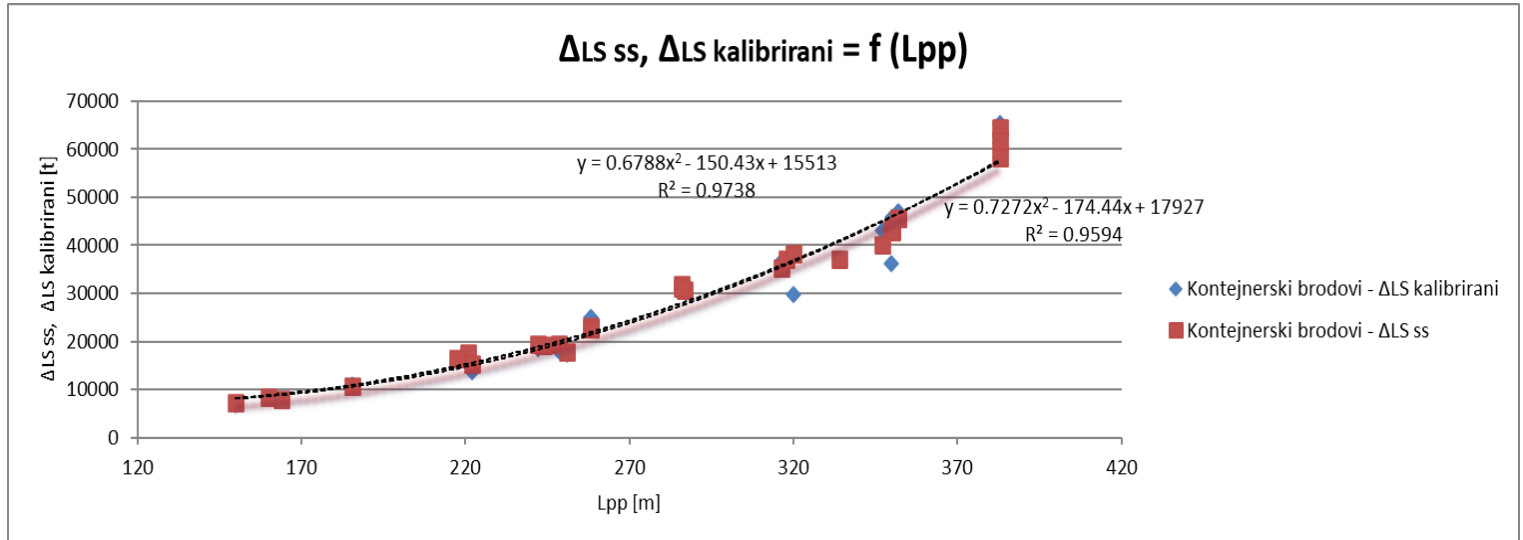
$$\Delta_{LS \text{ kalibrirani}} = k * \Delta_{LS 11} \quad (110)$$

U Tablici 28 dane su vrijednosti mase praznog opremljenog broda iz baze podataka, kalibrirane vrijednosti mase praznog opremljenog broda te omjer navedenih vrijednosti kako bi se utvrdilo koliko je odstupanje. Iz Tablice 28 može se zaključiti kako su odstupanja neznatna.

Tablica 28. Usporedba kalibrirane mase praznog opremljenog broda s masom praznog opremljenog broda danoj u bazi podataka

R. br.	ΔLS kalibrirani	ΔLS SS	$ \Delta LS \text{ kalibrirani} - \Delta LS \text{ SS} $	$(\Delta LS \text{ kalibrirani} - \Delta LS \text{ SS}) / \Delta LS \text{ SS}$
1.	45801,3	42907,0	2894,3	0,07
2.	65410,9	64350,0	1060,9	0,02
3.	43102,9	40004,0	3098,9	0,08
4.	10893,1	10600,0	293,1	0,03
5.	18173,2	19475,0	1301,8	0,07
6.	6744,9	7220,0	475,1	0,07
7.	61555,9	61700,0	144,1	0,00
8.	15969,8	17712,2	1742,4	0,10
9.	8012,5	8000,0	12,5	0,00
10.	36614,9	35254,5	1360,4	0,04
11.	36339,4	37061,0	721,6	0,02
12.	46941,2	45607,0	1334,2	0,03
13.	58333,4	58203,0	130,4	0,00
14.	13704,3	15374,7	1670,4	0,11
15.	30911,1	31763,0	851,9	0,03
16.	24879,4	23073,0	1806,4	0,08
17.	19113,4	19120,0	6,6	0,00
18.	29810,9	38220,0	8409,1	0,22
19.	30873,7	30684,0	189,7	0,01
20.	46502,9	45585,0	917,9	0,02
21.	24861,6	22589,0	2272,6	0,10
22.	15690,4	16400,0	709,6	0,04
23.	18544,1	19373,0	828,9	0,04
24.	44202,5	43000,0	1202,5	0,03
25.	31074,2	31245,0	170,8	0,01
26.	8168,3	8480,0	311,7	0,04
27.	44198,1	43500,0	698,1	0,02
28.	17257,0	17800,0	543,0	0,03
29.	37068,8	37100,0	31,2	0,00
30.	36093,7	43246,0	7152,3	0,17

Za projektanta je u preliminarnoj fazi osnivanja broda korisno znati kolika je zavisnost mase praznog opremljenog broda o duljini broda. Dijagramom 72 prikazana je navedena zavisnost i to za masu danu u časopisu Significant Ships te za kalibriranu masu praznog opremljenog broda.



Dijagram 72. Zavisnost mase praznog opremljenog broda o duljini broda između okomica

6.3. Tankeri

Kao i kod brodova za prijevoz rasutog tereta i kontejnerskih brodova, cilj proračuna u ovome poglavlju bio je ispitati koja kombinacija empirijskih metoda daje vrijednost mase praznog opremljenog broda, najbližu onoj koja je dana u bazi podataka Poglavlja 2.3.1. za tankere. U Tablici 29 dani su rezultati proračuna masa čelika trupa, opreme, strojnog dijela te mase čelika nadgrađa. Provedene su 24 moguće kombinacije empirijskih metoda nakon čega je metodom najmanjih kvadrata utvrđeno koja kombinacija daje najbolje rezultate. Kao što je vidljivo iz Tablice 29, rezultati prema metodi DNV- a (1972) znatno odstupaju od realnih vrijednosti te iz tog razloga, ta metoda nije uzeta u obzir pri računanju mase praznog opremljenog broda.

Tablica 29. Mase čelika trupa, opreme, strojnog dijela te čelika nadgrađa za tankere

ΔST hull				ΔOUT		ΔM				ΔST superstructure
Sato	DNV 1972	Harvald & Jensen	Watson & Gilfillan	Schneekluth	Watson&Gilfillan	Silver & Dawson	Barrass	Murirosmith	Watson & Gilfillan	Watson & Gilfillan
18933,6	5681,5	20614,3	19824,4	2072,3	2651,3	1430,7	1269,0	1492,0	1542,1	395,3
4527,1	1754,3	6832,5	7923,8	1585,9	1486,8	1184,2	714,5	752,7	822,7	264,0
41970,5	13343,1	42492,6	37877,5	3329,3	4259,5	1761,9	2014,2	2485,7	2645,2	486,8
14234,5	5366,0	16327,5	16165,1	1809,4	2793,9	1317,3	1014,0	1152,0	1248,2	362,4
4199,6	1870,1	7159,7	6991,7	1565,4	1467,5	1183,6	713,1	750,8	771,2	258,5
9217,9	2911,0	13420,9	12667,3	1403,1	2166,5	1455,6	1325,1	1566,8	1511,6	336,3
7832,9	2682,1	12386,1	11508,2	1222,6	1887,8	1382,5	1160,6	1347,5	1275,6	332,6
4472,8	1806,8	8384,8	7754,4	1552,3	1455,3	1331,5	1045,9	1194,5	1297,5	275,6
41677,4	13115,1	42683,8	38370,8	3366,0	4306,5	1736,7	1957,5	2410,0	2483,0	492,2
14241,8	4792,3	16593,9	16187,5	1807,2	2790,5	1351,3	1090,5	1254,0	1325,5	360,4
14206,4	4810,4	16238,5	16008,2	1802,7	2783,6	1390,4	1178,3	1371,1	1294,2	359,5
39503,0	12372,7	40444,7	36615,5	3284,4	4202,1	1680,0	1830,0	2240,0	2254,1	480,3
7844,1	2668,2	12497,5	11702,2	1233,6	1904,8	1340,6	1066,3	1221,7	1316,9	335,6
4297,9	2648,9	7958,1	8442,1	1568,8	1470,7	1244,5	850,2	933,6	952,1	259,5
23568,0	5289,6	27182,9	24903,4	2406,4	3078,7	2983,9	4763,8	6151,7	5315,8	422,3
629,7	249,9	1452,8	1534,1	524,5	541,3	1094,4	512,3	483,1	238,7	151,8
40796,2	12443,1	40567,5	36611,4	3283,4	4200,8	1487,3	1396,5	1662,0	2112,2	480,1
4597,5	1846,0	6726,7	7908,0	1595,8	1496,1	1215,6	785,1	846,9	828,0	264,0
19463,3	6480,5	21018,3	20354,5	2147,2	2747,2	1411,4	1225,7	1434,2	1603,9	392,5
8108,8	2826,2	12941,8	11928,5	2203,3	2065,6	1351,3	1090,5	1254,0	1288,4	320,7
3181,7	1218,2	6238,5	5942,8	1272,1	1192,6	1331,5	1045,9	1194,5	1243,7	254,8
21689,9	4663,8	25294,1	23394,3	2240,2	2866,1	2105,0	2786,3	3515,0	2893,4	423,6
4185,7	2398,9	7991,3	7410,7	1568,8	1470,7	1232,3	822,8	897,0	885,7	259,5
8599,7	2804,9	13240,5	12314,4	2254,6	2113,7	1351,3	1090,5	1254,0	1264,8	328,1
4369,8	2343,5	7441,5	8267,7	1586,8	1487,6	1245,9	853,4	937,8	908,9	262,5
20481,3	4433,5	23584,7	22025,2	2118,3	2710,2	1994,5	2537,6	3183,5	2751,5	422,4
22416,4	4690,7	24918,4	23349,2	2242,4	2868,9	1663,0	1791,8	2189,0	2223,9	429,6
4264,1	2391,0	8077,9	8587,1	1585,9	1486,8	1205,7	762,8	817,1	805,7	262,4
19613,9	6449,6	21088,3	20445,8	2154,2	2756,2	1430,7	1269,0	1492,0	1573,6	393,8
1392,4	793,2	2890,1	2958,0	825,6	852,1	1127,5	586,9	582,5	481,1	191,2
19575,5	6575,7	21449,2	20591,4	2154,2	2756,2	1512,8	1453,9	1738,5	1730,9	393,8
20352,9	6379,6	21965,5	21252,3	2224,1	2845,6	1464,7	1345,5	1594,0	1662,1	398,2
19931,2	6510,8	21861,0	20891,7	2185,7	2796,4	1496,5	1417,2	1689,6	1759,9	393,8
20552,8	6723,6	21946,7	21242,5	2244,0	2871,0	1528,7	1489,6	1786,1	1752,9	393,8
4166,3	2473,3	8274,2	8594,4	1567,9	1469,9	1214,5	782,6	843,5	800,0	259,4
19601,8	6467,3	21272,2	20514,5	2154,2	2756,2	1445,4	1302,2	1536,2	1621,9	393,8
4196,6	2460,6	7990,1	8462,1	1570,2	1472,1	1251,9	866,7	955,7	943,1	259,5
40508,9	13556,1	41656,8	36844,0	3264,0	4176,0	1833,0	2174,3	2699,0	2755,9	477,3
40209,2	13653,4	41523,5	36690,0	3253,8	4163,0	1831,3	2170,4	2693,9	2791,9	475,8
7829,7	3235,1	10727,0	10538,5	1977,0	1853,4	1382,5	1160,6	1347,5	1269,8	326,6
20612,1	4851,2	24601,4	22537,9	2172,3	3354,3	2211,3	3025,3	3833,8	3658,9	416,1
4182,2	2235,6	7881,0	8354,0	1559,0	1461,6	1268,6	904,4	1005,8	886,9	259,5
22332,6	4610,0	24930,7	23370,8	2242,4	2868,9	1765,0	2021,3	2495,0	2428,4	429,6
40390,8	13465,5	41660,8	36847,7	3264,0	4176,0	1829,0	2165,3	2687,1	2707,0	477,3
13875,0	4803,0	16301,0	15902,7	1787,7	2760,5	1384,2	1164,5	1352,6	1274,2	356,5
845,5	379,0	1516,6	1980,7	558,5	576,5	1113,3	555,0	540,0	449,9	173,0
20207,7	4337,7	23785,1	22009,5	2134,4	2730,7	2292,0	3207,0	4076,0	3646,1	416,1
13919,6	4764,8	16032,7	15796,1	1787,7	2760,5	1404,6	1210,4	1413,8	1326,6	356,5
1602,6	798,1	3078,4	3213,2	873,3	901,3	1125,8	583,1	577,4	440,6	202,3
19478,2	4259,5	23032,1	21456,0	2065,8	2643,1	1750,3	1988,1	2450,8	2347,2	417,6

Tablice u kojima su izračunate mase praznog opremljenog broda kombinirajući različite empirijske metode, dane su u Prilogu 3. Rezultati metode najmanjih kvadrata prikazani su Tablicom 30.

Tablica 30. Rezultati metode najmanjih kvadrata

k											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1,0814	1,1061	1,0997	1,1252	1,0949	1,1203	1,0812	1,1060	1,0170	1,0386	1,0320	1,0542
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1,0288	1,0509	1,0164	1,0380	1,0860	1,1106	1,1023	1,1276	1,0994	1,1246	1,0852	1,1099

Iz Tablice 30 može se zaključiti kako najbolje rezultate prema metodi najmanjih kvadrata daje 15. kombinacija (formula 111) koja odgovara sljedećem:

- masa čelika trupa računata prema metodi Harvald&Jensen,
- masa opreme računata prema metodi Watson&Gilfillan,
- masa strojnog dijela računata prema metodi Murirosmith te
- masa čelika nadgrađa prema metodi Watson&Gilfillan.

$$\Delta_{LS} = \Delta_{ST \text{ hull Harvald\&Jensen}} + \Delta_{OUT \text{ Watson\&Gilfillan}} + \Delta_{M \text{ Murirosmith}} + \Delta_{ST \text{ superstructure Watson\&Gilfillan}} \quad (111)$$

Kako bi se odredila kalibrirana vrijednost mase praznog opremljenog broda, potrebno je pomnožiti koeficijent dobiven prema metodi najmanjih kvadrata s masom praznog opremljenog broda dobivenom prema 15. kombinaciji empirijskih metoda (formula 112).

$$\Delta_{LS \text{ kalibrirani}} = k * \Delta_{LS 15} \quad (112)$$

U Tablici 31 dane su vrijednosti mase praznog opremljenog broda iz baze podataka, kalibrirane vrijednosti mase praznog opremljenog broda te omjer navedenih vrijednosti kako bi se utvrdilo koliko je odstupanje. Radi preglednosti, tablica je podijeljena na dva dijela. Prvi dio čine prvih 25 tankera, a drugi preostalih 25 tankera. Iz Tablice 31 može se zaključiti kako su odstupanja mala, izuzev dva broda s velikim postotkom odstupanja od 40 i 69 %.

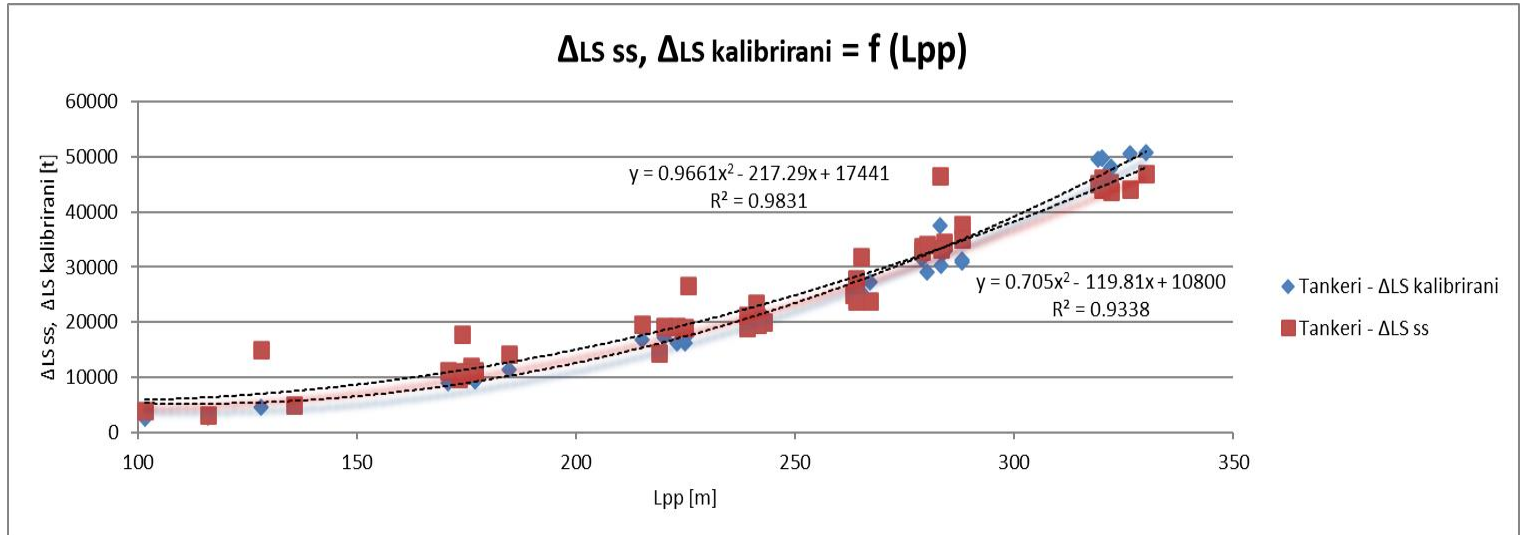
Tablica 31. Usporedba kalibrirane mase praznog opremljenog broda s masom praznog opremljenog broda danoj u bazi podataka (1/2)

R. br.	ΔLS kalibrirani	ΔLS SS	$ \Delta LS \text{ kalibrirani} - \Delta LS \text{ SS} $	$(\Delta LS \text{ kalibrirani} - \Delta LS \text{ SS}) / \Delta LS \text{ SS}$
1.	25566,0	32000,0	6434,0	0,20
2.	9489,4	11067,2	1577,8	0,14
3.	50541,4	44200,0	6341,4	0,14
4.	20974,8	20000,0	974,8	0,05
5.	9794,8	9762,0	32,8	0,00
6.	17777,8	26607,5	8829,7	0,33
7.	16216,1	19186,0	2969,9	0,15
8.	11496,0	14246,0	2750,0	0,19
9.	50712,0	46974,0	3738,0	0,08
10.	21343,7	19719,0	1624,7	0,08
11.	21093,5	23554,0	2460,5	0,10
12.	48145,1	43756,0	4389,1	0,10
13.	16221,7	19066,0	2844,3	0,15
14.	10796,4	17852,3	7055,9	0,40
15.	37440,6	46560,0	9119,4	0,20
16.	2672,2	3900,0	1227,8	0,31
17.	47681,0	45400,0	2281,0	0,05
18.	9486,9	11146,2	1659,3	0,15
19.	26012,5	25153,0	859,5	0,03
20.	16854,5	19649,6	2795,1	0,14
21.	9026,2	11170,0	2143,8	0,19
22.	32626,1	34500,0	1873,9	0,05
23.	10792,9	10551,4	241,5	0,02
24.	17214,5	19178,0	1963,5	0,10
25.	10295,8	12052,0	1756,2	0,15

Usporedba kalibrirane mase praznog opremljenog broda s masom praznog opremljenog broda
danoj u bazi podataka (2/2)

R. br.	ΔLS kalibrirani	ΔLS SS	$ \Delta LS \text{ kalibrirani} - \Delta LS \text{ SS} $	$(\Delta LS \text{ kalibrirani} - \Delta LS \text{ SS}) / \Delta LS \text{ SS}$
26.	30391,9	33290,0	2898,1	0,09
27.	30905,3	37760,0	6854,7	0,18
28.	10819,0	11110,0	291,0	0,03
29.	26152,8	27700,0	1547,2	0,06
30.	4590,1	14936,0	10345,9	0,69
31.	26770,2	25000,0	1770,2	0,07
32.	27243,6	23832,0	3411,6	0,14
33.	27180,0	27800,0	620,0	0,02
34.	27441,0	26300,0	1141,0	0,04
35.	11025,1	10445,0	580,1	0,06
36.	26384,7	23883,0	2501,7	0,10
37.	10852,7	10389,0	463,7	0,04
38.	49814,1	46149,0	3665,1	0,08
39.	49658,6	45072,0	4586,6	0,10
40.	14488,7	14377,0	111,7	0,01
41.	32734,6	33790,0	1055,4	0,03
42.	10782,2	11078,0	295,8	0,03
43.	31228,8	35191,0	3962,2	0,11
44.	49806,1	44083,0	5723,1	0,13
45.	21111,6	19000,0	2111,6	0,11
46.	2852,1	3176,0	323,9	0,10
47.	31517,2	32968,0	1450,8	0,04
48.	20901,2	21200,0	298,8	0,01
49.	4837,6	5041,0	203,4	0,04
50.	29012,4	34100,0	5087,6	0,15

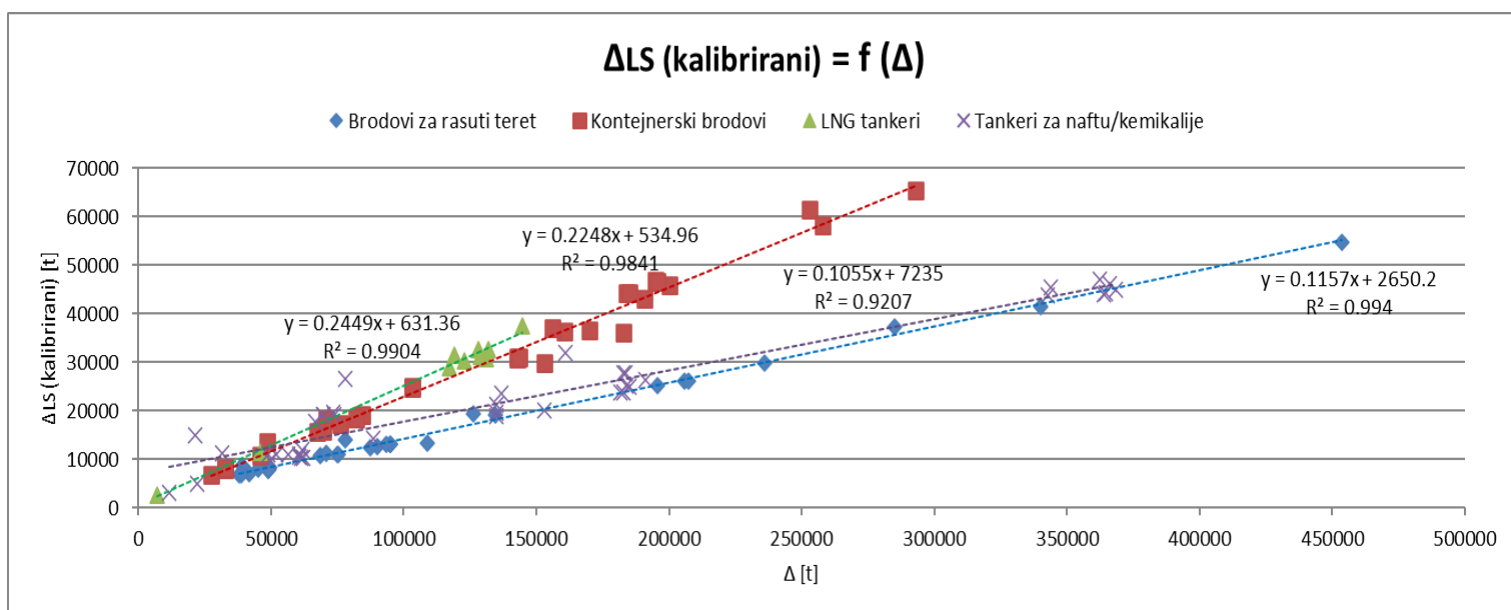
Za projektanta je u preliminarnoj fazi osnivanja broda korisno znati kolika je zavisnost mase praznog opremljenog broda o duljini broda. Dijagramom 73 prikazana je navedena zavisnost i to za masu danu u časopisu Significant Ships te za kalibriranu masu praznog opremljenog broda.



Dijagram 73. Zavisnost mase praznog opremljenog broda o duljini broda između okomica

6.4. Dijagrami zavisnosti značajki važnih pri osnivanju broda

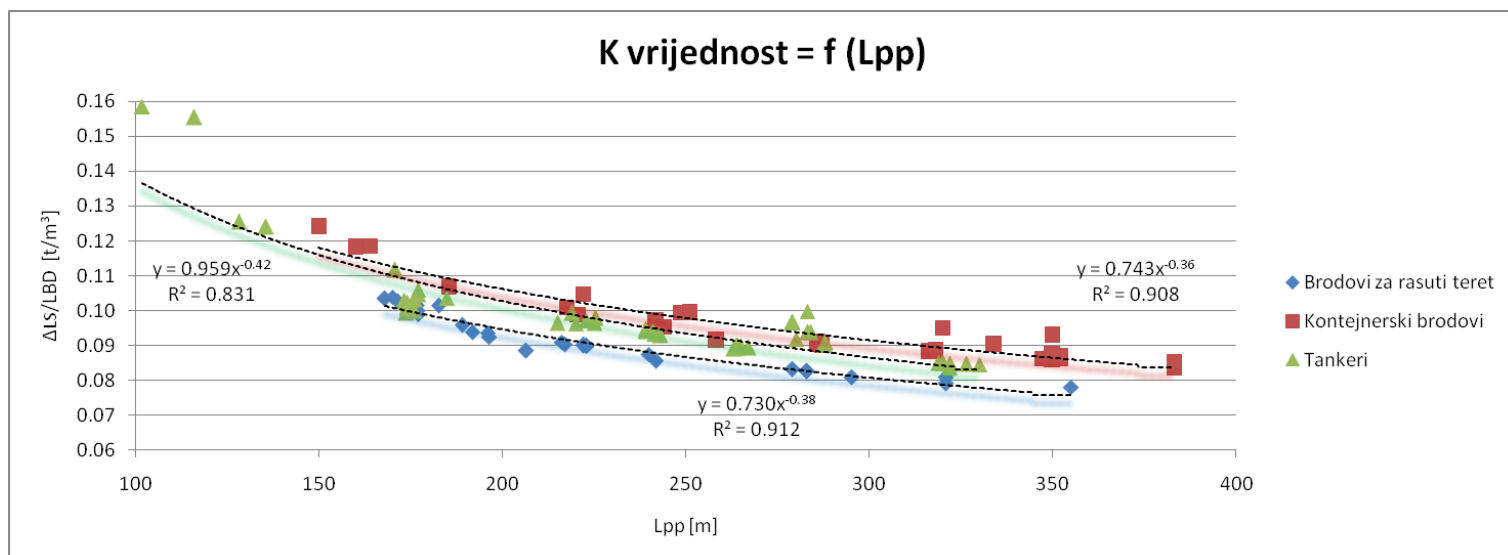
Za projektanta je važno znati kolika je zavisnost mase praznog opremljenog broda o istisnini broda s obzirom da te dvije značajke mora odrediti dok je nosivost definirana projektnim zahtjevom. Dijagram 74 prikazuje navedenu zavisnost za brodove za rasuti teret, kontejnerske brodove i tankere. LNG tankeri su na dijagramu prikazani odvojeno od ostalih tipova tankera zbog njihove različitosti u značajkama u usporedbi s ostalim tipovima. Masa praznog opremljenog broda prikazana dijagramom jest kalibrirana masa.



Dijagram 74. Zavisnost kalibrirane mase praznog opremljenog broda o istisnini

Korisno je znati i iznos značajke K vrijednost koja predstavlja omjer mase praznog opremljenog broda i glavnih dimenzija broda (duljine, širine i visine) te taj omjer prikazati ovisno o duljini broda između okomica (Dijagram 75). Vrijednost značajke K dobiva se sljedećom formulom[25]:

$$K = \frac{\Delta_{LS}}{L * B * D} \quad (113)$$



Dijagram 75. Zavisnost značajke K vrijednost o duljini broda između okomica

Za procjenu mase praznog opremljenog broda važno je znati omjer mase čelika, opreme te strojnog dijela i mase praznog opremljenog broda kao i omjer nosivosti na maksimalnom gazu i istisnine broda. Omjeri su dani za svaki brod iz baze brodova za prijevoz rasutog tereta, kontejnerskih brodova i tankera u Prilogu 3. Rasponi omjera prikazani su Tablicom 32.

Tablica 32. Rasponi omjera masa za pojedini tip trgovačkog broda

Tip broda	Raspon [t DWT]	DWT/ Δ [%]	Δ ST/ Δ LS [%]	Δ OUT/ Δ LS [%]	Δ M/ Δ LS [%]
Brodovi za prijevoz rasutog tereta	29984 - 398595	76,54 - 88,83	75,79 - 91,41	6,10 - 14,85	3,36 - 10,30
Kontejnerski brodovi	20326 - 228600	68,32 - 79,28	63,49 - 85,54	12,06 - 18,97	4,42 - 20,82
Tankeri	3160 - 323190	29,82 - 87,88	59,24 - 86,09	8,22 - 20,26	3,49 - 18,93

7. ZAKLJUČAK

Ovim radom pokrivene su inicijalne faze projektiranja broda gdje projektant mora odrediti glavne dimenzije broda, koeficijente forme, potrebnu snagu motora, kapacitete te masu praznog opremljenog broda.

Na početku rada je formirana baza podataka za tri odabrana tipa trgovačkog broda u svrhu provedbe regresijske analize. Regresijskom analizom ustanovljene su uske i vrlo uske zavisnosti između glavnih dimenzija broda i volumena teretnih tankova, odnosno broja kontejnera kod kontejnerskih brodova. Također su ustanovljene čvrste zavisnosti između glavnih dimenzija i nosivosti broda. Temeljem pronađenih zavisnosti moguće je preliminarno određivanje glavnih izmjera broda.

Za sva se tri tipa trgovačkog broda, zavisnost maksimalne trajne snage o brzini broda te zavisnost blok koeficijenta o volumenu teretnih tankova, pokazala lošom.

U ranim fazama osnivanja broda, za određivanje snage pogonskog stroja može poslužiti jednadžba admiraliteta dana u Poglavlju 2.4. Ona se za projektanta pokazala korisnom jer uz određivanje konstante admiraliteta prema sličnom brodu te za zadanu brzinu novoga broda i određenu istisninu, daje na jednostavan i brz način procjenu snage pogonskog stroja novoga broda.

S obzirom da postoji izravan empirijski odnos između blok koeficijenta i Froudeovog broja, u sklopu rada proveden je proračun koeficijenta istisnine prema četiri empirijske metode različitih autora. Za sva tri broda je ustanovljeno kako se kalibrirane vrijednosti blok koeficijenta neznatno razlikuju od vrijednosti danih u bazi podataka. Empirijske metode pokazale su se učinkovitima u određivanju blok koeficijenta.

Definiranje brodske forme također je zadatak projektanta u inicijalnoj fazi osnivanja broda. Računalnim programom GHS provedena je transformacija osnovnih osam formi poznatih parametara u nove forme pripadajućih parametara. Usporedivši hidrostatske značajke prije i poslije transformacije, može se zaključiti kako se one neznatno razlikuju. Kao osnovne forme korištene su HSVA bezdimenzionalne forme raspona blok koeficijenta od 0,50 do 0,85. Time su pokrivene vrijednosti blok koeficijenata gotovo svih trgovačkih brodova iz baza podataka, a i općenito. Korištenje bezdimenzionalnih formi korisno je za projektanta u preliminarnoj fazi osnivanja broda jer se pomoću njih mogu dobiti forme bilo kojih dimenzija i istisnine.

Zadnje što projektant mora odrediti u preliminarnoj fazi jest masa praznog opremljenog broda. Definiranje mase praznog opremljenog broda bitan je faktor u projektiranju broda iz više razloga. Masa trupa i opreme, kao i njezina raspodjela, utječe na čvrstoću trupa, nosivost i stabilitet broda. Nadalje, čelik ugrađen u trup značajan je dio ukupnih troškova broda pa je dobra procjena mase broda u pretprojektu vrlo bitna kako bi se što točnije mogli definirati troškovi gradnje. Usporedivši vrijednosti masa praznog opremljenog broda dobivene prema empirijskim metodama s vrijednostima danim u časopisu *Significant Ships*, može se zaključiti kako za sva tri tipa trgovačkog broda odabrane i kalibrirane empirijske metode daju zadovoljavajuće rezultate. S obzirom na to da projektant često ima ograničeno vrijeme na raspologanju za određivanje značajki u inicijalnim fazama projektiranja, važno je da metode kojima se određuju navedene značajke budu brze, jednostavne i učinkovite. Empirijske metode korištene u ovom radu, dokazale su se u zadovoljavanju navedenih uvjeta.

Procjenom mase praznog opremljenog broda gotova je preliminarna faza osnivanja broda.

LITERATURA

- [1] https://www.fsb.unizg.hr/ship-design/PZ1_Proracun_mase_broda_svi_tipovi_prilog_1.pdf
- [2] Gugić, D., Slapničar, V.: Osnivanje broda, predavanja, Zagreb, 2001.
- [3] BRS_Review_2020_shipbuilding.pdf
- [4] <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/understanding-design-bulk-carriers/>
- [5] Andrić, J.: Konstrukcija broda 1, predavanja, FSB, Zagreb
- [6] https://www.pfri.uniri.hr/bopri/documents/17-ME-tal_000.pdf
- [7] <https://rabinmarine.com/en/shipping-container-dimensions-internal-or-external-sizes-and-weights/>
- [8] <http://www.iacs.org.uk/media/5992/iacs-annual-review-2017.pdf>
- [9] <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-are-container-ships/>
- [10] Royal Institution of Naval Architects, London, Significant ships 2006 - 2019.
- [11] <https://www.quora.com/What-is-about-the-worth-of-the-payload-of-one-big-oil-tanker>
- [12] <http://maritime-connector.com/image/albert-9682447/170829/>
- [13] <https://www.fnlngalliance.com/2017/04/06/lng-myth-busters-natural-gas-clean-dirty-part/>
- [14] <https://shippingwatch.com/carriers/Tanker/article9499150.ece>
- [15] Brigić, J.: Diplomski rad: Zavisnosti prostora o glavnim značajkama tankera, Zagreb, 2002.
- [16] Degiuli, N.: Otpor i propulzija broda, Predavanja, FSB, Zagreb
- [17] K. V. Dokkum: Shipknowledge – a modernencyclopedia, Dokmar, 2003.
- [18] <http://zoranpericsplit.weebly.com>
- [19] Ship Design and Contruction, SNAME, 2003, New Jersey, M. G. Parsons: Parametric Design, Chapter 11
- [20] Belamarić, I, Brod i entropija, Književni krug, 1998, Split
- [21] W. E. Alef, G. Collatz, M. Mausbach: Atlas und Computer programm für Liniennriss und Kurvenblatt im Vorentwurf, Hamburgische Schiffbau – Versuchsanstalt, 1976.
- [22] H. Schneekluth, H., Bertram, V., Ship Design for Efficiency and Economy, 2ndedition, Butterworth-Heinemann, 1998, Oxford
- [23] Watson, D.G.M., Practical Ship Design, Elsevier Science Ltd, 1998, Oxford
- [24] Creative Systems, General HydroStatics, verzija 17.34B
- [25] A. Papanikolaou: Ship design – Methodologies of ship design, Springer, 2014.

PRILOG 1

Dijagrami i tablice Poglavlja 2.4. formirani su prema podacima izračunatima u sljedećim tablicama za svaki tip trgovačkog broda.

Tablica 33 prikazuje izračunate značajke brodova za prijevoz rasutog tereta.

Tablica 34 prikazuje izračunate značajke kontejnerskih brodova.

Tablica 35 prikazuje izračunate značajke tankera. Radi preglednosti, Tablica 35 je podijeljena na dvije stranice. Značajke prvih 25 tankera dane su na jednoj, a značajke drugih 25 tankera dane su na drugoj stranici.

Tablica 33. Izračunate značajke brodova za prijevoz rasutog tereta (poglavlje 2.4)

R. br.	DWT [t]	Δ [t]	DWT/ Δ	Cb	Vteret.tank. [m ³]	∇ [m ³]	Cb'	Vtot [m ³]	Vteret.tank./Vtot	C	L min cost [m]	Lpp [m]	B [m]	Lpp/B	T [m]	B/T	$L/\nabla^{1/3}$	Fd	PB [kW]	vsl[čv]	vsl[m/s]	Ac
1.	104553.00	126357.60	0.83	0.8157	130468.4	123275.7	0.8282	187704.9	0.70	3.27	245.60	241.79	43.00	5.62	14.50	2.97	4.86	0.33	8466	14.08	7.24	830.23
2.	302000.00	339965.10	0.89	0.8520	180000.0	331673.3	0.8554	449010.8	0.40	3.20	325.83	320.89	57.00	5.63	21.50	2.65	4.64	0.29	16830	14.50	7.46	882.35
3.	208600.00	236100.00	0.88	0.8400	210500.0	230341.5	0.8443	311555.7	0.68	3.20	292.07	295.20	50.00	5.90	18.50	2.70	4.82	0.30	12665	14.50	7.46	919.52
4.	64531.40	78031.69	0.83	0.8320	130943.1	76128.5	0.8540	135716.3	0.96	3.32	217.04	206.50	37.00	5.58	11.95	3.10	4.87	0.36	7055	14.38	7.40	769.65
5.	63587.40	75276.60	0.84	0.8561	78325.7	73440.6	0.8619	103257.9	0.76	3.33	211.09	196.50	32.26	6.09	13.50	2.39	4.69	0.34	6205	13.55	6.97	714.80
6.	398595.20	453463.20	0.88	0.8323	212627.7	442403.1	0.8355	586092.3	0.36	3.20	355.24	355.00	65.00	5.46	23.00	2.83	4.66	0.27	20570	14.50	7.46	874.78
7.	38800.00	48900.00	0.79	0.7860	50873.0	47707.3	0.7962	67644.3	0.75	3.35	188.17	177.00	32.00	5.53	10.50	3.05	4.88	0.38	5185	13.85	7.12	685.18
8.	38737.00	48978.00	0.79	0.8470	48200.0	47783.4	0.8530	66976.1	0.72	3.35	189.19	176.85	30.00	5.90	10.60	2.83	4.87	0.38	5143	14.08	7.24	726.61
9.	76832.00	89870.00	0.85	0.8673	91839.7	87678.0	0.8726	121560.3	0.76	3.31	228.55	217.00	32.26	6.73	14.22	2.27	4.88	0.37	8687	15.01	7.72	781.06
10.	81434.80	94866.80	0.86	0.8699	97090.7	92553.0	0.8748	127125.7	0.76	3.31	231.52	223.00	32.26	6.91	14.52	2.22	4.93	0.36	8883	14.92	7.67	777.76
11.	39128.00	49219.00	0.79	0.8609	48908.0	48018.5	0.8675	68961.6	0.71	3.35	189.13	176.65	30.00	5.89	10.50	2.86	4.86	0.38	5143	14.00	7.20	716.64
12.	56348.00	68418.00	0.82	0.8395	70055.0	66749.3	0.8469	95827.4	0.73	3.33	209.77	189.00	32.36	5.84	13.00	2.49	4.66	0.37	9877	14.50	7.46	516.33
13.	81600.00	94900.00	0.86	0.8885	96300.0	92585.4	0.8926	129132.7	0.75	3.31	229.57	222.00	32.26	6.88	14.55	2.22	4.91	0.35	9520	14.50	7.46	666.26
14.	63301.00	74922.00	0.84	0.8600	77492.0	73094.6	0.8652	101202.6	0.77	3.33	215.14	196.00	32.26	6.08	13.33	2.42	4.69	0.37	7055	14.50	7.46	767.97
15.	250000.00	285100.00	0.88	0.8424	169455.0	278146.3	0.8485	389664.1	0.43	3.20	311.92	321.00	57.00	5.63	18.00	3.17	4.92	0.30	19550	14.95	7.69	740.36
16.	81595.00	94877.00	0.86	0.8851	97090.0	92562.9	0.8895	129258.5	0.75	3.31	232.17	223.00	32.26	6.91	14.50	2.22	4.93	0.37	9155	15.06	7.75	776.15
17.	57539.00	70604.00	0.81	0.8746	68539.0	68882.0	0.8836	105520.0	0.65	3.33	208.95	191.80	32.26	5.95	12.70	2.54	4.68	0.36	8466	13.90	7.15	541.90
18.	38000.00	49000.00	0.78	0.9000	39000.0	47804.9	0.9061	70764.4	0.55	3.35	188.89	219.32	23.74	9.24	10.15	2.34	6.04	0.38	6120	14.00	7.20	600.39
19.	34613.00	45009.00	0.77	0.8199	46733.0	43911.2	0.8298	64679.4	0.72	3.36	184.35	176.75	30.00	5.89	10.10	2.97	5.01	0.39	6375	14.00	7.20	544.63
20.	32290.00	41749.00	0.77	0.8150	43477.0	40730.7	0.8219	56442.0	0.77	3.36	179.64	171.50	28.40	6.04	10.15	2.80	4.98	0.39	5100	13.80	7.10	620.15
21.	179900.00	205800.00	0.87	0.8663	199000.0	200780.5	0.8702	274274.6	0.73	3.20	285.95	283.00	45.00	6.29	18.20	2.47	4.83	0.33	15861	15.50	7.97	818.39
22.	32000.00	37966.00	0.84	0.7818	41989.0	37040.0	0.7917	53262.2	0.79	3.36	174.41	168.00	28.20	5.96	10.00	2.82	5.04	0.39	5355	13.70	7.05	542.42
23.	79649.00	93376.00	0.85	0.8682	97885.0	91098.5	0.8728	127052.2	0.77	3.31	227.51	222.82	32.26	6.91	14.65	2.20	4.95	0.35	9401	14.28	7.35	637.53
24.	29984.00	39174.00	0.77	0.8850	38878.0	38218.5	0.8910	76011.6	0.51	3.36	177.14	182.60	32.00	5.71	10.10	3.17	5.42	0.40	6630	14.00	7.20	477.39
25.	114168.00	134377.00	0.85	0.8450	131202.0	131099.5	0.8520	187289.1	0.70	3.27	254.35	240.00	43.00	5.58	15.00	2.87	4.72	0.35	13447	15.00	7.72	658.46
26.	93018.00	108708.00	0.86	0.8420	110330.0	106056.6	0.8479	125460.6	0.88	3.29	237.37	222.00	32.20	6.89	14.90	2.16	4.69	0.34	10404	14.35	7.38	646.94
27.	180736.00	207383.00	0.87	0.8729	199366.0	202324.9	0.8767	276900.9	0.72	3.20	283.80	283.00	45.00	6.29	18.20	2.47	4.82	0.32	16048	15.00	7.72	736.83
28.	170040.00	195783.00	0.87	0.8460	192169.0	191007.8	0.8505	258407.9	0.74	3.21	281.61	279.00	45.00	6.20	17.80	2.53	4.84	0.33	15861	15.40	7.92	776.39
29.	75511.00	87370.00	0.86	0.8612	84326.0	85239.0	0.8663	118952.1	0.71	3.31	224.45	216.20	32.24	6.71	14.20	2.27	4.91	0.36	9401	14.50	7.46	638.52
30.	30634.00	38557.00	0.79	0.8174	40975.0	37616.6	0.8262	55055.7	0.74	3.36	176.33	170.00	28.00	6.07	9.79	2.86	5.07	0.40	5508	14.00	7.20	568.58

Tablica 34. Izračunate značajke kontejnerskih brodova (poglavlje 2.4.)

R. br.	DWT [t]	Δ [t]	DWT/ Δ	Cb	Vteret.tank. [m ³]	∇ [m ³]	Cb'	Vtot [m ³]	Vteret.tank./Vtot	C	L min cost [m]	Lpp [m]	B [m]	Lpp/B	T [m]	B/T	L/ $\nabla^{1/3}$	Fd	LBD/100	TEU	PB [kW]	vsI[čv]	vsI[m/s]	Ac
1.	157076.00	199983.00	0.79	0.6818	228129.6	195105.4	0.7340	391111.9	0.58	3.20	315.00	350.00	51.00	6.8627	16.00	3.19	6.03	0.47	5328.23	15072	39406	22.00	11.32	924.06
2.	228600.00	292950.00	0.78	0.7340	354771.6	285804.9	0.7881	616270.2	0.58	3.20	358.79	383.00	61.50	6.2276	16.50	3.73	5.81	0.47	7820.09	23756	56653	23.20	11.93	972.24
3.	150893.00	190897.00	0.79	0.6960	221097.9	186241.0	0.7459	372375.9	0.59	3.21	311.52	347.00	48.20	7.1992	16.00	3.01	6.08	0.48	4992.53	14336	39459	22.00	11.32	894.66
4.	35350.00	45950.00	0.77	0.6460	48300.0	44829.3	0.6684	68230.4	0.71	3.36	204.70	185.40	32.20	5.7578	11.50	2.80	5.22	0.54	1020.85	2433	11645	19.46	10.01	811.86
5.	51400.00	70875.00	0.73	0.6500	47844.1	69146.3	0.6940	126755.4	0.38	3.33	244.87	248.50	35.00	7.1000	12.20	2.87	6.05	0.60	1826.48	3652	32300	23.50	12.09	688.12
6.	20326.00	27546.00	0.74	0.6947	24735.0	26874.1	0.7077	38491.1	0.64	3.37	177.99	150.00	24.50	6.1224	10.50	2.33	5.01	0.60	543.90	1148	12138	20.00	10.29	601.15
7.	191400.00	253100.00	0.76	0.6853	329472.2	246926.8	0.7509	549558.2	0.60	3.20	342.50	383.00	58.80	6.5136	16.00	3.68	6.10	0.48	7319.13	21413	52301	23.00	11.83	930.83
8.	52102.90	69815.10	0.75	0.6600	56253.1	68112.3	0.6888	111193.0	0.51	3.33	230.21	220.80	37.30	5.9196	12.50	2.98	5.41	0.50	1614.22	3947	16677	19.40	9.98	742.31
9.	24800.00	32800.00	0.76	0.7024	23922.1	32000.0	0.7212	48707.9	0.49	3.37	182.94	164.00	28.40	5.7746	9.75	2.91	5.17	0.54	675.35	1946	12138	18.50	9.52	534.50
10.	134869.10	170123.60	0.79	0.6790	166258.4	165974.2	0.7175	297636.7	0.56	3.23	303.54	316.40	48.20	6.5643	16.00	3.01	5.76	0.49	4148.13	11037	35964	22.16	11.40	929.02
11.	123587.00	160648.00	0.77	0.7286	160350.4	156729.8	0.7767	319043.0	0.50	3.24	294.46	318.00	48.20	6.5975	14.00	3.44	5.90	0.47	4107.80	10593	34224	21.00	10.80	799.66
12.	149360.00	194967.00	0.77	0.6818	229579.4	190211.7	0.7419	404209.2	0.57	3.21	308.76	352.00	51.00	6.9020	15.50	3.29	6.12	0.45	5448.43	15000	46665	21.00	10.80	667.28
13.	199744.00	257947.00	0.77	0.6989	297793.6	251655.6	0.7521	516523.6	0.58	3.20	335.18	383.00	58.60	6.5358	16.00	3.66	6.07	0.43	6867.80	19870	51850	21.00	10.80	723.76
14.	33156.00	48530.70	0.68	0.6480	47119.2	47347.0	0.6943	90820.5	0.52	3.35	215.72	222.00	32.20	6.8944	10.50	3.07	6.14	0.60	1308.16	3100	21412	22.00	11.32	661.63
15.	111029.00	142792.00	0.78	0.6710	140959.0	139309.3	0.7114	243204.2	0.58	3.26	289.81	286.00	48.20	5.9336	14.50	3.32	5.52	0.50	3418.73	9115	35190	22.00	11.32	826.64
16.	80087.00	103160.00	0.78	0.6240	101306.4	100643.9	0.6682	181790.5	0.56	3.30	263.55	258.40	42.80	6.0374	14.55	2.94	5.56	0.51	2720.64	6865	23545	21.31	10.96	904.05
17.	65120.00	84240.00	0.77	0.6482	71838.7	82185.4	0.6794	136036.8	0.53	3.32	250.89	244.00	37.30	6.5416	13.90	2.68	5.61	0.54	2002.26	5466	20978	21.73	11.18	939.93
18.	114891.70	153111.70	0.75	0.6350	163105.0	149377.3	0.6435	201787.5	0.81	3.25	302.05	320.00	48.20	6.6390	15.20	3.17	6.03	0.54	3135.70	10010	43350	23.80	12.24	890.05
19.	112171.00	142855.00	0.79	0.6933	140197.0	139370.7	0.7310	250765.8	0.56	3.26	289.85	287.00	48.20	5.9544	14.50	3.32	5.54	0.50	3430.68	9034	30974	22.00	11.32	939.44
20.	150166.00	195751.00	0.77	0.6845	232696.5	190976.6	0.7414	397269.4	0.59	3.21	315.94	352.00	51.00	6.9020	15.50	3.29	6.11	0.49	5358.67	13892	52726	22.60	11.63	738.09
21.	80577.00	103166.00	0.78	0.6240	100653.9	100649.8	0.6681	181758.8	0.55	3.30	264.00	258.40	42.80	6.0374	14.56	2.94	5.56	0.52	2720.64	6622	23001	21.43	11.02	941.19
22.	51000.00	67400.00	0.76	0.6563	53643.4	65756.1	0.6838	106208.5	0.51	3.33	233.44	217.50	37.00	5.8784	12.45	2.97	5.39	0.54	1553.17	3670	23103	21.00	10.80	663.89
23.	62603.00	81976.00	0.76	0.6523	71838.7	79976.6	0.6813	130112.6	0.55	3.32	248.23	242.00	37.40	6.4706	13.50	2.77	5.62	0.54	1909.72	5071	24106	21.50	11.06	778.00
24.	141000.00	184000.00	0.77	0.6800	217763.3	179512.2	0.7377	371467.5	0.59	3.22	319.67	350.00	48.20	7.2614	15.50	3.11	6.20	0.54	5035.70	13082	61404	24.70	12.71	793.91
25.	112516.00	143761.00	0.78	0.6996	138820.5	140254.6	0.7365	251781.5	0.55	3.26	290.31	286.00	48.20	5.9336	14.50	3.32	5.50	0.50	3418.73	8886	40316	22.00	11.32	724.81
26.	24185.00	32665.00	0.74	0.7015	22472.2	31868.3	0.7235	50019.5	0.45	3.37	184.19	160.00	29.80	5.3691	9.50	3.14	5.05	0.55	691.36	1756	12138	19.00	9.77	577.43
27.	141500.00	185000.00	0.76	0.6874	218488.3	180487.8	0.7437	374522.4	0.58	3.22	320.09	350.00	48.20	7.2614	15.50	3.11	6.19	0.54	5035.70	13102	61404	24.70	12.71	796.79
28.	58350.00	76150.00	0.77	0.6900	69881.4	74292.7	0.7183	124820.7	0.56	3.32	246.56	251.00	32.20	7.7950	13.50	2.39	5.97	0.57	1737.67	4600	31076	22.50	11.57	658.52
29.	118800.00	155900.00	0.76	0.6717	163105.0	152097.6	0.7210	296057.9	0.55	3.25	308.31	334.00	45.20	7.3894	15.00	3.01	6.26	0.56	4106.33	10000	58344	25.10	12.91	785.10
30.	139418.00	182664.00	0.76	0.6775	214356.3	178208.8	0.6973	270810.7	0.79	3.22	322.17	349.80	48.40	7.2273	15.50	3.12	6.22	0.56	3883.82	12967	61404	25.50	13.12	869.35

Tablica 35. Izračunate značajke tankera (poglavlje 2.4.) (1/2)

R. br.	DWT [t]	Δ [t]	DWT/ Δ	Cb	Vteret.tank. [m ³]	∇ [m ³]	Cb'	Vtot [m ³]	Vteret.tank./Vtot	C	L min cost [m]	Lpp [m]	B [m]	Lpp/B	T [m]	B/T	$L/\nabla^{1/3}$	Fd	PB [kW]	vsI[čv]	vsI[m/s]	Ac
1.	128800.00	160800.00	0.80	0.8400	141200.0	156878.0	0.8515	242886.4	0.58	3.24	263.55	265.00	46.00	5.76	15.40	2.99	4.91	0.32	12920	14.50	7.46	697.75
2.	37836.43	48903.60	0.77	0.8008	45930.4	47710.8	0.8151	73869.0	0.62	3.35	190.78	177.00	32.00	5.53	10.50	3.05	4.88	0.37	5527	13.65	7.02	615.40
3.	320500.00	364700.00	0.88	0.7880	354000.0	355804.9	0.8032	479781.7	0.74	3.20	332.77	326.40	60.00	5.44	22.80	2.63	4.61	0.29	22857	14.80	7.61	723.99
4.	132900.00	152900.00	0.87	0.7960	129000.0	149170.7	0.8107	182917.3	0.71	3.25	260.23	243.00	43.80	5.55	15.10	2.90	4.58	0.33	9520	14.50	7.46	915.67
5.	40000.00	49762.00	0.80	0.7800	49500.0	48548.3	0.7958	75634.7	0.65	3.35	191.73	173.30	32.26	5.37	11.20	2.88	4.75	0.38	5508	14.00	7.20	673.99
6.	51312.50	77920.00	0.66	0.7488	84087.7	76019.5	0.7669	139246.9	0.60	3.32	217.49	225.50	36.60	6.16	12.30	2.98	5.32	0.40	13668	16.00	8.23	546.71
7.	50513.00	69699.00	0.72	0.7788	80000.0	67999.0	0.7947	132593.9	0.60	3.33	210.86	223.00	32.25	6.91	12.10	2.67	5.46	0.43	11475	16.80	8.64	699.83
8.	31711.00	45957.00	0.69	0.7850	46200.0	44836.1	0.8005	88753.9	0.52	3.36	187.42	184.80	30.00	6.16	10.30	2.91	5.20	0.45	9945	16.50	8.49	579.54
9.	315221.00	362195.00	0.87	0.7063	357777.8	353361.0	0.7274	436399.8	0.82	3.20	332.08	330.00	60.00	5.50	22.60	2.65	4.67	0.30	22100	15.20	7.82	807.42
10.	115125.00	134844.00	0.85	0.8313	133100.0	131555.1	0.8434	192767.4	0.69	3.27	252.00	241.60	44.00	5.49	15.00	2.93	4.75	0.33	10540	14.50	7.46	760.59
11.	113170.00	136724.00	0.83	0.8301	129405.0	133389.3	0.8423	188462.0	0.69	3.26	252.90	241.00	44.00	5.48	15.00	2.93	4.72	0.34	11711	14.68	7.55	716.92
12.	298886.00	342642.00	0.87	0.7208	342059.6	334284.9	0.7409	420816.5	0.81	3.20	326.60	322.00	60.00	5.37	21.60	2.78	4.64	0.29	20400	14.72	7.57	765.57
13.	50591.00	69657.00	0.73	0.7284	78100.0	67958.0	0.7479	125908.2	0.62	3.33	210.82	225.00	32.25	6.98	12.00	2.69	5.51	0.43	10217	16.63	8.55	762.07
14.	48900.00	66752.31	0.73	0.8739	49100.0	65124.2	0.8830	94493.6	0.52	3.33	208.33	174.00	32.20	5.40	13.30	2.42	4.32	0.37	7336	14.40	7.41	669.84
15.	98000.00	144560.00	0.68	0.7664	172600.0	141034.1	0.7832	293788.8	0.59	3.26	256.55	283.10	50.00	5.66	13.00	3.85	5.44	0.44	59517	19.50	10.03	343.16
16.	3160.00	7060.00	0.45	0.7608	5180.1	6887.8	0.7780	13115.4	0.39	3.39	108.08	101.80	18.40	5.53	4.80	3.83	5.35	0.49	2831	13.10	6.74	292.29
17.	298438.90	343838.90	0.87	0.7970	344826.4	335452.6	0.8116	462412.7	0.75	3.20	326.94	321.90	60.00	5.37	21.60	2.78	4.63	0.29	14620	14.80	7.61	1088.28
18.	40900.50	52046.70	0.79	0.8060	43687.0	50777.3	0.8199	73368.8	0.60	3.35	194.19	177.00	32.20	5.50	11.10	2.90	4.78	0.39	6469	14.50	7.46	657.00
19.	158734.00	183887.00	0.86	0.8260	173579.0	179402.0	0.8385	244650.0	0.71	3.22	272.42	263.14	48.00	5.48	17.15	2.80	4.67	0.31	12342	14.20	7.30	750.21
20.	53765.40	73415.00	0.73	0.7500	83157.0	71624.4	0.7680	134157.3	0.62	3.33	213.93	215.00	36.60	5.87	12.10	3.02	5.18	0.44	10540	17.25	8.87	853.85
21.	20400.00	31570.00	0.65	0.7500	27500.0	30800.0	0.7680	62105.7	0.44	3.37	168.17	170.80	26.60	6.42	9.40	2.83	5.45	0.47	9945	16.00	8.23	411.41
22.	93690.00	128190.00	0.73	0.7517	174078.4	125063.4	0.7695	267715.3	0.65	3.27	248.71	284.00	46.40	6.12	12.60	3.68	5.68	0.45	33150	19.50	10.03	568.66
23.	49900.00	60451.40	0.83	0.8073	55197.2	58977.0	0.8211	87873.9	0.63	3.34	202.60	174.00	32.20	5.40	12.99	2.48	4.47	0.38	6970	14.50	7.46	673.71
24.	54560.00	73738.00	0.74	0.7445	84000.0	71939.5	0.7629	136369.7	0.62	3.33	214.19	220.00	36.60	6.01	12.00	3.05	5.29	0.43	10540	16.80	8.64	791.07
25.	49708.00	61760.00	0.80	0.7995	56548.2	60253.7	0.8139	81181.4	0.70	3.34	203.83	176.00	32.20	5.47	13.00	2.48	4.49	0.38	7378	14.50	7.46	645.61

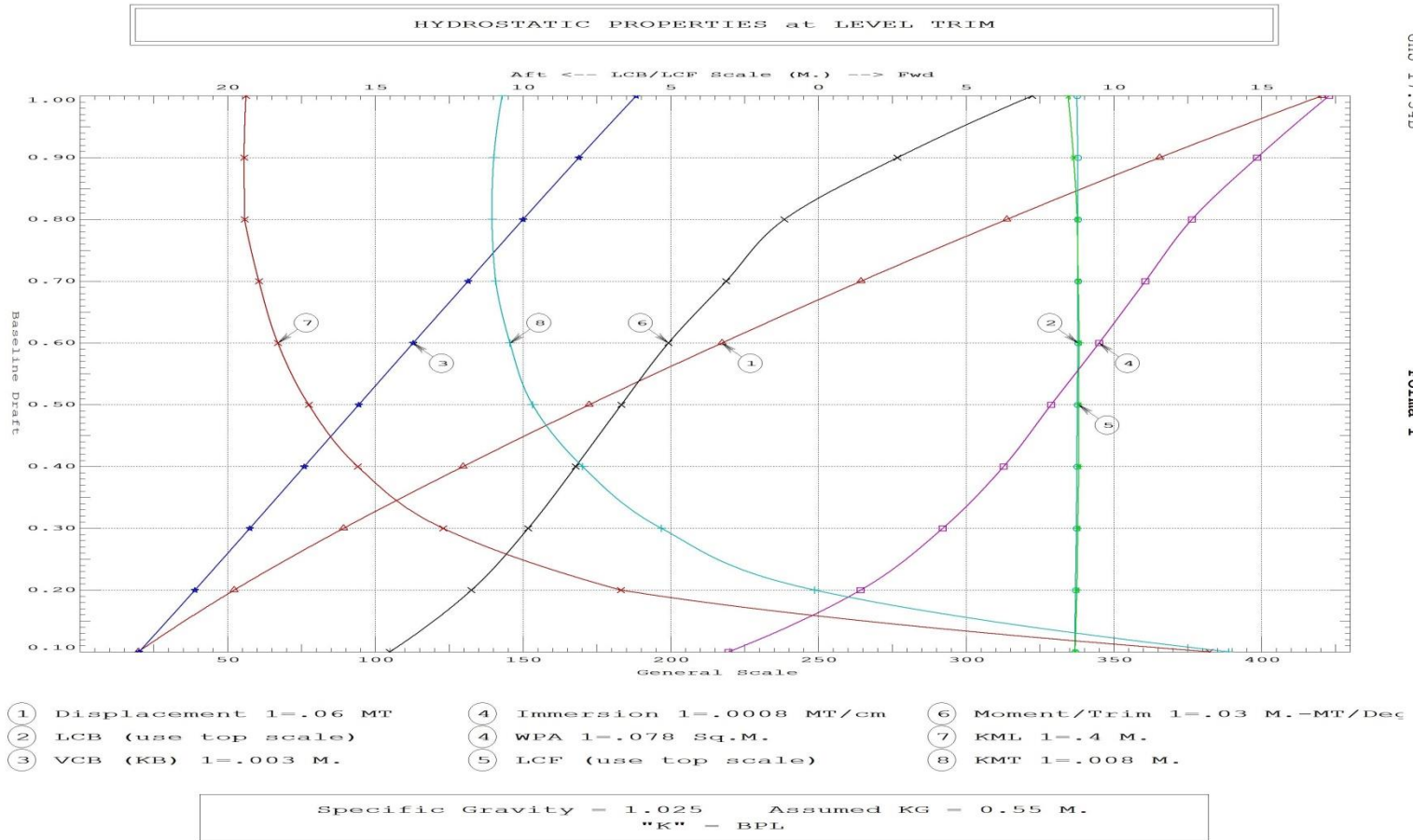
Izračunate značajke tankera (poglavlje 2.4.) (2/2)

R. br.	DWT [t]	Δ [t]	DWT/ Δ	Cb	Vteret.tank. [m ³]	∇ [m ³]	Cb'	Vtot [m ³]	Vteret.tank./Vtot	C	L min cost [m]	Lpp [m]	B [m]	Lpp/B	T [m]	B/T	$L/\nabla^{1/3}$	Fd	PB [kW]	vsl[čv]	vsl[m/s]	Ac
26.	89600.00	122890.00	0.73	0.7697	160100.0	119892.7	0.7863	254737.9	0.63	3.28	245.97	283.20	44.00	6.44	12.50	3.52	5.74	0.47	29835	19.95	10.26	657.83
27.	93485.00	131245.00	0.71	0.7700	170200.0	128043.9	0.7865	269740.1	0.63	3.27	250.24	288.00	45.80	6.29	12.50	3.66	5.71	0.45	19890	19.50	10.03	962.77
28.	49452.00	60562.00	0.82	0.7825	53851.0	59084.9	0.7981	86343.3	0.62	3.34	202.71	175.90	32.20	5.46	13.30	2.42	4.52	0.38	6171	14.60	7.51	777.74
29.	155700.00	183400.00	0.85	0.8233	167500.0	178926.8	0.8360	244720.1	0.68	3.22	272.25	264.00	48.00	5.50	17.15	2.80	4.69	0.32	12920	14.80	7.61	809.94
30.	6346.00	21282.00	0.30	0.8150	14900.0	20762.9	0.8283	30284.6	0.49	3.38	149.86	128.20	23.00	5.57	8.62	2.67	4.66	0.43	3825	13.62	7.01	507.27
31.	160000.00	185000.00	0.86	0.8281	176500.0	180487.8	0.8404	250275.7	0.71	3.22	272.82	264.00	48.00	5.50	17.20	2.79	4.67	0.34	15385	15.70	8.08	816.68
32.	157849.00	181681.00	0.87	0.7860	175066.0	177249.8	0.8014	244287.3	0.72	3.22	271.62	267.00	49.00	5.45	17.20	2.85	4.75	0.35	13940	15.97	8.21	937.26
33.	154844.00	182644.00	0.85	0.8333	170220.0	178189.3	0.8453	256475.1	0.66	3.22	271.97	264.00	48.70	5.42	16.60	2.93	4.69	0.34	14896	15.50	7.97	804.74
34.	164730.00	191030.00	0.86	0.8211	177191.0	186370.7	0.8340	254289.9	0.70	3.21	274.94	264.00	50.00	5.28	17.15	2.92	4.62	0.33	15861	15.30	7.87	748.99
35.	50900.00	61345.00	0.83	0.8110	54000.0	59848.8	0.8246	91422.8	0.59	3.34	203.44	173.90	32.20	5.40	13.15	2.45	4.45	0.38	6435	14.50	7.46	736.96
36.	159031.00	182914.00	0.87	0.8267	175742.0	178452.7	0.8392	247766.5	0.71	3.22	272.07	264.00	48.00	5.50	17.00	2.82	4.69	0.32	13362	14.58	7.50	747.42
37.	51616.00	62005.00	0.83	0.8110	55320.0	60492.7	0.8246	88327.4	0.63	3.34	204.06	174.00	32.23	5.40	13.30	2.42	4.43	0.40	7557	15.40	7.92	757.17
38.	320141.00	366290.00	0.87	0.8272	355000.0	357356.1	0.8396	491687.3	0.72	3.20	333.20	320.00	60.00	5.33	22.50	2.67	4.51	0.31	24990	16.10	8.28	854.93
39.	323190.00	368262.00	0.88	0.8290	352833.0	359280.0	0.8413	491118.9	0.72	3.20	333.74	319.00	60.00	5.32	22.60	2.65	4.49	0.32	24939	16.28	8.37	888.91
40.	74059.00	88436.00	0.84	0.8560	85877.0	86279.0	0.8663	126314.0	0.68	3.31	225.20	219.00	32.24	6.79	14.25	2.26	4.96	0.40	11475	16.00	8.23	708.53
41.	97930.00	131720.00	0.74	0.7780	173650.0	128507.3	0.7940	268850.3	0.65	3.27	250.47	279.00	45.80	6.09	12.90	3.55	5.53	0.45	36338	19.50	10.03	528.26
42.	45533.00	56611.00	0.80	0.8184	53502.0	55230.2	0.8315	87499.6	0.61	3.34	198.88	174.00	32.00	5.44	12.12	2.64	4.57	0.40	8058	15.00	7.72	617.51
43.	93796.00	128987.00	0.73	0.7614	173887.0	125841.0	0.7785	267002.7	0.65	3.27	249.11	288.00	45.80	6.29	12.50	3.66	5.75	0.47	22950	20.42	10.50	947.14
44.	319760.00	363843.00	0.88	0.8200	358484.0	354968.8	0.8329	487766.8	0.73	3.20	332.53	320.00	60.00	5.33	22.50	2.67	4.52	0.32	24871	16.20	8.33	871.22
45.	115800.00	134800.00	0.86	0.8350	130617.0	131512.2	0.8469	190133.5	0.69	3.27	251.98	239.00	44.00	5.43	14.97	2.94	4.70	0.35	11526	15.00	7.72	769.82
46.	8404.00	11580.00	0.73	0.7600	9323.0	11297.6	0.7772	14263.3	0.65	3.39	125.21	115.97	17.20	6.74	7.20	2.39	5.17	0.49	3400	14.00	7.20	413.09
47.	86125.00	119093.00	0.72	0.7721	170723.0	116188.3	0.7885	257382.6	0.66	3.28	243.95	279.00	45.00	6.20	12.50	3.60	5.72	0.46	38760	19.75	10.16	481.11
48.	113900.00	135100.00	0.84	0.8326	128148.0	131804.9	0.8446	186524.6	0.69	3.27	252.12	239.00	44.00	5.43	15.00	2.93	4.70	0.35	12138	15.00	7.72	732.09
49.	16968.00	22009.00	0.77	0.7816	19411.0	21472.2	0.7973	31119.8	0.62	3.38	151.35	135.60	23.00	5.90	9.60	2.40	4.88	0.42	3774	13.50	6.94	512.00
50.	83200.00	117300.00	0.71	0.7595	151000.0	114439.0	0.7767	245414.2	0.62	3.28	242.98	280.00	43.40	6.45	12.40	3.50	5.77	0.45	22508	19.20	9.88	753.53

PRILOG 2

U ovome prilogu dani su dijagramni listovi formi dobiveni u računalnom programu GHS.

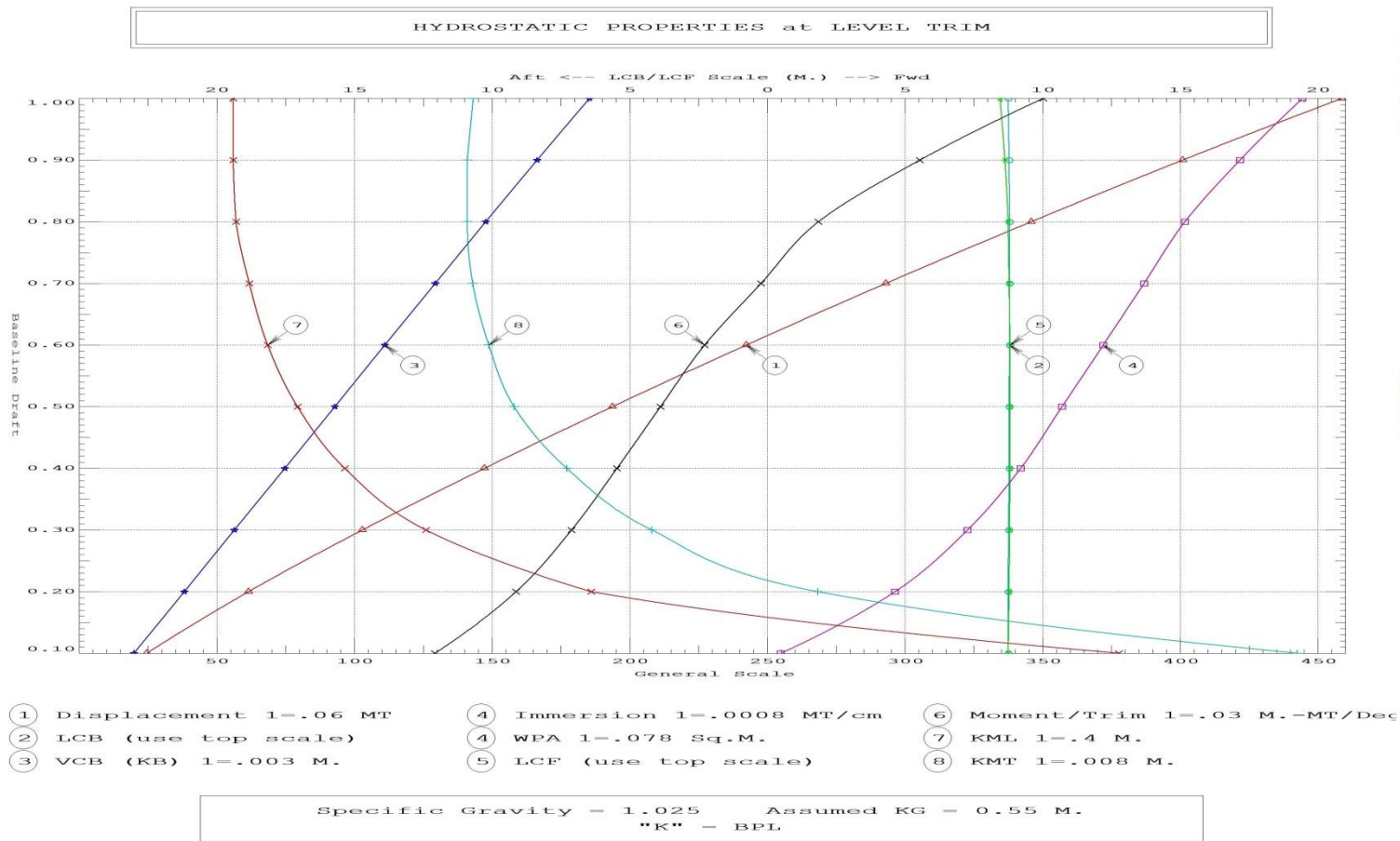
Slike 40 – 47 prikazuju dijagramne listove formi 1 - 8.



23.11.20, 00:30:40 University of Zagreb - Educational Use Only
GHS 17.34B
Forma 1

Page 13

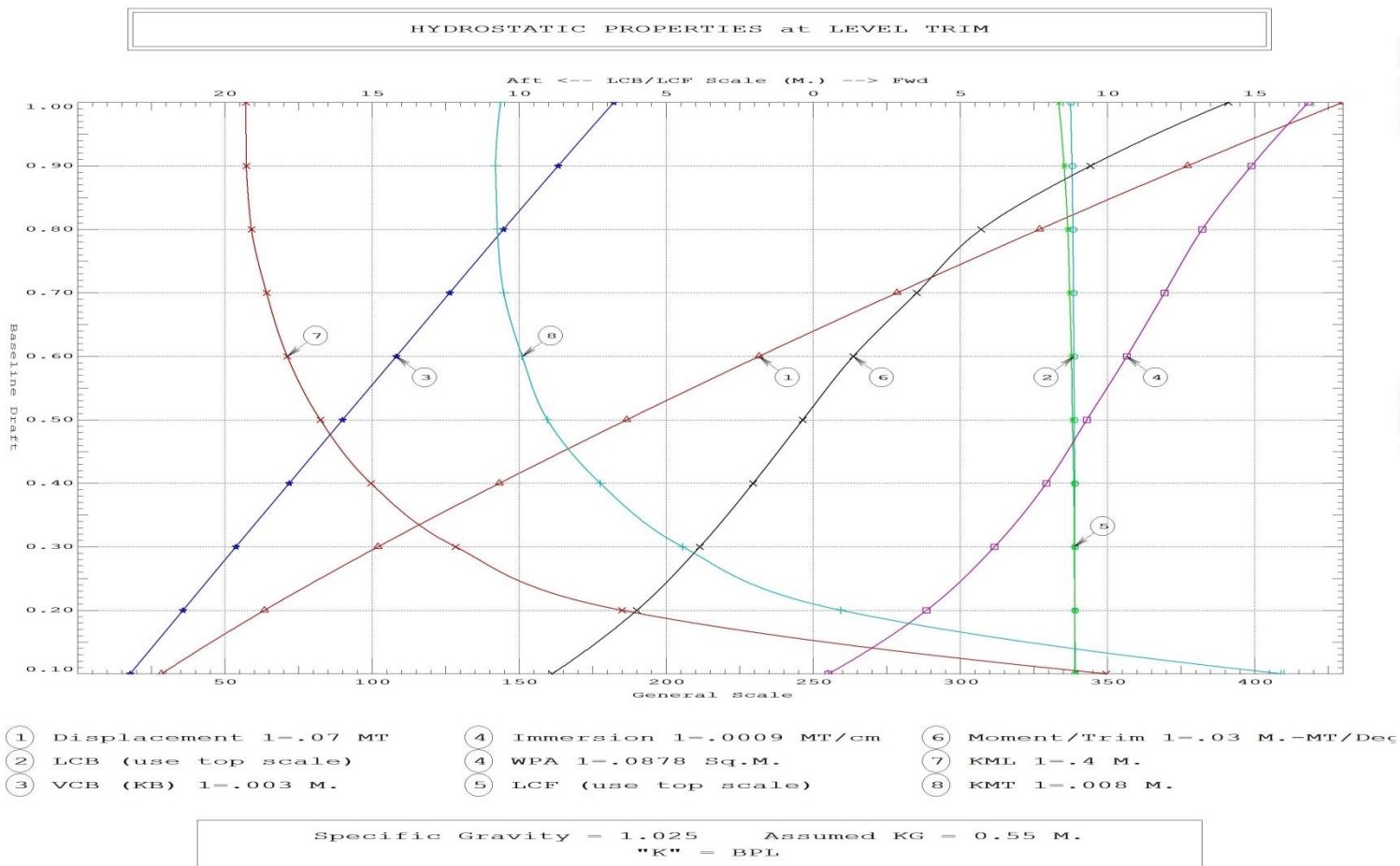
Slika 40. Dijagramni list forme 1



20.11.20. 23:36:31 University of Zagreb - Educational Use Only
GHS 17.34B
Forma 2

Page 13

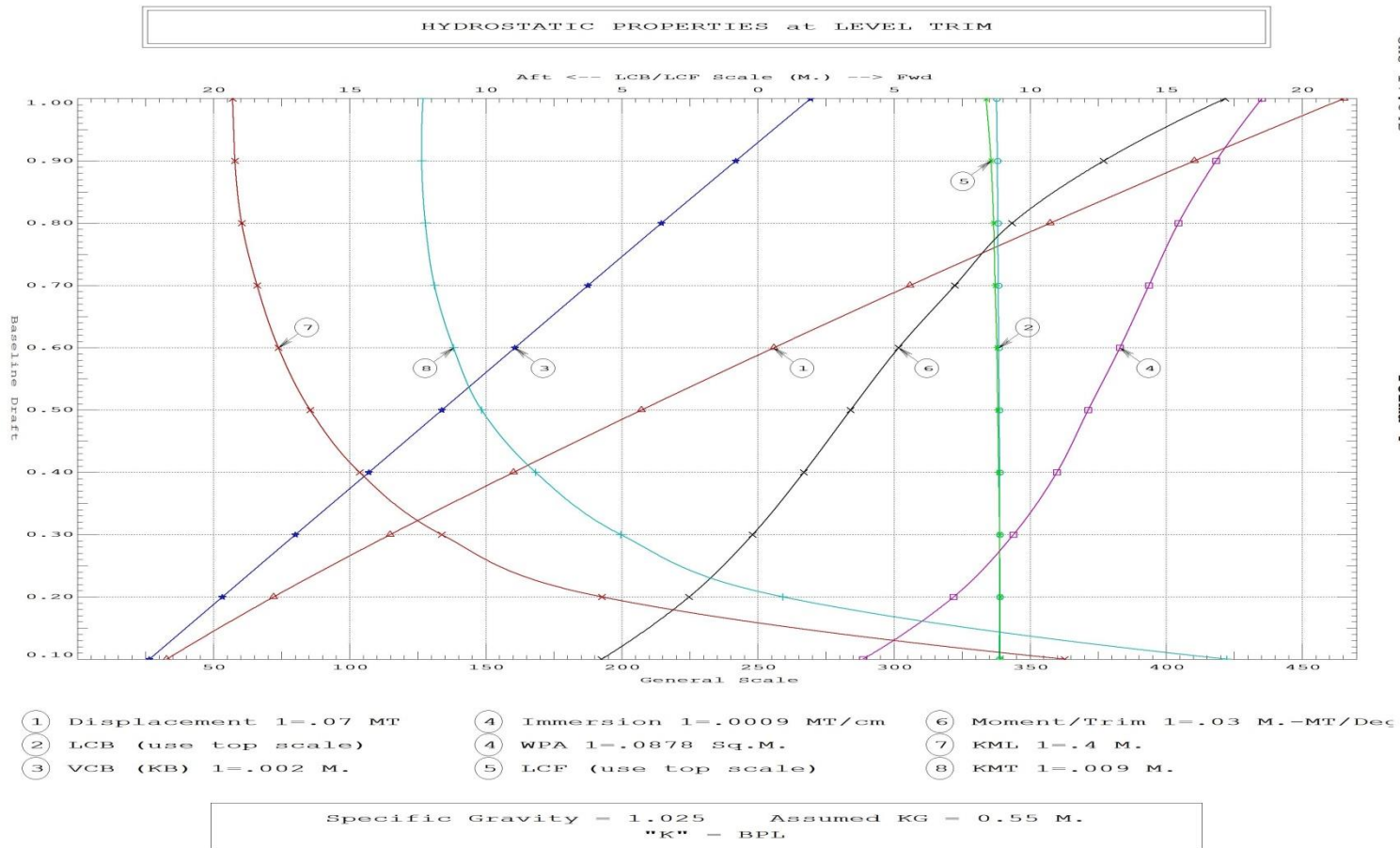
Slika 41. Dijagramni list forme 2



21.11.20. 00:34:57 University of Zagreb - Educational Use Only
GHS 17.34B
Forma 3

Page 13

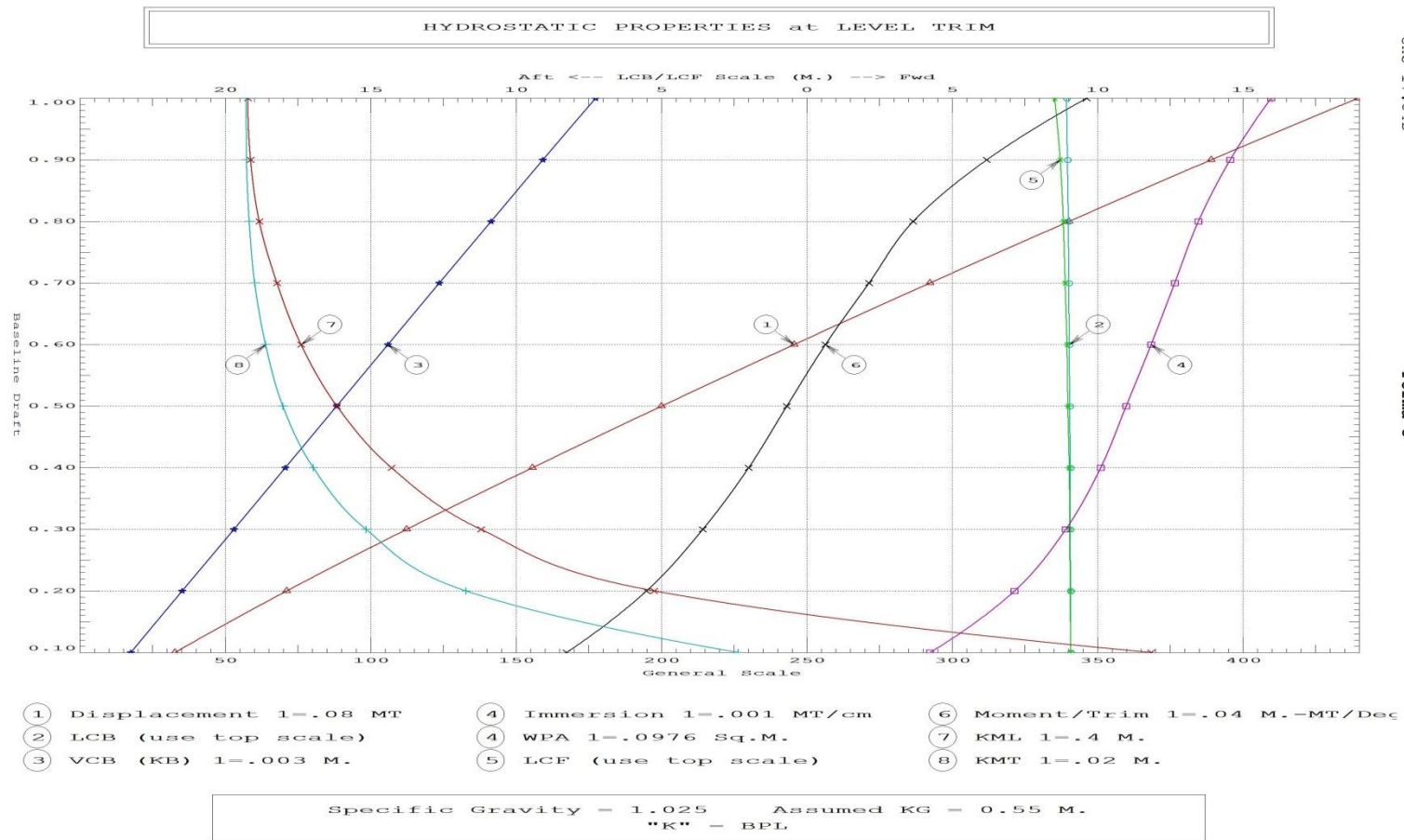
Slika 42. Dijagramni list forme 3



21.11.20. 00:37:42 University of Zagreb - Educational Use Only
GHS 17.34B
Forma 4

Page 13

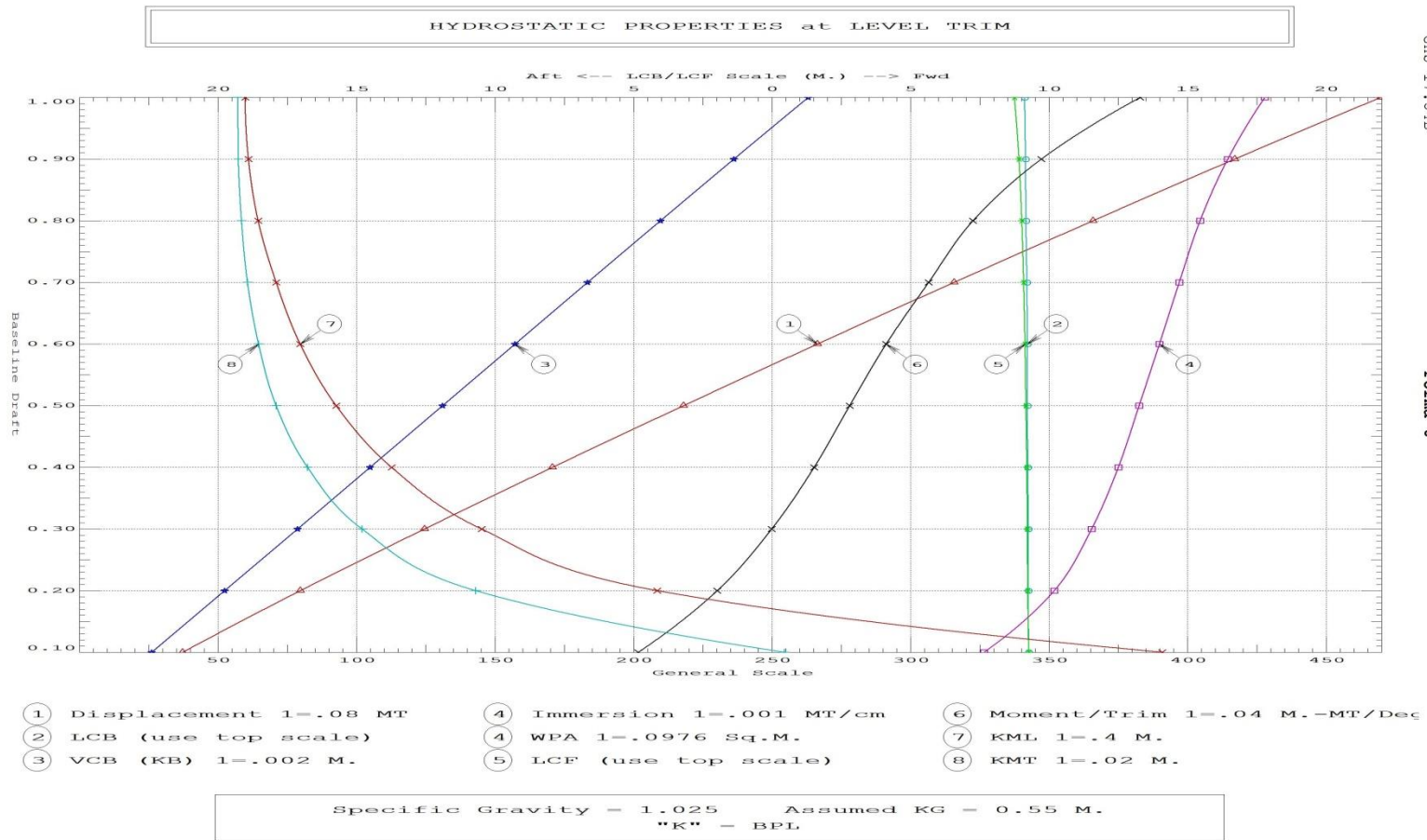
Slika 43. Dijagramni list forme 4



21.11.20. 00:39:02 University of Zagreb - Educational Use Only
GHS 17.34B
Forma 5

Page 13

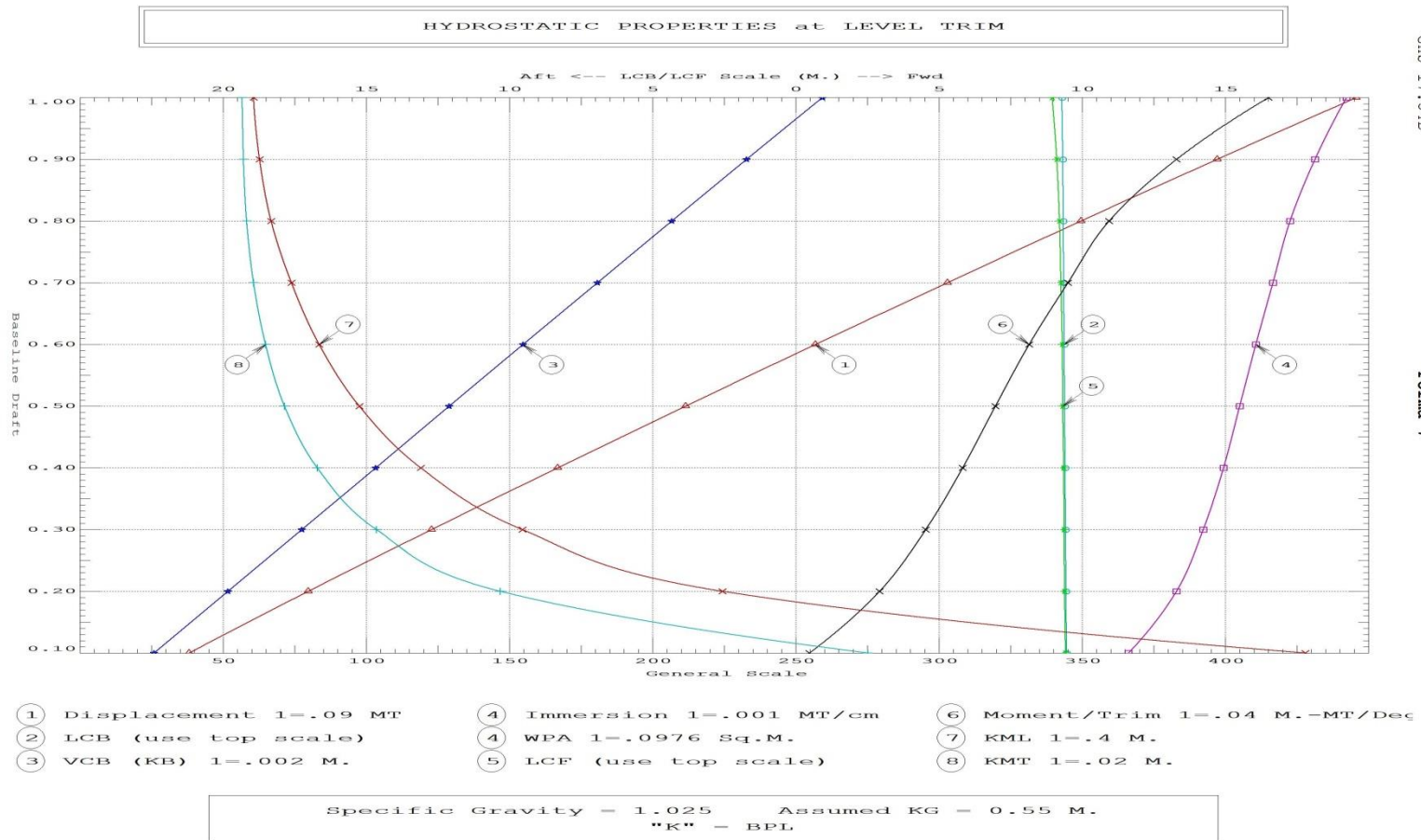
Slika 44. Dijagramni list forme 5



21.11.20, 00:42:22 University of Zagreb - Educational Use Only
GHS 17.34B
Forma 6

Page 13

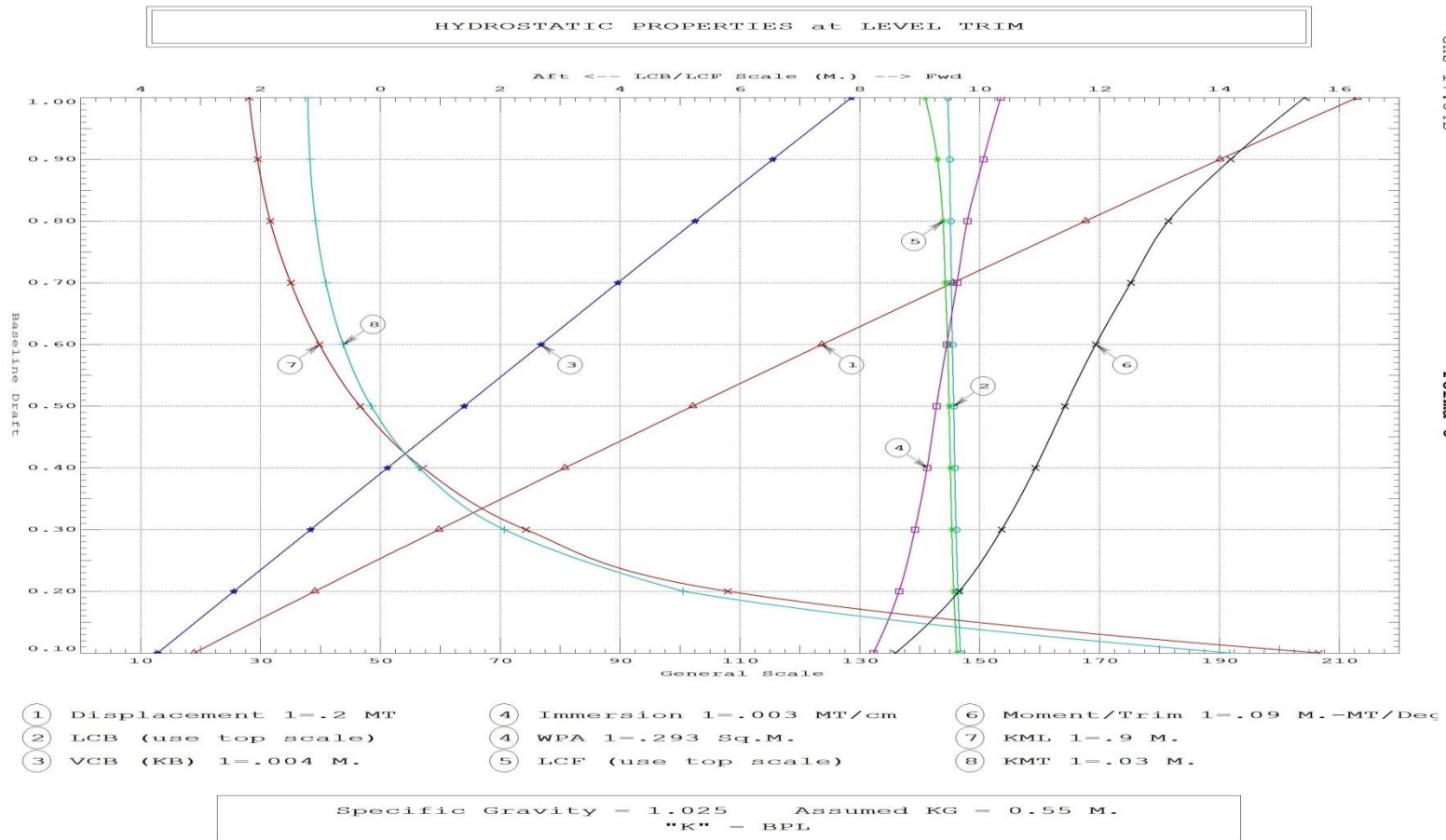
Slika 45. Dijagramni list forme 6



21.11.20, 00:43:48 University of Zagreb - Educational Use Only
GHS 17.34B
Forma 7

Page 13

Slika 46. Dijagramni list forme 7



21.11.20. 00:47:24 University of Zagreb - Educational Use Only
GHS 17.34B
Forma 8

Page 13

Slika 47. Dijagramni list forme 8

PRILOG 3

U ovome prilogu dane su tablice u kojima su izračunate značajke potrebne za računanje mase čelika trupa, opreme, strojnog dijela te mase čelika nadgrađa za svaki tip trgovačkog broda. Također su dane tablice u kojima su izračunate mase praznog opremljenog broda kombinirajući različite empirijske metode, a na kraju priloga dani su i omjeri masa važnih pri osnivanju broda.

Tablicom 36 prikazane su značajke brodova za prijevoz rasutog tereta izračunate prema formulama Poglavlja 5, a koje su potrebne za izračun mase čelika trupa, opreme, strojnog dijela te mase čelika nadgrađa.

Tablicom 37 prikazane su značajke kontejnerskih brodova izračunate prema formulama Poglavlja 5, a koje su potrebne za izračun mase čelika trupa, opreme, strojnog dijela te mase čelika nadgrađa.

Tablicom 38 prikazane su značajke tankera izračunate prema formulama Poglavlja 5, a koje su potrebne za izračun mase čelika trupa, opreme, strojnog dijela te mase čelika nadgrađa.

Tablica 39 daje mase praznog opremljenog broda za prijevoz rasutog tereta dobivene kombiniranjem različitih empirijskih metoda (Poglavlje 6.1.). Radi preglednosti, tablica je podijeljena na četiri dijela.

Tablica 40 daje mase praznog opremljenog kontejnerskog broda dobivene kombiniranjem različitih empirijskih metoda (Poglavlje 6.2.). Radi preglednosti, tablica je podijeljena na četiri dijela.

Tablica 41 daje mase praznog opremljenog tankera dobivene kombiniranjem različitih empirijskih metoda (Poglavlje 6.3.). Radi preglednosti, tablica je podijeljena na četiri dijela.

U tablicama 42, 43 i 44 sadržani su omjeri mase čelika, opreme te strojnog dijela i mase praznog opremljenog broda za sva tri tipa trgovačkog broda (Poglavlje 6.4.).

Tablica 36. Značajke broda za prijevoz rasutog tereta (Poglavlje 5)

R. br.	u	Cso	E	$\Delta st1$	Cb1	$\Delta LS/LBD$	Co	AuxWeight
1.	3,1016	0,0727	15403,2320	15116,5249	0,8282	0,0856	0,1850	434,1408
2.	3,5314	0,0712	27153,7118	32681,9196	0,8554	0,0791	0,1450	702,2872
3.	3,3731	0,0717	21852,1800	24322,7528	0,8443	0,0809	0,1450	575,5453
4.	2,8923	0,0739	11661,5713	10353,5540	0,8540	0,0885	0,1850	382,1235
5.	2,8767	0,0740	9893,7750	8279,2729	0,8619	0,0925	0,2150	349,2811
6.	3,6565	0,0709	33472,9500	43439,3846	0,8355	0,0781	0,1450	808,2019
7.	2,6893	0,0754	8199,5250	6412,8704	0,7962	0,0990	0,2150	308,0208
8.	2,6900	0,0754	7811,4645	6003,6586	0,8530	0,0999	0,2150	306,2512
9.	2,9536	0,0735	11133,7383	9721,4627	0,8726	0,0904	0,1850	442,0432
10.	2,9771	0,0734	11508,4837	10169,1455	0,8748	0,0899	0,1850	448,9836
11.	2,6921	0,0754	7830,0113	6023,0530	0,8675	0,0996	0,2150	306,2512
12.	2,8352	0,0743	9456,6150	7785,7491	0,8469	0,0959	0,2150	483,6079
13.	2,9773	0,0734	11457,9750	10108,4960	0,8926	0,0902	0,1850	471,3046
14.	2,8746	0,0740	9796,8150	8169,1207	0,8652	0,0935	0,2150	382,1235
15.	3,4550	0,0714	26012,2350	30827,7245	0,8485	0,0810	0,1450	779,9353
16.	2,9772	0,0734	11507,9150	10168,4622	0,8895	0,0900	0,1850	458,5641
17.	2,8488	0,0742	9699,3260	8058,7625	0,8836	0,0939	0,2150	434,1408
18.	2,6902	0,0754	8336,9015	6559,4313	0,9061	0,0993	0,1850	345,9249
19.	2,6533	0,0757	7778,7675	5969,5077	0,8298	0,1016	0,2150	355,9524
20.	2,6206	0,0760	7187,1363	5360,6300	0,8219	0,1027	0,2150	304,4773
21.	3,3134	0,0719	19461,2025	20776,4141	0,8702	0,0826	0,1450	673,7321
22.	2,5794	0,0764	7017,3600	5189,1491	0,7917	0,1034	0,2150	315,0558
23.	2,9702	0,0734	11513,1094	10174,7048	0,8728	0,0901	0,1850	467,1729
24.	2,5930	0,0762	8385,9050	6611,9225	0,8910	0,1015	0,2150	365,8603
25.	3,1283	0,0726	15205,2000	14852,8278	0,8520	0,0875	0,1850	600,1967
26.	3,0363	0,0731	11550,6600	10219,8633	0,8479	0,0900	0,1850	501,5290
27.	3,3168	0,0718	19473,2300	20793,8789	0,8767	0,0826	0,1450	679,2826
28.	3,2918	0,0719	19038,9600	20165,7612	0,8505	0,0832	0,1500	673,7321
29.	2,9414	0,0736	11051,0630	9623,4181	0,8663	0,0910	0,1850	467,1729
30.	2,5861	0,0763	7032,6450	5204,5270	0,8262	0,1039	0,2150	321,3302

Tablica 37. Značajke kontejnerskog broda (Poglavlje 5)

R. br.	u	Cso	E	Δst1	Cb1	ΔLS/LBD	Co	AuxWeight
1.	3,3010	0,0719	27570,3750	39929,5945	0,7340	0,0860	0,3350	1273,9415
2.	3,4668	0,0714	35310,6850	55904,3006	0,7881	0,0836	0,3350	1642,5144
3.	3,2808	0,0720	26362,4575	37569,3498	0,7459	0,0863	0,3350	1275,1339
4.	2,6623	0,0756	8984,4840	8690,4754	0,6684	0,1067	0,3250	542,6921
5.	2,8505	0,0742	13587,9800	15253,9924	0,6940	0,0995	0,3250	1108,4028
6.	2,4401	0,0778	5798,2500	4790,4543	0,7077	0,1240	0,3250	558,6745
7.	3,4033	0,0716	34019,9750	53143,6147	0,7509	0,0841	0,3350	1553,1376
8.	2,8439	0,0742	12328,3680	13363,6307	0,6888	0,0989	0,3250	697,8119
9.	2,5159	0,0770	6918,7500	6091,5870	0,7212	0,1186	0,3250	558,6745
10.	3,2308	0,0722	23325,0080	31807,5717	0,7175	0,0883	0,3350	1194,9761
11.	3,2059	0,0723	23239,4400	31648,9831	0,7767	0,0885	0,3350	1154,2262
12.	3,2900	0,0719	27851,1200	40483,5779	0,7419	0,0862	0,3350	1434,0019
13.	3,4115	0,0715	33324,8300	51672,2374	0,7521	0,0849	0,3350	1543,7607
14.	2,6860	0,0754	10951,2600	11375,3306	0,6943	0,1048	0,3250	831,2294
15.	3,1547	0,0725	20436,1300	26572,6604	0,7114	0,0904	0,3250	1176,9265
16.	3,0135	0,0732	17026,6220	20731,3516	0,6682	0,0914	0,3250	888,3517
17.	2,9255	0,0737	14172,7400	16153,6273	0,6794	0,0955	0,3250	819,3901
18.	3,1850	0,0724	21683,3600	28802,1570	0,6435	0,0951	0,3350	1361,9094
19.	3,1549	0,0725	20507,5850	26699,0994	0,7310	0,0900	0,3250	1076,3511
20.	3,2917	0,0719	27701,5200	40188,1265	0,7414	0,0868	0,3350	1561,9615
21.	3,0135	0,0732	17027,0096	20731,9934	0,6681	0,0914	0,3250	873,9338
22.	2,8287	0,0743	12021,7688	12913,6748	0,6838	0,1010	0,3250	876,6449
23.	2,9137	0,0738	13881,1200	15703,2736	0,6813	0,0971	0,3250	903,1158
24.	3,2648	0,0720	26564,1250	37960,7483	0,7377	0,0878	0,3350	1737,7748
25.	3,1576	0,0725	20436,1300	26572,6604	0,7365	0,0909	0,3250	1294,4530
26.	2,5141	0,0770	6968,0000	6150,6347	0,7235	0,1181	0,3250	558,6745
27.	3,2672	0,0720	26564,1250	37960,7483	0,7437	0,0878	0,3350	1737,7748
28.	2,8817	0,0740	13177,5000	14630,7227	0,7183	0,0993	0,3250	1078,8310
29.	3,1928	0,0723	23570,3800	32263,4956	0,7210	0,0903	0,3350	1676,6916
30.	3,2617	0,0720	24564,3552	34127,7900	0,6973	0,0929	0,3350	1737,7748

Tablica 38. Značajke tankera (Poglavlje 5)

R. br.	u	Cso	E	Δst1	Cb1	ΔLS/LBD	Co	AuxWeight	αt	αl
1.	3,2063	0,0723	18073,0000	19711,1116	0,8515	0,0896	0,2175	609,0080	0,0328	0,0016
2.	2,6893	0,0754	8349,9750	7866,5572	0,8153	0,1047	0,2625	336,0976		
3.	3,5619	0,0711	29162,2080	37783,8081	0,7930	0,0846	0,2175	907,9168		
4.	3,1844	0,0724	15572,6550	16097,6766	0,8044	0,0930	0,2625	491,7961		
5.	2,6969	0,0753	8385,9870	6937,1913	0,7957	0,1031	0,2625	335,3011		
6.	2,8916	0,0739	12886,1975	12442,8448	0,7849	0,0979	0,2625	633,4797		
7.	2,8432	0,0742	11994,0550	11286,0972	0,8182	0,0972	0,2625	560,4878		
8.	2,6624	0,0756	8971,1160	7603,6336	0,8247	0,1037	0,2625	507,0638		
9.	3,5589	0,0711	29417,8500	38234,9778	0,7134	0,0845	0,2175	886,7758		
10.	3,1298	0,0726	15589,2400	16120,9971	0,8395	0,0934	0,2625	528,1140		
11.	3,1358	0,0726	15468,5850	15951,5459	0,8372	0,0943	0,2625	568,5424		
12.	3,5348	0,0712	28410,0600	36464,6545	0,7291	0,0848	0,2175	838,4562		
13.	2,8430	0,0742	12098,2500	11419,6463	0,7779	0,0964	0,2625	516,7323		
14.	2,8245	0,0744	8774,8200	8415,8278	0,8802	0,1009	0,2625	409,7699		
15.	3,1600	0,0725	21083,8725	24306,5039	0,8155	0,0998	0,2175	1774,1403		
16.	1,8488	0,0862	2725,1860	1504,1417	0,8007	0,1585	0,2890	210,3989		
17.	3,5364	0,0712	28428,5985	36497,0187	0,8033	0,0837	0,2175	664,0525		
18.	2,7164	0,0752	8356,1700	7874,4956	0,8145	0,1060	0,2625	375,2336		
19.	3,2646	0,0720	18474,4016	20308,8669	0,8305	0,0892	0,2175	589,8059		
20.	2,8658	0,0741	12316,2750	11700,4329	0,7890	0,0965	0,2625	528,1140		
21.	2,4993	0,0771	7368,3120	5817,9565	0,7929	0,1116	0,2625	507,0638		
22.	3,1079	0,0727	20087,3200	22757,4656	0,8077	0,0938	0,2175	1177,8167		
23.	2,7814	0,0747	8766,7290	7369,0090	0,8186	0,1009	0,2625	395,3686		
24.	2,8677	0,0741	12599,4000	12067,7358	0,7854	0,0963	0,2625	528,1140		
25.	2,7907	0,0746	8643,3600	8244,8205	0,8051	0,1032	0,2625	411,4303		
26.	3,0895	0,0728	19250,5200	21477,8958	0,8207	0,0938	0,2175	1094,0760		
27.	3,1181	0,0727	20095,2000	22769,6079	0,8209	0,0901	0,2175	823,7276		
28.	2,7822	0,0747	8870,6370	8541,0527	0,7933	0,1000	0,2625	363,0681		
29.	3,2634	0,0720	18534,7800	20399,1885	0,8279	0,0893	0,2175	609,0080		
30.	2,3280	0,0790	4465,5521	2944,2874	0,8243	0,1255	0,2890	259,7654		
31.	3,2672	0,0720	18626,5200	20536,6273	0,8334	0,0899	0,2175	688,1886		
32.	3,2593	0,0721	19059,7950	21189,0148	0,7920	0,0894	0,2175	642,2782		
33.	3,2616	0,0720	18810,0000	20812,2359	0,8409	0,0896	0,2175	672,8110		
34.	3,2811	0,0720	19062,7800	21193,5281	0,8257	0,0900	0,2175	703,0248		
35.	2,7878	0,0746	8869,3348	8539,3475	0,8239	0,0994	0,2625	373,8519		
36.	3,2622	0,0720	18573,7200	20457,4960	0,8323	0,0894	0,2175	623,5184		
37.	2,7924	0,0746	8780,0400	8422,6373	0,8204	0,1013	0,2625	418,3731		
38.	3,5638	0,0711	28576,0000	36754,6197	0,8321	0,0851	0,2175	966,4416		
39.	3,5662	0,0711	28491,4850	36606,8614	0,8335	0,0851	0,2175	965,0606		
40.	2,9466	0,0736	11372,6700	10498,3946	0,8636	0,0994	0,2625	560,4878		
41.	3,1197	0,0727	19602,5400	22013,7876	0,8256	0,0967	0,2625	1255,9946		
42.	2,7529	0,0749	8679,6420	8291,9243	0,8334	0,1025	0,2625	437,6212		
43.	3,1105	0,0727	20095,2000	22769,6079	0,8142	0,0911	0,2175	910,5151		
44.	3,5609	0,0711	28576,0000	36754,6197	0,8251	0,0851	0,2175	963,2178		
45.	3,1297	0,0726	15389,9270	15841,3321	0,8428	0,0940	0,2625	562,2303		
46.	2,0637	0,0826	3026,8170	1978,9465	0,7618	0,1554	0,2890	239,2073		
47.	3,0759	0,0729	19244,0250	21468,0412	0,8225	0,0966	0,2175	1314,0379		
48.	3,1307	0,0726	15319,9000	15743,3824	0,8393	0,0946	0,2625	582,9647		
49.	2,3426	0,0789	4756,5429	3208,2360	0,7847	0,1239	0,2890	257,3360		
50.	3,0693	0,0729	18860,8000	20888,7152	0,8138	0,0918	0,2175	898,2042		

Tablica 39. Mase praznog opremljenog broda za prijevoz rasutog tereta (1/4)

1	2	3	4	5	6
Δ ST Murray+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Watson&Gilfillan + Δ SS	Δ ST Murray+ Δ OUT Schneekluth+ Δ M Watson&Gilfillan + Δ SS	Δ ST Murray+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Silver&Dawson + Δ SS	Δ ST Murray+ Δ OUT Schneekluth+ Δ M Silver&Dawson + Δ SS	Δ ST Murray+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Barrass + Δ SS	Δ ST Murray+ Δ OUT Schneekluth+ Δ M Barrass + Δ SS
19812,3	19708,4	20010,6	19906,7	19663,4	19559,4
41371,9	41920,6	40707,4	41256,1	40708,6	41257,3
31387,9	31830,7	31188,6	31631,4	31016,3	31459,1
14034,9	13958,5	14268,1	14191,7	13862,1	13785,6
12088,1	12214,8	12454,7	12581,5	12013,2	12140,0
53218,3	53910,5	52188,9	52881,2	52346,0	53038,3
9129,1	9242,4	9611,6	9724,8	9127,6	9240,9
9007,6	9113,7	9493,0	9599,1	9007,3	9113,4
14330,0	14260,0	14561,4	14491,4	14223,3	14153,3
15033,7	14961,8	15264,0	15192,1	14934,1	14862,2
9073,2	9179,2	9558,6	9664,6	9072,9	9178,9
11429,8	11552,1	11742,3	11864,7	11453,9	11576,2
15135,2	15063,5	15327,4	15255,8	15024,1	14952,5
12058,2	12184,7	12379,7	12506,1	11973,6	12100,1
39165,2	39714,1	38612,3	39161,3	38726,9	39275,8
15176,0	15104,1	15384,4	15312,5	15065,8	14993,9
11837,6	11961,3	12217,3	12341,1	11870,1	11993,8
10926,3	10874,3	11405,1	11353,1	10960,1	10908,1
8883,4	8989,5	9363,5	9469,5	8929,1	9035,2
8092,8	8190,2	8587,5	8684,9	8100,0	8197,4
28092,9	28475,0	27898,0	28280,0	27858,9	28240,9
7610,7	7705,5	8211,6	8306,4	7734,8	7829,5
15075,8	15003,9	15275,1	15203,2	14966,8	14894,9
9998,9	10115,7	10448,3	10565,2	10024,6	10141,4
20449,6	20346,4	20197,8	20094,6	20058,1	19954,9
14982,8	14911,3	15135,7	15064,3	14869,2	14797,8
28221,3	28603,3	28016,6	28398,7	27985,3	28367,4
27052,1	27365,9	26857,1	27171,0	26818,0	27131,9
14084,7	14015,0	14419,5	14349,8	14111,3	14041,6
7854,0	7949,2	8408,1	8503,3	7937,6	8032,8

Mase praznog opremljenog broda za prijevoz rasutog tereta (2/4)

7	8	9	10	11	12
ΔST Murray+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Murirosmith + ΔSS	ΔST Murray+ΔOUT Schneekluth+ΔM Murirosmith + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Watson&Gilfillan + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Schneekluth+ΔM Watson&Gilfillan + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Silver&Dawson + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Schneekluth+ΔM Silver&Dawson + ΔSS
19775,0	19671,1	19724,5	19620,6	19922,8	19818,9
41029,4	41578,1	42566,9	43115,6	41902,3	42451,0
31233,0	31675,8	30485,5	30928,3	30286,3	30729,1
13938,4	13862,0	14358,7	14282,3	14591,9	14515,5
12068,4	12195,1	11258,0	11384,8	11624,7	11751,5
52760,3	53452,5	56160,5	56852,7	55131,1	55823,4
9157,2	9270,5	8482,8	8596,0	8965,2	9078,5
9035,8	9141,9	7915,3	8021,4	8400,7	8506,8
14340,5	14270,5	12804,1	12734,1	13035,5	12965,5
15056,2	14984,2	13275,2	13203,3	13505,6	13433,6
9101,5	9207,5	7985,6	8091,6	8471,0	8577,0
11600,8	11723,1	10917,9	11040,2	11230,5	11352,8
15162,1	15090,5	13279,7	13208,0	13471,9	13400,3
12050,0	12176,4	11119,5	11245,9	11440,9	11567,3
39115,7	39664,6	37961,0	38509,9	37408,2	37957,1
15194,7	15122,8	13306,2	13234,3	13514,6	13442,6
11981,7	12105,5	11276,5	11400,2	11656,2	11780,0
11013,1	10961,1	7785,6	7733,6	8264,4	8212,4
8988,5	9094,5	7941,7	8047,7	8421,7	8527,8
8127,5	8224,9	7104,5	7201,9	7599,2	7696,6
28155,4	28537,4	26489,7	26871,8	26294,8	26676,8
7768,6	7863,4	6893,7	6988,4	7494,6	7589,3
15101,8	15029,9	13345,8	13273,9	13545,1	13473,3
10090,3	10207,2	8705,8	8822,7	9155,3	9272,1
20294,3	20191,1	19799,5	19696,3	19547,7	19444,5
15029,3	14957,9	13540,4	13468,9	13693,3	13621,9
28286,5	28668,6	26547,7	26929,8	26343,1	26725,1
27114,5	27428,4	25729,8	26043,7	25534,9	25848,7
14246,3	14176,6	12581,6	12511,9	12916,4	12846,7
7975,3	8070,5	6899,7	6994,9	7453,9	7549,1

Mase praznog opremljenog broda za prijevoz rasutog tereta (3/4)

13	14	15	16	17	18
ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Barrass + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Schneekluth+ΔM Barrass + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Murirosmith + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Schneekluth+ΔM Murirosmith + ΔSS	ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Watson&Gilfillan + ΔSS	ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Schneekluth+ΔM Watson&Gilfillan + ΔSS
19575,6	19471,6	19687,2	19583,3	18448,9	18344,9
41903,6	42452,3	42224,3	42773,0	37920,8	38469,5
30114,0	30556,8	30330,6	30773,4	28418,9	28861,7
14185,9	14109,5	14262,3	14185,8	13080,0	13003,6
11183,2	11310,0	11238,3	11365,1	10693,9	10820,7
55288,2	55980,5	55702,5	56394,7	49909,0	50601,2
8481,2	8594,5	8510,8	8624,1	8522,8	8636,1
7914,9	8021,0	7943,5	8049,6	8017,2	8123,3
12697,4	12627,4	12814,6	12744,6	12307,7	12237,7
13175,7	13103,7	13297,7	13225,8	12803,7	12731,8
7985,3	8091,2	8013,8	8119,8	8037,1	8143,1
10942,0	11064,3	11089,0	11211,3	10326,7	10449,0
13168,6	13097,0	13306,6	13235,0	12791,3	12719,7
11034,8	11161,3	11111,2	11237,7	10650,6	10777,1
37522,8	38071,7	37911,5	38460,5	36085,4	36634,3
13196,0	13124,1	13324,9	13252,9	12831,4	12759,4
11309,0	11432,7	11420,6	11544,4	10511,0	10634,8
7819,4	7767,4	7872,4	7820,4	8477,3	8425,2
7987,4	8093,4	8046,7	8152,8	8040,2	8146,3
7111,7	7209,1	7139,2	7236,6	7265,3	7362,7
26255,7	26637,7	26552,2	26934,2	24657,6	25039,7
7017,7	7112,5	7051,6	7146,3	6971,4	7066,2
13236,8	13165,0	13371,9	13300,0	12855,0	12783,1
8731,5	8848,4	8797,3	8914,1	8833,9	8950,8
19408,0	19304,8	19644,2	19541,0	18743,4	18640,2
13426,8	13355,4	13586,9	13515,5	12978,1	12906,7
26311,8	26693,8	26613,0	26995,0	24690,0	25072,0
25495,7	25809,6	25792,3	26106,1	24084,5	24398,4
12608,1	12538,4	12743,1	12673,4	12122,4	12052,7
6983,4	7078,6	7021,1	7116,3	7042,6	7137,8

Mase praznog opremljenog broda za prijevoz rasutog tereta (4/4)

19	20	21	22	23	24
ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Silver&Dawson + ΔSS	ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Schneekluth+ΔM Silver&Dawson + ΔSS	ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Barrass + ΔSS	ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Schneekluth+ΔM Barrass + ΔSS	ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Murirosmith+ ΔSS	ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Schneekluth+ΔM Murirosmith + ΔSS
18647,2	18543,3	18300,0	18196,0	18411,6	18307,7
37256,3	37805,0	37257,5	37806,3	37578,3	38127,0
28219,6	28662,4	28047,3	28490,1	28264,0	28706,8
13313,2	13236,8	12907,2	12830,8	12983,5	12907,1
11060,5	11187,3	10619,0	10745,8	10674,2	10801,0
48879,7	49571,9	49036,7	49729,0	49451,0	50143,2
9005,2	9118,5	8521,2	8634,5	8550,9	8664,1
8502,6	8608,7	8016,8	8122,9	8045,4	8151,5
12539,1	12469,1	12201,1	12131,1	12318,2	12248,2
13034,0	12962,1	12704,2	12632,2	12826,2	12754,3
8522,5	8628,5	8036,8	8142,8	8065,4	8171,3
10639,3	10761,6	10350,8	10473,1	10497,7	10620,1
12983,6	12911,9	12680,2	12608,6	12818,2	12746,6
10972,0	11098,5	10566,0	10692,4	10642,3	10768,8
35532,6	36081,5	35647,2	36196,1	36035,9	36584,8
13039,8	12967,8	12721,2	12649,3	12850,1	12778,1
10890,8	11014,5	10543,5	10667,3	10655,2	10778,9
8956,1	8904,0	8511,1	8459,0	8564,1	8512,0
8520,3	8626,3	8085,9	8192,0	8145,3	8251,3
7760,0	7857,4	7272,5	7369,9	7300,0	7397,4
24462,7	24844,7	24423,6	24805,6	24720,1	25102,1
7572,3	7667,1	7095,5	7190,2	7129,3	7224,1
13054,3	12982,5	12746,0	12674,2	12881,1	12809,2
9283,4	9400,3	8859,7	8976,5	8925,4	9042,3
18491,7	18388,5	18351,9	18248,7	18588,1	18484,9
13131,1	13059,6	12864,6	12793,1	13024,7	12953,2
24485,4	24867,4	24454,0	24836,1	24755,2	25137,3
23889,5	24203,4	23850,4	24164,3	24146,9	24460,8
12457,2	12387,5	12148,9	12079,2	12284,0	12214,3
7596,7	7691,9	7126,2	7221,4	7163,9	7259,1

Tablica 40. Mase praznog opremljenog kontejnerskog broda (1/4)

1	2	3	4	5	6
Δ ST Sato+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Watson&Gilfillan + Δ SS	Δ ST Sato+ Δ OUT Schneekluth+ Δ M Watson&Gilfillan + Δ SS	Δ ST Sato+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Silver&Dawson + Δ SS	Δ ST Sato+ Δ OUT Schneekluth+ Δ M Silver&Dawson + Δ SS	Δ ST Sato+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Barrass + Δ SS	Δ ST Sato+ Δ OUT Schneekluth+ Δ M Barrass + Δ SS
50019,0	50465,2	48426,5	48872,7	49368,4	49814,7
76580,1	77169,0	74417,4	75006,3	76077,9	76666,8
46591,3	47009,5	44996,4	45414,6	45940,5	46358,7
8043,4	8252,3	8121,2	8330,2	7906,4	8115,4
17069,2	17373,6	15996,6	16301,0	16642,4	16946,8
4622,9	4751,6	4725,2	4853,9	4531,0	4659,6
71580,4	72143,4	69532,2	70095,2	71011,4	71574,4
13294,3	13582,5	13057,3	13345,5	13052,1	13340,4
6039,5	6202,5	6141,8	6304,8	5947,5	6110,5
37889,4	38270,7	36487,7	36868,9	37286,1	37667,4
38799,5	39182,7	37639,3	38022,5	38365,3	38748,5
50873,5	51322,3	49215,1	49663,9	50459,5	50908,3
72101,7	72662,8	70249,1	70810,2	71709,5	72270,6
12133,6	12383,8	11752,1	12002,3	11944,3	12194,5
30649,3	31131,7	29233,2	29715,6	29999,4	30481,9
20760,1	21147,2	20091,8	20478,8	20372,8	20759,9
16580,7	16899,3	15844,0	16162,6	16018,1	16336,7
41397,5	41783,1	39867,6	40253,2	40973,8	41359,4
30765,9	31250,1	29569,5	30053,7	30160,1	30644,3
51487,9	51936,7	49572,2	50021,0	51069,1	51517,9
20813,8	21200,9	20073,6	20460,7	20332,0	20719,1
13192,1	13473,8	12798,4	13080,0	13061,0	13342,7
16763,8	17080,6	15847,5	16164,3	16151,9	16468,7
47962,7	48384,5	46345,9	46767,7	48204,4	48626,2
31286,0	31768,4	29718,9	30201,4	30698,8	31181,2
6026,7	6193,6	6129,0	6295,9	5934,7	6101,6
48098,4	48520,1	46481,6	46903,3	48340,1	48761,8
15916,8	16199,6	15222,6	15505,5	15817,4	16100,3
40885,2	41262,7	39304,4	39681,8	41035,4	41412,8
50847,3	51270,5	49230,5	49653,7	51089,0	51512,2

Mase praznog opremljenog kontejnerskog broda (2/4)

7	8	9	10	11	12
ΔST Sato+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Murirosmith + ΔSS	ΔST Sato+ΔOUT Schneekluth+ΔM Murirosmith + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Watson&Gilfillan + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Schneekluth+ΔM Watson&Gilfillan + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Silver&Dawson + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Schneekluth+ΔM Silver&Dawson + ΔSS
50253,6	50699,8	48320,8	48767,0	46728,3	47174,5
77394,3	77983,1	68897,4	69486,2	66734,7	67323,5
46827,0	47245,1	45570,1	45988,2	43975,2	44393,3
8097,6	8306,5	11035,7	11244,6	11113,6	11322,5
17349,9	17654,3	19613,5	19917,9	18541,0	18845,4
4734,4	4863,1	6779,1	6907,8	6881,4	7010,1
72218,9	72781,9	64849,8	65412,8	62801,7	63364,7
13369,1	13657,3	16530,0	16818,2	16293,0	16581,2
6151,0	6314,0	8072,4	8235,4	8174,7	8337,7
38085,2	38466,5	38757,7	39138,9	37355,9	37737,2
39120,9	39504,1	38235,1	38618,3	37074,9	37458,1
51526,1	51974,9	49549,6	49998,4	47891,2	48340,0
72905,8	73466,9	61366,5	61927,6	59514,0	60075,1
12379,6	12629,8	14363,1	14613,3	13981,7	14231,9
30779,2	31261,6	32952,8	33435,3	31536,7	32019,2
20861,4	21248,5	26051,3	26438,4	25382,9	25770,0
16442,6	16761,1	20236,9	20555,5	19500,2	19818,8
41957,6	42343,2	31944,2	32329,8	30414,3	30799,9
30834,4	31318,6	32695,0	33179,1	31498,5	31982,7
52287,2	52736,0	49359,8	49808,6	47444,0	47892,8
20807,0	21194,1	26105,0	26492,1	25364,8	25751,9
13538,6	13820,2	16401,7	16683,3	16007,9	16289,6
16654,6	16971,3	19835,7	20152,5	18919,4	19236,1
49639,5	50061,3	46713,8	47135,6	45097,0	45518,8
31606,6	32089,1	33270,1	33752,6	31703,1	32185,6
6138,2	6305,1	8231,3	8398,2	8333,6	8500,5
49775,2	50196,9	46709,3	47131,1	45092,6	45514,3
16494,3	16777,2	18300,5	18583,3	17606,3	17889,2
42394,0	42771,4	39399,8	39777,2	37819,0	38196,4
52524,1	52947,3	38440,9	38864,2	36824,1	37247,4

Mase praznog opremljenog kontejnerskog broda (3/4)

13	14	15	16	17	18
Δ ST Harvald&Jensen+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Barrass + Δ SS	Δ ST Harvald&Jensen+ Δ OUT Schneekluth+ Δ M Barrass + Δ SS	Δ ST Harvald&Jensen+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Murirosmith + Δ SS	Δ ST Harvald&Jensen+ Δ OUT Schneekluth+ Δ M Murirosmith + Δ SS	Δ ST Watson&Gilfillan+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Watson&Gilfillan + Δ SS	Δ ST Watson&Gilfillan+ Δ OUT Schneekluth+ Δ M Watson&Gilfillan + Δ SS
47670,2	48116,4	48555,3	49001,6	50981,8	51428,0
68395,2	68984,0	69711,5	70300,4	70492,4	71081,3
44919,3	45337,5	45805,8	46223,9	48142,6	48560,7
10898,8	11107,7	11089,9	11298,8	12103,6	12312,5
19186,8	19491,2	19894,3	20198,7	21653,1	21957,5
6687,2	6815,8	6890,6	7019,3	7371,2	7499,8
64280,8	64843,9	65488,4	66051,4	67356,8	67919,8
16287,8	16576,1	16604,8	16893,0	18103,7	18392,0
7980,4	8143,4	8183,9	8346,9	9022,8	9185,8
38154,4	38535,7	38953,5	39334,8	41241,3	41622,5
37800,9	38184,1	38556,5	38939,7	40957,7	41340,9
49135,5	49584,3	50202,2	50651,0	52051,7	52500,5
60974,4	61535,5	62170,6	62731,7	65281,3	65842,4
14173,9	14424,1	14609,2	14859,4	16135,2	16385,4
32303,0	32785,4	33082,7	33565,2	35279,5	35762,0
25664,0	26051,1	26152,6	26539,7	27328,1	27715,2
19674,3	19992,9	20098,8	20417,3	21885,7	22204,2
31520,5	31906,1	32504,3	32889,9	38179,7	38565,3
32089,1	32573,3	32763,5	33247,7	35027,7	35511,9
48940,9	49389,7	50159,1	50607,9	52142,0	52590,8
25623,1	26010,2	26098,2	26485,3	27381,3	27768,4
16270,6	16552,2	16748,1	17029,8	17947,3	18229,0
19223,8	19540,5	19726,4	20043,2	21677,9	21994,7
46955,5	47377,3	48390,6	48812,4	49493,9	49915,6
32682,9	33165,4	33590,8	34073,3	35554,6	36037,1
8139,3	8306,2	8342,8	8509,7	9126,6	9293,5
46951,1	47372,8	48386,2	48807,9	49468,5	49890,3
18201,1	18484,0	18878,0	19160,9	20283,2	20566,1
39550,0	39927,4	40908,6	41286,0	42760,1	43137,5
38682,6	39105,9	40117,7	40541,0	44924,0	45347,2

Mase praznog opremljenog kontejnerskog broda (4/4)

19	20	21	22	23	24
ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Silver&Dawson + ΔSS	ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Schneekluth+ΔM Silver&Dawson + ΔSS	ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Barrass + ΔSS	ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Schneekluth+ΔM Barrass + ΔSS	ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Murirosmith+ ΔSS	ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Schneekluth+ΔM Murirosmith + ΔSS
49389,3	49835,5	50331,2	50777,5	51216,4	51662,6
68329,7	68918,6	69990,2	70579,1	71306,5	71895,4
46547,7	46965,8	47491,8	47910,0	48378,3	48796,4
12181,5	12390,4	11966,7	12175,6	12157,8	12366,7
20580,5	20884,9	21226,4	21530,8	21933,9	22238,3
7473,5	7602,1	7279,2	7407,8	7482,7	7611,3
65308,6	65871,6	66787,8	67350,8	67995,3	68558,3
17866,7	18155,0	17861,6	18149,9	18178,5	18466,8
9125,1	9288,1	8930,9	9093,9	9134,3	9297,3
39839,5	40220,8	40638,0	41019,3	41437,1	41818,3
39797,5	40180,7	40523,5	40906,7	41279,2	41662,3
50393,4	50842,2	51637,7	52086,5	52704,4	53153,2
63428,7	63989,8	64889,1	65450,2	66085,4	66646,5
15753,8	16004,0	15945,9	16196,1	16381,3	16631,4
33863,4	34345,8	34629,6	35112,1	35409,4	35891,8
26659,8	27046,8	26940,8	27327,9	27429,4	27816,5
21149,0	21467,5	21323,1	21641,6	21747,5	22066,1
36649,8	37035,4	37756,0	38141,6	38739,8	39125,4
33831,3	34315,5	34421,9	34906,0	35096,2	35580,4
50226,3	50675,1	51723,2	52172,0	52941,3	53390,1
26641,1	27028,2	26899,4	27286,5	27374,5	27761,6
17553,6	17835,3	17816,2	18097,9	18293,8	18575,5
20761,5	21078,3	21066,0	21382,7	21568,6	21885,4
47877,1	48298,8	49735,6	50157,3	51170,7	51592,4
33987,6	34470,0	34967,4	35449,9	35875,3	36357,7
9228,9	9395,8	9034,7	9201,6	9238,1	9405,0
47851,8	48273,5	49710,3	50132,0	51145,4	51567,1
19589,0	19871,9	20183,9	20466,8	20860,8	21143,7
41179,3	41556,7	42910,3	43287,7	44268,9	44646,3
43307,2	43730,4	45165,7	45588,9	46600,8	47024,0

Tablica 41. Mase praznog opremljenog tankera (1/4)

1	2	3	4	5	6
Δ ST Sato+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Watson&Gilfillan + Δ SS	Δ ST Sato+ Δ OUT Schneekluth+ Δ M Watson&Gilfillan + Δ SS	Δ ST Sato+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Silver&Dawson + Δ SS	Δ ST Sato+ Δ OUT Schneekluth+ Δ M Silver&Dawson + Δ SS	Δ ST Sato+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Barrass + Δ SS	Δ ST Sato+ Δ OUT Schneekluth+ Δ M Barrass + Δ SS
23522,3	22943,3	23410,9	22831,8	23249,2	22670,2
7100,6	7199,7	7462,1	7561,2	6992,4	7091,5
49362,1	48431,9	48478,8	47548,5	48731,1	47800,9
18639,0	17654,5	18708,1	17723,6	18404,8	17420,3
6696,8	6794,6	7109,3	7207,1	6638,8	6736,6
13232,3	12468,9	13176,3	12412,9	13045,8	12282,4
11328,9	10663,7	11435,8	10770,6	11214,0	10548,7
7501,2	7598,2	7535,2	7632,2	7249,6	7346,6
48959,2	48018,7	48212,8	47272,3	48433,6	47493,1
18718,2	17734,9	18744,0	17760,6	18483,1	17499,8
18643,6	17662,8	18739,8	17758,9	18527,8	17546,9
46439,5	45521,8	45865,3	44947,6	46015,3	45097,6
11401,4	10730,2	11425,0	10753,8	11150,7	10479,5
6980,2	7078,3	7272,6	7370,7	6878,3	6976,3
32384,8	31712,4	30052,9	29380,5	31832,7	31160,4
1561,5	1544,7	2417,2	2400,3	1835,1	1818,3
47589,3	46671,9	46964,4	46047,0	46873,6	45956,2
7185,7	7285,4	7573,2	7673,0	7142,8	7242,5
24206,8	23606,9	24014,3	23414,4	23828,6	23228,6
11783,5	11921,2	11846,4	11984,1	11585,5	11723,3
5872,8	5952,3	5960,6	6040,1	5675,0	5754,5
27873,0	27247,1	27084,6	26458,7	27765,8	27139,9
6801,6	6899,7	7148,3	7246,4	6738,7	6836,8
12306,2	12447,2	12392,8	12533,7	12131,9	12272,9
7028,9	7128,1	7365,9	7465,1	6973,3	7072,5
26365,5	25773,6	25608,5	25016,6	26151,6	25559,7
27938,8	27312,2	27377,8	26751,3	27506,6	26880,0
6819,0	6918,1	7219,0	7318,1	6776,1	6875,2
24337,4	23735,5	24194,5	23592,6	24032,9	23430,9
2916,9	2890,4	3563,3	3536,7	3022,6	2996,1
24456,3	23854,3	24238,2	23636,3	24179,3	23577,4
25258,7	24637,3	25061,4	24439,9	24942,2	24320,7
24881,2	24270,5	24617,9	24007,2	24538,6	23927,9
25570,5	24943,5	25346,3	24719,3	25307,1	24680,1
6695,5	6793,5	7110,0	7208,0	6678,1	6776,1
24373,6	23771,7	24197,2	23595,2	24053,9	23452,0
6871,3	6969,4	7180,1	7278,2	6794,9	6893,1
47918,0	47006,0	46995,2	46083,2	47336,4	46424,4
47639,8	46730,6	46679,2	45770,1	47018,4	46109,2
11279,6	11403,1	11392,2	11515,8	11170,3	11293,9
28041,5	26859,5	26593,8	25411,8	27407,9	26225,9
6790,2	6887,6	7171,9	7269,3	6807,6	6905,1
28059,5	27432,9	27396,1	26769,5	27652,3	27025,8
47751,1	46839,1	46873,1	45961,1	47209,4	46297,4
18266,1	17293,4	18376,1	17403,4	18156,4	17183,6
2044,9	2026,9	2708,3	2690,4	2150,0	2132,0
27000,6	26404,3	25646,6	25050,2	26561,6	25965,2
18363,1	17390,4	18441,1	17468,4	18246,9	17274,2
3146,8	3118,7	3832,0	3803,9	3289,2	3261,2
24886,1	24308,9	24289,2	23711,9	24527,0	23949,8

Mase praznog opremljenog tankera (2/4)

7	8	9	10	11	12
ΔST Sato+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Murirosmith + ΔSS	ΔST Sato+ΔOUT Schneekluth+ΔM Murirosmith + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Watson&Gilfillan + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Schneekluth+ΔM Watson&Gilfillan + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Silver&Dawson + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Schneekluth+ΔM Silver&Dawson + ΔSS
23472,2	22893,2	25203,0	24624,0	25091,5	24512,5
7030,5	7129,7	9406,1	9505,2	9767,6	9866,7
49202,5	48272,3	49884,2	48954,0	49000,8	48070,6
18542,8	17558,3	20732,0	19747,5	20801,1	19816,6
6676,5	6774,3	9656,9	9754,7	10069,3	10167,2
13287,5	12524,1	17435,3	16671,9	17379,3	16615,9
11400,8	10735,6	15882,1	15216,9	15989,1	15323,8
7398,2	7495,2	11413,2	11510,2	11447,2	11544,3
48886,1	47945,6	49965,5	49025,0	49219,1	48278,6
18646,6	17663,3	21070,3	20087,0	21096,1	20112,8
18720,6	17739,7	20675,7	19694,9	20771,9	19791,0
46425,3	45507,6	47381,1	46463,4	46807,0	45889,3
11306,2	10635,0	16054,8	15383,6	16078,4	15407,2
6961,7	7059,7	10640,5	10738,5	10932,9	11030,9
33220,7	32548,3	35999,6	35327,3	33667,7	32995,4
1805,9	1789,0	2384,7	2367,8	3240,4	3223,5
47139,1	46221,7	47360,6	46443,2	46735,8	45818,4
7204,5	7304,2	9314,8	9414,6	9702,4	9802,1
24037,1	23437,2	25761,8	25161,9	25569,4	24969,4
11749,0	11886,8	16616,5	16754,2	16679,4	16817,1
5823,6	5903,1	8929,6	9009,1	9017,3	9096,9
28494,6	27868,7	31477,3	30851,4	30688,9	30062,9
6813,0	6911,0	10607,2	10705,2	10953,9	11051,9
12295,4	12436,4	16947,1	17088,0	17033,6	17174,5
7057,8	7157,0	10100,5	10199,7	10437,6	10536,8
26797,5	26205,6	29468,8	28876,9	28711,8	28119,9
27903,8	27277,3	30440,8	29814,3	29879,9	29253,4
6830,4	6929,5	10632,7	10731,9	11032,8	11131,9
24255,9	23653,9	25811,8	25209,8	25668,9	25067,0
3018,3	2991,7	4414,6	4388,0	5060,9	5034,4
24463,9	23862,0	26330,0	25728,0	26111,9	25510,0
25190,7	24569,2	26871,4	26249,9	26674,0	26052,5
24811,0	24200,3	26811,0	26200,3	26547,7	25937,0
25603,7	24976,7	26964,4	26337,4	26740,2	26113,2
6739,0	6837,0	10803,4	10901,4	11217,9	11315,9
24288,0	23686,0	26043,9	25442,0	25867,5	25265,6
6883,8	6982,0	10664,8	10762,9	10973,6	11071,7
47861,2	46949,2	49066,0	48154,0	48143,1	47231,1
47541,8	46632,7	48954,1	48045,0	47993,6	47084,4
11357,2	11480,8	14176,9	14300,5	14289,6	14413,2
28216,3	27034,3	32030,8	30848,8	30583,1	29401,1
6909,1	7006,5	10489,0	10586,5	10870,7	10968,2
28126,1	27499,5	30657,6	30031,0	29994,2	29367,6
47731,2	46819,2	49021,1	48109,1	48143,1	47231,1
18344,5	17371,8	20692,1	19719,4	20802,1	19829,4
2135,0	2117,0	2715,9	2697,9	3379,3	3361,4
27430,6	26834,2	30578,0	29981,6	29223,9	28627,5
18450,3	17477,6	20476,3	19503,5	20554,3	19581,5
3283,6	3255,5	4622,6	4594,5	5307,8	5279,7
24989,7	24412,5	28440,0	27862,7	27843,0	27265,8

Mase praznog opremljenog tankera (3/4)

13	14	15	16	17	18
ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Barrass + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Schneekluth+ΔM Barrass + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Murirosmith + ΔSS	ΔST Harvald&Jensen+ΔOUT Schneekluth+ΔM Murirosmith + ΔSS	ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Watson&Gilfillan+ΔM Watson&Gilfillan + ΔSS	ΔST Watson&Gilfillan+ΔOUT Schneekluth+ΔM Watson&Gilfillan + ΔSS
24929,9	24350,9	25152,9	24573,9	24413,1	23834,1
9297,9	9397,0	9336,0	9435,1	10497,3	10596,4
49253,2	48323,0	49724,6	48794,4	45269,1	44338,8
20497,8	19513,3	20635,8	19651,3	20569,6	19585,1
9598,8	9696,7	9636,5	9734,4	9488,9	9586,7
17248,8	16485,4	17490,5	16727,1	16681,7	15918,3
15767,2	15102,0	15954,1	15288,8	15004,3	14339,0
11161,6	11258,6	11310,2	11407,3	10782,8	10879,9
49440,0	48499,5	49892,5	48952,0	45652,5	44712,0
20835,2	19851,9	20998,7	20015,4	20663,9	19680,6
20559,9	19579,0	20752,7	19771,8	20445,4	19464,5
46957,0	46039,3	47367,0	46449,3	43552,0	42634,3
15804,2	15133,0	15959,6	15288,4	15259,5	14588,3
10538,5	10636,6	10621,9	10720,0	11124,5	11222,6
35447,6	34775,2	36835,5	36163,2	33720,1	33047,8
2658,3	2641,4	2629,1	2612,2	2466,0	2449,1
46644,9	45727,5	46910,4	45993,0	43404,5	42487,1
9271,9	9371,7	9333,6	9433,4	10496,1	10595,9
25383,6	24783,7	25592,2	24992,2	25098,1	24498,1
16418,6	16556,3	16582,1	16719,8	15603,2	15740,9
8731,7	8811,2	8880,3	8959,9	8633,9	8713,4
31370,1	30744,2	32098,9	31472,9	29577,4	28951,5
10544,3	10642,3	10618,5	10716,6	10026,7	10124,7
16772,8	16913,7	16936,3	17077,2	16021,0	16161,9
10045,0	10144,2	10129,5	10228,6	10926,7	11025,9
29254,9	28663,0	29900,8	29308,9	27909,4	27317,5
30008,6	29382,1	30405,9	29779,4	28871,6	28245,0
10589,9	10689,0	10644,2	10743,3	11142,0	11241,1
25507,2	24905,3	25730,2	25128,3	25169,3	24567,3
4520,3	4493,8	4515,9	4489,4	4482,5	4456,0
26053,0	25451,1	26337,6	25735,7	25472,1	24870,2
26554,8	25933,4	26803,3	26181,9	26158,1	25536,7
26468,3	25857,6	26740,7	26130,1	25841,6	25230,9
26701,1	26074,1	26997,6	26370,6	26260,2	25633,2
10786,0	10884,0	10846,9	10944,9	11123,6	11221,6
25724,2	25122,3	25958,3	25356,4	25286,3	24684,4
10588,4	10686,6	10677,3	10775,5	11136,9	11235,0
48484,4	47572,4	49009,1	48097,1	44253,1	43341,1
48332,7	47423,5	48856,2	47947,0	44120,6	43211,4
14067,7	14191,3	14254,6	14378,2	13988,4	14112,0
31397,2	30215,2	32205,6	31023,6	29967,2	28785,2
10506,5	10603,9	10607,9	10705,4	10962,1	11059,5
30250,4	29623,9	30724,2	30097,6	29097,7	28471,2
48479,4	47567,4	49001,2	48089,2	44208,0	43296,0
20582,3	19609,6	20770,5	19797,8	20293,9	19321,2
2821,0	2803,0	2806,0	2788,0	3180,0	3162,1
30138,9	29542,5	31007,9	30411,5	28802,4	28206,0
20360,0	19387,3	20563,5	19590,7	20239,6	19266,9
4765,1	4737,0	4759,4	4731,3	4757,4	4729,3
28080,9	27503,6	28543,6	27966,3	26863,9	26286,7

Mase praznog opremljenog tankera (4/4)

19	20	21	22	23	24
Δ ST Watson&Gilfillan+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Silver&Dawson + Δ SS	Δ ST Watson&Gilfillan+ Δ OUT Schneckluth+ Δ M Silver&Dawson + Δ SS	Δ ST Watson&Gilfillan+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Barrass + Δ SS	Δ ST Watson&Gilfillan+ Δ OUT Schneckluth+ Δ M Barrass + Δ SS	Δ ST Watson&Gilfillan+ Δ OUT Watson&Gilfillan+ Δ M Murirosmith+ Δ SS	Δ ST Watson&Gilfillan+ Δ OUT Schneckluth+ Δ M Murirosmith + Δ SS
24301,7	23722,7	24140,0	23561,0	24363,0	23784,0
10858,8	10957,9	10389,1	10488,2	10427,2	10526,4
44385,7	43455,5	44638,1	43707,9	45109,5	44179,3
20638,8	19654,3	20335,4	19350,9	20473,4	19488,9
9901,3	9999,2	9430,8	9528,7	9468,5	9566,4
16625,7	15862,3	16495,2	15731,8	16736,9	15973,5
15111,2	14445,9	14889,3	14224,1	15076,2	14410,9
10816,9	10913,9	10531,2	10628,2	10679,9	10776,9
44906,2	43965,7	45127,0	44186,5	45579,5	44639,0
20689,6	19706,3	20428,8	19445,5	20592,3	19609,0
20541,5	19560,7	20329,5	19348,6	20522,3	19541,4
42977,9	42060,2	43127,9	42210,2	43537,9	42620,2
15283,2	14612,0	15008,9	14337,7	15164,3	14493,1
11416,9	11515,0	11022,6	11120,6	11106,0	11204,0
31388,2	30715,9	33168,1	32495,7	34556,0	33883,7
3321,6	3304,8	2739,6	2722,7	2710,3	2693,5
42779,6	41862,2	42688,8	41771,4	42954,3	42036,9
10883,7	10983,4	10453,2	10553,0	10514,9	10614,7
24905,6	24305,6	24719,9	24119,9	24928,4	24328,4
15666,1	15803,8	15405,3	15543,0	15568,8	15706,5
8721,6	8801,1	8436,0	8515,5	8584,6	8664,1
28789,0	28163,1	29470,3	28844,3	30199,0	29573,1
10373,3	10471,4	9963,7	10061,8	10038,0	10136,0
16107,5	16248,4	15846,7	15987,6	16010,2	16151,1
11263,8	11363,0	10871,2	10970,4	10955,7	11054,8
27152,4	26560,5	27695,5	27103,6	28341,4	27749,5
28310,6	27684,1	28439,4	27812,9	28836,6	28210,1
11542,0	11641,1	11099,1	11198,2	11153,4	11252,5
25026,4	24424,4	24864,7	24262,8	25087,7	24485,8
5128,9	5102,3	4588,2	4561,7	4583,9	4557,3
25254,1	24652,2	25195,2	24593,2	25479,8	24877,9
25960,7	25339,3	25841,6	25220,1	26090,1	25468,6
25578,3	24967,6	25499,0	24888,3	25771,4	25160,7
26036,0	25409,0	25996,9	25369,9	26293,4	25666,4
11538,1	11636,1	11106,2	11204,2	11167,1	11265,1
25109,8	24507,9	24966,6	24364,7	25200,6	24598,7
11445,6	11543,8	11060,5	11158,6	11149,4	11247,6
43330,3	42418,3	43671,5	42759,5	44196,3	43284,3
43160,0	42250,9	43499,1	42590,0	44022,6	43113,5
14101,1	14224,6	13879,2	14002,8	14066,1	14189,6
28519,5	27337,5	29333,6	28151,6	30142,0	28960,0
11343,8	11441,2	10979,5	11077,0	11081,0	11178,4
28434,3	27807,8	28690,6	28064,0	29164,3	28537,8
43330,1	42418,1	43666,3	42754,3	44188,1	43276,1
20403,9	19431,1	20184,1	19211,4	20372,3	19399,5
3843,5	3825,5	3285,1	3267,2	3270,1	3252,2
27448,3	26852,0	28363,3	27767,0	29232,3	28636,0
20317,6	19344,9	20123,4	19150,6	20326,8	19354,1
5442,6	5414,6	4899,9	4871,8	4894,2	4866,2
26267,0	25689,7	26504,8	25927,6	26967,5	26390,3

Tablica 42. Omjeri masa brodova za prijevoz rasutog tereta

$\Delta ST/\Delta LS [\%]$	$\Delta OUT/\Delta LS [\%]$	$\Delta M/\Delta LS [\%]$
86,15	9,91	4,82
90,73	6,38	3,76
89,52	7,17	4,19
84,93	10,05	5,90
81,68	12,29	6,90
91,41	6,10	3,36
78,20	14,48	8,19
77,60	14,54	8,74
83,03	10,29	7,56
83,29	10,19	7,40
77,82	14,39	8,66
79,16	12,12	9,60
82,96	10,15	7,77
80,87	12,43	7,58
89,00	7,13	4,75
83,16	10,17	7,54
80,67	11,87	8,34
78,66	12,43	9,79
76,65	14,40	9,83
76,34	14,85	9,68
88,06	7,09	5,72
76,15	14,64	10,09
83,08	10,13	7,66
77,15	14,51	9,21
84,15	9,92	6,80
82,82	9,94	8,12
88,03	7,08	5,76
87,53	7,45	5,89
82,52	10,32	8,04
75,79	14,78	10,30

Tablica 43. Omjeri masa kontejnerskih brodova

$\Delta ST/\Delta LS[\%]$	$\Delta OUT/\Delta LS [\%]$	$\Delta M/\Delta LS [\%]$
83,92	13,06	5,05
85,54	12,06	4,42
83,65	13,00	5,37
71,47	17,81	12,74
75,04	15,55	11,43
63,49	17,71	20,82
85,31	12,26	4,46
75,52	16,76	9,74
65,60	18,89	17,53
82,07	13,95	6,01
82,00	14,13	5,89
83,77	12,81	5,44
84,46	12,89	4,68
72,57	16,95	12,51
80,50	14,49	7,03
80,40	14,45	7,17
77,66	15,48	8,89
76,49	17,33	8,20
80,88	14,56	6,58
83,16	12,93	5,93
80,46	14,46	7,11
74,07	16,67	11,28
76,44	15,86	9,73
82,35	12,79	6,89
80,06	14,42	7,54
65,86	18,97	17,20
82,34	12,79	6,89
75,01	15,22	11,80
80,44	13,64	7,94
77,87	15,71	8,44

Tablica 44. Omjeri masa tankera

$\Delta ST/\Delta LS$ [%]	$\Delta OUT/\Delta LS$ [%]	$\Delta M/\Delta LS$ [%]
82,18	10,37	5,84
74,78	15,67	7,93
85,04	8,43	4,92
79,57	13,32	5,49
75,74	14,98	7,67
77,38	12,19	8,81
78,43	11,64	8,31
75,33	12,66	10,39
85,14	8,49	4,75
79,43	13,07	5,88
78,69	13,20	6,50
85,00	8,73	4,65
79,11	11,74	7,53
76,11	13,62	8,65
73,73	8,22	16,43
60,05	20,26	18,08
86,09	8,81	3,49
73,69	15,77	8,93
82,31	10,56	5,51
78,69	12,26	7,44
71,94	13,21	13,23
78,83	8,78	10,77
76,45	13,63	8,31
78,82	12,28	7,28
74,83	14,45	9,11
78,99	8,92	10,47
82,02	9,28	7,08
77,09	13,74	7,55
82,14	10,54	5,70
67,13	18,56	12,69
81,59	10,30	6,49
82,09	10,44	5,85
81,88	10,29	6,22
81,41	10,46	6,51
77,40	13,33	7,65
82,12	10,45	5,82
76,01	13,56	8,81
84,58	8,38	5,42
84,58	8,38	5,42
76,29	12,79	9,30
76,43	10,25	11,71
75,50	13,56	9,33
81,21	9,19	7,99
84,60	8,38	5,40
78,90	13,08	6,41
59,24	20,21	18,93
76,79	8,66	12,93
78,41	13,21	6,76
67,82	18,63	11,94
80,83	9,11	8,45