

# Brod za rasuti teret s dvobokom nosivosti 25000 dwt

---

**Vučetić, Damira**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2016**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:889731>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-13**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Damira Vučetić**

Zagreb, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

Mentor:

Doc. dr. sc. Vedran Slapničar

Student:

Damira Vučetić

Zagreb, 2016.

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

Zahvaljujem se mentoru doc. dr. sc. Vedranu Slapničaru na sveobuhvatnoj pomoći i razumijevanju, te obitelji i radnim kolegama na podršci.

Damira Vučetić



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



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

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Damira Vučetić** Mat. br.: 0035104138

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **BROD ZA RASUTI TERET S DVOBOKOM NOSIVOSTI 25 000 DWT**

Naslov rada na engleskom jeziku: **25 000 DWT DOUBLE HULL BULK CARRIER**

Opis zadatka:

Potrebno je prikupiti podatke o novo izgrađenim suvremenim brodovima za rasuti teret građenim u svjetskim brodogradilištima te postojeću bazu podataka prekontrolirati, nadopuniti s novim podacima te sortirati po vrsti i nosivosti. Podatke iz nadopunjene baze prikazati dijagramima te pomoću regresijske analize prikazati zavisnosti odgovarajućim jednadžbama. Težište u regresijskoj analizi dati na pronalaženju zavisnosti volumena teretnog i balastnog prostora o glavnim značajkama broda.

Temeljem nadopunjene baze i novih regresijskih izraza osnovati brod za rasuti teret bez dvoboka nosivosti 25 000 t, brzine u službi  $v=13,0$  čv.

U skladu s najnovijim pravilima koja su stupila na snagu za brodove za rasuti teret H-CSR BC&OT osnovati brod za rasuti teret s dvobokom nosivosti 25 000 t i brzine u službi  $v=13,0$  čv. Projekt broda prikazati linijama, općim planom, planom kapaciteta, glavnim rebrom i kratkim tehničkim opisom. Također je potrebno za karakteristična stanja krcanja broda napraviti provjeru trima, stabiliteta i čvrstoće te analizirati probleme prekrcanja.

Zadatak zadan:

5. svibnja 2016.

Rok predaje rada:

7. srpnja 2016.

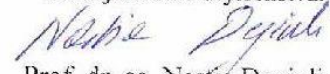
Predviđeni datumi obrane:

13., 14. i 15. srpnja 2016.

Zadatak zadao:

  
Doc. dr. sc. Vedran Slapničar

Predsjednica Povjerenstva:

  
Prof. dr. sc. Nastja Degiuli

## SADRŽAJ

POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS DIJAGRAMA .....	V
SAŽETAK.....	VII
SUMMARY .....	VIII
1. UVOD.....	1
1.1. Općenito o brodovima za prijevoz rasutog tereta.....	1
1.2. Flota brodova zadanog tipa broda .....	3
1.3. Rute plovidbe i luke ukrcaja i iskrcaja .....	4
1.4. Trenutne vozarine na tržištu brodova za prijevoz rasutih tereta .....	5
1.5. Gubici brodova za rasute terete .....	6
1.6. Brodovi za rasute terete i očuvanje okoliša.....	8
2. PREKRCAJ .....	9
2.1. Zahtjevi u pogledu operativne prikladnosti brodova za rasuti teret za ukrcaj i iskrcaj krutih rasutih tereta .....	13
2.2. Zahtjevi u pogledu prikladnosti terminala za ukrcaj i iskrcaj krutih rasutih tereta.....	13
2.3. Podaci koje zapovjednik broda mora pružiti terminalu.....	14
2.4. Dužnosti zapovjednika broda prije i za vrijeme postupaka ukrcaja odnosno iskrcaja ..	15
2.5. Podaci koje terminal mora dostaviti zapovjedniku broda .....	16
2.6. Dužnosti predstavnika terminala prije i za vrijeme postupaka ukrcaja odnosno iskrcaja .....	17
2.7. Eksploatacija zahtjevanog tipa broda .....	18
2.8. Prekrcajni uređaji za rasute terete .....	19
2.9. Brodovi samoiskrcavači .....	23
3. PRIKUPLJANJE I ANALIZA PODATAKA .....	24
3.1. Kreiranje tablice podataka.....	24
3.2. Regresijska analiza .....	49
3.3. Analiza rezultata regresijske analize .....	64
3.4. Prikaz regresijskih jednadžbi .....	64

4. PRELIMINARNO OSNIVANJE BRODA ZA RASUTI TERET BEZ DVOBOKA .....	66
4.1. Preliminarno određivanje glavnih izmjera .....	66
4.2. Proračun mase i položaja težišta po visini praznog opremljenog broda .....	67
5. OSNIVANJE BRODA ZA RASUTI TERET S DVOBOKOM .....	70
5.1. Određivanje glavnih značajki .....	70
5.2. Analiza projekta .....	70
5.2.1. Definiranje forme i proračun hidrostatskih vrijednosti .....	70
5.2.2. Proračun potrebne snage pogonskog stroja .....	75
5.2.3. Korekcija mase praznog opremljenog broda .....	80
5.2.4. Kontrola volumena skladišta tereta i balastnih tankova .....	81
5.3. Kontrola trima i stabiliteta .....	87
5.4. Tehnički opis .....	104
6. ZAKLJUČAK .....	108
LITERATURA .....	109
PRILOZI .....	110

**POPIS SLIKA**

Slika 1. Poprečni presjek broda za rasuti teret 40 000 DWT .....	1
Slika 2. Poprečni presjek broda za rasuti teret .....	2
Slika 3. Presjek skladišta broda za prijevoz rasutog tereta .....	2
Slika 4. Rute plovidbe .....	4
Slika 5. Luka Rotterdam.....	5
Slika 6. Potonuće broda.....	6
Slika 7. Prodor vode .....	7
Slika 8. Broj oštećenja bulk carriera po tipu .....	7
Slika 9. Pokretni mosni brodoukrcavača.....	20
Slika 10. Brodoiskrcavač za rad s grabilicom .....	20
Slika 11. Različite izvedbe grabilica za rasute terete .....	21
Slika 12. Uređaj za pneumatsko iskrcavanje rasutih tereta na tračnicama.....	21
Slika 13. Brodoiskrcavač za iskrcaj fosfata .....	22
Slika 14. Pneumatski elevator za ukrcaj i iskrcaj žitarica .....	22
Slika 15. Nacrt rebara (M 1:200) .....	72
Slika 16. Presjek projekta broda na glavnom rebru s dvobokom.....	84
Slika 17. Skica poprečnog presjeka skladišta SS i DS broda.....	86
Slika 18. Opći plan broda za rasuti teret s dvobokom (M 1:850) .....	106
Slika 19. Presjek na glavnom rebru (M 1:280) .....	107



---

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Tipovi brodova po vrsti i nosivosti .....	26
Tablica 2. Regresijske jednadžbe i koeficijenti korelacije za Bulk Carriere .....	64
Tablica 3. Hidrostatski podaci izračunati programom MaxsurfPro .....	73
Tablica 4. Očitavanja za izradu prognoznog dijagrama (POWER) .....	77
Tablica 5. Veličina prostora broda .....	83
Tablica 6. Volumeni skladišta tereta .....	84
Tablica 7. Volumeni tankova balasta .....	85
Tablica 8. Volumeni dvoboka .....	85
Tablica 9. Usporedba volumena prostora DS broda .....	85
Tablica 10. Usporedba volumena skladišnog prostora br.2 SS i DS broda za rasuti teret istovjetnih značajki i forme .....	87
Tablica 11. Centracija broda nakrcanog homogenim teretom i 100% zaliha .....	91
Tablica 12. Centracija broda nakrcanog homogenim teretom i 10% zaliha .....	93
Tablica 13. Centracija broda u balastu i 100% zaliha .....	95
Tablica 14. Centracija broda u balastu i 10% zaliha .....	97
Tablica 15. Centracija broda homogeno nakrcanog teškim teretom i 100% zaliha .....	99
Tablica 16. Centracija broda alternativno nakrcanog teškim teretom i 100% zaliha .....	101

**POPIS DIJAGRAMA**

Dijagram 1. Zavisnost koeficijenta istisnine o Froude-ovom broju .....	48
Dijagram 2. Zavisnost volumena skladišta o duljini broda između okomica za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	51
Dijagram 3. Zavisnost volumena skladišta o širini broda za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	51
Dijagram 4. Zavisnost volumena skladišta o visini broda za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	52
Dijagram 5. Zavisnost volumena skladišta o maksimalnom gazu broda za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	52
Dijagram 6. Zavisnost volumena skladišta o nosivosti broda na maksimalnom gazu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	53
Dijagram 7. Zavisnost volumena skladišta o istisnini broda na maksimalnom gazu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	53
Dijagram 8. Zavisnost volumena balastnih tankova o duljini broda između okomica za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	54
Dijagram 9. Zavisnost volumena balastnih tankova o širini broda za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	54
Dijagram 10. Zavisnost volumena balastnih tankova o visini broda za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	55
Dijagram 11. Zavisnost volumena balastnih tankova o maksimalnom gazu broda za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	55
Dijagram 12. Zavisnost volumena balastnih tankova o nosivosti broda na maksimalnom gazu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	56
Dijagram 13. Zavisnost volumena balastnih tankova o istisnini broda na maksimalnom gazu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	56
Dijagram 14. Zavisnost maksimalne snage stroja o volumenu skladišta tereta za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	57
Dijagram 15. Zavisnost koeficijenta istisnine o volumenu skladišta tereta za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	57
Dijagram 16. Zavisnost duljine broda između okomica o nosivosti na maksimalnom gazu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	58
Dijagram 17. Zavisnost širine broda o nosivosti na maksimalnom gazu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	58
Dijagram 18. Zavisnost visine broda o nosivosti na maksimalnom gazu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	59
Dijagram 19. Zavisnost maksimalnog gaza broda o nosivosti na maksimalnom gazu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	59
Dijagram 20. Zavisnost maksimalne snage stroja o nosivosti na maksimalnom gazu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	60
Dijagram 21. Zavisnost Froude-ovog broja o nosivosti na maksimalnom gazu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	60

---

Dijagram 22. Zavisnost koeficijenta iskoristivosti istisnine o nosivosti na maksimalnom gasu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	61
Dijagram 23. Zavisnost koeficijenta iskoristivosti istisnine o duljini broda između okomica za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	61
Dijagram 24. Zavisnost koeficijenta korisnosti volumena skladišta o nosivosti na maksimalnom gasu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	62
Dijagram 25. Zavisnost koeficijenta korisnosti volumena skladišta o duljini broda između okomica za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere.....	62
Dijagram 26. Zavisnost koeficijenta iskoristivosti istisnine o volumenu skladišta tereta za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	63
Dijagram 27. Zavisnost koeficijenta iskoristivosti istisnine o volumenu balastnih tankova za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere .....	63
Dijagram 28. Dijagramni list.....	74
Dijagram 29. Prognozni dijagram .....	78
Dijagram 30. KN – krivulje.....	90
Dijagram 31. Poluga stabiliteta za brod nakrcanog homogenim teretom i 100% zaliha .....	92
Dijagram 32. Poluga stabiliteta za brod nakrcanog homogenim teretom i 10% zaliha .....	94
Dijagram 33. Poluga stabiliteta za brod u balastu i 100% zaliha.....	96
Dijagram 34. Poluga stabiliteta za brod u balastu i 10% zaliha.....	98
Dijagram 35. Poluga stabiliteta za brod homogeno nakrcanog teškim teretom i 100% zaliha .....	100
Dijagram 36. Poluga stabiliteta za brod alternativno nakrcanim teškim teretom i 100% zaliha .....	102

**SAŽETAK**

Postojeća baza podataka nadopunjena je brodovima za rasuti teret izgrađenim u periodu od 2005. - 2016. godine. Napravljena je provjera zavisnosti glavnih značajki metodom regresijske analize koja je pokazala kako novogradnje slijede uhodane trendove gradnje tog tipa broda, a regresijske izraze je moguće koristiti u postupku ranog osnivanja broda za rasuti teret.

Težište u regresijskoj analizi dano je na pronalaženju zavisnosti volumena skladišnog i balastnog prostora o glavnim značajkama broda.

U radu je osnovan brod za rasuti teret s dvobokom od 25000dwt- a i brzine u službi od 13čv na temelju glavnih značajki broda bez dvoboka.

Provedena je analiza trima i stabiliteta za različita stanja krcanja. Analizirani su problemi koji se javljaju pri ukrcaju i iskrcaju, te navedena direktiva nadležnih organa.

Ključne riječi: brod za rasuti teret; dvobok; regresijska analiza

---

**SUMMARY**

The existing database has been completed with bulk carriers built in the period between the year 2005. and 2016. Regression analysis was used to check the dependence of the main characteristics, which has shown how new built ships follow well established trends in the building of such a ship type, and the regression results can be used in the early design of a bulk carrier.

The main point of the regression analysis was finding the dependence of the volume of the storage and ballast tanks on the main characteristics of the ship.

In this paper, a double sided 25 000 dwt bulk carrier was designed with the speed of 13 knots, on the basis of the main characteristics of a single sided ship.

Trim and stability analysis has been made for different loading conditions. Problems occurring while loading and unloading the ship have also been analyzed, and the directives of the competent authorities have been listed.

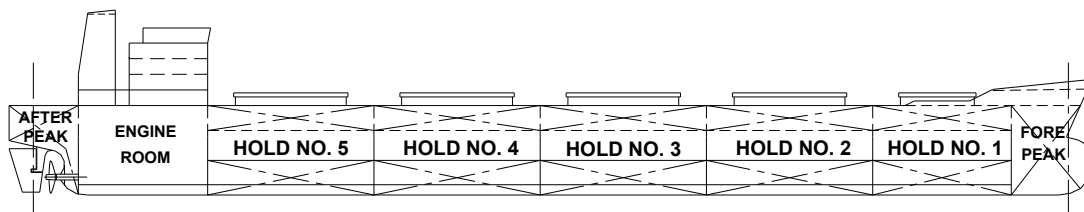
Key words: bulk carrier; double hull; regression analysis

# 1. UVOD

## 1.1. Općenito o brodovima za prijevoz rasutog tereta

Brodovi za prijevoz rasutog tereta (ili bulk carrieri) uobičajeno prevoze homogene rasute terete kao što su žito, rudača, ugljen, pšenica. Potrebno im je osigurati dobru uzdužnu čvrstoću koja je narušena velikim palubnim otvorima. Zato se pri njihovoj gradnji najčešće primjenjuje mješoviti sustav gradnje. Paluba i dvodno grade se prema uzdužnom sustavu gradnje s uzdužnim neprekinutim bočnim nosačima, rebrenicama i uzdužnjacima na dnu i unutarnjem opločanju dvodna, a bočna oplata prema poprečnom sustavu gradnje. Rebra na bočnoj oplati su obično holand profili, spojeni koljenima uz bočne potpalubne i uzvojne tankove. Proveze su izvedene tako da se na njima ne zadržavaju ostaci rasutog tereta.

Glavni prostori broda za prijevoz rasutog tereta



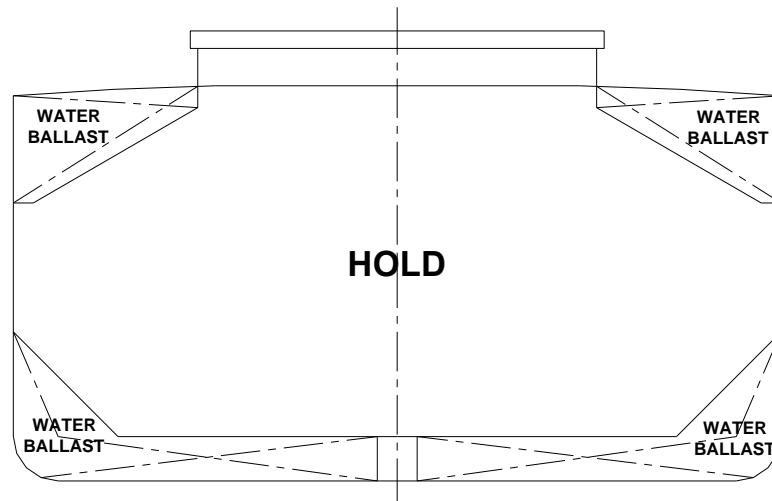
**Slika 1. Poprečni presjek broda za rasuti teret 40 000 DWT**

U pramčanom dijelu broda smješten je pramčani pik koji služi kao balastni tank. Prostor pramčanog pika je odijeljen od skladišnog prostora sudarnom pregradom čiju udaljenost od pramčane okomice propisuje registar.

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

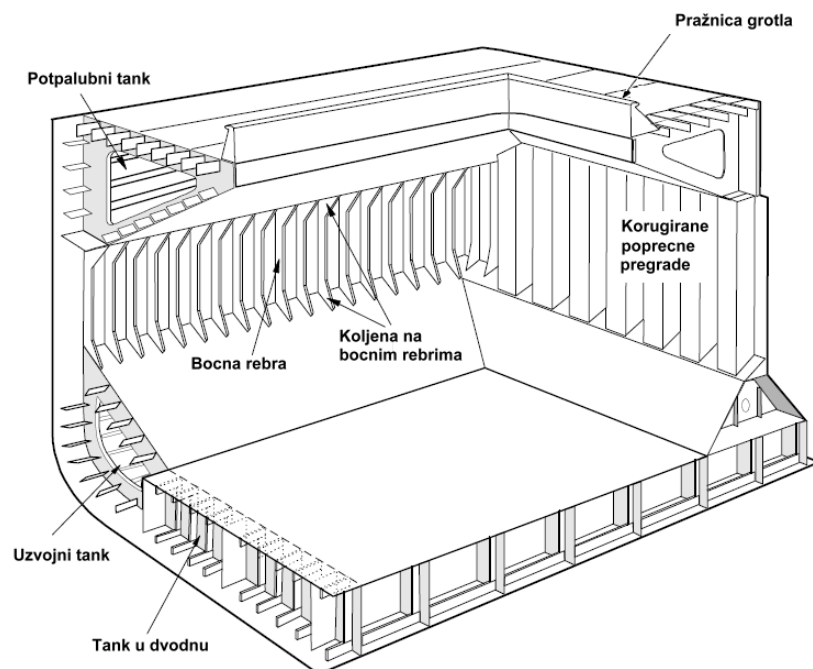
U krmenom dijelu nalaze se strojarnica i krmeni pik, međusobno odvojeni krmenom nepropusnom pregradom. Kao i pramčani, krmeni pik služi za krcanje balasta.

Preko cijele dužine broda (od krmene do pramčane pregrade) proteže se dvodno koje, u području ispod skladišta, služi kao balastni prostor.



**Slika 2. Poprečni presjek broda za rasuti teret**

Kao što se vidi iz slike 2., dvodno se na bokovima nastavlja na uzvojne tankove. Karakteristični elementi prostora broda za rasuti teret su bočni potpalubni tankovi koji imaju dvojaku ulogu. S jedne strane, njihov prostor se koristi za krcanje balasta, a s druge strane služe za smanjenje utjecaja slobodnih površina.[1]



**Slika 3. Presjek skladišta broda za prijevoz rasutog tereta**

Na slici 3. je prikazan presjek tipičnog skladišta za teret broda za prijevoz rasutog tereta. Potpalubni bočni tankovi pune se uobičajeno morem kad brod plovi u balastu. Ti isti tankovi također svojom konstrukcijom smanjuju slobodnu površinu sipkog tereta koja može ugroziti stabilitet broda pri nemirnom moru.

Razmak poprečnih elemenata u bočnim tankovima odgovara razmacima poprečnih elemenata u skladištima koja se protežu od pokrova dvodna i gornjeg opločenja bočnih uzvojnih tankova do palube, donjeg opločenja potpalubnih tankova te do gornje pražnice palube. Pokrov dvodna i bočni uzvojni tankovi također se uobičajeno pune morem kad brod plovi u balastu

## 1.2. Flota brodova zadanog tipa broda

Brodovi za rasute terete dijele se prema nosivosti:

VLBC	- nosivost 205000-320000 tdw
Cape-Size	- nosivost 80000-170000 tdw
Panamax	- nosivost 60000-80000 tdw
Handymax	- nosivost 35000-55000 tdw
Handysize	- nosivost 10000-35000 tdw.
Small	- nosivost do 10000 dwt

Svjetska knjiga narudžbi i dalje nastavlja rasti (trend koji je započeo u 2013.) nakon prethodnih 5 godina pada; trenutno je u narudžbi 6.371 brod sa oko 112 milijuna cgt-a (oko 18 % aktualne svjetske flote brodova).

Količina novougovorenih brodova u 2014. bila je veća za oko 2 milijuna cgt-a, u usporedbi s istim periodom 2013. (prva tri kvartala), odnosno ugovoreno je 2.105 brodova s oko 36 milijuna cgt-a.

Količina isporučenih brodova u istom periodu nešto je manja, odnosno isporučeno je 28,4 milijuna cgt-a brodovlja, što ukazuje na trend smanjene potražnje za novim brodovima, odnosno stagnaciju svjetskog tržišta.

Kina je na prvom mjestu po broju novougovorenih brodova i njihovoj ukupnoj vrijednosti (po prvi put je na prvom mjestu pretekla J.Koreju).

Europska brodogradilišta po vrijednosti novougovorenih brodova drže 3.mjesto s oko 19 % (14,1 milijardi USD), odnosno 12 % svjetske Knjige narudžbi (38 milijardi USD). [2]

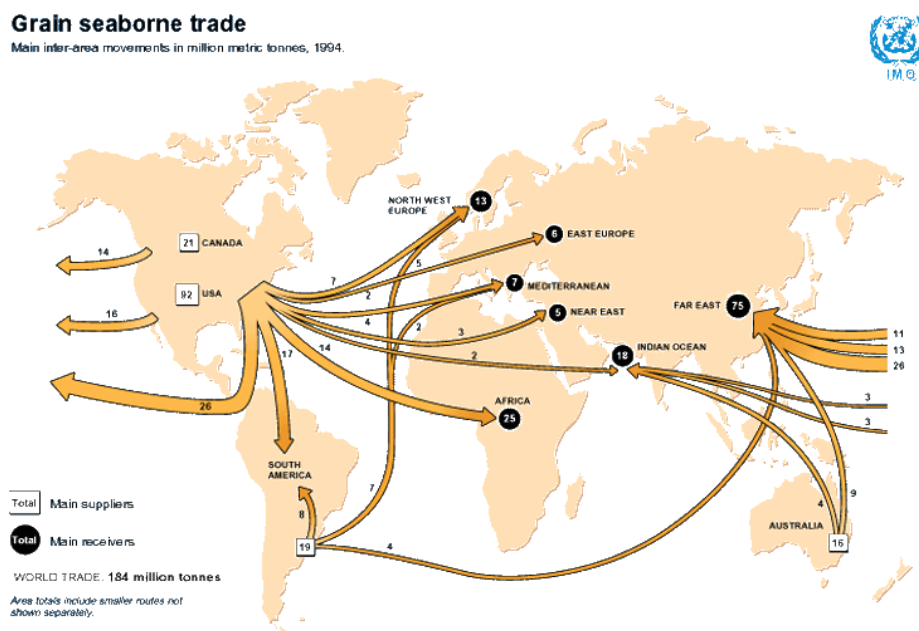


U Svjetskoj knjizi narudžbi od ukupno 1.958 bulkcarriera, sa oko 163 milijuna tdw (oko 21 % aktualne flote) je:

- 351 je „Capesize“ (100.000 tdw +) – oko 22 % aktualne flote „Capesize“ brodova,
- 400 „Panamax“ (65.000 – 100.000 tdw) – oko 17 % aktualne flote „Panamax“ brodova, te
- 644 „Handymax“ (40.000 – 65.000 tdw) – oko 27 % aktualne flote „Handymax“ brodova.

### 1.3. Rute plovidbe i luke ukrcaja i iskrcaja

Putove prijevoza žita širom svijeta ilustrira slijedeći dijagram:



Slika 4. Rute plovidbe

Panamax bulk carrieri opslužuju slijedeće rute:

- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| Ruta 1a: KONTINENT / DALEKI ISTOK | Ruta 3: DALEKI ISTOK / KONTINENT |
| Ruta 1b: BALTIK / DALEKI ISTOK    | Ruta 4a: KONTINENT / US GULF     |
| Ruta 2: TRANSPACIFIC RV           | Ruta 4b: US GULF / KONTINENT     |

Da bi se teret mogao ukrcati i iskrcati, u lukama moraju postojati terminali s odgovarajućim uređajima. Danas postoji cijeli niz raznih uređaja za što učinkovitiji ukrcaj i iskrcaj rasutih tereta čiji je razvoj omogućio da teretni uređaji na brodovima za rasute terete postaju sve rjeđa pojava. Nake najveće luke za ukrcaj i iskrcaj suhog rasutog tereta:

- Rotterdam, Nizozemska (90+ mt)
- Port Hedland, Zapadna Australija (61 mt)
- Port Dampier, Zap. Australija (90 mt)
- Beilun, Kina (45 mt)
- Richards Bay, Južna Afrika (80 mt)
- Amsterdam, Nizozemska (43 mt)
- Pohang, Južna Koreja (75 mt)
- Baoshan, Kina (40 mt)
- Tubarao, Brazil (65-67 mt)
- Dalrymple Bay Coal Terminal, Australija (40mt)



**Slika 5. Luka Rotterdam**

#### **1.4. Trenutne vozarine na tržištu brodova za prijevoz rasutih tereta**

Na tržištu brodova za rasuti teret, cijene novih brodova su u padu i manje su za oko 2,7 % u odnosu na studeni 2014.; najveći pad je zabilježen kod Handymax brodova (62.000 tdw) – 3,3%.

Vojarine za bulkcarriere su u posljednjih šest mjeseci 2016. godine u padu, te su trenutno na nivou od oko 7.500 USD/dan za Handysize, 8.500 USD/dan za Supramax, 10.000 USD/dan za Panamax i 12.000 USD/dan za Capesize.

Visine vozarina su promjenjive i ovise o trenutnom stanju na tržištu. U handymax sektoru vojarine u posljednje vrijeme imaju trend laganog pada, ali su uglavnom stabilnije, dok su u capesize sektoru uočljive vrlo velike oscilacije. Najveći utjecaj na potražnju novih brodova uz rast vozarina uvjetuje opće stanje flote, njezina zamjena i potražnja uzrokovana povećanjem potreba za prijevozom. [3]

## 1.5. Gubici brodova za rasute terete

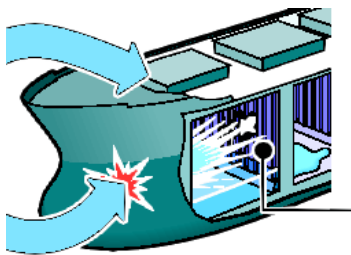
Tragični gubici zbog nesreća kod broda za rasute terete potaknula su mnoge u pomorskoj industriji da istraže mogućnosti modifikacije projekta kako bi unaprijedili sigurnost i spriječili daljnje gubitke. 1997. godine pooštreni su zahtjevi za siguran prijevoz željezne rude i drugih tereta visoke gustoće s predstavljanjem kriterija za strukturalni opstanak i do danas se pomno istražuju. Akcije koje je poduzela Međunarodna pomorska organizacija pomogle su u rješavanju mnogih problema povezanih s prijevozom rasutog tereta, kao što su premještanje tereta i posljedični gubitak stabilnosti. Broj incidenata koji uključuju brodove za rasuti teret smanjen je tokom 1980-ih i mnogim se promatračima činilo da je osnovni problem sigurnosti brodova za rasuti teret bio riješen. Tada, 1990. godine, dramatično se preokrenuo taj trend: 20 brodova za rasuti teret potonulo je skupa sa 94 izgubljenih života, a 1991. g., 24 broda je potonulo sa 154 poginulih.



**Slika 6. Potonuće broda**

Taj je razvoj bio tako dramatičan i neočekivan, da su širom pomorskog svijeta počela zvoniti zvona na uzbunu. Postalo je sve više očito da je mnogo izgubljenih brodova za rasuti teret, često bez traga, trpjelo od ozbiljnih konstrukcijskih oštećenja. U nekim slučajevima brodovi su se jednostavno slomili na dijelove poput slomljene olovke.

Analiza koju je izvršio Intercargo (International Association of Dry Cargo Shipowners ili Međunarodno udruženje za vlasnike brodova za suhi teret) o gubicima kod brodova za rasuti teret pokazala je da je u 30 slučajeva uzrok bio oštećenje oplata i prodor vode kroz trup. Svi drugi slučajevi zajedno krivi su za ostalih 76 potonuća. Mnogi od tih brodova su već bili stari (više od polovice svjetske flote brodova za rasuti teret je starije od 15 godina, a jedna je trećina starija od 20 godina.) i pretrpjeli su razna oštećenja na konstrukciji. IACS analiza (International Association of Classification Societies-Međunarodno udruženje organizacija za klasifikaciju) pronašla je da se poslije naplavlivanja u prednjem skladištu, pregrada između tog skladišta i susjednog skladišta može urušiti zbog tlaka tereta i vode, i dovesti tako do progresivnog naplavlivanja i potonuća.



Slika 7. Prodor vode

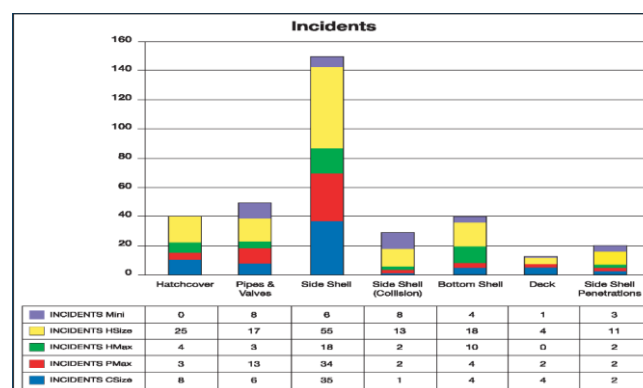
Kada jednom prednji skladište poplavi, brod će vjerojatno pretrpjeti potpuni gubitak, i prema nekim procjenama, poplavljeno skladište odgovorno je za 40% gubitka rasutog tereta (na prvom mjestu).

Voda obično ulazi u skladište br. 1 kroz neispravan poklopac grotla, koliziju, korodiranu oplatu trupa ili zbog drugog razloga.

Težina vode i tereta u skladištu br. 1 prisiljava poprečnu vodonepropusnu pregradu na urušavanje. Skladište broj 2 puni se vodom, a čim su skladišta br. 1 i br. 2 naplavljena, brod tone.

U vremenskom razdoblju od 1982. do 2001., oštećenje trupa koje je dovelo do potonuća konvencionalnog broda za rasuti tereta odgovorno je u otprilike 72 zabilježena gubitka. Za vrijeme istog vremensko razdoblja, prijavljen je gubitak jednog broda za rasuti teret s dvostrukom oplatom. Popucala ili oštećena bočna oplata vodeći je uzrok gubitaka broda za rasuti teret. Podaci su potkrepljeni studijom koja se provodila za Međunarodnu pomorsku organizaciju (IMO) te je dostavljena Pomorskom povjerenstvu za sigurnost (MSC) pri Ujedinjenoj Kraljevini (Velika Britanija i Sjeverna Irska) u ožujku 2002. godine.

IMO Rezolucija MSC.19(58), "Regulations for the Damage Stability Requirements of Dry Cargo Ships" postala je važeća 1 veljače 1992, kao dopuna International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 (SOLAS). [4]



Slika 8. Broj oštećenja bulk carriera po tipu

## 1.6. Brodovi za rasute terete i očuvanje okoliša

Propisana izmjena balastne vode na otvorenom moru predstavlja riskantan potez za brodove za rasuti teret, jer djeluje na njihovu stabilnost, kao i na uzdužnu čvrstoću.

IMO ("Međunarodna pomorska organizacija") je prihvatila Međunarodnu konvenciju o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama i talozima. Iako Konvencija neće stupiti na snagu sve dok ne bude ratificirana od strane 30 država koje predstavljaju 35% svjetske trgovačke tonaže brodova, Sjedinjene američke države i Australija već su predstavile nacionalno zakonodavstvo kako bi spriječile neželjene posjetitelje u vodi - i tu ekološki problem postaje ekonomski važan. Na kraju, procjenjuje se da će svaki drugi trgovački brod posjetiti neku američku luku najmanje jedanput tokom svog životnog vijeka, a državni će lučki inspektori zahtijevati će dokaze o usklađenosti s Mandatornim programom o upravljanju balastnim vodama za američke vode. Od sada nadalje su vlasnici brodova dobro savjetovani da planiraju poseban prostor u strojarnici i adekvatnu opskrbu energijom za prilagođavanje sustavu tretiranja balastnih voda.

U drugom poglavlju analiziran je prekrcaj i regulative koje se na nj odnose.

U trećem poglavlju prikupljeni su noviji podaci o izgrađenim brodovima za rasuti teret, dopunjena postojeća baza podataka i analizirana metodom regresije. Cilj je usporediti regresijske izraze međusobnih zavisnosti glavnih značajki, posebno one koje daju zavisnost volumena skladišta tereta i balastnih tankova o glavnim značajkama broda kao što su duljina, širina, visina, gaz, nosivost i istisnina.

Budući projektiranje broda temeljem regresijskih jednadžbi predstavlja alternativu postojećim metodama osnivanja broda, u četvrtom poglavlju provjerena je primjenjivost novih regresijskih izraza preliminarnim osnivanjem broda za rasuti teret bez dvoboka.

U petom poglavlju osnovan je brod za rasuti teret s dvobokom. Utvrđene su razlike u volumenima prostora.

## 2. PREKRCAJ

Zbog velikog broja pomorskih nesreća u kojima su sudjelovali brodovi za rasuti teret i s time povezanih gubitaka ljudskih života, poduzetete su mjere za poboljšanje sigurnosti u pomorskom prometu u okviru zajedničke prometne politike.

Ocjena uzroka nezgoda brodova za rasuti teret ukazuje da ukrcaj i iskrcaj krutih rasutih tereta može, ako se ne provodi ispravno, dovesti do gubitka brodova za rasuti teret, zbog preopterećenja brodske strukture ili zbog mehaničkih oštećenja elemenata strukture broda u skladištima tereta. Zaštita sigurnosti brodova za rasuti teret može se povećati usvajanjem mjera za smanjenje rizika od strukturnih oštećenja i gubitaka nastalih zbog neispravnih postupaka pri ukrcaju i iskrcaju.

Međunarodna pomorska organizacija je na međunarodnoj razini, putem brojnih rezolucija skupštine, usvojila preporuke o sigurnosti brodova za rasuti teret koje se tiču općenitih pitanja vezanih uz odnose brod - luka i posebno pitanja u pogledu postupaka ukrcaja i iskrcaja.

Skupština IMO-a je Rezolucijom usvojila Kodeks za siguran ukrcaj i iskrcaj brodova za rasuti teret („Kodeks BLU“) i time pozvala ugovorne vlade na provedbu ovog Kodeksa što je prije moguće, te na izvješćivanje IMO-a o bilo kakvoj nesukladnosti. Ovom Rezolucijom IMO nadalje poziva ugovorne vlade, na čijim se područjima nalaze terminali za ukrcaj i iskrcaj krutog rasutog tereta, na uvođenje zakona kojima bi se omogućilo stupanje na snagu ključnih načela potrebnih za provedbu ovog Kodeksa.

Sigurnost brodova za rasuti teret i njihovih posada može se poboljšati smanjivanjem rizika od neispravnog ukrcaja i iskrcaja na terminalima za suhi rasuti teret. To se može provesti uspostavljanjem usklađenih postupaka suradnje i komunikacije između broda i terminala kao i utvrđivanjem prikladnih zahtjeva za brodove i terminale.

Brodovi za rasuti teret koji pristaju na terminalima radi ukrcaja ili iskrcaja krutih rasutih tereta moraju za to biti primjereni. Isto tako, terminali moraju biti primjereni za prihvat i ukrcaj ili iskrcaj pristiglih brodova za rasuti teret. U tu su svrhu u Kodeksu BLU utvrđeni kriteriji primjerenosti.

Terminali moraju, u interesu povećanja suradnje i komunikacije sa zapovjednikom broda o pitanjima koja se odnose na ukrcaj i iskrcaj krutih rasutih tereta, imenovati predstavnika

terminala odgovornog za te aktivnosti na terminalu i knjige podataka sa zahtjevima terminala i luke staviti na raspolaganje zapovjednicima.

Kako bi se osigurala pažljiva priprema, dogovor i izvođenje postupaka ukrcaja i iskrcaja tako da se izbjegne ugrožavanje sigurnosti broda ili posade, treba utvrditi odgovornosti zapovjednika broda i predstavnika terminala.

Predstavnici terminala trebaju izvijestiti o uočenim nedostacima na brodovima za rasuti teret koji bi mogli dovesti u pitanje sigurnost operacija ukrcaja ili iskrcaja, kako bi brodove koji su ispod standardne razine udaljili od svojih luka.

Nadležna tijela država članica nužno trebaju spriječiti ili zaustaviti postupke ukrcaja ili iskrcaja uvijek kada imaju jasne naznake da se ovim postupcima ugrožava sigurnost broda ili posade. U interesu sigurnosti, tijela moraju djelovati i u slučaju nesuglasja između zapovjednika i predstavnika terminala oko primjene ovih postupaka.

Potrebno je utvrditi postupke za prijavu šteta, nastalih na brodovima za vrijeme postupaka ukrcaja ili iskrcaja, odgovarajućim tijelima kao što su relevantna klasifikacijska društva, kao i postupke za otklanjanje štete ako je potrebno. Ako bi nastala šteta mogla utjecati na sigurnost ili pomorstvenost broda, odluku o nužnosti i hitnoći popravaka donose tijela za državni nadzor luka u dogovoru s upravom države pod čijom zastavom brod plovi. S obzirom na tehničku stručnost potrebnu za donošenje takve odluke, nadležna tijela bi morala imati pravo obratiti se priznatoj organizaciji radi provjere štete i savjetovanja u vezi s potrebom za bilo kakvim popravcima.

Od državnih lučkih uprava zahtijeva se da dostave potvrdu o udovoljavanju terminala za ukrcaj i iskrcaj krutih rasutih tereta kodeksima i preporukama IMO-a o suradnji brod - obala

#### *Odgovornosti zapovjednika broda i predstavnika terminala:*

Države članice donose potrebna rješenja kako bi osigurale poštovanje i primjenu sljedećih načela koja se tiču odgovornosti zapovjednika broda i predstavnika terminala:

1. Odgovornosti zapovjednika broda:
  - (a) zapovjednik je u svakom trenutku odgovoran za siguran ukrcaj i iskrcaj broda za rasuti teret pod njegovim zapovjedništvom;

- (b) dovoljno prije procijenjenog vremena dolaska broda na terminal, zapovjednik dostavlja terminalu potrebne podatke;
  - (c) prije ukrcaja bilo kakvog krutog rasutog tereta, zapovjednik osigurava primitak podataka o teretu i prema potrebi, deklaraciju o gustoći krutog rasutog tereta. Ovaj se podatak mora nalaziti u obrascu deklaracije o teretu;
2. Odgovornosti predstavnika terminala:
- (a) predstavnik terminala mora provjeriti je li zapovjednik broda što je prije moguće bio upoznat s podacima sadržanim u obrascu deklaracije o teretu;
  - (b) predstavnik terminala bez odlaganja obavješćuje zapovjednika broda i nadležnu lučku kapetaniju, o nedostacima uočenim na brodu za rasuti teret koji bi mogli ugroziti sigurnost ukrcaja ili iskrcaja krutih rasutih tereta;

*Postupci između brodova za rasuti teret i terminala:*

1. Prije ukrcaja ili iskrcaja krutih rasutih tereta, zapovjednik se dogovara s predstavnikom terminala o planu ukrcaja ili iskrcaja. Plan ukrcaja ili iskrcaja sadržava IMO broj dotičnog broda za rasuti teret, a zapovjednik broda i predstavnik terminala potvrđuju svoju suglasnost s planom potpisujući ga.  
Obje strane, pripremaju, prihvaćaju i usuglašuju se o svakoj izmjeni plana koja bi, prema mišljenju bilo koje od stranaka, mogla utjecati na sigurnost broda ili posade.  
Dogovoreni plan ukrcaja ili iskrcaja i sve sljedeće dogovorene revizije čuvaju se na brodu i terminalu tijekom razdoblja od šest mjeseci, radi bilo kakve potrebne provjere od strane nadležnih tijela.
2. Prije nego što ukrcaj ili iskrcaj započne, zapovjednik broda i predstavnik terminala zajedno ispunjavaju i potpisuju sigurnosnu kontrolnu listu brod/obala.
3. Uspostavlja se i u svakom trenutku održava učinkovita komunikacija između broda i terminala, koja omogućava odgovaranje na zahtjeve za podacima o postupku ukrcaja ili iskrcaja i osigurava trenutačno usklađivanje ako zapovjednik broda ili predstavnik terminala naredi zaustavljanje postupaka ukrcaja ili iskrcaja.



4. Zapovjednik broda i predstavnik terminala izvode postupke ukrcanja ili iskrcaja u skladu s dogovorenim planom. Predstavnik terminala odgovoran je za ukrcanj ili iskrcaj krutog rasutog tereta s obzirom na redosljed teretnih skladišta, količinu i stupanj ukrcanja ili iskrcaja kako je navedeno u tom planu. Ne smije odstupiti od dogovorenog plana ukrcanja ili iskrcaja, osim u slučaju prethodnog savjetovanja i pismenog dogovora sa zapovjednikom broda.
2. Po završetku ukrcanja ili iskrcaja, zapovjednik broda i predstavnik terminala u obliku pismene suglasnosti potvrđuju da je ukrcanj ili iskrcaj izveden u skladu s planom ukrcanja ili iskrcaja, uključujući i sve dogovorene izmjene. U slučaju iskrcaja, ta suglasnost mora sadržavati i bilješku o tome da su skladišta tereta ispražnjena i očišćena prema zahtjevima zapovjednika kao i zapisnik o štetama koje je brod pretrpio te o obavljenim popravcima.

#### *Uloga nadležnih tijela:*

Države članice osiguravaju da njihova nadležna tijela spriječe ili zaustave ukrcanj ili iskrcaj krutih rasutih tereta uvijek kada postoje jasne naznake da bi tim postupcima mogla biti ugrožena sigurnost broda ili posade.

U slučajevima kada se nadležno tijelo obavijesti o nesuglasju između zapovjednika broda i predstavnika terminala u vezi s primjenom postupaka, nadležno tijelo intervenira kada se to zahtjeva u interesu sigurnosti i/ili morskoga okoliša.

#### *Popratak štete nastale za vrijeme ukrcanja ili iskrcaja:*

Ako za vrijeme ukrcanja ili iskrcaja nastupi oštećenje brodske strukture ili opreme, predstavnik terminala o tome obavješćuje zapovjednika broda i oštećenje se, ako je potrebno, popravlja.

Ako bi šteta mogla nepovoljno utjecati na strukturnu nosivost ili vodonepropusnost trupa ili brodske glavne strojne sustave, predstavnik terminala i/ili zapovjednik broda o tome obavješćuju upravu države pod čijom zastavom brod plovi ili organizaciju koju ta uprava priznaje i koja djeluje u njezino ime, kao i tijelo za državni nadzor luka. Odluku o tome, je li popratak nužno provesti odmah ili ga se može odgoditi, donosi tijelo za državni nadzor luka, vodeći računa o mišljenju, ako je dano, uprave države pod čijom zastavom brod plovi ili organizacije koju ta uprava priznaje i koja djeluje u njezino ime, te o mišljenju zapovjednika

broda. Ako se smatra da popravak treba izvesti odmah, on se izvodi prema zahtjevima zapovjednika broda i nadležnog tijela prije nego što brod napusti luku.

Pri donošenju odluke tijelo za državni nadzor luka može na priznatu organizaciju preusmjeriti aktivnosti u vezi s pregledom štete i savjetovanja o potrebi izvođenja popravaka ili njihovog odgađanja.

### **2.1. Zahtjevi u pogledu operativne prikladnosti brodova za rasuti teret za ukrcaj i iskrcaj krutih rasutih tereta**

Brodovi za rasuti teret koji na terminalima država članica pristaju radi ukrcaja ili iskrcaja krutih rasutih tereta provjeravaju se s obzirom na udovoljavanje sljedećim zahtjevima.

Moraju imati skladišta tereta i otvore grotala dovoljne veličine i takve izvedbe koja omogućuje zadovoljavajući način ukrcaja, skladištenja, dobrog raspoređivanja i iskrcaja krutog rasutog tereta.

1. Grotla teretnih skladišta moraju imati brojeve koji odgovaraju onima iz plana ukrcaja odnosno iskrcaja. Smještaj, veličina i boja ovih brojeva moraju biti jasno vidljivi i prepoznatljivi osobi koja upravlja opremom terminala za ukrcaj ili iskrcaj tereta.
2. Grotla, sustavi upravljanja grotlima i sigurnosni uređaji moraju biti u dobrom stanju i moraju se upotrebljavati samo u svrhu za koju su namijenjeni.
3. Svjetla za indicaciju nagiba, ako su ugrađena, moraju se ispitati prije ukrcaja ili iskrcaja kako bi se dokazala njihova ispravnost.
4. Ako se zahtijeva odobreno računalo za proračun stabiliteta na brodu, to računalo mora biti certificirano i mora imati mogućnost izrade proračuna naprežanja za vrijeme ukrcaja ili iskrcaja.
5. Pogonski i pomoćni strojevi moraju biti u dobrom stanju.
6. Palubna oprema za vez i sidrenje mora biti ispravna i u dobrom stanju.

### **2.2. Zahtjevi u pogledu prikladnosti terminala za ukrcaj i iskrcaj krutih rasutih tereta**

Terminali za ukrcaj ili iskrcaj krutih rasutih tereta prihvaćaju samo one brodove za rasuti teret koji mogu na siguran način pristati uz uređaje za ukrcaj ili iskrcaj, uzimajući u obzir dubinu vode na pristaništu, najveću veličinu broda, uređaje za vez, bokoštitnike, siguran prilaz i moguće prepreke za postupke ukrcaja ili iskrcaja.

Oprema za ukrcaj i iskrcaj terminala mora biti ispravno certificirana i mora se održavati u dobrom stanju, u skladu s odgovarajućim pravilima i normama, a njome može upravljati jedino ispravno osposobljeno i, prema potrebi, certificirano osoblje.

Osoblje terminala mora biti osposobljeno u pogledu svih aspekata sigurnog ukrcaja i iskrcaja brodova za rasuti teret, u skladu s njihovim odgovornostima. Osposobljavanje mora biti osmišljeno tako da osigura upoznavanje s općim rizicima ukrcaja i iskrcaja krutih rasutih tereta te s nepovoljnim učincima koje nepravilni postupci ukrcaja i iskrcaja mogu imati na sigurnost broda.

### **2.3. Podaci koje zapovjednik broda mora pružiti terminalu**

Zapovjednik broda mora procijeniti vrijeme dolaska broda pred luku, što je ranije moguće.

Pri prvoj obavijesti o vremenu dolaska treba dati:

- (a) ime, pozivni znak, IMO broj, zastavu, luku upisa;
- (b) plan ukrcaja ili iskrcaja u kojem se navodi količina tereta, smještaj po skladištima, redoslijed ukrcaja ili iskrcaja te količina ukrcajne ili iskrcajne rate u svim fazama ukrcaja ili iskrcaja tereta;
- (c) gaz pri dolasku i predviđeni gaz u odlasku;
- (d) vrijeme potrebno za balastiranje ili debalastiranje;
- (e) duljina broda preko svega, maksimalna širina, duljina teretnog područja od prednje pražnice najudaljenijeg prednjeg grotla do stražnje pražnice krajnjeg stražnjeg grotla u koje će se teret krcati ili će se iz njega iskrcevati;
- (f) udaljenost od vodne linije do grotla koje će se prvo krcati odnosno iskrcevati te udaljenost od boka broda do otvora grotla;
- (g) zračni gaz;
- (h) broj i vrsta užadi za vez;
- (i) posebni zahtjevi kao što su zahtjev za dobrim raspoređivanjem ili neprekidnim mjerenjem udjela vode u teretu;

- (j) pojedivosti o svim potrebnim popravcima koji mogu produljiti vrijeme na vezu, odgoditi početak ukrcaja ili iskrcaja, ili mogu odgoditi otplovljavanje broda po završetku ukrcaja ili iskrcaja;
- (k) bilo koji drugi podatak koji u vezi broda zahtijeva terminal.

## **2.4. Dužnosti zapovjednika broda prije i za vrijeme postupaka ukrcaja odnosno iskrcaja**

Prije, kao i za vrijeme postupaka ukrcaja ili iskrcaja zapovjednik treba osigurati:

1. da je ukrcaj ili iskrcaj tereta te ispuštanje ili uzimanje balastne vode pod kontrolom odgovornog brodskog časnika koji je za to zadužen;
2. da se tijekom postupka ukrcaja ili iskrcaja nadgleda razmještaj tereta i balasta kako bi se osiguralo da ne dođe do prenaprezanja strukture broda;
3. da je brod u uspravnom položaju, ili ako se iz operativnih razloga zahtjeva nagib, da taj nagib bude što je manji mogući;
4. da je brod stalno u sigurnom vezu, uzimajući u obzir lokalne vremenske prilike i prognoze;
5. da dovoljan broj časnika i posade ostane na brodu radi prilagođavanja užadi za vez, ili zbog bilo koje uobičajene ili izvanredne situacije, uzimajući u obzir potrebe posade za dostatnim vremenom za odmor kako bi se izbjegao umor;
6. da je predstavnik terminala upoznat sa zahtjevima dobrog raspoređivanja tereta, koji moraju biti usklađeni s postupcima iz Kodeksa IMO-a o sigurnom postupanju s krutim teretima u rasutom stanju;
7. da je predstavnik terminala upoznat sa zahtjevima za usklađivanjem količina debalastiranja ili balastiranja i ukrcaja odnosno iskrcaja tereta broda te s bilo kakvim odstupanjem od plana debalastiranja ili balastiranja ili s bilo kojom drugom pojedinošću koja može utjecati na ukrcaj ili iskrcaj tereta;
8. da se balast ispušta u količinama koje odgovaraju dogovorenom planu ukrcaja i ne dovode do naplavlivanja gata ili susjednog plovila;
9. dogovor s predstavnikom terminala oko aktivnosti koje treba poduzeti u slučaju kiše, ili druge promjene vremena, kada bi zbog prirode tereta takva promjena mogla predstavljati rizik;

10. da se u vrijeme dok je brod privezan u pristaništu ne provode nikakvi radovi s otvorenim plamenom na brodu ili u njegovoj blizini, osim uz dozvolu predstavnika terminala i u skladu sa svim zahtjevima nadležnoga tijela;
11. detaljno nadgledanje postupaka ukrcaja ili iskrcaja i samoga broda u završnim fazama ukrcaja odnosno iskrcaja;
12. da se odmah upozori predstavnika terminala u slučaju da je postupak ukrcaja ili iskrcaja uzrokovao štetu, proizveo rizičnu situaciju ili postoji opasnost da do toga dođe;
13. da je predstavnik terminala upoznat s vremenom početka završnog raspoređivanja tereta broda kako bi se omogućilo potpuno pražnjenje konvejskog sustava;
14. da se iskrcavanje skladišta na lijevoj strani broda približno podudara s iskrcavanjem istoga skladišta na desnoj strani, kako bi se izbjeglo uvijanje brodske strukture;
15. da se kod balastiranja jednog ili više skladišta vodi računa o mogućnosti ispuštanja zapaljivih para iz skladišta te da se poduzmu mjere predostrožnosti prije nego što se dozvole bilo kakvi radovi s otvorenim plamenom u blizini ili iznad ovih skladišta.

## **2.5. Podaci koje terminal mora dostaviti zapovjedniku broda**

Podaci koje terminal dostavlja zapovjedniku broda su sljedeći:

- ime veza na kojem će se provesti ukrcaj ili iskrcaj i procijenjeno trajanje veza te vrijeme završetka ukrcaja ili iskrcaja .
- značajke opreme za ukrcaj ili iskrcaj, uključujući nominalnu vrijednost količine ukrcaja ili iskrcaja terminala kao i broj ruku za ukrcaj odnosno iskrcaj, kao i procijenjeno vrijeme potrebno za dovršetak svakog pojedinog ukrcaja tereta ili, u slučaju iskrcaja, procijenjeno vrijeme za svaku fazu iskrcaja.
- minimalna dubina vode u području sidrišta i kanala za prilaz i odlazak.
- strana broda koja mora biti okrenuta uzdužno prema vezu.
- najveća dopuštena brzina prilaza lukobranu te raspoloživost, vrsta i snaga tegljača.

- redosljed krcanja za različite dijelove tereta, kao i druga ograničenja ako nije moguće uzimati teret onim redom ili iz onih skladišta kako bi to odgovaralo za brod.
- sva svojstva tereta koji se krca, koja mogu predstavljati rizik u slučaju kontakta s teretom ili ostacima tereta na brodu.
- potrebna užad za vez.
- ograničenja u vezi s balastiranjem ili debalastiranjem.
- najveći dozvoljeni gaz pri isplovljavanju koji dopušta nadležno tijelo.
- bilo koji drugi podatak u vezi s terminalom koji traži zapovjednik broda.

## **2.6. Dužnosti predstavnika terminala prije i za vrijeme postupaka ukrcaja odnosno iskrcaja**

Prije početka, kao i za vrijeme postupaka ukrcaja ili iskrcaja predstavnik terminala treba:

1. zapovjedniku broda pružiti podatke o imenima i postupcima za kontaktiranje osoblja terminala ili zastupnika osobe za ukrcaj koji će biti odgovoran za postupak ukrcaja ili iskrcaja i s kojim će zapovjednik biti u kontaktu;
2. poduzeti mjere predostrožnosti za izbjegavanje štete koju bi oprema za ukrcaj ili iskrcaj mogla proizvesti na brodu te obavijestiti zapovjednika ako do štete dođe;
3. osigurati uspravan položaj broda, ili ako je iz operativnih razloga potreban nagib, taj nagib mora biti što je manji mogući;
4. osigurati da se iskrcavanje skladišta na lijevoj strani broda približno podudara s iskrcavanjem istoga skladišta na desnoj strani, kako bi se izbjeglo uvijanje brodske strukture;
5. u slučaju tereta visokih gustoća, ili kada su pojedinačni zahvati tereta veliki, upozoriti zapovjednika da može doći do visokih, lokaliziranih opterećenja na brodsku strukturu sve dok teret u potpunosti ne prekrije pokrov dvodna, posebno kada je dozvoljeno slobodno ispuštanje tereta s velike visine i uz poseban se oprez provodi početna faza ukrcaja u svakom skladištu tereta;
6. osigurati dogovaranje sa zapovjednikom broda u svim fazama i u pogledu svih aspekata postupaka ukrcaja ili iskrcaja i pobrinuti se za upoznavanje zapovjednika sa svakom

- 
- izmjenom dogovorene količine ukrcaja i s ukrcanom težinom po završetku svakog usipavanja;
7. voditi evidenciju o težini i razmještanju ukrcanog ili iskrcanog tereta te osigurati da težine u skladištima ne odstupaju od dogovorenog plana ukrcaja ili iskrcaja;
  8. osigurati raspoređivanje tereta pri ukrcaju odnosno iskrcaju, prema zahtjevima zapovjednika;
  9. osigurati da količine tereta koje su potrebne za postizanje gaza i trima u odlasku omogućavaju da se po završetku ukrcaja potroši i isprazni sav teret s terminalskog konvejskog sustava;
  10. u slučaju iskrcaja, pravovremeno upozoriti zapovjednika da se namjerava povećati ili smanjiti broj korištenih ruku za iskrcaj te obavijestiti zapovjednika o završetku iskrcaja svakog skladišta;
  11. osigurati da se u vrijeme dok je brod privezan ne provode nikakvi radovi s otvorenim plamenom na brodu ili u njegovoj blizini, osim uz dozvolu predstavnika terminala i u skladu sa svim zahtjevima nadležnoga tijela. [15]

## **2.7. Eksploatacija zahtjevanog tipa broda**

Brodovi za rasuti teret imaju težak život, vjerojatno teži od bilo kojeg drugog tipa broda. Gotovo da niti jedna druga vrsta broda nije podložna takvim brutalnim svakodnevnim zahtjevima, naprezanju i deformaciji. S obzirom na sve moguće terete koje brod za rasuti teret mora prevoziti, mora se susretati s vrlo visokim standardima. Ukoliko vozi agresivne tvari, rizik od korozije mogao bi biti još veći. Mehaničko trošenje dijelova strukture u teretnom skladištu za vrijeme ukrcaja i iskrcaja tereta uvijek je izazov kod projektiranja kao i kod i gradnje brodova za rasuti teret.

Zato iznenađuje činjenica da još mnogi u pomorskoj industriji s brodovima za rasuti teret postupaju kao s jednostavnim radnim konjima, čak iako mnogobrojni vlasnici i operatori znaju iz gorkog iskustva kako oštećeni brod za rasuti teret može biti skup. Ako se pažljivije obrati pozornost na prekid u radu (downtime) koji rezultira iz takvih loših postupaka, ubrzo se uviđa da ovi "radni konji" stvarno zaslužuju pametno postupanje s njima, s obzirom da moraju ispuniti zahtjeve koji se pred njih postavljaju.



Homogeno opterećenje prikazano na slici obično se prihvaća za terete niske gustoće poput ugljena i žita, ali se također može dozvoliti i kod tereta visoke gustoće pod određenim uvjetima.

Tereti poput željezne rude ekstremno su teški i mogu vršiti strahovit pritisak na brodski trup.



Stoga se tereti poput željezne rude drže uobičajeno u alternativnim skladištima. Alternativno opterećenje može dovesti do smičnih tlakova



S druge strane, nejednoliko opterećenje može izazvati brod u "progibu" ili ga dovesti u stanje "pregiba". Također se stoga mora voditi računa o utjecajima utovara u dva susjedna skladišta (poznatim pod imenom Block loading) kao i o čvrstoći balastnog skladišta.



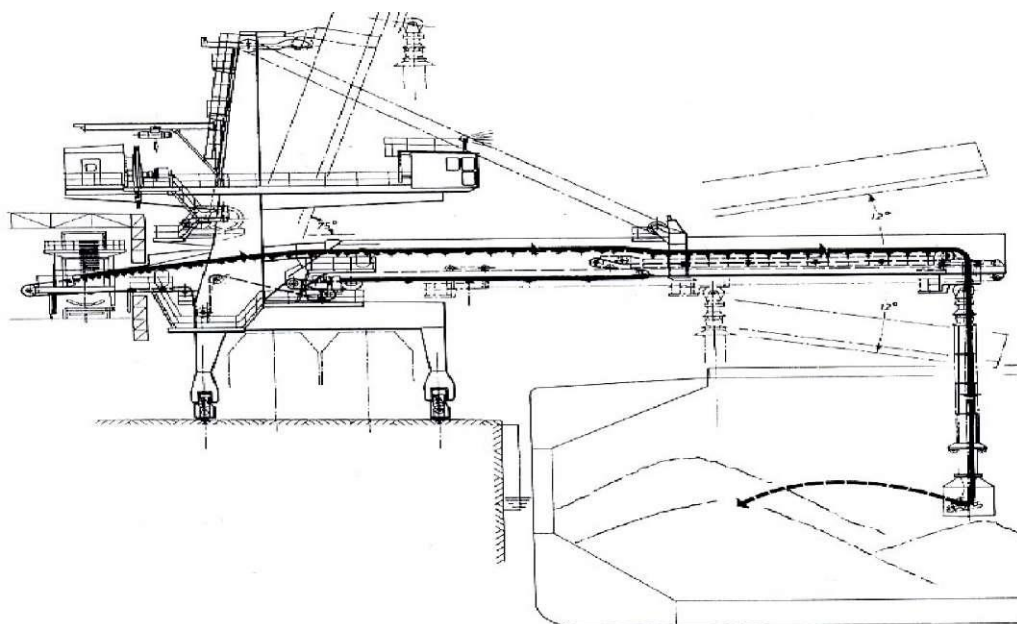
Kad brod pluta u mirnim vodama moglo bi doći do razlika u silama koje se vrše na trup, o čemu se mora voditi računa prilikom ukrcaja.

IACS standardi najčešće predstavljaju osnovne zahtjeve. Stroži standardi bolje bi osigurali brodove koji pouzdano rade tokom cijelog radnog vijeka. [16]

## 2.8. Prekrajni uređaji za rasute terete

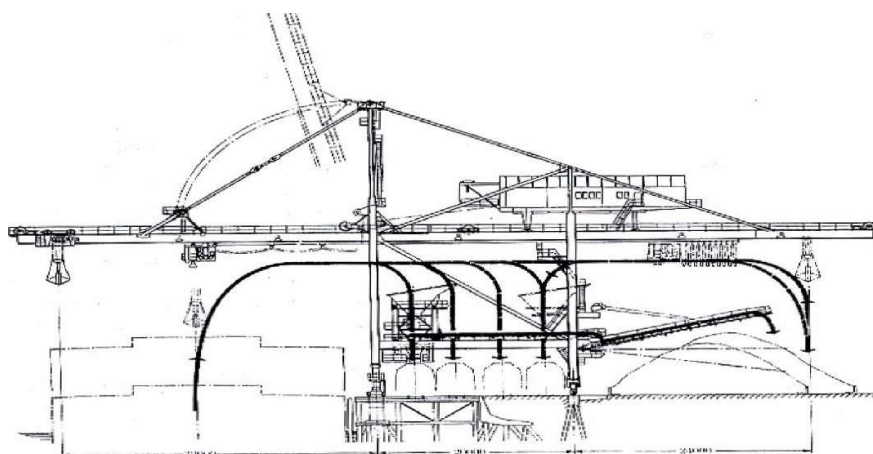
Pokretni mosni brodokrcavač je ukrajni uređaj smješten na postolju koje se kreće tračnicama. Teret iz kopnenog dijela terminala prenosi se s pomoću trakastih transportera do brodokrcavača, čiji je osnovni dio pomični dohvatnik s pokretnom trakom i usmjerivačem za pravilno raspoređivanje tereta u grotlu broda. Koristi se uglavnom na terminalima za ugljen i željeznu rudaču.



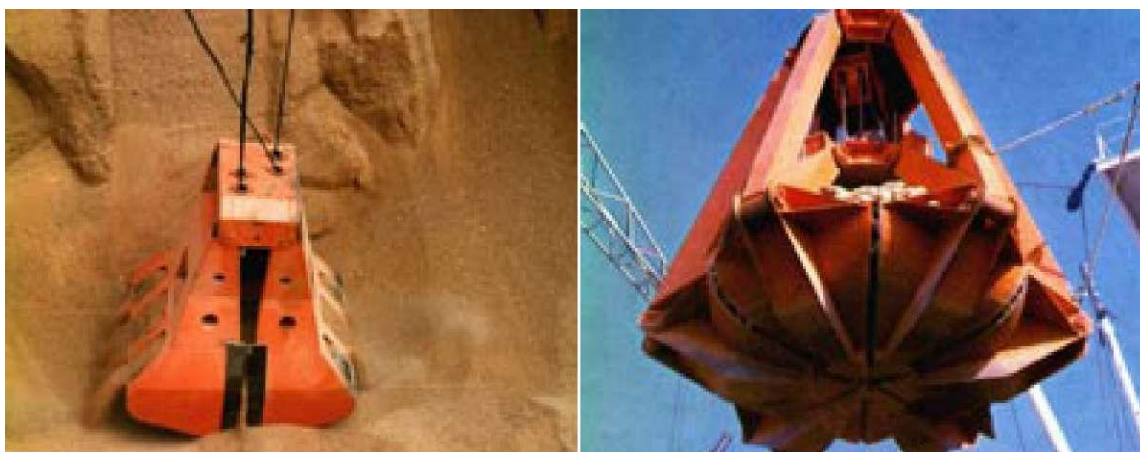


**Slika 9. Pokretni mosni brodoukrcavača**

Brodoiskrcavač za rad s grabilicom ima nosivost 100 do 600 [kN]. Za razliku od klasičnih dizalica s grabilicom gdje su učinci iskrcaja razmjerno mali, suvremeni brodoiskrcavači postižu visoke učinke iskrcaja do 3000 [t/h].



**Slika 10. Brodoiskrcavač za rad s grabilicom**



**Slika 11. Različite izvedbe grabilica za rasute terete**

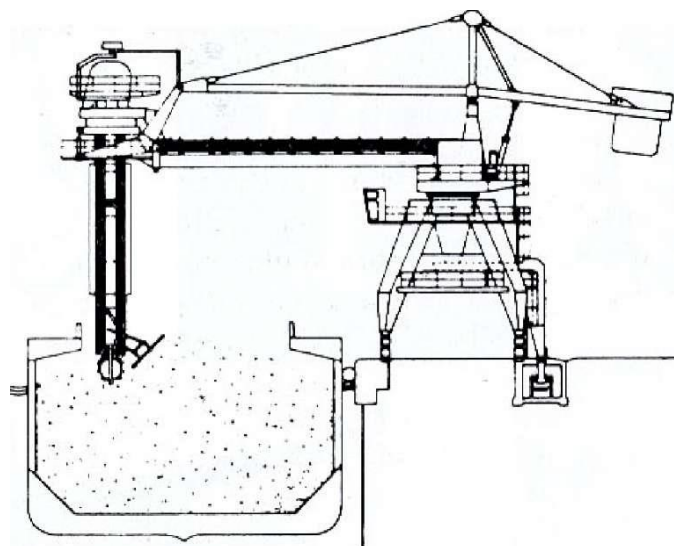
Pneumatski i hidraulički transport primjenjuje se pri prekrcaju suhих rasutih tereta razmjerno niske granulacije i gustoće, kao što su npr. žitarice, cement, usitnjeni ugljen i dr. S obzirom na način rada razlikuje se usisni i tlačni pneumatski transport, a u određenim se uvjetima koriste i kombinirane metode. Usisni pneumatski transport jednostavnije je izvedbe, a radi na principu stvaranja vakuuma u postrojenju i usisava materijal iz broskog skladišta, te ga transportira na određenu visinu do istovarivača, odakle se teret osobnim padom usmjerava u određenom smjeru.

Hidraulički transport redovito se primjenjuje pri prijenosu tekućina. Međutim, ovaj transport ima svoju primjenu i pri prijenosu različitih rasutih materijala, primjerice ugljena, željezne rudače, fosfata i dr. pri čemu posebno dolazi do izražaja primjena slurry-tehnologije, tj. prijenos rasutog tereta u suspenziji s vodom ili kojim drugim transportnim sredstvom.



**Slika 12. Uređaj za pneumatsko iskrcavanje rasutih tereta na tračnicama**

Brodoiskrcavači za fosfate najčešće su opremljeni okomitim pužnim transporterom zatvorene izvedbe, koji se može pomicati za kut od 30°. S pomoću takvog transportera usitnjava se stvrdnuti fosfat i prenosi iz broskog skladišta na vodoravni transporter kojim se teret prevozi do skladišta.

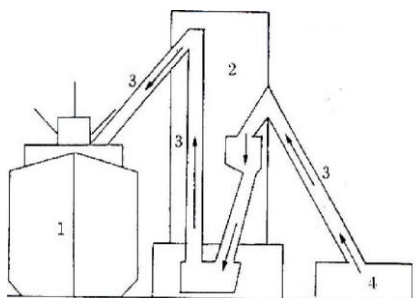


Slika 13. Brodoiskrcavač za iskrcaj fosfata

Ejektorima i elevatorima obavlja se podizanje i prijenos tereta u silose.

Ejektor je mlazna crpka koja radi na principu Lavalove sapnice i ubrzanjem radnog medija iznad kritične brzine stvara podtlak potreban da se iz određenog prostora isisa određeni materijal.

Elevator je lučki uređaj za neprekidan okomiti ili kosi prijenos rasutog ili komadnog tereta, pogonjen najčešće elektomotorom.



1. - brod, 2 - ploveći elevator 3 - transporter 4 - teglenica

Slika 14. Pneumatski elevator za ukrcaj i iskrcaj žitarica

## 2.9. Brodovi samoiskrcavači

Brodovi samoiskrcavači predviđeni su za prijevoz rasutog tereta i samoiskrcaj u određnim lukama. Za njih nije potrebna lučka oprema. Posebnim sustavom u tri faze obavljaju iskrcaj na obalu ili u teglenice. Dna skladišta imaju ljevkast oblik kojim se usmjerava teret na neprekinute trake (konveje) u dvodnu. Ovaj konvejer predaje teret okomitom podizaču različitih izvedbi (druga faza). On na palubi predaje teret vodoravnom konvejeru koji je smješten na pomični zakretni most. Kapacitet iskrcaja je do 6000 t/h, ovisno o vrsti tereta.

Brodovi samoiskrcavači, za rasuti teret, javljaju se vrlo rano, 1903.godine na Velikim jezerima u Kanadi. Njihova praktičnost u prekrcaju rasutog tereta uzrokom je primjene i po ostalim morima svijeta. Osnovna zamisao za razvoj ovih brodova je bila kako skratiti vrijeme boravka broda u luci i pritom iskrcati rasuti (sipki) teret vlastitim prekrcajnim uređajima, a da pri tom nema prašine, skladišta budu zatvorena, utrošak radne snage mali itd. Danas u svjetskom pomorstvu ima više načina samoiskrcaja koji se stalno usavršavaju. Ovim brodovima najviše se prevozi željezna ruda, gips, žito, glinica, cement, ugljen, fosfati, koks, koncentracije sumpora, sol i dr. [17]

### 3. PRIKUPLJANJE I ANALIZA PODATAKA

#### 3.1. Kreiranje tablice podataka

Za provedbu regresijske analize potrebno je prikupiti dovoljno tehničkih podataka o suvremenim brodovima za prijevoz rasutog tereta. Pretraživanjem internet stranica navedenih u literaturi kreirana je tablica podataka. Pri odabiru brodova vodilo se računa o količini podataka poznatih za konkretan brod kao i njihovoj točnosti. Prikupljeni podaci o brodovima sortirani su po veličini te prikazani u tablici 1.

Pored objavljenih podataka, u tablici 1. izračunate su i neke važne značajke broda koje nisu bile objavljene. To se prije svega odnosi na podatke o istisnini, koeficijentu korisnosti istisnine, koeficijentu korisnosti volumena skladišta i težini lakog broda. Također su prikazane i izračunate veličine kao što su ukupni volumen trupa, koeficijent punoće trupa, razni geometrijski odnosi, Froude-ov broj, koeficijent istisnine, te konstanta admiraliteta.

Kao što se vidi iz tablice 1, podaci o projektnom (design) gazu, nosivosti i istisnini, uglavnom su nepoznati. Dostupni podaci o gore navedenim značajkama brodova odnose se na scantling vrijednosti. [5]

Vrlo važnu grupu podataka čine kapaciteti skladišta tereta, balastnih tankova te tankova goriva. Ti podaci često nisu dostupni, pogotovo kad je u pitanju kapacitet tankova balasta. Međutim, s obzirom na ukupan broj brodova u bazi podataka, to ne bi trebao biti problem za provedbu regresijske analize. [6]

Podaci u tablici su organizirani u dva dijela. U prvom dijelu nalaze se opći podaci o tipu broda, brodogradilištu, klasi, godini gradnje te geometrijske karakteristike i tonaža. U drugom dijelu prikazani su kapaciteti skladišta i tankova te karakteristike i tip glavnog pogonskog stroja. Brodovi su sortirani po nosivosti od najmanjeg do najvećeg te grupirani prema tipu kao Bulk Carrier, Bulk/Ore Carrier ili Ore Carrier.

Veličine iz tablice 1. navode se brojem stupca, nazivom, simbolom i dimenzijom:

1. redni broj
2. ime broda
3. brodogradilište u kojem je brod izgrađen
4. klasifikacijsko društvo i klasa broda
5. tip broda
6. godina gradnje
7. duljina broda preko svega  $Loa$ , m

8. duljina broda između okomica  $L_{pp}$ , m
9. širina broda  $B$ , m
10. visina broda do glavne palube  $H$ , m
11. projektni gaz  $T_D$ , m
12. maksimalni gaz  $T_S$ , m
13. ukupna nosivost na projektnom gazu  $DWT_D$ , t
14. ukupna nosivost na maksimalnom gazu  $DWT_S$ , t
15. masa lakog broda  $L_W$ , t
16. istisnina broda na projektnom gazu  $\Delta_D$ , t
17. istisnina broda na maksimalnom gazu  $\Delta_S$ , t
18. bruto registarska tonaža  $GT$
19. neto registarska tonaža  $NT$
20. volumen skladišta tereta  $V_{HOLD}$ , m<sup>3</sup>
21. volumen balastnih tankova  $V_{BALLAST}$ , m<sup>3</sup>
22. volumen tankova teškog goriva  $V_{HFO}$ , m<sup>3</sup>
23. volumen tankova diesel goriva  $V_{DO}$ , m<sup>3</sup>
24. volumen trupa broda  $V_{HULL}$ , m<sup>3</sup>
25. brzina broda u službi  $v$ , kn
26. pogonski uvjeti za postizanje brzine
27. snaga pogonskog stroja za brzinu u službi  $P_B$ , kW
28. maksimalna snaga pogonskog stroja  $P_{MAX}$ , kW
29. tip glavnog pogonskog stroja
30. broj okretaja za postizanje brzine u službi  $N$ , o/min
31. broj okretaja pri maksimalnoj snazi stroja  $N_{MAX}$ , o/min
32. Froude-ov broj  $F_n$
33. koeficijent istisnine  $C_B$
34. koeficijent punoće broskog trupa do palube  $C_{BD}$
35. kaonstanta snage  $C_{okr}$
36. omjer duljine broda između okomica i širine broda  $L_{pp}/B$
37. omjer duljine broda između okomica i maksimalnog gaza  $L_{pp}/T_S$
38. omjer širine broda i maksimalnog gaza  $B/T_S$
39. omjer visine broda i maksimalnog gaza  $H/T_S$
40. stupanj korisnosti istisnine  $\eta_{DWT}$

41. stupanj korisnosti volumena skladišta  $\eta_{VOL}$ 

Tablica 1. Tipovi brodova po vrsti i nosivosti

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	$L_{oa}$ [m]	$L_{pp}$ [m]	B [m]	H [m]	$T_o$ [m]	$T_s$ [m]	DWT <sub>0</sub> [t]	DWT <sub>s</sub> [t]	LW [t]	$\Delta_o$ [t]	$\Delta_s$ [t]	GT	NT
1	TRIMNES	Tsuneishi Numakuma	BV I 33 E + Bulk Carrier ESP, +AUTMS, CNC-E, + MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1990	149,50	140,00	24,00	13,10		8,42		17309	6026		23335	14145	4244
2	EXCELLENT PESCADORES	Shikoku Dockyard Co. Ltd., Takamatsu, Japan	BV +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	2002	148,17	135,95	22,80	12,20		9,12		18200				11228	6673
3	ERNA OLDENDORFF	Shikoku Dockyard Co. Ltd., Japan	GL +100A5, Bulk Carrier, +MC	Handy size Bulk Carrier	1994	148,31	136,00	22,80	12,20		9,15		18355	4397		22752	11264	6821
4	KIMOLIAN PRIDE	Shanghai Shipyard, Shanghai	BV I 33 E + Bulk Carrier ESP, +MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1990	164,00	154,00	22,00	13,40		9,80		20219				12844	7008
5	EVER REGAL	Tsuneishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV I 33 E + Bulk Carrier ESP, Oil Pnl.Eng. + MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1998	154,38	146,00	26,00	13,35		9,51		23468	5644		29112	14762	8075
6	GEBE OLDENDORFF	Tsuneishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV I 33 E + Bulk Carrier ESP, +MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1998	154,38	146,00	26,00	13,35		9,51		23510				14762	8075
7	WELL PESCADORES	Tsuneishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV I 33 E + Bulk Carrier ESP, +MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1999	154,38	146,00	26,00	13,35		9,51		23519	5593		29112	14762	8075
8	STELLAR IMAGE	Imabari Shipbuilding Co. Ltd., Japan	NK NS' Bulk Carrier, MNS', CHG, MPP, USA, RCF	Handy size Bulk Carrier	1996	159,92	149,80	26,00	13,50	9,40	9,80		24228				15899	9465
9	COSMOS VERDE	Shikoku Dockyard Co. Ltd., Takamatsu, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1999	153,50	146,29	26,20	13,30		9,70		24838				15137	8906
10	HARRIET	Jiangsu yangzijiang Shipyard, Jiangyin	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, LW.S., Ice Class 1A, +LJM, UMS	Handy size Bulk Carrier	2002	179,86	171,45	23,10	13,85		9,75		25565				17665	8162
11	HAPPY VENTURE	Hudong, Shanghai	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUTUMS, +MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1996	175,00	165,00	26,00	13,90		9,80		27407	7355		34762	18070	9485
182	AFRICAN MAGNOLIA	GUANGZHOU WENCHONG SHIPYARD CO., LTD.	GSR CFS(WBT) BC-A, ESP, AUTUMS, MON-SHAFT	Handy size Bulk Carrier	2016	175,00	171,70	27,00	12,70		8,70		28000				19213	9474
12	KALI	Tsuneishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV I 33 E + Bulk Carrier ESP, Venstar HULL, + MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	2000	172,00	165,00	27,00	13,60		9,55		28355	6455		34810	17928	9871
13	VIEW BULKER	Kanazashi Co., Ltd., Toyohashi Works, Toyohashi, Japan	BV I 33 E + Bulk Carrier ESP, Oil Pnl.Eng. + MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1997	176,62	169,40	26,00	13,60		9,63		28711				17255	10112
14	DOBROTA	Xingang, China	BV I +HULL, +MACH, B.C. ESP, Ice Class 1D, +AUT- UMS, MON-SHAFT, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1996	186,60	177,00	25,00	14,40		10,22		29292	7708		37000	18495	9426
15	ZEYNEP KIRAN	Daewoo Mangalia Heavy Industries S.A., Mangalia, (ROM)	BV I +HULL, +MACH, B.C. ESP, Ice Class 1D, +AUT- UMS, MON-SHAFT, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	2001	181,29	171,60	24,80	14,10		10,55		29330				17934	9955
17	TOP SUGAR	Oshima Shipbuilding Co. Ltd. Japan	ABS +A1 (E) Bulk Carrier, +AMS, +SH	Handy size Bulk Carrier	1998	170,00	162,00	27,00	14,10	9,45	9,97	27835	29952				18036	10227
178	KOTOR	CSR CFS(WBT) BC-A, ESP, AUTUMS, MON-SHAFT		Handy size Bulk Carrier	2014	179,78	172,00	30,00	14,80		9,82		32376				22927	10616

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
R. Br.	Ime broda	$V_{\text{hidr.}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{ballast}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{hid.}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{co}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{hidr.}} [\text{m}^3]$	$v$ [kn]	serv / trial	$P_e$ [kW]	$P_{\text{max}}$ [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	$N$ [min <sup>-1</sup> ]	$N_{\text{max}}$ [min <sup>-1</sup> ]	$F_n$	$C_B$	$C_{BD}$	$C_{sk}$	$L_{pp}/B$	$L_{pp}/H$	$B/T_s$	$H/T_s$	$\eta_{\text{DWT}}$	$\eta_{\text{vol}}$
1	TRIMES	17027,0		723	83	37314,06	13,5	S 85%	4233	4980	MIT 6UEC45LA	147	155	0,187	0,805	0,848	1,221	5,833	10,687	2,851	1,556	0,742	0,456
2	EXCELLENT PESCADORES	23300,0		1105			13,5	S 95%	4900	5180	MAN B & W 7S35MC	170	173	0,190				5,963	11,143	2,500	1,338		
3	ERVA OLDENDORFF	23212,0	5053	1105	188	30532,58	14	S 85%	5075	5970	MAN B&W 6L42MC	164	176	0,197	0,782	0,807	1,335	5,965	11,148	2,492	1,333	0,807	0,760
4	KIMOLIAN PRIDE	25119,0					15		5652		SULL 6RT448	150		0,199				7,000	11,493	2,245	1,367		
5	EVER REGAL	30811,0		1012	87	41421,18	13,9	S 86%	4470	5180	MAN B & W 7S35MC	164	173	0,189	0,787	0,817	1,019	5,615	10,936	2,734	1,404	0,806	0,744
6	GERE OLDENDORFF	30811,0		1065			14,1	S 100%	5180	5180	MAN B & W 7S35MC	173	173	0,192				5,615	10,936	2,734	1,404		
7	WELL PESCADORES	30811,0	8041	1048	87	41421,18	14,6	S 100%	5180	5180	MAN B & W 7S35MC	173	173	0,198	0,787	0,817	1,019	5,615	10,936	2,734	1,404	0,808	0,744
8	STELLAR IMAGE	30540,0	6465	1786	204		15,1	S 85%	6065	7135	MAN B&W 5S50MC	120	127	0,203				5,762	11,096	2,653	1,378		
9	COSMOS VERDE			1259			15,77	S 92%	5516	5970	MAN B&W 6L42MC	163	176	0,214				5,584	10,999	2,701	1,371		
10	HARRIETT	32771,0	9645	1041	124		14,1			10010	MAN B&W 7S50MC		127	0,177				7,422	12,290	2,369	1,431		
11	HAPPY VENTURE	36847,0	8734	1247	113	49946,07	14	S 88%	5846	6650	MAN B & W 5L50MC	134	148	0,179	0,807	0,838	1,159	6,346	11,871	2,653	1,418	0,788	0,738
182	AFRICAN MAGNOLIA	38839,4					14			4950	MAN B&W 5S45ME B8.2		110	0,176				6,359	13,520	3,103	1,460		
12	KALI	38000,0	18053	1388	69	50290,29	14	S 90%	4855	5392	MAN B&W 5S50MC	100	104	0,179	0,798	0,830	0,962	6,111	12,132	2,827	1,424	0,815	0,756
13	VIEWBULKER	39036,0		1260	82	50850,55	14,3		5888		MIT 5UEC52LA	133		0,180	0,819	0,849		6,515	12,456	2,700	1,412		0,768
14	DOBROTA	37566,0				52805,6	14	S 90%	5373	5970	MAN B&W 6L42MC		176	0,173	0,798	0,829	1,022	7,080	12,292	2,446	1,409	0,792	0,711
15	ZEYNEP KIRAN	34712,0	18308	1406	217		15	S 100%	7860	7860	MAN B & W 6S46MC-C	129	129	0,188				6,919	12,170	2,351	1,336		
17	TOP SUGAR	39152,0	18553	1211	109		14,5	S 85%	5359	6304	MAN B&W 6S46MC-C	107	113	0,187				6,000	11,489	2,708	1,414		
178	KOTOR	46178,2					14,5			7860	B&W		129	0,182				5,733	11,622	3,055	1,507		



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	$L_{ca}$ [m]	$L_{pp}$ [m]	B [m]	H [m]	$T_b$ [m]	$T_s$ [m]	$DWT_b$ [t]	$DWT_s$ [t]	LW [t]	$\Delta_b$ [t]	$\Delta_s$ [t]	GT	NT
158	BIANCO OLIVIA BULKER	Jiangmen Nanyang Ship Engineering Co., Ltd.	I + Hull + Mech, Bulk carrier CSR CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Handy size Bulk Carrier	2013	179,90	171,50	28,40	14,10		10,15		32500				20928	11786
150	ARKLOW SPIRIT	DAESUN SHIPBUILDING & ENGINEERING CO.	I + Hull + Mech, Bulk carrier CSR CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, ALP, MON-	Handy size Bulk Carrier	2013	182,00	177,00	30,00	14,60		10,00		34905				22868	11648
175	BUDVA	China Chang Jiang National Shipping Group Corporation Jining Shipyard	I + Hull + Mech, Bulk carrier CSR CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Handy size Bulk Carrier	2014	180,00	176,75	30,00	14,70		10,30		35000				24288	12032

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
R. Br.	Ime broda	$V_{\text{hid}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{ballast}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{HFO}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{DPO}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{HULL}} [\text{m}^3]$	v [kn]	serv / trial	$P_b$ [kW]	$P_{\text{max}}$ [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	N [min <sup>-1</sup> ]	$N_{\text{max}}$ [min <sup>-1</sup> ]	$F_n$	$C_b$	$C_{\text{HD}}$	$C_{\text{sk}}$	$L_{pp}/B$	$L_{pp}/H$	B/T <sub>s</sub>	H/T <sub>s</sub>	$\eta_{\text{DWT}}$	$\eta_{\text{vol}}$
158	BIANCO OLIVIA BULKER	43477,4					13,7			6480	Yichang - CHN		136	0,172				6,039	12,163	2,798	1,389		
150	ARKLOW SPIRIT	46951,0					14			6050	MAN B&W 5S50ME		99	0,173				5,900	12,123	3,000	1,460		
175	BUDVA	46946,1					14			6350	MAN B&W 5S50		99	0,173				5,892	12,024	2,913	1,427		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradište	Klasa	Tip	Godina gradnje	$L_{pp}$ [m]	$L_{oa}$ [m]	B [m]	H [m]	$T_D$ [m]	$T_s$ [m]	DWT <sub>D</sub> [t]	DWT <sub>S</sub> [t]	LW [t]	$\Delta_D$ [t]	$\Delta_S$ [t]	GT	NT
154	ATLANTIC SPIRIT	NANJING DONGZE SHIPYARD CO.,LTD	I + Hull + Mech, Bulk carrier CSR CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Handymax Bulk Carrier	2013	179,90	179,90	28,40	15,00	10,80	10,80	35053					22434	12068
162	CHINA SPIRIT	NANJING DONGZE SHIPYARD CO.,LTD	I + Hull + Mech, Bulk carrier CSR CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Handymax Bulk Carrier	2013	179,90	179,90	28,40	15,00	10,80	10,80	35097					22434	12068
177	JERSEY SPIRIT	Qingnian Shipyard of China Chengliang National Shipping Group	I + Hull + Mech, Bulk carrier CSR CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Handymax Bulk Carrier	2014	179,90	179,90	30,00	14,60	10,00	10,00	36000					23405	11922
170	GRACE C		I + Hull + Mech, Bulk carrier CSR CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Handymax Bulk Carrier	2013	186,40	186,40	27,80	15,60	10,90	10,90	36903					22733	12330
165	COREWISE OL	SAKI HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.	I + Hull + Mech, Bulk carrier CPS(WBT) BC-A	Handymax Bulk Carrier	2013	177,85	177,85	28,60	15,00	10,85	10,85	37059					22855	12536
18	CIELO DI MONFALCONE	Shanghai Shipyard, Shanghai	LR +100A1	Handymax Bulk Carrier	2002	185,50	185,50	29,00	16,00			37450		5770		43220	27800	13300
148	ANDALUCIA	YANGZHOU GUOYU SHIPBUILDING CO.,LTD.	I + Hull + Mech, Bulk carrier CSR CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, BWE, MON-SHAFT	Handymax Bulk Carrier	2013	180,00	180,00	30,00	14,73	10,65	10,65	37500					24212	12860
181	TRUE LOVE	CHENGXI SHIPYARD CO.,LTD.	I + Hull + Mech, Bulk carrier CSR CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Handymax Bulk Carrier	2015	179,95	179,95	32,00	15,00	10,50	10,50	38000					25515	13055
184	AP REVELIN	Qingnian Shipyard of China Chengliang National Shipping Group	I + Hull + Mech, Bulk carrier CSR CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Handymax Bulk Carrier	2016	180,00	180,00	32,00	15,00	10,50	10,50	38700					25494	13068
185	BERGE BANDAÍ	Jiangnan Nanyang Ship Engineering Co.,Ltd.	I + Hull + Mech, Bulk carrier CSR CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Handymax Bulk Carrier	2016	179,90	179,90	30,00	14,80	10,60	10,60	39359					24872	12926
19	GLORY MOUNTAIN	Bonai S/Y, Jinxi	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1991	195,00	195,00	32,00	15,20	10,00	10,00	39700					26835	11009
179	LA LANDRIAIS	Tianjin Xingang Shipbuilding Heavy Industry Co.,Ltd.	I + Hull + Mech, Bulk carrier CSR CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Handymax Bulk Carrier	2014	179,99	179,99	30,00	15,00	10,70	10,70	40000					24725	13677
20	SILVER SHING	Shanghai S/Y, Shanghai	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-CCS, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	1996	195,00	195,00	32,00	15,20	10,00	10,00	40181					27117	11380
21	SEA MIROR	China Shipbuilding Corporation, Oshima, (TVN)	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1990	180,00	180,00	30,50	15,80	11,23	11,23	42025		6729		48754	23274	13807
22	MOSOR	"Brodosplit" - Brodogradilite d.o.o., Split, Hrvatska	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2001	187,63	187,63	30,80	15,45	10,10	10,97	38100		8400	46500	50984	24533	13770
23	BARA	Ishikawajima - Harima Heavy Industries Co., Ltd. Aichi Works, Chiba, Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, +AUT MS, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1998	181,50	181,50	30,50	16,40	11,35	11,35	42648					24987	13532
24	SEA BULKER	Ishikawajima - Harima Heavy Industries Co., Ltd. Chita, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	1997	181,50	181,50	30,50	16,40	11,35	11,35	42717					24953	13547
25	SUNOR	Oshima Shipbuilding Co. Ltd. Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT-UMS, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1992	179,99	179,99	30,50	15,80	11,23	11,23	43001		5753		48754	23272	13681

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
R. Br.	Ime broda	$V_{hold} [m^3]$	$V_{ballast} [m^3]$	$V_{HFO} [m^3]$	$V_{FO} [m^3]$	$V_{HULL} [m^3]$	$v [kn]$	serv/ritral	$P_a [kW]$	$P_{max} [kW]$	Tip glavnog pogonskog stroja	$N [min^{-1}]$	$N_{max} [min^{-1}]$	$F_n$	$C_B$	$C_{D0}$	$C_{sw}$	$L_{pp}/B$	$L_{pp}/H$	$B/T_s$	$H/T_s$	$\eta_{DWT}$	$\eta_{vol}$
154	ATLANTIC SPIRIT	44469.5					13,7			6480	03814CHIN1 2		136	0,172				6,039	11,433	2,630	1,389		
162	CHINA SPIRIT	44469.5					13,7			6480	1655460 BV		136	0,172				6,039	11,433	2,630	1,389		
177	JERSEY SPIRIT	48635.2					14			6400	MAN B&W5S50ME- B9.2		99	0,174				5,833	11,986	3,000	1,460		
170	GRACEC	47900.1					14,8			7860	MAN B&W		129	0,182				6,403	11,410	2,550	1,431		
165	COREWISE OL	48790.8					15.5			8280	Mitsui-MAN B&W		129	0,195				5,937	11,320	2,636	1,382		
18	CIELO DI MONFALCO NE	47500.0					14.5		9480	MAN B&W 6S50MC-C		127	0,180			1,463		6,048	10,963			0,866	
148	ANDALUCIA	46730.0					14				OMD Wartsila		99	0,173				5,892	11,999	2,817	1,383		
181	TRUE LOVE	50873.8					15,2			6100	WARTSILA		99	0,188				5,531	11,800	3,048	1,429		
184	AP REVELIN	51904.9					14			6100	15686CHIN1 4		99	0,173				5,531	11,800	3,048	1,429		
185	BERGE BANDAI	48147.0					14			6050	5S50ME-B9.2		99	0,173				5,895	11,949	2,830	1,396		
19	GLORY MOUNTAIN	48570.0					14,7		7610		SUL-6RTA52	120		0,178				5,759	12,125	3,200	1,520		
179	LA LANDRIAS	51288.3					14			6050	MAN B&W 5S50ME-B9.2		99	0,173				5,888	11,777	2,804	1,402		
20	SILVER SHING	48968.0					14,3			5951	SUL-6RTA52	126		0,173				5,781	12,171	3,200	1,520		
21	SEAMROR	52125.0					14	S 85%	5296	6230	SUL-6RTA52	94	99	0,175	0,808	0,837	0,838	5,639	10,886	2,716	1,407	0,862	0,751
22	MOSOR	51125.0	26370				14,5	S 90%	6435	7150	MAN B & W 5S50MC	122	127	0,178	0,821	0,850	0,890	5,824	11,610	2,808	1,408	0,835	0,705
23	BARA	53853.0					14,5	S 90%	6988	7700	SUL-6RTA48T	106	117	0,182				5,639	10,488	2,687	1,445		
24	SEA BULKER	53853.0					14,5	S 86%	6990	8165	SUL-6RTA48T	106	124	0,181				5,664	10,533	2,687	1,445		
25	SUNOR	52125.0	12773				14,6	S 85%	5296	6230	SUL-6RTA52	94	99	0,183	0,808	0,837	0,739	5,639	10,886	2,716	1,407	0,882	0,751

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	$L_{oa}$ [m]	$L_{pp}$ [m]	B [m]	H [m]	$T_D$ [m]	$T_s$ [m]	DWT <sub>D</sub> [t]	DWT <sub>S</sub> [t]	LW [t]	$\Delta_D$ [t]	$\Delta_S$ [t]	GT	NT
26	ARENA	"Ujanik" - Brodogradilište d.d., Pula, Hrvatska	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, +LMC, UIMS	Handymax Bulk Carrier	2001	182,80	175,00	32,20	16,10		11,00		44314	9334		53648	25600	14558
27	UNION LEADER	Halla Engineering & Heavy Industries, Incheon, Korea	BV1 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, +AUT MS, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1995	186,80	178,60	30,40	16,30		11,42		44809	7692		52501	25725	14472
28	ANGEL WING	The Hakodate Dock Co. Ltd., Japan	NK NS' Bulk Carrier, MMS', MO	Handymax Bulk Carrier	1994	184,53	176,00	32,00	16,00	10,72	11,32		44950	8066		53016	25457	14756
29	SEA LUCK	Tsunishi Numakuma	BV1 3/3 E + Bulk Carrier ESP, +ALT, +MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1995	185,74	178,08	30,40	16,50		11,62		45429	7752		53181	26091	14872
30	CORA OLDENDOR FF	Tsunishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV1 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, +AUT MS, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	2000	186,00	175,47	30,40	16,50		11,62		45659	7472		53131	26010	14834
31	TAMIL NADU	Hindustan Shipyard Ltd., Visakhapatnam, India	BV +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	2000	193,49	185,95	30,40	16,39		11,82		45792	10967		56759	28029	16154
32	ENERGY RANGER	China Shipbuilding Corporation, Keelung Shi, Keelung, (TWN)	BV1 +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT UIMS, +MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1996	189,95	180,00	32,20	15,80		11,10		45950	8196		54146	26330	15312
33	GREAT PRESTIGE	Daedong Shipbuilding Co. Ltd., Jinhae (Kyungnam), Korea	BV1 3/3 E + Bulk Carrier ESP, +AUT MS, Oil Pol-Eng, +MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1998	190,02	181,00	31,00	16,60		11,62		46193	8200		54393	27251	15143
34	SAGA SPRAY	Oshima Shipbuilding Co. Ltd., Japan	DNV +1A1 Bulk Carrier, EO dk (+), ha (+), OCS	Handymax Bulk Carrier	1994	199,20	190,00	30,50	16,40	10,00	11,80	37543	47076	10665	48208	57741	29381	14155
35	NORD ACE	Oshima Shipbuilding Co. Ltd., Nishisonogi- gun Nagasaki, Japan	BV1 3/3 E + Bulk Carrier ESP, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1999	185,73	174,60	30,95	16,40		11,77		47263	8273		55536	25955	16173
36	AMBER K	Oshima Shipbuilding Co. Ltd., Japan	BV1 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	2000	185,73	174,60	30,95	16,40		11,75		47282	8254		55536	25955	16173
37	ANGEORGIS	Shanghai Shipyard, Shanghai	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, SDA, FDA, CNI), +LMC, UIMS	Handymax Bulk Carrier	2001	189,90	180,00	32,20	16,80	11,10	11,81	44507	48000				28693	16714
38	MEDI TRADER	Oshima Shipbuilding Co. Ltd., Nishisonogi- gun Nagasaki, Japan	BV1 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, +AUT MS, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1999	189,33	178,09	30,95	16,40		11,73		48220			26580		16450
39	PRABHU GOPAL	Mitsui Eng. & SB Co., Ltd., Tamano	LR +100A1	Handymax Bulk Carrier	2003	189,99	182,00	32,26	17,90		11,20		48400	8550		56950	31500	
40	SHANGOR	Nantong Cosco Kih Ship Engineering Co., Ltd., Nantong, China	BV1 +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT UIMS, MON-SHAFT, +MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	2001	187,50	179,00	31,00	16,75		11,97		48909				27198	15365
41	SEA BREEZE BULKER	Ishikawajima - Harima Heavy Industries Co., Ltd., Tokyo Shipyard, Tokyo, Japan	BV1 +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT UIMS, +MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	2001	189,96	181,00	32,20	16,50	10,70	11,62		48983				28019	16034

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
R. Br.	Ime broda	$V_{\text{hold}}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{\text{ballast}}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{\text{HRO}}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{\text{D0}}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{\text{null}}$ [m <sup>3</sup> ]	$v$ [kn]	serv / trial	$P_a$ [kW]	$P_{\text{Max}}$ [kW]	Tip glavnog pogonskog stroba	$N$ [min <sup>-1</sup> ]	$N_{\text{max}}$ [min <sup>-1</sup> ]	$F_i$	$C_B$	$C_{D0}$	$C_{\text{ok}}$	$L_{\text{pp}}/B$	$L_{\text{pp}}/H$	$B/T_s$	$H/T_s$	$\eta_{\text{DWT}}$	$\eta_{\text{vol}}$
26	ARENA	54832,0				79601,18	14,4		8260		MAN B&W 6S50MC	125		0,179	0,844	0,877	1,127	5,435	10,870	2,927	1,464	0,826	0,889
27	UNION LEADER	54744,0	25125	1767	169	75851,52	14,2	S 90%	7069	7860	MAN B&W 6S50MC	119	123	0,175	0,826	0,857	1,020	5,875	10,957	2,663	1,428	0,853	0,722
28	ANGEL WING	56297,0	26089	1797	93	75834,18	14,3	S 80%	6914	8580	MAN B&W 6S50MC	115	127	0,177	0,811	0,842	0,971	5,500	11,000	2,827	1,413	0,848	0,742
29	SEA LUCK	57208,0	14825	1694	96	76370,08	14	S 85%	6097	7176	MAN B&W 6S50MC	114	120	0,172	0,825	0,855	0,911	5,858	10,793	2,616	1,420	0,854	0,749
30	CORA OLDENDOR FF	57208,0	14832	1560	127	76213,29	14	S 85%	6077	7171	MAN B&W 6S50MC	114	120	0,174	0,836	0,866	0,908	5,772	10,635	2,616	1,420	0,859	0,751
31	TAMIL NADU	54671,0		2182	300	79298,34	14	S 91%	7300	8030	SUL 5RTA62	106	106	0,169	0,829	0,856	1,044	6,117	11,345	2,572	1,387	0,807	0,889
32	ENERGY RANGER	57869,0	14909	2117		78000,85	14,4		7728		SUL 6RTA52U	117		0,176	0,821	0,852	1,048	5,590	11,392	2,901	1,423	0,849	0,739
33	GREAT PRESTIGE	59046,0		2393	125	78766,9	13,55	S 92%	7908	8562	MAN B&W 6S50MC	116	127	0,165	0,814	0,846	1,283	5,839	10,904	2,669	1,429	0,849	0,750
34	SAGA SPRAY	51946,0	16185	2745	133	80920,17	15	S 85%	7609	8952	SUL 7RTA52	111	117	0,179	0,824	0,851	0,875	6,230	11,585	2,585	1,390	0,815	0,842
35	NORD ACE	59387,0	25787	1550	135	77853,84	14,3	S 90%	6322	7024	MAN B & W 6S50MC-C	100	104	0,178	0,852	0,878	0,861	5,641	10,646	2,630	1,393	0,851	0,763
36	AMBER K	59387,0	25786	1454	131	77994,32	14,5		7042	9480	MAN B&W 6S50MC-C	104	127	0,180	0,853	0,880	0,920	5,641	10,646	2,634	1,396	0,851	0,761
37	AGEORGIS	60000,0					14,1	S 90%	7722	8580	MAN B&W 6S50MC	123	127	0,173				5,590	10,714	2,727	1,423		
38	MEDI TRADER	60956,0		1768			15		7286		MIT 6UEC50LSII	110		0,185				5,764	10,859	2,639	1,398		
39	PRAHBU GOPAL					93481,73	14,5		7080		MAN B&W 6S50MC-C	127		0,177	0,845	0,889	0,909	5,642	10,168	2,880	1,598	0,850	
40	SHANGOR	59300,0		1824			14,5		6880		MAN B&W 6S50MC	102		0,178				5,774	10,687	2,590	1,399		
41	SEA BREEZE BULKER	61555,0		1812	197		14,5	S 85%	6545	7700	SUL 6RTA48T	111	117	0,177				5,621	10,970	2,771	1,420		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	L <sub>oa</sub> [m]	L <sub>pp</sub> [m]	B [m]	H [m]	T <sub>0</sub> [m]	T <sub>s</sub> [m]	DW T <sub>0</sub> [t]	DW T <sub>s</sub> [t]	LW [t]	Δ <sub>0</sub> [t]	Δ <sub>s</sub> [t]	GT	NT
42	ORIENTOR 2	Nantong Cosco Kih Ship Engineering Co., Ltd., Nantong, China	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UIMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2002	187,50	176,54	31,00	16,75		12,07		49434	6466		55900	27198	16160
43	VIRGINIA	Mitsui Eng. & SB Co., Ltd., China Works, Ichihara	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2001	189,90	181,00	32,26	16,90		11,93		50175	7961		58136	28029	16731
44	ARCADIA	Shanghai Shipyard, Shanghai	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2002	189,90	180,00	32,20	16,80	11,80	12,17	48000	50362				28693	16714
45	CURIA	Oshima Shipbuilding Co. Ltd. Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, MON-SHAFT +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2001	189,99	182,00	32,26	16,67		11,89		51029	7929		58958	28691	17592
46	KANG QIANG	Oshima Shipbuilding Co. Ltd., Nishisonogah-gun Nagasaki, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UIMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2002	189,99	182,00	32,26	16,67		11,89		51069				28613	17547
47	ARTEMIS	Sanoyas Hishino Meisho Corporation, Kurashiki, Japan	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2001	189,90	182,00	32,26	17,10		12,00		52055	8476		60531	29499	17889
48	AGIOS ANASTASIOS	Sanoyas Hishino Meisho Corporation, Kurashiki, Japan	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2001	189,90	182,00	32,26	17,10	10,75	12,04		52061	8470		60531	29499	17889
49	BIANCO BULKER	Tsunishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2001	189,90	182,00	32,26	17,00	11,00	12,00		52193				30008	17843
50	COS KNIGHT	Tsunishi Shipbuilding Co., Ltd., Numakuma	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2002	190,00	182,00	32,26	17,00	11,00	12,02		52353				30053	18207
51	CENTURY SEA	Tsunishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2001	189,90	182,00	32,26	17,00	11,00	12,00		52375				30008	17843
52	DORIC PRIDE	Tsunishi Shipbuilding Co., Ltd., Numakuma	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2001	190,00	182,00	32,26	17,00	11,00	12,02		52428	8344		60772	30174	17907
53	JOHN OLDENDORFF	Tsunishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UIMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2002	189,90	182,87	32,26	17,00		12,02		52433				30011	17843
54	SUN BULKER	Oshima Shipbuilding Co. Ltd., Nishisonogah-gun Nagasaki, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UIMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2002	188,50	179,91	32,26	17,18		12,14		52500				29295	17592
55	APEX	New Century Shipbuilding Co., Ltd., Jingjiang	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2002	189,99	183,10	32,26	17,20	10,70			53806				31167	18384
56	NISSOS KYROS	Sanoyas Hishino Meisho Corporation, Kurashiki, Japan	LR +100A1	Handymax Bulk Carrier	2003	189,90	183,00	32,26	17,20		12,22		55000	8800		63800	31000	
57	NORDHVAL	Mitsui Eng. & SB Co., Ltd., Tamano	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2003	189,99	182,00	32,26	17,90		12,90		56060	8501		64561	31260	18549

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
R. Br.	Ime broda	$V_{hold} [m^3]$	$V_{ballast} [m^3]$	$V_{HFO} [m^3]$	$V_{DO} [m^3]$	$V_{HULL} [m^3]$	$v [kn]$	serv/trial	$P_B [kW]$	$P_{max} [kW]$	Tip glavnog pogonskog stroja	$N [min^{-1}]$	$N_{max} [min^{-1}]$	$F_h$	$C_B$	$C_{BD}$	$C_{GR}$	$L_{pp} / B$	$L_{pp} / H$	$B / T_s$	$H / T_s$	$\eta_{DWT}$	$\eta_{VOL}$
42	ORIENTOR 2	59440	27900	1824	167	78192,28	14,5		6880		MAN B&W 6S50MC	102		0,179	0,826	0,853	0,895	5,695	10,540	2,568	1,388	0,884	0,760
43	VIRGINIA	63216,0	28917	1728	119	83383,83	15,7	S 85%	8090	9480	MAN B&W 6S50MC-C	127	127	0,192	0,815	0,845	0,807	5,611	10,710	2,705	1,417	0,863	0,758
44	ARCADIA	60000,0		1901	329		14,1	S 100%	8580	8580	MAN B&W 6S50MC	127	127	0,173				5,590	10,714	2,647	1,381		
45	CURIA	65414,0		1817		83451,74	14,5	S 80%	7650	9480	MAN B&W 6S60MC-C	107	127	0,177	0,824	0,853	0,960	5,642	10,918	2,713	1,402	0,866	0,784
46	KANG QIANG	65000,0		1835			14,5	S 80%	7649	9480	MAN B & W 6S50MC-C	107	127	0,177				5,642	10,918	2,713	1,402		
47	ARTEMIS	66597,0		2220	307	87163,48	14,5		14312		SUL 6RTA48T	127		0,177	0,838	0,868	1,765	5,642	10,643	2,688	1,425	0,860	0,764
48	AGIOS ANASTASIOS	66597,0	27852	2153	305	86833,35	14,5		14312		SUL 6RTA48T-B	127		0,177	0,835	0,865	1,765	5,642	10,643	2,679	1,420	0,860	0,767
49	BIANCO BULKER	67500,0		2241	176		14,5	S 90%	7800	8580	MAN B&W 6S50MC	116	127	0,177				5,642	10,706	2,688	1,417		
50	COS KNIGHT	67756,0					14,5		8561		MAN B&W 6S50MC	127		0,177				5,642	10,706	2,683	1,414		
51	CENTURY SEA	67500,0					14,5	S 90%	7800	8580	MAN B&W 6S50MC	116	127	0,177				5,642	10,706	2,688	1,417		
52	DORIC PRIDE	67756,0		2187	192	86715,53	14,5	S 100%	8580	8580	MAN B&W 6S50MC	127	127	0,177	0,840	0,869	1,055	5,642	10,706	2,683	1,414	0,863	0,781
53	JOHN OLDENDORFF	67500,0		2387			14,5		7800		MAN B & W 6S50MC-C	116		0,176				5,669	10,757	2,684	1,414		
54	SUN BULKER	66300,0		1835			14,5	S 70%	6686	9480	MAN B & W 6S50MC-C	107	127	0,178				5,577	10,472	2,657	1,415		
55	APEX	65500,0					14,7	S 100%	9480	9480	MAN B & W 6S50MC-C	127	127	0,178				5,676	10,645				
56	NISSOS KYPROS	69000,0				90383,63	14,7	S 100%	9480	9480	MAN B&W 6S50MC-C	127	127	0,178	0,863	0,890	1,083	5,673	10,640	2,640	1,408	0,862	0,763
57	NORDHALV	76000,0				90245,85	14,5	S 75%	7080	9480	MAN B&W 6S50MC-C	115	127	0,177	0,832	0,859	0,836	5,642	10,168	2,501	1,388	0,868	0,842

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	$L_{oa}$ [m]	$L_{pp}$ [m]	B [m]	H [m]	$T_D$ [m]	$T_s$ [m]	$DWT_{T_0}$ [t]	$DWT_{T_1}$ [t]	LW [t]	$\Delta_0$ [t]	$\Delta_s$ [t]	GT	NT
192	STAR LUTAS	NANTONG COSCO KHI SHIP ENGINEERING CO., LTD.	CPSI(WBT) B.C.A. ESP. AUT. UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2016	199,90	197,00	32,24	18,63		13,00			61200			34769	20158
191	KENADDI	Jiangsu Yangzijiang Shipbuilding Co., Ltd.	CPSI(WBT) B.C.A. ESP. AUT. UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2016	199,90	194,50	32,26	18,50		13,30			63262			36286	21588
183	ANDROMEDA	CHENGXI SHIPYARD CO., LTD.	CPSI(WBT) B.C.A. ESP. AUT. UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2016	199,90	194,50	32,26	18,50		13,30			63459			36317	21602
190	INDRA OLDENDORFF	Jiangsu Yangzijiang Shipbuilding Co., Ltd.	CPSI(WBT) B.C.A. ESP. AUT. UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2016	199,90	194,50	32,26	18,50		13,30			63490			36294	21588
172	JS MISSOURI	YANGZHOU DAYANG SHIPBUILDING CO., LTD	CPSI(WBT) B.C.A. ESP. AUT. UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2013	199,99	195,90	32,26	18,50		13,30			63500			35812	21224
173	JS TAMISE	YANGZHOU DAYANG SHIPBUILDING CO., LTD	CPSI(WBT) B.C.A. ESP. AUT. UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2013	199,99	193,74	32,26	18,50		13,30			63500			35812	21224
152	ASTORIA	YANGZHOU DAYANG SHIPBUILDING CO., LTD	CPSI(WBT) B.C.A. ESP. AUT. UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2013	199,99	194,55	32,26	18,50		13,30			63500			35812	21224
146	AERIKO	YANGZHOU DAYANG SHIPBUILDING CO., LTD	CPSI(WBT) B.C.A. ESP. AUT. UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2013	199,99	193,74	32,26	18,50		13,30			63500			35812	21224
176	GENTLE SEAS	YANGZHOU DAYANG SHIPBUILDING CO., LTD	CPSI(WBT) B.C.A. ESP. AUT. UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2014	199,99	193,74	32,26	18,50		13,30			63500			35812	
187	GENEVA VENTURE	CHENGXI SHIPYARD CO., LTD.	CPSI(WBT) B.C.A. ESP. AUT. UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2016	199,90	194,50	32,26	18,50		13,10			63500			36336	21330
188	GLAFKOS	PENGLAI ZHONGBAI JINGLU SHIP INDUSTRY CO., LTD.	CPSI(WBT) B.C.A. ESP. AUT. UMS, ALP(SS) MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2016	199,90	194,50	32,26	18,50		13,30			63519			36300	21588
58	EVER VICTORY	EISA - Estaleiro Itha SA, Brazil	GL +100A4 Bulk Carrier, +MC AUT	Panamax Bulk Carrier	1998	225,00	215,00	32,20	18,30	12,45	13,20	64131		69146	75483	80498	38000	23259
59	MYRON N	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Korea	BV I +HULL +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT UMS, +MACH SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	1990	229,98	219,70	32,24	18,30		13,21			70424	10672	81096	38337	23174
60	BUENOS AIRES	Hitachi Zosen Corporation, Maizuru Works, Maizuru	BV I +HULL +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT CCS, +MACH SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	1998	223,70	215,00	32,20	18,60		13,45			71671	9953	81624	37709	23950
61	LACERTA	Shin Kurushima Dockyard and Co., Ltd., Onishi-cho (Ehime), Japan	BV I 3/E + Bulk Carrier ESP, ALT, + MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	1994	225,03	215,50	32,26	18,60		13,47			71862			37629	23436
62	IRAN GOLESTAN	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Korea	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +UMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	225,00	217,00	32,25	19,00		13,77			72162	11838	84000	39517	24416
63	CHRISTINA VENTURE	Sasebo Heavy Industries Co. Ltd., Japan	BV I 3/E + Bulk Carrier ESP, ALT, + AUT MS, Oil-Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	2000	225,00	218,00	32,20	18,70		13,52			72493	10128	82621	37831	23801
64	MILLENNIUM VENTURE	Sasebo Heavy Industries Co. Ltd., Japan	BV I +HULL +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT UMS, MON-SHAFT, +MACH SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	2000	225,00	218,00	32,20	18,70		13,82			72561	10060	82621	37831	23801



1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
R. Br.	Ime broda	$V_{\text{HOLD}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{BALLAST}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{HFO}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{DOD}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{HULL}} [\text{m}^3]$	$v [\text{kn}]$	serv/rtial	$P_B [\text{kW}]$	$P_{\text{MAX}} [\text{kW}]$	Tip glavnog pogonskog stroja	$N [\text{min}^{-1}]$	$N_{\text{MAX}} [\text{min}^{-1}]$	$F_n$	$C_B$	$C_{\text{BD}}$	$C_{\text{dir}}$	$L_{\text{pp}}/B$	$L_{\text{pp}}/H$	$B/T_s$	$H/T_s$	$\eta_{\text{DWT}}$	$\eta_{\text{VOL}}$
192	STAR LUTAS	77546,2					15,8			8130	MAN B&W 6S50ME-B9.2		108	0,185				6,110	10,574	2,480	1,433		
191	KENADDI	78702,6					14,4			8050	5S60ME-C		89	0,170				6,029	10,514	2,426	1,391		
183	ANDROMEDA	78750,8					14,4			8050	11042CH N15		89	0,170				6,029	10,514	2,426	1,391		
190	INDRA OLDENDORFF	78702,6					14,4			8050	flex8T-D V2		89	0,170				6,029	10,514	2,426	1,391		
172	JS MISSOURI	77491,7					14			8300	MAN B&W 5S60ME-C8-T2		105	0,164				6,073	10,589	2,426	1,391		
173	JS TAMISE	77491,9					14			8300	MAN B&W 5S60ME-C8-T2		91	0,165				6,006	10,472	2,426	1,391		
152	ASTORIA	77491,7					14,5			8300	MAN B&W 5S60ME-C8-T2		91	0,171				6,031	10,516	2,426	1,391		
146	AERIKO	77491,9					14,5			8300	MAN B&W		91	0,171				6,006	10,472	2,426	1,391		
176	GENTLE SEAS	77491,9					14,3			8300	MAN B&W 5S60ME-C8.1		91	0,169				6,006	10,472	2,426	1,391		
187	GENEVA VENTURE	77786,3					14,4			8500	MAN B&W 5G60ME-C9.2		77	0,170				6,029	10,514	2,463	1,412		
188	GLAFKOS	78860,2					14,4			8050	MAN B&W 5S60ME-C8.2		89	0,170				6,029	10,514	2,426	1,391		
58	EVER VICTORY	82914,0	34126	2564	336	112127,9	14,5	S 90%	9860	12240	SUL 8RTA62U		90	0,162	0,859	1,005	6,677	11,749	2,439	1,386	1,386	0,859	0,739
59	MIRON N	82975,0				113002,4	15	S 90%	7056	7848	MAN B&W 5S60MC	83	86	0,166	0,846	0,872	6,647	12,005	2,441	1,385	1,385	0,868	0,734
60	BUENOS AIRES	85140,0		1891	190	113415,5	14,5	S 90%	7830	8700	MAN B&W 6S60MC	86	89	0,162	0,855	0,881	0,791	6,677	11,559	2,394	1,383	0,878	0,751
61	LACERTA	82893,0		2282			14		7635		IMT A	92		0,157				6,680	11,586	2,395	1,381		
62	IRAN GOLESTAN	73000,0	34338	1961	249	116470,4	14,5		8950		MAN B&W 5S60MC	92		0,162	0,850	0,876	0,887	6,729	11,421	2,342	1,380	0,859	0,627
63	CHRISTINA VENTURE	84700,0		2292	72	114882,9	14,5	S 90%	7943	8826	MAN B&W 6S60MC	91	94	0,161	0,849	0,875	0,796	6,770	11,658	2,382	1,383	0,877	0,737
64	MILLENNIUM VENTURE	84700,0		2292	82	112238,8	14,5		8826		MAN B&W 6S60MC	94		0,161	0,831	0,855	0,884	6,770	11,658	2,330	1,353	0,878	0,755

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	$L_{oa}$ [m]	$L_{pp}$ [m]	B [m]	H [m]	$T_D$ [m]	$T_S$ [m]	DWT <sub>0</sub> [t]	DWT <sub>S</sub> [t]	LW [t]	$\Delta_D$ [t]	$\Delta_S$ [t]	GT	NT
65	IRAN YAZD	Semho Heavy Industries Co., Ltd., Mokpo, Korea	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	225,00	217,00	32,25	19,80	12,40	14,15		72642			86719	40609	24975
66	NEW HERALD	Daedong Shipbuilding Co. Ltd., Korea	KRS +KR51, Bulk Carrier, ESP, +KRM1, H/C, H/C-E, UMA	Panamax Bulk Carrier	1997	225,00	216,00	32,24	19,10	12,20	13,85	62000	72700	11046	73046	83746	38608	24619
67	ATAMAN	Samsung Heavy Industries Co. Ltd., Korea	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	225,10	216,00	32,24	19,10		13,91		72867				38580	24571
68	GLOBAL TRIUMPH	China Shipbuilding Corporation, Kaohsiung Shipyard, Kaohsiung, (TWN)	BV1 +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT, CCS, MON-SHAFT, +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	1996	224,80	214,37	32,20	19,00		13,80		72870				38852	24176
69	TAI PROFIT	Sumitomo Heavy Industries Ltd., Yokosuka Shipyard	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	225,00	216,00	32,26	19,20		13,88		73105	10141		83246	38382	24691
70	THALASSINI TYHI	Samsung Heavy Industries Co. Ltd., Korea	LR +100A1, Bulk Carrier, +LMC, UMS, IWS	Panamax Bulk Carrier	1994	225,00	216,00	32,20	19,10	12,20	13,90	62158	73236	10593	72751	83829	38513	24570
71	MARIGO P.	Nanurus Shipbuilding Co., Ltd., Imari, Japan	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2002	224,89	216,25	32,20	19,30	12,37	13,94	63450	73810				39056	25246
72	THEODOROS P	Nanurus Shipbuilding Co., Ltd., Imari, Japan	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2002	224,95	215,00	32,20	19,30	12,37	13,94	63450	73870		73991		39056	25246
73	TETIEN TRADER	Nanurus Shipbuilding Co., Ltd., Imari, Japan	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	224,90	215,00	32,20	19,30	12,37	13,96	63450	73910		73991		39213	25246
74	YONG TAI	Jiangnan Shipyard (Group) Co., Ltd., Shanghai, China	BV1 +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT, UMS, MON-SHAFT, +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	2001	225,00	217,00	32,26	19,20		14,00		74061				39873	25899
75	ATLANTIC EAGLE	Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd., Okpo	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, CG, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	224,91	217,00	32,26	19,40		14,10		74086	12381		86467	39973	25838
76	COS INTREPID	Jiangnan Shipyard (Group) Co., Ltd., Shanghai, China	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, RLMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	225,00	217,99	32,26	19,21	12,50	14,00	149868	74119		75749		39795	25807
77	GALLIA GRAECA	Nanurus Shipbuilding Co., Ltd., Imari, Japan	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	224,89	215,00	32,20	19,30		13,96		74133	10186		84319	39035	25246
78	DESERT EAGLE	Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd., Okpo	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2002	224,90	217,00	32,26	19,40		14,10		74141				39973	25838
79	WASHINGTON TRADER	Sasebo Heavy Industries Co., Ltd., Sasebo (Nagasaki), Japan	BV1 33 E + Bulk Carrier ESP, ALT, +AUT MS, Oil Poi-Eng, +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	2000	225,00	218,00	32,20	19,22		13,82		74228				38928	24319
80	KINGSTON TRADER	Sasebo Heavy Industries Co., Ltd., Sasebo (Nagasaki), Japan	BV1 33 E + Bulk Carrier ESP, ALT, +AUT MS, Oil Poi-Eng, +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	1990	225,00	218,00	32,20	19,20		13,82		74242				38928	24319

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
R. Br.	Ime broda	$V_{hold}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{ballast}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{hro}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{oc}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{hull}$ [m <sup>3</sup> ]	$v$ [kn]	serv./trial	$P_B$ [kW]	$P_{max}$ [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	$N$ [min <sup>-1</sup> ]	$N_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	$F_n$	$C_B$	$C_{BD}$	$C_{Oir}$	$L_{pp}/B$	$L_{pp}/H$	$B/T_s$	$H/T_s$	$\eta_{DWT}$	$\eta_{vol}$
65	IRAN YAZD	90124,0	35061	2207	157	122127,9	14,8		11169		MAN B&W 6S60MC	96		0,165	0,854	0,881	1,019	6,729	10,960	2,279	1,399	0,838	0,738
66	NEW HERALD	85700,0	35000	2250	125	116080,6	14,5	S 85%	7378	8680	MAN B&W 6S60MC	85	85	0,162	0,847	0,873	0,733	6,700	11,309	2,328	1,379	0,868	0,738
67	ATAMAN	85428,0					14,5			12240	MAN B&W 6S60MC	105	105	0,162				6,700	11,309	2,318	1,373		
68	GLOBAL TRIUMPH	84338,0	34822				14,5		9715		SUL 5RTA62U	106		0,163				6,657	11,283	2,333	1,377		
69	TAI PROFIT	87180,0		2453	188	115901,9	14,2		10186		SUL 7RTA48T	127		0,159	0,840	0,866	1,081	6,696	11,250	2,325	1,384	0,878	0,752
70	THALASSINI TYHI	85648,0	47637	2439	173	115733	14,6	S 90%	7812	8680	MAN B&W 6S60MC	82	85	0,163	0,846	0,871	0,759	6,708	11,309	2,317	1,374	0,874	0,740
71	MARIGO P.	89000,0					14,5		10371		MAN B&W 7S50MC-C	119		0,162				6,716	11,205	2,310	1,385		
72	THEODOROS P	89000,0					14,5		10371		MAN B&W 7S50MC-C	119		0,162				6,677	11,140	2,310	1,385		
73	TETIEN TRADER	89040,0					14,9		10371		MAN B&W 7S50MC-C	119		0,167				6,677	11,140	2,306	1,382		
74	YONG TAI	90000,0		2644			14,4	S 85%	8662	10200	MAN B&W 5S60MC	89	105	0,161				6,727	11,302	2,304	1,371		
75	ATLANTIC EAGLE	90549,0					14,5		10952		MAN B&W 6S60MC	94		0,162	0,855	0,880	1,065	6,727	11,186	2,288	1,376	0,857	0,758
76	COSINTREPID	90873,0		2394	133		14,4		8668		MAN B&W 5S60MC	89		0,160				6,757	11,348	2,304	1,372		
77	GALLIA GRAECA	89246,0		2027			14,9	S 85%	8819	10371	MAN B&W 7S50MC-C	113	119	0,167	0,851	0,877	0,804	6,677	11,140	2,306	1,382	0,879	0,762
78	DESERT EAGLE	90000,0					14,5		10951		MAN B&W 6S60MC	89		0,162				6,727	11,186	2,288	1,376		
79	WASHINGTON TRADER	87500,0					15		8826		MAN B & W 6S60MC	94		0,167				6,770	11,342	2,330	1,391		
80	KINGSTON TRADER	87500,0		2647			15		8826		MAN B&W 6S60MC	94		0,167				6,770	11,354	2,330	1,389		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	L <sub>oa</sub> [m]	L <sub>pp</sub> [m]	B [m]	H [m]	T <sub>0</sub> [m]	T <sub>s</sub> [m]	DWT <sub>0</sub> [t]	DWT <sub>s</sub> [t]	LW [t]	Δ <sub>0</sub> [t]	Δ <sub>s</sub> [t]	GT	NT
81	TIAN SONG FENG	Namura Shipbuilding Co., Ltd., Imari, Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, Oil Pol-Eng. +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	2000	224,90	212,28	32,20	19,30		13,95	69994	74271				39042	25025
82	AMIRA	Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd., Okpo	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ENN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	224,90	217,00	32,26	19,40		14,12		74401	12066		86467	39818	25838
83	MYRTO	Daewoo Shipbuilding	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ENN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	224,99	217,00	32,26	19,40		14,12		74470	11997		86467	39831	25838
84	ALTAIR	Hudong Shipyard, Shanghai	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ENN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	225,00	217,00	32,26	19,60		14,27		74665	12672		87337	40523	26163
85	APJ JIT	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Ulsan, Korea	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ENN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	224,97	217,00	32,25	19,30		14,02		74756	11244		86000	40172	25434
86	ROMANDIE	Burmester & Wain Denmark	DNV +1A1 Bulk Carrier, HC/E	Panamax Bulk Carrier	1994	225,00	221,00	32,24	19,70	12,50	14,30	62600	75100	11750	74350	86850		24360
171	HERCULES	PENGLAI ZHONGBAI JINGLU SHIP INDUSTRY CO.,LTD.	CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2013	225,00	217,00	32,26	19,60		14,20		75200				41104	25573
144	AENEAS	PENGLAI ZHONGBAI JINGLU SHIP INDUSTRY CO.,LTD.	CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2013	225,00	217,00	32,26	19,60		14,20		75200				41104	25573
87	PEARL OF ABU DHABI	Hiashi Zosen Corporation, Maizuru Works, Maizuru	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ENN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2002	224,92	217,00	32,20	19,15	12,40	13,82	65600	75214				39709	25329
89	EVER MIGHTY	B & W, Copenhagen	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT MS, +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	1996	225,00	218,25	32,24	19,70		14,33	69999	75265	11570	81569	86835	39376	24363
90	SEAFARER	Sanoyasu Hishino Meisho Corporation, Kurashiki, Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, +AUT MS, Oil Pol-Eng. + MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	2000	225,00	217,00	32,26	19,30		13,99		75706				38818	25182
91	MEDI KOBE	Kanaseichi Co., Ltd., Toyohashi Works, Toyohashi, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	2001	224,95	213,74	32,26	19,30		14,02		75924				39126	25373
92	EFROSSINI	Tsunishi Shipbuilding Co., Ltd., Numakuma	LR +100A1	Panamax Bulk Carrier	2003	225,00	217,00	32,26	19,30		14,04		75932				39900	26400
93	JIMAY	Tsunishi Shipyard, Hiroshima, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	2001	225,00	217,00	32,26	19,30		14,03		76015				40008	25981
94	KANARIS	Tsunishi Shipbuilding Co., Ltd.	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ENN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2002	225,00	217,00	32,20	19,15	12,20	14,04		76015				40002	26101
96	CORONA ACE	Kawasaki Heavy Industries Ltd., Japan	NK NS' Bulk Carrier, MNS', MO	Panamax Bulk Carrier	1994	230,00	220,00	36,00	18,50	11,80	12,79	69940	77447	10780	80720	88227	42869	23778
166	DASHUN	NEW TIMES SHIPBUILDING CO.,LTD.	CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2013	229,00	225,50	32,26	20,05		14,45		81068				43990	27662
189	HANTON TRADER VI	JIANGSU HANTONG SHIP HEAVY INDUSTRY CO.,LTD.	CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2016	229,00	225,50	32,26	20,05		13,30		81093				43968	

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
R. Br.	Ime broda	$V_{\text{HULL}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{BALLAST}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{HFO}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{DO}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{HULL}} [\text{m}^3]$	$v$ [kn]	serv/trial	$P_B$ [kW]	$P_{\text{MAX}}$ [kW]	Tip dizalnog pogonskog stroja	$N$ [ $\text{min}^{-1}$ ]	$N_{\text{MAX}}$ [ $\text{min}^{-1}$ ]	$F_h$	$C_B$	$C_{SD}$	$C_{DR}$	$L_{pp}/B$	$L_{pp}/H$	$B/T_s$	$H/T_s$	$\eta_{DWT}$	$\eta_{VOL}$
81	TIAN SONG FENG	89236,0		1983	95		14,5	S 90%	7944	8826	MAN B&W 7S50MC	111	115	0,163				6,593	10,999	2,308	1,384		
82	AMIRA	90550,0				119271,4	14,5		10952		MAN B&W 6S60MC	94		0,162	0,853	0,878	1,065	6,727	11,186	2,285	1,374	0,860	0,759
83	MYRTO	90549,0				119280,3	14,5		10952		MAN B&W 6S60MC	94		0,162	0,853	0,878	1,065	6,727	11,186	2,285	1,374	0,861	0,759
84	ALTAIR	91717,0		2655	162	120460,9	14,5		8990		MAN B&W 5S60MC	92		0,162	0,853	0,878	0,868	6,727	11,071	2,261	1,374	0,855	0,761
85	APJ JIT	89219,0		2150	149	118879,7	14,5		8577		MAN B&W 5S60MC-C	86		0,162	0,855	0,880	0,837	6,729	11,244	2,300	1,377	0,869	0,750
86	ROMANDIE	85200,0	37000	2200	300	120409,2	14,75	S 85%	9195	10813	SUL 5RTA62U	105	110	0,163	0,832	0,858	0,847	6,855	11,218	2,255	1,378	0,865	0,708
171	HERCULES	89941,2					14,5			8833	BV 5743PSN 12		105	0,162				6,727	11,071	2,272	1,380		
144	AENEAS	89951,1					14,5			8833	5S60MC-C		105	0,162				6,727	11,071	2,272	1,380		
87	PEARL OF ABU DHAHBI	89422		2696	202		14,5	S 90%	8330	9260	MAN B&W 6S60MC		99	0,162				6,739	11,332	2,330	1,386		
89	EVER MIGHTY	85158,0	36479	1977	390	120008	14,5		9450		SUL 5RTA62U	105		0,161	0,840	0,866	0,916	6,770	11,079	2,250	1,375	0,867	0,710
90	SEAFARER	89250,0		2834			15	S 85%	9347	11060	MAN B&W 7S50MC-C	122	127	0,167				6,727	11,244	2,306	1,380		
91	MEDI KOBE	90165,0		3059			14,5	S 85%	7940	9340	MAN B&W 7S50MC-C	116	122	0,163				6,626	11,075	2,301	1,377		
92	EFROSSINI	91180,0					14,5		8550		MAN B&W 6S60MC	80		0,162				6,727	11,244	2,298	1,375		
93	JIMAY	91300,0		3282			14,5		9050		MAN B&W 6S60MC	81		0,162				6,727	11,244	2,299	1,376		
94	KANARIS	91356,0	34765	2696	182		14,5	S 90%	7695	8550	MAN B&W 6S60MC	77	80	0,162				6,739	11,332	2,294	1,364		
96	CORONA ACE	91045,0		2254	174	129086,1	13,8	S 85%	7819	9195	MAN B&W 5S60MC	99	105	0,153	0,850	0,881	0,870	6,111	11,892	2,815	1,446	0,878	0,705
166	DA SHUN	97882,6					14,1			9800	MAN 5S60MC-C8-T II		98	0,154				6,990	11,247	2,233	1,388		
189	HANTON TRADER VI	96828,3					14,3			9932	MAN B&W 6S60		91	0,156				6,990	11,247	2,426	1,508		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	$L_{oa}$ [m]	$L_{pp}$ [m]	B [m]	H [m]	$T_D$ [m]	$T_S$ [m]	$DWT_D$ [t]	$DWT_S$ [t]	LW [t]	$\Delta_D$ [t]	$\Delta_S$ [t]	GT	NT
194	WESTERN MONACO	JANGSU HANTONG SHIP HEAVY INDUSTRY CO., LTD.	CPS(WBT) BC-A, ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2016	229,00	225,50	32,26	20,05		14,45		81112				43968	
167	FIJI	NEW TIMES SHIPBUILDING CO., LTD.	I + Hull + Mech, Bulk carrier, CSR CPS(WBT) BC-A, ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2013	229,00	225,50	32,26	20,05		14,45		81285				43990	27662
169	GALIO	NEW TIMES SHIPBUILDING CO., LTD.	I + Hull + Mech, Bulk carrier, CSR CPS(WBT) BC-A, ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2013	229,00	225,50	32,26	20,05		14,45		81404				43990	27662
161	CANON TRADER II	Jiangsu New Yangzi Shipbuilding Co., Ltd.	I + Hull + Mech, Bulk carrier, CSR CPS(WBT) BC-A, ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2013	229,00	225,10	32,26	20,20		14,45		81711				44980	27045
174	KAPETAN TRADER II	Jiangsu New Yangzi Shipbuilding Co., Ltd.	CPS(WBT) BC-A, ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2013	229,00	225,12	32,26	20,20		14,45		81713				44980	27045
156	BERGEN TRADER II	SUNGDOONG SHIPBUILDING & MARINE ENGINEERING CO., LTD.	I + Hull + Mech, Bulk carrier, CSR CPS(WBT) BC-A, ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Panamax Bulk Carrier	2013	229,00	222,74	32,26	20,20		14,55		82000				43673	27103
95	OCEANIS	Samho Heavy Industries Corporation, Maizuru Co., Ltd., Mokpo, Korea	LR +100A1, Bulk Carrier, ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	225,00	217,68	32,25	19,80		14,15	63200					40570	24975
88	PYTHAGORAS	Hitachi Zosen Corporation, Maizuru Works, Maizuru	LR +100A1, Bulk Carrier, ESP, LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2002	244,96	217,00	32,20	19,16	12,40		65600			75100		39709	25329

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
R.Br.	Ime broda	$V_{\text{hold}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{ballast}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{HFO}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{oc}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{HULL}} [\text{m}^3]$	$v [\text{kn}]$	serv/trial	$P_B [\text{kW}]$	$P_{\text{Max}} [\text{kW}]$	Tip glavnog pogonskog stroja	$N [\text{min}^{-1}]$	$N_{\text{Max}} [\text{min}^{-1}]$	$F_n$	$C_B$	$C_{\text{RD}}$	$C_{\text{OIR}}$	$L_{\text{pp}}/B$	$L_{\text{pp}}/H$	$B/T_s$	$H/T_s$	$\eta_{\text{DWT}}$	$\eta_{\text{vol}}$
194	WESTERN MONACO	96828,3					14,3			9932	MAN B&W 6S60		91	0,156				6,990	11,247	2,233	1,388		
167	FUJI	97882,6					14,1			9800	MAN 5S60MC-C8-T II		98	0,154				6,990	11,247	2,233	1,388		
169	GALIO	97882,6					14,1			9800	MAN 5S60MC-C8-T II		98	0,154				6,990	11,247	2,233	1,388		
161	CANON TRADER II	97784,2					14,1			9500	MAN B&W		89	0,154				6,978	11,144	2,233	1,398		
174	KAPETAN TRADER II	97529,0					14,1			9500	B&W 6S60MC-C7		89	0,154				6,978	11,145	2,233	1,398		
156	BERGEN TRADER II	96322,8					14,5			11200	MAN B&W 6S60MC-8.1		96	0,160				6,905	11,027	2,217	1,388		
95	OCEANIS	89000					14,8		11169		MAN B&W 6S60MC	96		0,165				6,750	10,994	2,279	1,399		
88	PYTHAGORAS	89422,0		2618			14,5	S 75%	9260	12240	MAN B&W 6S60MC	99	105	0,162			0,989	6,739	11,326	2,597	1,545	0,874	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R.Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	$L_{oa}$ [m]	$L_{pp}$ [m]	B [m]	H [m]	$T_0$ [m]	$T_s$ [m]	$DWT_0$ [t]	$DWT_s$ [t]	LW [t]	$\Delta_0$ [t]	$\Delta_s$ [t]	GT	NT
97	ERIDGE	Daewoo Shipbuilding & Heavy Machinery Ltd., Korea	LR +100A1, Bulk Carrier, +LMC, UMS	Capesize Bulk Carrier	1993?	286,00	256,00	40,50	21,20	14,52	15,42	114012	122773	16036	130048	138809	63240	39162
98	KVVK LEGACY	China Shipbuilding Corporation, Keelsung Shipyard, Keelsung, (TWN)	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT MS, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1993	270,08	260,00	43,00	23,90		17,33		149505	18458		167963	77273	47299
99	LOWLANDS GRACE	Keelsung SB, Keelsung	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT MS, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1991	270,08	260,03	42,96	23,90		17,33		149518	18445		167963	77273	47299
100	DEEP BLUE	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Ulsan, Korea	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, MON-SHAFT +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	1991	269,00	259,00	43,00	23,80		17,41		150108	17353		167461	75675	48824
101	IRON KING	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Ulsan, Korea	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	1996	280,00	272,09	45,00	23,80		17,50		161000	20052		181052	81155	52207
102	IRON QUEEN	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Ulsan, Korea	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, ALT, +AUT MS, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	1996	280,09	272,09	45,00	23,82		17,51		161183	19869		181052	81155	52207
186	FORTUNE	JAPAN MARINE UNITED CORPORATION/Akate Shipyard	CPS(WBT) BC-A, ESP, AUT-UMS, MON-SHAFT	Capesize Bulk Carrier	2016	292,00	288,40	45,00	24,55		16,50		162159				93297	
103	ERRADALE	Harland & Wolff Shipbuilding and Heavy Industries Ltd, UK	LR +100A1, Bulk Carrier, +LMC, UMS, SEA - R, IWS	Capesize Bulk Carrier	1994	283,73	276,73	44,40	24,10	16,75	17,75	152000	163500	22804	174804	186304	82701	53327
104	REDESTOS	Gdynia Shipyard, Gdynia, Poland	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, +AUT, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1993	281,84	271,00	44,90	25,40		17,83		165133	24441		189574	91642	50709
105	CSK ENTERPRISE	Hella Engineering & Heavy Industries, Korea	ABS +A1 (E) Bulk Carrier, +AMS, +ACCU	Capesize Bulk Carrier	1996	283,00	271,00	45,00	24,60	17,80	18,15	164400	168300	20700	185100	189000	85000	55899
106	TAISHAN	Hella Engineering & Heavy Industries Ltd, Sambo, Korea	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT MS, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1999	288,97	278,00	44,98	24,00		17,65		169147	22521		191668	86192	54698
107	HENG SHAN	Hella Engineering & Heavy Industries, Sambo, Korea	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, + AUT MS, Veristar Hull, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1999	288,96	278,00	44,98	24,00		17,63		169168	22500		191668	86192	54698
108	LOWLANDS PROSPEROUS	Sambo Heavy Industries Co. Ltd., Mipo, Korea	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	2001	288,97	278,00	44,98	24,00		17,65		169229	22439		191668	86201	56565
109	ALPHA COSMOS	Sasebo Heavy Industries Co. Ltd., Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT MS, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	2001	289,00	279,00	44,98	24,40		17,97		169770				87378	56500
110	PHILIPPE L.D.	Daewoo Heavy Industries Ltd, Pusan, Korea	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, +AUT, Veristar Hull, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1999	289,09	278,00	45,00	24,70		17,62		169981				88385	58791
111	PTSA D.	Sambo Heavy Industries Co. Ltd., Sambo, Korea	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CW), +LMC, UMS	Capesize Bulk Carrier	2002	289,00	278,00	44,98	24,15	16,50	17,75	154500	170188	22908	177408	193096	86734	56286
112	CONSTANTIA	Ishikawajima - Harima Heavy Industries Co. Ltd. for Kore, Hiroshima, Japan	BV +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	1996	289,00	277,00	45,00	23,80		17,62		171039				83658	55405
113	ANANGEL ETERNITY	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Korea	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT MS, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1999	288,80	278,00	45,00	24,00		17,64		171101				86600	47874



1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
R. Br.	Ime broda	$V_{\text{ind}}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{\text{maks}}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{\text{FO}}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{\text{EO}}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{\text{HULL}}$ [m <sup>3</sup> ]	$v$ [kn]	serv / trial	$P_B$ [kW]	$F_{\text{Max}}$ [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	$N$ [min <sup>-1</sup> ]	$N_{\text{Max}}$ [min <sup>-1</sup> ]	$F_n$	$C_B$	$C_{SD}$	$C_{sr}$	$L_{\text{TP}}$ / $B$	$L_{\text{TP}} / H$	$B / T_s$	$H / T_s$	$\eta_{\text{DWT}}$	$\eta_{\text{vo}}$
97	ERIDGE	136042,0	55141	3360	205	1917354,4	14,11	S 85%	10129	11917	MAN B&W 5S70MC	78	82	0,145	0,847	0,872	0,779	6,321	12,075	2,626	1,375	0,884	0,710
98	KWIK LEGACY	164597,0	52725	2952	271	2329229	13,5	S 85%	10560	12430	MAN B&W 5L80MCE	83	88	0,138	0,846	0,872	0,817	6,047	10,879	2,482	1,380	0,890	0,707
99	LOWLANDS GRACE	164597,0	52725	2911	241	2329067	12,6	S 85%	10560	12430	MAN B & W 5L80MCE	83	88	0,128	0,847	0,872	1,005	6,054	10,880	2,479	1,380	0,890	0,707
100	DEEPBLUE	166081,0		3610	240	2299119	13,5	S 81%	10444	12843	MAN B&W 5S70MC	82	88	0,138	0,843	0,867	0,810	6,023	10,882	2,470	1,367	0,886	0,722
101	IRONKING	176073,0	69884	3565		2475257	14,5			15215	SUL 6RTA 72U		88	0,144	0,824	0,849	6,046	11,432	2,571	1,360	0,889	0,711	
102	IRONQUEEN	176073,0	71130	4173	287	2476121	14,5	S 84%	12946	15436	SUL 6RTA 72U	84	87	0,144	0,824	0,849	0,769	6,046	11,423	2,570	1,360	0,890	0,711
186	FORTUNE	192235,0					15			15860	MAN B&W		85	0,145				6,409	11,747	2,727	1,488		
103	ERRADALE	181000,0	76400	3600	190	2540177	15,5	S 90%	14646	15180	MAN B&W 6S70MC	79	82	0,153	0,833	0,858	0,699	6,233	11,483	2,501	1,358	0,878	0,713
104	REDESTOS	183692,0	59139	4510	300	2726009	14,1	S 90%	12000	13330	SUL 6RTA76	85	87	0,141	0,853	0,882	0,752	6,036	10,669	2,519	1,425	0,871	0,674
105	CSK ENTERPRISE	185500,0	74000	3300	350	2571897	14,6	S 85%	14334	16859	MAN B&W 6S70MC	86	91	0,146	0,833	0,857	0,810	6,022	11,016	2,479	1,355	0,890	0,721
106	TAI SHAN	186688,0	54936	4186	251	2614546	15	S 85%	14334	16860	MAN B&W 6S70MC	86	91	0,148	0,847	0,871	0,740	6,181	11,563	2,548	1,360	0,882	0,714
107	HENG SHAN	186689,0	76115	4186	251	2617691	14,8	S 85%	14334	16860	MAN B&W 6S70MC	86	91	0,146	0,848	0,872	0,771	6,181	11,583	2,551	1,361	0,883	0,713
108	LOWLANDS PROSPEROUS	186769,0		4913	277	2614546	14,5			16860	MAN B & W 6S70MC		91	0,143	0,847	0,871		6,181	11,563	2,548	1,360	0,883	0,714
109	ALPHA COSMOS			4378			17	S 100%	16860	16860	MAN B&W 6S70MC	91	91	0,167				6,203	11,434	2,503	1,358		
110	PHILIPPLELD	192685,0	71836	4191	284		14	S 85%	13490	15882	MAN B & W 6S70MC	85	89	0,138				6,178	11,255	2,554	1,402		
111	PITSA D.	188956,0				263541,7	14,8	S 85%	14328	16860	MAN B & W 6S70MC	86	91	0,146	0,849	0,873	0,767	6,181	11,511	2,534	1,361	0,881	0,717
112	CONSTANTIA	186675,0		4362			14,8	S 85%	13635	16039	SUL 6RTA72	88	93	0,146				6,156	11,639	2,554	1,351		
113	ANGEL ETERNITY	186547,0	56497	4123	257		14,5	S 85%	14329	16860	MAN B&W 6S70MC	86	91	0,143				6,178	11,583	2,551	1,361		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	$L_{oa}$ [m]	$L_{pp}$ [m]	B [m]	H [m]	$T_b$ [m]	$T_s$ [m]	$DWT_0$ [t]	$DWT_s$ [t]	LW [t]	$\Delta_0$ [t]	$\Delta_s$ [t]	GT	NT
114	SA ALTUS	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd, Korea	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UIMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	2001	288,87	279,00	45,00	24,10		17,72		171509				87542	56714
115	CHARLES L. D.	NKK Corporation, Tsu, Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, +AUT, Oil Poi-Eng. + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1999	289,00	279,00	45,00	24,10		17,78		171850				87522	56709
116	SALDANHA	SN Costanza SA,	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, +ALT, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1995	295,75	283,00	46,00	24,40		18,02		172173	27984		200157	90312	56579
117	MINERAL SNES	Daewoo Heavy Industries Ltd, Pusan, Korea	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UIMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	2002	289,00	279,00	45,00	24,20		17,82		172319				87495	57063
118	LOWLANDS TRADER	NKK Tsu Works, Hashihama, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UIMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	2001	289,00	279,00	45,00	24,10		17,83		172517				87390	57416
119	GRAN TRADER	NKK Tsu Works, Hashihama, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UIMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	2001	289,00	279,00	45,00	24,10		18,00		172579				87390	57416
120	BERGE ATLANTIC	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd, Korea	DNV AS +1A1 Bulk Carrier, ESP, HC/E, EO, IB (+), Ice - 1C, CSA - 1	Capesize Bulk Carrier	1998	291,70	280,00	48,00	23,70	17,05	17,11	171882	172704	26176	198058	198880	91962	47252
121	FEROSA	Santierul Naval SA,	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, + AUT MS, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1992	298,12	284,93	46,00	24,40		18,02		173149	27053		200202	90991	53620
122	CHINA STEEL GROWTH	China Shipbuilding Corporation, Keelung Shipyard, Keelung, (TWN)	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I,W,S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Capesize Bulk Carrier	2002	289,03	281,50	45,00	24,10		17,80		175775	24181		199956	91051	58440
123	UNIQUE BRILLIANCE	Nippon Koken Kk., Tsu	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Capesize Bulk Carrier	2002	289,05	279,00	45,00	24,10		17,85		176347	21392		197739	88702	58998
180	LEVIATHAN	JAPAN MARINE UNITED CORPORATION Akai Shipyard	GPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UIMS, MON-SHAFT	Capesize Bulk Carrier	2014	292,00	288,40	45,00	24,55		18,15		182476				93297	

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
R.Br.	Ime broda	$V_{\text{hid}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{ballast}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{hid}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{co}} [\text{m}^3]$	$V_{\text{hid}} [\text{m}^3]$	$v [\text{kn}]$	serv/trial	$P_B [\text{kW}]$	$P_{\text{max}} [\text{kW}]$	Tip glavnog pogonskog stroja	$N [\text{min}^{-1}]$	$N_{\text{max}} [\text{min}^{-1}]$	$F_n$	$C_B$	$C_{\text{HD}}$	$C_{\text{out}}$	$L_{\text{pp}}/B$	$L_{\text{pp}}/H$	$B/T_S$	$H/T_S$	$\eta_{\text{DWR}}$	$\eta_{\text{va}}$
114	SA-ALTUS	191400,0	75885	3761	267		14,5	S 100%	16860	16860	MAN B & W 6S70MC	91	91	0,143				6,200	11,577	2,540	1,360		
115	CHARLES L. D.	188890,0		4430			14,3	S 81%	13695	16860	MAN B&W 6S70MC	80	91	0,141				6,200	11,577	2,531	1,355		
116	SALDANHA	187976,0		4084	272086		14,4	S 90%	14930	16440	SUL 6RTA72	91	94	0,141	0,832	0,857	0,847	6,152	11,598	2,553	1,354	0,860	0,691
117	MINERAL SINES			4383			14,5			16860	MAN B & W 6S70MC		91	0,143				6,200	11,529	2,525	1,358		
118	LOWLANDS TRADER						15		14710		MAN B & W 6S70MC	80		0,148				6,200	11,577	2,524	1,352		
119	GRAN TRADER			4087			15	S 87%	14710	16860	MAN B & W 6S70MC	80	91	0,148				6,200	11,577	2,500	1,339		
120	BERGE ATLANTIC	163916,0	89053	4749	333	277136,2	15,44	S 85%	16720	19670	MAN B&W 7S70MC	86,2	91	0,152	0,844	0,870	0,773	5,833	11,814	2,805	1,385	0,868	0,591
121	FEROSA	178440,0				272280,6	15	S 84%	12908	15360	MAN B & W 8L60MC	116	123	0,146	0,827	0,851	0,648	6,194	11,677	2,553	1,354	0,865	0,655
122	CHINA STEEL GROWTH	196000,0		3755	125	271021,1	14,8	S 86%	16034	18630	MAN B&W 6S50MC-C	80	91	0,145	0,865	0,888	0,838	6,256	11,680	2,528	1,354	0,879	0,723
123	UNIQUE BRILLIANCE	194291,0		5015	261	267263,5	14,85	S 90%	13240	14710	MAN B & W 6S70MC	77	80	0,146	0,861	0,883	0,690	6,200	11,577	2,521	1,350	0,892	0,727
180	LEVATHAN	195291,0					17,3			15860	MAN B&W		85	0,167				6,409	11,747	2,479	1,353		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	$L_{oa}$ [m]	$L_{pp}$ [m]	B [m]	H [m]	$T_D$ [m]	$T_s$ [m]	$DWT_D$ [t]	$DWT_s$ [t]	LW [t]	$\Delta_D$ [t]	$\Delta_s$ [t]	GT	NT
168	FPMC B. KINGDOM	JAPAN MARINE UNITED CORPORATION Tsu Shipyard	CSR CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UIMS, NON-SHAFT	VLBC Bulk Carrier	2013	299,70	291,75	50,00	25,00		18,20		206500				106385	64165
193	STAR MARISA	Shanghai WaigaoQiao Shipbuilding Co., Ltd.	CFRUE+Mach. Bulk carrier CSR CPS(WBT) BC-A ESP, AUT-UIMS, ERS-S, MON-SHAFT	VLBC Bulk Carrier	2016	299,88	294,13	50,00	25,00		18,50		208000				108237	67514
124	SG PROSPERITY	Daewoo Shipbuilding & Heavy Machinery Ltd., Korea	DNV+1A1 Bulk Carrier ESP (FC/E), EO, IB (P), TMON	VLBC Bulk Carrier	1996	312,00	300,00	50,00	25,30	18,00	18,30	207084	211320	25450	232534	236770	108083	65916

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
R. Br.	Ime broda	$V_{acc}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{silos}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{ce}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{ce}$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{full}$ [m <sup>3</sup> ]	v [kn]	serv/trial	$P_s$ [kW]	$P_{max}$ [kW]	tip sklop pogonske vrste	N [min <sup>-1</sup> ]	N <sub>max</sub> [min <sup>-1</sup> ]	Fn	Cs	C <sub>10</sub>	C <sub>50</sub>	L <sub>sp/B</sub>	L <sub>sp/H</sub>	B/Ts	H/Ts	$\eta_{WHI}$	$\eta_{OL}$
168	FPMC B. KINGDOM	216694,0					14,7		16810	16810	MAN Diesel & Turbo	86	86	0,141				5,835	11,670	2,747	1,374		
193	STAR MARISA	224745,3					14,5		17494	17494	MAN B&W 6GT0ME-C	78	78	0,139				5,883	11,765	2,703	1,351		
124	SG PROSPERITY	226201,0	75017	4917	277	325287,1	14,5	S 90%	17617	19670	MAN B&W 7S70MC	81,5		0,138	0,842	0,868	0,875	6,000	11,858	2,732	1,383	0,893	0,893

Podaci sadržani u Tablici 1. mogu se podijeliti na podatke objavljene u literaturi i na one izračunate na osnovu raspoloživih podataka o brodu. Veličine koje su izračunate su slijedeće: Froude-ov broj, volumen trupa, konstanta admiraliteta, omjeri  $L_{pp}/B$ ,  $L_{pp}/T_s$ ,  $B/T_s$ ,  $H/T_s$ , te koeficijent istisnine i koeficijent korisnosti volumena skladišta i koeficijent korisnosti istisnine. U slučajevima kada je poznata istisnina broda, koeficijent istisnine izračunat je prema izrazu (1):

$$C_B = \Delta s / (\rho \cdot L_{pp} \cdot B \cdot T_s) \quad (1)$$

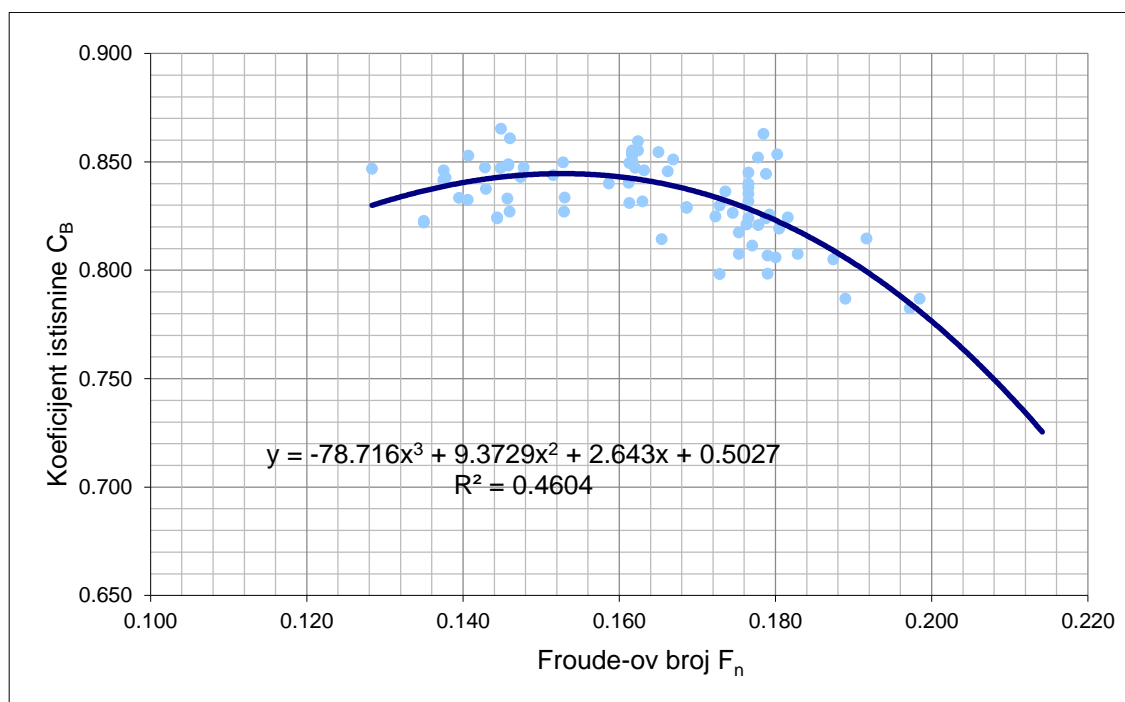
gdje je:  $\rho = 1,025 \text{ t/m}^3$  ... gustoća morske vode

$\Delta s$ ... masa istisnine broda (scantling)

$L_{pp}$  ... duljina broda između okomica

$B$  ... širina broda

$T_s$  ... maksimalni gaz broda (scantling)



**Dijagram 1. Zavisnost koeficijenta istisnine o Froude-ovom broju**

Koeficijent punoće trupa broda do glavne palube izračunat je prema izrazu: [7]

$$C_{BD} = (D/T - 1) \cdot 0,086 + (0,7 - C_B) \cdot 0,0475 + C_B \quad (2)$$

Konstanta admiraliteta  $C_{ADM}$  izračunata je prema formuli: [7]

$$C_{ADM} = \Delta^3 \cdot v^3 / P_B \quad (3)$$

gdje je:

$P_B$  ... snaga pogonskog stroja za brzinu u službi, (kW)

$\Delta$  ... masa istisnine broda, (t)

$v$  ... brzina broda u službi, (kn)

### 3.2. Regresijska analiza

Cilj regresijske analize je odrediti međusobne zavisnosti pojedinih značajki brodova za rasuti teret s težištem na korelaciji volumena skladišta tereta i balastnih tankova sa glavnim značajkama broda (duljina, širina, visina, gaz, nosivost i istisnina). U tu svrhu prikupljen je veliki broj podataka o izgrađenim suvremenim brodovima za prijevoz rasutog tereta, prikazanih u Tablici 1.

Analizom su obuhvaćeni različiti tipovi brodova za prijevoz rasutog tereta i to Bulk Carrieri, Bulk/Ore Carrieri i Ore Carrieri.

Pored analize zavisnosti volumena prostora broda o glavnim izmjerama, također je provedena regresijska analiza međusobnih zavisnosti ostalih važnijih značajki broda. Analizirane su zavisnosti glavnih dimenzija broda o nosivosti na maksimalnom gazu kao i zavisnost nekih izračunatih veličina o ukupnom volumenu i duljini broda.

Regresijska analiza prikazana je dijagramima rasprostiranja i pripadajućim regresijskim jednadžbama. Pri određivanju krivulje koja se najbolje prilagođava parovima vrijednosti korištena je metoda najmanjih kvadrata tj. suma kvadrata odstupanja originalnih vrijednosti od vrijednosti regresijske krivulje mora biti minimalna. [8]

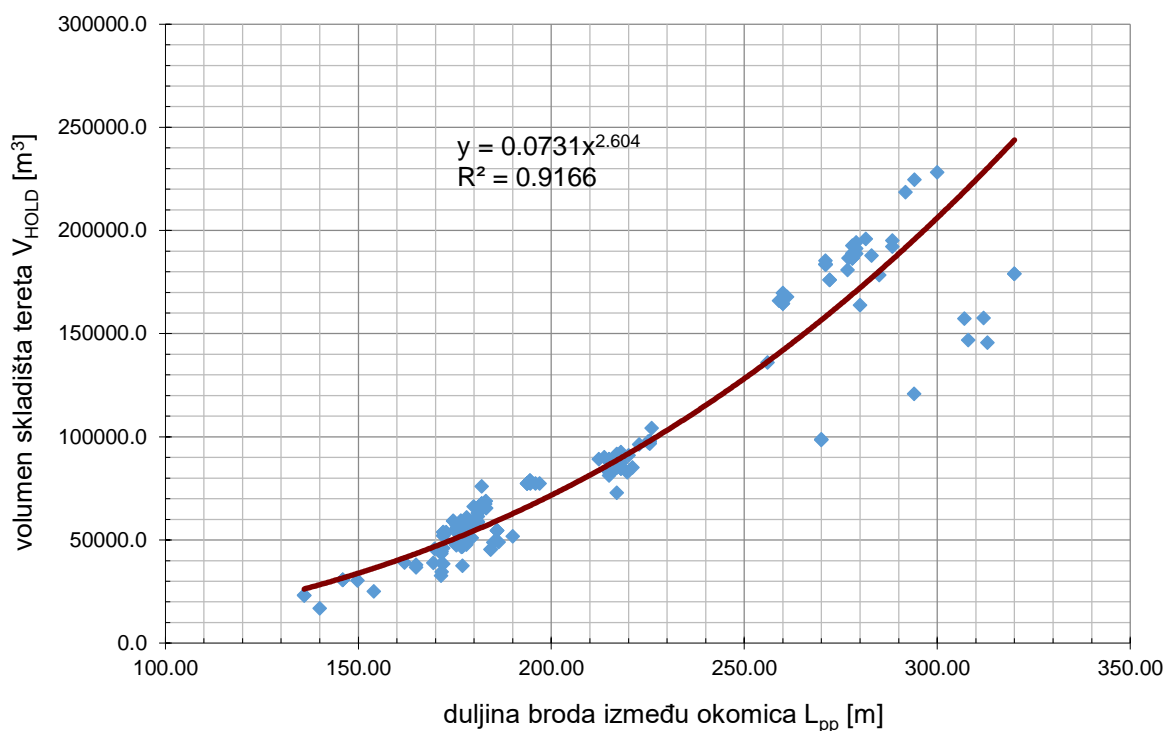
Rezultati regresijske analize sadrže procjenu preciznosti veze uspostavljene pomoću regresijske jednadžbe. Stupanj ovisnosti varijable  $y$  o varijabli  $x$  izražena je koeficijentom ili indeksom korelacije  $R^2$ . Jačina veze između varijabli može se stupnjevati na sljedeći način:

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

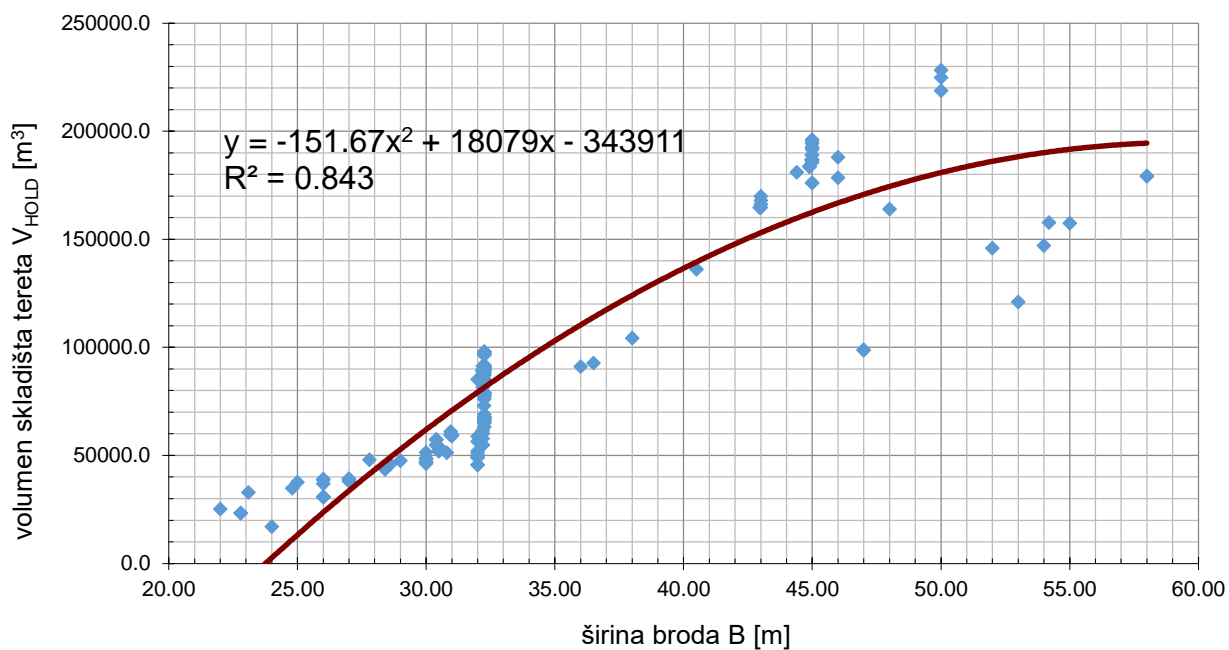
Rezultati regresijske analize prikazani su dijagramima (na stranicama koje slijede), te grupirani prema sljedećim područjima analize:

1. Zavisnost volumena teretnih tankova o:
  - > duljini broda između okomica  $L_{pp}$ , dijagram 2.
  - > širini broda  $B$ , dijagram 3.

- 
- > visini broda H, dijagram 4.
  - > maksimalnom gazu TS, dijagram 5.
  - > nosivosti broda na maksimalnom gazu DWTS, dijagram 6.
  - > istisnini broda na maksimalnom gazu  $\Delta S$ , dijagram 7.
2. Zavisnost volumena balastnih tankova o:
- > duljini broda između okomica Lpp, dijagram 8.
  - > širini broda B, dijagram 9.
  - > visini broda H, dijagram 10.
  - > maksimalnom gazu TS, dijagram 11.
  - > nosivosti broda na maksimalnom gazu DWTS, dijagram 12.
  - > istisnini broda na maksimalnom gazu  $\Delta S$ , dijagram 13.
3. Zavisnost sljedećih veličina o volumenu skladišta tereta:
- > maksimalna snaga stroja P<sub>MAX</sub>, dijagram 14.
  - > koeficijent istisnine CB, dijagram 15.
4. Zavisnost glavnih značajki broda o nosivosti na maksimalnom gazu:
- > duljina broda između okomica Lpp, dijagram 16.
  - > širina broda B, dijagram 17.
  - > visina broda H, dijagram 18.
  - > maksimalni gaz broda TS, dijagram 19.
  - > maksimalna snaga stroja P<sub>MAX</sub>, dijagram 20.
  - > Froude-ov broj Fn, dijagram 21.
5. Zavisnosti koeficijenata:
- > iskoristivosti istisnine o nosivosti na maksimalnom gazu, dijagram 22.
  - > iskoristivosti istisnine o duljini broda između okomica, dijagram 23.
  - > korisnosti volumena skladišta o nosivosti na maksimalnom gazu, dijagram 24.
  - > korisnosti volumena skladišta o duljini broda između okomica, dijagram 25.
  - > iskoristivosti istisnine o volumenu skladišta tereta, dijagram 26.
  - > iskoristivosti istisnine o volumenu balastnih tankova, dijagram 27.

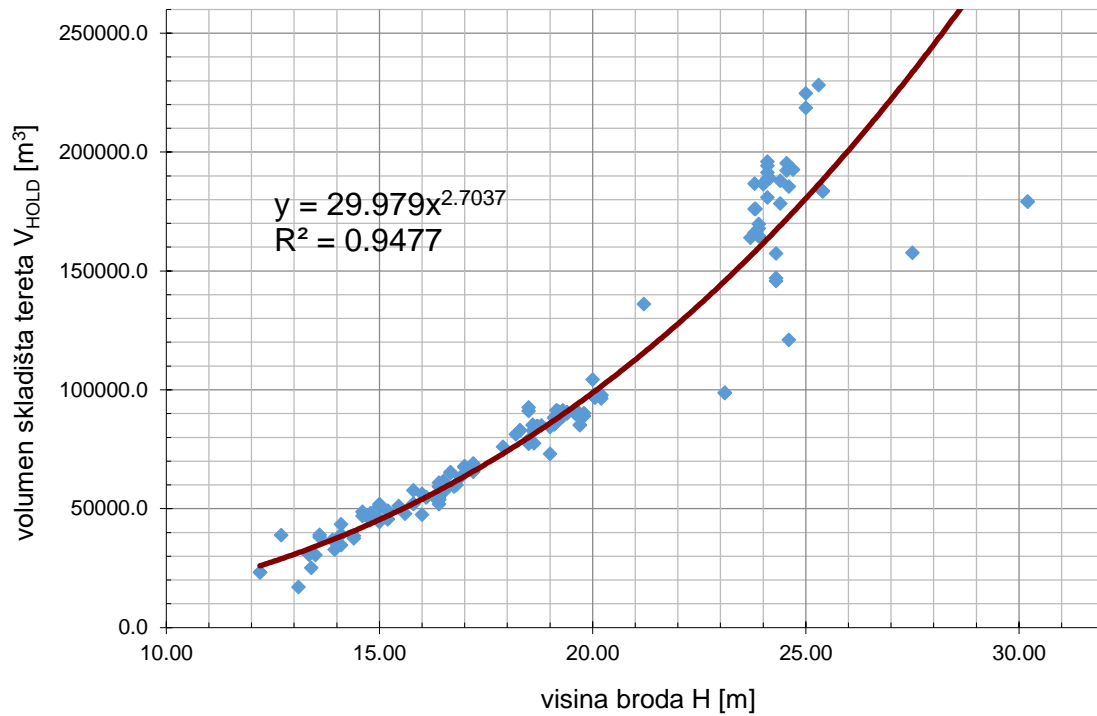


**Dijagram 2. Zavisnost volumena skladišta o duljini broda između okomica za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**

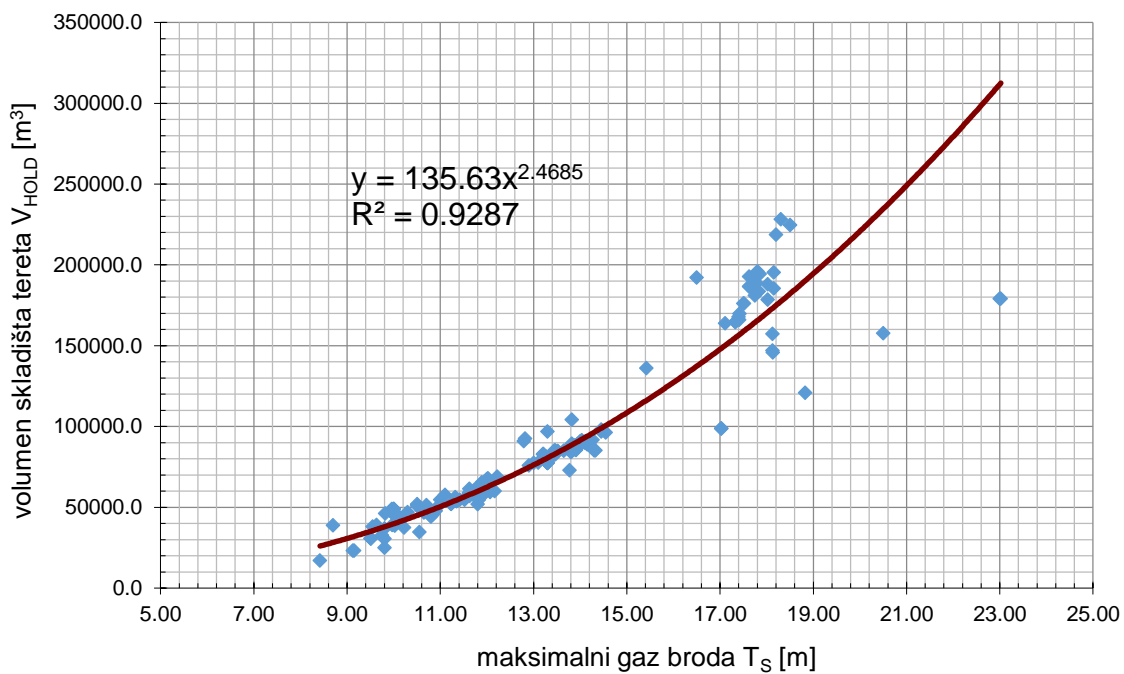


**Dijagram 3. Zavisnost volumena skladišta o širini broda za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**

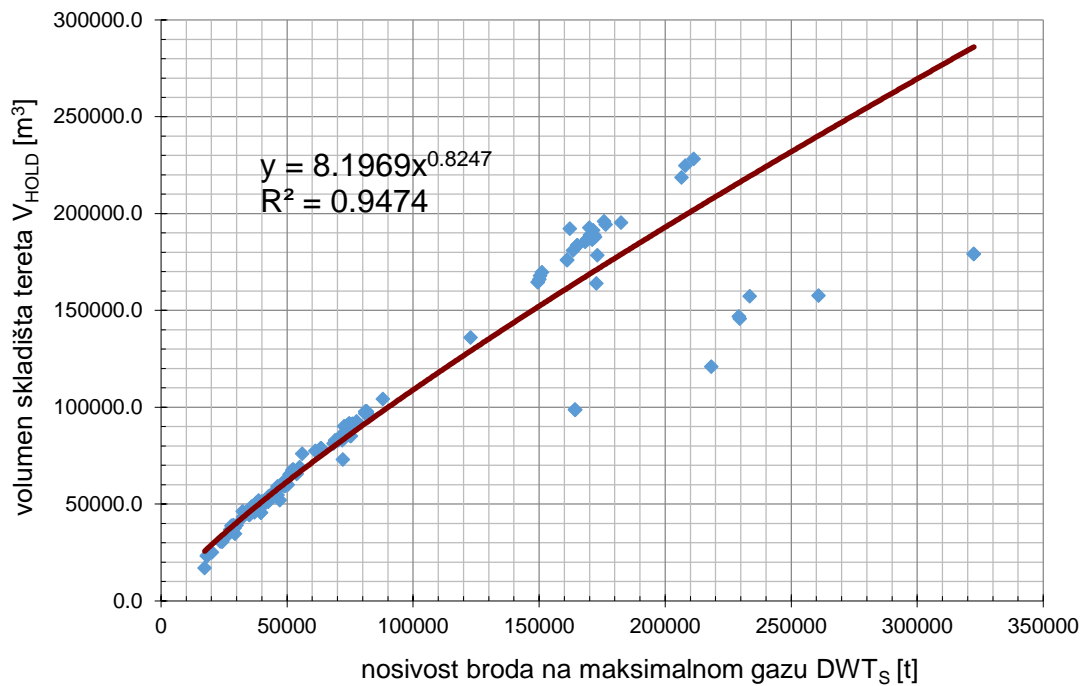




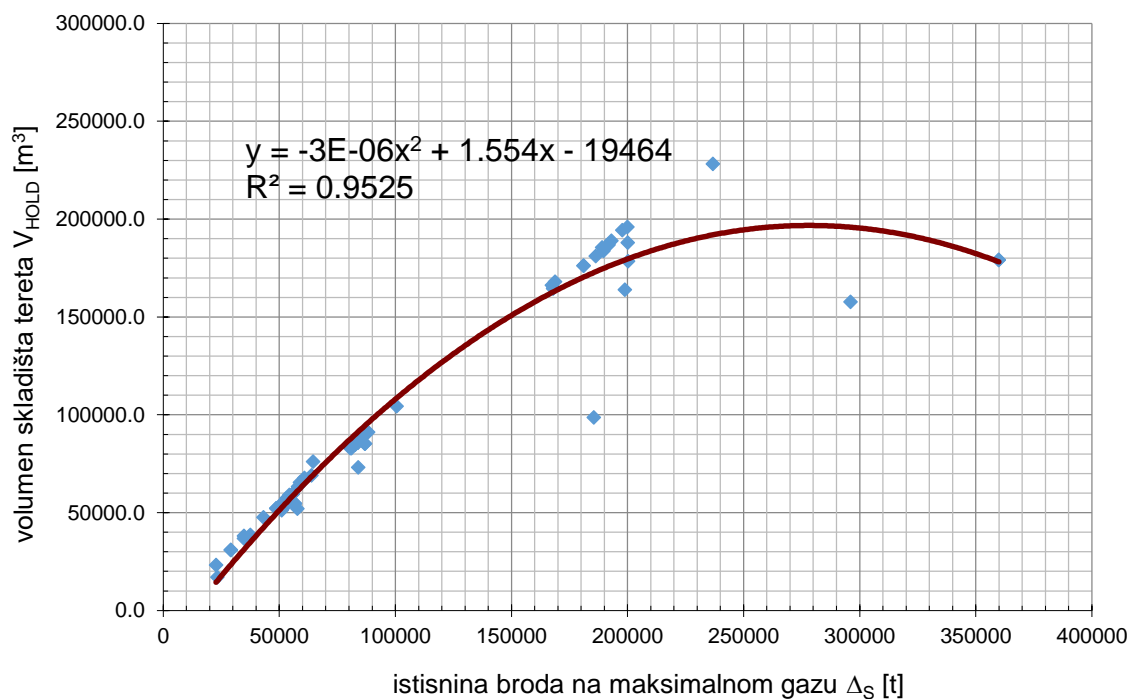
**Dijagram 4. Zavisnost volumena skladišta o visini broda za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



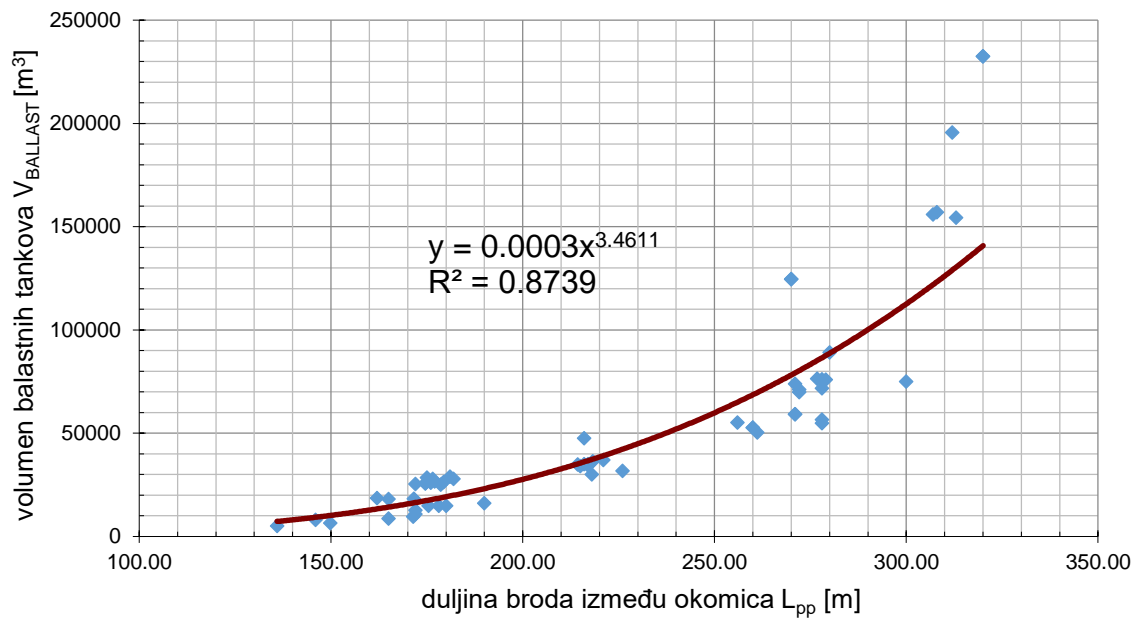
**Dijagram 5. Zavisnost volumena skladišta o maksimalnom gazu broda za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



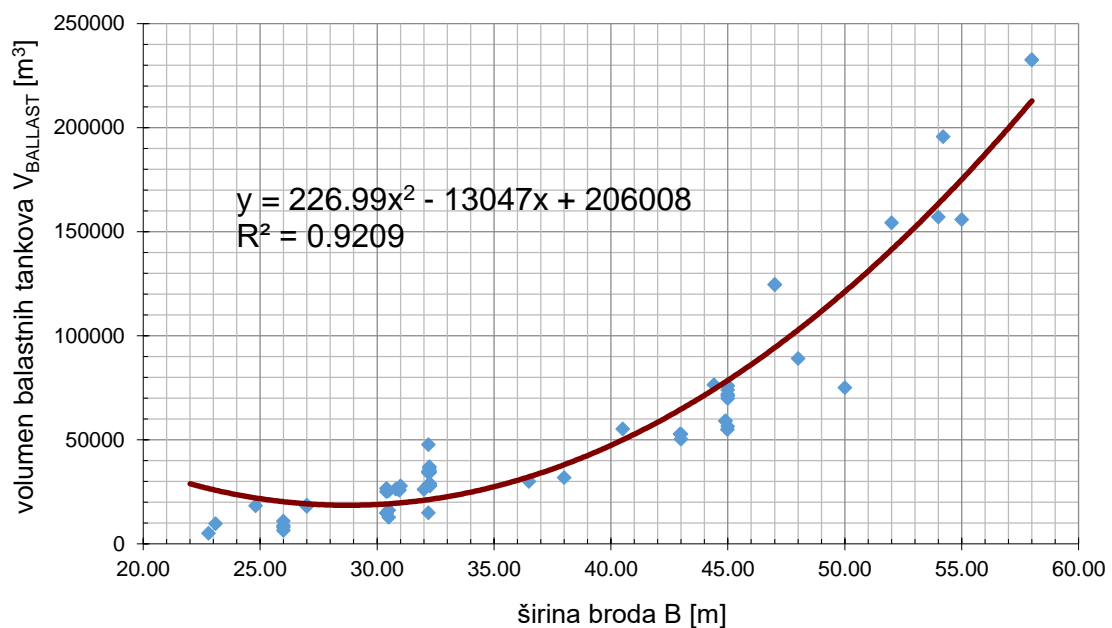
**Dijagram 6. Zavisnost volumena skladišta o nosivosti broda na maksimalnom gasu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



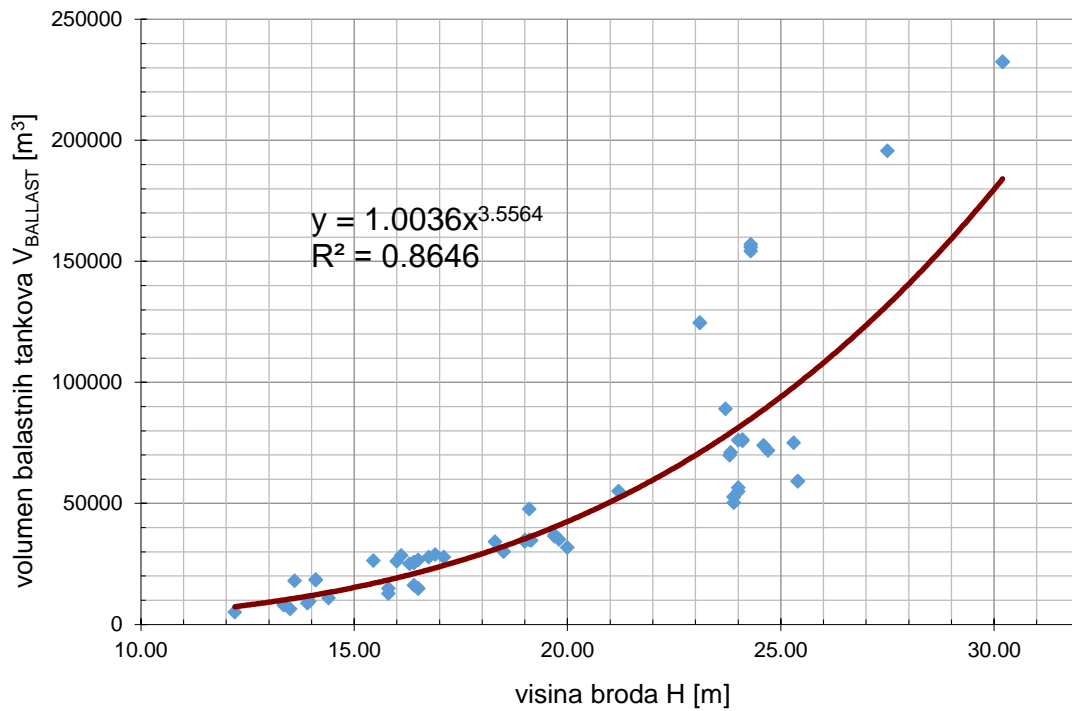
**Dijagram 7. Zavisnost volumena skladišta o istisnini broda na maksimalnom gasu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



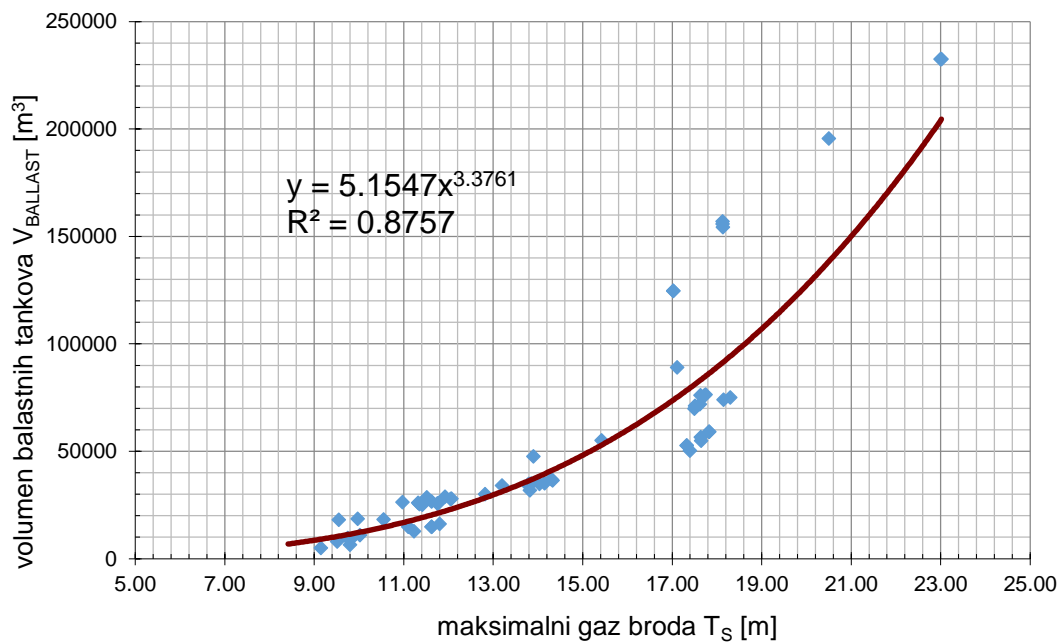
**Dijagram 8. Zavisnost volumena balastnih tankova o duljini broda između okomica za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



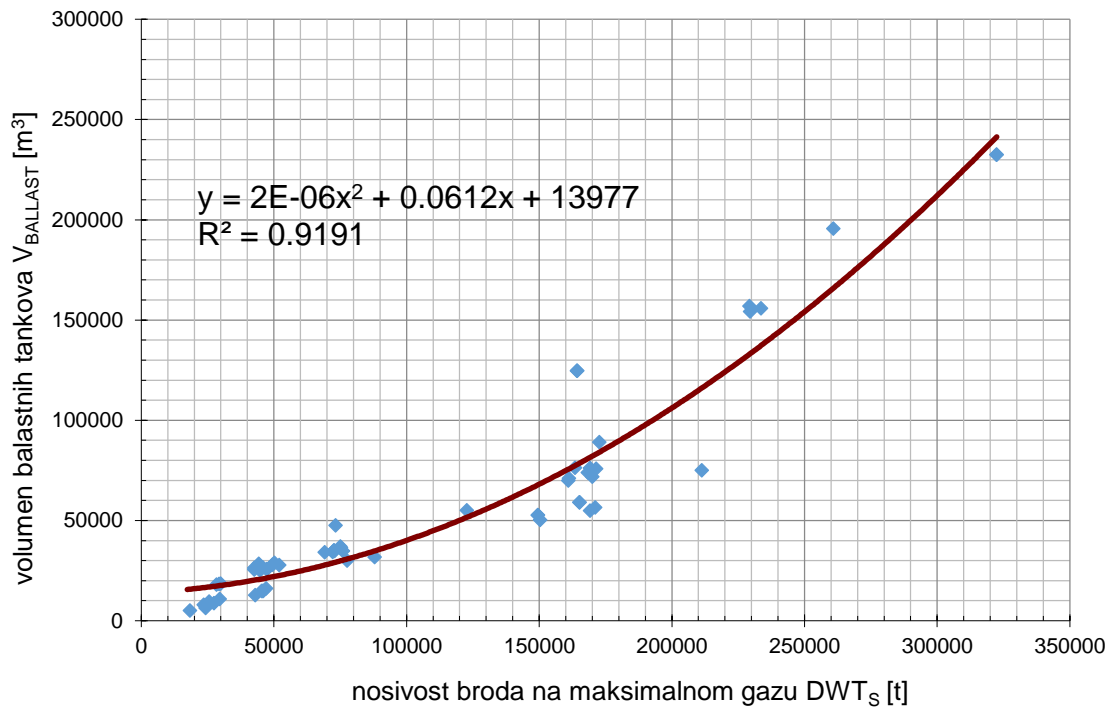
**Dijagram 9. Zavisnost volumena balastnih tankova o širini broda za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



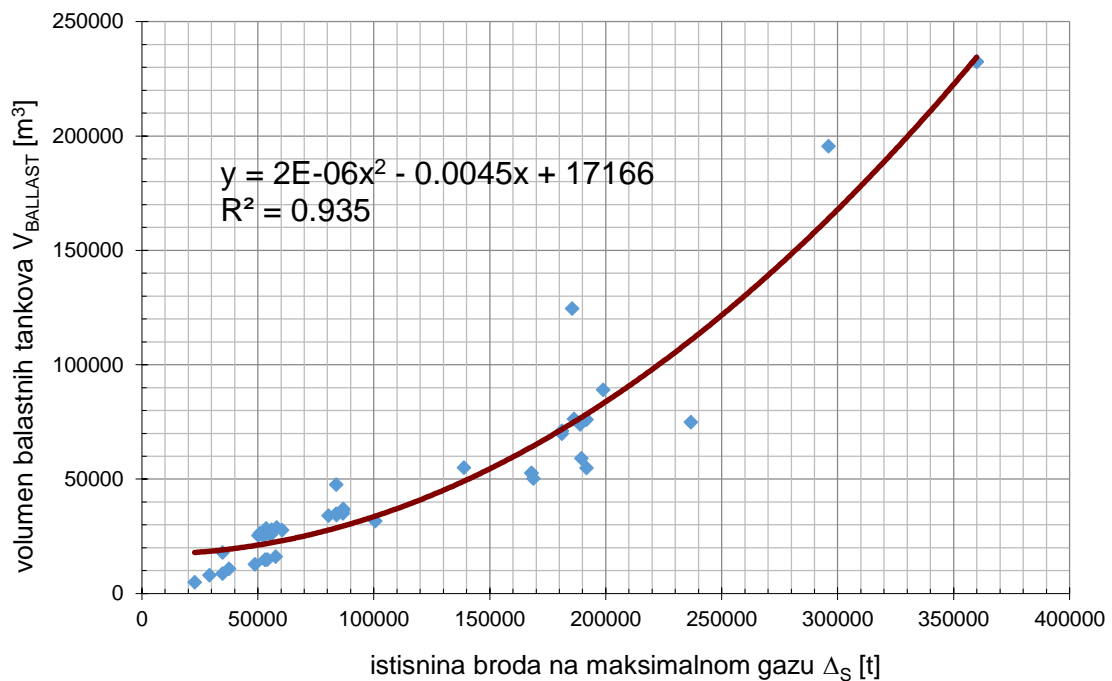
**Dijagram 10. Zavisnost volumena balastnih tankova o visini broda za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



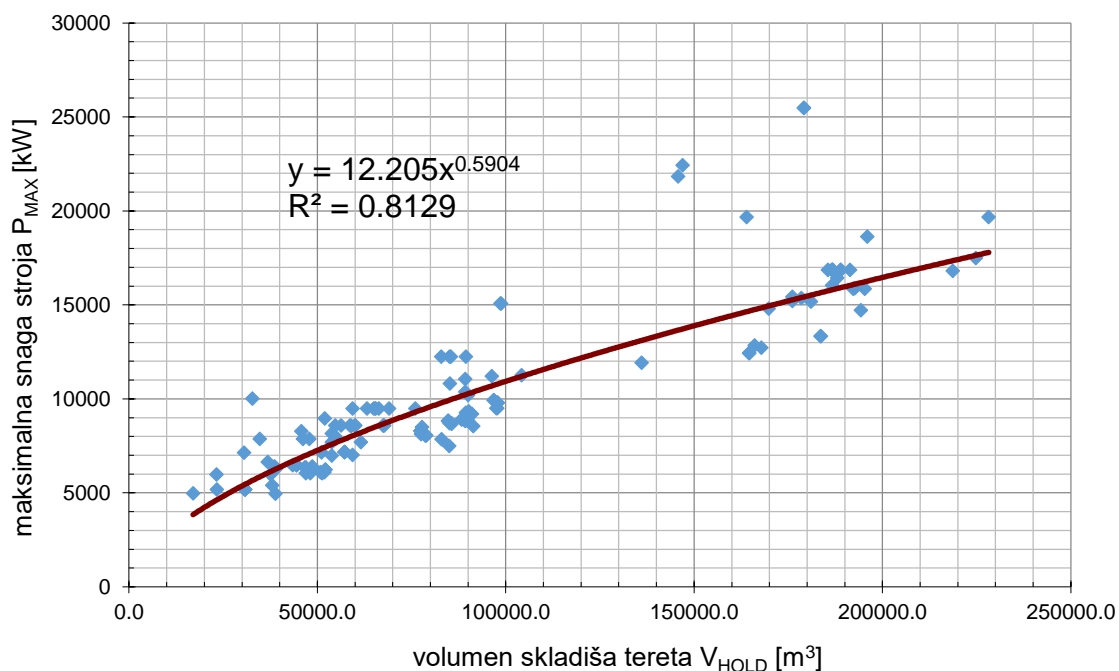
**Dijagram 11. Zavisnost volumena balastnih tankova o maksimalnom gasu broda za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



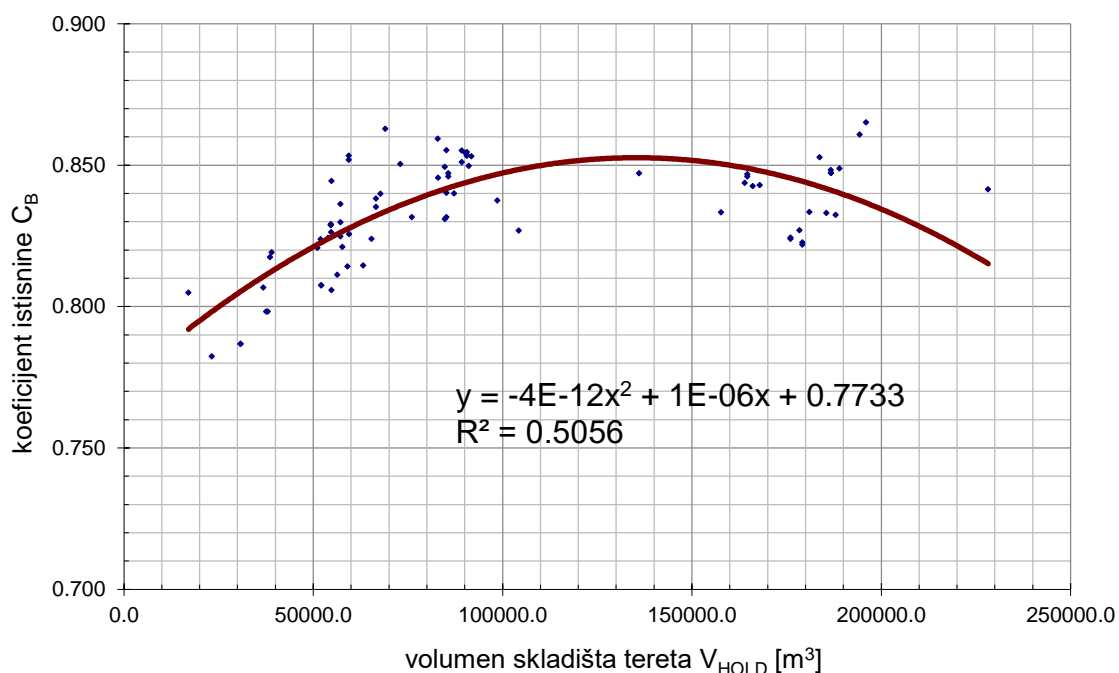
**Dijagram 12. Zavisnost volumena balastnih tankova o nosivosti broda na maksimalnom gasu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



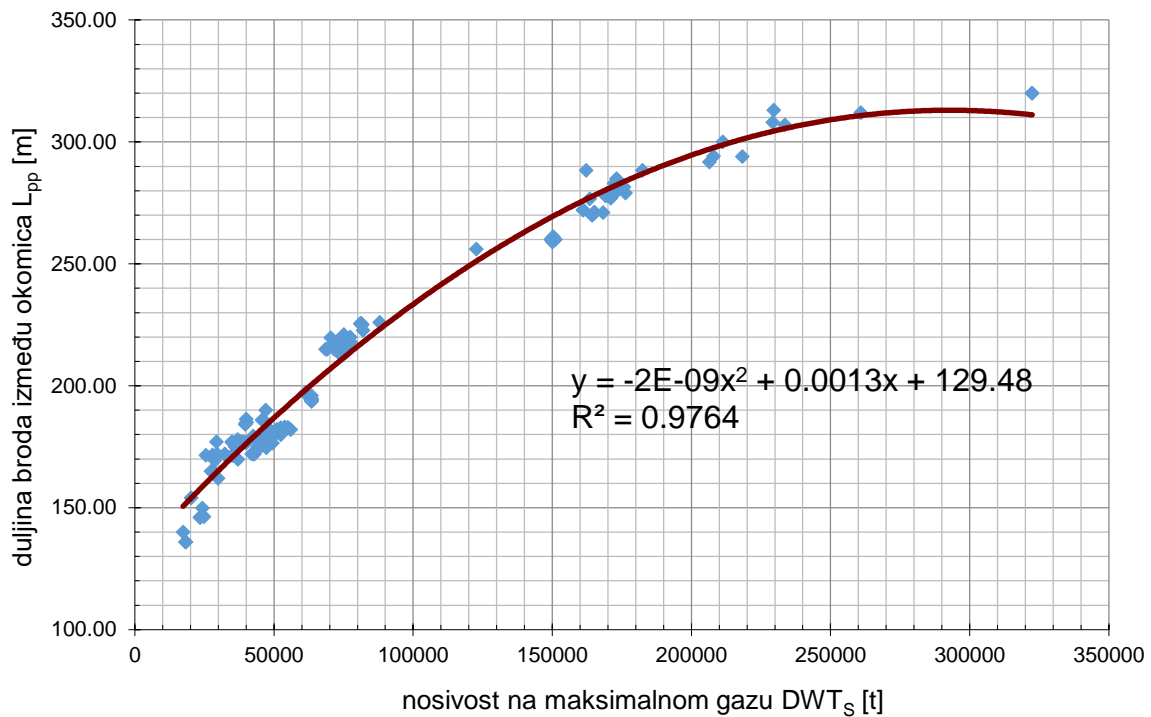
**Dijagram 13. Zavisnost volumena balastnih tankova o istisnini broda na maksimalnom gasu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



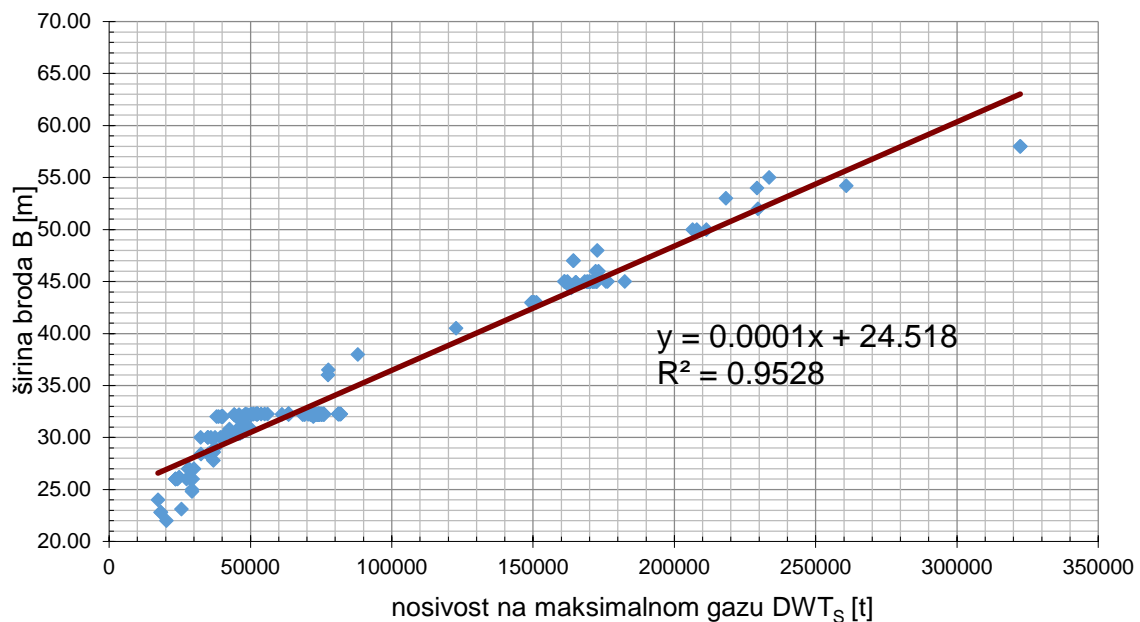
**Dijagram 14. Zavisnost maksimalne snage stroja o volumenu skladišta tereta za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



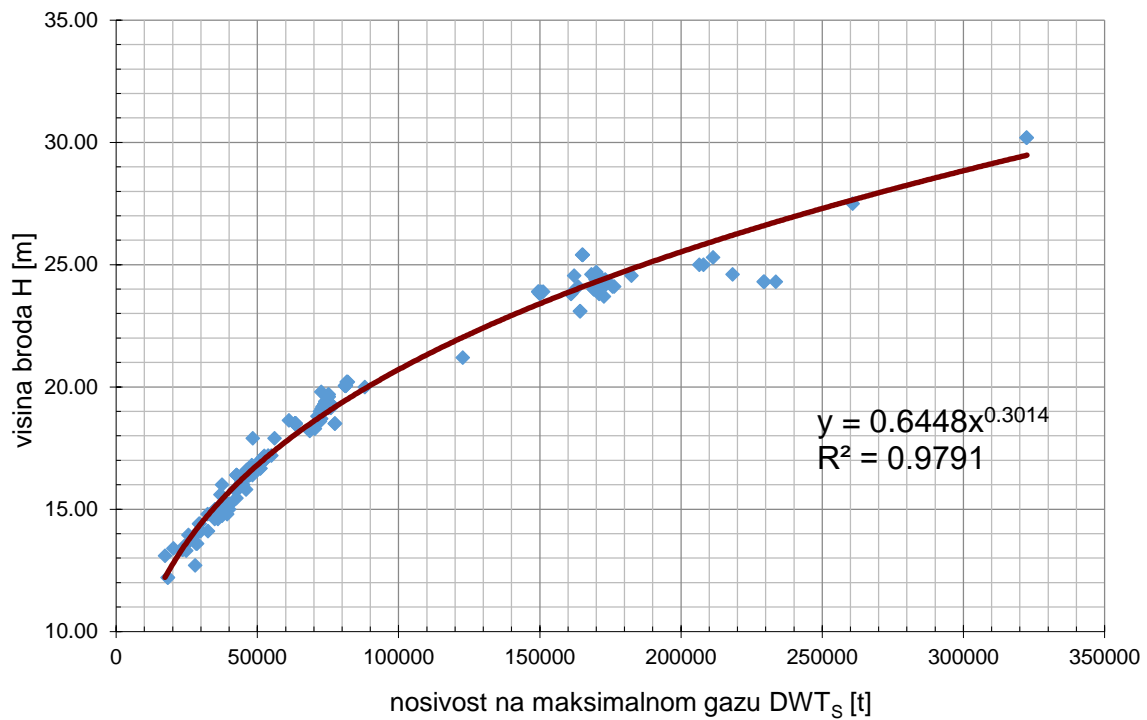
**Dijagram 15. Zavisnost koeficijenta istisnine o volumenu skladišta tereta za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



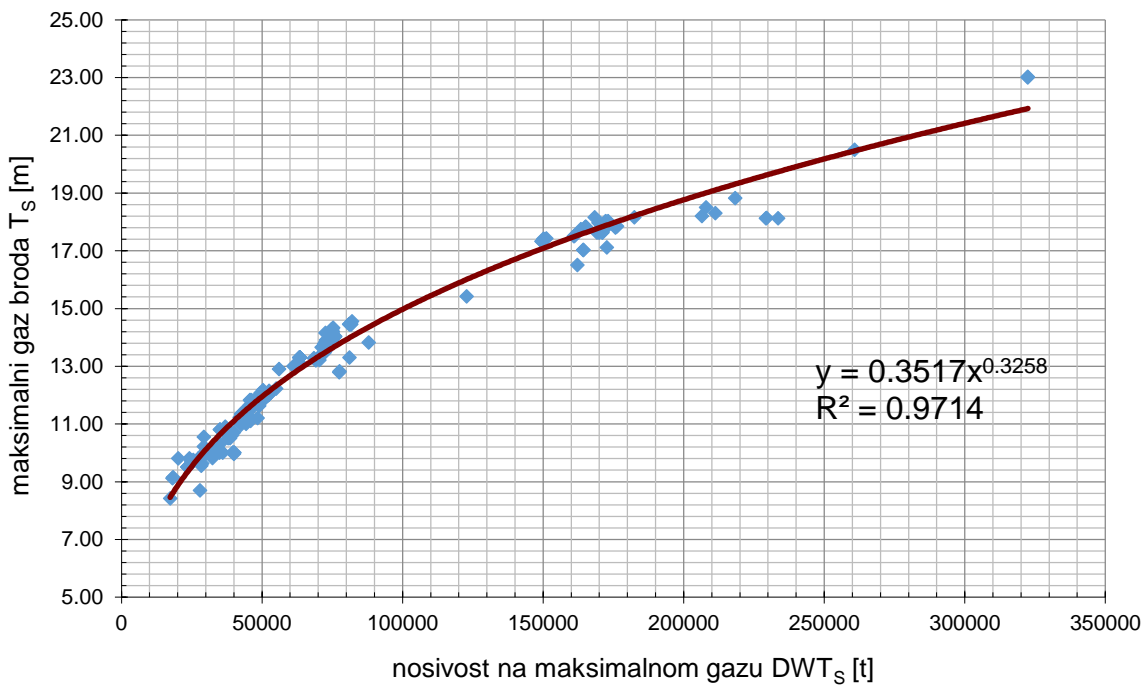
**Dijagram 16. Zavisnost duljine broda između okomica o nosivosti na maksimalnom gasu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



**Dijagram 17. Zavisnost širine broda o nosivosti na maksimalnom gasu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**

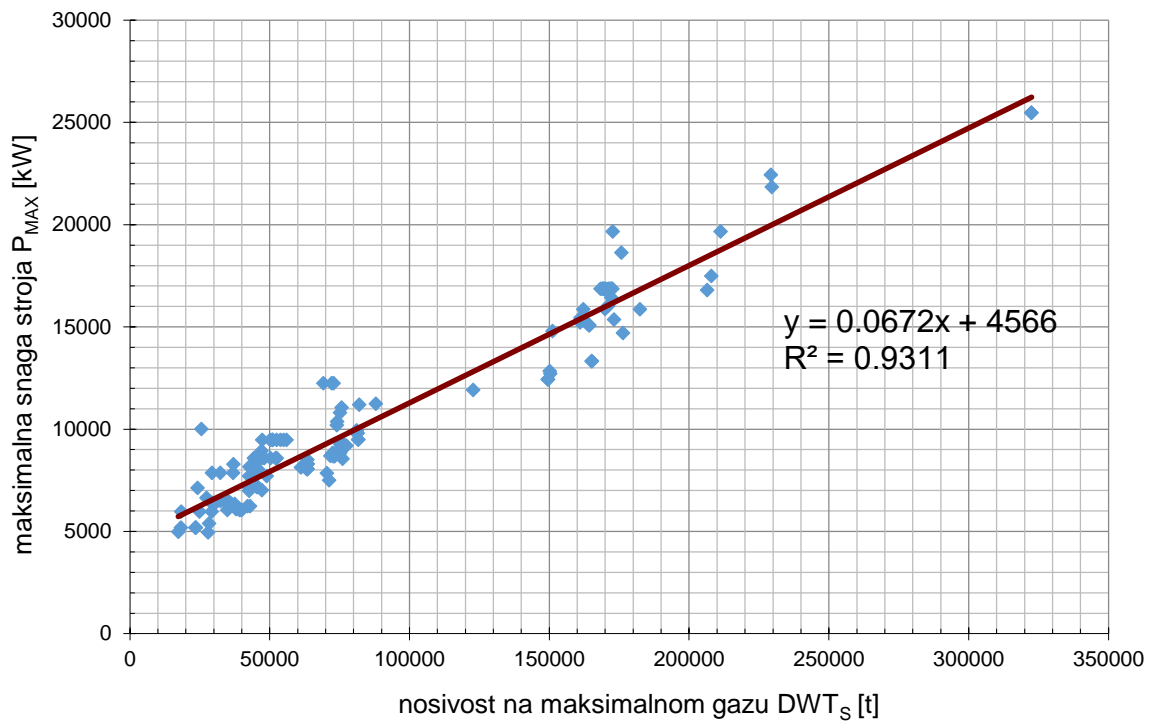


**Dijagram 18. Zavisnost visine broda o nosivosti na maksimalnom gasu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**

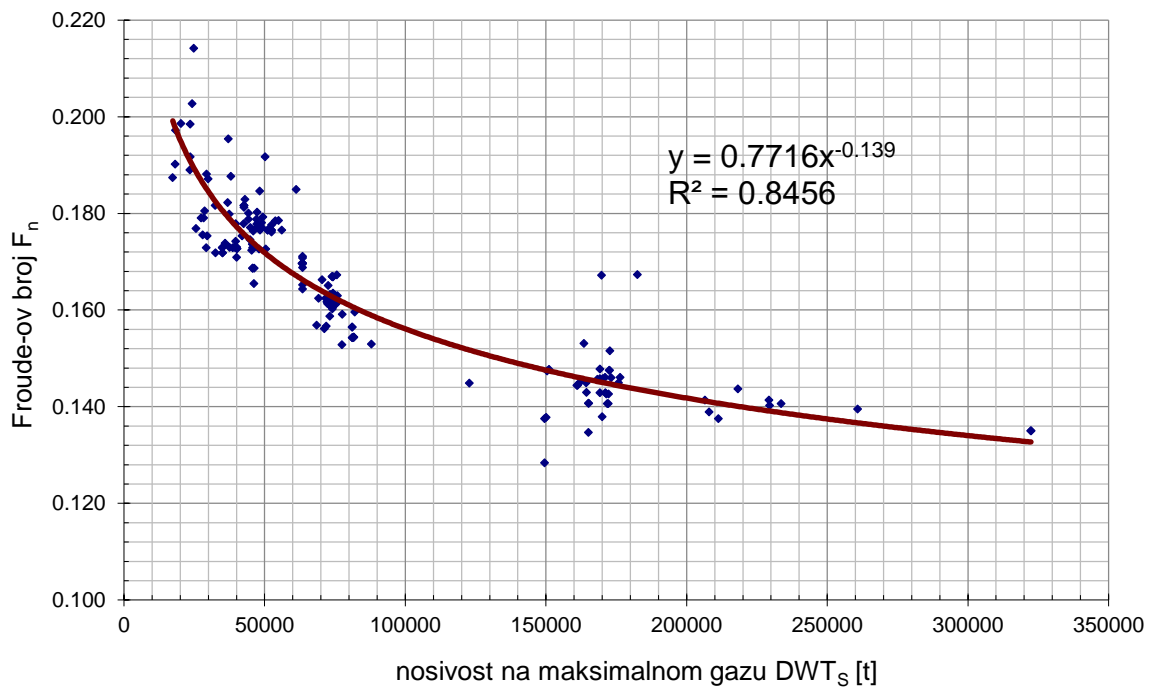


**Dijagram 19. Zavisnost maksimalnog gasa broda o nosivosti na maksimalnom gasu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**

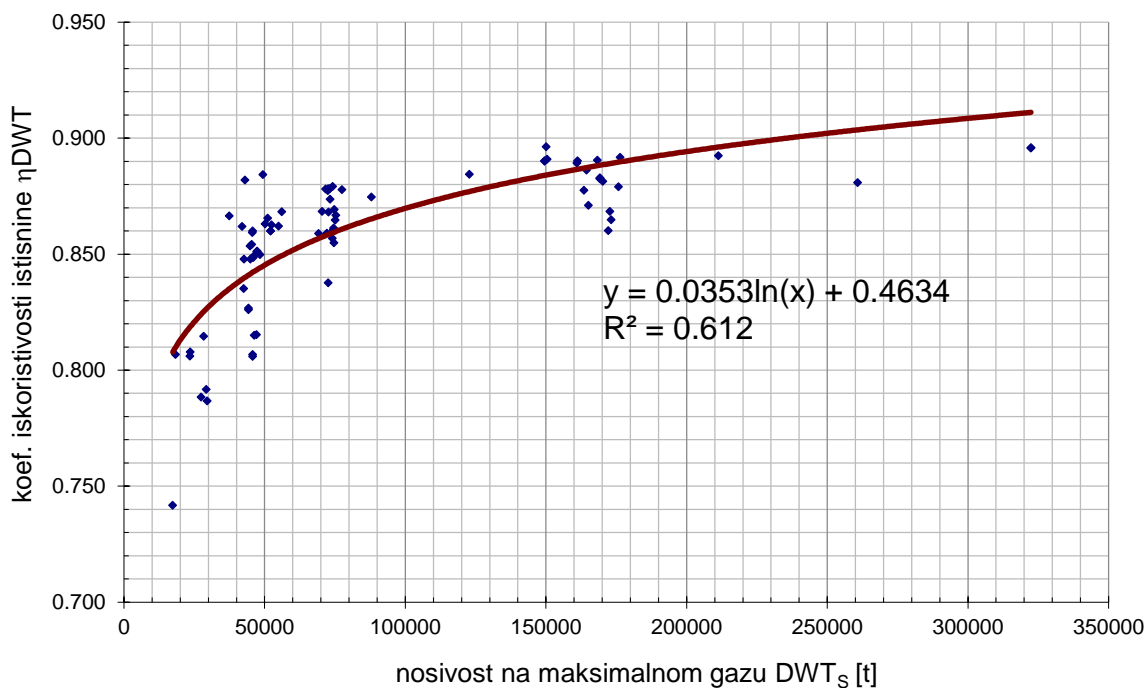




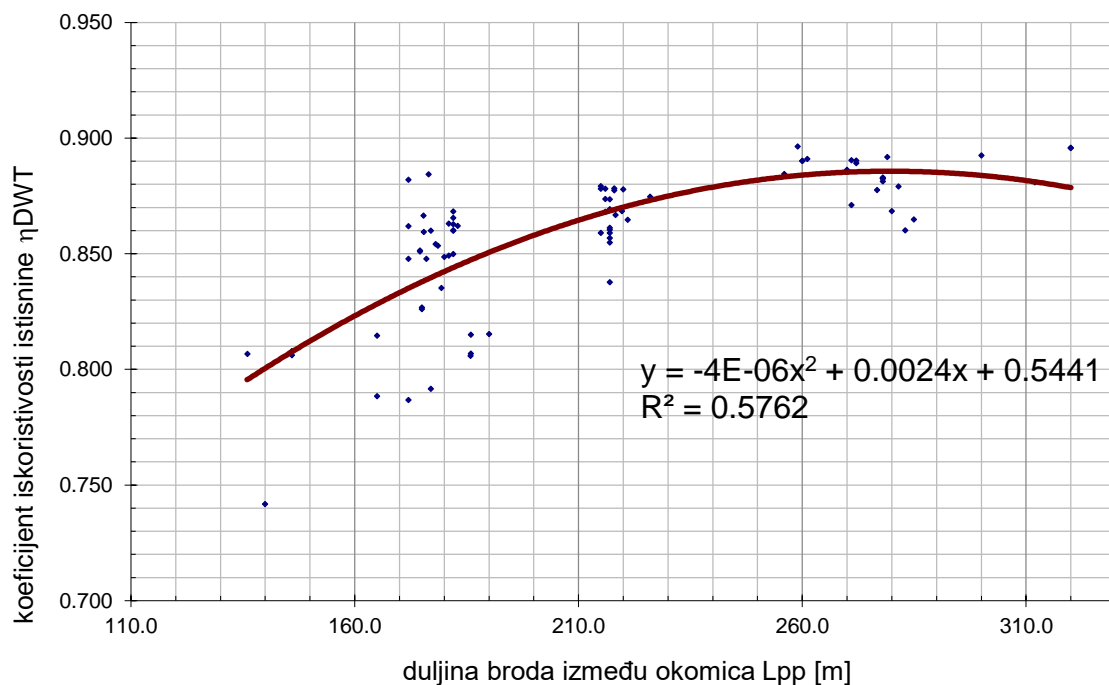
**Dijagram 20. Zavisnost maksimalne snage stroja o nosivosti na maksimalnom gasu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



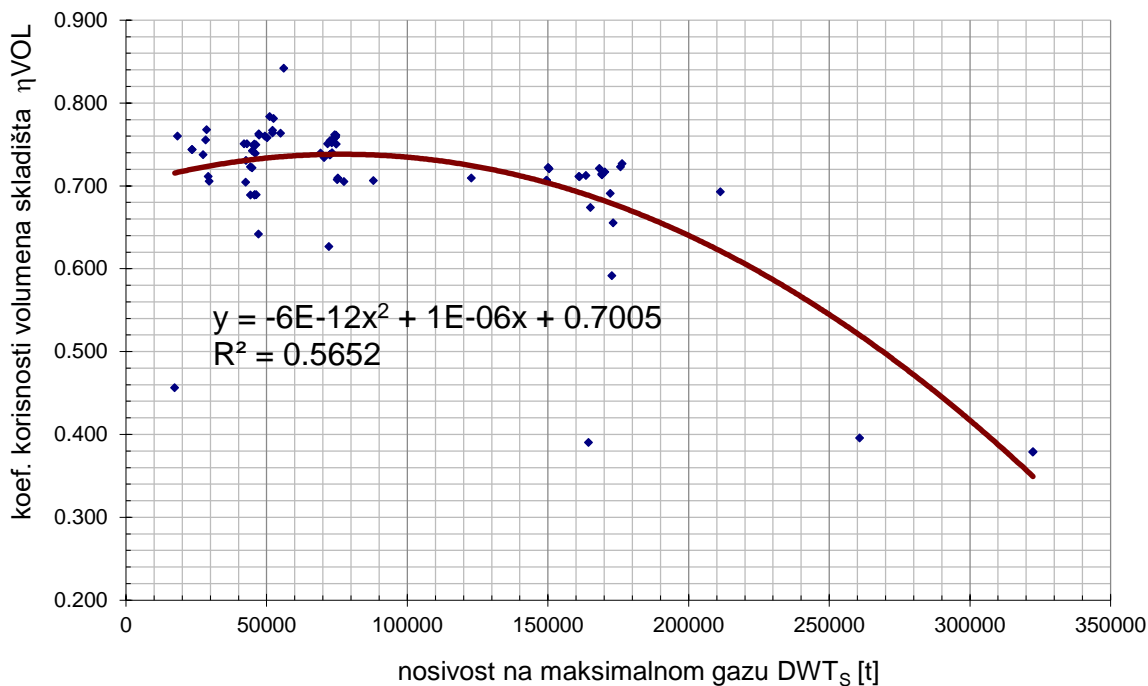
**Dijagram 21. Zavisnost Froude-ovog broja o nosivosti na maksimalnom gasu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



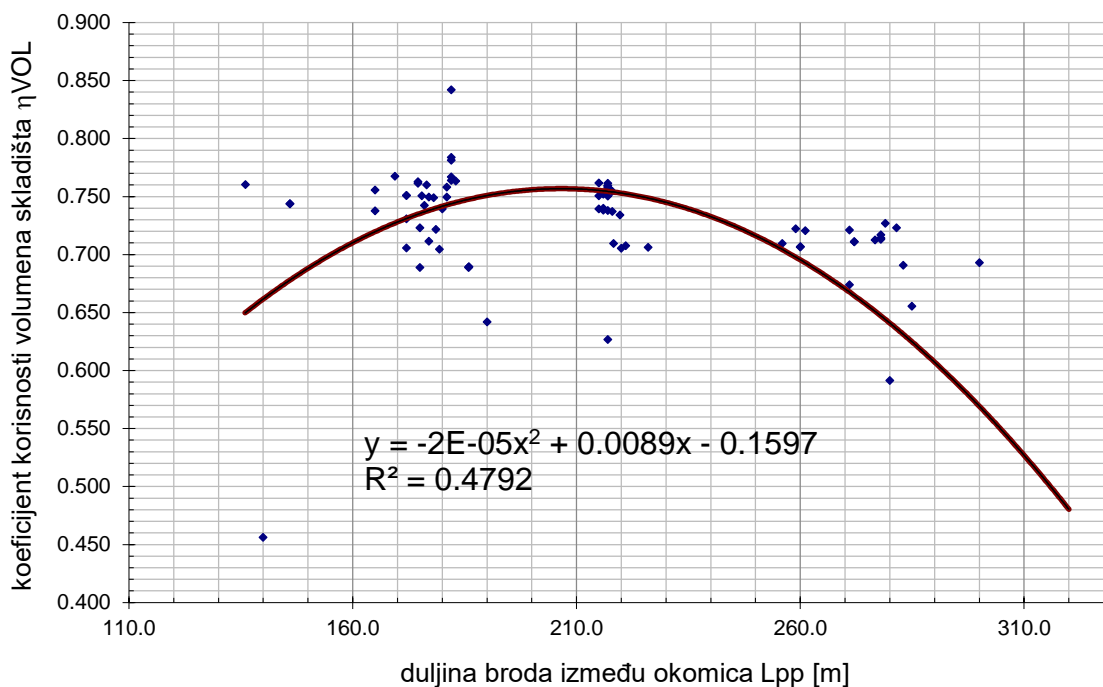
**Dijagram 22. Zavisnost koeficijenta iskoristivosti istisnine o nosivosti na maksimalnom gasu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



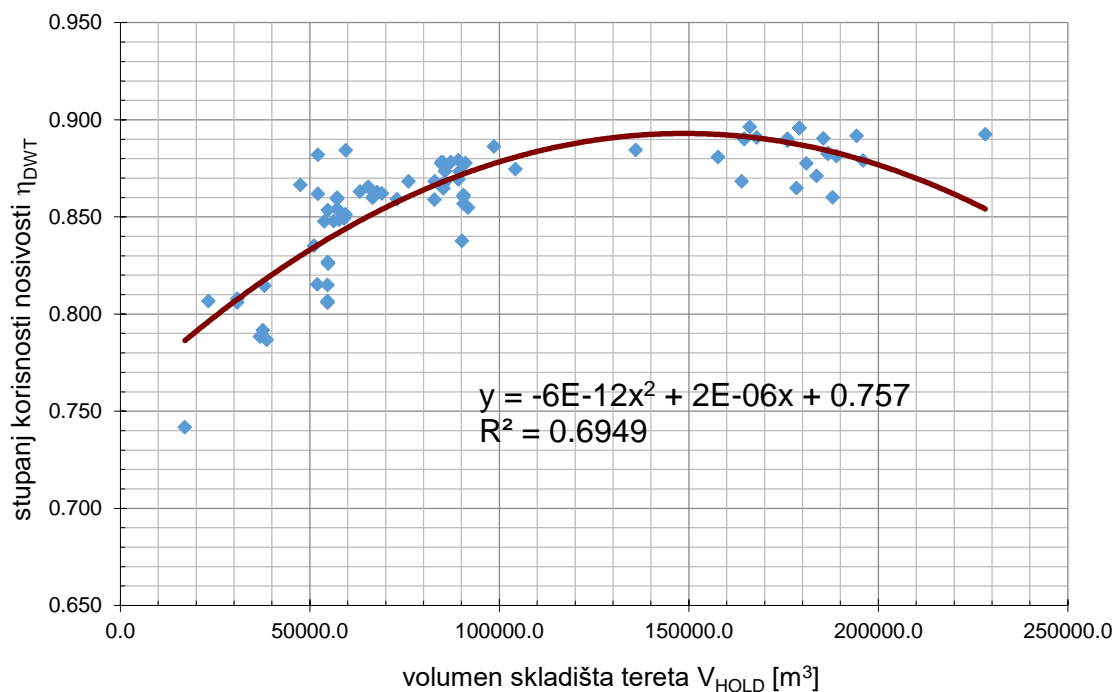
**Dijagram 23. Zavisnost koeficijenta iskoristivosti istisnine o duljini broda između okomica za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



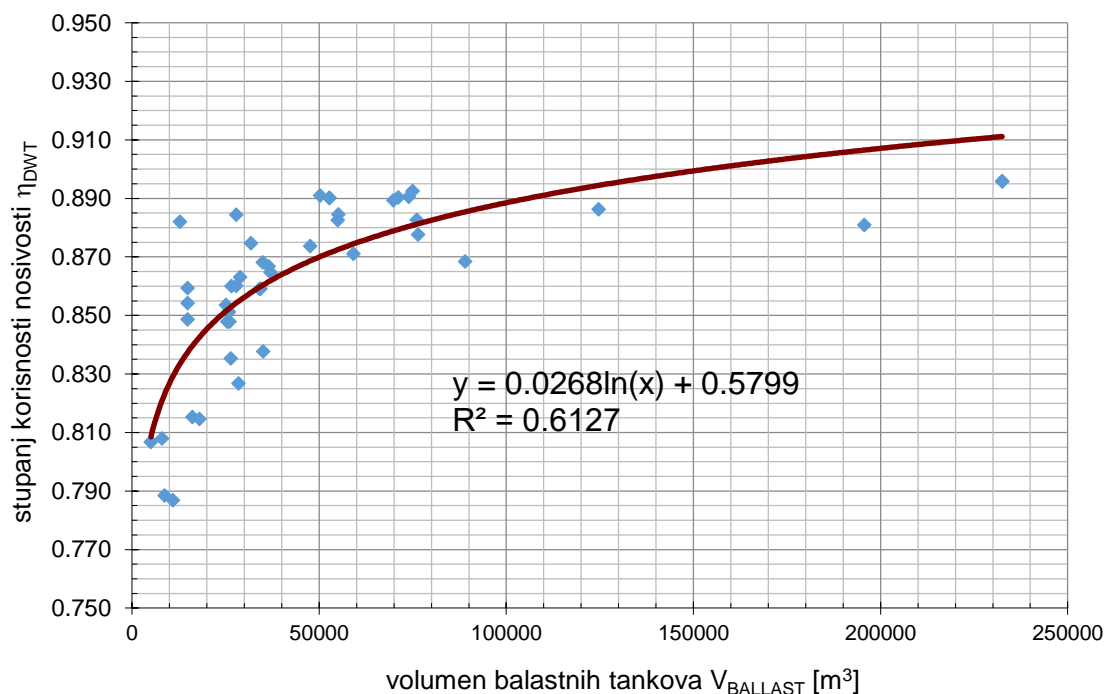
**Dijagram 24. Zavisnost koeficijenta korisnosti volumena skladišta o nosivosti na maksimalnom gasu za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



**Dijagram 25. Zavisnost koeficijenta korisnosti volumena skladišta o duljini broda između okomica za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



**Dijagram 26. Zavisnost koeficijenta iskoristivosti istisnine o volumenu skladišta tereta za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**



**Dijagram 27. Zavisnost koeficijenta iskoristivosti istisnine o volumenu balastnih tankova za Bulk Carriere, Bulk/Ore i Ore Carriere**

### 3.3. Analiza rezultata regresijske analize

Provedena regresijska analiza pokazala je značajne i vrlo uske veze između pojedinih značajki brodova za rasuti teret. Zavisnosti volumena u trupu broda o glavnim dimenzijama, te nosivosti i istisnini su vrlo velike. Koeficijent korelacije je uglavnom veći od 0,9.

Nadalje, postoji konkretna veza između volumena u trupu ( $V_{HOLD}$  i  $V_{BALLAST}$ ) i glavnih značajki broda ( $L_{pp}$ ,  $B$ ,  $H$ ,  $TS$ ,  $DWTs$ ,  $\Delta S$ ). Dobiveni izrazi mogu biti dobar alat u ranoj fazi osnivanja broda.

Analiza zavisnosti koeficijenata istisnine o volumenu skladišta tereta dala je nešto lošije rezultate.

Maksimalna snaga pogonskog stroja u uskoj je vezi sa kapacitetom skladišta tereta ( $R^2 = 0,8129$ ), kao i sa nosivosti broda na maksimalnom gazu ( $R^2 = 0,9311$ ).

Najlošiju povezanost uočena je u analizi odnosa koeficijenta korisnosti volumena skladišta i nosivosti ( $R^2 = 0,5652$ ), te duljini broda između okomica ( $R^2 = 0,4792$ ).

Sve dobivene jednadžbe biti će prikazane u sljedećem poglavlju.

### 3.4. Prikaz regresijskih jednadžbi

Rezultati analize prostora u trupu u zavisnosti o glavnim značajkama broda za rasuti teret prikazani su regresijskim jednadžbama i koeficijentima korelacije. U Tablici 2 sadržane su jednadžbe i koeficijenti poredani istim redoslijedom kao i pripadajući dijagrami iz poglavlja 2.2.

**Tablica 2. Regresijske jednadžbe i koeficijenti korelacije za Bulk Carriere**

DIJAGRAM BROJ	REGRESIJSKA JEDNADŽBA	KOEFICIJENT KORELACIJE	BROJ JEDNADŽBE
2	$V_{HOLD} = 0,0731L_{pp}^{2,604}$	$R^2 = 0,9166$	4
3	$V_{HOLD} = -151,67B^2 + 18079B - 343911$	$R^2 = 0,8430$	5
4	$V_{HOLD} = 29,979H^{2,7037}$	$R^2 = 0,9477$	6
5	$V_{HOLD} = 135,63Ts^{2,4685}$	$R^2 = 0,9287$	7
6	$V_{HOLD} = 8,1969DWTs^{0,8247}$	$R^2 = 0,9474$	8
7	$V_{HOLD} = -3E-06\Delta S^2 + 1,554\Delta S - 19464$	$R^2 = 0,9525$	9

8	$V_{\text{BALLAST}} = 0,0003L_{\text{pp}}^{3,4611}$	$R^2 = 0,8739$	10
9	$V_{\text{BALLAST}} = 226,99B^2 - 13047B + 206008$	$R^2 = 0,9209$	11
10	$V_{\text{BALLAST}} = 1,0036H^{3,5564}$	$R^2 = 0,8646$	12
11	$V_{\text{BALLAST}} = 5,1547T_s^{3,3761}$	$R^2 = 0,8757$	13
12	$V_{\text{BALLAST}} = 2E-06DWT_s^2 + 0,0612DWT_s + 13977$	$R^2 = 0,9191$	14
13	$V_{\text{BALLAST}} = 2E-06\Delta s^2 - 0,0045\Delta s + 17166$	$R^2 = 0,9350$	15
14	$P_{\text{MAX}} = 12,205V_{\text{HOLD}}^{0,5904}$	$R^2 = 0,8129$	16
15	$C_B = -4E-12V_{\text{HOLD}}^2 + 1E-06V_{\text{HOLD}} + 0,7733$	$R^2 = 0,5056$	17
16	$L_{\text{pp}} = -2E-09DWT_s^2 + 0,0013DWT_s + 129,48$	$R^2 = 0,9764$	18
17	$B = 0,0001DWT_s + 24,518$	$R^2 = 0,9528$	19
18	$H = 0,6448DWT_s^{0,3014}$	$R^2 = 0,9791$	20
19	$T_s = 0,3517DWT_s^{0,3258}$	$R^2 = 0,9714$	21
20	$P_{\text{MAX}} = 0,0672DWT_s + 4566$	$R^2 = 0,9311$	22
21	$F_n = 0,7716DWT_s^{-0,139}$	$R^2 = 0,8456$	23
22	$\eta_{\text{DWT}} = 0,0353\ln(DWT_s) + 0,4634$	$R^2 = 0,6120$	24
23	$\eta_{\text{DWT}} = -4E-06L_{\text{pp}}^2 + 0,0024L_{\text{pp}} + 0,5441$	$R^2 = 0,5762$	25
24	$\eta_{\text{VOL}} = -6E-12DWT_s^2 + 1E-06DWT_s + 0,7005$	$R^2 = 0,5652$	26
25	$\eta_{\text{VOL}} = -2E-05L_{\text{pp}}^2 + 0,0089L_{\text{pp}} - 0,1597$	$R^2 = 0,4792$	27
26	$\eta_{\text{DWT}} = -6E-12V_{\text{HOLD}}^2 + 2E-06V_{\text{HOLD}} + 0,757$	$R^2 = 0,6949$	28
27	$\eta_{\text{DWT}} = 0,0268\ln(V_{\text{BALLAST}}) + 0,5799$	$R^2 = 0,6127$	29

## 4. PRELIMINARNO OSNIVANJE BRODA ZA RASUTI TERET BEZ DVOBOKA

Temeljem nadopunjene baze i novih regresijskih izraza potrebno je osnovati brod za rasuti teret bez dvoboka nosivosti 25000 t i brzine u službi 13 čv kako je definirano projektnim zahtjevom. Prvi korak je određivanje glavnih izmjera projekta preko regresijskih jednadžbi. Zatim slijedi proračun težine praznog opremljenog broda, proračun snage za postizanje zadane brzine, određivanje koeficijenta istisnine te računanje istisnine broda na maksimalnom gazu. Tako dobivena vrijednost istisnine broda usporedit će se s onom koja je dobivena regresijskom jednadžbom te na taj način utvrditi pouzdanost regresijske analize.

### 4.1. Preliminarno određivanje glavnih izmjera

Projektnim zahtjevom definirana je nosivost broda i brzina broda u službi:

$$DWT = 25\,000\text{ t}$$

$$v = 13,0\text{ kn}$$

Glavne dimenzije broda određuju se regresijskim jednadžbama (18), (19), (20) i (21), istisnina broda jednadžbom (24), a maksimalna snaga stroja jednadžbom (22).

Duljina broda između okomica:

$$L_{pp} = -2E-09DWTs^2 + 0,0013DWTs + 129,48 \quad L_{pp} = 160,73\text{ m}$$

Širina broda:

$$B = 0,0001DWTs + 24,518 \quad B = 27,02\text{ m}$$

Visina broda:

$$H = 0,6448DWTs^{0,3014} \quad H = 13,64\text{ m}$$

Maksimalni gaz:

$$T_s = 0,3517DWTs^{0,3258} \quad T = 9,51\text{ m}$$

Istisnina broda na maksimalnom gazu:

$$\eta_s = DWT / \eta_{DWT} = DWT / (0,0353\ln(DWTs) + 0,4634) \quad \eta_s = 30455,5\text{ t}$$

Koeficijent istisnine:

$$C_B = \Delta s / (\rho \cdot L_{pp} \cdot B \cdot T_s) \quad C_B = 0,7194$$

Froude-ov broj:

$$F_n = v / (g L_{pp})^{1/2}, \quad F_n = 0,1684$$

Maksimalna snaga pogonskog stroja:

$$P_{MAX} = 0,0672DWTs + 4566 \quad P_{MAX} = 6246\text{ kW}$$

## 4.2. Proračun mase i položaja težišta po visini praznog opremljenog broda

Masa istisnine broda predstavlja sumu mase nosivosti i mase praznog opremljenog broda. U ovom proračunu će se odrediti masa praznog opremljenog broda empirijskim izrazima koji se koriste u preliminarnom osnivanju broda [9].

Definiranje mase praznog opremljenog broda važan 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 predprojektu 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 zahtjevanog momenta otpora i osiguranja poprečne i lokalne čvrstoće.

Masa praznog opremljenog broda se može analitički odrediti kao zbroj tri grupe masa. To su:

- masa čelika  $W_{ST}$
- masa opreme  $W_{OUT}$
- masa strojnog dijela  $W_M$

Masa čelika se dalje može izraziti kao:

$$W_{ST} = W_H + W_F + W_{DH} \quad (30)$$

gdje je:

$W_H$  masa trupa

$W_F$  masa kaštela

$W_{DH}$  masa palubnih kućica

Za proračun mase trupa potrebno je prvo odrediti faktore (Kupras: Optimisation Method and Parametric Study in Precontracted Ship Design)

$$F = 3,0408175 + 0,014826515L - 0,0000173469L^2 = 4,976$$

$$c = 1,0 + 0,73/(L)^{1/2} = 1,058$$

$$d = 1$$

$$z = 2,1 F L^2 B (C_B + 0,7) 10^{-6} = 10,353$$



Masa trupa  $W_H$  određuje se prema izrazu:

$$W_H = 3,28 \text{ c d } z^{0,69} L (1,104 - 0,016 L / B) (0,53 + 0,04 L / H) (1,98 - 0,04 L / H) (1,146 - 0,0163 L / H) \quad (31)$$

$$W_H = 4067,8 \text{ t}$$

Masa kaštela  $W_F$ :

$$W_F = 0,014 L B \quad (32)$$

$$W_F = 60,8 \text{ t}$$

Masa palubnih kućica  $W_{DH}$ :

$$W_{DH} = 160 + 0,00874 L B \quad (33)$$

$$W_{DH} = 197,96 \text{ t}$$

Dakle, ukupna masa čelika iznosi:

$$W_{ST} = 4326,56 \text{ t}$$

Preostala masa praznog opremljenog broda sastoji se od mase opreme  $W_{OUT}$  i mase strojnog dijela  $W_M$  koje se određuju prema izrazima:

$$W_{OUT} = 277 + 0,115 L B \quad (34)$$

$$W_{OUT} = 776,44 \text{ t}$$

$$W_M = P_{MCR} (895 - 0,0025 P_{MCR}) / 10^4 \quad (35)$$

$$W_M = 549,26 \text{ t}$$

Masa praznog opremljenog broda  $W_{LS}$  :

$$W_{LS} = W_{ST} + W_{OUT} + W_M \quad (36)$$

$$W_{LS} = 5652,26 \text{ t}$$

Istisnina broda dobivena kao zbroj nosivosti i mase praznog opremljenog broda:

$$\Delta = DWT + W_{LS} \quad (37)$$

$$\Delta = 30652,26 \text{ t}$$

Istisnina broda prema regresijskom izrazu (24):  $\Delta_{reg} = 30455,5 \text{ t}$

Proračunata istisnina je nešto veća (0,64%) od istisnine dobivene regresijskom analizom, a budući da je razlika manja od 1% može se smatrati zanemarivom.

Koeficijent istisnine koji odgovara novoj istisnini iznosi:  $C_B = 0,7241$

Proračun položaja težišta po visini:

Težište čelika trupa, težište opreme i težište postrojenja po visini izračunat će se prema izrazima iz [9].

Težište čelika trupa:

$$KG_{ST} = 0,01 H [46,6 + 0,135 (0,81 - C_B) (L/H)^2] + 0,008 H [(L/B) - 6,5] - 0,002 H \quad (38)$$

$$KG_{ST} = 6,49 \text{ m}$$

Težište opreme broda:

$$KG_{OUT} = H + 1,25 + 0,01 (L - 125) \quad (39)$$

$$KG_{OUT} = 15,247 \text{ m}$$

Težište strojnog dijela:

$$KG_M = 0,17 T + 0,36 H \quad (40)$$

$$KG_M = 6,52 \text{ m}$$

Težište sustava:

$$KG = (W_{ST} KG_{ST} + W_{OUT} KG_{OUT} + W_M KG_M) / W_{LS} \quad (41)$$

$$KG = 7,696 \text{ m}$$

## 5. OSNIVANJE BRODA ZA RASUTI TERET S DVOBOKOM

Jedan od odgovora na zahtjeve za sigurnijim i čvršćim brodom, temeljen na analizi oštećenja i gubitaka brodova za rasuti teret, je upravo brod za rasuti teret s dvobokom.

U nastavku rada biti će osnovan brod za rasuti teret s dvobokom (DS). Cilj je utvrditi i analizirati nastale razlike u volumenima teretnog i balastnog prostora broda.

Projektom zadatkom traži se osnivanje broda s dvobokom nosivosti 25 000 DWT i brzine u službi  $v = 13$  čv.

### 5.1. Određivanje glavnih značajki

Brod s dvobokom nužno je osnovati na temelju regresijskih izraza. Budući da je u prethodnom poglavlju potvrđena mogućnost upotrebe regresijskih izraza, a koji su istovjetni za brodove s jednostrukom i dvostrukom oplatom boka, isti će poslužiti za preliminarno osnivanje broda za rasuti teret s dvobokom.

Temeljem nosivosti i brzine broda moguće je odrediti preliminarne značajke broda, koje su istovjetne značajkama broda za rasuti teret iz točke 3:

$$L_{PP} = 160,73 \text{ m}$$

$$B = 27,02 \text{ m}$$

$$D = 13,64 \text{ m}$$

$$T = 9,51 \text{ m}$$

$$C_B = 0,7194$$

$$Fn = 0,1684$$

$$P_{MAX} = 6246 \text{ kW}$$

$$\Delta = 30652,26 \text{ t}$$

### 5.2. Analiza projekta

#### 5.2.1. Definiranje forme i proračun hidrostatskih vrijednosti

Definiranje forme u ranoj fazi osnivanja broda podrazumijeva kreiranje i matematičko opisivanje linija broda. Programom MaxsurfPro [10] transformira se poznata forma u formu željenih karakteristika i provodi izračun hidrostatskih značajki.

Kao osnovna forma može poslužiti forma iz odgovarajuće systemske serije ili neka druga

forma slična traženoj. Sličnost podrazumijeva minimalne razlike između parametara poznate forme i forme projekta. Kao slična forma odabrana je forma broda Bulk Rose za rasuti teret s dvobokom od 25000dwt sagrađenog u brodogradilištu Deniz Industry co. – Cicek Shipyard, Tuzla – Istanbul, Turkey.

Karakteristike odabrane forme:

$$Loa = 159,2 \text{ m}$$

$$L_{pp} = 149,4 \text{ m}$$

$$B = 25 \text{ m}$$

$$T_D = 9,7 \text{ m}$$

$$D = 13,25 \text{ m}$$

$$C_B = 0,673$$

Dimenzije broda nakon transformacije forme:

$$Loa = 166,0 \text{ m}$$

$$L_{pp} = 160,9 \text{ m}$$

$$L_{WL} = 164,3 \text{ m}$$

$$B = 27,02 \text{ m}$$

$$T_S = 9,51 \text{ m}$$

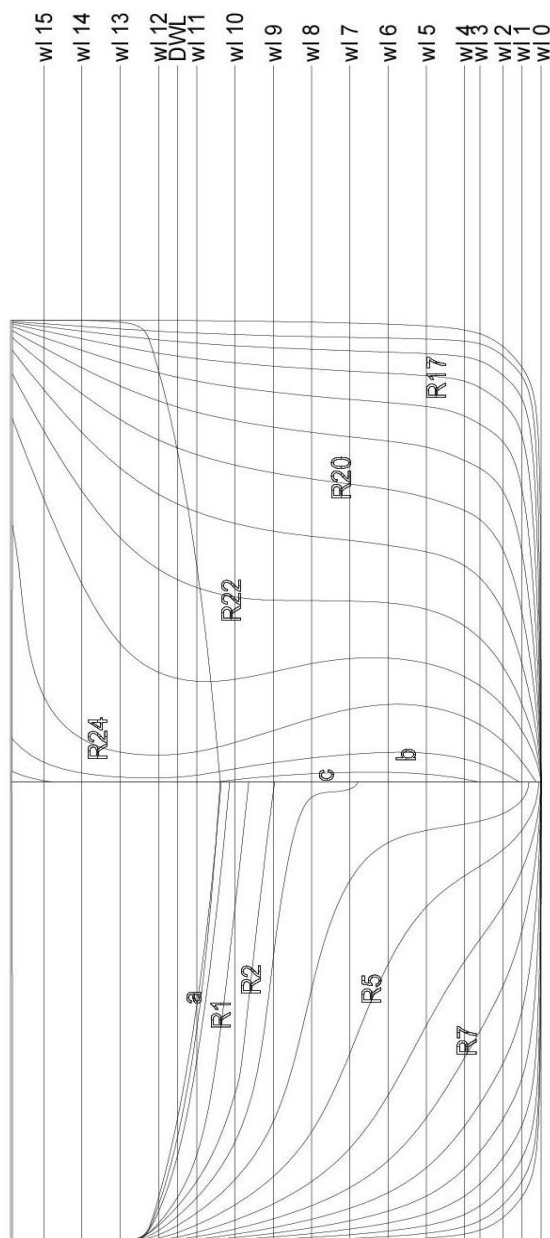
$$D = 13,80 \text{ m}$$

$$C_B = 0,802$$

$$\Delta_S = 34101 \text{ t}$$

Na sljedećim stranicama nalazi se plan rebara, hidrostatski podaci i dijagramni list.

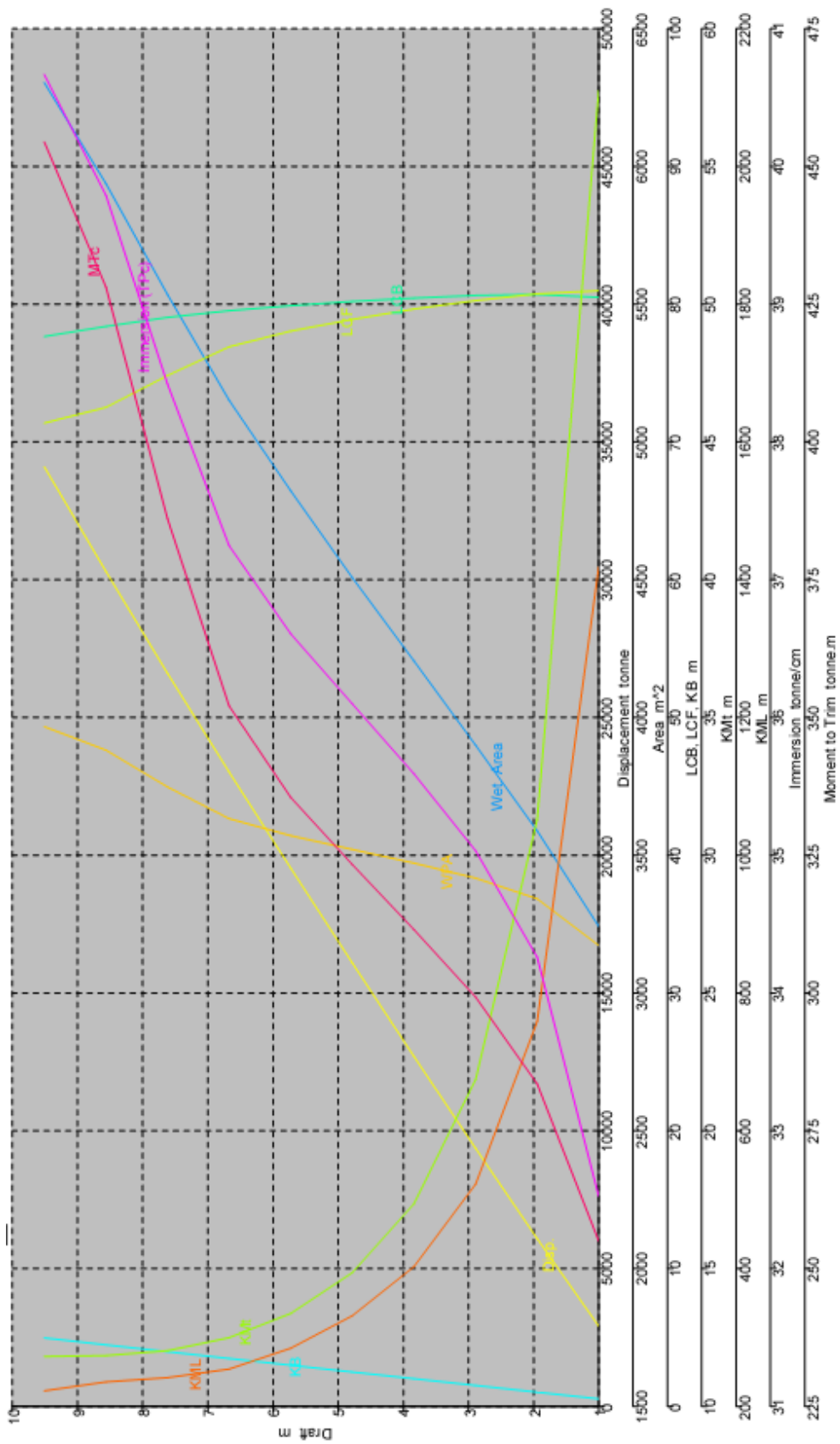
## Brod za prijevoz rasutog tereta

 $L_{pp} = 160,9 \text{ m}$  $B = 27,02 \text{ m}$  $T_s = 9,51 \text{ m}$  $D = 13,80 \text{ m}$  $C_B = 0,825$ 

Slika 15. Nacrt rebara (M 1:200)

	Draft Amidsh. m	1.000	1.946	2.891	3.837	4.782	5.728	6.673	7.619	8.564	9.510
1	Displacement tonne	2908	6082	9361	12702	16093	19530	23020	26595	30293	34101
2	Heel to Starboard degrees	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	Draft at FP m	1.000	1.946	2.891	3.837	4.782	5.728	6.673	7.619	8.564	9.510
4	Draft at AP m	1.000	1.946	2.891	3.837	4.782	5.728	6.673	7.619	8.564	9.510
5	Draft at LCF m	1.000	1.946	2.891	3.837	4.782	5.728	6.673	7.619	8.564	9.510
6	Trim (+ve by stern) m	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	WL Length m	153.114	154.629	155.270	155.752	156.136	156.480	158.235	162.119	164.956	164.308
8	WL Beam m	26.498	27.025	27.084	27.097	27.100	27.100	27.100	27.100	27.100	27.100
9	Wetted Area m <sup>2</sup>	3241.728	3588.811	3899.019	4205.230	4507.402	4821.549	5151.172	5533.524	5937.117	6303.975
10	Waterpl. Area m <sup>2</sup>	3172.312	3341.810	3417.139	3471.643	3521.213	3570.567	3633.003	3747.329	3881.199	3966.674
11	Prismatic Coeff.	0.710	0.734	0.748	0.759	0.768	0.775	0.783	0.791	0.800	0.810
12	Block Coeff.	0.665	0.701	0.725	0.741	0.753	0.763	0.772	0.781	0.791	0.802
13	Midship Area Coeff.	0.938	0.956	0.968	0.976	0.980	0.984	0.986	0.988	0.989	0.990
14	Waterpl. Area Coeff.	0.744	0.769	0.784	0.796	0.808	0.819	0.833	0.859	0.890	0.910
15	LCB from zero pt. m	80.490	80.696	80.624	80.441	80.190	79.887	79.524	79.036	78.375	77.643
16	LCF from zero pt. m	80.965	80.745	80.250	79.631	78.889	78.043	76.905	74.813	72.498	71.360
17	KB m	0.531	1.024	1.513	2.000	2.487	2.974	3.464	3.959	4.464	4.975
18	KG m	8.100	8.100	8.100	8.100	8.100	8.100	8.100	8.100	8.100	8.100
19	BMT m	57.241	30.257	20.347	15.349	12.364	10.399	9.027	8.065	7.379	6.838
20	BML m	1418.251	757.178	520.953	400.701	328.865	281.512	250.722	237.681	231.010	217.531
21	GML m	49.672	23.182	13.761	9.249	6.751	5.273	4.391	3.924	3.742	3.712
22	GML m	1410.682	750.103	514.367	394.601	323.252	276.386	246.086	233.540	227.374	214.406
23	KML m	57.772	31.282	21.861	17.349	14.851	13.373	12.491	12.024	11.842	11.812
24	KML m	1418.782	758.203	522.467	402.701	331.352	284.486	254.186	241.640	235.474	222.506
25	Immersion (TPc) tonne/cm	32.523	34.260	35.033	35.591	36.099	36.605	37.246	38.418	39.790	40.666
26	MTC tonne.m	254.976	283.515	299.265	311.514	323.303	335.476	352.082	386.017	428.082	454.412
27	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1	2521.122	2460.447	2248.184	2050.391	1896.915	1797.212	1764.143	1821.195	1978.490	2209.382
28	Max deck inclination deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	Trim angle (+ve by stern) deg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tablica 3. Hidrostatski podaci izračunati programom MaxsurfPro



Dijagram 28. Dijagramni list

### *Korekcija blok koeficijenta*

Volumen podvodnog dijela broda, izračunat programom MaxsurfPro, odnosi se na volumen bez privjesaka. S obzirom da je dosadašnji proračun proveden sa vrijednošću istisnine koja uključuje i privjeske, potrebno je korigirati volumen podvodnog dijela.

Isto tako, blok koeficijent, dobiven programom, MaxsurfPro izračunat je prema izrazu:

$$C_B = \frac{V}{L \cdot B \cdot T} \quad (42)$$

gdje je:        V ... volumen podvodnog dijela bez privjesaka

                  L ... duljina podvodnog dijela broda

                  B ... širina broda

                  T ... gaz broda

Uz vrijednost koeficijenta privjesaka  $k = 1,005$  i gustoću morske vode  $\rho = 1,025 \text{ t/m}^3$ , vrijednost istisnine je sljedeća:

$$V = 33158 \text{ m}^3$$

$$\Delta = \rho \cdot k \cdot V \quad (43)$$

$$\Delta = 34157 \text{ t}$$

Prema izrazu (1), korigirani koeficijent istisnine iznosi:

$$C_B = 0,806$$

### **5.2.2. Proračun potrebne snage pogonskog stroja**

Programom POWER [11] moguće je u ranoj fazi osnivanja broda odrediti otpor i potrebnu snagu za traženu brzinu, kao i osnovne parametre propulzije za potrebe odabira glavnog stroja.



Ulazni podaci svedeni su na minimum, pa je potrebno poznavati glavne izmjere broda, koeficijente forme, oblik krme, oblik pramca, osnovne podatke o vijku (pretpostavljene ili sa sličnog broda), područje brzina za potrebe prognoznog dijagrama.

Ulazni podaci programa POWER:

$L_{pp} = 160,9$ m	- duljina broda između okomica
$L = 164,3$ m	- duljina broda na vodnoj liniji
$B = 27,02$ m	- širina broda
$T_A = 9,51$ m	- gaz na krmenoj okomici
$T_F = 9,51$ m	- gaz na pramčanoj okomici
$V_{DEP} = 34157$ m <sup>3</sup>	- volumen istisnine
$L_{CB} = -1,70\%$	- udaljenost težišta istisnine od glavnog rebra (% $L_{pp}$ ), prema pramcu (+), prema krmi (-)
$A_{BT} = 25,6$ m <sup>2</sup>	- površina poprečnog presjeka bulba na presjeku vodne linije i pramčane statve
$h_B = 7,5$ m	- udaljenost težišta površine $A_{BT}$ od osnovke
$C_M = 0,990$	- koef. površine glavnog rebra
$C_{WP} = 0,910$	- koef. površine konstrukcijske vodne linije
$A_T = 6,5$ m <sup>2</sup>	- površina uronjenog zrcala
$S_{APP} = 25$ m <sup>2</sup>	- oplakana površina uronjenih privjesaka
$C_{STRN} = 10$	- faktor oblika krme
$D = 4,7$ m	- promjer vijka
$C_H = 0,120$ m	- zračnost vijka prema peti
$K_2 = 1,9$	- koeficijent otpora privjesaka
$v_p = 13,0$ kn	- projektna brzina
$v_1 = 11,0$	- najmanja brzina u prognoznom dijagramu
$v_2 = 16,0$	- najveća brzina u prognoznom dijagramu
$v_{DV} = 0,5$	- korak povećanja brzine
$\eta_{os} = 0,99$	- stupanj djelovanja osovinskog voda
$N_{OP} = 1$	- oznaka tipa broda /jednovijčani/
$N_Z = 4$	- broj krila vijka

Izlazna datoteka sadrži rezultate proračuna. Navedeni su osnovni podaci o brodu i vijku, korišteni u proračunu. Datoteka sadrži podatke i o sustrujanju, smanjenom porivu i komponentama stupnja djelovanja vijka za odabrane brzine broda.

Na kraju je najvažniji dio rezultata proračuna, prognozni dijagram otpora, poriva, snage otpora, okretaja i potrebne snage za svaku brzinu.

```

-----
PROGRAM " P O W E R " M.C. FSB-ZAGREB/91.
-----

BULK CARRIER 25000 t    P R O G N O Z N I    D I J A G R A M -BULK
CARRIER 25000 t

BULK CARRIER 25000 t    P R O G N O Z N I    D I J A G R A M -
=====

ZNACAJKE BRODA:
LPP= 160.900 M          LCB = -1.700 (L/100)
L = 164.300 M          CM =0.99000
B = 27.020 M          CWP =0.91000          CBwl= 0.80905
TA = 9.510 M          CB =0.80599 (Lpp)    Vp = 13.000 CV
TF = 9.510 M          HB = 7.500 M          NOP = 1
DEP= 34157.000 M3     AT = 6.500 M2        D = 4.700 M
ABT= 25.600 M2        SAPP= 25.000 M2      NZ = 4

S = 6504.051 M2       ALFA = 44.03 ST.     CP =0.81722
etaS=0.990            AE/AO= 0.5678       P/D =0.67196

V(cv)    w          t          eta0W    etaH     etaR     etaU

11.000    0.4964    0.1967    0.4105    1.5951    1.0222    0.6626
11.500    0.4958    0.1967    0.4115    1.5932    1.0222    0.6635
12.000    0.4953    0.1967    0.4123    1.5915    1.0222    0.6641
12.500    0.4947    0.1967    0.4126    1.5898    1.0222    0.6638
13.000    0.4942    0.1967    0.4126    1.5882    1.0222    0.6630
13.500    0.4937    0.1967    0.4119    1.5866    1.0222    0.6613
14.000    0.4933    0.1967    0.4107    1.5852    1.0222    0.6587
14.500    0.4928    0.1967    0.4089    1.5838    1.0222    0.6553
15.000    0.4924    0.1967    0.4064    1.5825    1.0222    0.6508
15.500    0.4920    0.1967    0.4034    1.5812    1.0222    0.6454
16.000    0.4916    0.1967    0.3997    1.5800    1.0222    0.6390

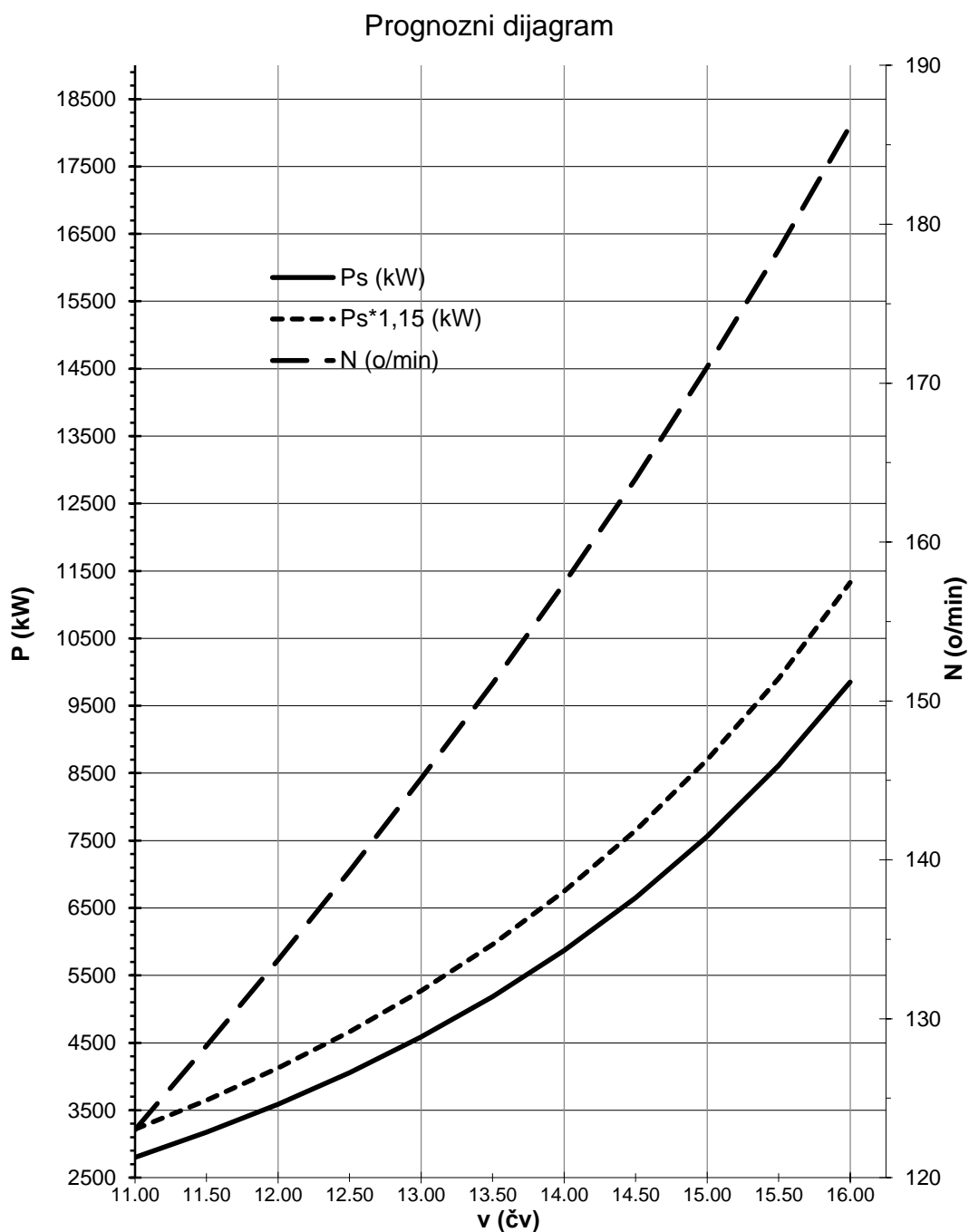
V(cv)    R(kN)    T(kN)    PE(kW)    N(o/min) PS(kW)

11.000    327.7    407.9    1854.2    123.0    2798.5
11.500    355.9    443.1    2105.3    128.3    3173.0
12.000    386.2    480.7    2383.7    133.7    3589.6
12.500    418.9    521.5    2693.5    139.3    4057.6
13.000    454.6    565.9    3039.8    145.1    4584.6
13.500    493.7    614.6    3428.4    151.1    5184.4
14.000    536.8    668.3    3866.1    157.4    5869.0
14.500    584.7    727.8    4360.8    164.0    6654.7
15.000    637.8    794.0    4921.1    171.0    7561.9
15.500    697.5    868.3    5561.0    178.4    8615.8
16.000    764.9    952.3    6295.6    186.2    9851.8

```

Tablica 4. Očitavanja za izradu prognoznog dijagrama (POWER)

Temeljem rezultata programa POWER nacrtan je prognozni dijagram potrebne snage poriva i pripadnog broja okretaja vijka za uvjete pokusne plovidbe, krivulje  $P_{PP}$  i  $N$  kao funkcije brzine plovidbe.



Dijagram 29. Prognozni dijagram

Programom POWER određena je snaga potrebna za uvjete pokusne plovidbe.

Dodatak snage za službu (povećanje hrapavosti trupa i propelera – obraštanje, kao i nepovoljni vremenski uvjeti) iznosi 15%. Također je određena brzina u službi 13,0 čv kod 15 % SM pri 90% MCR.

Očitavanja prognoznog dijagrama:

- brzinu broda u službi 13,0 čv moguće je postići sa snagom 5272 kW,

Iz uvjeta projektnog zadatka, postizanje 13,0 čv u službi pri 90% MCR, moguće je odrediti maksimalnu trajnu snagu pogonskog stroja:

$$P_{MCR} = \frac{P_s}{0,90} = \frac{5272}{0,90} = 5857 \text{ kW} \quad (44)$$

Odabir glavnog stroja

Prema MAN B&W katalogu, Engine Selection Guide, Two-stroke MC/MM-C Engines, 5th Edition, February 2000, temeljem preliminarno određene maksimalne snage odabran je glavni pogonski stroj:

→ MAN B&W Diesel Two-stroke	tip 8S35MC
→ snaga (MCR)	5920 kW
→ broj okretaja	173 min <sup>-1</sup>
→ specifična potrošnja goriva	178 g/kWh
→ broj cilindara	8
→ masa	93 t

Osnovne karakteristike desnokretnog broskog vijka:

→ Promjer vijka	D = 4,7 m
→ Broj krila vijka	Nz = 4
→ Omjer uspona	P/D = 0.67196
→ Omjer površina	AE/A0 = 0.5678
→ Broj okretaja vijka	N = 145,1 o/min
→ Materijal izrade	Cu-Ni-Al bronca

Usporedba s vrijednošću snage prema regresijskom izrazu

Maksimalna snaga pogonskog stroja dobivena regresijskom jednačbom (točka 4.1) iznosi 6246 kW, što je 6,2 % veća snaga u odnosu na proračunatu.

Razlog odstupanja može biti što analizom nije uključen utjecaj brzine na snagu, nepotpuni podaci o dodatku za uvjete službe, odnosno snaga pri kojoj treba ostvariti traženu

brzinu u službi (% MCR) . Preciznije rezultate moguće je dobiti provedbom regresijske analize ovisnosti snage o nosivosti pri određenoj brzini broda.

### **5.2.3. Korekcija mase praznog opremljenog broda**

Radi preciznijeg određivanja maksimalne snage pogonskog stroja (program Power) i korekcije koeficijenta istisnine temeljem konkretne forme broda (poglavlje 5.2.1), potrebno je ponoviti proračun mase praznog opremljenog broda prema izrazima iz poglavlja 4.2.

U izrazu (31) za određivanje mase trupa sadržana je i vrijednost blok koeficijenta. Budući je vrijednost blok koeficijenta korigirana (točka 5.2.1. list 70) potrebno ponoviti proračun mase trupa.

Korigirana masa trupa iznosi:

$$W_H = 5003 \text{ t}$$

Sada ukupna masa čelika ugrađenog u brod prema izrazu (30) iznosi:

$$W_{ST} = 5262 \text{ t}$$

Masa postrojenja prema izrazu (35) iznosi:

$$W_M = 501,14 \text{ t}$$

Korigirana masa praznog opremljenog broda:

$$W_{LS} = 6645 \text{ t}$$

Istisnina broda prema (37):

$$\Delta = DWT + W_{LS} = 25\,000 + 6645 = 31645 \text{ t}$$

#### 5.2.4. Kontrola volumena skladišta tereta i balastnih tankova

Volumen skladišta tereta i balastnih tankova za zadanu nosivost prema regresijskim jednadžbama (6) i (12) iznosi:

$$V_{\text{HOLD}} = 8,1969 \text{DWTs}^{0,8247} = 34724 \text{m}^3$$

$$V_{\text{BALLAST}} = 2\text{E-}06 \text{DWTs}^2 + 0,0612 \text{DWTs} + 13977 = 16757 \text{m}^3$$

Provjera volumena skladišta i tankova balasta provest će se programom MaxsurfPro. Za provedbu proračuna volumena potrebno je prvo definirati granice prostora unutar broda.

Prema pravilima IACS, Common Structural Rules for Bulk Carriers, January 2016, odredit će se broj i položaj nepropusnih pregrada, visina dvodna i razmak rebara.

*Glavne konstrukcijske značajke broda* (CSR, Ch.1 Sect.4 [3.1.1])

- proračunska duljina  $L$  treba zadovoljiti uvjet

$$0.96 \cdot L_{SVL} \leq L \leq 0.97 \cdot L_{SVL} \quad (45)$$

$$L_{SVL} = L_{pp} + \Delta L = 164,3 \text{ m}$$

usvojeno:  $L = 159 \text{ m}$

- širina broda

$$B = 27,02 \text{ m}$$

- visina broda mjerena na glavnom rebru, od vrha kobilinog lima do glavne palube na boku broda

$$D = 13,8 \text{ m}$$

- gaz broda mjeren od vrha kobilinog lima

$$T = 9,51 \text{ m}$$

*Broj pregrada i skladišta* (CSR, Ch.2 Sect.1 [1.1.2])

$$\text{za } 145 \leq L \leq 165 \text{ m} \rightarrow 7 \text{ nepropusnih pregrada} \quad (46)$$

Brod će imati 7 nepropusnih pregrada, a teretni prostor će se podijeliti na 4 skladišta.

*Kolizijske pregrade, položaj (CSR, Ch.2 Sect.1 [2.1.1])*

Položaj pramčane kolizijske pregrade – na razmaku od  $FP_{LL}$  ne manjem od 5%  $L_{LL}$  ili 10 m, razmak koji je manji, i nije veći od 8%  $L_{LL}$ , gdje je  $L_{LL}$  – duljina slobodne palube, 160 m.

- položaj pramčane kolizijske pregrade od  $FP_{LL} = 8$  m

Krmena kolizijska pregrada – nema posebnih zahtjeva, odabir prema sličnom brodu

- položaj krmene kolizijske pregrade od  $AP_{LL} = 10,60$  m

Pramčani i krmeni pik orebreni su poprečno, razmaka rebara 600 mm, a svako četvrto rebro je okvirno.

*Visina dvodna (CSR, Pt.2 Ch.1 Sec.2 [3.1.2])*

Visina dvodna, ne manja od:  $d_{DB} = 0,032B + 0,19 T^{1/2}$  (47)

- visina dvodna  $d_{DB} = 1,6$  m

*Razmak i raspored rebara i uzdužnjaka (BV 6-12.11)*

- bazni razmak rebara

$$E_o = 0.72 \cdot \left(\frac{L}{100}\right)^{\frac{1}{4}} = 0.72 \cdot \left(\frac{159}{100}\right)^{\frac{1}{4}} = 0.81 \text{ m} \quad (48)$$

usvojeno:  $E_o = 800$  mm

- u području krmenog pika na duljini 0.2L od krmenog perpendikulara razmak rebara je 600 mm

- u području pramčanog pika razmak rebara je 600 mm

- razmak uzdužnjaka dna i pokrova dvodna 750 mm

*Duljina strojarnice* određena je prema sličnom brodu:

$$L_{STR} = 19,8 \text{ m}$$

Udaljenost prednje pregrade strojarnice od krmene okomice:

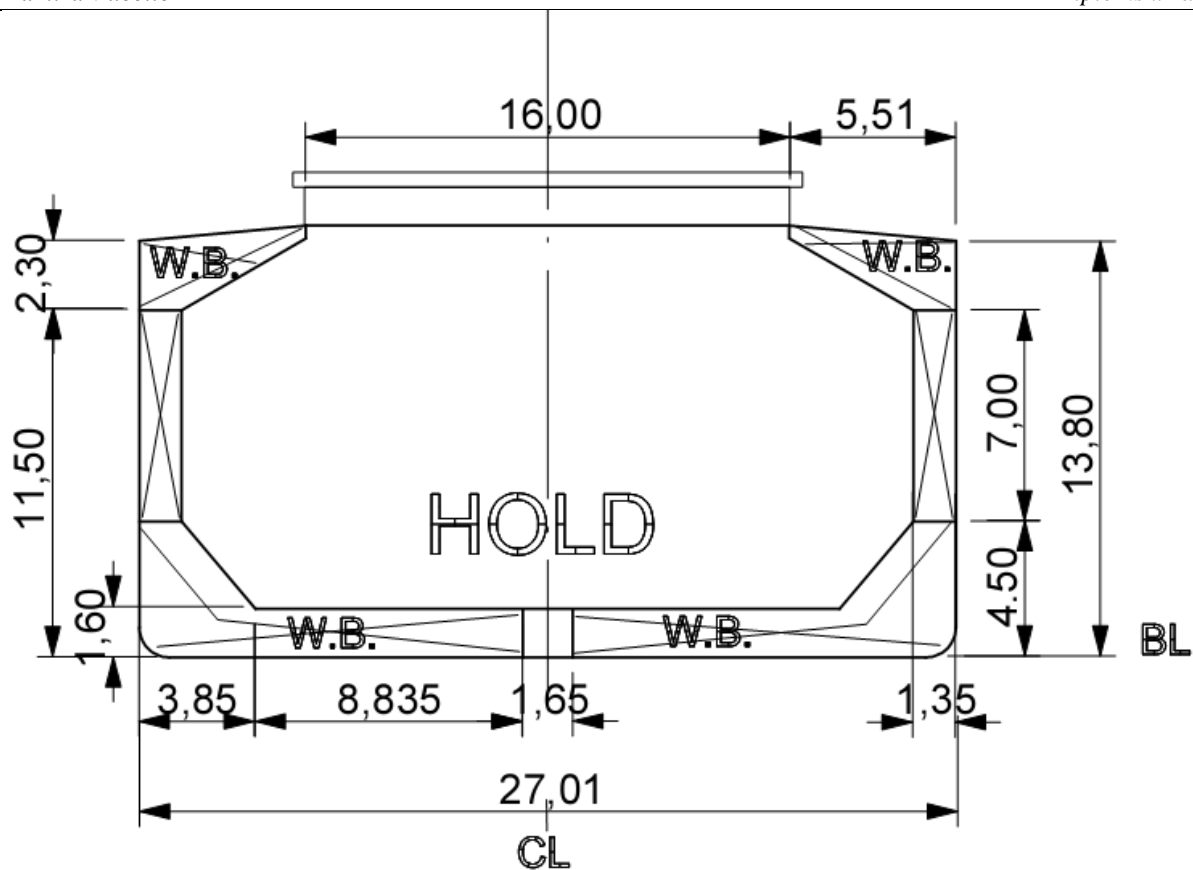
$$d_{PS} = 30,4\text{m}$$

Teretni prostor je podijeljen na 4 skladišta tereta kako bi bio zadovoljen uvjet minimalnog broja nepropusnih pregrada.

Prostor	Dužina, m
pramčani pik	11,55
skladište br.1	32,15
skladište br.2	29,5
skladište br.3	29,5
skladište br.4	29,5
strojarnica	19,8
krmeni pik	14,0
ukupno	166
što odgovara Lpp	160,9

**Tablica 5. Veličina prostora broda**





Slika 16. Presjek projekta broda na glavnom rebru s dvobokom

Legenda: W.B. – balastni tank, HOLD – skladište tereta

Rezultati proračuna volumena provedenog programom MaxsurfPro za svaki prostor u trupu prikazani su tablicama 6, 7. i 8.

PROSTOR	V <sub>HOLD</sub> [m <sup>3</sup> ]
HOLD 1	9033
HOLD 2	8415
HOLD 3	8415
HOLD 4	6448
<b>UKUPNO</b>	<b>32311</b>

Tablica 6. Volumeni skladišta tereta

<b>PROSTOR</b>	<b>V<sub>BALL</sub> [m<sup>3</sup>]</b>
FORE PEAK	298
W.T. 1	480
D.B. 1	1725
W.T. 2	480
D.B. 2	1670
W.T. 3	480
D.B. 3	1670
W.T. 4	463
D.B. 4	1160
AFTER PEAK	402
<b>UKUPNO</b>	<b>8828</b>

Tablica 7. Volumeni tankova balasta

<b>PROSTOR</b>	<b>V<sub>DVOBOK</sub> [m<sup>3</sup>]</b>
D.S. 1	602
D.S. 2	566
D.S. 3	566
D.S. 4	654
<b>UKUPNO</b>	<b>2368</b>

Tablica 8. Volumeni dvoboka

*a) Usporedba volumena prostora broda prema regresijskim izrazima i izračunatim vrijednostima*

Volumen, m <sup>3</sup>	Regresijski izrazi	Preliminarni projekt DS	Razlika
V <sub>HOLD</sub>	34724	32311	6,9 %
V <sub>BALL</sub>	16757	8828	47 %

Tablica 9. Usporedba volumena prostora DS broda

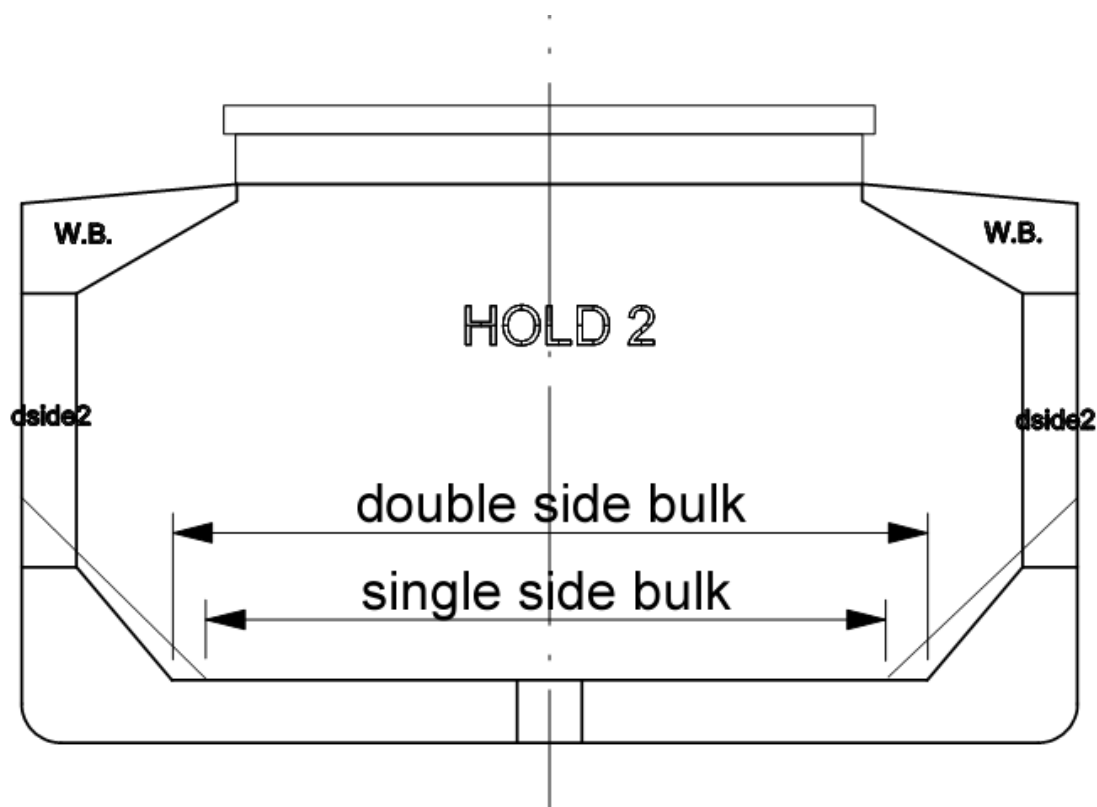
Volumen skladišta tereta izračunat preko regresijske jednadžbe (6) odstupa od vrijednosti dobivene programom Maxsurf za 6,9%. Ako volumenu skladišta dodamo volumen dvoboka od 2368 m<sup>3</sup>, razlika se smanjuje na 0,13%.

Volumen balasta po regresijskim izrazima veći je od volumena po Maxsurf - u za 47%. Očekivana je ova značajna razlika između volumena balasta prema regresijskim izrazima i volumena izračunatog nakon definiranja konkretne forme i prostora unutar iste, jer veliki broj brodova u bazi nisu imali dostupne podatke o volumenima, a regresijskom su analizom analizirani brodovi bez dvoboka.

b) Usporedba volumena prostora broda s jednostrukom i dvostrukom oplatom boka za skladište br.2

Usporedba volumena prostora temeljem geometrijskih izmjera na glavnom rebru, provedena je za skladište br.2 preliminarnog projekta broda za rasuti teret s dvobokom, DS, i istog broda bez dvoboka.

Na slici 11. dana je skica poprečnog presjeka skladišta br.2 SS i DS broda za koje je provedena usporedba volumena.



Slika 17. Skica poprečnog presjeka skladišta SS i DS broda

Legenda: W.B. – balastni tank, dside – dvostruka oplata boka, double side bulk – brod za rasuti teret s dvobokom, single side bulk – brod za rasuti teret s jednostrukom oplatom, HOLD – skladište tereta

1	Volumen prostora, m <sup>3</sup>	Referentni brod SS	Preliminarni projekt DS	Razlika prostora DS prema SS m <sup>3</sup>	%
	Za pojedinačni prostor				
2	V <sub>HOLD no.2</sub>	8630	8415	-215	-2,5
3	V <sub>WING TANK no.2</sub>	486	480	-6	-1,23
4	V <sub>DOUBLE SIDE no.2</sub>	0	566	+ 566	
5	V <sub>DOUBLE BOTTOM no.2</sub>	2081	1670	-411	-19,8
6	V <sub>KORISNO (2+3+5)</sub>	<b>11197</b>	<b>10565</b>	<b>-632</b>	<b>-5,6</b>
7	Σ (2+3+4+5)	<b>11197</b>	<b>11131</b>	-66	-0,6
	Ukupno				
8	V <sub>HOLD no.2</sub>	8630	8415	-215	<b>-2,5</b>
9	ΣV <sub>BALLAST no.2</sub>	2567	2150	-417	<b>-16,0</b>
	Σ (8+9)	<b>11197</b>	<b>10565</b>	-632	-5,6

**Tablica 10. Usporedba volumena skladišnog prostora br.2 SS i DS broda za rasuti teret istovjetnih značajki i forme**

Vidljivo je da brod s dvobokom ima manji volumen skladišta tereta kao i balastnih tankova. Gubitak skladišnog prostora DS broda iznosi 2,5% u odnosu na volumen skladišta br.2 SS broda istih značajki i forme.

### 5.3. Kontrola trima i stabiliteta

Brod će za vrijeme korištenja ploviti u različitim režimima krcanja tereta i balasta. Za potrebe ovog proračuna provjerit će se šest stanja krcanja i to:

1. brod nakrcan homogenim teretom i 100% zaliha
2. brod nakrcan homogenim teretom i 10% zaliha
3. brod u balastu i 100% zaliha
4. brod u balastu i 10% zaliha
5. brod homogeno nakrcan teškim teretom i 100% zaliha
6. brod alternativno nakrcan teškim teretom i 100% zaliha

Ova stanja krcanja simuliraju situaciju isplovljavanja s teretom ili u balastu (stanje 1, 3, 5 i 6) i uplovljavanja u luku ( stanje 2 i 4). Za svako navedeno stanje krcanja potrebno je načiniti:

- a) proračun centracije i plovnosti kojim određujemo istisninu, položaj težišta sustava i istisnine, gazove i trim,
- b) proračun stabiliteta kojim određujemo matacentarsku visinu i krivulju poluga statičkog stabiliteta, koju dobivamo pomoću KN-krivulja za dobivenu istisninu pod a).

Svako od navedenih stanja mora zadovoljiti postojeće propise o minimalnim kriterijima statičkog stabiliteta (IMO-RESOLUTION A 167; IMO-RESOLUTION A 749):

A – površina ispod krivulje poluga do 30° ne smije biti manja od 0,055 m x rad

B – površina ispod krivulje do X ne smije biti manja od 0,09 m x rad

C – površina između 30° i X ne smije biti manja od 0,03 m x rad

X – vrijednost kuta od 40° ili svakog manjeg kuta pri kojem uranjaju otvori na trupu ili dijelovi konstrukcije nadgrađa (koji se nalaze ispod palube i ne mogu biti nepropusno zatvoreni)

E – poluga statičkog stabiliteta GZ može biti najmanje 0.20 m kod kuta nagibanja koji je jednak ili veći od 30°. Oduzimanje utjecaja slobodne površine biti će uključeno. Maksimalna poluga statičkog stabiliteta može se nalaziti iznad kuta nagibanja od 30°, ali nikako ne smije biti manja od 25°.

F – početna metacentarska visina GM ne smije biti manja od 0.15 m. Oduzimanje utjecaja slobodne površine biti će uključeno.

Perioda ljuljanja izračunat će se prema izrazu American Bureau of Shipping:

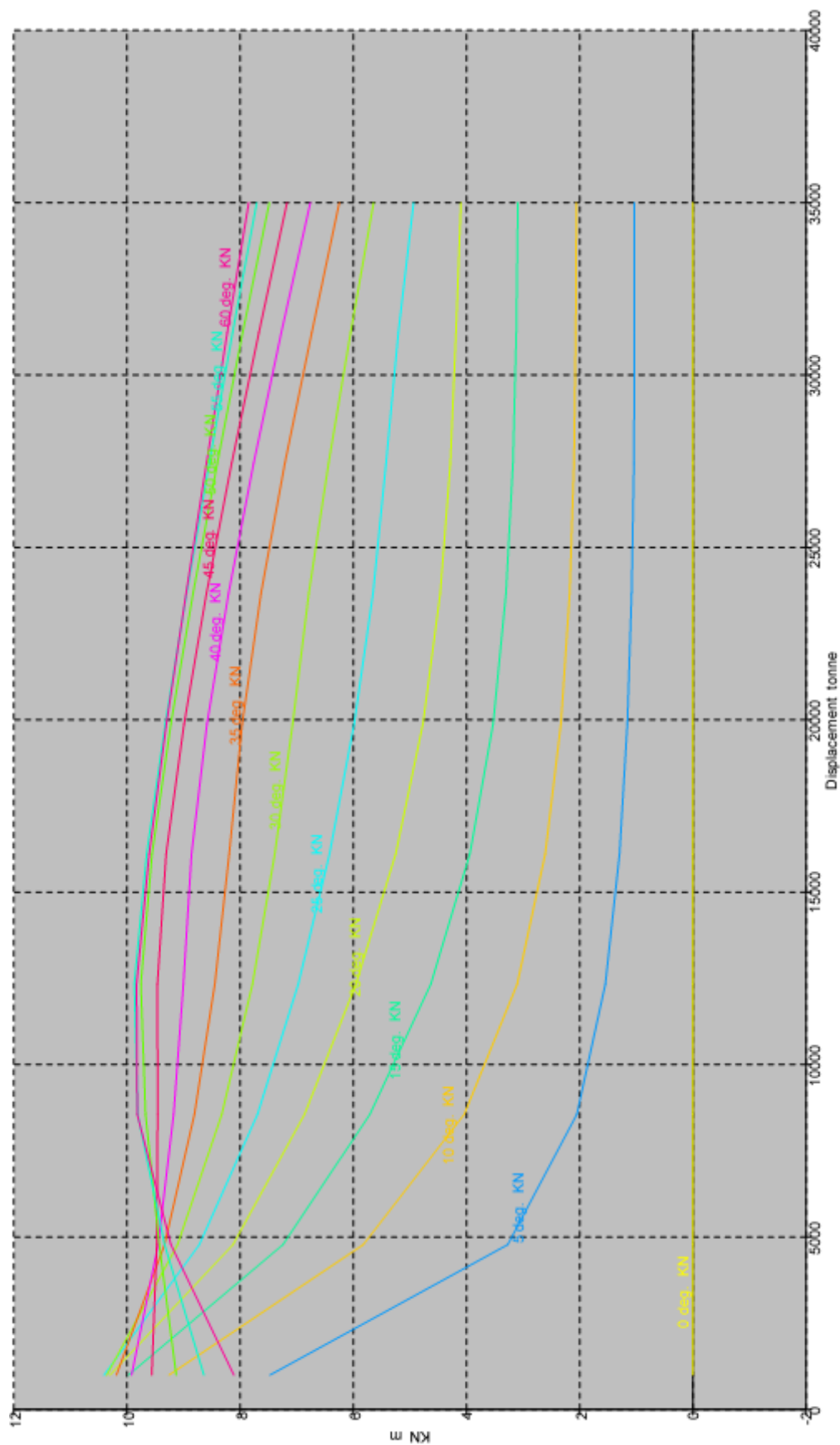
$$T_{\phi} = \frac{2 \cdot C \cdot B}{\sqrt{M_0 G}} \quad (49)$$

$$C = 0,373 + 0,023 \cdot \frac{B}{T} - 0,043 \cdot \frac{L}{100} \quad (50)$$

Proračun volumena i težišta skladišta tereta, tankova balasta te tankova vode, goriva i ulja za podmazivanje proveden je programom MaxsurfPro. Masa lakog broda izračunata je u poglavlju 4.2.3.

Vrijednosti  $X_F$ ,  $Z_{MO}$ ,  $M_1$  i  $T$  određene su interpolacijom iz tablica hidrostatskih podataka, poglavlje 4.2.1. Pri tome oznaci  $X_F$  odgovara oznaka LCB u izlaznoj datoteci Maxsurf-a, oznaci  $Z_{MO}$  odgovara oznaka KMT.

Vrijednosti poluge stabiliteta za pojedino stanje krcanja biti će očitane iz KN – krivulja prikazanim u dijagramu .



Dijagram 30. KN – krivulje

## 1. Stanje krcanja

Tablica 11. Centracija broda nakrcanog homogenim teretom i 100% zaliha

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long_Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m
1	Lightship	1	6645	71.360	8.100	0.000
2	wing2P	0%	0.0000	77.525	12.928	-11.587
3	wing2S	0%	0.0000	77.525	12.928	11.587
4	wing3P	0%	0.0000	107.024	12.928	-11.586
5	wing3S	0%	0.0000	107.024	12.928	11.586
6	wing4P	0%	0.0000	135.048	12.401	-10.070
7	wing4S	0%	0.0000	135.048	12.401	10.070
8	wing1P	0%	0.0000	46.475	12.928	-11.587
9	wing1S	0%	0.0000	46.475	12.928	11.587
10	shear1P	0%	0.0000	47.056	2.785	-12.035
11	shear1S	0%	0.0000	47.056	2.785	12.035
12	shear2P	0%	0.0000	77.525	2.781	-12.094
13	shear2S	0%	0.0000	77.525	2.781	12.094
14	shear3P	0%	0.0000	106.948	2.781	-12.085
15	shear3S	0%	0.0000	106.948	2.781	12.085
16	shear4P	0%	0.0000	129.519	2.845	-10.615
17	shear4S	0%	0.0000	129.519	2.845	10.615
18	dside1P	0%	0.0000	46.602	8.022	-12.829
19	dside1S	0%	0.0000	46.602	8.022	12.829
20	dside2P	0%	0.0000	77.525	8.000	-12.835
21	dside2S	0%	0.0000	77.525	8.000	12.835
22	dside3P	0%	0.0000	106.958	8.005	-12.831
23	dside3S	0%	0.0000	106.958	8.005	12.831
24	dside4P	0%	0.0000	129.739	8.195	-11.478
25	dside4S	0%	0.0000	129.739	8.195	11.478
26	dbot1P	0%	0.0000	46.996	0.845	-8.273
27	dbot1S	0%	0.0000	46.996	0.845	8.273
28	dbot1C	100%	388.4	46.480	0.800	0.000
29	dbot2P	0%	0.0000	77.523	0.838	-8.434
30	dbot2S	0%	0.0000	77.523	0.838	8.434
31	dbot2C	0%	0.0000	77.525	0.800	0.000
32	dbot3P	0%	0.0000	106.955	0.840	-8.414
33	dbot3S	0%	0.0000	106.955	0.840	8.414
34	dbot3C	0%	0.0000	107.023	0.800	0.000
35	dbot4P	0%	0.0000	131.224	0.920	-7.495
36	dbot4S	0%	0.0000	131.224	0.920	7.495
37	dbot4C	0%	0.0000	135.680	0.838	0.000
38	HOLD1	100%	7859	46.475	7.651	0.000
39	HOLD2	100%	7153	77.525	7.651	0.000
40	HOLD3	100%	6856	107.025	7.651	0.000
41	HOLD4	100%	3544	135.569	7.734	0.000
42	FPTK(C)	0%	0.0000	155.155	3.898	0.000
43	APTK(C)	0%	0.0000	7.884	8.167	0.000
44	FWTK(P)	100%	122.5	7.708	11.275	-10.677
45	FWTK(S)	100%	122.5	7.708	11.275	10.677
46	HFO(ST_P)	100%	127.6	27.203	10.508	-11.381
47	HFO(ST_S)	100%	127.6	27.203	10.508	11.381
48	MDO TK(P)	100%	27.94	19.196	1.031	-3.744
49	MDO TK(S)	100%	27.94	19.196	1.031	3.744
50	MDO TK(1D)	100%	50.02	23.000	11.251	-9.253
51	OILTK(1D)	100%	20.72	23.000	10.751	11.252
52	OILTK(C)	100%	38.23	18.072	0.834	0.000
53	FPTK(A)	0%	0.0000	151.516	3.909	0.000
54		<b>Total Weight=</b>	<b>33111</b>	<b>LCG=79.6</b>	<b>VCG=7.714</b>	<b>TCG=6.88</b>

Položaj težišta sistema po duljini:

$$X_G = 79,6 \text{ m}$$

Položaj težišta sistema po visini:

$$Z_G = 7,714 \text{ m}$$



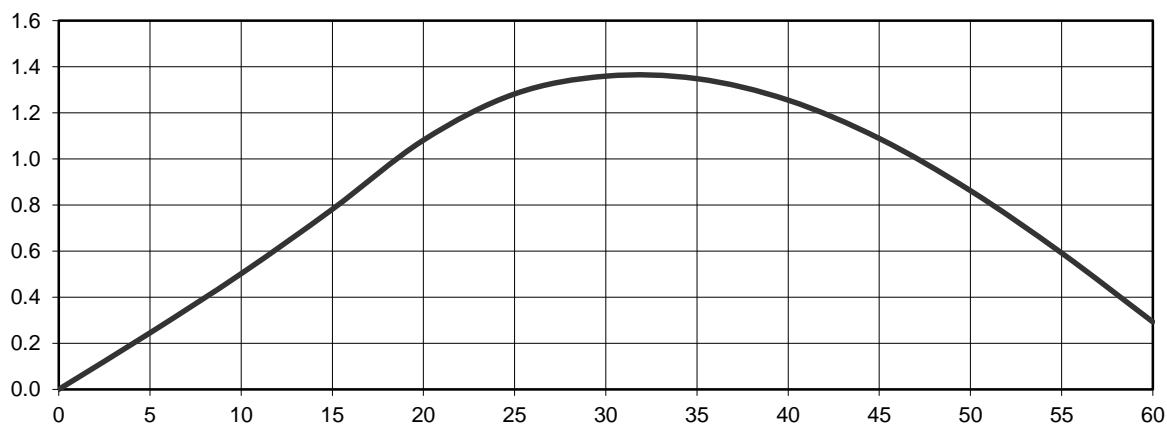
Očitano:

Položaj težišta istisnine po duljini:	$X_F = 77,78 \text{ m}$
Položaj metacentra:	$Z_{M0} = 11,818 \text{ m}$
Jedinični moment trima:	$M_1 = 89460 \text{ tm/m}$
Gaz broda:	$T = 9,34 \text{ m}$
Metacentarska visina:	$M_0G = Z_{M0} - Z_G = 4,39 \text{ m}$
Moment trima: ( - pretega broda, + zatega broda )	$M_t = \Delta \cdot (X_F - X_G) = -60262 \text{ tm}$
Trim broda:	$t = M_t / M_1 = -1,387 \text{ m}$
Gaz broda na pramcu:	$T_p = 10,032 \text{ m}$
Gaz broda na krmi:	$T_k = 8,645 \text{ m}$

Pomoću podataka iz dijagrama KN-krivulja i koristeći izraz  $h = KN - Z_G \cdot \sin \varphi$  računaju se ordinate poluge stabiliteta:

fi	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
KN	0	1.02	2.05	3.09	4.13	5.05	5.82	6.46	6.99	7.39	7.69	7.90	8.01
h	0.000	0.245	0.502	0.781	1.082	1.282	1.359	1.348	1.255	1.089	0.862	0.592	0.293

**Dijagram 31. Poluga stabiliteta za brod nakrcanog homogenim teretom i 100% zaliha**



Provjera stabiliteta:

A = 0,40 m x rad	( min 0,055 )
B = 0,63 m x rad	( min 0,090 )
C = 0,35 m x rad	( min 0,030 )
E = 1,359 m za $\varphi = 30^\circ$	( min 0,20 za $\varphi \geq 30^\circ$ )

Minimalni kriterij statičkog stabiliteta je zadovoljen.

Provjera periode ljuľljanja:  $T_\varphi = 9,55 \text{ s}$

## 2. Stanje krcaja

Tablica 12. Centracija broda nakrcanog homogenim teretom i 10% zaliha

	Item Name	Quantity	Weight [tons]	Long.Arm [m]	Vert.Arm [m]	Trans.Arm [m]
1	Lighthouse	1	6645	71.360	8.100	0.000
2	wing2P	0%	0.0000	77.525	12.928	-11.587
3	wing2S	0%	0.0000	77.525	12.928	11.587
4	wing3P	0%	0.0000	107.034	12.928	-11.586
5	wing3S	0%	0.0000	107.034	12.928	11.586
6	wing4P	0%	0.0000	135.048	12.401	-10.070
7	wing4S	0%	0.0000	135.048	12.401	10.070
8	wing1P	0%	0.0000	46.475	12.928	-11.587
9	wing1S	0%	0.0000	46.475	12.928	11.587
10	shear1P	0%	0.0000	47.056	2.786	-12.036
11	shear1S	0%	0.0000	47.056	2.786	12.036
12	shear2P	0%	0.0000	77.525	2.781	-12.094
13	shear2S	0%	0.0000	77.525	2.781	12.094
14	shear3P	0%	0.0000	106.948	2.781	-12.086
15	shear3S	0%	0.0000	106.948	2.781	12.086
16	shear4P	0%	0.0000	129.519	2.846	-10.615
17	shear4S	0%	0.0000	129.519	2.846	10.615
18	dside1P	0%	0.0000	46.602	8.022	-12.829
19	dside1S	0%	0.0000	46.602	8.022	12.829
20	dside2P	0%	0.0000	77.525	8.000	-12.836
21	dside2S	0%	0.0000	77.525	8.000	12.836
22	dside3P	0%	0.0000	106.968	8.006	-12.831
23	dside3S	0%	0.0000	106.968	8.006	12.831
24	dside4P	0%	0.0000	129.739	8.196	-11.478
25	dside4S	0%	0.0000	129.739	8.196	11.478
26	dbot1P	0%	0.0000	46.996	0.846	-8.273
27	dbot1S	0%	0.0000	46.996	0.846	8.273
28	dbot1C	10%	38.84	46.526	0.081	0.000
29	dbot2P	0%	0.0000	77.523	0.838	-8.434
30	dbot2S	0%	0.0000	77.523	0.838	8.434
31	dbot2C	0%	0.0000	77.525	0.800	0.000
32	dbot3P	0%	0.0000	106.966	0.840	-8.414
33	dbot3S	0%	0.0000	106.966	0.840	8.414
34	dbot3C	0%	0.0000	107.023	0.800	0.000
35	dbot4P	0%	0.0000	131.234	0.920	-7.496
36	dbot4S	0%	0.0000	131.234	0.920	7.496
37	dbot4C	0%	0.0000	135.680	0.838	0.000
38	HOLD1	100%	78.59	46.475	7.661	0.000
39	HOLD2	100%	71.53	77.525	7.661	0.000
40	HOLD3	100%	68.56	107.025	7.661	0.000
41	HOLD4	100%	35.44	135.569	7.734	0.000
42	FPTK(C)	0%	0.0000	155.155	3.898	0.000
43	APTK(C)	0%	0.0000	7.884	8.167	0.000
44	FWTK(P)	10%	12.24	7.745	9.691	-10.469
45	FWTK(S)	10%	12.24	7.745	9.691	10.469
46	HFO(ST_P)	10%	12.76	27.215	8.256	-11.343
47	HFO(ST_S)	10%	12.76	27.215	8.256	11.343
48	MDOTK(P)	10%	2.792	19.944	0.337	-2.806
49	MDOTK(S)	10%	2.792	19.944	0.337	2.806
50	MDOTK(10)	10%	5.001	23.000	9.676	-9.239
51	OILTK(10)	10%	2.072	23.001	9.628	11.238
52	OILTK(C)	10%	3.822	18.607	0.131	0.000
53	FPTK(A)	0%	0.0000	151.516	3.909	0.000
54		Total Weight=	32162	LCG=81.1	WCG=7.751	TCG=0.000

Položaj težišta sistema po duljini:

$$X_G = 81,1 \text{ m}$$

Položaj težišta sistema po visini:

$$Z_G = 7,752 \text{ m}$$

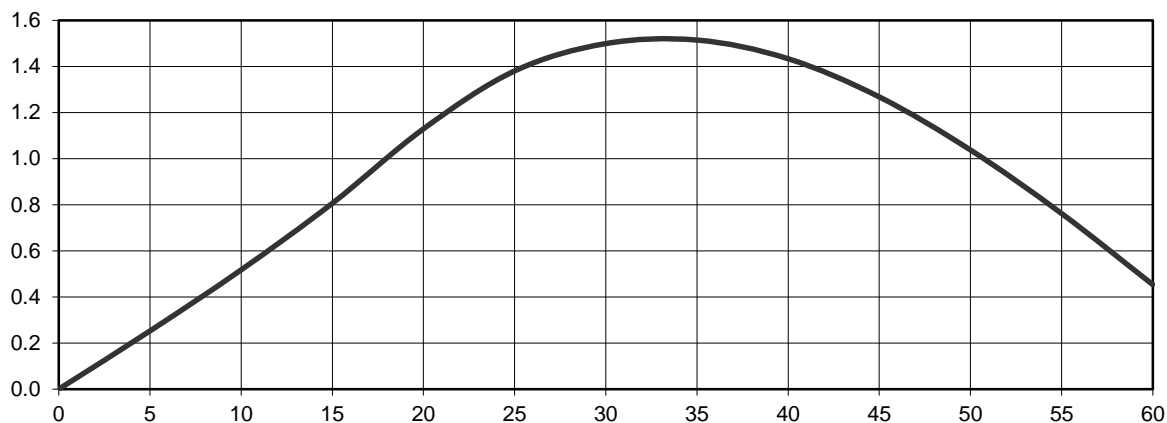
Očitano:

Položaj težišta istisnine po duljini:	$X_F = 78,803 \text{ m}$
Položaj metacentra:	$Z_{M0} = 11,960 \text{ m}$
Jedinični moment trima:	$M_1 = 30988 \text{ tm/m}$
Gaz broda:	$T = 9,143 \text{ m}$
Metacentarska visina:	$M_0G = Z_{M0} - Z_G = 4,21 \text{ m}$
Moment trima: ( - pretega broda, + zatega broda )	$M_t = \Delta \cdot (X_F - X_G) = -73876 \text{ tm}$
Trim broda:	$t = M_t / M_1 = -2,384 \text{ m}$
Gaz broda na pramcu:	$T_p = 10,335 \text{ m}$
Gaz broda na krmi:	$T_k = 7,951 \text{ m}$

Pomoću podataka iz dijagrama KN-krivulja i koristeći izraz  $h = KN - Z_G \cdot \sin \varphi$  računaju se ordinate poluge stabiliteta:

fi	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
KN	0	1.02	2.05	3.10	4.15	5.12	5.92	6.59	7.12	7.52	7.81	8.01	8.11
h	0.000	0.252	0.517	0.806	1.129	1.381	1.499	1.515	1.434	1.268	1.038	0.762	0.454

**Dijagram 32. Poluga stabiliteta za brod nakrcanog homogenim teretom i 10% zaliha**



Provjera stabiliteta:

- A = 0,42 m x rad ( min 0,055 )
- B = 0,68 m x rad ( min 0,090 )
- C = 0,39 m x rad ( min 0,030 )
- E = 1,515 m za  $\varphi = 35^\circ$  ( min 0,20 za  $\varphi \geq 30^\circ$  )

Minimalni kriterij statičkog stabiliteta je zadovoljen.

Provjera periode ljuljanja:  $T_\varphi = 9,79 \text{ s}$

## 3. Stanje krcanja

Tablica 13. Centracija broda u balastu i 100% zaliha

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m
1	Lightship	1	6645	71.950	8.100	0.000
2	wing2P	100%	229.5	77.525	12.928	-11.587
3	wing2S	100%	229.5	77.525	12.928	11.587
4	wing3P	100%	222.5	107.024	12.928	-11.588
5	wing3S	100%	222.5	107.024	12.928	11.588
6	wing4P	100%	237.4	135.048	12.401	-10.070
7	wing4S	100%	237.4	135.048	12.401	10.070
8	wing1P	100%	246.3	46.475	12.928	-11.587
9	wing1S	100%	246.3	46.475	12.928	11.587
10	shear1P	100%	232.5	47.056	2.786	-12.035
11	shear1S	100%	232.5	47.056	2.786	12.035
12	shear2P	100%	227.5	77.525	2.781	-12.094
13	shear2S	100%	227.5	77.525	2.781	12.094
14	shear3P	100%	219.2	106.948	2.781	-12.085
15	shear3S	100%	219.2	106.948	2.781	12.085
16	shear4P	100%	184.0	129.519	2.845	-10.615
17	shear4S	100%	184.0	129.519	2.845	10.615
18	dside1P	100%	308.4	46.802	8.022	-12.829
19	dside1S	100%	308.4	46.802	8.022	12.829
20	dside2P	100%	290.2	77.525	8.000	-12.835
21	dside2S	100%	290.2	77.525	8.000	12.835
22	dside3P	100%	279.9	106.958	8.005	-12.831
23	dside3S	100%	279.9	106.958	8.005	12.831
24	dside4P	100%	335.3	129.739	8.195	-11.478
25	dside4S	100%	335.3	129.739	8.195	11.478
26	dbot1P	100%	441.2	46.996	0.845	-8.273
27	dbot1S	100%	441.2	46.996	0.845	8.273
28	dbot1C	100%	388.4	46.480	0.800	0.000
29	dbot2P	100%	430.4	77.523	0.838	-8.434
30	dbot2S	100%	430.4	77.523	0.838	8.434
31	dbot2C	100%	392.0	77.525	0.800	0.000
32	dbot3P	100%	414.9	106.965	0.840	-8.414
33	dbot3S	100%	414.9	106.965	0.840	8.414
34	dbot3C	100%	381.1	107.023	0.800	0.000
35	dbot4P	100%	227.7	131.224	0.920	-7.495
36	dbot4S	100%	227.7	131.224	0.920	7.495
37	dbot4C	100%	362.9	135.680	0.838	0.000
38	HOLD1	0%	0.0000	46.475	7.661	0.000
39	HOLD2	0%	0.0000	77.525	7.661	0.000
40	HOLD3	0%	0.0000	107.025	7.661	0.000
41	HOLD4	0%	0.0000	135.589	7.734	0.000
42	FPTK(C)	100%	251.0	155.155	3.938	0.000
43	APTK(C)	100%	411.8	7.884	8.167	0.000
44	FWTK(P)	100%	122.5	7.708	11.275	-10.677
45	FWTK(S)	100%	122.5	7.708	11.275	10.677
46	HFC(ST_P)	100%	127.6	27.203	10.508	-11.381
47	HFC(ST_S)	100%	127.6	27.203	10.508	11.381
48	MDOTK(P)	100%	27.94	19.196	1.031	-3.744
49	MDOTK(S)	100%	27.94	19.196	1.031	3.744
50	MDOTK(1D)	100%	50.02	23.000	11.251	-9.253
51	CLTK(1D)	100%	20.72	23.000	10.751	11.252
52	CLTK(C)	100%	38.23	18.072	0.834	0.000
53	FPTK(A)	100%	53.65	15.1515	3.909	0.000
54		Total Weight=	19605	LCG=79.2	VCG=6.280	TCG=0.01

Položaj težišta sistema po duljini:

 $X_G = 79,2 \text{ m}$ 

Položaj težišta sistema po visini:

 $Z_G = 6,28 \text{ m}$

Očitano:

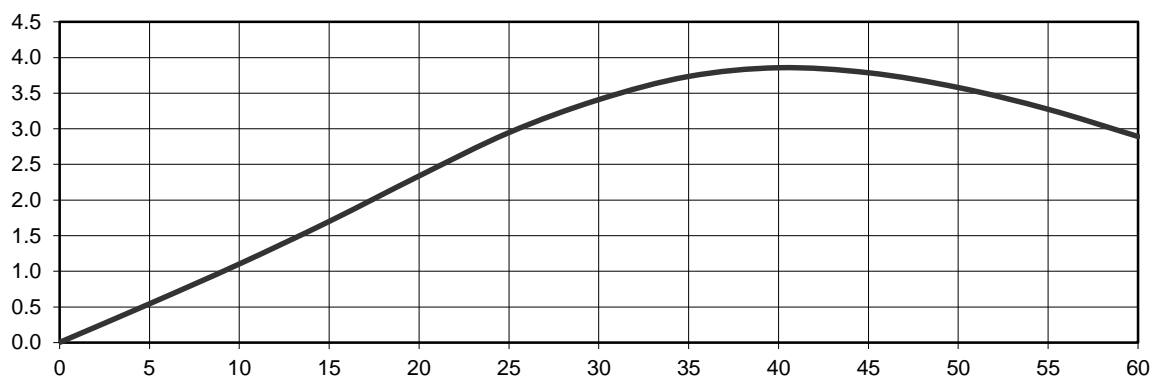
Položaj težišta istisnine po duljini:	$X_F = 79,91\text{m}$
Položaj metacentra:	$Z_{M0} = 13,45\text{ m}$
Jedinični moment trima:	$M_1 = 32698\text{ tm/m}$
Gaz broda:	$T = 5,469\text{ m}$

Metacentarska visina:	$M_0G = Z_{M0} - Z_G = 7,17\text{ m}$
Moment trima: ( - pretega broda, + zatega broda )	$M_t = \Delta \cdot (X_F - X_G) = 13210\text{tm}$
Trim broda:	$t = M_t / M_1 = 0,404\text{ m}$
Gaz broda na pramcu:	$T_p = 5,267\text{ m}$
Gaz broda na krmi:	$T_k = 5,671\text{ m}$

Pomoću podataka iz dijagrama KN-krivulja i koristeći izraz  $h = KN - Z_G \cdot \sin \varphi$  računaju se ordinate poluge stabiliteta:

$\varphi$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
KN	0	1.20	2.41	3.65	4.92	6.13	7.18	8.06	8.71	9.12	9.36	9.45	9.42
h	0.000	0.542	1.101	1.699	2.338	2.947	3.410	3.735	3.857	3.786	3.579	3.273	2.891

Dijagram 33. Poluga stabiliteta za brod u balastu i 100% zaliha



Provjera stabiliteta:

A = 0,90 m x rad	( min 0,055 )
B = 1,52 m x rad	( min 0,090 )
C = 0,92 m x rad	( min 0,030 )
E = 3,857 m za $\varphi = 40^\circ$	( min 0,20 za $\varphi \geq 30^\circ$ )

Minimalni kriterij statičkog stabiliteta je zadovoljen.

Provjera periode ljuľanja:  $T_\varphi = 8,42\text{ s}$

## 4. Stanje krca

Tablica 14. Centracija broda u balastu i 10% zaliha

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long_Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m
1	Lightship	1	6645	71.360	8.100	0.000
2	wing2P	100%	229.5	77.525	12.928	-11.587
3	wing2S	100%	229.5	77.525	12.928	11.587
4	wing3P	100%	222.5	107.024	12.928	-11.586
5	wing3S	100%	222.5	107.024	12.928	11.586
6	wing4P	100%	237.4	135.048	12.401	-10.070
7	wing4S	100%	237.4	135.048	12.401	10.070
8	wing1P	100%	245.3	46.475	12.928	-11.587
9	wing1S	100%	245.3	46.475	12.928	11.587
10	shear1P	100%	232.5	47.056	2.786	-12.035
11	shear1S	100%	232.5	47.056	2.786	12.035
12	shear2P	100%	227.5	77.525	2.781	-12.094
13	shear2S	100%	227.5	77.525	2.781	12.094
14	shear3P	100%	219.2	106.948	2.781	-12.085
15	shear3S	100%	219.2	106.948	2.781	12.085
16	shear4P	100%	184.0	129.519	2.845	-10.615
17	shear4S	100%	184.0	129.519	2.845	10.615
18	dside1P	100%	308.4	46.602	8.022	-12.829
19	dside1S	100%	308.4	46.602	8.022	12.829
20	dside2P	100%	280.2	77.525	8.000	-12.836
21	dside2S	100%	280.2	77.525	8.000	12.836
22	dside3P	100%	279.9	106.958	8.005	-12.831
23	dside3S	100%	279.9	106.958	8.005	12.831
24	dside4P	100%	335.3	129.739	8.195	-11.478
25	dside4S	100%	335.3	129.739	8.195	11.478
26	dbot1P	100%	441.2	46.996	0.845	-8.273
27	dbot1S	100%	441.2	46.996	0.845	8.273
28	dbot1C	10%	38.84	46.526	0.081	0.000
29	dbot2P	100%	430.4	77.523	0.838	-8.434
30	dbot2S	100%	430.4	77.523	0.838	8.434
31	dbot2C	100%	389.0	77.525	0.800	0.000
32	dbot3P	100%	414.9	106.955	0.840	-8.414
33	dbot3S	100%	414.9	106.955	0.840	8.414
34	dbot3C	100%	381.1	107.023	0.800	0.000
35	dbot4P	100%	227.7	131.224	0.920	-7.495
36	dbot4S	100%	227.7	131.224	0.920	7.495
37	dbot4C	100%	362.9	135.680	0.838	0.000
38	HOLD1	0%	0.0000	46.475	7.651	0.000
39	HOLD2	0%	0.0000	77.525	7.651	0.000
40	HOLD3	0%	0.0000	107.025	7.651	0.000
41	HOLD4	0%	0.0000	135.569	7.734	0.000
42	FPTK(C)	100%	251.0	155.155	3.898	0.000
43	APTK(C)	100%	411.8	7.884	8.167	0.000
44	FWTK(P)	10%	12.24	7.745	9.691	-10.469
45	FWTK(S)	10%	12.24	7.745	9.691	10.469
46	HFQ(ST_P)	10%	12.76	27.215	8.255	-11.343
47	HFQ(ST_S)	10%	12.76	27.215	8.255	11.343
48	MDO TK(P)	10%	2.792	19.944	0.337	-2.806
49	MDO TK(S)	10%	2.792	19.944	0.337	2.806
50	MDO TK(1D)	10%	5.001	23.000	9.675	-9.239
51	OILTK(1D)	10%	2.072	23.001	9.626	11.238
52	OILTK(C)	10%	3.822	18.607	0.131	0.000
53	FPTK(A)	100%	53.65	151.516	3.909	0.000
54		<b>Total Weight=</b>	<b>17657</b>	<b>LCG=81.9</b>	<b>VCG=6.272</b>	<b>TCG=6.66</b>

Položaj težišta sistema po duljini:

 $X_G = 81,9 \text{ m}$ 

Položaj težišta sistema po visini:

 $Z_G = 6,272 \text{ m}$

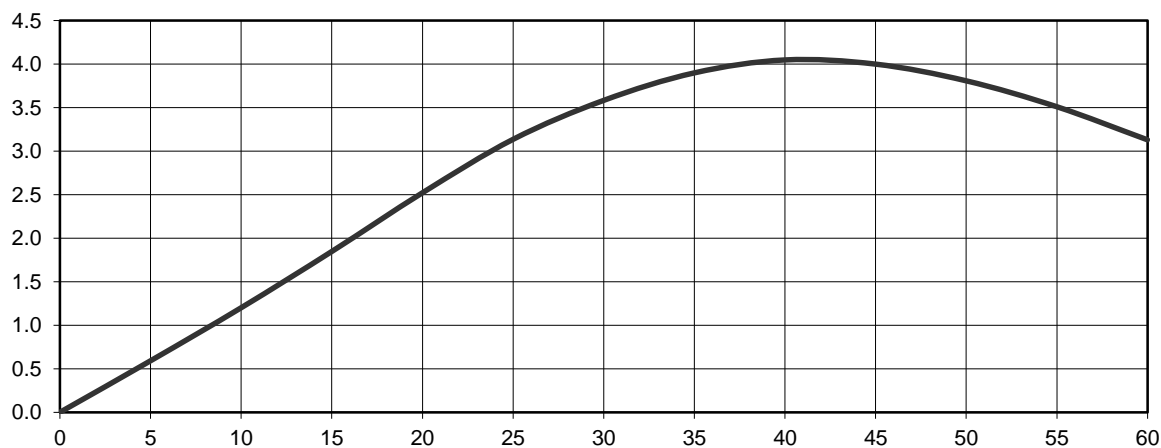
Očitano:

Položaj težišta istisnine po duljini:	$X_F = 80,05 \text{ m}$
Položaj metacentra:	$Z_{M0} = 14,142 \text{ m}$
Jedinični moment trima:	$M_1 = 31683 \text{ tm/m}$
Gaz broda:	$T = 5,226 \text{ m}$
Metacentarska visina:	$M_0G = Z_{M0} - Z_G = 7,87 \text{ m}$
Moment trima: ( - pretega broda, + zatega broda )	$M_t = \Delta \cdot (X_F - X_G) = - 32665 \text{ tm}$
Trim broda:	$t = M_t / M_1 = -1,031 \text{ m}$
Gaz broda na pramcu:	$T_p = 5,741 \text{ m}$
Gaz broda na krmi:	$T_k = 4,710 \text{ m}$

Pomoću podataka iz dijagrama KN-krivulja i koristeći izraz  $h = KN - Z_G \cdot \sin\varphi$  računaju se ordinate poluge stabiliteta:

$\varphi$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
KN	0	1.23	2.48	3.75	5.04	6.25	7.26	8.12	8.78	9.20	9.44	9.54	9.50
h	0.000	0.592	1.201	1.848	2.521	3.135	3.583	3.899	4.047	3.999	3.807	3.510	3.130

Dijagram 34. Poluga stabiliteta za brod u balastu i 10% zaliha



Provjera stabiliteta:

A = 0,97 m x rad	( min 0,055 )
B = 1,64 m x rad	( min 0,090 )
C = 0,97 m x rad	( min 0,030 )
E = 4,047 m za $\varphi = 40^\circ$	( min 0,20 za $\varphi \geq 30^\circ$ )

Minimalni kriterij statičkog stabiliteta je zadovoljen.

Provjera periode ljuľanja:  $T_\varphi = 8,14 \text{ s}$

## 5. Stanje krcaja

Tablica 15. Centracija broda homogeno nakrcanog teškim teretom i 100% zaliha

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m
1	Lightship	1	6645	71.360	8.100	0.000
2	wing2P	0%	0.0000	77.525	12.928	-11.587
3	wing2S	0%	0.0000	77.525	12.928	11.587
4	wing3P	0%	0.0000	107.024	12.928	-11.586
5	wing3S	0%	0.0000	107.024	12.928	11.586
6	wing4P	0%	0.0000	135.048	12.401	-10.070
7	wing4S	0%	0.0000	135.048	12.401	10.070
8	wing1P	0%	0.0000	46.475	12.928	-11.587
9	wing1S	0%	0.0000	46.475	12.928	11.587
10	shear1P	0%	0.0000	47.056	2.786	-12.035
11	shear1S	0%	0.0000	47.056	2.786	12.035
12	shear2P	0%	0.0000	77.525	2.781	-12.094
13	shear2S	0%	0.0000	77.525	2.781	12.094
14	shear3P	0%	0.0000	106.948	2.781	-12.085
15	shear3S	0%	0.0000	106.948	2.781	12.085
16	shear4P	0%	0.0000	129.519	2.845	-10.615
17	shear4S	0%	0.0000	129.519	2.845	10.615
18	dside1P	0%	0.0000	46.602	8.022	-12.829
19	dside1S	0%	0.0000	46.602	8.022	12.829
20	dside2P	0%	0.0000	77.525	8.000	-12.835
21	dside2S	0%	0.0000	77.525	8.000	12.835
22	dside3P	0%	0.0000	106.958	8.005	-12.831
23	dside3S	0%	0.0000	106.958	8.005	12.831
24	dside4P	0%	0.0000	129.739	8.195	-11.478
25	dside4S	0%	0.0000	129.739	8.195	11.478
26	dbot1P	0%	0.0000	46.996	0.845	-8.273
27	dbot1S	0%	0.0000	46.996	0.845	8.273
28	dbot1C	100%	388.4	46.480	0.800	0.000
29	dbot2P	0%	0.0000	77.523	0.838	-8.434
30	dbot2S	0%	0.0000	77.523	0.838	8.434
31	dbot2C	0%	0.0000	77.525	0.800	0.000
32	dbot3P	0%	0.0000	106.965	0.840	-8.414
33	dbot3S	0%	0.0000	106.965	0.840	8.414
34	dbot3C	0%	0.0000	107.023	0.800	0.000
35	dbot4P	0%	0.0000	131.224	0.920	-7.495
36	dbot4S	0%	0.0000	131.224	0.920	7.495
37	dbot4C	0%	0.0000	135.680	0.838	0.000
38	HOLD1	30%	5420	46.475	3.560	0.000
39	HOLD2	30%	13380	77.525	3.560	0.000
40	HOLD3	30%	4897	107.025	3.560	0.000
41	HOLD4	30%	1933	135.342	3.607	0.000
42	FPTK(C)	0%	0.0000	155.155	3.898	0.000
43	APTK(C)	0%	0.0000	7.884	8.167	0.000
44	FWTK(P)	100%	122.5	7.708	11.275	-10.677
45	FWTK(S)	100%	122.5	7.708	11.275	10.677
46	HFO(ST_P)	100%	127.6	27.203	10.508	-11.381
47	HFO(ST_S)	100%	127.6	27.203	10.508	11.381
48	MDOTK(P)	100%	27.94	19.196	1.031	-3.744
49	MDOTK(S)	100%	27.94	19.196	1.031	3.744
50	MDOTK(1D)	100%	50.02	23.000	11.251	-9.253
51	OILTK(1D)	100%	20.72	23.000	10.751	11.252
52	OILTK(C)	100%	38.23	18.072	0.834	0.000
53	FPTK(A)	0%	0.0000	151.516	3.909	0.000
54		<b>Total Weight=</b>	<b>33329</b>	<b>LCG=77.3</b>	<b>VCG=4.554</b>	<b>TCG=0.00</b>

Položaj težišta sistema po duljini:

 $X_G = 77,3 \text{ m}$ 

Položaj težišta sistema po visini:

 $Z_G = 4,554 \text{ m}$



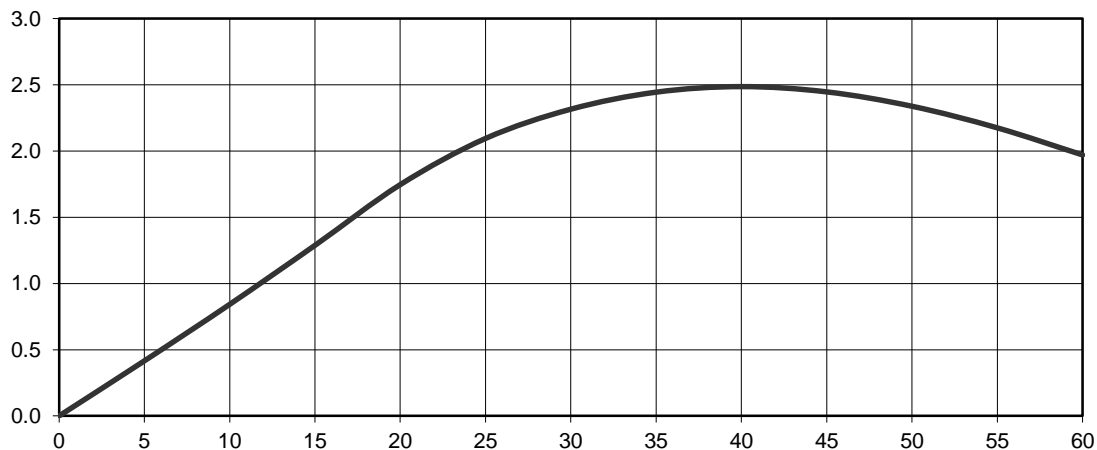
Očitano:

Položaj težišta istisnine po duljini:	$X_F = 77,798 \text{ m}$
Položaj metacentra:	$Z_{M0} = 11,818 \text{ m}$
Jedinični moment trima:	$M_1 = 54960 \text{ tm/m}$
Gaz broda:	$T = 9,303 \text{ m}$
Metacentarska visina:	$M_0G = Z_{M0} - Z_G = 7,264 \text{ m}$
Moment trima: ( - pretega broda, + zatega broda )	$M_t = \Delta \cdot (X_F - X_G) = 16598 \text{ tm}$
Trim broda:	$t = M_t / M_1 = 0,302 \text{ m}$
Gaz broda na pramcu:	$T_p = 9,152 \text{ m}$
Gaz broda na krmi:	$T_k = 9,454 \text{ m}$

Pomoću podataka iz dijagrama KN-krivulja i koristeći izraz  $h = KN - Z_G \cdot \sin \varphi$  računaju se ordinate poluge stabiliteta:

$\varphi$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
KN	0	1.02	2.05	3.09	4.13	5.03	5.79	6.43	6.96	7.36	7.66	7.87	7.99
h	0.000	0.416	0.843	1.289	1.748	2.097	2.318	2.446	2.488	2.448	2.340	2.177	1.972

**Dijagram 35. Poluga stabiliteta za brod homogeno nakrcanog teškim teretom i 100% zaliha**



Provjera stabiliteta:

A = 0,66 m x rad	( min 0,055 )
B = 1,08 m x rad	( min 0,090 )
C = 0,62 m x rad	( min 0,030 )
E = 2,488 m za $\varphi = 40^\circ$	( min 0,20 za $\varphi \geq 30^\circ$ )

Minimalni kriterij statičkog stabiliteta je zadovoljen.

Provjera periode ljuljanja:  $T_\varphi = 7,43 \text{ s}$

## 6. Stanje krcaja

Tablica 16. Centracija broda alternativno nakrcanog teškim teretom i 100% zaliha

	Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m
1	Lightship	1	6645	71.360	8.100	0.000
2	wing2P	0%	0.0000	77.525	12.928	-11.587
3	wing2S	0%	0.0000	77.525	12.928	11.587
4	wing3P	0%	0.0000	107.024	12.928	-11.586
5	wing3S	0%	0.0000	107.024	12.928	11.586
6	wing4P	0%	0.0000	135.048	12.401	-10.070
7	wing4S	0%	0.0000	135.048	12.401	10.070
8	wing1P	0%	0.0000	46.475	12.928	-11.587
9	wing1S	0%	0.0000	46.475	12.928	11.587
10	shear1P	0%	0.0000	47.056	2.786	-12.035
11	shear1S	0%	0.0000	47.056	2.786	12.035
12	shear2P	0%	0.0000	77.525	2.781	-12.094
13	shear2S	0%	0.0000	77.525	2.781	12.094
14	shear3P	0%	0.0000	106.948	2.781	-12.085
15	shear3S	0%	0.0000	106.948	2.781	12.085
16	shear4P	0%	0.0000	129.519	2.845	-10.615
17	shear4S	0%	0.0000	129.519	2.845	10.615
18	dside1P	0%	0.0000	46.602	8.022	-12.829
19	dside1S	0%	0.0000	46.602	8.022	12.829
20	dside2P	0%	0.0000	77.525	8.000	-12.835
21	dside2S	0%	0.0000	77.525	8.000	12.835
22	dside3P	0%	0.0000	106.958	8.005	-12.831
23	dside3S	0%	0.0000	106.958	8.005	12.831
24	dside4P	0%	0.0000	129.739	8.195	-11.478
25	dside4S	0%	0.0000	129.739	8.195	11.478
26	dbot1P	0%	0.0000	46.996	0.845	-8.273
27	dbot1S	0%	0.0000	46.996	0.845	8.273
28	dbot1C	100%	388.4	46.480	0.800	0.000
29	dbot2P	0%	0.0000	77.523	0.838	-8.434
30	dbot2S	0%	0.0000	77.523	0.838	8.434
31	dbot2C	0%	0.0000	77.525	0.800	0.000
32	dbot3P	0%	0.0000	106.965	0.840	-8.414
33	dbot3S	0%	0.0000	106.965	0.840	8.414
34	dbot3C	0%	0.0000	107.023	0.800	0.000
35	dbot4P	0%	0.0000	131.224	0.920	-7.495
36	dbot4S	0%	0.0000	131.224	0.920	7.495
37	dbot4C	0%	0.0000	135.680	0.838	0.000
38	HOLD1	0%	0.0000	46.475	7.661	0.000
39	HOLD2	50%	22300	77.525	4.739	0.000
40	HOLD3	0%	0.0000	107.025	7.661	0.000
41	HOLD4	50%	3222	135.314	4.810	0.000
42	FPTK(C)	0%	0.0000	155.155	3.898	0.000
43	APTK(C)	0%	0.0000	7.884	8.167	0.000
44	FWTK(P)	100%	122.5	7.708	11.275	-10.677
45	FWTK(S)	100%	122.5	7.708	11.275	10.677
46	HFO(ST_P)	100%	127.6	27.203	10.508	-11.381
47	HFO(ST_S)	100%	127.6	27.203	10.508	11.381
48	MDOTK(P)	100%	27.94	19.196	1.031	-3.744
49	MDOTK(S)	100%	27.94	19.196	1.031	3.744
50	MDOTK(1D)	100%	50.02	23.000	11.251	-9.253
51	OILTK(1D)	100%	20.72	23.000	10.751	11.252
52	OILTK(C)	100%	38.23	18.072	0.834	0.000
53	FPTK(A)	0%	0.0000	151.516	3.909	0.000
54		<b>Total Weight=</b>	<b>33220</b>	<b>LCG=80.3</b>	<b>VCG=5.468</b>	<b>TCG=0.00</b>

Položaj težišta sustava po duljini:

 $X_G = 80,3 \text{ m}$ 

Položaj težišta sustava po visini:

 $Z_G = 5,468 \text{ m}$

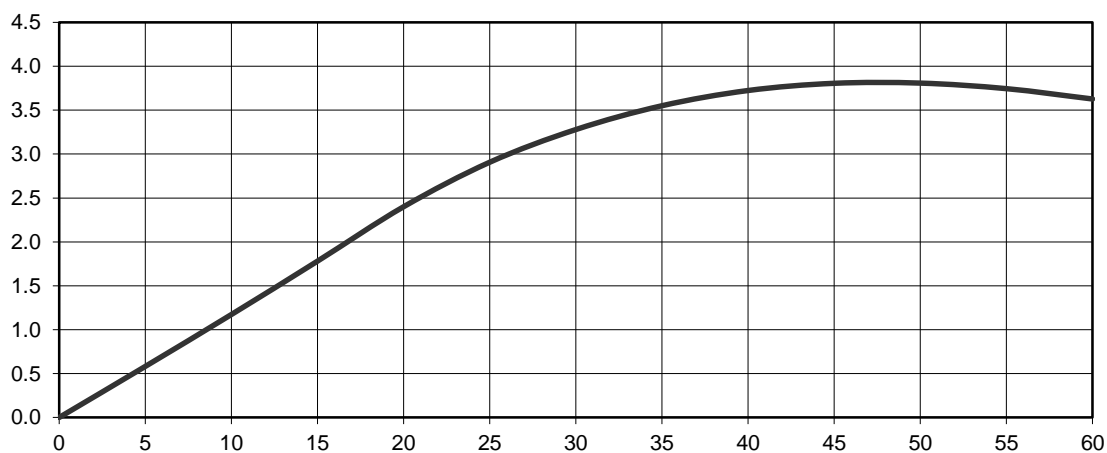
Očitano:

Položaj težišta istisnine po duljini:	$X_F = 78,482 \text{ m}$
Položaj metacentra:	$Z_{M0} = 11,87 \text{ m}$
Jedinični moment trima:	$M_1 = 32696 \text{ tm/m}$
Gaz broda:	$T = 9,39 \text{ m}$
Metacentarska visina:	$M_0G = Z_{M0} - Z_G = 6,402 \text{ m}$
Moment trima: ( - pretega broda, + zatega broda )	$M_t = \Delta \cdot (X_F - X_G) = -60394 \text{ tm}$
Trim broda:	$t = M_t / M_1 = -1,949 \text{ m}$
Gaz broda na pramcu:	$T_p = 10,367 \text{ m}$
Gaz broda na krmi:	$T_k = 8,418 \text{ m}$

Pomoću podataka iz dijagrama KN-krivulja i koristeći izraz  $h = KN - Z_G \cdot \sin \varphi$  računaju se ordinate poluge stabiliteta:

$\varphi$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
KN	0	1.02	2.05	3.09	4.13	5.04	5.81	6.45	6.97	7.38	7.68	7.88	8.00
h	0.000	0.582	1.173	1.780	2.400	2.907	3.279	3.550	3.724	3.806	3.808	3.745	3.627

**Dijagram 36. Poluga stabiliteta za brod alternativno nakrcanim teškim teretom i 100% zaliha**



Provjera stabiliteta:

A = 0,91 m x rad	( min 0,055 )
B = 1,53 m x rad	( min 0,090 )
C = 0,89 m x rad	( min 0,030 )
E = 3,808 m za $\varphi = 50^\circ$	( min 0,20 za $\varphi \geq 30^\circ$ )

Minimalni kriterij statičkog stabiliteta je zadovoljen.

Provjera periode ljuljanja:  $T_\varphi = 7,90 \text{ s}$

### *Zaključak*

Veličina poluge stabiliteta ovisi o položaju težišta broda i od premještanja težišta istisnine, što znači da ovisi o obliku broda.

Brod sa velikom metacentarskom visinom (MG) brzo će se ljuljati i brzo vraćati u ravnotežni položaj, a period ljuljanja će biti kratak (živi brodovi), odnosno obratno, brod s malim MG će imati veći period ljuljanja (tromi brodovi).

Brodovi sa malim MG imaju malu rezervu stabilnosti u slučaju oštećenja ili poplavlivanja.

S druge strane brodovi s velikim MG su neugodni za posadu. Pošto se pojavljuju velika kutna ubrzanja povećava se mogućnost oštećenja broda ili pomaka tereta.

Sve zavisi od tipa broda. Period ljuljanja putničkih brodova je oko 12 sekundi, dok je kod ostalih teretnih brodova od 6-8 sekundi.

Za teretne brodove je najbolje da imaju umjerenu metacentarsku visinu, tako da nisu ni preživi ni pretromi na valovima. Zbog toga oni imaju najbolju stabilnost kad su normalno opterećeni ili kada plove u balastu.

## 5.4. Tehnički opis

Opći opis:

Brod duge plovidbe (plovidba svim svjetskim morima), pogodan za prijevoz standardnih rasutih tereta kao što su ugljen, željezna rudača, žito, cement, aluminat, boksit, fosfati i sl., kao i čelični limovi u rolama (steel coils) i upakirano drvo.

Jednovijčani, dieselmotorni brod s bulbom na pramcu i zrcalnom krmom, četiri skladišna prostora.

Glavni odjeljci:

- pramčani pik,
- četiri teretna prostora,
- dvodno, lijevi i desni prostor dvoboka, gornji potpalubni tankovi,
- strojarnica,
- krmeni pik.

Dvodno je izvedeno od pregrade pramčanog pika do pregrade krmenog pika.

Kao balastni tankovi koriste se pramčani i krmeni pik, četiri tanka u dvodnu (lijevo i desno), te prostor u dvoboku i potpalubni tankovi uzduž broda.

Tunelska kobilica izvedena je u području teretnih skladišta.

Glavne značajke

→ Dužina preko svega	166,00 m
→ Dužina između perpendikulara	160,90 m
→ Širina	27,02 m
→ Visina do glavne palube	13,80 m
→ Maksimalni gaz	9,51 m
→ DWT pri maksimalnom gazu	34101 t
→ Težina praznog broda, cca	6645 t

Kapacitet skladišta tereta

→ Skladište br. 1	9033 m <sup>3</sup>
→ Skladište br. 2	8415 m <sup>3</sup>
→ Skladište br. 3	8415 m <sup>3</sup>
→ Skladište br. 4	6448 m <sup>3</sup>
→ Ukupno	32311 m <sup>3</sup>

### Kapacitet tankova

→ Tankovi teškog goriva	1436 m <sup>3</sup>
→ Tankovi dizelskog goriva	125m <sup>3</sup>
→ Tankovi ulja	64 m <sup>3</sup>
→ Tankovi vode	250 m <sup>3</sup>
→ Tankovi balasta	8828 m <sup>3</sup>

### Brzina

Brzina u službi 13,0 čv pri 90% MCR = 5272 kW

Akcijski radijus 12 000 nm

### Klasifikacija gradnje

Društvo Bureau Veritas

Oznaka klase I +HULL, +MACH, Bulk Carrier, BC-A

Brod će u području teretnog prostora imati dvostruku oplatu (Double Hull Bulk-Carrier), a taj prostor predviđen je kao prazan prostor. Alternativno, moguća je priprema prostora dvoboka za ukrcaj balasta za vrijeme rijetkih putovanja bez tereta (putovanje pod balastom) u nepovoljnim vremenskim uvjetima (heavy weather ballasting).

Poklopci skladišta su hidraulički upravljani s dva para panela koji se podižu u smjeru pramac – krma.

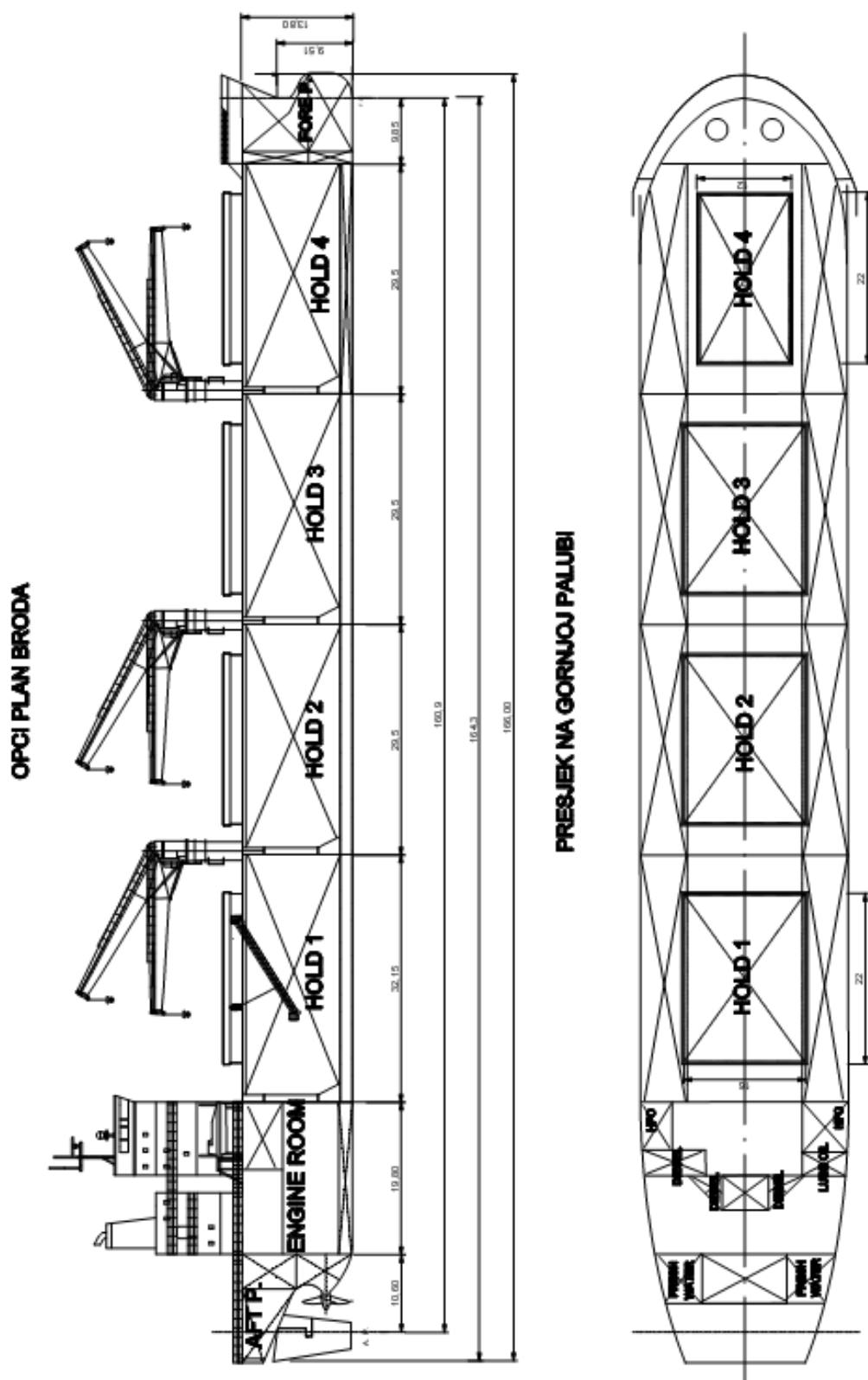
Manipulacija teretom predviđena je s 3 palubne elektro-hidrauličkih dizalica pojedinačne nosivosti 35 tona na radijusu od 4 do 24 metara..

Brod će biti pogonjen porivnim strojem MAN B&W 8S35MC snage na MCR-u od 5920 kW pri 137 okr/min koji će kod opterećenja od 90% MCR-a (5272 kW) na projektiranom gazu i sa 15% sea margin omogućiti brzinu od 13,0 čvorova.

Potrebe za električnom energijom pokriva generator snage od 313 kW. Za pogon će se koristiti teško dizelsko gorivo.

Ukupna dnevna potrošnja goriva trebala bi se kretati oko 21,5 tona/dan.

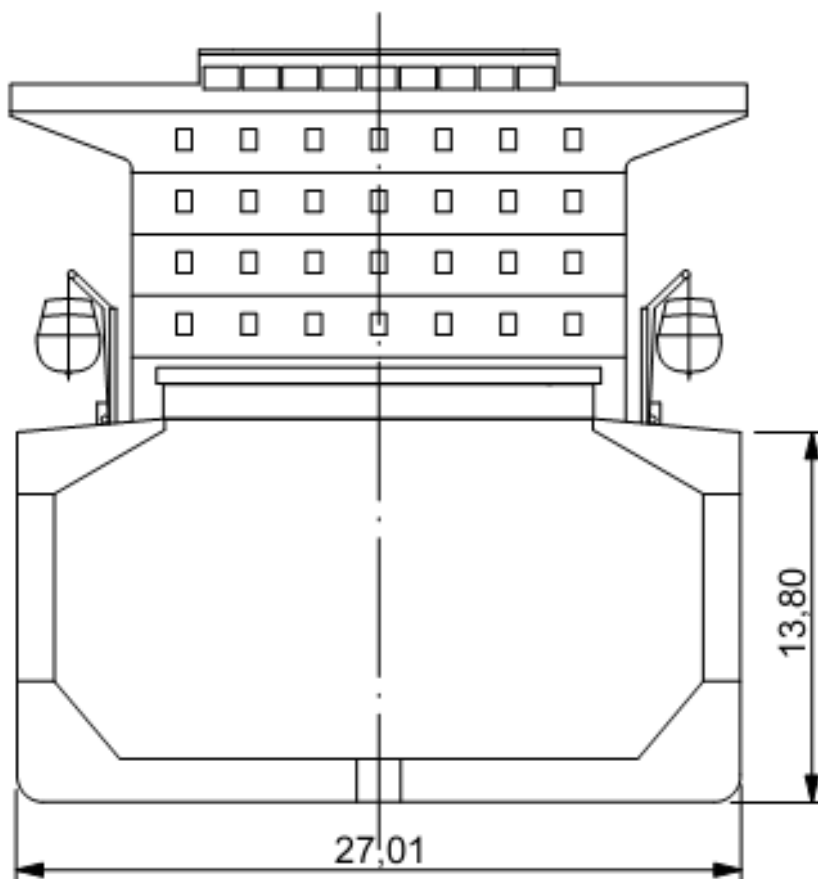
Brod će biti potpuno automatiziran, a imat će mogućnost smještaja 22 člana posade. Svaka kabina ima vlastitu sanitarnu jedinicu.



Slika 18. Opći plan broda za rasuti teret s dvobokom (M 1:850)

Legenda: HOLD 1 – 4 – skladišta tereta, ENGINE ROOM – strojarnica

# PRESJEK NA GLAVNOM REBRU



Slika 19. Presjek na glavnom rebru (M 1:280)



---

## 6. ZAKLJUČAK

Postojeća baza podataka o izgrađenim brodovima za rasuti teret u razdoblju 1990.-2005. nadopunjena je podacima za razdoblje 2006. ÷ 2016. godina. Pri odabiru brodova za nadopunu baze vodilo se računa o broju i vjerodostojnosti objavljenih podataka. Glavne značajke novih brodova uklopile su se unutar postojećih, što ukazuje kako ti brodovi slijede postojeće trendove gradnje tog tipa broda. Potvrđena je mogućnost korištenja novih regresijskih izraza u ranom postupku osnivanja broda za rasuti teret.

Također je dana usporedba volumena skladišnog i balastnog prostora broda s jednostrukom i dvostrukom oplatom boka.

Provedena je analiza trima i stabiliteta na novo osnovanom brodu s dvobokom. Utvrđeno je kako je brod u nekim stanjima krcanja nepovoljan za plovidbu posade zbog relativno male periode ljuljanja što je uobičajeno za ovu veličinu broda.

Kako su brodovi za rasuti teret podložni oštećenjima prilikom ukrcaja i iskrcaja tereta, dan je osvrt na moguće probleme koji se pritom javljaju, te obveze strana koje sudjeluju u tom procesu.

### *Smjernice za nastavak rada*

Napraviti proračun uzdužne čvrstoće i poprečne čvrstoće. Isto tako, utvrditi ovisnost mase praznog opremljenog broda o ostalim značajkama preko regresijskih izraza. Analize se mogu napraviti i za sve vrste brodova za rasuti teret.

---

**LITERATURA**

- [1] Dragan Grubišić, Brod za rasuti teret s dvobokom nosivosti 45000 t, Diplomski rad, FSB Zagreb, 2007.
- [2] <http://hb.hr/wp-content/uploads/2015/01/HBj-Svjetsko-trziste-2015-03.pdf>
- [3] <http://www.bunkerworld.com/prices/index/bwi>
- [4] Improving the safety of bulk carriers, IMO
- [5] [www.veristar.com](http://www.veristar.com)
- [6] Jasna Fridel, Zavisnosti prostora broda za rasuti teret o glavnim značajkama, Diplomski rad, FSB Zagreb, 2003.
- [7] Gugić D., Slapničar V., Skripta iz osnivanja broda, Zagreb, 2001.
- [8] Pavić, I., Statistička teorija i primjena, Tehnička knjiga Zagreb, 1985.
- [9] Kupras, L.K., Optimisation Method and Parametric Study in Precontracted Ship Design, International Shipbuilding Progress, May 1971.
- [10] Maxsurf, Integrated Naval Architecture & Ship Construction Software, Formation Design Systems Pty Ltd 1984. – 2005.
- [11] POWER, Program za određivanje otpora i propulzije, FSB, Zagreb, 1991.
- [12] Čuvalo, M., Osnivanje broda – programi i algoritmi, Zagreb, 1992.
- [13] American Bureau of Shipping, Rules for Classification of Steel Ships, 2003.
- [14] Bureau Veritas, Rules for the Classification of Steel Ships, June 2000.
- [15] [EUR-Lex - 32001L0096 - EN - EUR-Lex](#)
- [16] IACS, Bulk Carriers Handle with Care, England
- [17] Dvornik, J., Dvornik, S., Konstrukcija broda, Split, 2013.

---

**PRILOZI**

I. CD-R disc