

# Analiza stabiliteta i opterećenja tankera u oštećenom stanju

---

**Grubišić, Vjekoslav**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2014**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:791667>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-14**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Vjekoslav Grubišić**

Zagreb, 2014. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Doc. dr. sc. Vedran Slapničar, dipl. ing.

Student:

Vjekoslav Grubišić

Zagreb, 2014.godina.

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

Zahvaljujem se svojoj obitelji, posebno roditeljima Tomislavu i Drenki koji su mi pružali bezuvjetnu ljubav i potporu tijekom studiranja.

Zahvaljujem se docentu Vedranu Slapničaru i višem predavaču Ivanu Muniću koji su me vodili kroz ovaj diplomski rad te svim kolegama, profesorima i asistentima koji su me pratili na putu studiranja.

Vjekoslav Grubišić



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	27-11-2014 Prilog
Klasa:	602-04/14-6/2
Ur.broj:	15-1703-14-406

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Vjekoslav Grubišić** Mat. br.: 0035171768

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **ANALIZA STABILITETA I OPTEREĆENJA TANKERA U OŠTEĆENOM STANJU**

Naslov rada na engleskom jeziku: **ANALYSIS OF STABILITY AND LOADS OF THE TANKER IN DAMAGED CONDITION**

Opis zadatka:

1. Proučiti pravila primjenjiva za stabilitet tankera u oštećenom stanju kao i kriterije operativnosti ovih plovila.
2. U prikladnom programskom sklopu izraditi model broda za proračun stabiliteta oštećenog tankera.
3. Odrediti standardna i nestandardna stanja krcanja potrebna za proračun.
4. Odrediti standardne i nestandardne slučajeve oštećenja.
5. Izraditi matricu koja će opisivati lokacije i dimenzije oštećenja, stabilitet u oštećenom stanju te vertikalne sile i momente za ova oštećenja.
6. Odabrati najnepovoljnija oštećenja te preporuke za postupke posade.
7. Napraviti algoritam kojim će se opisati cijeli postupak.

Literatura: Dokumentacija postojećeg tankera

Zadatak zadan:  
25. rujna 2014.

Rok predaje rada:  
27. studenog 2014.

Predviđeni datumi obrane:  
3., 4. i 5. prosinca 2014.

Zadatak zadao:

  
Doc. dr. sc. Vedran Slapničar

Predsjednica Povjerenstva:  
  
Prof. dr. sc. Nastja Degiuli

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	V
POPIS OZNAKA .....	VII
SAŽETAK.....	VIII
SUMMARY .....	IX
1. UVOD.....	1
2. Opis projekta „Structural reliability of damaged oil tanker in the Adriatic sea“ .....	2
3. Prodor vode uslijed oštećenja .....	6
3.1. Općenito .....	6
3.2. Naplavljivost (permeabilitet) .....	6
3.3. Stabilitet broda kod prodora vode .....	7
4. Pravila Klasifikacijskog društva Bureau Veritas za stabilitet u oštećenom stanju .....	8
4.1. Općenito .....	8
4.2. Dokumenti proračuna stabiliteta u oštećenom stanju .....	8
4.3. Propisana stanja krcanja tankera za prijevoz nafte u neoštećenom stanju i veličine oštećenja.....	9
4.4. Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju.....	11
5. Opis proračuna i programski sklop GHS.....	12
6. Proračuna stabiliteta i uzdužne čvrstoće.....	18
6.1. Tanker u neoštećenom stanju .....	20
6.2. Oštećena stanja – primjer stanja 1.....	25
6.3. Kritična stanja .....	34
7. Zaključak .....	35
8. Literatura.....	36
PRILOZI.....	37
i. Oštećeno stanje 2 .....	37
ii. Oštećeno stanje 3 .....	41
iii. Oštećeno stanje 4 .....	45
iv. Oštećeno stanje 5 .....	49
v. Oštećeno stanje 6 .....	53
vi. Oštećeno stanje 7 .....	57
vii. Oštećeno stanje 8 .....	61
viii. Oštećeno stanje 9 .....	65
ix. Oštećeno stanje 10 .....	69
x. Oštećeno stanje 11 .....	73
xi. Oštećeno stanje 12 .....	77
xii. Oštećeno stanje 13 .....	81

---

xiii.	Oštećeno stanje 14 .....	85
xiv.	Oštećeno stanje 15 .....	89
xv.	Oštećeno stanje 16 .....	93
xvi.	Oštećeno stanje 17 .....	97
xvii.	Oštećeno stanje 18 .....	101
xviii.	Oštećeno stanje 19 .....	105
xix.	Oštećeno stanje 20 .....	109
xx.	Oštećeno stanje 21 .....	113

## POPIS SLIKA

Slika 1.	Sudar dva broda uz izlivanje nafte [2].....	2
Slika 2.	Trajekt Marko Polo nasukan na otok Sit [3] .....	3
Slika 3.	Stablo događaja nakon pomorske nesreće [4] .....	5
Slika 4.	Dijagram toka proračuna .....	12
Slika 5.	Hijerarhija geometrijskog modela .....	13
Slika 6.	Geometrijski model tankera u programu GHS .....	14
Slika 7.	Isječak iz bibliotečne (library) datoteke .....	16
Slika 8.	Isječak iz izvršne (run) datoteke.....	17
Slika 9.	Generalni plan tankera [9] .....	18
Slika 10.	Tanker u neoštećenom stanju .....	20
Slika 11.	Krivulje stabiliteta za neoštećeno stanje .....	23
Slika 12.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za neoštećeno stanje .....	24
Slika 13.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 1 .....	25
Slika 14.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 1 .....	27
Slika 15.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 1 .....	28
Slika 16.	Najveći moment savijanja za pojedino stanje oštećenja .....	32
Slika 17.	Odstupanje najvećih momenta savijanja u odnosu na neoštećeno stanje.....	32
Slika 18.	Položaj najvećeg momenta savijanja po duljini broda .....	33
Slika 19.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 2.....	37
Slika 20.	Karakteristike stabiliteta za oštećeno stanje 2 .....	39
Slika 21.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 2 .....	40
Slika 22.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 3.....	41
Slika 23.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 3 .....	43
Slika 24.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 3.....	44
Slika 25.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 4.....	45
Slika 26.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 4 .....	47
Slika 27.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 4.....	48
Slika 28.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 5.....	49
Slika 29.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 5 .....	51
Slika 30.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 5 .....	52
Slika 31.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 6.....	53
Slika 32.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 6 .....	55
Slika 33.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 6.....	56
Slika 34.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 7.....	57
Slika 35.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 7 .....	59
Slika 36.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 7 .....	60
Slika 37.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 8.....	61
Slika 38.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 8 .....	63
Slika 39.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 8.....	64
Slika 40.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 9.....	65
Slika 41.	Krivulje stabiliteta za oštećeno stanje 9 .....	67
Slika 42.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 9 .....	68
Slika 43.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 10.....	69
Slika 44.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 10 .....	71
Slika 45.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 10.....	72



Slika 46.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 11 .....	73
Slika 47.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 11 .....	75
Slika 48.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 11 .....	76
Slika 49.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 12 .....	77
Slika 50.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 12 .....	79
Slika 51.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 12 .....	80
Slika 52.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 13 .....	81
Slika 53.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 13 .....	83
Slika 54.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 13 .....	84
Slika 55.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 14 .....	85
Slika 56.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 14 .....	87
Slika 57.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 14 .....	88
Slika 58.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 15 .....	89
Slika 59.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 15 .....	91
Slika 60.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 15 .....	92
Slika 61.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 16 .....	93
Slika 62.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 16 .....	95
Slika 63.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 16 .....	96
Slika 64.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 17 .....	97
Slika 65.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 17 .....	99
Slika 66.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 17 .....	100
Slika 67.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 18 .....	101
Slika 68.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 18 .....	103
Slika 69.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 18 .....	104
Slika 70.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 19 .....	105
Slika 71.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 19 .....	107
Slika 72.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 19 .....	108
Slika 73.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 20 .....	109
Slika 74.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 20 .....	111
Slika 75.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 20 .....	112
Slika 76.	Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 21 .....	113
Slika 77.	Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 21 .....	116
Slika 78.	Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 21 .....	117

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Opseg oštećenja .....	10
Tablica 2. Standard oštećivanja.....	10
Tablica 3. Opseg oštećenja dna .....	10
Tablica 4. Propisani faktori naplavljenosti određenih prostora na brodu .....	11
Tablica 5. Osnovne dimenzije broda.....	18
Tablica 6. Centracija broda u neoštećenom stanju .....	21
Tablica 7. Hidrostatske značajke broda u neoštećenom stanju .....	22
Tablica 8. Poluge statičkog stabiliteta broda u neoštećenom stanju .....	22
Tablica 9. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za neoštećeno stanje ....	24
Tablica 10. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 1 .....	26
Tablica 11. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 1 .....	26
Tablica 12. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 1 ..	28
Tablica 13. Rezultati proračuna stabiliteta i uzdužne čvrstoće (Oštećena stanja 1 – 8).....	29
Tablica 14. Balastiranje u kritičnim stanjima.....	34
Tablica 15. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 2 .....	38
Tablica 16. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 2 .....	38
Tablica 17. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 2 ..	40
Tablica 18. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 3 .....	42
Tablica 19. Hidrostatske značajke za Oštećeno stanje 3 .....	42
Tablica 20. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 3 ..	44
Tablica 21. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 4 .....	46
Tablica 22. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 4 .....	46
Tablica 23. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 4 ..	48
Tablica 24. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 5 .....	50
Tablica 25. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 5 .....	50
Tablica 26. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 5 ..	52
Tablica 27. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 6 .....	54
Tablica 28. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 6 .....	54
Tablica 29. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 6 ..	56
Tablica 30. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 7 .....	58
Tablica 31. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 7 .....	58
Tablica 32. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 7 ..	60
Tablica 33. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 8 .....	62
Tablica 34. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 8 .....	62
Tablica 35. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 8 ..	64
Tablica 36. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 9 .....	66
Tablica 37. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 9 .....	66
Tablica 38. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 9 ..	68
Tablica 39. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 10 .....	70
Tablica 40. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 10 .....	70
Tablica 41. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 10	72
Tablica 42. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 11 .....	74
Tablica 43. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 11 .....	74
Tablica 44. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 11	76
Tablica 45. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 12 .....	78

Tablica 46. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 12 .....	78
Tablica 47. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 12	80
Tablica 48. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 13 .....	82
Tablica 49. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 13 .....	82
Tablica 50. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 13	84
Tablica 51. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 14 .....	86
Tablica 52. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 14 .....	86
Tablica 53. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 14	88
Tablica 54. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 15 .....	90
Tablica 55. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 15 .....	90
Tablica 56. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 15	92
Tablica 57. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 16 .....	94
Tablica 58. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 16 .....	94
Tablica 59. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 16	96
Tablica 60. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 17 .....	98
Tablica 61. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 17 .....	98
Tablica 62. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 17 .....	100
Tablica 63. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 18 .....	102
Tablica 64. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 18 .....	102
Tablica 65. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 18 .....	104
Tablica 66. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 19 .....	106
Tablica 67. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 19 .....	106
Tablica 68. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 19 .....	108
Tablica 69. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 20 .....	110
Tablica 70. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 20 .....	110
Tablica 71. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 20 .....	112
Tablica 72. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 21 .....	114
Tablica 73. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 21 .....	115
Tablica 74. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 21 .....	117

## POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
L <sub>LL</sub>	<i>m</i>	Udaljenost na vodnoj liniji, na 85% najmanje visine D od vrha kobilice, mjerena od pramca do osi struka kormila, ne manja od 96% Loa na toj vodnoj liniji
B	<i>m</i>	Širina broda
I <sub>B</sub>	<i>m</i> <sup>4</sup>	Moment tromosti površine vodne linije s obzirom na uzdužnu os
V <sub>0</sub>	<i>m</i> <sup>3</sup>	Volumen istisnine neoštećenog broda
M <sub>0</sub> F	<i>m</i>	Metacentarski radijus oštećenog broda
KF	<i>m</i>	Udaljenost težišta istisnine od kobilice
KG	<i>m</i>	Udaljenost težišta broda od kobilice
GM	<i>m</i>	Oznaka za poprečnu metacentarsku visinu u pravilima Klasifikacijskog društva Bureau Veritas
GZ	<i>m</i>	Poluga statičkog stabiliteta
FP		Pramčana okomica
AP		Krmena okomica
lc	<i>m</i>	Uzdužna duljina oštećenja boka
tc	<i>m</i>	Poprečna duljina oštećenja boka
vc	<i>m</i>	Vertikalna duljina oštećenja boka
ls	<i>m</i>	Uzdužna duljina oštećenja dna
ts	<i>m</i>	Poprečna duljina oštećenja dna
vs	<i>m</i>	Vertikalna duljina oštećenja dna
LCG	<i>m</i>	Položaj težišta po duljini
TCG	<i>m</i>	Položaj težišta po širini
VCG	<i>m</i>	Položaj težišta po visini
FSM	<i>t-m</i>	Moment slobodne površine
LCF	<i>m</i>	Položaj težišta vodne linije po duljini
LCB	<i>m</i>	Položaj težišta istisnine po duljini
VCB	<i>m</i>	Položaj težišta istisnine po širini
GML	<i>m</i>	Oznaka za poprečnu metacentarsku visinu u programu GHS
GMT	<i>m</i>	Uzdužna metacentarska visina
CG	<i>m</i>	Oznaka za težište
f		Oznaka za smjer prema pramcu
Stbd		Oznaka za desnu stranu broda gledano sa krme prema pramcu
LCP	<i>m</i>	Položaj kritične točke po duljini
TCP	<i>m</i>	Položaj kritične točke po širini
VCP	<i>m</i>	Položaj kritične točke po visini

## SAŽETAK

Povećanjem broja tankera koji plove Jadranom, povećava se i opasnost od pomorskih nesreća. Izlijevanje nafte u Jadranu uzrokovalo bi nepopravljivu štetu za okoliš, turizam i gospodarstvo. Zbog toga je pokrenut projekt Structural reliability of damaged oil tanker in Adriatic Sea koji za cilj ima predložiti metodologiju procjene sigurnosti strukture oštećenog tankera za prijevoz nafte u Jadranskom moru i postaviti proceduru za racionalno donošenje odluka za brod u situacijama koje traže hitne reakcije. U ovom radu je pomoću programa GHS izvršen proračun stabiliteta i uzdužne čvrstoće za tanker u oštećenom stanju, u skladu s posebnim pravilima koja propisuju klasifikacijska društva. Za homogeno, potpuno natovaren tanker modelirano je 21 stanje oštećenja. Za svako stanje oštećenja dan je prikaz prostora i karakterističnih krivulja stabiliteta i uzdužne čvrstoće. Dobiveni rezultati uspoređeni su sa propisima i rezultatima proračuna za neoštećeno stanje. Pokazalo se da tanker u svim stanjima oštećenja zadovoljava kriterije stabiliteta, i to uz veliku rezervu. Najveći momenti savijanja variraju od smanjenja za 68.3% do povećanja od 52.47% u odnosu na neoštećeno stanje. Nedostatak podataka za moment otpora u oštećenom stanju onemogućuje stvaran uvid u opasnost povećanja opterećenja uslijed naplave. Balastiranjem se može pokušati smanjiti opterećenja, ali se to nije pokazalo uvijek kao učinkovito i sigurno rješenje.

Ključne riječi: tanker, pomorske nesreće, stabilitet u neoštećenom stanju, uzdužna čvrstoća

## **SUMMARY**

By increasing the number of tankers in the Adriatic Sea, the hazard of maritime accidents increases as well. Oil spillage in the Adriatic Sea would cause unrecoverable damage to the environment, tourism and economy. Hence the project Structural reliability of damaged oil tanker in the Adriatic Sea was initiated, with the aim to propose methodology of structural safety assessment of a damaged oil tanker in the Adriatic Sea and to set up a procedure for rational decision making for a ship in the situations requiring emergency response actions. Calculations of damage stability and longitudinal strength were made within this paper. Classification societies provide special rules for damage stability. 21 damage cases were modeled for a homogenous, fully loaded tanker. For each one of them a compartment plan and characteristic stability and longitudinal length curves were shown. The obtained results were compared to classification society rules and results for the undamaged tanker. It was shown that the tanker meets all the stability requirements, with a great margin. Maximum bending moments vary from a decrease by 68.3% to an increase by 52.47%, compared to the value in undamaged condition. Lack of information about section modulus in damaged conditions makes it impossible to get the real insight in the danger of load increase due to flooding. One way of attempting to decrease load is ballasting, but it has not always proven to be an efficient and safe solution.

Key words: tanker, maritime accidents, damage stability, longitudinal strength

## **1. UVOD**

Ovaj diplomski rad obrađuje temu stabiliteta i čvrstoće tankera u oštećenom stanju koja se nameće kao vrlo važna budući da bi Jadransko more moglo postati mjestom frekventnog prometa velikih tankera, ukoliko dođe realizacije projekata kao što je bio projekt Družba Adria, kojom je luka Omišalj na Krku trebala postati luka za izvoz ruske nafte. Budući da je Jadransko more zatvorenog tipa s malom aktivnošću morskih struja i valova, havarija tanker uz izlivanje nafte, prouzročila bi nepopravljivu štetu za okoliš, gospodarstvo i turizam. Ideja za ovaj diplomski rad nastala je na temelju projekta „Structural reliability of damaged oil tanker in the Adriatic Sea“. [1] Cilj ovog projekta je predložiti metodologiju procjene sigurnosti strukture oštećenog tankera za prijevoz nafte u Jadranskom moru i postaviti proceduru za racionalno donošenje odluka za brod u situacijama koje traže hitne reakcije. Ovo se također može iskoristiti za razvoj racionalnijih pravila i propisa koja se tiču prometa velikih brodova u Jadranskom moru. Cilj projekta je i istražiti mogućnosti poboljšanja u projektiranju konstrukcije po pitanju najopasnijih tipova nesreća. Dva slučaja koja izazivaju najviše zabrinutosti su sudar dva broda i nasukavanje na morsko dno. U sklopu ovog rada definiran je 21 slučaj oštećenog tankera u kojeg je prodrla voda te je za svaki od tih slučajeva napravljen proračun stabiliteta i uzdužne čvrstoće. Uspoređena su najveća opterećenja za oštećena stanja s onima u neoštećenom te su prikazana mjesta gdje se ona javljaju.

## 2. Opis projekta „Structural reliability of damaged oil tanker in the Adriatic sea“

Kako bi bili u mogućnosti procijeniti strukturnu pouzdanost broda, neophodno je vrednovati opterećenje i čvrstoću broda i definirati probabilističke modele koji mogu odrediti odstupanja, očekivana u procjenama čvrstoće i opterećenja. Uzimajući to u obzir, uzdužna čvrstoća broda kao grede je uvijek bila glavna briga jer oštećeni brod može puknuti ako nema dovoljnu uzdužnu čvrstoću. Zato je prirodno da se analiza strukturne pouzdanosti bavi samo uzdužnom čvrstoćom.

U oštećenom stanju, brod ne bi trebao voziti velikom brzinom, a valovima će biti izložen relativno kratko vrijeme. Zato, s tim povezana globalna valna opterećenja mogu biti manja nego ona u normalnom ekstremnom stanju. S druge strane, oštećenje trupa može uzrokovati ulazak vode i istjecanje tekućih tereta što će rezultirati promjenom stanja opterećenja i momenta na mirnoj vodi. [1]



Slika 1. Sudar dva broda uz izlivanje nafte [2]





**Slika 2. Trajekt Marko Polo nasukan na otok Sit [3]**

Iz perspektive brodogradnje projekt je multidisciplinaran budući da zahtjeva znanja iz statistike valova, stabiliteta i opterećenja oštećenog broda, brodske hidrodinamike, nelinearne FEM analize, granične čvrstoće, propagacije pukotina, procjene strukturne pouzdanosti i rizika. Općenito, otpornost na sudare označava bolju sposobnost sustava da izdrži udarna opterećenja, a za sudar dva broda ili nasukavanje označava povećanu sposobnost udarenog broda da apsorbira kinetičku energiju prije proboja trupa. Razvit će se pojednostavljene metode proračuna, koje su korisne u konceptualnim studijama brodske sigurnosti ili za reagiranje u hitnim situacijama, dajući vjerodostojne, precizne i brze procjene veličine oštećenja s obzirom na osnovne parametre sudara. Hidrostatički kompjuterski model broda skupa sa odjeljcima bit će izrađen u software-u za računanje brodskog stabiliteta. Veličina i mjesta oštećenja bit će određena na temelju:

- IMO zahtjeva(SOLAS, MARPOL, ICLL)
- Rezultata simulacija

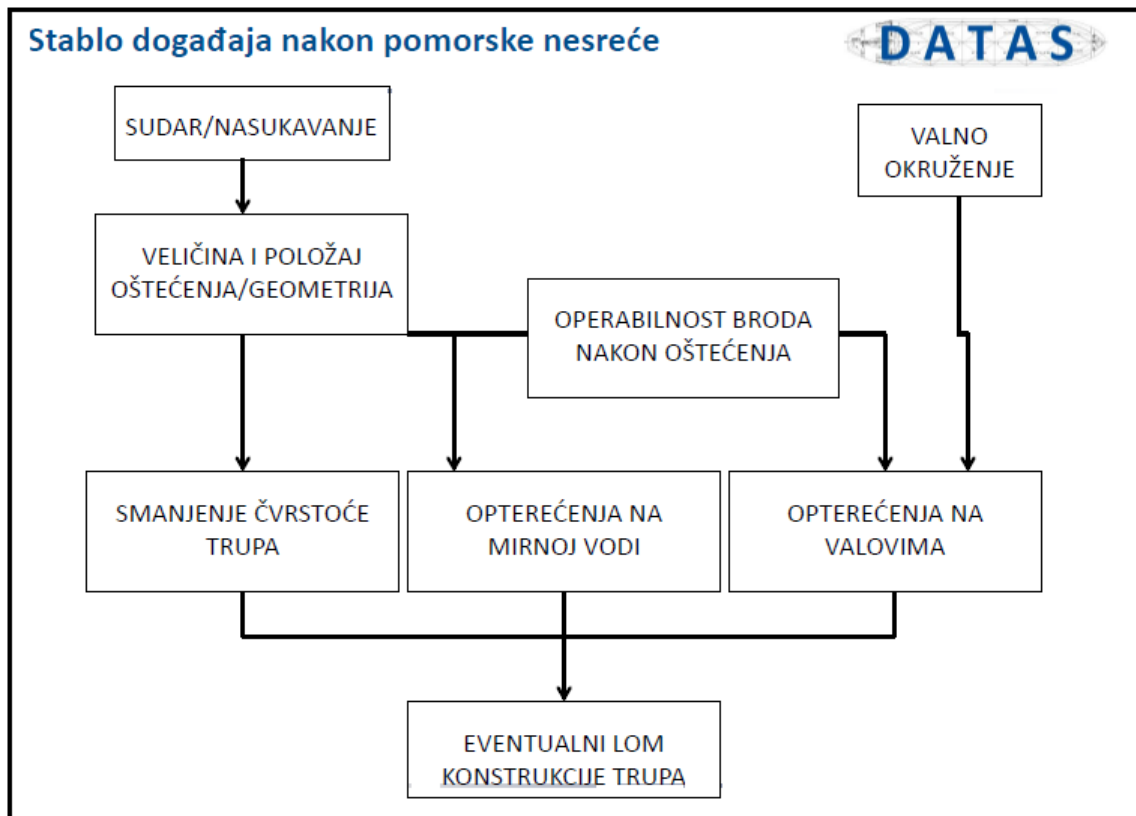
Za različite slučajeve oštećenja odredit će se statička ravnoteža broda kao i distribucija globalnih hidrostatičkih opterećenja, naročito vertikalnih momenata savijanja. Posebna pozornost će se posvetiti slučajevima kada tankeri nisu natovareni u skladu sa Stability information booklet(SIB) budući da preliminarni rezultati iz Paris MoU Concentrated Inspection Campaign on tanker damaged stability izneseni između 1. i 30.11.2010. pokazuju

da 16.2 % tankera nije natovareno u skladu sa IMO zahtjevima. Odredit će se korelacija između pozicije najvećeg opterećenja broda kao grede i mjesta oštećenja. Razvit će se također i metode predviđanja i modeliranja okolišnih uvjeta u vrijeme nesreće, koristeći dostupne numeričke modele i postojeće podatke u stvarnom vremenu, dostupne na internetu. Statistički podaci o valovima i ranije definirana stanja oštećenja koristit će se u analizi pomorstvenosti oštećenih brodova. Specijalizirani 3D radijacijsko/difrakcijski software koristit će se za hidrodinamičku analizu i za tehničku procjenu gibanja nagnutog broda. Istražit će se i utjecaj tegljenja oštećenog broda na globalna dinamička opterećenja broda kao grede. Bolje razumijevanje propulzijskih karakteristika oštećenog broda je važno za predviđanje snage za pogon tog broda. Statistička analiza pomorskih nesreća provest će se korištenjem dostupnih podataka kako bi se odredila vjerojatnost različitih scenarija sudara i nasukavanja. Provest će se procjena:

- a) vjerojatnosti oštećenja za očekivane nesreće u Jadranskom moru (sudari, nasukavanja)
- b) strukturalna pouzdanost oštećenog tankera u pogledu kolapsa trupa
- c) troškovi kao posljedica oštećivanja za određenu vrstu nesreće

Alternativne strukturalne konfiguracije testirat će se kako bi se vidjelo postoje li mogućnosti strukturalnih modifikacija s ciljem bolje iskoristivosti novčanih sredstava. Prethodno razvijene različite metodologije, računalni alati i modeli za procjenu sigurnosti konstrukcije bit će ugrađeni u donošenje odluka racionalnim sustavom odlučivanja (Decision support), kako bi ispunili ciljeve:

- Predložiti procedure reagiranja u hitnim situacijama
- Razviti smjernice za unaprjeđenje postojećeg načina projektiranja konstrukcije u pogledu nesreća. [1]



Slika 3. Stablo događaja nakon pomorske nesreće [4]

### 3. Prodor vode uslijed oštećenja

#### 3.1. Općenito

Zbog prodora vode u brod gubi se dio istisnine voda, jer je voda unutar brodskih prostora u vezi s vanjskom vodom u kojoj brod plovi. Ta izgubljena istisnina treba se nadoknaditi dubljim uranjanjem broda, tako da novi uronjeni volumen neoštećenog dijela broda bude jednak prijašnjem volumenu broda, prije prodora vode. Budući da se mase nisu promijenile, mora i uzgon, dakle djelotvorni volumen broda, ostati isti.

Prodrlu vodu možemo smatrati i kao ukrcani teret. Sada se masa broda povećala, uslijed ukrcanog tereta, pa se mora i istisnina povećati, tj. brod mora zagaziti dublje, a redovno će dobiti i neki trim. Na novoj vodnoj liniji mora ukupna masa broda i prodrle vode biti jednaka cjelokupnoj istisnini broda. Oba gledišta vode do istog rezultata.

Da se ograniči prodor vode tako da ne postane sudbonosan za brod, unutrašnjost broda je podijeljena sustavom poprečnih, a katkad i uzdužnih pregrada u više nepropusnih odjeljenja. Nova vodna linija, koju treba izračunati za prodor vode u bilo koji prostor, ne smije prelaziti preko palube do koje sežu nepropusne pregrade, kutovi nagiba broda, kod nesimetričnog prodora, ne smiju biti toliki da pod vodu dolaze otvori, koji se ne daju nepropusno zatvoriti, a osim toga metacentarska visina i stabilitet za veće nagibe moraju biti dovoljni da se brod ne prevrne uslijed djelovanja vjetera i valova. [4]

#### 3.2. Naplavljenost (permeabilitet)

Volumen prodrle vode je manji od volumena prostora u koji je ušla voda, ako se taj prostor računa kao što je obično, do vanjskog brida rebara. Uslijed volumena konstruktivnih elemenata, od kojih je izgrađen trup broda, kao i uslijed predmeta, koji se nalaze u oštećenom prostoru, prodrla voda ga ne može sama ispuniti.

Da dobijemo dakle volumen prodrle vode, treba volumen oštećenog prostora, do odgovarajuće vodne linije, pomnožiti s jednim faktorom, koji je manji od jedan. Taj faktor naziva se faktor naplavljenosti, a njegova veličina zavisit će o namjeni dotičnog prostora, kao i o količini tereta, goriva, ili drugih predmeta smještenih u tom prostoru.

Pod naplavljenošću općenito smatramo omjer između volumena prodrle vode i volumena prostora u koji je voda prodrla (mjenog do razine vode u tom prostoru).

I površina vodne linije oštećenog prostora neće biti jednaka površini presjeka oštećenog prostora, nego će biti smanjena zbog površine predmeta, koji se nalaze u dotičnom prostoru u području vodne linije. To smanjenje površine vodne linije oštećenog prostora uzimamo u obzir površinskim faktorom naplavljenosti kojeg definiramo analogno volumenskom faktorom naplavljenosti. Površinski faktor naplavljenosti uzima se da je obično jednak naplavljenosti onog prostora kroz koji prolazi vodna linija. [4]

### 3.3. Stabilitet broda kod prodora vode

Za sigurnost broda kod prodora vode nije dovoljno promatrati samo uzdužni nagib, dakle trim broda, nego treba proračunati i nagibe u poprečnom smjeru, dakle nakretanje broda, kao i poluge statičkog stabiliteta, kako bi bili sigurni da otvori, koji nisu nepropusno zatvoreni, neće doći ispod razine vode, kao i da brod ima dovoljan statički i dinamički stabilitet, da se u oštećenom stanju može oduprijeti djelovanju vjetra i valova.

Do naginjanja broda može doći ili uslijed nesimetrične naplave vode u poprečnom smjeru, ili i kod simetrične naplave, ako je metacentarska visina nakon prodora negativna. U slučaju simetrične naplave s obzirom na uzdužnu os, uslijed prodora vode smanjuje se efektivna površina vodne linije, dakle i njezini momenti tromosti  $I_B$ . Kako ukupna istisnina  $V_0$  ostaje ista, jer se izgubljena istisnina nadoknađuje dubljim uranjanjem i trimom broda, to se smanjuje i metacentarski radijus  $Mo'F$ . Budući da se težište istisnine oštećenog broda podiže, zbog dubljeg uranjanja broda, povećava se udaljenost  $KF'$ . Budući da metacentarsku visinu nakon prodora vode dobivamo po formuli:

$$Mo'G = Mo'F + KF - KG, \quad (1)$$

a položaj težišta sistema  $G$  se ne mijenja (prodrulu vodu gledamo kao izgublenu istisninu), vidimo da se metacentarska visina nakon prodora vode može smanjiti ili povećati, već prema tome je li veće smanjenje metacentarskog radijusa ili povišenje položaja težišta istisnine. [4]

## **4. Pravila Klasifikacijskog društva Bureau Veritas za stabilitet u oštećenom stanju**

### **4.1. Općenito**

Metacentarske visine (GM), poluge stabiliteta (GZ) i položaji težišta računaju se prema metodi konstantne istisnine. U determinističkom pristupu izrađuje se skupina slučajeva oštećenja (damage cases), čiji broj, kao i broj odjeljaka uključenih u svaki od slučajeva, ovisi o dimenzijama broda i unutrašnjem rasporedu. Za svako stanje krcanja razmatra se svaki slučaj oštećenja. Probabilistički pristup uzima vjerojatnost preživljavanja nakon sudara kao mjeru sigurnosti broda u oštećenom stanju (subdivision index A). Proračuni se vrše pri određenim gazovima i vrijednostima GM kako bi se dobila najmanja GM krivulja pri kojoj postignuti indeks A udovoljava minimalnoj razini sigurnosti R. [6]

### **4.2. Dokumenti proračuna stabiliteta u oštećenom stanju**

U sklopu proračuna stabiliteta u oštećenom stanju potrebno je predočiti sljedeće dokumente:

- popis karakteristika (volumen, težište, faktor naplavljivosti) svakog odjeljka koji može biti oštećen
- tablicu otvora u pregradama, palubama i bokovima
- popis slučajeva oštećenja (damage cases)
- detaljni rezultati proračuna stabiliteta u oštećenom stanju
- granična GM/KG krivulja ako je predviđeno
- opći plan
- uređaji za odvod (putnički brodovi)
- raspored vodonepropusnih vrata i vrata nepropusnih za atmosferilije, proračun tlakova
- cijevi i oštećeno područje kad pucanje tih cijevi izaziva progresivnu naplavu

Progresivno naplavljivanje je dodatno naplavljivanje prostora koji se nisu smatrali oštećenima (kroz otvore i cijevi). [6]

### 4.3. Propisana stanja krcanja tankera za prijevoz nafte u neoštećenom stanju i veličine oštećenja

Za tankere za prijevoz nafte potrebno je provesti proračune pri sljedećim stanjima krcanja:

- potpuno nakrcan brod na ljetnoj vodnoj liniji, sa punim kapacitetom goriva i zaliha
- potpuno nakrcan brod na ljetnoj vodnoj liniji, sa 10% kapaciteta goriva i zaliha
- potpuno nakrcan brod na ljetnoj vodnoj liniji, sa punim kapacitetom goriva i zaliha, ali na gazu manjem nego na ljetnoj vodnoj liniji
- potpuno nakrcan brod na ljetnoj vodnoj liniji, sa 10% kapaciteta goriva i zaliha, ali na gazu manjem nego na ljetnoj vodnoj liniji
- brod na ljetnoj vodnoj liniji, s tankovima tereta koji nisu do kraja puni i sa punim kapacitetom goriva i zaliha
- brod na ljetnoj vodnoj liniji, s tankovima tereta koji nisu do kraja puni i sa 10% kapaciteta goriva i zaliha
- dva stanja krcanja sa različitim segregacijama tereta kako bi se pojavili slack tankovi, s punim kapacitetom goriva i zaliha
- dva stanja krcanja sa različitim segregacijama tereta kako bi se pojavili slack tankovi, s 10% kapaciteta goriva i zaliha
- za tankere koji imaju segregirane balastne tankove provjerava se i stanje lakog broda sa segregiranim balastom

Standardna stanja opterećenja u knjizi trima i stabiliteta:

- laki brod (ovdje se ne provjerava)
- brod u balastu, bez tereta, sa punim kapacitetom zaliha i goriva
- brod u balastu, bez tereta, sa 10% kapaciteta goriva i zaliha [6]

**Veličine oštećenja**

Poprečno oštećenje mjeri se od unutrašnje strane oplata boka do simetrale pod pravi kutom, na ljetnoj vodnoj liniji. Vertikalno oštećenje mjeri se od unutrašnje strane oplata dna na simetrali.

**Tablica 1. Opseg oštećenja**

Mjesto oštećenja	Uzdužna duljina oštećenja	Poprečna duljina oštećenja	Vertikalna duljina oštećenja
Bok	$l_c = 1/3 L_{LL}^{2/3}$ ili 14,5 m (1)	$t_c = B/5$ ili 11,5 m (1)	$v_c = NO LIMIT$
Dno - za 0.3 $L_{LL}$ od FP	$l_s = 1/3 L_{LL}^{2/3}$ ili 14,5 m (1)	$t_s = B/6$ ili 10 m (1)	$v_s = B/15$ ili 6 m (1)
Dno - bilo koji drugi dio	$l_s = 1/3 L_{LL}^{2/3}$ ili 5 m (1)	$t_s = B/6$ ili 5 m (1)	$v_s = B/15$ ili 6 m (1)

(1) manja vrijednost

**Tablica 2. Standard oštećivanja**

Duljina broda (m)	Oštećenje bilo gdje po duljini broda	Oštećenje između poprečnih pregrada	Naplavljena strojarnica
$L_{LL} \leq 100$	NE	DA (1) (2)	NE
$100 \leq L_{LL} \leq 150$	NE	DA (1)	NE
$150 \leq L_{LL} \leq 225$	DA	NE	DA, jedino strojarnica
$L_{LL} \geq 225$	DA	NE	DA

(1) strojarnica nije naplavljena

(2) izuzeća nekih zahtjeva mogu biti prihvaćena od klasifikacijskog društva u pojedinim slučajevima

**Tablica 3. Opseg oštećenja dna**

Nosivost	Uzdužna duljina oštećenja	Poprečna duljina oštećenja	Vertikalna duljina oštećenja
< 75000 t	0,4 $L_{LL}$ (1)	B/3	(2)
$\geq 75000$ t	0,6 $L_{LL}$ (1)	B/3	(2)

(1) Mjereno od pramčane okomice

(2) Proboj vanjske oplata



**Tablica 4. Propisani faktori naplavljivosti određenih prostora na brodu**

<b>Odjeljak</b>	<b>Naplavljivost</b>
Zalihe	0,60
Smještaj	0,95
Strojevi	0,85
Prazno	0,95
Potrošne tekućine	0 – 0,95 (1)
Ostale tekućine	0 – 0,95 (1)

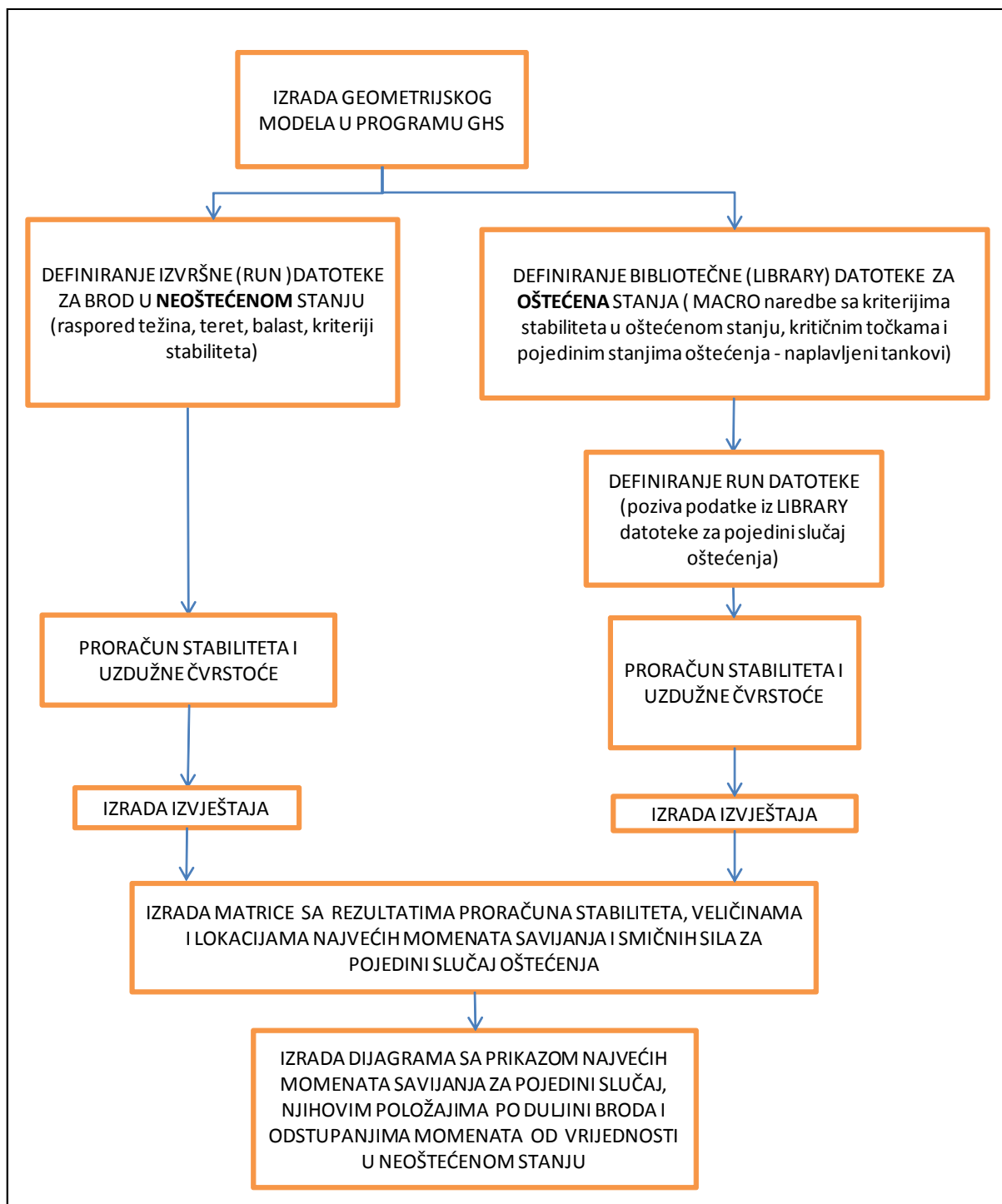
(1) u slučaju djelomično popunjenih odjeljaka – u skladu s količinom tekućine u odjeljku

#### **4.4. Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju**

Pri proračunu stabiliteta u oštećenom stanju brod mora zadovoljiti sljedeće kriterije:

- krajnja vodna linija mora biti ispod donjeg ruba otvora kroz koje može doći do progresivnog naplavljivanja
- kut nagiba uslijed nesimetrične naplave ne smije preći 25°, eventualno do 30° ako paluba ne uranja
- stabilitet se može smatrati dovoljnim, ako krivulja poluga statičkog stabiliteta ima minimalno 20° rezerve iznad stanja ravnoteže, ako je u tom rasponu maksimalna preostala metacentarska visina GM bar 0.1 m, a površina ispod krivulje u tom rasponu 0.0175 m-rad [6]

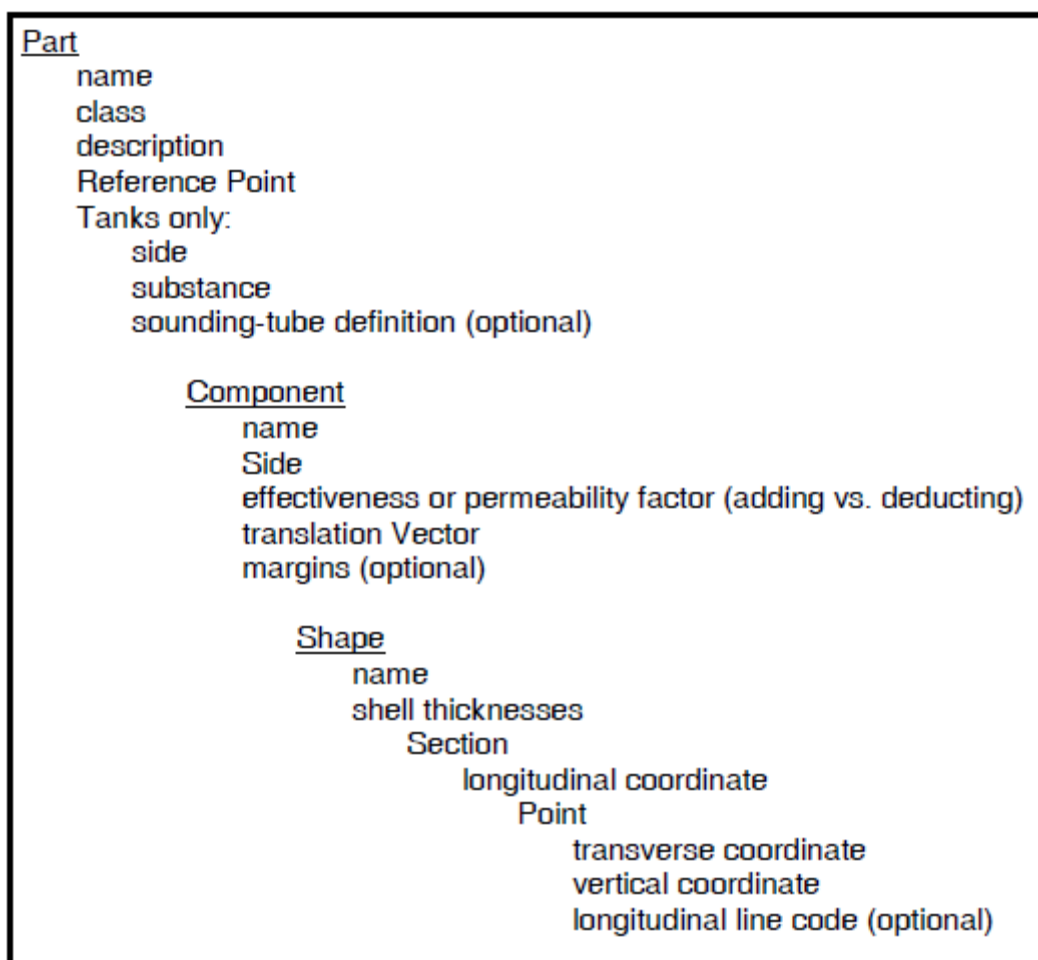
## 5. Opis proračuna i programski sklop GHS



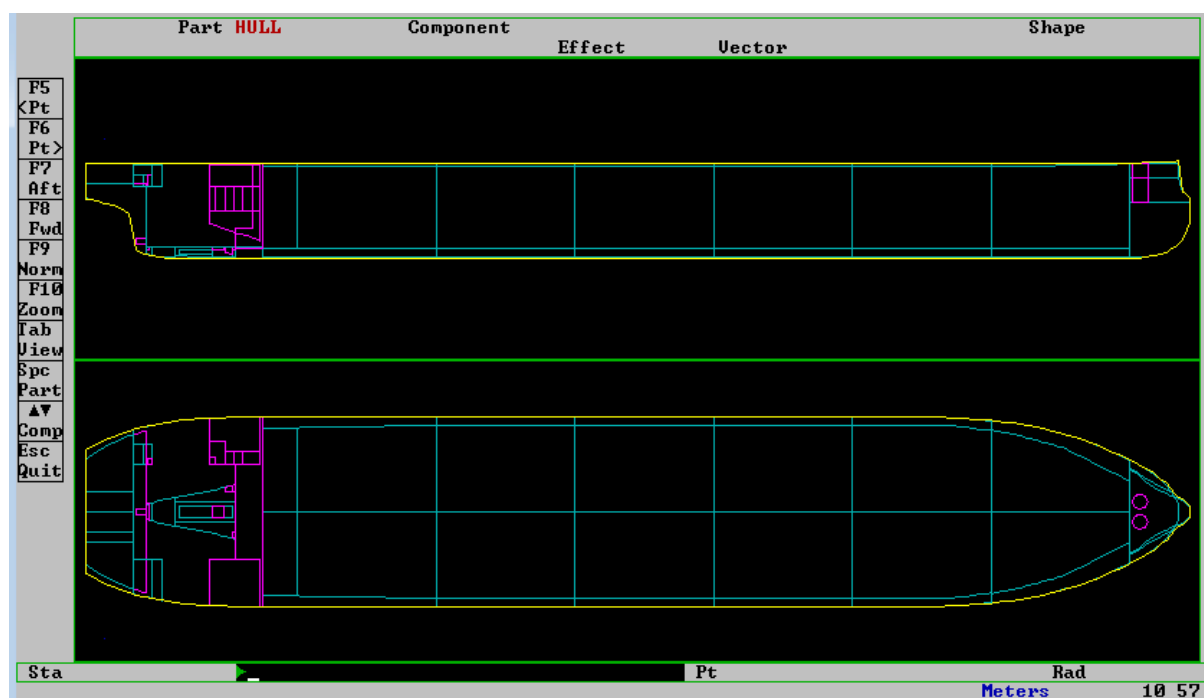
Slika 4. Dijagram toka proračuna

### Programski sklop GHS

Za proračune stabiliteta i uzdužne čvrstoće korišten je programski paket GHS (General Hydrostatics) [7]. GHS koristi geometrijski model broda koji uključuje sve tankove i prostore kao i sve elemente nadgrađa izložene vjetru. Geometrijski model je pohranjen u datoteci koja se naziva geometrijska datoteka (Geometry File) i ima ekstenziju GF. Budući da se svi proračuni zasnivaju na geometriji, prvi korak svakog projekta je izrada geometrijskog modela.



Slika 5. Hijerarhija geometrijskog modela



Slika 6. Geometrijski model tankera u programu GHS

Geometrijska datoteka sadrži podatke o masama i težištima tekućina u tankovima, ali ne i masu strukture i podatke ostalim (netekućim) opterećenjima. Mase se dijele na konstantne („Fixed“ weights) i mase tereta u tankovima („Tank“ weights). Konstantne mase, uključujući masu lakog broda i njegovo težište definirane su u naredbama („Commands“) koje se nalaze u izvršnim datotekama („Run Files“). GHS je program zasnovan na naredbama. Sve informacije koje nisu u geometrijskoj datoteci zadaju se naredbama. Naredbama se također definira što se želi učiniti s modelom. Naredbe se izvršavaju sekvencijalno, jedna za drugom pa je bitan redoslijed zadavanja naredbi. [8]

Osnovni GHS moduli za izradu modela su:

- Section Editor (SE) – služi za dodavanje, brisanje ili pomicanje dijelova i točaka
- Model Converter (MC) – služi za importiranje, a nekada i za eksportiranje datoteka
- Part Maker (PM) – najčešće se koristi za izradu tankova, privjesaka i nadgrađa u geometrijskoj datoteci koja sadrži definiran trup (hull part)

sa osnovnim proračunima i izvještajima, uključujući proračune stabiliteta u oštećenom i neoštećenom stanju.

Neki od dodatnih modula su:

- Conditional Graphics (CG) – grafički prikazuje opterećenja na ekranu i u izvještajima
- Load Editor (LE) i Load Editor with windows (LEw) – za interaktivno upravljanje opterećenjima
- Longitudinal Strength (LS) – proračunava krivulje smičnih sila, momenata savijanja i progiba

U bibliotečnoj (library) datoteci definirane su macro naredbe u kojima se nalaze kriteriji stabiliteta za oštećeno stanje, stanja krcanja, popis naplavljenih tankova i kritične točke za svaki pojedini slučaj oštećenja, te neke naredbe koje se javljaju u svim stanjima. Na slici 7. prikazan je isječak iz bibliotečne datoteke. „MACRO DAMLIM“ je naredba kojom su definirani kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju, „MACRO CRTPTS1“ je naredba kojom se definirane kritične točke koje ne smiju doći ispod vodne linije, a naredba „MACRO FLOOD1“ je naredba kojom se za Oštećeno stanje 1 definira vrsta tereta, popunjenost teretnih tankova te oštećeni tankovi u koje je prodrla voda.

```
MACRO DAMLIM
limit off
limit title Damage Stability
limit absolute angle at equil < 25
limit angle from equil to ra0 > 20
limit ra at max > 0.1
limit area from equil to ra0 > 0.0175
/

MACRO CRTPTS1
echo on
crtpt(1) "Air pipe WB2.s" -224.37,21.5,23.86
crtpt(2) "Air pipe WB2.p" -224.37,-21.5,23.86
crtpt(3) "Air pipe CT2.s" -224.37,1.2,24.76
crtpt(4) "Air pipe CT2.p" -224.37,-1.2,24.76
crtpt(5) "Air pipe After-peak.aft" 4.8,10.0,23.9
crtpt(6) "Accommodation" -32.6,14.0,23.8
/

MACRO FLOOD1
contents (Ctank-No2*) cargo 0.8905305
contents (Ctank-No3*) cargo 0.8905305
contents (Ctank-No4*) cargo 0.8905305
contents (Ctank-No5*) cargo 0.8905305
contents (Ctank-No6*) cargo 0.8905305
contents (Slop*) cargo 0.8905305
LOAD(Ctank-No2*) 98%
LOAD(Ctank-No3*) 98%
LOAD(Ctank-No4*) 98%
LOAD(Ctank-No5*) 98%
LOAD(Ctank-No6*) 98%
LOAD(Slop*) 98%
type (DWbtank-No1*) flooded
type (DCtank-No1*) flooded
type (DVoid.c) flooded
type (DBsstore.c) flooded
type (DChain-Lock.s) flooded
type (DFore-peak.c) flooded
```

Slika 7. Isječak iz bibliotečne (library) datoteke

U izvršnoj (run) datoteci definirani su algoritmi za proračuni stabiliteta i uzdužne čvrstoće svakog pojedinog slučaja. Naredbama „load (\*) 0“ i „delete all weight“ osigurava se da nema zadanih opterećenja ili dodanih masa jer su sva opterećenja i mase definirana u macro naredbama STOR100 (zalihe i gorivo) i FLOOD1. Naredbom „damcon“ pokreće se proračun hidrostatskih karakteristika i stabiliteta u oštećenom stanju, a naredbom „ls“ proračun uzdužne čvrstoće. Za sva stanja oštećenja izrađena je jedna zajednička izvršna datoteka pri čemu se naredbom „type (\*) intact“ osigurava neoštećeno stanje prije svakog novog proračuna.

```
SUBTITLE
\
\
\ DAMAGE CONDITION 1.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m,100% STORES
\                               FLOODED: FOREPEAK ,BOSUN'S STORE, CHAIN-LOCK,
\                               VOID, CT1, WB1
\
load (*) 0
delete all weights
.STOR100
.FLOOD1
.damcon
DISPLAY (*) STATUS PROFILE:OUTBOARD, PROFILE, PLAN
ls

type (*) intact

SUBTITLE
\
\
\ DAMAGE CONDITION 2.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m,100% STORES
\                               FLOODED: FOREPEAK ,BOSUN'S STORE, CHAIN-LOCK,
\                               VOID, CT1.s ,WB1.s
\
load (*) 0
delete all weights
.STOR100
.FLOOD2
.damcon
DISPLAY (*) STATUS PROFILE:OUTBOARD, PROFILE, PLAN
ls

type (*) intact
```

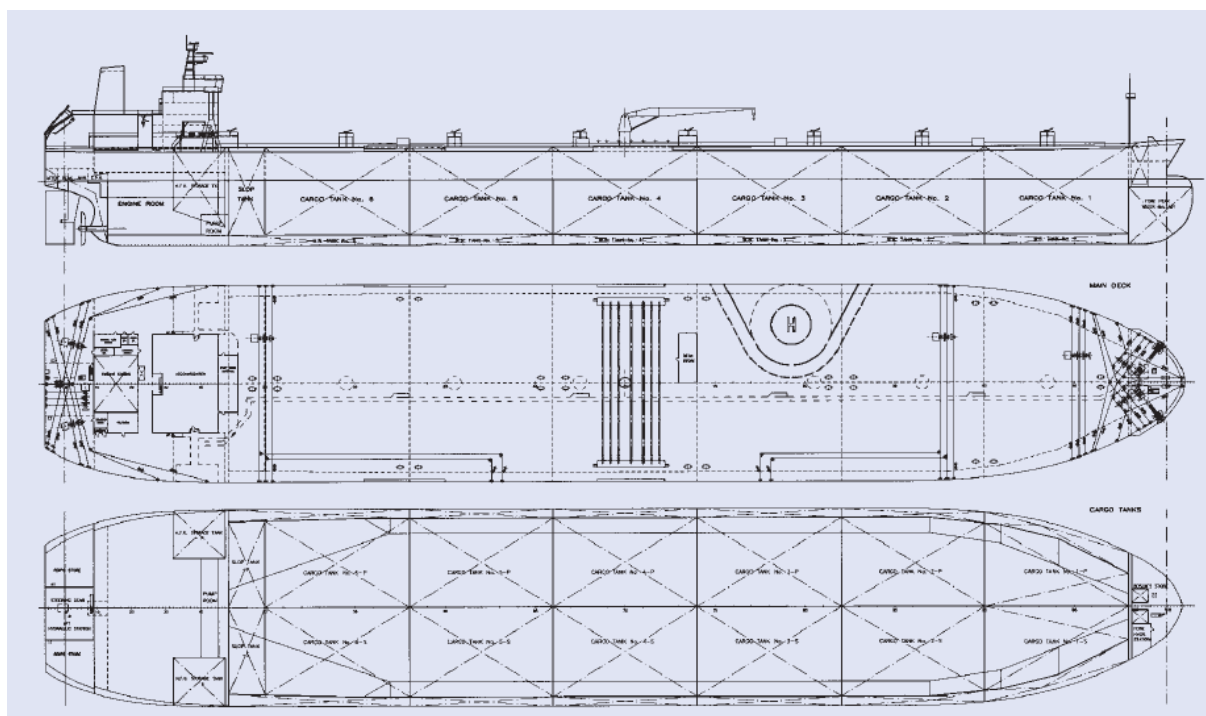
Slika 8. Isječak iz izvršne (run) datoteke

## 6. Proračun stabiliteta i uzdužne čvrstoće

Stabilitet i uzdužna čvrstoća razmatrani su za tanker sljedećih dimenzija:

**Tablica 5. Osnovne dimenzije broda**

Duljina preko svega	281.20 m
Duljina između okomica	270.00 m
Širina	48.20 m
Visina	23.00 m
Projektni gaz	16.00 m
Najveći gaz	17.10 m
Nosivost pri najvećem gasu	166 447 t



**Slika 9. Generalni plan tankera [9]**

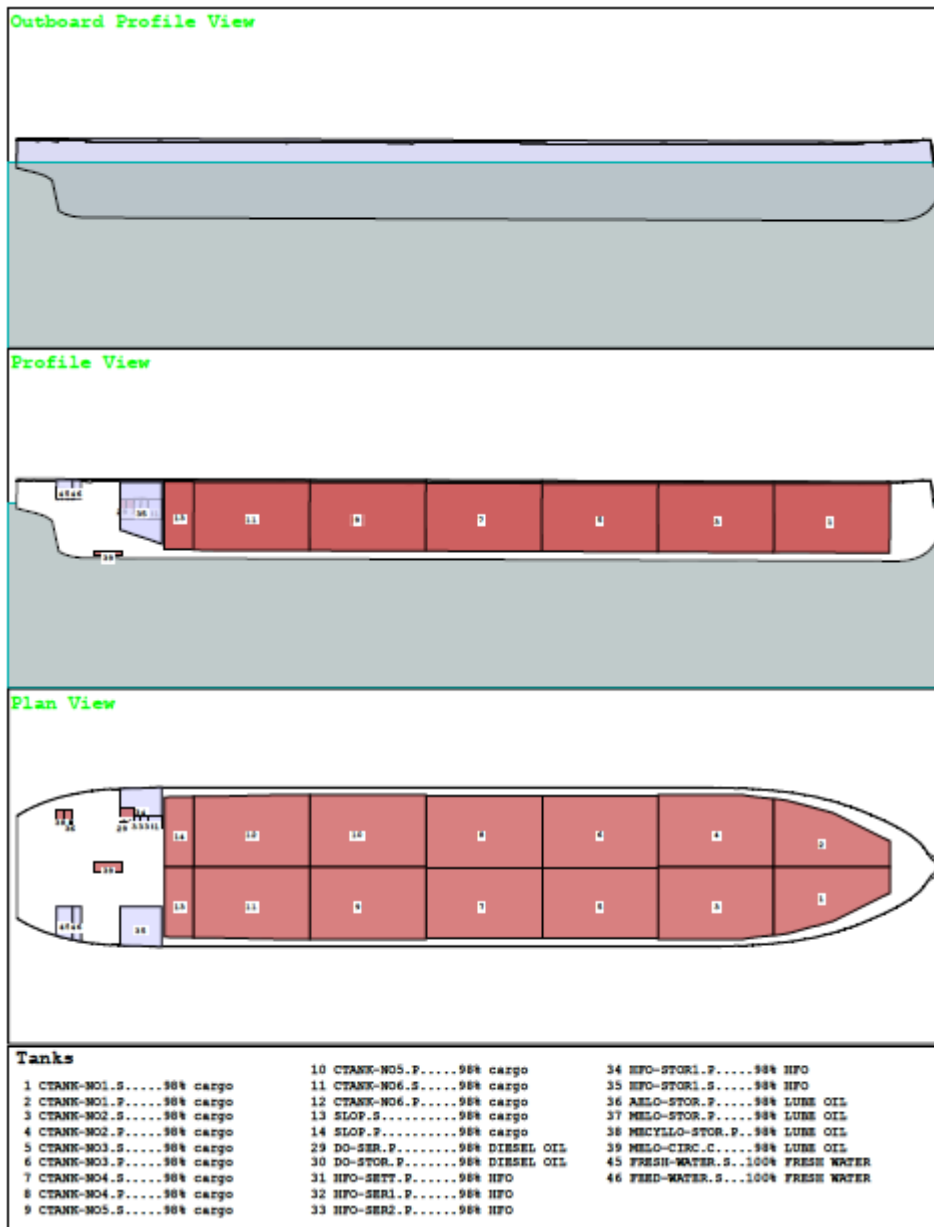


Proračuni su provedeni za brod na najvećem dopuštenom gazu u neoštećenom stanju te za 21 različiti slučaj oštećenja. Svako stanje prikazano je iz tri različita pogleda: pogled sa strane izvana, pogled sa strane uz prikaz tankova te pogled odozgo. Tankovi tereta u kojima je nafta prikazani su crvenom bojom, a naplavljeni tankovi su zelenkasto-plave boje, kao i okolno more. U prvom stanju oštećenja naplavljen je pramčani dio broda uključujući oba teretna tanka CTANK-NO1 kao i balastne tankove WBTANK-NO1 na oba boka. Oštećeno stanje 2 također uključuje oštećenje pramca, uz oštećivanje tankova samo na jednom boku; tanka tereta CTANK-NO1-S. i WBTANK-NO1.-S. U stanjima oštećenja 3-7 oštećena su dva uzastopna tanka tereta i balasta na jednom boku, pomičući se od pramca prema krmu, kao npr. u slučaju 3 gdje su oštećeni tankovi tereta CTANK-NO1.S i CTANK-NO2.S te balastni tankovi WBTANK-NO1.S i WBTANK-NO2.S. Stanja 8 i 9 kao i 17, 18 i 19 odnose se na krmni dio broda pri čemu je uzeto u obzir oštećivanje slop tankova, strojarne te pumpne stanice. 10. i 11. stanje oštećenja daju uvid u još dva moguća slučaja oštećenja pramčanog dijela. Od 13. do 16. stanja razmatrano je oštećivanje po dva uzastopna tanka tereta i balasta na oba boka, kao npr. u stanju 13. gdje su naplavljeni oba tanka CTANK-NO1 i CTANK-NO2 te oba balastna tanka WBTANK-NO1 i WBTANK-NO2. Zadnja 2 stanja oštećenja, 20 i 21, prikazuju oštećivanje dna pri čemu su naplavljeni balastni tankovi WBTANK-NO1-WBTANK-NO5 na jednom, a zatim na oba boka. Rezultati proračuna stabilneta uspoređeni su sa kriterijima za stabilitet u oštećenom stanju klasifikacijskog društva Bureau Veritas. Određene su i kritične točke koje ne smiju doći ispod razine vodne linije kako bi se spriječilo naplavlivanje. Izrađeni su karakteristični dijagrami stabilneta i uzdužne čvrstoće. Dijagramima su prikazane najveće vrijednosti momenata savijanja za pojedina stanja, njihovi položaji po duljini broda te odstupanja od vrijednosti najvećeg momenta za tanker u neoštećenom stanju. Odabrana su i tri kritična stanja za koja se balastiranjem pokušalo smanjiti iznos najvećeg momenta savijanja. U ovom poglavlju prikazani su rezultati proračuna za tanker u neoštećenom stanju te za Oštećeno stanje 1 dok su rezultati proračuna za ostala stanja oštećenja dana u prilogu.

## 6.1. Tanker u neoštećenom stanju

CONDITION: HOMOGENEOUS LOADED SHIP & 100% STORES

T = 17.10 [m]



Slika 10. Tanker u neoštećenom stanju

Tablica 6. Centracija broda u neoštećenom stanju

WEIGHT STATUS							
Baseline draft: 16.623 @ Origin							
Trim: Fwd 1.01/270.00, Heel: zero							
Part-----	Weight (MT) ----			LCG-----	TCG-----	VCG-----	
LIGHT SHIP	23,649.86			123.509f	0.000	13.800	
CREW & EFFECTS	100.00			20.000f	0.000	19.000	
MISCHELLANEOUS	30.00			80.000f	0.000	19.000	
Total Fixed----->	23,779.86			123.019f	0.000	13.828	
	Load-----	SpGr-----	Weight (MT) ----	LCG-----	TCG-----	VCG-----	FSM
CTANK-NO1.S	0.980	0.891	9,563.79	240.370f	7.923s	13.401	11082.2
CTANK-NO1.P	0.980	0.891	9,563.79	240.370f	7.923p	13.401	11082.2
CTANK-NO2.S	0.980	0.891	13,761.92	207.624f	10.642s	13.033	20175.1
CTANK-NO2.P	0.980	0.891	13,761.92	207.624f	10.642p	13.033	20175.1
CTANK-NO3.S	0.980	0.891	13,875.93	172.467f	10.726s	13.019	20399.1
CTANK-NO3.P	0.980	0.891	13,875.93	172.467f	10.726p	13.019	20399.1
CTANK-NO4.S	0.980	0.891	13,875.93	137.187f	10.726s	13.019	20400.1
CTANK-NO4.P	0.980	0.891	13,875.93	137.187f	10.726p	13.019	20400.1
CTANK-NO5.S	0.980	0.891	13,875.93	101.907f	10.726s	13.019	20409.6
CTANK-NO5.P	0.980	0.891	13,875.93	101.907f	10.726p	13.019	20409.4
CTANK-NO6.S	0.980	0.891	13,180.81	67.121f	10.346s	13.391	19098.4
CTANK-NO6.P	0.980	0.891	13,180.81	67.121f	10.346p	13.391	19098.4
SLOP.S	0.980	0.891	2,792.88	44.631f	9.387s	14.448	3864.4
SLOP.P	0.980	0.891	2,792.88	44.631f	9.387p	14.448	3864.4
DO-SER.P	0.980	0.900	15.32	27.400f	12.900p	14.940	0.6
DO-STOR.P	0.980	0.900	118.74	28.840f	15.327p	14.940	54.6
HFO-SETT.P	0.980	0.991	84.34	37.176f	13.760p	14.940	14.1
HFO-SER1.P	0.980	0.991	42.17	31.863f	13.760p	14.940	7.1
HFO-SER2.P	0.980	0.991	42.16	33.988f	13.760p	14.940	7.1
HFO-STOR1.P	0.980	0.991	1,632.45	33.492f	17.755p	16.272	1049.3
HFO-STOR1.S	0.980	0.991	1,948.47	33.260f	17.195s	16.037	1382.9
AELO-STOR.P	0.980	0.900	3.95	11.600f	12.770p	19.519	0.2
MELO-STOR.P	0.980	0.900	28.17	10.859f	14.880p	19.519	18.2
MECYLLO-STOR.P	0.980	0.900	36.32	8.501f	14.620p	19.519	26.5
MELO-CIRC.C	0.980	0.900	25.55	23.170f	0.000	1.351	18.1
FRESH-WATER.S	1.000	1.000	231.47	9.710f	16.411s	20.777	0.0
FEED-WATER.S	1.000	1.000	132.30	13.386f	16.841s	20.749	0.0
Total Tanks----->	166,195.75			143.729f	0.031s	13.261	233436.4
Total Weight----->	189,975.62			141.137f	0.027s	13.332	
Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.							

**Tablica 7. Hidrostatske značajke broda u neoštećenom stanju**

## HYDROSTATIC PROPERTIES

Trim: Fwd 1.01/270.00, No Heel, VCG = 13.332

LCF Displacement Buoyancy-Ctr. Weight/ Moment/  
 Draft----Weight (MT)----LCB-----VCB-----cm----LCF---cm trim----GML-----GMT  
 17.103 189,976.97 141.152f 8.953 123.65 128.728f 2403.66 341.61 5.881  
 Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.  
 Trim is per 270.00m.  
 Draft is from Baseline. True Free Surface included

**Tablica 8. Poluge statičkog stabiliteta broda u neoštećenom stanju**

## RIGHTING ARMS vs HEEL ANGLE

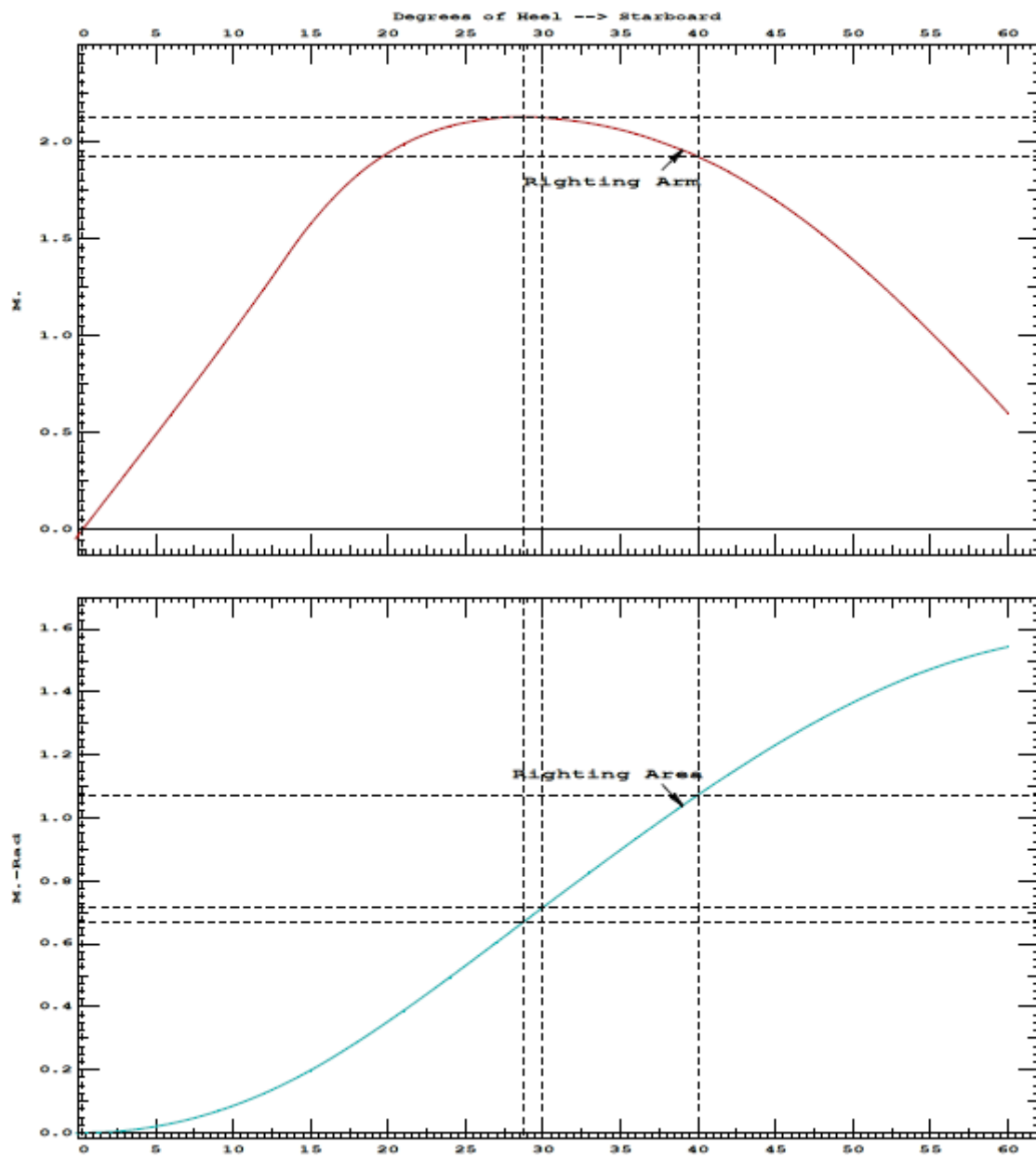
Total CG: LCG =141.137f TCG = 0.027s VCG = 13.332

Free Surface Adjustment: 1.229

Adjusted CG: LCG =141.141f TCG = 0.027s VCG = 14.561

Origin	Degrees of	Displacement	Righting Arms	Area
Depth---Trim----Heel----	Weight (MT)---	in Trim--in Heel-->		
16.620	0.21f	0.00	189,976.91	0.003a -0.027 0.0000
16.620	0.21f	0.27s	189,975.52	0.003a 0.000 -0.0001
16.586	0.22f	3.00s	189,975.23	0.002f 0.281 0.0066
16.489	0.23f	6.00s	189,975.72	0.000 0.593 0.0295
16.327	0.24f	9.00s	189,975.62	0.000 0.912 0.0689
16.103	0.26f	12.00s	189,975.64	0.000 1.241 0.1252
15.815	0.28f	15.00s	189,977.05	0.000 1.574 0.1989
15.515	0.32f	18.00s	189,978.44	0.000 1.824 0.2883
15.239	0.36f	21.00s	189,978.58	0.000 1.984 0.3883
14.982	0.41f	24.00s	189,975.72	0.000 2.077 0.4950
14.739	0.45f	27.00s	189,975.84	0.000 2.119 0.6048
14.606	0.47f	28.69s	189,975.22	0.002a 2.124 0.6675
14.502	0.49f	30.00s	189,976.27	0.000 2.121 0.7160
14.265	0.54f	33.00s	189,975.83	0.000 2.093 0.8264
14.019	0.59f	36.00s	189,975.91	0.000 2.037 0.9347
13.757	0.65f	39.00s	189,975.78	0.000 1.954 1.0392
13.664	0.67f	40.00s	189,976.02	0.000 1.920 1.0730
13.471	0.71f	42.00s	189,977.14	0.000 1.841 1.1387
13.155	0.77f	45.00s	189,978.27	0.000 1.696 1.2314
12.804	0.83f	48.00s	189,977.83	0.000 1.521 1.3158
12.418	0.89f	51.00s	189,977.63	0.000 1.320 1.3902
11.997	0.95f	54.00s	189,977.20	0.000 1.097 1.4535
11.544	1.01f	57.00s	189,977.09	0.000 0.856 1.5047
11.059	1.07f	60.00s	189,976.91	0.000 0.601 1.5430

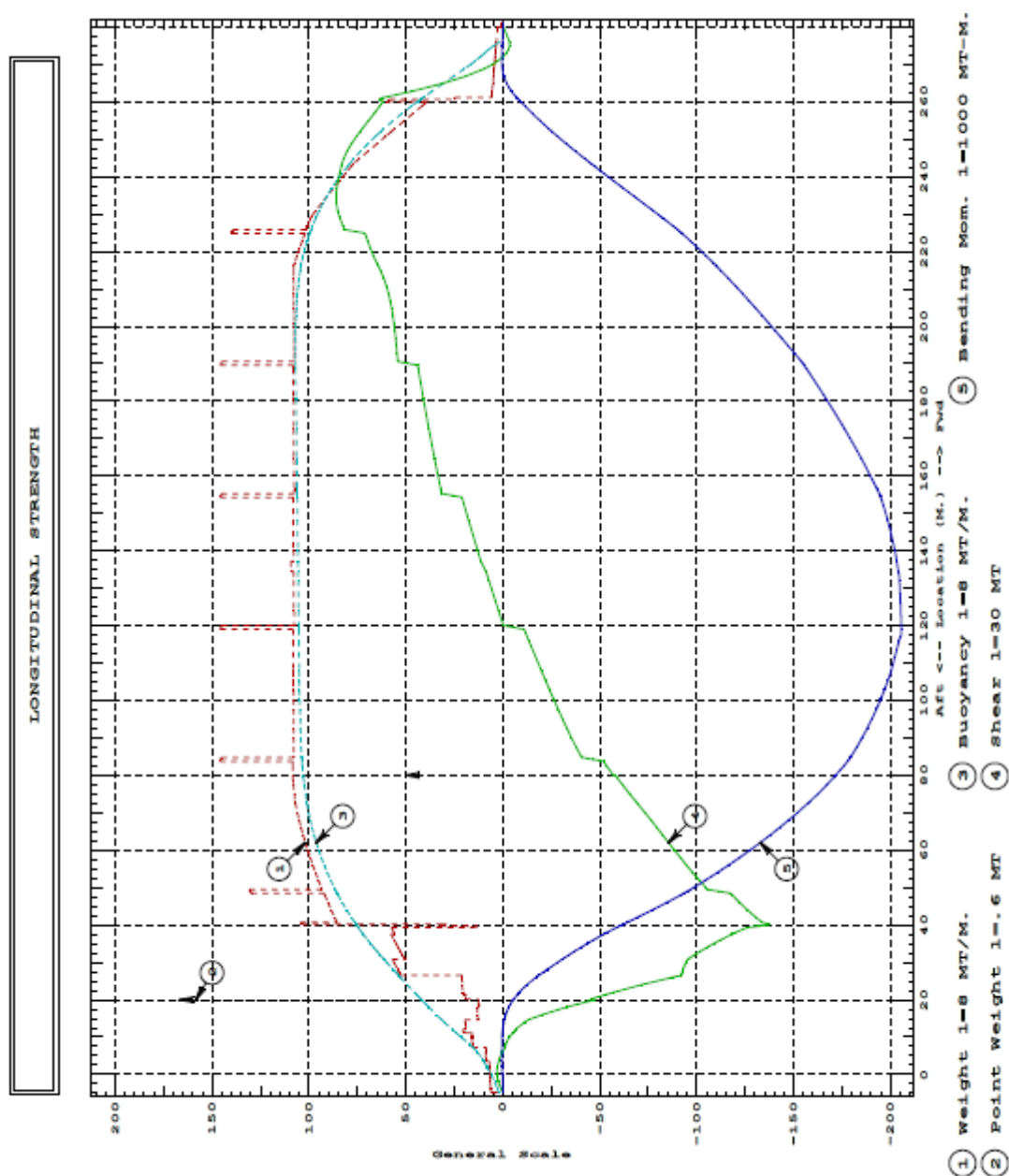
Distances in METERS.---Specific Gravity = 1.025.---Area in m.-Rad.



Slika 11. Krivulje stabiliteta za neoštećeno stanje

**Tablica 9. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za neoštećeno stanje**

Largest Shear:	-4,123.1 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-205,604 MT-m	at 120.030f (Sagging)

**Slika 12. Karakteristike uzdužne čvrstoće za neoštećeno stanje**

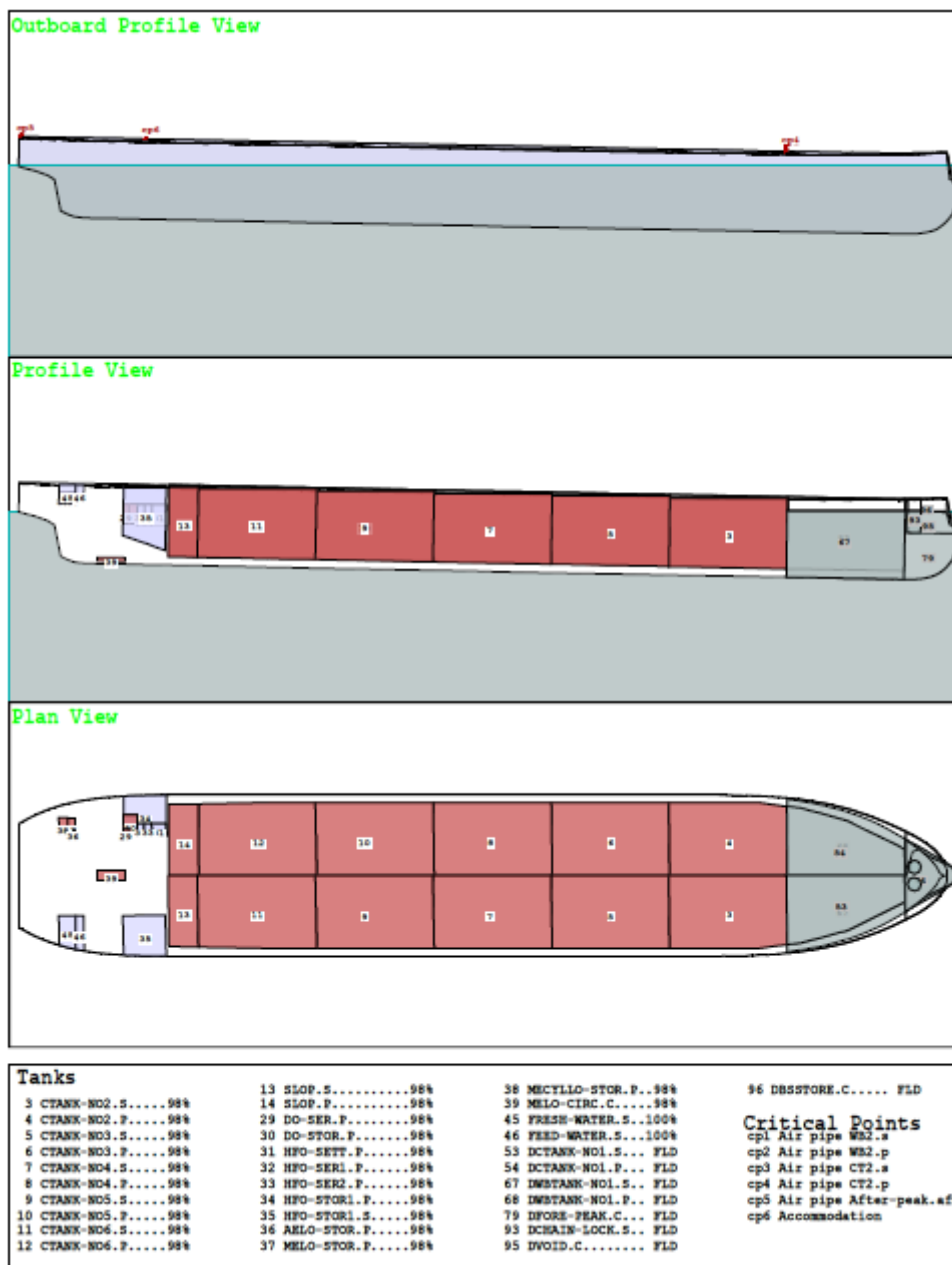
## 6.2. Oštećena stanja – primjer stanja 1

### Oštećeno stanje 1

DAMAGE CONDITION 1.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m, 100% STORES

FLOODED: FOREPEAK ,BOSUN'S STORE, CHAIN-LOCK,

VOID, CT1, WB1



Slika 13. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 1

**Tablica 10. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 1**

Baseline draft: 15.254 @ Origin

Trim: Fwd 5.22/270.00, Heel: Stbd 0.28 deg.

				Displ (MT)----LCB-----TCB-----VCB			
HULL		1.025		198,057.64	145.877f	0.054s	9.360
DCTANK-NO1.S	Flooded	1.025		-9,108.36	240.427f	7.849s	11.682
DCTANK-NO1.P	Flooded	1.025		-9,063.09	240.437f	7.831p	11.641
DWBTANK-NO1.S	Flooded	1.025		-3,170.71	242.293f	12.552s	6.708
DWBTANK-NO1.P	Flooded	1.025		-3,154.43	242.293f	12.527p	6.640
DFORE-PEAK.C	Flooded	1.025		-2,115.39	266.007f	0.000	8.303
DCHAIN-LOCK.S	Flooded	1.025		-70.34	263.353f	2.566s	17.181
DVOID.C	Flooded	1.025		-661.95	265.413f	0.003s	16.902
DBSSSTORE.C	Flooded	1.025		-5.74	266.690f	1.382s	20.361
Total Displacement-->		1.025		170,707.64	130.235f	0.056s	9.194

-----  
Righting Arms: 0.000 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points-----		LCP-----TCP-----VCP-----		Height	
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860	4.158
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD	224.370f	21.500p	23.860	4.370
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD	224.370f	1.200s	24.760	5.158
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD	224.370f	1.200p	24.760	5.170
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD	4.800a	10.000s	23.900	8.688
(6) Accommodation	FLOOD	32.600f	14.000s	23.800	7.844

Distances in METERS.-----

**Tablica 11. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 1**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 5.22/270.00, Heel: Stbd 0.28 deg., VCG = 13.320

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/				
Draft----	Weight (MT)----	LCB-----	VCB-----	cm-----	LCF---cm	trim----	GML-----	GMT
17.505	170,707.64	130.235f	9.194	108.84	116.335f	1630.58	257.90	6.378

Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

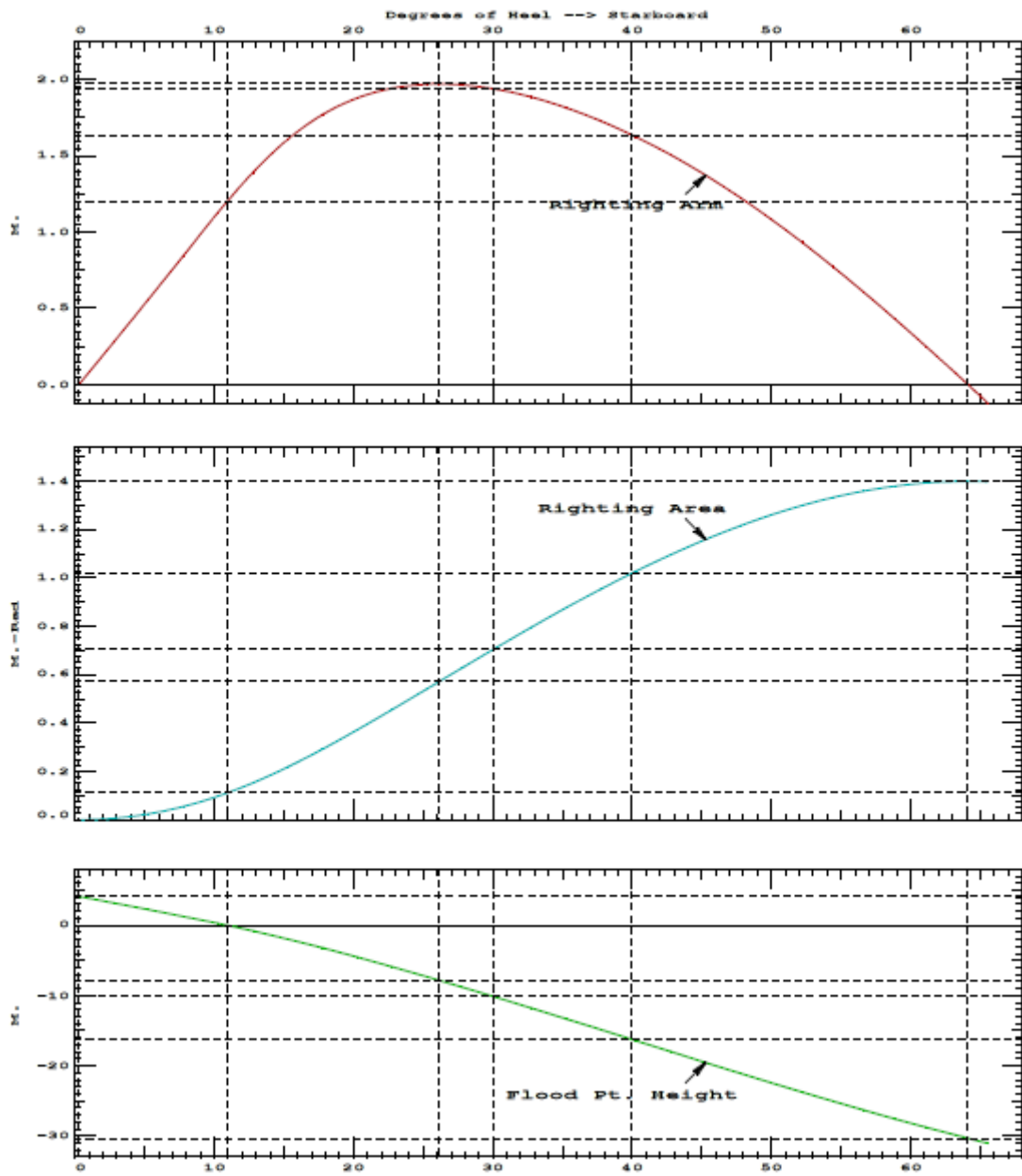
Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline.

True Free Surface included.

Critical Point-----		LCP-----TCP-----VCP	
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s

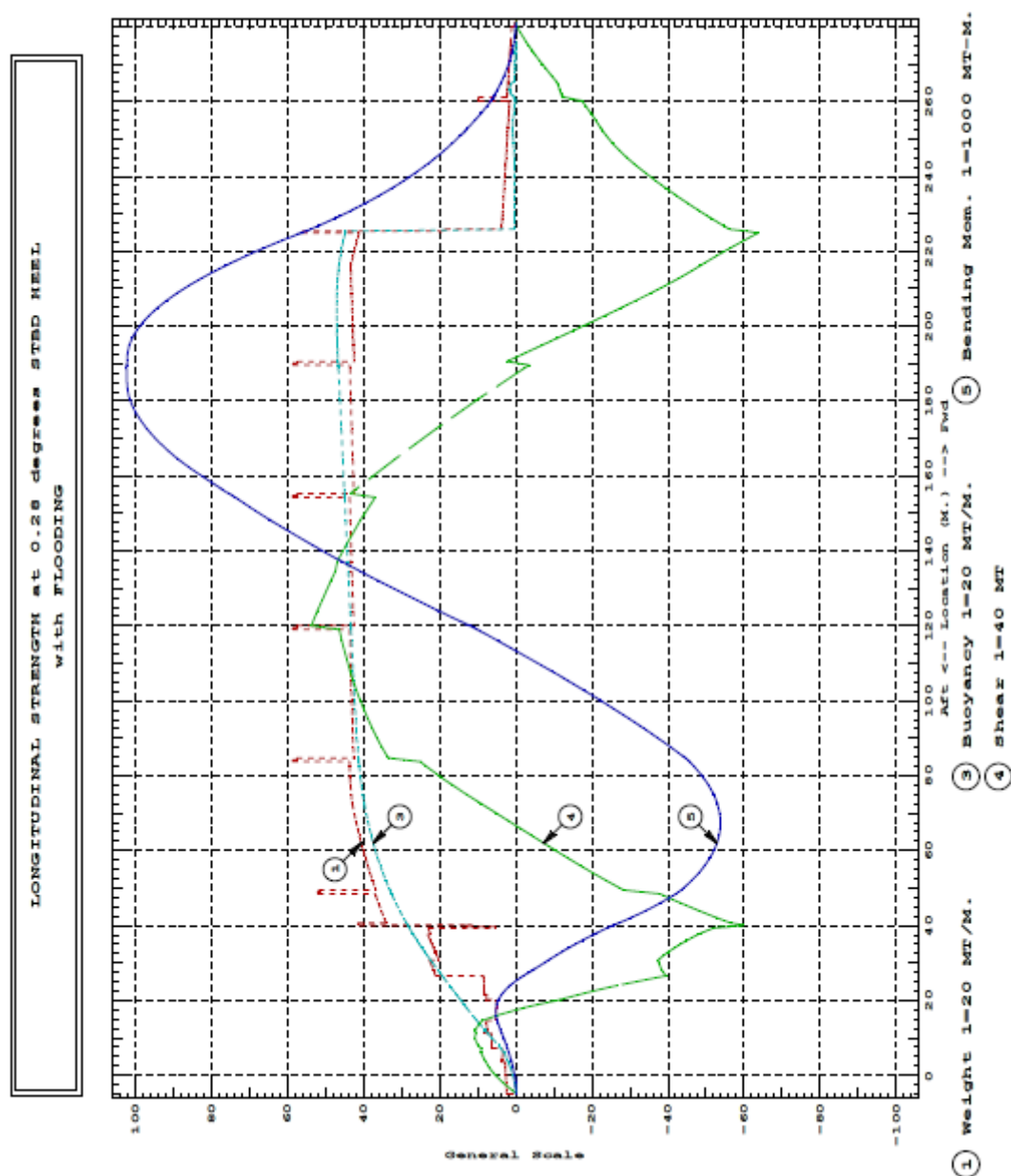




Slika 14. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 1

Tablica 12. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 1

Largest Shear:	-2,544.0 MT	at 224.870f
Largest Bending Moment:	102,383 MT-m	at 188.800f (Hogging)



Slika 15. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 1

Tablica 13. Rezultati proračuna stabiliteta i uzdužne čvrstoće (Oštećena stanja 1 – 8)

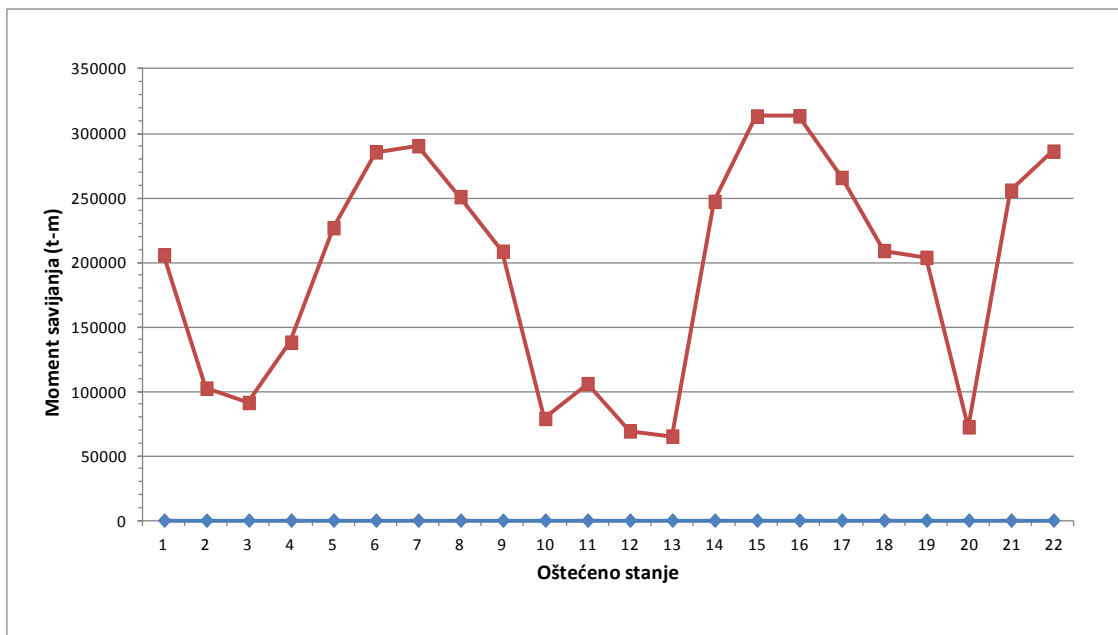
STANJE	NAPLAVLJENI TANKOVI	KRITERIJI STABILITETA	POSTIGNUTO	NAJVEĆI MOMENT SAVIJANJA (t-m)
NEOŠTEĆENO STANJE, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA		<b>Kriteriji stabiliteta u neoštećenom stanju</b>		
		(1) Početna metacentrska visina	> 0.15 m	5.88
		(2) Površina ispod krivulje do 30°	> 0.055 m-rad	0.7161
		(3) Površina ispod krivulje do 40°	> 0.09 m-rad	0.1073
		(4) Površina ispod krivulje od 30° do 40°	> 0.03 m-rad	0.357
		(5) Poulga stabiliteta pri 30°	> 0.2 m	2.12
		(6) Najveća poluga satbiliteta pri kutu	> 25°	28.69
STANJE OŠTEĆENJA 1, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO1.S	<b>Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju</b>		
	DCTANK-NO1.P	(1) Kut ravnoteže	< 25°	0°
	DWBTANK-NO1.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°	64°
	DWBTANK-NO1.P	(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m	1.97
	DFORE-PEAK.C	(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	1.398
	DCHAIN-LOCK.S			
	DVOID.C			
	DBSTORE.C			
STANJE OŠTEĆENJA 2, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO1.S	<b>Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju</b>		
	DWBTANK-NO1.S	(1) Kut ravnoteže	< 25°	2°
	DFORE-PEAK.C	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°	62°
	DCHAIN-LOCK.S	(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m	1.76
	DVOID.C	(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	1.2318
	DBSTORE.C			
STANJE OŠTEĆENJA 3, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO1.S	<b>Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju</b>		
	DCTANK-NO2.S	(1) Kut ravnoteže	< 25°	4°
	DWBTANK-NO1.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°	61°
	DWBTANK-NO2.S	(3) GZ u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m	1.54
		(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	1.0714
STANJE OŠTEĆENJA 4, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO2.S	<b>Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju</b>		
	DCTANK-NO3.S	(1) Kut ravnoteže	< 25°	4°
	DWBTANK-NO2.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°	62°
	DWBTANK-NO3.S	(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m	1.54
		(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	1.0946
STANJE OŠTEĆENJA 5, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO3.S	<b>Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju</b>		
	DCTANK-NO4.S	(1) Kut ravnoteže	< 25°	4°
	DWBTANK-NO3.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°	62°
	DWBTANK-NO4.S	(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m	1.60
		(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	1.1300
STANJE OŠTEĆENJA 6, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO4.S	<b>Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju</b>		
	DCTANK-NO5.S	(1) Kut ravnoteže	< 25°	4°
	DWBTANK-NO4.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°	62°
	DWBTANK-NO5.S	(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m	1.62
		(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	1.4310
STANJE OŠTEĆENJA 7, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO5.S	<b>Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju</b>		
	DCTANK-NO6.S	(1) Kut ravnoteže	< 25°	4°
	DWBTANK-NO5.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°	63°
	DWBTANK-NO6.S	(3) GZ u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m	1.58
		(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	1.5120
STANJE OŠTEĆENJA 8, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO6.S	<b>Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju</b>		
	DSLOP.S	(1) Kut ravnoteže	< 25°	2°
	DWBTANK-NO6.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°	64°
		(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m	1.85
		(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	1.3302

Tablica 14. Rezultati proračuna stabiliteta i uzdužne čvrstoće (Oštećena stanja 9 – 15)

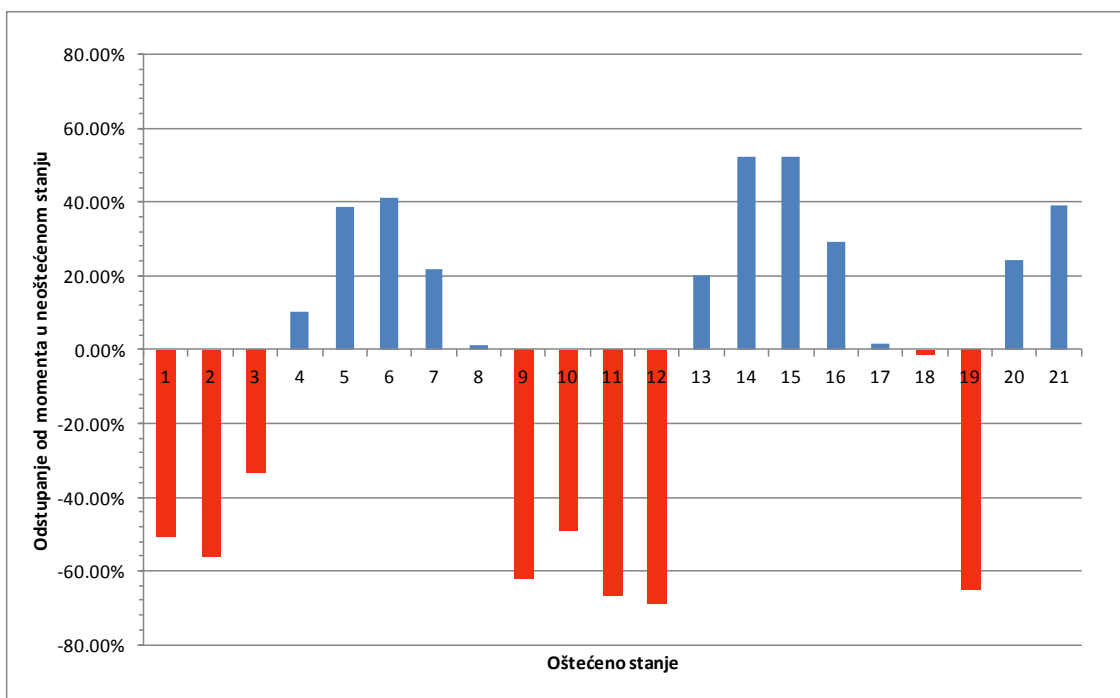
STANJE	NAPLAVLJENI TANKOVI	KRITERIJI STABILITETA	POSTIGNUTO	NAJVEĆI MOMENT SAVIJANJA (t-m)	
STANJE OŠTEĆENJA 9, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO6.S	Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju		78841	
	DSLOP.S	(1) Kut ravnoteže	< 25°		6°
	DWBTANK-NO6.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°		55°
	DHFO-STOR1.S	(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m		1.03
	DPUMPROOM.C	(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad		0.6510
DENGINE-ROOM.C					
STANJE OŠTEĆENJA 10, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO1.S	Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju		-105864	
	DWBTANK-NO1.S	(1) Kut ravnoteže	< 25°		2°
	DFORE-PEAK.C	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°		63°
		(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m		1.82
	(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	1.2997		
STANJE OŠTEĆENJA 11, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO1.S	Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju		-69162	
	DCTANK-NO1.P	(1) Kut ravnoteže	< 25°		0°
	DWBTANK-NO1.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°		65°
	DWBTANK-NO1.P	(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m		2.05
	DFORE-PEAK.C	(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad		1.4812
STANJE OŠTEĆENJA 12, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO1.S	Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju		-65171	
	DCTANK-NO1.P	(1) Kut ravnoteže	< 25°		0°
	DCTANK-NO2.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°		65°
	DCTANK-NO2.P	(3) GZ u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m		2.04
	DWBTANK-NO1.S	(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad		1.4627
	DWBTANK-NO1.P				
	DWBTANK-NO2.S				
DWBTANK-NO2.P					
STANJE OŠTEĆENJA 13, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO2.S	Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju		-247184	
	DCTANK-NO2.P	(1) Kut ravnoteže	< 25°		0°
	DCTANK-NO3.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°		67°
	DCTANK-NO3.P	(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m		2.08
	DWBTANK-NO2.S	(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad		1.5489
	DWBTANK-NO2.P				
	DWBTANK-NO3.S				
DWBTANK-NO3.P					
STANJE OŠTEĆENJA 14, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO3.S	Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju		-313377	
	DCTANK-NO3.P	(1) Kut ravnoteže	< 25°		0°
	DCTANK-NO4.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°		66°
	DCTANK-NO4.P	(3) GZ u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m		2.05
	DWBTANK-NO3.S	(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad		1.5248
	DWBTANK-NO3.P				
	DWBTANK-NO4.S				
DWBTANK-NO4.P					
STANJE OŠTEĆENJA 15, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO4.S	Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju		-313486	
	DCTANK-NO4.P	(1) Kut ravnoteže	< 25°		0°
	DCTANK-NO5.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°		66°
	DCTANK-NO5.P	(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m		2.05
	DWBTANK-NO4.S	(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad		1.5192
	DWBTANK-NO4.P				
	DWBTANK-NO5.S				
DWBTANK-NO5.P					

Tablica 15. Rezultati proračuna stabiliteta i uzdužne čvrstoće (Oštećena stanja 16 – 21)

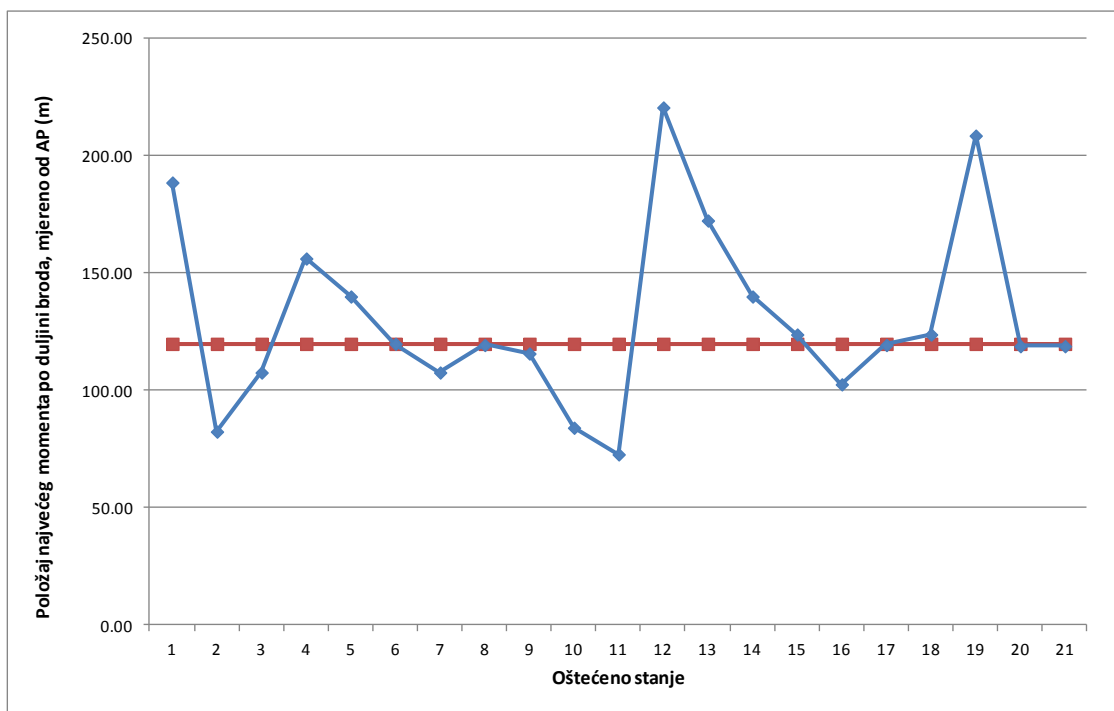
STANJE	NAPLAVLJENI TANKOVI	KRITERIJI STABILITETA	POSTIGNUTO	NAJVEĆI MOMENT SAVIJANJA (t-m)
STANJE OŠTEĆENJA 16, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO5.S	Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju		
	DCTANK-NO5.P	(1) Kut ravnoteže	< 25°	0°
	DCTANK-NO6.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°	66°
	DCTANK-NO6.P	(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m	1.98
	DWBTANK-NO5.S	(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	1.4816
	DWBTANK-NO5.P			
	DWBTANK-NO6.P			
STANJE OŠTEĆENJA 17, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DCTANK-NO6.S	Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju		
	DCTANK-NO6.P	(1) Kut ravnoteže	< 25°	0°
	DSLOP.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°	66°
	DSLOP.P	(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m	2.03
	DWBTANK-NO6.S	(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	1.5244
DWBTANK-NO6.P				
STANJE OŠTEĆENJA 18, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DSLOP.S	Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju		
	DSLOP.P	(1) Kut ravnoteže	< 25°	0°
	DPUMPROOM.C	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°	66°
		(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m	2.12
		(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	1.5748
STANJE OŠTEĆENJA 19, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DPUMPROOM.C	Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju		
	DENGINE-ROOM.C	(1) Kut ravnoteže	< 25°	0°
		(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°	62°
		(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m	1.72
		(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	1.1877
STANJE OŠTEĆENJA 20, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DWBTANK-NO1.S	Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju		
	DWBTANK-NO2.S	(1) Kut ravnoteže	< 25°	13°
	DWBTANK-NO3.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°	63°
	DWBTANK-NO4.S	(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m	0.86
	DWBTANK-NO5.S	(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	0.6386
	DFORE-PEAK.C			
STANJE OŠTEĆENJA 21, HOMOGENO NATOVAREN BROD SA 100% ZALIHA	DWBTANK-NO1.S	Kriteriji stabiliteta u oštećenom stanju		
	DWBTANK-NO1.P	(1) Kut ravnoteže	< 25°	0°
	DWBTANK-NO2.S	(2) Raspon kuteva od stanja ravnoteže do GZ = 0	> 20°	42°
	DWBTANK-NO2.P	(3) GM u tom rasponu kuteva mora biti	> 0.1 m	1.12
	DWBTANK-NO3.S	(4) Površina ispod krivulje od kuta ravnoteže do GZ = 0	> 0.0175 m-rad	0.7753
	DWBTANK-NO3.P			
	DWBTANK-NO4.S			
	DWBTANK-NO4.P			
	DWBTANK-NO5.S			
	DWBTANK-NO5.P			
	DFORE-PEAK.C			
	DCHAIN-LOCK.S			
	DCHAIN-LOCK.P			
DBSSTORE.				



Slika 16. Najveći moment savijanja za pojedino stanje oštećenja



Slika 17. Odstupanje najvećih momenta savijanja u odnosu na neoštećeno stanje



Slika 18. Položaj najvećeg momenta savijanja po duljini broda

### 6.3. Kritična stanja

U slučaju nesreće vrlo je bitno da posada ima smjernice kako reagirati. U pogledu stabiliteta brod zadovoljava sve kriterije u svim slučajevima oštećenja, i to sa velikom rezervom. Kao kriterij uzdužne čvrstoće uzima se moment otpora poprečnog presjeka, koji se u oštećenom stanju ne smije smanjiti više od 10%. Podaci o momentu otpora u oštećenom stanju nisu dostupni. Ovdje je kao proizvoljni kriterij uzeto povećanje momenta savijanja od 10% u odnosu na neoštećeni brod što iznosi -226 165 t. Razmatrana su stanja oštećenja 6, 15 i 21. Stanje 6 je uzeto u razmatranje jer se u tom stanju javlja najveći moment savijanja za slučaj kad su oštećena 2 uzastopna tanka na jednom boku. U Oštećenom stanju 15 javlja se najveći moment savijanja od svih stanja, a u Oštećenom stanju 21 naplavljeni su balastni tankovi duž oba boka. Balastiranjem se pokušalo smanjiti moment savijanja do određene granice.

**Tablica 14. Balastiranje u kritičnim stanjima**

STANJE OŠTEĆENJA	BALASTIRANI TANKOVI	DOZVOLJENI MOMENT (t)	MOMENT PRIJE BALASTIRANJA (t)	MOMENT NAKON BALASTIRANJA (t)
6	DWbtank-No1.p 70% DWbtank-No2.p 40%	-226 165	-290 340	-209 340
15	DWbtank-No1.p 98% DWbtank-No1.s 98%	-226 165	-313 486	-257 331
21	DWbtank-No6.p 98% DWbtank-No6.s 98%	-226 165	-286 105	-286 141

Vidljivo je da je jedino u slučaju oštećenja 6 zadovoljena granice dozvoljenog momenta. U slučaju 15 kod kojeg se javlja najveći moment savijanja od -313 486 t, balastiranjem se uspjelo smanjiti moment za 18%. Balastiranje u slučaju 21 nije donijelo nikakvih pomaka te moment i dalje značajno premašuje određenu granicu. Ako bi ovu granicu smatrali relevantnom, u slučajevima 15 i 21 posada bi trebala napustiti brod.



## 7. Zaključak

Ovim radom ispitane su karakteristike stabiliteta i uzdužne čvrstoće tankera u oštećenom stanju, kako bi se dobio uvid u ponašanje broda u slučaju nesreće, te moguće posljedice za okoliš. Odabran je potpuno, homogeno natovaren brod, te je za njega modelirano 21 stanje oštećenja. Nakon provedenih proračuna i usporedbe sa rezultatima za neoštećeno stanje može se zaključiti da:

- brod u svim stanjima oštećenja zadovoljava sve kriterije stabiliteta, uz veliku rezervu
- kut bočnog nagiba ne prelazi  $6^\circ$ , osim u slučaju oštećenja 20 gdje iznosi  $13^\circ$
- najmanja poluga statičkog stabiliteta iznosi 0.86 m, u stanju oštećenja 20
- kriterij uzdužne čvrstoće za oštećeno stanje je najveće dopušteno smanjenje momenta otpora od 10%
- nije moguća procjena dozvoljenih momenata savijanja zbog nepoznavanja momenta otpora poprečnog presjeka u oštećenom stanju
- u 12 od 21 oštećenog stanja, moment savijanja se povećava, dok se u 9 slučajeva smanjuje
- najveći moment savijanja javlja se u stanju oštećenja 15 i iznosi -313 486 MT, što je povećanja od 52.47% u odnosu na moment u neoštećenom stanju
- najveći moment savijanja nastupa na 124 m ispred krmene okomice
- u slučaju oštećenja 12 moment savijanja se smanjuje za čak 68.3%
- balastiranjem se ne može uvijek postići smanjenje momenata savijanja

U slučaju ovog broda puno je veća opasnost od loma strukture nego od njegovog prevrtanja te je potrebno pažnju posvetiti proračunu i izvedbi konstruktivnih elemenata, redovitom održavanju i nadzoru broda. Neoprezno balastiranje s ciljem ispravljanja broda može također imati velikog utjecaja na opterećenja broda te može dovesti do pucanja i gubitka broda što kao posljedicu ima nepopravljivu štetu za okoliš.

## 8. Literatura

- [1] Projekt: Structural reliability of oil damaged tanker in the Adriatic Sea, voditelj Parunov, J., Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2014.
- [2] <http://www.marineinsight.com/> , 20.11.2014.
- [3] <http://www.jutarnji.hr/> , 20.11.2014.
- [4] Prezentacija: Pouzdanost konstrukcije oštećenog naftnog tankera u Jadranskom moru – HRZZ istraživački projekt, Parunov, J., 2014.
- [5] Uršić, J.: Stabilitet broda, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2005.
- [6] Bureau Veritas, Classification rules, Pt. B, Ch. 3, Sec. 3; Pt. D, Ch. 7, Sec. 3, 2014.
- [7] Programski paket GHS, verzija 11.00
- [8] GHS Training Book, Standard Course 11/12
- [9] <http://www.brodosplit.hr/> , 15.11.2014.

## PRILOZI

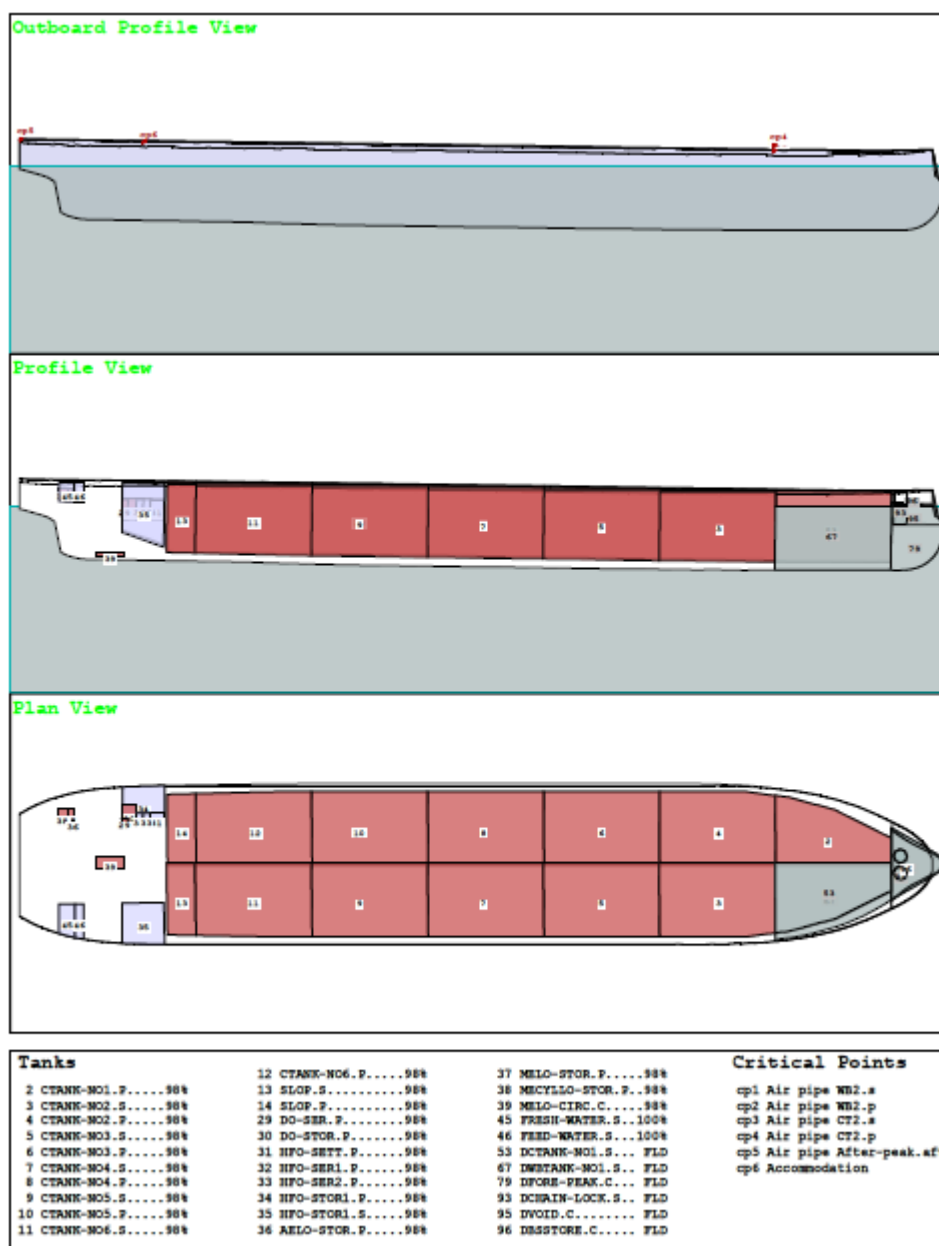
- I. CD-R disc
- II. Rezultati proračuna za Oštećena stanja 2 - 21

### i. Oštećeno stanje 2

DAMAGE CONDITION 2.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m,100% STORES

FLOODED: FOREPEAK ,BOSUN'S STORE, CHAIN-LOCK,

VOID, CT1.s ,WB1.s



Slika 19. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 2

**Tablica 15. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 2**

Baseline draft: 15.722 @ Origin

Trim: Fwd 3.72/270.00, Heel: Stbd 1.81 deg.

		Displ(MT) ----LCB-----TCB-----VCB				
HULL		1.025	194,902.89	144.251f	0.352s	9.200
DCTANK-NO1.S	Flooded	1.025	-8,744.89	240.362f	7.885s	11.352
DWBTANK-NO1.S	Flooded	1.025	-3,125.93	242.216f	12.513s	6.520
DFORE-PEAK.C	Flooded	1.025	-2,115.40	266.007f	0.000	8.303
DCHAIN-LOCK.S	Flooded	1.025	-60.05	263.352f	2.571s	16.716
DVOID.C	Flooded	1.025	-565.28	265.552f	0.128s	16.404
	DBSSTORE.C	Flooded	1.025		0.00	
Total Displacement-->		1.025	180,291.34	136.042f	0.220p	9.127

-----

Righting Arms: 0.003a 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT

Critical Points-----LCP-----TCP-----VCP-----Height

(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860	4.364
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD	224.370f	21.500p	23.860	5.723
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD	224.370f	1.200s	24.760	5.905
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD	224.370f	1.200p	24.760	5.981
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD	4.800a	10.000s	23.900	7.923
(6) Accommodation	FLOOD	32.600f	14.000s	23.800	7.181

Distances in METERS.-----

**Tablica 16. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 2**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 3.72/270.00, Heel: Stbd 1.81 deg., VCG = 13.326

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/					
	Draft----	Weight(MT)----	LCB-----	VCB-----	cm-----	LCF---	cm trim----	GML-----	GMT
17.407	180,291.34	136.042f	9.127	115.54	122.294f	1981.87	296.80	6.201	

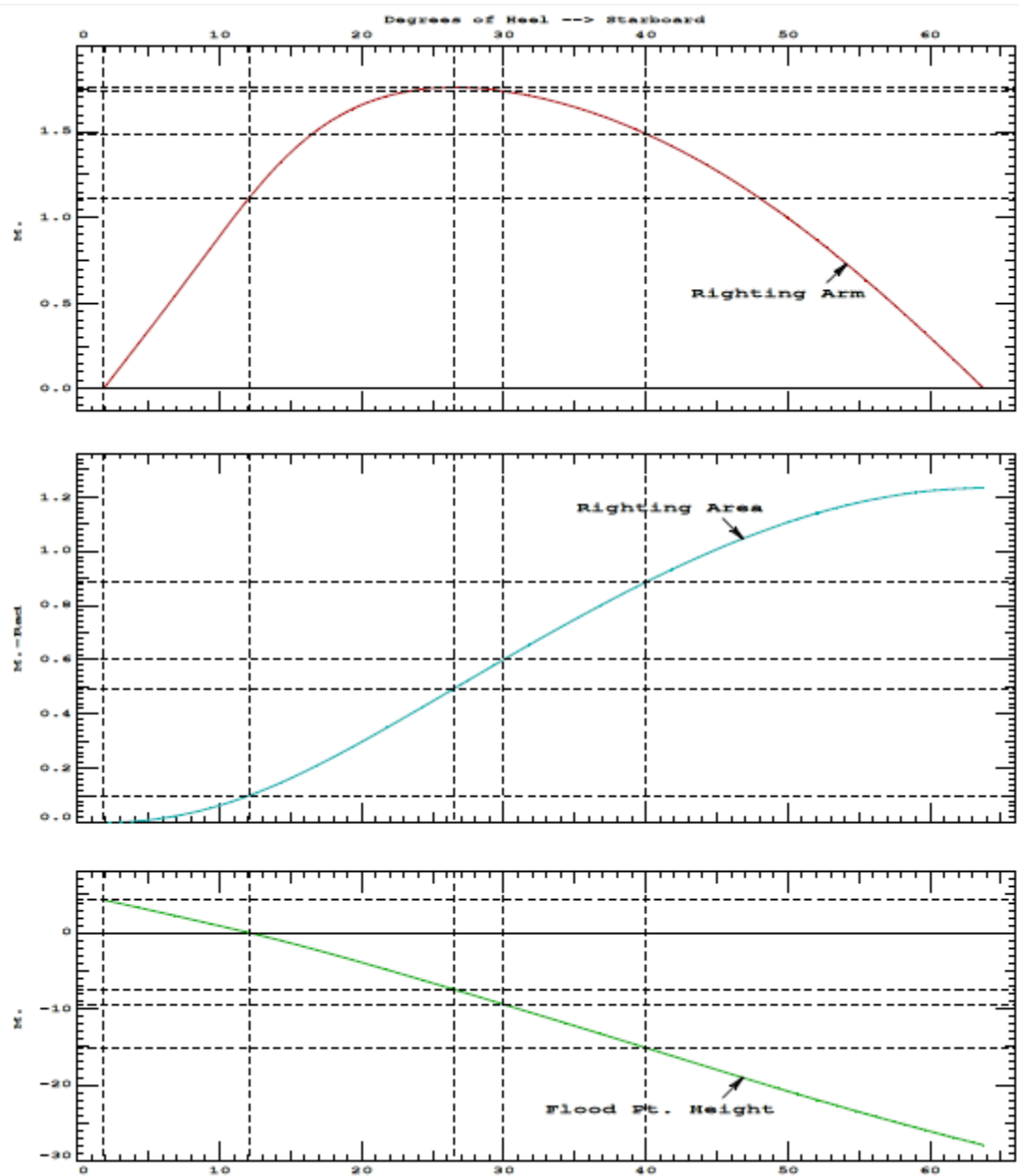
Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline. True Free Surface included.

Critical Point-----LCP-----TCP-----VCP

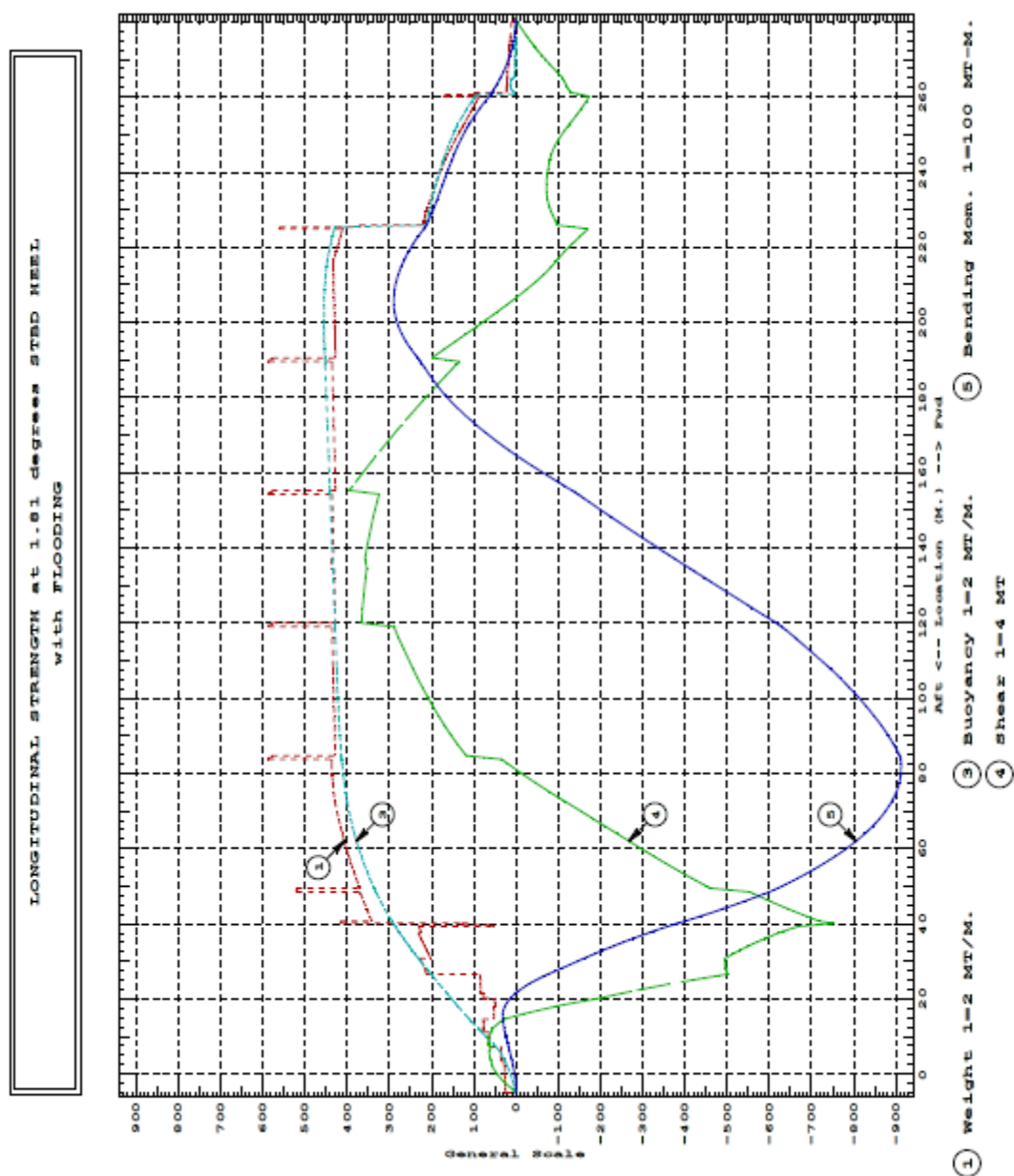
(1) Air pipe WB2.s FLOOD 224.370f 21.500s 23.860



Slika 20. Karakteristike stabiliteta za oštećeno stanje 2

Tablica 17. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 2

Largest Shear:	-2,999.4 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-91,226 MT-m	at 82.600f (Sagging)

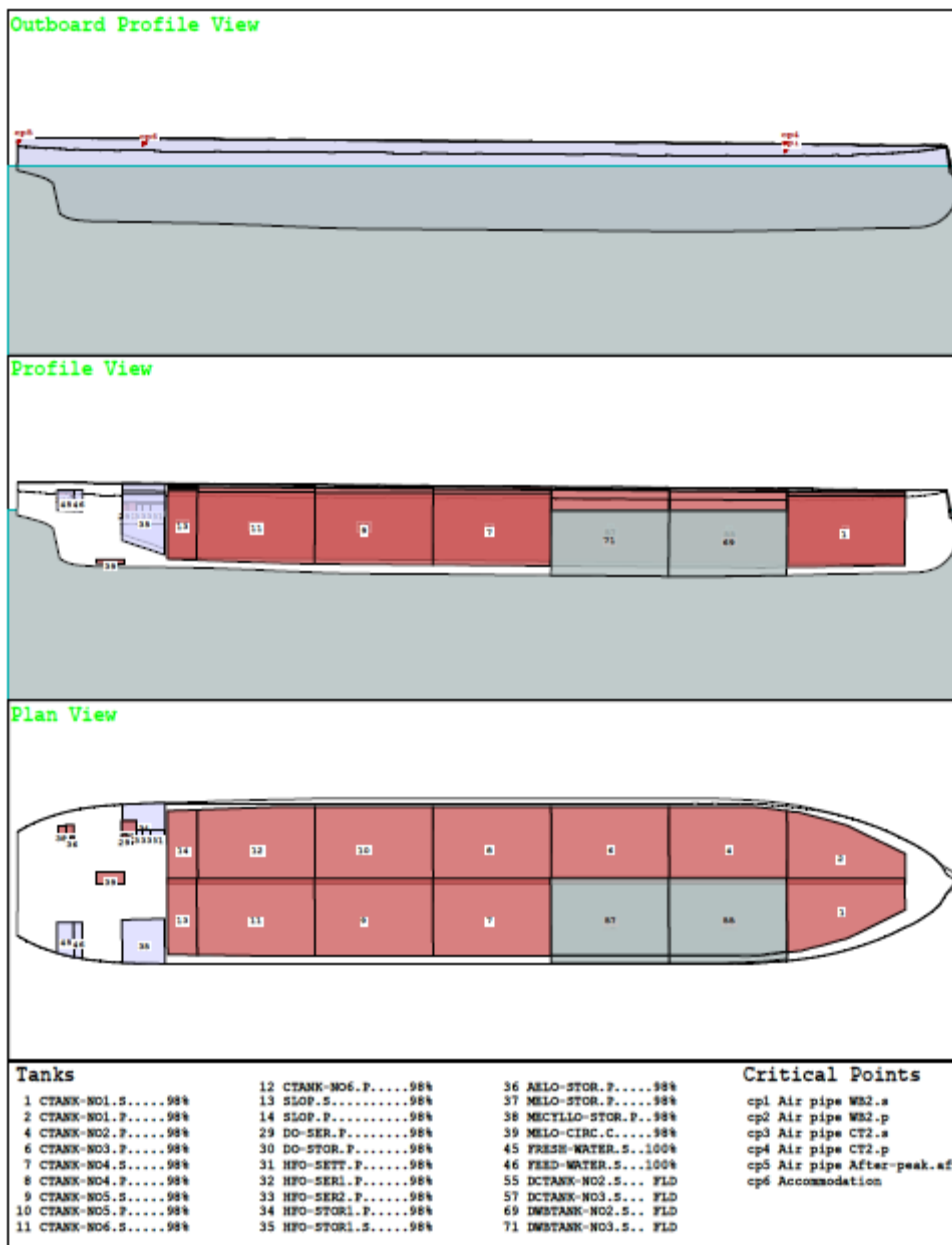


Slika 21. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 2

ii. Oštećeno stanje 3

DAMAGE CONDITION 3.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m,100% STORES

FLOODED: CT1.s ,WB1.s, CT2.s, WB2.s



Slika 22. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 3

**Tablica 18. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 3**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 16.058 @ Origin

Trim: Fwd 2.95/270.00, Heel: Stbd 3.84 deg.

		Displ (MT) ----LCB-----TCB-----VCB			
HULL		1.025	194,573.20	143.296f	0.751s 9.193
DCTANK-NO1.S	Flooded	1.025	-8,716.22	240.306f	7.948s 11.328
DCTANK-NO2.S	Flooded	1.025	-12,594.48	207.666f	10.760s 10.949
DWBTANK-NO1.S	Flooded	1.025	-3,148.95	242.182f	12.561s 6.617
DWBTANK-NO2.S	Flooded	1.025	-3,597.77	207.259f	16.136s 5.121
Total Displacement-->		1.025	166,515.81	130.097f	0.938p 9.086
-----					
Righting Arms:			0.002a	0.000s	
Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.					
Critical Points-----		LCP-----TCP-----VCP-----Height			
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860	3.892
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD	224.370f	21.500p	23.860	6.774
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD	224.370f	1.200s	24.760	6.150
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD	224.370f	1.200p	24.760	6.311
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD	4.800a	10.000s	23.900	7.206
(6) Accommodation	FLOOD	32.600f	14.000s	23.800	6.430
Distances in METERS.-----					

**Tablica 19. Hidrostatske značajke za Oštećeno stanje 3**

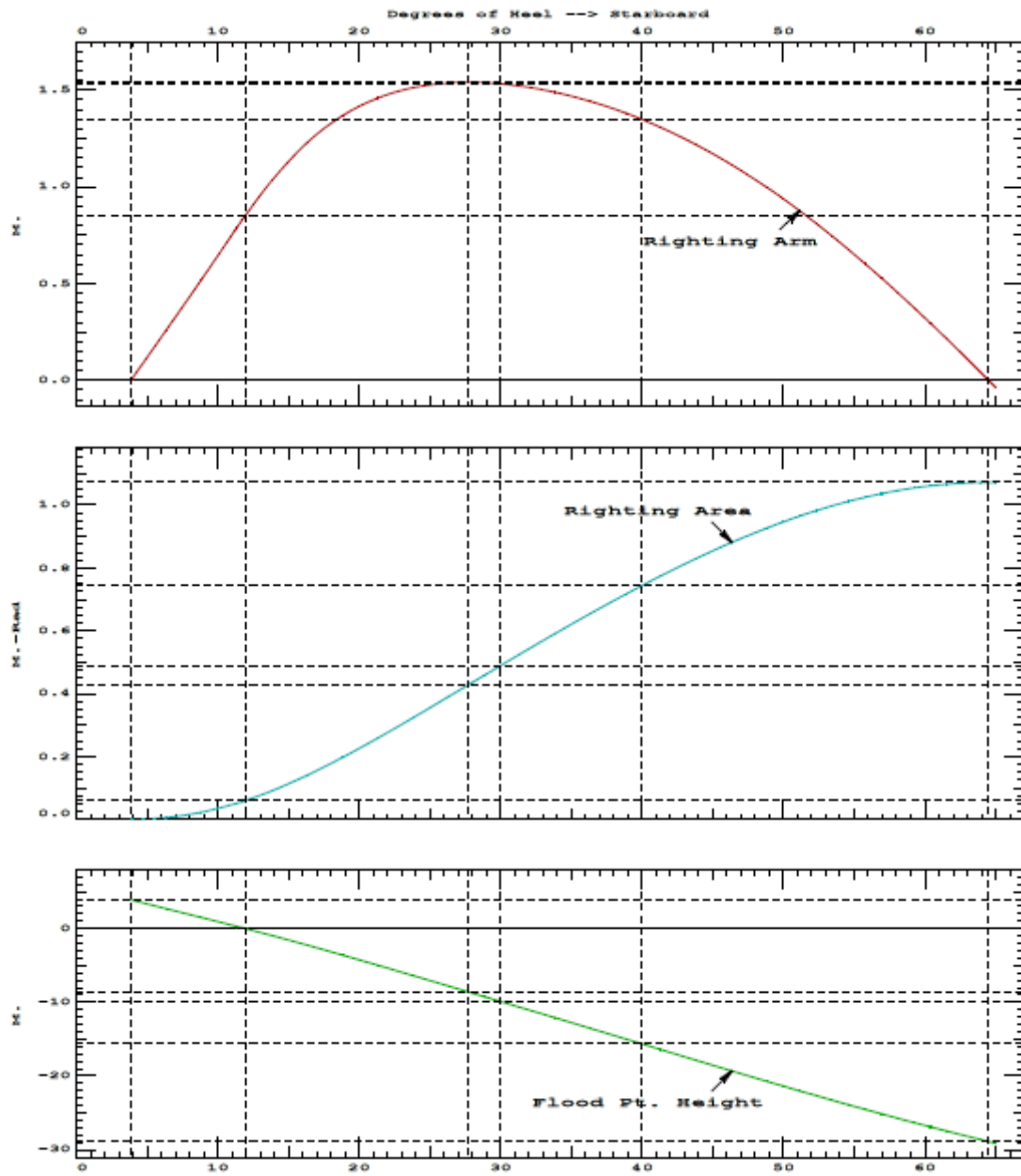
HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 2.95/270.00, Heel: Stbd 3.84 deg., VCG = 13.351

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/		
Draft----	Weight (MT)----	LCB-----	VCB-----	cm-----	LCF---cm	trim----GML-----GMT
17.334	166,515.81	130.097f	9.086	108.44	116.541f	1833.86 297.35 6.310
Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.						
Trim is per 270.00m.						
Draft is from Baseline.				True Free Surface included.		

Critical Point-----		LCP-----TCP-----VCP		
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860

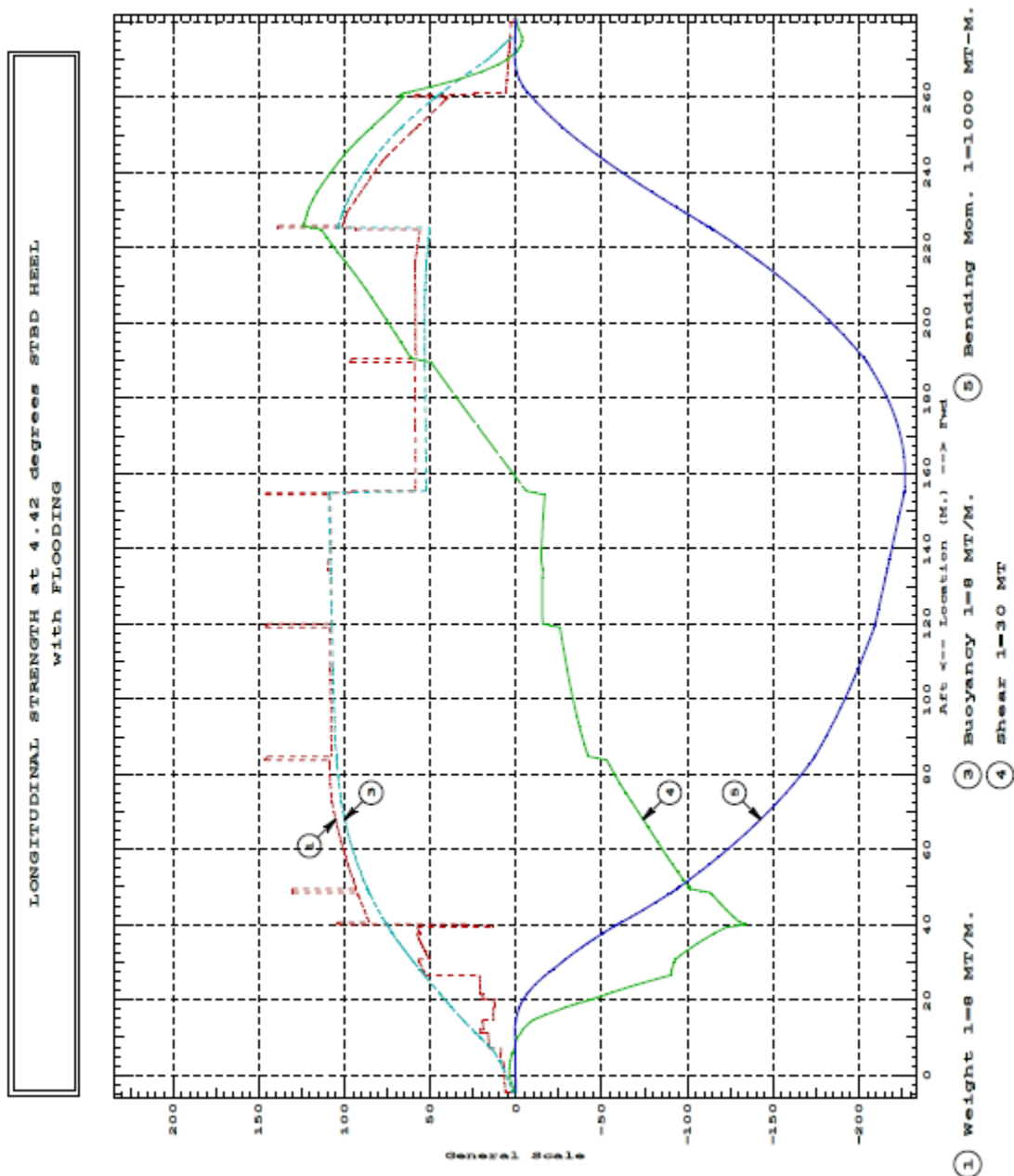




Slika 23. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 3

**Tablica 20. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 3**

Largest Shear:	-3,528.8 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-137,991 MT-m	at 107.800f (Sagging)

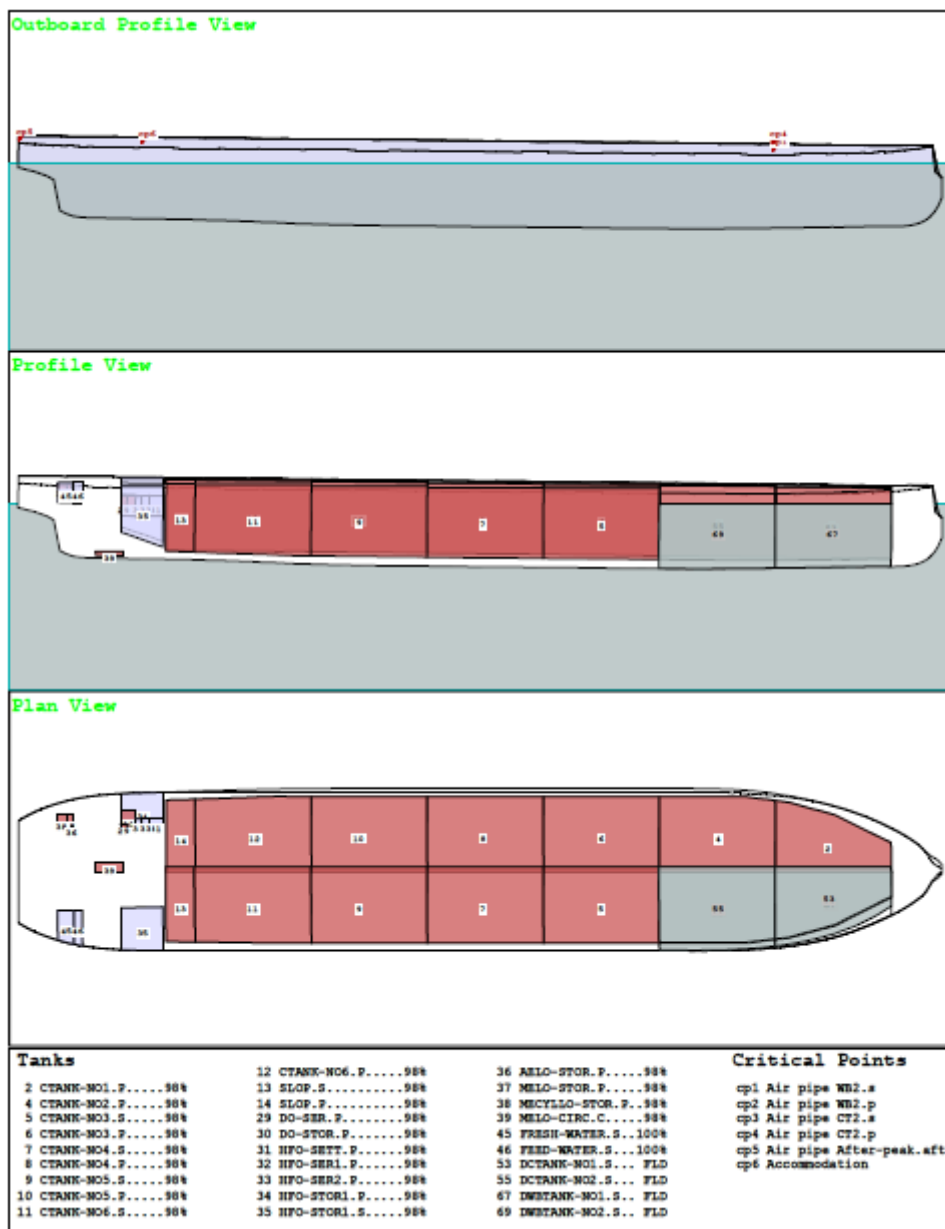


**Slika 24. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 3**

## iii. Oštećeno stanje 4

DAMAGE CONDITION 4.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m,100% STORES

FLOODED: CT2.s, WB2.s, CT3.s, WB3.s



Slika 25. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 4

**Tablica 21. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 4**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 16.378 @ Origin

Trim: Fwd 2.27/270.00, Heel: Stbd 4.42 deg.

			Displ (MT)	----LCB	----TCB	----VCB
HULL		1.025	194,521.34	142.431f	0.866s	9.191
DCTANK-NO2.S	Flooded	1.025	-12,520.36	207.650f	10.784s	10.903
DCTANK-NO3.S	Flooded	1.025	-12,403.21	172.505f	10.873s	10.746
DWBTANK-NO2.S	Flooded	1.025	-3,599.73	207.252f	16.140s	5.129
DWBTANK-NO3.S	Flooded	1.025	-3,797.43	172.468f	16.574s	5.090
Total Displacement-->		1.025	162,200.61	132.955f	1.372p	9.126

-----

Righting Arms: 0.001 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points	-----LCP	----TCP	----VCP	----Height
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860	3.919
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD 224.370f	21.500p	23.860	7.229
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD 224.370f	1.200s	24.760	6.379
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD 224.370f	1.200p	24.760	6.564
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD 4.800a	10.000s	23.900	6.770
(6) Accommodation	FLOOD 32.600f	14.000s	23.800	6.048

Distances in METERS.-----

**Tablica 22. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 4**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 2.27/270.00, Heel: Stbd 4.42 deg., VCG = 13.383

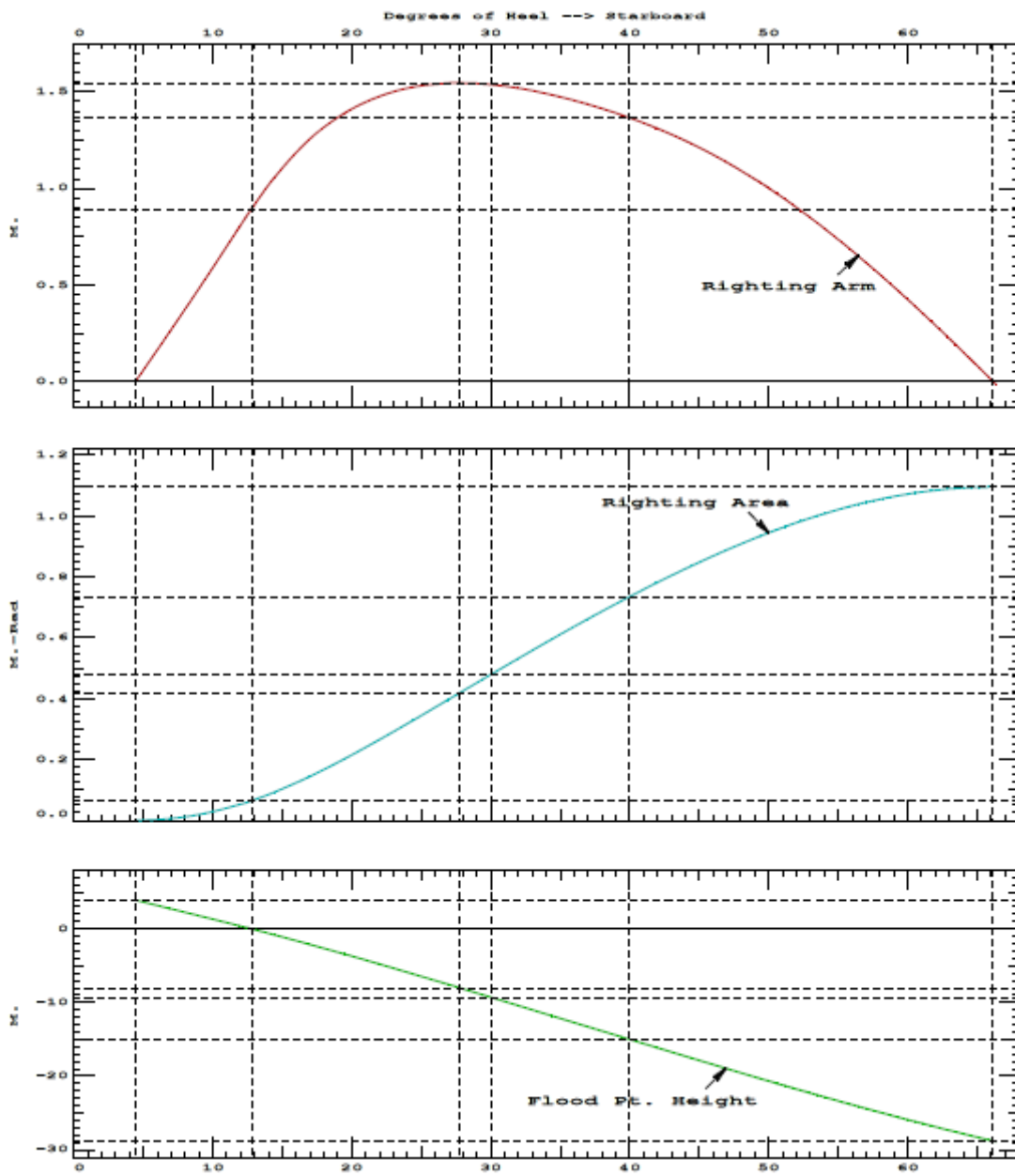
LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/
Draft	----Weight (MT)	----LCB	----VCB	-----cm
17.384	162,200.61	132.955f	9.126	106.60
				119.332f
				2116.83
				352.37
				6.190

Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline. True Free Surface included.

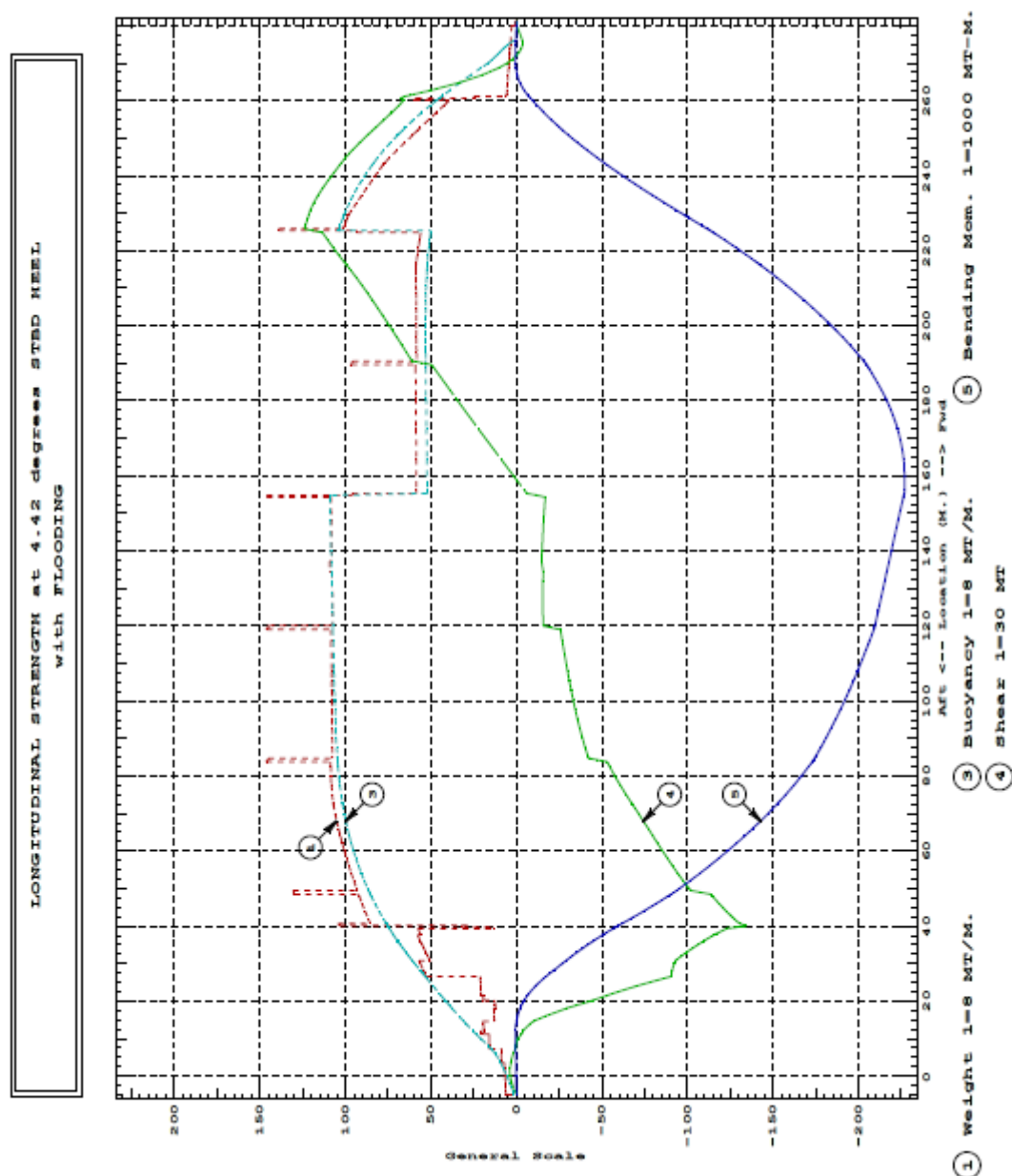
Critical Point	-----LCP	----TCP	----VCP
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860



Slika 26. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 4

**Tablica 23. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 4**

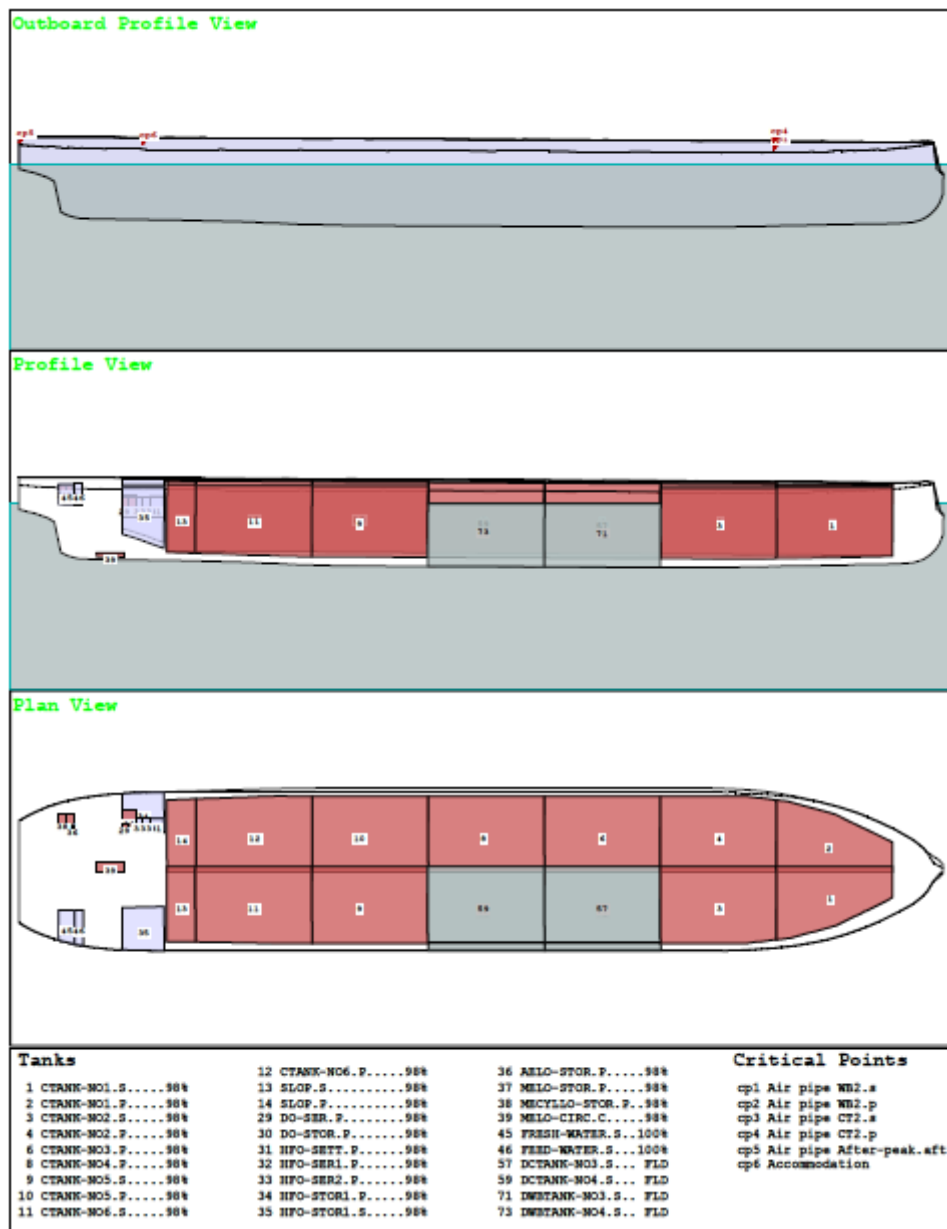
Largest Shear:	-4,024.0 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-226,782 MT-m	at 156.400f (Sagging)

**Slika 27. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 4**

## iv. Oštećeno stanje 5

DAMAGE CONDITION 5.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m,100% STORES

FLOODED: CT3.s, WB3.s, CT4.s, WB4.s



Slika 28. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 5

**Tablica 24. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 5**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 16.682 @ Origin

Trim: Fwd 1.54/270.00, Heel: Stbd 4.21 deg.

Displ (MT) ----LCB-----TCB-----VCB

HULL		1.025	193,957.37	141.548f	0.829s	9.158
DCTANK-NO3.S	Flooded	1.025	-12,244.44	172.488f	10.864s	10.644
DCTANK-NO4.S	Flooded	1.025	-12,086.13	137.209f	10.863s	10.543
DWBTANK-NO3.S	Flooded	1.025	-3,777.13	172.462f	16.539s	5.012
DWBTANK-NO4.S	Flooded	1.025	-3,760.06	137.184f	16.510s	4.950
Total Displacement→		1.025	162,089.61	138.915f	1.407p	9.136

-----  
Righting Arms: 0.003f 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points-----LCP-----TCP-----VCP-----Height

(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860	4.301
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD	224.370f	21.500p	23.860	7.455
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD	224.370f	1.200s	24.760	6.688
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD	224.370f	1.200p	24.760	6.864
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD	4.800a	10.000s	23.900	6.492
(6) Accommodation	FLOOD	32.600f	14.000s	23.800	5.886

Distances in METERS.-----

**Tablica 25. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 5**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 1.54/270.00, Heel: Stbd 4.21 deg., VCG = 13.384

LCF Displacement Buoyancy-Ctr. Weight/ Moment/

Draft----Weight (MT)----LCB-----VCB-----cm-----LCF---cm trim---GML-----GMT

17.395 162,089.61 138.915f 9.136 106.64 124.636f 2348.75 391.24 6.145

Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

Trim is per 270.00m.

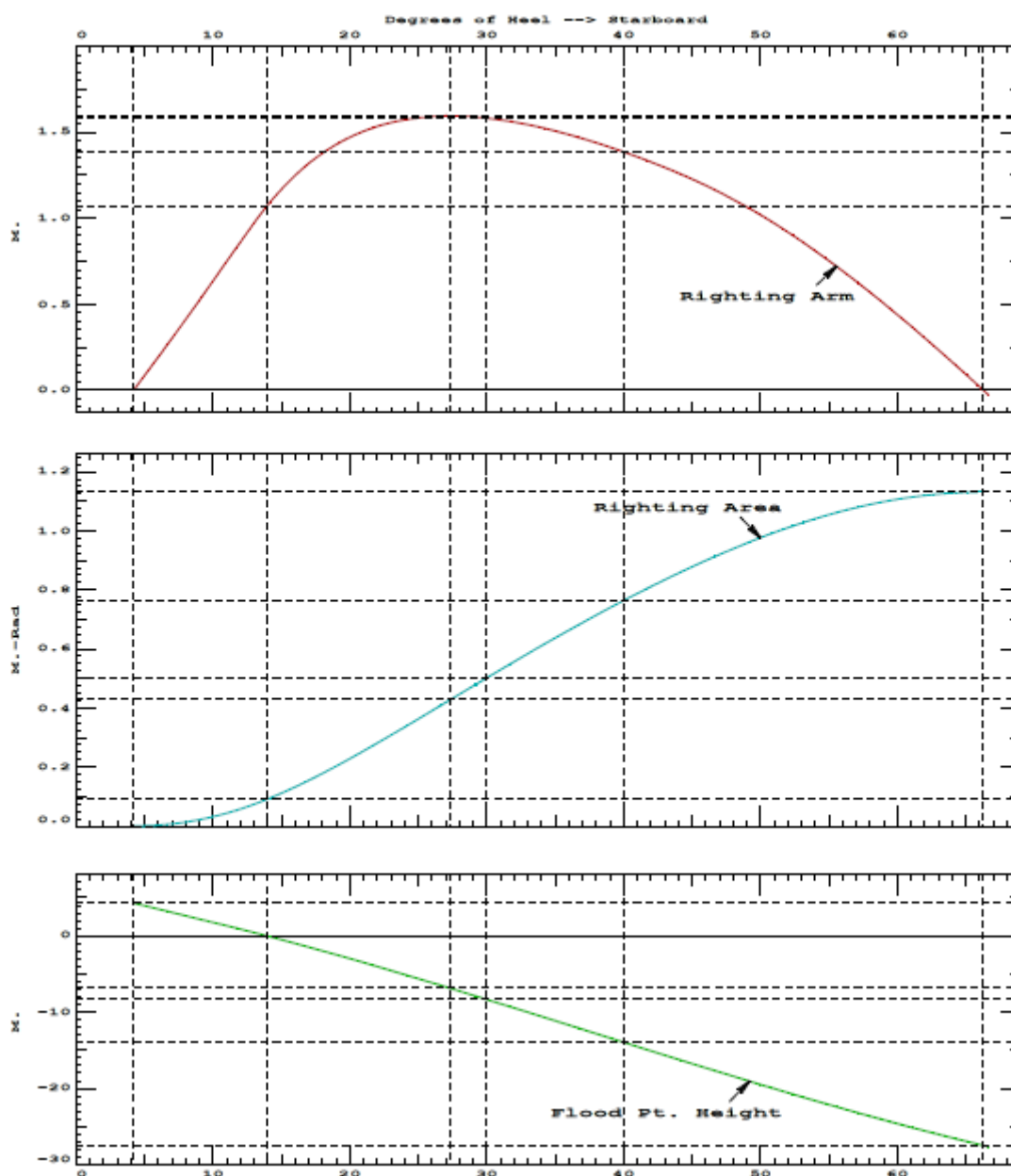
Draft is from Baseline.

True Free Surface included.

Critical Point-----LCP-----TCP-----VCP

(1) Air pipe WB2.s FLOOD 224.370f 21.500s 23.860

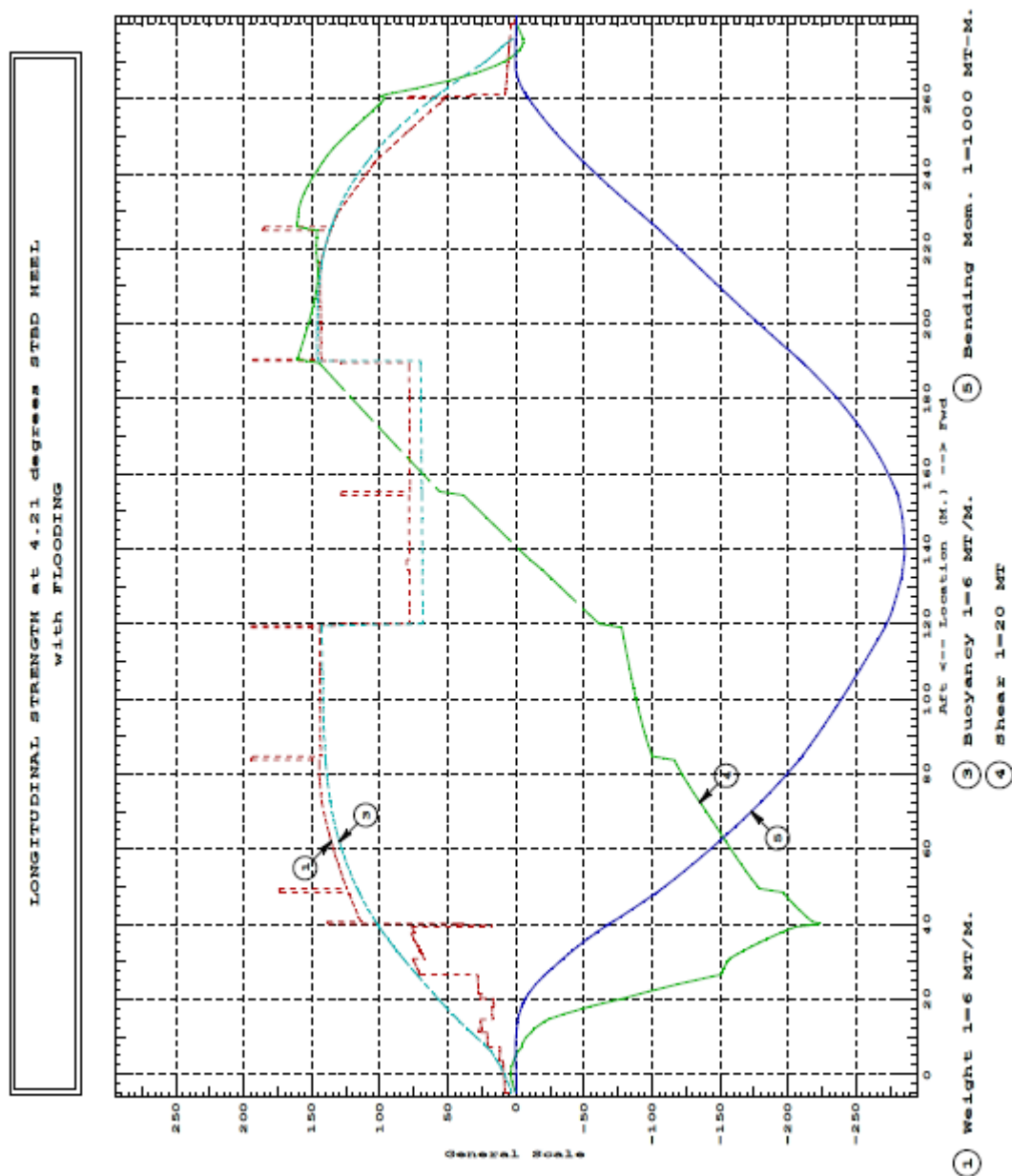




Slika 29. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 5

**Tablica 26. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 5**

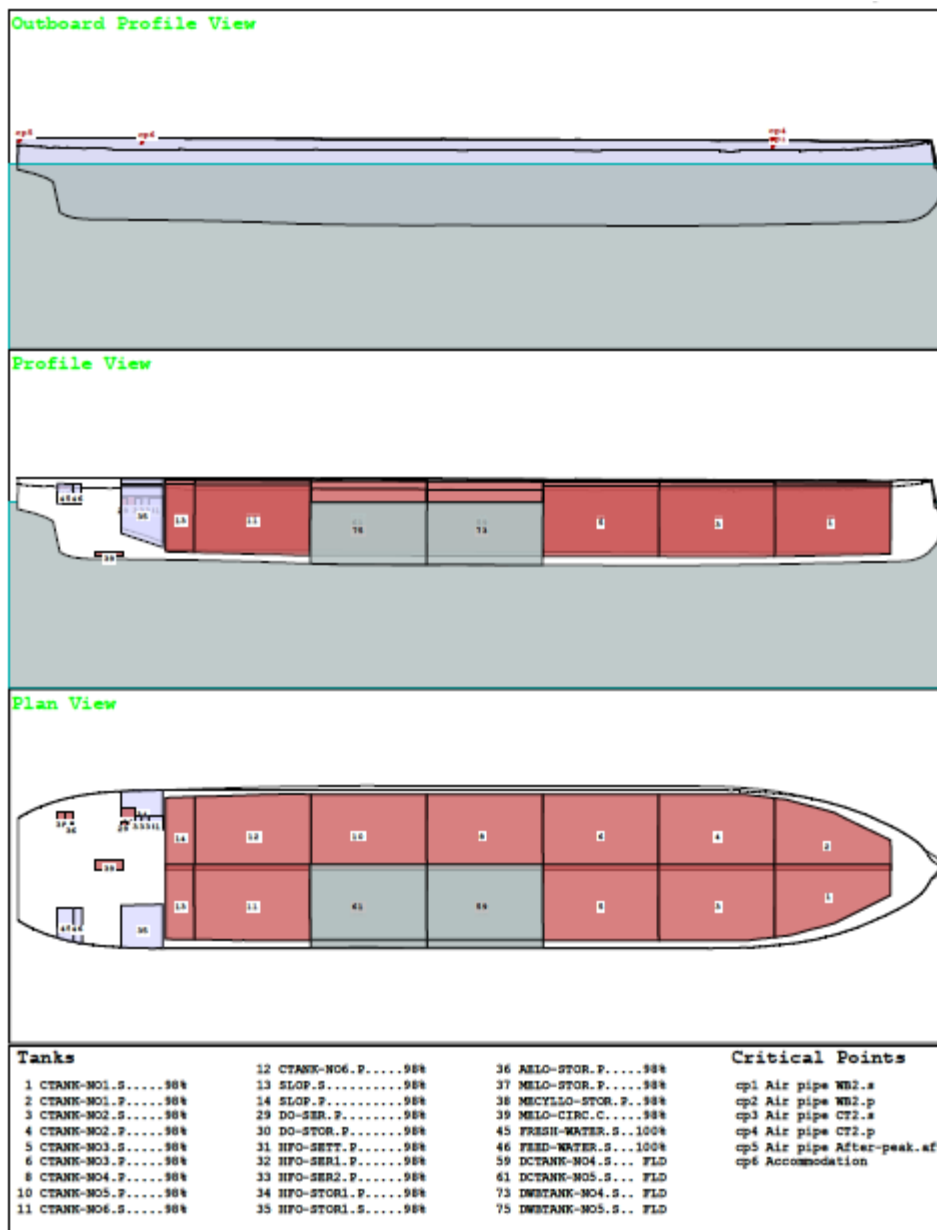
Largest Shear:	-4,466.0 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-285,573 MT-m	at 140.200f (Sagging)

**Slika 30. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 5**

**v. Oštećeno stanje 6**

DAMAGE CONDITION 6.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m, 100% STORES

FLOODED: CT4.s, WB4.s, CT5.s, WB5.s



Slika 31. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 6

**Tablica 27. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 6**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 16.923 @ Origin

Trim: Fwd 0.95/270.00, Heel: Stbd 3.91 deg.

			Displ (MT) ----LCB-----TCB-----VCB			
HULL		1.025	193,439.80	140.832f	0.774s	9.128
DCTANK-NO4.S	Flooded	1.025	-11,995.22	137.194f	10.850s	10.484
DCTANK-NO5.S	Flooded	1.025	-11,897.51	101.914f	10.849s	10.421
DWBTANK-NO4.S	Flooded	1.025	-3,745.38	137.179f	16.485s	4.895
DWBTANK-NO5.S	Flooded	1.025	-3,714.94	101.965f	16.433s	4.877
Total Displacement-->		1.025	162,086.75	144.933f	1.433p	9.128

-----

Righting Arms: 0.001a 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points-----LCP-----TCP-----VCP-----Height

(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860	4.664
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD	224.370f	21.500p	23.860	7.597
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD	224.370f	1.200s	24.760	6.946
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD	224.370f	1.200p	24.760	7.110
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD	4.800a	10.000s	23.900	6.295
(6) Accommodation	FLOOD	32.600f	14.000s	23.800	5.791

Distances in METERS.-----

**Tablica 28. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 6**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 0.95/270.00, Heel: Stbd 3.91 deg., VCG = 13.383

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/					
	Draft----	Weight (MT) ----	LCB-----	VCB-----	cm-----	LCF---	cm trim---	GML-----	GMT
17.383	162,086.75	144.933f	9.128	106.75	130.127f	2399.19	399.65	6.061	

Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

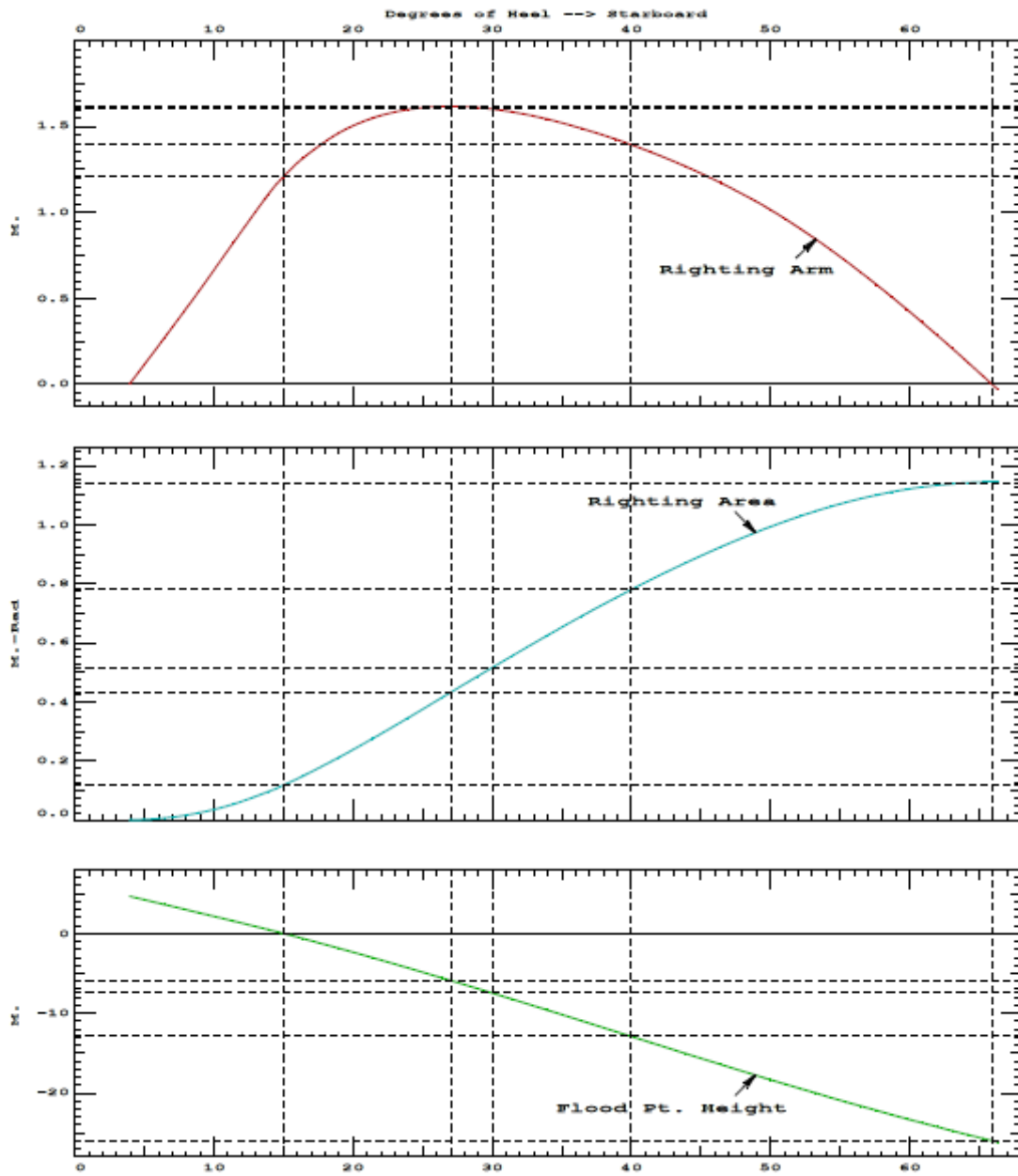
Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline.

True Free Surface included.

Critical Point-----LCP-----TCP-----VCP

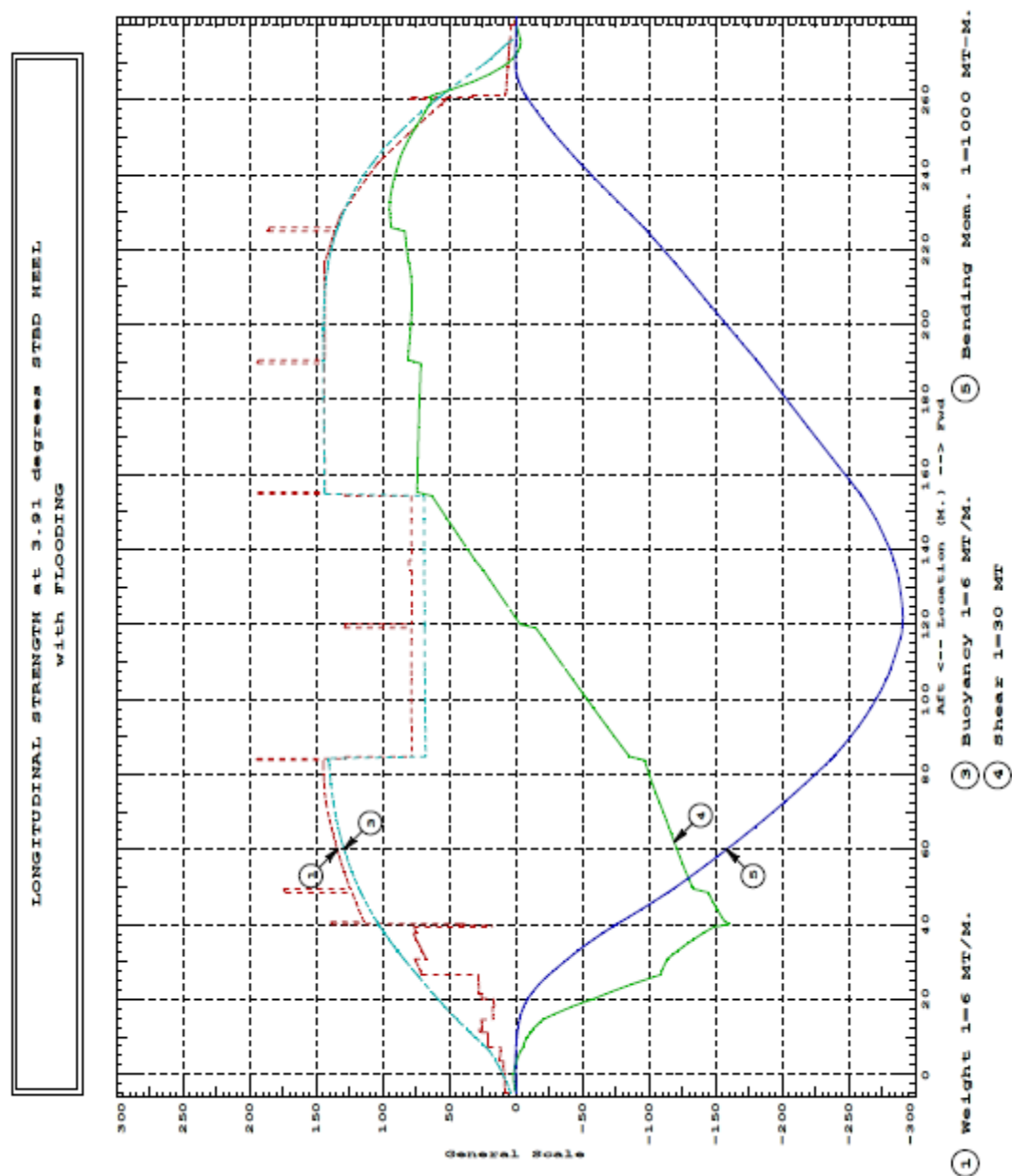
(1) Air pipe WB2.s FLOOD 224.370f 21.500s 23.860



Slika 32. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 6

**Tablica 29. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 6**

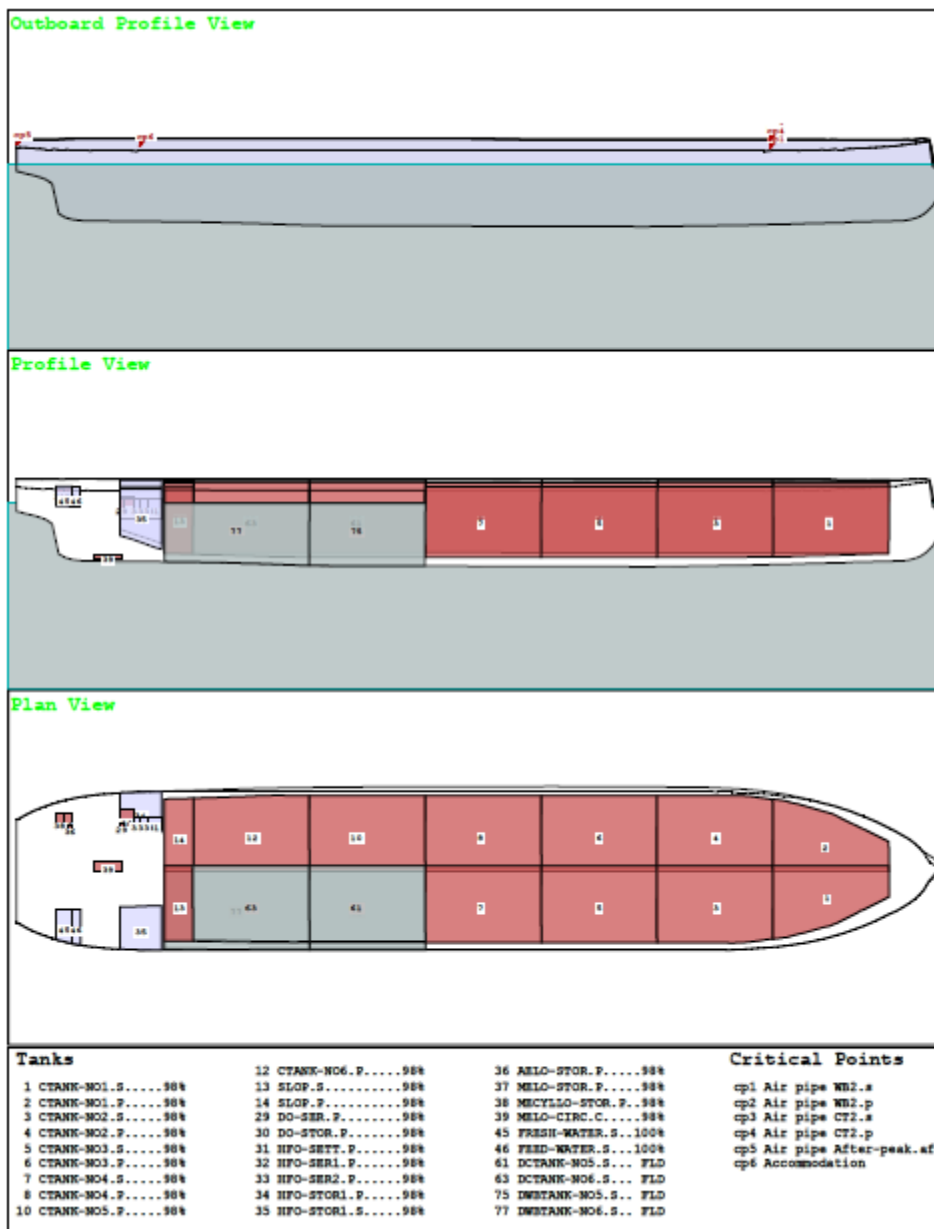
Largest Shear:	-4,816.0 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-290,340 MT-m	at 120.030f (Sagging)

**Slika 33. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 6**

vi. Oštećeno stanje 7

DAMAGE CONDITION 7.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m,100% STORES

FLOODED: CT5.s, WB5.s, CT6.s, WB6.s



Slika 34. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 7

**Tablica 30. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 7**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 17.393 @ Origin

Trim: Fwd 0.13/270.00, Heel: Stbd 4.33 deg.

			Displ (MT) ----LCB-----TCB-----VCB			
HULL		1.025	194,397.42	139.710f	0.857s	9.173
DCTANK-NO5.S	Flooded	1.025	-12,084.20	101.893f	10.869s	10.542
DCTANK-NO6.S	Flooded	1.025	-11,276.38	67.259f	10.388s	10.859
DWBTANK-NO5.S	Flooded	1.025	-3,741.84	101.958f	16.479s	4.978
DWBTANK-NO6.S	Flooded	1.025	-4,511.11	62.140f	15.576s	6.092
Total Displacement-->		1.025	162,783.89	150.554f	1.314p	9.136

-----

Righting Arms: 0.003f 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points-----	LCP-----	TCP-----	VCP-----	Height
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860	4.720
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD 224.370f	21.500p	23.860	7.968
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD 224.370f	1.200s	24.760	7.151
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD 224.370f	1.200p	24.760	7.332
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD 4.800a	10.000s	23.900	5.735
(6) Accommodation	FLOOD 32.600f	14.000s	23.800	5.316

Distances in METERS.-----

**Tablica 31. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 7**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 0.13/270.00, Heel: Stbd 4.33 deg., VCG = 13.352

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/
Draft----	Weight (MT) ----	LCB-----	VCB-----	cm-----
17.456	162,783.89	150.554f	9.136	106.82
				135.725f
				2268.51
				376.26
				6.157

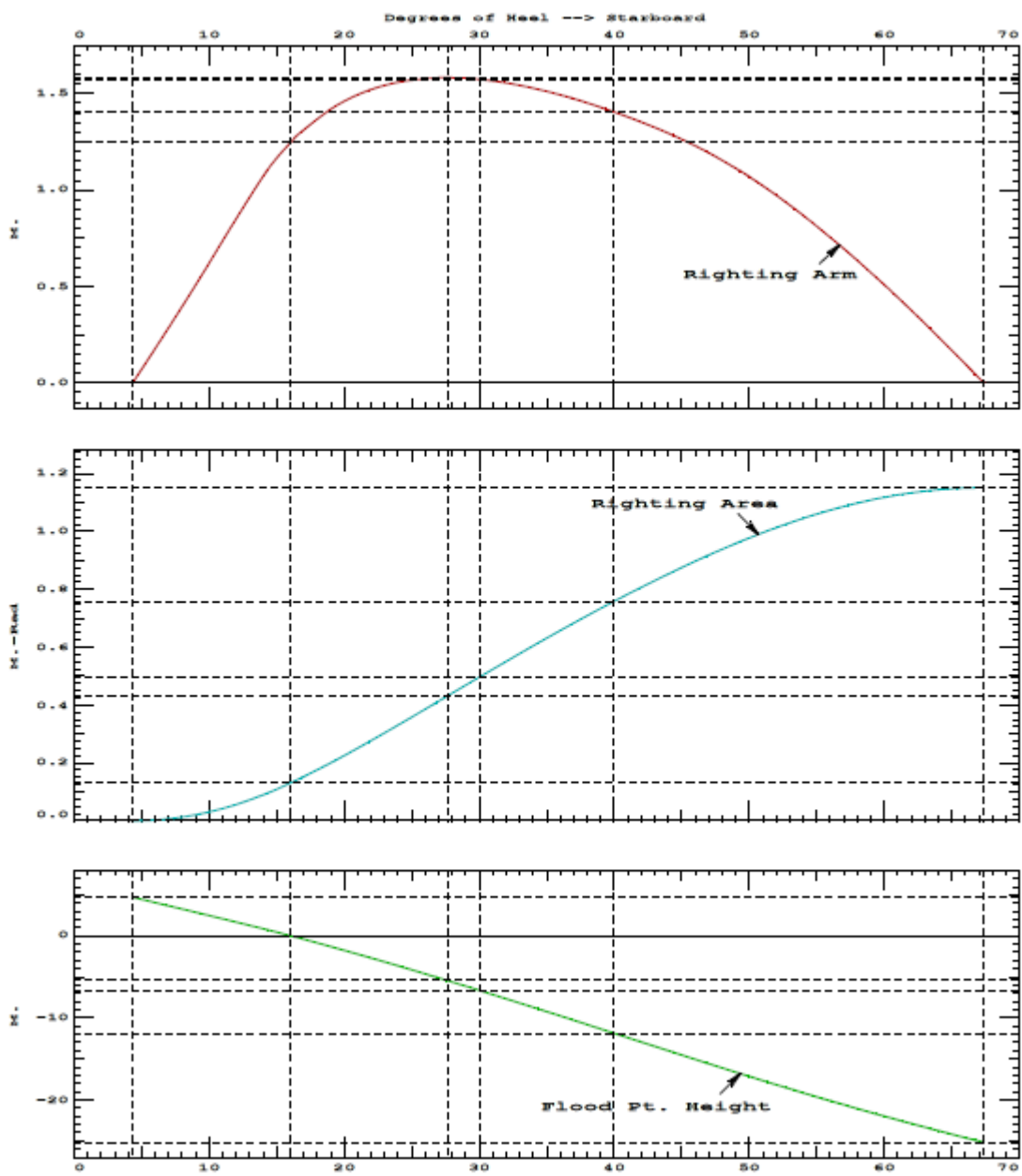
Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline. True Free Surface included.

Critical Point-----	LCP-----	TCP-----	VCP
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860

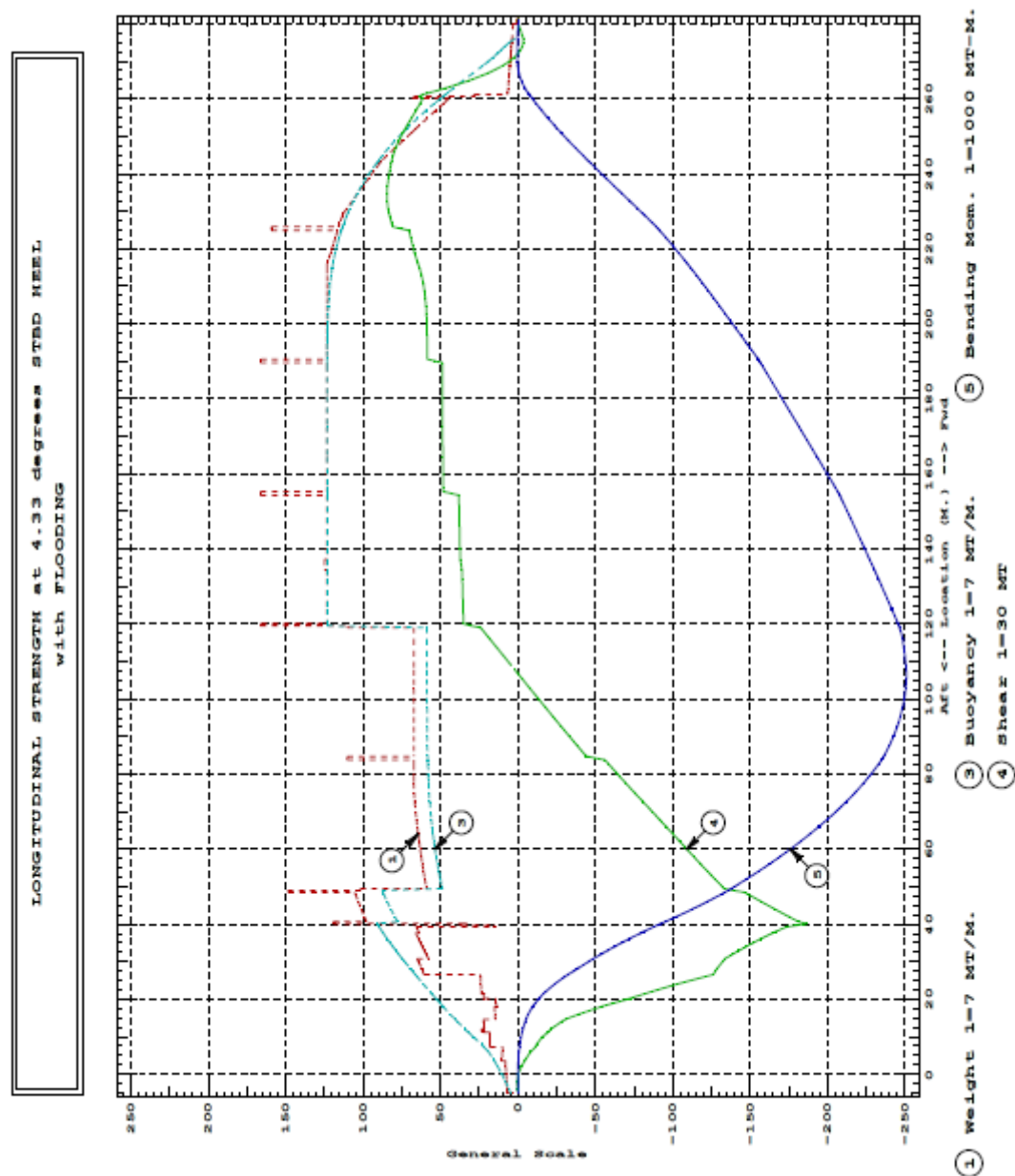




Slika 35. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 7

**Tablica 32. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 7**

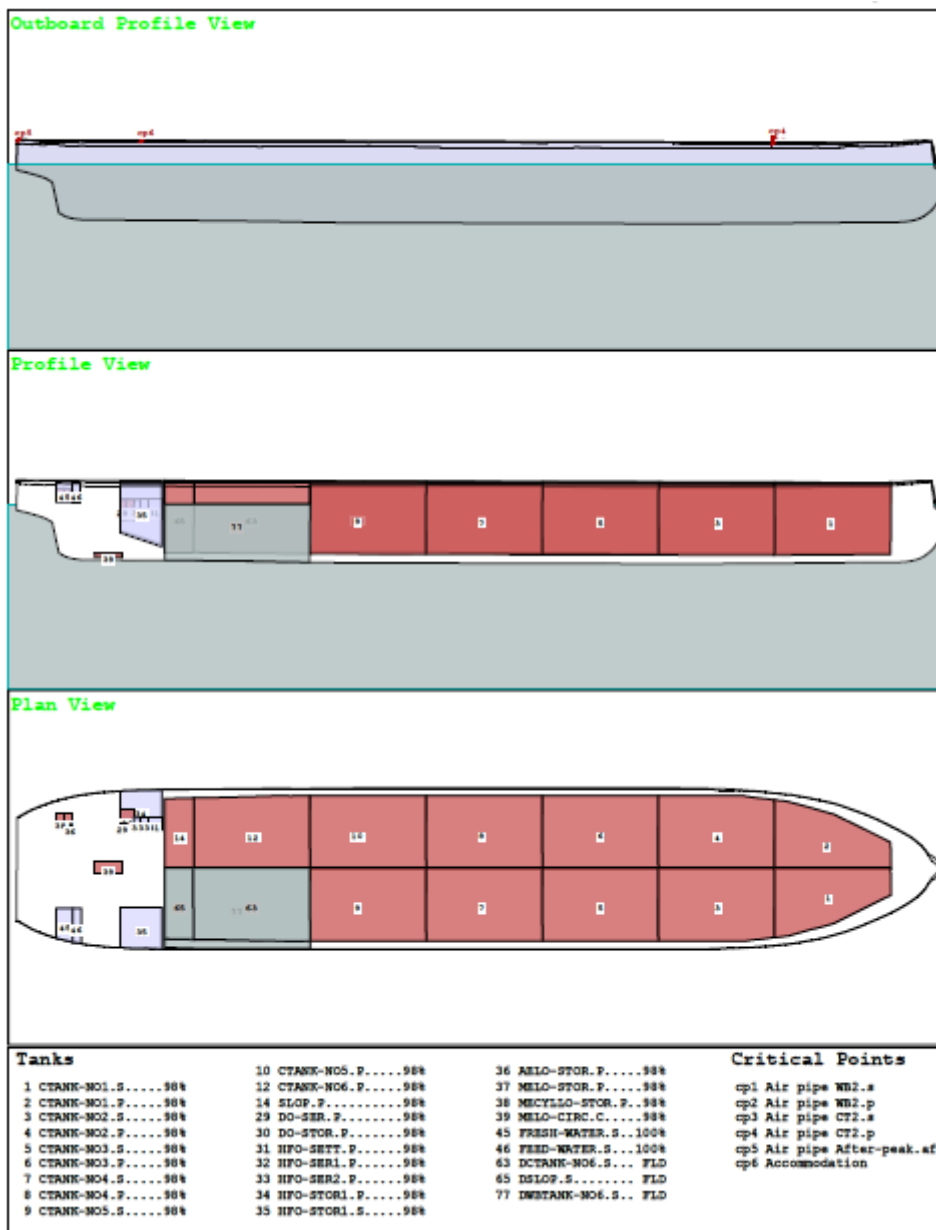
Largest Shear:	-5,580.6 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-250,849 MT-m	at 107.800f (Sagging)

**Slika 36. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 7**

vii. Oštećeno stanje 8

DAMAGE CONDITION 8.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m,100% STORES

FLOODED: CT6.s , WB6.s, SLOP.s



Slika 37. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 8

**Tablica 33. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 8**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 16.787 @ Origin

Trim: Fwd 0.80/270.00, Heel: Stbd 1.64 deg.

			Displ (MT)	LCB	TCB	VCB
HULL		1.025	190,814.80	140.828f	0.328s	8.993
DCTANK-NO6.S	Flooded	1.025	-10,536.71	67.317f	10.221s	10.367
DSLOP.S	Flooded	1.025	-2,062.16	44.667f	8.793s	11.200
DWBTANK-NO6.S	Flooded	1.025	-4,340.20	62.179f	15.289s	5.607
Total Displacement-->		1.025	173,875.72	148.386f	0.746p	8.968

---

Righting Arms: 0.003a 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points	LCP	TCP	VCP	Height
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860	5.789
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD 224.370f	21.500p	23.860	7.018
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD 224.370f	1.200s	24.760	7.269
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD 224.370f	1.200p	24.760	7.337
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD 4.800a	10.000s	23.900	6.838
(6) Accommodation	FLOOD 32.600f	14.000s	23.800	6.513

Distances in METERS.-----

**Tablica 34. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 8**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 0.80/270.00, Heel: Stbd 1.64 deg., VCG = 13.306

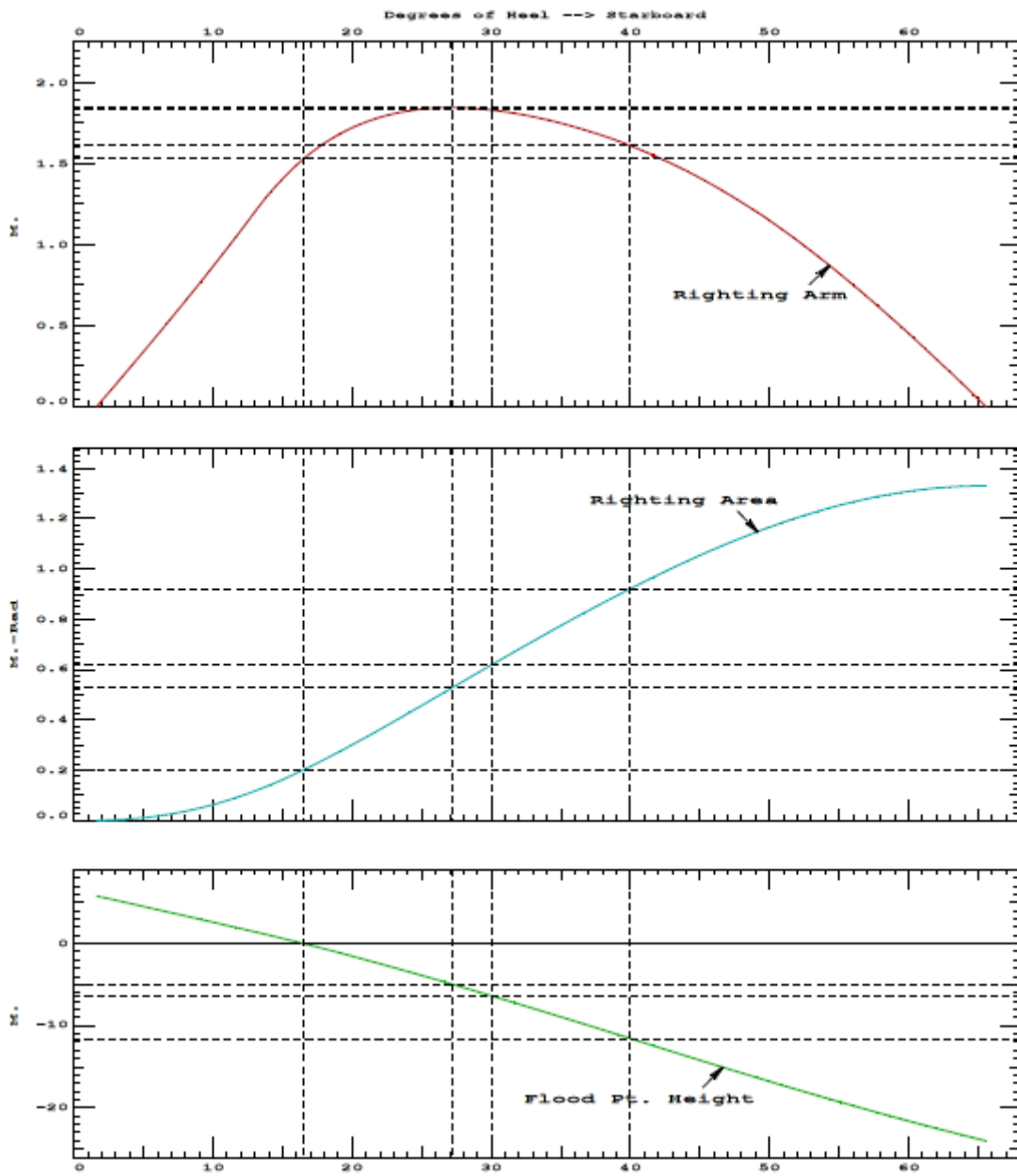
LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/
Draft	Weight (MT)	LCB	VCB	cm
17.188	173,875.72	148.386f	8.968	113.01
				134.965f
				2217.20
				344.29
				5.795

Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline. True Free Surface included.

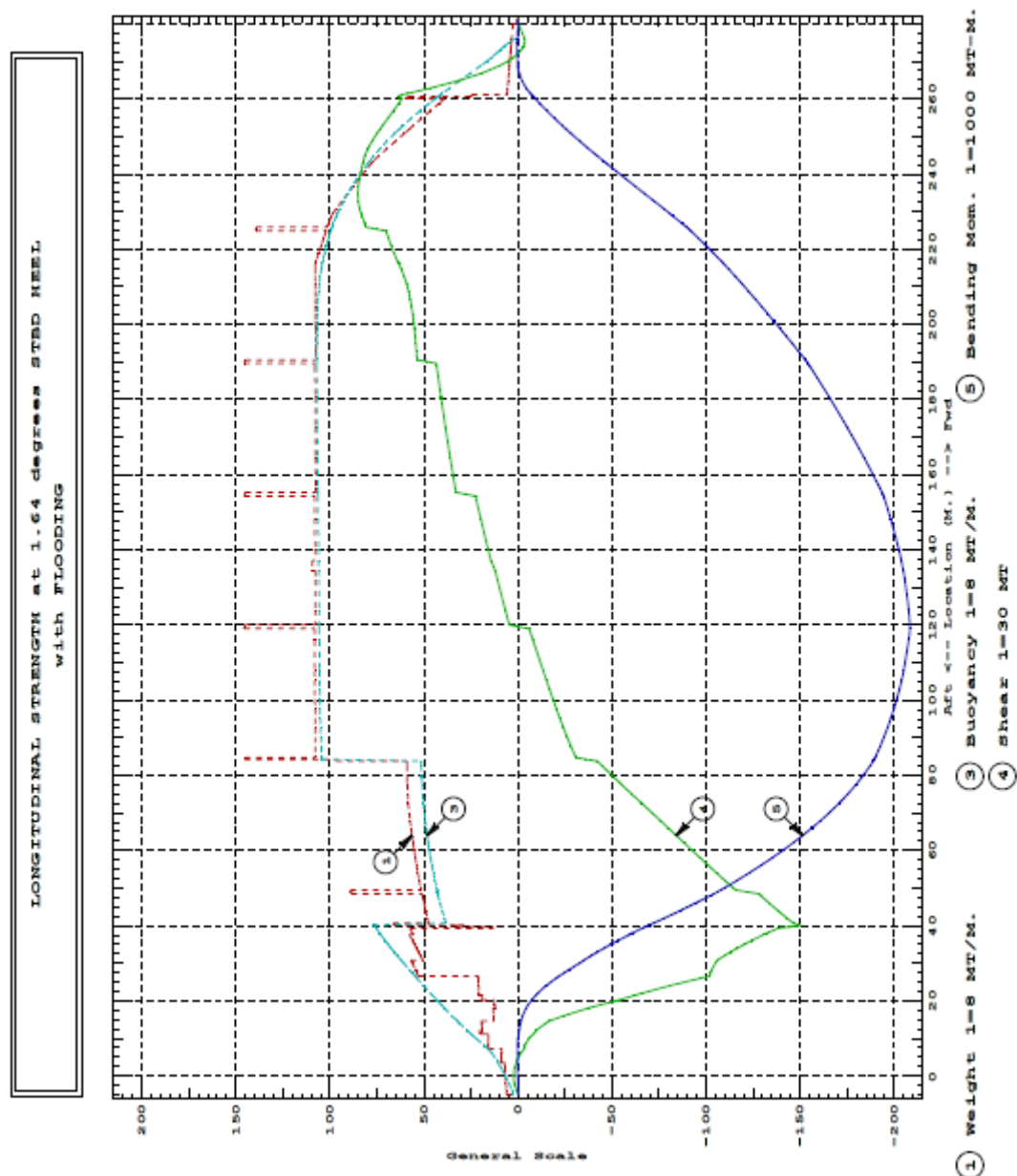
Critical Point	LCP	TCP	VCP
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860



Slika 38. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 8

**Tablica 35. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 8**

Largest Shear:	-4,504.1 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-208,500 MT-m	at 119.530f (Sagging)

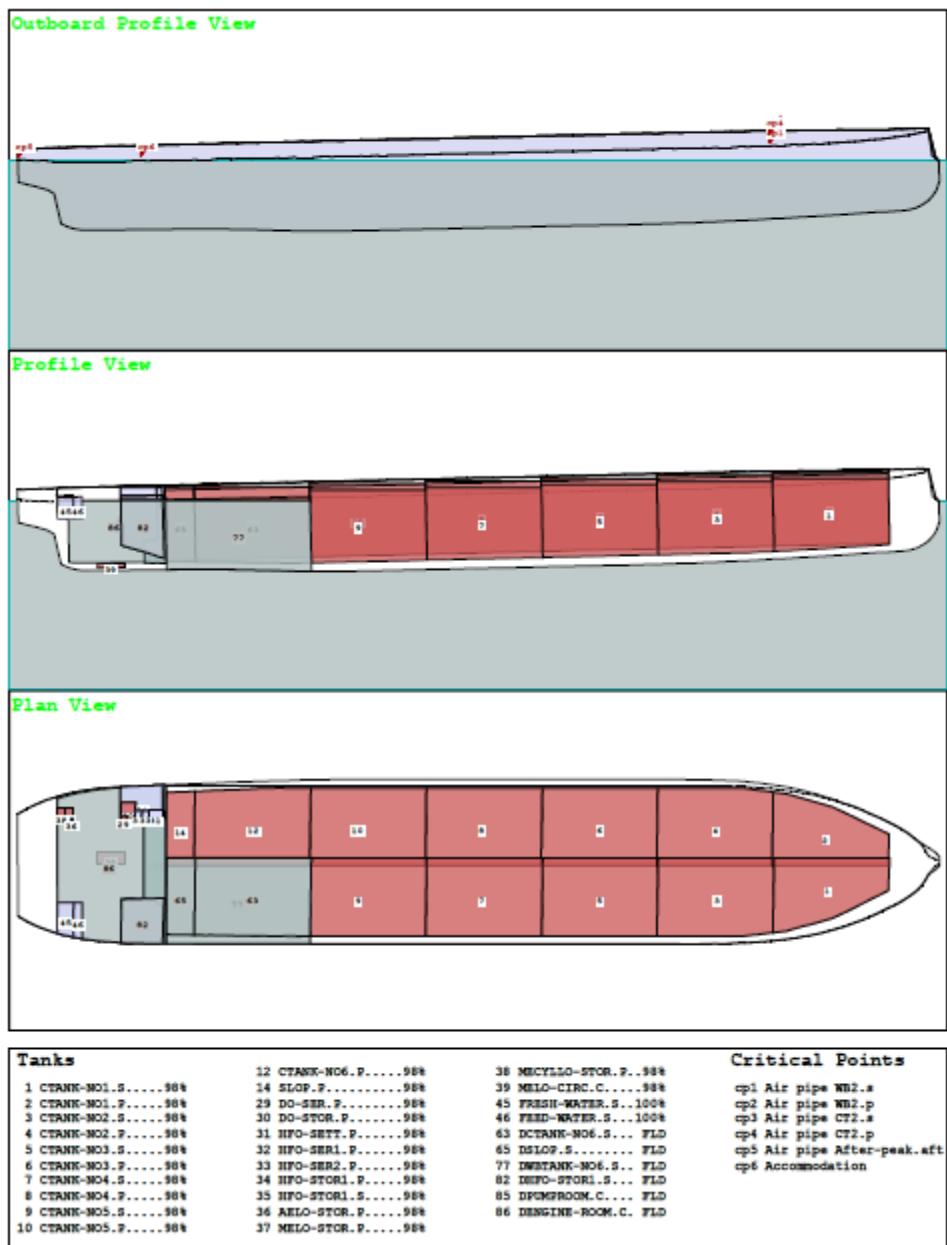
**Slika 39. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 8**

**viii. Oštećeno stanje 9**

DAMAGE CONDITION 9.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m,100% STORES

FLOODED: CT6.s, WB6.s, SLOP.s,

PUMP ROOM, ENGINE-ROOM, HFO1.s



**Slika 40. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 9**

**Tablica 36. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 9**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 21.659 @ Origin

Trim: Aft 6.26/270.00, Heel: Stbd 5.73 deg.

Displ (MT) ----LCB-----TCB-----VCB

HULL		1.025	209,790.61	131.046f	1.074s	9.940
DCTANK-NO6.S	Flooded	1.025	-13,573.25	67.020f	10.517s	12.365
DSLOP.S	Flooded	1.025	-2,908.82	44.627f	9.510s	13.615
DWBTANK-NO6.S	Flooded	1.025	-4,890.48	61.984f	16.138s	7.237
DHFO-STOR1.S	Flooded	1.025	-1,956.50	33.245f	17.255s	15.836
DPUMPROOM.C	Flooded	1.025	-1,834.68	38.177f	0.547s	10.524
DENGINE-ROOM.C	Flooded	1.025	-10,753.87	22.888f	1.267s	14.648
Total Displacement-->		1.025	173,873.02	148.203f	0.416p	9.402

-----

Righting Arms: 0.007a -0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points-----LCP-----TCP-----VCP-----Height

(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860	5.244
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD	224.370f	21.500p	23.860	9.538
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD	224.370f	1.200s	24.760	8.167
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD	224.370f	1.200p	24.760	8.406
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD	4.800a	10.000s	23.900	1.119
(6) Accommodation	FLOOD	32.600f	14.000s	23.800	1.487

Distances in METERS.-----

**Tablica 37. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 9**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Aft 6.26/270.00, Heel: Stbd 5.73 deg., VCG = 13.310

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/
Draft----	Weight (MT) ----	LCB-----	VCB-----	cm-----
18.234	173,873.02	148.203f	9.402	103.20
				146.973f
				1730.95
				268.79
				5.986

Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

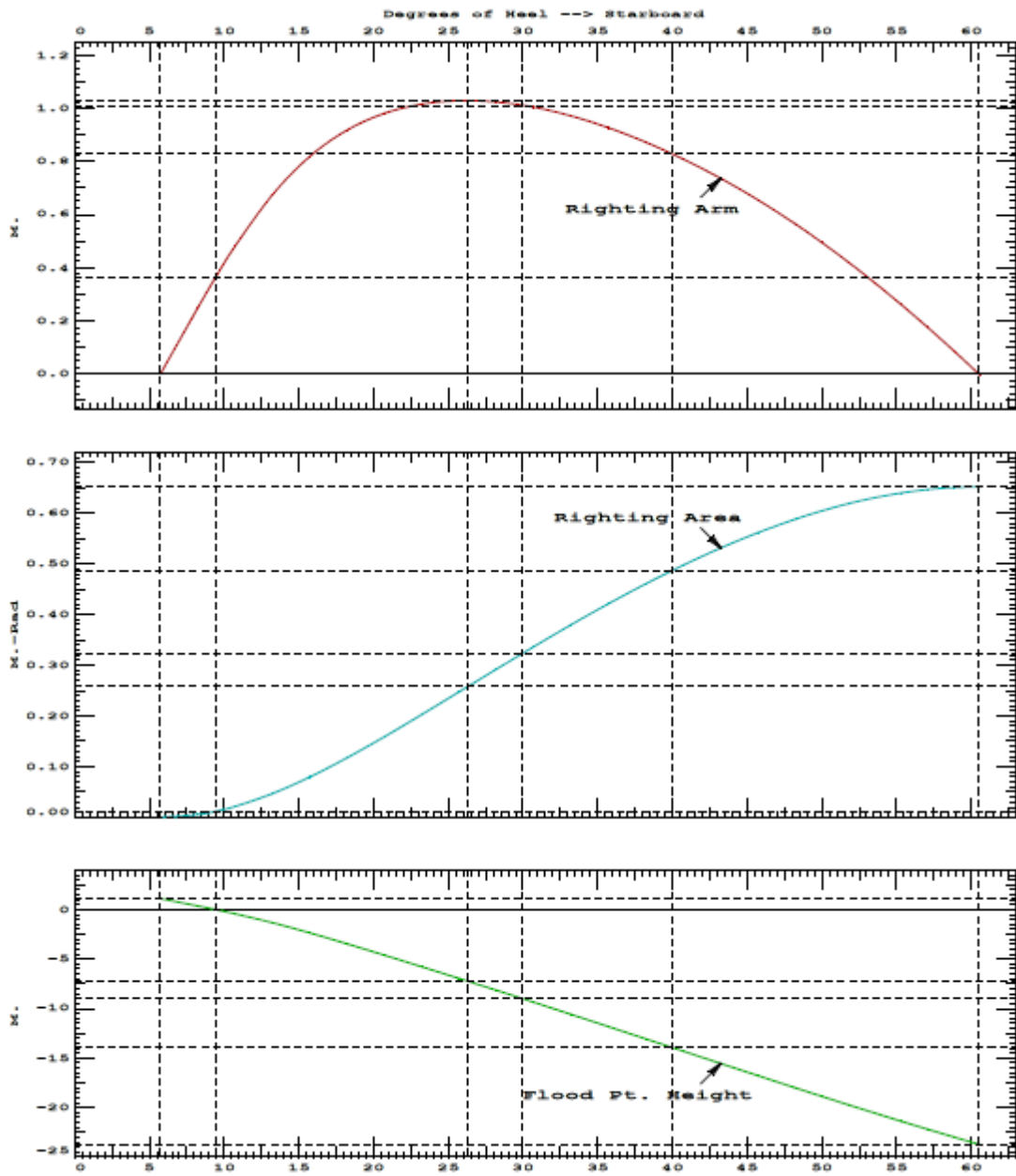
Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline. True Free Surface included.

Critical Points-----LCP-----TCP-----VCP

(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD	4.800a	10.000s	23.900
(6) Accommodation	FLOOD	32.600f	14.000s	23.800

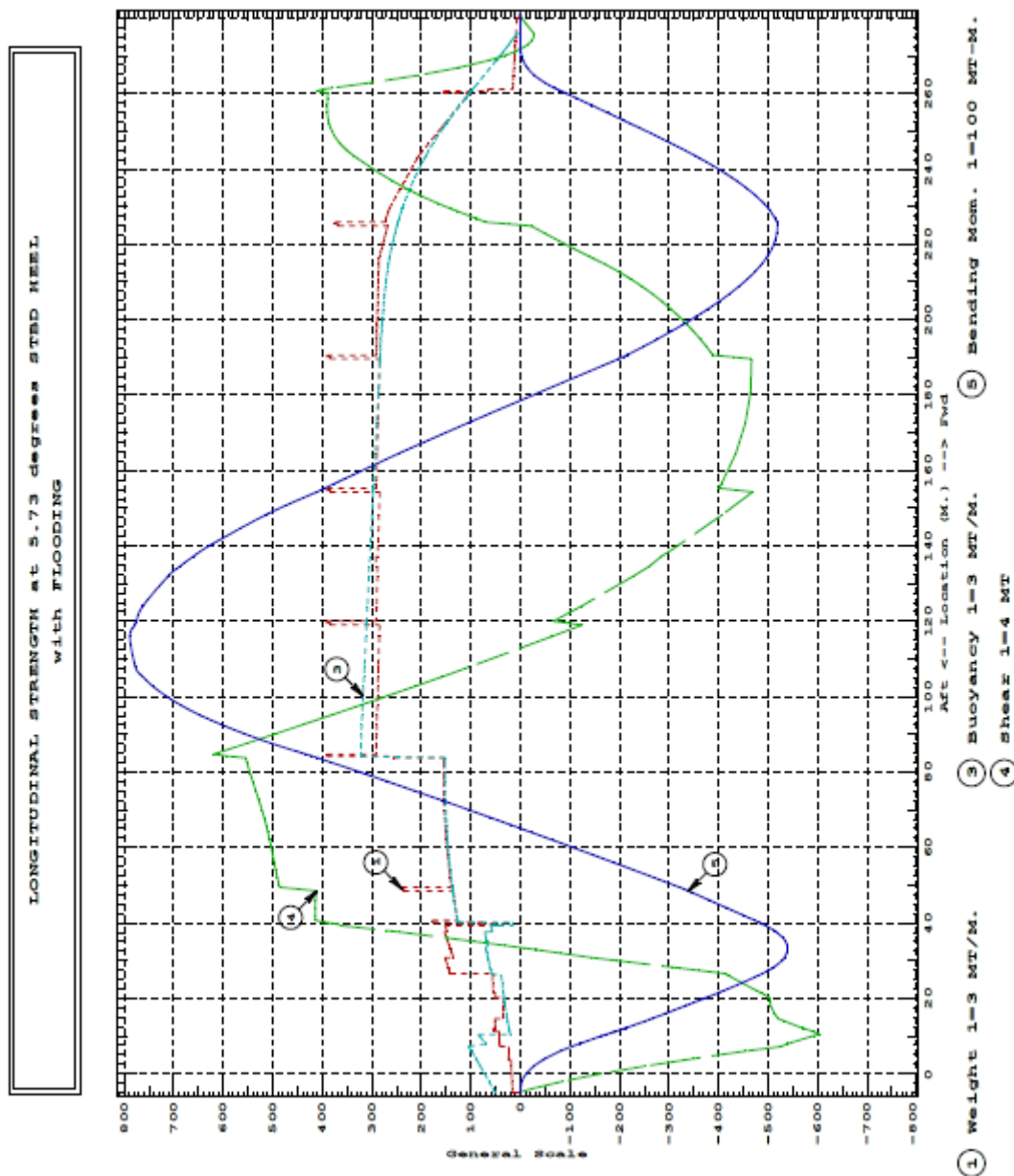




Slika 41. Krivulje stabiliteta za oštećeno stanje 9

**Tablica 38. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 9**

Largest Shear:	2,475.2 MT	at 84.750f
Largest Bending Moment:	78,841 MT-m	at 115.900f (Hogging)

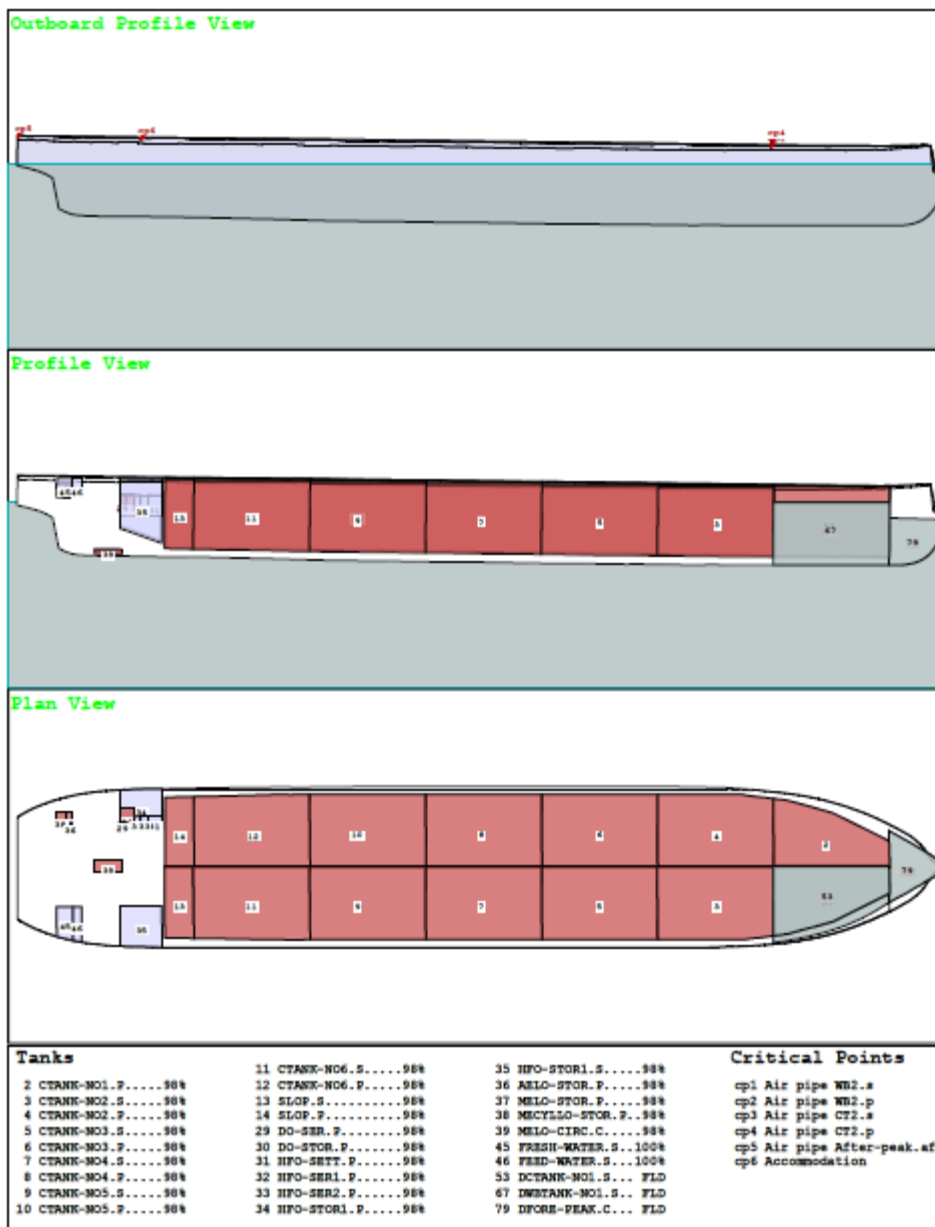


**Slika 42. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 9**

### ix. Oštećeno stanje 10

DAMAGE CONDITION 10.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m, 100% STORES

FLOODED: FORE PEAK, CT1.s, WB1.s



Slika 43. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 10

**Tablica 39. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 10**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 15.865 @ Origin

Trim: Fwd 3.29/270.00, Heel: Stbd 1.72 deg.

			Displ (MT)	LCB	TCB	VCB
HULL		1.025	194,102.94	143.770f	0.337s	9.158
DCTANK-NO1.S	Flooded	1.025	-8,602.86	240.352f	7.878s	11.222
DWBTANK-NO1.S	Flooded	1.025	-3,099.52	242.195f	12.480s	6.409
DFORE-PEAK.C	Flooded	1.025	-2,115.39	266.007f	0.000	8.303
Total Displacement-->		1.025	180,285.17	136.035f	0.228p	9.117

-----

Righting Arms: 0.002f 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points	LCP	TCP	VCP	Height
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860	4.613
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD 224.370f	21.500p	23.860	5.907
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD 224.370f	1.200s	24.760	6.123
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD 224.370f	1.200p	24.760	6.195
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD 4.800a	10.000s	23.900	7.788
(6) Accommodation	FLOOD 32.600f	14.000s	23.800	7.113

Distances in METERS.-----

**Tablica 40. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 10**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 3.29/270.00, Heel: Stbd 1.72 deg., VCG = 13.325

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/
Draft	Weight (MT)	LCB	VCB	cm
17.368	180,285.17	136.035f	9.117	116.73
				123.416f
				2066.82
				309.53
				6.212

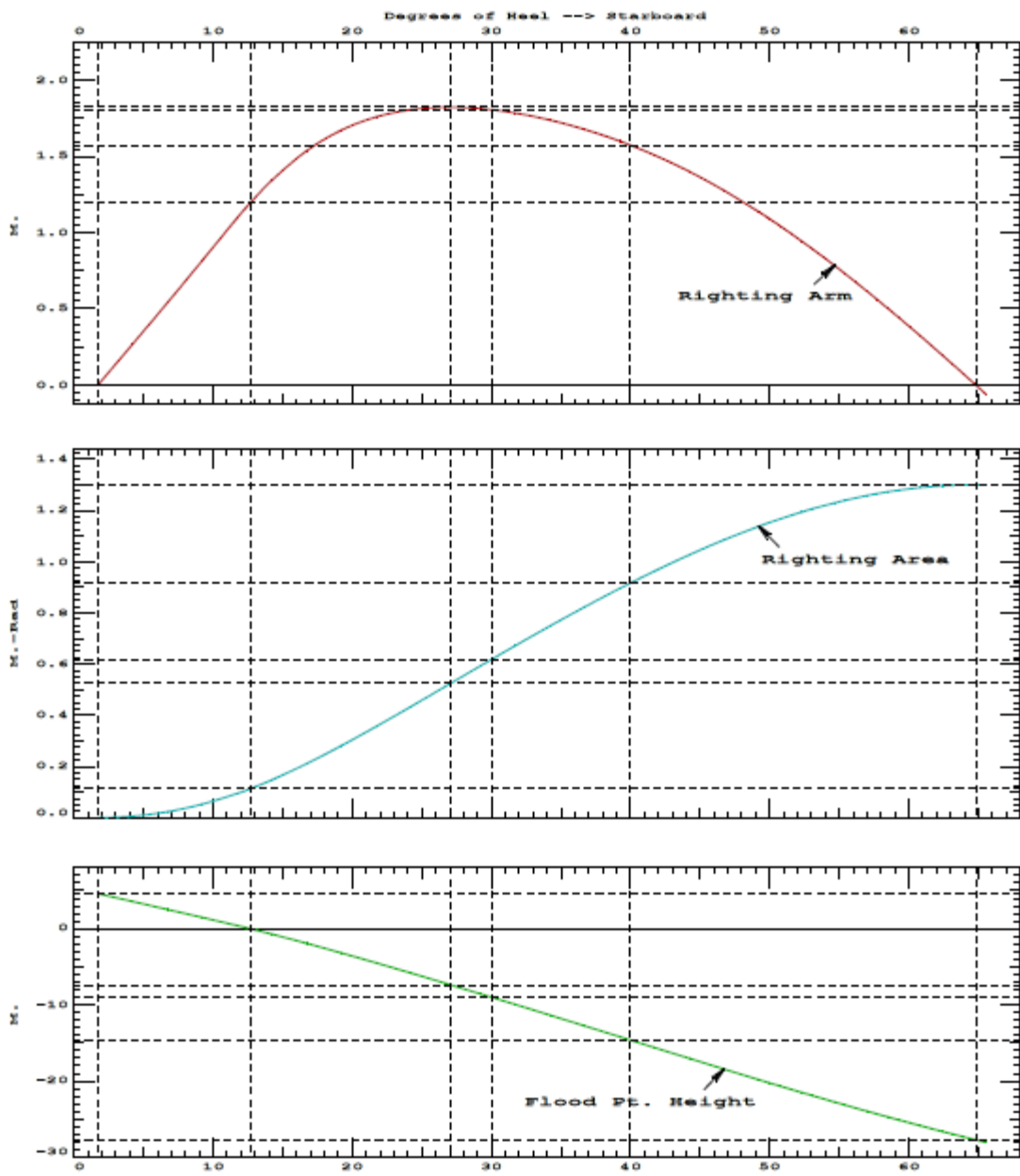
Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline.

True Free Surface included.

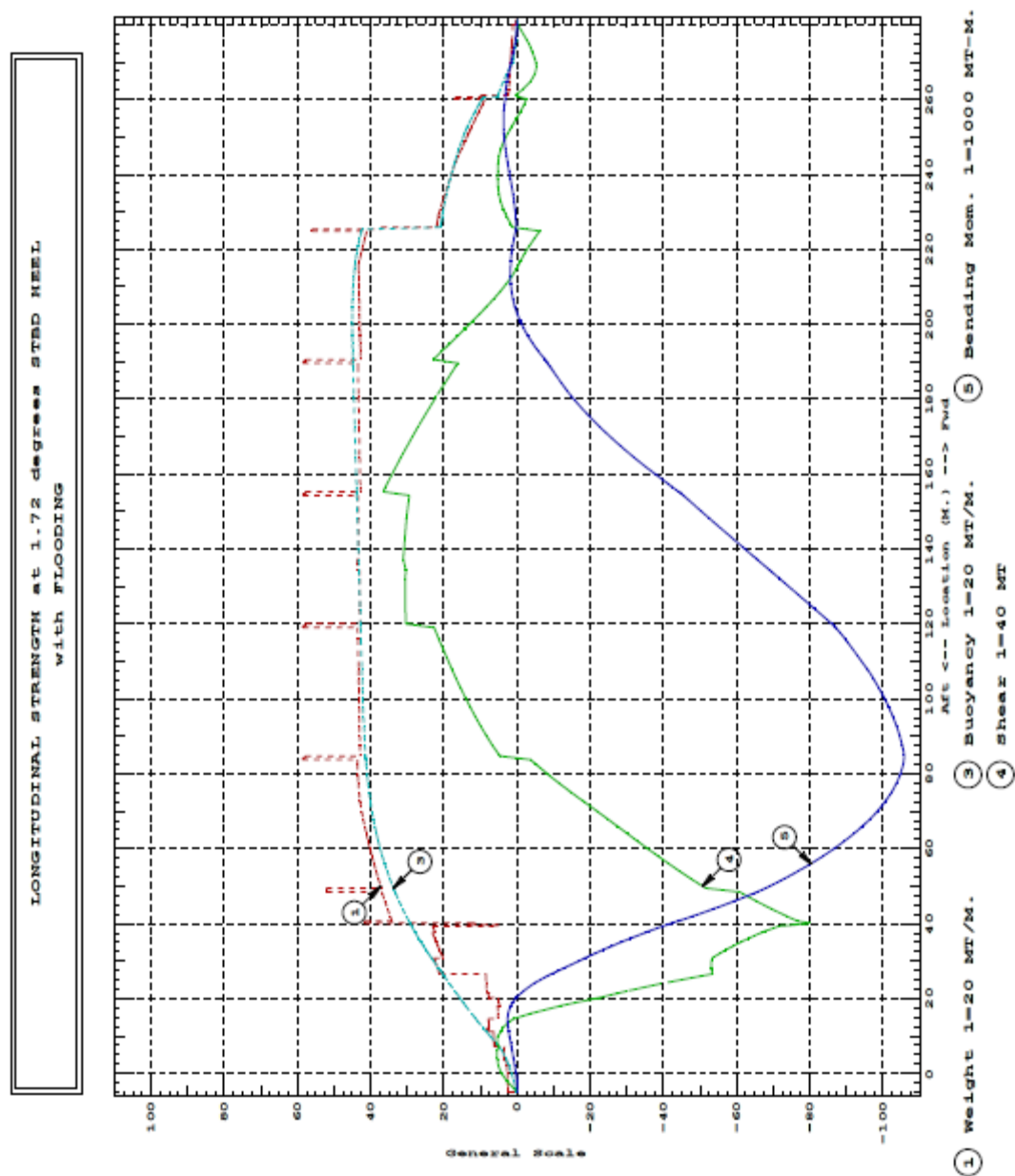
Critical Point	LCP	TCP	VCP
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860



Slika 44. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 10

Tablica 41. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 10

Largest Shear:	-3,189.3 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-105,864 MT-m	at 84.250f (Sagging)

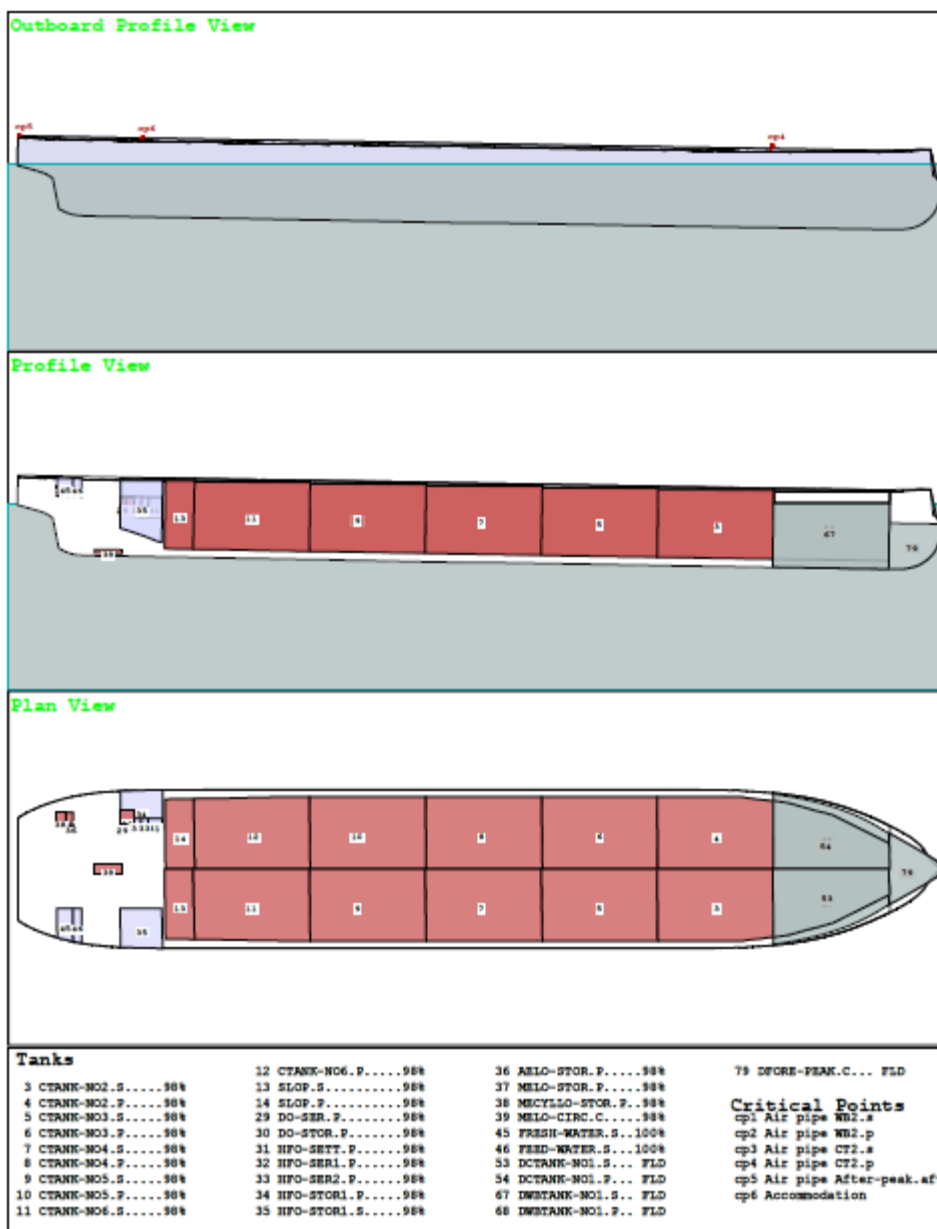


Slika 45. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 10

**x. Oštećeno stanje 11**

DAMAGE CONDITION 11.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m, 100% STORES

FLOODED: FORE PEAK, CT1, WB1



Slika 46. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 11

**Tablica 42. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 11**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 15.464 @ Origin

Trim: Fwd 4.59/270.00, Heel: Stbd 0.27 deg.

			Displ (MT)	LCB	TCB	VCB
HULL		1.025	196,846.89	145.187f	0.052s	9.294
DCTANK-NO1.S	Flooded	1.025	-8,907.52	240.412f	7.843s	11.499
DCTANK-NO1.P	Flooded	1.025	-8,864.04	240.421f	7.825p	11.460
DWBTANK-NO1.S	Flooded	1.025	-3,133.83	242.261f	12.508s	6.553
DWBTANK-NO1.P	Flooded	1.025	-3,118.59	242.261f	12.484p	6.490
DFORE-PEAK.C	Flooded	1.025	-2,115.39	266.007f	0.000	8.303
Total Displacement→		1.025	170,707.52	130.220f	0.055s	9.180

-----

Righting Arms:		0.002f	0.000s		
Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.					
Critical Points-----		LCP	TCP	VCP	Height
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860	4.483
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD	224.370f	21.500p	23.860	4.686
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD	224.370f	1.200s	24.760	5.478
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD	224.370f	1.200p	24.760	5.490
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD	4.800a	10.000s	23.900	8.469
(6) Accommodation	FLOOD	32.600f	14.000s	23.800	7.715

Distances in METERS.-----

**Tablica 43. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 11**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 4.59/270.00, Heel: Stbd 0.27 deg., VCG = 13.320

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/				
Draft	Weight (MT)	LCB	VCB	cm	LCF	cm trim	GML	GMT
17.453	170,707.52	130.220f	9.180	109.89	117.109f	1706.06	269.84	6.389

Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

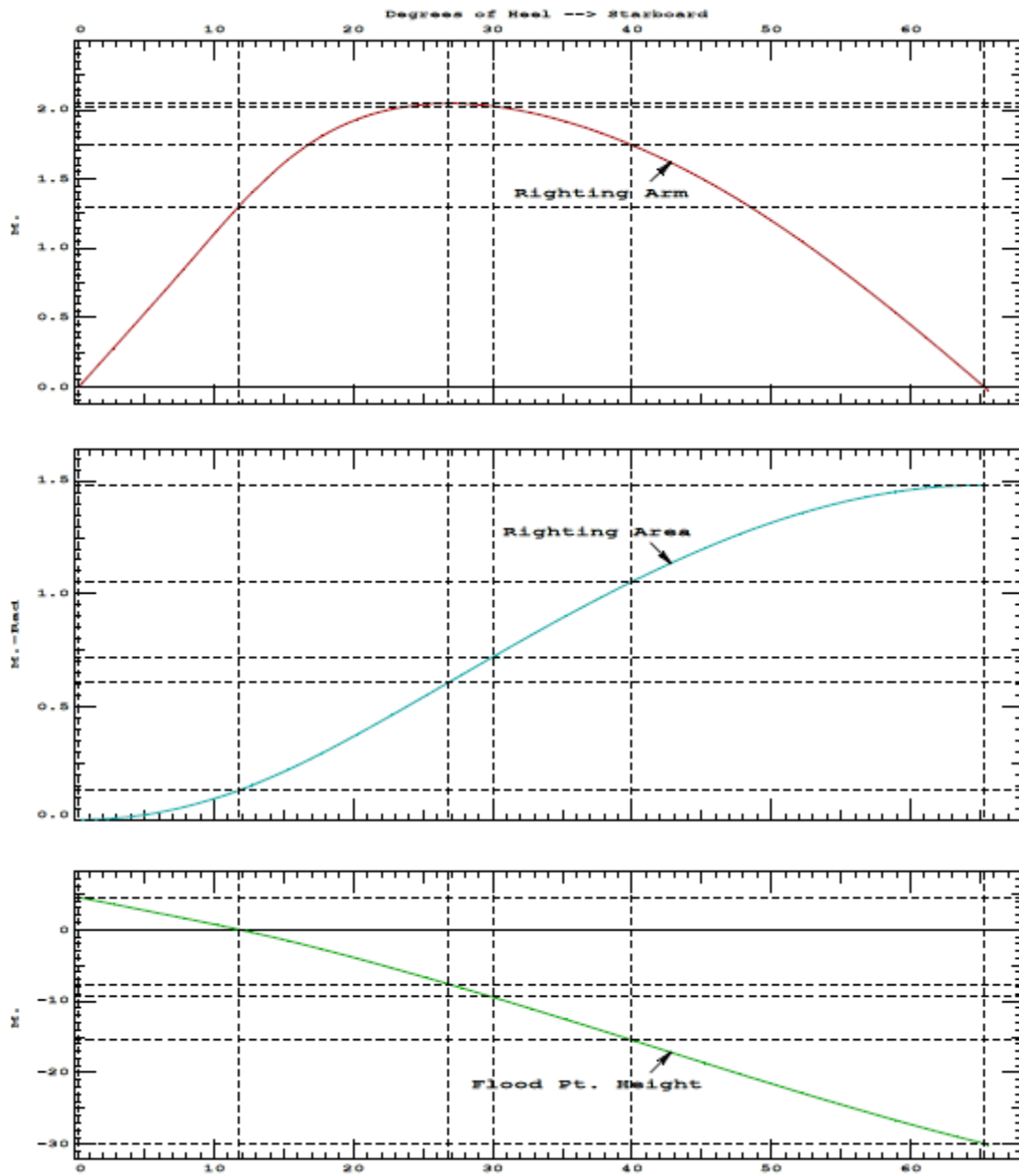
Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline.

True Free Surface included.

Critical Point-----		LCP	TCP	VCP
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860

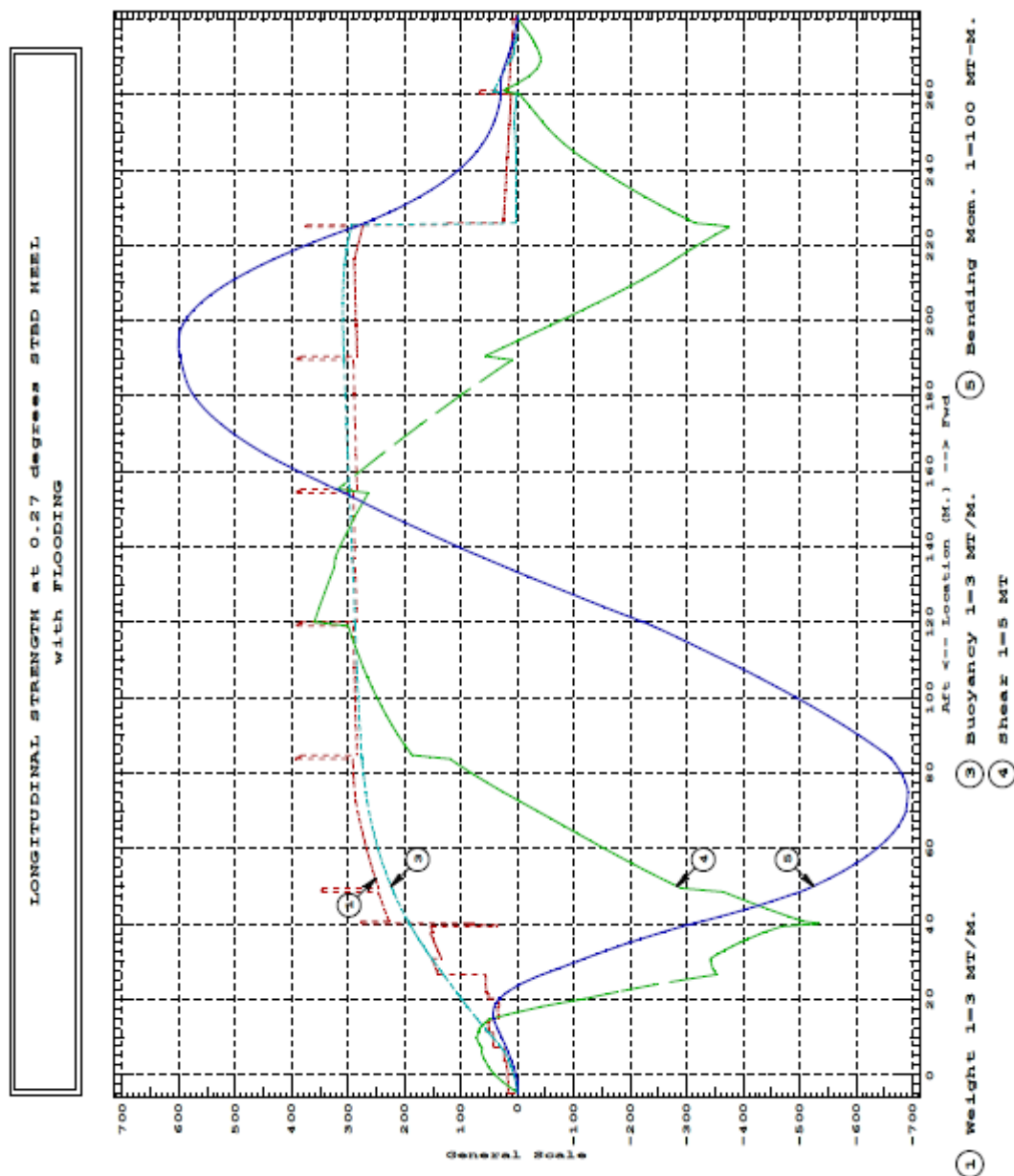




Slika 47. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 11

Tablica 44. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 11

Largest Shear:	-2,658.8 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-69,162 MT-m	at 72.895f (Sagging)

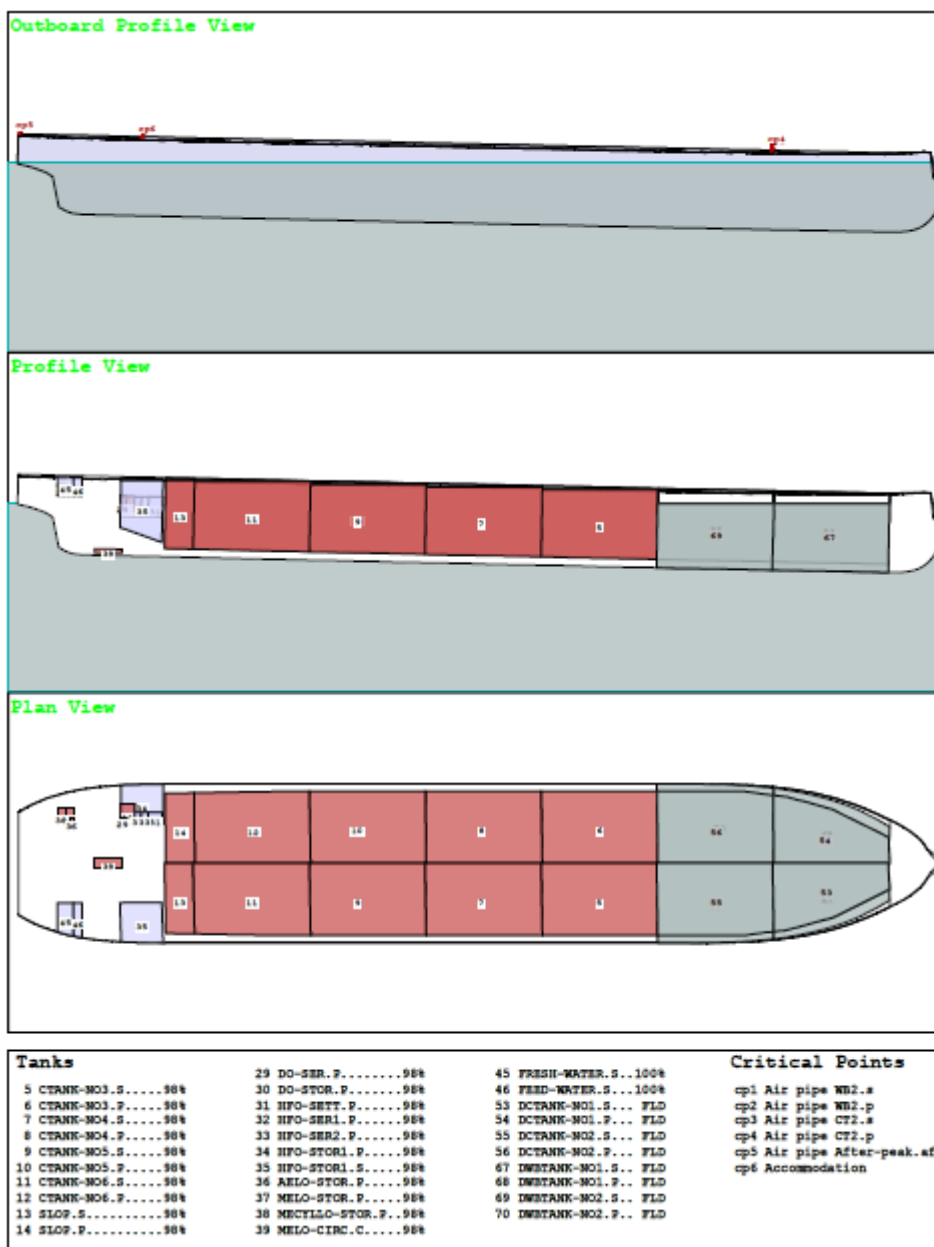


Slika 48. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 11

**xi. Oštećeno stanje 12**

DAMAGE CONDITION 12.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m, 100% STORES

FLOODED: CT1, WB1, CT2, WB2



**Slika 49. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 12**

**Tablica 45. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 12**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 15.259 @ Origin

Trim: Fwd 5.86/270.00, Heel: Stbd 0.33 deg.

			Displ (MT) ----LCB-----TCB-----VCB			
HULL		1.025	201,922.39	146.356f	0.061s	9.540
DCTANK-NO1.S	Flooded	1.025	-9,432.01	240.442f	7.862s	11.976
DCTANK-NO1.P	Flooded	1.025	-9,379.42	240.453f	7.841p	11.928
DCTANK-NO2.S	Flooded	1.025	-13,194.31	207.734f	10.620s	11.332
DCTANK-NO2.P	Flooded	1.025	-13,097.95	207.735f	10.592p	11.269
DWBTANK-NO1.S	Flooded	1.025	-3,232.27	242.342f	12.625s	6.969
DWBTANK-NO1.P	Flooded	1.025	-3,212.47	242.342f	12.596p	6.885
DWBTANK-NO2.S	Flooded	1.025	-3,600.41	207.287f	16.140s	5.132
DWBTANK-NO2.P	Flooded	1.025	-3,580.04	207.287f	16.102p	5.049
Total Displacement-->		1.025	143,193.52	115.349f	0.067s	9.240

-----

Righting Arms: 0.000 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points-----LCP-----TCP-----VCP-----Height

(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860	3.606
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD	224.370f	21.500p	23.860	3.851
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD	224.370f	1.200s	24.760	4.622
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD	224.370f	1.200p	24.760	4.635
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD	4.800a	10.000s	23.900	8.685
(6) Accommodation	FLOOD	32.600f	14.000s	23.800	7.751

Distances in METERS.-----

**Tablica 46. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 12**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 5.86/270.00, Heel: Stbd 0.33 deg., VCG = 13.376

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/
Draft----	Weight (MT) ----	LCB-----	VCB-----	cm-----
17.453	143,193.52	115.349f	9.240	92.73 101.030f 1106.01 208.54 6.438

Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

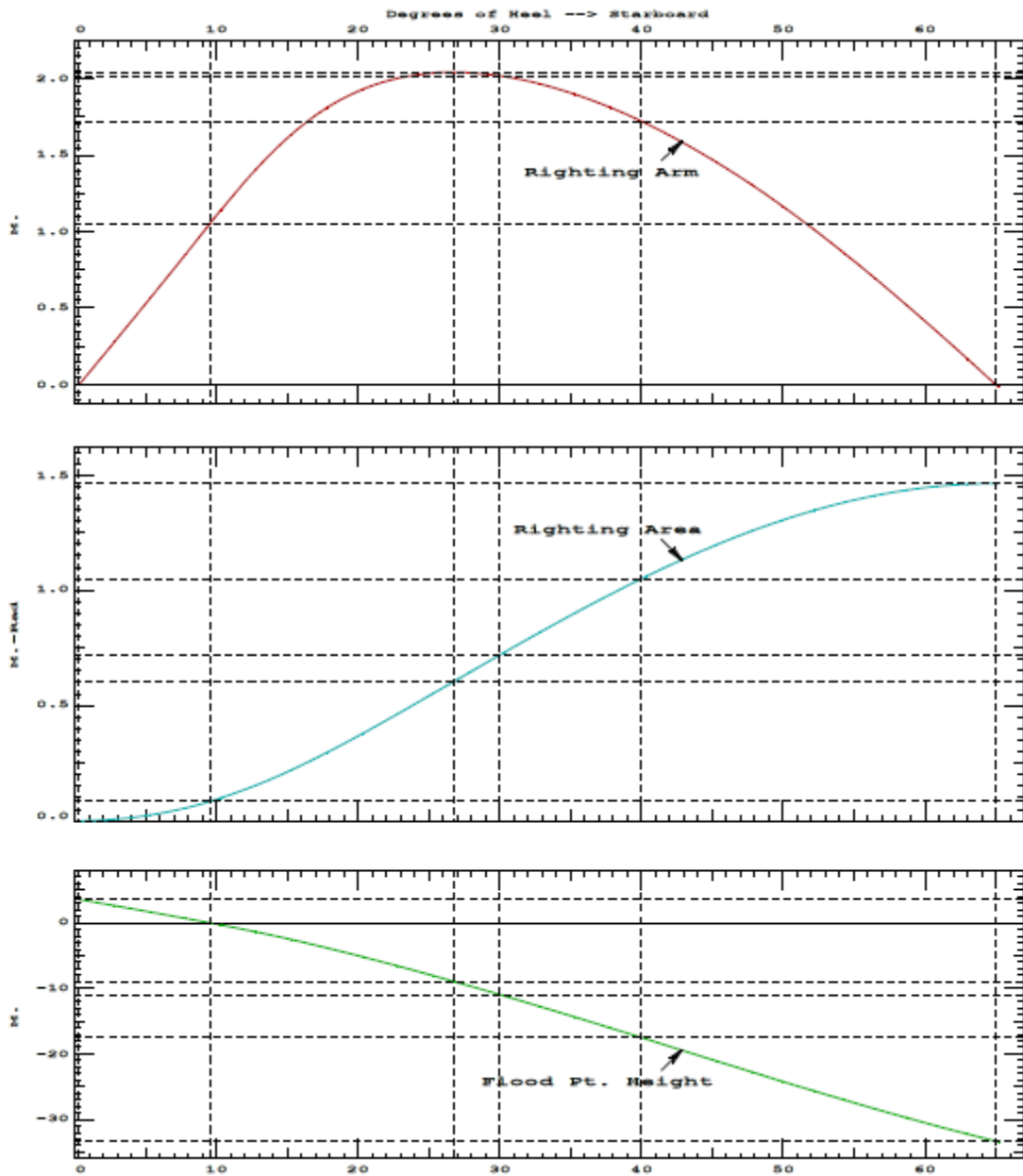
Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline.

True Free Surface included.

Critical Point-----LCP-----TCP-----VCP

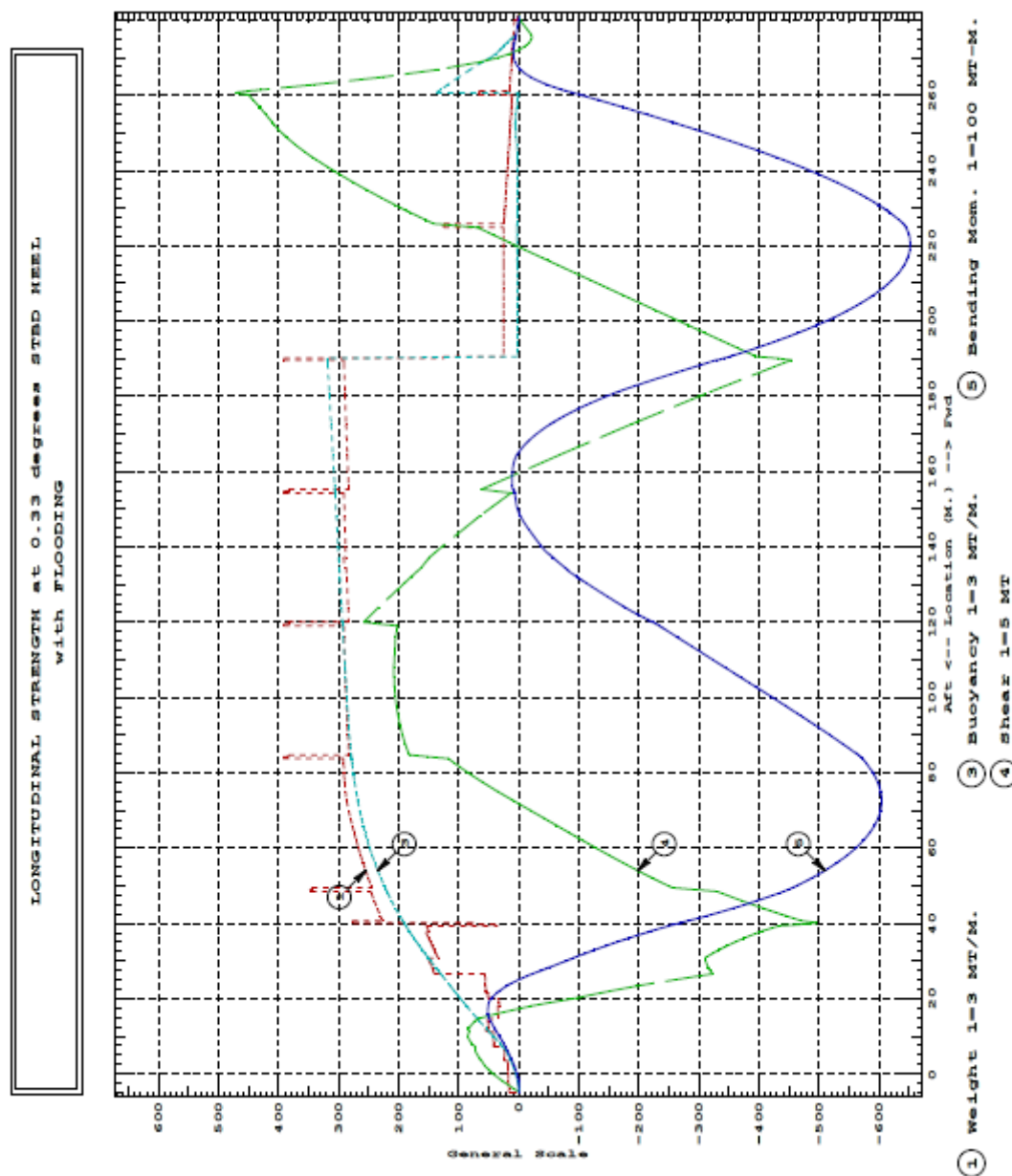
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860
--------------------	-------	----------	---------	--------



Slika 50. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 12

**Tablica 47. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 12**

Largest Shear:	-2,481.5 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-65,171 MT-m	at 220.800f (Sagging)

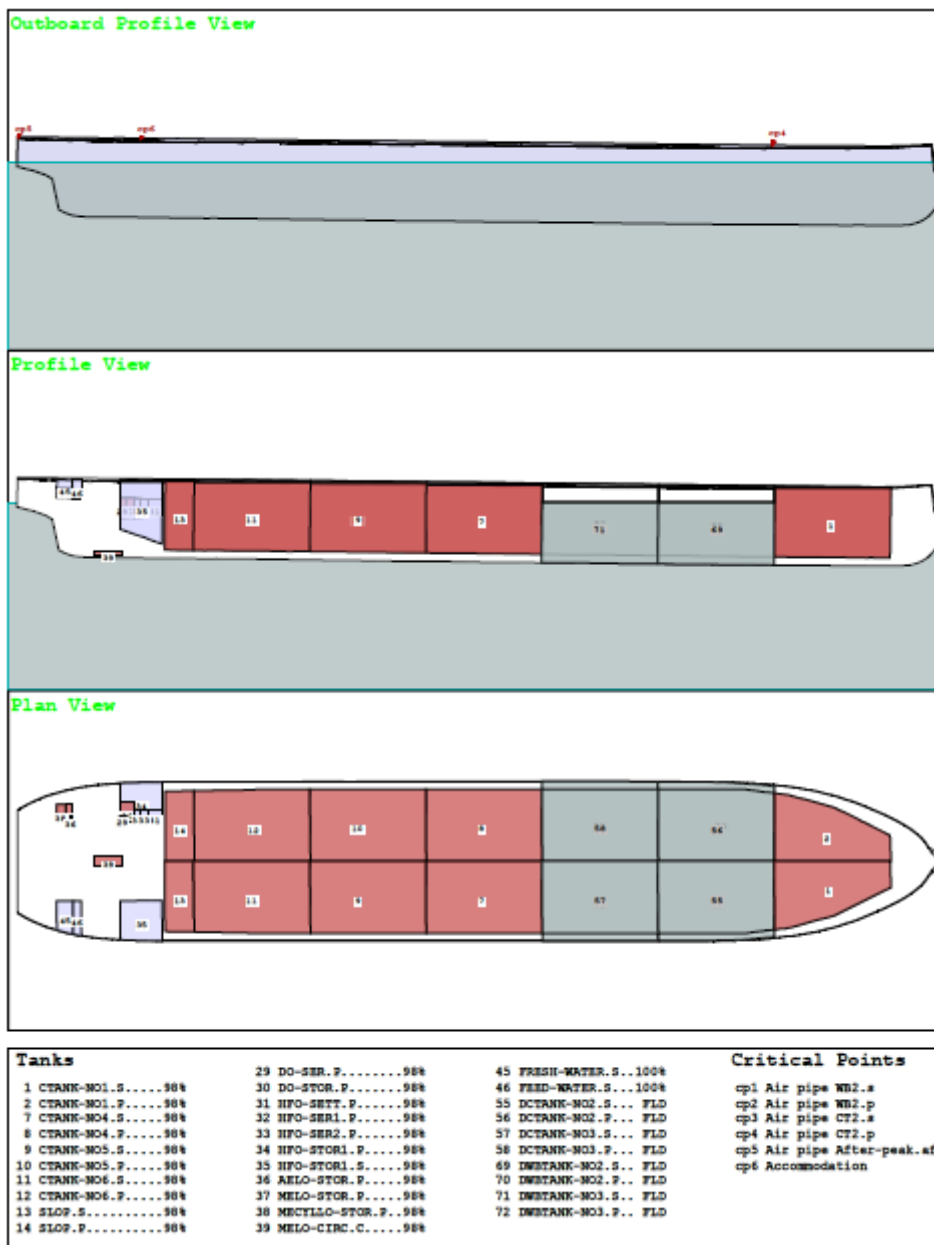


**Slika 51. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 12**

### xii. Oštećeno stanje 13

DAMAGE CONDITION 13.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m,100% STORES

FLOODED: CT2, WB2, CT3, WB3



Slika 52. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 13

**Tablica 48. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 13**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 16.282 @ Origin

Trim: Fwd 2.98/270.00, Heel: Stbd 0.36 deg.

			Displ (MT)	LCB	TCB	VCB
HULL		1.025	197,384.20	143.149f	0.070s	9.289
DCTANK-NO2.S	Flooded	1.025	-12,267.54	207.672f	10.607s	10.733
DCTANK-NO2.P	Flooded	1.025	-12,160.11	207.673f	10.573p	10.664
DCTANK-NO3.S	Flooded	1.025	-12,072.87	172.524f	10.690s	10.528
DCTANK-NO3.P	Flooded	1.025	-11,963.95	172.525f	10.655p	10.458
DWBTANK-NO2.S	Flooded	1.025	-3,508.63	207.262f	15.968s	4.761
DWBTANK-NO2.P	Flooded	1.025	-3,486.25	207.263f	15.924p	4.672
DWBTANK-NO3.S	Flooded	1.025	-3,692.48	172.475f	16.392s	4.695
DWBTANK-NO3.P	Flooded	1.025	-3,668.41	172.475f	16.349p	4.607
Total Displacement-->		1.025	134,563.98	121.252f	0.072s	9.309

-----

Righting Arms: 0.000 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points-----LCP-----TCP-----VCP-----Height

(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860	4.968
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD	224.370f	21.500p	23.860	5.242
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD	224.370f	1.200s	24.760	5.997
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD	224.370f	1.200p	24.760	6.013
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD	4.800a	10.000s	23.900	7.607
(6) Accommodation	FLOOD	32.600f	14.000s	23.800	7.069

Distances in METERS.-----

**Tablica 49. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 13**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 2.98/270.00, Heel: Stbd 0.36 deg., VCG = 13.452

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/					
Draft	Weight (MT)	LCB	VCB	cm	LCF	cm	trim	GML	GMT
17.448	134,563.98	121.252f	9.309	89.22	105.826f	1721.89	345.49	6.030	

Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

Trim is per 270.00m.

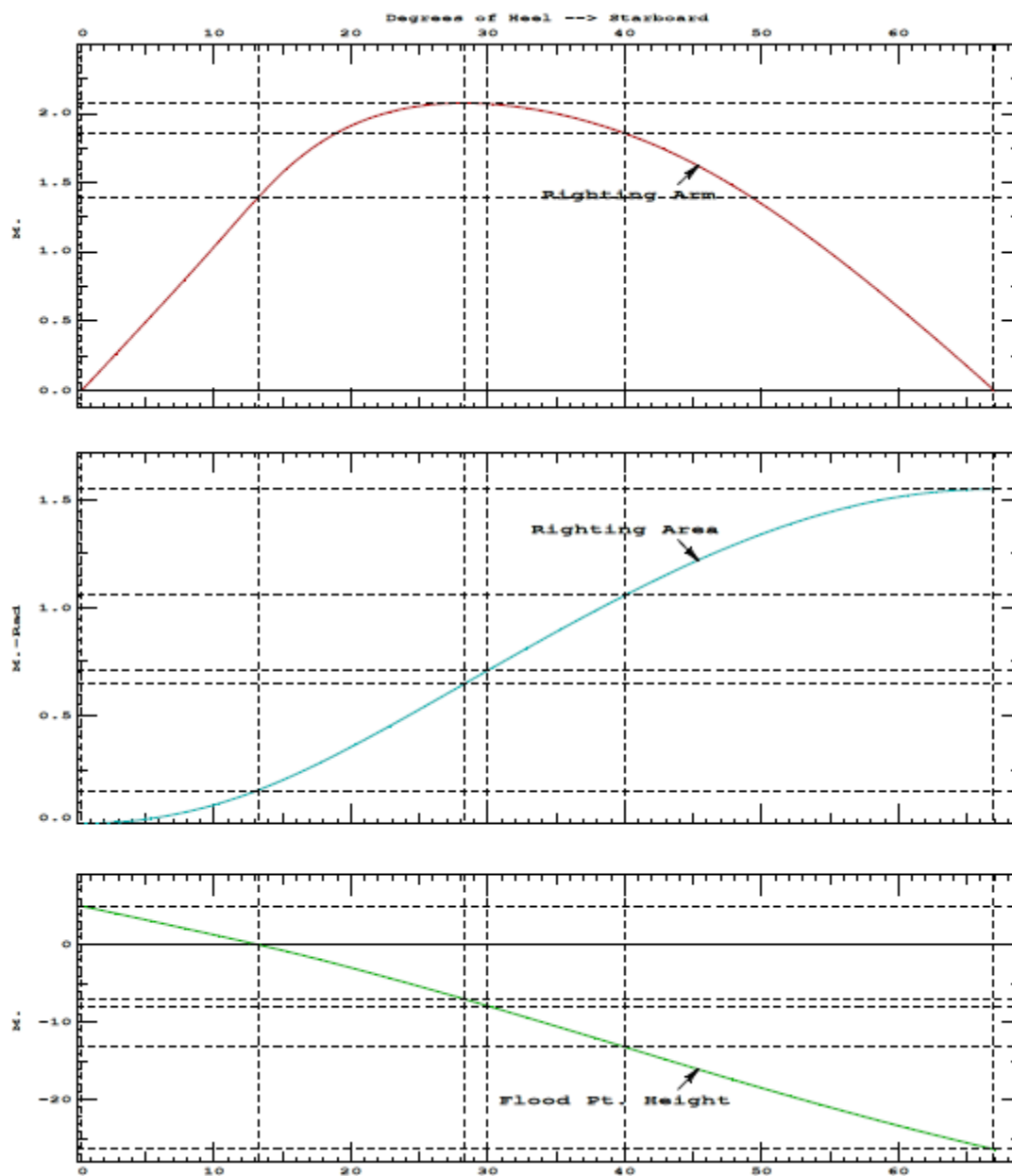
Draft is from Baseline.

True Free Surface included.

Critical Point-----LCP-----TCP-----VCP

(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860
--------------------	-------	----------	---------	--------

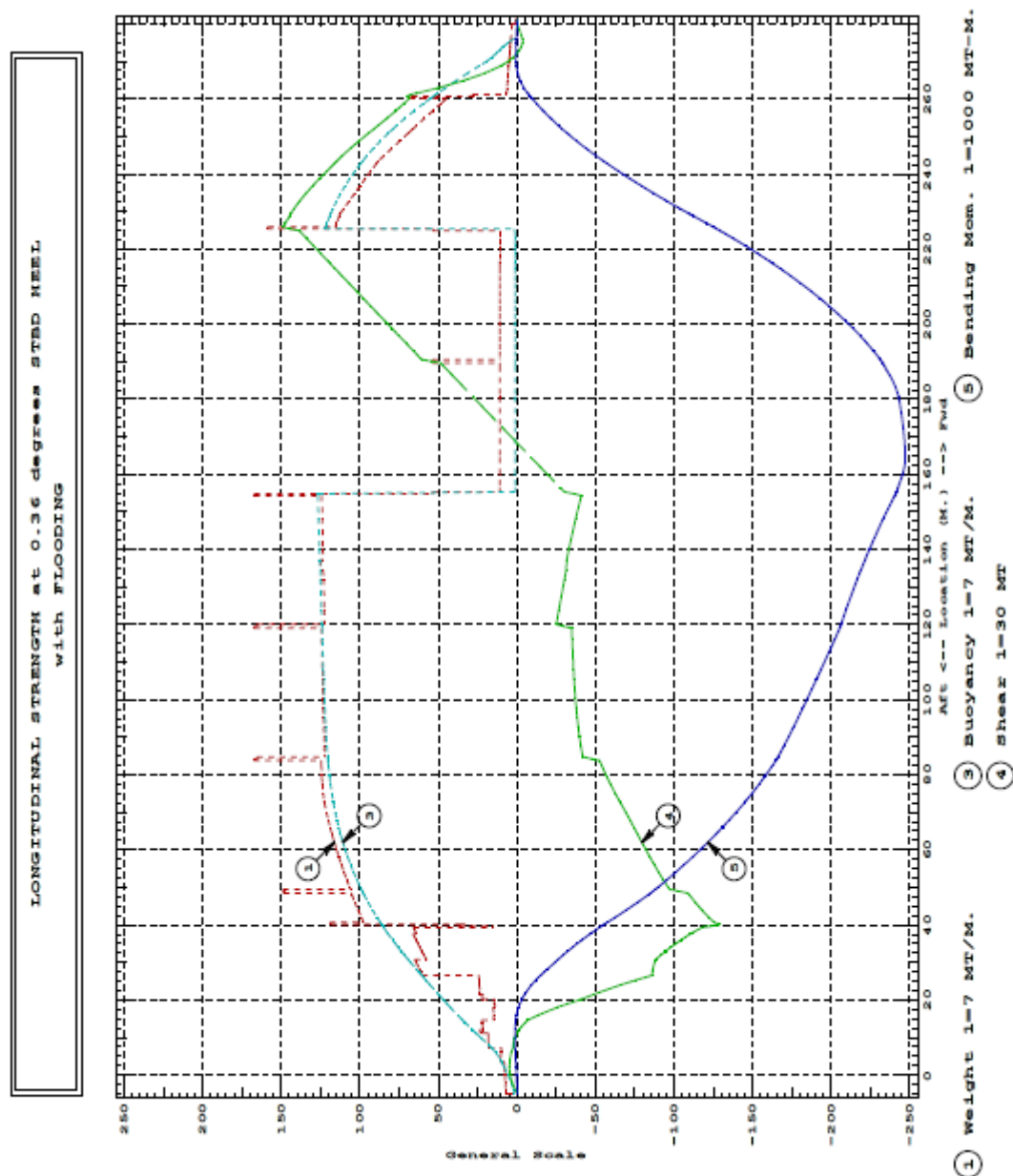




Slika 53. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 13

Tablica 50. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 13

Largest Shear:	4,464.4 MT	at 225.870f
Largest Bending Moment:	-247,184 MT-m	at 172.600f (Sagging)

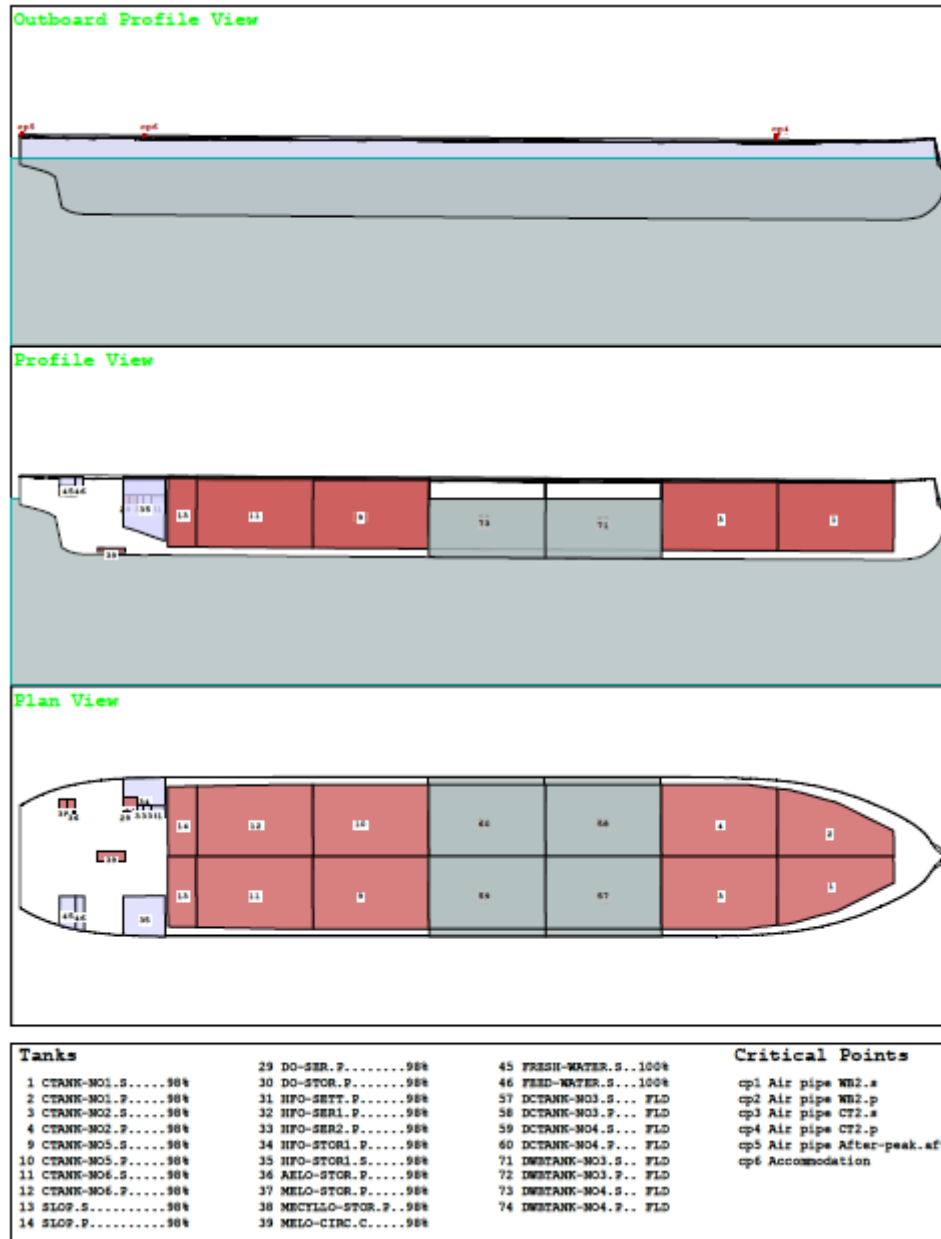


Slika 54. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 13

**xiii. Oštećeno stanje 14**

DAMAGE CONDITION 14.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m, 100% STORES

FLOODED: CT3, WB3, CT4, WB4



**Slika 55. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 14**

**Tablica 51. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 14**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 16.741 @ Origin

Trim: Fwd 1.70/270.00, Heel: Stbd 0.37 deg.

			Displ (MT)	LCB	TCB	VCB
HULL		1.025	195,511.25	141.672f	0.072s	9.195
DCTANK-NO3.S	Flooded	1.025	-11,793.06	172.493f	10.686s	10.349
DCTANK-NO3.P	Flooded	1.025	-11,683.47	172.494f	10.649p	10.278
DCTANK-NO4.S	Flooded	1.025	-11,619.05	137.214f	10.682s	10.237
DCTANK-NO4.P	Flooded	1.025	-11,509.47	137.215f	10.646p	10.167
DWBTANK-NO3.S	Flooded	1.025	-3,663.15	172.464f	16.339s	4.588
DWBTANK-NO3.P	Flooded	1.025	-3,638.93	172.464f	16.295p	4.499
DWBTANK-NO4.S	Flooded	1.025	-3,644.43	137.185f	16.305s	4.521
DWBTANK-NO4.P	Flooded	1.025	-3,620.21	137.186f	16.261p	4.434
Total Displacement	→	1.025	134,339.47	135.622f	0.072s	9.334

-----

Righting Arms: 0.002f 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT

Critical Points-----LCP-----TCP-----VCP-----Height

(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860	5.570
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD	224.370f	21.500p	23.860	5.846
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD	224.370f	1.200s	24.760	6.600
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD	224.370f	1.200p	24.760	6.616
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD	4.800a	10.000s	23.900	7.125
(6) Accommodation	FLOOD	32.600f	14.000s	23.800	6.764

Distances in METERS.-----

**Tablica 52. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 14**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 1.70/270.00, Heel: Stbd 0.37 deg., VCG = 13.456

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/
Draft	Weight (MT)	LCB	VCB	cm
17.486	134,339.47	135.622f	9.334	89.20
				118.549f
				2259.83
				454.19
				6.030

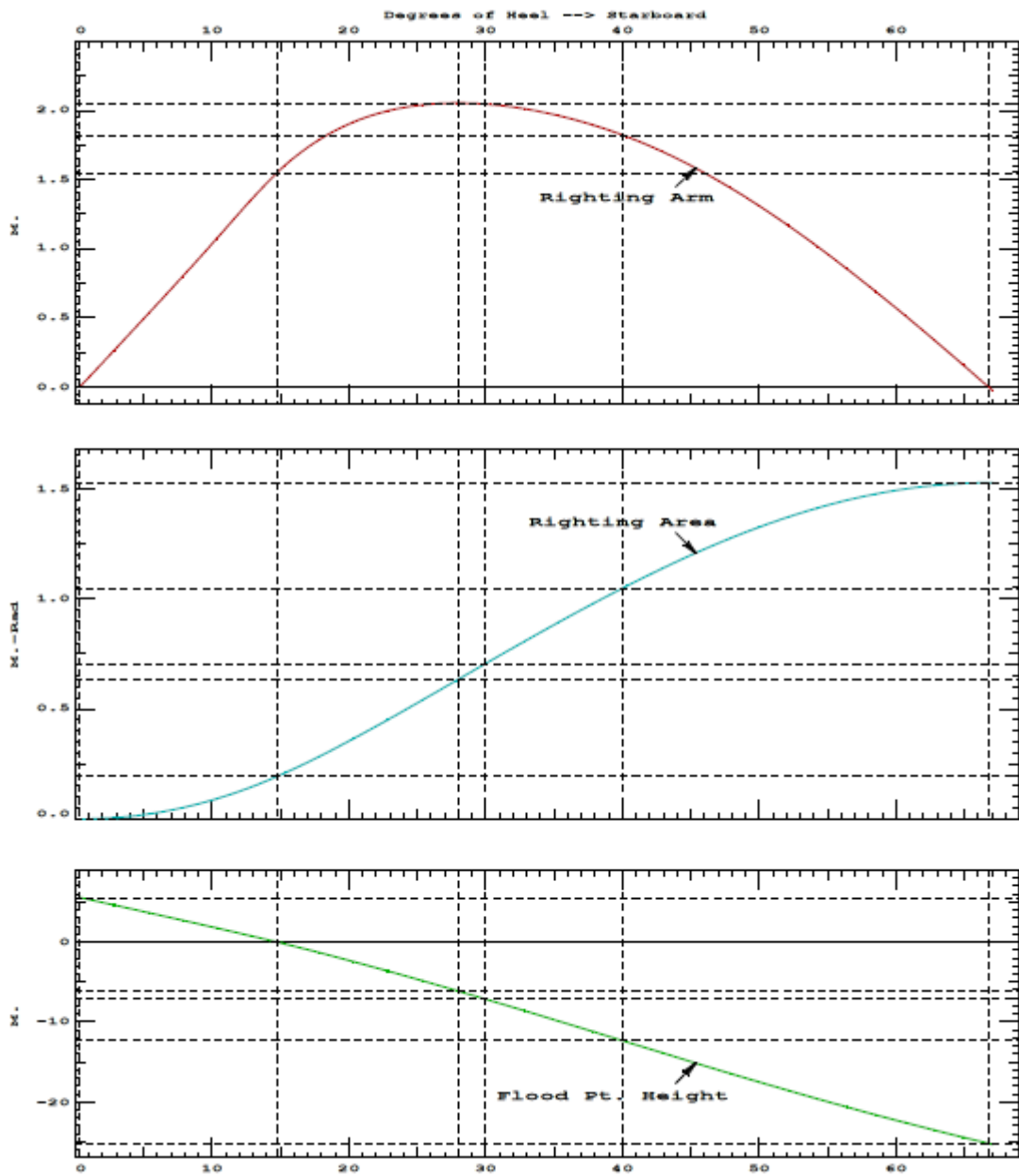
Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline. True Free Surface included.

Critical Point-----LCP-----TCP-----VCP

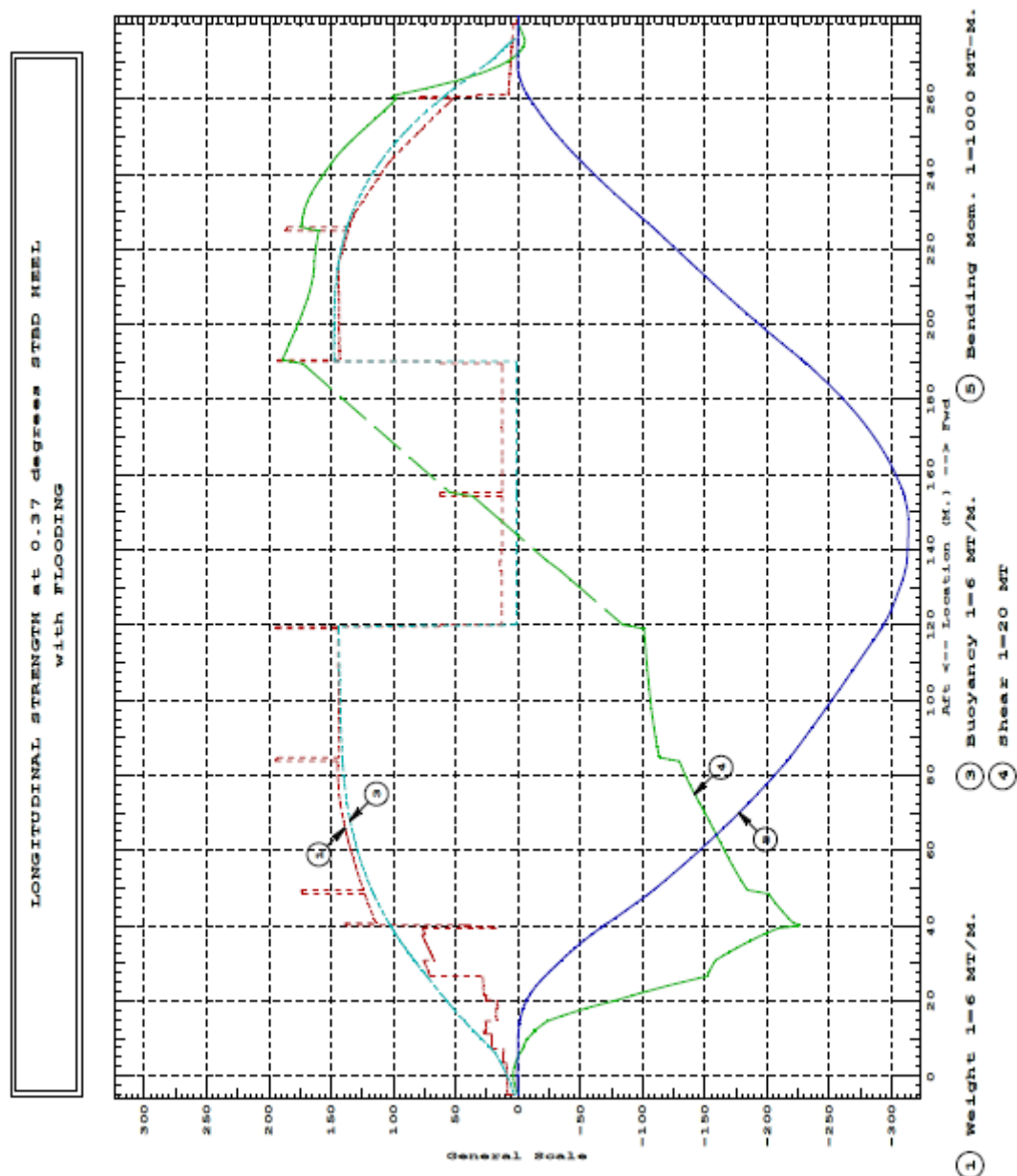
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860
--------------------	-------	----------	---------	--------



Slika 56. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 14

Tablica 53. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 14

Largest Shear:	-4,530.9 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-313,377 MT-m	at 140.200f (Sagging)

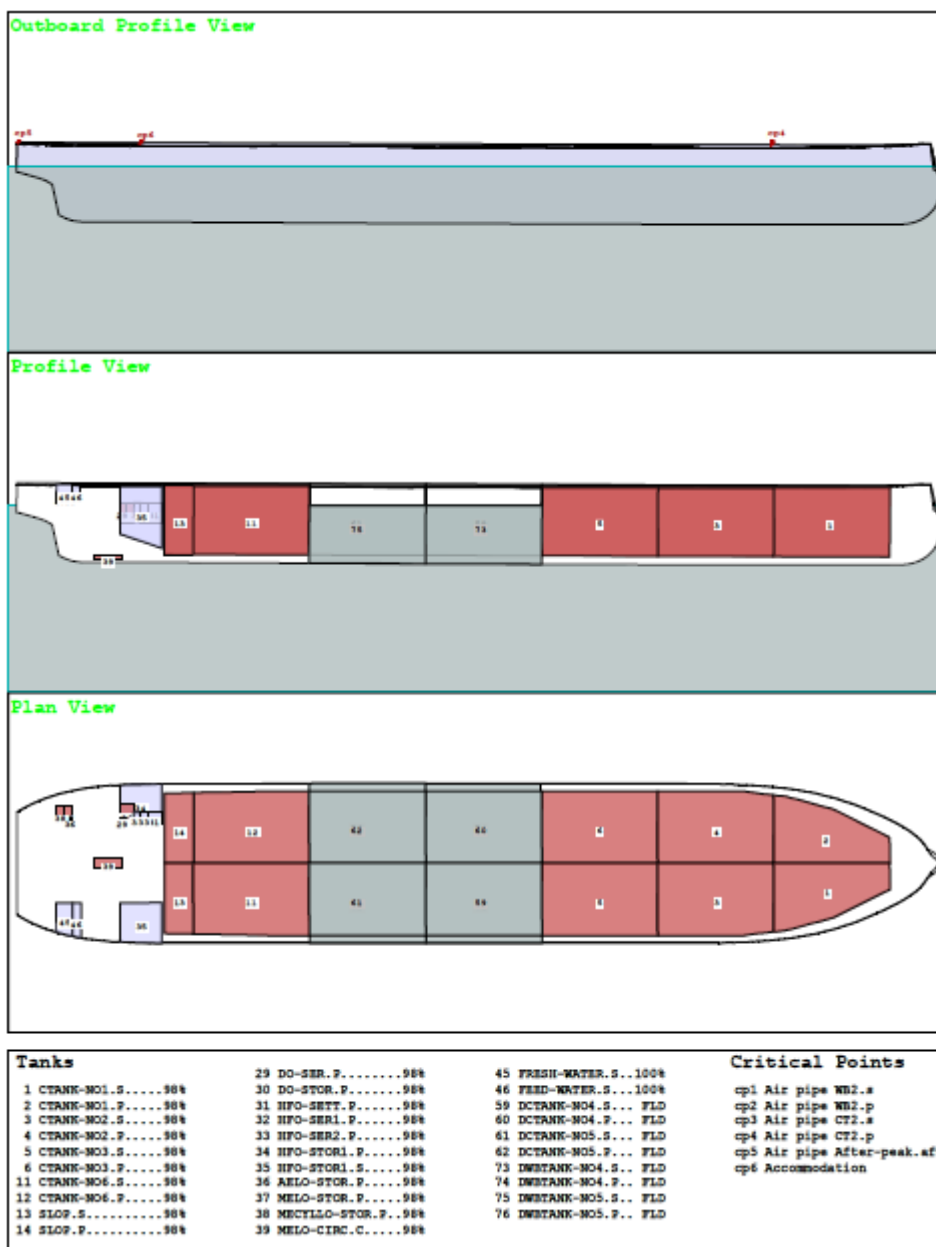


Slika 57. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 14

**xiv. Oštećeno stanje 15**

DAMAGE CONDITION 15.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m,100% STORES

FLOODED: CT4, WB4, CT5, WB5



**Slika 58. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 15**

**Tablica 54. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 15**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 17.040 @ Origin

Trim: Fwd 0.90/270.00, Heel: Stbd 0.37 deg.

			Displ (MT)	LCB	TCB	VCB
HULL		1.025	194,518.48	140.725f	0.072s	9.148
DCTANK-NO4.S	Flooded	1.025	-11,536.04	137.194f	10.681s	10.184
DCTANK-NO4.P	Flooded	1.025	-11,426.97	137.194f	10.644p	10.114
DCTANK-NO5.S	Flooded	1.025	-11,443.68	101.914f	10.679s	10.125
DCTANK-NO5.P	Flooded	1.025	-11,334.61	101.914f	10.642p	10.055
DWBTANK-NO4.S	Flooded	1.025	-3,635.69	137.178f	16.289s	4.490
DWBTANK-NO4.P	Flooded	1.025	-3,611.58	137.179f	16.245p	4.403
DWBTANK-NO5.S	Flooded	1.025	-3,605.81	101.967f	16.235s	4.474
DWBTANK-NO5.P	Flooded	1.025	-3,581.70	101.968f	16.189p	4.387
Total Displacement	→	1.025	134,342.42	150.174f	0.072s	9.323

-----

Righting Arms: 0.000 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points-----LCP-----TCP-----VCP-----Height

(1) Air pipe WB2.s	FLOOD	224.370f	21.500s	23.860	5.934
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD	224.370f	21.500p	23.860	6.208
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD	224.370f	1.200s	24.760	6.963
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD	224.370f	1.200p	24.760	6.979
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD	4.800a	10.000s	23.900	6.812
(6) Accommodation	FLOOD	32.600f	14.000s	23.800	6.562

Distances in METERS.-----

**Tablica 55. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 15**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 0.90/270.00, Heel: Stbd 0.37 deg., VCG = 13.456

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/
Draft	Weight (MT)	LCB	VCB	cm
17.480	134,342.42	150.174f	9.323	89.35 131.880f 2375.22 477.37 6.053

Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

Trim is per 270.00m.

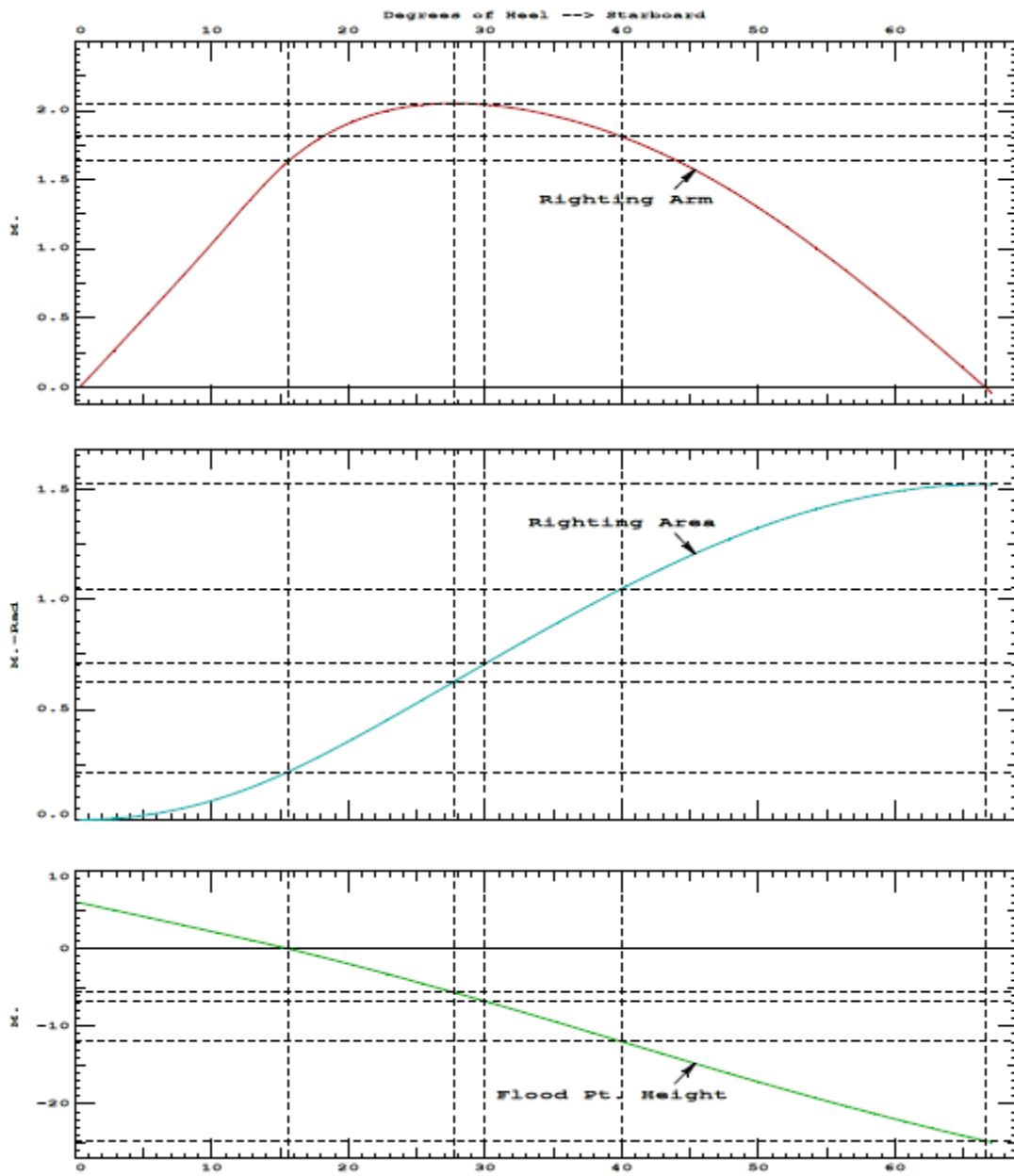
Draft is from Baseline.

True Free Surface included.

Critical Point-----LCP-----TCP-----VCP

(1) Air pipe WB2.s FLOOD 224.370f 21.500s 23.860

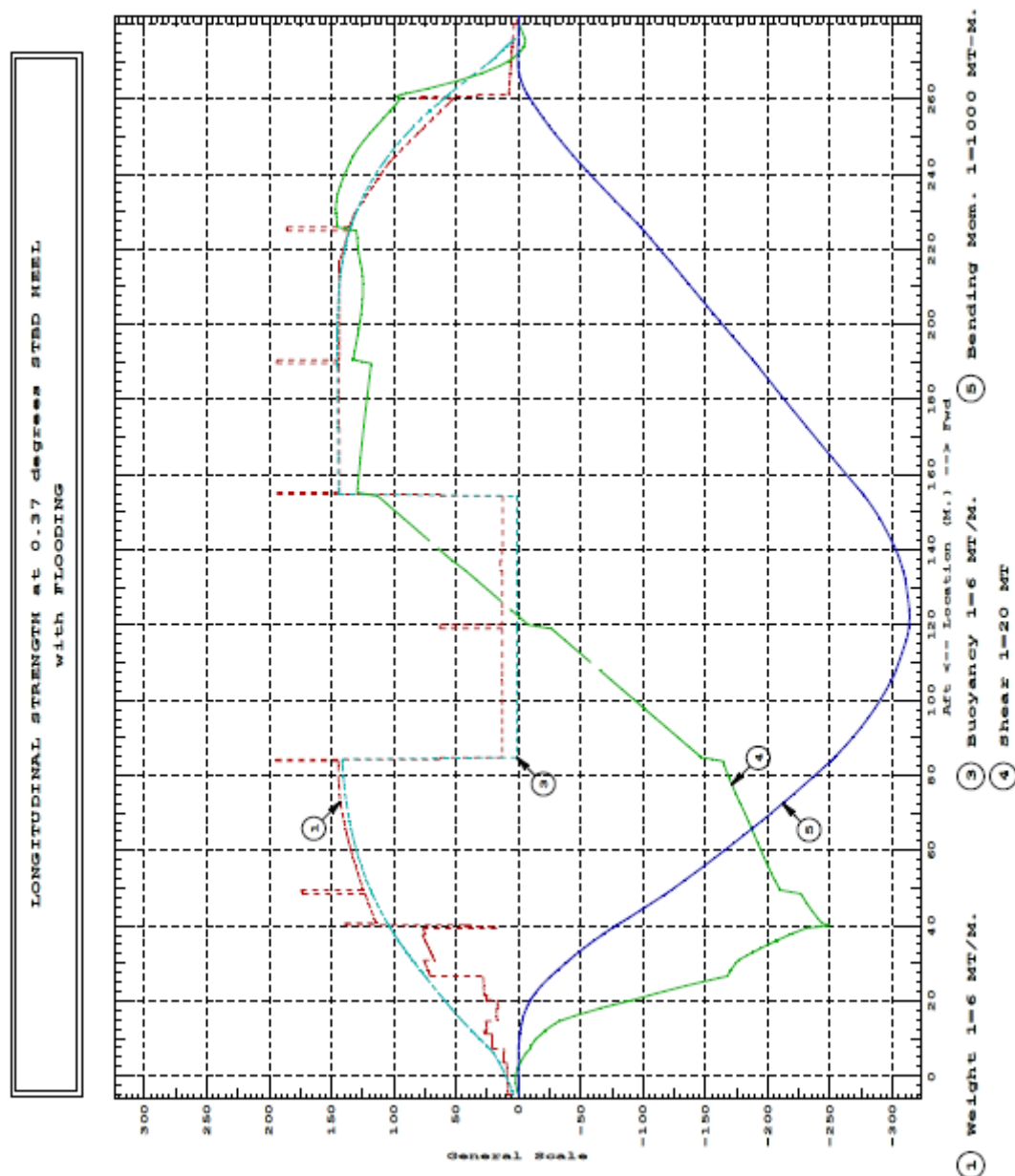




Slika 59. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 15

Tablica 56. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 15

Largest Shear:	-4,972.1 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-313,486 MT-m	at 124.000f (Sagging)

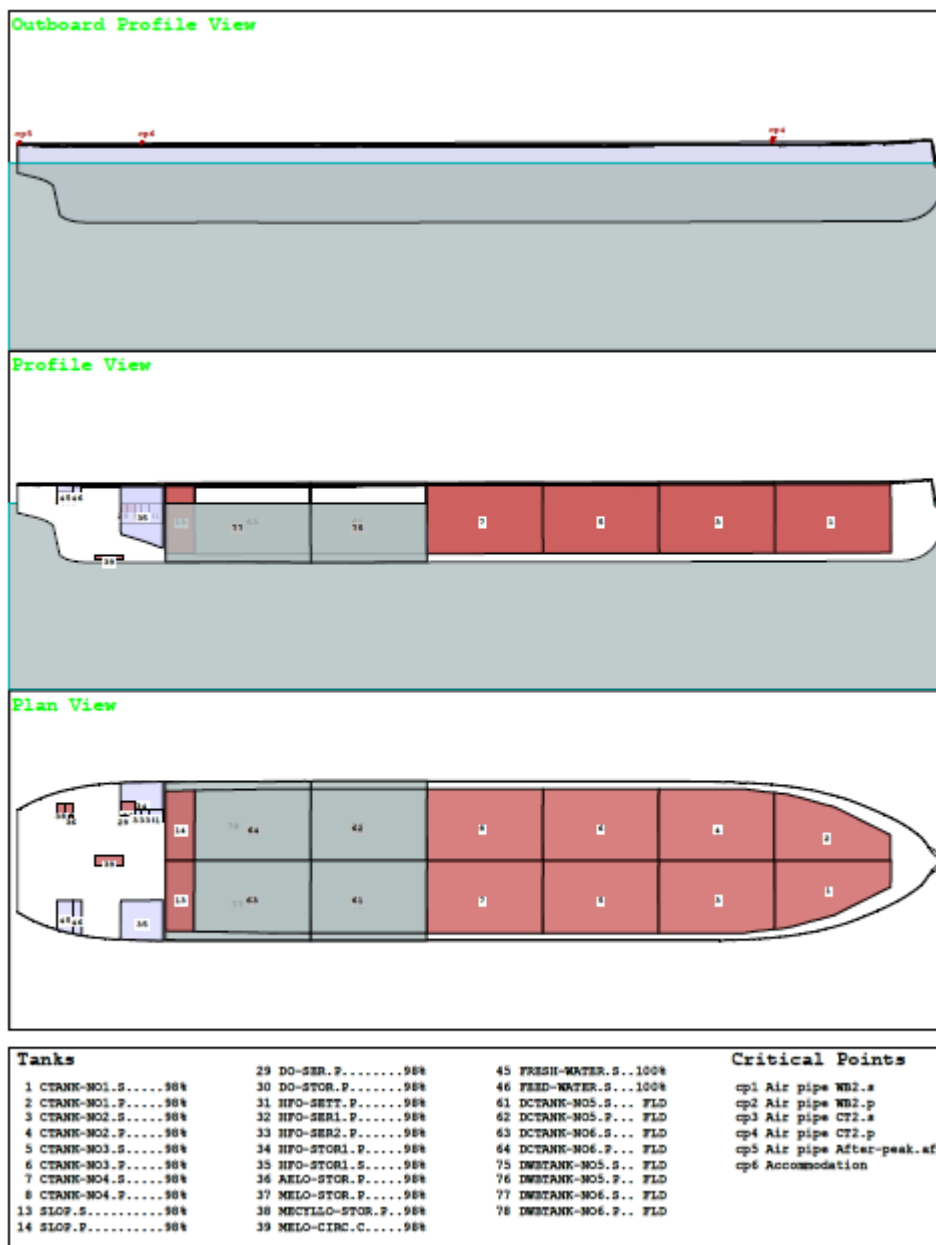


Slika 60. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 15

xv. Oštećeno stanje 16

DAMAGE CONDITION 16.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m, 100% STORES

FLOODED: CT5, WB5, CT6, WB6



Slika 61. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 16

**Tablica 57. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 16**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 17.853 @ Origin

Trim: Aft 0.44/270.00, Heel: Stbd 0.37 deg.

			Displ (MT) ----LCB-----TCB-----VCB			
HULL		1.025	196,712.20	138.886f	0.072s	9.240
DCTANK-NO5.S	Flooded	1.025	-11,684.68	101.879f	10.684s	10.279
DCTANK-NO5.P	Flooded	1.025	-11,575.33	101.879f	10.647p	10.209
DCTANK-NO6.S	Flooded	1.025	-10,940.87	67.258f	10.182s	10.631
DCTANK-NO6.P	Flooded	1.025	-10,832.97	67.263f	10.139p	10.560
DWBTANK-NO5.S	Flooded	1.025	-3,631.12	101.955f	16.281s	4.566
DWBTANK-NO5.P	Flooded	1.025	-3,606.95	101.956f	16.237p	4.478
DWBTANK-NO6.S	Flooded	1.025	-4,371.07	62.154f	15.342s	5.693
DWBTANK-NO6.P	Flooded	1.025	-4,338.52	62.159f	15.286p	5.603
Total Displacement→		1.025	135,730.67	163.611f	0.071s	9.333

-----

Righting Arms: 0.002f 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points-----	LCP-----	TCP-----	VCP-----	Height
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860	6.234
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD 224.370f	21.500p	23.860	6.509
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD 224.370f	1.200s	24.760	7.264
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD 224.370f	1.200p	24.760	7.280
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD 4.800a	10.000s	23.900	5.975
(6) Accommodation	FLOOD 32.600f	14.000s	23.800	5.910

Distances in METERS.-----

**Tablica 58. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 16**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Aft 0.44/270.00, Heel: Stbd 0.37 deg., VCG = 13.379

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/
Draft----	Weight (MT)----	LCB-----	VCB-----	cm-----
17.616	135,730.67	163.611f	9.333	89.31
				145.348f
				2055.71
				408.93
				5.956

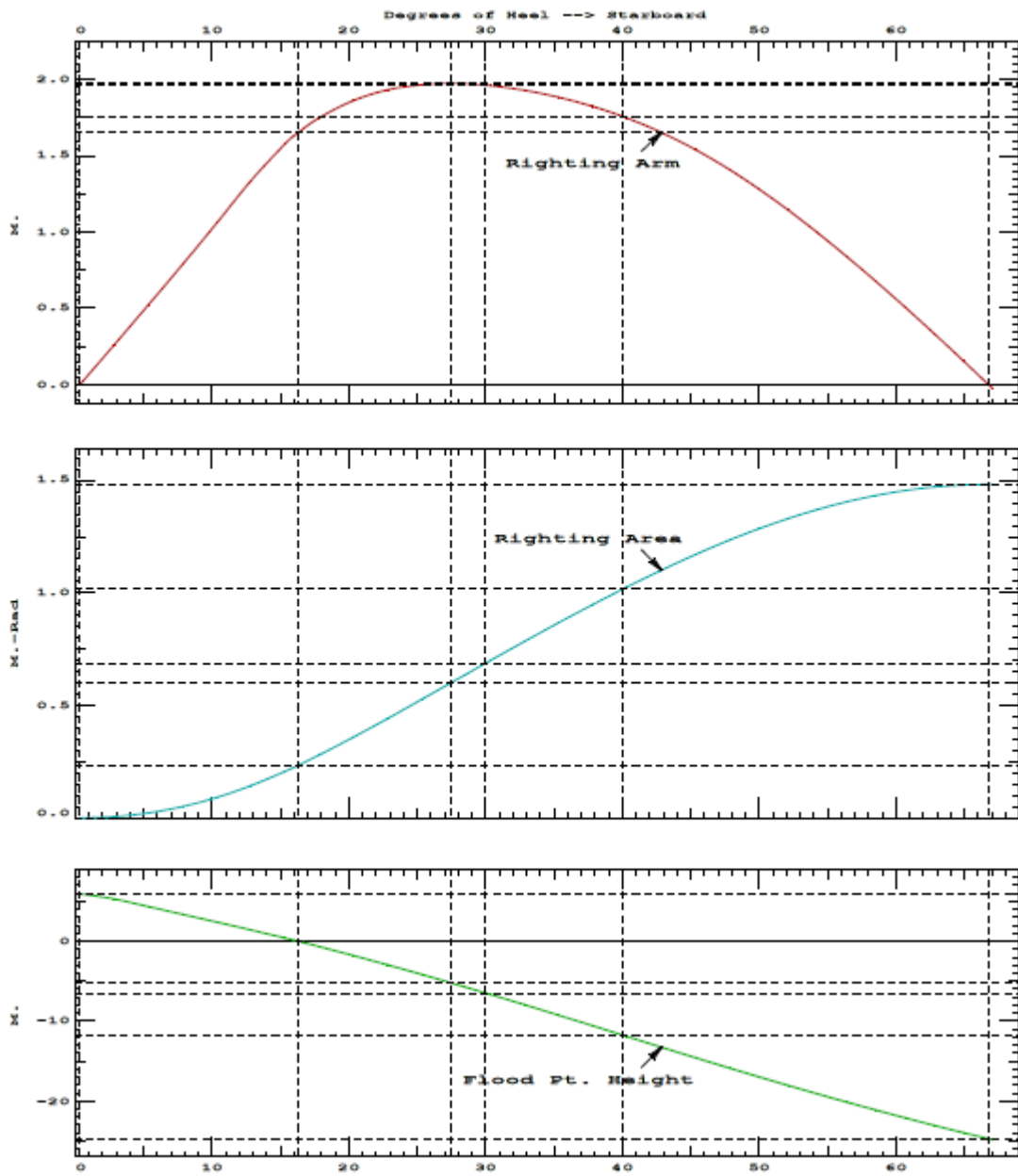
Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline.

True Free Surface included.

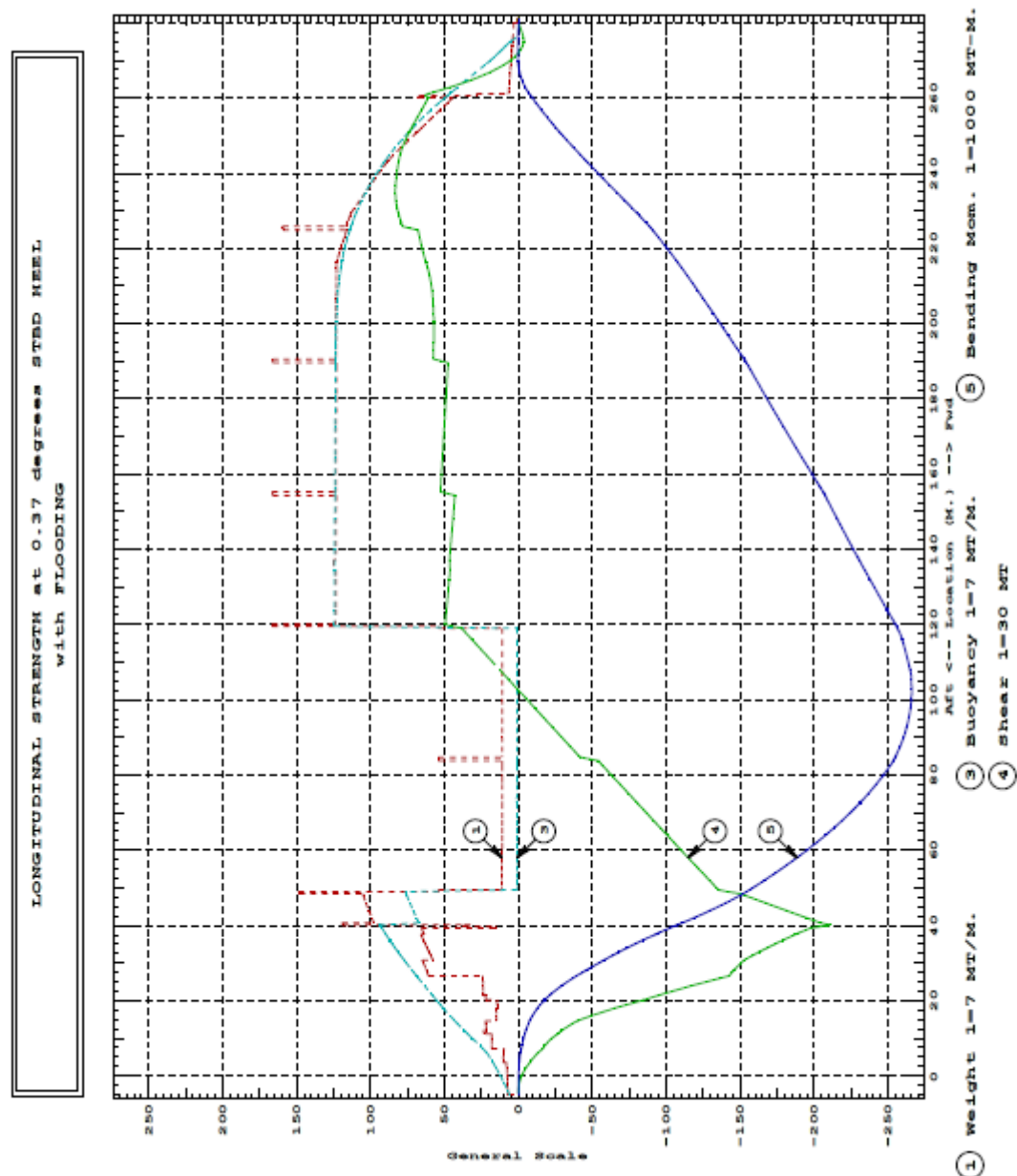
Critical Points-----	LCP-----	TCP-----	VCP
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860
(6) Accommodation	FLOOD 32.600f	14.000s	23.800



Slika 62. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 16

Tablica 59. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 16

Largest Shear:	-6,309.7 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-265,743 MT-m	at 102.760f (Sagging)

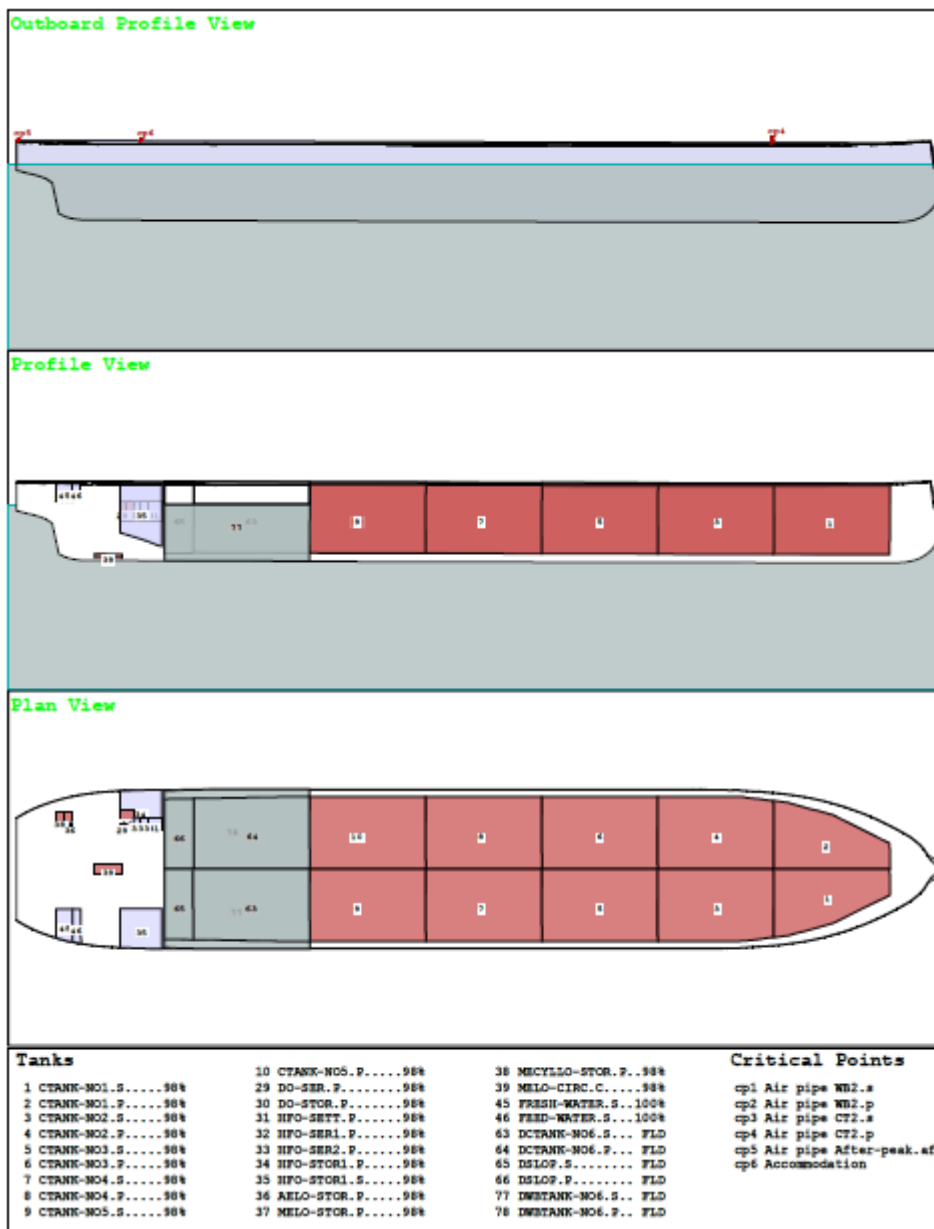


Slika 63. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 16

**xvi. Oštećeno stanje 17**

DAMAGE CONDITION 17.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m, 100% STORES

FLOODED: CT6, WB6, SLOP



**Slika 64. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 17**

**Tablica 60. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 17**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 16.855 @ Origin

Trim: Fwd 0.72/270.00, Heel: Stbd 0.33 deg.

			Displ (MT)	LCB	TCB	VCB
HULL		1.025	191,133.69	140.702f	0.066s	9.002
DCTANK-NO6.S	Flooded	1.025	-10,379.97	67.323f	10.145s	10.262
DCTANK-NO6.P	Flooded	1.025	-10,283.12	67.328f	10.105p	10.199
DSLOP.S	Flooded	1.025	-2,026.12	44.669f	8.680s	11.093
DSLOP.P	Flooded	1.025	-2,002.94	44.670f	8.616p	11.025
DWBANK-NO6.S	Flooded	1.025	-4,287.58	62.186f	15.197s	5.463
DWBANK-NO6.P	Flooded	1.025	-4,258.55	62.190f	15.145p	5.384
Total Displacement →			1.025	157,895.39	157.005f	0.064s 8.982

Righting Arms: 0.001f 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points	LCP	TCP	VCP	Height
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860	6.286
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD 224.370f	21.500p	23.860	6.533
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD 224.370f	1.200s	24.760	7.303
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD 224.370f	1.200p	24.760	7.317
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD 4.800a	10.000s	23.900	7.001
(6) Accommodation	FLOOD 32.600f	14.000s	23.800	6.778

Distances in METERS.-----

**Tablica 61. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 17**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 0.72/270.00, Heel: Stbd 0.33 deg., VCG = 13.278

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/
Draft	Weight (MT)	LCB	VCB	cm
17.233	157,895.39	157.005f	8.982	102.25 142.537f 1985.78 339.57 5.719

Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

Trim is per 270.00m.

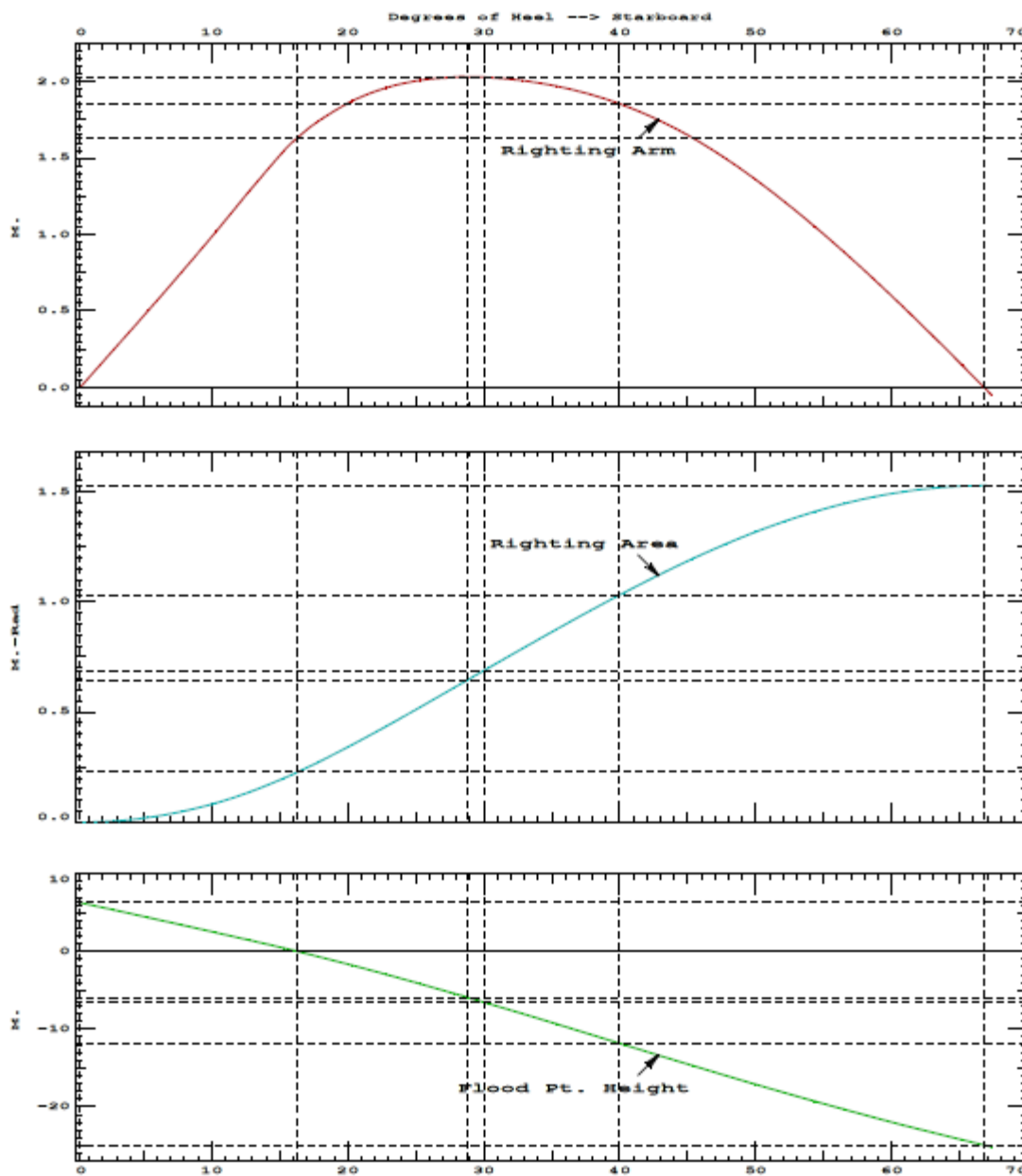
Draft is from Baseline.

True Free Surface included

Critical Point-----LCP-----TCP-----VCP

(1) Air pipe WB2.s FLOOD 224.370f 21.500s 23.860

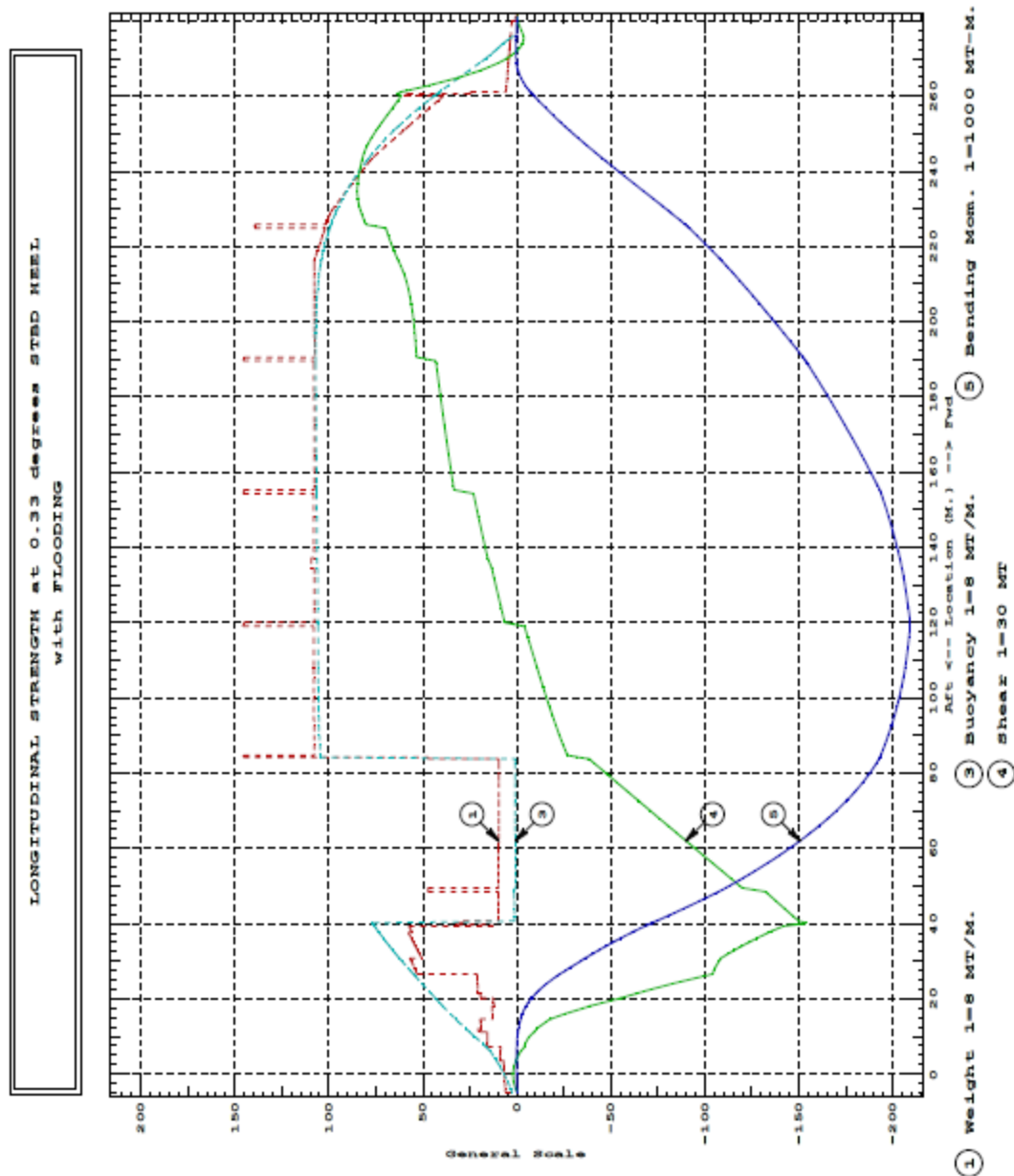




Slika 65. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 17

**Tablica 62. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 17**

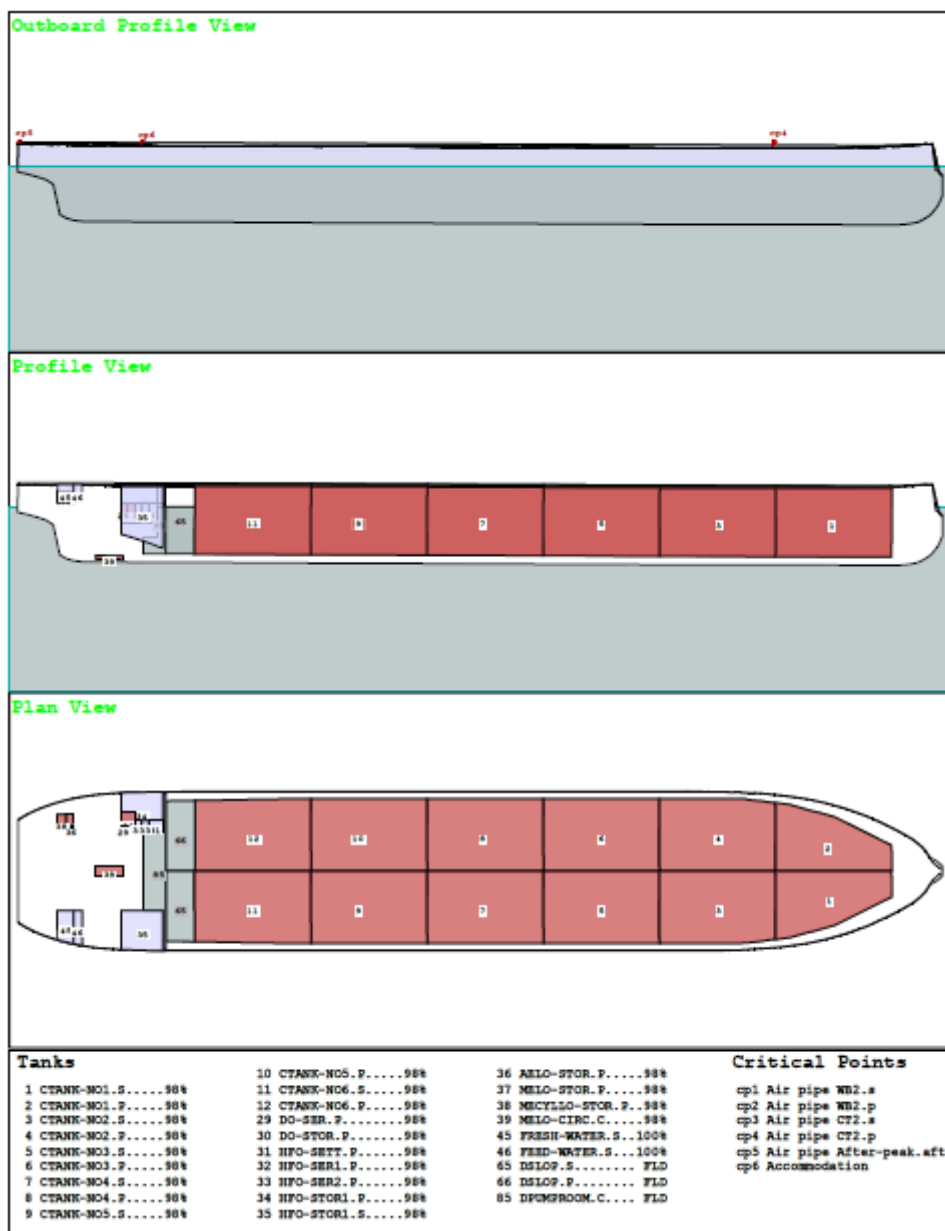
Largest Shear:	-4,606.2 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-209,036 MT-m	at 119.530f (Sagging)

**Slika 66. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 17**

## xvii. Oštećeno stanje 18

DAMAGE CONDITION 18.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m, 100% STORES

FLOODED: SLOP, PUMP ROOM



Slika 67. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 18

**Tablica 63. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 18**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 16.572 @ Origin

Trim: Fwd 1.07/270.00, Heel: Stbd 0.28 deg.

			Displ (MT)	LCB	TCB	VCB
HULL		1.025	189,699.61	141.249f	0.056s	8.942
DSLOP.S	Flooded	1.025	-1,981.62	44.672f	8.632s	10.962
DSLOP.P	Flooded	1.025	-1,962.09	44.673f	8.577p	10.904
DPUMPROOM.C	Flooded	1.025	-1,500.89	37.977f	0.031s	8.663
Total Displacement→		1.025	184,255.00	144.158f	0.056s	8.902

Righting Arms: 0.001 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points	LCP	TCP	VCP	Height
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860	6.297
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD 224.370f	21.500p	23.860	6.505
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD 224.370f	1.200s	24.760	7.295
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD 224.370f	1.200p	24.760	7.307
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD 4.800a	10.000s	23.900	7.299
(6) Accommodation	FLOOD 32.600f	14.000s	23.800	7.032

Distances in METERS.-----

**Tablica 64. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 18**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 1.07/270.00, Heel: Stbd 0.28 deg., VCG = 13.294

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/
Draft	Weight (MT)	LCB	VCB	cm
17.094	184,255.00	144.158f	8.902	118.99
				132.078f
				2273.02
				333.08
				5.840

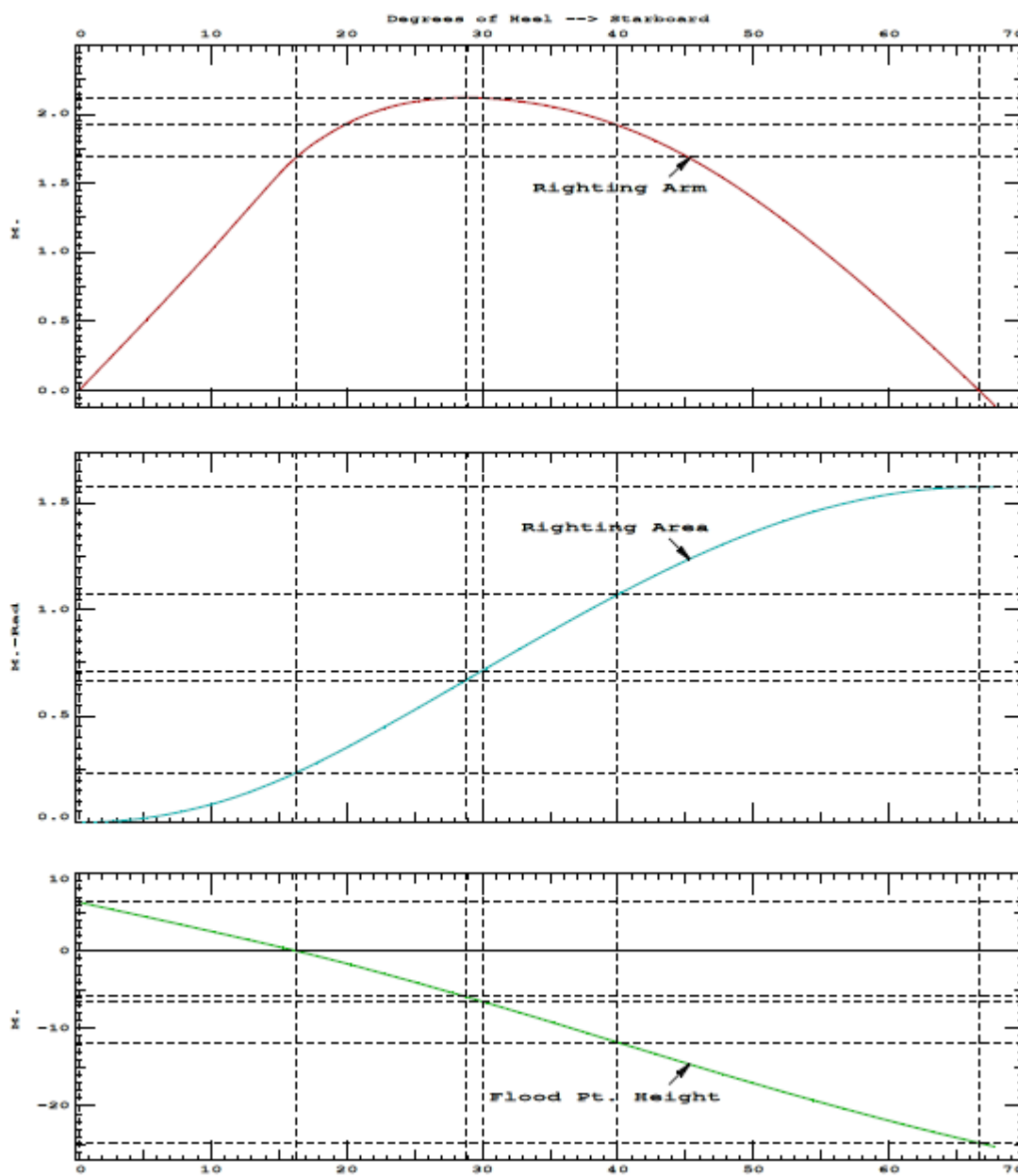
Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline.

True Free Surface included.

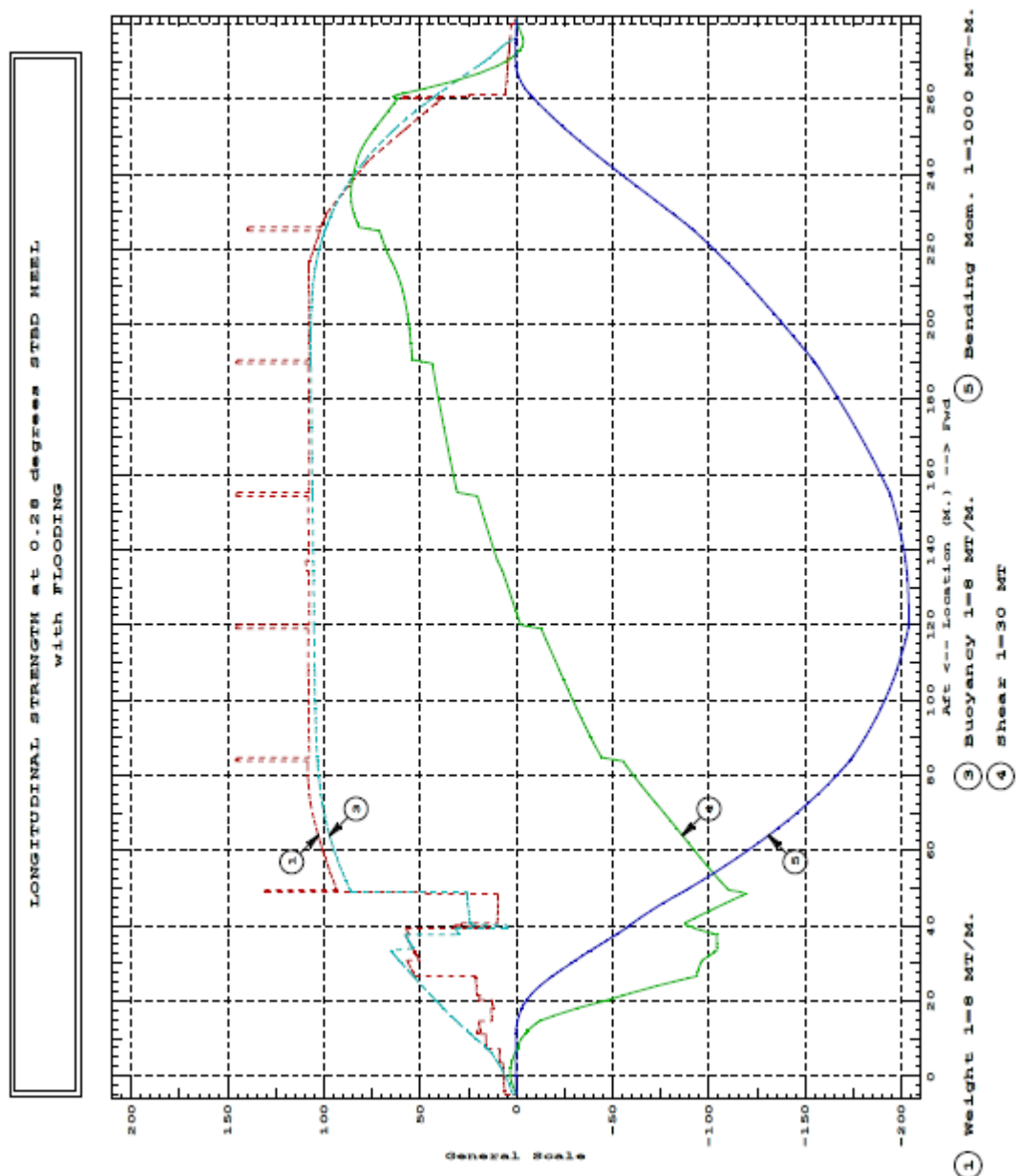
Critical Point	LCP	TCP	VCP
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860



Slika 68. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 18

Tablica 65. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 18

Largest Shear:	-3,569.6 MT	at 48.470f
Largest Bending Moment:	-203,802 MT-m	at 124.000f (Sagging)

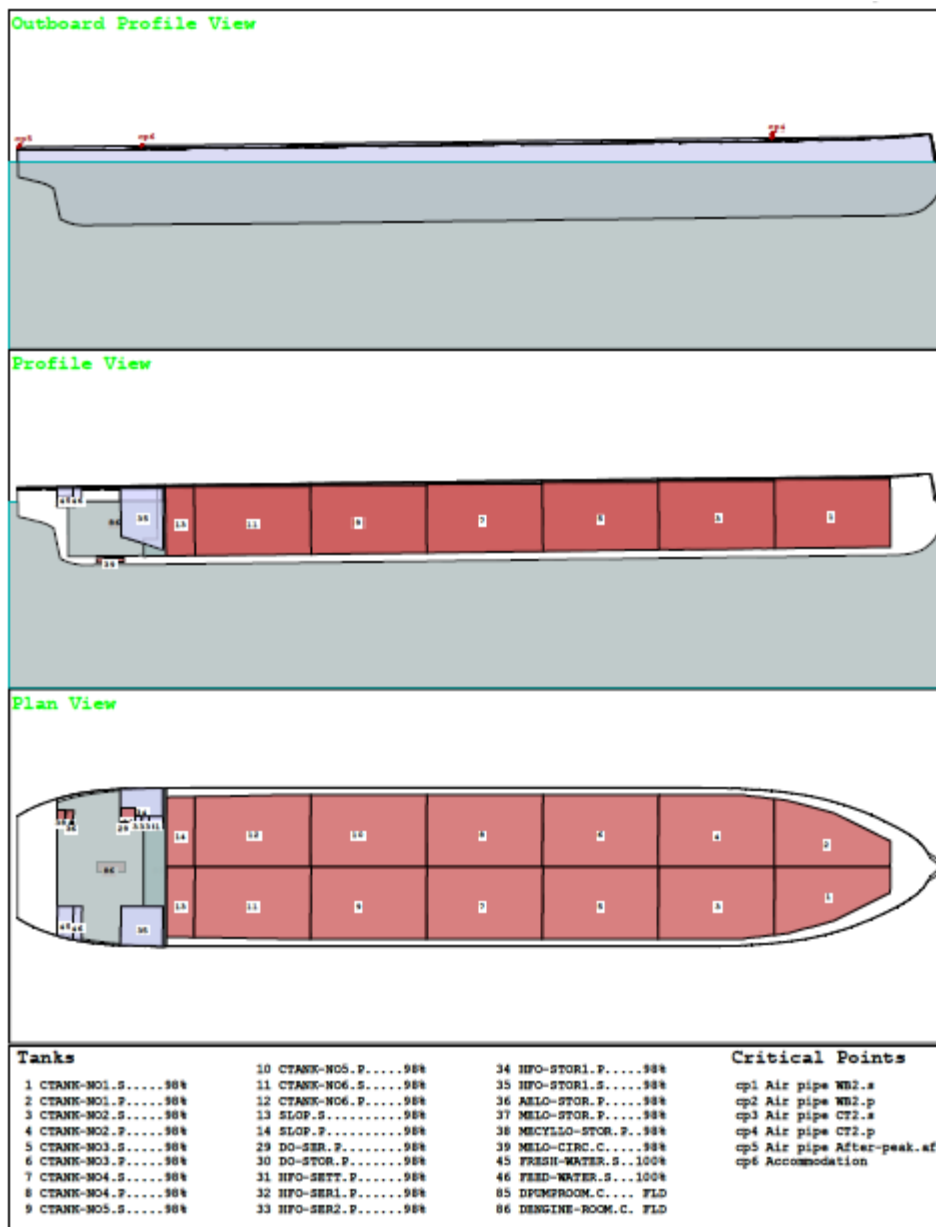


Slika 69. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 18

**xviii. Oštećeno stanje 19**

DAMAGE CONDITION 19.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m, 100% STORES

FLOODED: PUMP ROOM, ENGINE ROOM



**Slika 70. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 19**

**Tablica 66. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 19**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 19.520 @ Origin

Trim: Aft 3.34/270.00, Heel: Stbd 0.27 deg.

			Displ (MT)	LCB	TCB	VCB
HULL		1.025	200,405.45	135.021f	0.053s	9.423
DPUMPROOM.C	Flooded	1.025	-1,692.30	38.101f	0.028s	9.706
ENGINE-ROOM.C	Flooded	1.025	-8,873.11	23.447f	0.070s	13.388
Total Displacement→		1.025	189,840.05	141.100f	0.052s	9.236

Righting Arms: 0.001f 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points	LCP	TCP	VCP	Height
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860	7.012
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD 224.370f	21.500p	23.860	7.216
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD 224.370f	1.200s	24.760	8.009
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD 224.370f	1.200p	24.760	8.020
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD 4.800a	10.000s	23.900	4.272
(6) Accommodation	FLOOD 32.600f	14.000s	23.800	4.616

Distances in METERS.-----

**Tablica 67. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 19**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Aft 3.34/270.00, Heel: Stbd 0.27 deg., VCG = 13.328

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/
Draft	Weight (MT)	LCB	VCB	cm
17.822	189,840.05	141.100f	9.236	114.78
				137.283f
				2024.14
				287.88
				5.721

Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

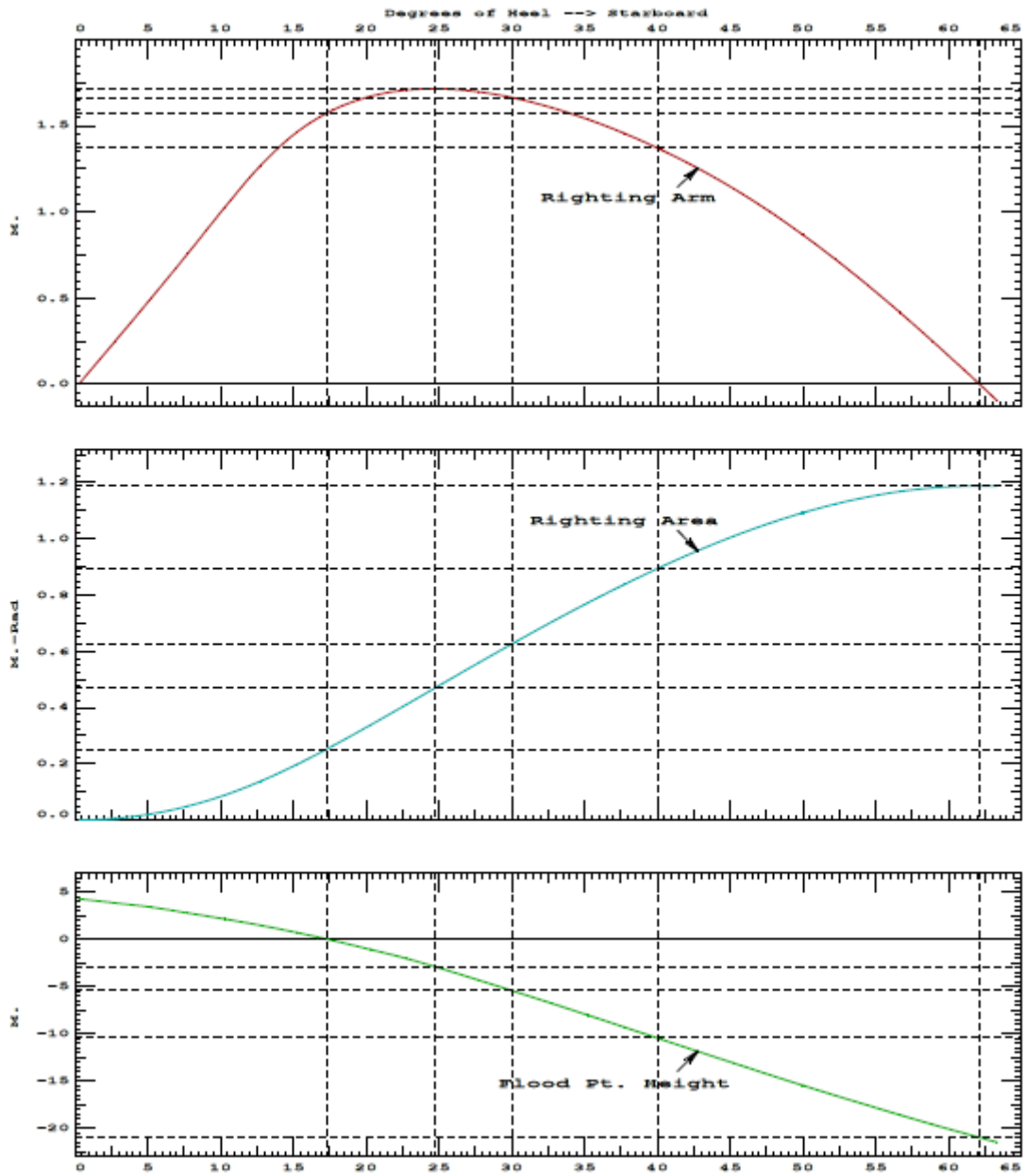
Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline.

True Free Surface included.

Critical Points	LCP	TCP	VCP
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD 4.800a	10.000s	23.900
(6) Accommodation	FLOOD 32.600f	14.000s	23.800

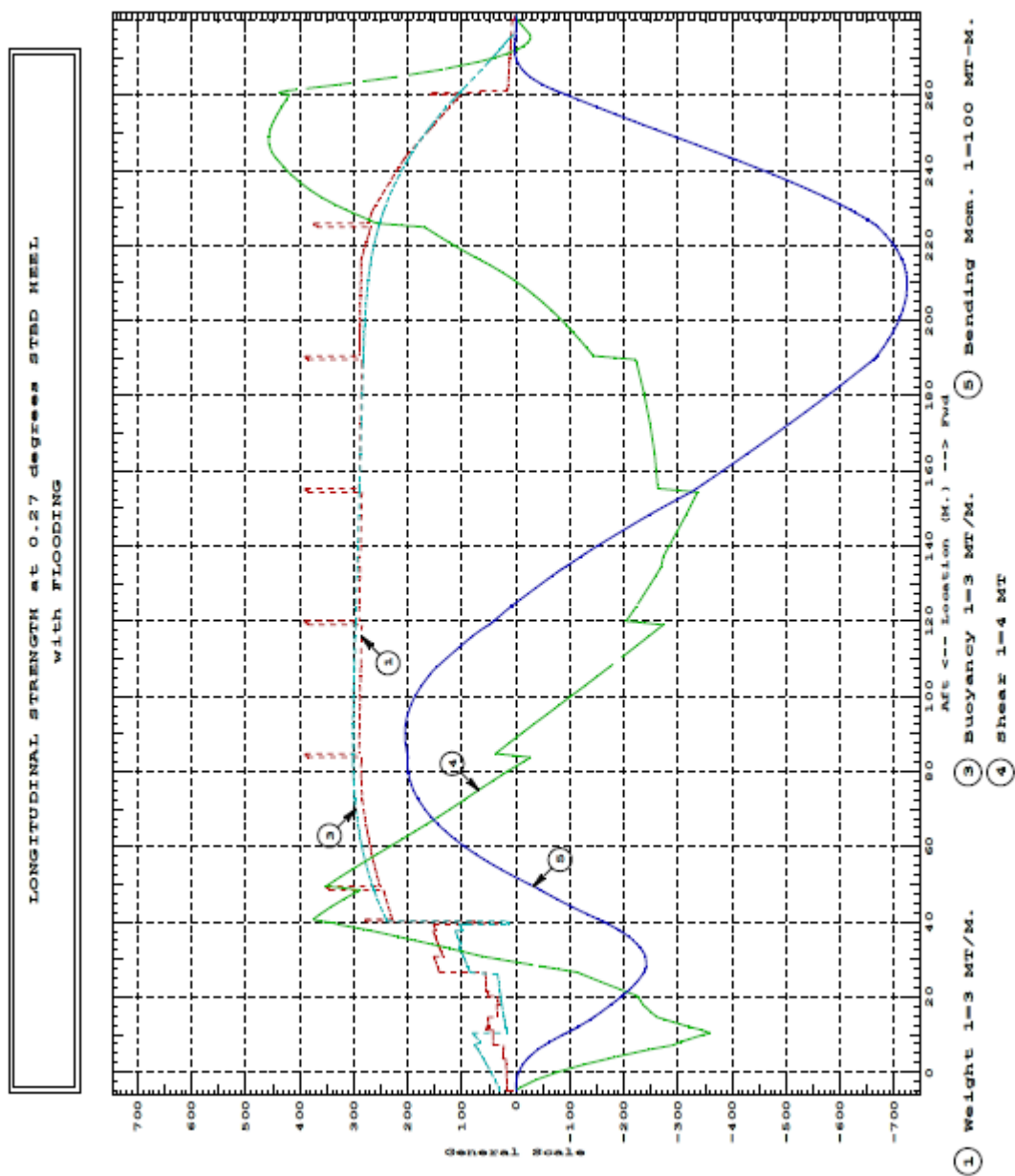




Slika 71. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 19

Tablica 68. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 19

Largest Shear:	1,830.2 MT	at 248.800f
Largest Bending Moment:	-72,331 MT-m	at 208.800f (Sagging)

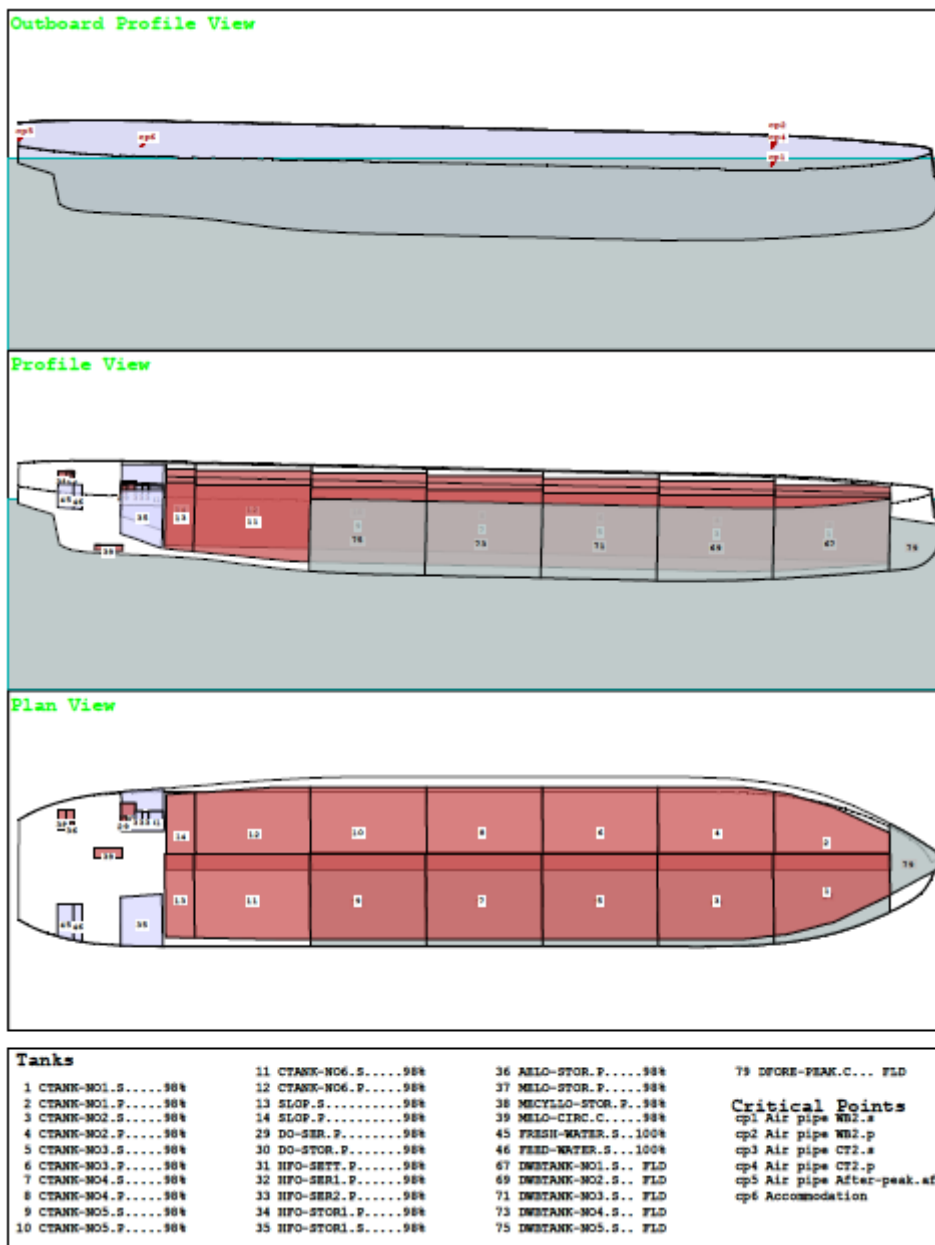


Slika 72. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 19

**xix. Oštećeno stanje 20**

DAMAGE CONDITION 20.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m, 100% STORES

FLOODED: WB1, 2, 3, 4, 5.s, FORE-PEAK



**Slika 73. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 20**

**Tablica 69. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 20**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 15.941 @ Origin

Trim: Fwd 6.07/270.00, Heel: Stbd 12.99 deg.

			Displ (MT)	LCB	TCB	VCB
HULL		1.025	211,587.44	145.222f	2.219s	10.182
DWBTANK-NO1.S	Flooded	1.025	-3,557.39	242.581f	12.987s	8.350
DWBTANK-NO2.S	Flooded	1.025	-3,853.95	207.257f	16.576s	6.208
DWBTANK-NO3.S	Flooded	1.025	-4,082.08	172.449f	17.017s	6.222
DWBTANK-NO4.S	Flooded	1.025	-4,081.62	137.171f	17.016s	6.223
DWBTANK-NO5.S	Flooded	1.025	-4,061.20	101.953f	16.987s	6.248
DFORE-PEAK.C	Flooded	1.025	-2,115.39	266.007f	0.000	8.303
Total Displacement →		1.025	189,835.84	141.305f	0.798s	10.573

Righting Arms: 0.003a 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points	LCP	TCP	VCP	Height
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860	-2.160
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD 224.370f	21.500p	23.860	7.506
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD 224.370f	1.200s	24.760	3.280
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD 224.370f	1.200p	24.760	3.820
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD 4.800a	10.000s	23.900	5.613
(6) Accommodation	FLOOD 32.600f	14.000s	23.800	3.776

Distances in METERS.-----

**Tablica 70. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 20**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 6.07/270.00, Heel: Stbd 12.99 deg., VCG = 13.338

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/
Draft	Weight (MT)	LCB	VCB	cm
18.794	189,835.84	141.305f	10.573	112.12
				123.667f
				2183.88
				310.61
				6.169

Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

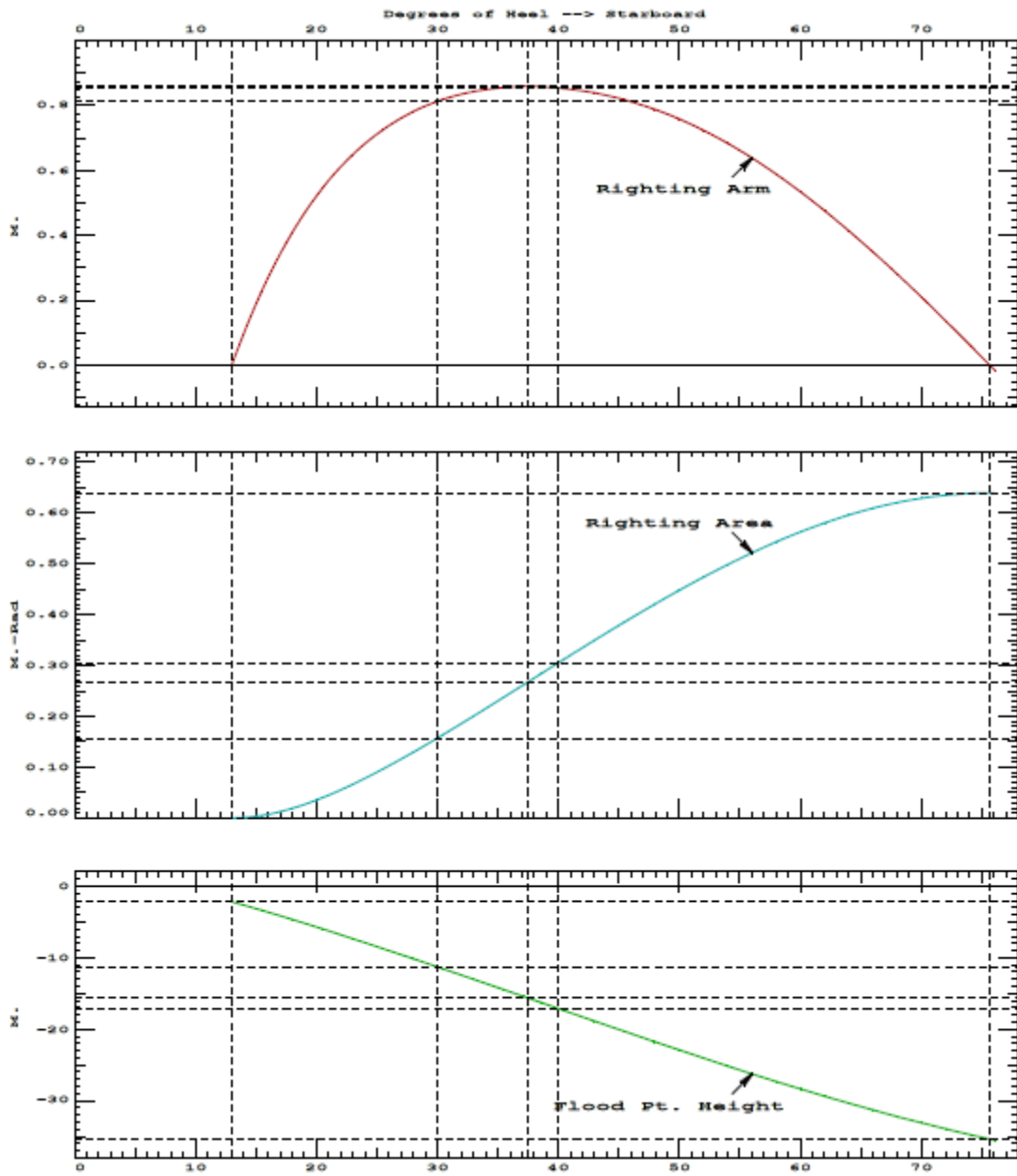
Trim is per 270.00m.

Draft is from Baseline.

True Free Surface included.

Critical Point-----LCP-----TCP-----VCP

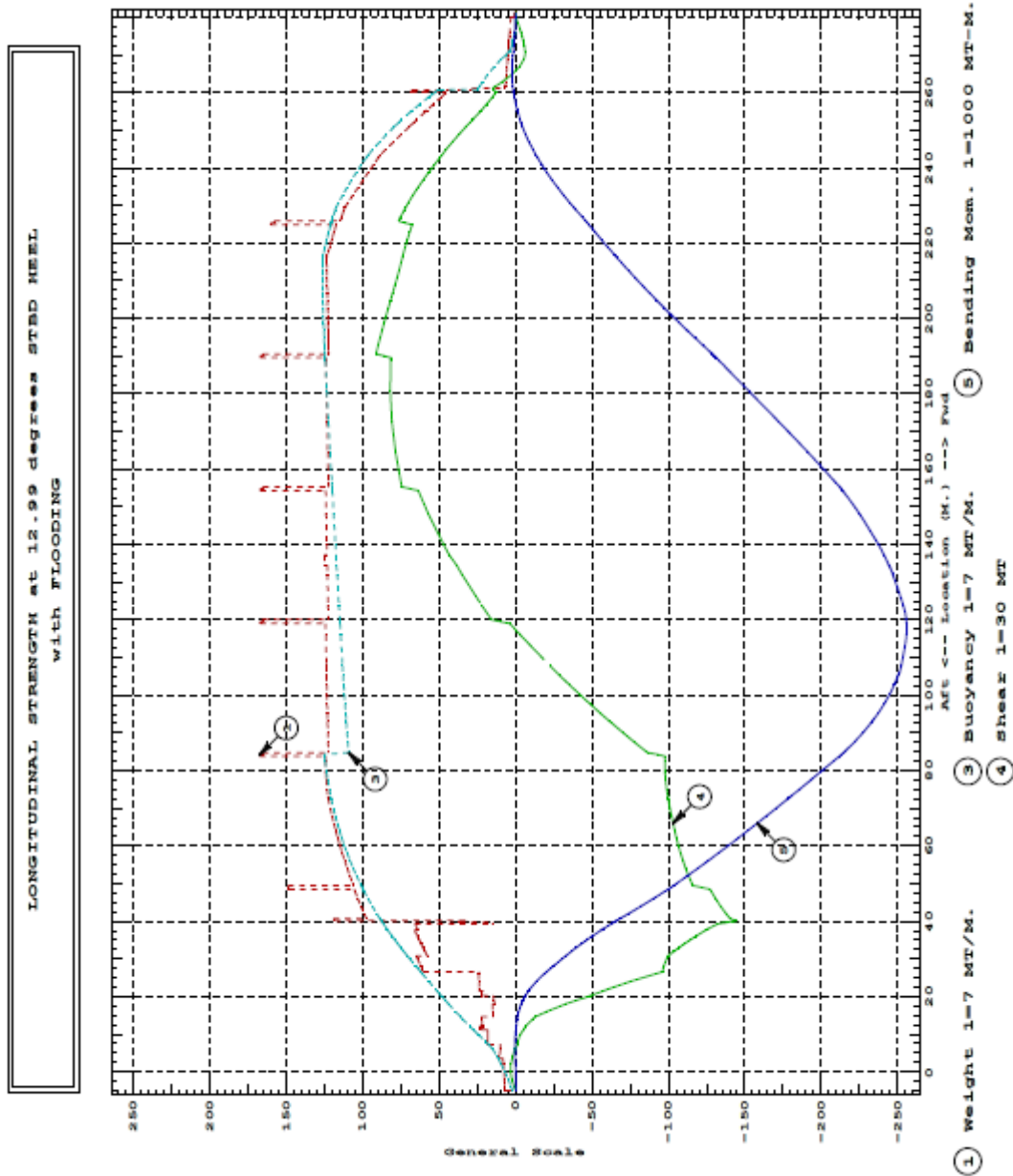
(1) Air pipe WB2.s FLOOD 224.370f 21.500s 23.860



Slika 74. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 20

**Tablica 71. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 20**

Largest Shear:	-4,320.1 MT	at 40.150f
Largest Bending Moment:	-255,822 MT-m	at 119.030f (Sagging)



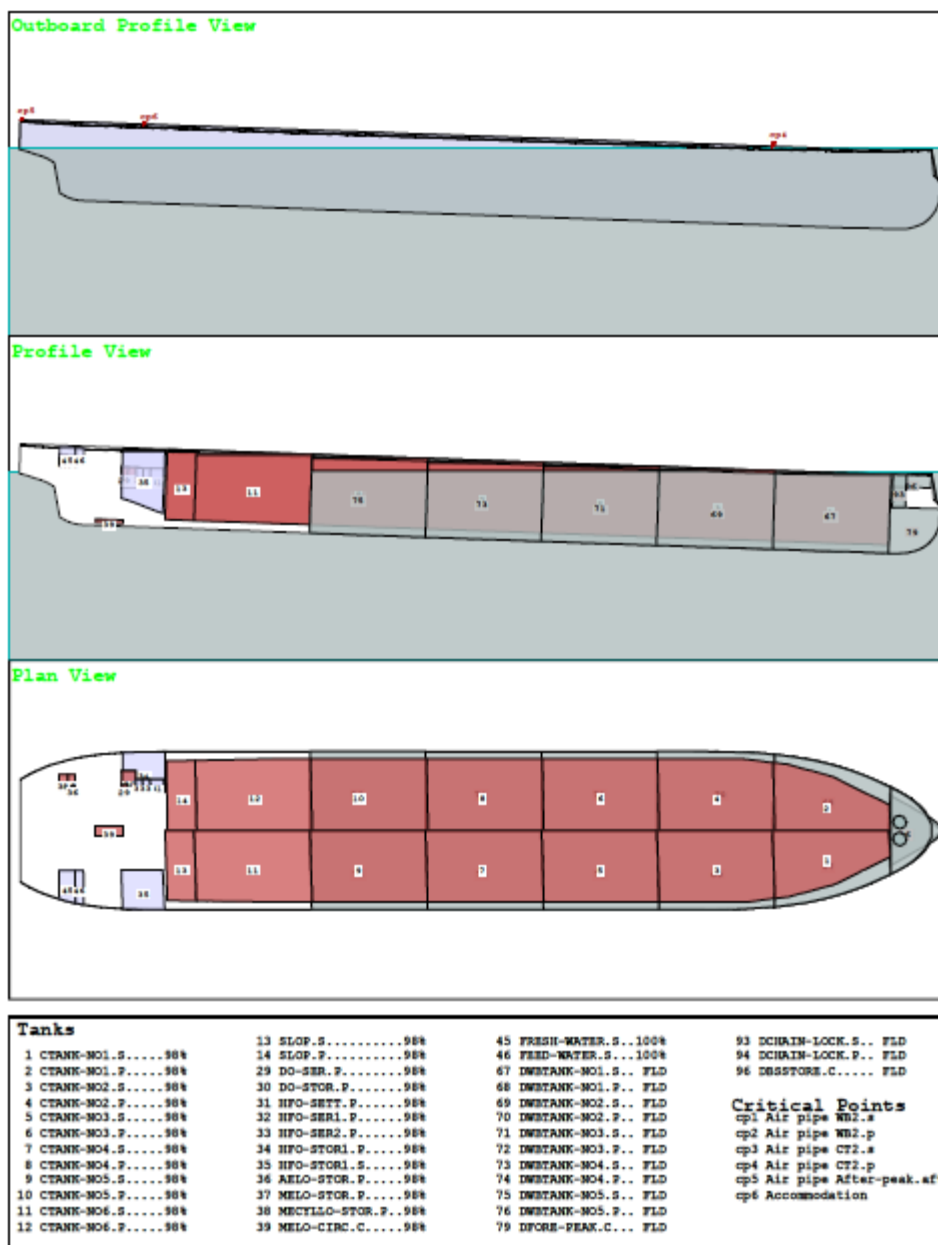
**Slika 75. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 20**

xx. Oštećeno stanje 21

DAMAGE CONDITION 21.: HOMOGENOUS LOADED, T=17.1 m,100% STORES

FLOODED: WB1,2,3,4,5, FORE-PEAK, CHAIN-LOCK

BSSTORE



Slika 76. Naplavljeni tankovi u Oštećenom stanju 21

**Tablica 72. Naplavljeni tankovi i kritične točke za Oštećeno stanje 21**

WEIGHT and DISPLACEMENT and CRITICAL POINT STATUS

Baseline draft: 15.901 @ Origin

Trim: Fwd 9.50/270.00, Heel: Stbd 0.27 deg.

			Displ (MT) ----LCB-----TCB-----VCB			
HULL		1.025	230,636.67	147.794f	0.039s	10.843
DWBTANK-NO1.S	Flooded	1.025	-3,557.43	242.581f	12.987s	8.351
DWBTANK-NO1.P	Flooded	1.025	-3,557.43	242.581f	12.987p	8.351
DWBTANK-NO2.S	Flooded	1.025	-3,849.55	207.273f	16.569s	6.189
DWBTANK-NO2.P	Flooded	1.025	-3,842.72	207.291f	16.558p	6.159
DWBTANK-NO3.S	Flooded	1.025	-4,001.19	172.525f	16.898s	5.893
DWBTANK-NO3.P	Flooded	1.025	-3,983.17	172.525f	16.870p	5.820
DWBTANK-NO4.S	Flooded	1.025	-3,898.53	137.248f	16.738s	5.486
DWBTANK-NO4.P	Flooded	1.025	-3,880.51	137.248f	16.709p	5.415
DWBTANK-NO5.S	Flooded	1.025	-3,776.15	102.036f	16.538s	5.111
DWBTANK-NO5.P	Flooded	1.025	-3,758.13	102.037f	16.507p	5.042
DFORE-PEAK.C	Flooded	1.025	-2,115.39	266.007f	0.000	8.303
DCHAIN-LOCK.S	Flooded	1.025	-110.57	263.350f	2.565s	19.000
DCHAIN-LOCK.P	Flooded	1.025	-110.57	263.350f	2.565p	19.000
DBSSTORE.C	Flooded	1.025	-346.13	265.459f	0.000	22.312
Total Displacement→		1.025	189,849.22	141.374f	0.040s	11.783

-----

Righting Arms: 0.001 0.000s

Distances in METERS.-----Moments in m.-MT.

Critical Points-----	LCP-----	TCP-----	VCP-----	Height
(1) Air pipe WB2.s	FLOOD 224.370f	21.500s	23.860	-0.038
(2) Air pipe WB2.p	FLOOD 224.370f	21.500p	23.860	0.167
(3) Air pipe CT2.s	FLOOD 224.370f	1.200s	24.760	0.958
(4) Air pipe CT2.p	FLOOD 224.370f	1.200p	24.760	0.970
(5) Air pipe After-peak.aft	FLOOD 4.800a	10.000s	23.900	8.115
(6) Accommodation	FLOOD 32.600f	14.000s	23.800	6.681

Distances in METERS.-----



**Tablica 73. Hidrostatske karakteristike za Oštećeno stanje 21**

HYDROSTATIC PROPERTIES with FLOODING

Trim: Fwd 9.50/270.00, Heel: Stbd 0.27 deg., VCG = 13.331

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.	Weight/	Moment/
Draft----	Weight (MT) ----	LCB-----	VCB-----	cm-----
LCF---	cm trim----	GML-----	GMT	
19.763	189,849.22	141.374f	11.783	100.55 109.771f
				1468.29 208.82 5.765

Distances in METERS.-----Specific Gravity = 1.025.-----Moment in m.-MT.

Trim is per 270.00m.

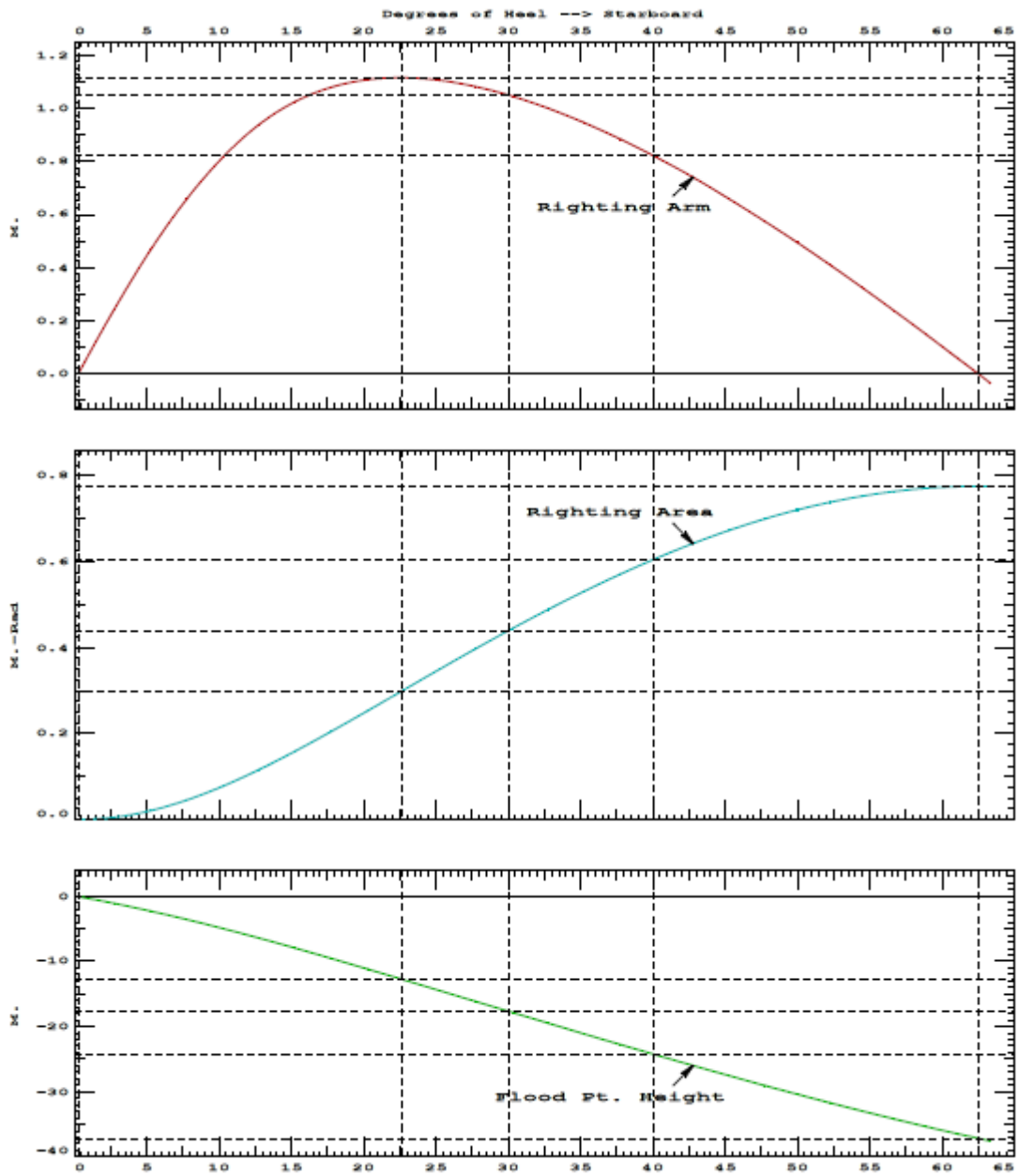
Draft is from Baseline.

True Free Surface included.

Critical Point-----LCP-----TCP-----VCP

(1) Air pipe WB2.s

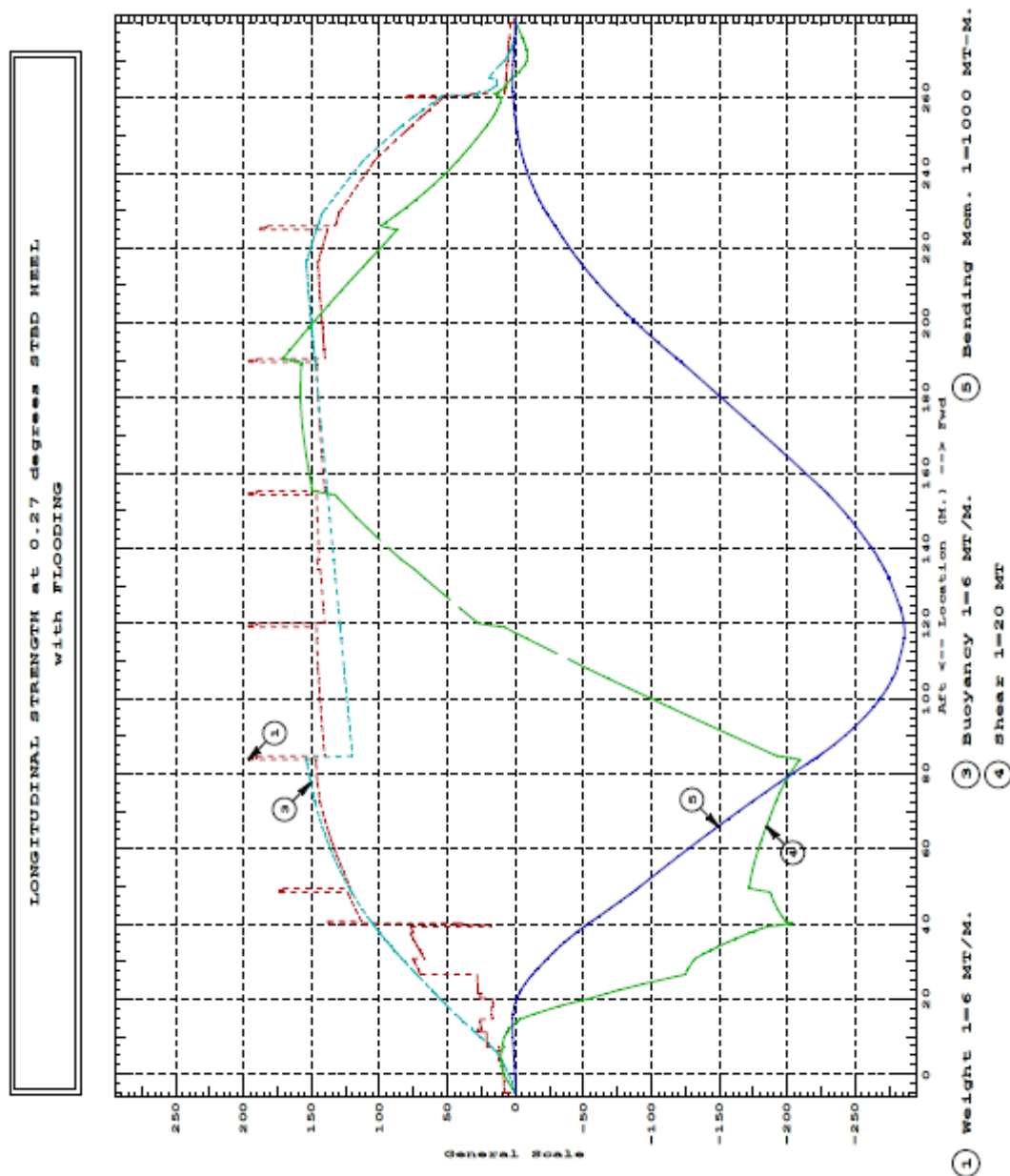
FLOOD 224.370f 21.500s 23.860



Slika 77. Krivulje stabiliteta za Oštećeno stanje 21

Tablica 74. Iznos i položaj najvećeg momenta savijanja i smične sile za Oštećeno stanje 21

Largest Shear:	-4,185.3 MT	at 83.750f
Largest Bending Moment:	-286,105 MT-m	at 119.030f (Sagging)



Slika 78. Karakteristike uzdužne čvrstoće za Oštećeno stanje 21