

Sigurnost brodova za prijevoz rasutog tereta

Korać, Maroje

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Dubrovnik / Sveučilište u Dubrovniku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:155:545449>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-01**



SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
UNIVERSITY OF DUBROVNIK

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Dubrovnik](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
POMORSKI ODJEL**

MAROJE KORAĆ

**SIGURNOST BRODOVA ZA PRIJEVOZ
RASUTOG TERETA**

ZAVRŠNI RAD

DUBROVNIK, 2020.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU

POMORSKI ODJEL

STUDIJ NAUTIKA

**SIGURNOST BRODOVA ZA PRIJEVOZ
RASUTIH TERETA**

ZAVRŠNI RAD

MENTOR:

dr. sc. Ivica Đurđević-Tomaš, kap.

STUDENT

Maroje Korać

DUBROVNIK, 2020.

Republika Hrvatska
SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
POMORSKI ODJEL
Preddiplomski studij Nautika

Dubrovnik, rujan 2020.

Ur. broj

Kolegij: RUKOVANJE I PRIJEVOZ TERETA

Mentor: dr.sc. Ivica Đurđević Tomaš, kap.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Pristupnik: **MAROJE KORAĆ**

Zadatak: **SIGURNOST BRODOVA ZA PRIJEVOZ RASUTOG TERETA**

Zadatak treba sadržavati:

1. Vrste brodova za prijevoz rasutog tereta
3. Opterećenja konstrukcije
4. IMSBC Code

Pročelnik Pomorskog odjela
izv. prof. dr. sc. Žarko Koboević

Mentor:
dr. sc. Ivica Đurđević Tomaš, kap.

IZJAVA

S punom odgovornošću izjavljujem da sam završni rad izradio samostalno, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentora dr. sc. Ivice Đurđevića Tomaša, kap.

Maroje Korać

Sadržaj

1. Brodovi za prijevoz rasutih tereta.....	2
1.1. Općenito	2
1.2. Vrste <i>bulk carrier</i> a	2
2. Nesreće na <i>bulk carrier</i> ima	5
3. Utjecaj međunarodne pomorske organizacije na sigurnost <i>bulk carrier</i> -a.....	10
3.1. Reagiranja.....	10
3.2. Istraživanje pomorskih nesreća od strane IMO-a.....	11
4. Opterećenja koja brod podnosi te brodska konstrukcija.....	12
4.1. Općenito	12
4.2. Ograničenja dizajna.....	13
4.3. Dinamički tlakovi.....	14
4.4. Načini krcanja <i>bulk carrier</i> a	20
4.5. Priručnik krcanja	21
5. Međunarodni pomorski kodeks za krute rasute terete (IMSBC Code)	23
5.1. Značenje korištenih izraza.....	25
5.2. Opće mjere zaštite	26
5.3. Sigurnost osoblja i broda.....	26

Uvod

Više od 180 života je izgubljeno na brodovima za prijevoz rasutog tereta od 2009 do 2018. Izgubljeno je 48 brodova većih od 10.000 DWT. Uzroci su različiti: požari, sudari, ratne neprilike, kvarovi pogona, oštećenja konstrukcije, pomicanje tereta i naravno, uvijek određeni postotak nepoznatih gubitaka.

Zacijelo jedan od velikih razloga je i podatak da svijetom plovi preko 11.500 *bulk carrier*a, ukupne tonaže preko 300 milijuna GT, što čini čak 20% svjetske flote, tankera ima više od 7.000, a brodova za prijevoz kontejnera 5.000.

Dosta nesreća je uzrokovala i činjenica da se tim brodovima prevoze sve različitiije vrste tereta, koje različito reagiraju na čimbenike poput: vibracija, temperaturnih razlika itd. Posade brodova nisu dovoljno upoznate sa tim reakcijama. Nadalje, ti tereti se i po više puta prekrcavaju, skladište, dok stignu na brod. Znači da je vrlo važno i da svo lučko i drugo osoblje koje je u kontaktu sa teretima zna s čime rukuje. Teret se prevozi nekoliko dana do broda, te je bitno u kakvom je stanju teret i ukrcan.

Reakcije pomorskih organizacija su različite. Uveli su se kodeksi poput IMSBC- code (Međunarodni pomorski kodeks za krute rasute terete), postavljaju se različiti uvjeti za brodove u gradnji, starost brodova postaje jedan od većih problema.

U ovom završnom radu opisan je prijevoz krutih tereta u rasutom stanju te njegov utjecaj na čvrstoću konstrukcije tokom prijevoza.

Prijevoz žitarica nije dio ovog rada jer se na žitarice odnosi poseban, Kodeks o sigurnom prijevozu žitarica u rasutom stanju.

1. Brodovi za prijevoz rasutih tereta

1.1. Općenito

Brodovi za prijevoz rasutih tereta (*Bulk carriers*) su brodovi za prijevoz tereta, (uglavnom) u rasutom stanju. Vodeći rasuti tereti u svjetskoj trgovini morem su : željezna ruda, ugljen, žitarice, boksit, aluminij, ostale rude, šećer, sol, pijesak, šljunak.

Bulk carrieri su, takoreći nastali iz tadašnjih tzv. „tramera“ i brodova za prijevoz rude (*ore carriers*) sredinom 50-ih godina dvadesetog stoljeća, nakon čega su se počeli naglo razvijati u broju i veličini. Dok se 1960. jedna četvrtina rasutih tereta prevozila u tadašnjim jedno-palubnim brodovima za prijevoz rasutih tereta, do 1980. rasuti su se tereti prevozili u potpunosti *bulk carrierima*.

Izmjena međunarodnih pravila, kao što je Konvencija o vodenoj liniji iz 1966. te IMO-ova pravila za prijevoz žitarica omogućila su brodograditeljima da iskoriste stabilnost *bulk carrieria* i razviju mogućnost „samo ukrcaja“ tj. ugradnju dizalica.

Daljnji razvoj 80-ih godina omogućio je i gradnju tzv. *conbulk* brodova, (*container bulk*) koji su pratili promjene na tržištu sve većom kontejnerizacijom određenih tereta, te i na taj način zadržali konkurentnost.

1.2. Vrste *bulk carrieria*

Daljnjim razvojem *bulk carrieria* došlo je do podjele ovog tipa brodova, po veličini ali i po vrsti tereta koje prevoze.

Mali *bulk carrieri* - Nosivost do 10.000 DWT. Uobičajeno napravljen za transport rijekom ili ujobalnom plovidbi. Konstruiran da može proći ispod mostova sa malim brojem posade od 3-8 članova.



Slika 1 - Mali *bulk carrier*

Handy-sized bulkers – Nosivost do 50.000 DWT, ovo je ujedno i najbrojnija vrsta *bulk carrier*. 1990. bilo je 2.000 ovakvih brodova, te još 1.500 brodova deplasmana od 10.000-25.000 tona (iako su ovi brodovi manji imaju iste karakteristike kao handy-sized brodovi).

Mala veličina handy-size bulkera omogućuje im uplovljavanje u manje luke za ukrcaj tereta (gaz im je oko 11,5 m), i u većini slučajeva su i oni sami opremljeni dizalicama, tako da mogu ukrcati ili iskrcati teret u lukama koje nemaju lučke dizalice. Ovaj tip broda ima veći izbor tereta koji će ukrcati za razliku od većih *bulk carrier*a.

Handymax bulkers – To su *handysized* brodovi nosivosti od 35.000 do 50 000 DWT samo što ih različiti autori stavljaju u posebnu vrstu tzv. *Handymax* brodove.

Panamax bulkers – Brodovi veći od *handymax* brodova a nazvani po tome što su to brodovi maksimalnih dimenzija a koji mogu proći Panamski kanal, a to znači kraći od 289.5 m, uži od 32.3 m i gaza manjeg od 12.04 m. Brzina ovih brodova je oko 14 čvorova, a njima se najviše prevoze ugljen, žitarice, boksit, željezna ruda. Ovi brodovi imaju ukupnu nosivost od 80.000 tona.

Cape-sized bulkers – Brodovi nosivosti od 80.000 do 180.000 DWT, sa gazom od 17 m. Brzina im je od 12.5 do 14 čvorova. Zbog velikog obujma imaju pristup malom broju svjetskih luka i uglavnom se baziraju na prijevozu velikih pošiljki željezne rude i ugljena, na veće udaljenosti. U praksi se upotrebljava i pravilo dvije luke iskrcaja, gdje se brod djelomično isprazni u prvoj luci da bi mogao ući u drugu i završiti iskrcaj.



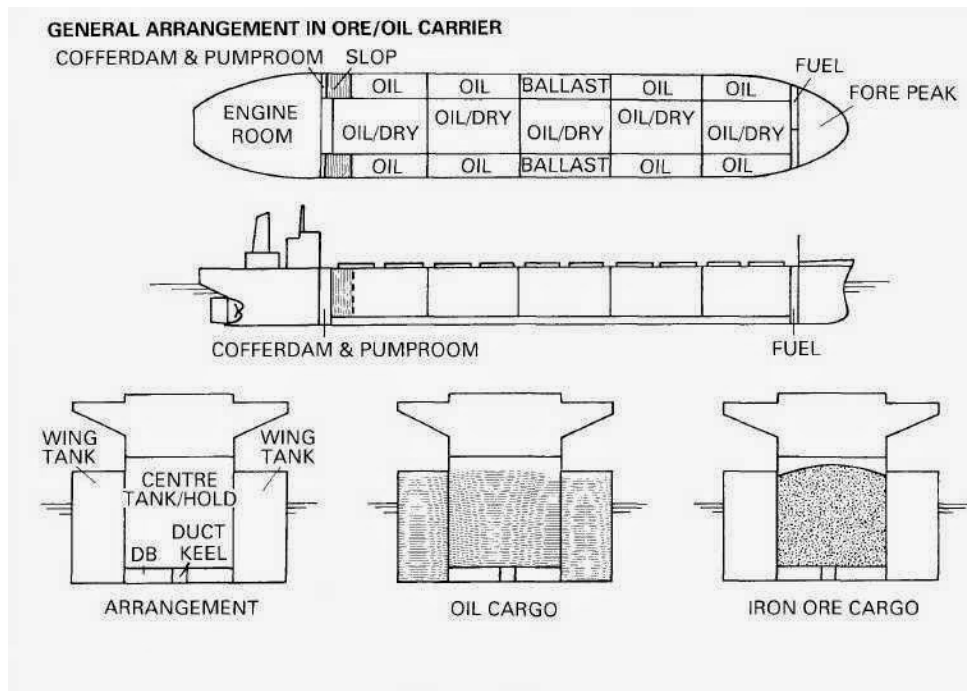
Slika 2 - Cape size bulk carrier

VLBC (Very large bulk carriers) – Brodovi su preko 180.000 tona ukupne nosivosti. Trenutno ih je u svijetu manje od 100. Najuobičajenije rute su im Brazil - Europa i Australija - Japan. Određeni broj ovih brodova su specijalni brodovi kao što su brodovi za prijevoz rude (*ore carriers*), rude/ulja (*ore/oil*) i OBO (*oil/bulk/ ore*) carriers.

Ore carriers- Brodovi su posebno konstruirani za prijevoz željezne i drugih teških ruda. Karakteriziraju ih mala skladišta te nisko sistemno težište. Dugo godina rekord za najveći *ore carrier* je držao brod imena „Berge Stahl“ sa 350.000 tona istisnine. Danas u svijetu imamo mnogo brodova preko 400.000 DWT, prvi od takvih brodova je „MS Ore Brasil“ koji je dug 362m sa 402.347 DWT, kada prevozi puna skladišta željezne rude (usporedba 11.500 kamiona) gaz ovakvom brodu je 23 m što znači da jako malo luka u svijetu mogu primiti ovakav brod, a to su luke u Brazilu, Europi te Kini.

OBO (oil/bulk/ore) carriers – Brodovi su posebne konstrukcije za prijevoz i suhih i tekućih tereta. Također su i posebno ojačani za prijevoz teških ruda.

Ore/oil carriers imaju središnje i bočne odjeljke. Kada prevoze gorivo mogu se koristiti i središnji i bočni a kod prijevoza ruda samo središnji odjeljci.



Slike 3 - Ore/oil carrier

Conbulkera- Vrsta bulk carriera koji su opremljeni i za prijevoz kontejnera. Imaju posebno ojačanu palubu i poklopce grotala, i posjeduju brodske dizalice. Dodatna ojačanja kojim raspolažu ovi brodovi im omogućuju da prevoze i drvo na palubi. Brzina ovakvih brodova je od 14-16 čvorova.

2. Nesreće na bulk carrierima

Međunarodno udruženje vlasnika brodova za prijevoz suhih tereta - INTERCARGO (*International Association of Dry Cargo Shipowners*) je objavilo izvješće o nesrećama na brodovima za prijevoz rasutih tereta.¹

U njihovoj analizi za vremenski period od 2009. do 2018. navodi se :

- 48 bulk carriera većih od 10.000 DWT je proglašeno izgubljenim, ili po prosjeku 5 brodova godišnje,
- 188 članova posade kao posljedica gubitka brodova, je izgubilo svoje živote, ili po prosjeku 19 života godišnje,
- 19.2 godina je prosjek starosti *bulk carriera* koji su izgubljeni,
- 2.89 milijuna tona ukupne nosivosti (DWT) je izgubljeno, ili 289.000 DWT godišnje.

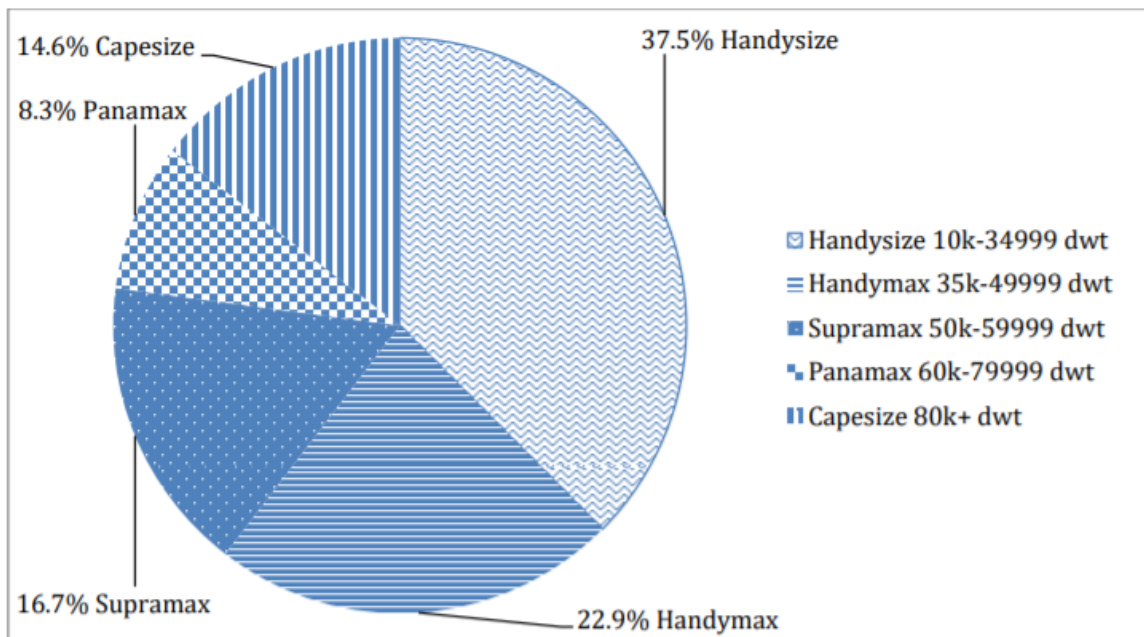
¹ *Bulk Carrier Casualty Report 2018*

Reported cause	Losses of life	Losses of ships	Likely root cause	Losses of ships
Cargo shift/liquefaction	101	9	Cargo failure	9
Collision	0	4	Machinery failure	1
			Unknown	2
			Human element	1
Fire/explosion	16	3	Unknown	2
			Cargo safety	1
Flooding	0	6	Unknown	5
			Machinery failure	1
Grounding	10	19	Machinery failure	4
			Navigation	3
			Unknown	3
			Weather	1
			Human element	8
Structural	0	1	Collision	1
Unknown	61	6	Unknown	5
			Machinery failure	1
TOTAL	188	48		48

Slika 4 - Gubitci po uzroku

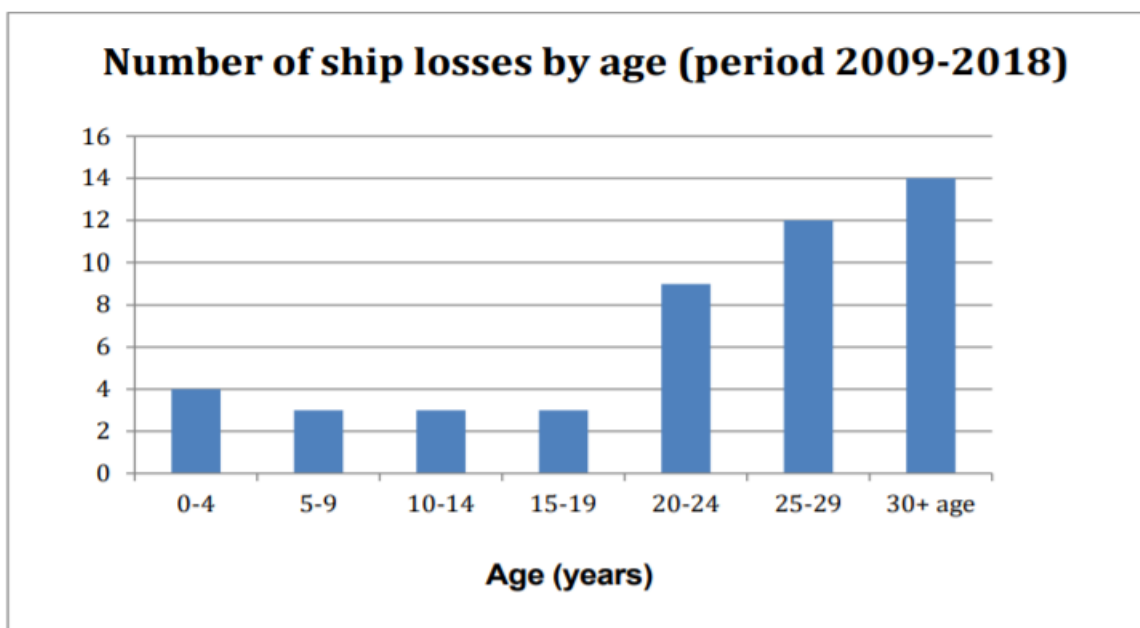
Nadalje, u izješću se navodi sljedeće:

- Najveći gubitak života je povezan sa teretom (*Cargo failure*) zbog čega je izgubljen 101 život ili 53.7% od ukupnog postotka izgubljenih života iz 9 nesreća.
- Najčešći prijavljeni gubitak broda je zbog nasukavanja, sa 19 gubitaka ili 39.6% od totalnih gubitaka.
- Gubitaci zbog naplavlivanja, 6 brodova (12.5%)
- Gubitci zbog nepoznatih razloga su 32.4%, 61 život je izgubljen na 6 brodova od kojih su u dvije nesreće (brodovi Stellar Daisy i Emerald Star) izgubljena čak 32 ljudska života.



Slika 5 - Gubitci po veličini broda

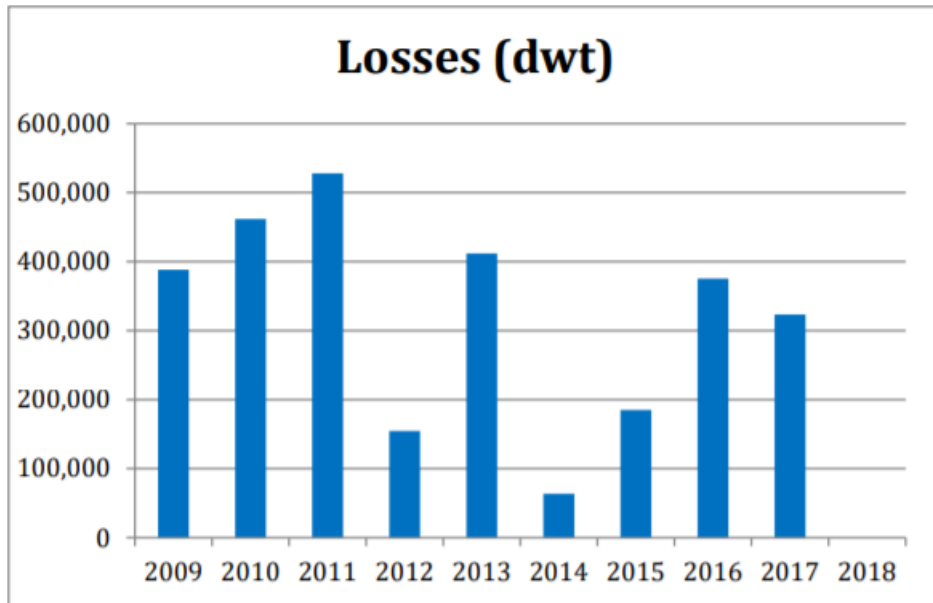
Na slici 5. je prikazana podjela nesreća po veličini brodova gdje se vidi da je najveći broj izgubljenih brodova veličine *Handy-size*. Treba uzeti u obzir da je njih brojčano i najviše.



Slika 6 - Gubitci po starosti broda

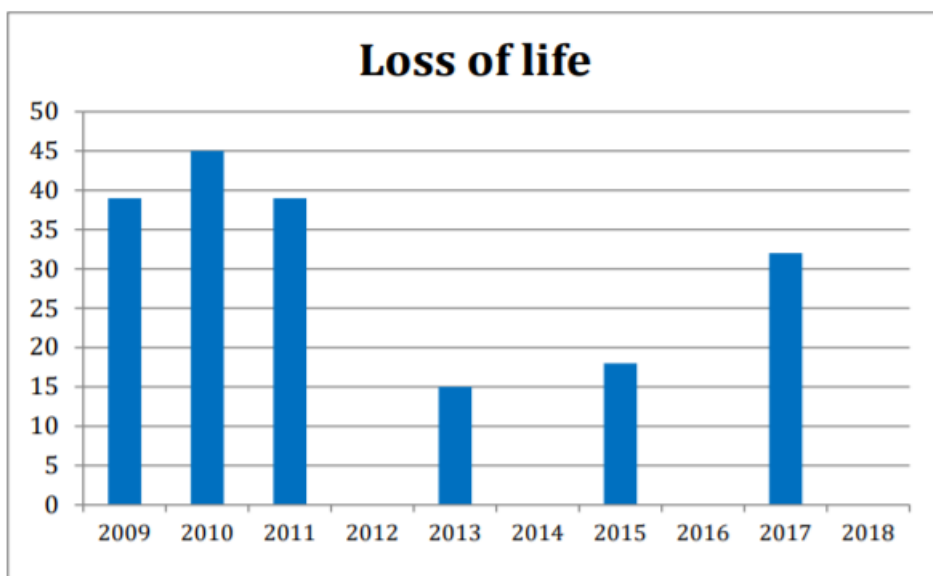
Na slici 6. je vidljivo da je najviše izgubljenih brodova starije dobi iz čega se zaključuje – što stariji brod, veća je vjerojatnost za nesreću.

Year	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Losses (dwt)	388,252	461,666	528,009	154,526	411,936	63,580	184,970	375,386	323,508	0



Slika 7 - Gubitci po tonama nosivosti

Year	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Loss of life	39	45	39	0	15	0	18	0	32	0



Slika 8 - Gubitak života po godinama

U 21. stoljeću još je uvijek velik broj žrtava na brodovima za prijevoz rasutog tereta, međutim, ako ove podatke usporedimo sa podacima iz 1971. i 1994. godine kad je život izgubilo više od 2.700 pomoraca, stanje se znatno popravilo. Tomu su pridonjele brojne izmjene u konvenciji i kodeksima gdje su se postrožila pravila vezana za prijevoz tereta i konstrukciju ovih brodova.

Prema podacima međunarodne udruge klasifikacijskih društava (IACS-u *International Association of classification Societies*) vidljivo je da 70% izgubljenih brodova imaju 3 zajedničke stvari:

1. Brodovi su stariji od 15 godina.
2. Brodovi su prevozili teške terete minerala.
3. Brodovi su imali prodor mora u skladišne prostore za vrijeme lošeg vremena.

3. Utjecaj međunarodne pomorske organizacije na sigurnost *bulk carrier-a*

3.1. Reagiranja

Na konferenciji SOLAS-a o sigurnosti *bulk carrier-a* iz 1997., doneseno je novo poglavlje (XII) i složilo se da je ostalo još nerazjašnjenih pitanja o sigurnosti *bulk carrier-a* i da bi odbor za pomorsku sigurnost (*Maritime safety committee*) trebao razmisliti o njima. Ta neriješena pitanja su:

1. *Bulk carrieri* kraći od 150 m.
2. Novi *bulk carrieri* sa duplom oplatom.
3. *Bulk carrieri* koji voze terete gustoće manje od 1780 kg/m³.
4. *Bulk carrieri* sa manje od pet skladišta.
5. Ostali brodovi koji prevoze rasute terete.
6. Definicija broda s jednom oplatom.

Za rješavanje ovih pitanja IMO je oformila grupu stručnjaka pod vodstvom Velike Britanije. Stručnjaci su napravili studiju o sigurnosti *bulk carrier-a* tzv. FSA - *Formal Safety Assessment*. Ova studija je objavljena u IMO-voj okružnici (MSC/Circ.829 i MEPC/Circ.335).

Na konferenciji IMO-a u studenom 1997. Usvojene su nove mjere za povećanje sigurnost *bulk carrier-a*, utjelovljene u poglavlju XII SOLAS konvencije. Nove odredbe su stupile na snagu 01.07.1999., ali su spadale u privremene mjere, te je nastavljen posao na razvijanju zadovoljavajućih zahtjeva za nove i već postojeće brodove od strane MSC-a. Na sjednici MSC-a u prosincu 2002. prihvaćene su izmjene i dopune poglavlja XII, te prijedlozi za buduće poboljšanje sigurnosti brodova za prijevoz rasutih tereta.

Riješena su neka od pitanja koja su postavljena na konferenciji 1997. g. kao npr.:

- Kod postojećih brodova (izrađenih prije 01.07.1999. g.) koji prevoze rasute terete gustoće 1780 kg/m³ i više, nepropusna pregrada između prva dva skladišta na pramcu te duplo dno prvog skladišta, moraju imati čvrstoću da izdrže naplavljivanje i dinamičke sile u prvom skladištu;
- *Bulk carrieri* duljine 150 m i više (izgrađeni poslije 01.07.1999. g) koji prevoze rasute terete gustoće 1000 kg/m³ i više moraju imati dovoljnu čvrstoću da izdrže naplavljivanje bilo kojeg skladišta, uzimajući u obzir dinamičke sile zbog prisutnosti vode.

Također, na sjednici je uzeto u obzir i istraživanje IACS- a. Naime IACS je dokazao da u situaciji kad je naplavljeno prvo skladište, nepropusna pregrada između prva dva skladišta ne može izdržati tlak uzrokovan micanjem mješavine tereta i vode. Ovo se osobito odnosi na situacije kad je nakrcano svako drugo skladište (alternativni način).

Zaključeno je da je najranjiviji dio nepropusna pregrada između prva dva skladišta, kao i duplo

dno na tim mjestima. Također je naglašeno da se prilikom izvanrednih pregleda obrati posebna pozornost na ova područja te ukoliko je potrebno da se naprave ojačanja. Također kada određeni brod ima zabranu prijevoza određene vrste tereta, mora biti trajno označen žutim trokutom sa strane broda. Mjere stupaju na snagu ovisno o starosti brodova, a prema načinu određenom u poglavlju.

Osim donesenih mjera objavile su se i preporuke za daljnji rad s ciljem povećanja sigurnosti brodova za prijevoz rasutih tereta:

- Dupla oplata za brodove veće od 150 m;
- Poboljšanje zaštitnih premaza;
- Uvođenje "free fall" brodice za spašavanje;
- Uvođenje BC CODE-a kao obvezne literature prilikom ukrcaja rasutih tereta.

Razmatranje o sigurnosti *bulk carrier*a se intenzivno nastavilo. U to vrijeme nisu bile riješene potencijalne štete napravljene brodu prilikom ukrcaja i iskrcaja. Uvođenjem Kodeksa prakse za siguran ukrcaj i iskrcaj brodova za prijevoz rasutog tereta, BLU Code - *Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk Carriers*, riješen je i ovaj problem.

3.2. Istraživanje pomorskih nesreća od strane IMO-a

Nakon opsežnog istraživanja zaključeno je da je glavni razlog velikom broju nesreća vjerojatno bila voda koja je iz nekog razloga ušla u skladište i to zbog:

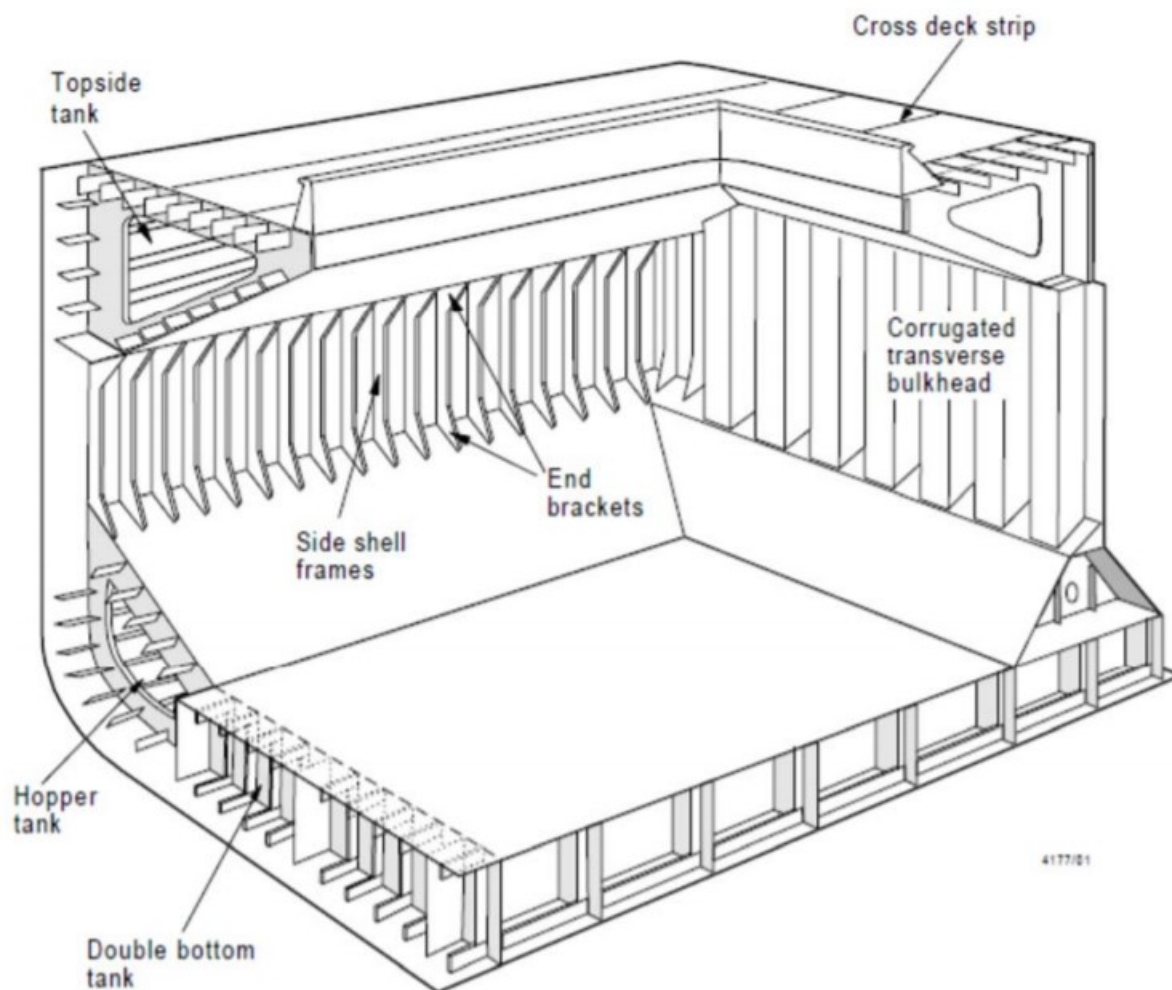
1. Prevelike težine (ili gubitka uzgona), kada dolazi do pucanja broda na dva dijela;
2. Vodne nepropusna pregrada između dva susjedna skladišta puca i dolazi do naglog naplavlivanja. Taj "domino efekt" prije ili kasnije uzrokuje prekoračenje uzgona i brod tone kao kamen.

Sve se to naravno odvija jako brzo i to bez upozorenja posadi, jer u lošim vremenskim uvjetima vrlo je teško časniku u straži opaziti što se događa na pramcu udaljenom 100-200 metara. Ali zašto voda uopće ulazi? Postoji sumnja da je u dosta prijašnjih nesreća slabo održavanje bilo glavni uzrok. To potkrepljuje i činjenica da su se tokom 90-ih godina objavljivale slike *bulk carrier*a sa otpalim dijelovima oplata. Druge pokazuju kako su se unutar skladišta rebra odvojila od oplata, te kako su se potpornji rebara u donjim bočnim tankovima također odvojili. I nesreće su se događale, jednostavno su morale. Na sreću neki brodovi su, iako jako oštećeni, uspjeli stići do sigurne luke, ali ostavljajući za sobom vidljive dokaze za budući rad na sigurnosti *bulk carrier*a.

4. Opterećenja koja brod podnosi te brodska konstrukcija

4.1. Općenito

Zanimljiva je činjenica, kada se govori o dizajnu *bulk carrier*, da se on ne mijenja značajno s veličinom broda. *Bulk carrier* od 30.000 tona ukupne nosivosti ima obično istu strukturu kao onaj od 80.000 tona. Slika prikazuje skladište *bulk carrier*

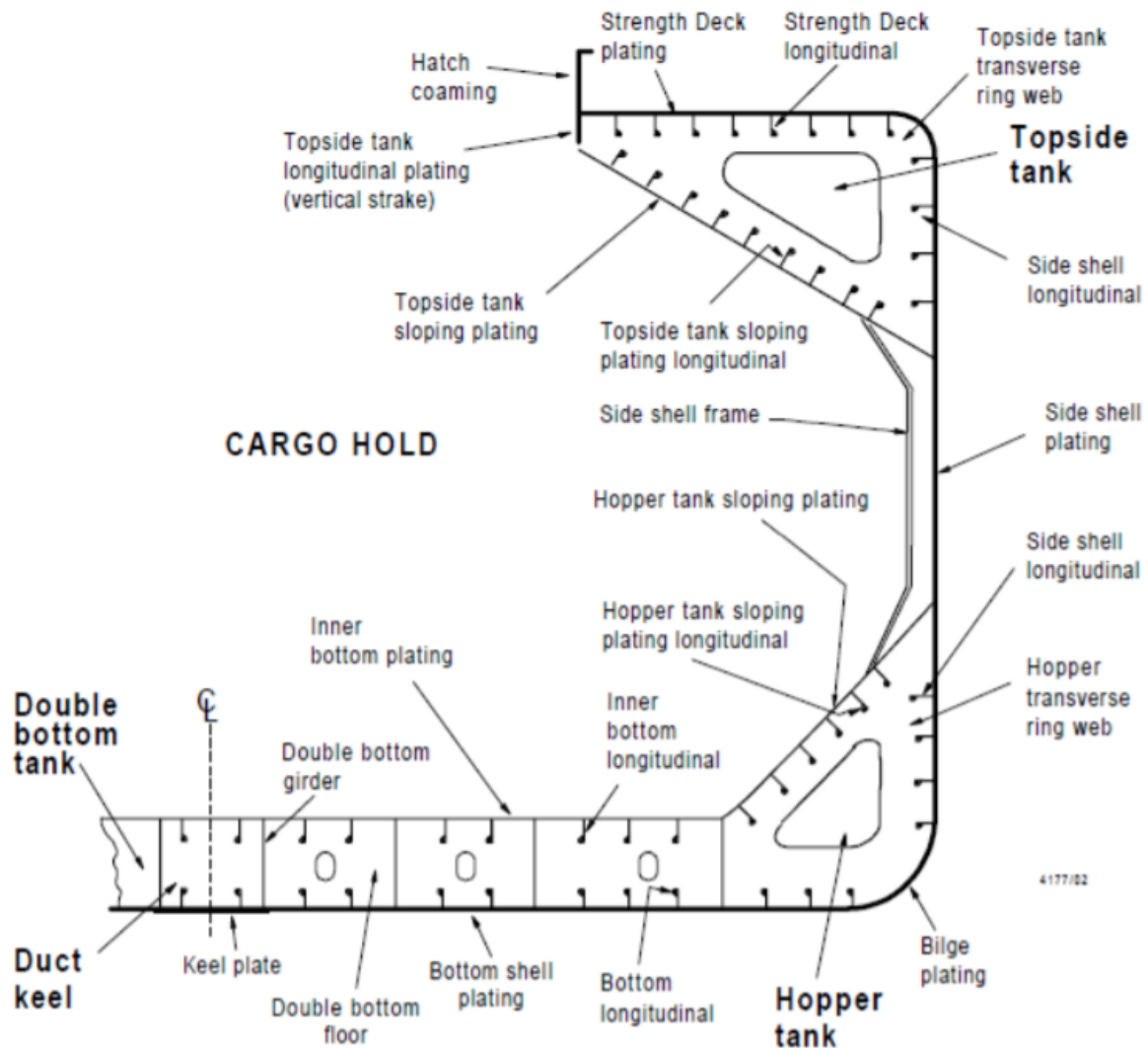


Slika 9 - Skladište bulk carriera

Općenito, oplata koja obuhvaća strukturu kao što je kostur broda sa strane i na dnu, ojačana paluba, nepropusna pregrada, unutarnje pregrade kroz koje se prelijeva voda u dvodnu, krovnom tanku (*topside tank*) i bočnom tanku (*hopper tank*), predstavlja granicu strukture i nosećeg statičkog i dinamičkog tlaka, kojeg stvara npr. teret, brodsko gorivo, balast i more. Ovaj oklop potpomažu i drugi kruti dijelovi kao što su rebra i uzdužnjaci.

Ovi dijelovi prenose opterećenja na prve strukturalne dijelove kao što su opločje pokrova dvodna, grede ili prenosive poprečne dijelove rebara u krovnim i bočnim tankovima.

Slika pokazuje presjek skladišta sa dijelovima koja podnose opterećenja.



Slika 10 - Presjek skladišta

4.2. Ograničenja dizajna

Svi brodovi su dizajnirani sa ograničenjima nametnutim na temelju njihove sposobnosti djelovanja da bi se osiguralo zadržavanje strukturalne cjelovitosti. Prekoračenje tih ograničenja može rezultirati preopterećenjem brodske konstrukcije a što može dovesti do katastrofalnih posljedica.

Brodski, odobreni priručnik za ukrcaj donosi opise operativnih stanja, na temelju kojeg je dizajn broskog trupa osnovan.

Struktura trupa broda je u biti dizajnirana da izdrži statički i dinamički tlak dok je brod u službi.



Form of Safety Construction Certificate for Cargo Ships
CARGO SHIP SAFETY CONSTRUCTION CERTIFICATE

REPUBLIC OF SINGAPORE

Issued under the provisions of the
INTERNATIONAL CONVENTION FOR THE SAFETY OF
LIFE AT SEA, 1974 as modified by the Protocol of 1988 relating thereto

under the authority of the Government of
the Republic of Singapore

by _____
(person or organisation authorised)

Name of Ship	Official Number or Call Sign	Port of Registry	Gross Tonnage	Date Built ¹

IMO Number :

Bulk carrier

Type of ship^{**} : Oil tanker
Chemical tanker
Gas carrier
Cargo ship other than any of the above

Deadweight of ship (metric tons)^{***} :

THIS IS TO CERTIFY —

1 That the ship has been surveyed in accordance with the requirements of Regulation I/10 of the Convention.

2 That the survey showed that the condition of the structure, machinery and equipment as defined in the above Regulation was satisfactory and the ship complied with the relevant requirements of Chapters II-1 and II-2 of the Convention (other than those relating to fire safety systems and appliances and fire control plans).

3 That the last two inspections of the outside of the ship's bottom took place on
and

4 That an Exemption Certificate has/has not^{***} been issued.

This certificate is valid until^{****} subject to the annual and intermediate surveys and inspections of the outside of the ship's bottom in accordance with Regulation I/10 of the Convention.

Issued at
(Place of issue)

.....
(Date of issue)

.....
(Signature of authorised official
issuing the Certificate)

¹ Date on which keel was laid or ship was at a similar stage of construction or, where applicable, date on which work for a conversion or an alteration or modification of a major character was commenced.

^{**} Delete as appropriate.

^{***} For oil tankers, chemical tankers and gas carriers only.

^{****} Date of expiry in accordance with Reg I/14(i) of the Convention. The day and month of this date correspond to the anniversary date as defined in Reg I/2(i) of the Convention, unless amended in accordance with Reg I/14(b).

Slika 11 - Primjer svjedodžbe

4.3. Dinamički tlakovi

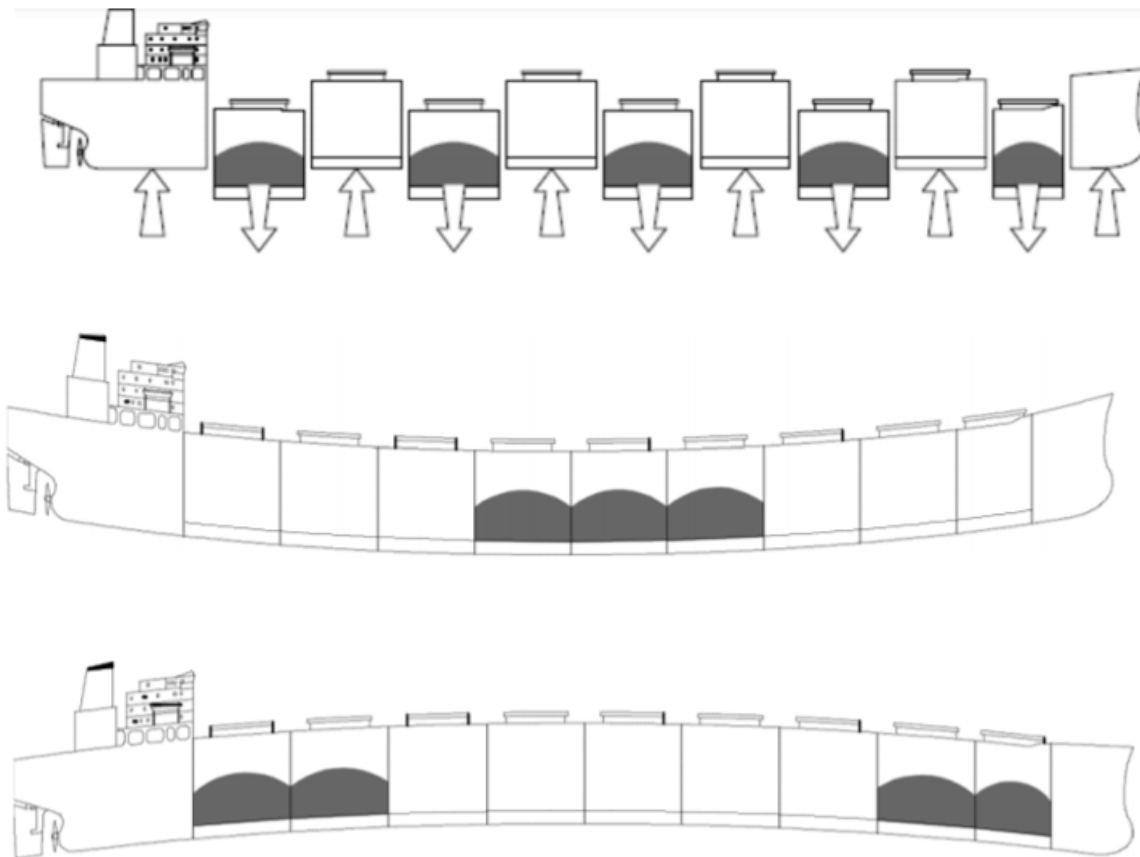
Dinamički tlakovi su ona opterećenja koja naprežu brodsku strukturu trupa na osnovu djelovanja valova i efekata brodskog kretanja (sile ubrzanja, slobodnih tekućina i sl.). Kad se jedno skladište prekra to povećava statički tlak u brodskoj strukturi i smanjuje otpor broda da izdrži dinamički tlak u nemirnom moru.

Bulk carrieri koji su klasificirani od strane članica IACs-a imaju određene granične vrijednosti za smične sile u mirnoj vodi - *STILL WATER SHEAR FORCES (SWSF)* - i za momente savijanja u mirnoj vodi - *STILL WATER BENDING MOMENTS (SWBM)*.

Osim toga, određene su i granične vrijednosti za smične sile i momente savijanja za uvjete na otvorenom moru. Postoje dva seta dopuštenih SWSF i SWBM za svaki brod i to:

- ograničenja SWSF i SWBM za otvoreno more (*SEA*);
- ograničenja SWSF i SWBM u luci (*HARBOUR*).

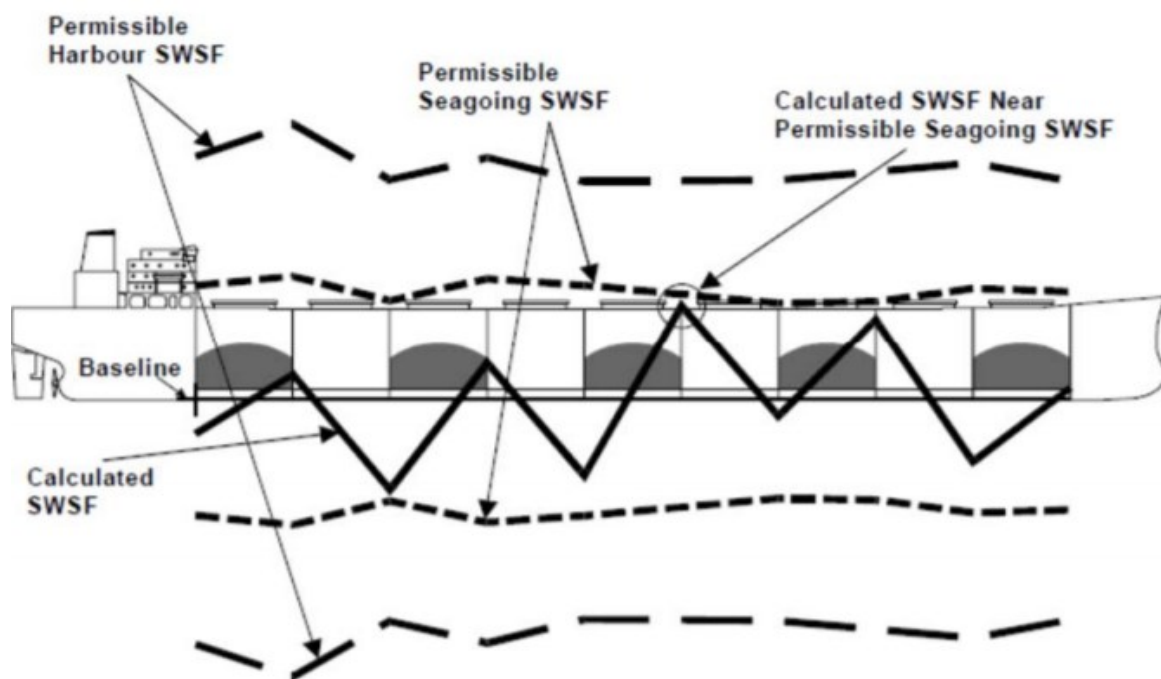
Kada brod pluta u mirnoj vodi, njegova težina (samog broda i pogona) i bruto tonaža (sve druge težine kao što su gorivo, balast, teret) se podupiru uzgonom broda. Uzduž trupa broda postojat će razlike između vertikalnih sila i uzgona što će uzrokovati da se hrptenica smiče i savija.



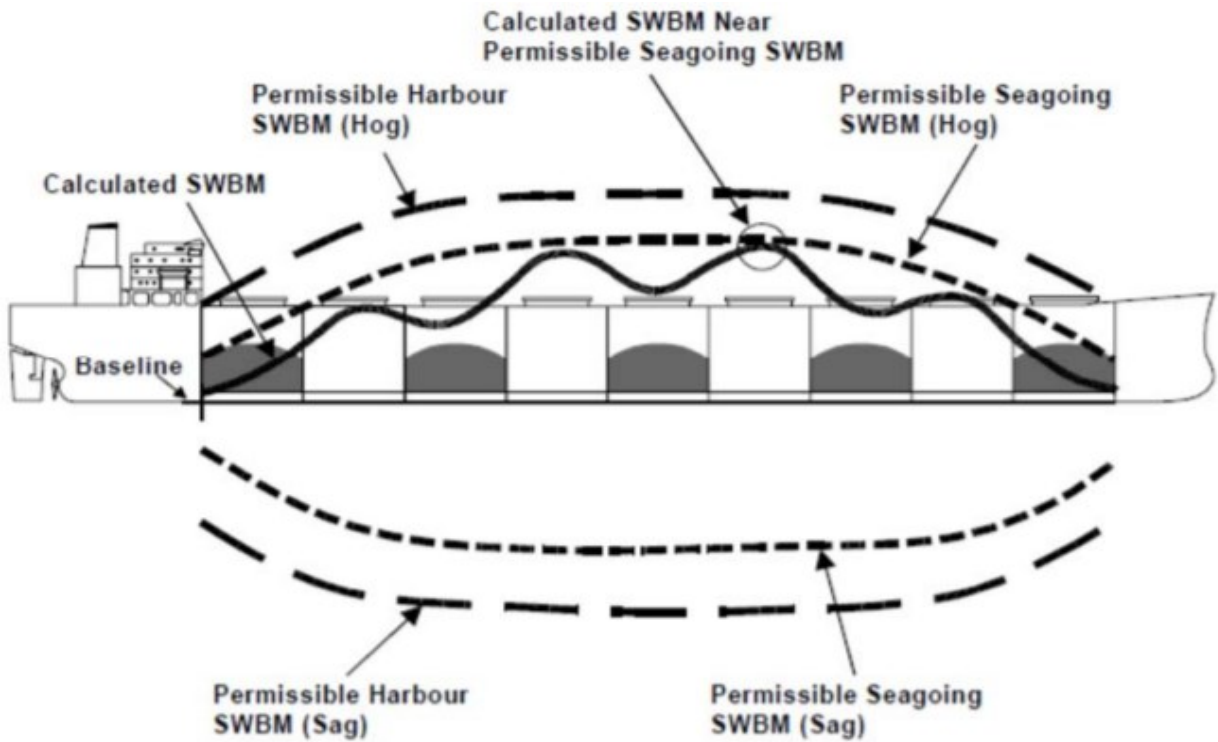
Slika 12 - progib i pregib broda

Međutim, na moru je situacija drugačija. Sada se trup broda dodatno napreže tlakom kojeg uzrokuju valovi. Te je i hrptenica izložena kombinaciji tlakova koji djeluju u tzv. "mirnoj vodi" i pojačanim smičnim silama i momentima savijanja zbog valova.

Ova opterećenja zajedno podnose uzdužni dijelovi trupa broda kao što su ojačana paluba, oplata trupa broda (opločje boka i dna), opločje pokrova dvodna, uzdužnjaci, hrptenica i bočni nosači, opločja bočnih i krovnih tankova, njihovi uzdužnjaci koji se zajedno nazivaju elementi uzdužne čvrstoće (*hull girder*). Slike 13 i 14 prikazuju dozvoljene i izračunate SWSF i SWBM te usporedbe za luku i po moru.

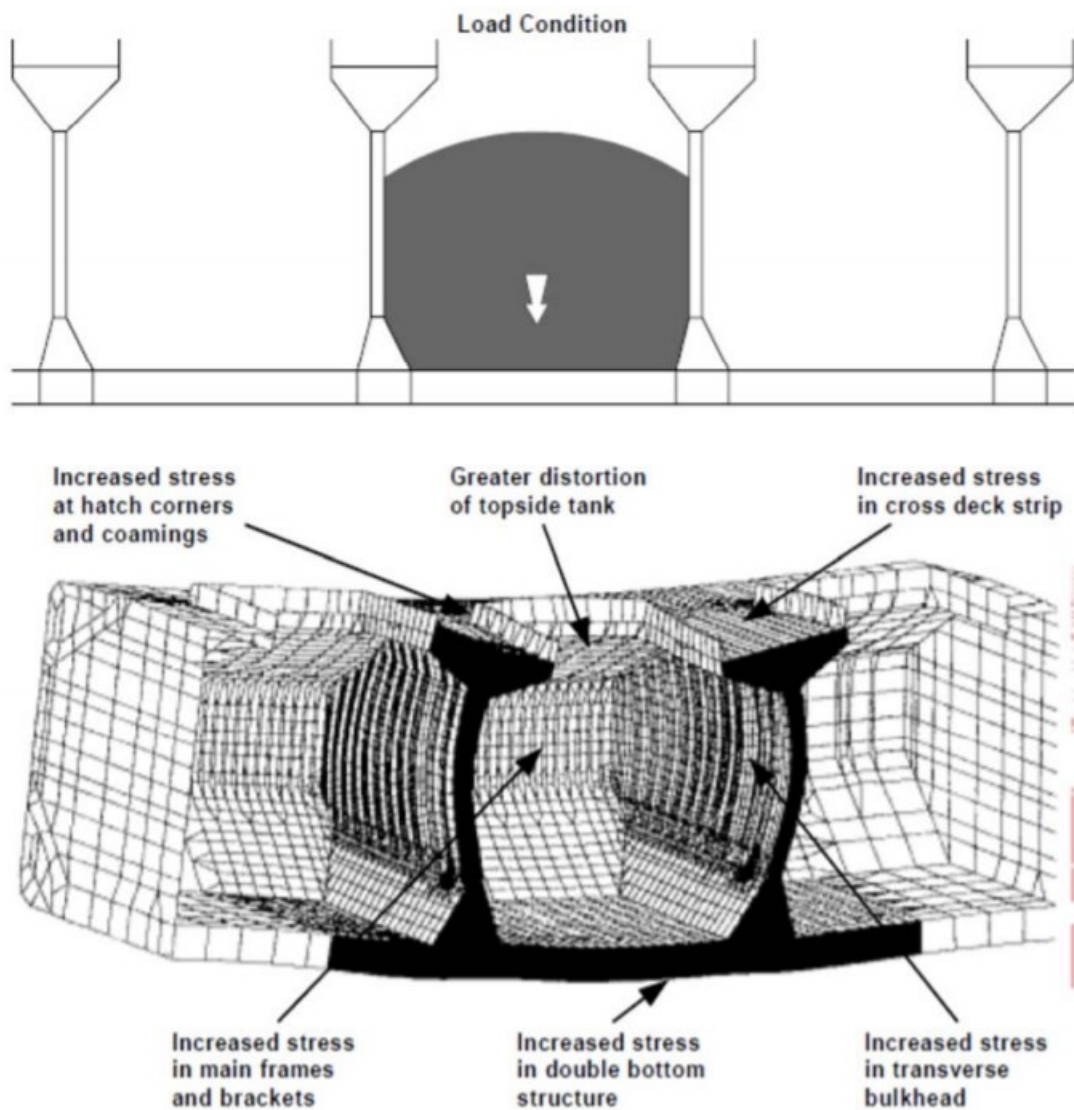


Slika 13 - Dozvoljene I izračunate smične sile



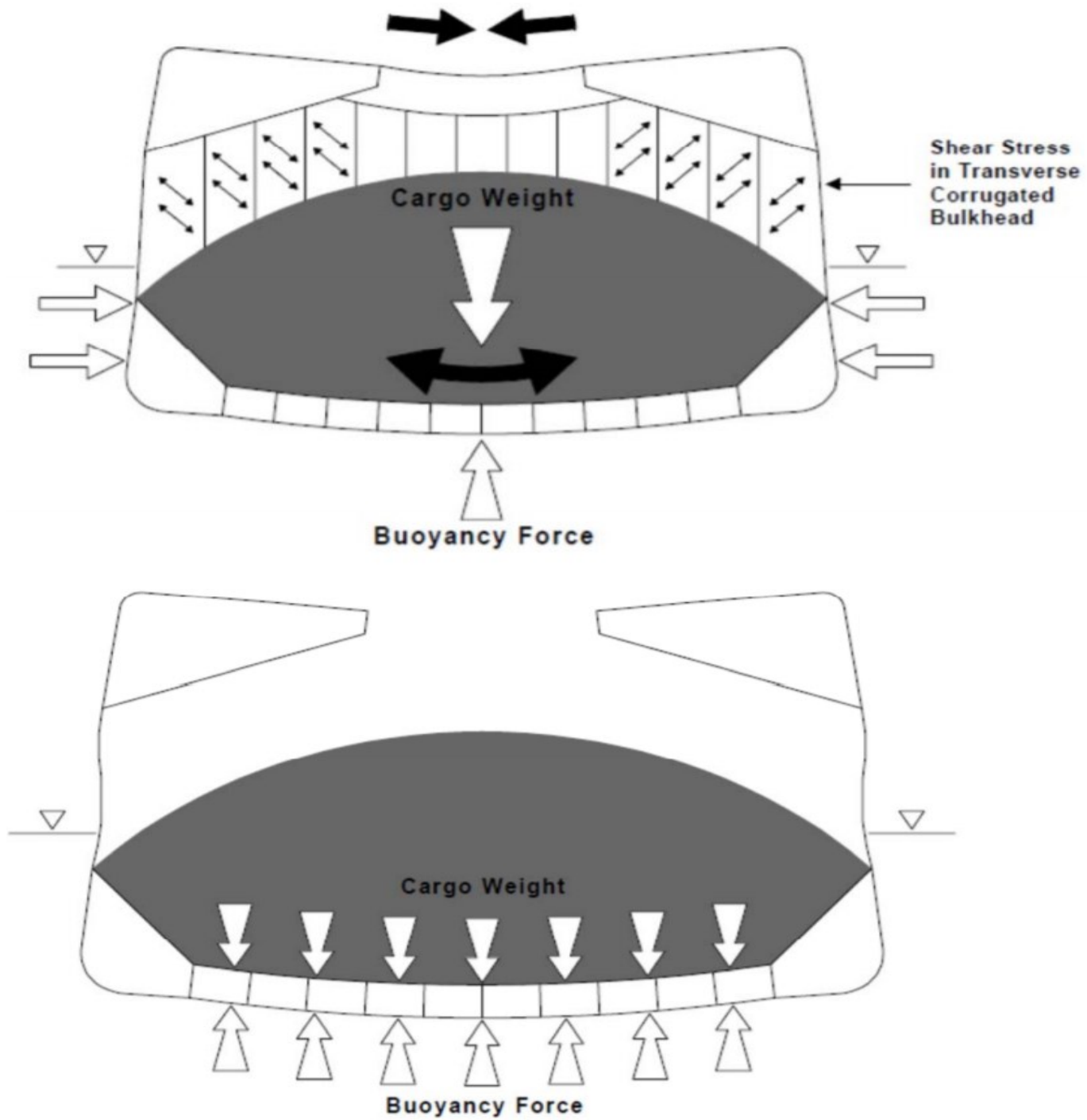
Slika 14 - Dozvoljeni i izračunati momenti savijanja

Da bi se povećala sigurnost i elastičnost, *bulk carrieri* imaju kriterije krcanja tj. definirano je koliko se maksimalno može ukrcati u pojedina skladišta i parove skladišta (kada se krcu u bloku) u odnosu na različite gazove broda. Prekoračenje ovih kriterija možemo vidjeti na slici 15.



Slika 15 – Deformacija strukture skladišta zbog prekrcaja skladišta

Vidljivo je da previše tereta u pojedinom skladištu uzrokuje preopterećenja duplog dna, nepropusnih pregrada, glavnih rebara i ostalih dijelova. Kada se još uz to doda neprikladan gaz broda, dolazi do prekomjernih vertikalnih opterećenja na duplo dno koje uzrokuje krivljenje cjelokupne strukture skladišta.



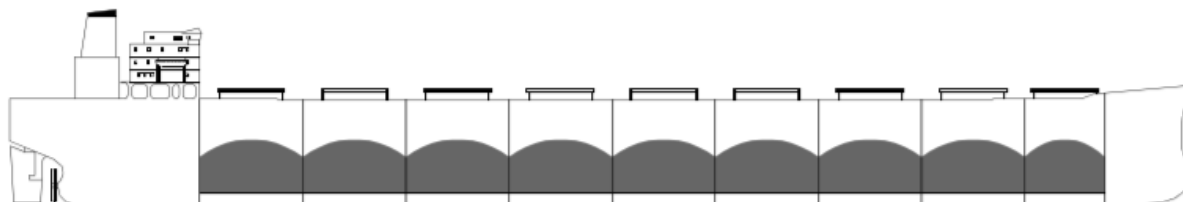
Slika 16 - Deformacija nepropusne pregrade I dvodna

4.4. Načini krcanja bulk carriera

Razlikujemo tri najčešća krcanja *bulk carriera*:

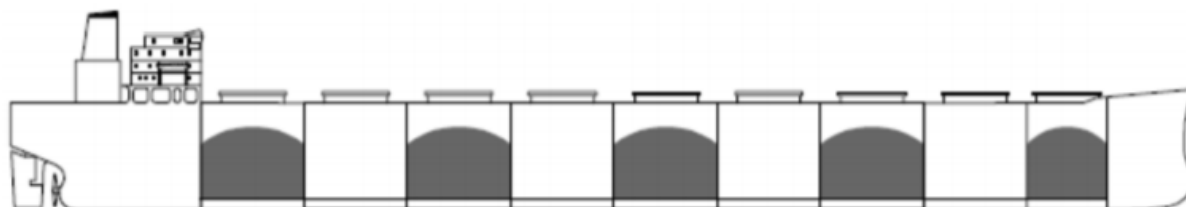
- krcanje u sva skladišta jednako (*HOMOGENEOUS*),
- krcanje u svako drugo skladište (*ALTERNATE*),
- krcanje skladišta u bloku (paru) (*BLOCK*).

Krcanje u sva skladišta uobičajeno je za *bulk carriera*, naročito kad se radi o punom kapacitetu. Također, ovaj se način obično primjenjuje kod krcanja „lakih tereta“ (tereta male gustoće) kao što je ugljen i žitarice. Međutim, i željezna ruda se također može ovako prevoziti.



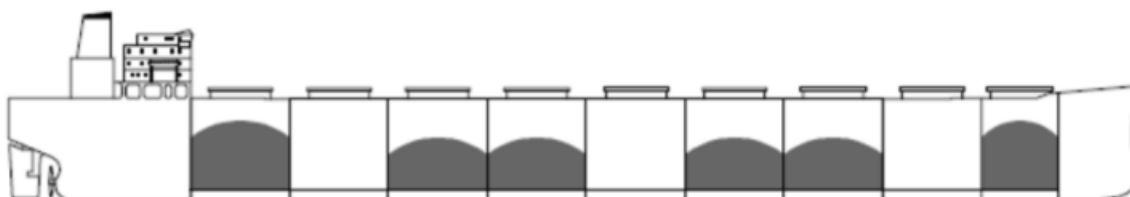
Slika 17 - Homogeni način krcanja tereta

Prijevoz tereta u svakom drugom skladištu uobičajen je kod teških tereta poput željezne rude. Ovakav način podiže težište sustava broda i olakšava mu kretanje. Kad se teret krca ovako, u svakom skladištu se krca dvostruko veća težinu nego kod homogenog načina krcanja cijelog broda. Zbog toga brod mora imati mogućnost ovakvog prijevoza tj. mora biti specijalno dizajniran i ojačan. Takav ukrcaj mora biti odobren od strane Registra.



Slika 18 - Alternativni način krcanja tereta

Kad se teret krca u blok skladišta (dva ili više susjednih skladišta) obično se radi o djelomičnom ukrcaju broda tj. nije ispunjen kapacitet broda. Budući da se u ukrcajnim priručnicima ne navodi posebno ovaj način ukrcaja (osim ako nije posebno zatraženo prilikom dizajniranja broda), treba paziti na količinu tereta u pojedinim skladištima i gaz koji će brod imati u plovidbi.



Slika 19 – “Blok” način krcanja tereta

4.5. Priručnik krcaja

Priručnik za ukrcaj mora biti na brodu. U njemu su navedene upute zapovjedniku za ukrcaj tereta i balasta kako bi se izbjegla preopterećenja brodske strukture.

Taj odobreni priručnik za ukrcaj neophodan je za plan ukrcaja, te operacije ukrcaja i iskrcaja, a sadrži:

- ukrcajna stanja na kojima se temelji brodski dizajn, uključujući
- dozvoljena ograničenja smičnih sila i momenata savijanja u mirnoj vodi;
- rezultate računanja SWSF i SWBM za svako primjer ukrcaja;
- dopuštena lokalna opterećenja strukture; operativna ograničenja.

Zapovjedniku pomaže i tzv. loading instrument (program za ukrcaj na PC-u). Za ispravnost i autentičnost tog uređaja i priručnika, treba imati odgovarajuću svjedodžbu Registra. To je računalni uređaj koji izračunava i prikazuje stanje brodske konstrukcije prilikom ukrcaja tereta i treba biti odobren od registra.

Za siguran ukrcaj tereta potrebno je da u luci prilikom ukrcaja funkcionira veza brod/terminal kako bi se na vrijeme zaustavio ukrcaj. Nadalje, ukrcaj i iskrcaj treba nadzirati te prijaviti svaku štetu nanесenu brodu.

Kao dodatak BC CODE - u 27.11.1997. g. usvojena je Rezolucija A 862(20), koja govori o odgovornostima broda i terminala (luke) prilikom dolaska broda u luku, te operacija ukrcaja i iskrcaja - The Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk Carriers (BLU Code).

Rezolucija se sastoji od šest dijelova.

Dio 1 – Definicije

- govori o pojmovima koji se spominju u Rezoluciji

Dio 2 – Usklađenost broda

Dio 3 – Postupak između broda i obale pri dolaska broda

- govori o tome što brod i terminal pojedinačno moraju ispunjavati

Dio 4 – Postupak između broda i terminala prije početka teretnih operacija

- govori o tome što sve treba dogovoriti s terminalom prije početka teretnih operacija

Dio 5 – Ukrcaj terete i rukovanje balastom

- govori o odgovornostima broda i terminala prilikom ukrcaja terete te rukovanja balastom

Dio 6 – Iskrcaj tereta i rukovanje balastom

Ova Rezolucija obuhvaća sve ono što se događa između obale (terminala) i broda neposredno prije dolaska u luku te za vrijeme teretnih operacija. Znači, prema ovoj Rezoluciji brod i terminal "dogovaraju" cijeli taj proces.

5. Međunarodni pomorski kodeks za krute rasute terete (IMSBC Code)

Međunarodni pomorski kodeks za krute rasute terete IMSBC CODE je prvenstveno napravljen za sve kojima je u interesu siguran prijevoz rasutih tereta.

Kodeks je usvojila skupština IMO rezolucijom br. A 434 15. studenog 1979. Tereti poput žita i ugljena prevoze se u rasutom stanju duže od sto godina. Međutim, morem se prevozi sve veći broj različitih vrsta tereta koji su ukupno značajan dio međunarodne pomorske trgovine. Svake godine prevezu se u rasutom stanju milijuni tona ugljena, koncentrata, žitarica, gnojiva prehrambenih artikala, minerala i ruda. Dok se najveći dio ovih prijevoza obavlja bez nezgoda, dogodilo se nažalost nekoliko ozbiljnih slučajeva kojih su posljedica gubitak broda, tereta i ljudskih života. Probleme koji nastaju u prijevozu rasutih tereta uočili su delegati Međunarodne konvencije o zaštiti ljudskog života na moru 1960., međutim tada još nije bilo moguće izraditi detaljnije uvjete prijevoza, osim za prijevoz žitarica. Konferencija IMO je preporučila, u točki 55. priloga D Konvencije, izradu jednog međunarodno prihvatljivog kodeksa o sigurnom postupanju pri prijevozu rasutih tereta u okviru Međunarodne pomorske organizacije. Ove se zadaće prihvatio pododbor za kontejnere i terete Organizacije i pripremio je nekoliko tekstova **Kodeksa o sigurnom postupanju s krutim teretima u rasutom stanju (BC CODE)**, od kojih je prvi objavljen 1965. godine. Kroz godine su slijedile brojne izmjene i dopune. Izmjene poglavlja VII stupile su na snagu 1. veljače 1992. i 1. siječnja 1994. godine. Nove izmjene obuhvaćale su i potpunu izmjenu poglavlja VI ovog kodeksa, a koja se odnosi na krute terete u rasutom stanju. BC Code je zamijenjen sa Međunarodnim pomorskim kodeksom za krute rasute terete (International Maritime Solid Bulk Cargoes Code - IMSBC Code). IMSBC Code je prihvaćen 4. prosinca 2008. rezolucijom MSC.268(85) i stupio je na snagu 1. siječnja 2011. od kada je obavezan za primjenu prema odredbama SOLAS konvencije. Od tada je kodeks nadopunjen više puta rezolucijama MSC.318(89), MSC.354(92) i MSC.393(95).

IMSBC CODE je vodič namijenjen Upravama, brodovlasnicima, krcateljima i zapovjednicima brodova. Govori o standardima koji se primjenjuju na sigurno slaganje i prijevoz krutih rasutih tereta, isključujući žitarice na koje se primjenjuju posebna pravila.

Sadrži opće obavijesti o postupcima koje treba primijeniti kod prijevoza rasutog tereta, opis opasnosti koje nastaju utjecajem određenih materijala, popis najčešćih materijala koji se prevoze u rasutom stanju i pojedinosti o preporučenim postupcima ispitivanja radi određivanja različitih značajki krutih materijala u rasutom stanju.

IMSBC kodeks se sastoji od sljedećih djelova:

Dio 1. Opće odredbe

Dio 2. Mjere opreza pri ukrcaju, prijevozu i iskrcaju tereta

Dio 3. Sigurnost broda i osoblja

Dio 4. Procjena prihvatljivosti tereta za prijevoz

Dio 5. Postupci poravnavanja tereta

Dio 6. Određivanje kuta osipanja (kuta prirodnog otklona)

- Dio 7. Tereti koji mogu postati tekući (žitki)
- Dio 8. Postupci testiranja za terete koji mogu postati tekući (žitki)
- Dio 9. Kemijski opasni tereti (materijali)
- Dio 10. Prijevoz krutog otpada u rasutom stanju
- Dio 11. Odredbe sigurnosne zaštite
- Dio 12. Tablica pretvaranja faktora slaganja
- Dio 13. Reference za informacije i preporuke

Dodatak 1 Podatci za svaki od krutih rasutih tereta

Dodatak 2 Postupci ispitivanja u laboratoriju

Dodatak 3 Svojstva krutih rasutih tereta

Dodatak 4 Kazalo

Dodatak 5 Tehnička imena krutih rasutih tereta (tri jezika)

Važno je da se prije ukrcanja nekog rasutog tereta pribave od krcatelja informacije o fizičkim i kemijskim svojstvima materijala. Korisne obavijesti za poboljšanje ovog Kodeksa mogu se dobiti iz izvještaja o putovanjima i zato se preporuča zapovjednicima brodova da obavještavaju svoje Uprave o stanjima različitih vrsta rasutih tereta i svakako šalju izvještaje s opisom okolnosti svake nezgode u kojoj su se našli ovi tereti.

Preporuča se vladama da usvoje ili koriste IMSBC CODE kao osnovicu za izradu nacionalnih propisa u skladu s obvezama koje im nalažu Poglavlja VI i VII SOLAS konvencije 1974., i kasnije izmjene i dopune te konvencije.

One države članice koje usvoje Kodeks kao osnovicu za izradu nacionalnih propisa, pozivaju se da o tome obavijeste Organizaciju. Prvenstvena namjena ovog Kodeksa je poboljšanje sigurnosti ukrcanja i smještaja rasutih tereta na način:

- ukazivanja na opasnosti koje se javljaju kod ukrcanja; davanja uputa o postupcima koje treba primijeniti kad se namjerava ukrcavati rasuti teret;
- navođenja popisa tvari koje se redovito prevoze u rasutom stanju i obavijesti o njihovim svojstvima i rukovanju;
- opisa postupaka ispitivanja radi određivanja svojstava tereta koji se prevozi u rasutom stanju

5.1. Značenje korištenih izraza

Kut osipanja je najveći kut nagiba nekohezivnog (slobodno strujajućeg) zrnastog materijala tj. kut između osnovice i izvodnice stošca tog materijala.

Materijali koji mogu postati žitki To materijali koji sadrže manji dio sitnih čestica i vlage, u pravilu vode, premda, ne moraju biti vidljivo vlažni. Mogu postati vlažni ako se krcaju sa sadržajem vlage koja prelazi stupanj vlažnosti pri kojem je dopušten prijevoz.

Koncentrati su materijali dobiveni od prirodnih ruda fizičkim i kemijskim odvajanjem i uklanjanjem nepoželjnih sastojaka.

Prostor za teret je svaki prostor na brodu određen za prijevoz tereta.

Stupanj vlažnosti pri kojim materijal postaje žitak je postotak sadržaja vlage (na osnovi mase vlažnog tereta) pri kojem nastaje žitko stanje prema propisanom načinu ispitivanja reprezentativnog uzorka materijala.

Žitko stanje nastaje kad se masa zrnatog materijala zasiti tekućinom do određenog stupnja, pa se pod utjecajem vanjskih sila kao što su trešnje, udari ili kretanje broda, gubeći svoju unutrašnju čvrstoću, počinje ponašati kao tekućina.

Nezdruživi materijali su materijali koji mogu postati opasni ako su izmiješani.

Sadržaj vlage je onaj dio reprezentativnog uzorka koji čini voda, led ili druga tekućina izražen kao postotak ukupne mase vlažnog uzorka.

Širenje vlage je pojava do koje dolazi slijeganjem i zgušnjavanjem tereta zbog trešnje i kretanja broda. Vлага koja se širi može dovesti u žitko stanje dio ili čitav teret.

Reprezentativni uzorak za ispitivanje uzima se u svrhu ispitivanja fizičkih i kemijskih svojstava pošiljke radi utvrđivanja da li udovoljava posebnim zahtjevima. Uzorak se uzima odgovarajućim postupkom koji je propisan.

Krcatelj u ovom Kodeksu je svaka osoba koja je, ili u čije je ime, ili po čijem ovlaštenju zaključen ugovor o prijevozu stvari morem s prijevoznikom; ili osoba koja je ili u čije je ime ili po čijem je ovlaštenju stvar predana prijevozniku na temelju ugovora o prijevozu morem.

Kruti rasuti teret je svaki materijal, osim tekućina i plinova, koji se sastoji od čestica, zrna ili drugih većih komada materijala najčešće jednakog sastava, koji je ukrcan neposredno u prostore za teret broda.

Faktor slaganja izražava se brojem kubnih metara koji zauzima jedna tona tereta.

Stupanj vlažnosti do kojeg je dopušten prijevoz tereta koji može postati žitak je najveći sadržaj vlage u materijalu pri kojem se teret smatra sigurnim za prijevoz

brodovima koji ne zadovoljavaju posebne uvjete. On se izvodi iz stupnja vlažnosti pri kojoj teret postaje žitak (ispitivanje pomoću ploče žitkosti, Dodatak D 1) ili podataka dobivenih drugim načinima ispitivanja koje je propisala vlast države luke, a koji su se pokazali jednako pouzdanima.

Poravnanje u ovom Kodeksu znači svako djelomično ili potpuno izravnavanje tereta u prostoru za teret pomoću kose cijevi kojom se spušta teret na određeno mjesto žlijebom, prijenosnim strojevima, opremom ili rukama.

5.2. Opće mjere zaštite

Prva zadaća prije krcanja rasutog i uostalom bilo kojeg tereta jest pribaviti od krcatelja sve podatke o tom teretu. Znači; faktor slaganja, opasnosti od pomicanja i ostala fizička i kemijska svojstva. Kod krcanja rasutog tereta posebno je važno da brodska struktura ne bude preopterećena i da brod ima potrebnu stabilnost. Kada se krca rasuti teret velike gustoće koji ima faktor slaganja 0,56 m³/t ili niži, treba paziti na raspored težina kako bi se spriječilo preopterećenje. Npr. brod za generalni teret je građen za prijevoz tereta koji imaju faktor slaganja od 1,39 do 1,67 m³/t. Zbog velike gustoće nekog materijala postoji mogućnost da se nepravilnim rasporedom znatno optereti dno strukture ispod tereta ili cijeli trup. Naravno nije moguće dati isto pravilo za sve brodove jer je struktura gradnje različita. Ali zato se nalaže zapovjedniku broda dati što više detaljnih informacija kako ukrcajem ne bi preopteretio strukturu broda. Osim preopterećenja strukture treba paziti i na stabilnost koju će brod imati napuštajući luku. Prema pravilu 22.1. Glave II -I Međunarodne konvencije o zaštiti ljudskih života na moru, 1974. g. s izmjenama i dopunama, na svim brodovima na koje se primjenjuje Konvencija mora se nalaziti knjiga s podacima o stabilitetu. Nakon što je dobio sve potrebne podatke o teretu, zapovjednik mora izračunati stabilnost broda pri odlasku i da se uvjeri da će odgovarajuća stabilnost postojati i u najlošijim uvjetima tijekom putovanja. Također, ako se zna da za rasuti teret koji se prevozi postoji mogućnost pomicanja, a prevoze se u međupalublju ili u djelomično ispunjenim prostorima, treba staviti pregrade da se to spriječi. Budući da se tereti velike gustoće krcaju na dno broda poželjno je procijeniti moguće posljedice plovidbe u težim uvjetima s prevelikom metacentarskom visinom. Još je potrebno naglasiti da prije samog ukrcaja treba pregledati skladišta, uvjeriti se da su kaljužni cjevovodi, cijevi za sondiranje i drugi cjevovodi unutar prostora za teret u dobrom stanju, da su kaljužni zdenci pripremljeni da omoguće prolaz vodi, ali ne i materijalu, te da se sustav ventilacije prilikom ukrcaja i iskrcaja priguši kako bi se smanjio ulazak prašine u prostorije za posadu.

5.3. Sigurnost osoblja i broda

Prije ukrcaja, za vrijeme ukrcaja, prijevoza i iskrcaja rasutih tereta, treba primijeniti sve potrebne zaštitne mjere. Medicinske obavijesti i savjeti nalaze se u IMO/WHO/ILO priručniku za prvu pomoć pri nezgodama s opasnim robama (Medical First Aid Guide - MFAG). Primjerak takvog priručnika treba biti na svakom brodu. Određeni rasuti materijali su podložni oksidaciji zbog koje može doći do smanjenja kisika, ispuštanja otrovnih para i samozagrijavanja.

Zaključak

Umjesto zaključka:

„Prije ovog rada da me netko pitao koliko znam o nesrećama na brodovima, potonućima, izgubljenim životima, rekao bih jako malo. A opet, mislim da znam više od ljudi koji nisu u ovoj struci, pa možete zamisliti koliko oni o tome znaju.

Dakle, činjenica je da se o tome baš ne priča. Ponekad pročitamo, vidimo u medijima neke katastrofe poput Coste Concordie, ili nekog tankera koji se nasukao i zaprijetio ekološkom katastrofom. Na brodovima za prijevoz rasutog tereta je u posljednjih 10 godina život izgubilo 188 ljudi, a to je puno. Iako je danas logistika mnogo bolja nego prije, brodovi se prate, opremljeni su satelitskom navigacijom, primaju precizne meteorološke izvještaje, uza sve Konvencije, Kodekse, stroga klasifikacijska društva, nesreće se ipak događaju. Zašto? E na ovo pitanje bih odgovorio prilično točno.

Mislim da je najveći problem u svjetskoj trgovini morem ipak starost brodova. Da je prosjek starosti svjetske flote između 15-18 godina s velikim brojem onih preko 20 godina. Tu se nažalost ništa ne može. Mogu se jedino pooštriti pregledi, nalagati novi propisi.

Možda bi bilo dobro i da luke ukrcaja malo više obrate pažnju na ukrcaj tereta, a ne samo na vrijeme da to što prije urade. Vjerujem da uvijek ima onih „divljih“ luka koji neće dva puta provjeriti je li teret dobro rican, poravnan itd.

Možda bi pomoglo i da ovi brodovi izbjegavaju loša vremena kada je to moguće, da s godinama smanje ukrcajni kapacitet, ako to može pomoći. Međutim, ovo je samo moje skromno mišljenje.

Maroje Korać“

Literatura

Pisani izvori:

1. Isbester, J., Bulk Carrier Practice, The Nautical Institute, London, UK, 2000.
2. Rezolucija A 434, Kodeks o sigurnom postupanju s krutim teretima u rasutom stanju
3. Rezolucija A 862 (20), Kodeks o sigurnom postupanju pri ukrcanju- iskrcanju brodova za prijevoz rasutog tereta
4. IACS- Bulk carriers, guidance and information on bulk cargo loading and discharging to reduce the likelihood of over-stressing the hull structure
5. Ivica Đurđević-Tomaš, Maro Car – Rukovanje teretom 2018

Internet izvori:

5. www.iacs.org.uk
6. www.maritime-executive.com
7. <http://maritime-connector.com/wiki/ship-sizes/>