



POZNAVANJE BRODA I PLOVIDBE

Danijel Pušić mag.ing.naut.



Danijel Pušić mag.ing.naut.
Email: danijel.pusic@pfst.hr

Konzultacije: srijeda 1100 do 1200 sati (HHI)
petak 1400 do 1500 sati (HHI)
Tel: 308800

Nastavne cjeline:

1. Vrste brodova - podjela i osnovna obilježja različitih tipova brodova.
2. Konstrukcija broda - Dimenzije broda, naprezanje broda, brodska struktura, oznake, oprema, za manipulaciju sa teretom, sidrena oprema, oprema za spašavanje.
3. Zadržavanje sposobnosti broda za plovidbu - Stabilnost broda, deplasman, uzgon, FWA, statička stabilnost, početna stabilnost, kut nagiba, krivulja statičke stabilnosti, pomak sustavnog težišta, slobodne površine, trim, itd.
4. Nadzor nad ukrcajem, slaganjem, učvršćivanjem i iskrcajem tereta te skrb o teretu tijekom prijevoza. Razne vrste tereta – tekući, plinovi, kemikalije, kontejnerski teret, rasuti teret, žitarice kao rasuti tereti, opasni tereti, teški tereti, palubni teret.
5. Račun tereta i plan rasporeda tereta.
6. Upoznavanje sa zahtjevima sprječavanja onečišćenja - MARPOL 73/78; Postupci pri sprječavanju onečišćenja i pripadajuća oprema. Oprema za sprječavanje onečišćenja, SMPEP, SOPEP.
7. Upoznavanje s relevantnim međunarodnim i nacionalnim propisima - IMO konvencijama, Međunarodna konvencija o teretnim vodenim linijama, SOLAS – Međunarodna konvencija o sigurnosti ljudskih života na moru, STCW - Međunarodna konvencija o standardima uvježbavanja, stjecanja ovlaštenja i držanja straže, ITU Radio regulations, STP ships Agreement, 1971., Pomorski zakonik, Pravilnik o držanju straže, Pravila Hrvatskog registra brodova, itd.

Nastavne cjeline:

8. Osnovni pojmovi u navigaciji: kurs, azimut, pramčani kut, zemljopisne koordinate, ..

Instrumenti i pomagala u navigaciji; kompas, smjerna ploča, dubinomjer, brzinomjer,...

Varijacija, devijacija, kontrola devijacije.

9. Pomorske karte i priručnici, čitanje i ispravljanje navigacijskih karata.

Određivanje pozicije u navigaciji i njeno ucrtavanje na navigacijsku kartu.

Opažena pozicija, pozicija u razmaku vremena i zbrojena pozicija.

10 Planiranje pomorskog putovanja i izrada plana putovanja.

Radari u navigaciji, ARPA, AIS, ECDIS, GPS/DGPS

11. Metode astronomske navigacije; sekstant, kronometar, nautički godišnjak.

12. Osnovni pojmovi u meteorologiji, meteorološka izvješća.

13 Pravila za izbjegavanje sudara na moru.

14. Osnovni tehnike rukovanja brodom; privez, odvez, sidrenje; manevriranje u nuždi i postupci spašavanja na moru.

15 GMDSS sustav, poruke hitnosti, pogibelji i sigurnosti; WWNWS.

Držanje straže na mostu. Brodski dnevnik.

LITERATURA

1. Belamarić G.: Poznavanje broda i tereta -predavanja, Split, 2012.
2. Belamarić G.: Tereti u pomorskom prometu -predavanja, Split, 2012.
3. Buljan I.: Stabilnost broda, Školska knjiga, Zagreb, 1980.
4. Buljan I.: Krcanje i slaganje tereta, Školska knjiga, Zagreb, 1980.
5. Radulić, R.: Stručna praksa (vježbe), Sveučilište u Zadru, Zadar, 2009.
6. Lušić Z.: Osnove plovidbe-predavanja, Split, 2012.
7. The Best Seamanship, A Guide to Desk Skills, IMMAJ, 2006.
8. Buljan, I.: Poznavanje broda i plovidbe, Školska knjiga, Zagreb, 1978.
9. Belamarić I: Poznavanje broda, HHI, Split, 2005.

KARTE I POMAGALA za vježbe

- Male karte Jadrana
- Navigacijski trokuti (2)
- Šestar (obični ili navigacijski)
- Olovka, gumica
- Kalkulator
- Nautičke tablice
- Izvadak tablica morskih mijena

OSNOVNI POJMOVI

Pomorstvo u najširem smislu obuhvaća čitav niz raznih djelatnosti, vještina i društvenih odnosa na moru ili u svezi s morem.

Brodarstvo ili pomorski prijevoz se definira kao gospodarska djelatnost organiziranog prijevoza ljudi i robe morskim putovima, odnosno to je prijevozna djelatnost koja pripada gospodarskoj grani prometa i odnosi se na organizirani prijevoz ljudi i robe morem, uz sudjelovanje posebno kvalificiranih ljudi morskim brodovima

Pojam **brodara** označava fizičku ili pravnu osobu koja je držalac (posjednik) vlastitog ili tuđeg broda i nosilac plovidbenog pothvata. Brodar može biti i brodovlasnik, ali ne nužno.

OSNOVNI POJMOVI

Pomorski promet može se definirati kao "*prijevoz robe i putnika brodovima morem, kao i sve radnje (ukrcaj, iskrcaj, prekrcaj, slaganje, obilježavanje, itd.) i komunikacije u pomorskom prijevozu ili morskom brodarstvu*".

Pomorska plovidba označava putovanje brodom (brodicom) i drugim vrstama plovila bez obzira na njihovu namjenu u (ne)gospodarske svrhe. Ako se pomorska plovidba promatra kao sustav kretanja brodova nekim područjem tijekom dužeg vremenskog razdoblja, tada se pomorska plovidba može odrediti kao skup djelatnosti namijenjenih iskorištavanju i zaštiti mora i priobalja, gdje su osnovni elementi sustava pojedini brodovi u plovidbi tim područjem.

OSNOVNI POJMOVI

Pomorsko putovanje jednog broda može se odrediti kao skup djelatnosti kojima se u konačnom vremenskom periodu određeni brod vodi na siguran način, gdje pojam sigurnog načina podrazumijeva sigurnost ljudi, broda i tereta, te ekološku zaštitu okoliša .

OSNOVNI POJMOVI

Planiranje putovanja može se definirati kao skup odluka o namjeravanom načinu provedbe putovanja donesenih prije započinjanja putovanja na temelju dostupnih podataka.

Za planiranje putovanja odgovoran je zapovjednik broda.

Planiranje putovanja broda može se podijeliti na više dijelova: navigacijska priprema, priprema tereta, opskrba broda, posada, itd.

Planiranje pomorske plovidbe može se odrediti kao niz radnji kojima se određuju mjere i postupci koji će se uvesti na određenom području s ciljem uspostavljanja i održavanja pomorskog prometa zadovoljavajućeg stupnja sigurnosti plovidbe i zaštite okoliša.

OSNOVNI POJMOVI

Plovidbeni put (eng. fairway) može se definirati kao pojas mora u kome se normalno odvija pomorski promet između luka, odnosno to je kompromisno rješenje najkraćeg i najsigurnijeg puta u jednom plovidbenom pravcu koji povezuje luke, mora, prolaze, rtove i druge točke na moru ili obali.

Plovni put (eng. waterway) predstavlja morski pojas dovoljne dubine i širine za sigurnu plovidbu brodova.

Plovidbeni put je uži pojam od plovnog puta, jer plovni put definira širi morski akvatorij na kojem je moguća plovidba za određeni tip broda.

Plovidbeni put obilježava i tzv. navigacijsko uređenje, tj. navigacijska pomagala na moru i obali (svjetionici, navigacijske oznake, radio farovi, itd.).

OSNOVNI POJMOVI

Podjela plovidbenih putova:

- s obzirom na područje plovidbe (oceanski i obalni),
- s obzirom na položaj u odnosu na obalu i otočje (unutarnji i vanjski),
- s obzirom na obvezu korištenja (uobičajeni i propisani),
- prema tijeku plovidbe (terminalni i tranzitni),
- sukladno veličini brodova koji ih koriste, itd.

BROD I PODJELA BRODOVA

Brod se općenito može definirati kao plovno sredstvo sposobno za kretanje po moru, rijekama i jezerima koje služi za prijevoz robe, putnika ili za neke druge namjene. Brodom se smatraju samo veći plovni objekti, dok se manji nazivaju brodicama.

Prema našem Pomorskom zakoniku:

- **Brod, osim ratnog broda**, jest plovni objekt namijenjen za plovidbu morem, čija je duljina veća od 12 metara, a bruto tonaža veća od 15, ili je ovlašten prevoziti više od 12 putnika. Brod može biti putnički, teretni, tehnički plovni objekt, ribarski, javni ili znanstvenoistraživački.
- **Broдика jest plovni** objekt namijenjen za plovidbu morem koji nije brod ili jahta, čija je duljina veća od 2,5 metara, ili ukupne snage porivnih strojeva veća od 5 kW. Pojam brodica ne obuhvaća: plovila koja pripadaju drugom pomorskom objektu u svrhu prikupljanja, spašavanja ili obavljanja radova, plovila namijenjena isključivo za natjecanja, kanue, kajake, gondole i pedaline, daske za jedrenje i daske za jahanje na valovima.
- **Jahta** jest plovni objekt za sport i razonodu, neovisno koristi li se za osobne potrebe ili za gospodarsku djelatnost, a čija je duljina veća od 12 metara i koji je namijenjen za dulji boravak na moru, te koji je pored posade ovlašten prevoziti ne više od 12 putnika,
- **Plovni objekt** jest pomorski objekt namijenjen za plovidbu morem. Plovni objekt može biti brod, ratni brod, jahta ili brodica.
- **Plutajući objekt** jest pomorski objekt stalno privezan ili usidren na moru, koji nije namijenjen za plovidbu (npr. plutajući dok, plutajuće skladište, plutajući restoran, plutajuća elektrana, pontonski most, pontonska marina i sl.).

Podjela brodova

Podjela brodova prema namjeni:

trgovački brodovi, namijenjeni za prijevoz putnika i robe (teretni, putnički i putničko teretni);
ratni brodovi (glavni i pomoćni).

■ Podjela brodova prema području plovidbe:

brodovi za plovidbu morem (prema Pomorskom zakoniku: neograničena plovidba, velika obalna plovidba, mala obalna plovidba, obalna plovidba Jadranskim morem, nacionalna plovidba, nacionalna obalna plovidba, nacionalna priobalna plovidba, lokalna plovidba;

brodovi za plovidbu unutarnjim vodama (riječni, jezerski i kanalni)).

■ Podjela brodova prema vrsti pogona:

jedrenjaci, parobrodi, motorni brodovi (diesel/benzin motor i brodovi sa parnim ili plinskim turbinama), brodovi na električni pogon, brodovi na diesel električni pogon, brodovi na alternativne pogone.

■ Tipovi teretnih brodova s obzirom na namjenu:

Linijски brodovi – brodovi koji plove na istim linijama.

Tramperi - nisu na stalnim linijama (tzv. lualice, najčešće za generalne i rasute terete),

Tankeri-brodovi za prijevoz tekućih tereta (sirove nafte, kemikalija, ukapljenih prirodnih plinova (LNG-liquefied natural gas), ukapljenih naftnih plinova (LPG liquefied petroleum gas), itd.

Ostali specijalizirani brodovi (prema vrsti tereta): brodovi za prijevoz rasutog tereta, općih tereta, ruda, drva, teških tereta, kontejnerski brodovi, RO-RO brodovi, za opskrbu platformi, za prijevoz teglenica, za prijevoz automobila, brodovi hladnjače, itd.

■ **Od teretnih brodova suvremenih transportnih tehnologija, pored kontejnerskih, posebno se ističu sljedeći:**

RO-RO brodovi (roll on/roll of – dokotrljaj/odkotrljaj), najčešće kamioni.;

LO-LO brodovi (lift on/lift off-podigni/spusti). Tu spadaju potpuno kontejnerski brodovi, djelomično kontejnerski brodovi, preuređeni kontejnerski brodovi, Sea Train brodovi (s tračnicama), itd.;

FO-FO brodovi (float on/float off – doplutaj/odplutaj). Kontejneri (a i druge vrste tereta) se prekrcajavaju u maone(barže, teglenice) koje se zatim tegle i ukrcavaju na tzv. LASH (Lighter Aboard Ship) brodove. Klasični LASH brod ima kapacitet od 77 maona nosivosti 375 tona, ili 1500 TEU, 6 paluba;

SEA BEE brodovi (morska pčela) i BACAT brodovi (Barges Aboard Catamaran - barža na dvotrupcu, katamaranu)-brodovi za prijevoz maona.

■ **Podjela teretnih brodova prema veličini:**

Handy size, brodovi od 10000 do 30000 t ukupne nosivosti;

Handymax, brodovi od 30000 do 50000 t ukupne nosivosti;

Seawaymax, najveća dimenzija broda koji može proći kroz kanal St. Lawrence (dužine do 225,6 m, širine 23,8 m, gaza do 7,9 m i visine od vodene linije do 35,5);

Aframax, naftni tankeri od 80000 do 119000 t ukupne nosivosti, sa širinom većom od 32,3 m, AFRA (Average Freight Rate Assessment);

Suezmax, najveća dimenzija broda koji može proći kroz Sueski kanal, do 200000 t nosivosti, odnosno do 350 m;

Panamax, najveća dimenzija broda koji može proći kroz Panamski kanal (do 80000 t nosivosti, odnosno dužine do 305 m, širine 33,5 m i gaza do 25,9);

Capesize, ne mogu proći Sueskim i Panamskim kanalom;

VLCC (very large crude carrier), supertankeri od 200000 do 315000 ukupne nosivosti;

ULCC (ultra large crude carrier), veliki supertankeri od 320000 i više ukupne nosivosti.

■ **Podjela prema tipu propulzora:**

brodovi s vijkom, brodovi s kotačem, brodovi s maznim propulzorom, brodovi s azipod sustavom, brodovi s Voith-Schneiderovim propulzorom, itd.

■ **Podjela prema načinu stvaranja uzgona:**

hidrostatski (klasična deplasmanska plovila), hidrodinamički (gliseri i hidrogliseri), aerostatski (brodovi na zračni jastuk), itd.

■ **Podjela brodova prema materijalu od kojeg su izgrađeni:**

drveni brodovi, čelični brodovi, kompozitni brodovi, betonski brodovi, brodovi od aluminija i njegovih legura, brodovi od plastičnih masa, itd.

■ **Ostale podjele:**

ribarski brodovi (kočarice, ribarice, itd.),

radni brodovi i brodovi specijalnih namjena (jaružala, polagači kablova, tegljači, dizalice, barže, itd.),

plovila koja obavljaju različite usluge za plovidbu brodova (remorkeri, ledolomci, pilotine, istraživački brodovi, itd.),

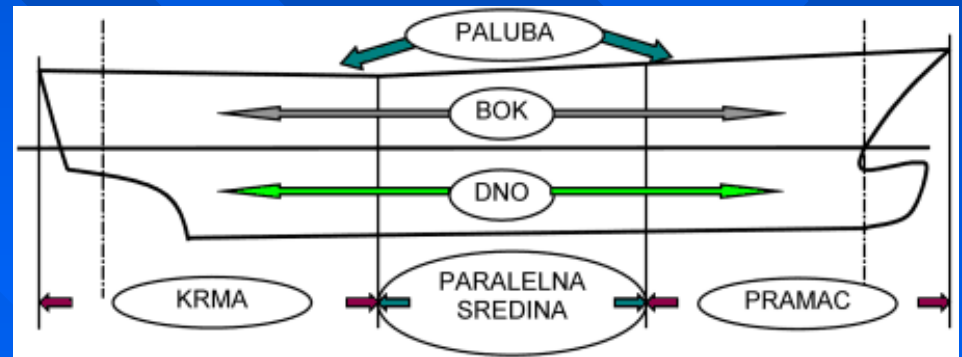
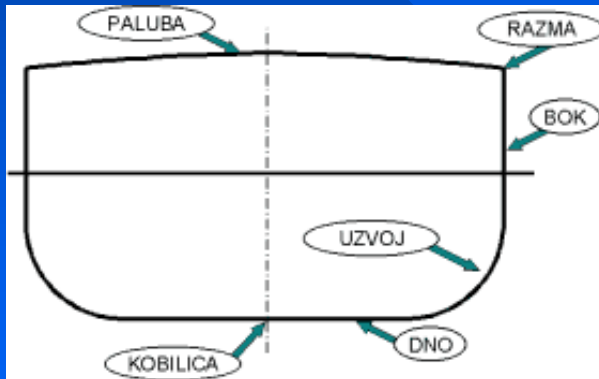
brodovi za prijevoz putnika (trajekti, ro-ro, putnički za kružna putovanja, itd.),

vojni i policijski brodovi (vojni brodovi, policijski brodovi, brodovi obalne straže, itd.),

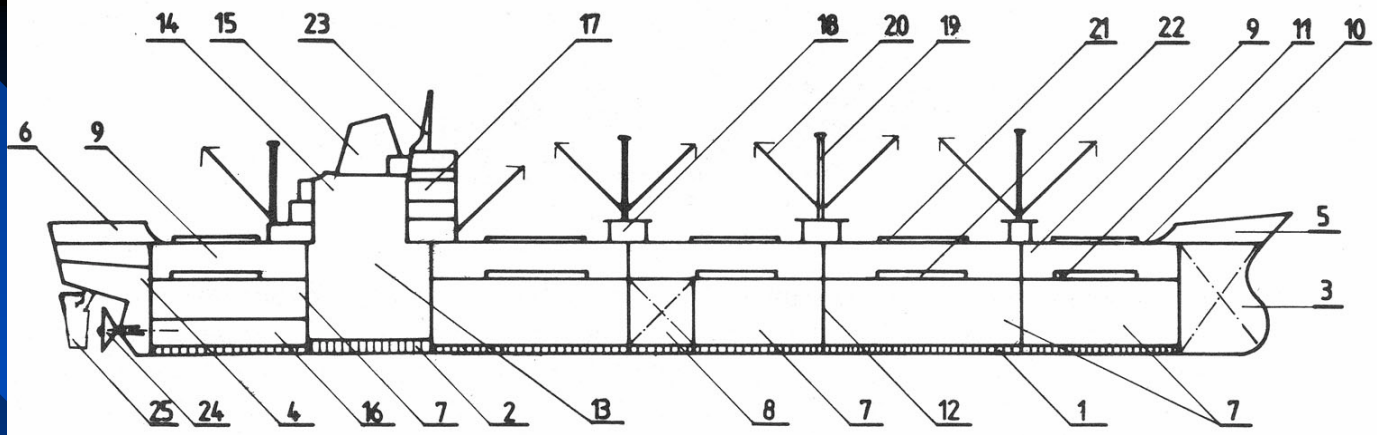
brodice za sport i razonodu (jedrilice, motorne brodice, motorne jahte, itd.).

Glavni dijelovi broda

- Glavni dijelovi broda:
 - trup i
 - nadgrađe.
- Osim trupa i nadgrađa svaki brod mora imati pogonski sustav i odgovarajuću opremu: (glavni pogonski stroj, opremu za teret, opremu za posadu, odgovarajuće brodske sustave i ostalu pripadajuću opremu sukladno namjeni).

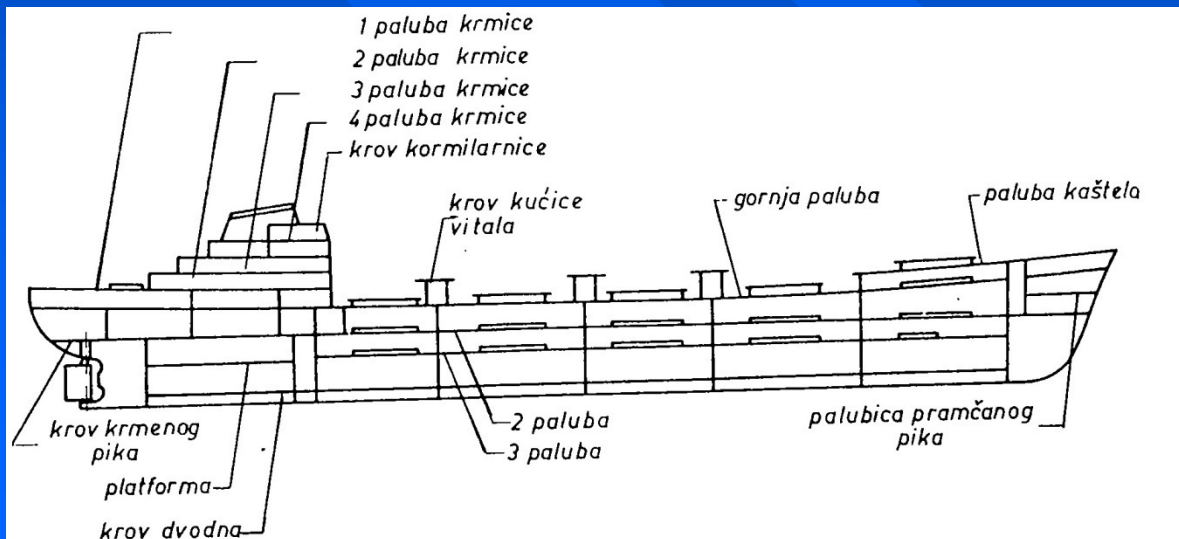


Dijelovi trupa -poprečni i uzdužni presjek trupa



Dijelovi broda

1-dvodno u skladištima, 2- dvodno u strojarnici, 3-pramčani pik, 4-krmeni pik, 5-pramčano nadgrađe (kaštel), 6-krmeno nadgrađe (kasar), 7-skladište za teret, 8-duboki tank, 9-međuskladište, 10-gornja paluba, 11-donja paluba, 12-poprečne pregrade (nepropusne), 13-strojarnica, 14-grotlo strojarnice, 15-dimnjak, 16-reces (stepeničasta ili upuštena sudarna pregrada), 17-središnje nadgrađe, 18-palubna kućica, 19-teretni stup, 20-samarica za teret, 21-grotlo za krcanje tereta na gornjoj palubi, 22-grotlo za krcanje tereta na donjoj palubi, 23-signalni jarbol, 24-propulzor za pogon broda, 25. kormilo.



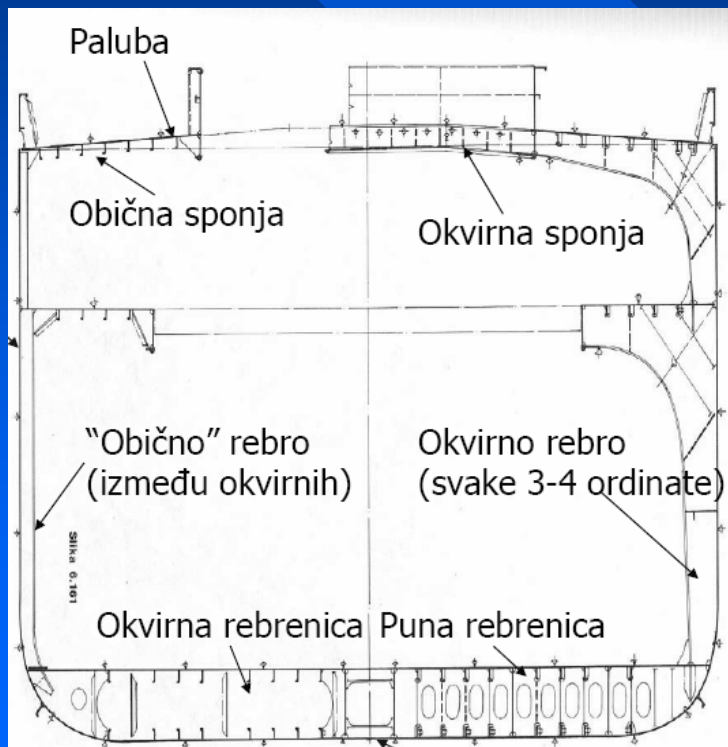
Palube trgovačkog broda

Postoje tri osnovna načina gradnje broda:

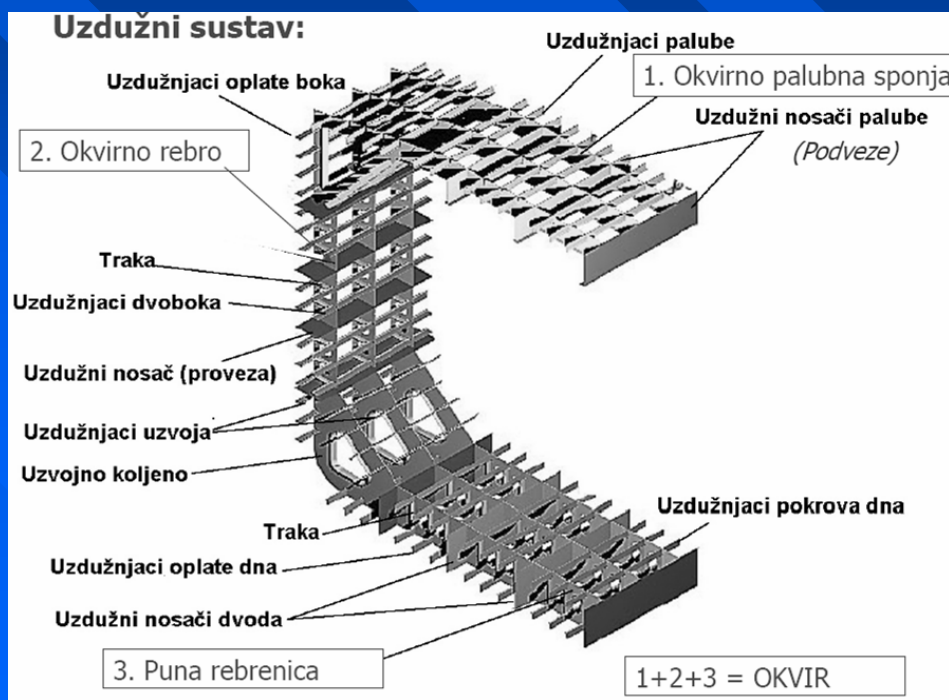
- poprečni sustav gradnje,
- uzdužni sustav gradnje i
- mješoviti sustav gradnje.

Glavni elementi poprečne čvrstoće su: poprečna bočna rebra (obična, okvirna), rebrenice u dvodnu ili na dnu (pune, okvirne i nepropusne), sponje (poprečni nosači palube) i poprečne pregrade.

Glavni elementi uzdužne čvrstoće su: kobilica, hrptenica, podveze (ukrućuju i pojačavaju palubu), proveze (povezuju poprečna rebra), bočni nosači u dvodnu i uzdužnjaci dvodna/boka.



Poprečni sustav gradnje

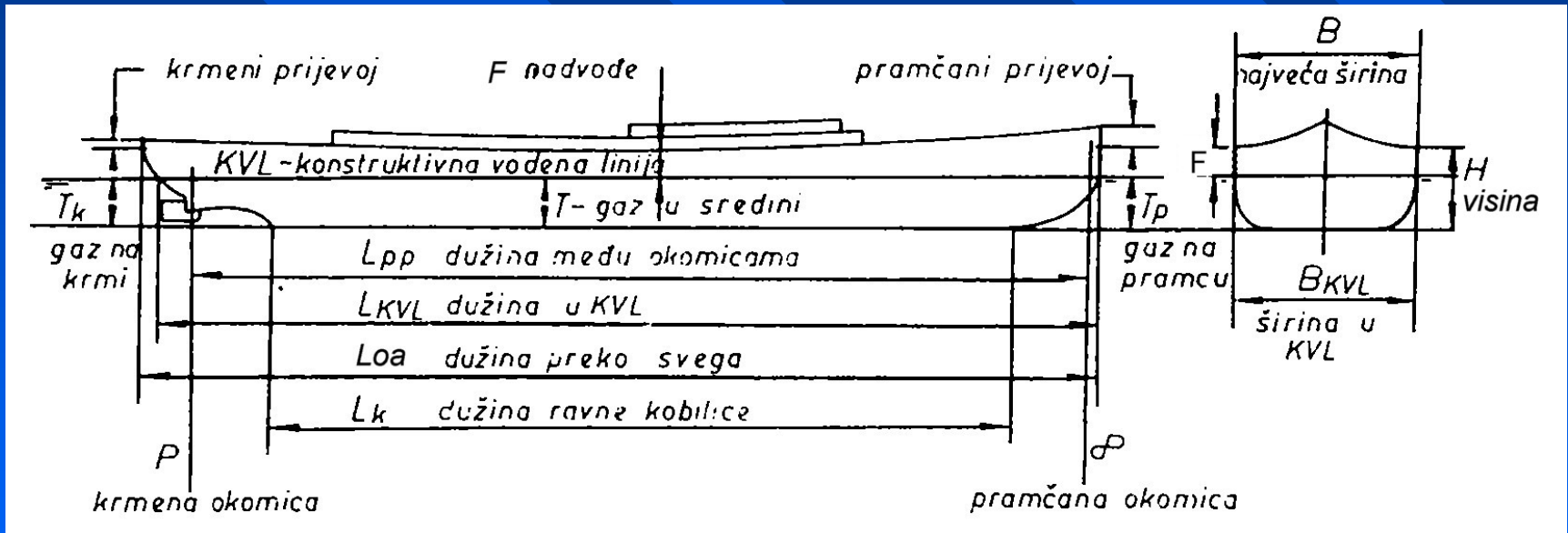


Uzdužni sustav gradnje

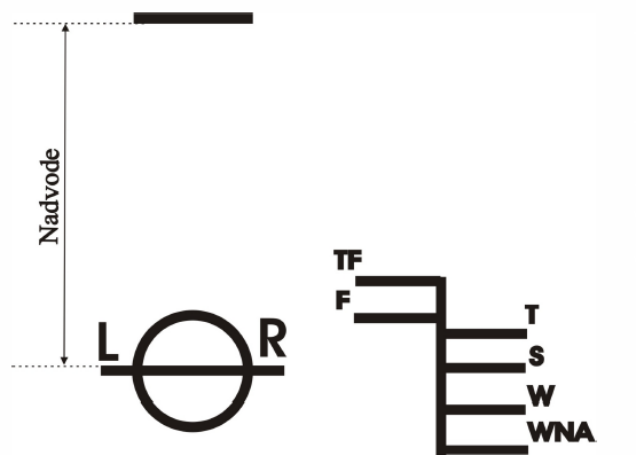
Glavne dimenzije broda

■ Glavne dimenzije broda:

- duljina (L),
- širina (B),
- visina (H) i
- gaz (T).



Dimenzije broda



TF – Tropical Fresh Water
 F – Fresh Water
 T – Tropical Seawater
 S – Summer Temperate Seawater
 W – Winter Temperate Seawater
 WNA – Winter North Atlantic

Slatka voda = 1000 kg/m³
 Slana voda = 1025 kg/m³

Klasifikacijski zavodi:
 AB, [American Bureau of Shipping](#),
 LR for [Lloyd's Register](#),
 GL for [Germanischer Lloyd](#),
 BV for [Bureau Veritas](#),
 IR for the [Indian Register of Shipping](#),
 RI for the [Registro Italiano Navale](#),
 NV for [Det Norske Veritas](#),
 CR, Hrvatski registar (Croatian Registrar).

Oznaka nadvođa (plimsoll mark)

Brodovi za prijevoz drva imaju posebnu oznaku nadvođa:

- LTF – Timber Tropical Fresh Water
- LF – Timber Fresh Water
- LT – Timber Tropical Seawater
- LS – Timber Summer Seawater
- LW – Timber Winter Seawater
- LWNA – Timber Winter North Atlantic

Oznaka **Summer Timber** (LS) dobiva se iz tablica pravila konvencije o nadvođu.

Oznaka **Winter Timber** (LW) postavlja se ispod LS za 1/36 gaza na toj oznaci.

Oznaka **Tropical Timber** (LT) postavlja se 1/48 LS gaza iznad oznake LS.

Oznaka **Timber Fresh** (LF) i **Timber Tropical Fresh** (LTF) izračunavaju se na sličan način kao i kod Fresh (F) i tropical Fresh (F).

Oznaka **Timber Winter North Atlantic** (LWNA) postavlja se u istoj razini s oznakom Winter North Atlantic (WNA).

Putnički brodovi imaju prostore podjeljene i prilagođene smještaju putnika. Međutim, putnički brodovi koji mogu prevoziti teret mogu imati jednu ili više oznaka koje odgovaraju odgovarajućem gazu za takve uvjete prijevoza. Te oznake nose oznaku C1 za prijevoz putnika, C2, C3 i sl. za više posebnih uvjeta prijevoza.

Glavne mjere broda

Glavne mjere broda:

- deplasman ili istisnina,
- nosivost,
- zapremnina (tonaža) i
- kapacitet.

Deplasman (D ili Δ) ili istisnina predstavlja težinu vode koju brod istiskuje svojim trupom, odnosno to je cjelokupna težina broda. Deplasman je jednak umnošku volumena uronjenog djela broda i specifične težine medija u kojem se nalazi.

$$D = V \cdot \gamma \quad (\text{D-deplasman, V-volumen uronjenog dijela, gustoća vode})$$

Istisnina broda, tj. količina vode koju je neki brod istisnuo svojim volumenom može se promatrati u tri oblika:

volumen istisnine ∇ (m³), masa istisnine D (kg ili t) i težina istisnine W (N ili kN).

Volumen podvodnog dijela broda V često se naziva volumen deplasmana. Deplasman se na evropskom kontinentu mjeri u metričkim tonama (t = 1 000 kg). U Velikoj Britaniji i na Zapadu često se upotrebljava i tzv. engleska tona ili duga tona (Long ton) koja iznosi 1016,047 kg. U SAD-u koristi se još i kratka tona (Short ton), koja iznosi približno 907,185 kg.

Laki deplasman (Light Displacement) je deplasman potpuno opremljenog praznog broda (bez goriva, vode, hrane, posade, tereta itd.), kojom prilikom brod uroni do lake vodene linije.

Deplasmanu potpuno nakrcanog broda (Loaded Displacement) je deplasman kada brod pod teretom uroni sve do maksimalno dozvoljenog gaza, tj. do oznake nadvođa.

Kod ratnih brodova koristi se još i tzv. **standardni deplasman** (Standard Displacement, odnosi se na ratni brod koji je opremljen sa (već prema tome kako je u kojoj državi uobičajeno) zalihama goriva, municije, hrane, vode i drugih brodskih zaliha. Konstrukcijska vodena linija ratnog broda odgovara standardnom deplasmanu. Za vrijeme mira ratni brodovi redovito plove pod standardnim deplasmanom. U vrijeme rata svi ratni brodovi plove potpuno nakrcani, tj. imaju pun deplasman.

Nosivost (Deadweight) je težina tereta pod kojom brod uroni od lake ili neke druge vodene linije, a mjeri se u težinskim tonama (metrička, duga ili kratka tona). Nosivost u svakom trenutku predstavlja razliku između stvarnog deplasmana i težine praznoga broda, sve izraženo u tonama.

$$\text{deadweight} = \text{displacement} - \text{light weight}$$

Ukupna nosivost (Nu) ili deadweight tonnage jest masa tereta pod kojom brod uroni do odgovarajuće teretne crte na oznaci nadvođa. Ukupna nosivosti jednaka je zbroju korisne nosivosti i posredne nosivosti.

Korisna je nosivost je težina komercijalnog tereta (ili putnika), tj. masa za koju brod naplaćuje vozarinu.

Posredna je nosivost težina tereta brodskih zaliha. U posrednu nosivost ubraja se, prije svega, masa goriva, slatke vode, hrane, zalihe rezervnih djelova, masa posade, kao i ostale nepoznate težine (Mrtve težine – Constant). U **mrtve težine** ubrajaju se u prvom redu voda i ostale otpadne tekućine koje se skupljaju u kaljužama (slivnicama) broda, neiskorišteni zaštitni materijal za teret i dr.

Zapremina ili tonaža, eng. Registered Tonnage, jest volumen zatvorenih prostorija broda. Regstarska zapremina predstavlja obujam brodskog prostora iskazanog u registarskim tonama. Regstarska tona kao jedinica zapremine iznosi 100 kubičnih stopa ili 2,832 m³. Ta mjera izražava prosječan volumen koji zaprema jedna tona tereta.

Bruto tonaža (BT), odnosno Gross Tonnage (GT) definira se kao mjera cijele veličine broda, utvrđena u skladu s odredbama Konvencije o baždarenju, tj. bruto tonaža dobiva se množenjem zapremine svih zatvorenih brodskih prostora s jednim promjenjivim faktorom koji je funkcija veličine spomenutih prostora.

$$BT = K_1 \cdot V = (0,2 + 0,02 \log V) \cdot V \quad \text{gdje je } V \text{ obujam svih zatvorenih prostora u m}^3$$

Neto tonaža (NT-net tonnage) označava mjeru korisnog kapaciteta broda, odnosno mjeru dohodovnosti (zarade) broda, na kojoj se temelje lučke pristojbe.

$$NT = K_2 \cdot V_c \cdot (4T/3H)^2 + K_3 \cdot (N_1 + N_2/10) \quad \text{gdje je}$$

V_c = ukupni volumen prostora za teret u m^3

$$K_2 = 0,2 + 0,02 \log V_c$$

$$K_3 = 1,25 \cdot (BT + 10000) / 10000$$

H = bočna visina u metrima

T = teoretski gaz broda u metrima

N_1 = broj putnika u kabinama s ne više od osam kreveta

N_2 = broj ostalih putnika

$(N_1 + N_2)$ = ukupni broj putnika koje brod smije prevoziti u skladu sa svjedodžbama za putnike

Ostali uvjeti:

$(4T/3H)^2$ ne uzima se većim od jedinice,

$K_2 \cdot V_c \cdot (4T/3H)^2$ ne uzima se manjim od 0,25 BT,

$(N_1 + N_2)$ uzet će se kao ništica kad je zbroj $(N_1 + N_2)$ manji od 13,

NT se neće uzeti manjim od 0,30 GT.

Kapacitet za teret, (engl. capacity tonnage) jest raspoloživi prostor za teret izražen u kubičnim metrima (m^3) ili kubičnim stopama (ft^3).

Kapacitet za žito, odnosi se na rasuti teret. On je uvijek veći od kapaciteta za bale jer rasuti teret, npr. žito, ispunjava sav prostor skladišta uključujući i prostor između rebara i između sponja.

Kapacitet za bale, odnosi se uglavnom na komadnu i pakovanu robu, dakle na generalni teret.

Kapacitetni plan broda je nacrt broda (uzdužni i poprečni presjek) na kojem su označeni prostori za teret, spremišta brodskih zaliha i brodski tankovi, a u posebnim tablicama dat je njihov kapacitet i često položaj težišta. Uz plan se obično ucrtava i tablica nosivosti.

Faktor slaganja jest broj koji pokazuje koliko prostora zauzima jedna tona dobro složenog tereta, izraženo u kubičnim metrima ili kubičnim stopama. Pri određivanju faktora slaganja tereta uzima se u obzir i tzv. **izgubljeni proctor (Broken Stowage)**. Izgubljeni prostor uzrokuju omoti (ambalaža) i zaštitni materijal upotrijebljen prilikom slaganja tereta na brodu, zatim krivine i stršeci dijelovi brodskog skladišta (rebra, sponje, uporoje i dr.), pa se nijedan teret ne može idealno složiti. Ako se faktor slaganja pomnoži količinom tereta u tonama, dobiva se volumen prostora (u kubičnim metrima ili kubičnim stopama) koji će teret zauzeti u brodu.

Koeficijenti brodske forme

Koeficijenti brodske forme su omjeri između površina brodskih presjeka ili volumena trupa ispod vodne linije u odnosu na površine i volumene opisanih geometrijskih likova i tijela. To su bezdimenzionalni brojevi, koji karakteriziraju oblik brodskog trupa, a dijele se na:

- Koeficijent istisnine, C_B
- Koeficijent punoće vodne linije, C_{WP}
- Koeficijent punoće glavnog rebra, C_M
- Koeficijent uzdužne punoće broda, C_P
- Koeficijent vertikalne finoće broda, C_{VP}

Koeficijent istisnine (C_B , Block Coefficient), kreće se od 0,36 za vrlo brze brodove vitke forme, do 0,92 za pune brodove.

$$C_B = \frac{V}{L_{WL} \cdot B_{WL} \cdot T_{WL}}$$

Koeficijent punoće vodne linije (C_{WP} , Water Plane Coefficient), kreće se od 0,65, za manji brže trgovačke brodove, do 0,95 za spore i pune brodove.

$$C_{WP} = \frac{A_{WL}}{L_{WL} \cdot B_{WL}}$$

Koeficijent punoće glavnog rebra (C_M , Midship Coefficient). Kreće se od 0,62 za vrlo fine manje brodove do 0,75 do 0,995 za veće trgovačke brodove.

$$C_M = \frac{A_M}{B_{WL} \cdot T_{WL}}$$

Koeficijent uzdužne finoće broda (C_P , Prismatic Coefficient), kreće se najčešće od 0,50 do 0,90.

$$C_P = \frac{V}{A_M \cdot L_{WL}} = \frac{C_B}{C_M}$$

Koeficijent vertikalne finoće broda (C_{VP}) predstavlja omjer između volumena uronjenog dijela broda i "cilindra", koji ima isti gaz kao brod, a osnovicu površinu vodne linije za zadani gaz.

$$C_{VP} = \frac{V}{F_{WL} \cdot T_{WL}} = \frac{C_B}{C_{WP}}$$

Osnove stabilnosti broda

- stabilnost broda,
- deplasman,
- uzgon,
- FWA,
- statička stabilnost,
- početna stabilnost,
- kut nagiba,
- krivulja statičke stabilnosti,
- pomak sustavnog težišta,
- nagruće i njegova korekcija,
- utjecaj slobodnih površina,
- trim,
- gubitak uzgona.

Osnove stabilnosti broda

Stabilitet

Stabilitet je sposobnost broda da se vrati u uspravan položaj nakon što je bio nagnut djelovanjem nekih vanjskih sila.

- ili je to svojstvo broda da se protivi silama koje ga nastoje pomaknuti iz položaja ravnoteže uslijed djelovanja vanjskih sila ili zbog pomicanja masa na brodu, kao i sposobnost da se automatski vrati u uspravan položaj (položaj ravnoteže) nakon prestanka djelovanja vanjskih sila / momenata koji su ga pomakli iz položaja ravnoteže.
- Brod koji nema takvo svojstvo ne može uopće ploviti, a brod koji ga nema u dovoljnoj mjeri nije siguran u plovidbi, i predstavlja opasnost za osoblje i teret koji prevozi.

Osnove stabilnosti broda

1. Po smjeru nagibanja broda razlikujemo:

- **poprečni stabilitet broda**
- **uzdužni stabilitet broda**

2. Stabilitet ovisi o formi trupa broda i rasporedu mase (tereta) na brodu, pa se može podijeliti na:

- **stabilitet forme**
- **stabilitet težina**

3. Ovisno o djelovanju momenata - sile, odnosno momenti sila koji djeluju na brod, a potječu od vjetra, valova, prodora mase vode ili tereta, mogu djelovati statički ili dinamički, pa razlikujemo:

- **statički stabilitet**
- **dinamički stabilitet**

Hidrostatika (grč. hidro + statika) je dio hidromehanike koja proučava mirovanje tekućina i ponašanje uronjenih tijela. Temeljni zakoni hidrostatike jesu:

- **Pascalov zakon** - U tekućini koja se nalazi u zatvorenoj posudi vanjski tlak širi se jednako na sve strane, tj. čestice tekućine prenose tlak u svim pravcima jednako, (Blaise Pascal, 1652.).
- **Arhimedov zakon**-tijelo uronjeno u tekućinu gubi prividno od svoje težine toliko kolika je težina istisnute tekućine, (Arhimed, 220. g. pr. n. e.).

Na tijelo u tekućini djeluje vertikalna sila - **uzgon**, koja ovisi samo o volumenu uronjenog tijela i gustoći tekućine. Ova sila, dakle, jednaka je i suprotno usmjerena težini istisnute tekućine.

Kada tijelo pliva na površini, njegova masa jednaka je masi tekućine što je istisnuta onim dijelom koji se nalazi ispod razine tekućine.

Ako je gustoća tijela manja od gustoće tekućine, tijelo bezuvjetno pliva.

Ako je gustoća tijela veća od gustoće tekućine, a tijelo istisne veću količinu tekućine od svoje težine, ono će plivati i imati **rezervni uzgon**. Taj je uzgon jednak razlici volumena tijela i volumena istisnute tekućine, pomnožene s gustoćom tekućine.

Plovnost je sposobnost broda da plovi u traženom položaju, na određenoj vodnoj liniji, pri opterećenju s teretom koji prevozi. Plovnost ovisi o:

- obliku tijela,
- gustoći tijela i
- gustoći tekućine u kojoj tijelo pliva.

ARHIMEDOV ZAKON

ARHIMEDOV ZAKON formuliran je najčešće kao:

Na svako tijelo uronjeno u tekućinu djeluje sila uzgona jednaka težini tekućine istisnute tim tijelom

Plovnost je svojstvo tijela da mirno pluta na tekućini (bez dodira s dnom ili drugim tijelom). Na plovnost utječu karakteristike tijela koje pluta kao i tekućine u kojoj tijelo pluta. Pri tome je tijelo opisano svojim oblikom, masom W [kg ili t] i težištem (X_G i Z_G) [m], dok je tekućina karakterizirana svojom gustoćom γ [kg/m³ ili t/m³].

VOLUMEN – izraz volumen se koristi kod opisivanja prostora koji zauzima dano tijelo

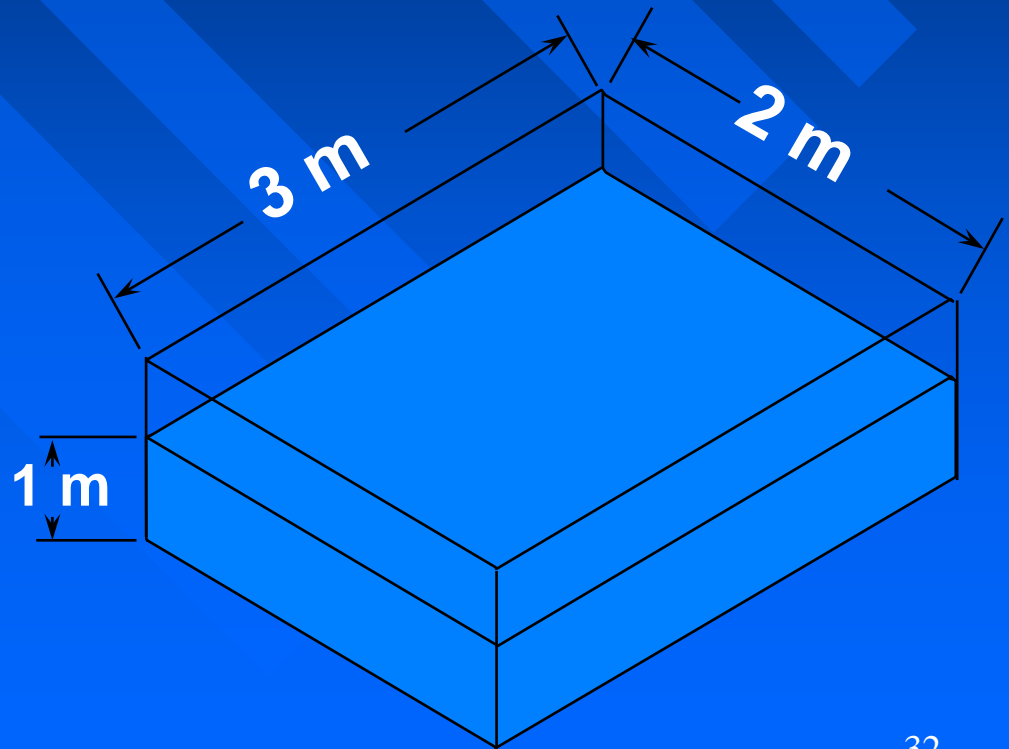
Jedinice mjere:

Cubic Feet, Cubic Inches, Cubic Metres

$$V = L \times B \times D$$

$$V = 3 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1 \text{ m}$$

$$V = 6 \text{ m}^3$$



SPECIFIC VOLUME - Volume po jedinici težine

JEDINICA MJERE: CUBIC METRES PER TONNE

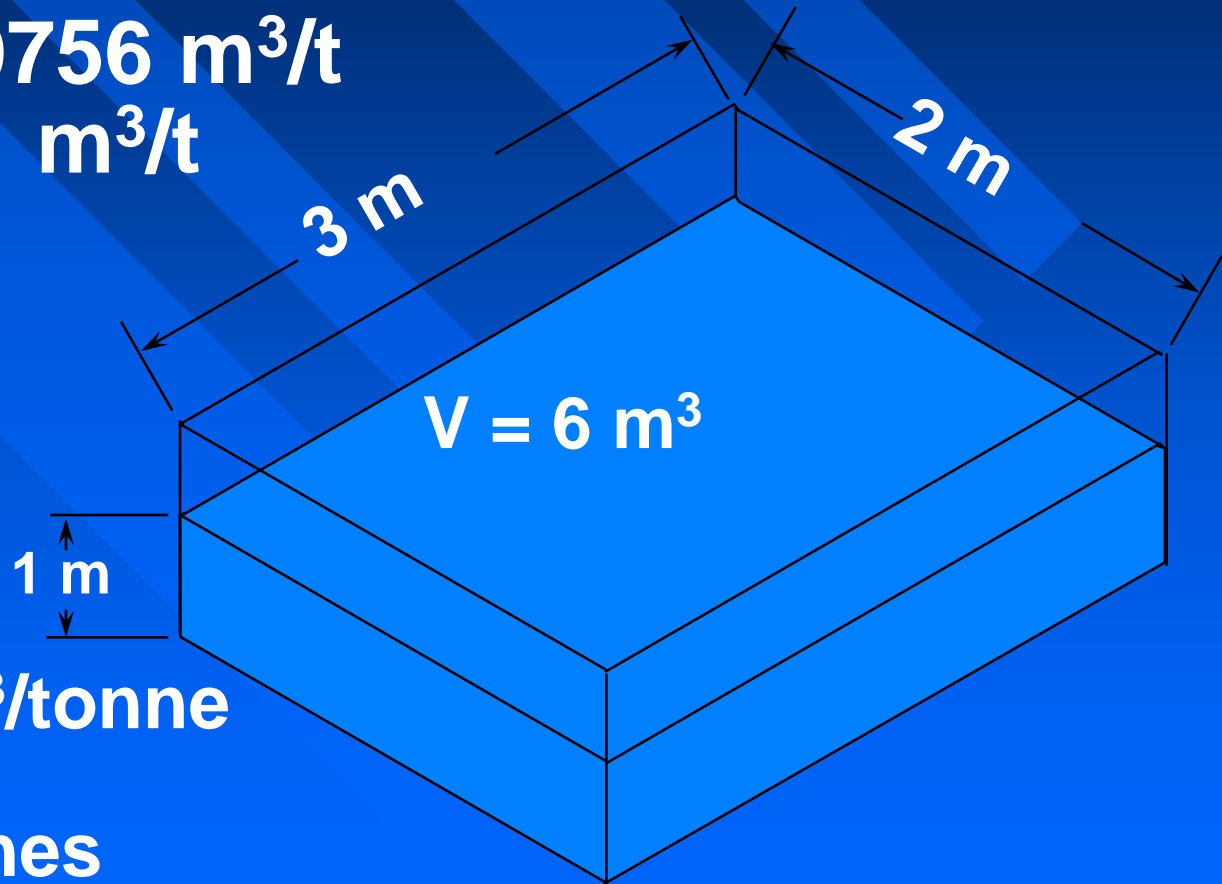
Salt water = 0.9756 m³/t

Fresh water = 1 m³/t

$$W_{\text{flooding}} = \frac{\text{Volume}}{\text{Sp. Vol}}$$

$$W_{\text{flooding}} = \frac{6 \text{ m}^3}{0.9756 \text{ m}^3/\text{tonne}}$$

$$W_{\text{flooding}} = 6.15 \text{ tonnes}$$



Zakon plovnosti

Primjenom Arhimedova zakona na plovne objekte, mogu se formulirati **tri uvjeta (Zakona) plovnosti**:

3 uvjeta plovnosti

- Sila uzgona mora biti jednaka sili težine.
- Sile težine i sile uzgona moraju biti na istom pravcu koji je okomit na teretnu vodenu liniju.
- Potrebno je da brod posjeduje stabilnu ravnotežu

I ZAKON PLOVNOSTI - ako se brod iz bilo kojeg razloga nagne, pri naginjanju javit će se uspravljajući “**SPREG**” sila koji će vratiti brodu uspravan položaj čim prestane uzrok nagiba. Kada se brod nagne **teziste istisnine “B”** pomakne se na stranu nagiba jer se promjeni oblik uronjenog dijela broda **Sile teže broda “G”** i **Sile uzgona “B”** sastavljaju uspravljeni par sila koje nastoje vratiti brod u uspravan položaj.

Brod plovi (na površini) ako ispunjava tri uvjeta plovnosti:

1. Uvjet plovnosti

Na svako tijelo uronjeno u tekućinu djeluje sila uzgona, koja odgovara težini istisnute tekućine.

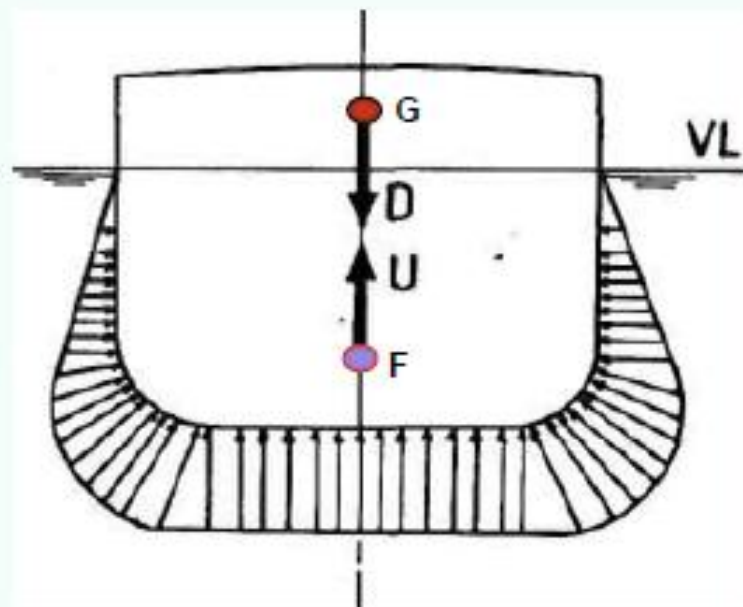
Što znači da:

Umnožak volumena podvodnog dijela broda i gustoće vode u kojoj brod plovi, mora biti jednak ukupnoj težini broda.

$$D = U; \quad U = V \rho g$$

gdje je:

- D = težina broda, N
- U = uzgon broda, N
- V = volumen uronjenog dijela trupa, m^3
- ρ = gustoća vode, kg/m^3
- g = težno ubrzanje, m/s^2

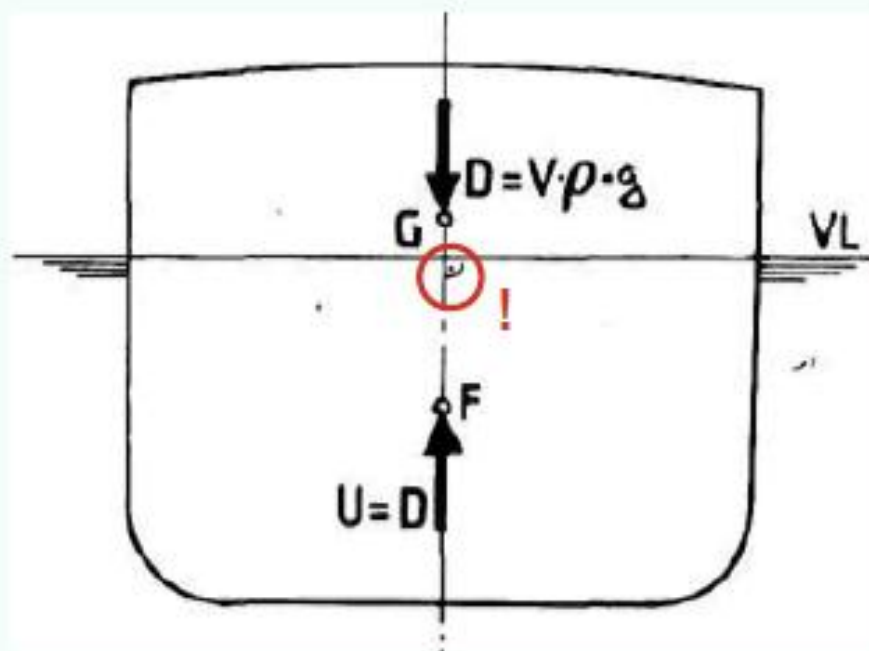


I ZAKON PLOVNOSTI - da bi brod mogao slobodno plivati u stanju ravnoteže, sila uzgona mora biti jednaka sili teže.

2. Uvjet plovnosti

Sila uzgona, kao rezultanta svih tlakova koji djeluju na podvodni dio trupa, prolazi **težištem istisnute tekućine (F)**.

Težište istisnine F i težište masa G nalaze se **na istoj okomici** na plovnu vodnu liniju.



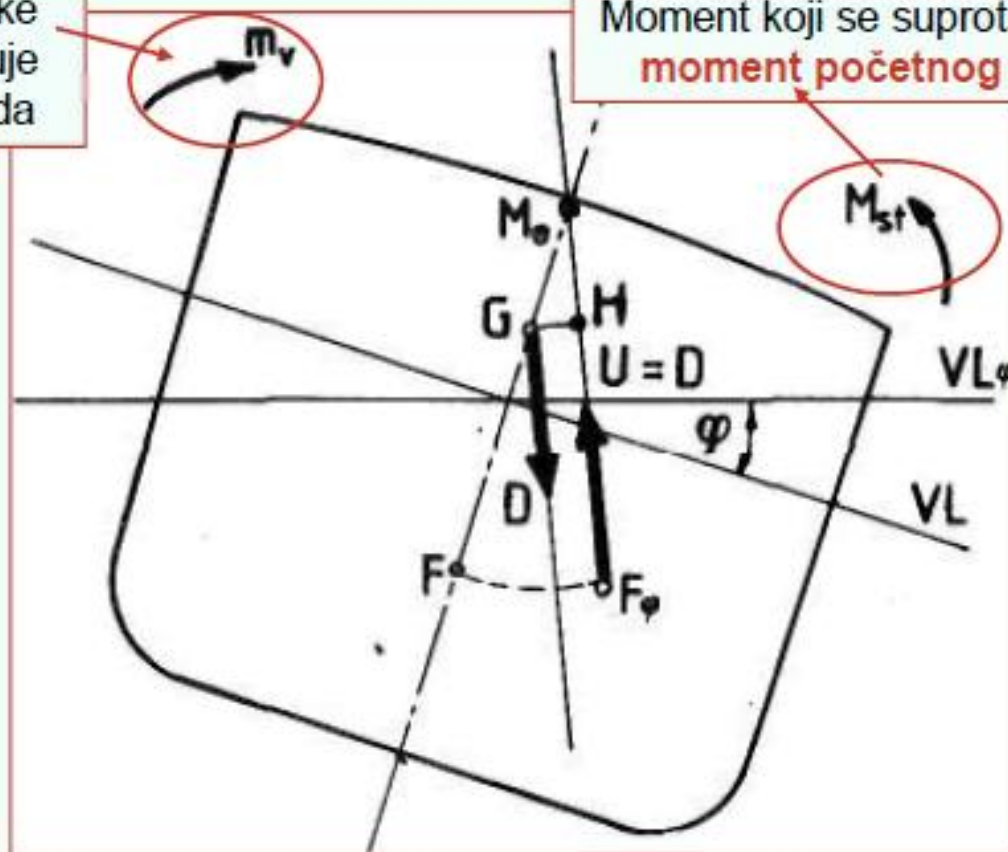
II ZAKON PLOVNOSTI - ako se brod iz bilo kojeg razloga nagne, pri naginjanju javit će se uspravljajući “**SPREG**” sila koji će vratiti brodu uspravan položaj čim prestane uzrok nagiba. Kada se brod nagne **teziste istisnine “B”** pomakne se na stranu nagiba jer se promjeni oblik uronjenog dijela broda **Sile teže broda “G” i Sile uzgona “B”** sastavljaju uspravljeni par sila koje nastoje vratiti brod u uspravan položaj.

3. Uvjet plovnosti

Brod mora ploviti u **stabilnom položaju**, tj. ako se zbog djelovanja neke vanjske sile (vjetra, valova i si.) brod nagne za neki mali kut, brod se mora vratiti u prvobitni položaj nakon prestanka djelovanja sile koja je izazvala nagib.

Moment vanjske sile koji uzrokuje nagibanje broda

Moment koji se suprotstavlja momentu nagibanja, **moment početnog statičkog stabiliteta, M_{st}**



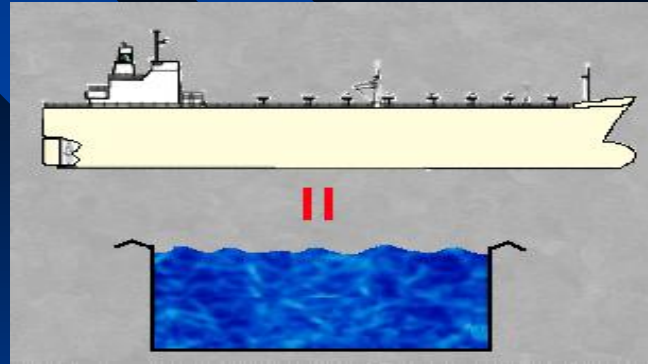
Moment početnog statičkog stabiliteta

$$M_{st} = D \cdot \overline{GH} = D \cdot \overline{M_0 G} \cdot \sin \varphi$$

Kada je točka M_0 iznad točke G , ona je pozitivna i treći uvjet plovnosti je ispunjen.

Prilikom izračuna stabiliteta broda, osnovna veličina koja je potrebna za razmatranje ovog problema je udaljenost između težišta sustava **G**, koji je hvatište sile teže i težišta istisnine **B** koji je hvatište sile uzgona.

Deplasman



Da bi neko tijelo (brod) mogao plutati, ono mora istisnuti masu vode / tekućine) koja je jednaka masi njegove vlastite težine. Ova masa mjeri se u tonama , a prikazuje se simbolom Δ , ili simbolom **D** ili **W**.

Deadweight je mjera broda za njegov ukupni kapacitet nosivosti. To je ukupnu težina tereta, balasta, goriva, maziva, svježe vode, zaliha hrane i rezervnih dijelova, posade, i dr. (bez težine praznoga broda).

Kada se od deplasmana oduzme težina praznog broda dobije se *deadweight*.

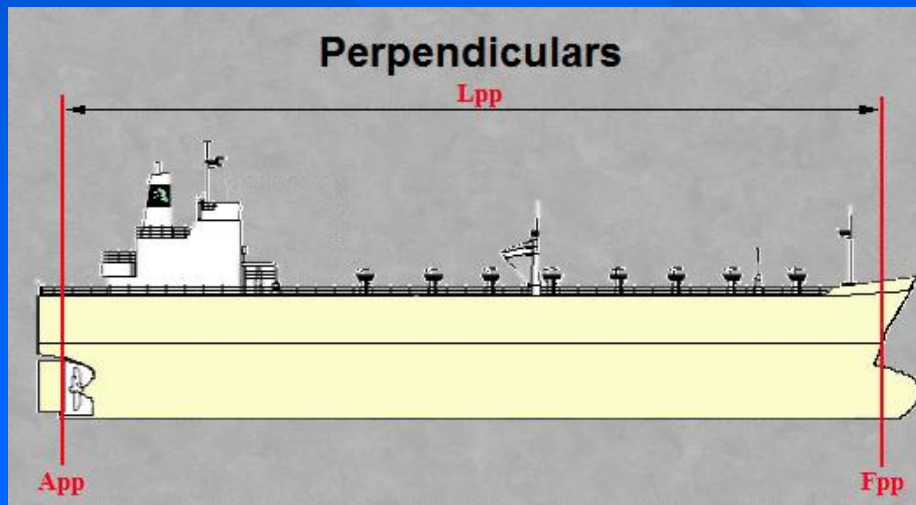
TPC – Tons per centimeter immersion

To je mjera koja pokazuje koliko tona tereta treba ukrcati u brod da bi uronuo / da bi se njegov gaz promijenio za 1 cm. TPC se mijenja sa promjenom gaza i trima broda.

Okomice (engl. Perpendiculars) su konstrukcijske vertikalne linije naprijed / *Forward (FWD)* i nazad / *Aft (A)*, a koje služe za proračunske svrhe, te se udaljenost između okomica često koristi u te svrhe, a označava se sa LPP (engl. Length between perpendiculars)

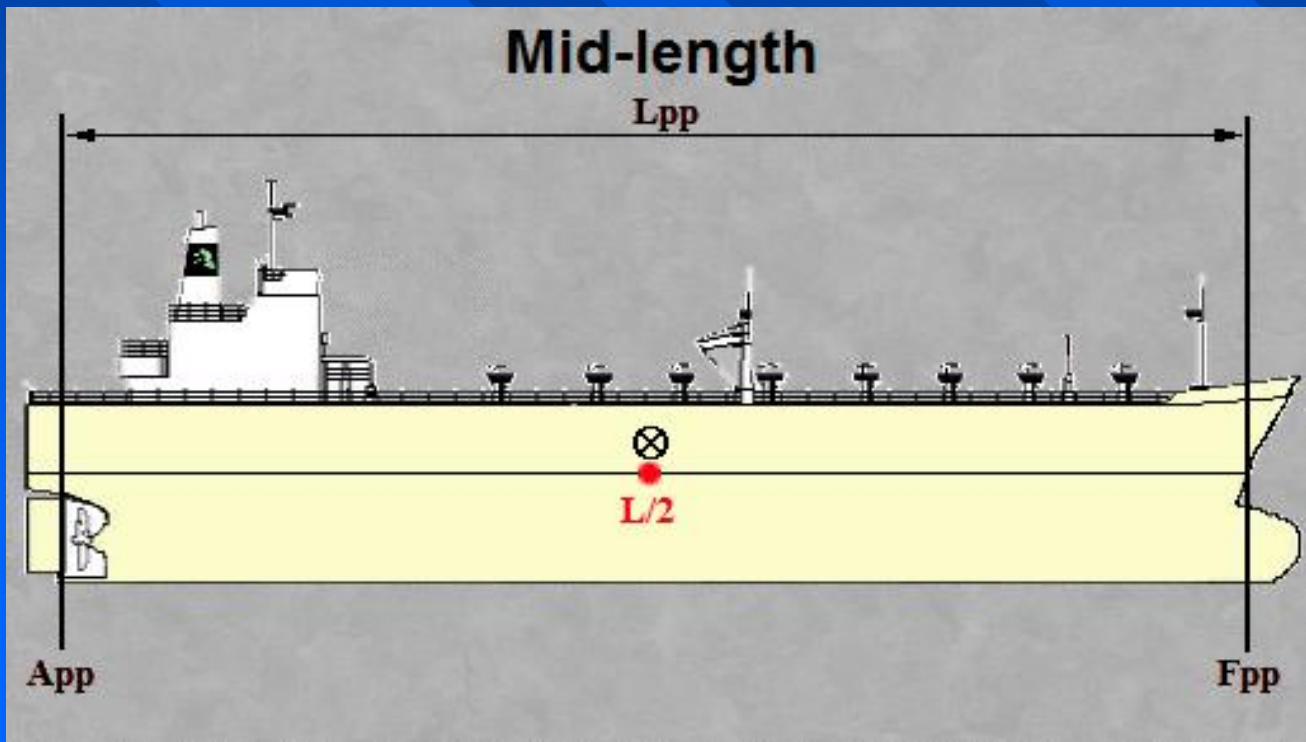
Pramčana okomica Okomita je na crtu ljetnoga gaza i prolazi prednjim bridom pramčane statve.

Krmena okomica Okomita je na crtu ljetnoga gaza i prolazi osovinom kormila.

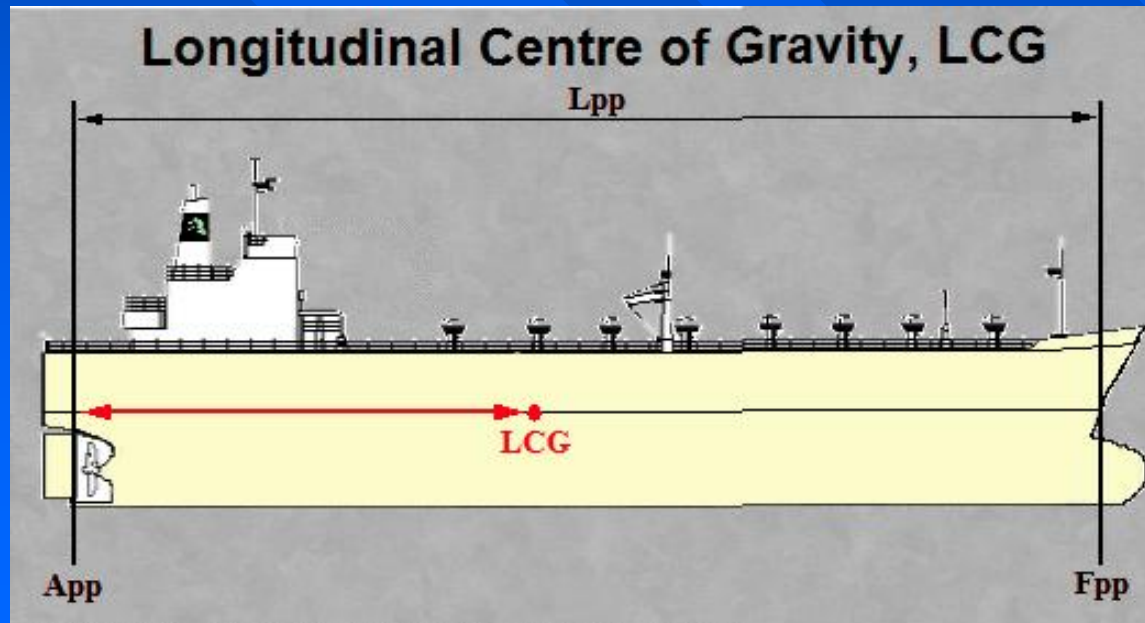


Sredina broda (Mid-length)

U sredini broda između okomica imamo tzv. sredinu duljine broda. Nalazi se dijeljenjem udaljenosti između L_{pp} na dva dijela. Polovica duljine često se naziva $L/2$, a predstavlja se simbolom

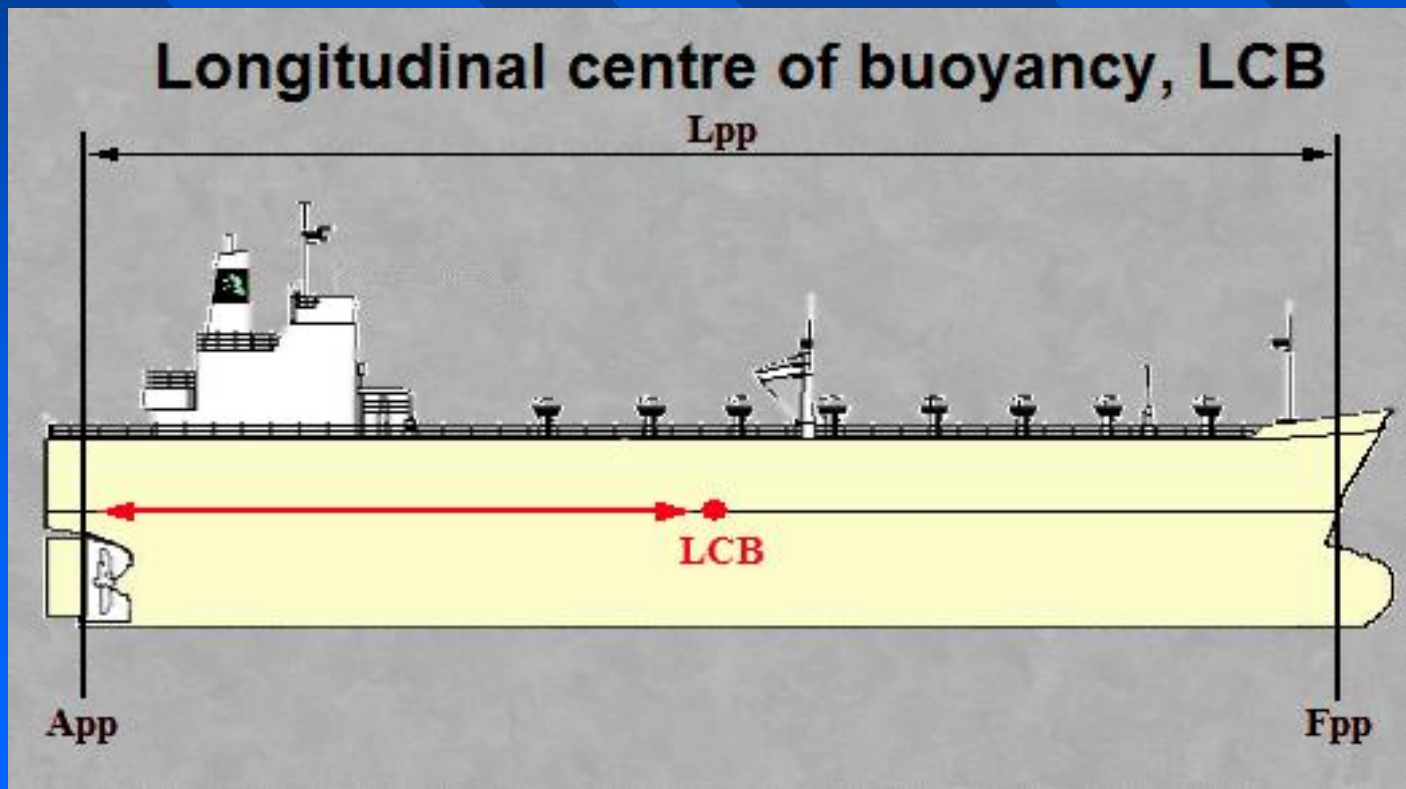


Uzdužni centar gravitacije (*Longitudinal Centre of Gravity – LCG*) Ovisi od uzdužnog razmještaja mase tereta na brodu. Računa se od od krmenog perpendikulara i u tom slučaju ima uvijek pozitivan predznak. U koliko se računa (mjeri) od glavnog rebra (sredine broda) onda može imati pozitivan ili negarivan predznak, a što ovisi o tome da li je LCG ispred ili iza sredine broda.



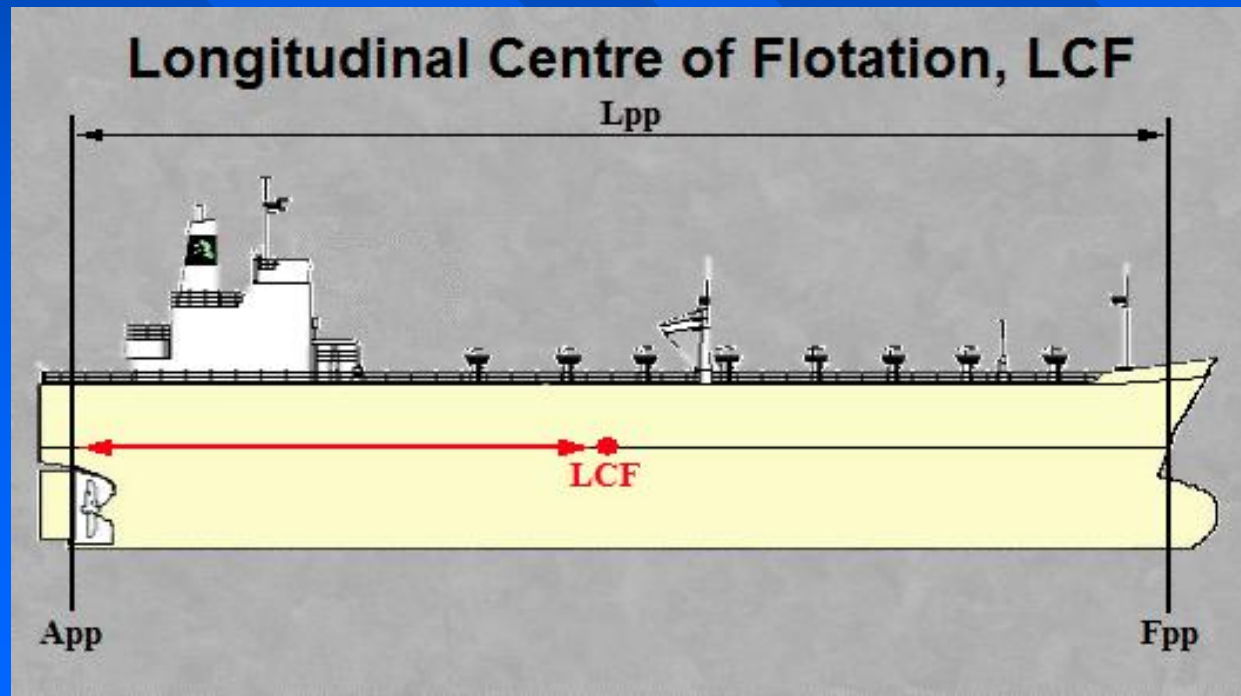
Uzdužni centar uzgona (*Longitudinal Centre of Buoyance – LCB*)

Su sile uzgona koje djeluju oko cijelog podvodnog dijela broda, a djeluju vertikalno prema gore, u jednoj točki. LCB se mjeri u metrima od krmene okomice.



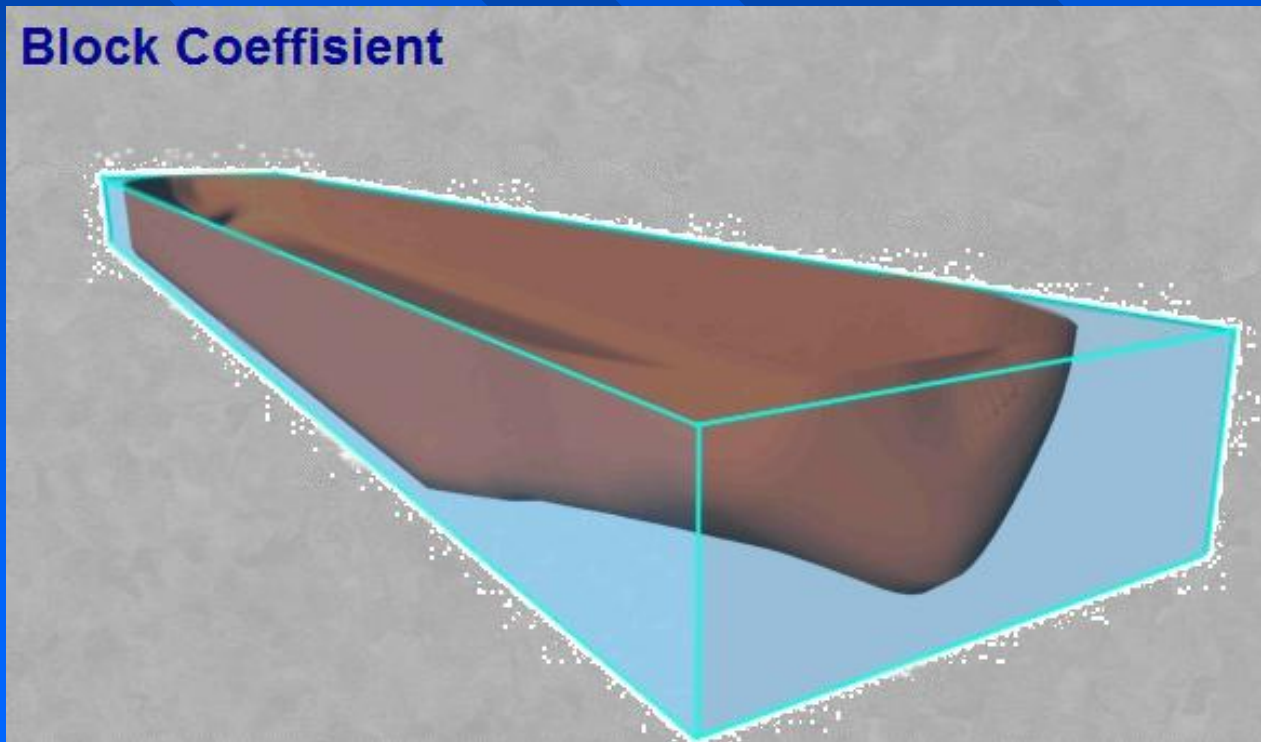
Uzdužni centar plutanja (*Longitudinal Centre of Flotation -LCF*)

Kod promjene trima, brod se rotira oko poprečne osi, a koja prolazi oko centra / stvarne trenutne vodene linije. Udaljenost centra plutanja / flotacije mjeri se u metrima od sredine broda ili od krmenog perpendikulara. Ovaj centar se zove uzdužni centar plutanja (*Longitudinal Centre of Flotation -LCF*). LCF se dobije iz tablice ili krivulje hidrostatskih podataka broda za zadano stanje krcanja.



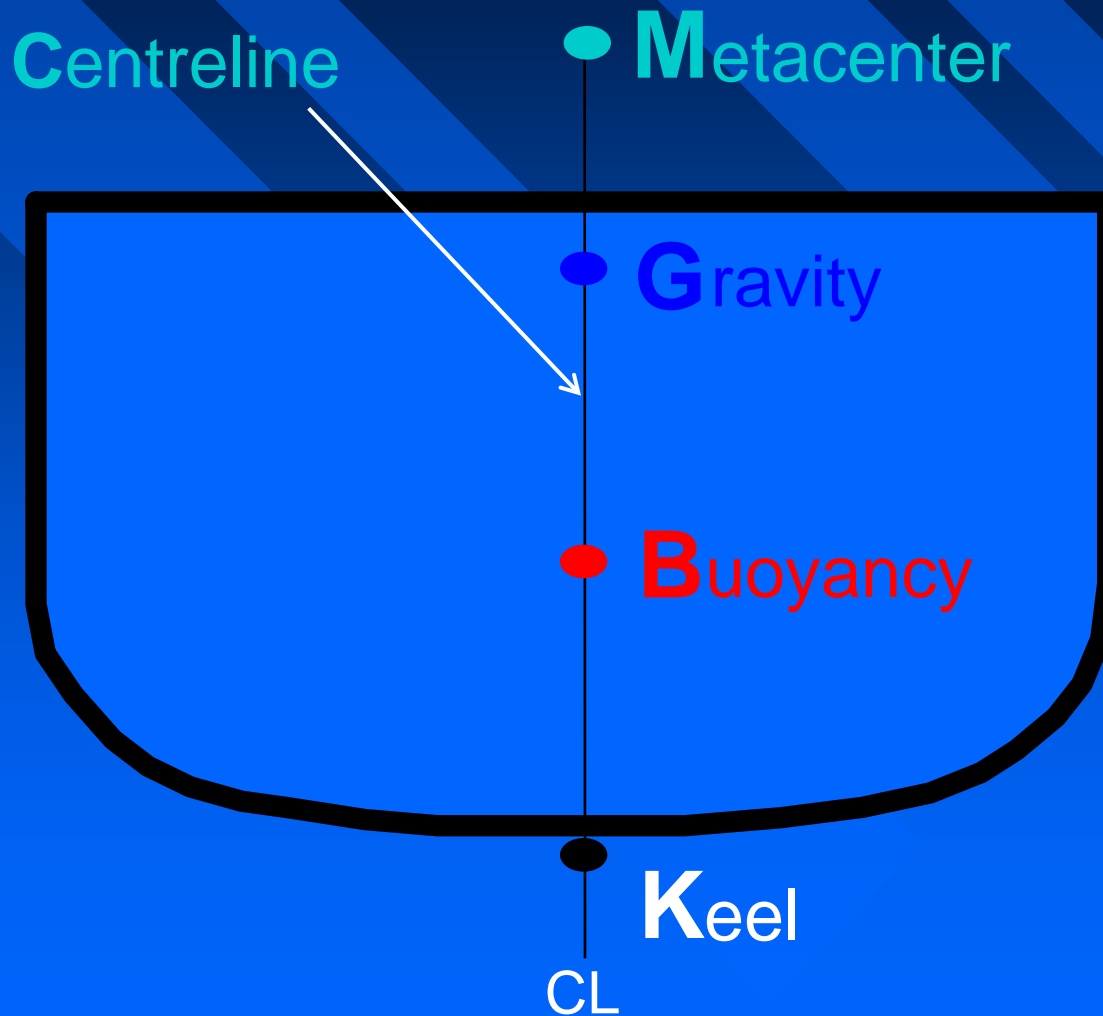
Blok koeficijent (Block Coefficient)

Blok koeficijent je mjera koja pokazuje koliko podvodni trupa popunjava prostor “kutije” četvrtastog oblika sa nekim najvećim dimenzijama. Visina “kutije” četvrtastog oblika jednaka je gazu broda sa nacrta trupa, duljina “kutije” četvrtastog oblika jednaka je iznosi ukupne duljine trupa, a širina je jednaka iznosu širine trupa.

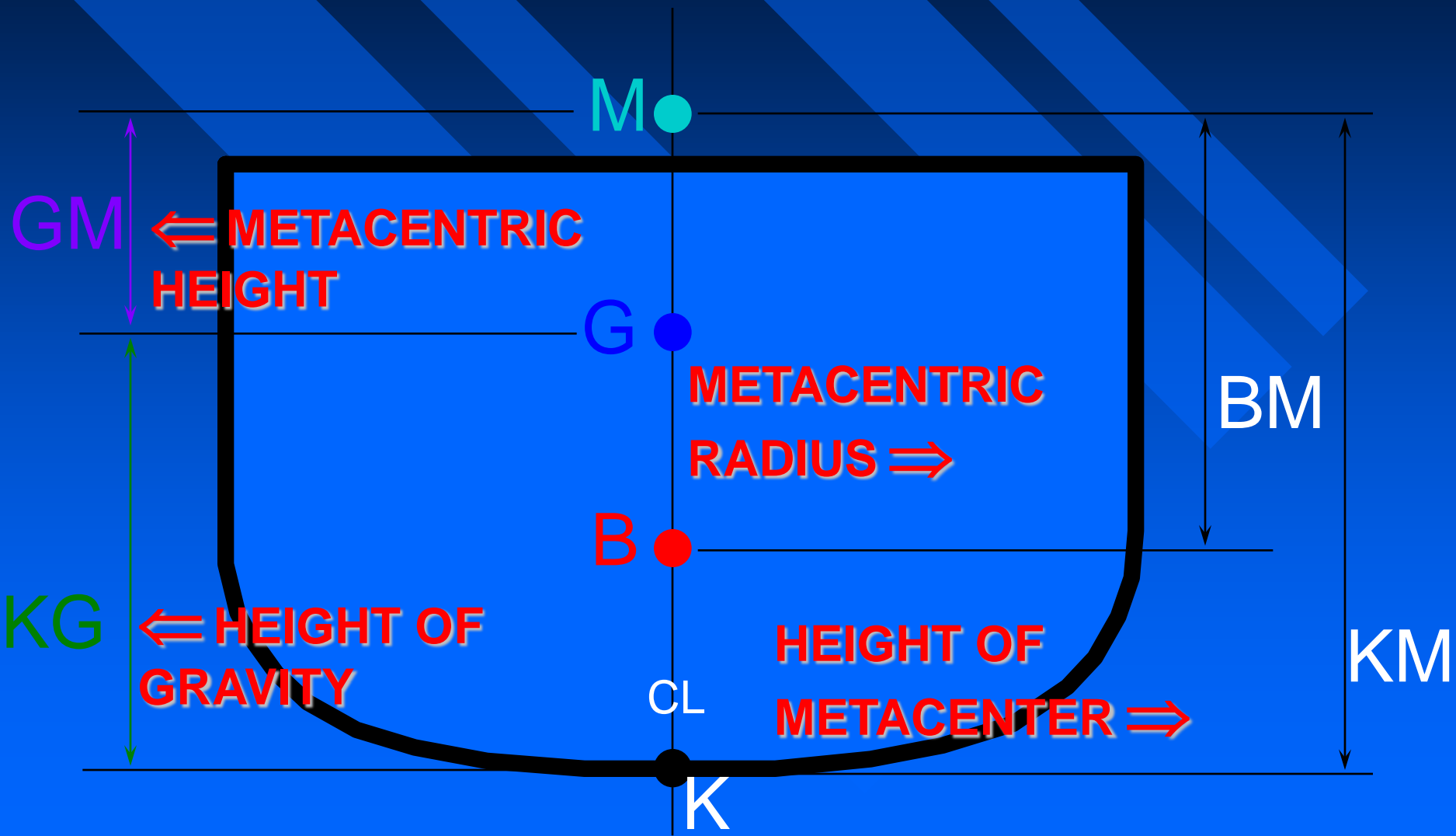


POPREČNI STABILITET BRODA

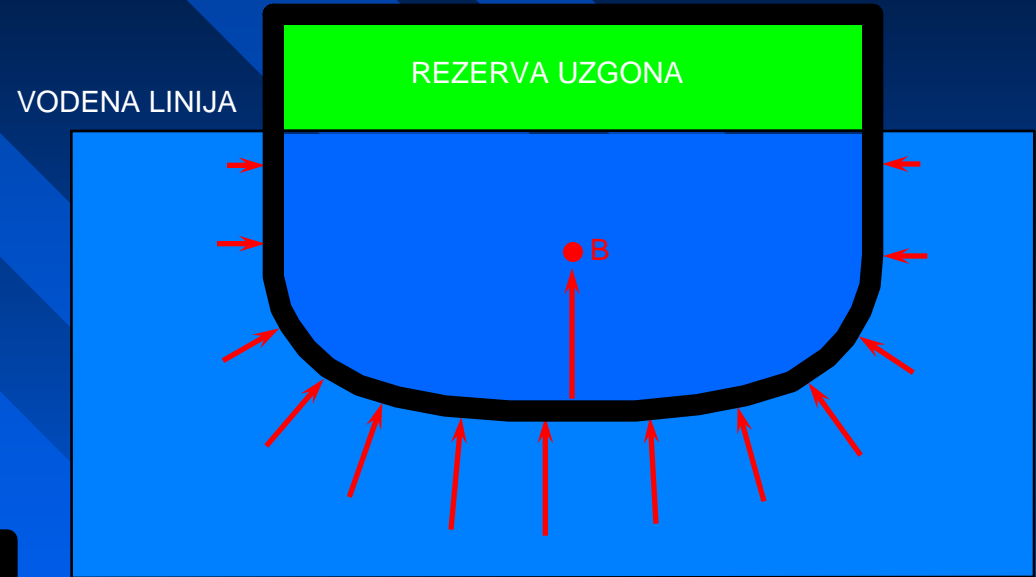
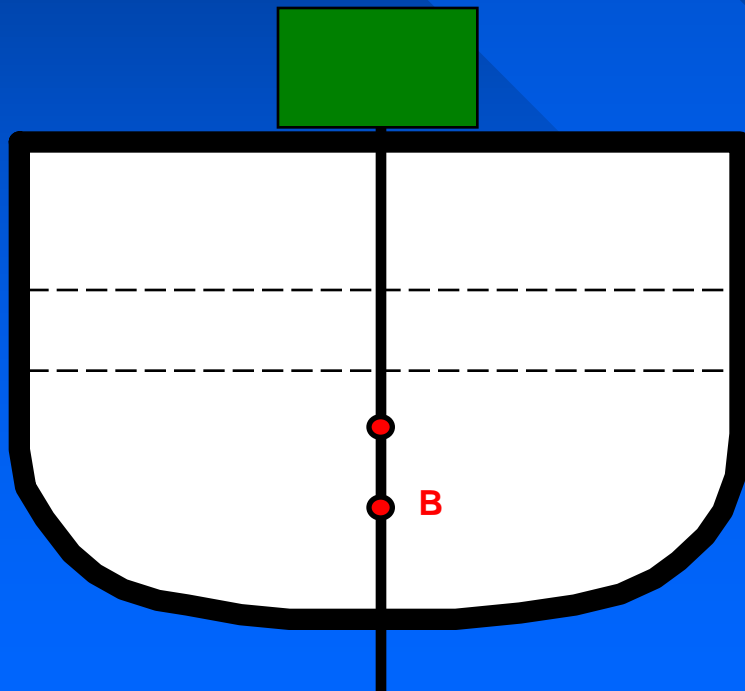
Referentne točke stabiliteta



Linearna mjerenja stabiliteta

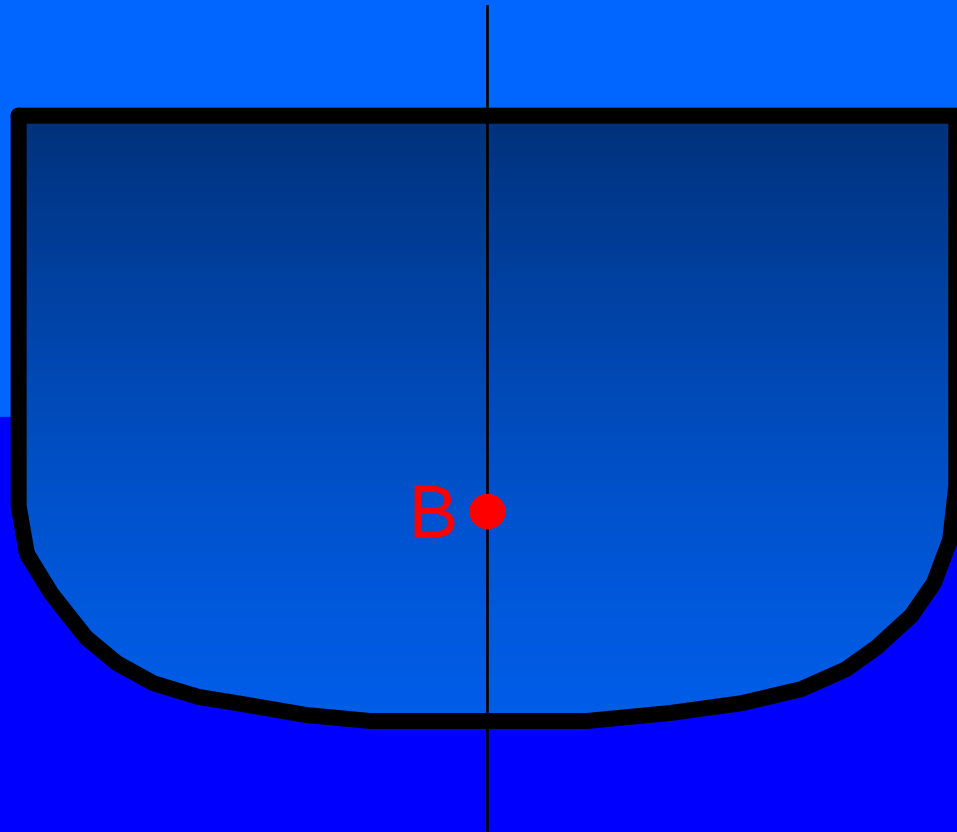


Težište uzgona

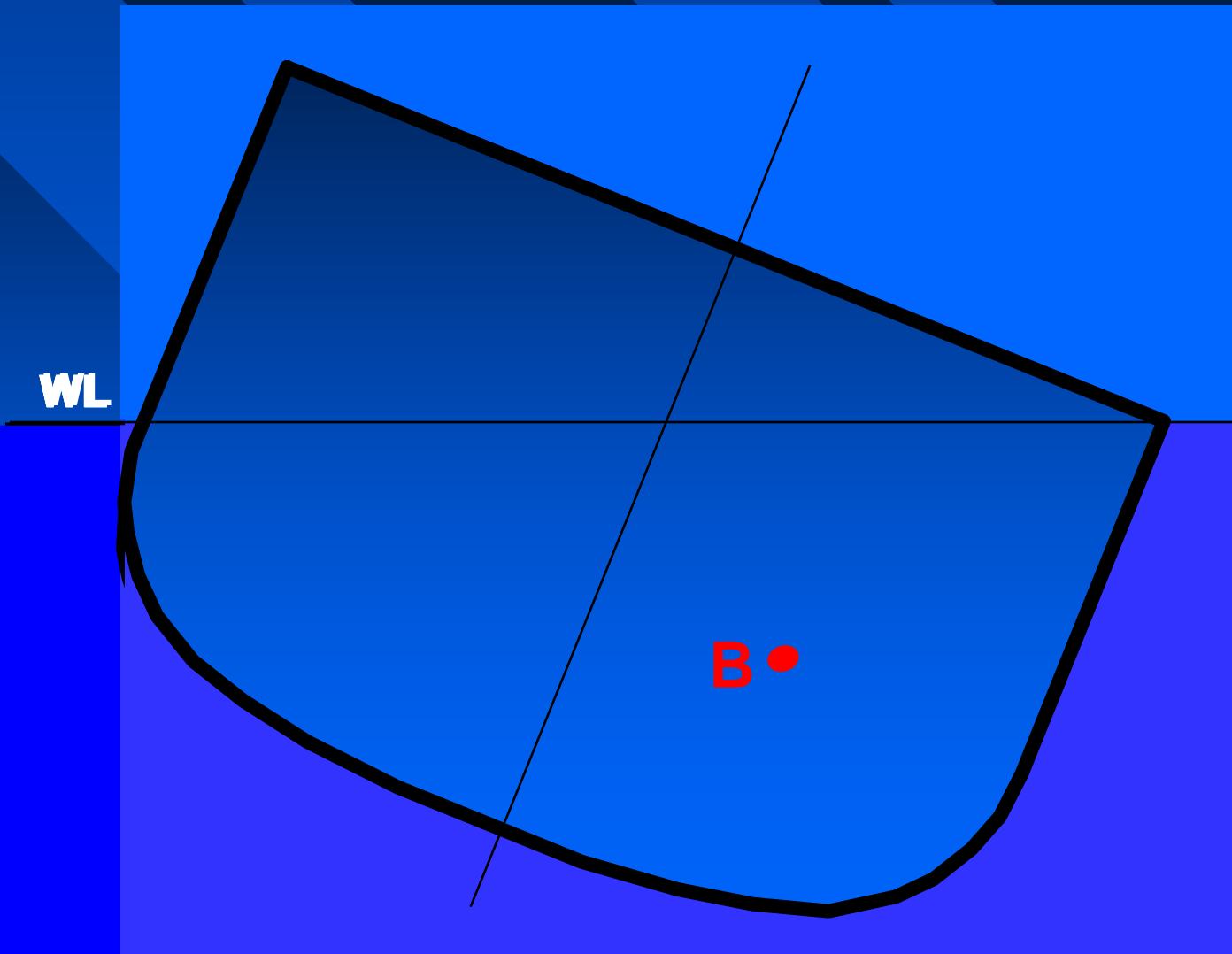


Sile uzgona djeluju oko cijelog podvodnog djela broda. Ove sile djeluju uvijek prema gore, a njihovo težište je u jednoj točki koja se označava sa B (Buoyance).
50

Težište / Centar uzgona (*engl. Center Of Buoyancy*)

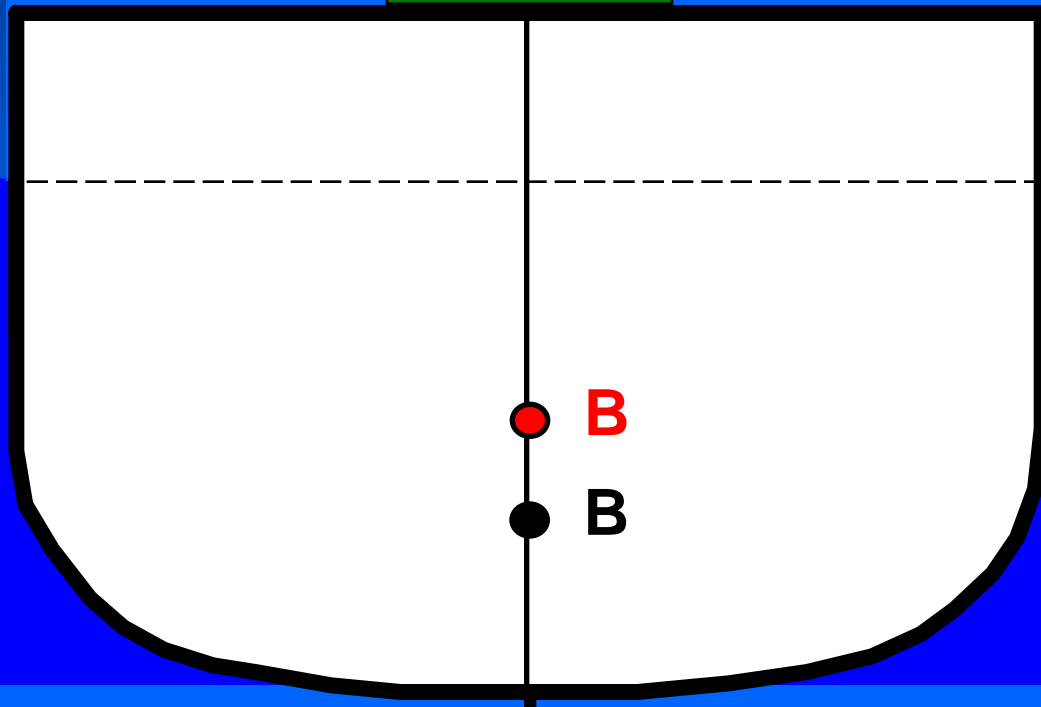
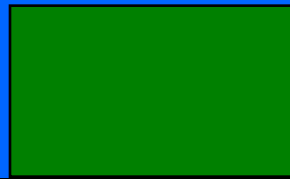


Centar uzgona

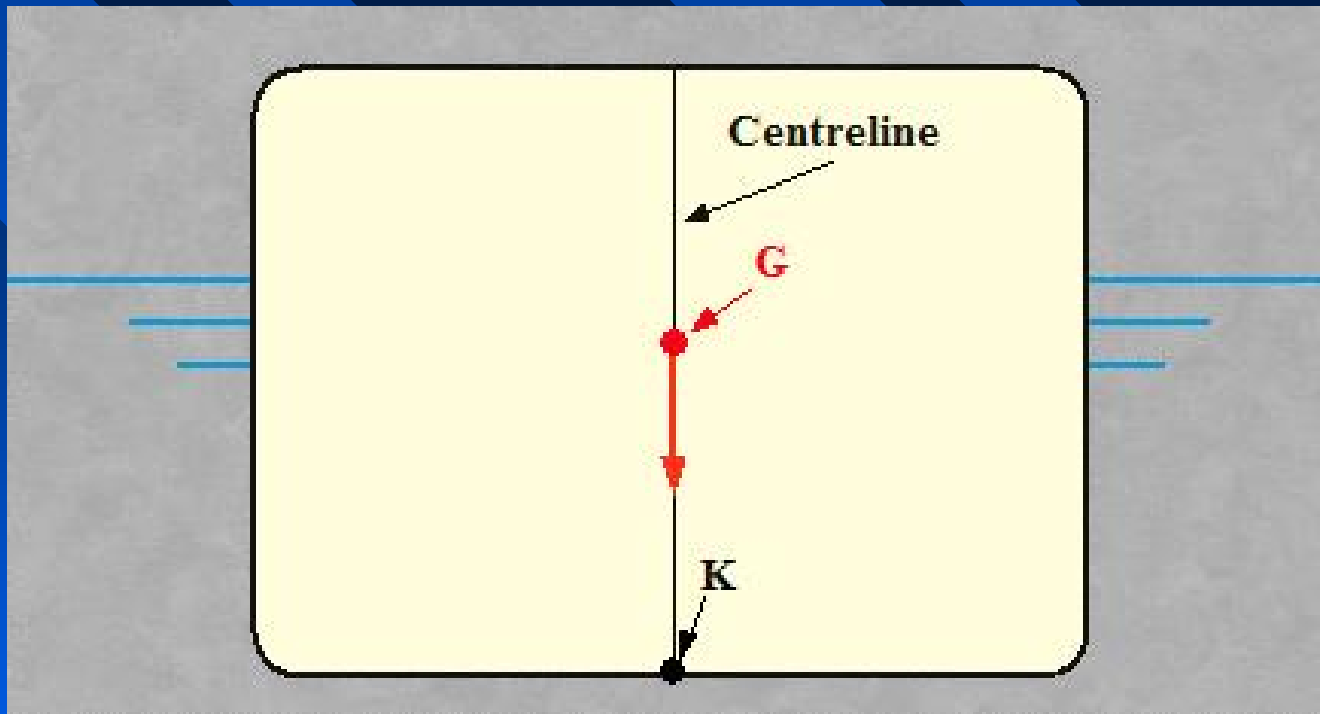


Centar uzgona ili težište podvodnog dijela broda

**PRAVILO= "B" PRATI VODENU LINIJU (engl.
WATERLINE.)**



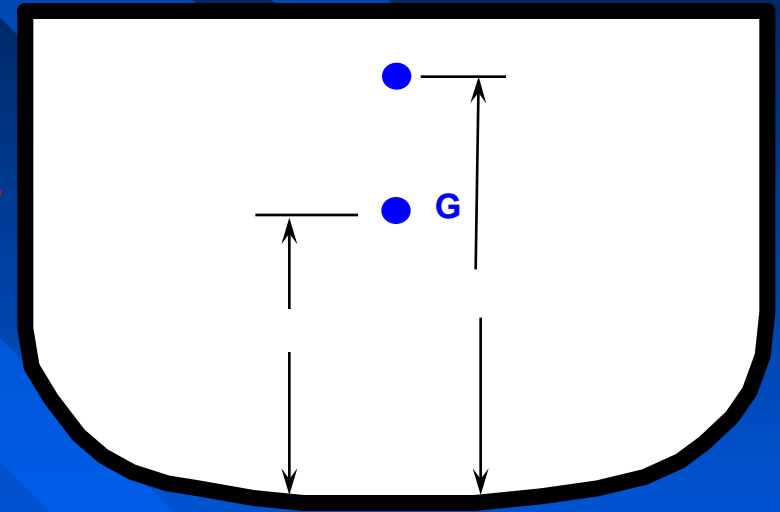
Težište gravitacije (The Center Of Gravity)



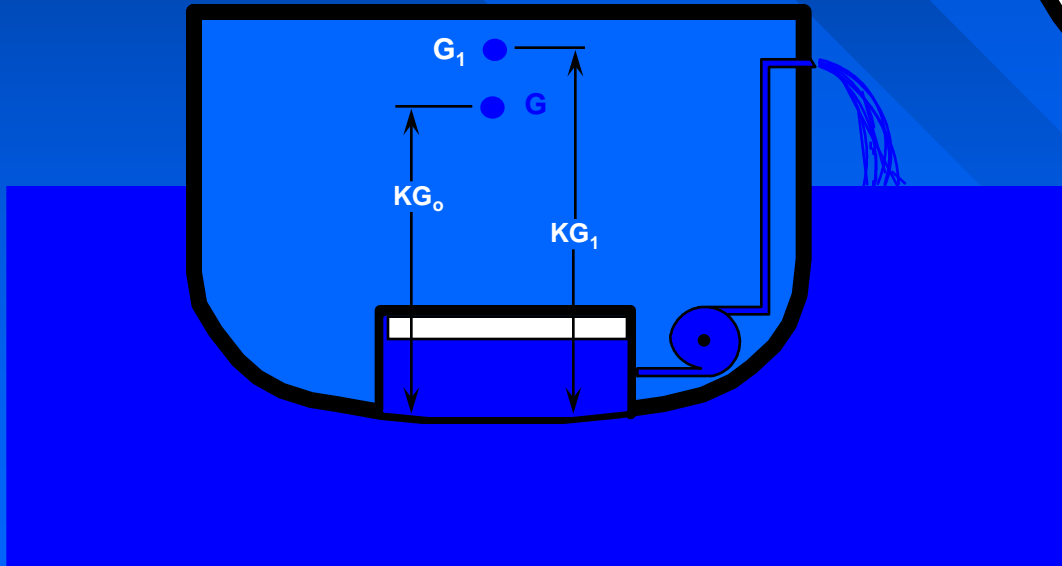
G je težište gravitacije, a njegov vertikalni položaj ovisi o smještaju svih masa / težina na brodu. Teški teret ukrcan pri dnu broda daje niski G , dok je teret ukrcan visoko na brodu u daje visoki G . Sile gravitacije djeluju uvijek prema dolje u jednoj točki.

Težište gravitacije (The Center Of Gravity)

Pomicanje težišta gravitacije

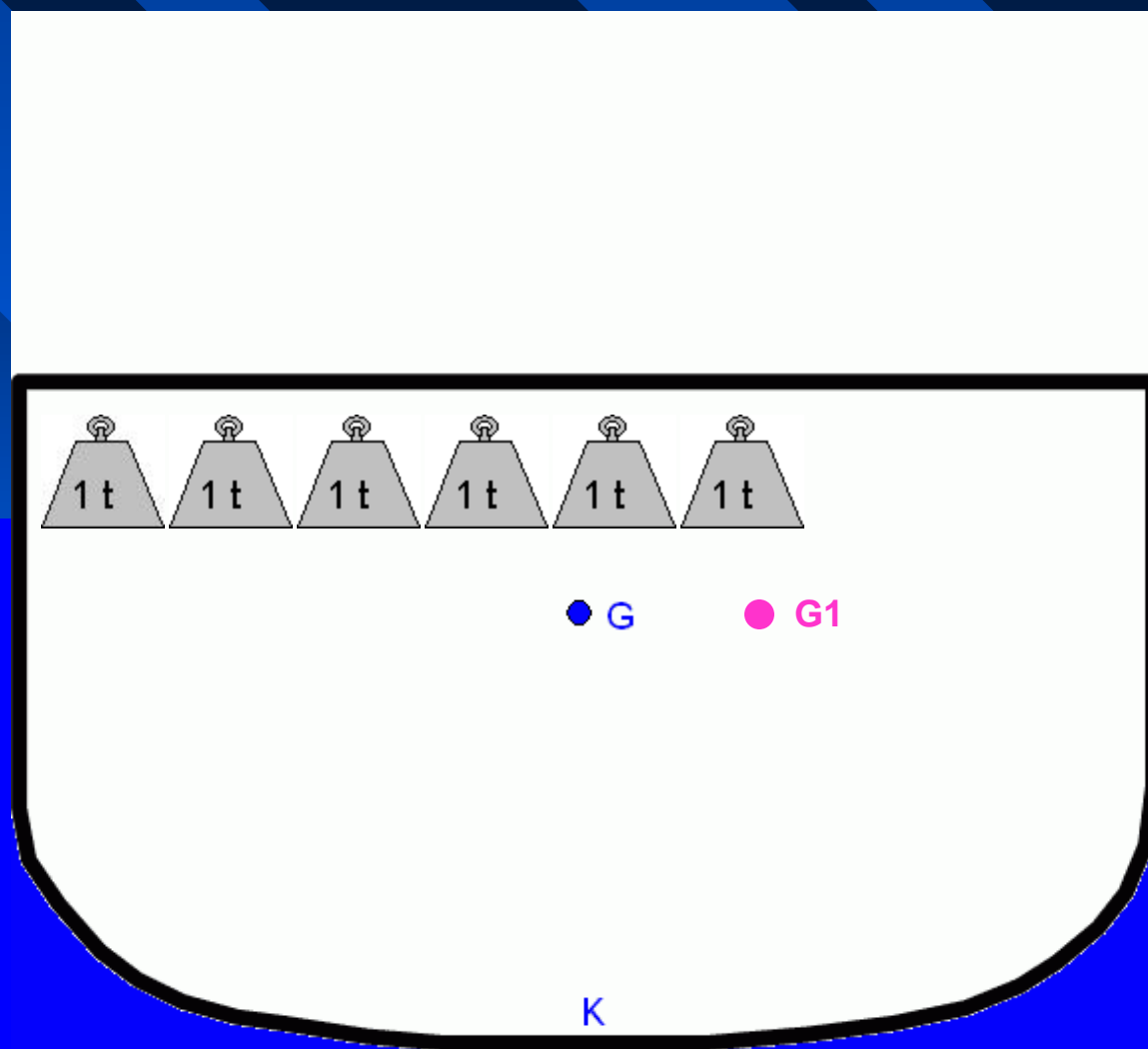


G SE POMIČE U SMJERU DODANIH TEŽINA



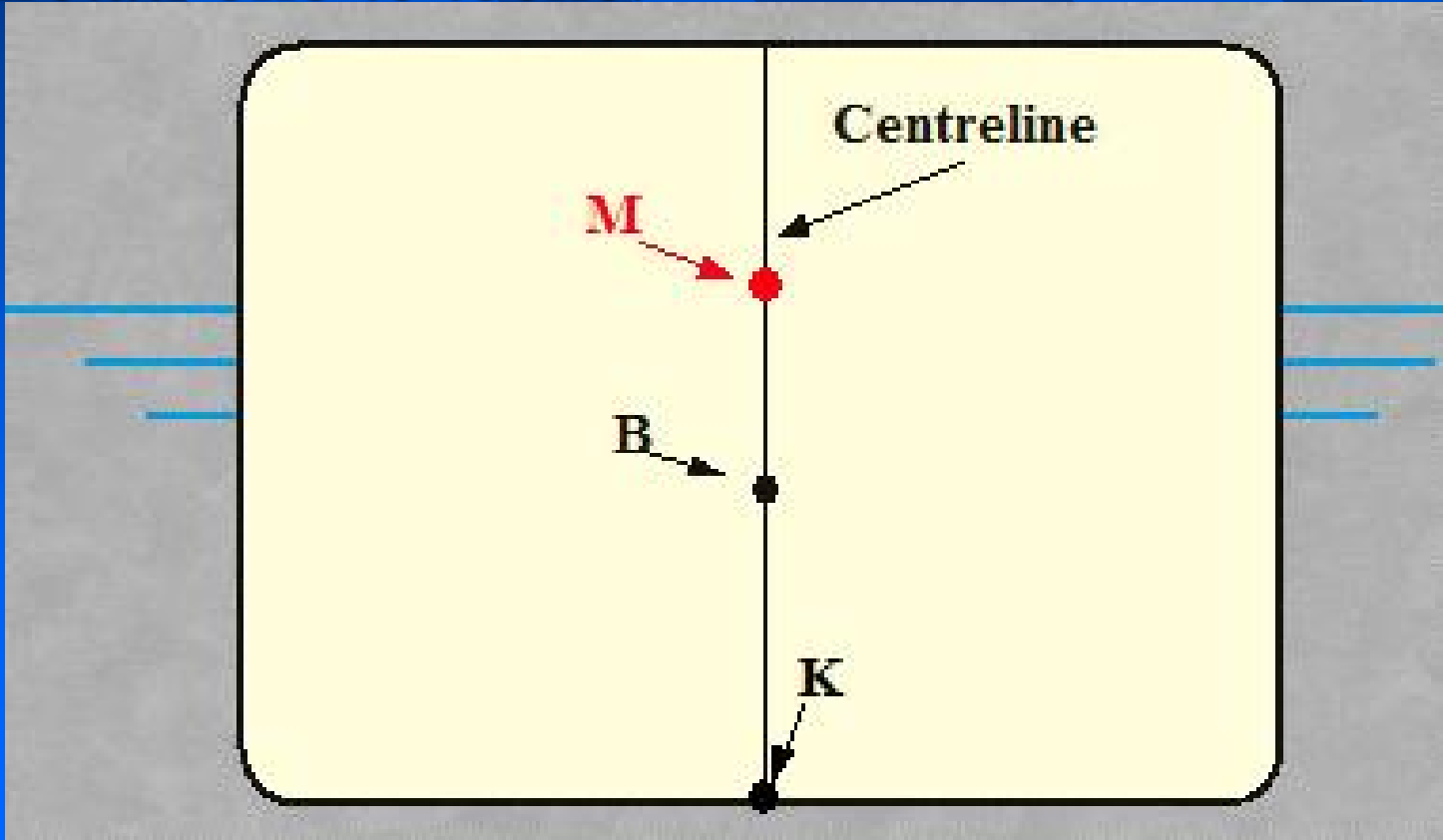
G SE POMIČE U SUPROTNOM SMJERU OD TEŽINA KOJE SE ODUZIMAJU

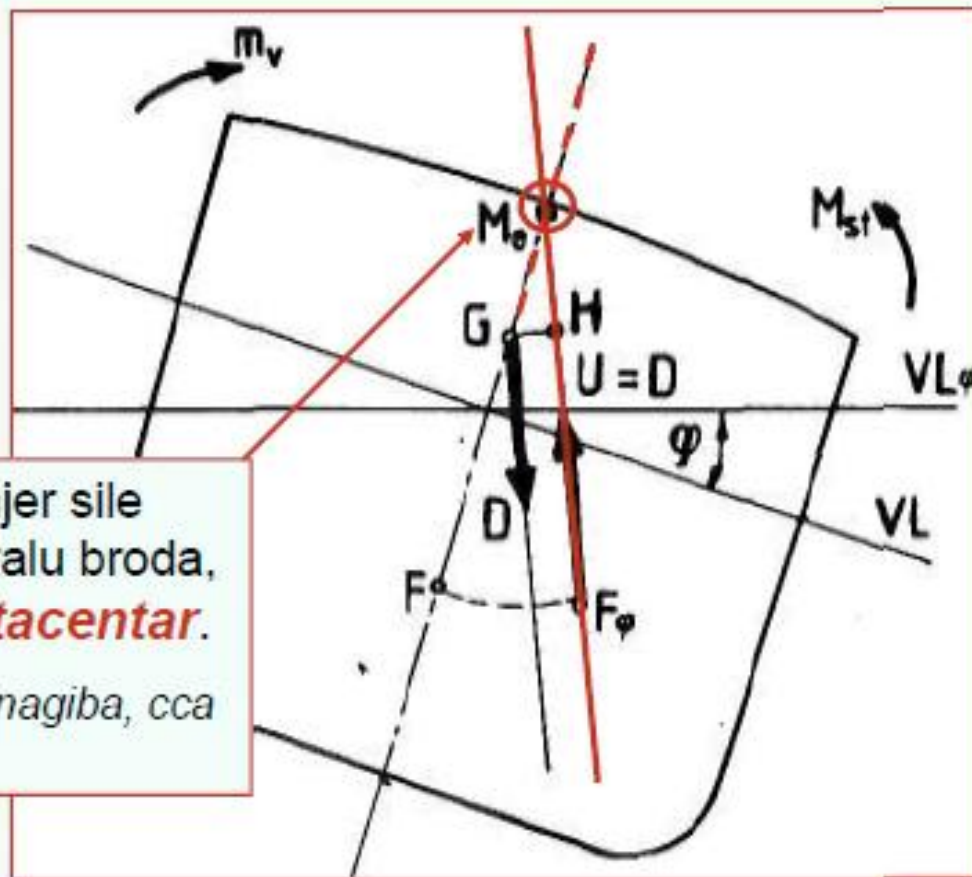
G SE POMOĆE U SMJERU POMICANJA TEŽINA



Metacentar

M je oznaka metacentra. Kada se brod nagnje kod malih kutova nagiba (0° - 10°), brod će se okretati oko te točke.





Točka M_0 , u kojoj smjer sile uzgona siječe simetralu broda, zove se početni **metacentar**.

(samo za male kuteve nagiba, cca do 8 stupnjeva)

Udaljenost M_0G zove se **početna metacentarska visina**.

STABILITET KOD MALIH KUTOVA

NAGIBA 0°-10°

Gdje je: $\sin \theta = \text{opp} / \text{hyp}$

nasuprotna(opp) = GZ

hipotenuza(hyp) = GM

STABILITET KOD MALIH

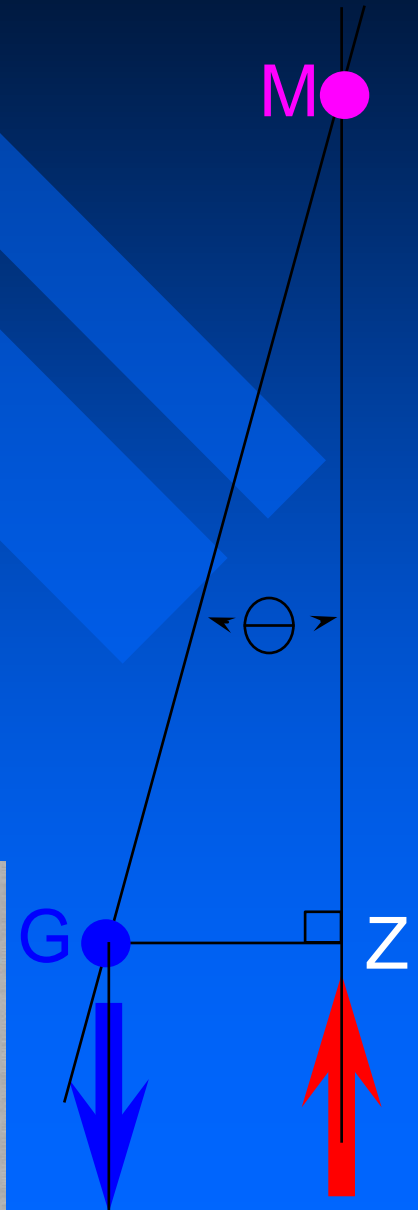
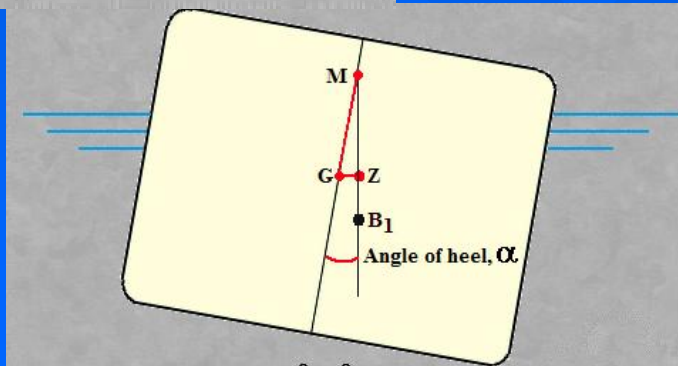
KUTOVA NAGIBA

$$\sin \theta = GZ / GM$$

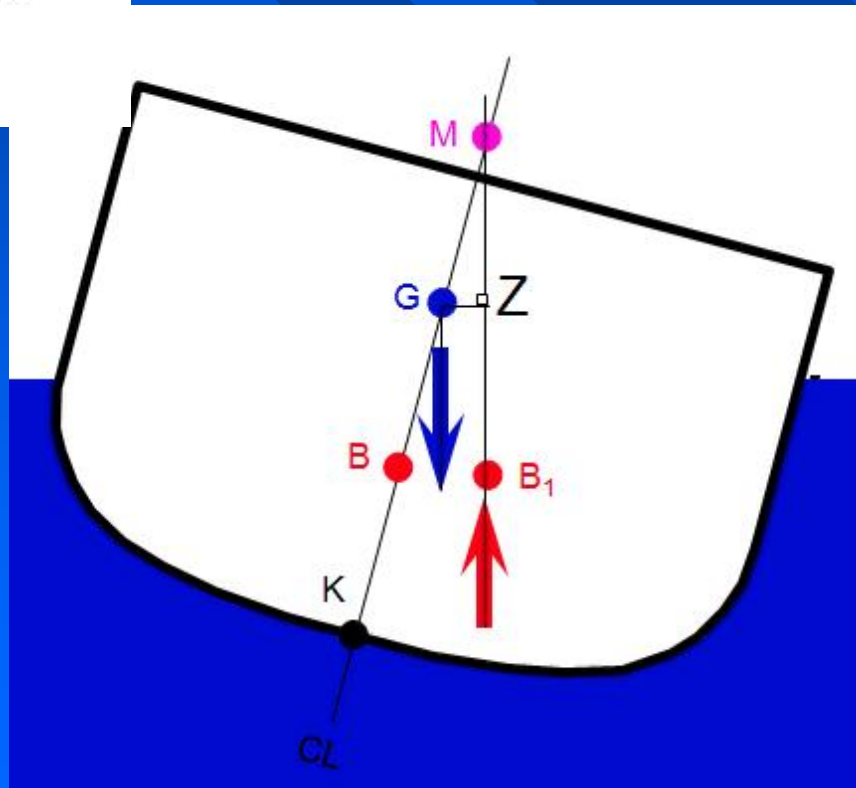
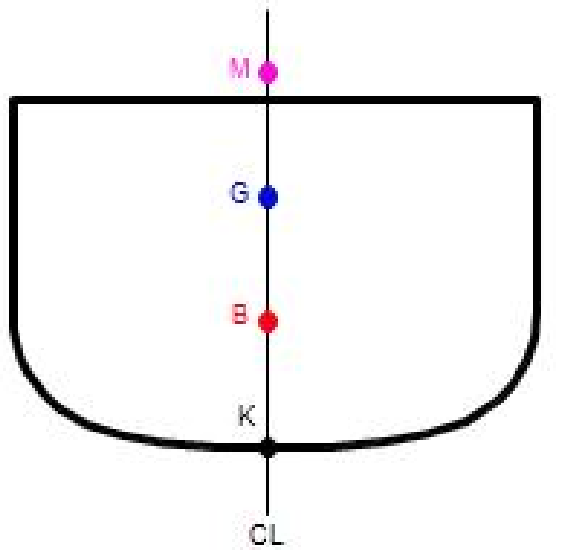
$$GZ = GM \times \sin \alpha$$

(α is the angle of heel.)

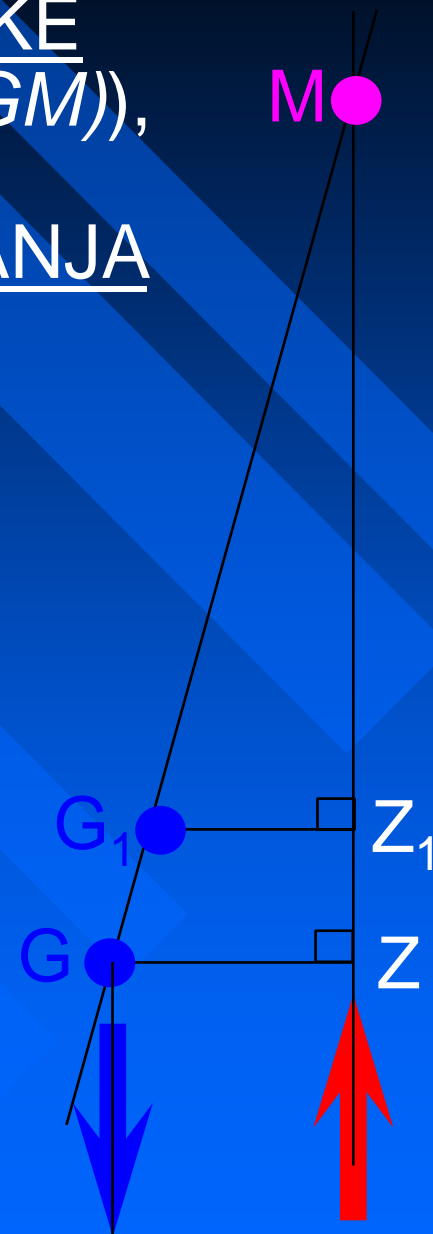
Porast GZ sa GM



Trokut stabiliteta

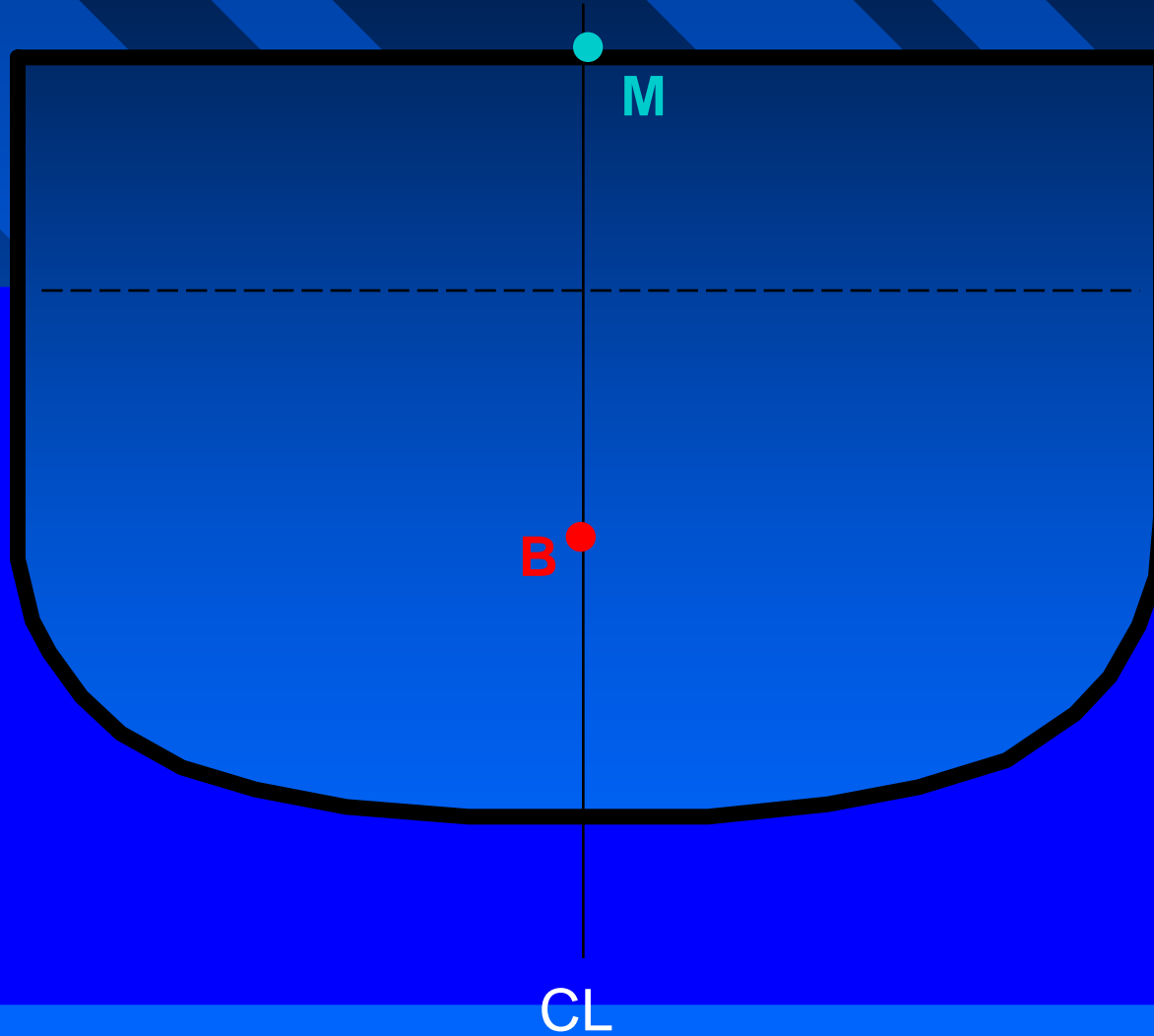


SA SMANJENJEM METACENTARSKE
VISINE (METACENTRIC HEIGHT (GM)),
ISTOVREMENO DOLAZI I DO
SMANJENJA POLUGE USPRAVLJANJA
(RIGHTING ARM (GZ))

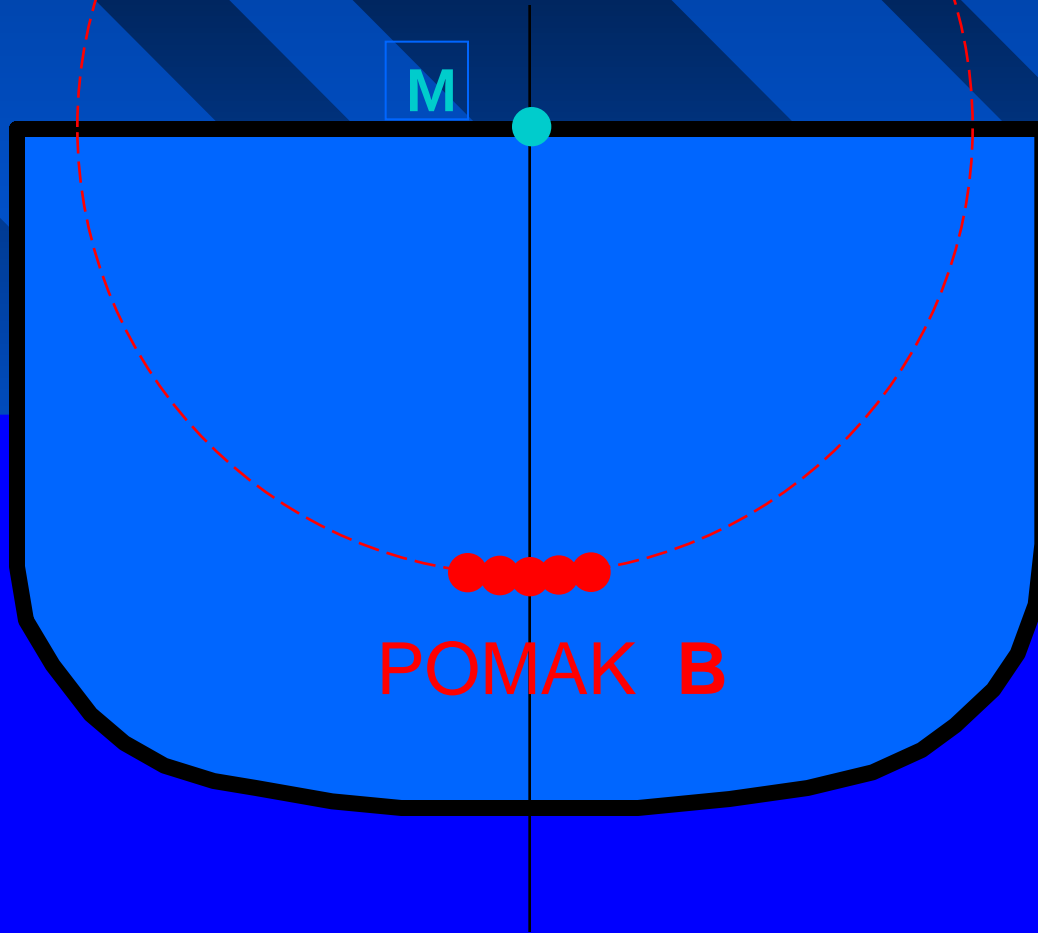


Metacentar

$0^\circ - 10^\circ$

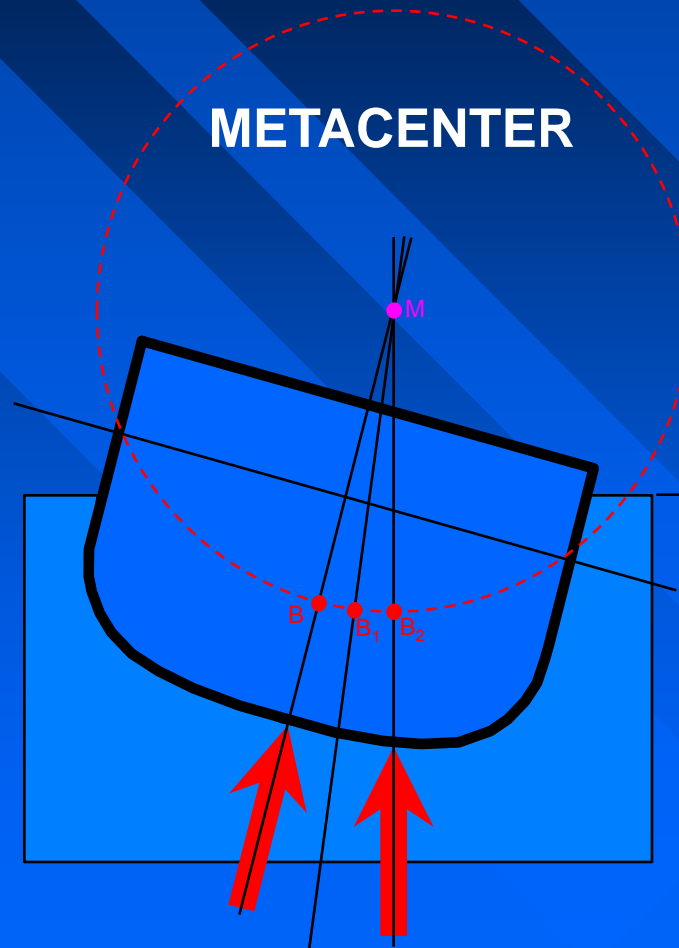


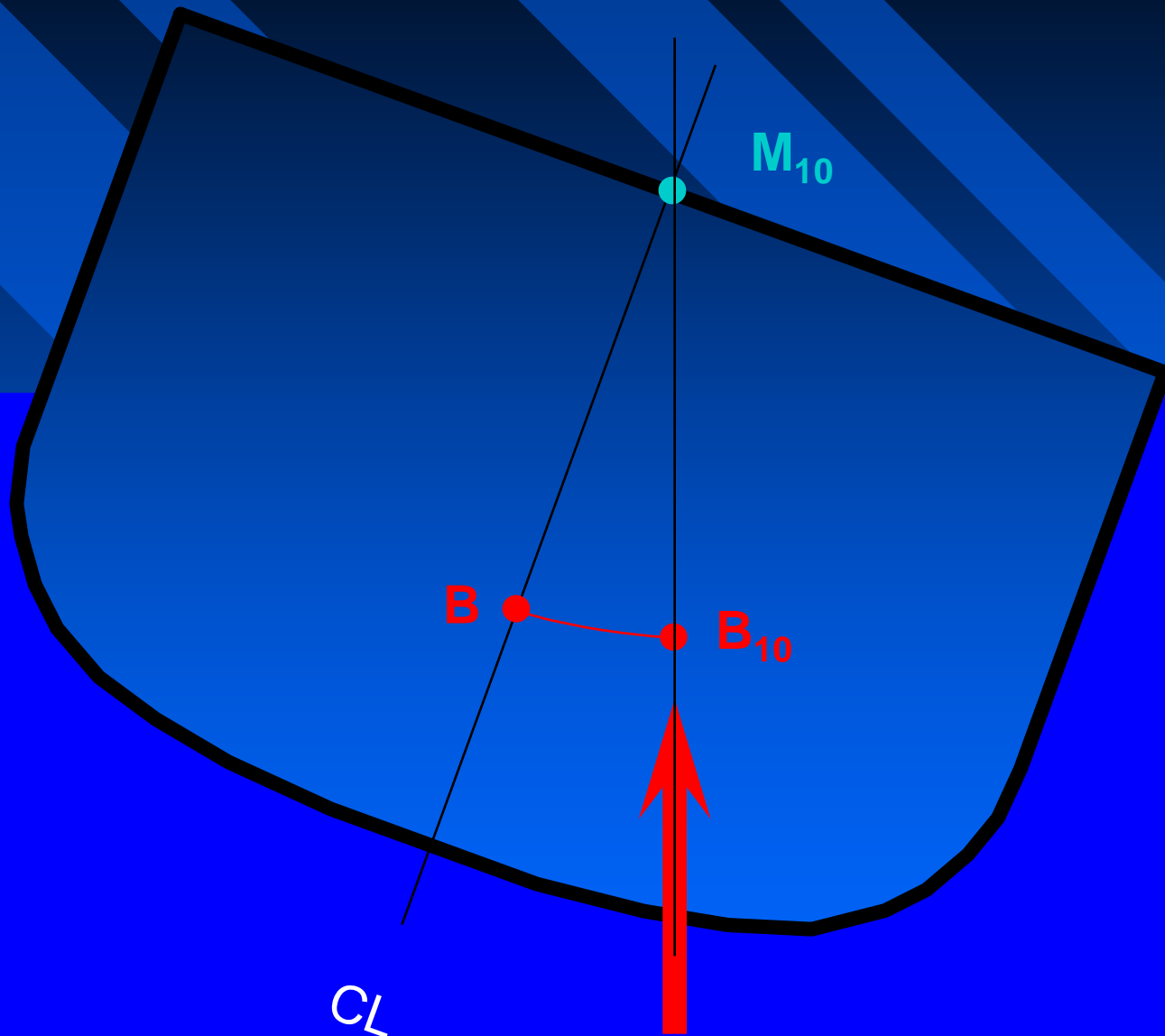
Metacentar



Metacenter

$0^\circ - 10^\circ$

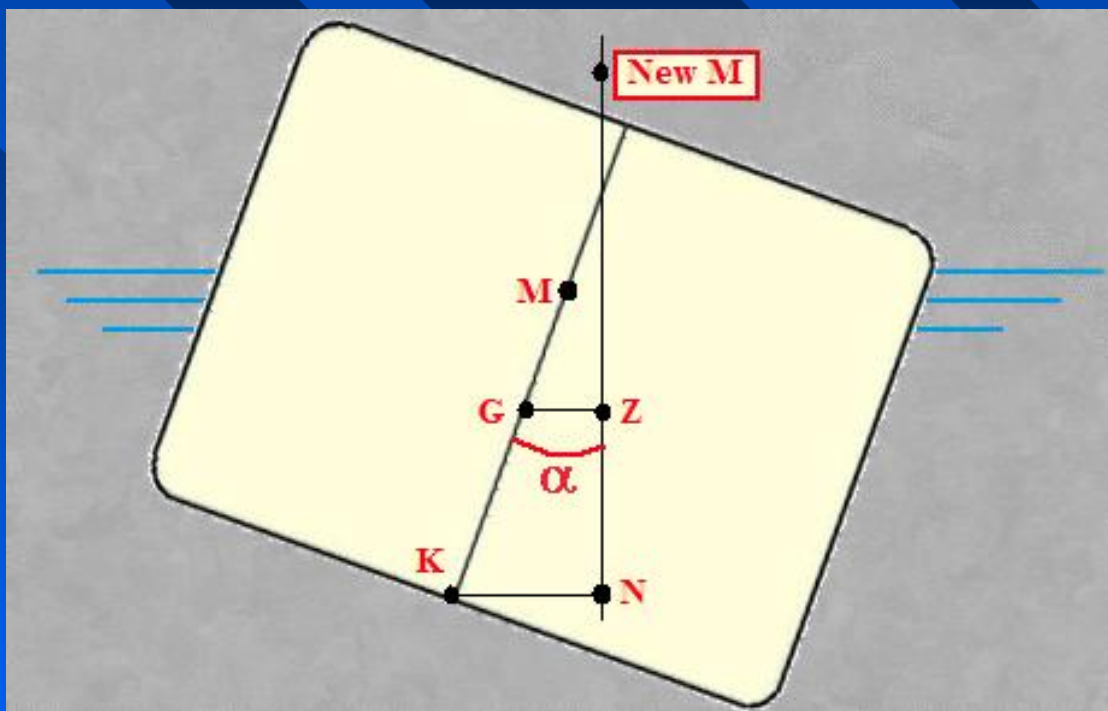




STABILITET KOD VELIKIH

KUTOVA NAGIBA

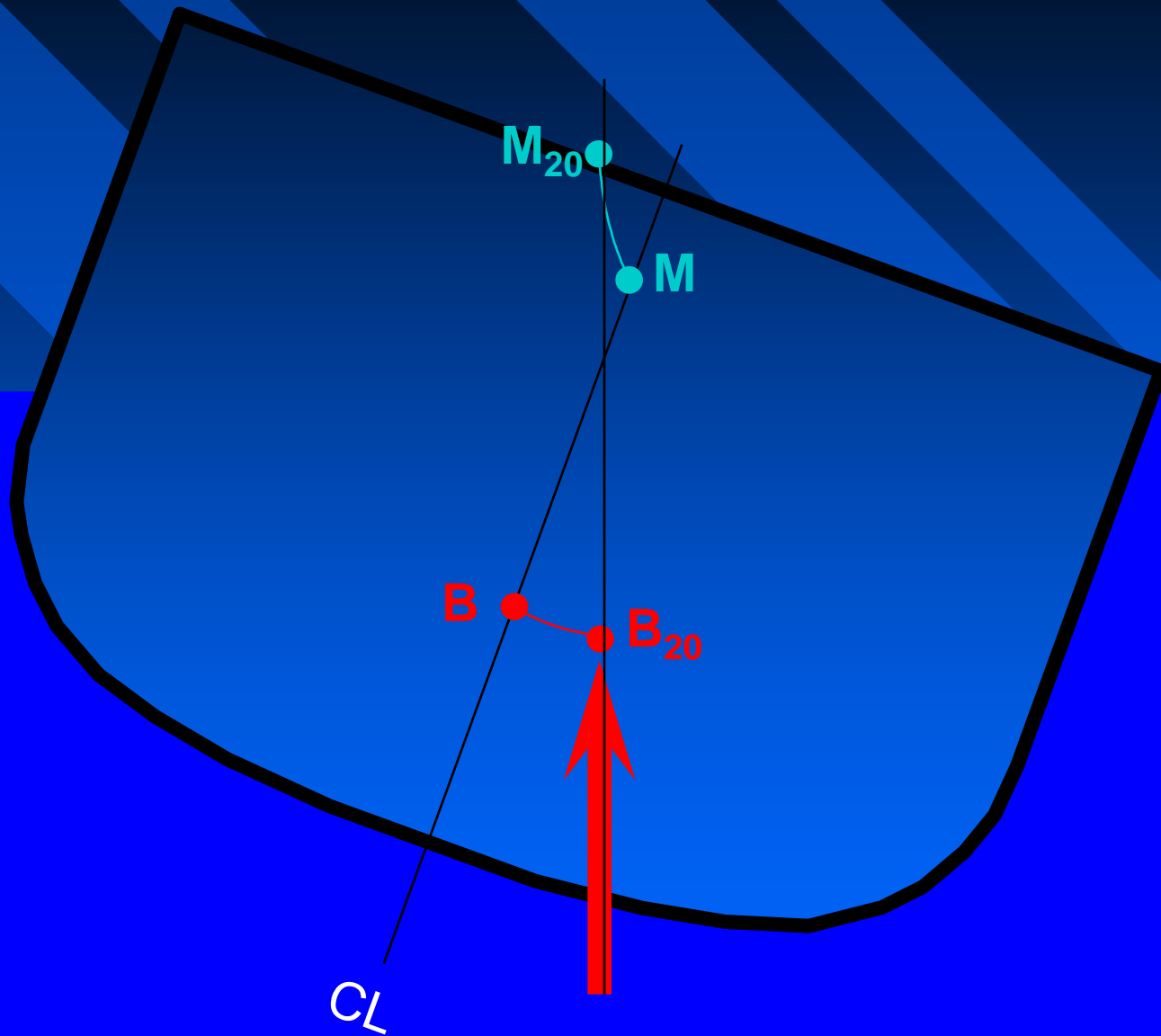
Kod velikih kutova nagiba, kutova iznad 10° ,
M izbija iz simetralne ravnine broda

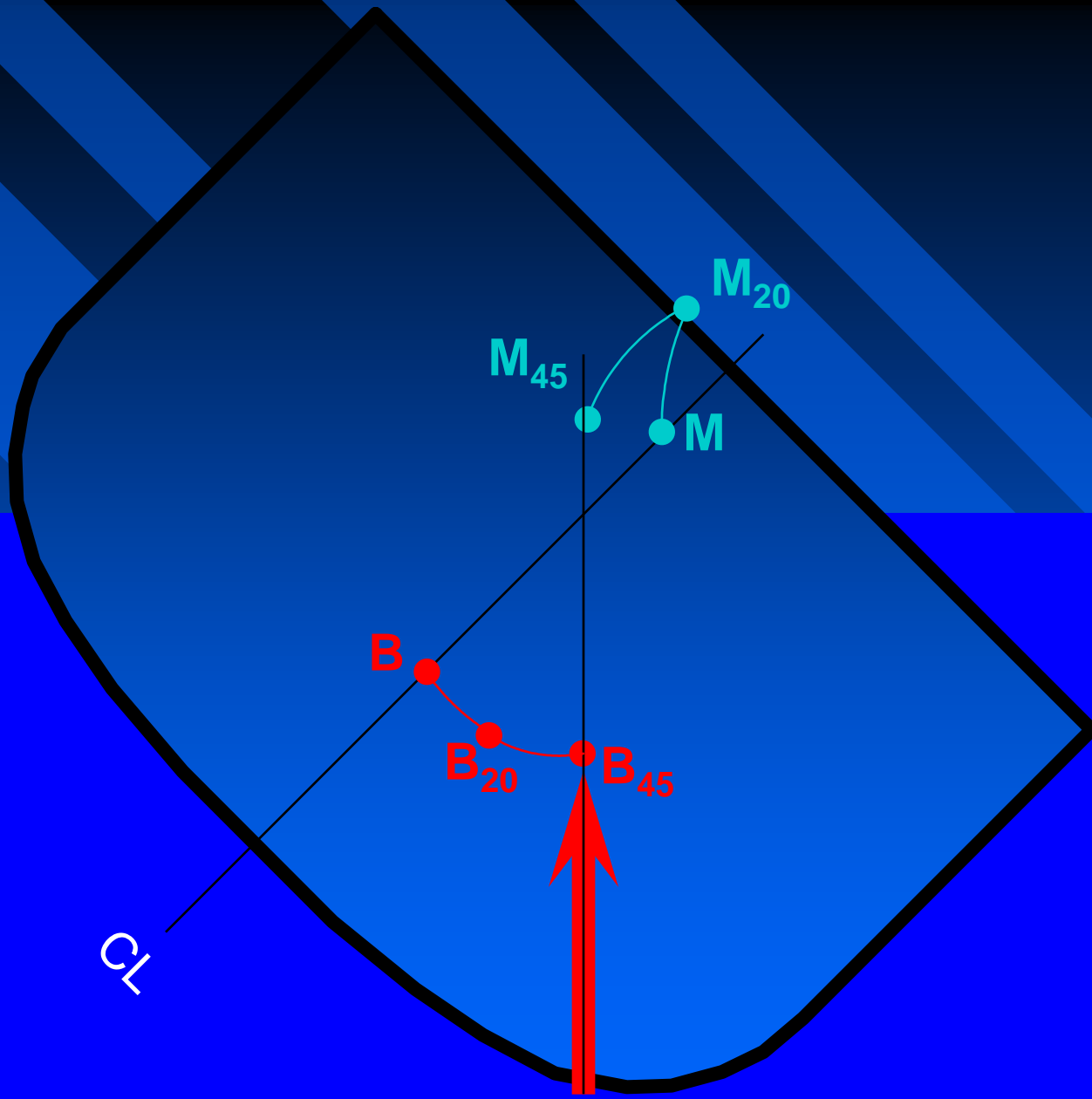


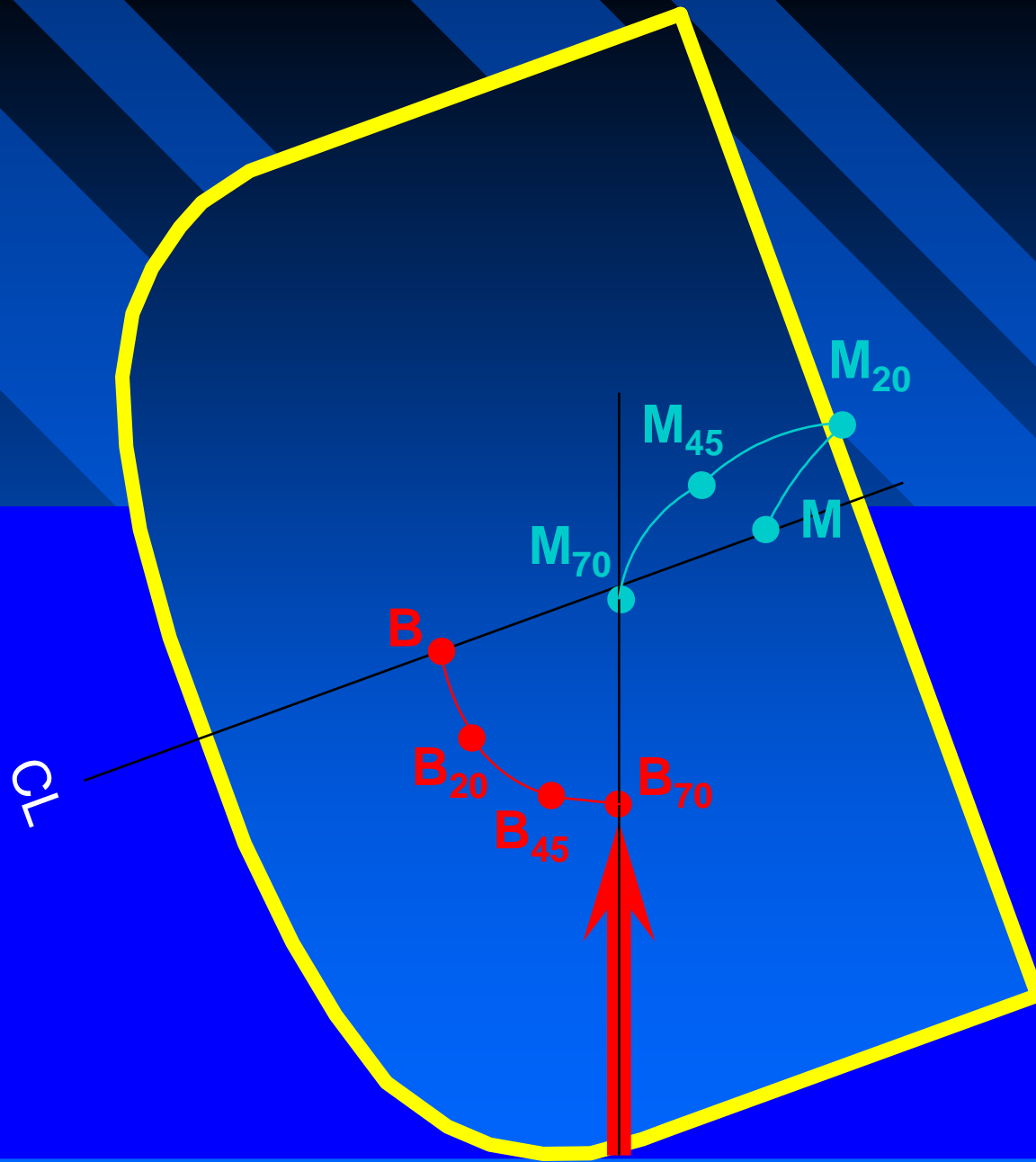
Formula za izračun **M** kod velikih kutova nagiba:

$$GZ = KN - KG \times \sin \alpha$$

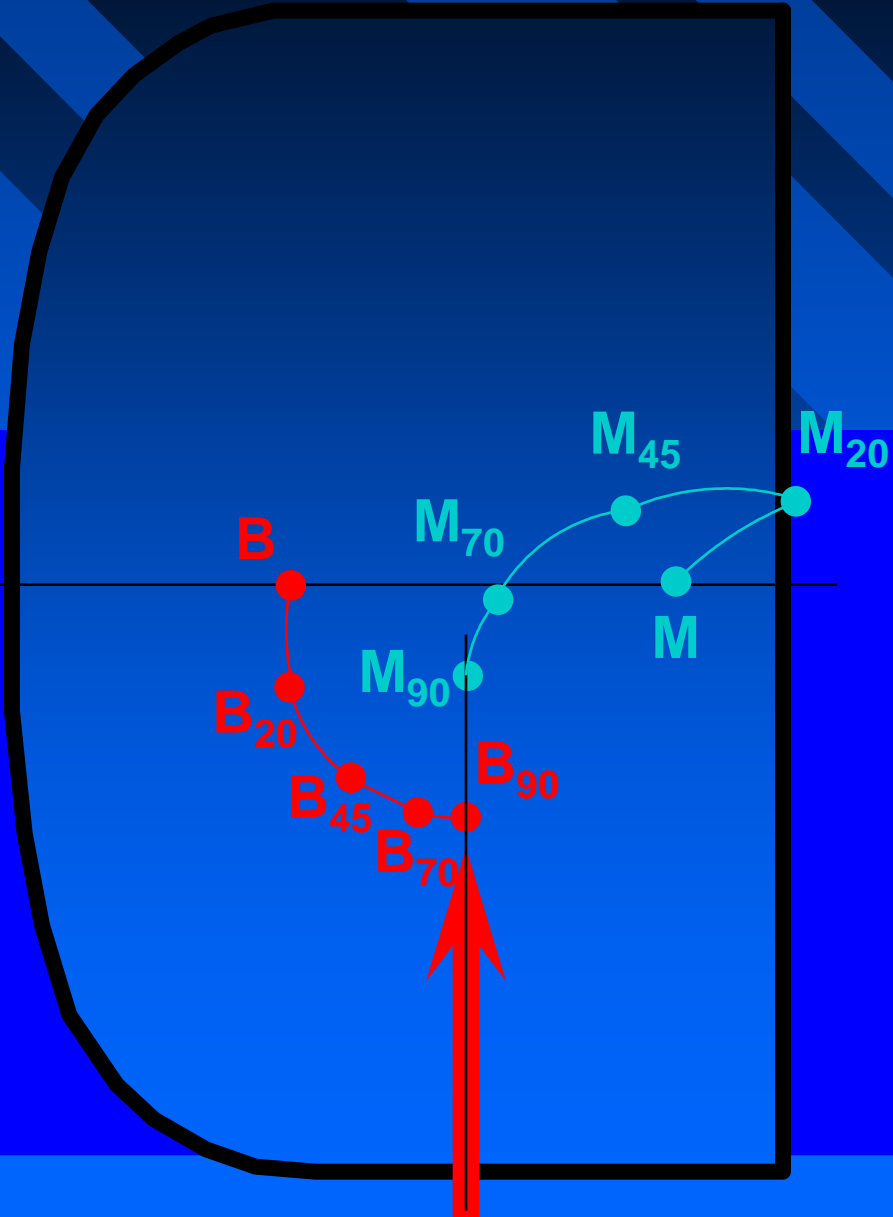
Vrijednost **KN** vadi se iz krivulja stabiliteta broda







CL



Pomicanje metacentra

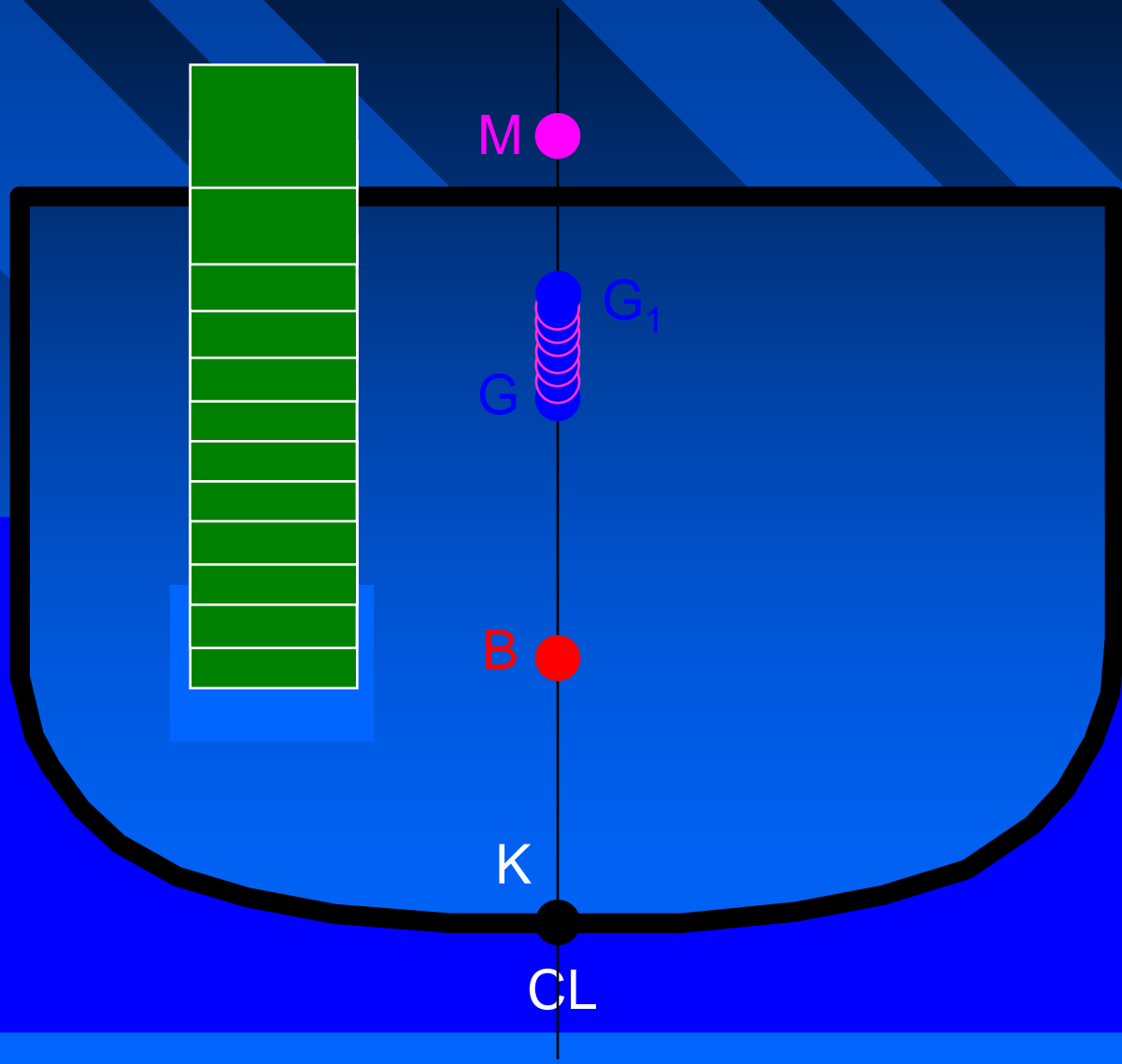
METACENTAR ĆE PROMIJENITI POZICIJU U
ODNOSU NA VERTIKALNU OS KADA SE
PROMIJENI **DISPLASMAN** BRODA

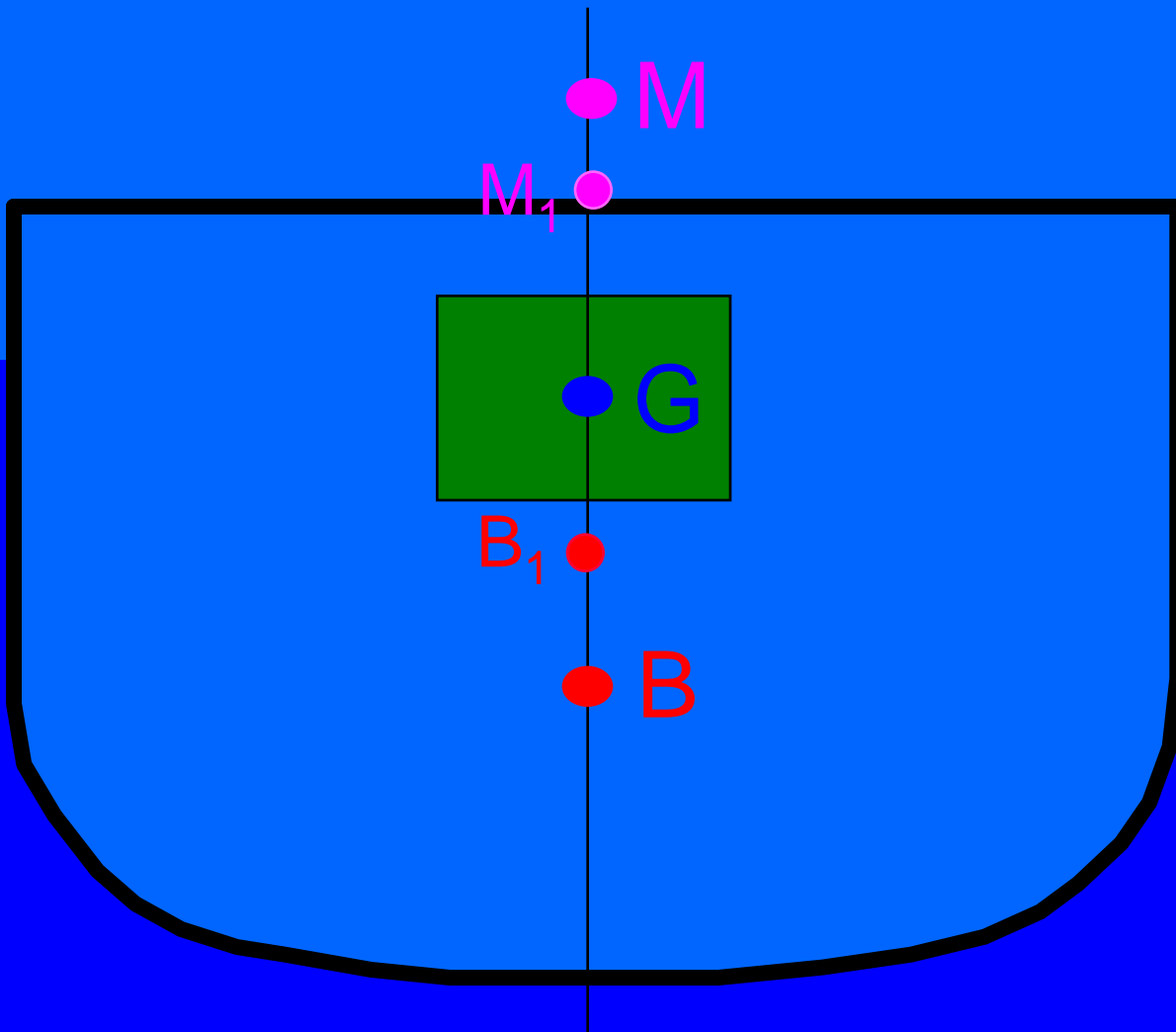
“M” SE POMIČE SUPROTNO OD “B”

ILI

**KADA SE B PODIŽE PREMA GORE M SE SPUŠTA PREMA
DOLE.**

**KADA SE B SPUŠTA PREMA DOLE M SE PODIŽE PREMA
GORE.**





Heeling

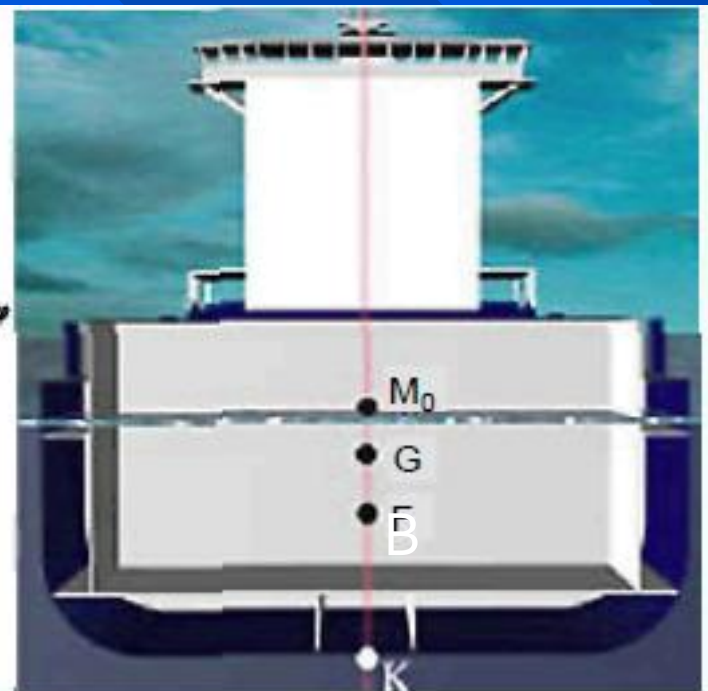
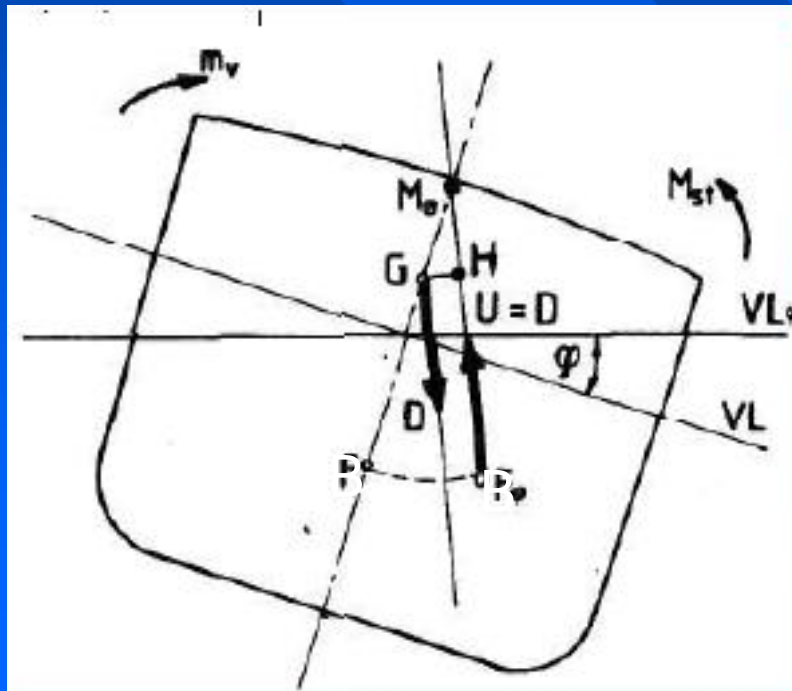
Reading GZ curves



POČETNI (*INITIAL*) STABILITET

Što je početna metacentarska visina M_0G ?

Početna metacentarska visina M_0G je mjerilo za veličinu početnog stabiliteta, te o njoj ovisi ljuljanje broda.



POČETNI (*INITIAL*) STABILITET

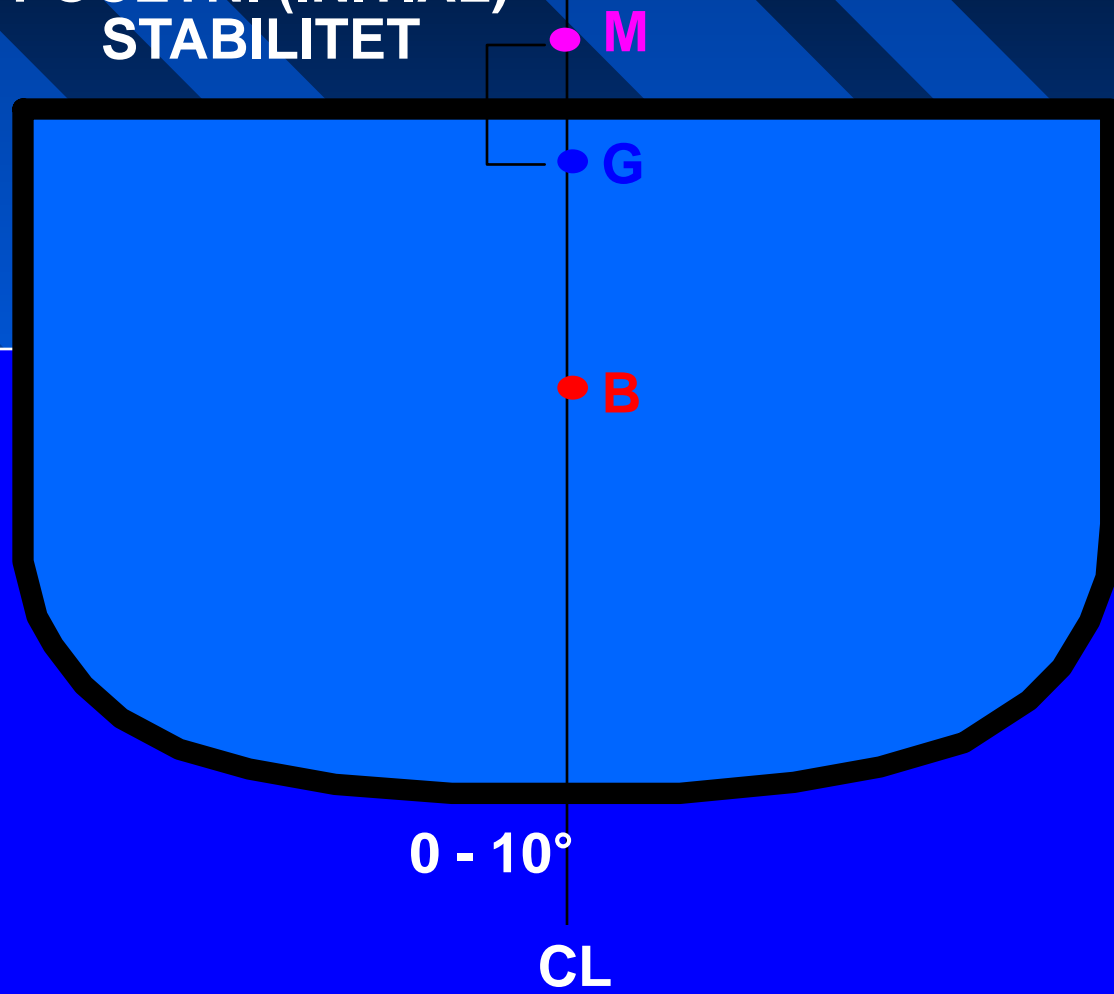
Brod treba ispunjavati dva “suprotna” uvjeta:

1. početna metacentarska visina (M_0G) mora biti dovoljno velika kako bi brod bio sposoban da se odupre vanjskim momentima.
2. početna metacentarska visina (M_0G) mora biti umjerena kako bi vožnja brodom na nemirnom moru bila ugodnija.

POČETNI (*INITIAL*) STABILITET

- Relativno velika početna metacentarska visina uvjetuje pri valjanju broda vrlo neugodna njihanja. (primjerice uvjetovana velikim širinom broda i niskim položajem težišta sistema). Takav će se brod jače i brže ljuljati od broda s manjom početnom metacentarskom visinom.
- Brod s relativno malom MoG može međutim, doći u stanje da mu MoG postane negativna, primjerice ako voda naplavi palubu, (težište sistema se podiže), pa takav brod može doći u opasnost od prevrtanja.

POČETNI (INITIAL)
STABILITET

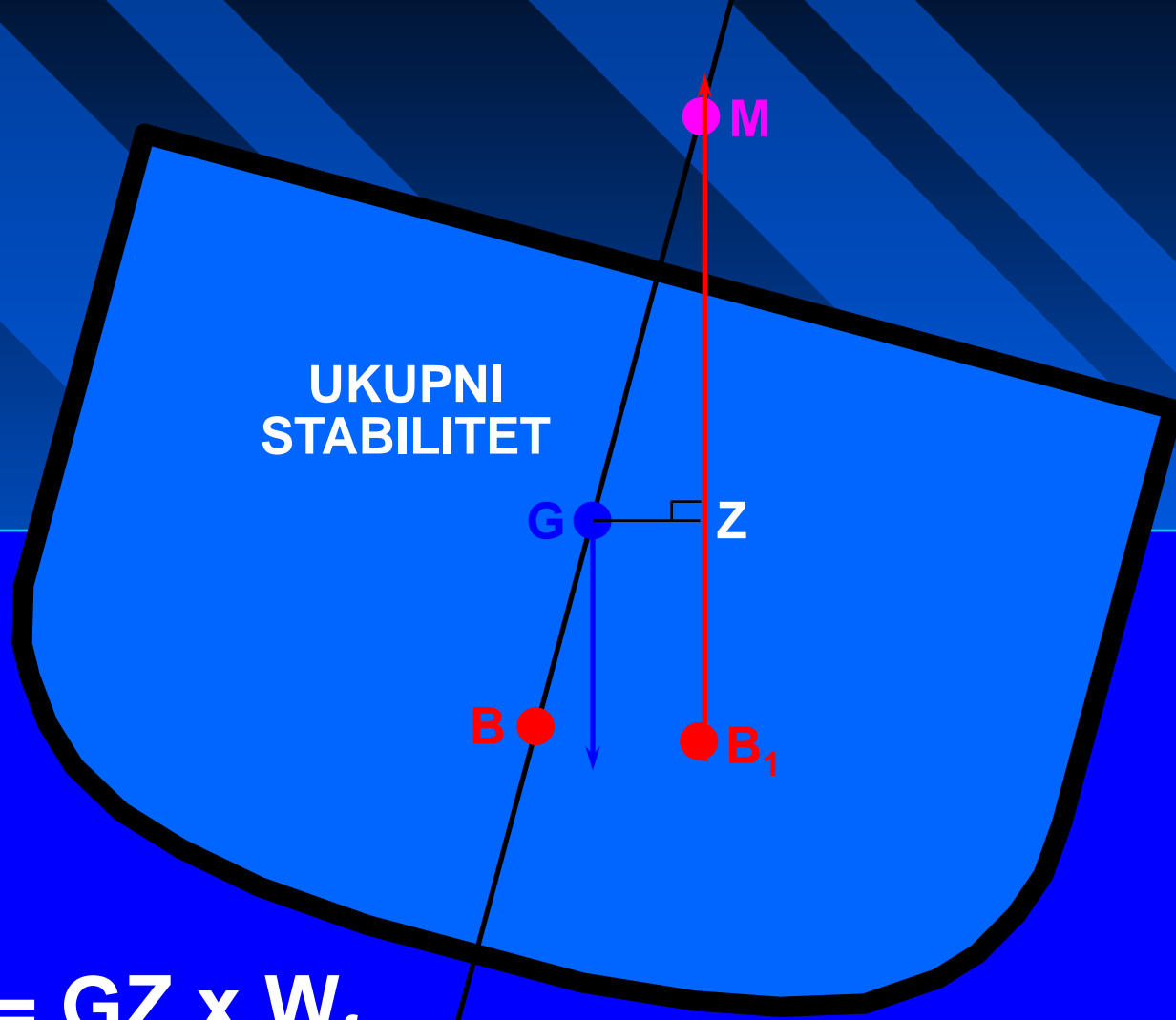


0 - 10°

CL

Početni stabilitet (*Initial Stability*) broda kreće se u granicama od **0° do 10°**

Sveukupna stabilnost / Overall Stability opće je mjerilo sposobnosti plovila da se odupre **prevrtanju (engl. Capsizing)** u određenom stanju ukrcaja.



$$RM = GZ \times W_f$$



CL

KONAČNI DEPLASMAN

- Znači da brod sa velikim GM imati će mali period ljuljanja. Za takve brodove kažemo da su to "kruti brodovi" (*engl. Stiff*), gdje period ljuljanja može biti i manji od 8 sekundi.
- oni brodovi koji imaju mali GM imati će veliki period ljuljanja. Za takve brodove kažemo da su to "mekani brodovi" (*engl. Tender*), gdje period ljuljanja može trajati od 25 do 35 sekundi.

Ugodan period ljuljanja je na brodovima čiji isti period traje od 15 do 25 sekundi;

Vremenski period ljuljanja će se mijenjati dodavanjem, oduzimanjem ili premještajem težina po brodu.

POKUS NAGIBA

Pokus s nagibom je postupak kojim se određuje **položaj težišta sistema (mase) broda (G)** i **metacentarska visina (M₀G)**, odn. provjeravaju teorijski proračuni položaja težišta sistema broda i početne stabilnosti broda.

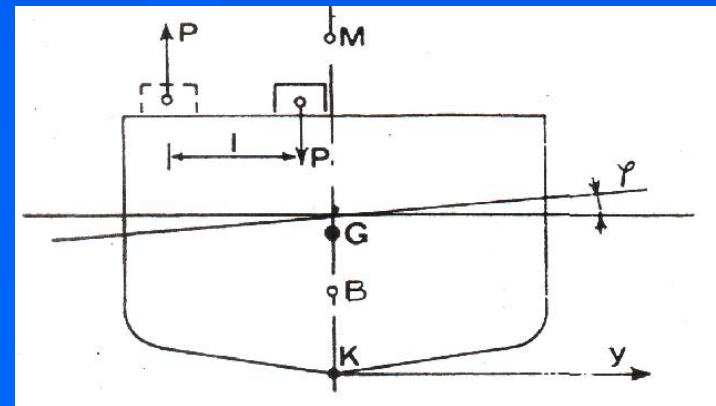
- **KG** – određuje se računski udaljenost težišta sistema od osnovice
- **KB** – određuje se računski
- **M₀B** – određuje se računski
- **M₀G** – određuje se pokusom nagiba

Teret poznate mase (P) premjesti se iz središnjice na bok (na većim brodovima pretakanjem tekućine);

Kut nagiba broda izmjeri se viskom, spojnom posudom ili inklinografom; na osnovi mase tereta, razmaka (*l*) za koji je teret pomaknut, istisnine broda (*D*) i kuta nagiba broda (θ), izračuna se metacentarska visina (MG) i visina težišta sistema iznad kobilice (KG) :

$$MG = \frac{P \cdot l}{D \cdot \tan \theta}$$

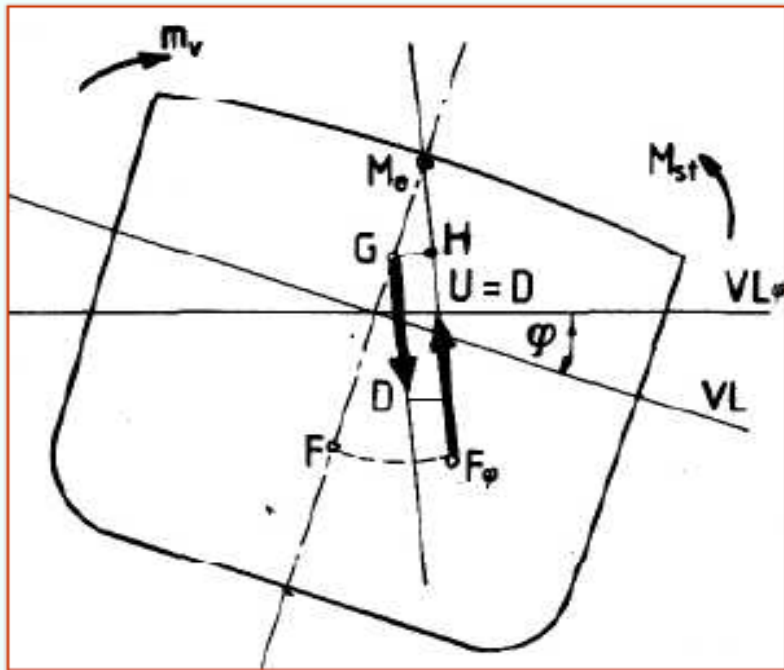
$$KG = KB + BM - MG$$



POČETNI (*INITIAL*) STABILITET

Tip broda	M_0G , [m]
putnički brodovi	0,5-0,8
veći teretni brodovi	0,6-1,4
tankeri	0,8-1,5
super-tankeri	1,5-4,0
riječni putnički brodovi	3,0-5,0
remorkeri (tegljači)	0,5-0,8
ledolomci	1,0-4,0
brodovi za prijevoz drva	0,1-0,3

STABILNOST BRODA U MIRNOJ VODI - *Poprečni statički stabilitet broda*



$$M_{st} = D \cdot \overline{GH} = D \cdot \overline{MG} \cdot \sin \varphi$$

$$MG = MF - FG$$

$$M_{st} = D(MF - FG) \sin \varphi$$

Da bi brod bio u ravnoteži, M_{st} (moment statičkog stabiliteta) mora biti **pozitivan**. To će biti samo u slučaju ako je:

$$MF > FG$$

Odnosno, težište sistema G mora biti ispod početnog metacentra M_0 , što je i općeniti uvjet za ravnotežu nekog broda.

Stabilan položaj broda : $M_0F > FG$

Indiferentan položaj : $M_0F = FG$

Labilan položaj : $M_0F < FG$.

Stanja stabiliteta

Brod u stabilnoj ravnoteži, usljed pomaka težišta istisnine, stvara moment statičkog stabiliteta koji je suprotan djelovanju momenta vanjskih, poremećajnih sila. U ovom slučaju položaj težišta sustava je relativno nisko, a metacentarska je visina pozitivna.

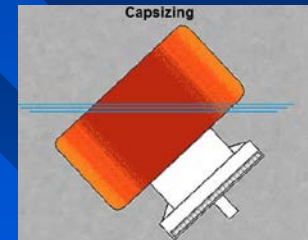
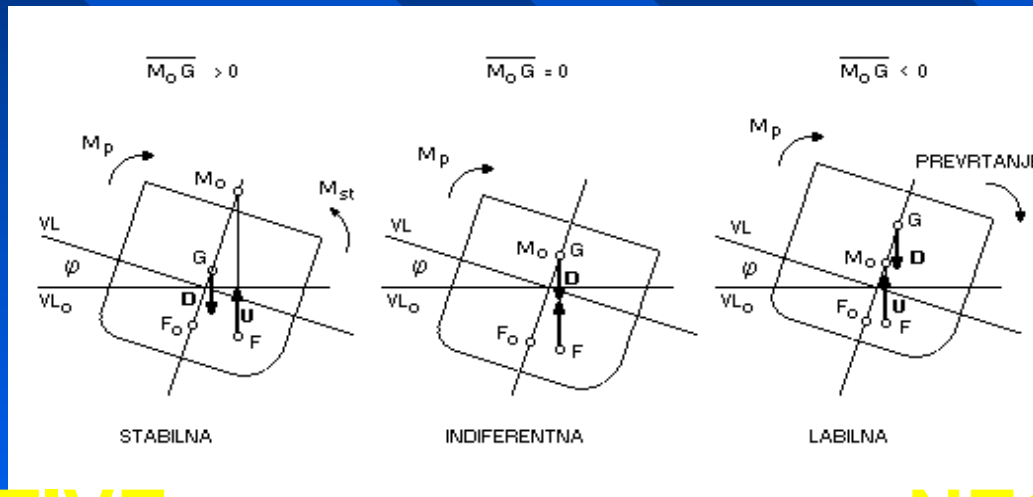
Indiferentna ravnoteža nastaje onda kada se poklope težište sustava i točka početnog metacentra. U tom slučaju smanjenje kuta nagiba uzrokuje uspravljanje broda, a njegovo povećavanje prevrtanje.

Labilna ravnoteža ima negativnu metacentarsku visinu, što znači da će se brod prevnuti usljed djelovanja momenta vanjskih sila i statičkog stabiliteta u istom smjeru. Težište sustava nalazi se iznad točke početnog metacentra.

Tri stanja stabiliteta

Položaji ravnoteže broda

- brod je **STABILAN** ako se **M** nalazi iznad **G**
- brod je **INDIFERENTAN** kada su **M** i **G** u istoj točki
- brod je **LABILAN** ako se **M** nalazi ispod **G**



POSITIVE

NEUTRAL

NEGATIVE

kod STABILNOG broda $M_{st} = +$ (**$M_{st} = +$ STABILAN BROD**)

kod INDIFERENTNOG broda $M_{st} = 0$ (**$M_{st} = 0$ INDIFERENTAN**) kod

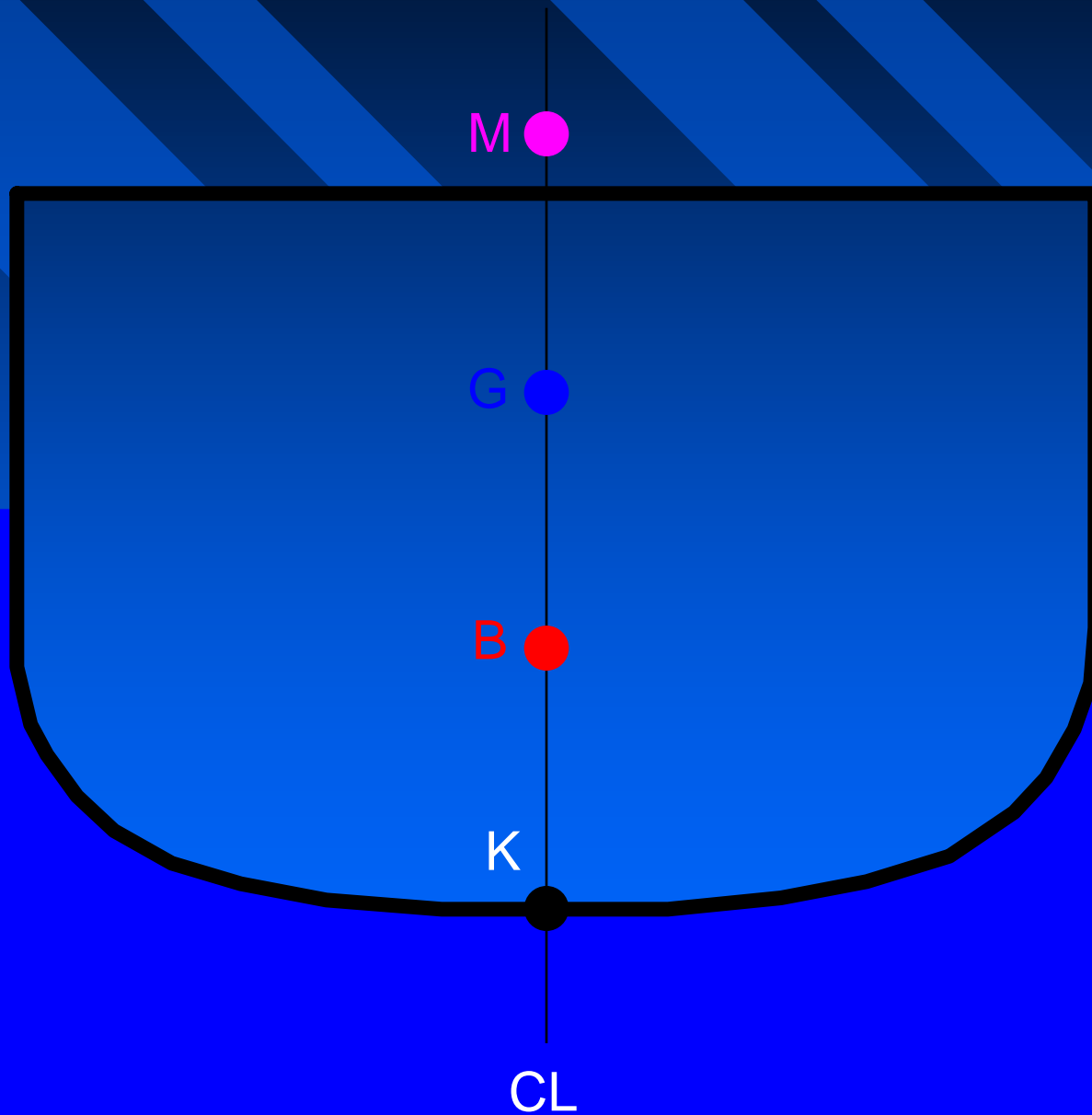
LABILNOG broda $M_{st} = -$ (**$M_{st} = -$ LABILAN**)

Ravnoteža ovisi o međusobnom položaju težišta istisnine $B(F)$ i težišta sistema G te točke metacentra M .

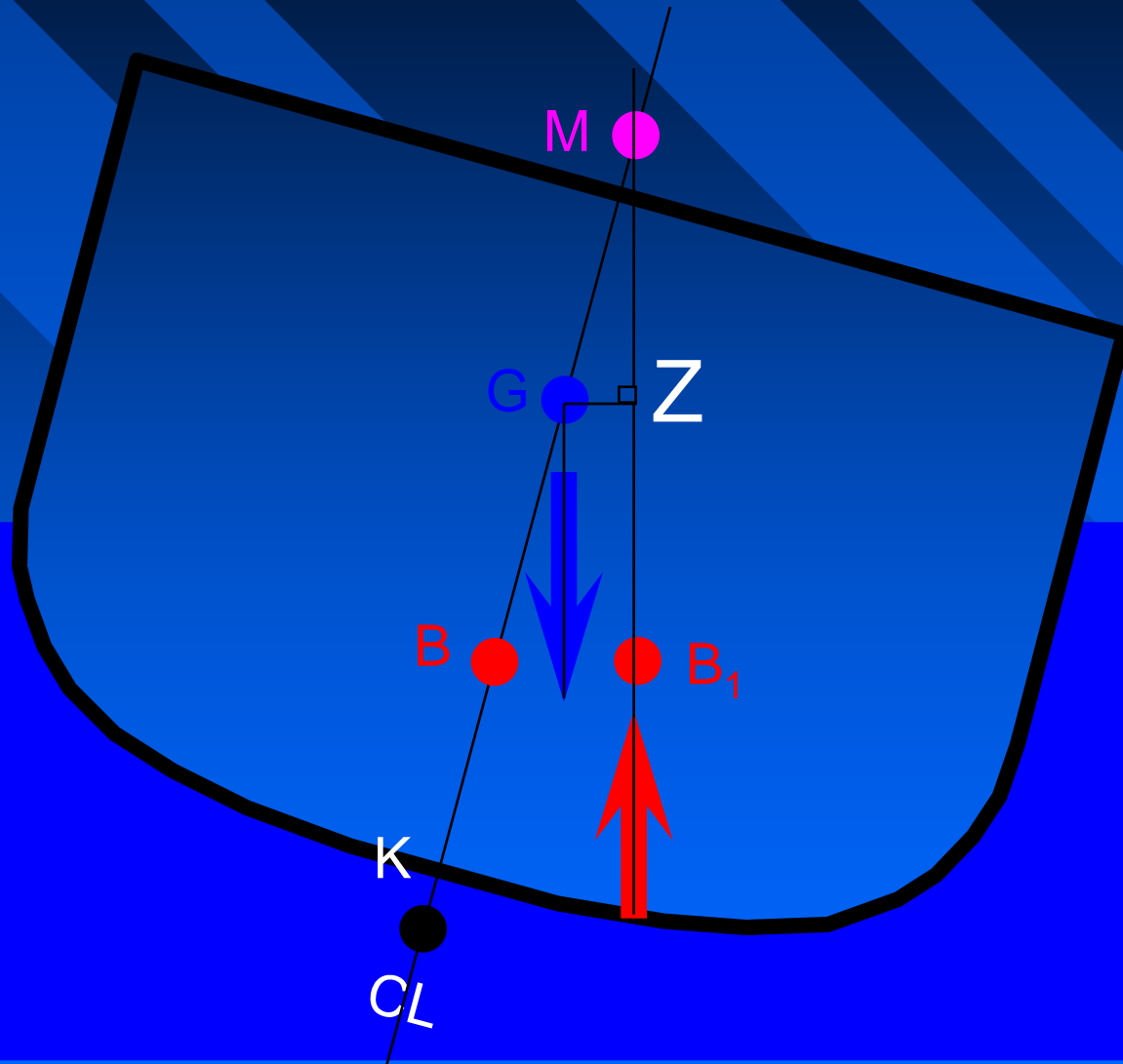
Pri **stabilnom** položaju težište G je niže u brodu i bliže težišta $B(F)$, pa je metacentarska visina M_0G pozitivna.

Pri labilnom položaju točka G se nalazi visoko u brodu, a točka $B(F)$ nisko (mali gaz), pa je metacentarska visina M_0G negativna.

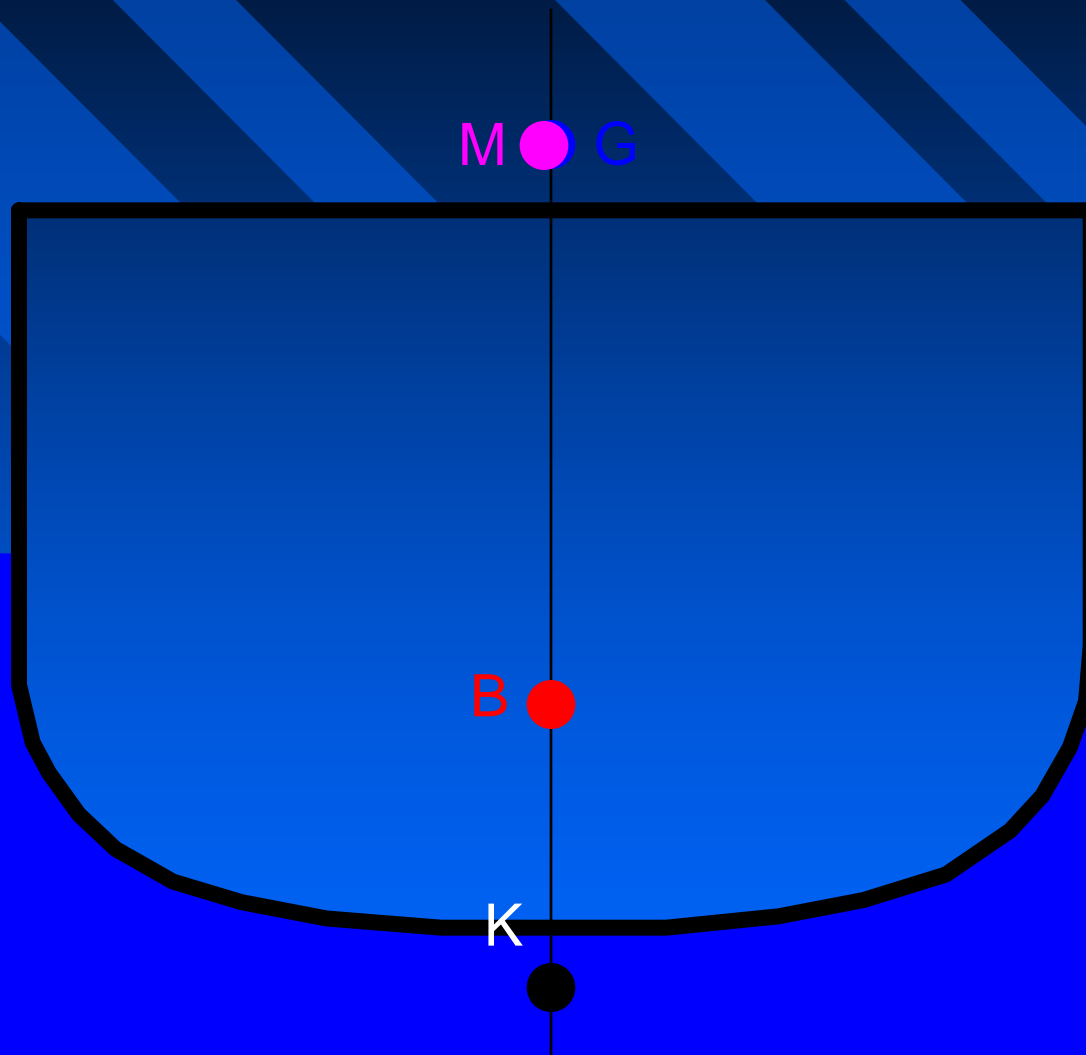
Pozitivni Stabilitet



Pozitivni Stabilitet

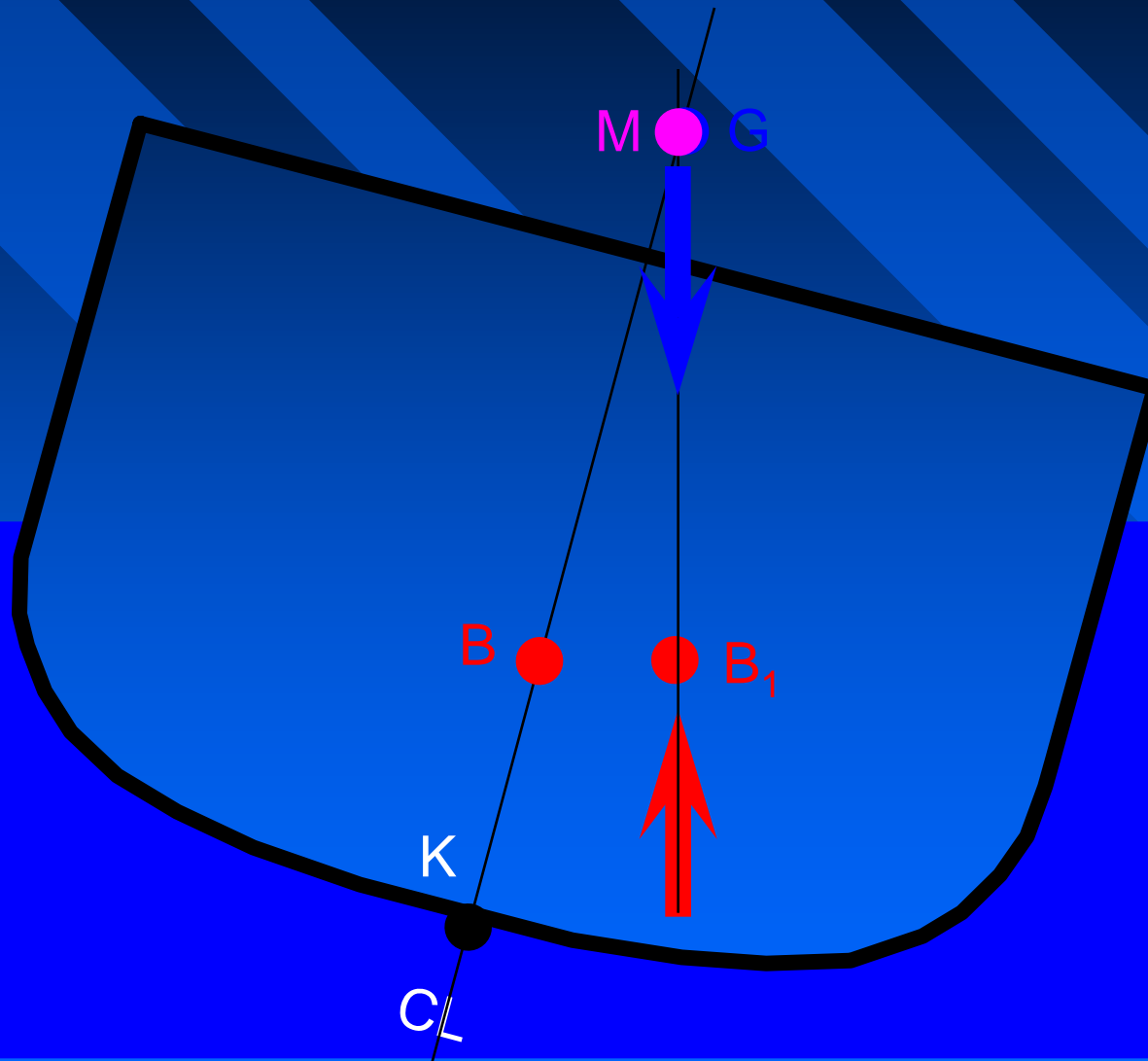


Neutral Stability

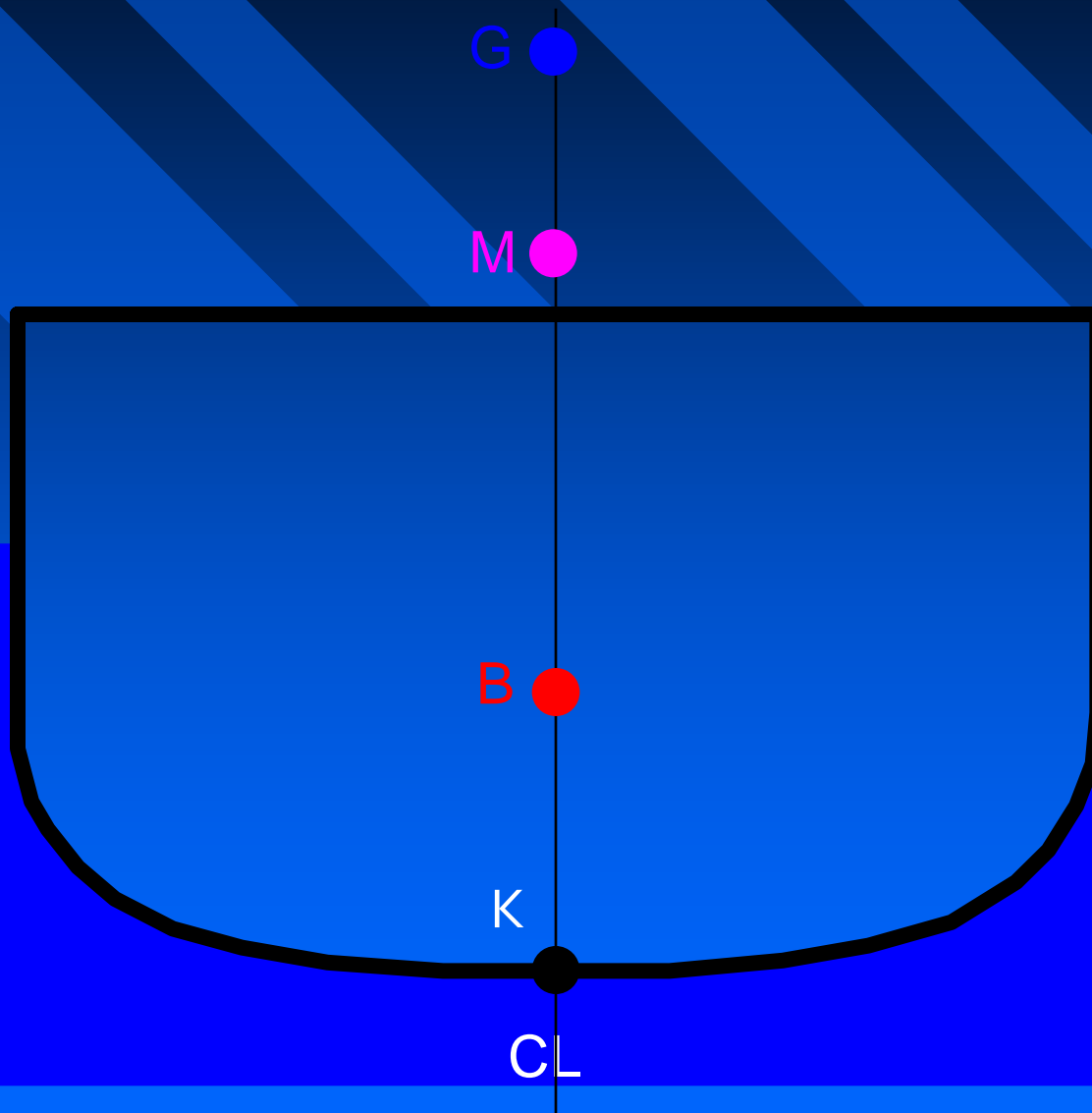


ŠTO UZROKUJE NEUTRALNI
STABILITET ?

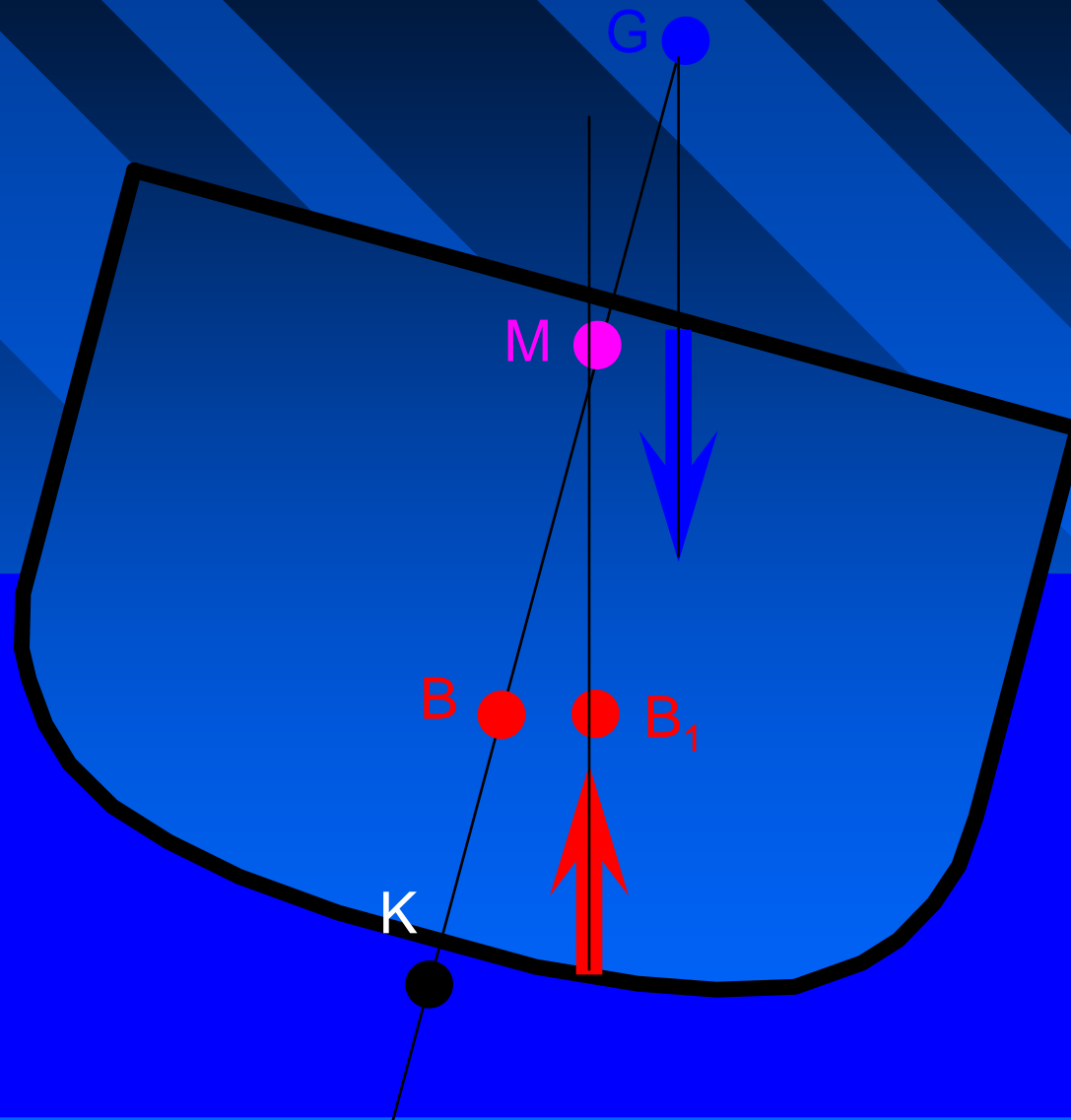
Neutralni Stability



Negativni stabilitet



Negativni stabilitet



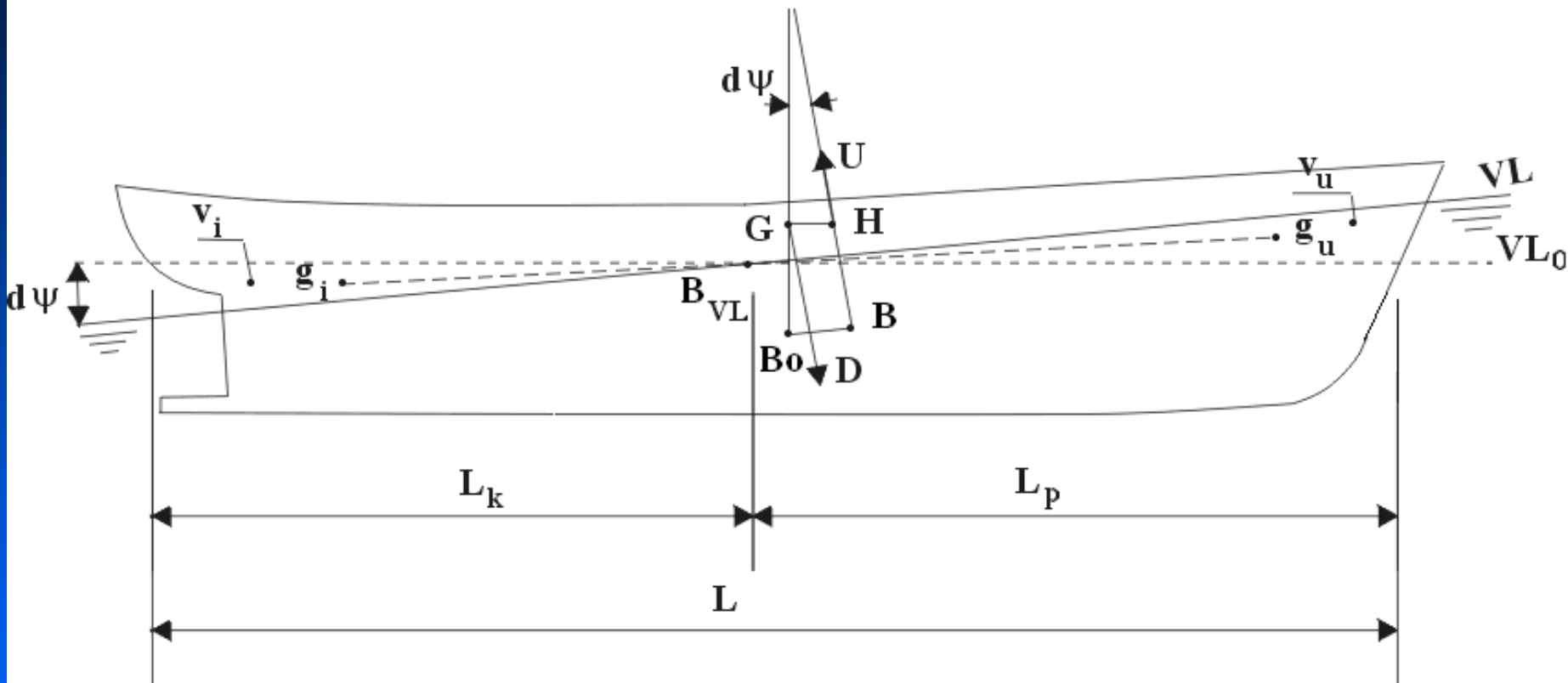
ŠTO SE DOGAĐA KOD NEGATIVNOG

Zapamti Pravilo

- **B** prati vodenu liniju
- **M** se pomiče suprotno od **B**
- **G** se pomiče:
 - U pravcu dodane težine
 - Suprotno od pravca oduzimanja težine
 - U smjeru pomaka težine
- “**G** se pomiče brže od **M**”
- “**G** je u blizini vodene linije”

UZDUŽNI STABILITET BRODA

UZDUŽNI STABILITET BRODA



Sve što vrijedi za poprečni stabilitet broda vrijedi i za uzdužni stabilitet, ali postoje dvije bitne razlike:

UZDUŽNI STABILITET BRODA

- Brod je simetričan s obzirom na uzdužnu simetralnu ravninu broda, dok je s obzirom na glavno rebro vrlo rijetko simetričan.
- Momenti stabiliteta u slučaju nagibanja pramcem ili krmom neće biti jednaki.

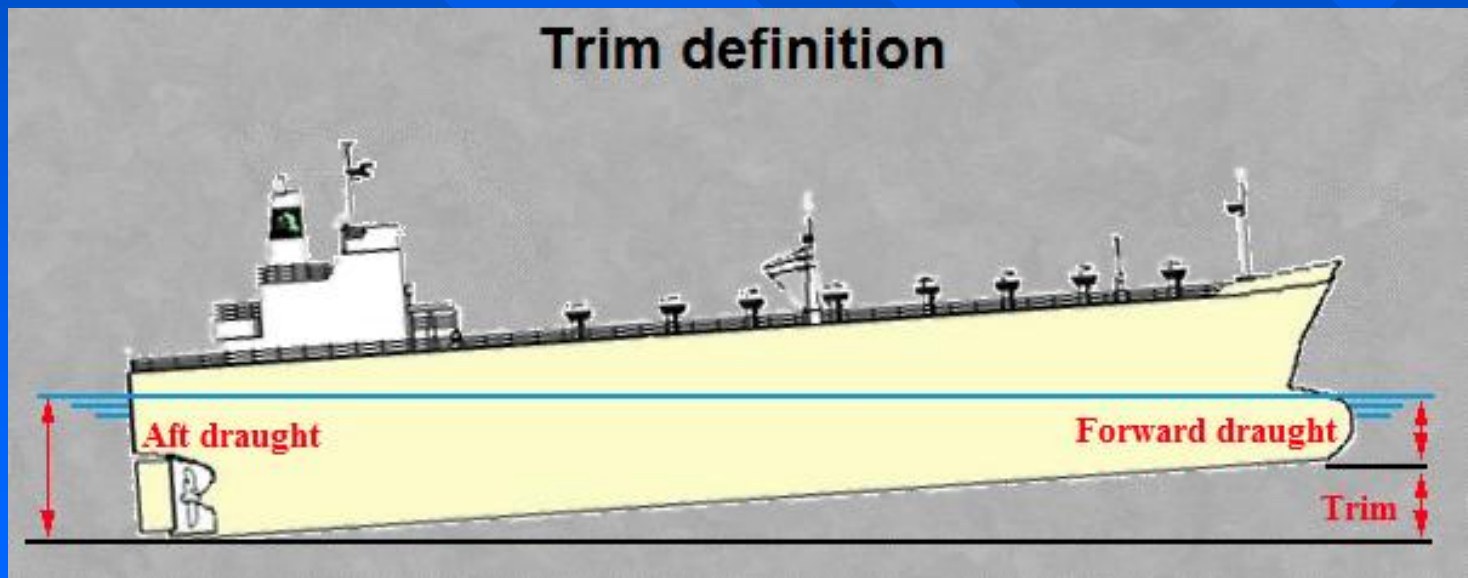
Nagibanja broda u uzdužnom smjeru su manja, a uzdužna metacentarska visina puno je veća nego u poprečna, pa se može zaključiti da je uzdužni stabilitet mnogo veći od poprečnog.

UZDUŽNI STABILITET BRODA

Trim je razlika gazova na pramcu (*Forward*) i krmi (*Aft*)

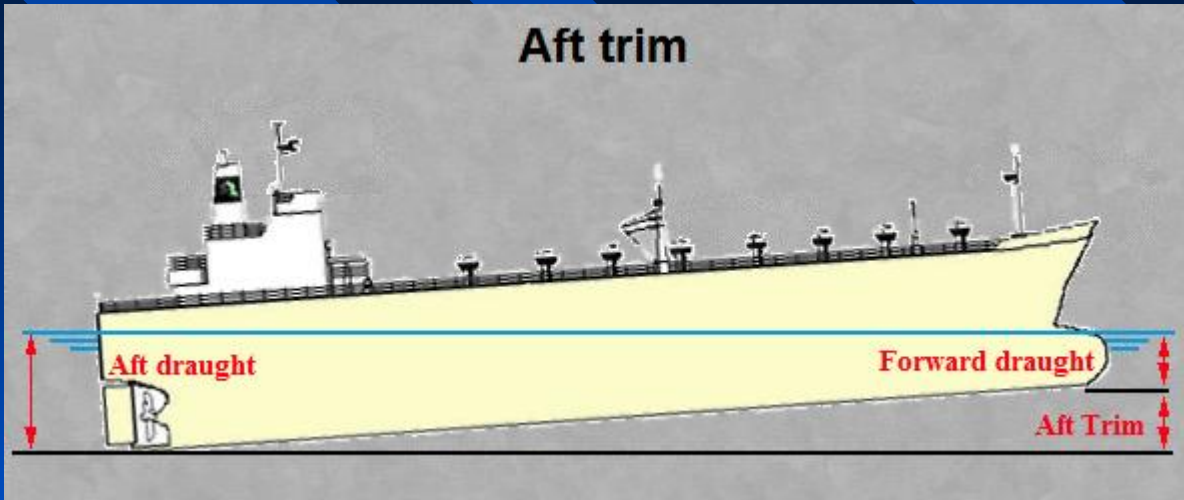
Trim se može mijenjati:

- pomicanjem već ukrcanih težina naprijed ili natrag,
- dodavanjem težine na različitim mjestima na brodu,
- promjenom gustoće tekućine u kojoj brod pluta.

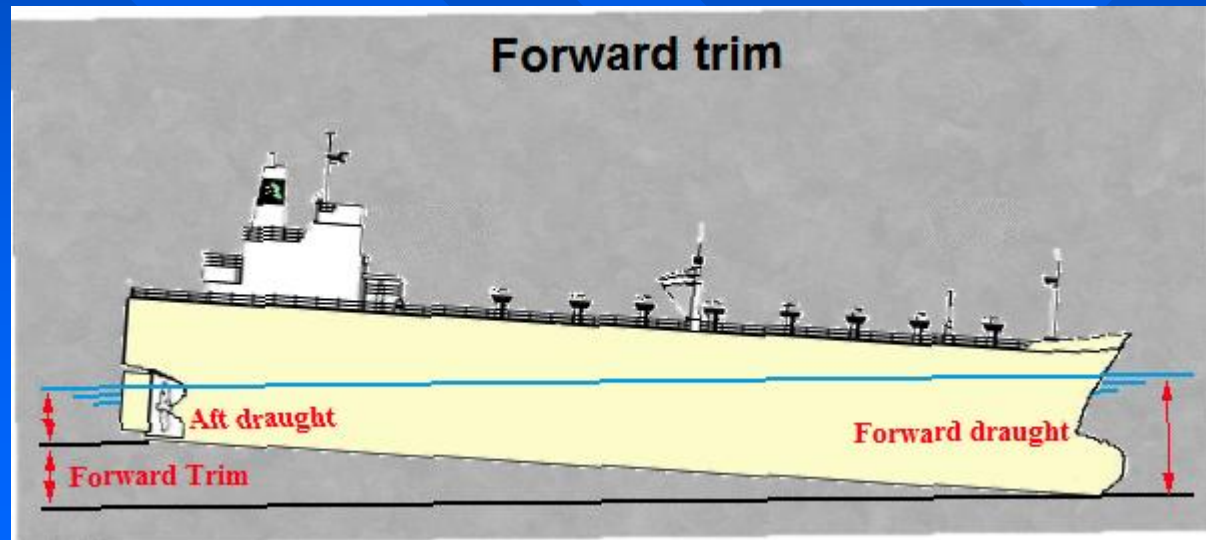


UZDUŽNI STABILITET BRODA

Aft trim

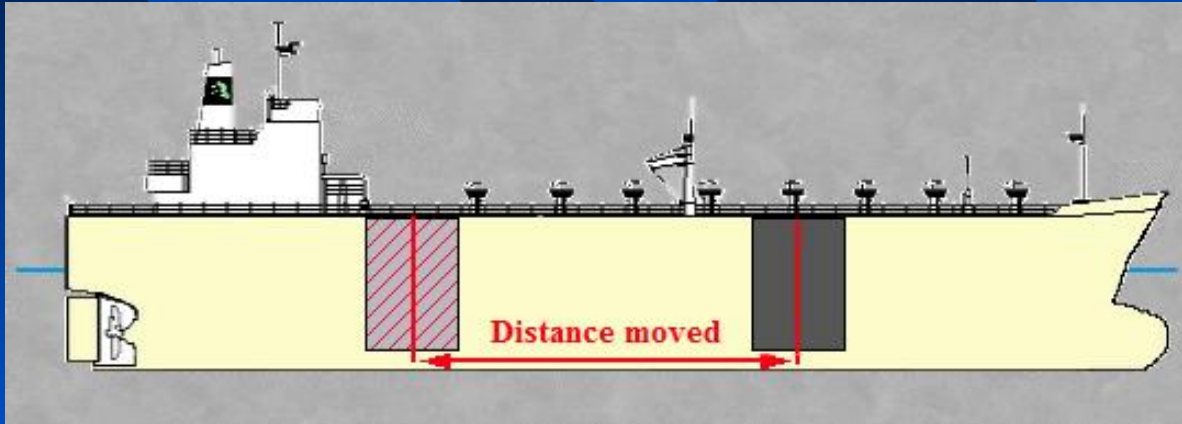


Forward trim



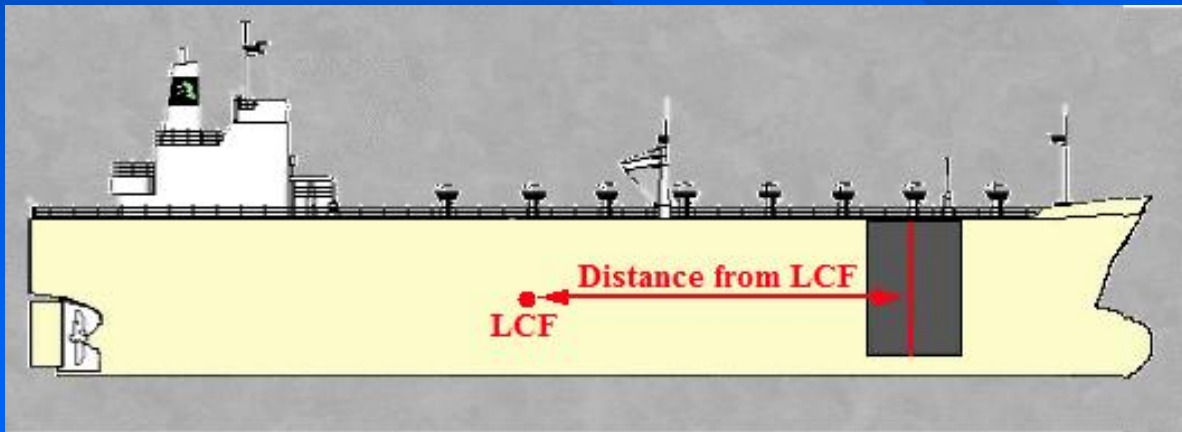
UZDUŽNI STABILITET BRODA

Moment trimovanja (engl. Trimming Moment)



Trimming moment when moving a mass =

Mass moved x the distance it's moved



Trimming moment when adding a mass =

Mass added x it's distance forward or aft of LCF.

UZDUŽNI STABILITET BRODA

Učinak momenta trimovanja

Kada se težine dodaju ili oduzimaju sa broda trimming moment mijenja trim broda. Na strani LCF gdje je masa tereta dodana ili pomaknuta doći će do promjene trima.

Moment promjene trima (*engl. Moment to change trim – MCT*)

MCT 1 cm je moment potreban da se trim broda promjeni za 1 cm. MCT se mijenja sa promjenom gaza broda, i mora se izvaditi iz hidrostatskih podataka broda ili skale ndivosti.

Finding MCT

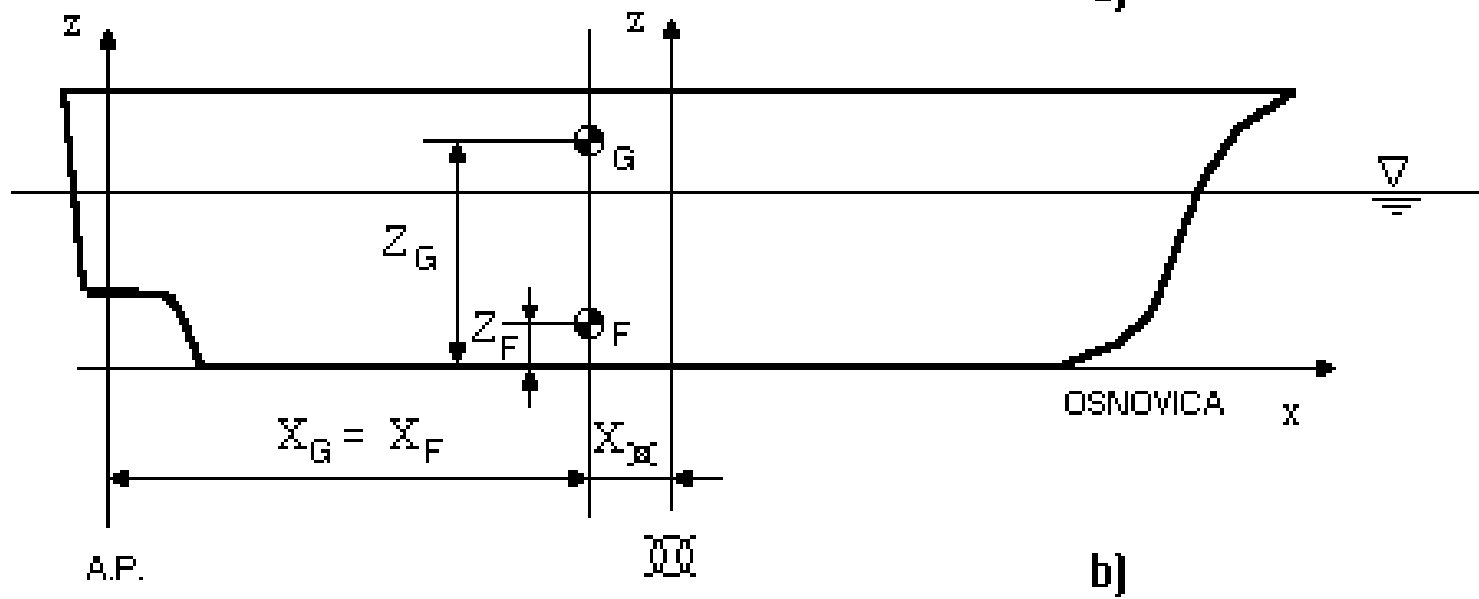
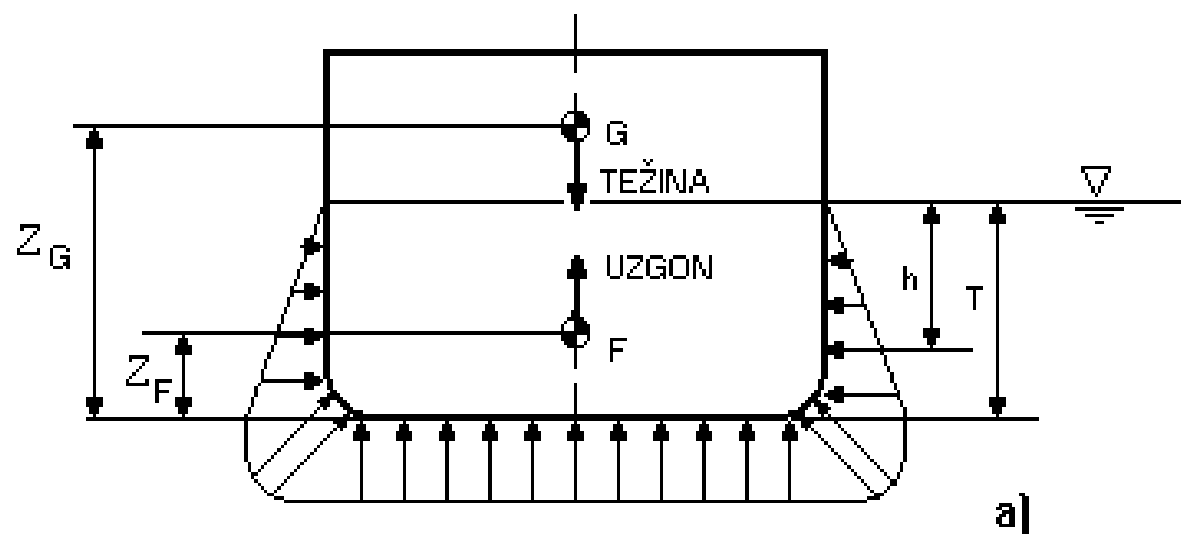
DRAFT IN METRES	SEA WATER			KM _T (metres)
	Dipl. (tonnes)	Tonnes per cm Imm.	MT 1 cm (tonnes x metres)	
	250 000	140,0	3 100	19,88
				19,86
19,0	240 000	139,0		19,84
				19,82
18,0	230 000		3 000	19,81
17,0	220 000	138,0		
	210 000	137,0		
2 900				19,90
16,0				

UZDUŽNI STABILITET BRODA

Preveliki ili pretjerani trim može imati negativan učinak na stabilitet broda. Ovo može imati posredni učinak na gubitak uzgona zbog oblika trupa, smanjenja nadvođa, mora na palubi, itd.



Određivanje težine broda i položaja njenog težišta



Određivanje težine broda i položaja njenog težišta

Položaj težišta sustav broda možemo naći kada odredimo sve pojedinačne težine kao i njihov položaj u odnosu na odabrani koordinatni sustav prema relacijama:

Broj Grupe	NAZIV GRUPE	TEZINA	Udaljenost od K.O.	Momenti za K.O.	Udaljenost od Osnovke	Momenti za Osnovku
		t	m	tm	m	tm
1	TRUP	2.940.00	66.50	195.510.0	6.00	17.640.0
2	OPREMA TRUPA	650.00	69.00	44.850.0	9.70	6.305.0
3	POGONSKI UREĐAJ	574.00	15.00	8.610.0	4.00	2.296.0
4	GORIVO	704.00	35.50	24.992.0	1.50	1.056.0
5	MAZIVO	4.48	9.00	40.3	0.70	3.1
6	RASHLADNA VODA	42.80	15.00	642.0	0.70	30.0
7	POSADA SA INVENTAROM	6.76	16.00	108.2	11.00	74.4
8	PROVIANT	5.00	6.00	30.0	9.50	47.5
9	PITKA VODA	67.00	22.00	1.474.0	0.70	46.9
10	TERET	9.164.00	77.70	712.042.8	6.60	60.482.4
11	SUME	14.158.04	69.80	988.299.3	6.21	87.981.3
12	Vlastita Tezina broda	4164.00 t		= 1 + 2 + 3 = 4164,00		
13	Nosivost D_w	9994.04 t		= 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10 = 9994,04		
14	Istisnina	14158.04 t		= 11 = 14158,04		
15	Koeficijent iskoristivosti istisnine	0.706 t		= 13 / 14 = 9994,04 / 14158,04 = 0,706		
16	Udaljenost težišta sustav od K.O. X_G	69.80 m		= 988.299,03 / 14.158,04 = 69,80		
17	Udaljenost težišta sustava od osnovke Z_G	6.21 m		= 87.981,3 / 14.158,04 = 6,21		

Težište gravitacije

- Točka u kojoj su koncentrirane sve težine.
- Težište gravitacije svih težina pronalazi se **zbrajanjem** svih pojedinačnih momenata težišta gravitacije, te njihovim **dijeljenjem** sa ukupnom težinom **W** (Deplasmanom).

$$MG = KM - KG - \Delta MG$$

$$KG = \frac{\sum V_m}{\sum W}$$

$$\Delta MG = \frac{\sum FSM}{\sum W}$$

KG visina sistemnog težišta broda iznad kobilice

V_m vertikalni moment

FSM momenti slobodnih površina i tankovima

W težina

Σ suma (zbroj)

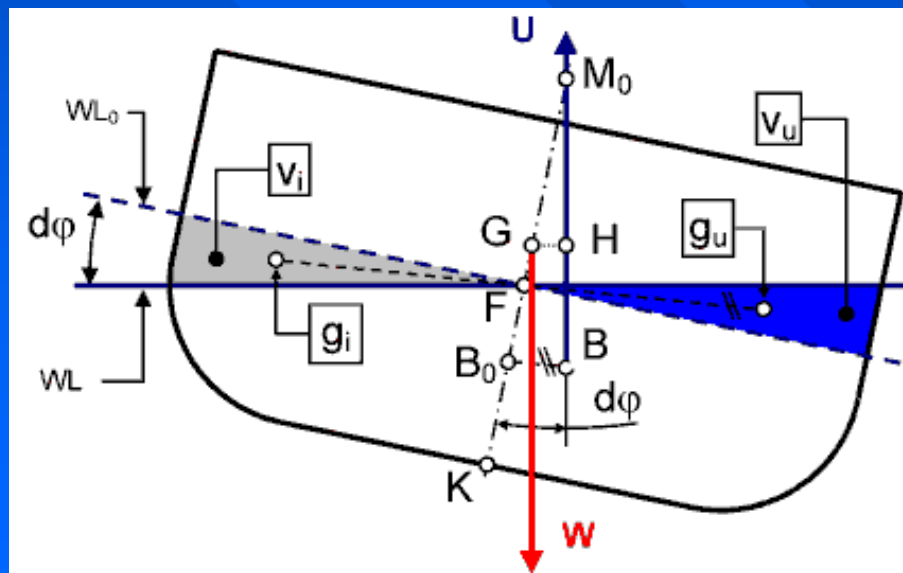
STABILITET FORME I STABILITET TEŽINA

Stabilitet forme i stabilitet težina

Stabilnost broda ovisi o formi trupa i o rasporedu mase broda i tereta. Raspored tereta na brodu mora biti usklađen s mogućnošću forme broda da generira stabilizirajući moment koji će brod nakon nagibanja vanjskim silama vratiti u uspravno stanje.

Stabilitet forme i stabilitet težina

Forma broda uslijed nagibanja izranja na jednom boku, a uranja na suprotnom. Dio istisnine se premješta s izronjenog dijela na uronjeni dio. Istisnina se pri nagibanju ne mijenja jer nije došlo do promjene težina. Moment nastao premještanjem dijela uzgona stvara stabilizirajući moment. Ukoliko je taj moment veći od momenta nagibanja brod je stabilan u protivnom brod će se nastaviti nagibati do prevrnuća.



Stabilitet forme i stabilitet težina

Ili govoreći isto ali drugim riječima, u plovidbi valovitim morem brod mora biti u stanju preuzeti energiju koju valovi prenose na njega tj. mora imati dinamički stabilitet.

Forma broda utječe na stabilitet na više načina. Najveću ulogu kod malih nagiba ima širina broda na vodnoj liniji, a također i punoća vodne linije. Povećanjem širine za isti kut nagiba povećava se moment uronjenog i izronjenog klina i to povećanjem kraka i povećanjem volumena klinova.

Stabilitet forme i stabilitet težina

Kod većih kutova nagiba klinovi više nisu pravilni jer uranja paluba ili izranja uzvoje pa se javlja veći utjecaj nadvođa. Volumen forme broda iznad plovne vodne linije (rezervna istisnina) uranja kod velikih nagiba. Velika rezervna istisnina daje veliki opseg stabiliteta tj. brod zadržava stabilitet i kod velikog nagiba.

Stabilitet forme i stabilitet težina

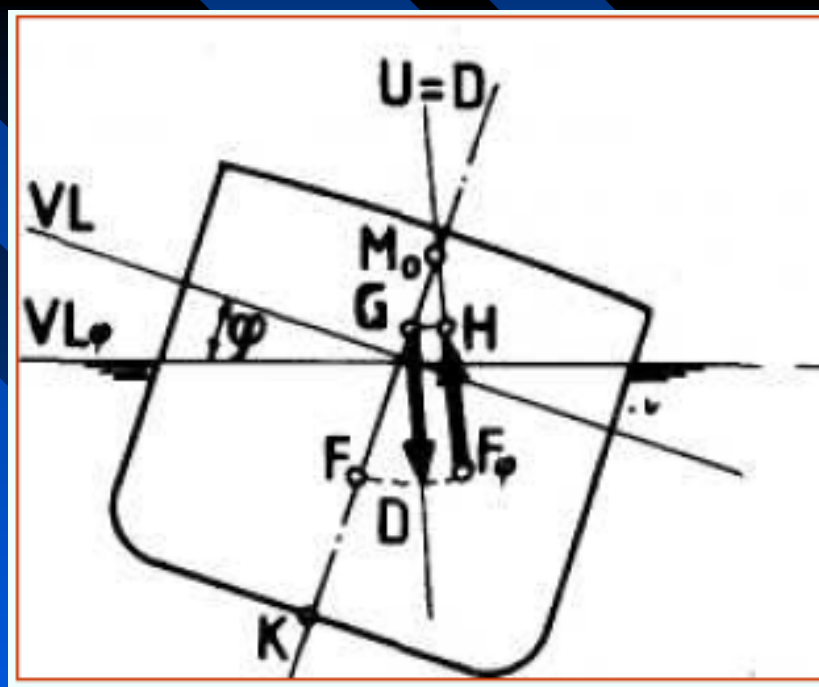
Izraz za statički stabilitet sadrži dva člana:

iz $M_{st} = D(MF - FG) \sin\phi$ slijedi:

$$M_{st} = D \cdot \overline{MF} \cdot \sin \phi - D \cdot \overline{FG} \cdot \sin \phi$$

Prvi član $D MF \sin\phi$ ovisi samo o položaju točke početnog metacentra, a njezin položaj ovisi jedino o obliku podvodnog dijela broda. Zbog toga ovaj cijeli član zovemo **stabilitet forme**.

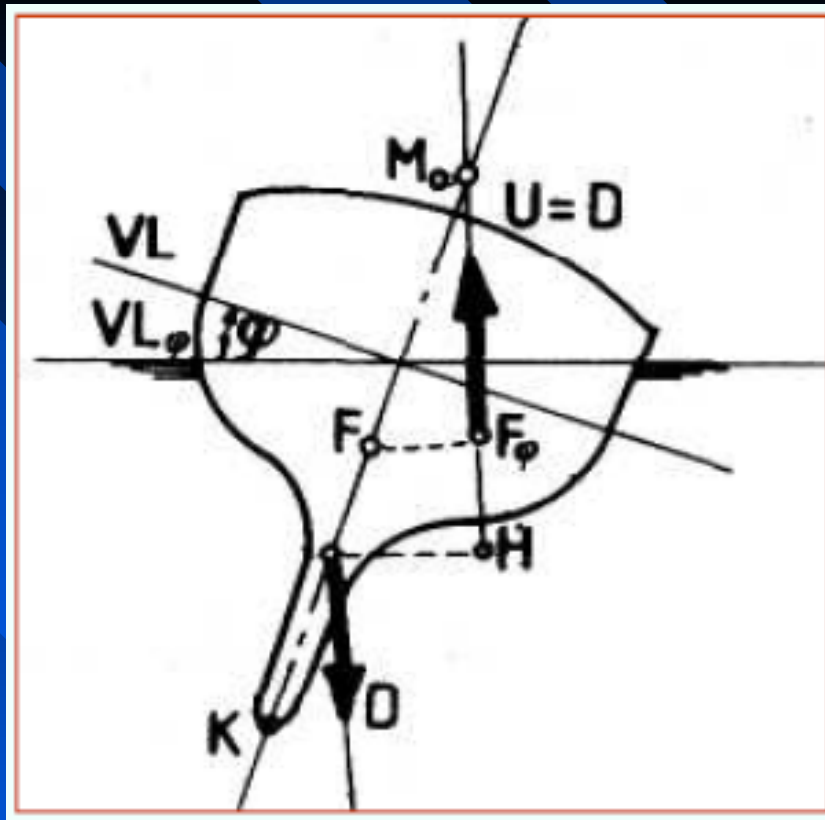
Član $D FG \sin\phi$ ovisi jedino o položaju težišta sistema G, pa se zove **stabilitet težina**.



Stabilitet forme broda na površini vode je pozitivan, jer je točka M_0 iznad točke $B(F)$, a stabilitet težina je negativan, jer je težište $B(F)$ gotovo uvijek ispod težišta G :

$$M_{st} = D(MF - FG) \sin\varphi = DMF \sin\varphi - DFG \sin\varphi$$

Ukupan moment statičkog stabiliteta jednak je razlici stabiliteta forme i stabiliteta težina broda na površini vode.



Kod jedrilice težište sistema G je ispod F, pa se stabilitet forme i stabilitet težina pribrajaju i zbog toga je stabilitet jedrilice velik. Formula glasi:

$$Mst = D(MF + FG) \sin\varphi = DMF \sin\varphi + DFG \sin\varphi$$

Razmatrajući probleme stabiliteta forme i stabiliteta težina, može se komentirati:

- Brod je stabilniji, što je težište sistema **G** niže, a početni metacentar **M₀** viši, odnosno početna metacentarska visina **M₀G** veća.;
- Težište **G** bit će niže ako su glavne težine i tereti smješteni niže u brodu;
- Točka **M₀** leži to više, što je udaljenost točke **B(F)** od **Fφ** veća, odnosno, što je veća širina, nadvođe i gaz broda (otuda i potječe utjecaj širine i nadvođa na stabilitet broda), itd.

STATIČKI I DINAMIČKI STABILITET

Statički stabilitet

Statički stabilitet je stabilitet kod kojeg vanjski momenti djeluju statički, tj. ne mijenjaju veličinu s vremenom, ili se mijenjaju polagano i postepeno, te ih možemo svesti na prvi slučaj.

Statički stabilitet možemo definirati i kao otpor broda djelovanju momenata koji pomiču brod iz položaja ravnoteže.

DIJAGRAM STABILITETA

Stabilitet broda najbolje opisuje moment statičkog stabiliteta

$$M_{st} = D \cdot \overline{GH} = D \cdot \overline{MG} \cdot \sin \varphi$$

...ovisi o kutu nagiba broda, a može se prikazati pomoću dijagrama kao funkcija kuteva nagiba - **krivulja poluga stabiliteta** ili tzv. **Reedov dijagram**.

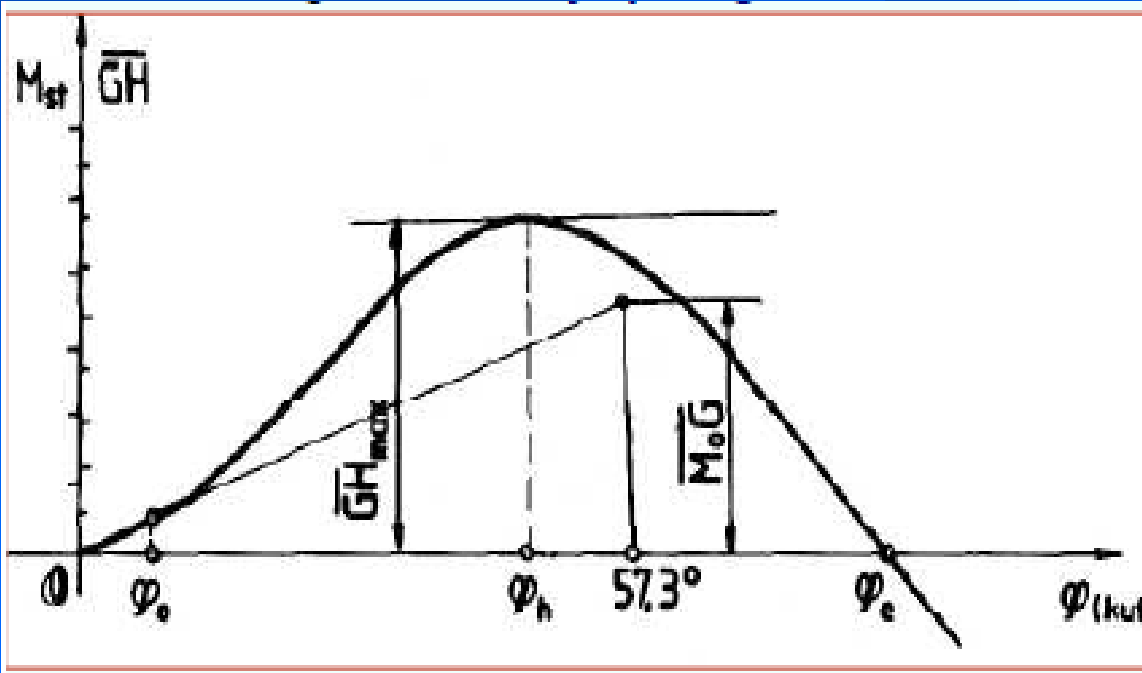
- M_0G - početna metacentarska visina koja se dobije kao tangens

kuta nagiba tangente u ishodištu

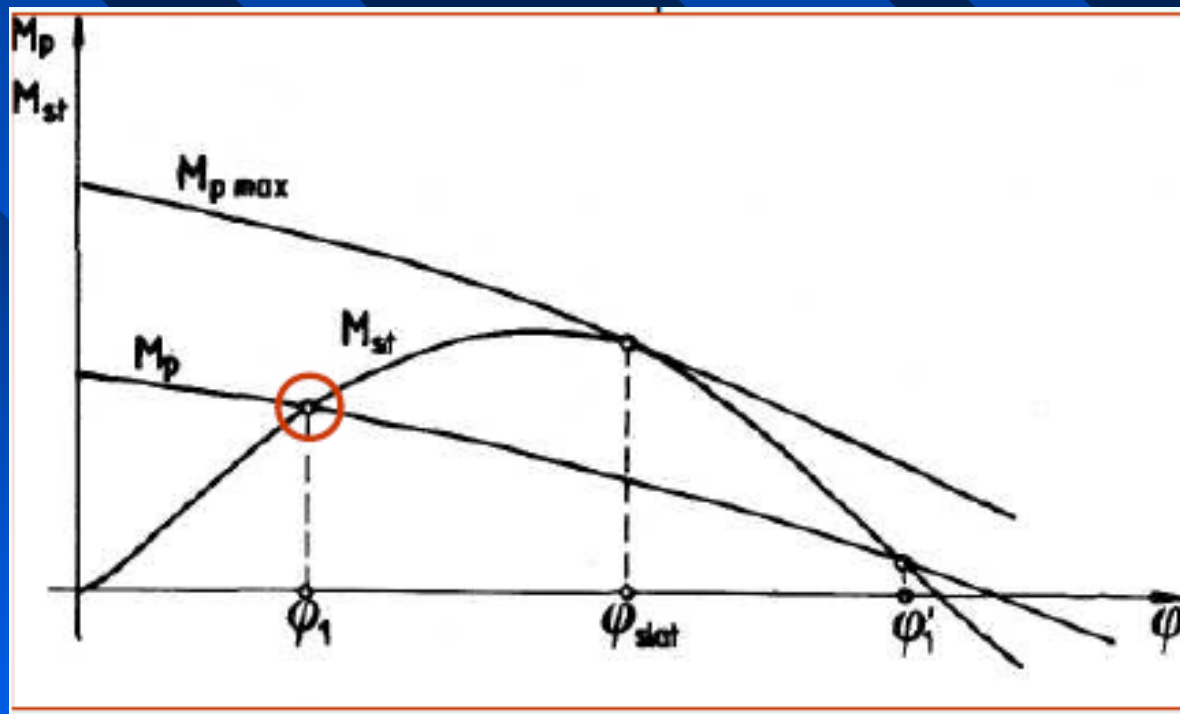
ili kao ordinate kuta nagiba jedan radijan

- max. poluga \overline{GH}_{max} i njezin pripadni kut φ_h

- Kut nagiba φ_e kod kojeg je



Kut pod kojim će se brod nagnuti zbog statičkog djelovanja prekretnih momenata dobiva $M_{st} = M_p$ tj moment statičkog stabiliteta mora biti u ravnoteži s prekretnim momentima.



- Kut ϕ_1 je kut pod kojim će se brod nagnuti uslijed djelovanja prekretnog moment

M_p , odnosno kada M_{st} i M_p budu u ravnoteži.

- Uslijed djelovanja ovakvog M_p brod se može nagnuti do kuta ϕ'_1 kada svako

dalije naginjanje rezultira prevrtanjem broda jer kut M_{st} postaje

Dinamički stabilitet

Dinamički stabilitet je stabilitet kod kojeg se veličina momenata koji djeluju na brod naglo mijenja s vremenom, mjenjajući smjer i intenzitet.

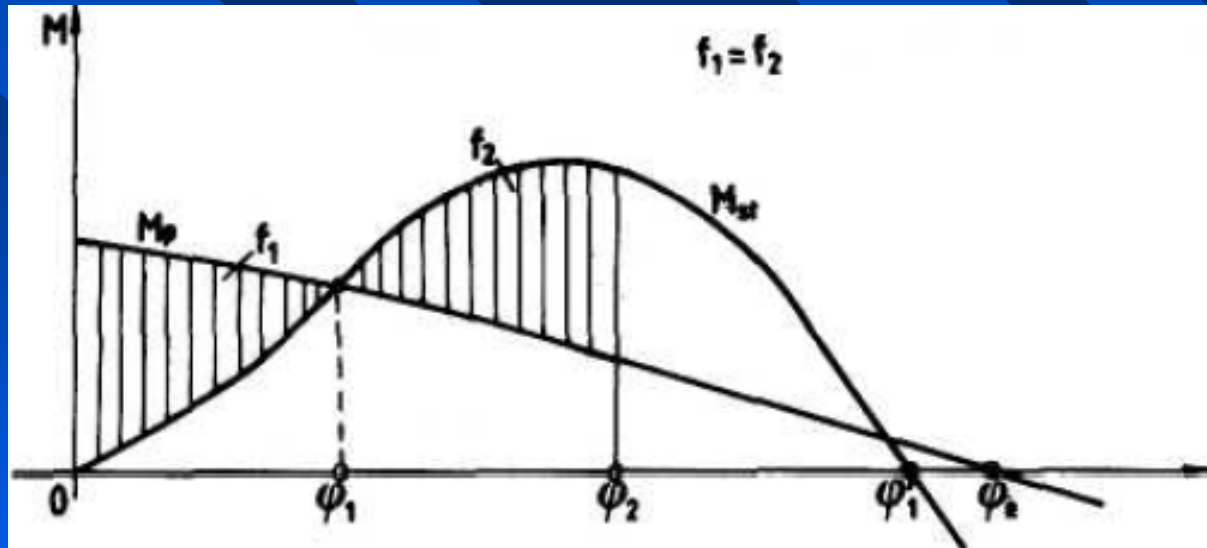
Dinamički stabilitet možemo definirati i kao rad utrošen na pomicanju broda iz položaja ravnoteže u neki položaj van ravnoteže.

Kod dinamičkog stabiliteta pored prekretnog momenta javlja se i znatno ubrzanje masa, a samim time i kinetička energija koja također djeluje na sustav.

Druga definicija dinamičkog stabiliteta kaže da je dinamički stabilitet rad kojeg obavlja momenat statičke stabilnosti pri naginjanju broda.

Dinamički stabilitet

Ako se veličine prekretnih sila ili momenata koji djeluju na brod naglo mijenjaju, dolazi do ubrzanja masa, pa govorimo o dinamičkom djelovanju sila i o dinamičkom stabilitetu broda.



Zbog inercije brod se neće zaustaviti inercije, pri kutu statičke ravnoteže (ϕ_1), već će proći kroz kut maksimalnom brzinom i kinetičkom energijom i nagnuti se do kuta (ϕ_2).

Kut (ϕ_2) nalazi se u dijagramu tako da se izjednače površine f_1 i f_2 . Kut ϕ_2 nije položaj ravnoteže pa će se brod pod djelovanjem M_{st} vratiti prema ϕ_1 nekoliko puta se zanjhati oko njega i zaustaviti u položaju nagnutom za kut ϕ_1 (ako se u međuvremenu nisu promijenili prekretni momenti).

Utjecaj forme broda i rasporeda težine na stabilitet

Moment statičkog stabiliteta ovisi o:

- glavnim dimenzijama i formi broda
- položaju tereta na brodu
- položaju težišta masa **G**
- položaju težišta istisnine **B**, itd.

Stabilitet povećava:

- veća širina broda prema gazu broda
- smanjenje duljine broda
- povećanje gaza broda
- veće nadvođe koje omogućava veći nagib broda, pa time i veći stabilitet, itd.

Međutim, stabilitet broda ne ovisi samo o metacentarskoj visini, već i o polugama statičkog stabiliteta, odnosno o opsegu stabiliteta.

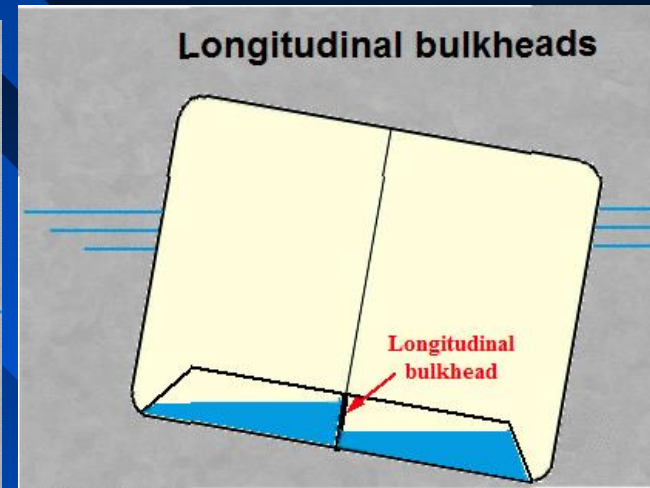
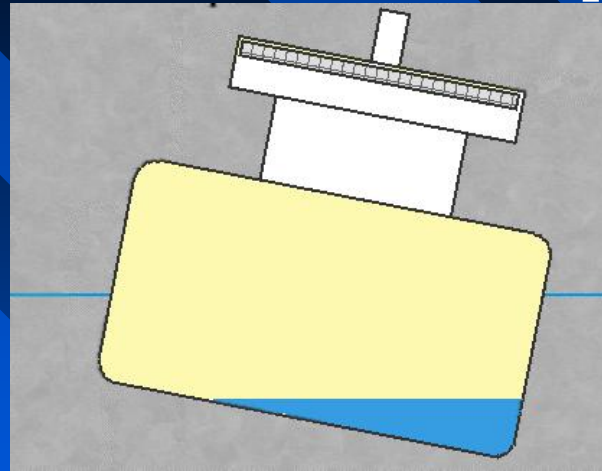
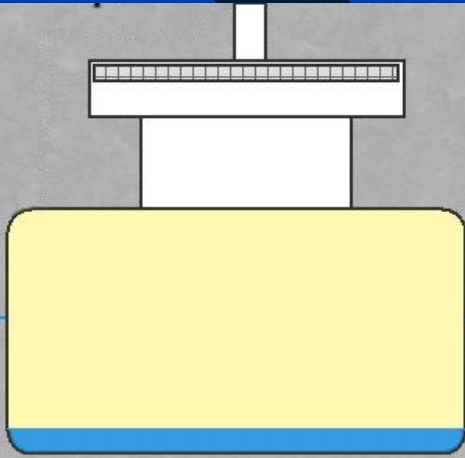
UČINAK SLOBODNIH POVRŠINA

(engl. Free Surface Effect)

Učinak slobodnih površina

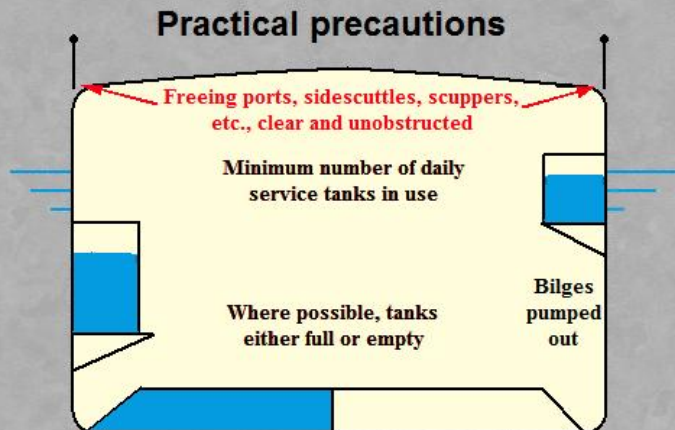
- Kada se površina tekućine slobodno pomiče, to ima učinak da **G** raste prema **M**, a **GM** se smanjuje.
- Slobodna tekućina uvijek se pomiče prema nižoj strani, a učinak pretežno ovisi o širini prostora gdje je tekućina smještena. To je zato što je učinak slobodnih površina proporcionalan sa širinom³ (**b³**).
- Učinak slobodnih površina (*engl. Free Surface Effect*) može postati problem kod djelomično naplavljenih brodova.
- Djelomično naplavljeni brodovi i voda u njima utjecati će na **Heave, Pitch, Roll, Surge, Sway** i/ili **Yaw**. Kako se brod ljulja voda unutar naplavljenog prostora će se pomicati lijevo, a time i njeno težište i momenti prema nagnutoj lijevoj (*engl.port*) strani broda.

Učinak slobodnih površina



Sa jednom uzdužnom pregradom učinak slobodnih površina smanjuje se za $\frac{1}{4}$. Sa dvije uzdužne pregrade za $\frac{1}{9}$. Više uzdužnih pregrada, manji učinak slobodnih površina.

Free surface



Nagibni momenti (*engl. Heeling Moments*) uzrokovani slobodnim površinama jako ovise o obliku tanka. Učinak je najveći kod četvrtastog tanka već kod 50% popunjenosti.

Učinak slobodnih površina

- Učinak slobodnih površina postaje sve gori kada se brod vraća iz položaja nagnuća lijevo (*engl. port*) na desnu stranu. Trebati će nešto vremena da se osjeti reakcija učinka pomaka tekućine u tanku na desnu stranu broda.
- Nakon što se brod zaljulja na desno (*engl. starboard*), većina tekućine pomiče se unutar tanka i zapljuskuje (*engl. slams*) desnu (*engl. starboard*) stranu tanka.

Učinak slobodnih površina

- Ovo prouzrokuje da se brod još više naginje jer masa vode udara u stranu broda.
- Kod jakog vjetra i teškog mora ovo uzrokuje sve veće i veće povećanje svakog sljedećeg naginjanja do krajnjih granica, sve dok se brod ne prevrne.

Opći zahtjevi stabiliteta

1. Ispravljena metacentarska visina ne smije biti manja od 0.3 metra,
2. Poluga statičkog stabiliteta kod kuta 30° bočnog nagiba ne smije biti manja od 0.20 m,
3. Najviša vrijednost poluge statičkog stabiliteta ne smije nastati prije 35° bočnog nagiba broda ili da se kut naplavlivanja ne javlja unutar granice nagiba do 35° ,
4. Kut opsega / trajnosti statičkog stabiliteta ne smije biti manji od 60° ,
5. da GH krivulja po svojem obliku ne odstupa znatnije od krivulje a najsličnijega primjera,
6. Poluga statičkog stabiliteta kod 20° bočnog nagiba ne smije biti manja od 0,14 m.

OZNAKE GAZA BRODA I PLIMSOLL OZNAKA

(engl.Draft Marks and Plimsoll Lines)

Zagaznice

■ Metrički sustav označavanja gaza

U SI sustavu jedinica (metričkom) obično se gaz označava arapskim brojkama. Brojke su visoke 1 decimetar, a isto toliki je i razmak između njih. Donji rub brojke označava onaj gaz koji ta brojka pokazuje.

26

24

22

20

18

Zagaznice

■ Engleski način označavanja gaza

U engleskom sustavu jedinica gaz se označava u stopama. Stope se bilježe rimskim ili arapskim brojkama.

Svaka brojka visoka je $\frac{1}{2}$ stope, a toliki je i razmak između njih

■ 1 stopa (*foot*) ($1'$) = 12 palaca (*inch*)

■ 1 stopa = 0,3048 m = 30,5 cm

■ 1 palac (*inch*) ($1''$) = 0,0254m = 2,54 cm

XII

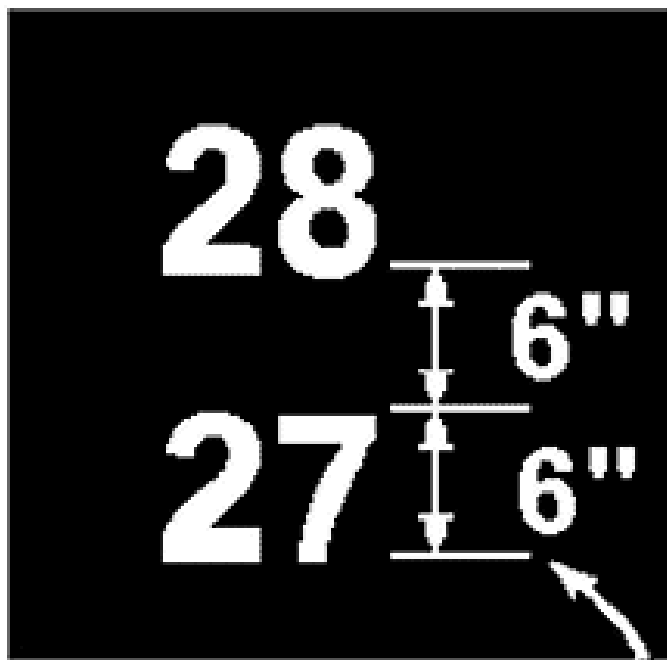
XI

X

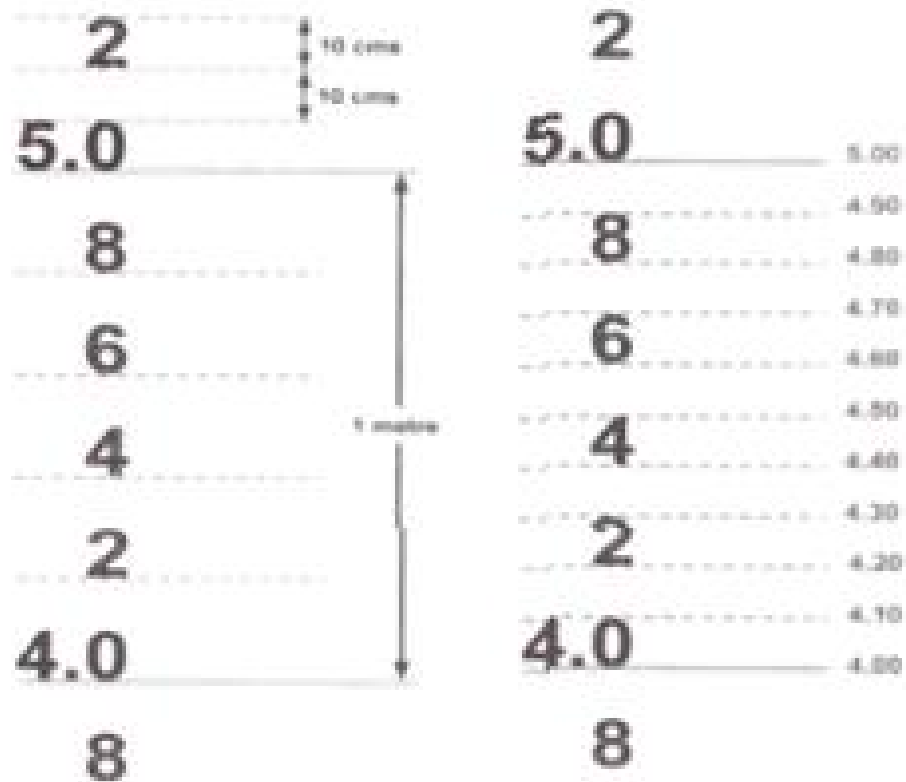
IX

VIII

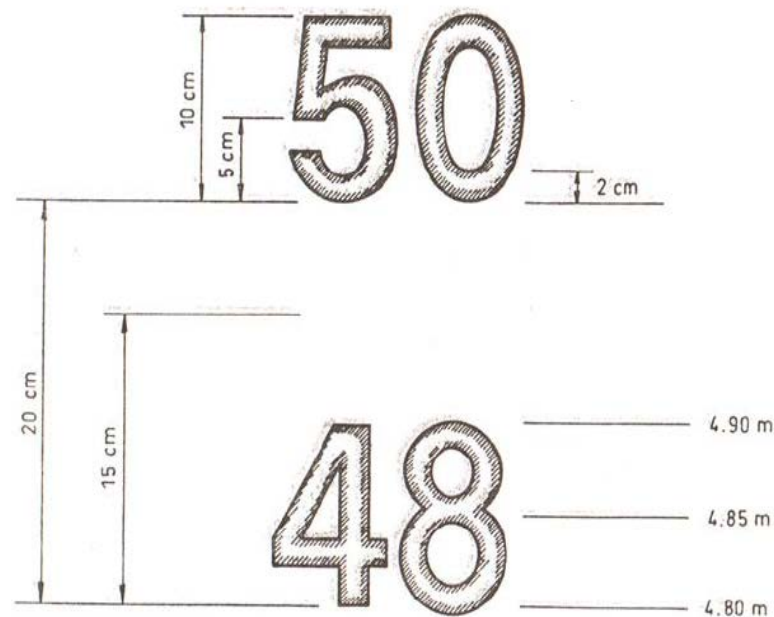
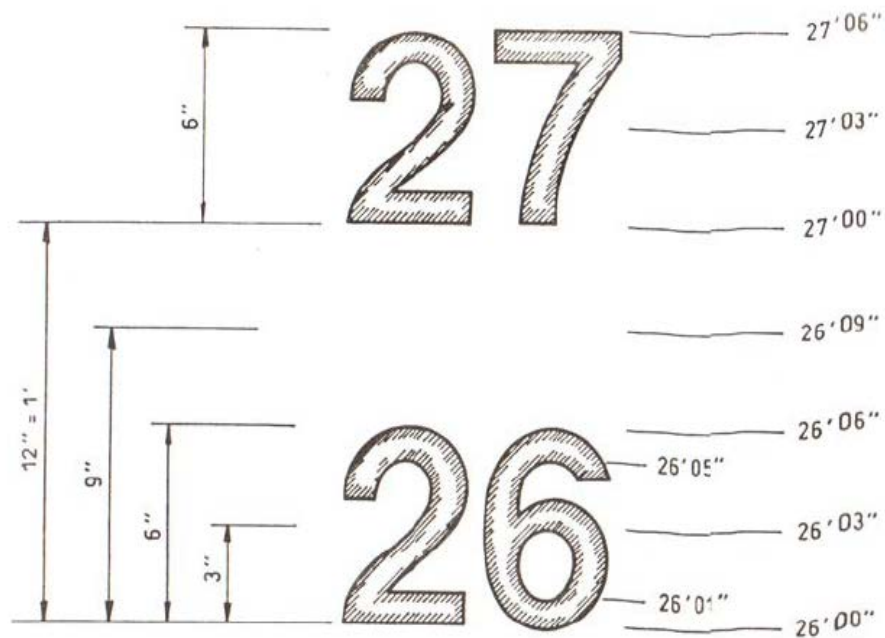
Kako čitati gaz...



27-FOOT DRAFT MARK



Kako čitati gaz...



Nadvođe

NADVOĐE

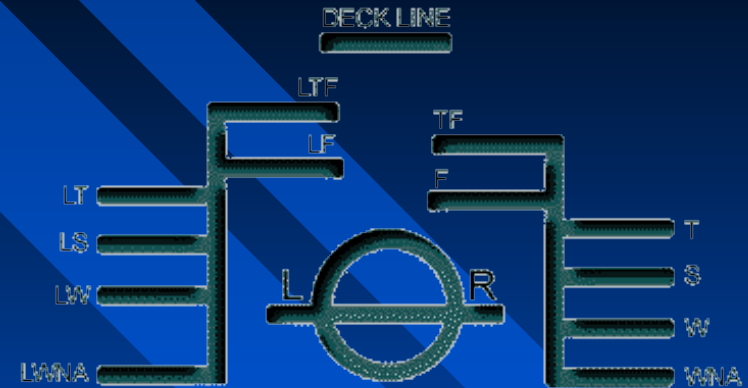
Nadvođe u širem smislu je razmak između gl. otvorene palube i razine mora. Visina nadvođa za pojedine veličine i vrste brodova određuje se temeljem odredbi Međunarodne konvencije o teretnim vodenim linijama – London 1966.

Nadvođe

- **Smještaj oznake nadvođa**

Temeljem Pravila nadvođe se mjeri na polovici duljine broda. Mjeri se od crte u kojoj produženje gornje površine oplata palube siječe vanjsku površinu oplata broda. Ova je crta označena gornjim rubom linije, koja se zove “oznaka palube” (*engl. Deck Line*). Oznaka je dugačka 300mm i široka 25mm.

Plimsoll Mark



The letters signify:

LTF	Lumber, Tropical, Fresh	TF	Tropical Fresh Water Mark
LF	Lumber, Fresh	F	Fresh Water Mark
LT	Lumber, Tropical	T	Tropical Load Line
LS	Lumber, Summer	S	Summer Load Line
LW	Lumber, Winter	W	Winter Load Line
LWNA	Lumber, Winter, North Atlantic	WNA	Winter Load Line, North Atlantic
LR	Lloyds Register of Shipping		

Nadvođe

- **Skala nadvođa za brodove koji prevoze drvo na palubi**

Brodovi koji ispunjavaju određene uvjete imaju od spomenutog kruga prema krmu još jednu ljestvicu, kada brod ima na palubi teret drva. Oznake su iste samo ispred svakog slova je stavljeno slova L (npr. LS, LT, LTF, LW, LWNA).

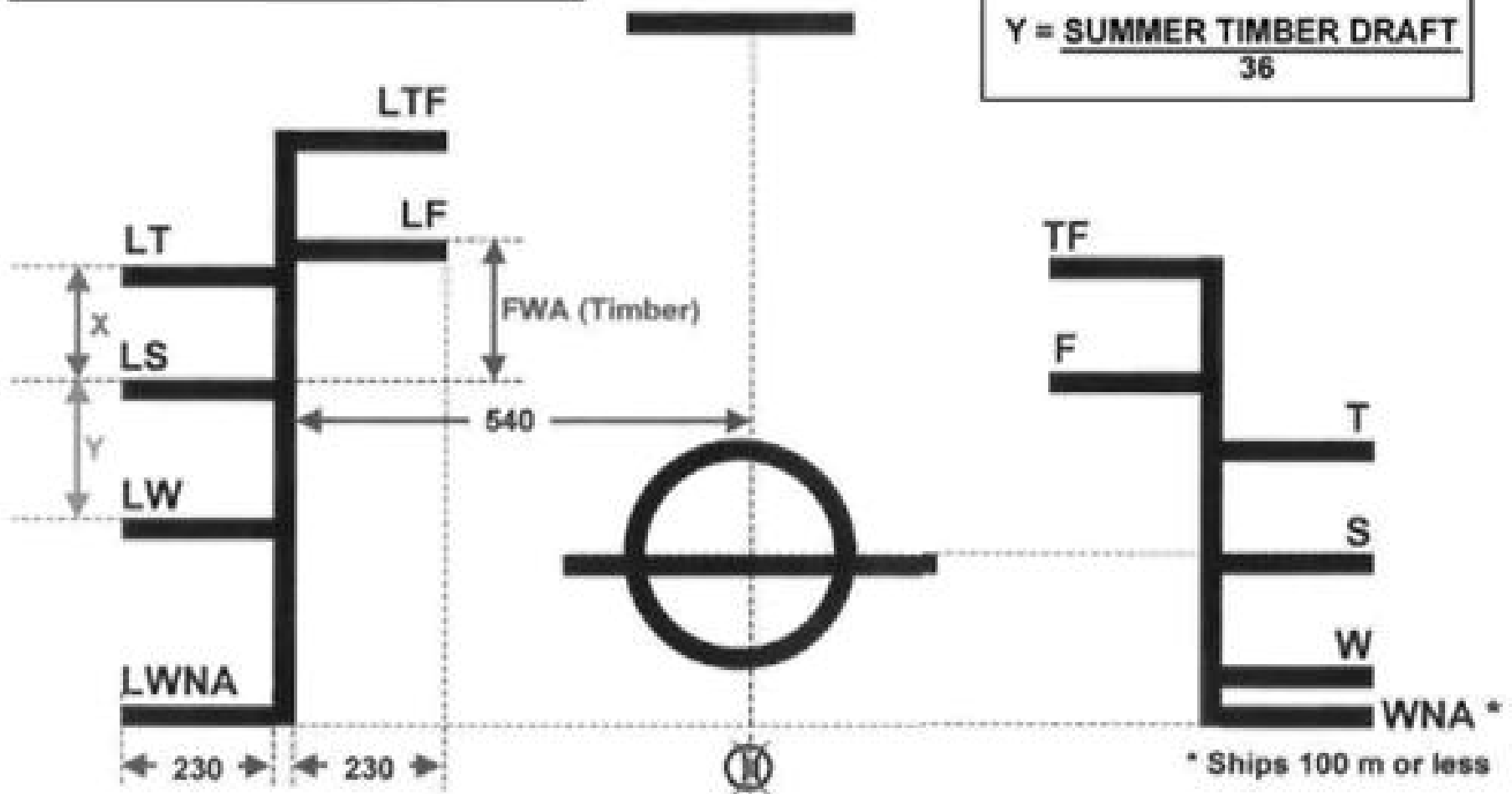
TIMBER LOAD LINE MARKS - STARBOARD SIDE

$$\text{FWA (mm)} = \frac{\text{DISPL. Summer Timber}}{4\text{TPC}_{\text{SW}}}$$

(Dimensions in mm)

$$X = \frac{\text{SUMMER TIMBER DRAFT}}{48}$$

$$Y = \frac{\text{SUMMER TIMBER DRAFT}}{36}$$

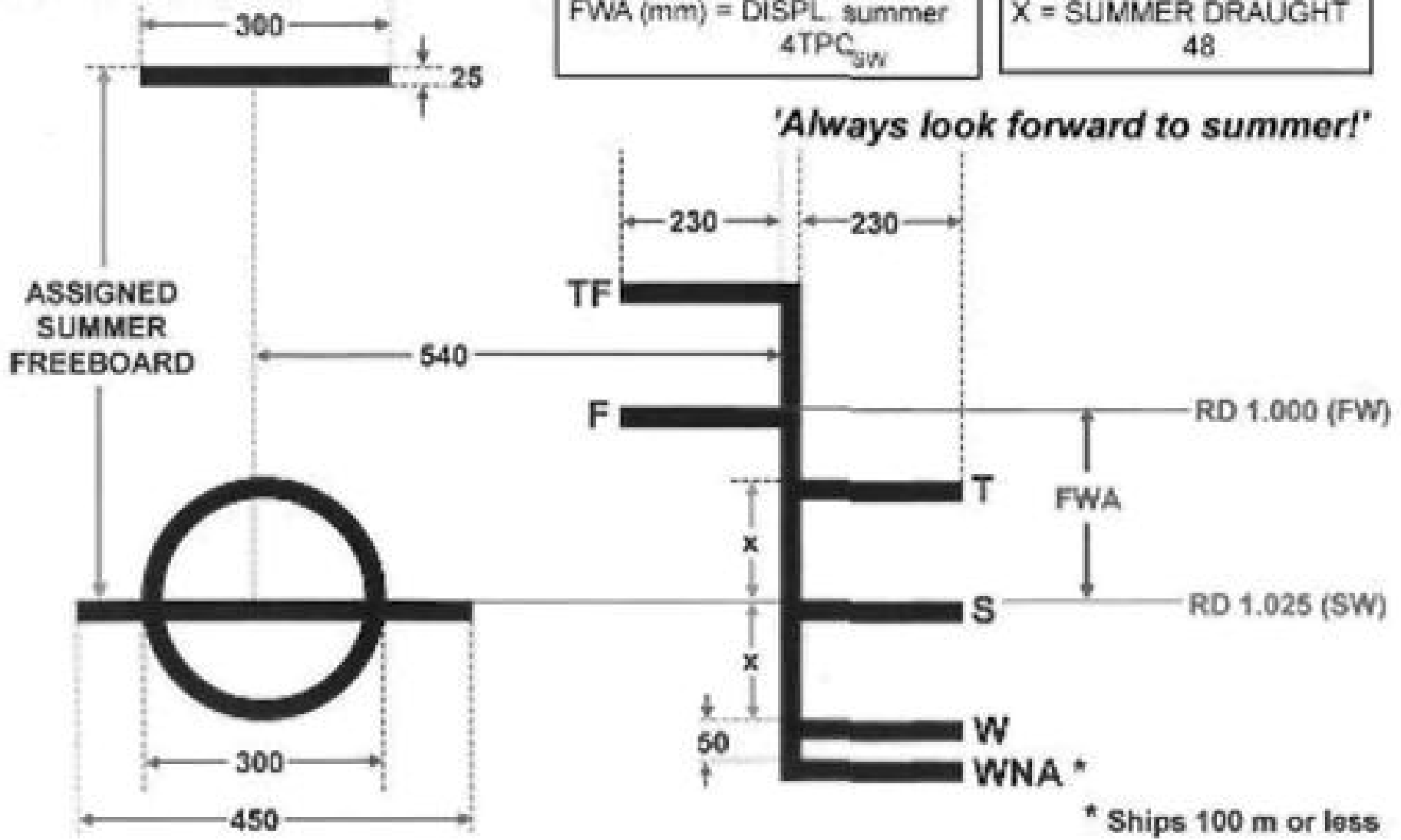


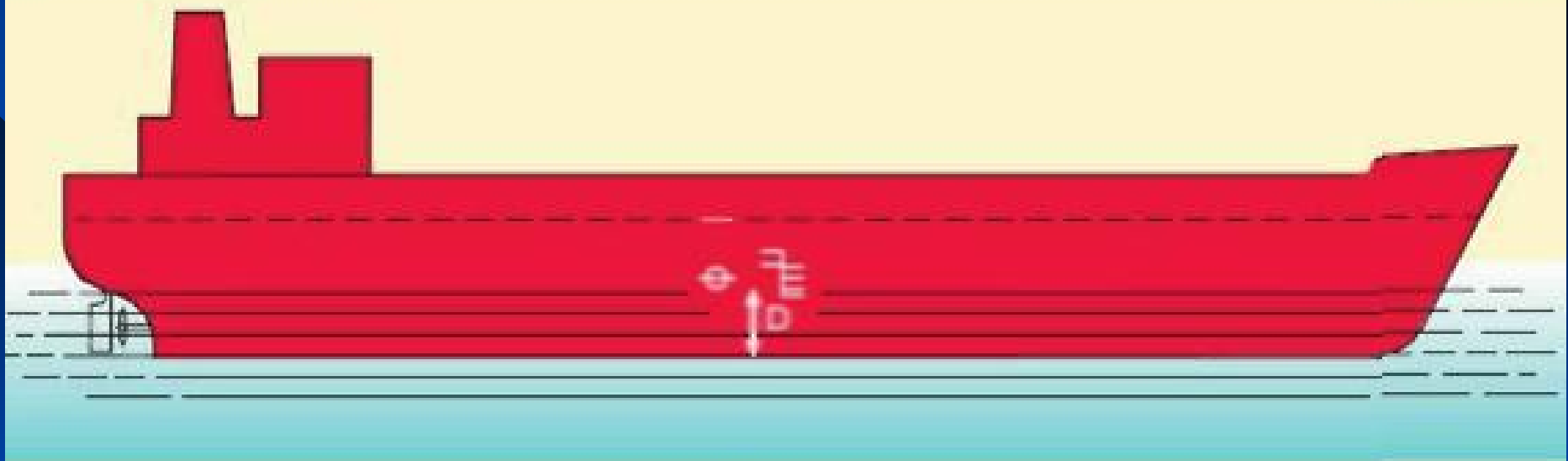
NOT TO SCALE (Dimensions in mm)

$$\text{FWA (mm)} = \frac{\text{DISPL}_{\text{summer}}}{4\text{TPC}_{\text{SW}}}$$

$$X = \frac{\text{SUMMER DRAUGHT}}{48}$$

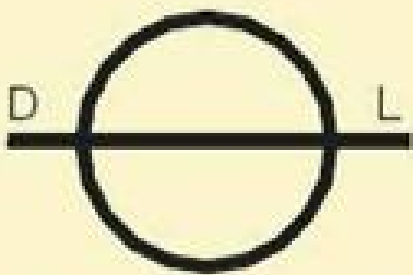
'Always look forward to summer!'



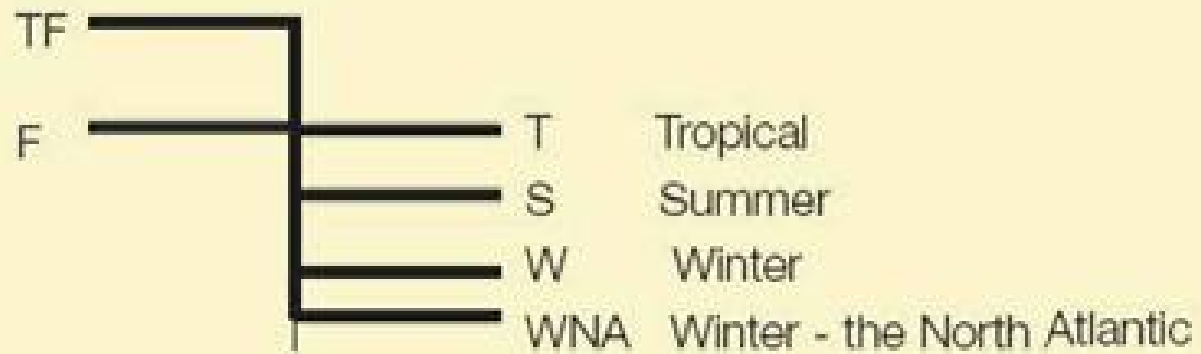


Freeboard deck

D: Freeboard draught



Danish load mark

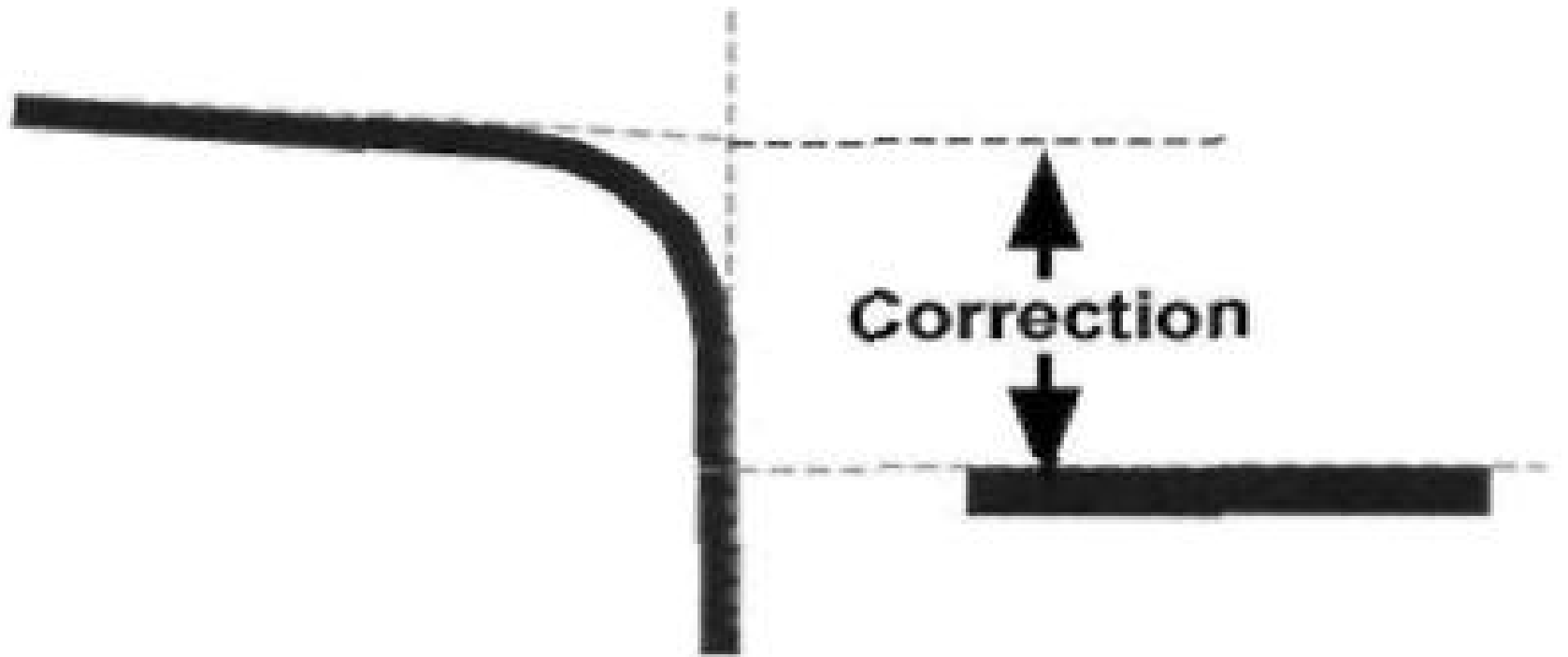


Freshwater →

← Seawater



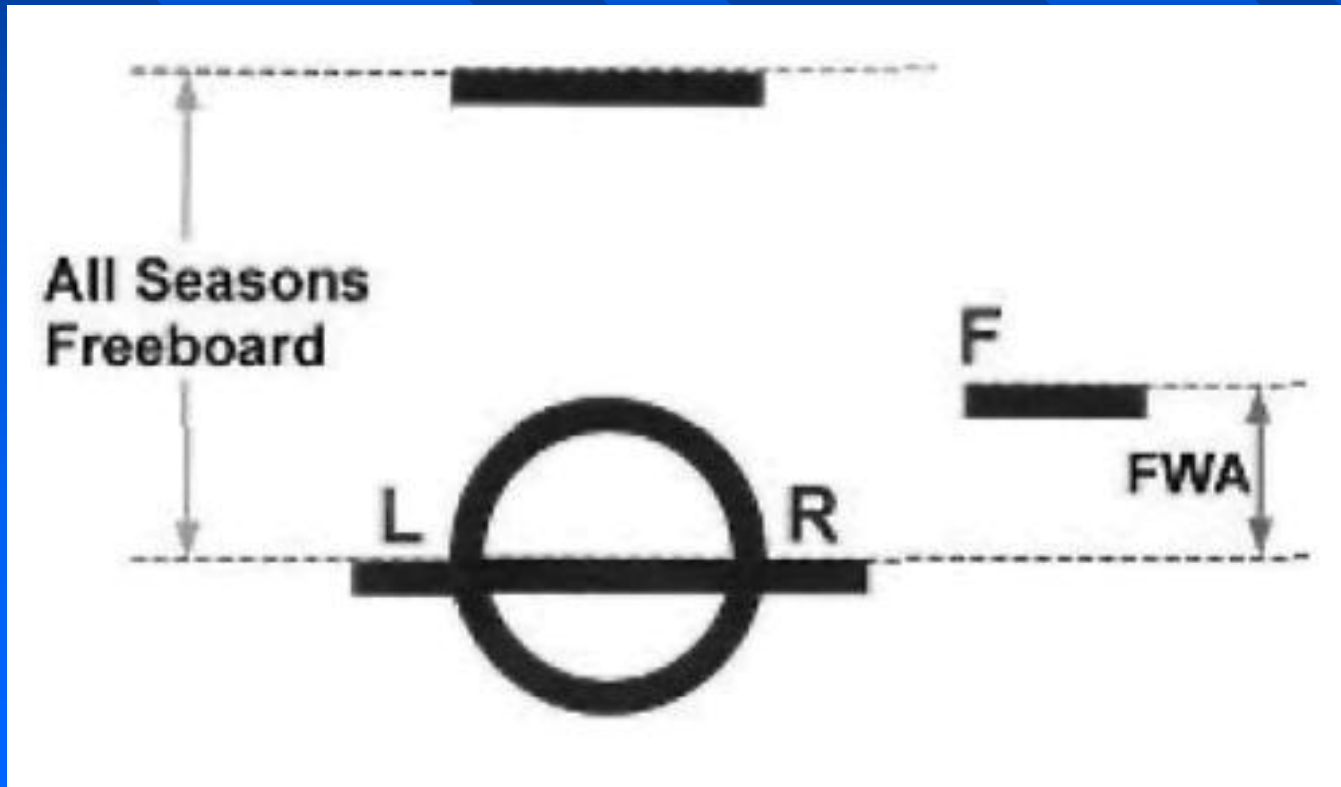
Fig. 26.4



Nadvođe

■ Oznaka nadvođa

Nalazi se točno ispod oznake palube. Kroz središte kruga od 300mm promjera povučena je vodoravna linija 25mm debela i 450 mm dugačka.



Nadvođe

■ Dopušteno nadvođe

Udaljenost gornjeg ruba te linije od gornjeg ruba oznake palube je najmanje dopušteno nadvođe za dotični brod kada poduzima putovanja po otvorenom moru u ljetno doba. Zbog toga se ta crta povučena kroz središte kruga naziva ljetna oznaka (*Summer mark*).

Nadvođe

■ Ljetna oznaka (*Summer Mark - S*)

Od gornjeg ruba ljetne oznake mjere se sva ostala nadvođa. Slova urezana iznad krajeva ljetne oznake, inicijali su zavoda koji je po ovlaštenju vlade odredio nadvođe za dotični brod. To je u pravilu kod kojeg je brod klasificiran (npr. LR-Lloyd Register)

■ Nadvođe za putovanje po tropskim vodama (*Tropical -T*)

Nalazi se iznad ljetne oznake. nadvođa i ima dimenzije 250mm dugačka i 25mm široka

Udaljenost između S i T je također 1/48 gaza na ljetnoj oznaci nadvođa.

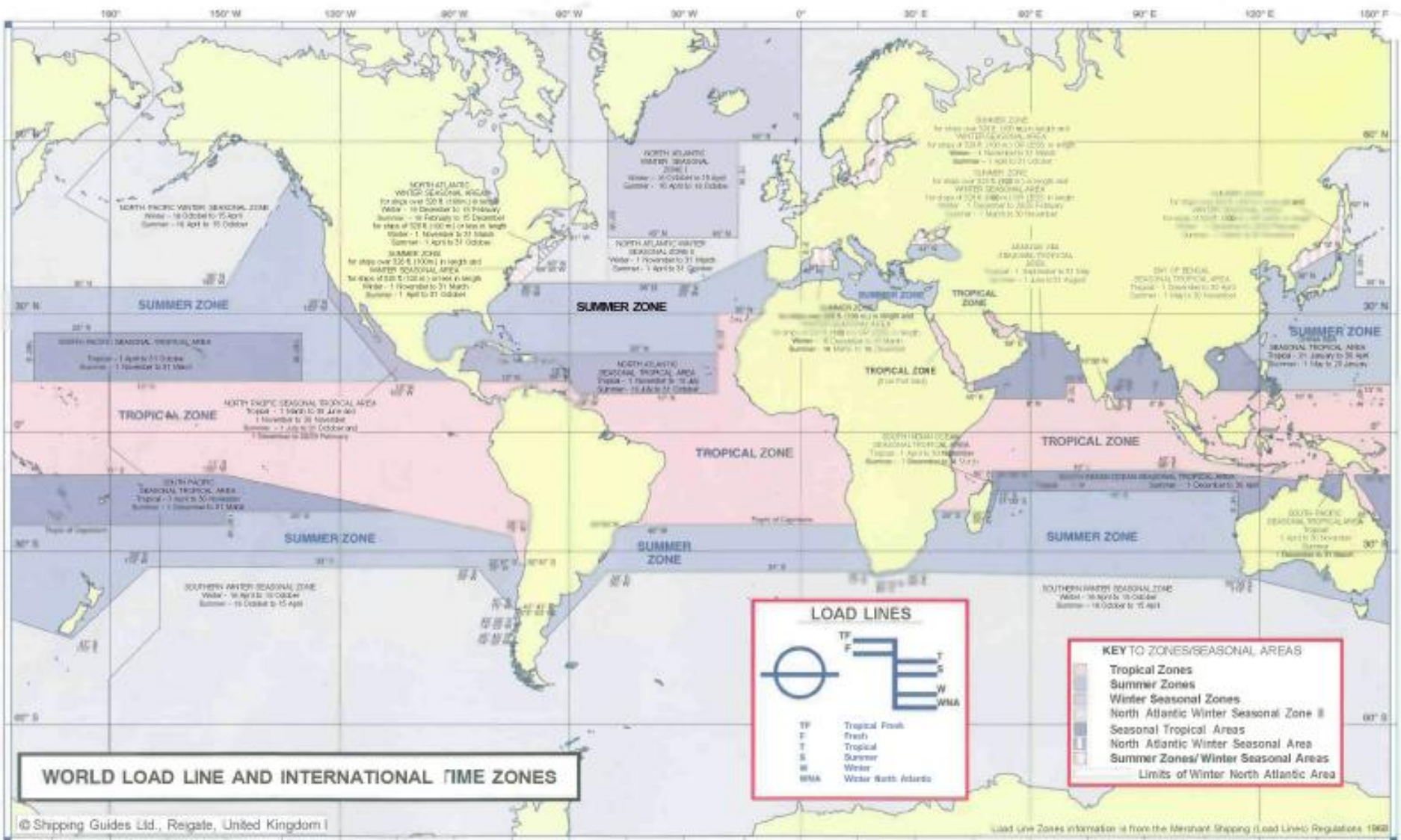
Nadvođe

■ Oznaka nadvođa uslatkoj vodi (*Fresh* –F)

Kada brod prijeđe iz slane u slatku vodu mora više uroniti radi toga jer je slatka voda rjeđa. Ovo uronuće računa se kao (razlika gaza) = (deplasman) / (40 x TPC). Oznaka se smješta po krmu od vertikalne linije

■ T oznaka nadvođa u tropskim predjelima u slatkoj vodi (*Tropical Fresh* TF)

Nalazi se iznad tropske oznake nadvođa. Računa se prema istoj formuli kao i tropsko nadvođe samo se uzima deplasman na tropskoj oznaci nadvođa. Smještena po krmu od vertikalne linije.



WORLD LOAD LINE AND INTERNATIONAL TIME ZONES

© Shipping Guides Ltd., Reigate, United Kingdom

Load Line Zones information is from the Merchant Shipping (Load Lines) Regulations 1980



GLAVNE MJERE BRODA

Glavne mjere broda

- Ukupno su četiri glavne mjere broda (*engl. Ship Tonnages*):
 - **deplasman ili istisnina,**
 - **nosivost,**
 - **zapremnina (tonaža) i**
 - **kapacitet.**

Glavne mjere broda - Deplasman

■ DEPLASMAN ili ISTISNINA

- Deplasman (D) ili istisnina jednaki su težini vode koju brod istiskuje svojim trupom, odnosno to je cjelokupna težina broda. To je jednako umnošku volumena uronjenog djela broda i specifične težine medija u kojem se nalazi ($D = V \cdot \delta$)
 - Specifična težina morske vode iznosi približno ($\delta = 1,025 \text{ t/m}^3$)
 - Specifična težina slatke vode iznosi približno ($\delta = 1,000 \text{ t/m}^3$)

Glavne mjere broda - Deplasman

- **Istisnina broda** (V) je ona količina vode koju je neki brod istisnuo svojim volumenom.
- **ISTISNINA** se može promatrati u tri oblika kao:
volumen, masa ili težina
- **Volumen istisnine** $\nabla =$ ***m³***
- **Masa istisnine** $D = \rho * V$ ***kg ili t***
- **Težina istisnine** $W = g * \rho * \nabla$ ***N ili kN ili MN***
- Kod čeličnih brodova istisnina se proračunava unutar vanjskog ruba rebara (bez debljine oplate) dok se kod drvenih brodica uzima u obzir i debljina oplate.

Deplasman

Volumen podvodnog dijela broda V često se naziva Volumen deplasmana.

Riječ "ton" ne predstavlja uvijek istu količinu težine.

Tako imamo izraze:

- "Metric ton" - "Long ton" - "Short ton"

- Deplasman se na evropskom kontinentu mjeri u metričkim tonama.

1 metrička tona (engl. Metric Tonne) = 1000,0000 kgs

- U Velikoj Britaniji i na Zapadu često se upotrebljava i tzv. engleska tona ili duga tona (engl. Long ton).

1 duga tona (engl. Long Ton) = 1 016,04691 kgs

- Amerikanci upotrebljavaju tzv. kratku tonu (engl. Short ton).

1 kratka tona (engl. Short Ton) = 907,18474 kgs

Glavne mjere broda - Deplasman

- **Deplasman trgovačkih brodova** je važan zbog toga što se s pomoću njega vrše razni proračuni, izrađuju nacrti, tablice, dijagrami i sl. Međutim, deplasman nije prikladna mjera za označivanje veličine trgovačkih brodova jer im se, zbog ukrcavanja ili iskrcavanja tereta težina neprestano mijenja.
- Razlikuju se dva deplasmana trgovačkih brodova:
 - laki deplasman (Light Displacement).
 - deplasman potpuno nakrcanog broda, (Loaded Displacement)
- **Laki deplasman** je deplasman potpuno praznog broda, bez goriva, kotlovene i pitke vode, hrane, posade, tereta itd., kojom prilikom brod uroni do lake vodene linije.
- Kad se kod trgovačkog broda govori o **deplasmanu potpuno nakrcanog broda**, misli na brod koji pod teretom uroni sve do oznake nadvođa odnosno do konstrukcijske vodene linije (KVL).

Glavne mjere broda - Deplasman

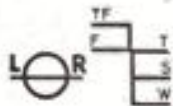
■ Deplasman ratnih brodova

Postoje dva deplasmana ratnih brodova:

- standardni deplasman (Standard Displacement)
 - pun deplasman (Full load Displacement)
- Standardni se deplasman odnosi na ratni brod koji je opremljen sa (već prema tome kako je u kojoj državi uobičajeno) zaliha goriva, municije, hrane, vode i drugih brodskih zaliha. Konstrukcijska vodena linija ratnog broda odgovara standardnom deplasmanu. Za vrijeme mira, dakle u normalno vrijeme, ratni brodovi redovito plovo pod standardnim deplasmanom.
- U vrijeme rata svi ratni brodovi plovo potpuno nakrcani, što znači da imaju pun deplasman..

Glavne mjere broda - Deplasman

- **Tablica deplasmana** - Uz krivulju deplasmana obično se konstruira još i tablica ili skala deplasmana.
- Tablica deplasmana služi pomorcima u praktične svrhe, prvenstveno za proračunavanje količine ukrcanog i iskrcanog tereta i za proračunavanje promjene gaza broda u svezi s krcanjem tereta.
- Tablica deplasmana obično se konstruira zajedno s tablicom nosivosti ili točnije, ona je sastavni dio tablice nosivosti



TABLICA NOSIVOSTI												
MORSKA VODA						SLATKA VODA						
Tone/stopa Tone/cm	NOSIVOST		DEPLAS- MAN		GAZ		DEPLAS- MAN		NOSIVOST		Tone/cm Tone/stopa	
	MT	DT	MT	DT	S	M	MT	DT	MT	DT		
59					33	10					23	
58					32							27
57					31	9						26
56					30							25
55					29	8						24
54					28							23
53					27	7						22
52					26							21
51					25	6						20
50					24							19
49					23	5						18
48					22							17
47					21	4						16
46					20							15
45					19	3						14
44					18							13
43					17	2						12
42					16							11
41					15	1						10
40					14							9
39					13							8
38					12							7
37					11							6
36					10							5
35					9							4
34					8							3
33					7							2
32					6							1
31					5							0
30					4							0
29					3							0
28					2							0
27					1							0
26					0							0
25					0							0
24					0							0
23					0							0
22					0							0
21					0							0
20					0							0
19					0							0
18					0							0
17					0							0
16					0							0
15					0							0
14					0							0
13					0							0
12					0							0
11					0							0
10					0							0
9					0							0
8					0							0
7					0							0
6					0							0
5					0							0
4					0							0
3					0							0
2					0							0
1					0							0
0					0							0

Legenda: MT = metrička tona S = stopa
DT = đuga tona M = metar

Tablica nosivosti trgovačkog broda

Glavne mjere broda - Nosivost

■ NOSIVOST

- Nosivost je težina tereta pod kojom brod uroni od lake ili neke druge vodene linije, a mjeri se u težinskim tonama (metrička, duga ili kratka tona).
- Deplasman sadržava težinu praznog broda i nosivost (Deadweight), gdje ne nosivost jednaka ukrcajnom kapacitetu broda, uključujući bunker i druge neophodne potrepštine za pogon broda. Nosivost ili deadweight u svakom trsnutku predstavlja razliku između stvarnog deplasmana i težine praznoga broda, sve izraženo u tonama:

$$\textit{deadweight} = \textit{displacement} - \textit{light weight}$$

Glavne mjere broda - Nosivost

- Težina praznog broda normalno se ne koristi za označivanje veličine broda, budući da se “Deadweight tonnage” - DWT, temelji na ukrcajnom kapacitetu broda, uključujući gorivo, mazivo, itd, za normalno operiranje broda, mjereno u tonama kada je brod uronjen na nekoj vodenoj liniji.
- Katkada, “deadweight tonnage” može također predstavljati projektirani gaz broda, ali u tom slučaju to mora biti posebno navedeno.

Glavne mjere broda - Nosivost

- **Ukupna nosivost (N_u)** ili deadweight tonnage, jest masa tereta pod kojom brod uroni do odgovarajuće teretne crte na oznaci nadvođa
- Ukupna je nosivost trgovačkog broda sastoji se od **korisne nosivosti (N_k)** koju čini masa komercijalnog tereta i **posredne nosivosti (N_p)** koju čini masa brodskih zaliha, posade i ostalih masa na brodu.

Glavne mjere broda - Nosivost

- **Posredna je nosivost** težina tereta brodskih zaliha. U posrednu nosivost ubraja se, prije svega, masa goriva, slatke vode, hrane, zalihe rezervnih djelova, masa posade, kao i ostale nepoznate težine (Mrtve težine – Constant) na brodu koje proračunavamo “Draft Survey-om”.
- Posredna nosivost u trgovačkih brodova zavisi od duljine predviđenog putovanja i odmjerava se tako da korisna nosivost bude što veća.

Glavne mjere broda - Nosivost

■ Mrtve težine (konstanta) na brodu

Mrtvih težina kao sastavnog dijela posredne nosivosti a ima je u višoj ili manjoj mjeri, na svakom trgovačkom brodu.

U mrtve težine ubrajaju se u prvom redu voda i ostale otpadne tekućine koje se skupljaju u kaljužama (slivnicama) broda, neiskorišteni zaštitni materijal za teret i dr. Pomorci redovito nastoje da količina mrtvih težina na brodu bude što manja jer njihova težina ide na štetu korisne nosivosti broda. Stoga je potrebno na svakom brodu što češće ispražnjavati i čistiti brodske kaljuže, čistiti tankove balasta, itd.

Glavne mjere broda - Zapremnina

ZAPREMNINA ili Tonaža

- Tonaža broda (Tonnage) ukupan prostor broda izračunan nakon mjerenja, tj. Baždarenja. a prema odredbama *IMO konvencije o baždarenju brodova* (1969.) kao bruto i neto tonaža (*Gross Tonnage - GT, Nett Tonnage - NT*).
- Zapremina ili tonaža, eng. Registered Tonnage, jest volumen svih zatvorenih prostorija broda izražen u tzv. registarskim tonama.

Glavne mjere broda - Zapremnina

■ Definicija i značenje zapremine

Zapremnina ili tonaža, eng. Registered Tonnage, jest volumen svih zatvorenih prostorija broda.

Registarska zapremnina predstavlja obujam brodskog prostora iskazanog u registarskim tonama.

Registarska tona kao jedinica zapremine iznosi 100 kubičnih stopa ili 2,832 m³ . Ta mjera izražava prosječan volumen koji zaprema jedna tona tereta.

Glavne mjere broda - Zapremnina

■ Podjela zapremine

1. Bruto Tonaža (BT) (eng. Gross Tonnage (GT))
2. Neto Tonaža (NT) (eng. Net Tonnage (NT))

■ Baždarenjem dobivena zapremnina broda izražena u registarskim tonama zove se ukupna ili bruto registarska zapremnina.

■ **Bruto Tonaža (BT) ili zapremnina** obuhvaća ukupni zatvoreni brodski prostor bez nekih prostorija kao što su kormilarnica, prostor pomoćnih brodskih strojeva, kuhinja i WC-a.

Glavne mjere broda - Zapremnina

- BT predstavlja veličinu unutarnjeg volumena broda u skladu sa zadanim pravilima za ovu vrstu mjerenja, i široko se koristi u praksi.
- Po bruto zapremini brodovi se upisuju u Registar. Registar vode lučke kapetanije i sjedište lučke kapetanije automatski postaje luka pripadnosti broda
- Po bruto zapremini obično se računa veličina trgovačke mornarice jedne države.
- dokovanje trgovačkih brodova naplaćuje prema jednoj BT.
- Bruto zapremina broda važna je i zbog toga što se iz nje proračunava neto registarska tonaža.

Glavne mjere broda - Zapremnina

- **Netto zapremnina** se odnosi na zatvoreni brodski prostor koji je namijenjen prijevozu robe
- Netto zapremnina služi za određivanje izračuna lučkih taksa i taksa za plovidbu kanalima, za plaćanje peljarskih usluga, poreza, carine i si. Upravo zbog toga što je netto zapremnina povezana s novčanim davanjima broдача, a katkada i naručioca, propisi o određivanju netto tonaže vrlo su precizni i strogi.
- Podaci o bruto i netto zapremini nekog broда nalaze se u njegovoj svjedodžbi o baždarenju.

Glavne mjere broda - Kapacitet

KAPACITET

Kapacitet za teret, (*engl. Capacity Tonnage*) jest raspoloživi prostor za teret izražen u kubičnim metrima (m^3) ili kubičnim stopama (ft^3).

Kapacitet je vrlo važna mjera trgovačkog broda jer služi za pravilan raspored tereta po pojedinim skladištima i za sastavljanje plana tereta. Kapacitet za teret ujedno obuhvaća kapacitet spremišta za brodske zalihe, kapacitet tankova, za gorivo, pitku i kotlovnu vodu, balast i sl.

Razlikuju se dva kapaciteta:

- kapacitet za žito (*eng. Grain Capacity*),
- kapacitet za bale (*engl. Bale Capacity*).

Glavne mjere broda - Kapacitet

- **Kapacitet za žito**, odnosi se na rasuti teret. On je uvijek veći od kapaciteta za bale jer rasuti teret, npr. žito, ispunjava sav prostor skladišta uključujući i prostor između rebara i između sponja
- **Kapacitet za bale**, odnosi se uglavnom na komadnu i pakovanu robu, dakle na generalni teret. U kapacitet za bale nije uračunat prostor koji komadni i pakovani tereti ne mogu zauzeti, npr. prostor između zaštitnih trenica (priboja) na bočnim stijenama skladišta i prostor između sponja.
- Prilikom proračunavanja kapaciteta za žito i kapaciteta za bale nekog brodskog skladišta odbija se prostor koji zauzimaju upore, sponje, zaštitne trenice, cjevovodi i druge slične konstrukcije. Ako je prostor za teret razdijeljen u posebne odjele (ćelije), kapacitet se svakog odjela računa posebno.

Glavne mjere broda - Kapacitet

- **Prostor po toni nosivosti** je omjer ukupnog kapaciteta za bale nekog broda i njegove ukupne nosivosti. To je zapravo onaj prostor koji mora zauzimati jedna tona tereta da bi se istodobno potpuno iskoristila nosivost i kapacitet broda. Tada bi kapacitet za teret bio potpuno iskorišten i brod bi uronio do oznake nadvođa.

U pomorskoj se praksi za takav slučaj kaže da je brod nakrcan **»full and down«**. U praksi se, međutim, to rijetko događa. Kad je brod nakrcan nekim teškim i kompaktnim teretom, npr. rudačom ili žitaricama, on će redovito iskoristiti nosivost, ali ne i kapacitet.

Kod generalnog je tereta obratno: brod redovito iskoristi kapacitet, ali ne i nosivost. To je osobito karakteristično za suvremeni generalni teret, koji je tako pakovan da zauzima relativno mnogo prostora. Samo vrlo rijetko, ako se prikladno kombinira lagani i teški teret, brod može potpuno iskoristiti nosivost i kapacitet.

Glavne mjere broda - Kapacitet

- **Kapacitetni plan broda** je nacrt broda (uzdužni i poprečni presjek) na kojem su označeni prostori za teret, spremišta brodskih zaliha i brodski tankovi, a u posebnim tablicama dat je njihov kapacitet i često položaj težišta. Uz plan se obično ucrtava i tablica nosivosti. Na nacrtu je označeno koji se tankovi protežu preko cijele širine broda, a koji su nepropusnom pregradom pregrađeni u lijevi i desni tank. Kod pregrađenih tankova u tablici je dat posebno kapacitet za desni, a posebno za lijevi tank.

KAPACITET SKLADISTA I MEĐUPALUBLJA

Prostor	Kod rebra	Za žito		Za bale	
		kubičnih metara	kubičnih stopa	kubičnih metara	kubičnih stopa
Skladište br. 1	158—180	1321	46 653	1155	40 802
Skladište br. 2	134—158	2 707	95 602	2 589	91452
Skladište br. 3	111—134	2 863	101111	2 658	93 878
Skladište br. 4	82—101	2 311	81617 98	2 067	73 004
Skladište br. 5	59—82	2 797	780 66	2 563	90510
Skladište br. 6	43—59	1884	536 15	1692	59 760
Visoko skladište A	131—137	425	010 13	418	14 775
Visoko skladište B	79—85	381	456 10	376	13 232
Visoko skladište C	37—43	284	030	284	10 030
Ukupno skladišta		14 973	528 795	13 802	487443
Međupalub. br. 1	158—180	893	31538	772	27 275
Međupalub. br. 2	137—158	1098	38 778	1044	36 876
Međupalub. br. 3	111—131	1080	38142	1011	35 710
Međupalub. br. 4	85—101	835	29489	791	27 925
Međupalub. br. 5	59—79	1052	37153	977	34 512
Međupalub. br. 6	37—59	1044	36 870	934	32 980
Ukupno međupalublje		6002	211 970	5 529	195 278
Baždarski zdenac	101—104	139	4909 4	131	4 626 4
Spec. ter. prostor	7—3	136	803	122	308
Svega ukupno		21250	750 477	19 584	691655

KAPACITET SPREMISTA

Spremište	Kod rebra	Kubičnih metara	Kubičnih stopa	Težište u m	
				od kobilice	od krm. okom.
Pramčano palubno spremište	Statva—180	285,6		12,75	144,15
Spremište u pramčanom nadgrađu	Statva—187	169,0	10 086,42	16,20	147,02
Spremište u pramčanom nadgrađu	179—187	39,3	5 968,51	15,70	140,58
Spremište boja	179—187	39,3		15,70	140,58
Spremište fenjera	179—184	17,3	1 387,94	15,70	139,72
		19,2	1 387,94	15,15	122,18
Spremište u prednjoj palubnoj kućici	153—158	9,9		13,90	82,30
Spremište u srednjoj palubnoj kućici	104—106	29,5	610,98	13,90	83,90
Priručno spremište na palubi	104—110	130,4	678,08	11,85	9,40
Spremište hrane	9—18	20,4		11,80	11,50
Spremište za krumpir i luk	9—18	54,6		12,10	3,97
Spremište za vino	15—18	74,7	349,63	12,00	6,20
Rashladno spremište	3—9		1 041,84		
	3—15		4 605,28		
			720,46		
			1 928,29		
			2 638,15		

KAPACITET TANKOVA LOZIVOG ULJA

Tank	Kod rebra	Kubičnih metara	Tona (1 000 kg)
Centralni tank br. 4	82—109	404,1	356,4
5	59—82	344,3	303,6
6	40—59	189,6	167,2
Taložni tank — lijevi	14—17	25,6	22,7
Taložni tank — desni	14—17	25,6	22,7
Tank dnevne potrošnje — lijevi	14—17	16,9	14,9
Tank dnevne potrošnje — desni	14—17	16,9	14,9
Krmeni tank — lijevi	10—14	55,2	48,8
Krmeni tank — desni	10—14	55,2	48,8
Ukupno		1133,4	1 000,0

Glavne mjere broda - Kapacitet

- Kod tekućina koje na dnu tanka ne ostavljaju talog mjeri se visina tekućine u tanku od dna tanka do gornjeg ruba tekućine, a kod tekućina koje ostavljaju talog (npr. loživo ulje) mjeri se visina praznog prostora ili tzv. Ullage, od površine tekućine u tanku do vrha tanka.. Svi su brodski tankovi kalibrirani, pa se na temelju visine tekućine ili visine praznog prostora s pomoću posebnih tablica određuje količina tekućine u tanku.

Glavne mjere broda - Kapacitet

■ Faktor slaganja tereta i izgubljeni prostor

Za sastavljanje plana tereta potrebno je poznavati još i faktor slaganja tereta, (engl. stowage factor).

■ **Faktor slaganja** jest broj koji pokazuje koliko prostora zauzima jedna tona dobro složenog tereta, izraženo u kubičnim metrima ili kubičnim stopama.

■ Pri određivanju faktora slaganja tereta uzima se u obzir i tzv. **izgubljeni prostor (Broken Stowage)**. Izgubljeni prostor uzrokuju omoti (ambalaža) i zaštitni materijal upotrijebljen prilikom slaganja tereta na brodu, zatim krivine i stršeci dijelovi broskog skladišta (rebra, sponje, uporoce i dr.), pa se nijedan teret ne može idealno složiti.

■ Ako se faktor slaganja pomnoži količinom tereta u tonama, dobije se volumen prostora (u kubičnim metrima ili kubičnim stopama) koji će teret zauzeti u brodu. Nakon toga se na temelju kapacitetskog plana planira smještaj tereta u pojedina skladišta i druge teretne prostore na brodu.

Glavne mjere broda - Kapacitet

■ Faktor kapaciteta i proračun težina za uzdužni raspored tereta

Pri krcanju tereta mora se posebna pozornost obratiti na uzdužni raspored tereta kako bi brod po završetku ukrcanja tereta plivao na ravnoj kobilici ili imao trim kakav mu je potreban

- Faktor kapaciteta **fc** jest broj koji se dobije kada se kapacitet za bale ili kapacitet za žito svakoga pojedinog brodskog skladišta ili teretnog odsjeka broda (skladište zajedno s međupalubnim prostorom iznad njega) podijeli ukupnim kapacitetom za bale odnosno za žito, prema tome da li brod krca opći ili rasuti teret. Kad se korisna nosivost broda pomnoži faktorom kapaciteta skladišta, odnosno teretnog odsjeka, dobije se masa tereta koja otpada na to skladište ili teretni odsjek.

Glavne mjere broda - Kapacitet

$$f_c = \frac{C_o}{C} [MT]$$

- C_o - kapacitet teretnog prostora
- C - ukupni kapacitet broda
- p - težina koja se krca u određeni teretni prostor
- f_c - faktor kapaciteta
- N_k - težina ukupnog tereta (korisna nosivost)

Težina tereta koja otpada na neki teretni odsjek ili skladište računa se po formuli:

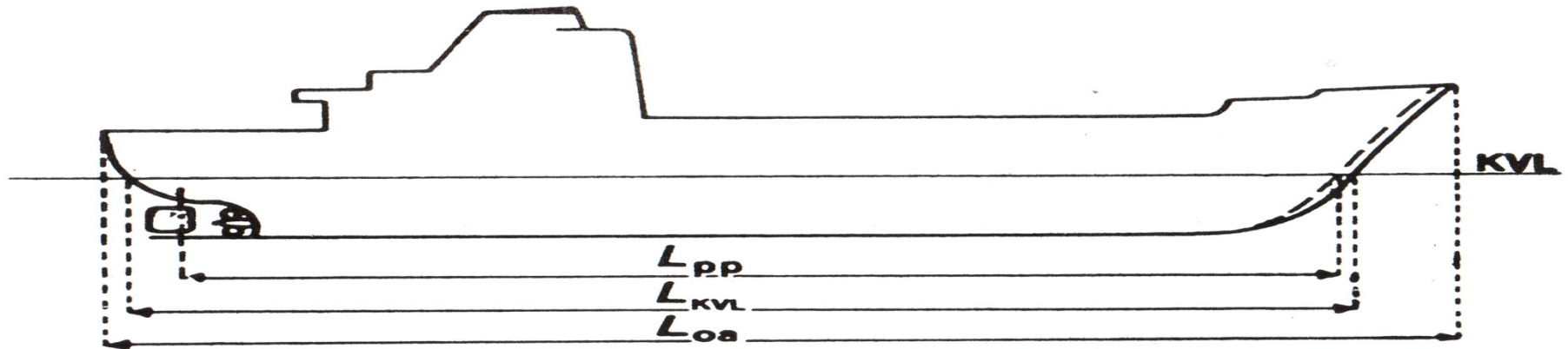
$$p = N_k \cdot f_c [MT]$$

Glavne mjere broda - Kapacitet

- Kada se svi faktori kapaciteta svakog pojedinog skladišta zbroje, mora se dobiti 1 (jedan), a kada se zbroje sve težine / mase p , mora se dobiti korisna nosivost broda Nk . Ovo služi samo kao matematički dokaz da je proračun pravilno izveden.

Glavne značajke broda - Dimenzije duljine

Glavne dimenzije odnose se na geometrijske karakteristike trupa. Razlikuju se dimenzije duljine, širine i visine, istisnina i registarska



DULJINA BRODA: L_{pp} – duljina između okomica; L_{KVL} – duljina na konstrukcijskoj vodnoj liniji; L_{Oa} – duljina preko svega; KVL – konstrukcijska vodna linija

Dimenzije duljine jesu:

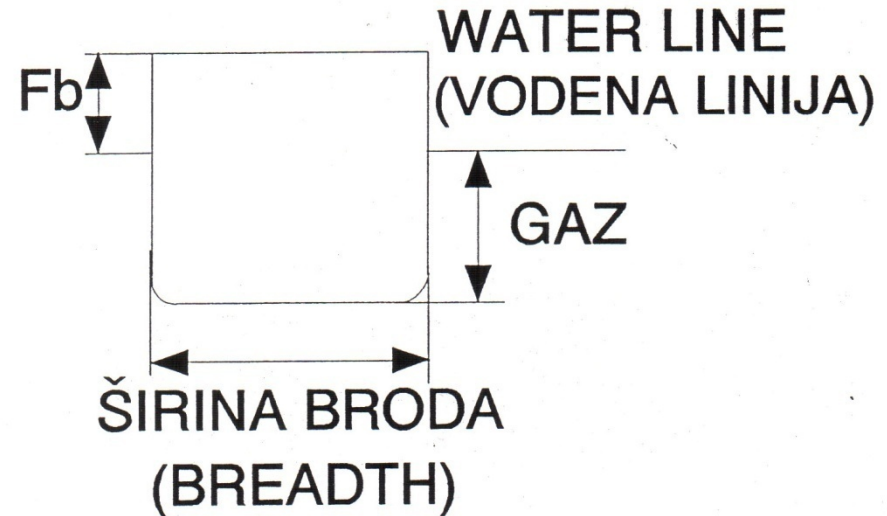
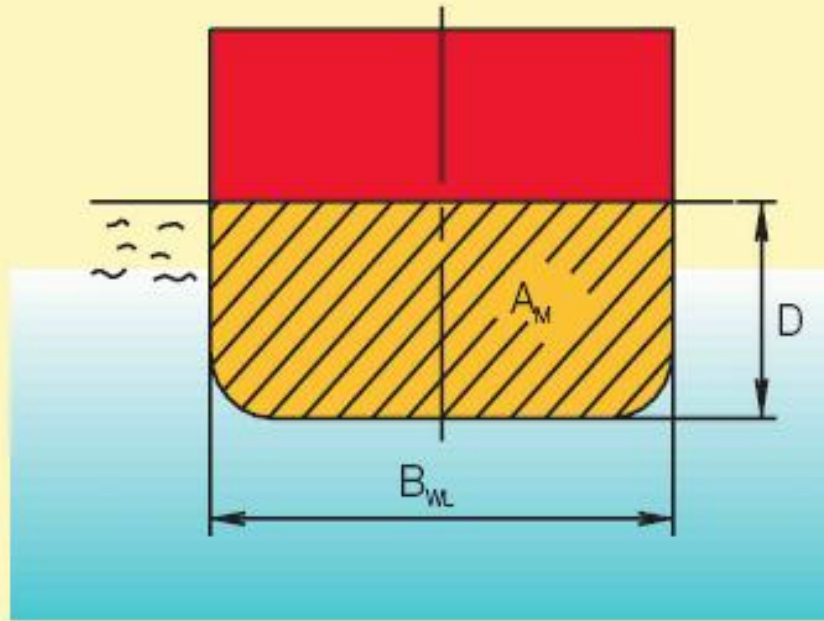
LOA - duljina preko svega je duljina mjerena između dva okomita pravca koji prolaze kroz krajnje točke broda na pramcu i krmi, u što je uključen gumeni profil i ugrađena oprema ali bez vanjskog kormila.

LPP - duljina između okomica. Služi za pojedine hidrostatičke proračune i za dimenzioniranje elementa trupa prema pravilima klasifikacijskih društava.

LWL - duljina na vodnoj liniji je vodoravni razmak između krajnjih točaka KVL

Glavne značajke broda - Dimenzije širine

Glavne dimenzije odnose se na geometrijske karakteristike trupa. Razlikuju se dimenzije dužine, širine i visine, istisnina i registarska

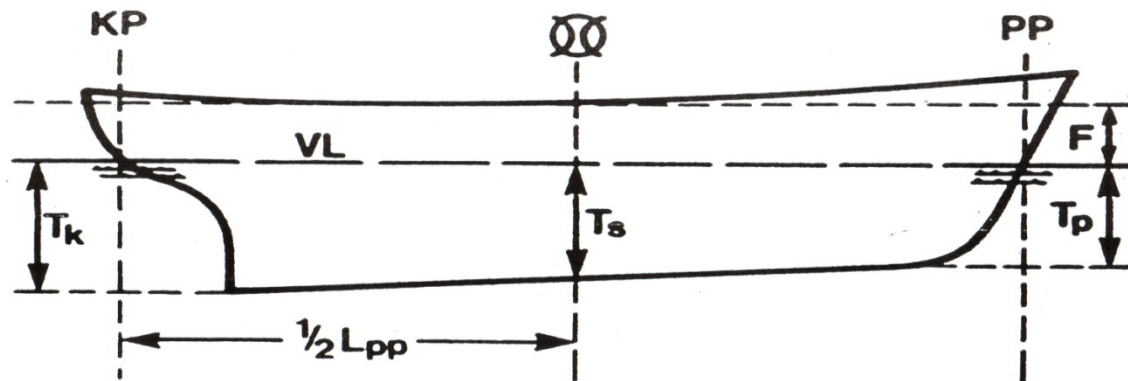
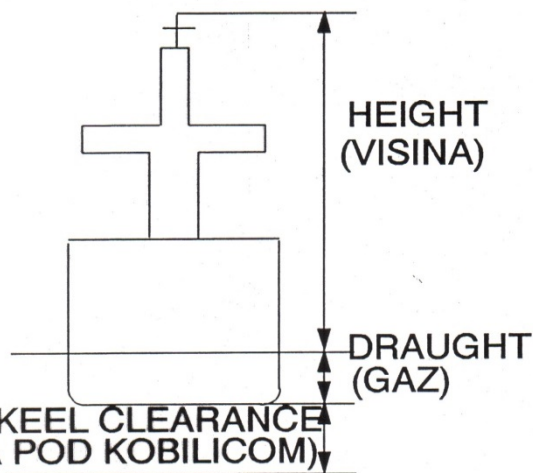


Dimenzije širine jesu:

B_{MAX} - najveća širina sa svim privjescima i nadogradnjama.

B - širina glavnog rebra. Mjeri se

Glavne značajke broda - Dimenzije visine



GAŽ BRODA: PP i KP - pramčana odn. krmena okomica (perpendikular); T-gaž; F-nadvođe; VL-vodna linija

Dimenzije visine jesu:

H - bočna visina se mjeri na polovici duljine broda i to na boku od gornjeg ruba

razme ili linije palube do

donjeg ruba laminata dna ili gornjeg ruba kobilice.

Služi za proračun čvrstoće, stabiliteta, nepotopivosti i za dimenzioniranje

elementa trupa prema pravilima klasifikacijskih društava.

T - gaž se mjeri po boku broda, na polovici duljine, od

Glavne značajke broda - Dimenzije visine

F - nadvođe (*engl. Freeboard*) je vertikalni razmak mjereno po boku broda na polovici njegove duljine od plovne vodne linije do gornjeg ruba palube.

Razlikuje se:

ff - nadvođe mjereno na pramcu,

fa - nadvođe mjereno na krmi; a kod brodica s izvanbrodskim motorom mjereno na mjestu gdje voda može najprije ući u brodicu ,

fm - nadvođe mjereno na polovici duljine broda i

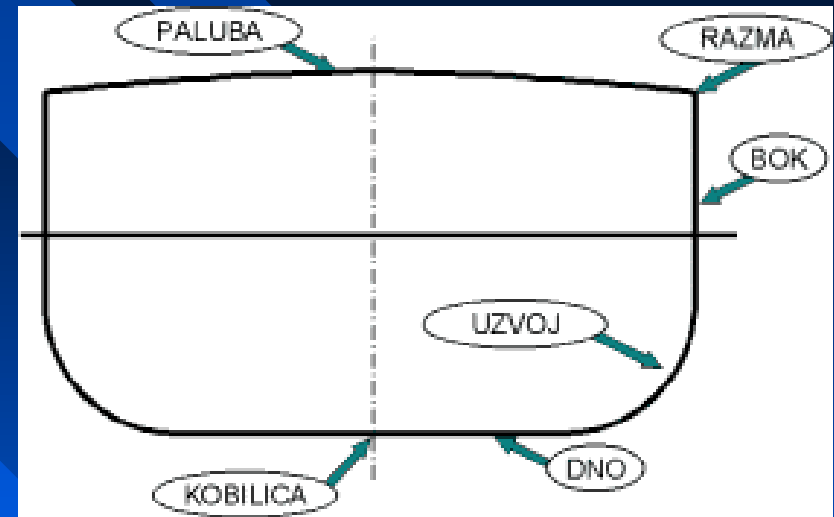
$F = (ff + fa + fm) / 3$ - srednje nadvođe.

SK, SP - zakrivljenost ili skok palube je okomiti razmak ruba palube na prednjoj (SP) i stražnjoj (SK) okomici iznad najniže točke palube.

b - preluk palube je okomiti razmak od sredine spone do ruba palube na najširem mjestu palube.

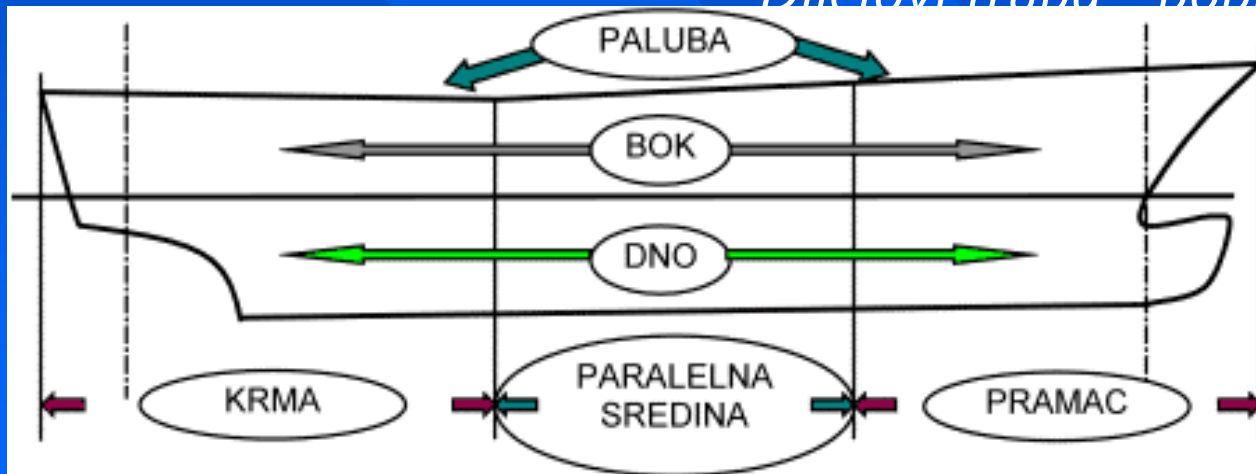
Dijelovi trupa

Opisivanje forme broda može biti jednostavnije ukoliko se forma podijeli na karakteristične dijelove. Svaki od dijelova ima kako funkcionalnu tako i oblikovnu osobitost.



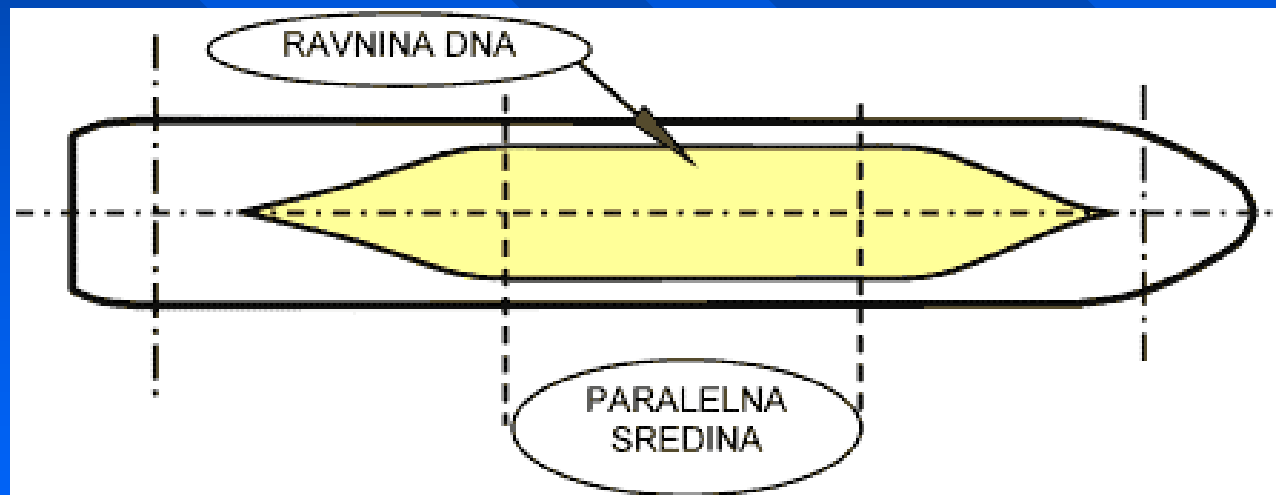
Dijelovi trupa - nonrečni presjek

trupa



Dijelovi trupa - Dno

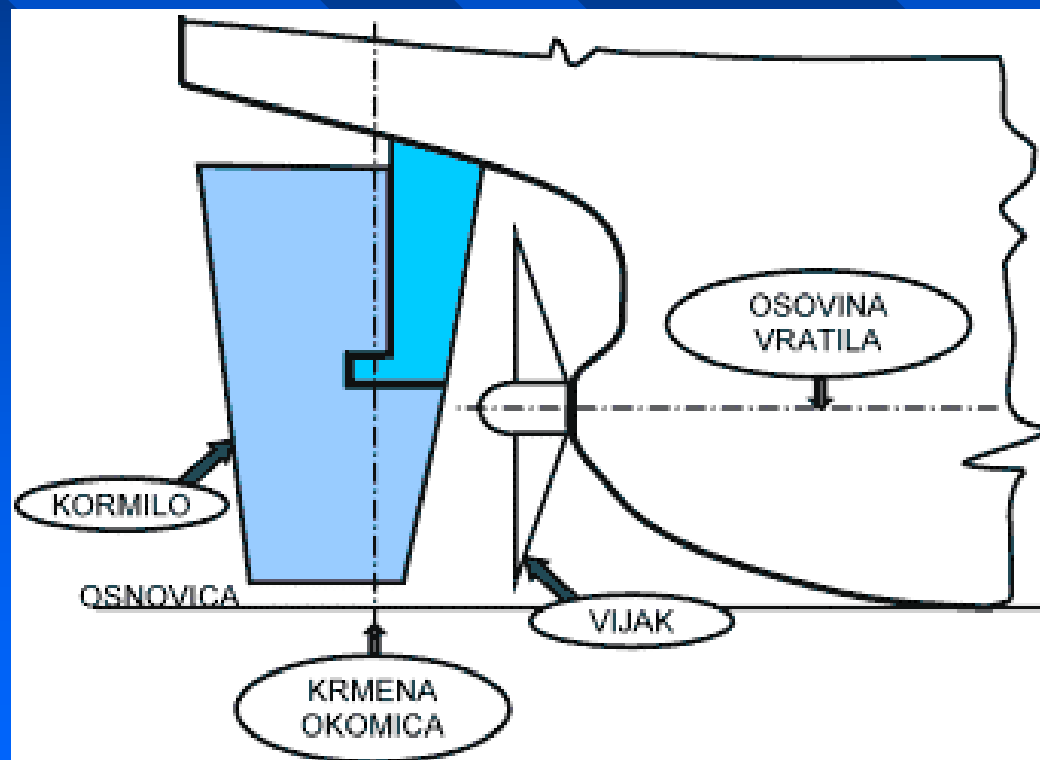
Područje dna broda može biti zaobljeno (najčešće kod manjih brodova) ili ravno s nagibom ili bez njega. Veliki trgovački brodovi redovito imaju dio dna u obliku ravnine. Time se postiže maksimalna nosivost i pojeftinjuje gradnja broda.



Granica ravnog dna

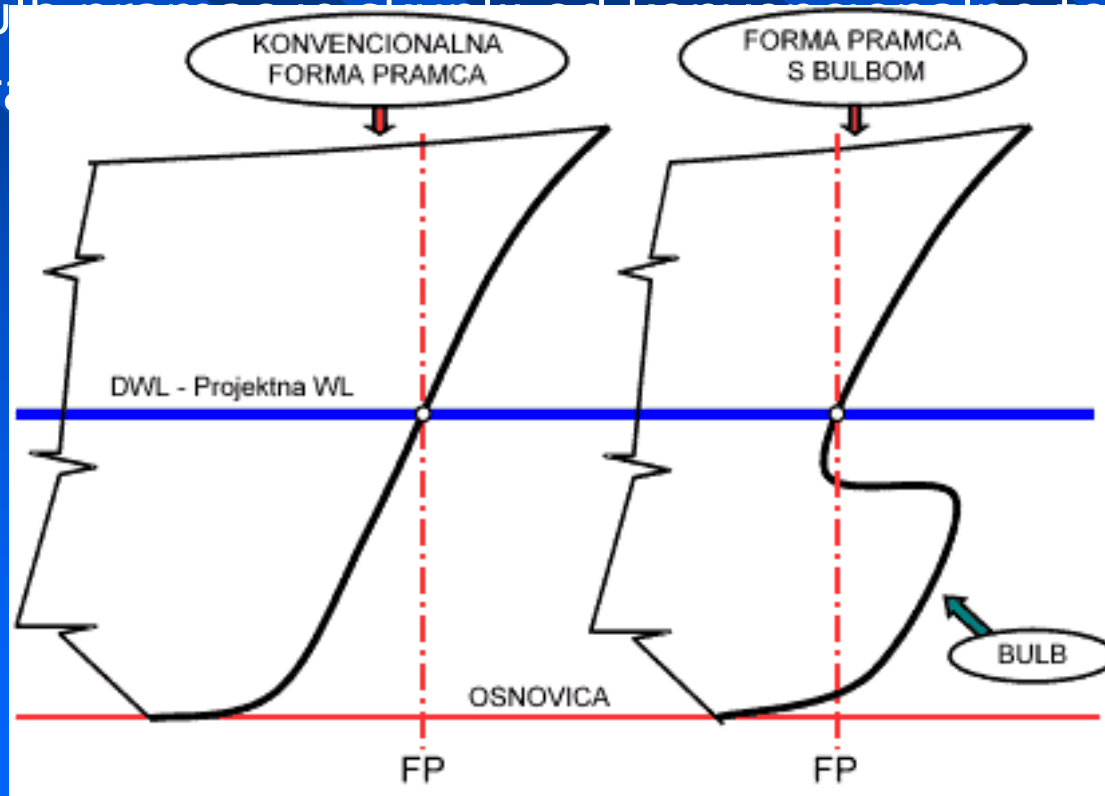
Dijelovi trupa - Krma i krmeni okvir

Krma i posebno krmeni okvir je dio forme broda na kojem se događaju velike promjene oblika. Tu se nalaze dva važna elementa broda: kormilo i vijak odgovorni za upravljanje i pogon broda.



Dijelovi trupa - Pramac

Pramac je prednji istureni dio forme broda na kojem se događaju velike promjene oblika. Bulb pramac je danas primijenjen na skoro svakom modernom preookeanskom brodu. Dokazana je korist ugradnje bulba kao posljedica značajnih istraživanja u posljednjih 20-tak godina. Bulb pramac omogućuje smanjenje otpora vode, ali je dobit opora



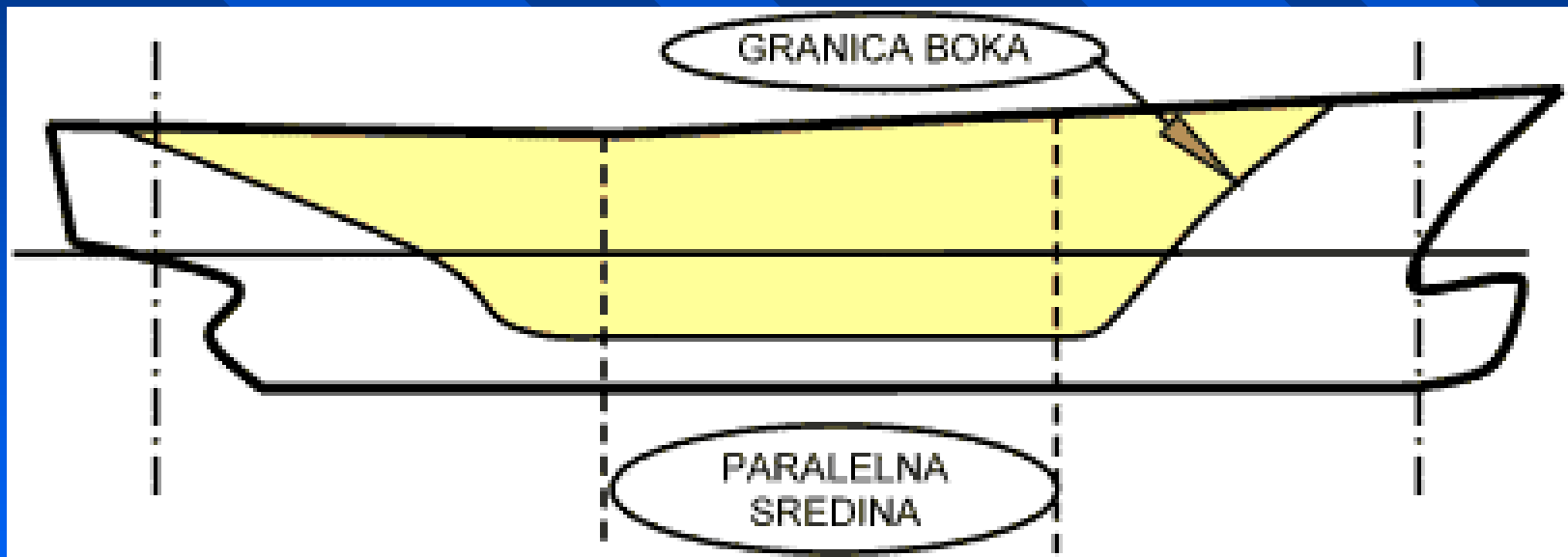
Dijelovi trupa - Pramac

PREDNOSTI BULB PRAMCA

- a. Bulb stvara svoj val koji interferencijom s valovima koje stvara brod smanjuje pramčani val i tako povećava energetske korisnost broda.
- b. Produžava vodnu liniju u odnosu na konvencionalni pramac pa je pogodan za postizanje veće brzine.
- c. U slučaju sudara ima ulogu apsorpiranja kinetičke energije pa tako povećava sigurnost broda u slučaju naleta na greben.
- d. Omogućava smještaj porivnika na većem kraku u odnosu na glavno rebro i tako poboljšava upravljivost kod pristajanja i otplovljavanja.
- e. Smanjuje posrtanje povećanjem prigušenja kod vertikalnih gibanja.

Dijelovi trupa - Bok

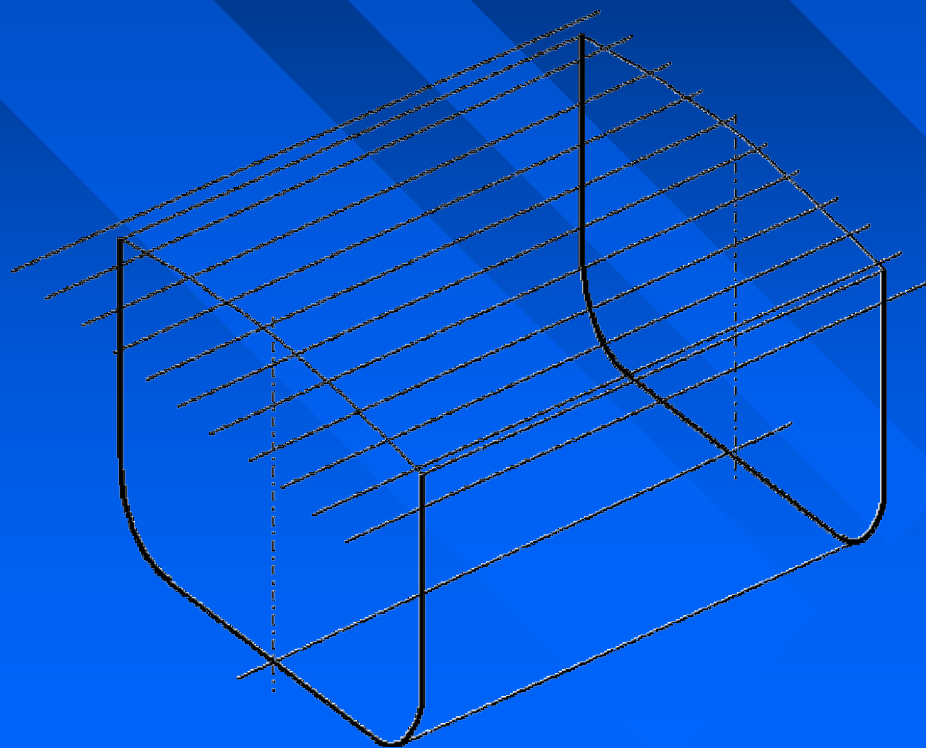
Bokovi broda redovito nisu jače formirani i kod većine trgovačkih brodova su ravni s prelazom u krmu ili pramac odnosno uzvoj.



Ravni bok

Dijelovi trupa - Paluba

Paluba zatvara brod odozgo. Na palubi se smještaju uređaji za teret, privezni uređaji itd. Oblik palube mora omogućiti brzo otjecanje mora koje je dospjelo na palubu uslijed loma valova. Zbog toga vanjska paluba ima preluk tj. sredina palube je na većoj visini od palube na bokovima. Oblik uzvoja je kod manjih brodova redovito paraboličan a kod većih trapezan.



UPOTREBA BRODSKIH TABLICA I DIJAGRAMA

UPOTREBA BRODSKIH TABLICA I DIJAGRAMA

■ Hidrostatičke krivulje

krivulje istisnine i položaja težišta

krivulja površine WL, težišta i momenata tromosti

Koeficijenti forme

Skala nosivosti

Skala istisnine, nosivosti, zagažaja i jediničnog trima

■ Dijagramni list s Bonjeanovim krivuljama i skalama

Bonjeanove krivulje jednog rebra

Bonjeanova tablica jednog rebra

Nacrt Bonjeanovih krivulja

Areala površina i momenata rebara na trimovanoj vodnoj liniji

Upotreba Bonjeanovih krivulja - Areala

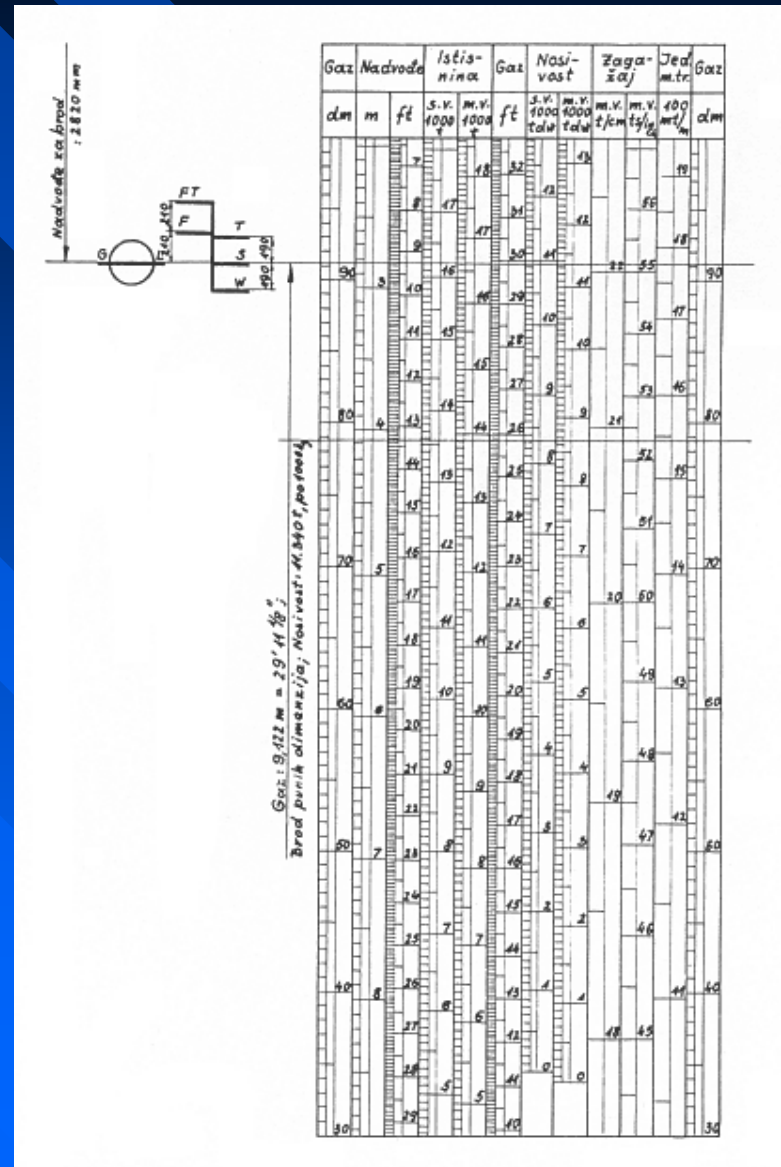
Hidrostatičke krivulje - Skala nosivosti

Dobivena skala je vrlo praktična za upotrebu pomorcima jer se jednostavnim očitanjem može povezati nosivost i gaz broda.

Analogna skala se može nacrtati tako da sadrži pono veći opseg informacija (SL-9.5).

Crtaju se skale (po istom principu kao u na (SL-9.4) koje daju podatke o:

- Gaz (m)
- Nadvođe (m)
- nadvođe (ft)
- Istisnina u slatkoj vodi (t)
- Istisnina u morskoj vodi (t)
- Gaz (ft)
- Nosivost u slatkoj vodi (t)



Slika- 9.5 - Skala istisnine, nosivosti, zagažaja i jediničnog

Dijagramni list

Krivulje u dijagramnom listu su nacrtane koristeći tri vertikalne osi da se poboljša čitljivost. Koristi se krmena okomica, središnja okomica na glavnom rebru i pramčana okomica.

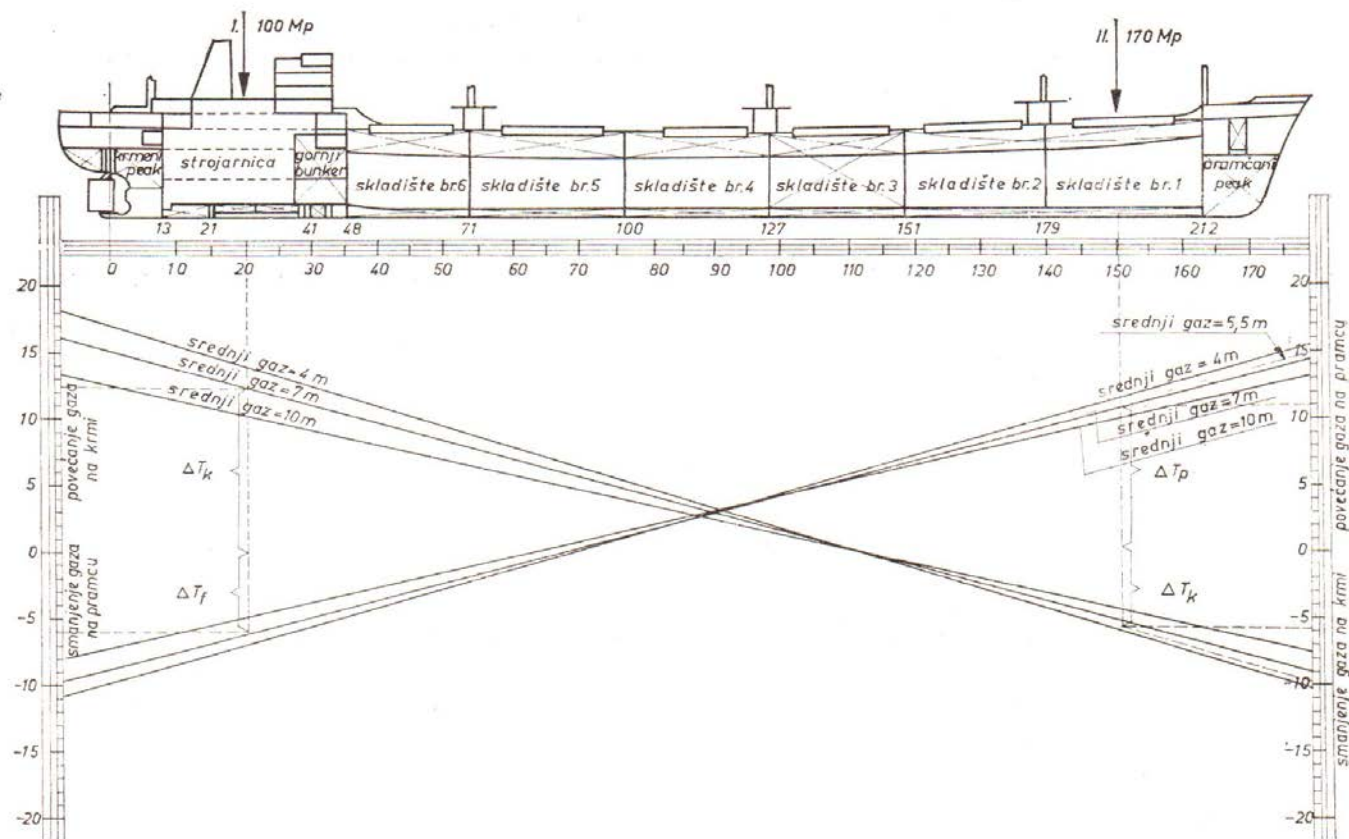
Od krmene okomice se nanose:

- Volumen na rebrima
- Volumen s privjescima
- Istisnina s privjescima u morskoj vodi
- Položaj težišta istisnine po visini
- Visina poprečnog metacentra (ili metacentarski radius)
- Visina uzdužnog metacentra (ili metacentarski radius)
- Poprečni moment inercije vodne linije
- Uzdužni moment inercije vodne linije
- Površina vodnih linija
- Jedinični zagažaj (količina tereta koja se mora ukrcati da bi gaz porasao za 1 cm)
- Oplakana površina (ponekad)

Od središnje okomice se nanose:

- Položaj težišta istisnine po duljini
- Položaj težišta vodne linije po duljini

Dijagram i tablica promjene trima



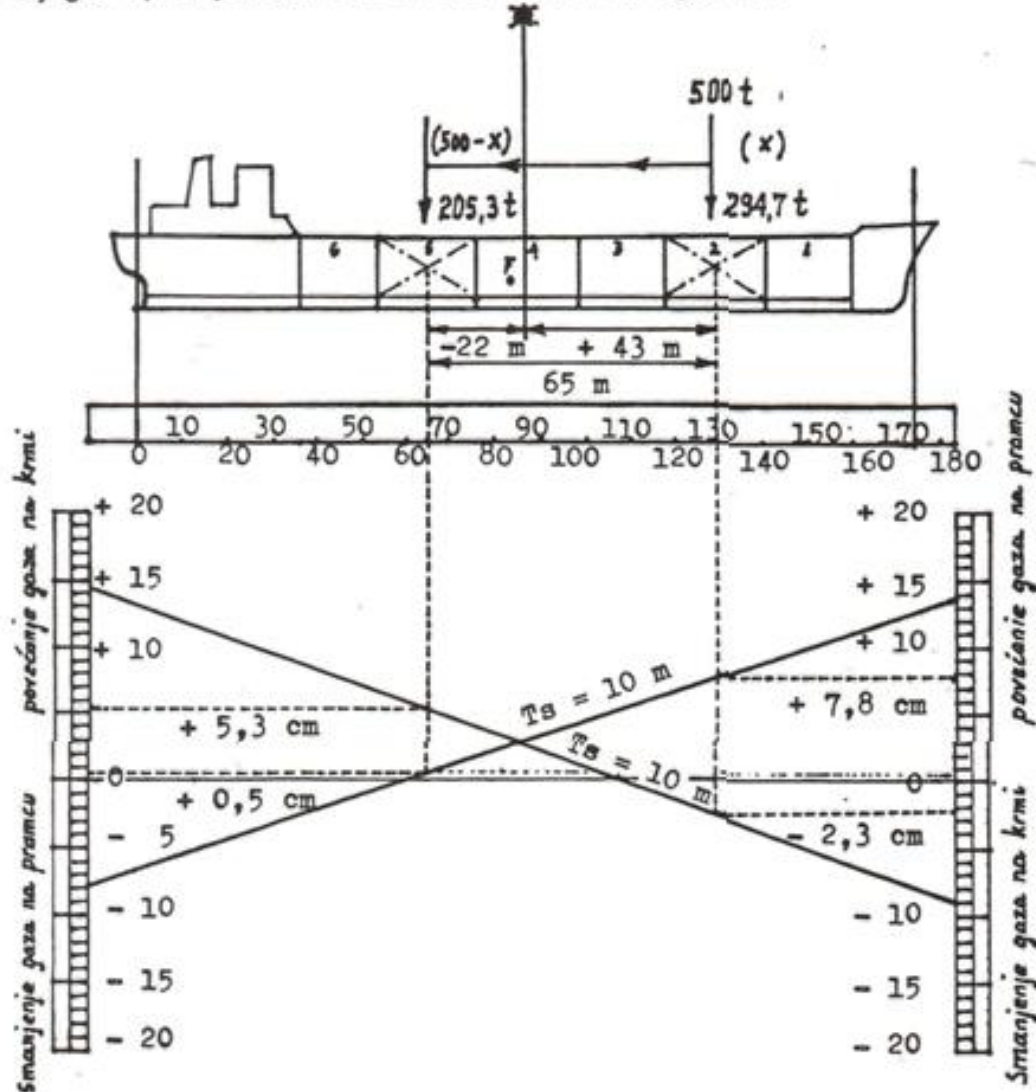
Gaz [m]		Promjena trima u cm pri krcanju 100 Mp (à 1 000 kp)																	Gaz [m]	
4,0	sprijeda	- 9,0	- 7,7	- 6,2	- 4,9	- 3,5	- 2,0	- 0,7	+ 0,8	+ 2,3	+ 3,6	+ 5,0	+ 6,7	+ 8,0	+ 9,3	+ 10,7	+ 12,1	+ 13,6	sprijeda	4,0
	straga	+ 16,4	+ 14,7	+ 13,2	+ 11,6	+ 10,2	+ 8,7	+ 7,0	+ 5,4	+ 4,0	+ 2,6	+ 0,9	- 0,5	- 2,0	- 3,6	- 5,0	- 6,6	- 8,1	straga	4,0
7,0	sprijeda	- 8,0	- 6,7	- 5,4	- 4,3	- 3,0	- 1,7	- 0,4	+ 1,0	+ 2,3	+ 3,6	+ 4,7	+ 6,3	+ 7,5	+ 8,7	+ 10,0	+ 11,3	+ 12,7	sprijeda	7,0
	straga	+ 14,4	+ 13,0	+ 11,6	+ 10,3	+ 9,0	+ 7,6	+ 6,3	+ 4,8	+ 3,5	+ 2,3	+ 0,9	- 0,5	- 1,8	- 3,2	- 4,5	- 5,8	- 7,1	straga	7,0
10,0	sprijeda	- 6,7	- 5,5	- 4,3	- 3,3	- 2,0	- 1,0	- 0,2	+ 1,3	+ 2,5	+ 3,6	+ 4,7	+ 6,0	+ 7,2	+ 8,3	+ 9,3	+ 10,5	+ 11,6	sprijeda	10,0
	straga	+ 12,0	+ 10,8	+ 9,6	+ 8,5	+ 7,5	+ 6,3	+ 5,1	+ 4,0	+ 2,9	+ 1,8	+ 0,6	- 0,5	- 1,5	- 2,7	- 3,8	- 5,0	- 6,0	straga	10,0

Dijagram i tablica promjene trima

Dijagramni i tablica promjene trima u cm za 100 tona ukrcanog tereta

Dijagram i tablica promjene trima

Dijagram promjene trima u cm za 100 t ukrcanog tereta



Dijagramni i tablica promjene trima u cm za 100 tona ukrcanog tereta

Bonjeanove krivulje

Bonjeanova tablica može sadržavati i dodatne geometrijske podatke (*Tablica-1*) gdje kolone redom znače:

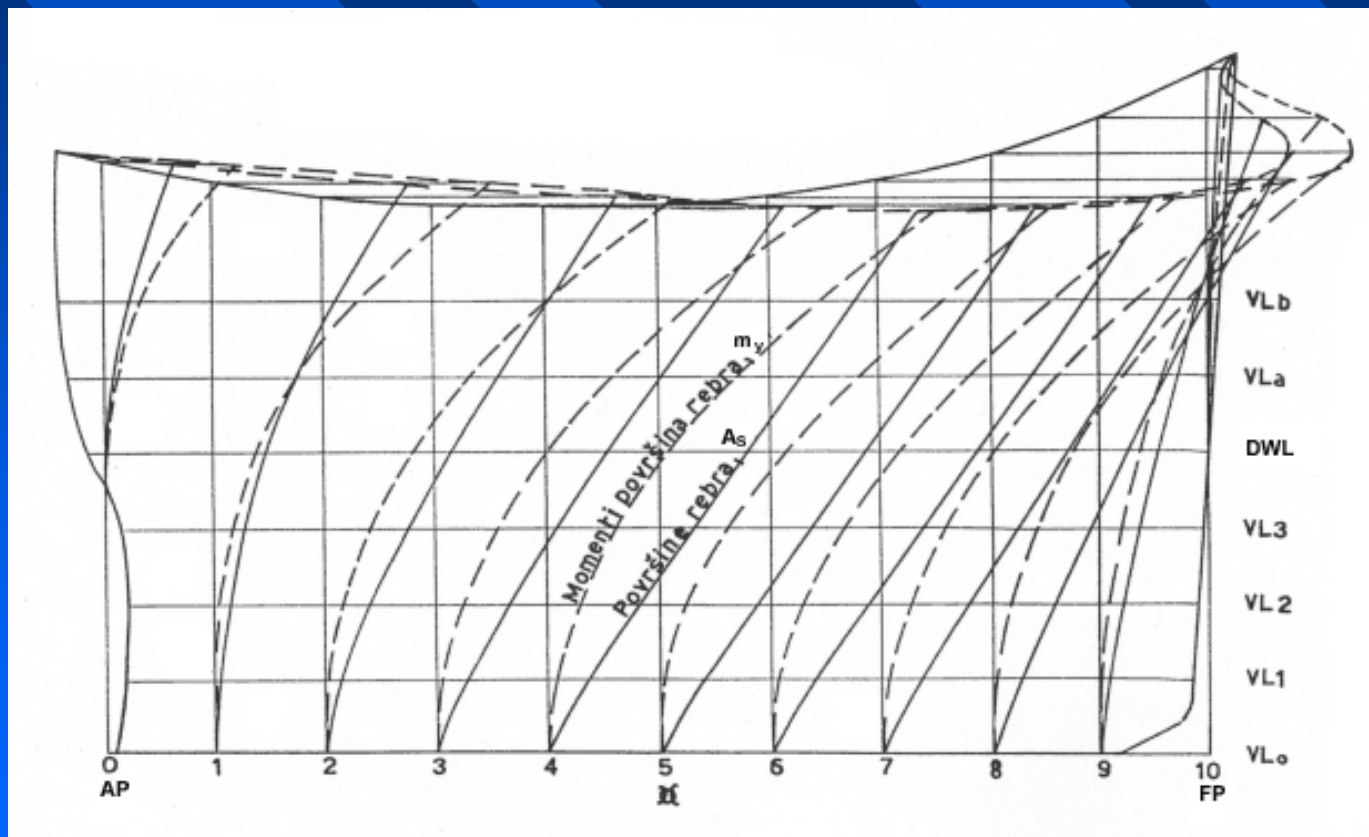
1. -gaz- gaz broda od osnovice (T)
2. -sirina- širina broda, tj. ukupna duljina traga dijela vodne linije unutar brodske forme (y_s)
3. -wl-in- moment inercije tog traga vodne linije oko simetrale (i_c)

BONJEAN-ove tablice		rebro na x= -3.000 m			
Najniza točka= .053 m		Najvisa točka= 3.050 m			
gaz (m)	sirina (m)	wl-in. (m**3)	povrs. (m**2)	v-mom. (m**3)	opseg (m)
.053	.000	.000	.000	.000	.000
1.000	4.839	9.445	3.081	2.001	5.665
1.100	4.918	9.914	3.569	2.513	5.880
1.200	4.997	10.399	4.064	3.083	6.095
1.300	5.076	10.899	4.568	3.713	6.310
1.400	5.155	11.414	5.080	4.404	6.525
1.500	5.221	11.858	5.599	5.157	6.737
1.600	5.257	12.105	6.123	5.969	6.940
1.700	5.293	12.354	6.650	6.839	7.143
1.800	5.328	12.607	7.181	7.768	7.346
1.900	5.356	12.804	7.716	8.757	7.548
2.000	5.371	12.911	8.252	9.803	7.749
2.100	5.386	13.018	8.790	10.905	7.949
2.200	5.401	13.127	9.329	12.065	8.150
2.300	5.416	13.236	9.870	13.282	8.351
2.400	5.422	13.283	10.412	14.556	8.551
2.500	5.425	13.303	10.954	15.884	8.751
2.600	5.428	13.323	11.497	17.268	8.951
2.700	5.430	13.344	12.040	18.707	9.151
2.800	5.433	13.364	12.583	20.200	9.351
2.900	5.436	13.385	13.126	21.749	9.551
3.000	5.439	13.405	13.670	23.353	9.751
3.049	5.440	13.416	13.937	24.159	9.849

Tablica-1-Bonjeanova tablica jednog rebra

Bonjeanove krivulje

Na SL-3.2 prikazane su kompletne Bonjeanove krivulje jednog broda koje sadrže, za sva rebra, po dvije krivulje; krivulju površina rebara i krivulju momenata površine rebra u odnosu na osnovicu. Krivulje su prikazane u mjerilu. Krajeve krivulja se ponekad poveže krivuljom koja mora biti glatka, pa je to još jedna provjera korektnosti Bonjeanovih krivulja.



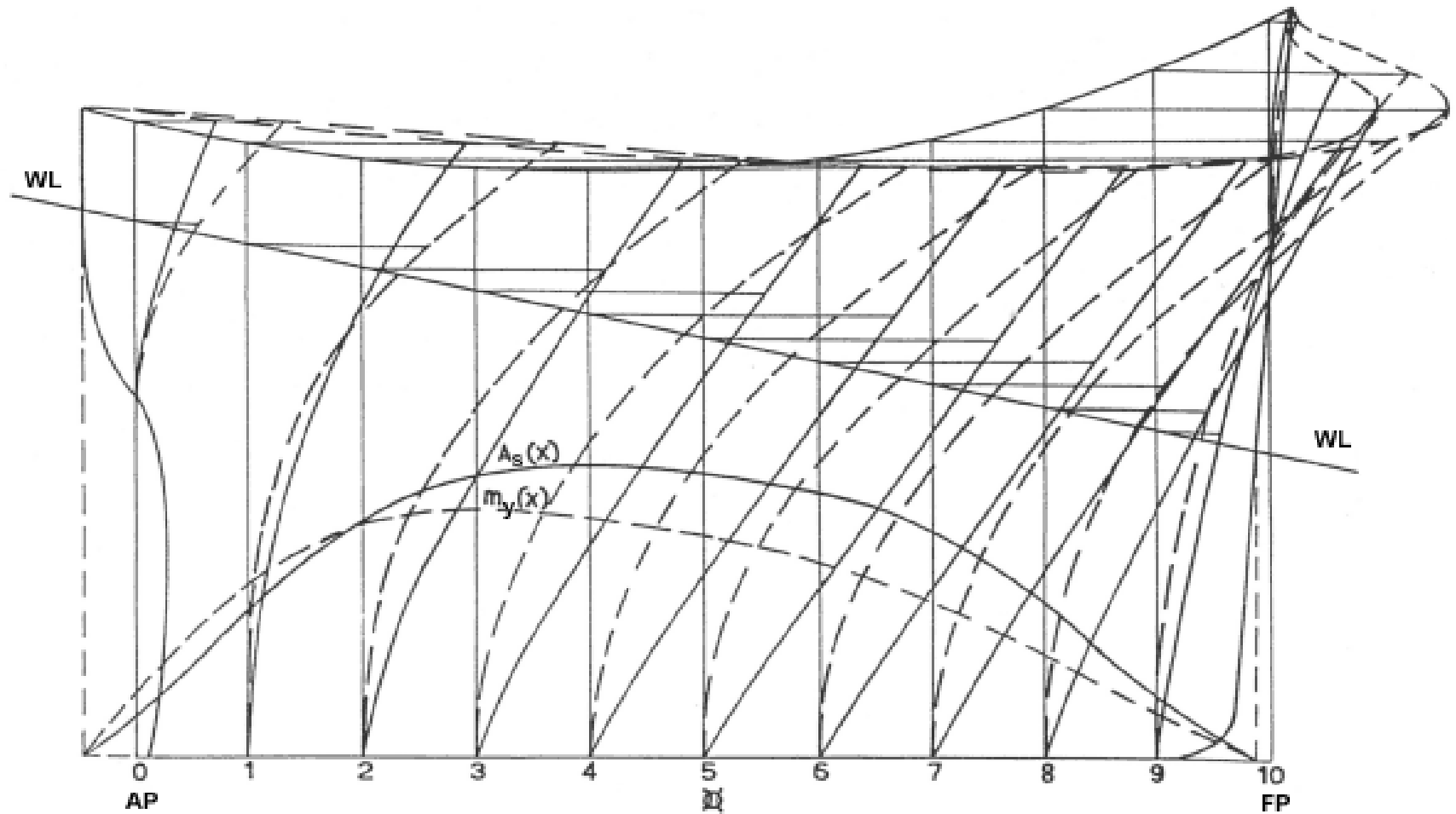
Slika-3.2-Nacrt Bonjeanovih krivulja

Upotreba Bonjeanovih krivulja

Upotreba Bonjeanovih krivulja (ili tablica) je dio proračuna geometrijskih karakteristika broda na zadanoj vodnoj liniji. Vodna linija je tadana gazovima T_A na na krmenoj i T_F na pramčanoj okomici (općenito, ti gazovi nisu jednaki jer brodovi mijenjaju istisninu uslijed ukrcaja/iskrcaja tereta, potrošnje goriva, uzimanja balasta itd.)

Na nacrtu Bonjeanovih krivulja treba nacrtati trag vodne linije. Gazovi T_A i T_F se nanose od osnove na odgovarajućoj okomici i dobivene točke spoje pravcem koji predstavlja trag vodne linije na simetralnoj ravnini broda (WL). Presjecišta te vodne linija s rebrima određuju uron svakog rebra. Povlačenjem horizontalne crte na tom presjecištu do krivulje površine rebara i krivulje momenata istog rebra, mogu se očitati odgovarajuće veličine u mjerilu. Važno je napomenuti da se površina rebra i moment očitavaju na horizontali kroz presjecište vodne linije i rebra (kako je prikazano na *Sl-3.3*), a ne očitava se presjecište vodne linije i krivulje površina tog rebra ili krivulje momenta !

Upotreba Bonjeanovih krivulja



Slika-3.3-Areala površina i momenata rebara na trimovanoj vodnoj liniji

Upotreba Bonjeanovih krivulja

Tablični prikaz geometrijskih karakteristika rebara (*Tablica-2*), nastao je kao posljedica numeričkog izračunavanja tih veličina. Tablični prikaz je blizak računalnom prikazu jer se lako može zamisliti interpolacija u tablici.

Za svako rebro se izračuna ovakva tablica pa one zajedno predstavljaju tabličnu verziju Bonjeanovih krivulja.

Za Bonjeanove krivulje u tabličnoj formi umjesto očitavanja mora se interpolacijom odrediti podatke na svim rebrima

BONJEAN-ove tablice		rebro na x= -3.000 m			
Najniza točka= .053 m		Najvisa točka= 3.050 m			
gas	sirina	wl-in.	povrs.	v-nom.	opseg
(m)	(m)	(m**3)	(m**2)	(m**3)	(m)
.053	.000	.000	.000	.000	.000
1.000	4.839	9.445	3.081	2.001	5.665
1.100	4.918	9.914	3.569	2.513	5.880
1.200	4.997	10.399	4.064	3.083	6.095
1.300	5.076	10.899	4.568	3.713	6.310
1.400	5.155	11.414	5.080	4.404	6.525
1.500	5.221	11.858	5.599	5.157	6.737
1.600	5.257	12.105	6.123	5.969	6.940
1.700	5.293	12.354	6.650	6.839	7.143
1.800	5.328	12.607	7.181	7.768	7.346
1.900	5.356	12.804	7.716	8.757	7.548
2.000	5.371	12.911	8.252	9.803	7.749
2.100	5.386	13.018	8.790	10.905	7.949
2.200	5.401	13.127	9.329	12.065	8.150
2.300	5.416	13.236	9.870	13.282	8.351
2.400	5.422	13.283	10.412	14.556	8.551
2.500	5.425	13.303	10.954	15.884	8.751
2.600	5.428	13.323	11.497	17.268	8.951
2.700	5.430	13.344	12.040	18.707	9.151
2.800	5.433	13.364	12.583	20.200	9.351
2.900	5.436	13.385	13.126	21.749	9.551
3.000	5.439	13.405	13.670	23.353	9.751
3.049	5.440	13.416	13.937	24.159	9.849

Tablica-2- Bonjeanova tablica rebra na x=3m

Upotreba Bonjeanovih krivulja - Areala

Neke osobine krivulje areale rebara su:

- Ako postoji ordinata na krmenom kraju areale veća od nule to znači da postoji uronjeno zrcalo.
- Analogno ako je na pramčanoj okomici površina rebra veća od nule to označava postojanje pramčanog bulba čija je površina presjeka na pramčanoj okomici upravo jednaka toj ordinati.
- Ako postoji dio areale rebara na sredini broda koji je paralelan apscisi to znači da se površina rebara ne mijenja na jednoj duljini koja se naziva duljina paralelnog srednjaka unutar koje su sva rebra međusobno jednaka.

**KRCANJE BRODA U VODAMA
RAZLIČITE GUSTOČE,
PROMJENA GAZA I
DEPLASMANA**

UKRCAJ U SLATKIM, MIJEŠANIM I SLANIM VODAMA

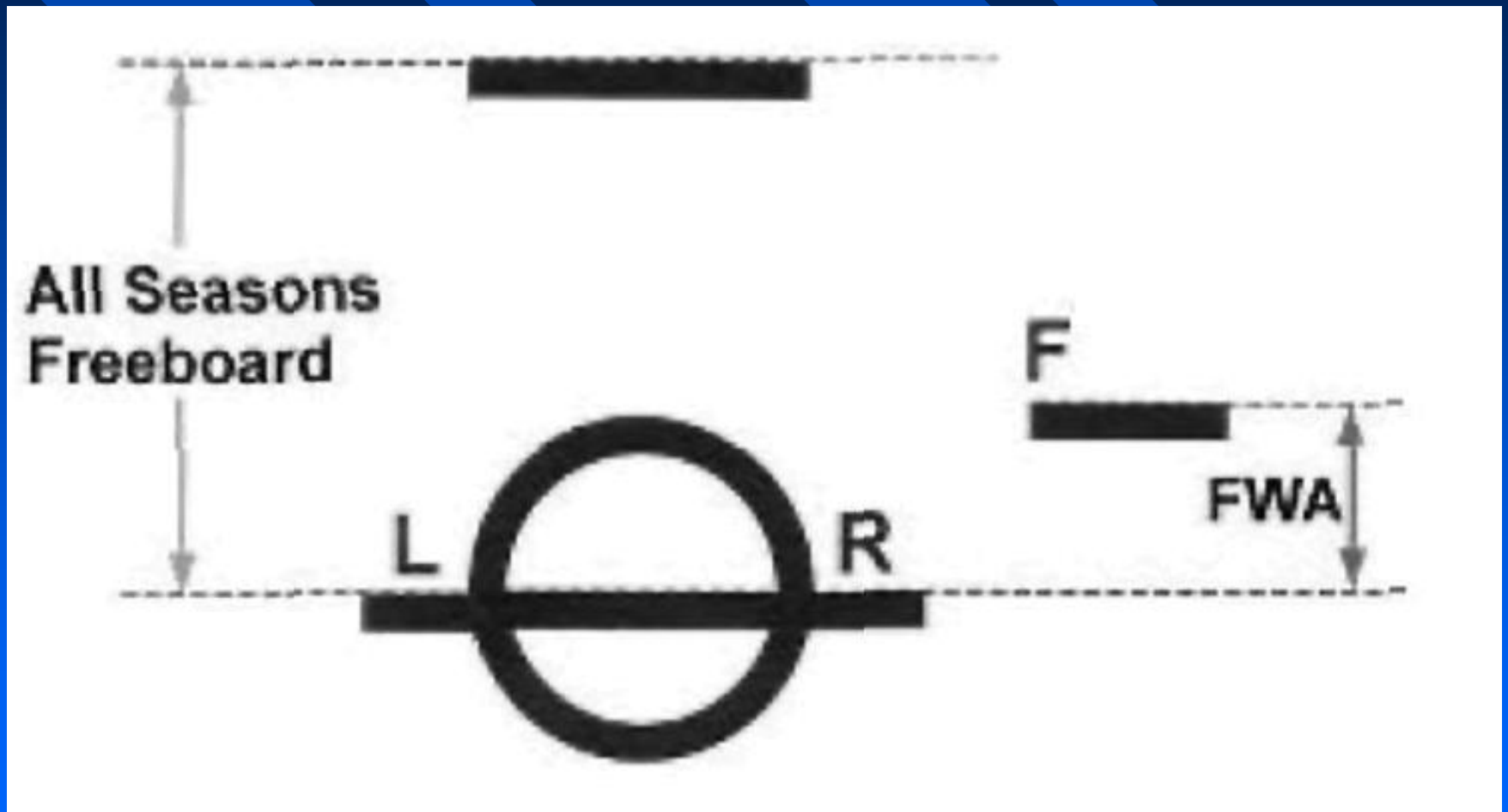
Oznaka "S" (**Salt Water**), odnosno njezin gornji rub, odnosi se na morsku vodu specifične gustoće 1.025.

Oznaka F (**Fresh Water**) **nadvođa u slatkoj vodi** - kada brod prijeđe iz slane u slatku vodu mora više uroniti radi toga jer je slatka voda rjeđa.

FWA (Fresh Water Allowance) je vrijednost promijene gaza izražen u mm / inch-ima kada brod prijeđe iz morske vode gustoće 1,025‰ u svježju vodu gustoće 1,000‰.

Vertikalna udaljenost do gornjeg ruba "S" dodatne linije "F" je Fresh Water Allowance (FWA).

UKRCAJ U SLATKIM, MIJEŠANIM I SLANIM VODAMA



UKRCAJ U SLATKIM, MIJEŠANIM I SLANIM VODAMA

Podatak **FWA** upisan je u svjedodžbu nadvođa, a određuje se po formuli:

$$FWA = \frac{D}{4 \bullet TPC} [mm]$$

$$FWA = \frac{D}{40 \bullet TPI} [inch]$$

Kada brod krca u miješanoj vodi (Dock water):

$$\frac{X [mm]}{FWA [mm]} = \frac{1,025 - \delta}{25}$$

$$X = \frac{FWA \bullet (1,025 - \delta)}{25}$$

$$\text{Dock Water Allowance (X)} = \frac{FWA \bullet (1,025 - \delta)}{25}$$

- X – Dock water allowance
- δ - Density of the Dock water

UKRCAJ U SLATKIM, MIJEŠANIM I SLANIM VODAMA

- Vežano uz ovo poglavlje, vidi tabele u „*Brown's Nautical Almanac*“:
 - "*Salinity Table in Miliimetres*"
 - "*Salinity and Draught Adjustment Table*"

Tablice se temelje na formulama:

$$\text{Razlika gaza} = \frac{\text{FWA} \bullet (1,025 - \text{gustoca miješane vode})}{1,025 - 1} [\text{mm}]$$

Ulaskom u tabelu s gustoćom miješane vode i FWA broda dobije se korekcija gaza u milimetrima

UKRCAJ U SLATKIM, MIJEŠANIM I SLANIM VODAMA

Kada se u luci ukrcaja denzimetrom utvrdi da je gustoća mora ispod 1,025, brod smije krcati i preko gornjeg ruba dodatne linije "S", jer će ponovnim uplovljavanjem u vode gustoće 1.025 brod isplivati naviše. Ta razlika gaza može se utvrđuje i iz sljedeće formule:

$$\Delta T = \frac{D \cdot (1,025 - \delta)}{\delta \cdot TPC} [cms]$$

$$\Delta T = \frac{D \cdot (1,025 - \delta)}{\delta \cdot TPI} [inches]$$

UKRCAJ U SLATKIM, MIJEŠANIM I SLANIM VODAMA

- Korekcija deplasmana u morskoj vodi
- (American way):

$$Corr. = \frac{(1,025 - \delta) \cdot 1000}{1,025} \cdot D$$

UKRCAJ U SLATKIM, MIJEŠANIM I SLANIM VODAMA

- Kod gustoće vode preko 1,025 koristi se sljedeća formuli:

$$\text{Razlika gaza} = \frac{\text{FWA} \cdot (\text{gustoca mora} - 1,025)}{1,025 - 1} [\text{mm}]$$

Korekcija je negativna, a što znači da će brod zbog veće gustoće više isplivati, pa će kod uplovljenja u morsku vodu dodatno uronuti.

NAPREZANJE BRODSKE KONSTRUKCIJE U EKSPLOATACIJI

NAPREZANJE BRODSKE KONSTRUKCIJE

■ **Knjige Trima i stabiliteta** (*engl. Trim and Stability Book*)

Svakom brodu se još za vrijeme gradnje pripremaju knjige, koje poslije plove skupa sa brodom, u kojima su opisana moguća stanja krcanja broda, za koja su provedeni proračuni uzdužne čvrstoće i stabiliteta.

■ **Brodski računala**

Danas se pored knjiga krcanja koriste brodska računala koja imaju kompjuterski program za uzdužnu čvrstoću, sa svim potrebnim podacima o brodu, tako da časnici na brodu mogu u svako doba provjeriti bilo koje stanje krcanja broda.

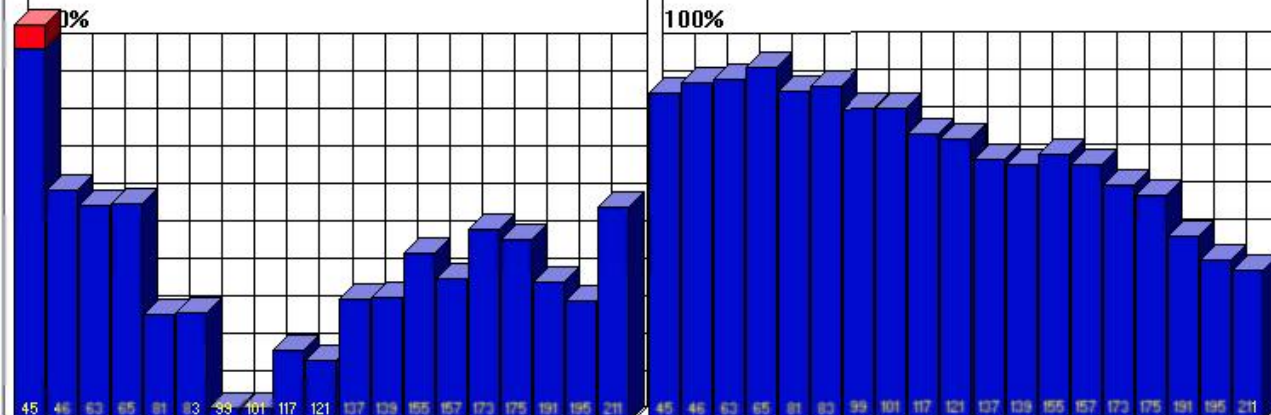
Stress Blockdiagram

Sea

SHEAR F.

BEND. M.

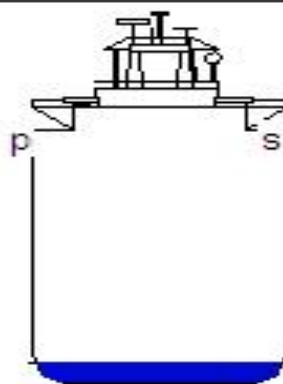
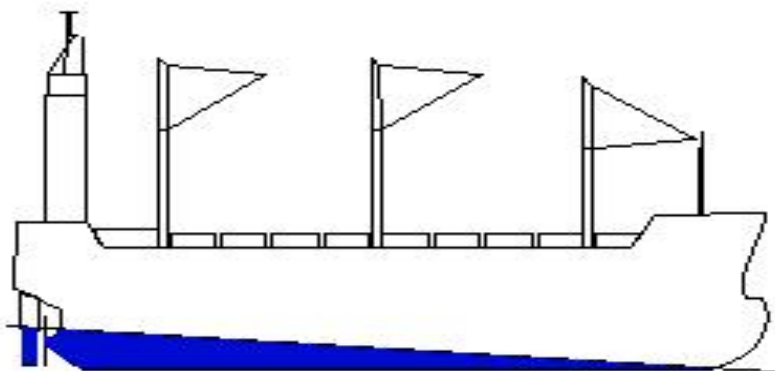
TORSION



100% max.M Area

Trim/Draughts SUMMER

Draughts at Perpendiculars, Trim and List



	m.a.bok
Draught mean	3.43
Draught max	11.400
Draught aft.	5.92
Draught mid.	3.43
Draught fore.	0.93

Trim by stern: 1.46 degree (5.00 m)

List due to transverse moment (degree): -0.54 (portside)

Density of Seawater: 1.025 t/m³

NAPREZANJE BRODSKE KONSTRUKCIJE

Naprezanje brodske konstrukcije može se podijeliti u dvije grupe:

a) Statičke sile koje su uzrokovane:

- težinom same konstrukcije koja se razlikuje kroz duljinu broda
- sile uzgona, koje su različite na svim duljinama broda i stalno se mijenjaju u plovidbi
- izravni hidrostatski pritisak
- koncentracija lokalnih težina (stroj, jarboli, samarice, vitla, itd.)

b) Dinamičke sile koje uzrokuju:

GIBANJA BRODA (engl.ship motions)

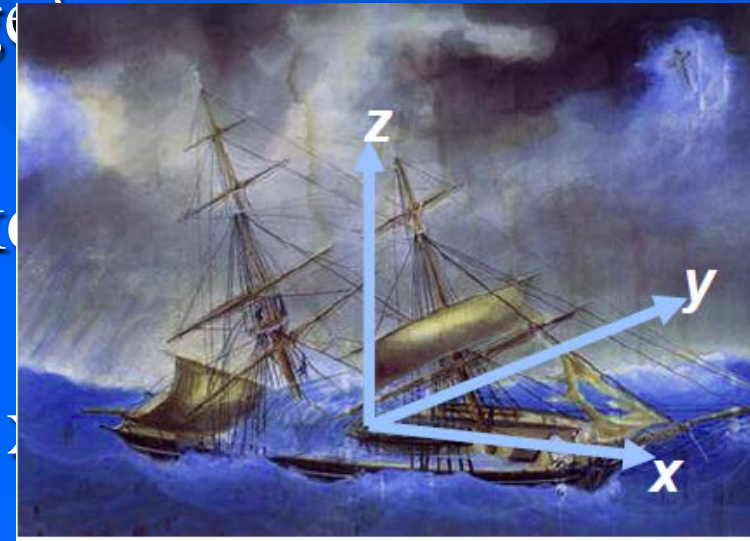
- Gibanja broda na granici dva medija su vrlo složena. Mogu se razmatrati po komponentama kao tri translatorna i tri rotaciona gibanja:

Translatorna gibanja:

- 1. zanašanje (e:sway) $y \rightarrow$
- 2. poniranje (e:heave) /periodičko/ $z \rightarrow$
- 3. zastajanje, zalijetanje (e:surge)

Rotaciona gibanja:

- 1. posrtanje (e:pitch) /periodičko/
- 2. zaušijanje (e:yaw) $z \text{ @}$
- 3. ljuljanje (e:roll) /periodičko/



Definicije

- ROLL** - Djelovanje broda koji uključuje povratno gibanje oko ***uzdužne osi***
- HEEL** - **Polu-trajni (Semi-permanent)** kut nagiba pod djelovanjem / utjecajem vanjskih sila.
- LIST** - **Stalni (Permanent)** kut nagiba uzrokovan pomakom težišta gravitacije (center of gravity) - GM.

NAPREZANJE BRODSKE KONSTRUKCIJE

Uzdužna čvrstoća brodske konstrukcije

- Sile kojima je izložena brodska konstrukcija su sile težine koja djeluje vertikalno prema dolje, i sile uzgona koje djeluju vertikalno prema gore. Kako ove sile nisu jednake ili približno jednake brodska konstrukcija doživljava stresove koji se dijele na sile:
 - Sile prekida (*engl. Shearing Forces*)
 - Sile savijanja (*engl. Bending Moments*)

Sile prekida (*engl. Shearing Forces*) neke točke ili mjesta (pozicije broda) je sila koja djeluje vertikalno u toj točki. Ona je također definirana kao ukupna težina na kraju lijeve ili desne strane neke pozicije (dužine), to jest težine određene kao razlika između sile koja djeluje vertikalno prema dole i vertikalno prema gore.

Sile prekida (*engl. Shearing Forces*) su naprezanje unutar materijala sa tendencijom loma ili uzdužnog prekidanja.

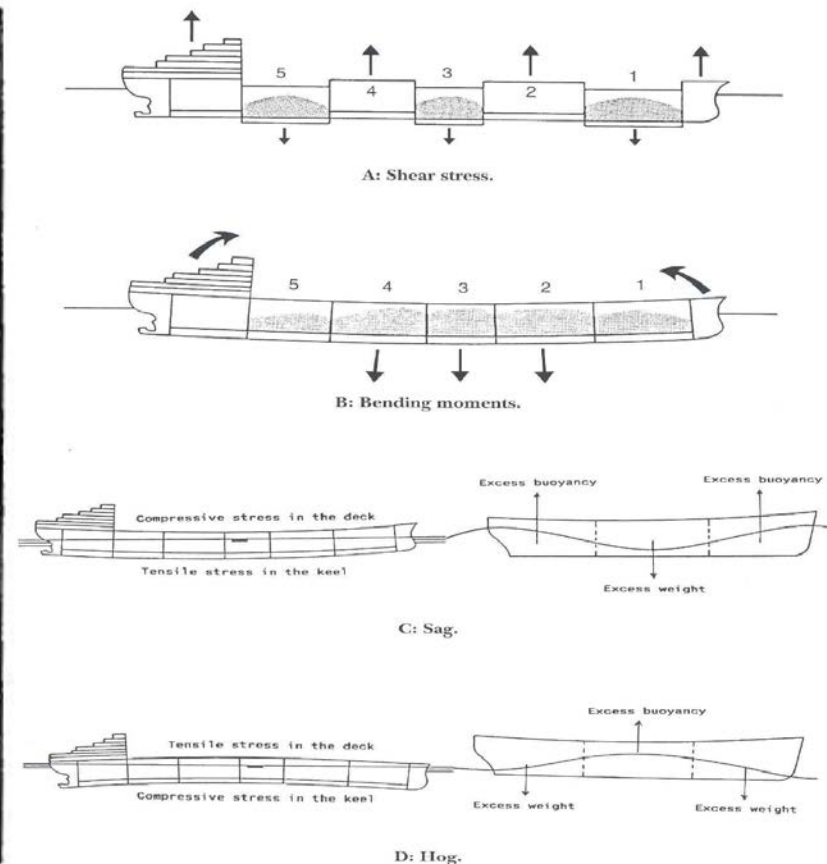
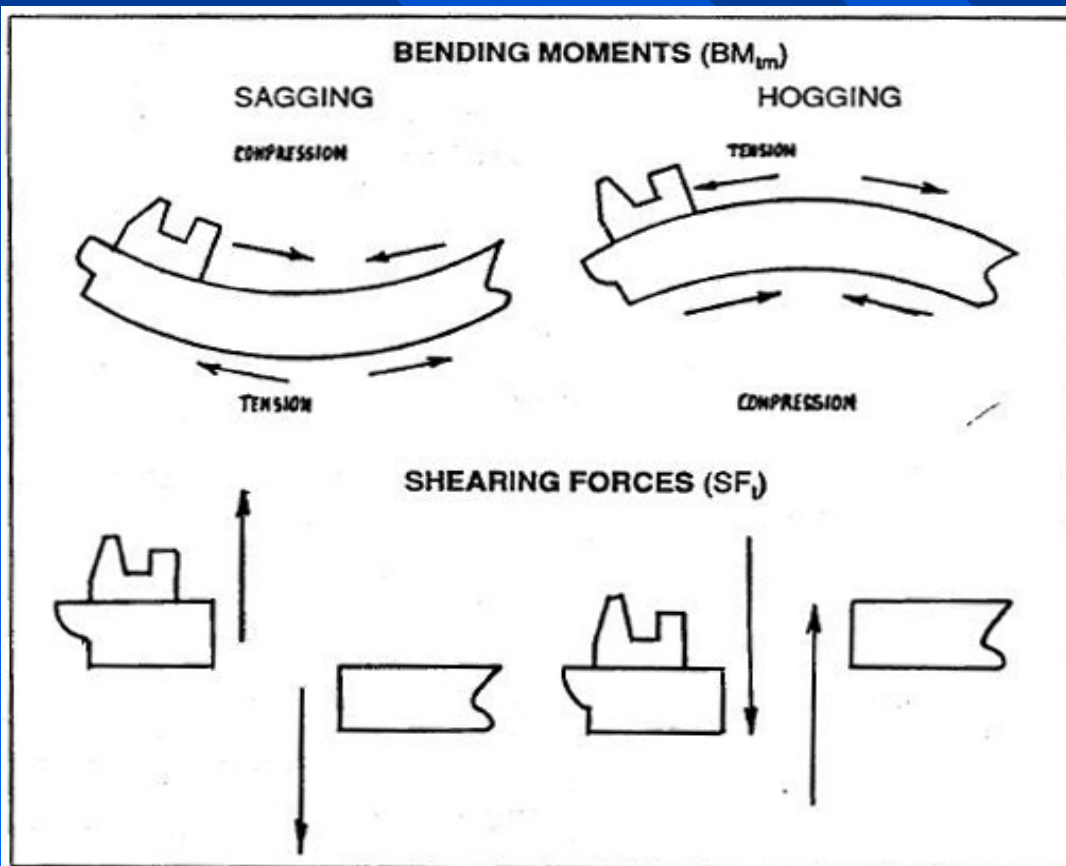
Vrijednost *Shearing Forces* mjeri se u tonama.

NAPREZANJE BRODSKE KONSTRUKCIJE

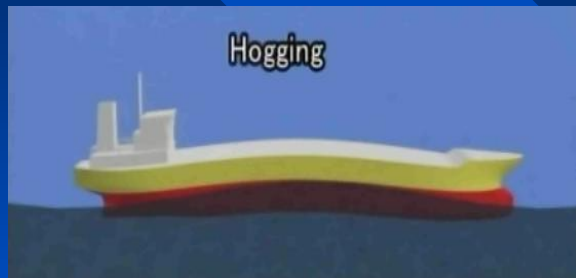
- **Raspored tereta s obzirom na poprečnu stabilnost broda**
- **HOGGING** - Višak masa na krajevima, i višak uzgona na sredini stvaraju moment koji teži savijanju broda sredinom prema gore dovodeći do pojave pregiba **HOGGING**
Kod deformacija tipa "**hogging**" paluba broda je izvrgnuta vlačnim silama (Tension), a kobilica tlačnim silama (Compression).
- **SAGGING** - Kod deformacije tipa "**sagging**" događa se suprotno, paluba je izvrgnuta tlačnim, a kobilica vlačnim silama.
Zahvaljujući kobilici podvodni dio broda je čvršći od palube koja je ionako oslabljena palubnim otvorima, grotlima. Iako su dijelovi palube oko grotala pojačani, smatraju se najslabijim dijelom broda. Inače palubna konstrukcija bolje odolijeva naprezanjima na vlak nego na tlak, što znači da je blagi "**hogging**" uvijek poželjniji od "**sagginga**".

NAPREZANJE BRODSKE KONSTRUKCIJE

■ Kako uslijed same težine broda, a tako i uslijed težina koje se krcaju, brodski trup u uzdužnoj simetrali ima tendenciju savijanja. Moment savijanja (engl. Bending Moment) mjeri ovu tendenciju, a to je u stvari umnožak sile sa udaljenošću ($M=W \cdot L$), i izražava se u tonametrima.



NAPREZANJE BRODSKE KONSTRUKCIJE



Naprezanja brodske konstrukcije na valovima (*Hogging / Sagging / Twisting*)

Izvor: International Mariners Management Association of Japan 1_VTS_Ship Handling in Following Seas, Japan, 2010.

**OPREMA ZA
UČVRŠĆIVANJE
TERETA NA BRODU**

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE TERETA

Opća načela osiguravanja tereta

- Svi tereti moraju biti složeni i osigurani tako da brod i osoblje na brodu ne bude dovedeno u opasnost ili rizik,
- Sigurno slaganje i osiguravanje tereta ovisi o pravilnom planiranju, izvršenju i nadzoru,
- Osoblje koje je zaduženo za slaganje i osiguravanje tereta mora biti odgovarajuće kvalificirano i iskusno,
- Osoblje koje planira i nadzire slaganje i osiguravanje tereta mora imati dovoljno praktičnog znanja koje treba primjenjivati tijekom rukovanja teretom,
- U slučaju nepravilnog slaganja i osiguranja tereta to može biti potencijalna opasnost za sigurnost drugog tereta i samoga broda

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE TERETA

Oprema

- Brodska oprema za osiguranje:
- dostupna u dovoljnim količinama,
- pogodna za namjeravanu svrhu osiguranja tereta, uzimajući u obzir preporuke iz brodske knjige za osiguranje i slaganje tereta (*engl. Cargo Securing Manual*),
- dovoljne čvrstoće,
- lagana i jednostavna za upotrebu,
- dobro održavana,
- da na brodu ima rezervne opreme za osiguranje i učvršćivanje tereta u dovoljnim količinama.

OPREMA ZA

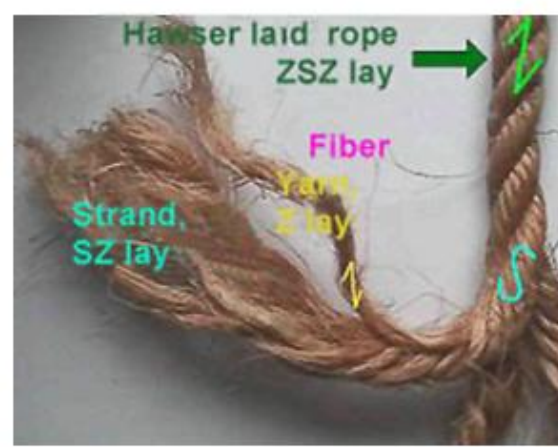


OPREMA ZA

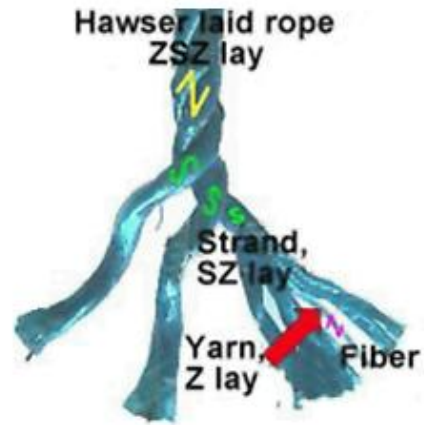


OPREMA ZA UCVRŠĆIVANJE

TEDETA



Priradni vlaknasti (*Fiber*) konop

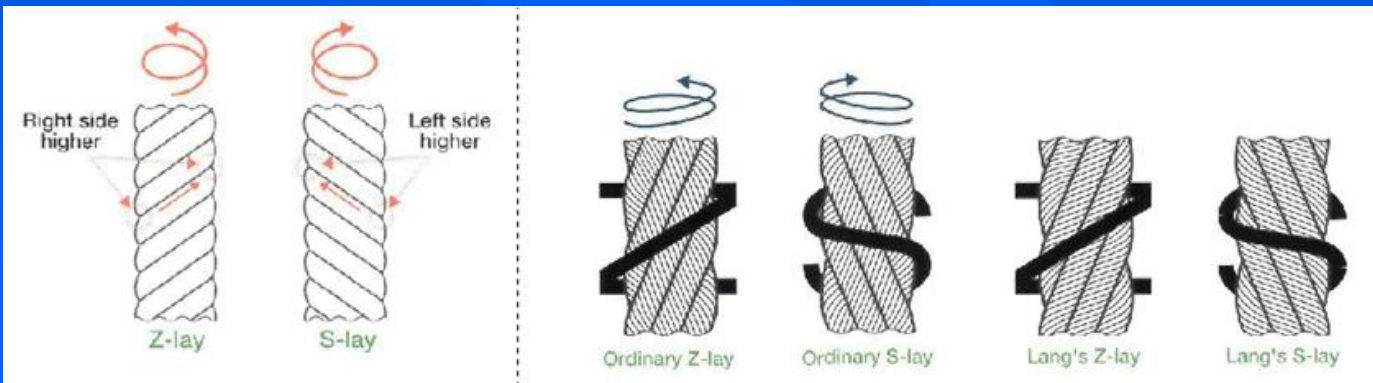


Vlaknasti (*Fiber*) konop napravljen od polypropylena



Izgled konopa izrađenih od prirodnih te sintetičkih materijala

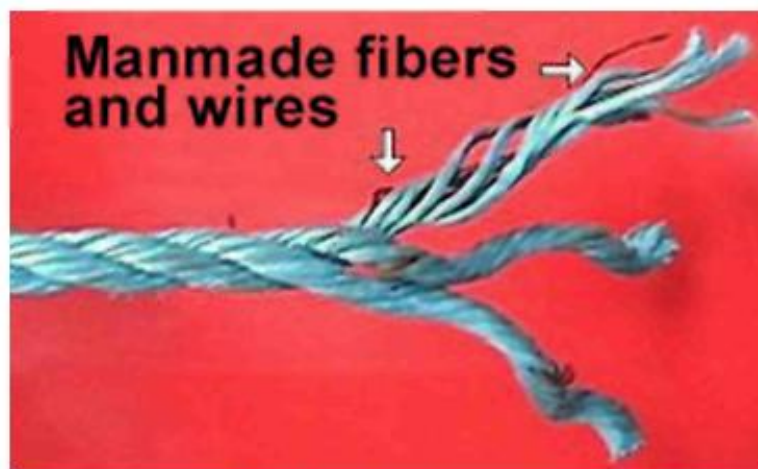
Postoje dva tipa upletanje koja ovise o smjeru uvijanja, "Z-lay" i "S-lay". Kada pogledaš konopac vidjeti ćeš "Z" oznaku na konopu, takav konop naziva se "Z-lay" (Z-pleteni ili livo pleteni) konop. Gdje vidiš oznaku „S" na konopu, takav konop naziva se "S-lay" (S-pleteni ili desno pleteni) konop.



"Z-lay" coil je smotan u smjeru kazaljke na satu (clockwise)
"S-lay", coil je smotan obrnuto od kazaljke na satu (anti clockwise)

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE TERETA

TERETA



Herkules konop pojačan sa čeličnom žicom
(*engl. Steel-reinforced "Hercules" lashing rope*)



Tanki konop za povezivanje jedrenine



Automobil učvršćen sa "Hercules" konopom

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE TERETA

Lashing materijal – čelična užad

Standardna čelična užad za učvršćivanje

■ Standardna čelična užad sastoji se od okova (gambeta), stezalice (turnbuckles), duljine čeličnog užeta s „U-bolt clips“.

Kod sastavljanja i primjene standardne čelične užadi za „lashing“ trebaju se primijeniti slijedeća načela:

- Krajevi odsječene čelične užadi trebaju biti osigurana sa odgovarajućom ljepljivom trakom,
- Veličina „U-bolt clips“ mora odgovarati dijametru čeličnog užeta,

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE TERETA

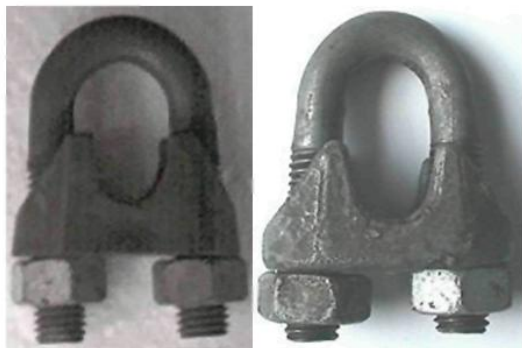
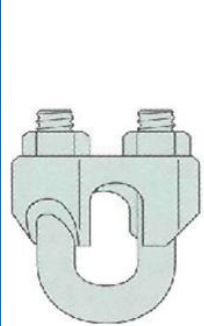
Standardna čelična užad za učvršćivanje

- Broj „U-bolt clips“ moraju biti pravilno postavljeni
- „U-bolt clips“ moraju sjediti na „mrvom kraju“ č.užeta,
- Udaljenost između postavljenih „U-bolt clips“ mora iznositi 6 x dijametar čeličnog užeta,
- Navoji na „U-bolt clips“ moraju biti dobro podmazani, a matice vijka pritegnute dok „mrtvi kraj“ čeličnog užeta ne bude vidljivo savinut,
- Navoji stezalice (turnbuckles) moraju biti dobro podmazane. Kontra matica mora biti pritegnuta suprotno smjeru okretanja (stezanja) stezalice (turnbuckles) nakon pritezanja „lashinga“,

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE TERETA

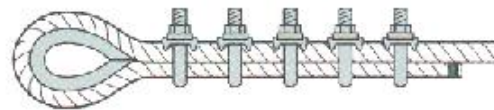
Standardna čelična užad za učvršćivanje

- Nakon prvog pritezanja, matica na „U-bolt clips“ stezalici „lashinga“ treba biti ponovno dotegnuta,
- Dupliranje (*doubling*) čelične užadi je normalno ne udvostručuje MSL (*Maximum Securing Load*) zbog gubitka čvrstoće na savinutim stranama. Međutim MSL će se udvostručiti ukoliko vrh savijanja ima radijus koji iznosi najmanje 3 x dijametar čeličnog užeta.

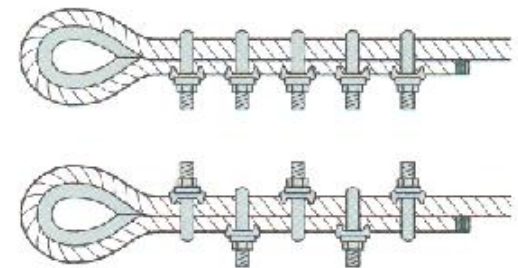


“U-vijcima” (engl. U-bolts)

Correct fitting method



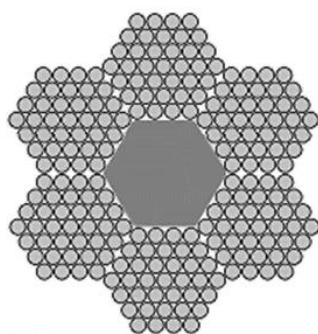
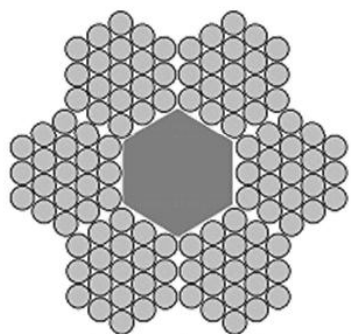
Wrong fitting method



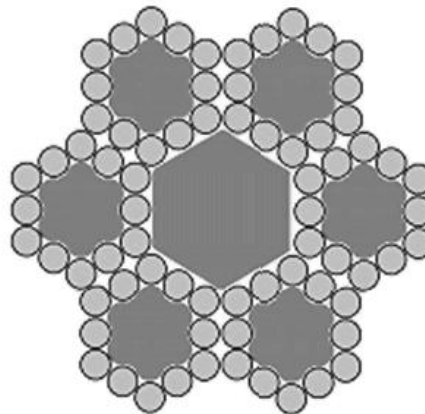
OPREMA ZA UCVRSCIVANJE TERETA



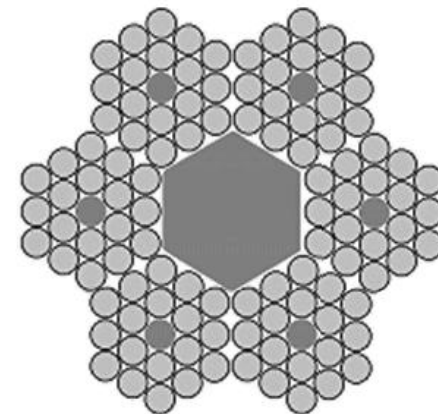
Različita struktura čeličnog konopa – poprečni presjek i uzdužni pogled



Strukturu čeličnog konopa (6 x 19 + 1 FC) &. 6 x 37 + 1 FC



6 x 12 + 7 FC



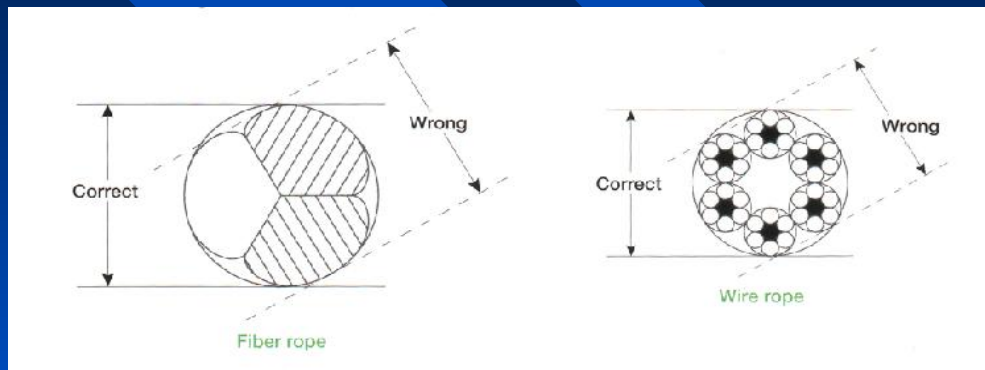
6 x 18 + 7 FC

Zbog raznih načina izrade čeličnih konopa postoje i različiti izračuni za MSL (*Maximum Securing Load*). Evo jednog takvog primjera za čelični konop promjera 16 mm na slici:

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE

Mjerenje promjera konopa

Debljina konopa se mjeri između dvaju vrhova istoga struka.

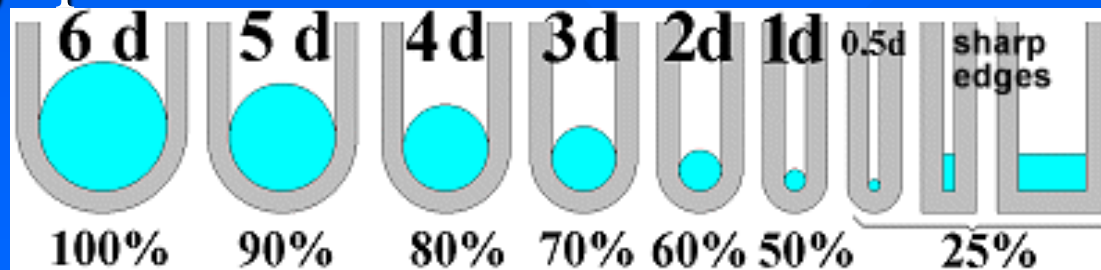


- Kada se koriste mm – milimetri, to označava dijametar konopa
- Kada se koristi “inch”(palac), to označava opseg konopa
 - OPSEG u palcima x 8 = dijametar u “mm”
 - Dijametar u “mm” / 8 = opseg u “inch”
- Uobičajeno je kod mjerenja dijametra novoga konopa da je taj dijametar veći nego što govori standard. Dozvoljeno odstupanje je +/- 7%. Ukoliko se uzme standardni dijametar novog konopa od 18 mm, mjerenje će pokazati 19 mm.
- Standardna duljina jednog koluta (*engl. Coils*) je 200 ili 220 met.

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE TERETA

Čvrstoća

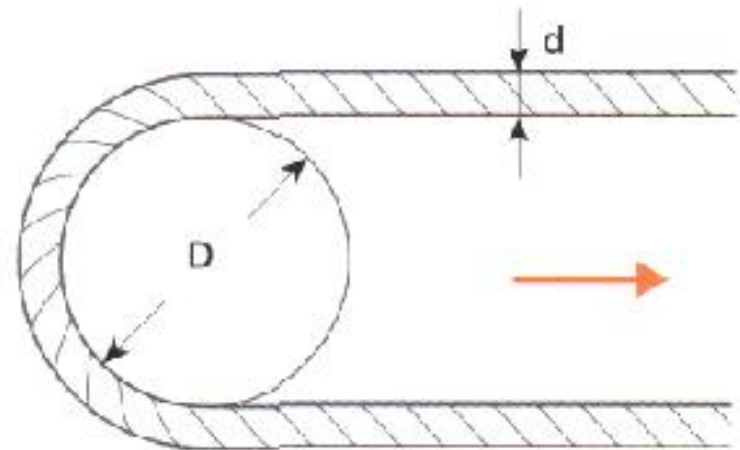
- Iako je čelična užad vrlo čvrsta, kada se isteže i provlači i savija preko oštarih rubova, njegova čvrstoća se smanjuje na gotovo polovinu od originalne čvrstoće.
- Podigač tereta (*engl. Running wires*) ili svaki čelični konop koji se savije pod ostrim kutem smanjuje njegovu vrijednost MSL. Dodatni faktori moraju se uzeti u obzir, a u niže prikazanoj tablici vidi se kako te vrijednosti opadaju u odnosu na promjer hvatišta oko kojega osiguranje ptołazi:



OPREMA ZA UCVRSĆIVANJE TERETA

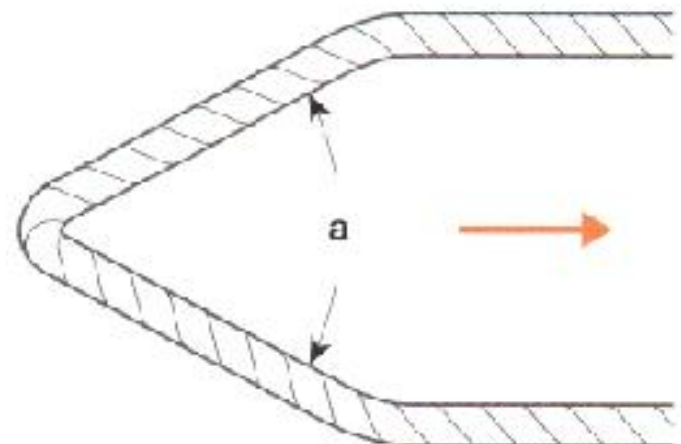
Pulling rope around a bend

D:Diameter of roller d:Diameter of rope	Strength ratio in %
2	53
6	70
10	79
14	86



Pulling rope around a sharp bent

Angle	Strength ratio in %
45°	53
60°	60
90°	65
120°	70



MSL kod različitih kuteva savijanja

OSIGURAVANJE TERETA I UČVRŠĆENJA

Uzroci oštećenja čelične užadi

- Kolotur se ne rotira
- Žlijeb kolotura je istrošen
- Dijametar kolotura je jako mali
- Formirani uvojci na užetu
- Kada je uže savinuto i oštih rubova
- Kada težina podizanja prelazi specificirano opterećenje užeta
- Nedovoljna pažnja i održavanje dovode užad u loše stanje, a što dovodi do ozbiljnih incidenata i povreda.

OPREMA ZA UCVRSCIVANJE TERETA

Lashing materijal - Čelične trake (engl. *Steel strapping*) mogu se koristiti brzo, lagano i pogodno su za osiguravanje raznih vrsta tereta.



Netretirane čelične treke za osiguranje
(*Steel strapping untreated*)



Čelične treke za osiguranje, „Blued“

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE

TERETA

Lashing materijal – lanci

Lanci za učvršćivanje uglavnom se koriste samo za učvršćivanje generalnog teškog i glomaznog tereta, s tim da se lanci po završetku transporta moraju biti vraćena na brod. Na vrlo vrijednim teretima, međutim, ovakvo osiguranje se smatra kao izgubljena oprema za osiguranje i ispomoć kod učvršćivanja tereta (*engl. Lost Load Securing Aid*). Ovakva oprema ima velike prednosti koje nudi svojom čvrstoćom i silom koju može izdržati, te velikom brzinom i lakoćom kojom se ovakva oprema može rastaviti.



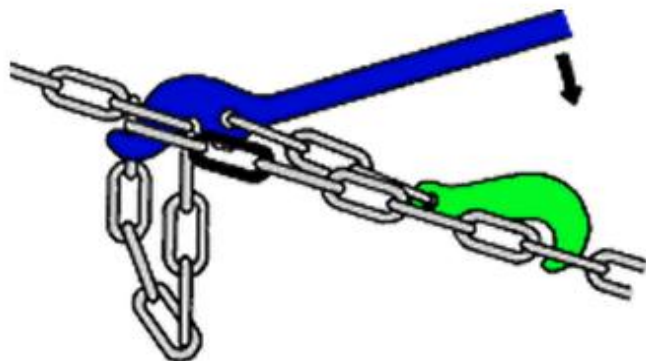
Lanac za učvršćivanje / osiguranje sa dugim karikama



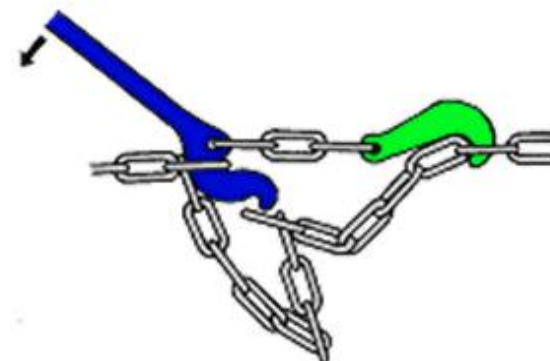
Lanac za učvršćivanje / osiguranje sa kratkim karikama

OPREMA ZA UCVRŠĆIVANJE TERETA

Pritezanje lanca koristeći kuku

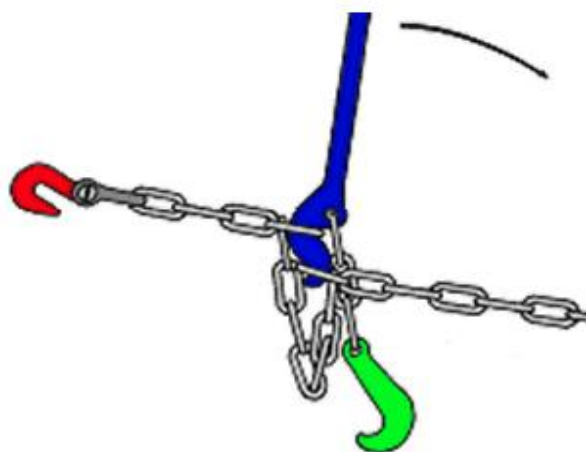


Ubacivanje kuke

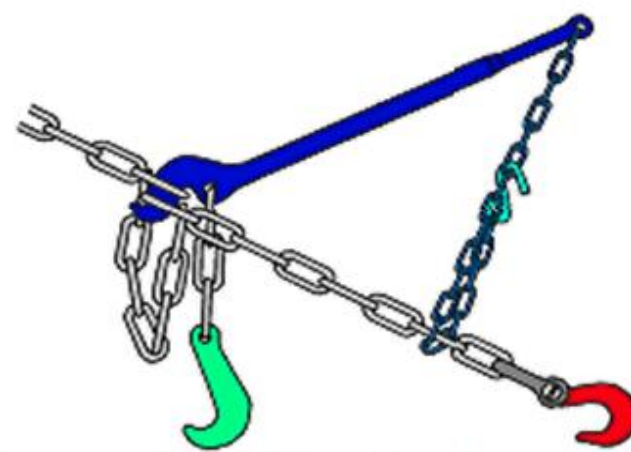


Pritezanje i skraćivanje lanca

Zatezanje lanca sa priteznom polugom



Umetanje pritezne poluge



Pritezanje i učvršćivanje poluge

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE

TERETA

Lashing materijali – Tekstilne trake

Također vrlo zastupljeno sredstvo za osiguranje tereta. Svaka traka sa unutarnje strane ima ušivenu tkaninu na kojoj se nalaze sve glavne karakteristike te oznake o čvrstoći takve trake. Raširene su pri prijevozu automobila brodom.



Tekstilni remeni za osiguranje

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE TERETA



Prikazuje različite pritezne trake koje se koriste kao sredstvo učvršćivanja automobila pri prijevozu brodom



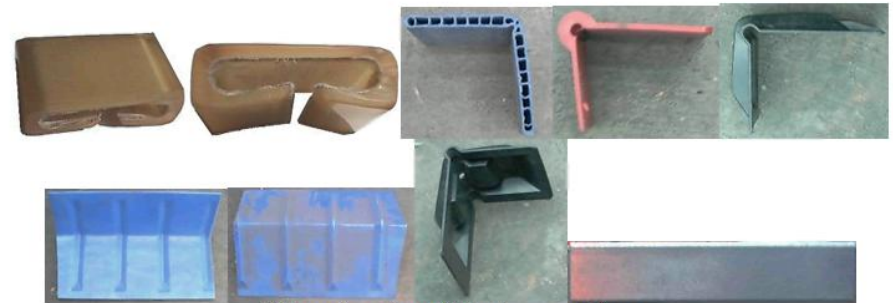
Različite kopče za pritezanje (locking devices) za upotrebu sa jednostrukim tekstilnim remenima za osiguranje (single-use textile lashing belts)

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE TERETA



Različiti oblici krajnjih kuka na krajevima priteznih sintetičkih traka

Pojasom i trake za osiguranje nikada ne smiju biti uvijene ili povezane u čvor. Trake se moraju pričvršćivati na široke četvrtaste karike / uške, i ne smiju biti postavljene preko oštih rubova, a sav oštećeni materijal koji služi za osiguranje i učvršćivanje tereta mora biti izdvojen iz spremišta ispravne opreme.



Slika prikazuje različite tipove podloga

za zatezanje sintetičkih traka koriste se različiti tipovi zatezača.



Slika prikazuje jedan od tipova zatezača za sintetičke trake

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE

TERETA

Lashing materijali – drvo

Drvo je neizostavan materijal pri prijevozu većine generalnih tereta. Uglavnom se koristi kao podloga na koju se teret stavlja, sredstvo sa kojim se pojedini komadi tereta odjeljuju te kao samo sredstvo za učvršćivanje i osiguranje tereta. Pojedine vrste drva se premazuju posebnim sredstvima kako ne bi došlo do kontaminacije tereta sa kukcima iz drva.



Mekano drvo sa grubom površinskom strukturom



Zavisno od debljini debla, balvana, četvrtastog drveta, daske, letve, štapa koji su izrezani iz debla



Solid wood



Halved lumber



Quartered balk



1:2 format

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE

TERETA

Lashing materijali – materijal za popunjavanje
(engl. Filling material)

Materijal za popunjavanje praznina tijekom prijevoza tereta morem

- U prijevozu morem u svrhu što boljeg učvršćivanja tereta i sprječavanja pomicanja istoga potrebno je ispunjavati razne praznine sa raznim vrstama sintetičkih i plastičnih masa se koriste u tu svrhu.
- U nekim slučajevima mogu biti korištene čak i automobilske gume, ali najrasprostranjenija metoda su razne vrste vreća napunjenih zrakom.

OPREMA ZA UČVRŠĆIVANJE TERETA

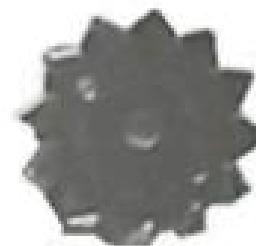


Slika prikazuje jednu vrstu sintetičkog materijala koja se koristi za popunjavanje praznina



Slika prikazuje gore navedene različite vreće napunjene zrakom (*engl. Air Bags*)

OPREMA ZA UCVRSCIVANJE TERETA



Različiti oblici i veličine prenosnih pločica (*engl. Transfer Plates*)
ili tzv. *Gangnails* – sa i bez rupa za čavle

**NADZOR NAD TERETOM
BRODA
U PLOVIDBI**

NADZOR NAD TERETOM

BRODA

Odgovornost zapovjednika broda

- Dok brod plovi treba izbjeći da se teret kvari ili ošteti, a do toga može doći za vrijeme putovanja zbog različitih uzroka. Na dugim relacijama brod redovne prolazi različitim klimatskim zonama gdje postoje velike promjene temperatura i različitih uvjeta vlažnosti zraka.
- Toplina i vlaga najčešće uzrokuju da se teret kvari za vrijeme putovanja broda. Jedino prokušano sredstvo za suzbijanje vlage i štetnih posljedica topline jest provjetravanje (ventilacija) skladišnih prostorija, te ukoliko se provodi kada za to nisu povoljni uvjeti, može uzrokovati više štete nego koristi.

NADZOR NAD TERETOM

BRODA

Provjetravanje teretnih prostorija broda

Brodski teret, u određenim uvjetima, može se uspješno sačuvati samo ako se za vrijeme putovanja provjetravaju prostorije u kojima je teret. Na trgovačkim brodovima primjenjuju se dva sustava provjetravanja ili ventilacije. Jedan je sustav prirodnog (prirodna ventilacija), a drugi umjetnog provjetravanja (umjetna ventilacija).

NADZOR NAD TERETOM

BRODA

Reguliranje provjetravanja i temperatura rosišta

- Treba li pristupiti provjetravanju ili ne, zavisi od **temperature rosišta** koja je u uskoj svezi s **relativnom vlagom**.

Zrak je mješavina dušika, kisika, nekih drugih plinova i vodene pare. Svi plinovi, osim vodene pare, zadržavaju svoje relativne odnose u mješavini nepromijenjene, nezavisno od promjene temperature. Međutim, dio vodene pare u mješavini zraka vrlo je promjenljiv jer se količina vodene pare u mješavini vrlo brzo mijenja s promjenom temperature.

Apsolutna vlaga - količina vodene pare u 1 m^3 zraka,

maksimalna vlaga - najveća količina vodene pare koju pri određenoj temperaturi može sadržavati 1 m^3 zraka.

relativna vlaga - omjer apsolutne i maksimalne vlage pomnožen sa 100, a izražen je u postocima.

NADZOR NAD TERETOM

BRODA

Reguliranje provjetravanja i temperatura rosišta

Prema tome:

$$\text{relativna vlaga} = \frac{\text{apsolutna vlaga}}{\text{maksimalna vlaga}} \cdot 100$$

- Kad je zbog pada temperature zraka maksimalna vlaga jednaka apsolutnoj, relativna je vlaga 100%. To znači da je u mješavini zraka maksimalna vodena para koju takva mješavina može primiti pri određenoj temperaturi. Tada se kaže da je zrak zasićen parom, a relativna vlaga iznosi 100%, dok se temperatura pri kojoj taj proces nastaje zove **temperatura rosišta** (*engl. Dew Point*). Temperatura je rosišta je ona temperatura pri kojoj neka površina, kod ohlađivanja, počinje pokazivati vidljive znakove kondenzacije u dodiru s mješavinom zraka i vodene pare. Ohlađivanje do temperature rosišta utjecat će da vlaga počne mijenjati plinovito stanje u zračnoj mješavini i pretvarati se u sumaglicu ili kapljice tekuće vode (orošavanje ili znojenje predmeta, kao što su stijenke brodskih skladišta, površine tereta u brodskim skladištima).

NADZOR NAD TERETOM

BRODA

Reguliranje provjetravanja i temperatura rosišta

- Najviše štete na teretu u brodskim skladištima uzrokuje kondenzacija vlage iz atmosfere koja stvara »znoj« bilo na strukturi broda, bilo na teretu. Za stvaranje takve »rose« ili »znoja« potrebne su površine kojih je **temperatura niža od temperature rosišta zraka u skladištu**, nezavisno od toga je li zrak ustajao ili je doveden u brodsko skladište provjetravanjem.

Kada se skladište može uspješno provjetravati?

Općenito skladišta tereta treba ventilirati kad god treba odstraniti ili spriječiti znojenje tereta, tj. onda samo onda kad je temperatura rosišta okolne atmosfere niža od temperature tereta koji treba zaštititi od znojenja. Temperaturu tereta vrlo je teško izmjeriti, pa jedino preostaje da se izmjeri temperatura zraka u skladištu. Taj je zrak u neposrednom dodiru s teretom i po prirodnom zakonu nastoji poprimiti njegovu temperaturu.

NADZOR NAD TERETOM BRODA

Reguliranje provjetravanja i temperatura rosišta

- Za provjetravanje brodskog skladišta u kome je složen teret vrijedi praktično pravilo:

Kad god pouzdano mjerenje pokaže da je rosište vanjskog zraka ispod rosišta zraka oko tereta koji treba zaštititi, vanjski zrak može odstraniti vlagu iz brodskog skladišta, pa se provjetravanje može sa sigurnošću primijeniti.

- Međutim, ako bi se ovo pravilo primijenilo kad je rosište vanjskog zraka više od rosišta zraka oko tereta, vlaga s tereta ne bi se odstranila, nego bi se povećala.

NADZOR NAD TERETOM

BRODA

Provjetravanje brod. skladišta - uklanjanja vrućine, štetnih plinova i štetnih mirisa

- Provjetravanjem se uklanja vlaga iz broskog skladišnog prostora, ali ima i iznimaka kad provjetravanjem treba odstraniti vrućinu, štetne plinove ili štetne mirise. Neki tereti proizvode vlastitu unutrašnju toplinu, zato je prijeko potrebno provjetravati takve terete da bi se odstranila toplina.
- Temperature tereta kad brod plovi, prilagođuju se temperaturi broda i njegove okoline. To prilagođivanje ide svojim tokom, čak ako i nema provjetravanja, ali se njegovom primjenom pospješuje. Ako je teret odviše zbijen, utjecaj provjetravanja osjetit će se samo u njegovim površinskim slojevima, dok će ostali dio tereta biti potpuno neosjetljiv na takav utjecaj.
- Međutim, i kod velike izmijene ventiliranog zraka u skladišti rijetko se može postići idealan rezultat provjetravanja, tj. da ventilacijski zrak dođe u dodir sa svima dijelovima tereta.

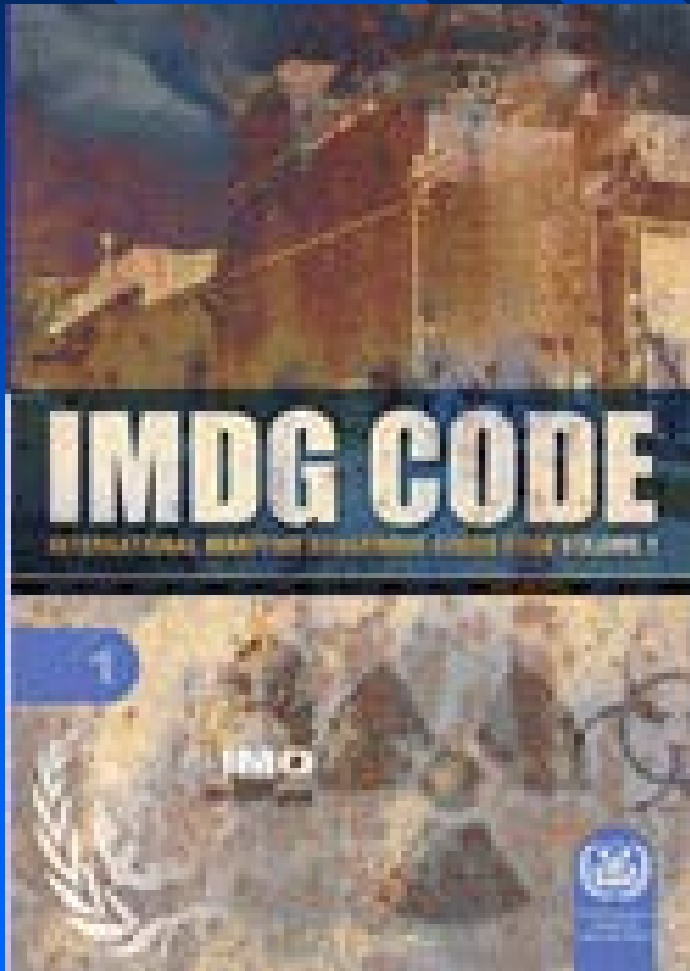
ŠTETAMA NA BRODSKOM TERETU

Štete koje nastaju na brodskom teretu dijele se na:

- Štete od vlage
- Štete od topline
- Štete od trenja
- Štete od pritiska
- Štete od krađa
- Štete od miševa, kukaca i druge gamadi

**Međunarodni pomorski kodeks za
opasne terete**
*(International Maritime Dangerous Goods
Code –
IMDG Code)*

Medunarodni pomorski kodeks za opasne terete (*International Dangerous Goods Code - IMDG Code*)



IMDG Kodeks

Cilj Međunarodnog pomorskog kodeksa za opasne terete (IMDG Code) :

- Poboľjšati siguran transport opasnog tereta
- Zaštita morskog okoliša
- Poboľjšati slobodan neograničen protok opasnog tereta uz odgovarajuću prateću dokumentaciju

Međunarodni zakonski okvir

The International Maritime Organization (IMO)

Medunarodna pomorska organizacija

IMO je specijalizirana agencija Ujedinjenih Naroda koja je razvila međunarodnu zakonsku regulativu za poslovanje sa dva ključna problema za pomorsku industriju:

- Sigurnost života na moru
- Spriječavanje zagđenja sa brodova

IMO je razvio dvije međunarodne konvencije da bi naglasio ove probleme:

- **SOLAS** Convention (pokriva zaštiti ljudskih života na moru)
- **MARPOL** Convention (pokriva zaštitu od zagađenja)

Međunarodni zakonski okvir

Dopuna načela položena su u SOLAS i MARPOL Konvencijama, a IMO je razvio **Međunarodni pomorski kodeks za opasne terete** (engl. *International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code*).

IMDG Kodeks sadrži tehničke karakteristike kako bi opasne terete bilo sigurno prevoziti morem.

IMDG Kodeks prihvaćen SOLAS-om postaje obvezan za sve države potpisnice od 1. Jan. 2004.

IMDG Code Classification System

Svrha IMDG Code's sustava klasifikacije je:

- Razlikovanje između tereta koji se mogu smatrati opasnim za transport i onih koji to nisu.
- Otkriti opasnosti koje su opisane u transportu opasnog tereta.
- Osigurati da su poduzete ispravne mjere za osiguranje sigurnog transporta ovakvog tereta bez rizika za osoblje i imovinu (obostrano, tijekom boravka u luci i na brodu).

IMDG Code Classification System

- Opasna tvar je svaka tvar koja je zbog njenih posebnih svojstava kao takva određena u saveznom propisu .

Definicija opasnog tereta:

OPASNI TERET je svaki teret koji po svojim svojstvima može prouzročiti opasnost po zdravlje, sigurnost i imovinu osoba koje sudjeluju u transportnom procesu, posredno ili neposredno, te nanijeti štetu prijevoznim sredstvima i javnim dobrima.

Posebnu pažnju treba obratiti teretima koji nisu svrstani niti klasificirani kodeksom (*IMO*) jer sami po sebi nisu opasni ali to mogu postati pod posebnim okolnostima u toku transporta ili za vrijeme operacija ukrcaja i slaganja.

IMDG Code Classification System

Danas i nema opasnog tereta koji se ne može prevoziti brodom . Prijevoz opasnih tereta jako je razvijen između razvijenih zemalja (dvosmjernan promet) : Sj.Amerika - Evropa , Sj.Amerika - Japan, Evropa- Japan. A isto tako važan je jednosmjerni promet (razvijeni u nerazvijene) . Najveći izvoznik opasnih tereta je USA . Kroz praksu se nametnula podijela opasnih tereta na:

1. Konvencionalni opasni tereti koji ne zahtijevaju posebnu pažnju
2. Opasni tereti s posebnim tretmanom , koji zahtijevaju direktnu manipulaciju

IMDG Code Classification System

- Pod **konvencionalno opasnim teretima** smatraju se oni koji ako su propisno pakirani , označeni naljepnicama i u dobrom su stanju mogu se slagati u suhe čelične kontejnere ili u skladišta kontejnere ili u skladišta za generalni teret.
- Pod **opasnim teretima sa posebnim tretmanom** smatraju se oni tereti koji sadrže eksploziv ili radioaktivne supstance te zahtijevaju direktnu manipulaciju i vrlo strogu kontrolu u svim fazama prijevoza.

IMDG Code Classification System

Opasni teret je klasificiran u 9 razreda (classes) u skladu s karakteristikama. Gdje i kako će različiti razredi (classes) opasnog tereta biti rukovane u transportu ovisiti će o karakteristikama i opasnosti, kao na primjer:

- Vrsta pakiranja koja može biti korištena.
- Koji razredi (klase) opasnog tereta mogu biti prevozene zajedno u odgovarajućem kontejneru.
- Gdje teret može biti složen tijekom boravka u luci i na brodu.

IMDG Code Classification System

9 razreda /classes:

Class 1 Explozivi (Explosives)

Class 2 Plinovi (Gases)
(plinovi stlačeni, ukapljeni, rastopljeni pod tlakom)

Class 2.1 Zapaljivi plinovi

Class 2.2 Nezapaljivi stlačeni plinovi

Class 2.3 Otrovni plinovi

Class 3 Zapaljive tekućine (Flammable liquids)

Class 3.1 Grupa zapaljivih tekućina s niskom točkom paljenja

Class 3.2 grupa zapaljivih tekućina s srednjom točkom paljenja

Class 3.3 grupa zapaljivih tekućina s visokom točkom paljenja

IMDG Code Classification System

- **Class 4** Zapaljive krute tvari (Flammable solids)
- **Class 4.1** Zapaljive krute tvari
- **Class 4.2** Zapaljive krute tvari podložne samozapaljenju
- **Class 4.3** Zapaljive krute tvari koje u dodiru sa vodom ispuštaju zapaljive plinove

- **Class 5** Oksidirajuće tvari i organski peroksidi (Oxidizing substances and organic peroxides)
- **Class 5.1** Oksidirajuće tvari
- **Class 5.2** Organski peroksidi

- **Class 6** Otrovne i infektivne tvari (Toxic and infectious substances)
- **Class 6.1** Otrovne toksične tvari
- **Class 6.2** Infektivne tvari

IMDG Code Classification System

Class 7 Radioaktivne tvari (Radioactive material)

Class 7.1 Radioaktivne tvari

Class 8 Korozivne tvari (Corrosive substances)

Class 8.1 Korozivne tvari

Class 9 Raznovrsne otrovne tvari i proizvodi
(Miscellaneous dangerous substances and articles)

Class 9.1 otrovne toksične tvari za koje će iskustvo pokazati da su takvih opasnih svojstava da se na njih moraju primjenjivati zakoni kodeksa.

Međunarodni propisi

Međunarodni propisi

Brojne međunarodne konvencije uređuju problematiku sigurne plovidbe broda, osobito glede zaštite ljudskih života ali i imovine na moru. U tom cilju spomenuti ćemo sljedeće konvencije:

- **IMO** International Maritime Organisation
 - » **SOLAS** Safety Of Life At Sea
 - » **MARPOL** Maritime Pollution
 - » **LOADLINE**
 - » **STCW** Standard of Training Certificating and Wachkeeping
- **ILO** International Labour Organisation
- **UNCLOS** the Unites Nations Convention on the Law of the Sea

Međunarodni propisi

- Međunarodna konvencija za prevenciju onečišćenja s brodova (*International Convention for the Prevention of Pollution from Ships [of the Sea by Oil] 1973 (Amended 1978)*), znane kao **MARPOL 73/78**.

Konvencija se bavi sa svim oblicima odlaganja otpada s brodova osim odlaganja kopneno generiranog otpada . Sastoji se od pet priloga (*Annex-a*) :

Annex I - Odredbe za prevenciju onečišćenja uljima s brodova;

Annex II - Odredbe za kontrolu onečišćenja sa štetnim tekućinama koje se prevoze u rasutom stanju;

Annex III - Odredbe za prevenciju onečišćenja štetnim tvarima koje se prevoze u pakiranom obliku;

Annex IV - Odredbe za prevenciju onečišćenja otpacima s brodova;

Annex V - Odredbe za prevenciju onečišćenja fekalijama;

Annex VI - Odredbe za prevenciju onečišćenja atmosferskog omotača stakleničkim plinovima.

Međunarodni propisi

- Međunarodnu konvenciju o zaštiti ljudskih života na moru (*International Convention for the Safety of Life at Sea - SOLAS*), 1974. (s brojnim izmjenama i dopunama).
- Međunarodnu konvenciju o teretnim linijama (*International Convention on Load Lines - LOADLINE*), 1966. (Protokol 1988.),
- Međunarodnu konvenciju o standardima za izobrazbu (obuku), izdavanju svjedodžbi i držanju straže pomoraca (*STCW*), 1978./95. s dopunama Manila 2010,
- Međunarodnu konvenciju o baždarenju brodova (*International Convention on Tonnage Measurement of Ships*), 1969.,
- Međunarodnu konvenciju o sigurnosti kontejnera (*International Convention for Safe Containers*), 1972.,

Međunarodni propisi

- Međunarodni kodeks o prijevozu opasnog tereta (*IMDG Code ili International Maritime Dangerous Goods Code*)
- Međunarodna konvencija o odgovornosti i naknadi štete u svezi prijevoza opasnih i štetnih tvari morem (*International Convention on Liability and Compensation for Damage in Connection with the Carriage of Hazardous and Noxious Substances by Sea*)
- Međunarodna konvencija o nadzoru i upravljanju brodskim balastnim vodama i talozima (*International Convention for the Managment of Ships Ballast Water & Sediments*)

Međunarodni propisi

- Međunarodnu konvenciju o traganju i spašavanju na moru. 1979.,
- Konvenciju o minimalnim standardima (uvjetima) na trgovačkim brodovima, 1976. i
- Međunarodni kodeks o sigurnom vođenju broda i sprječavanju onečišćenja (**ISM Kodeks**), 1993.

SUSTAV SIGURNOG UPRAVLJANJA =ISM Code=

International Safety Management (ISM) Code

- **International Safety Management (ISM) Code** znači “Međunarodni kodeks rukovođenja i sigurnog upravljanja brodom i zaštitom od zagađivanja”
- Brojne vrlo ozbiljne nesreće koje su se dogodile tijekom kasnih 1980-ih godina, posljedica su ljudske greške sa propustima u menadžmentu (upravljanju), a što je doprinoseći faktor da je u mjesecu Oktobru 1989 godine IMO prihvatio rezoluciju A.647(16), o «Uputstva za Menedžment i sigurno upravljanje brodom i zaštita od zagađenja» (*Guidelines on Management for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention*).

SUSTAV SIGURNOG UPRAVLJANJA =ISM

Code=

- Nakon kratkog iskustva u primjeni uputstva, 1993 IMO je prihvatio «Međunarodni standard upravljanja za siguran rad brodova i zaštitu od zagađivanja» (*International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention (the ISM Code)*).
- Ugradnjom Međunarodnog kodeksa o sigurnom upravljanju - ISM Code (*International Safety Management Code*) u SOLAS konvenciju (*International Convention for the Safety of Life at Sea*) ista je dobila obvezujuću snagu konvencijske norme za sve države članice te konvencije.
- Godine 1998, ISM Kodeks (*ISM Code*) postaje obvezan.

Kronologija donošenja Pravila po nesreća...

Titanic (1912) = SOLAS (1929)

Torrey Canyon (1967) = MARPOL (1973) &
STCW (1978)

Amoco Cadiz (1978) = SOLAS & MARPOL
1978 Protocols

Herald of Free Enterprise (1987) = ISM & SOLAS Ch. II-1

Exxon Valdez (1989) = OPA'90

Scandinavian Star (1990) = SOLAS Ch. II-2

Kronologija donošenja Pravila po nesreća...

Gubitak raznih "Bulk Carrier" – ranih 1990 = SOLAS Ch. XII (1997)

Estonia = SOLAS Ch. II-1 (1995)

Erika (1999) = EU package I & II

Prestige (2002) = Nova IMO Pravila – phase - out of single hull tankers

World Trade Center & drugi napadi u USA = ISPS Code & SOLAS Ch. XI-2 & amended SOLAS Ch V

Stara teorija piramide nesreća ...

“Heinrich Rule”



Promjena teorije piramide nesreća.... Spušteni pragovi tolerancije...



Moderna teorija piramide nesreća....

