

Skipstjórnarskólinn  
Tækniskólinn



## **Formúlur, skammstafanir og tákni í stöðugleika skipa**

**Kennsluefni og dæmasafn fyrir STL102**

Þegar þungi er færður innan skips, færast þyngdarpunktur skipsin í sömu stefnu og þunginn er færður. Þannig mun þungi sem færður fram eftir skipinu leiða af sér færslu þyngdarpunkts skipsins (G) fram. Þungi sem færður er upp mun færa þyngdarpunktinn upp og þungi sem færður er í stjórn flytur hann í stjórn.

G er þyngdarpunktur skipsins.

G<sub>1</sub> er nýr þyngdarpunktur skipsins.

GG<sub>1</sub> er vegalengdin sem þyngdarpunkturinn færast mælt í metrum.

q er þunginn (sem færður er) veginn í tonnum.

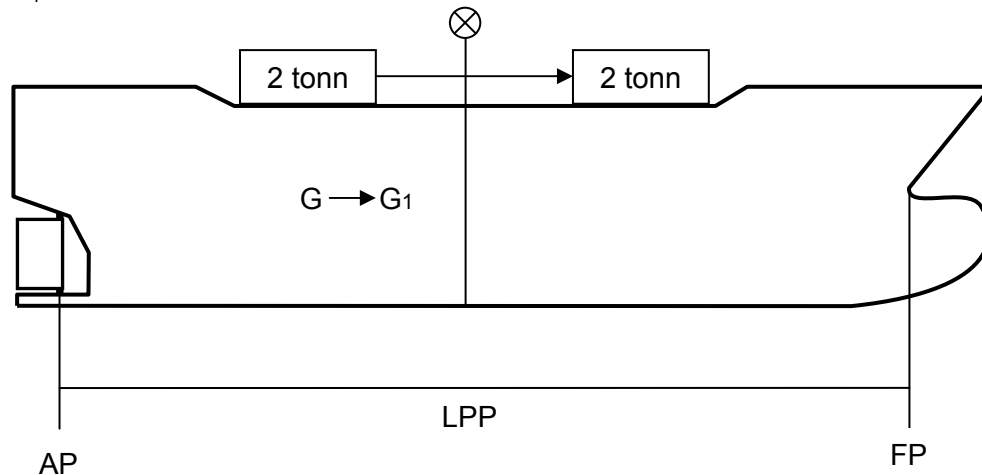
d er vegalengdin sem þunginn er færður í metrum.

Δ er sæþungi skipsins í tonnum.

### Færsla þyngdarpunkts GG<sub>1</sub> við færslu þunga innan skips:

$$GG_1 = \frac{\text{þungi (q)} \cdot \text{færsla (d)}}{\text{sæþungi (\Delta)}}$$

**Dæmi:** Sæþungi skips er 100,0 tonn. 2,0 tonn eru flutt 10,00 metra fram eftir skipinu. Finn GG<sub>1</sub>



$$GG_1 = \frac{\text{þungi (q)} \cdot \text{færsla (d)}}{\text{sæþungi (\Delta)}} \Rightarrow \frac{2,0 \text{ tonn} \cdot 10,00 \text{ metrar}}{100,0 \text{ tonn}} = 0,20 \text{ metra fram}$$

AP er aftari lóðlína

FP er fremri lóðlína

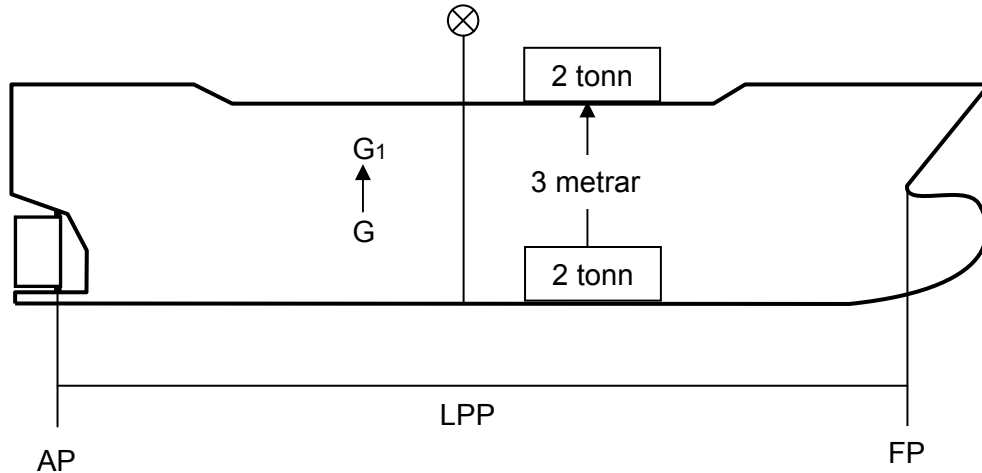
Lpp er lengd milli lóðlína mæld í metrum.

⊗ er miðband (kallað núllkruss)

### Lóðrétt færsla þyngdarpunkts $GG_1$ við færslu þunga innan skips:

$$GG_1 = \frac{\text{þungi (q)} \cdot \text{færsla (d)}}{\text{sæþungi (\Delta)}}$$

**Dæmi:** Sæþungi skips er 100,0 tonn. 2,0 tonn eru flutt 3,00 metra upp.  
Finn  $GG_1$



$$GG_1 = \frac{\text{þungi (q)} \cdot \text{færsla (d)}}{\text{sæþungi (\Delta)}} \Rightarrow \frac{2,0 \text{ tonn} \cdot 3,00 \text{ metrar}}{100,0 \text{ tonn}} = 0,06 \text{ metra upp}$$

### Sama formúla er notuð um þverskips flutning:

**Dæmi:** Sæþungi skips er 100,0 tonn.  
2,0 tonn eru flutt 3,00 metra í stjórnborða.  
Finn  $GG_1$

$$GG_1 = \frac{\text{þungi (q)} \cdot \text{færsla (d)}}{\text{sæþungi (\Delta)}} \Rightarrow \frac{2,0 \text{ tonn} \cdot 3,00 \text{ metrar}}{100,0 \text{ tonn}} = 0,06 \text{ metra til stjórnborða}$$

Þegar gefin er upp staðsetning, þyngdarpunkts (G), uppdrifsmiðju (B), flotmiðju (F) eða málmiðju (M), eru miðað við nokkra viðmiðunar staði. Lárétt er miðað við AP eða  $\otimes$ , lóðrétt er miðað við kjöl (K eða  $B_L$  base line) og þverskipts er miðað við langskurðarflöt skipsins.

**Enn eru í notkun ýmsar skammstafanir yfir sömu hugtök.**

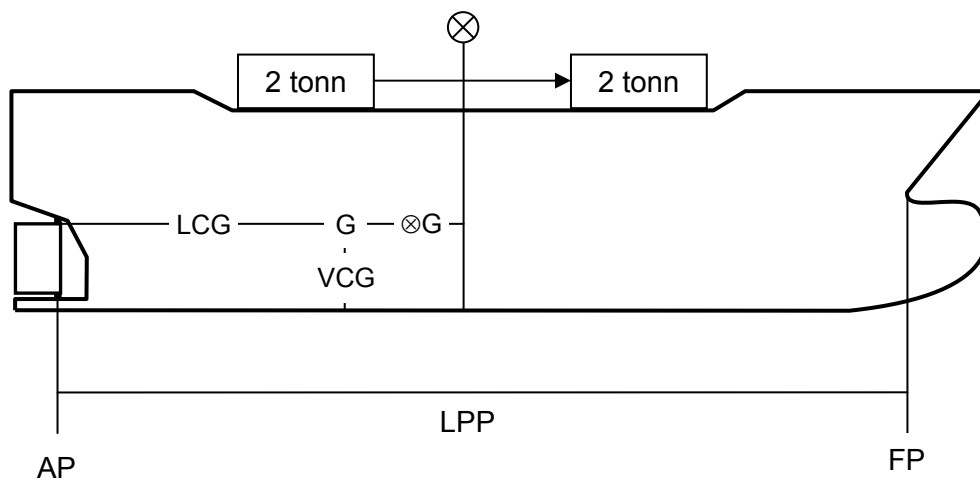
$\otimes$ G er fjarlægð þyngdarpunkts frá miðbandi (oftast táknað sem, - fyrir framan miðband og + fyrir aftan, en breytingar eru í gangi og mun þetta snúast við).

LCG (enska Longitudinal Center of Gravity) er lárétt fjarlægð (oftast) frá AP eða miðbandi.

GAP er stundum notað fyrir fjarlægð þyngdarpunktsins frá aftari lóðlínu.

KG (kjölur (K) þyngdarpunktur (G)) er hæð þyngdarpunkts yfir kili.

VCG (enska Vertical Center of Gravity) er einnig hæð þyngdarpunkts yfir kili.



Þegar þungi er lestaður/losaður, hefur það að öllu jöfnu áhrif á þyngdarpunkt skipsins (G). Færslu þyngdarpunktsins ( $GG_1$ ) má reikna með sömu aðferð og áður var lýst, þ.e. þungi margfaldaður með vegalengd og deilt með sæþunganum.

### Lóðréttur flutningur þyngdarpunktsins:

$$GG_1 = \frac{q \cdot (KG - Kg)}{\Delta \pm q}$$

$Kg$  er þyngdarpunktur þungans miðað við kjöl.

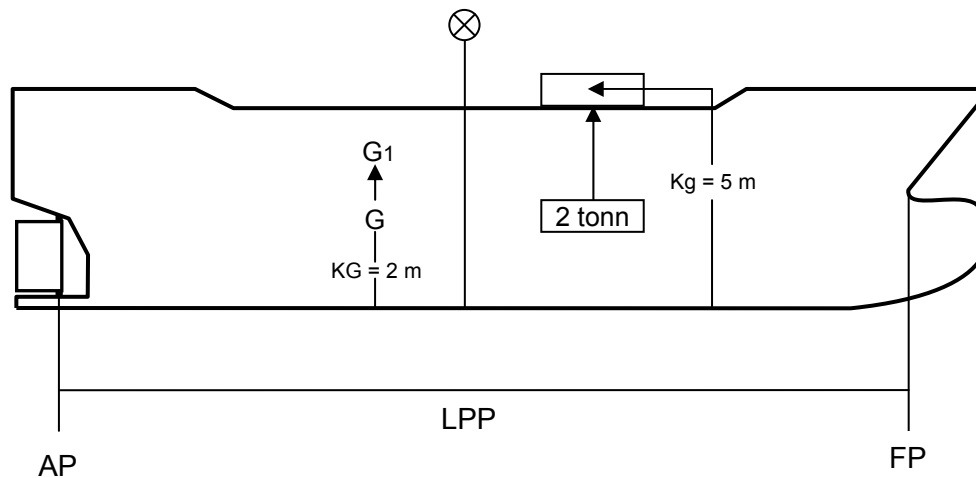
$(KG - Kg)$  er fjarlægð þyngdarpunkts þungans frá þyngdarpunkti skipsins og jafngildir því „d“ í fyrri formúlunni.

$\Delta \pm q$  er nýr sæþungi eftir lestun (+) eða losun (-).

Ef þyngdarpunktur þungans ( $Kg$ ) er lægri en þyngdarpunktur skipsins ( $KG$ ) mun þyngdarpunktur skipsins (G) færast upp við losun, en niður við lestun.

Ef þyngdarpunktur þungans ( $Kg$ ) er hærri en þyngdarpunktur skipsins ( $KG$ ) mun þyngdarpunktur skipsins (G) færast niður við losun, en upp við lestun.

Við hugsum okkur að þunginn sé lestaður í sömu hæð og þyngdarpunktur skipsins og síðan færður á þann stað sem á að lesta hann á.



**Dæmi:** Sæþungi skips er 100,0 tonn og er þyngdarpunktur þess (KG) 2,00 metra yfir kili. 2,00 tonn eru lestuð þannig að þyngdarpunktur þungans (Kg) er 5,00 metra yfir kili. Finn  $GG_1$

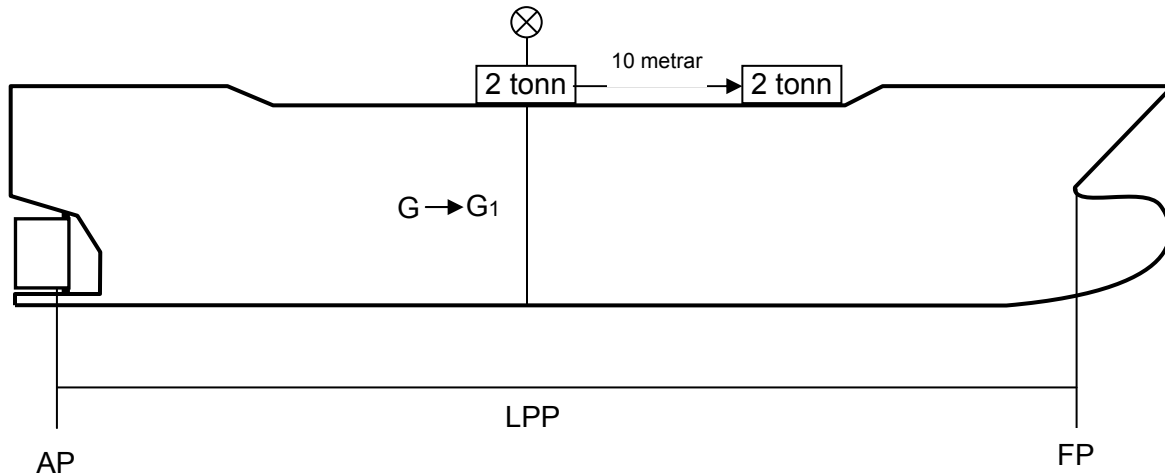
$$GG_1 = \frac{q \cdot (KG - Kg)}{\Delta \pm q} \Rightarrow \frac{2,0 \text{ t} \cdot (2,00 \text{ m} - 5,00 \text{ m})}{100,0 \text{ t} + 2,00 \text{ t}} = 0,06 \text{ m upp}$$

### Láréttur flutningur þyngdarpunkts:

$$GG_1 = \frac{q \cdot \otimes g}{\Delta \pm q}$$

$\otimes g$  er fjarlægð þyngdarpunkts þungans frá miðbandi ( $\otimes$ )

Við hugsum okkur að þunginn sé lestaður í miðband skipsins og síðan færður á þann stað sem á að lesta hann á.



**Dæmi:** Sæþungi skips er 100,0 tonn 2,0 tonn eru lestuð þannig að þyngdarpunktur þungans ( $\otimes g$ ) er 10,00 metra fyrir framan miðbandið ( $\otimes$ ).  
Finn  $GG_1$ .

$$GG_1 = \frac{q \cdot \otimes g}{\Delta \pm q} \Rightarrow \frac{2,0 \cdot 10,00}{100,0 \pm 2,0} = 0,20 \text{ m fram}$$

Þegar þungi er lestaður/losaður mun það hafa áhrif á meðaldjúpristu skipsins. Djúpristan mun aukast við lestun en minnka við losun. Síðan fer það eftir staðsetningu þungans hvort og þá hvaða áhrif hann hefur á stafnhallann. Einnig mun langskips færsla innan skipsins hafa áhrif á stafnhallann.

Meðaldjúprista er hálf samtala djúpristu að framan og aftan.

$$\text{Meðaldjúprista} = \frac{\text{djúprista að framan} + \text{djúprista að aftan}}{2}$$

Stafnhalli er mismunur á djúpristu að framan og djúpristu að aftan

$$\text{Stafnhalli} = \text{djúprista að aftan} - \text{djúprista að framan}$$

**Sökkþungi** er hugtak sem segir til um hve mörg tonn þarf að lesta/losa svo meðaldjúpristan breytist um 1 sentimetra. Og er einingin t/cm eða tonn á sentimetra (einnig er til tonn á metra en það er sjaldgæfara)

Annað hugtak er **stafnhallavægi** Það segir til um hve mörg tonn þurfi að færa 1 metra, eða hve marga metra þarf að færa 1 tonn svo stafnhallinn breytist um 1 sentimetra. Einingin er mt/cm eða metratonn á sentimetra (einnig er til metratonn á metra sem er þó sjaldgæfara)

$D_f$  er notað hér um djúpristu að framan,

$D_a$  er notað hér um djúpristu að aftan,

$D_m$  er notað hér um meðaldjúpristu,

TPC er sökkþungi (enska Tonns Per Centimeter),

T er einnig notað hér (danska Nedtrykningsvægt),

MCT er stafnhallavægi (enska Moment to Change Trim),

S er einnig notað hér um stafnhallavægi (danska Styrlastighedsmoment),

$\delta d$  er notað hér um meðaldjúpristubreytingu,

$\delta s$  er notað hér um stafnhallabreytingu,

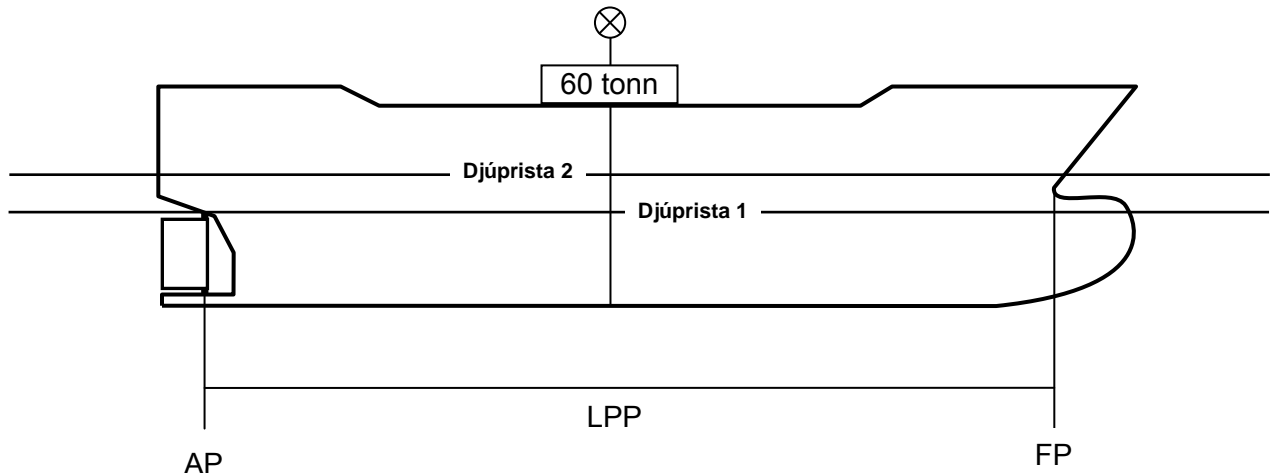
s er notað hér um stafnhalla,

Reyndar eru önnur ták notuð um sum þessara hugtaka samkvæmt IMO (International Maritime Organization - Alþjóða Siglingamálastofnunin), en þau verða ekki notuð hér í bili, en verða kynnt síðar (TPC og MCT eru samkvæmt IMO).

**Meðaldjúpristubreyting vegna lestunar/losunar er:**

$$\delta d = \frac{q}{T \text{ eða TPC}}$$

**Dæmi:** Sökkþungi skips er 20,0 t/cm. Lestuð eru 60,0 tonn.  
Finn meðaldjúpristubreytingu ( $\delta d$ )



$$\delta d = \frac{q}{T \text{ eða TPC}} \Rightarrow \frac{60,0}{20,0} = 3 \text{ cm}$$

Ef djúpristan hefði verið til dæmis 3,20 m að framan og 3,30 m að aftan hefði djúpristan eftir lestun orðið:

	<b>D<sub>f</sub></b>	<b>D<sub>a</sub></b>
Djúprista 1	3,20 m	3,30 m
$\delta d$	0,03 m	0,03 m
Djúprista 2	3,23 m	3,33 m

Á sama hátt ef um losun hefði verið að ræða:

	<b>D<sub>f</sub></b>	<b>D<sub>a</sub></b>
Djúprista 1	3,20 m	3,30 m
$\delta d$	- 0,03 m	- 0,03 m
Djúprista 2	3,17 m	3,27 m



### Stafnhallabreyting vegna færslu innan skips eða lestunar/losunar er:

$$\delta s = \frac{q \cdot d}{S \text{ eða MCT}}$$

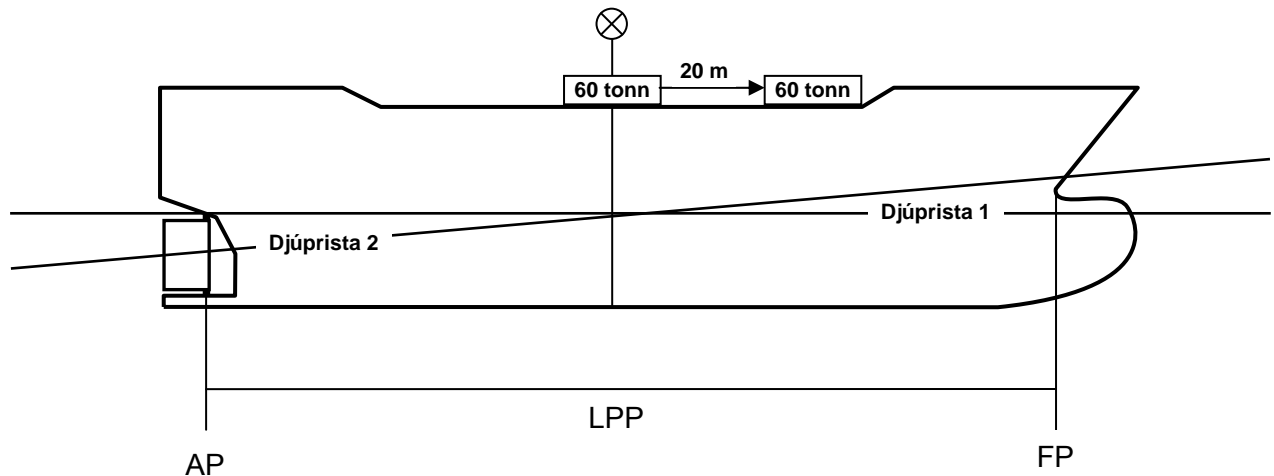
Eins og áður er „q“ þunginn sem færður er eða lestaður/losaður og „d“ vegalengdin sem þunginn er færður eða fjarlægð hans frá miðbandi eftir/fyrir lestun/losun

**Dæmi:** Stafnhallavægi skips er 20,0 mt/cm. Færð eru 60,0 tonn 20,00 metra fram eftir skipinu.

Finn stafnhallabreytinguna ( $\delta s$ )

$$\delta s = \frac{q \cdot d}{S \text{ eða MCT}} \Rightarrow \frac{60,0 \cdot 20,00}{20,0} = 60 \text{ cm}$$

Stafnhallabreytingin deilist jafnt á djúpristuna að framan og aftan, þannig að 30 cm bætast við að framan og 30 cm dragast frá að aftan.



Ef djúpristan hefði verið til dæmis 3,20 m að framan og 3,30 m að aftan, hefði djúpristan eftir lestun orðið:

	<b>D<sub>f</sub></b>	<b>D<sub>a</sub></b>
Djúprista 1	3,20 m	3,30 m
Δd	+0,30 m	-0,30 m
Djúprista 2	3,50 m	3,00 m

Á sama hátt ef um færslu aftur hefði verið að ræða

	<b>D<sub>f</sub></b>	<b>D<sub>a</sub></b>
Djúprista 1	3,20 m	3,30 m
Δd	-0,30 m	+0,30 m
Djúprista 2	2,90 m	3,60 m

## Stöðugleikagögn

Á blaðsíðu 29 í sértili 4 (Kynning á stöðugleika fiskiskipa) eru sýnt dæmi um stöðugleikagögn. Í því dæmi eru "Hydrostatískar boglínur" í töfluformi. En þær geta einnig verið í formi línurita eða í svo kölluðum hleðsluskala (danska ladeskala).

Jafnhallaboglinur (KN-boglinur) eru einnig í töfluformi í því dæmi, en geta einnig verið í formi línurits og þá stundum gefið upp MS í stað KN.

Í hvaða formi sem upplýsingarna eru er ævinlega farið inn með "meðaldjúpristuna" eða „sæþungann“ (eftir því hvort er þekkt) og tekur út þær stærðir sem nota skal. Þær upplýsingar sem hægt er að fá út úr „Hydrostatískum boglinum“ eru:

Sæþungi, særymi og stundum farm- og birgðapungi (Farið inn með meðaldjúpristu),  
Meðaldjúprista (Farið inn með sæþunga),  
Hæð málmíðju yfir kili (KM),  
Lárétt fjarlægð uppdrifsmíðju frá AP eða  $\otimes$  (LCB eða  $\otimes$ B),  
Lárétt fjarlægð flotmíðju frá AP eða  $\otimes$  (LCF eða  $\otimes$ F),  
Stafnhallavægi (MCT eða S),  
Sökkþunga (TPC eða T) (ekki í dæminu á blaðsíðu 29).

Ýmsar fleiri upplýsingar er hægt að fá, en þær skipta ekki máli á þessu stigi. Þær verða kynntar eftir því sem þörf krefur.

Þessar upplýsingar gera oftast ráð fyrir því, að skipið fljóti á sjó með eðlismassann  $1,025 \text{ t/m}^3$ , en ef það er ekki tilfellið þarf að reikna út breytingarnar eða fara inn í töflu sem miða við annan eðlismassa. Enn fremur er gert ráð fyrir því að skipið sé án stafnhalla. Hér verður í upphafi ekki farið út í þessi atriði, en vert er að hafa þau í huga og síðar verða þau skýrð nánar.

Hafa skal í huga að upplýsingar um láréttar fjarlægðir frá AP og  $\otimes$  koma aðeins við útreikningum á djúpristu, en upplýsingar um lóðréttar fjarlægðir varða útreikninga um stöðugleika.

Jafnhallaboglinur geta verið eins og áður sagði ýmist KN-boglinur eða MS-boglinur.  
En hver er munurinn?

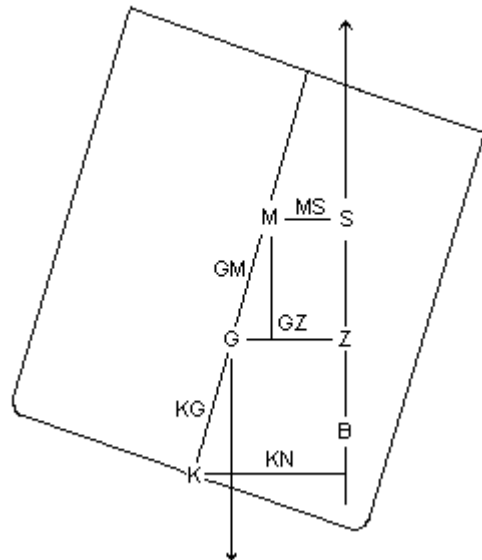
KN er fjarlægðin frá kili að lóðlínu uppdrifsmiðjunar, en MS er fjarlægðin frá málmíðju (M) að sömu lóðlínu.  
Þegar KN-boglinur fylgja stöðugleikagögnum skipsins er formúlan fyrir GZ

$$GZ = KN - KG \times \sin(\text{hallahorninu})$$

Þegar MS-boglinur fylgja stöðugleikagögnum skipsins er formúlan fyrir GZ

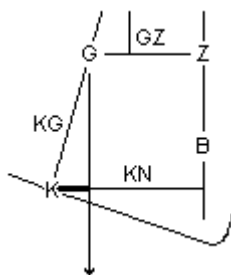
$$GZ = MS + GM \times \sin(\text{hallahorninu})$$

Hallahornin sem oftast eru notuð eru :  
10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80° og 90°



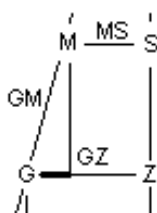
#### Smávegis um hornaföll

$$\sin \text{ langhlið} = \frac{\text{mótlæg skammhlið}}{\text{langhlið}} \Rightarrow \text{mótlæg skammhlið} = \sin \cdot \text{langhlið}$$



Feitletraða línan sem liggur frá K er mótlæga skammhliðin í þríhyrningnum og KG er langhliðin.  
Ef sú feitletraða er dreginn frá KN línunni fæst GZ, eða eins og áður sagði:

$$GZ = KN - KG \times \sin(\text{hallahorninu})$$



Feitletraða línan sem liggur frá G er mótlæga skammhliðin í þríhyrningnum og GM er langhliðin.  
Ef sú feitletraða er lögð við MS línuna fæst GZ, eða eins og áður sagði:

$$GZ = MS + GM \times \sin(\text{hallahorninu})$$

## Formstuðlar

Burðargeta skips, stöðugleiki, sjóhæfni og gangur, er að miklu leyti háð lagi skipsins neðan sjólínu, sérstaklega hvort skipið er „grannt“ eða „búttað“. Svokallaðir formstuðlar segja til um það hve nálægt ferhyrnum rúmmáls/flatarmáls myndum lag skipsskrokksins er. Þeir formstuðlar sem hér verða nefndir til sögunnar eru; kassastuðull, sjólinustuðull og miðbandsstuðull.

**Kassastuðull**  $C_B$  eða  $\delta$  (enska block coefficient), segir til um hve nálægt því að skipið er kassalaga neðan sjólínu.

$$\delta = \frac{\nabla}{L_{pp} \cdot B \cdot d}$$

$\nabla$  = særymi þ.e. rúmmál skipsskrokksins neðan sjólínu í  $m^3$ .  
 $\delta$  er mismunandi milli skipa og getur gildið verið á milli 0,4 og 0,8.

**Dæmi:** Finn særymi og sæpunga skips sem flýtur í sjó með eðlismassann 1,025, ef lengd er 50,00 m, breiddin er 9,00 m og djúpristan er 4,00 m. Kassastuðullinn er 0,6.

Særymið er  $50,00 \cdot 9,00 \cdot 4,00 \cdot 0,6 = 1080,0 m^3$   
Sæpunginn er særymið  $\cdot$  eðlismassinn  $\Rightarrow 1080,0 \cdot 1,025 = 1107,0 t$ .

**Sjólinustuðull**  $C_W$  eða  $\alpha$  (enska coefficient of water plane area) er hlutfallið milli sjólínu flatarmálsins  $A_{WL}$  og flatarmáls ferhyrnings sem dreginn væri umhverfis skipið

$$\alpha = \frac{A_{WL}}{L_{pp} \cdot B}$$

$\alpha$  er mismunandi milli skipa og getur gildið verið á milli 0,7 og 0,9.

**Dæmi:** Finn sjólinuflatarmál skips sem er 75,00 m langt og 10,00 m breitt, ef sjólinustuðullinn er 0,8.

Sjólinuflatarmálið er  $75,00 \cdot 10,00 \cdot 0,8 = 600,0 m^2$

**Miðbandsstuðull**  $C_m$  eða  $\beta$  (enska coefficient of midship section area) er hlutfallið flatarmáls miðbands og þess flatarmáls er ferhyrningur fengi sem dreginn væri umhverfis miðbandið.

$$\beta = \frac{A_m}{B \cdot d}$$

$\beta$  er mismunandi milli skipa og getur gildið verið á milli 0,6 og 1,0.

Finna má stafnhallavægið með nálgunar formúlu ef ekki fást upplýsingar út úr töflum eða línuritum.

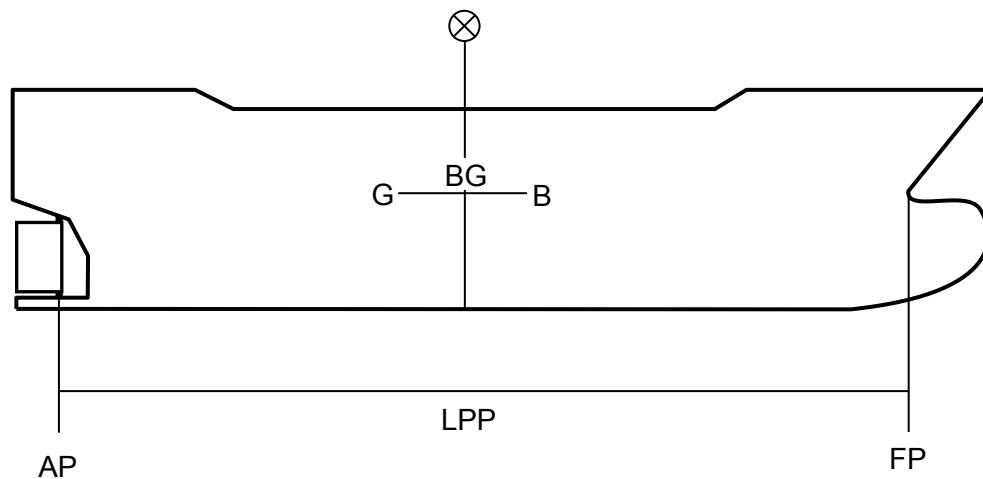
$$\text{Stafnhallavægið (MCT)} = \frac{L^2 \cdot B}{1900}$$

**Dæmi:** Finn stafnhallavægið fyrir skip sem er 70,00 m langt og 10,00 m breitt.

$$\text{Stafnhallavægið (MCT)} = \frac{L^2 \cdot B}{1900} \Rightarrow \frac{70,00^2 \cdot 10,00}{1900} = 25,8 \text{ mt/cm}$$

Einnig má finna sökkþungann með nálgunar aðferð:

$$\text{Sökkþungi} = \frac{L \cdot B}{120} \Rightarrow \frac{70,00 \cdot 10,00}{120} = 5,8 \text{ t/cm}$$



Áður hefur verið kynnt formúlan til að finn stafnhallabreytingu vegna þungafærslu eða lestunar:

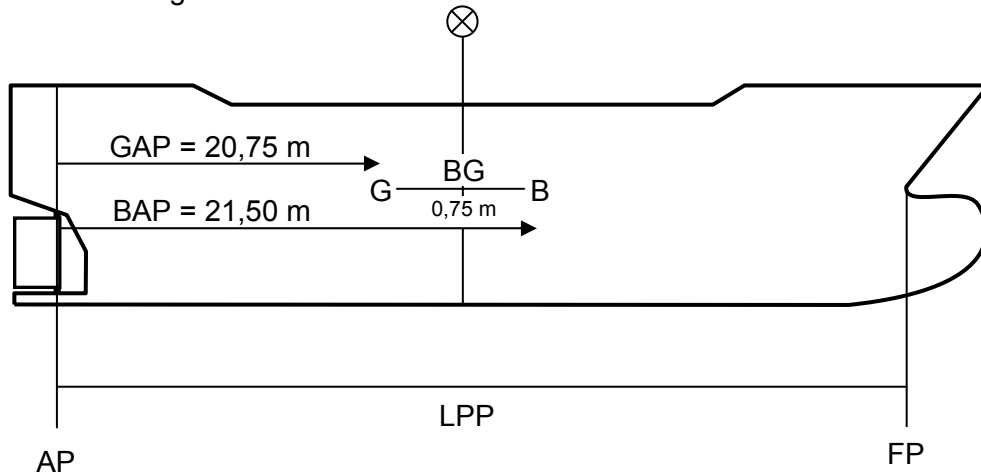
$$\delta s = \frac{q \cdot d}{S \text{ eða MCT}}$$

Stafnhalli eftir lestun er fundinn með samskonar formúlu, þ.e. þungi margfaldaður með armi og deilt í með stafnhallanum, en nú er þunginn sæþunginn og armurinn fjarlægð B frá G, sem nefnist BG.

$$\delta s = \frac{\Delta \cdot BG}{S \text{ eða MCT}}$$

Á styttri skipum er gengið út frá því að stafnhallinn deilist jafnt á báða enda, en á lengri skipum þarf að taka tillit til flotmiðjunnar. Í bili verður ekki farið út í þá reikninga., en þeir verða kynntir síðar.

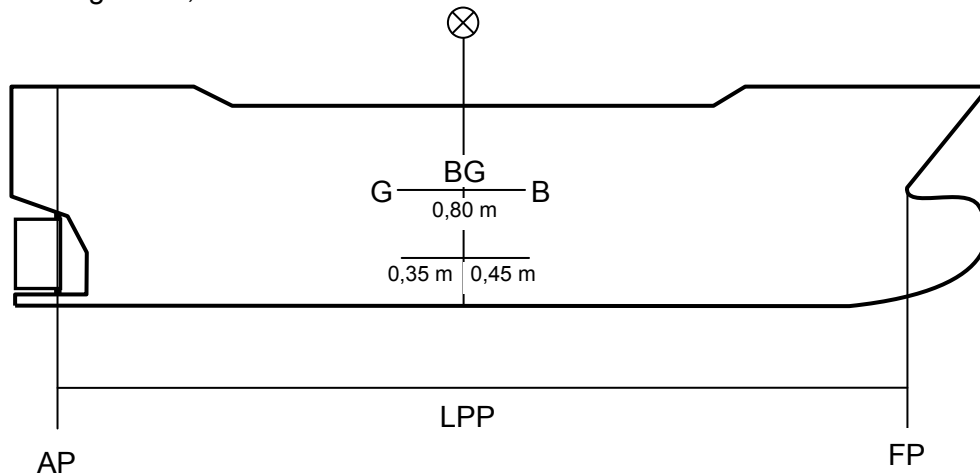
**Dæmi:** Skip er með sæpunga 500 tonn eftir lestun og er flotmiðjan (B) 21,50 m fyrir framan aftari lóðlínu, en þyngdarpunkturinn (G) er 20,75 m fyrir framan aftari lóðlínu. Stafnhallavægið er 9 mt/cm. Finn stafnhallann eftir lestun.



$BG = BAP - GAP \Rightarrow BG = 21,50 \text{ m} - 20,75 \text{ m} = 0,75 \text{ m}$  og G er fyrir aftan B

$$s = \frac{\Delta \cdot BG}{S \text{ eða MCT}} \Rightarrow \frac{500,0 \cdot 0,75}{9} = 42 \text{ cm}$$

**Dæmi:** Skip er með sæpunga 500,0 tonn eftir lestun og er uppdrifsmiðjan (B) 0,45 m fyrir framan miðband, en þyngdarpunkturinn (G) er 0,35 m fyrir aftan miðband. Stafnhallavægið er 9,5 mt/cm. Finn stafnhallann eftir lestun.



$BG = \otimes G - \otimes B \Rightarrow BG = 0,35 \text{ m} - (-0,45 \text{ m}) = 0,80 \text{ m}$  og G er fyrir aftan B.

$$s = \frac{\Delta \cdot BG}{S \text{ eða MCT}} \Rightarrow \frac{500,0 \cdot 0,80}{9} = 42 \text{ cm}$$

Með þessum línnum fylgja upplýsingar um skipið „D”, sem er skip úr dönsku kennslubókinni „Skibsteknik”.

Í stað „Hydrostatískra boglína” í töfluformi, eins og á blaðsíðu 29, eru hér línurit og hleðsluskali. Einnig eru með þessu skipi upplýsingar um MS í stað KN og eru þær í formi línurits en ekki í töfluformi.

## Hleðslutilvik

Eins og segir á blaðsíðu 29, skulu, samkvæmt lögum vera stöðugleikagögn, sem gera skipstjórnarmanninum kleift að meta stöðugleika skipsins við mismunandi aðstæður.

### Algengast er að eftirfarandi gögn fylgi skipi:

a) Reiknuð hleðslutilvik (Loading Conditions)

Skipstjórnamaðurinn þarf að vera í stakk búinn, til að reikna út fleiri hleðslutilvik, en þau er fylgja skipinu og gerir hann það annað hvort frá grunni eða reiknar frávik frá þekktu hleðslutilviki. Á blaðsíðu 30 er eitt hleðslutilvik fyrir bátinn við brottför af miðum, með 100% afla og 30% birgðir.

Talan í dálki **d** er fengin með því að margfalda saman tölurnar í dálki **b** (þungann) og í dálki **c** (lóðréttarminn) og talan í dálki **f** er fengin með því að margfalda saman tölurnar í dálki **b** (þungann) og í dálki **e** (láréttarminn).

### Margfeldi þunga og arma kallast vægi

a	b	c	d	e	f	g
			b · c		b · e	
		Lóðréttur armur	Lóðrétt vægi	Láréttur armur	Lárétt vægi	
Heiti	Þungi	VCG (KG/Kg)	V-MOM (MK)	LCG (GAP/gAP)	L-MOM (MAP)	FSM
Vatn	0,03 t	0,40 m	0,012 mt	6,50 m	0,195 mt	0
Olía	0,22 t	1,30 m	0,286 mt	0,00 m	0,000 mt	0
Olía	0,03 t	1,90 m	0,057 mt	5,80 m	0,174 mt	0
2 menn	0,16 t	2,60 m	0,416 mt	4,00 m	0,640 mt	0
Afli	5,00 t	1,15 m	5,750 mt	4,50 m	22,500 mt	0
Farm og birgðapungi (DW)	5,44 t		6,521 mt		23,509 mt	0
Létt skip	10,15 t	1,38 m	14,007 mt	4,17 m	42,326 mt	0
<b>Sæþungi</b>	<b>15,59 t</b>	<b>1,317 m</b>	<b>20,528 mt</b>	<b>4,223 m</b>	<b>65,835 mt</b>	<b>0</b>
	Samtala	d/b	Samtala	f/b	Samtala	

Hér er annað dæmi, en í því eru láréttu armarnir miðaðir við  $\otimes$  (miðband) en ekki AP (aftari lóðlínu) eins og í fyrra dæminu, en eftir sem áður er vægi jafnt og þungi margfaldaður með armi. Í þessu dæmi er skipið lestað í byrjun dæmisins og síðan er bætt við, eða eins og áður sagði breyting frá hleðsluástandi.

Dæmið er þannig:

Skip sem hefur fyrir lestun, sæþungann 2900,0 tonn og þyngdarpunkt 5,70 m yfir kili og 0,65 m fyrir framan miðband, er lestað þannig:

	Þungi	Hæð yfir kjöl	Vegalengd frá miðbandi ( $\otimes$ )
Lest 1	80,0 t	1,75 m	-42,50 m
Lest 2	95,0 t	0,65 m	-12,50 m
Lest 3	225,0 t	3,50 m	+7,50 m
Lest 4	150,0 t	4,30 m	+25,00 m

Hvar er þyngdarpunktur skipsins eftir lestun?

a	b	c	d	e	f	g
			$b \cdot c$		$b \cdot e$	
		Lóðréttur armur	Lóðrétt vægi	Láréttur armur	Lárétt vægi	
Heiti (Party) Compartment	Þungi	VCG (KG/Kg)	V-MOM (MK)	LCG ( $\otimes$ G/ $\otimes$ g)	L-MOM ( $\otimes$ M)	FSM
Sæþungi	2900 t	5,70 m	16530 mt	-0,65 m	-1885 mt	0
Lest 1	80 t	1,75 m	140 mt	-42,50 m	-3400 mt	0
Lest 2	95 t	3,50 m	62 mt	-12,50 m	-1188 mt	0
Lest 3	225 t	3,50 m	788 mt	7,50 m	1688 mt	0
Lest 4	150 t	4,30 m	645 mt	25,00 m	3750 mt	0
<b>Sæþung<sub>1</sub></b>	<b>3450 t</b>	<b>5,265 m</b>	<b>18165 mt</b>	<b>-0,300 m</b>	<b>-1035 mt</b>	<b>0</b>
	Samtala	d/b	Samtala	f/b	Samtala	

Svarið er að þyngdarpunkturinn er eftir lestunina, er 5,265 m yfir kili og 0,300 m fyrir framan miðband.



## Dæmi í stöðugleika

1. Finn sæþunga skips ef: Lengdin er 52,50 m, breiddin er 9,25 m, djúpristan er 3,70 m, kassastuðullinn er 0,56 og eðlismassi sjávar er 1,025.
2. Finn sæþunga skips ef: Lengdin er 134,00 m, breiddin er 20,50 m, djúpristan er 8,60 m, kassastuðullinn er 0,72 og eðlismassi sjávar er 1,025 t/m<sup>3</sup>.
3. Finn um það bil stafnhallavægi fyrir flutningaskip, sem er 75,00 m langt og 11,00 m breitt.
4. Finn um það bil stafnhallavægi og sökkþunga fyrir flutningaskip, sem er 91,00 m langt og 13,00 m breitt.
5. Finn um það bil stafnhallavægi og sökkþunga fyrir flutningaskip, sem er 65,00 m langt og 9,80 m breitt.
6. Finn um það bil stafnhallavægi og sökkþunga fyrir flutningaskip, sem er 126,00 m langt og 23,00 m breitt.
7. Skip „D” flýtur á sjó með eðlismassann 1,025 og er djúpristan að framan 2,40 m og að aftan 2,70 m.  
Finn (út úr hleðsluskalanum): Sæþungann, stafnhallavægið, sökkþungann, KM og ⊗B.
8. Skip „D” flýtur á sjó með eðlismassann 1,025, djúpristan að framan er 2,66 m og að aftan 2,84 m.  
Finn (út úr „hydrostatískum kúrfum”): Sæþungann, stafnhallavægið, sökkþungann, KM og ⊗B.
9. Skip „D” flýtur á sjó með eðlismassann 1,025 og er sæþunginn 850,0 t.  
Finn (út úr „hydrostatískum kúrfum”): Meðaldjúpristuna, stafnhallavægið, sökkþungann, KM og ⊗B.
10. Skip hefur 2000,0 tonn sæþunga. Þyngdarpunktur þess er 5,27 m yfir kili.  
Finna hæð þyngdarpunktsins eftir að 40,0 t hafa verið flutt 3,75 m upp.
11. Sæþungi skips er 1700,0 tonn og GM er 0,80 m.  
Finn nýtt GM eftir að 40,0 tonn hafa verið flutt 6,00 m upp og 60,0 tonn 3,00 m niður.
12. Sæþungi skips er 3200,0 tonn og KG er 4,55 m  
Finn nýtt KG eftir að 24,0 tonn hafa verið flutt 8,00 m upp og 16,0 tonn 2,00 m niður.
13. Sæþungi skips er 4500,0 t. Þyngdarpunktur þess er 6,20 m yfir kili og 0,75 m fyrir framan miðband.  
**Eftirfarandi þungafærslur eru gerðar:**  
50,0 t eru flutt 6,00 m niður og 35,00 m aftur,  
120 t eru flutt 2,50 m niður og 17,00 m fram,  
60,0 t eru flutt 5,00 m upp og 9,00 m fram.  
Finn legu þyngdarpunktsins eftir þessa þungaflutninga.

14. Skip sem hefur fyrir lestun, sæþungann 2900,0 tonn og þyngdarpunkt 5,70 m yfir kili og 40,00 m fyrir framan aftari lóðlínu, er lestað þannig:

	Þungi	Hæð yfir kjöl	Vegalengd frá aftari lóðlínu
Lestun 1	70,0 t	4,55 m	7,20 m
Lestun 2	415,0 t	3,15 m	37,80 m
Lestun 3	142,0 t	7,40 m	65,75 m
Lestun 4	190,0 t	0,65 m	84,30 m

Hvar er þyngdarpunktur skipsins eftir lestun?

15. Skip sem hefur fyrir lestun, sæþungann 4830,0 tonn og þyngdarpunkt 5,27 m yfir kili og 3,08 m fyrir framan miðband, er lestað þannig:

	Þungi	Hæð yfir kjöl	Vegalengd frá miðbandi (⊗)
Lestun 1	66,0 t	4,33 m	+34,75 m
Lestun 2	115,0 t	7,89 m	-24,23 m
Lestun 3	85,0 t	7,01 m	+16,58 m
Lestun 4	120,0 t	0,55 m	-9,75 m

Hvar er þyngdarpunktur skipsins eftir lestun?

16. Djúprista skips er 2,83 m að framan og 2,97 m að aftan. Stafnhallavægið er 27,5 mt/cm. 40,0 tonn eru flutt 32,00 m fram og 60,0 tonn 15,00 m aftur.  
Hver verður djúprista skipsins eftir þessa flutninga.

17. Skip er með djúpristuna 5,20 m að framan og 5,10 m að aftan. Lestuð eru 40,0 tonn og eru þau sett 12,00 m fyrir aftan miðband. Sökkþunginn er 10 t/cm og stafnhallvægið er 30 mt/cm  
Finn nýja djúpristu eftir þessa lestun.

18. Sæþungi skips er 2500,0 tonn og er djúpristan er 3,60 m að framan og 4,00 m að aftan. Tekin eru 40,0 tonn um borð og eru þau sett 12,00 m fyrir framan miðbandið og 5,80 m yfir kili.  
Stafnhallavægið er 22 mt/cm, sökkþunginn er 7,5 t/cm, GM er 0,42 m og KM er 4,30 m.  
Finnið: Nýtt GM fyrir skipið og djúpristu að framan og aftan eftir þessa lestun.

19. Sæþungi skips er 2200,0 tonn, djúprista að framan er 4,80 m og 4,70 m að aftan. GM skipsins er 0,35 m og stafnhallavægið er 22 mt/cm.  
Eftirfarandi þungafærslur eru gerðar:  
20,0 t eru flutt 4,00 m niður og 12,00 m fram,  
45,0 t eru flutt 3,00 m niður og 10,00 m aftur,  
18,0 t eru flutt 2,00 m upp og 11,00 m aftur.  
Hvert verður GM eftir þessar færslur og reiknaðu nýja djúpristu.

20. Skipið „D” er með meðaldjúpristuna 2,40 m. GM er 0,36 m og þyngdarpunktur þess er 21,20 m fyrir framan aftari lóðlínu.  
Reiknið djúpristu að framan og að aftan og gerið stöðugleika línurit fyrir skipið.

21. Sæpungi skips er 4000 tonn og GM er 0,30 m. GZ-armarnir eru eftirfarandi:

H	15°	30°	45°	60°	75°	90°
GZ	0,15	0,45	0,70	0,75	0,55	0,30

Reiknið út nýtt GM og nýja GZ-arma, eftir að 200 tonn hafa verið flutt 5,00 m niður og 100,0 tonn 4,00 m niður

22. Lesta á allar lestar í skipi „D” fullar af lausu korni. Hleðslustuðull kornsins er 0,3 tonn á m<sup>3</sup>. Brennsluolíu-, smurolíu- og ferskvatnstankar eru fullir. Áhöfn og vistir eru 3,00 tonn og eru armar þeir sömu og fyrir tóma skipað. Stafnhylkið er fullt af sjó. Á eitt lúguna er sett þungavinnuvél, sem er 30,0 tonn að þyngd og er þyngdarpunktur hennar 6,00 m yfir kili og 28,00 m framan við AP. Ennfremur eru lestaðir 4 bílar og er þyngd þeirra samtals 9,0 tonn, með þyngdarpunkt 7,00 m yfir kili og 17,50 m framan við AP.

- Finn: MK, MAP, KG, ⊗G, ⊗B, KM og BG.
- Finn: GM skipsins og djúpristu að framan og aftan.
- Gerið stöðugleikalínurit fyrir skipið.

23. Lesta á skipið „D” þannig:

Í undirlest; saltsíld með hleðslurúmtak 1,42 m<sup>3</sup>/t.

Á millipilfar og í „skáp”; skreið með hleðslurúmtak 2,69 m<sup>3</sup>/t.

Brennsluolíu-, smurolíu- og ferskvatnstankar eru fullir.

Áhöfn og vistir eru 3,00 tonn og eru armar þeir sömu og fyrir tóma skipað.

- Finn: Djúpristu skipsins eftir lestunina og teiknið stöðugleikalínurit.
- Hver verður djúpristan og gerið nýtt stöðugleikalínurit, eftir að 30,0 tonn jarðýta hefur verið sett á eitt lúguna og er þyngdarpunktur hennar 6,00 m yfir kili og 28,00 m framan við AP.

24. Skipið „D” er lestað 530 tonnum af sekkjuðum farmi.

Í undirlest eru 304,4 tonn, á millipilfaari eru 102,6 tonn og í „skápnunum” eru 13,0 tonn, á afturlúgunni og í kringum hana eru 50,0 tonn og reiknast þyngdarpunkturinn vera 7,10 m yfir kili og 16,90 m fyrir framan aftari lóðlínu, og á framlúgunni eru 60,0 tonn með þyngdarpunkt 5,60 m yfir kili og 30,00 m fyrir framan aftari lóðlínu.

Um borð eru 10,0 tonn af brennsluolíu með þyngdarpunktinn 0,40 m yfir kili og 13,80 m fyrir framan aftari lóðlínu, 3,0 tonn af smurolíu með þyngdarpunktinn 1,70 m yfir kili og 8,10 m fyrir framan aftari lóðlínu og 5,0 tonn af ferskvatni með þyngdarpunktinn 2,20 m yfir kili og 2,70 m fyrir framan aftari lóðlínu.

Áhöfn og vistir eru 3,0 tonn og eru armar þeir sömu og fyrir tóma skipað.

Reiknið út djúpristu og stöðugleika skipsins miðað við þessa lestun. Stendst það kröfur um stöðugleika? Ef ekki hvað er þá til ráða?

25. Skipið „D” er fulllestað á eftirfarandi veg:  
Í undirlest eru 420,0 tonn, á millipilfaari eru 140,0 tonn og í „skápnum” eru 18,0 tonn.  
Um borð eru 20,0 tonn af brennsluolíu, 3,0 tonn af smurolíu og 8,0 tonn af ferskvatni  
Áhöfn og vistir eru 3,0 tonn og eru armar þeir sömu og fyrir tóma skipað.

Finnið:

- Sæpunga, MK, MAP, KG, GAP, KM, ⊗G, ⊗B, S (MCT), T (TPC) og BG.
- Reiknið út GM og djúprista að framan og aftan
- Er skipið vel lestað?
- Gerið stöðugleikalínurit fyrir skipið.

26. Skip „D” er með djúpristuna 2,72 m að framan og 1,28 m að aftan.  
GM er 0,86 m. GZ-armarnir eru eftirfarandi:

H	15°	30°	45°	60°	75°	90°
GZ	0,25	0,49	0,60	0,49	0,30	0,02

Millidekk auk lúgu á að fylla með lausu korni, sem hefur hleðslustuðulinn 0,298 t/m<sup>3</sup> og einnig á að dæla úr DBT 1, sem var fullur.

- Hve mikið korn kemst á millidekkið?
- Reiknið djúpristu að framan og aftan eftir lestun
- Reiknið nýtt GM eftir lestun
- Gerið nýtt stöðugleika línurit fyrir skipið.
- Gerið grein fyrir stöðugleikanum út frá línuritinu.

27. Skip „D” á að lesta allar lestar fullar af lausum höfrum, sem hefur hleðslurúmtakið 1,98 m<sup>3</sup>/t.

Brennsluolíu-, smurolíu og ferskvatnstankar eru fullir og auk þess eru „Fore peak” tankur og tankur no. 1 fullir af sjó.

Áhöfn og vistir eru 3,0 tonn og eru armar þeir sömu og fyrir tóma skipað.

Til að lagfæra stafnhallann og stöðugleikann er dælt það miklum sjó í „center” tank no. 2, að skipið verði á sumarhleðslumerkjum (Dm 3,35 m = sæpungi 912,0 tonn).

Lengd tanksins er 6,00 m og breidd hans er 4,50 m.

- Hve mörg tonn fara í hverja lest?
- Hve mörg tonn fara í „center” tank no. 2?
- Finn djúpristuna eftir lestun.
- Finn GM eftir lestun.
- Gerið stöðugleika línurit fyrir skipið eftir lestun.