

# D1

## Funksjon 3

### Modul 1

#### **Kontrollere trim, stabilitet og belastning**

Samlet og redigert av: Ottar H. Brandal  
Faglærer ved FIALS

Versjon :  
Utgavedato : 21.05.18

INNHold:

Side:

<b>1</b>	<b>KLASSEBETEGNELSER .....</b>	<b>3</b>
1.1	Klasseselskaper	
1.2	Klassebetegnelser	
1.3	Klassebetegnelser plansjeskip	
1.4	Klassebetegnelser Det norske Veritas	
1.5	"Scantling draught"	
<b>2</b>	<b>BØYEMOMENT (BM) OG SKJÆRKREFTER (SF).....</b>	<b>11</b>
2.1	Klasseselskapenes krav	
2.2	Vekt- og oppdriftskrefter	
2.3	Belastningskurve	
2.4	Beregninger av BM og SF	
2.5	Eksempler fra SIDUS	
<b>3</b>	<b>TUNGLØFT OG "LOSS OF WEIGHT".....</b>	<b>23</b>
3.1	Krengvinkel under løfting	
3.2	Nødvendig stabilitet under løfting	
3.3	Reduksjon av krengvinkel	
3.4	Bruk av kontravekter	
3.5	Hva skjer dersom løftet ryker?	
3.6	Statisk og dynamisk stabilitet under løfting	
<b>4</b>	<b>DOKKING.....</b>	<b>37</b>
4.1	Opplysninger om skipet	
4.2	Bunnkonstruksjon	
4.3	Langskips påkjenning	
4.4	Stabilitet	
4.5	Flytedokk	
4.6	Spesielle problemer med store skip	
4.7	Dokking med last inne	
<b>5</b>	<b>GRUNNSTØTNING - GENERELT.....</b>	<b>45</b>
5.1	Grunnstøting generelt	
5.2	Undersøkelser	
5.3	Sikring av skipet	
5.4	Påkjenninger	
5.5	Rapport til rederiet	
5.6	Assistanse	
<b>6</b>	<b>GRUNNSTØTNING - BEREGNINGER.....</b>	<b>49</b>
6.1	Stabilitetsforhold	
6.2	Trimforhold	
6.3	Når skipet står ved forre perpendikulær; lasting lossing av vekter	
6.4	Når skipet står ved forre perpendikulær; flytting av vekter	
6.5	Når skipet står aktenfor forre perpendikulær	

<b>7</b>	<b>VIRKNING AV LEKKASJE.....</b>	<b>59</b>
7.1	Lekkasje i en bunntank	
7.2	Lekkasje i et lasterom/-tank	
7.3	Nedsynking	
7.4	Trimendring	
7.5	Stabilitetsreduksjon	
7.6	Krengning	
7.7	Stabilitet under innstrømming av vann	
7.8	Forlis	
<b>8</b>	<b>LEKKSTABILITET - Regelkrav.....</b>	<b>65</b>
8.1	Grunnstøting generelt	
8.2	Definisjoner og bestemmelser	
8.3	Symmetrisk og usymmetrisk fylling	
8.4	Krav til lekkstabilitet	
8.5	Stabilitetsopplysninger for skipet	
<b>9</b>	<b>LEKKSTABILITET – Symmetrisk lekkasje.....</b>	<b>73</b>
9.1	Endring i dypgående	
9.2	Endring i stabilitet	
<b>10</b>	<b>LEKKSTABILITET – Usymmetrisk lekkasje.....</b>	<b>77</b>
10.1	Endring i trim	
10.2	Krengning	
<b>11</b>	<b>EKSEMPLER PÅ STABILITETSOPPLYSNINGER.....</b>	<b>87</b>
11.1	Gitt er RO-RO skip	
11.2	GM-grensekurve	
11.3	Bruk av GM-grensekurve	
11.4	Krengkurver for usymmetrisk fylling	
11.5	Bruk av Krengkurver for usymmetrisk fylling	
<b>12</b>	<b>DOKKING OG VERKSTEDSOPPHOLD.....</b>	<b>95</b>
12.1	Planlegging av verkstedsopphold	
12.2	Registrering av reparasjonsbehov – verkstedsliste	
12.3	Spesifikasjon	
12.4	Spesifikasjon og reparasjonsarbeid	
12.5	Forberedelse til verkstedsopphold	
12.6	Gjennomføring av verkstedsopphold	
12.7	Andre forhold	
12.8	Skrog- og bunnbesiktelse	
12.9	Opplysninger under dokking	
12.10	Dokkingsplan	
12.11	Last/ballast under dokking	
12.12	Spesielle problem med store skip	
<b>13</b>	<b>MS DAMAGE.....</b>	<b>103</b>
	Enkelt plansjeskip for beregning av lekkstabilitet	

# 1 KLASSEBETEGNELSER

## 1.1 Klaseselskaper

Klaseselskapene, eller klassifikasjonsselskapene, har sin bakgrunn i forsikringsselskapenes behov for å vite hvilken tilstand et skip er i før det tegnes forsikring.

Klaseselskapene er private, uavhengige firmaer som har laget tekniske sikkerhetsstandarder (regler) for skip, og som utfører inspeksjoner for å påse at standardene blir fulgt.

Det er opp til rederen å vurdere om et skip skal klasseres, og å velge klaseselskap, men de fleste skip i internasjonal fart er i dag klassert.

Det er en rekke årsaker til at et skip blir klassert:

- Flaggstater kan kreve at skipet skal være klassert
- Flaggstater kan delegere myndighetsbesiktigelsene til klassen
- En del havnestater krever at skip som anløper, skal være klassert
- Forsikringsselskap kan kreve det
- Klasseregler inngår i byggekontrakt mellom verft og reder
- Det er fordel ved kjøp og salg av skip
- Det er krav fra befraktere

Klaseselskapene er gjerne autorisert til å utføre inspeksjoner på vegne av myndighetene for en rekke flaggstater ("statutory surveys"). Da dreier det seg om sertifikatinspeksjoner relatert til lastelinjekonvensjonen, SOLAS og MARPOL.

Klassen kan være gitt på visse betingelser. Eksempler på slike betingelser er lastebegrensninger, minimumsdypgående i dårlig vær eller turtallsbegrensninger på bruk av maskineriet. Slike begrensninger går frem av skipets klasesertifikat.

Seilende skip må opprettholde klassen, og derfor kreves det at skipet blir brukt og vedlikeholdt fornuftig. Skipet inspiseres med jevne mellomrom for å se at klassebetingelsene blir oppfylt.

## 1.2 Klassebetegnelser

Når et skip er funnet å være i overensstemmelse med klassens regler, blir skipet klassifisert, og får et klasesertifikat med sertifikatvedlegg som skal ligge om bord i skipet.

I sertifikatet blir skipet gitt en klassebetegnelse som forteller hvilke deler av klaseselskapets regler som er tilfredsstillt

Klassereglene er inndelt i hovedklasse og tilleggsklasse(r). Alle skip skal tilfredsstillte hovedklassekravene, og som eksempel kan en klassebetegnelse i Det norske Veritas (DnV) se slik ut:

**☒ 1A1 R2 Tanker for OIL ESP ICE-1B E0**

Malteserkorset (☒) betyr at byggetilsyn er utført av DNV, mens **1A1** forteller at skipet tilfredsstillte hovedklassereglene.

Et skip kan dessuten få visse begrensninger i fartsområde(r), og dette kan bli uttrykt med for eksempel **R0, R1, R2** etc. De andre betegnelsene over er tilleggsklasser.

### 1.3 Klassebetegnelser for modellskipene

Under er vist klassebetegnelser for våre plansjeskip, og på de neste sidene er det en oversikt over Det norske Veritas klassebetegnelser. K

lassebetegnelsene er ikke av nyere dato, men fra da plansjeskipene ble klassifisert. Nye betegnelser finner en i "DNV Ship Rules Pt.1 Ch.2 – Class Notations".

For å kunne kjenne skipenes styrke og begrensninger, er det muligheter for å tilføye betydningen av klassebetegnelsene i hvert enkelt plansjehefte:

#### ***M/S Mercandian Importer***

<b><i>Klassebetegnelser</i></b>	<b><i>Betydning</i></b>
? DL	
1A1	
ICE C	

#### ***M/S SIDUS***

<b><i>Klassebetegnelser</i></b>	<b><i>Betydning</i></b>
⊠	
1A1	
Gen. Cargo Carrier	
Container Carrier	
ICE 1B	
HC-EA	
GRAIN	
E0	
HA(+)	
IB(+) Except No 10 Hold	
LCS	
D	
G	
I	
S	
TMON	

#### ***M/T MILLENNIUM***

<b><i>Klassebetegnelser</i></b>	<b><i>Betydning</i></b>
⊠	
1A1	
Tanker for Oil	
MV	
E0	

## 1.4 Det norske Veritas' klassebetegnelser

### SECTION 2 SCOPE OF RULES AND CLASS NOTATIONS

#### Contents

#### A. Scope of Rules

- A 100 General
- A 200 Rule Parts
- A 300 Rule particulars

#### B. Class Notations

- B 100 General
- B 200 Construction symbols
- B 300 Main character of class
- B 400 Service area notations
- B 500 Other service restrictions
- B 600 Additional class: Service and type notations
- B 700 Additional class: Equipment and system notations

#### A. Scope of Rules

##### A 100 General

**101** The Rules define acceptance criteria for design, construction, survey and testing of ships, their machinery installation, systems and equipment, applicable to the newbuilding and operational phase.

**102** International Maritime Standards covered by the Rules include:

- International Convention on Load Lines 1966, as amended
- International Convention for the Safety of Life at Sea 1974/78, as amended
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships 1973/78, as amended.

##### A 200 Rule Parts

**201** The present Part of the Rules, Pt.1, covers all ships, newbuildings as well as ship in operations.

**201** The Rules for main class which apply to all newbuildings are given in Pt.2, 3 and 4 and include those parts of international Maritime Standards which are relevant to ships in general.

In addition to the main class requirements some special feature additional class notations are also covered in these parts.

**203** The Rules for additional classes applicable to newbuildings, including those parts of International Maritime Standards not covered by main class, are given in Pt.5 and 6. Additional class apply to:

- ships which have been designed to carry special cargoes or perform a special service
- special equipment and systems not covered by the main class
- special features not covered by other notations.

**204** The Rules for ships in operation are given in Pt.7 and cover also parts of International Maritime Standards applicable to operation.

##### A 300 Rule particulars

**300** The rules stipulate requirements for the following areas:

#### Hull

- strength
- constructional fire protection
- weathertight and watertight integrity
- stability and floatability
- tank arrangement

#### Machinery installations and equipment

Machinery installations and equipment, including their related auxiliary functions, with respect to strength and performance as applicable to the following main functions:

- power generation
- propulsion
- steering
- fire protection, detecting and extinction
- drainage and bilge pumping
- ballasting
- cargo handling, with the exception of lifting and dry cargo handling appliances such as cranes and derricks (with sheaves, blocks, wire ropes, winches and loose lifting gear) and lifting gear for cargo ramps and hoistable decks. For ships with additional class notation **Crane Vessel** or **CRANE** such appliances are subject to classification.
- anchoring and mooring

Certain machinery installations, regardless of their contribution to the main functions stated above:

- electric power plant
- gravity tanks or pressure vessels and associated piping systems for:
  - toxic fluids
  - fluids with flash point below 100°C
  - fluids with temperatures above 220°C
  - boilers and steam piping systems
  - pressure vessels and associated piping systems for compressed gases where  $pV \geq 150 \text{ kNm}$   
 $p = \text{design pressure in kN/m}^2$   
 $V = \text{pressure vessel volume in m}^3$
  - firing and combustion installations
  - other installations stated in the Rules.

#### Load Lines

#### Life-Saving appliances and arrangements

#### Communication

#### Navigation and collision prevention

#### Carriage of grain

#### Carriage of dangerous goods

- dangerous goods in packaged form or in solid form in bulk
- construction and equipment of ships carrying dangerous liquid chemicals in bulk
- construction and equipment of ships carrying liquefied gases in bulk

#### Pollution prevention

- by oil
- by noxious substances in bulk
- by harmful substances.

#### Management and safe operation

- safety management system

## SECTION 2 SCOPE OF RULES AND CLASS NOTATIONS

### Contents

#### A. Scope of Rules

- A 100 General
- A 200 Rule Parts
- A 300 Rule particulars

#### B. Class Notations

- B 100 General
- B 200 Construction symbols
- B 300 Main character of class
- B 400 Service area notations
- B 500 Other service restrictions
- B 600 Additional class: Service and type notations
- B 700 Additional class: Equipment and system notations

### A. Scope of Rules

#### A 100 General

**101** The Rules define acceptance criteria for design, construction, survey and testing of ships, their machinery installation, systems and equipment, applicable to the newbuilding and operational phase.

**102** International Maritime Standards covered by the Rules include:

- International Convention on Load Lines 1966, as amended
- International Convention for the Safety of Life at Sea 1974/78, as amended
- International Convention for the Prevention of Pollution from Ships 1973/78, as amended.

#### A 200 Rule Parts

**201** The present Part of the Rules, Pt.1, covers all ships, newbuildings as well as ship in operations.

**201** The Rules for main class which apply to all newbuildings are given in Pt.2, 3 and 4 and include those parts of international Maritime Standards which are relevant to ships in general.

In addition to the main class requirements some special feature additional class notations are also covered in these parts.

**203** The Rules for additional classes applicable to newbuildings, including those parts of International Maritime Standards not covered by main class, are given in Pt.5 and 6. Additional class apply to:

- ships which have been designed to carry special cargoes or perform a special service
- special equipment and systems not covered by the main class
- special features not covered by other notations.

**204** The Rules for ships in operation are given in Pt.7 and cover also parts of International Maritime Standards applicable to operation.

#### A 300 Rule particulars

**300** The rules stipulate requirements for the following areas:

#### Hull

- strength
- constructional fire protection
- weathertight and watertight integrity
- stability and floatability
- tank arrangement

#### Machinery installations and equipment

Machinery installations and equipment, including their related auxiliary functions, with respect to strength and performance as applicable to the following main functions:

- power generation
- propulsion
- steering
- fire protection, detecting and extinction
- drainage and bilge pumping
- ballasting
- cargo handling, with the exception of lifting and dry cargo handling appliances such as cranes and derricks (with sheaves, blocks, wire ropes, winches and loose lifting gear) and lifting gear for cargo ramps and hoistable decks. For ships with additional class notation **Crane Vessel** or **CRANE** such appliances are subject to classification.
- anchoring and mooring

Certain machinery installations, regardless of their contribution to the main functions stated above:

- electric power plant
- gravity tanks or pressure vessels and associated piping systems for:
  - toxic fluids
  - fluids with flash point below 100°C
  - fluids with temperatures above 220°C
  - boilers and steam piping systems
  - pressure vessels and associated piping systems for compressed gases where  $pV \geq 150 \text{ kNm}$   
 $p = \text{design pressure in kN/m}^2$   
 $V = \text{pressure vessel volume in m}^3$
  - firing and combustion installations
  - other installations stated in the Rules.

#### Load Lines

#### Life-Saving appliances and arrangements

#### Communication

#### Navigation and collision prevention

#### Carriage of grain

#### Carriage of dangerous goods

- dangerous goods in packaged form or in solid form in bulk
- construction and equipment of ships carrying dangerous liquid chemicals in bulk
- construction and equipment of ships carrying liquefied gases in bulk

#### Pollution prevention

- by oil
- by noxious substances in bulk
- by harmful substances.

#### Management and safe operation

- safety management system

<i>Ships arranged for navigation in ice (Pt.5 Ch.1):</i>	
<b>ICE-C</b>	Basic ice rule
<b>ICE-1A*</b>	Baltic ice rules
<b>ICE-1A</b>	Baltic ice rules
<b>ICE-1B</b>	Baltic ice rules
<b>ICE-1C</b>	Baltic ice rules
<b>ICE-1A* F</b>	Ice strengthening of high powered ships for regular traffic in heavy ice
<b>ICE-05 (or -10 or -15)</b>	Arctic ice rules
<b>POLAR-10 (or -20 or -30)</b>	Arctic ice rules
<b>Icebreaker</b>	Arctic ice rules
<b>Sealer</b>	

<i>Passenger and dry cargo vessels (Pt.5 Ch.2):</i>	
<b>Passenger Ship</b>	Passenger ships, mandatory
<b>Floating Hotel</b>	Passenger ships, mandatory
<b>Car Ferry A (or B)</b>	Passenger ships
<b>Train Ferry A (or B)</b>	Passenger ships
<b>Car and Train Ferry A (or B)</b>	Passenger ships
<b>General Cargo Carrier</b>	Dry cargo ships
<b>Bulk Carrier</b>	Dry cargo ships
<b>Bulk Carrier ESP</b>	Dry bulk cargoes, mandatory
<b>Ore Carrier ESP</b>	Ore cargoes in centre holds, mandatory
<b>Container carrier</b>	Dry cargo ships
<b>Car carrier</b>	Dry cargo ships

where

- A** = vehicles on enclosed decks  
**B** = vehicles on weather deck only  
**ESP** = enhanced survey programme

Additional notations:

- RO/RO** = roll on/roll off ships  
**Container** = arranged for carriage of containers  
**HC** = strengthened for heavy cargo  
**HC/E** = strengthened for heavy cargo, empty holds permitted on full draught  
**HC/EA** = strengthened for heavy cargo, any hold permitted empty at full draught  
**MCDK** = arranged with movable car decks  
**PET** = arranged for carriage of cars with fuel in their tanks  
**SC** = subdivision and survival capability  
**GRAIN, GRAIN-U** = grain loading

<i>Oil carriers (Pt.5 Ch.3):</i>	
<b>Tanker for Oil ESP</b>	Mandatory
<b>Tanker for Oil Products ESP</b>	Mandatory
<b>Bulk Carrier or Tanker for Oil ESP</b>	Mandatory
<b>Ore Carrier or Tanker for Oil ESP</b>	Mandatory
<b>Tanker for C *</b>	

additional notations:

**BOW LOADING**

- STL** = submerged turret loading  
**VAC** = oil leakage protection system

*Chemical carriers (Pt.5 Ch.4):*

**Tanker for Chemicals**

**Tanker for C \***

*Liquefied gas carriers (Pt.5 Ch.5):*

**Tanker for Liquefied Gas**

**Tanker for C \***

\* **C** = specified cargo

*Fishing vessels (Pt.5 Ch.6):*

**Fishing Vessel (S)**

**Stern Trawler (S)**

**Fishing Vessel (S) (N)**

**Stern Trawler (S) (N)**

where:

- S** = arranged with shifting boards in cargo holds  
**(N)** = vessel also complying with the requirements of the Norwegian Maritime Directorate

*Tugs, supply vessels and other offshore/harbour vessels (Pt.5 Ch.7)*

**Tug**

**Supply Vessel**

**Fire Fighter I (or II or III)**

**Drilling Vessel (DRILL or DRILL (N))**

**Pipe Laying Vessel**

**Crane Vessel**

**Dredger**

**Well Stimulation Vessel**

**Pusher and Pusher/Barge Unit**

**Barge**

**Barge for Deck Loading**

**Barge for Oil**

**Barge for Liquefied Gas**

<b>OILREC</b>	Recovered oil reception and transportation
<b>SF</b>	Controlled stability and flotation
<b>DRILL</b>	Drilling equipment
<b>LFL</b>	Low flashpoint (> 43°C) liquid
<b>LFL *</b>	Low flashpoint (< 43°C) liquid

*Slop reception and processing facilities (Pt.5 Ch.8):*

**Slop Reception and Processing Facility**

*Oil production and storage facilities (Pt.5 Ch.9):*

**Oil Production Vessel**

**Oil Storage Vessel**

**Oil Production and Storage Vessel**

**Oil Production Vessel (N)**

**Oil Storage vessel (N)**

**Oil Production and Storage Vessel (N)**

**PROD or PROD (N)**

where

- (N)** = vessel also complying with the requirements of the Norwegian Petroleum Directorate



<i>Ships for carriage of refrigerated cargoes (Pt.5 Ch.10):</i>	
<b>Reefer</b> (...°C/...°C sea)	Refrigerated cargoes main purpose
<b>RM</b> (...°C/...°C sea)	Refrigeration plant, partial carriage and fishing vessels
<b>RM Container</b>	Refrigerated containers
<b>CA</b>	Controlled atmosphere in cargo chambers
<b>Tanker for Refrigerated Fruit Juice</b>	Bulk transport in refrigerated tanks

<i>Ships arranged for carriage of dangerous goods (Pt.5 Ch.11):</i>	
<b>DG-B</b>	Arranged for dangerous solid bulk cargoes
<b>DG-P</b>	Arranged for dangerous goods in packaged form

<i>Ships with controlled environmental standards (Comfort Class) (Pt.5 Ch.12):</i>	
<b>COMF-V(crn)</b> (or <b>-C(crn)</b> or <b>V(crnC(crn))</b> )	
where	
<b>V</b>	= noise and vibration
<b>C</b>	= indoor climate
<b>crn</b>	= comfort rating number, 1, 2 or 3, where 1 is best

**Guidance note:**

Only brackets in **Bold** letters are to be included in class notations.

--e-n-d---o-f---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---

**B 700 Additional class: Equipment and systems notations**

**701** Ships having special equipment or systems found to satisfy relevant requirements in Pt.6, will be given a corresponding additional class. Equipment and systems notations currently in use are:

<i>Miscellaneous notations (Pt.6 Ch.1):</i>	
<b>HELDK (-S or -SH)</b>	Helicopter deck
<b>CRANE</b>	Shipboard crane
<b>DEICE</b>	Equipment with deicing/anti-icing systems
<b>DEICE-C</b>	Equipment with deicing/anti-icing systems
<b>DSV-I</b> (or <b>-II</b> or <b>-III</b> )	Diving system
<b>OPP-F</b>	Oil pollution prevention - fuel system

<i>Electric propulsion redundant (Pt.6 Ch.2):</i>	
<b>EPR</b>	

<i>Periodically unattended machinery space (Pt.6 Ch.3)</i>	
<b>E0</b>	Unattended machinery space
<b>EC0</b>	Machinery centralized operated

<i>Additional fire protection (Pt.6 Ch.4):</i>	
<b>F-A</b>	For accommodation space
<b>F-M</b>	For machinery space
<b>F-C</b>	For cargo space

<i>Integrated computer system (Pt.6 Ch.5):</i>	
<b>ICS</b>	

<i>Centralized cargo control for liquid cargoes (Pt.6 Ch.6):</i>	
<b>CCO</b>	

<i>Dynamic positioning systems (Pt.6 Ch. 7):</i>	
<b>DYNPOS-T</b>	Semi-automatic position keeping system without redundancy
<b>DYNPOS-AUTS</b>	Automatic position keeping system, without redundancy
<b>DYNPOS-AUT</b>	Automatic position keeping system, with a remote thrust control back-up and a position reference back-up
<b>DYNPOS-AUTR</b>	Automatic position keeping system with redundancy in technical design
<b>DYNPOS-AUTRO</b>	Automatic position keeping system with redundancy in technical design and physical arrangement
<b>POSMOOR (-V or -TA or -ATA)</b>	Position mooring system (see Rules for MOU Pt.6 Ch.2)
where	
<b>V</b>	= mooring in vicinity of other structures
<b>TA, ATA</b>	= mooring systems designed for thruster assisted Mooring

<i>Nautical Safety (Pt.6 Ch.8):</i>	
<b>NAUT-C</b>	Bridge design
<b>WI-OC</b>	Bridge design, instrumentation and bridge procedures
<b>W1</b>	Extended requirements for one-man work station, instrumentation, automation level etc. Information on manoeuvring. Operational safety

<i>Loading computer systems(Pt.6 Ch.9):</i>	
<b>LCS (D) or (G) or (I) or (S)</b>	Loading computer approved and certified for calculation and control of loading conditions with respect to:
<b>D</b>	Damage stability
<b>G</b>	Grain stability
<b>I</b>	Intact stability
<b>S</b>	Hull strength

<i>Vapour control systems (Pt.6 Ch.10):</i>	
<b>VCS-1</b> <b>VCS-2</b> <b>VCS-3</b>	Systems for control of vapour emission from cargo tanks
additional notation:	
<b>B</b>	= vapour balancing

<i>Hull surveillance system (Pt.6 Ch.11):</i>	
<b>HMON-1</b> <b>HMON-2</b>	Systems for monitoring hull behaviour

<i>Management of safe ship operation and pollution prevention (Pt.7 Ch.5):</i>	
<b>SBM</b>	Management of safety and environment protection in ship operation
<b>TMON</b>	Tailshaft condition monitoring arrangement

<i>ISM management of safe operation and pollution prevention (Pt.7 Ch.6):</i>	
<b>ISM</b>	Operation in compliance with the ISM code

## B 800 Additional class: Special features notations

801 Special features notations provide information regarding to special design assumptions, arrangements or equipment which are not covered by the main class requirements or the other additional class notations.

Special features notations currently in use are (see also 802)

<b>DAT (-x°C)</b>	Lowest design ambient air temperature (Pt.3 Ch.1 Sec.2)
<b>DK (+)</b>	Decks for heavy cargo (pt.3 Ch.1 Sec.4)
<b>HA (+)</b>	Hatches for heavy cargo (Pt.3 Ch.1 Sec.4)
<b>HL (ρ)</b>	Tanks for heavy liquid (Pt.3 Ch.1 Sec.4)
<b>HOT (...°C Cargo tank no ...)</b>	Structures built for high temperature cargo (Pt.3 Ch.1 Sec.15)
<b>CSA-1 CSA-2 (25) (30)</b>	Structural scantlings based on extended calculation procedure covering loads and structural response analysis. Extended design life 25 or 30 years (Pt.3 Ch.1 Sec.16)
<b>IB (+)</b>	Inner bottom strengthened for grab loading and discharging (Pt.3 Ch.1 Sec.6)
<b>ICM</b>	Increased Corrosion Margin (Pt.3 Ch.1/2 Sec.2 D600)
<b>PWDK</b>	Decks strengthened for wheel loading (Pt.5 Ch.2 Sec.4)
<b>HOLDS EMPTY</b>	Combination of holds which may be empty on full draught (Pt.5 Ch.2 Sec.5)
<b>...TEU</b>	Number of twenty-foot containers which may be carried (Pt.5 Ch.2 Sec.6)
<b>ETC</b>	Arranged for effective tank cleaning Arranged with protected slop tank (Pt.5 Ch.3 Sec.1)
<b>PST</b>	Arranged with protected slop tank (Pt.5 Ch.3 Sec.12)

802 For chemical carriers information related to ship type, type of tanks, liquid level gauging devices, tank vent systems, overflow control, cargo stripping efficiency, cofferdams and ventilation systems outside cargo tanks may be provided where applicable, see Pt5 Ch.4.

803 A complete list of special features notations (also previous register notations) and their explanations will be given in the current issue of the Society's Register Book.

## 1.5 «Scantling draught»

### 1.5.1 Generelt

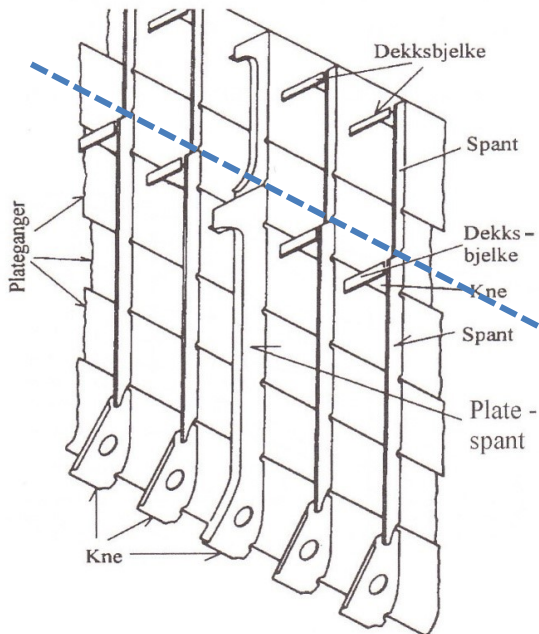
"Scantling draught" er den dypgangen hvor spant og hudplater er dimensjonert for å motstå det permanente trykket fra sjøen. Med andre ord kapasiteten til å "spenne ut" hudplatene og forhindre at skroget deformeres eller kollapser.

Dette er, i motsetning til lokale påkjenninger fra last, bølgeslag etc., og global påkjenning i form av bøyemoment på grunn av langskips fordeling av last.

"Scantling draught" blir fastsatt forskjellig ut fra skipstype og bruksområde. En isbryter vil ha et større "scantling draught" enn et konvensjonelt handelsfartøy.

Et konvensjonelt handelsfartøy vil ha et "scantling draught" som er minst det samme som den dypeste lastelinjen skipet kan laste til, eller noe større.

«Scantling draft»:



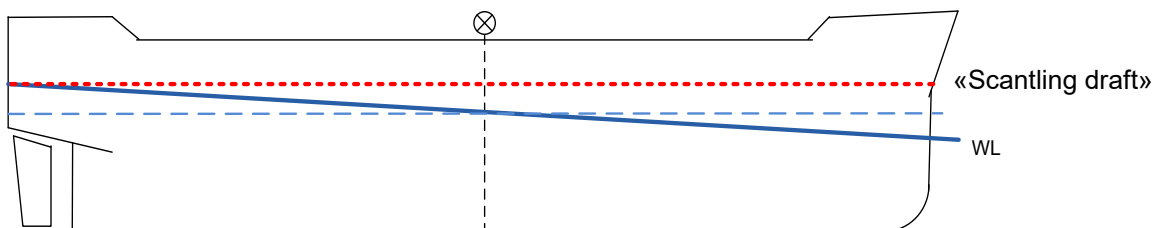
Som en ser på skissen, er spantene og hudplater av en annen dimensjon under vannlinjen enn over vannlinjen («scantling draft»).

Dette for å tåle vanntrykket som oppstår på hudplatene når skipet er neddykket.

«Scantling draft»

### 1.5.2 Maksimal trim for lastet fartøy

Ut fra det som er sagt over, vil det derfor være begrensninger på skipets trim når det er lastet til maksimalt dypgående.

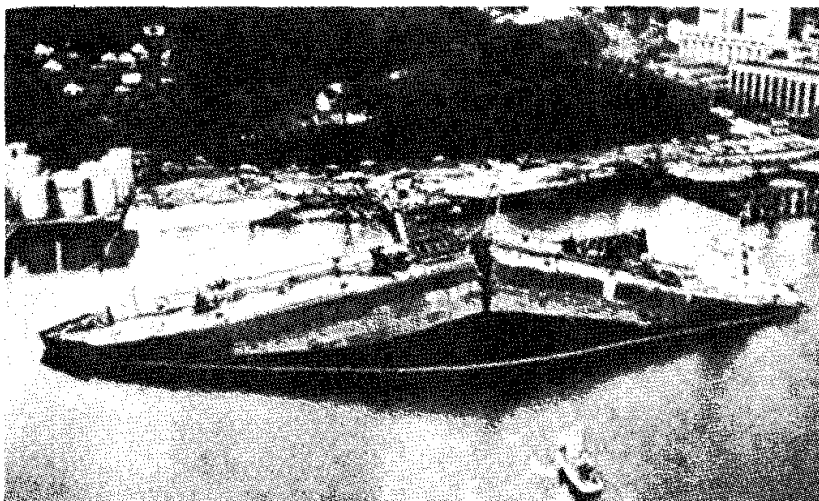


## 2 BØYEMOMENTER OG SKJÆRKREFTER

### 2.1 Klaseselskapenes krav

Klaseselskapene bestemmer at et gitt antall kritiske spantesnitt (for eksempel mellom hvert lasterom) langs skrogbjelken skal kontrolleres og beregnes tillatte grenseverdier for skjærkrefter og bøyemoment i snittene.

*Et skrekkens eksempel:*



Bildet viser et 100.000 TDW tankskip som ble bare 9 mnd. gammelt.

Skipet var ferdig utlosset, og var i ferd med å ta inn ballast forut da det brakk i to.

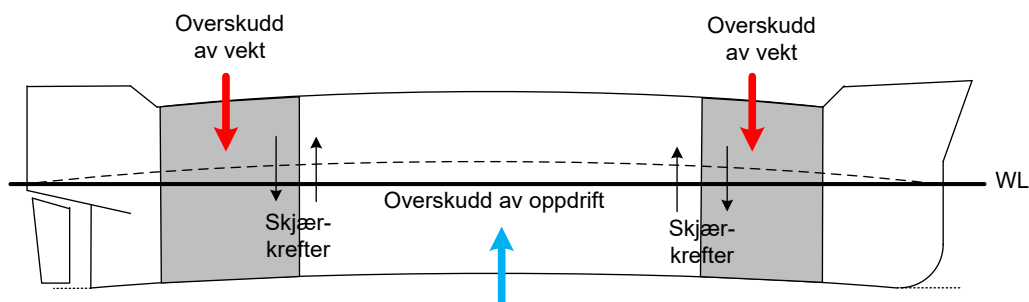
Dette understreker med all tydelighet at lasting/lossing og ballasting av store skip må skje kontrollert.

Bøyemomenter og skjærkrefter kan beregnes for skipet i alle lastekondisjoner, og de settes ut som kurver. *Det er i tillegg beregnet maksimalverdier av klassen som ikke må overskrides.*

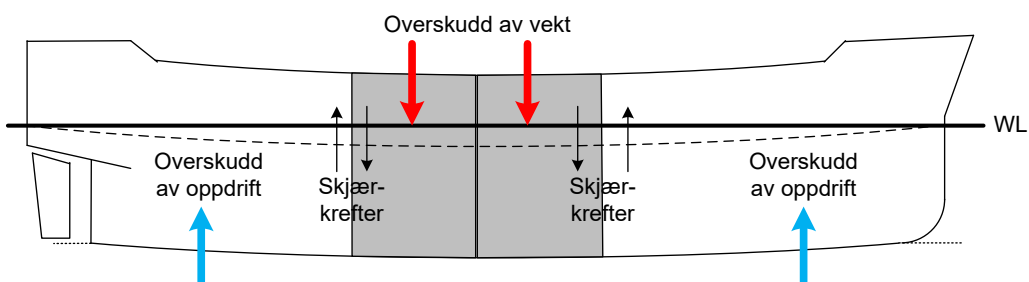
"Shear Forces" ("SF" eller "Qv"; vertikale skjærkrefter)

"Bending Moment" ("BM" eller "Mv"; vertikale bøyemoment)

#### Bøyemoment "Hogg"



#### Bøyemoment "Sagg"

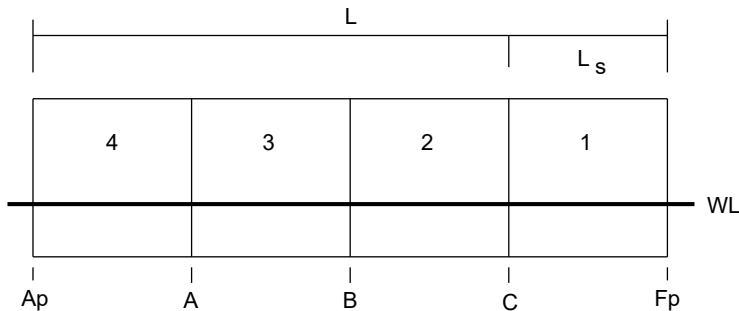


## 2.2 Vekt- ( $F_V$ ) og oppdriftskrefter ( $F_O$ )

### 2.2.1 Generelt

Betrakter en tom, rektangulær lekter og deler den inn i seksjoner (rom 1,2,3 og 4)).

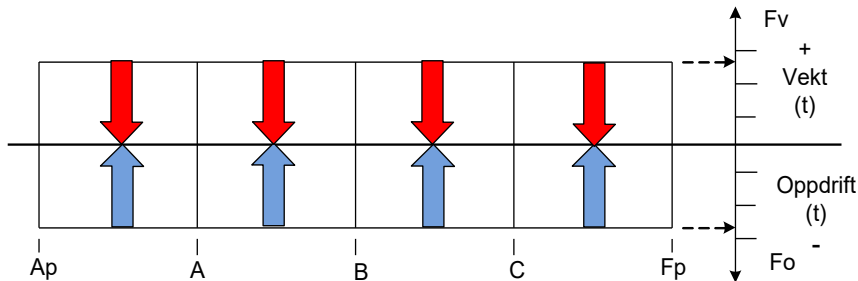
L = lengde  
 $L_s$  = lengde seksjon  
 Ap, A, B etc. = snitt (skott)



- Seksjonene er like store
- Seksjonene veier like mye
- Konstant vekt pr. lengdeenhet
- Konstant oppdrift pr. lengdeenhet

- Hver seksjon har like stor vekt og like stor oppdrift
- Det er likevekt langs skrogbjelken

Vekt- og oppdriftskrefter:



$F_V$  = vekt

$F_O$  = oppdrift

$F_B$  = nettobelastning

$$F_B = F_V - F_O = \underline{0}$$

### 2.2.2 Forandring i vekt- og oppdriftskrefter

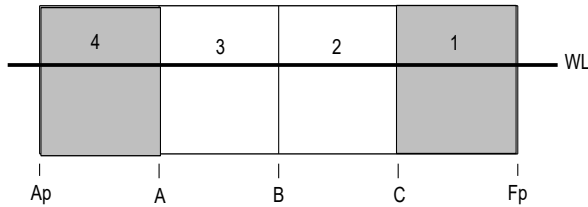
Når det lastes/losses vil forholdet mellom vekt og oppdrift i seksjonene/rommene forandre seg, og dette vil føre til at det oppstår skjærkrefter ("SF") og bøyemomenter ("BM").

Klasseselskapene bestemmer at et gitt antall kritiske spantesnitt (for eksempel mellom hvert lasterom) langs skrogbjelken skal kontrolleres for skjærkrefter og bøyemomenter. Disse skal da måles opp mot de maksimalt tillatte verdiene for skipet.

For å kunne beregne dette må en ha oversikt over vekt i de forskjellige seksjoner, samt opplysninger/tabeller over oppdrift ved forskjellig dypgående.

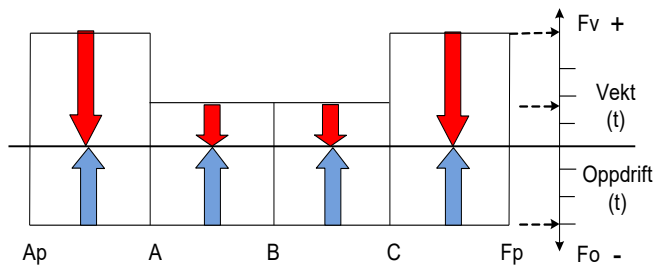
## 2.3 Belastningskurve, bøyemoment (BM) og skjærkrefter (SF)

### 2.3.1 Lasting i lekerens ender



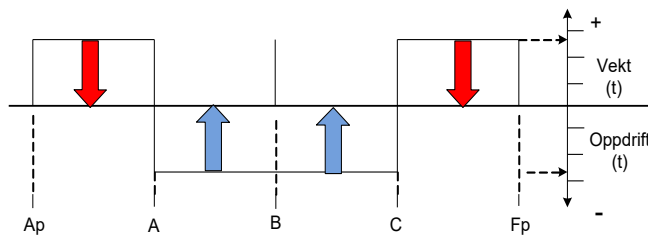
- Fyller rom nr. 1 og 4 med bulklast.
- Vekten øker, lekeren *synker rett ned*.
- Dypgående øker
- Oppdriften øker for å oppnå ny likevekt.

#### a) Vekt- og oppdriftskrefter



- Total vekt er lik total oppdrift
- Det er ny likevekt
- *Vekten ujevnt fordelt*
- *Oppdriften jevnt fordelt*

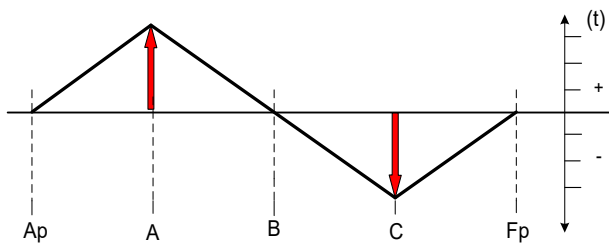
#### b) Belastningskurve ( $F_B$ )



- Belastningskurven viser forskjellen mellom vekt og oppdrift.

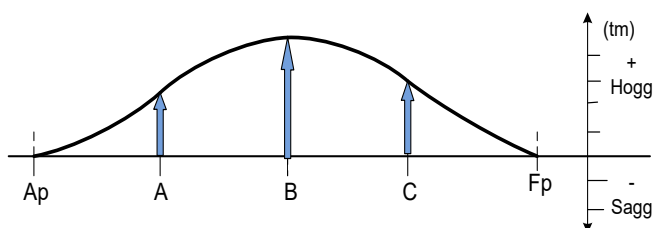
$$F_B = F_V - F_O$$

#### c) Skjærkraftkurve ("SF")



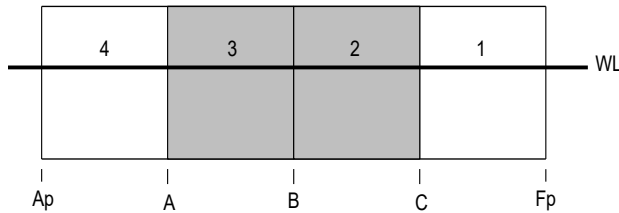
- "SF" i ett gitt snitt i skroget er lik *arealet under belastningskurven* regnet fra Ap og inntil snittet.
- Arealet under belastningskurven fra Ap til snittet "A" er lik skjærkraften i snittet "A".
- Arealet settes ut som en ordinat (lengde) i snittet "A".

#### d) Bøyemomentskurven ("BM")



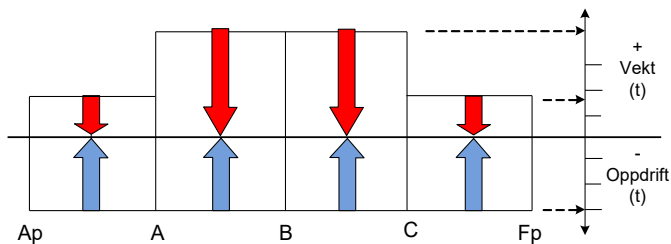
- "BM" i et gitt snitt i skroget er *arealet under skjærkrafts-kurven* regnet fra Ap og inntil snittet.
- "BM" i et gitt snitt i skroget er summen av alle momentene (SF·a) på den ene siden av snittet.

### 2.3.2 Lasting på midten



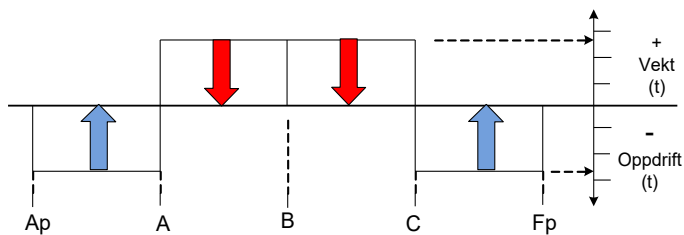
- Fyller rom nr. 2 og 3 med bulklast.
- Vekten øker, lekteren *synker rett ned*.
- Dypgående øker
- Oppdriften øker for å oppnå ny likevekt.

#### a) Vekt- og oppdriftskrefter



- Total vekt er lik total oppdrift.
- Det er ny likevekt.
- *Vekten ujevnt fordelt*
- *Oppdriften jevnt fordelt*

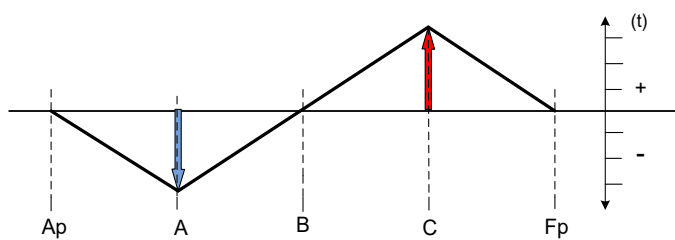
#### b) Belastningskurve ( $F_B$ )



- Belastningskurven viser forskjellen mellom vekt og oppdrift.

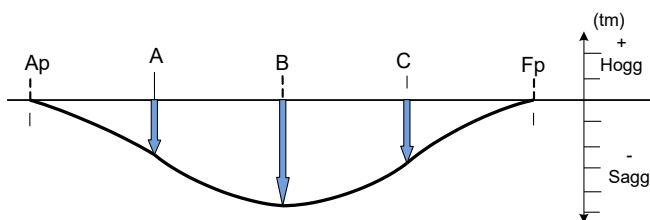
$$F_B = F_V - F_O$$

#### c) Skjærkraftkurve ("SF")



- "SF" i ett gitt snitt i skroget er lik *arealet under belastnings-kurven* regnet fra Ap og inntil snittet.
- Arealet under belastnings-kurven fra Ap til snittet "A" er lik skjærkraften i snittet "A".
- Arealet settes ut som en ordinat (lengde) i snittet "A".

#### d) Bøyemomentskurven ("BM")



- "BM" i et gitt snitt i skroget er arealet under skjærkrafts-kurven regnet fra Ap og inntil snittet.
- "BM" i et gitt snitt i skroget er summen av alle momentene (SF · a) på den ene siden av snittet.

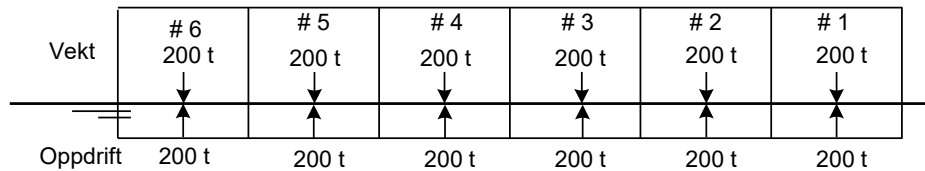
## 2.4 Beregning av bøyemoment- og skjærkraftkurver

### Eksempel 2.4.1

Gitt en leker:

Lengde leker (L) = 120 m  
 Antall rom = 6  
 LS = 1.200 t  
 Lengde seksjon ( $L_s$ ) = 120 m / 6 = 20 m  
 Vekt seksjon ( $F_{Vs}$ ) = 1.200 t / 6 = 200 t

Lekteren:



Laster:

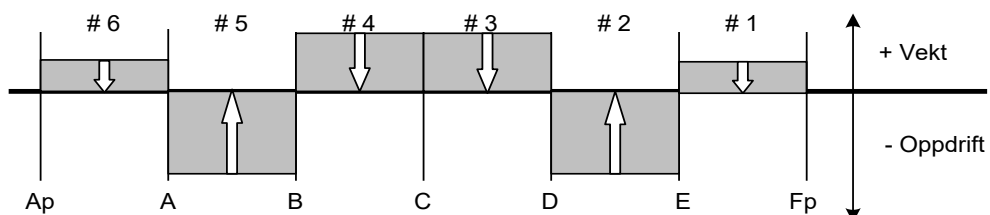
	#6	#5	#4	#3	#2	#1	Sum
	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
LS	200	200	200	200	200	200	1 200
Last	600	300	650	650	300	600	3 100
$F_V$	800	500	850	850	500	800	4 300
$F_O$	-717	-717	-717	-717	-717	-717	-4 300
$F_B$	83	-217	133	133	-217	83	-

$$F_O = \Delta / 6 = 4.300 \text{ t} / 6 = \underline{717 \text{ t}}$$

- Lekteren vil synke rett ned
- Vekten ujevnt fordelt
- Oppdriften jevnt fordelt
- Vekt- og oppdrettskrefter like store, men motsatt rettet

Belastningskurve

$$F_B = F_V - F_O$$

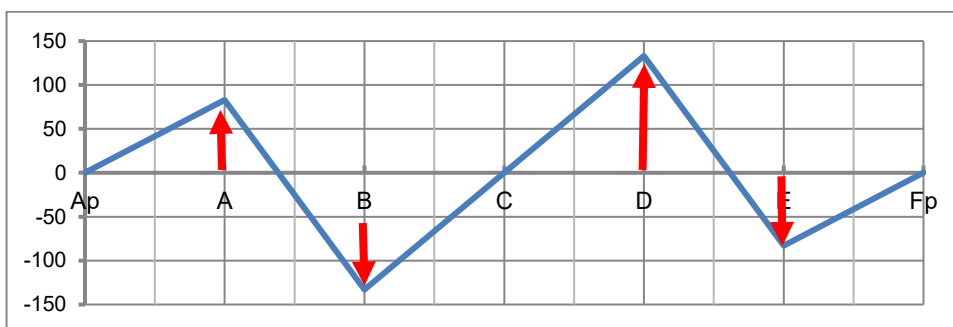
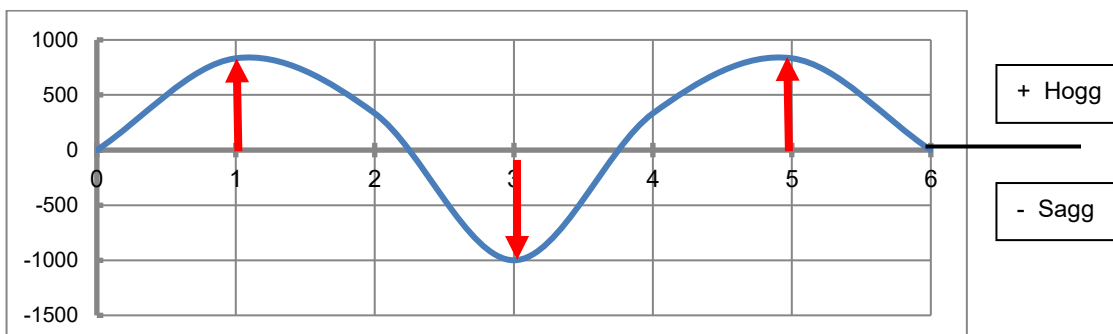




Skjema for grunnlag til Skjærkraft- og Bøyemomentskurve.

$F_{OS}$	= oppdrift seksjon	
$F_{BS}$	= belastning seksjon	(kolonne 5)
$SF$	= skjærkraft i snittene	(kolonne 6)
$SF_{SM}$	= midlere skjærkraft i rommene	(seksjonene)
$\delta BM_S$	= forandret bøyemoment i rommene	(seksjonene)
$BM$	= bøyemoment i snittene	(kolonne 10)

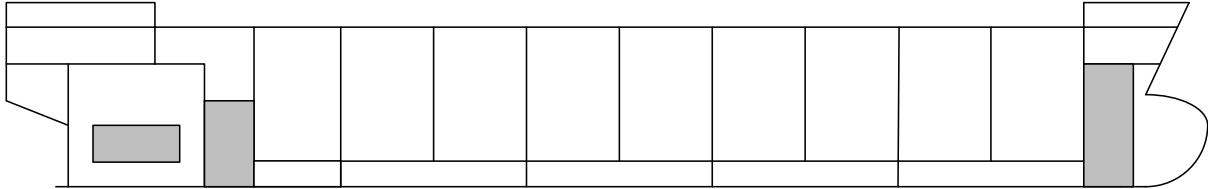
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				(1+2)		(3+4)	(6+5)	(6+6)/2		(7x8)	(10+9)
Spant nr.	Rom nr.	$LS_S$ (t)	$DW_S$ (t)	$D_S$ (t)	$F_{OS}$ (t)	$F_{BS}$ (t)	$SF$ (t)	$SF_{SM}$ (t)	$L_S$ (m)	$\delta.BM_S$ (tm)	$BM$ (tm)
Ap							-				-
	6	200	600	800	- 717	83		42	20	833	
A							83				833
	5	200	300	500	- 717	- 217		- 25	20	- 500	
B							133				333
	4	200	650	850	- 717	133		- 67	20	- 1 333	
C							-				- 1 000
	3	200	650	850	- 717	133		67	20	1 333	
D							133				333
	2	200	300	500	- 717	- 217		25	20	500	
E							83				833
	1	200	600	800	- 717	83		- 42	20	- 833	
Fp							0				0,00
<b>Totalt</b>		<b>1 200</b>	<b>3 100</b>	<b>4 300</b>	<b>- 4 300</b>	<b>0</b>		<b>0,0</b>	<b>120</b>		

Skjærkraftkurve (SF i tonn)Bøyemomentkurve (BM, tm)

## 2.5 Eksempler M/S "SIDUS"

Under er vist en del kondisjoner for skipet, med utskrifter fra lastecomputer for de samme kondisjonene.

### Eks. 4.5.1 Cond. 1, Departure. Ingen ballast

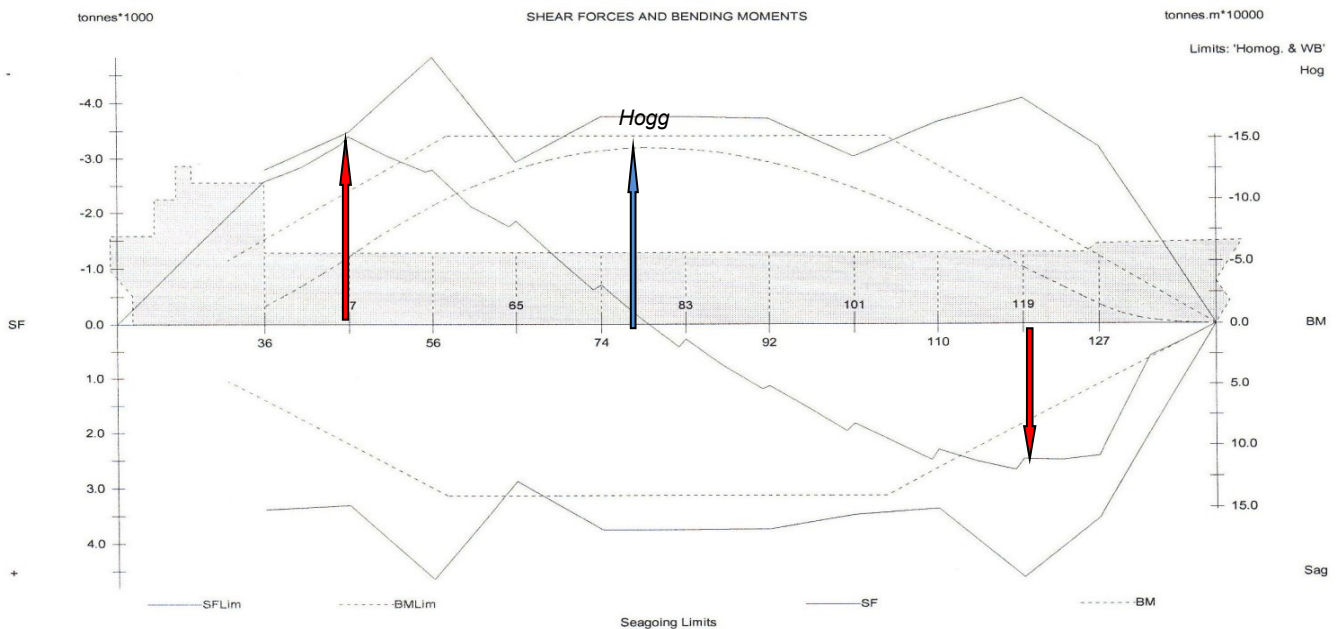


### Dyppanger, trim, skrogbøyning og beholdning

#### Results:

DW=	2961.5	tonnes	Cargo	:	0.0	tonnes
Disp=	16677.2	tonnes	Ballast	:	0.0	tonnes
Trim=	4.46	m	Fuel Oil	:	2514.7	tonnes
Dr.F=	2.16	m	Diesel Oil	:	87.1	tonnes
Dr.M=	4.35	m	Lube Oil+Misc	:	99.0	tonnes
Dr.A=	6.62	m	Fresh Water	:	260.7	tonnes
Defl=	-0.05	m	Stores	:	0.0	tonnes

### Bøyemoment og skjærkraftkurver

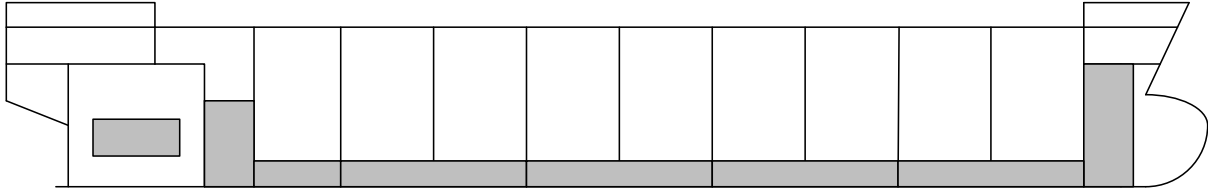


- Skipet har en stor skjærkraft , ➔ 98 % av maksimalt tillatt ved spant 47
- Skipet har et stort hogg-moment, ➔ 94 % av maksimalt tillatt ved spant 79
- Hogg = 0,05 m
- GM = 7,06 m som gir et meget stivt skip, knapp rulleperiode
- Skipet har en stor akterlig trim og liten dyppgang forut og er utsatt for bunnslag

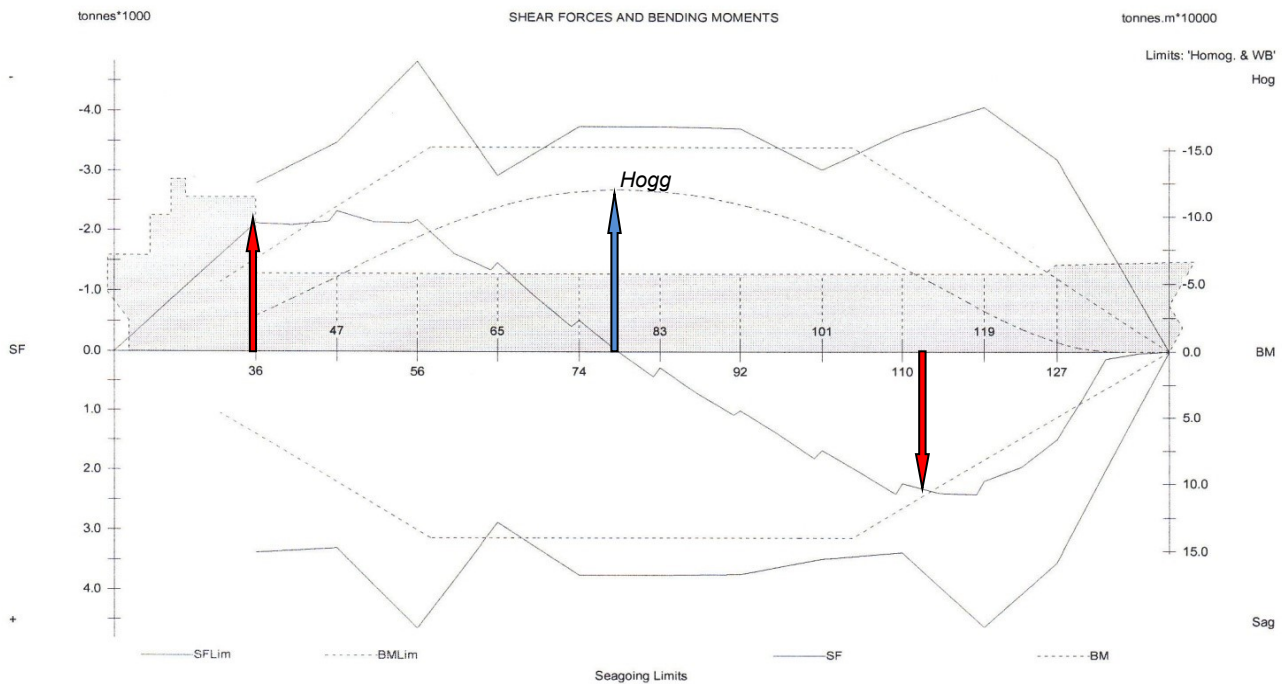
**NB!** Her bør en ta inn ballast!

**Eks. 4.5.2 Cond. 1, Departure. Full ballast utenom FP og AP**

- En situasjon ved ankomst lastehavn
- En kan også eventuelt redusere trim med noe ballast på FP

**Dyppganger, trim, skrogbøyning og beholdning****Results:**

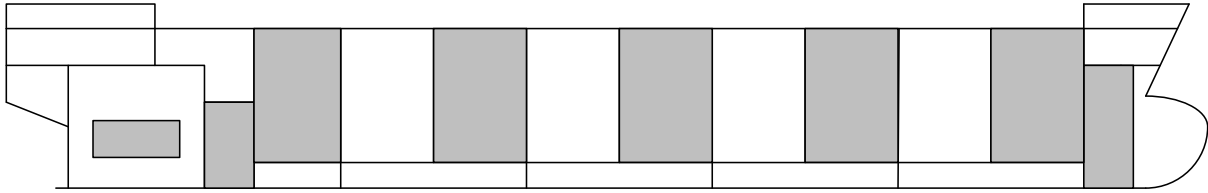
DW=	16288.8	tonnes	Cargo	:	0.0	tonnes
Disp=	30004.5	tonnes	Ballast	:	13327.3	tonnes
Trim=	2.09	m	Fuel Oil	:	2514.7	tonnes
Dr.F=	6.29	m	Diesel Oil	:	87.1	tonnes
Dr.M=	7.29	m	Lube Oil+Misc	:	99.0	tonnes
Dr.A=	8.37	m	Fresh Water	:	260.7	tonnes
Defl=	-0.04	m	Stores	:	0.0	tonnes

**Bøyemoment og skjærkraftkurver**

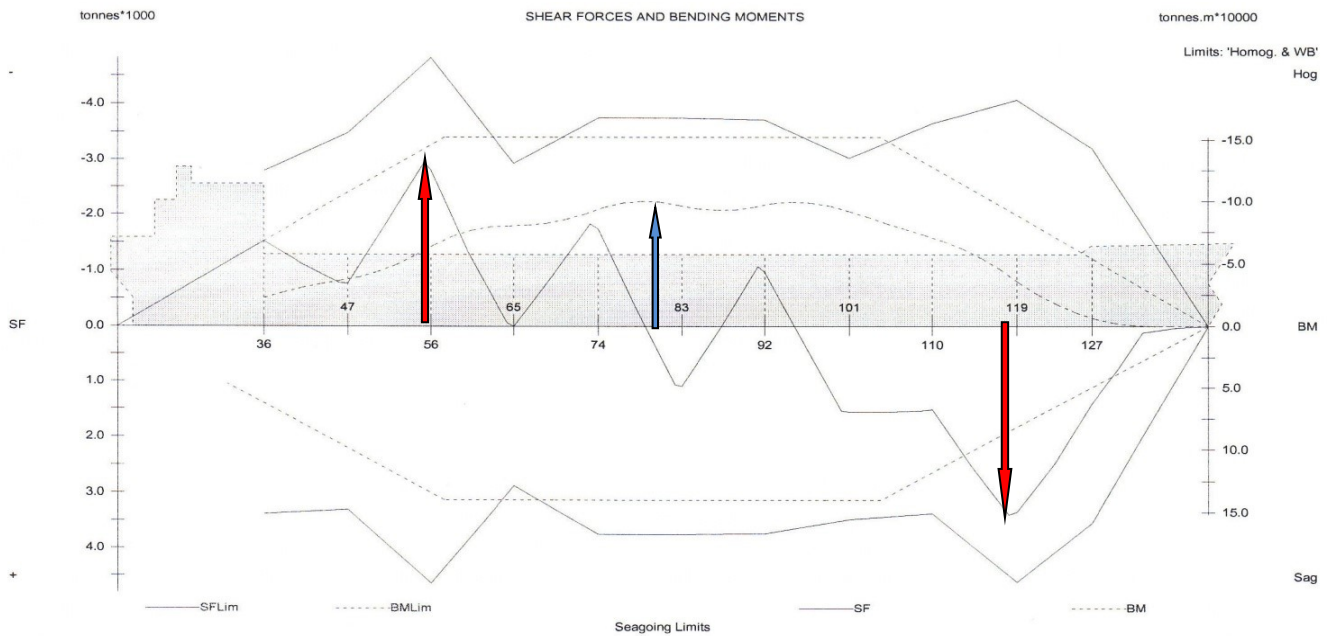
- Skipet har redusert skjærkraft , 76 % av maksimalt tillatt ved spant 36
- Skipet har redusert hogg-moment, 79 % av maksimalt tillatt ved spant 78
- Hogg = 0,04 m
- GM er redusert til 4,82 m, men gir fortsatt et stivt skip, knapp rulleperiode
- Trimmen er 2,09 m akterlig, og dyppgående forut er økt til 6,29 m
- Kondisjonen er akseptabel.

**Eks. 4.5.3 Cond. 1, Departure. Last i rom 1, 3, 5, 7 og 9**

- En situasjon skipet ofte har delvis lastet
- Skjer ved lasting og lossing

**Dyppanger, trim, skrogbøyning og beholdning****Results:**

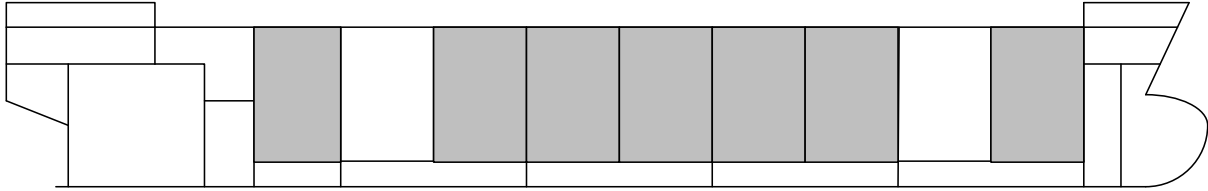
DW=	22379.7	tonnes	Cargo	:	19418.2	tonnes
Disp=	36095.4	tonnes	Ballast	:	0.0	tonnes
Trim=	4.89	m	Fuel Oil	:	2514.7	tonnes
Dr.F=	6.25	m	Diesel Oil	:	87.1	tonnes
Dr.M=	8.66	m	Lube Oil+Misc	:	99.0	tonnes
Dr.A=	11.14	m	Fresh Water	:	260.7	tonnes
Defl=	-0.04	m	Stores	:	0.0	tonnes

**Bøyemoment og skjærkraftkurver**

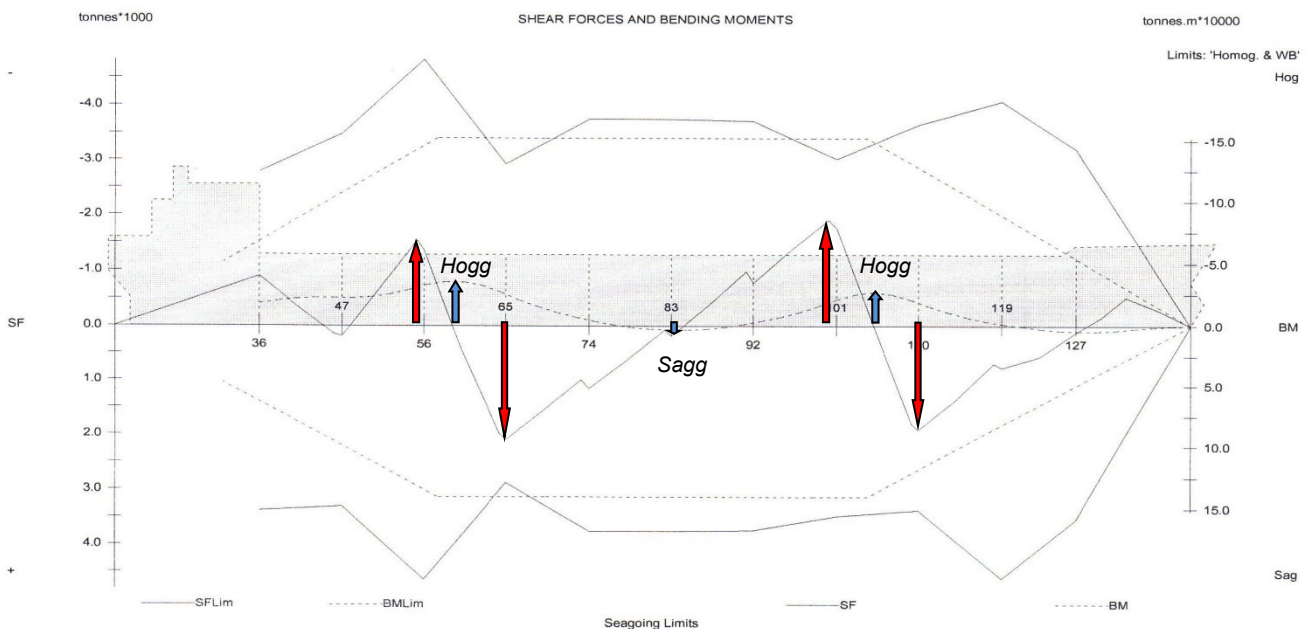
- Skjærkraft ; 75 % av maksimalt tillatt ved spant 118
- Får markerte skjærkrefter i overgangen mellom fulle og tomme rom
- Hoggmoment ; 66 % av maksimalt tillatt ved spant 79
- Hogg = 0,04 m
- GM = 2,21 m ; normalt for et bulkskip av denne type

**Eks. 4.5.4 Cond. 1, Departure. Last i alle rom utenom 3, 8 og 10**

- En kondisjon skipet har før sluttlasting
- Rom nr. 3 og 8 brukes for å justere lasteinntak og trim

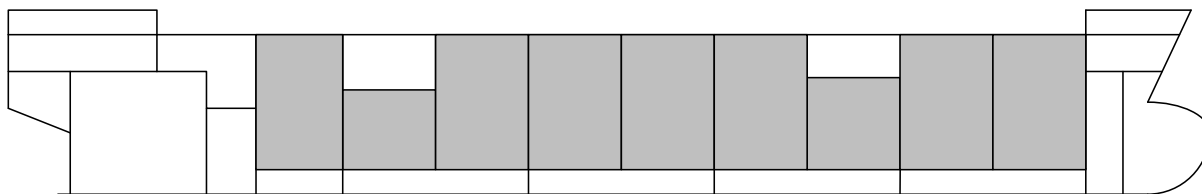
**Dyppganger, trim, skrogbøyning og beholdning****Results:**

DW=	34026.1	tonnes	Cargo	:	31064.6	tonnes
Disp=	47741.8	tonnes	Ballast	:	0.0	tonnes
Trim=	0.35	m	Fuel Oil	:	2514.7	tonnes
Dr.F=	10.80	m	Diesel Oil	:	87.1	tonnes
Dr.M=	10.97	m	Lube Oil+Misc	:	99.0	tonnes
Dr.A=	11.15	m	Fresh Water	:	260.7	tonnes
Defl=	-0.01	m	Stores	:	0.0	tonnes

**Bøyemoment og skjærkraftkurver**

- Skjærkraft ; 73 % av maksimalt tillatt ved spant 65
- Får markerte skjærkrefter i overgangen mellom fulle og tomme rom
- Hoggmoment ; 27 % av maksimalt tillatt ved spant 36
- Hogg = 0,01 m
- Skipet får hoggmomenter ved tomme rom, og saggmomenter mellom fulle rom
- GM = 1,91 m

**Eks. 4.5.5** Cond. 1, Departure. Last i alle rom (utenom 10). Trim justert med rom 3 og 8.

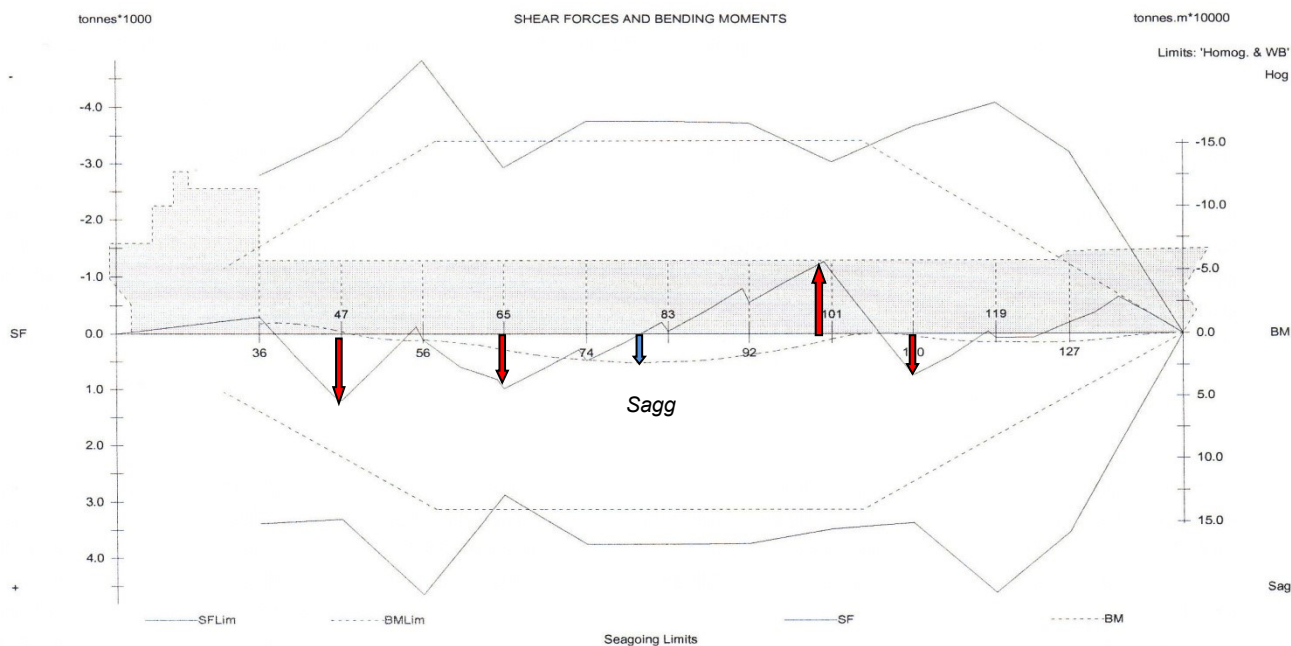


### Dyppanger, trim, skrogbøyning og beholdning

#### Results:

DW=	39365.1	tonnes	Cargo	:	36403.6	tonnes
Disp=	53080.8	tonnes	Ballast	:	0.0	tonnes
Trim=	0.12	m	Fuel Oil	:	2514.7	tonnes
Dr.F=	11.96	m	Diesel Oil	:	87.1	tonnes
Dr.M=	12.03	m	Lube Oil+Misc	:	99.0	tonnes
Dr.A=	12.08	m	Fresh Water	:	260.7	tonnes
Defl=	0.00	m	Stores	:	0.0	tonnes

### Bøyemoment og skjærkraftkurver



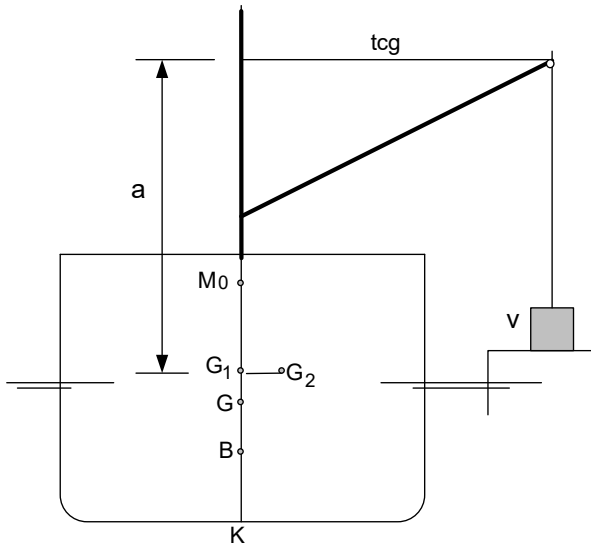
- Skjærkraft ; 41 % av maksimalt tillatt ved spant 100
- Får noen skjærkrefter i overgangen mellom slakke og fulle rom
- Hoggmoment ; 16 % av maksimalt tillatt ved spant 80
- Hogg/sagg = 0,00 m
- GM = 2,46 m
- Trim = 0,12 m akterlig
- Akseptabel kondisjon



## 3 TUNGLØFT

### 3.1 Krengevinkel under løfting

#### 3.1.1 Løfting



Når løftet tas, vil skipets tyngdepunkt G heves til  $G_1$  da vekten har sitt angrepspunkt i bomnokken:

$$\uparrow GG_1 = \frac{v \cdot a}{(\Delta + v)} = \frac{v \cdot a}{\Delta_1}$$

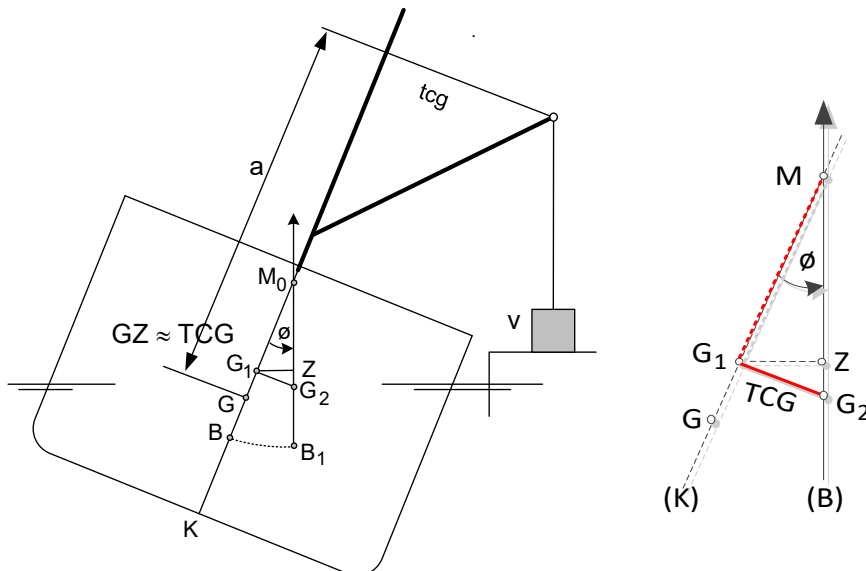
På grunn av utsvinget av bommen får vi en horisontal (tverrskips) forflytning av skipets G, fra  $G_1$  til  $G_2$  (TCG):

$$G_1G_2 = TCG = \frac{v \cdot tcg}{\Delta_1} = \frac{T.M.}{\Delta_1}$$

T.M. = løftets tverrskipsmoment

#### 3.1.2 Krengevinkel ved "små" krengevinkler

Ved «små» krengevinkler:



For krengevinkler under ca.  $10^\circ$  ser vi at oppdriftslinjen fra B går gjennom metasenteret (M), og GZ er tilnærmet lik TCG. Krengevinkelen kan beregnes ut fra:

$$\tan \varnothing = \frac{v \cdot tcg}{\Delta_1 \cdot G_1M} = \frac{TCG}{G_1M}$$



**Eksempel 3.1.2**

M/S "M.I." skal ta om bord en 40' container på 30 t. Skipet har et deplasement på 3.600 t og en KG beregnet til 4,90 m. Når løftet tas er bomnökkens høyde over dekk 14,00 m, og bommen er utsvinget 3,50 m fra skutesiden.

Skipet ligger med styrbord side til kai, og det er ingen slakke tanker om bord. Bestem krengevinkel idet løftet lettes.

Løsning

$$\begin{aligned}\Delta &= 3.600 \text{ t} \\ KG &= 4,90 \text{ m} \\ v &= 30 \text{ t}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}vcg &= D + 14,00 \text{ m} &= 7,02 \text{ m} + 14,00 \text{ m} &= \underline{21,00 \text{ m}} && \text{(fra kjø)} \\ tcg &= B/2 + 3,50 \text{ m} &= 13,02 \text{ m}/2 + 3,50 \text{ m} &= \underline{10,01 \text{ m}} && \text{(fra CL)}\end{aligned}$$

Løfting

	v	VCG	V.M.	TCG	TM	
					bb	stb
Før løfting	3 600,0	4,90	17 640,0			
vekt	30,0	21,00	630,0	10,00		300,0
<b>Under løfting</b>	<b>3 630,0</b>		<b>18 270,0</b>			<b>300,0</b>

$$\begin{aligned}\Delta &\Rightarrow d = 5,16 \text{ m} \\ &KM = 5,402 \text{ m}\end{aligned}$$

KG og GM under løfting

$$KG = V.M./\Delta = 18\,270 \text{ tm} / 3\,630 \text{ t} = \underline{5,033 \text{ m}}$$

$$GM = KM - KG = 5,402 \text{ m} - 5,033 \text{ m} = \underline{0,369 \text{ m}}$$

Krengevinkel ( $\varnothing_L$ )

$$TCG = T.M./\Delta = 300 \text{ tm} / 3\,630 \text{ t} = \underline{0,083 \text{ m}}$$

$$\tan \varnothing_L = TCG/GM = 0,083 \text{ m} / 0,369 \text{ m} = \underline{0,2249..}$$

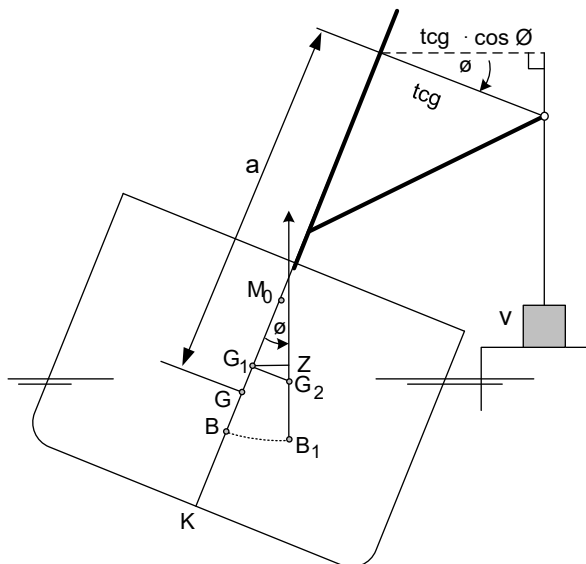
$$\varnothing_L = \underline{12,7^\circ \text{ til stb.}}$$

NB! Her er krengevinkelen over ca.  $10^\circ$ , og må beregnes ved hjelp av GZ-kurver.

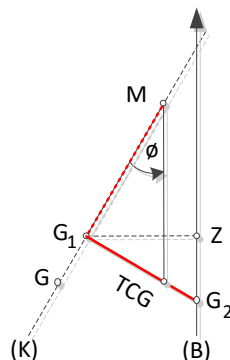
### 3.1.3 Krengvinkel ved GZ-kurver

For krengvinkler større enn ca.  $10^\circ$  ser vi at oppdriftslinjen fra B ikke går gjennom metasenteret (M), og en kan ikke bruke GM for å beregne krengvinkelen.

Ved større krengvinkler:



Som en ser fra figuren over vil krengearmen (tcg) avta med krengvinkelen, og ved  $90^\circ$  krengeing vil krengearmen være 0.



$$TCG = G_1G_2$$

$$GZ = TCG \cdot \cos \phi$$

Her må vi ta utgangspunkt i GZ-kurven. Skipet vil krenge over til det rettende moment er lik det kregende moment.

Ved å tegne GZ-kurven for den rettende arm ( $GZ_R$ ) samt kurven for den kregende arm ( $GZ_K$ ), vil krengvinkelen under løfting ( $\phi_L$ ) finnes i skjæringspunktet for de to kurvene,  $GZ_R = GZ_K$ .

Krengende arm ( $GZ_K$ ):

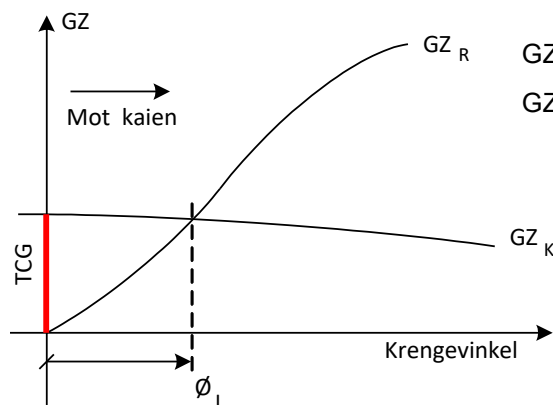
Rettende moment = Kregemoment

$$\Delta_1 \cdot GZ_R = v \cdot tcg \cdot \cos \phi$$

$$GZ_K = \frac{v \cdot tcg \cdot \cos \phi}{\Delta_1}$$

$$GZ_K = TCG \cdot \cos \phi$$

Krengvinkel ved GZ-kurver:



$$GZ_R = KY - KG \cdot \sin \phi$$

$$GZ_R = GM \cdot \sin \phi + M_0S$$

$$GZ_K = TCG \cdot \cos \phi$$

Krengvinkelen ( $\phi_L$ ) finnes når:

$$GZ_R = GZ_K$$

## 3.2 Nødvendig stabilitet ved tungløft

### 3.2.1 Norske krav

Norske myndigheter stiller ingen spesielle krav til stabilitet ut over de generelle kravene. Skip og lektere som er bygd spesielt for å håndtere tunge løft, må imidlertid godkjennes av Sjøfartsdirektoratet.

### 3.2.2 Amerikanske krav

Amerikanske myndigheter stiller imidlertid krav til skip som skal ta om bord tunge løft. Det er de samme kriteriene som blir brukt for passasjerskip for å beregne krenkning når passasjerene er samlet på den ene siden av skipet. Antatt vekt på passasjerene er da satt til 75 kg.

Løftets krengearm kan finnes ved:

$$\text{TCG} = \frac{v \cdot \text{tcg}}{(\Delta + v)}$$

Krengearmens maksimumsverdi settes til:

$$\text{TCG} = \text{GZ}_{\text{maks}} \cdot 0,6$$

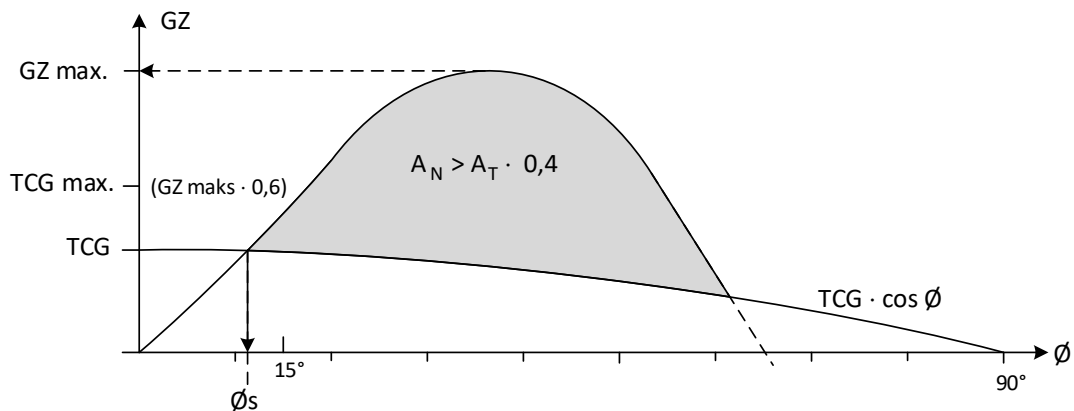
Den statiske krengevinkel ( $\varnothing_s$ ):

$$\varnothing_s \leq 15^\circ$$

Arealet mellom den kregende arm og den rettende arm, nettoarealet ( $A_N$ ), skal ikke være mindre enn 0,4 av det totale areal ( $A_T$ ) under GZ-kurven:

$$A_N \geq A_T \cdot 0,4$$

*Stabilitetskrav:*



### 3.2.3 Før løfting

- Når en skal løfte tunge løft som fører til en større krenkning, bør man alltid foreta en beregning før en løfter for å forsikre seg om at skipet har nok stabilitet under løftingen.
- I tillegg må en forsikre seg om at det er nok vann under kjølen slik at skipet ikke berører grunnen under løfting.

**Eksempel 3.2.1**

Fortsettelse fra eks. 3.1.2

$$\begin{aligned} d &= 5,16 \text{ m} \\ KM &= 5,402 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KG &= \underline{5,033 \text{ m}} \\ GM &= \underline{0,369 \text{ m}} \\ TCG &= \underline{0,083 \text{ m}} \end{aligned}$$

Løsning:Krengvinkel ved kurver

$$\text{Rettende arm: } GZ_R = GM \cdot \sin \varnothing + M_0 S$$

$$GZ_R \text{ v/ } 10^\circ = 0,369 \text{ m} \cdot \sin 10^\circ + 0,005 \text{ m} = \underline{0,069 \text{ m}}$$

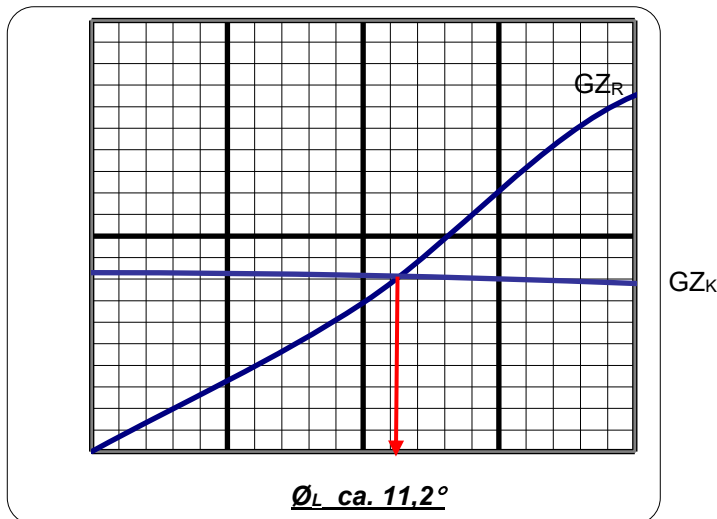
$$GZ_R \text{ v/ } 20^\circ = 0,369 \text{ m} \cdot \sin 20^\circ + 0,039 \text{ m} = \underline{0,165 \text{ m}}$$

$$\text{Krengende arm: } GZ_K = TCG \cdot \cos \varnothing$$

$$GZ_K \text{ v/ } 0^\circ = 0,083 \text{ m} \cdot \cos 0^\circ = \underline{0,083 \text{ m}}$$

$$GZ_K \text{ v/ } 10^\circ = 0,083 \text{ m} \cdot \cos 10^\circ = \underline{0,082 \text{ m}}$$

$$GZ_K \text{ v/ } 20^\circ = 0,083 \text{ m} \cdot \cos 20^\circ = \underline{0,078 \text{ m}}$$

GZ-kurver:Konklusjon:

For å redusere krengvinkelen må en:

- Ta inn ballast for å forbedre stabiliteten før løfting (bratter GZ<sub>R</sub>-kurve)
- Ta inn kontravekter på motsatt side for å ligge eventuelt ligge rett under løfting

**Eksempel 3.2.2** (Fra eksempel 3.1.1)

En ønsker å klarlegge forholdene opp mot amerikanske krav.

Løsning:

$$\begin{aligned} \Delta &= 3.630 \text{ t} & \Rightarrow & d = 5,16 \text{ m} \\ KG &= 5,033 \text{ m} & KM &= 5,402 \text{ m} \\ GM &= 0,369 \text{ m} \\ TCG &= 0,083 \text{ m} \end{aligned}$$

GZ-kurver

$$GZ_R = GM \cdot \sin \varnothing + M_0 S$$

$$GZ_R \text{ v/} 10^\circ = 0,369 \text{ m} \cdot \sin 10^\circ + 0,005 \text{ m} = \underline{0,069 \text{ m}}$$

$$GZ_R \text{ v/} 20^\circ = 0,369 \text{ m} \cdot \sin 20^\circ + 0,039 \text{ m} = \underline{0,165 \text{ m}}$$

$$GZ_R \text{ v/} 30^\circ = 0,369 \text{ m} \cdot \sin 30^\circ - 0,010 \text{ m} = \underline{0,174 \text{ m}}$$

$$GZ_R \text{ v/} 45^\circ = 0,369 \text{ m} \cdot \sin 45^\circ - 0,094 \text{ m} = \underline{0,167 \text{ m}}$$

$$GZ_R \text{ v/} 60^\circ = 0,369 \text{ m} \cdot \sin 60^\circ - 0,384 \text{ m} = \underline{-0,064 \text{ m}}$$

$$GZ_K = GG_1 \cdot \cos \varnothing$$

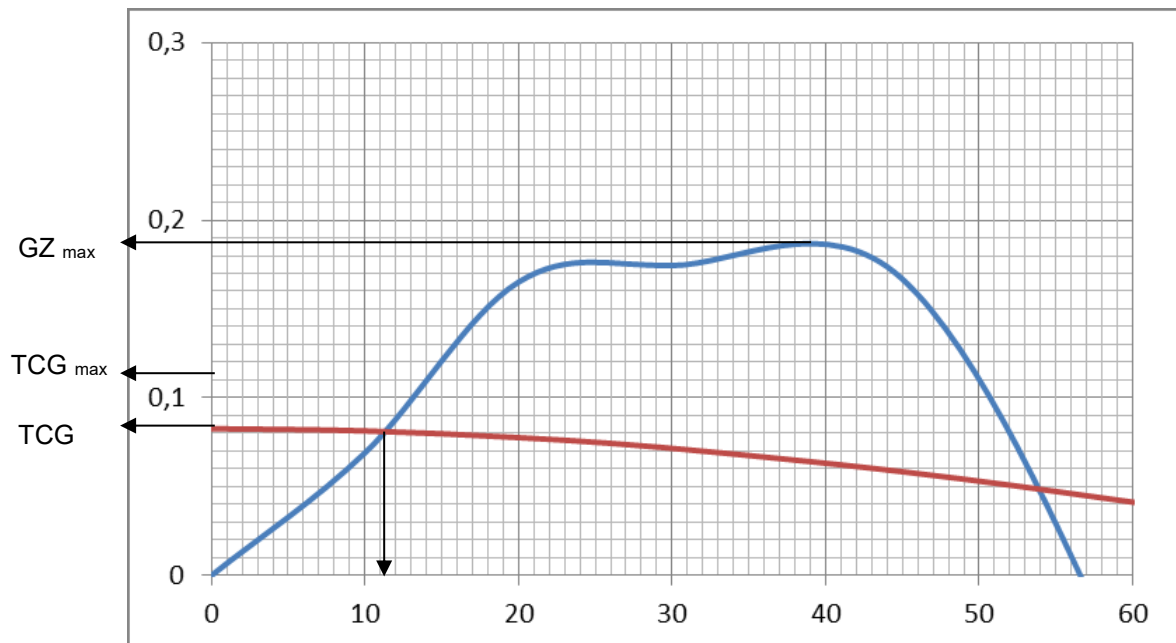
$$GZ_K \text{ v/} 0^\circ = 0,083 \text{ m} \cdot \cos 0^\circ = \underline{0,083 \text{ m}}$$

$$GZ_K \text{ v/} 20^\circ = 0,083 \text{ m} \cdot \cos 20^\circ = \underline{0,078 \text{ m}}$$

$$GZ_K \text{ v/} 30^\circ = 0,083 \text{ m} \cdot \cos 30^\circ = \underline{0,072 \text{ m}}$$

$$GZ_K \text{ v/} 45^\circ = 0,083 \text{ m} \cdot \cos 45^\circ = \underline{0,059 \text{ m}}$$

$$GZ_K \text{ v/} 60^\circ = 0,083 \text{ m} \cdot \cos 60^\circ = \underline{0,042 \text{ m}}$$



$$GZ_{\max} \text{ ca. } 0,188 \text{ m ved ca. } 40^\circ$$

$$TCG_{\max} = GZ_{\max} \cdot 0,6 = 0,188 \text{ m} \cdot 0,6 = \underline{0,113 \text{ m}}$$

$$TCG = \underline{0,083 \text{ m}} \quad \text{OK}$$

$$\varnothing_L = \underline{\text{ca. } 11,3^\circ}$$

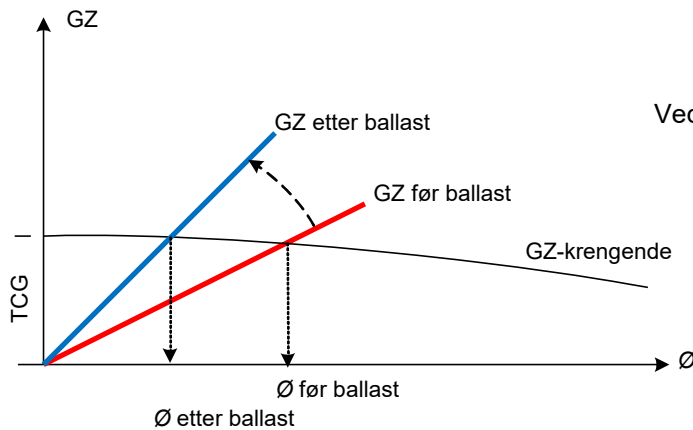
### 3.3 Reduksjon av krengevinkel

#### 3.3.1 Generelt

Fra før vet vi at det er GM som bestemmer GZ-kurven opp til ca. 10°. En liten GM gir en flat kurve, og en stor GM gir en bratt kurve. Skal vi ha en akseptabel krengevinkel under løfting må vi derfor ha en akseptabel GM.

Er GM liten, kan det tas inn ballast for å øke GM før løfting. Ballasten kan imidlertid tas ut igjen etter at løftet er satt på plass om bord dersom stabiliteten ellers er tilfredsstillende.

*Krengevinkel uten og med ballast:*



Ved å ta inn ballast før løfting vil:

- GM øke
- Krengevinkel reduseres
- $GZ_K$  er tilnærmet konstant

#### 3.3.2 Bestemme ønsket GM under løfting

Når vi kjenner T.M. for løftet kan vi anslå en akseptabel krengevinkel og deretter bestemme en ønsket GM under løfting. Det kan være ønskelig med en krengevinkel under 10°.

En tar utgangspunkt i situasjonen under løfting. Ved valg av maksimal (ønsket) krengevinkel ( $\emptyset$ ) kan ønsket GM under løfting beregnes:

$$\emptyset.GM = \frac{v \cdot tcg}{(\Delta + v)} = \frac{T.M.}{\Delta_1 \cdot \tan \emptyset} = \frac{TCG}{\tan \emptyset}$$

En kan deretter bestemme ønsket KG:

$$\emptyset.KG = KM - \emptyset.GM$$

Deretter må en bestemme hvor mye G må senkes:

$$GG_1 = KG - \emptyset.KG$$

Bestemmer så inntak av nødvendig ballast:

$$v = \frac{\Delta \cdot GG_1}{(a - GG_1)}$$

En vil imidlertid oppdage at krengevinkelen ofte blir noe mindre enn ønsket krengevinkel da deplasementet øker ved inntak av ballast.

## 3.4 Bruk av kontravekter

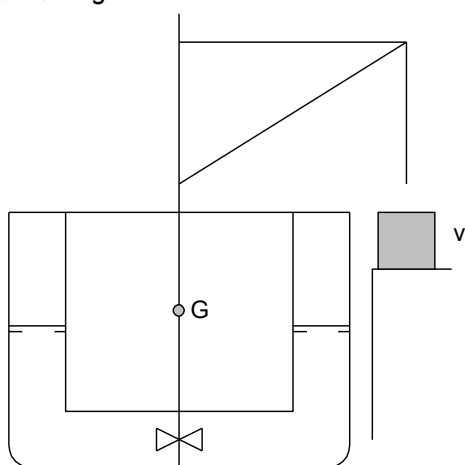
### 3.4.1 Tungløftskip

For å motvirke store krenghninger er det vanlig å fylle ballasttanker på motsatt side av løftet. Skip som er beregnet for tungløft har spesialtanker som hindrer fri væskeoverflate samt at de får stor tverrskips avstand (tcg).

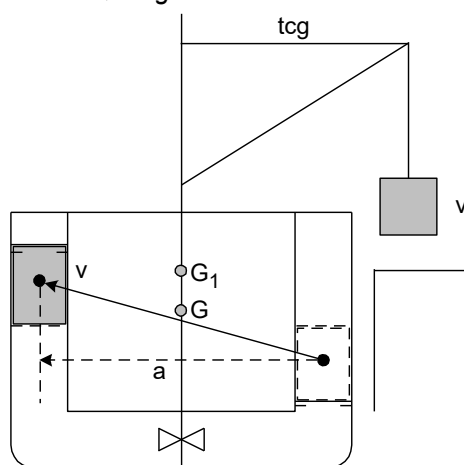
Før løfting fylles tanken(e) halvveis opp slik at en har plass til å flytte over ballast under løfting. Etter hvert som vekten tas av løftet, flyttes ballast over på motsatt side i samme takt ved hjelp av pumper.

Etter hvert som løftet svinges inn over skutesiden, flyttes ballasten over på motsatt side. Dette fører til at skipet ligger rett under hele operasjonen. Etter at løftet er på plass om bord, lenses tankene.

*Før løfting:*



*Under løfting:*

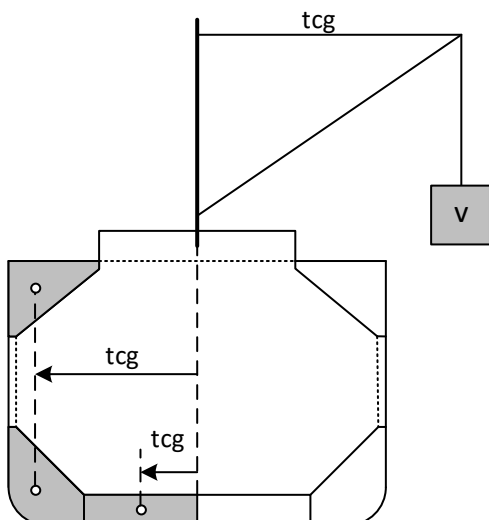


### 3.4.2 Plansjeskipene

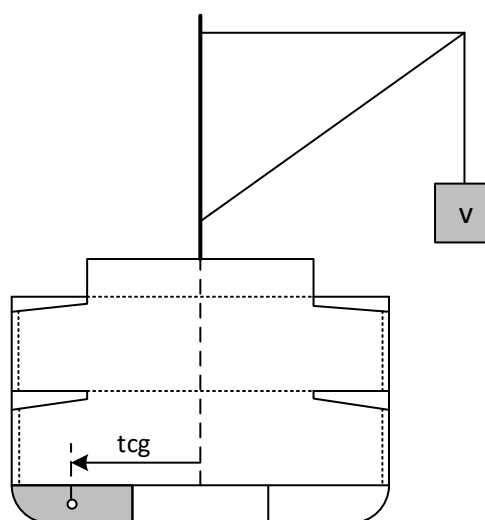
Skip som ikke har slike tanker må fylle bunntankene på motsatt side. Dette gir imidlertid et mye mindre sidemoment samt en mye større virkning av fri væskeoverflate.

Fremgangsmåten blir at en fyller sjøvann på tanken(e) samtidig som man løfter, og etter hvert som løftet kommer inn over rekken, lenses ballast fra tanken(e), eller ballast tas inn på motsatt side.

*Bulk/stykkogods-skip (Linda):*



*Stykkogodsskip (M.I.):*



**Eksempel 3.4.1****Fortsettelse fra eksempel 3.1.1**

For å motvirke krengingen (ligge rett under løfting) har en anledning til å fylle ballast på motsatt side. En har anledning å fylle ballast på No 2 P, 3 P og 5 P.

Løsning:

Nødvendig ballast

$$\begin{aligned}
 T.M._{KV} &= T.M._{L} \\
 v \cdot 4,40 \text{ m} &= 300 \text{ tm} \quad (\text{beregnet tidligere}) \\
 v &= 300 \text{ tm} / 4,40 \text{ m} = \underline{68,2 \text{ t}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nødvendig kontravekt} &= 68,2 \text{ t} \\
 \text{No 3 P} &= - 39,5 \text{ t} \\
 \text{No 5 P rest} &= \underline{28,7 \text{ t}} \quad \text{slakk, Fs.M./2} = \underline{48,9 \text{ tm}}
 \end{aligned}$$

Disposisjon

1. Setter inn skipets kondisjon før løfting
2. Tar inn ballast
3. Lager en sumlinje (brukes i senere beregninger)
4. Tar løftet
5. Kontroll

Stabilitetsforhold under løfting

	v	VCG	V.M.	Fs.M.	TCG	T.M.	
						bb.	stb.
Før løfting	3 600,0	4,90	17 640,0				
No 3 P	39,5	0,89	35,2		4,40	173,8	
No 5 P	28,7	0,72	20,7	48,9	4,40	126,3	
<b>Med ballast</b>	<b>3 668,2</b>		<b>17 695,8</b>	<b>48,9</b>		<b>300,1</b>	
vekt	30,0	21,00	630,0		10,00		300,0
<b>Under løfting</b>	<b>3 698,2</b>		<b>18 325,8</b>	<b>48,9</b>		<b>300,1</b>	<b>300,0</b>
			48,9				
			<b>18 374,7</b>				

$$\begin{aligned}
 \Delta &\Rightarrow d = 5,24 \text{ m} \\
 &\quad KM = 5,418 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Skipet anses som å ligge rett under løfting

Ny  $KG_2$  og  $G_2M$  under løfting

$$KG_2 = \sum V.M. / \Delta = 18\,374,7 \text{ tm} / 3\,698,2 \text{ t} = \underline{4,969 \text{ m}}$$

$$G_2M = KM - KG = 5,418 \text{ m} - 4,969 \text{ m} = \underline{0,449 \text{ m}}$$



### 3.5 Hva skjer hvis løftet ryker under løfting?

#### 3.5.1 Generelt

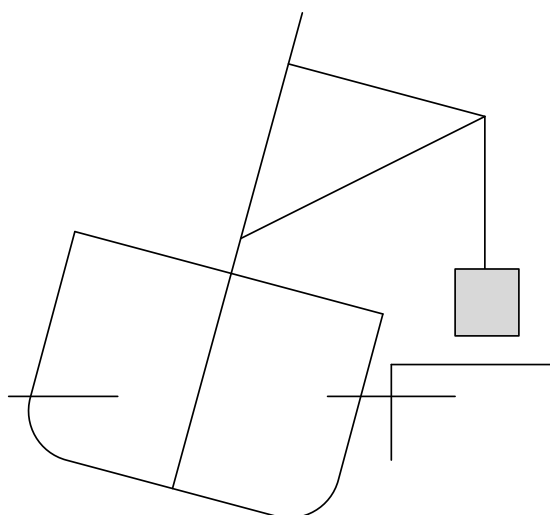
Dersom løftet skulle ryke i det løftet er klar av kaien, vil følgende skje:

- Skipet får en plutselig deplasementsendring
- Frigjøres krengeenergi
- Fører til stort rulleutslag til motsatt side
- Har skipet nok dynamisk stabilitet til å motstå dette?

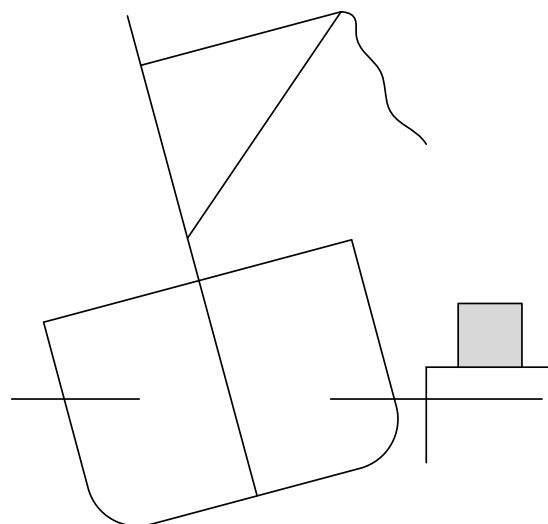
#### 3.5.2 Uten kontravekter

Skipet vil få et rulleutslag til motsatt side noe mindre enn krengevinkelen under løfting på grunn av hydrodynamisk demping av slingrekjøler eller lignende. Skipet vil uten løft ligge rett (likevektsstilling).

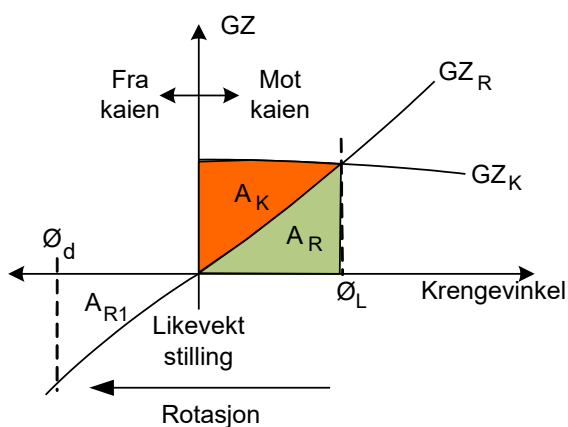
Under løfting:



Når løftet ryker:



#### 3.5.3 GZ-kurver med kun løft



$$A_K = A_R$$

$A_K$  = krengearbeid, blir frigitt idet løftet ryker.

$A_R$  = rettende arbeid, fører til at skipet får en rotasjon mot likevektspunktet.

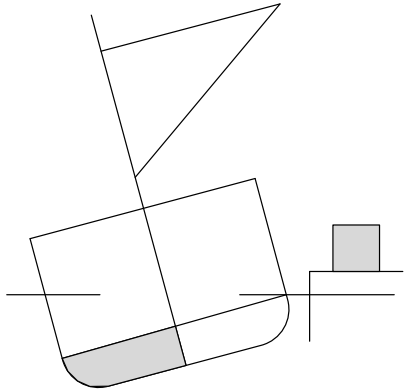
$\varnothing_d$  = "dynamisk" krengevinkel

Skipet vil rotere forbi likevektspunktet og stoppe idet  $A_{R1}$  (rettende arbeid) er like stort som  $A_K$  (og  $A_R$ ). Noe mindre i virkeligheten pga. friksjon etc.

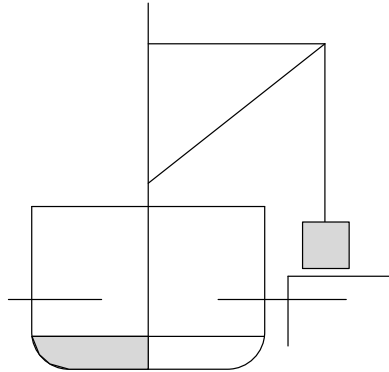
### 3.5.4 Med kontravekter

Med kontravekter inne vil skipet ligge rett under løfting. Idet løftet ryker har skipet ny likevektstilling ved den krengevinkel kontravektene gir. Som eksempel kan en se for seg at kontravektene tas inn først, og deretter tar en løftet. Skipet ligger rett under løfting.

1) Med kontravekt inne ( $\varnothing_{KV}$ ):

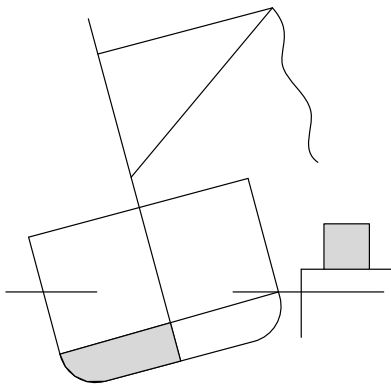


2) Under løfting ( $\varnothing_L = 0^\circ$ ):

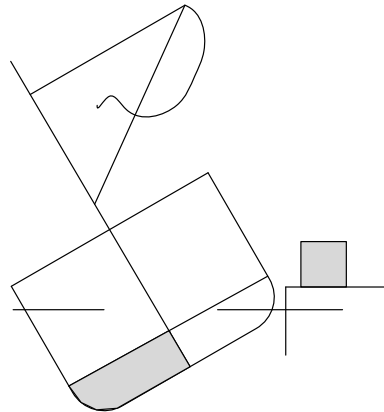


Idet løftet ryker vil skipet rotere mot sitt nye likevektspunkt ( $\varnothing_{KV}$ ) og videre til rettende arbeid ( $A_2$ ) har absorbert den frigitte krengeenergien. Denne krengevinkelen kalles dynamisk krengevinkel ( $\varnothing_d$ ).

3) Likevektspunktet ( $\varnothing_{KV}$ ):

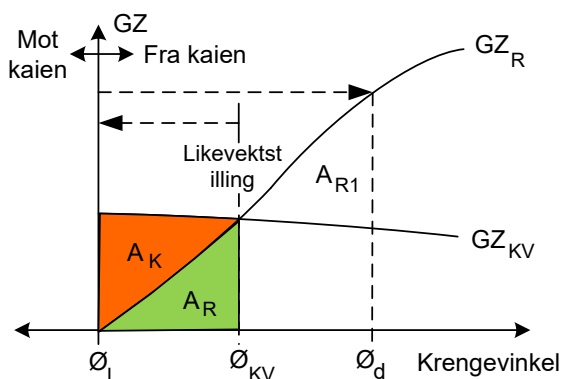


4) Dynamisk krengevinkel ( $\varnothing_d$ ):



### 3.5.5 GZ-kurver med kun kontravekter inne

Da løftet står igjen på kaien idet løftet ryker, må GZ-kurvene bestemmes uten løft, men med kontravekter inne.



- $\varnothing_{KV}$  er krengevinkel uten løft
- Skipet ligger rett under løfting,  $\varnothing_L$   
 $A_K = A_R$
- Når løftet ryker blir  $A_K$  frigitt
- Skipet roterer forbi  $\varnothing_{KV}$  og til  $\varnothing_d$ ,  
 $A_R \approx A_{R1}$
- Dynamisk krengevinkel ( $\varnothing_d$ ) fines ved å sammenligne disse arealene.

**Eksempel 3.5.1**

Fortsettelse fra eksempel 3.4.1

	v	VCG	V.M.	Fs.M.	TCG	T.M.	
						bb.	stb.
Før løfting	3 600,0	4,90	17 640,0				
No 3 P	39,5	0,89	35,2		4,40	173,8	
No 5 P	28,7	0,72	20,7	48,9	4,40	126,3	
<b>Med ballast</b>	<b>3 668,2</b>	<b>4,824</b>	<b>17 695,8</b>	<b>48,9</b>	<b>0,082</b>	<b>300,1</b>	
		<b>0,013</b>	<b>48,9</b>				
		<b>4,837</b>	<b>17 744,7</b>				

$$\Delta \Rightarrow d = 5,20 \text{ m}$$

$$KM = 5,410 \text{ m}$$

KG<sub>2</sub> og G<sub>2</sub>M med ballast

$$KG_2 = \Sigma V.M./\Delta = 17\,744,7 \text{ tm} / 3\,668,2 \text{ t} = \underline{\underline{4,837 \text{ m}}}$$

$$G_2M = KM - KG = 5,410 \text{ m} - 4,837 \text{ m} = \underline{\underline{0,573 \text{ m}}}$$

$$TCG = T.M./\Delta = 300 \text{ tm} / 3\,668,2 \text{ t} = \underline{\underline{0,082 \text{ m}}}$$

GZ-kurver og dynamisk krengevinkel

$$GZ_R \text{ v}/10^\circ = 0,573 \text{ m} \cdot \sin 10^\circ + 0,005 \text{ m} = \underline{\underline{0,105 \text{ m}}}$$

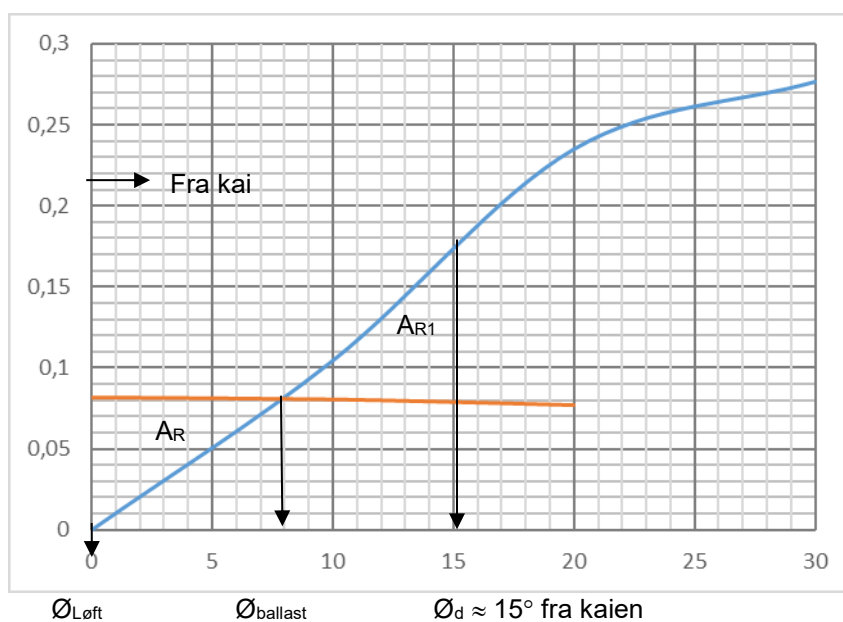
$$GZ_R \text{ v}/20^\circ = 0,573 \text{ m} \cdot \sin 20^\circ + 0,039 \text{ m} = \underline{\underline{0,235 \text{ m}}}$$

$$GZ_R \text{ v}/30^\circ = 0,573 \text{ m} \cdot \sin 30^\circ - 0,010 \text{ m} = \underline{\underline{0,277 \text{ m}}}$$

$$GZ_K \text{ v}/0^\circ = 0,082 \text{ m} \cdot \cos 0^\circ = \underline{\underline{0,082 \text{ m}}}$$

$$GZ_K \text{ v}/20^\circ = 0,082 \text{ m} \cdot \cos 20^\circ = \underline{\underline{0,081 \text{ m}}}$$

$$GZ_K \text{ v}/30^\circ = 0,082 \text{ m} \cdot \cos 30^\circ = \underline{\underline{0,077 \text{ m}}}$$



## 3.6 Statisk- og dynamisk stabilt skip

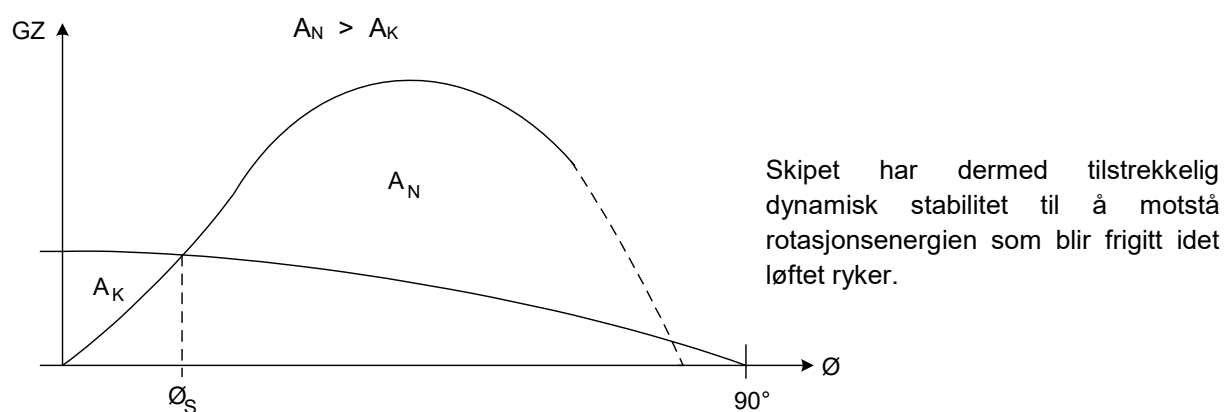
### 3.6.1 Generelt

At et skip er *statisk og dynamisk stabilt* betyr at det er stabilt både under løfting, og har nok dynamisk stabilitet til å motstå rotasjonsmomentet dersom løftet skulle ryke.

At et skip er *statisk stabilt, men dynamisk ustabilt*, betyr at skipet er stabilt under løfting, men at det ikke har nok dynamisk stabilitet til å motstå rotasjonsmomentet dersom løftet skulle ryke. Skipet vil trille rundt.

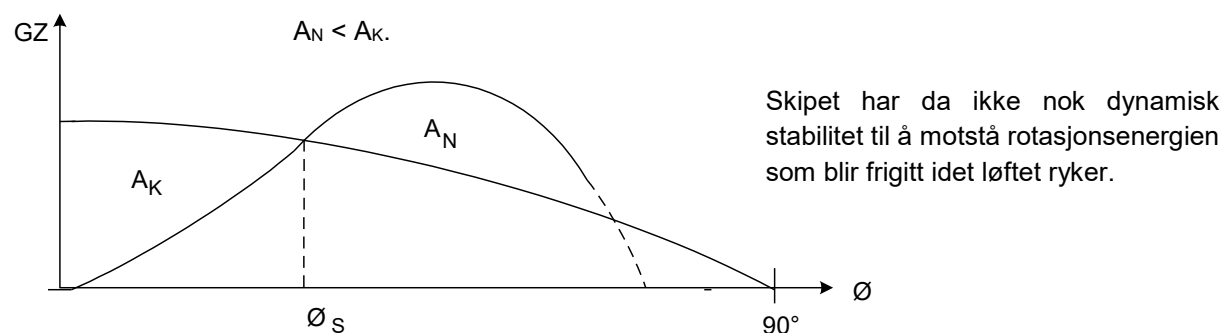
### 3.6.2 Statisk- og dynamisk stabilt skip

Dynamisk stabilt skip har vi når nettoarealet ( $A_N$ ) er større enn det kregende arbeid ( $A_K$ ).



### 3.6.3 Statisk stabilt, men dynamisk ustabilt skip

Dynamisk ustabilt skip har vi når nettoarealet ( $A_N$ ) er mindre enn det kregende arbeid ( $A_K$ ).





## 4 DOKKING

### 4.1 Opplysninger om skipet

Den tilsynelatende enkle oppgave å plassere et skip i en dokk uten at skip eller dokk skal utsettes for unødvendige påkjenninger, krever et intimt samarbeid mellom skip og verksted.

Allerede på konstruksjonsstadiet må man ta hensyn til de krefter skipets bunn skal oppta ved dokking. Veritas har følgelig utarbeidet regler for en «normal dokkingsstyrke» som byggeren må ta til følge ved konstruksjonen av bunnen.

Det offentlige tilsyn krever at skipet skal utstyres med tilstrekkelig data for å beregne stabiliteten til enhver tid, og klassen krever tilstrekkelig beregningsgrunnlag for kontroll med langskipspåkjenninger.

Når vi ser bort fra de spesielle opplysninger spesialskip av forskjellige typer krever, er de vanligste data skipet utstyres med som følger:

- Generalarrangement.
- Kapasitetsplan (lasteskala)
- Stuingsplan, vanligvis utført etter rederiets ønske.
- Kurveblad, hvor de vesentligste hydrostatiske kurver/tabeller er oppført.
- KY (KN)- eller M<sub>0</sub>S-kurver som danner grunnlaget for stabilitetsberegninger.
- Trimdiagram, for tankskip også trim og stressdiagram.
- Peiletabeller, for tankskip også ullage-tabeller.
- Retningslinjer for gunstigste plassering av last og ballast mht. langskipspåkjenninger, vanligvis gitt i oppgave fra klassen.
- For spesialskip dessuten restriksjoner for kritiske tilfeller ved lasting/lossing.
- Oppgave over lettskipsvekt med tilhørende tyngdepunkt.
- Tabeller over volum og tyngdepunkt i alle rom og tanker.
- Trim og stabilitetsplaner for en rekke aktuelle lastekondisjoner.
- Dokkingsplan med nødvendige data for dokksetting.
- Klassetegninger som omfatter:
  - midtspant.
  - profil og dekkplaner.
  - hudutfolding.
  - akterstevn og ror.
  - forstevn.

Vanlige tilleggsopplysninger:

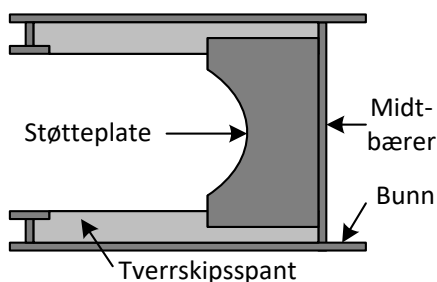
- Ved beregning av slakke tankers innvirkning på stabiliteten er I-produktet eller "free surface moment" oppgitt.
- Tabeller eller kurver som gir korreksjon av deplasement pga. trim.
- Tabeller som gir korreksjon av deplasement pga. hogg/sagg.
- Tabeller som gir økning av dypgående ved krenkning.

Før dokking gis verkstedet opplysninger om skipets hoveddimensjoner, dypgående, trim og bunnreis. I denne oversikten er det ikke medtatt tegninger etc. vedrørende maskin, heller ikke spesielle sikkerhetsmessige tegninger og instruksjoner.

Dokkingsplanen viser bunnkonstruksjonen med angivelse av hvor dokkblokkene skal plasseres, slingrekjølels forløp, sjøvannsinntak, plassering ekkolodd, undervannslagg etc.

## 4.2 Bunnkonstruksjon

### Dobbeltbunn med støtteplater:

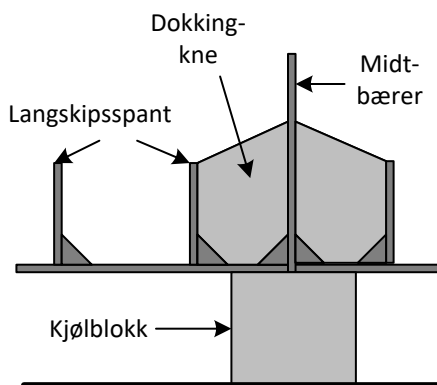


Som følge av at skipet først settes på kjølblokkene, må skipets vekt opptas av bunnkonstruksjonen.

Det er derfor meget viktig at platefeltet som blokkene kommer under, er tilstrekkelig forsterket ovenfra.

Veritas forlanger her støtteplater på hvert spant som forbinder dobbeltbunnspant og midtbærer.

### Midtbærer med dokkingkne:

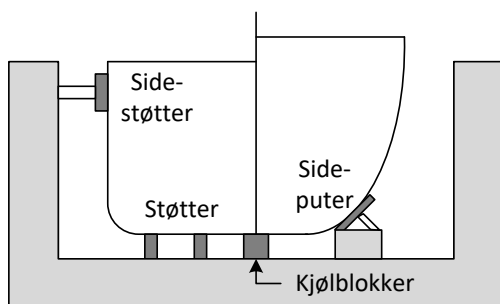


For dobbeltbunnskip med langskipsspant forlanges det støtteplater med maksimum 1,2 m avstand og at det mellom disse skal være dokkingknær.

På tankbåter er det vanlig praksis å plassere dokkingknærne med 1,0-1,2 m avstand.

Ved dokking av store skip nyttes, foruten kjølblokker, også vanligvis en rad med blokker lenger ute på hver side.

### Det enkleste utstyret i en dokk:



Ved hjelp av en sentreringsanordning blir skipet plassert over kjølblokkene, og utpumpingen starter.

Når kjølen hviler godt an på blokkene, skyves sideputene inn, og med normal skrogform regner en med at skipet står støtt med denne understøttelsen.

For bunnreparasjoner og prøving av større tanker må bunnen ha ekstra støtte.

Ved dokking av store skip nyttes, foruten kjølblokker, også vanligvis en rad med blokker lenger ute på hver side.

Gjelder det et skip med to langskipsskott, arrangeres sideblokkene slik at de følger skottlinjene.

## 4.3 Langskips påkjenning

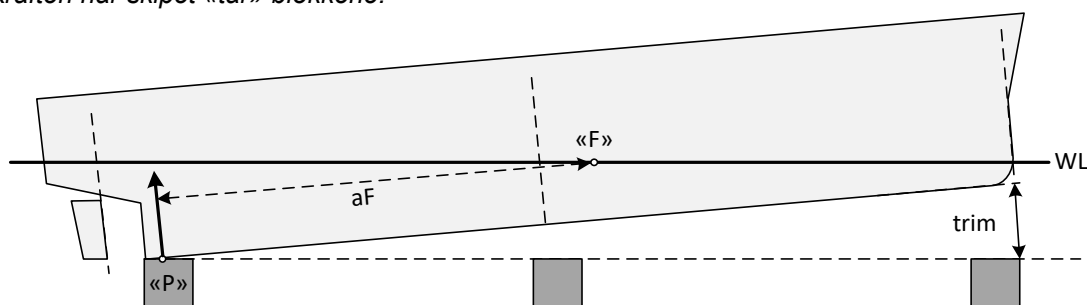
### 4.3.1 Generelt

Det er vanlig å ta skipet inn i dokken med litt akterlig trim, men er denne trimmen stor, vil det føre til store lokale påkjenninger på bunnkonstruksjonen ved akterste blokk hvor skipet «tar blokkene» først.

Påkjenningen vil være størst umiddelbart før skipet «tar blokkene» over alt, og den store vektoverføringen til akterste blokk vil resultere i stor langskips bøyespenning ("sagging").

Det vil virke som om vi losset en vek lik kraften (P) fra skutebunnen som vist på figuren under.

Kraften når skipet «tar» blokkene.



### 4.3.2 Kraften (P) i akterste blokk

Som vi ser vil kraften "P" være bestemt av trimmen skipet har ved inndokking. For overslagsberegninger kan vi anta at skipet trimmer om L/2, og ligger «even» når det «tar blokkene».

$$P \approx \frac{2 \cdot \text{trim} \cdot \text{MTC}}{L}$$

Eller når skipet trimmer «F»:

$$P = \frac{\text{trim} \cdot \text{MTC}}{a_F} \quad \text{der «}a_F\text{» er avstanden fra akterste blokk til «F»}$$

#### Eksempel 4.3.1

M/S SIDUS har et deplasement på 16 120 t og en akterlig trim på 5,60 m. Akterste blokk er plassert 7,00 m foran Ap. Bestem kraften "P" i det skipet tar blokkene over alt. KG er 12,20 m.

#### Løsning

$$\begin{aligned} \Delta &= 16.120 \text{ t} & \Rightarrow & \quad dm = 4,10 \text{ m} \\ KG &= 12,20 \text{ m} & & \quad LCF_{\ominus} = + 5,04 \text{ m} \\ & & & \quad MTC = 412,7 \text{ tm/cm} \end{aligned}$$

#### Kraften P

$$LCF_{Ap} = L/2 - LCF = 88,00 \text{ m} + 5,04 \text{ m} = \underline{93,04 \text{ m}}$$

$$a_F = LCF_{Ap} - l_{cg} = 93,04 \text{ m} - 7,00 \text{ m} = \underline{86,04 \text{ m}}$$

$$P = (\text{trim} \cdot \text{MTC})/a_F = (560 \text{ cm} \cdot 412,7 \text{ tm/cm})/86,04 \text{ m} = \underline{\underline{2\ 686 \text{ t}}}$$



## 4.4 Stabilitet ved dokking

### 4.4.1 Generelt

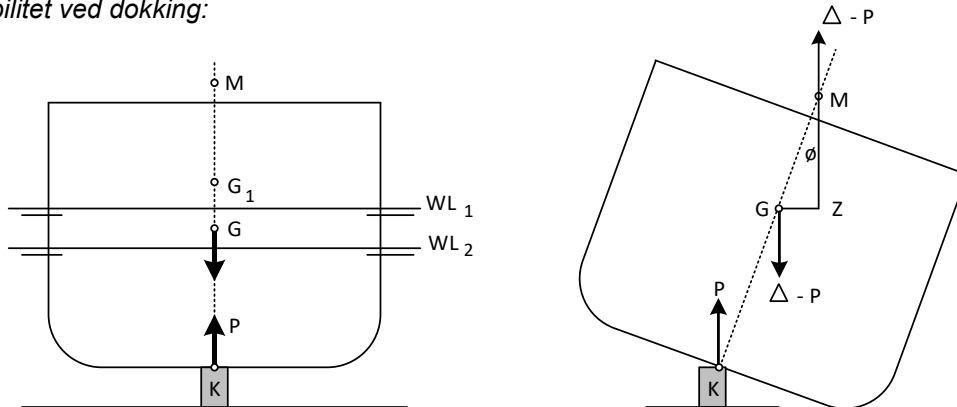
Når vannet i dokken senkes, vil vanligvis akterenden av kjølen berøre kjølblokkene først. Deretter avtar vinkelen mellom kjøle og kjølblokker inntil hele kjølen hviler på blokkene.

Oppdriften vil gradvis avta inntil hele vekten av skipet er overført til blokkene når skipet er tørt. Så lenge det er delvis flytende (har oppdrift), vil stabiliteten reduseres betraktelig.

En må derfor forsikre seg om at skipet før dokking har tilstrekkelig stabilitet til å tåle denne reduksjon, slakke tanker og vekter som kan forskyve seg må unngås.

Som regel er forholdene ved dokksetting mest kritisk med hensyn på stabilitet i det øyeblikk da hele kjølen har nådd ned på kjølblokkene, og før en har rukket å få støttet opp skipet sideveis langs kimingen.

*Stabilitet ved dokking:*



### 4.4.2 Stabilitetsreduksjon

Når skipet «tar blokkene» vil kraften "P" som blokkene opptar ha samme virkning som om vi losset denne vekten fra skipets bunn. G vil følgelig gå opp og GM reduseres tilsvarende.

$$GG_1 = \frac{P \cdot KG}{(\Delta - P)} \quad (\text{se lossing av en vekt!})$$

**Eksempel 4.4.1** (fra eksempel 4.3.1)

$$\begin{aligned} \Delta &= 16\,120 \text{ t} & P &= \underline{2\,686 \text{ t}} \\ KG &= 12,20 \text{ m} \end{aligned}$$

*Løsning:*

$$GG_1 = (P \cdot KG)/(\Delta - P)$$

$$GG_1 = (2\,686 \text{ t} \cdot 12,20 \text{ m})/(16\,120 \text{ t} - 2\,686 \text{ t}) = \underline{\underline{2,44 \text{ m}}}$$

- Skipet har fått en økning i KG på 2,44 m, og en tilsvarende reduksjon i GM

**Eksempel 4.4.2**

M/S SIDUS skal i dokk, og skipet har en beholdning lik "Cond. Arrival". I tillegg har skipet fylt WT's 2 P/S med ballast, og deplasementet er 16 555 t. Skipets LCG = 78,14 m og trim er 5,41 m akterlig. Akterste blokk er plassert ved tank nr. 33, "Aft. L.: Stern tube cooling water", lcg = 7,72 m. KG<sub>2</sub> er beregnet til 12,23 m.

- Bestem G<sub>2</sub>M før dokking.
- Bestem kraften i akterste blokk rett før skipet ligger «even»
- Bestem G<sub>2</sub>M rett før skipet er "even".

Løsning:

$$\begin{array}{llll} \Delta & = & 16\,555\text{ t} & \Rightarrow & d & = & 5,20\text{ m} \\ LCG & = & 78,14\text{ m} & & KM & = & 19,32\text{ m} \\ KG_2 & = & 12,23\text{ m} & & LCF_{\otimes} & = & +5,15\text{ m} \end{array}$$

- a) G<sub>2</sub>M før dokking

$$G_2M = KM - KG_2 = 19,32\text{ m} - 12,23\text{ m} = \underline{\underline{7,09\text{ m}}}$$

- b) Kraft på akterste blokk

$$LCF_{Ap} = L/2 + LCF_{\otimes} = 88,00\text{ m} + 5,15\text{ m} = \underline{\underline{93,15\text{ m}}}$$

$$a_F = LCF_{Ap} - lcg = 93,15\text{ m} - 7,72\text{ m} = \underline{\underline{85,43\text{ m}}}$$

$$P = (\text{trim} \cdot \text{MTC})/a_F = (541\text{ cm} \cdot 414,9\text{ tm/cm})/85,43\text{ m} = \underline{\underline{2\,627\text{ t}}}$$

- c) Kontroll

	v	LCG	L.M.	VCG <sub>2</sub>	V.M.
Før dokking	16 555,0	78,14	1 293 608	12,23	202468
Kraften P	-2 627,0	7,72	-20 280	-	
<b>Etter dokking</b>	<b>13 928,0</b>	<b>91,42</b>	<b>1 273 327</b>	<b>14,54</b>	<b>202 468</b>
O.M.	13 928,0	91,47	1 273 994		
<b>tr.M.</b>			<b>-667</b>	Skipet ligger "even"	

$$\begin{array}{llll} \Delta 1 & \Rightarrow & d & = & 3,59\text{ m} & & KM & = & 21,73\text{ m} \\ & & LCB & = & 91,47\text{ m} & & MTC & = & 402\text{ tm/cm} \end{array}$$

Skipet ligger tilnærmet «even»

$$KG_2 = V.M./\Delta 1 = 202\,468\text{ tm}/13\,928\text{ t} = \underline{\underline{14,54\text{ m}}}$$

$$G_2M = KM - KG_2 = 21,73\text{ m} - 14,54\text{ m} = \underline{\underline{7,19\text{ m}}}$$

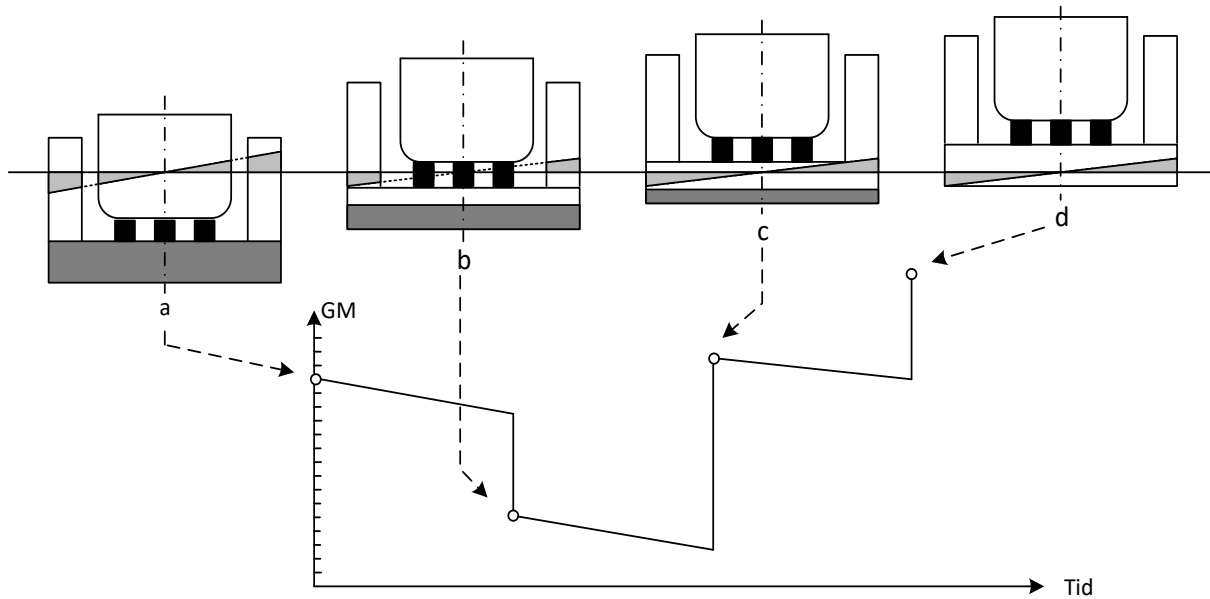
- Får en stor økning i KM pga. redusert deplasement/dyppgående.
- Får en stor økning i KG pga. "losset" vekt fra bunn.
- Selv om KG øker, vil derfor ikke GM avta

## 4.5 Flytedokk

Ved dokking i en flytedokk er problemstillingen den samme, men da flytedokken kan trimmes og lettere kan innrette seg etter skipets trim, vil dette sjelden føre til store problemer.

Et annet problem er at flytedokken på samme måte som skipet er i besittelse av en viss stabilitet, men under inndokking er denne kraftig redusert, blant annet pga. at samtlige av dokkens ballasttanker er slakke.

*Hendelsesforløpet under dokking i flytedokk:*



- a) Når dokken begynner løftingen av skipet vil det virke som om dokken laster ev vekt med tyngdepunkt over dokkens tyngdepunkt, altså en løfting av hele systemets tyngdepunkt.

Formstabiliteten gis på nåværende tidspunkt av oppdriften av de vannkiler som fortrenses dels av flytedokkens sider, og dels av skipet.

- b) I det øyeblikk skipet er løftet klar av vannet, inntreer den mest kritiske fasen under løftingen, i det ballasttankene er slakke, og formstabiliteten har mistet bidraget fra skipet.
- c) Når dokkdekket er klar av vannet, skjer en forbedring av stabiliteten pga. økte vannkiler.
- d) Først når tankene er helt tomme, skjer en forbedring av stabiliteten, og dokken har fått tilbake sin fulle stabilitet.

Ved utdocking har man de samme problemer, men i motsatt rekkefølge. Derfor gjelder det at når inndocking har kunnet skje med en gitt vektfordeling, bør utdocking skje med samme vektfordeling.

Herav følger at:

- Man under inndocking må betrakte dokken og skipet som en samlet enhet
- Antallet av slakke tanker må begrenses til et minimum
- Enhver unødig forandring i skipets vekttilstand under dokking må unngås
- Nødvendige forandringer i skipets vekttilstand må skje i samråd med dokkpersonalet
- Man bør rette seg etter dokkpersonalets anvisninger

Det kan i denne forbindelse nevnes at det ved flere anledninger er hendt at skip under inn- og utdocking har glidd av blokkene og forårsaket skade både på skipet og dokk pga. for dårlig stabilitet.

## 4.6 Spesielle problemer med store skip

På grunn av det store dypgående disse skipene har akter når de er tomme, må en for overhodet å få dem inn i dokken ta inn store mengder ballast i forskipet for å få trimmet dem tilstrekkelig forover.

Det kan også være påkrevet under ugunstige værforhold å ta inn en del ballast for at man på en sikker måte skal få manøvrert skipet inn i dokken.

Ballasten man tar inn i forskipet, vil gi store "hogging"-påkjenninger på skipet så lenge det flyter og gi store lokale påkjenninger på bunnkonstruksjonen når skipet hviler på blokkene.

Som norm for ballastmengde ved dokking angir Veritas 28 % av deplasementet på skip under 50.000 t og 20 % av deplasementet for skip på 300.000 t.

For mellomliggende skipsstørrelser vil prosenten være en lineær verdi. Dokkes skipet med blokker bare under midtbærer, må ballasten konsentreres i sentertankene.

Det kan naturligvis hende at det blir nødvendig med unormalt store ballastmengder i en eller flere tanker. I slike tilfeller er det å anbefale at en retter en forespørsel til klassen, som vil foreta de nødvendige beregninger over aktuell belastning.

## 4.7 Dokking med last inne

Normalt har skipet ikke last inne under dokkingen, men i tilfelle havari eller i andre tilfeller hvor skipet skal dokke mens det har last inne, tillater classeselskapene normalt et tørrlasteskip å dokke med inntil 25 % av dødvekten om bord, og i visse tilfeller opp til 50 %.

Skal dette skje, må en rekke nærmere angitte betingelser være oppfylt. Har skipet skade i bunn må det sendes nøyaktig opplysning om dette slik at det kan bli tatt hensyn til ved plassering av dokkblokker.

I denne anledning må det her gjøres oppmerksom på at for tankskip som skal dokke kreves det et sertifikat som forteller at skipet er gassfritt før det dokker.

Et slikt sertifikat, som blir utstedt ved ankomst, forteller at skipet er fri for eksplosjonsfarlige gasser og gassdannede oljerester og at det under ingen omstendigheter ikke er fare for eksplosjon eller antennelse.

Sertifikatet utstedes i to eksemplarer, det ene til verftet og det andre skal slås opp på et lett synlig sted om bord.



## 5 GRUNNSTØTING

### 5.1 Generelt

*I enhver nødssituasjon må man først og fremst tenke på å redde menneskeliv.*

Har man derfor grunn til å tro at mannskapets eller passasjerenes sikkerhet blir brakt i fare hvis de forblir om bord, må man ta de nødvendige forholdsregler for å få brakt dem fra borde uten opphold. Samtidig må man sende ut nødsignaler, både over radio og visuelt.

Imidlertid bør en huske på at havaristen selv (større skip), i de fleste tilfelle er det sikreste oppholdssted for de om bordværende, men under alle omstendigheter må redningsmateriell gjøres klar til øyeblikkelig bruk.

- *"Har man grunnstøtt med et skip, så bring det ikke flott før man er sikker på å holde det flytende*
- *Og glir skipet selv av grunnen, undersøk skader og eventuelle lekkasjer umiddelbart*
- *Kan ikke fartøyet holdes flytende på pumpene, finn et velegnet og beskyttet sted for landsetting "*

Erfarne bergere sier at mangt et havari pga. grunnstøting kunne vært unngått ved korrekt handlingsmønster om bord i skipet.

Har man ikke grunnleggende kunnskaper om hvilke krefter som gjør seg gjeldende ved grunnstøting, og virkningen av dem, er det lett å bagatellisere situasjonen.

Prøver en å få skipet av ved egen hjelp uten at en del viktige undersøkelser er gjort, kan det lett føre til totalhavari. For øvrig vil det være umulig å gi stående regler for hvordan man skal forholde seg.

### 5.2 Undersøkelser

Det som vil være bestemmende for handlingsmønsteret, vil i stor utstrekning være skipets størrelse og type samt om skipet er i lastet eller ballastet tilstand. Viktig er også den forurensningsrisiko skipet representerer.

Derfor er det viktig at en hurtigst mulig får oversikt over blant annet:

- Skadenes omfang, lekkasjer etc. ved peiling av rom og tanker.
- Hvor fast skipet sitter ved å undersøke dypgående før og etter grunnstøtingen.
- Undersøke om det er fare for at skipet kan gli av.
- Undersøke dybdeforhold rundt skipet, og bunnens beskaffenhet.
- Få klarlagt tidevannsforholdene på stedet og forventet værutvikling.
- Undersøke forurensningsrisikoen og tilgjengelig hjelp.

Disse tingene må hurtigst mulig bli brakt på det rene og krever en fornuftig disponering og planlegging fra ledelsens side for å gi det beste resultat.

### 5.3 Sikring av skipet

Dreier det seg om en tyngre grunnstøting der skipet har små muligheter for å komme av umiddelbart, må skipet sikres for å unngå at situasjonen forverres.

Ved de fleste grunnstøtinger blir skipet stående rettvisklet mot stranden eller grunnen det har støtt mot. Dette vil også være den beste stillingen skipet kan ha når det bringes flott, og det er derfor nødvendig å sikre skipet i denne stillingen.

Står vind og sjø på land, vil det også være fare for at skipet kastes lengre innover og skadene forverres.

Forverring av skadene kan også komme som følge av at skipet blir stående å hugge i bunnen. For å unngå dette kan eventuelle tomme tanker fylles opp, og på et ballastet tørrlasteskip kan det bli nødvendig å ta inn vann i lasterom.

Har man muligheter for å få ført ut et varpanker, vil dette på en utmerket måte støtte opp akterskipet og forhindre at skipet vrir seg for strøm og sjø. Det bør også vurderes om en vil få noen hjelp ved å slippe baugankrene.

Har skipet støtt mot en bratt skrent eller et skjær og fått så store lekkasjer at det vil være tvilsomt om det flyter når det kommer flott, må maskinen brukes forsiktig forover for å holde baugen mot land, mens man avventer bergingsbåt.

Man må hele tiden forsøke å holde skipet på samme kurs som ved grunnstøtingen, og hvor det er mulig må fortøyninger, eventuelle ankre, settes i land.

### 5.4 Påkjenninger

For et fartøy som står på grunn, vil tyngdepunktet heves som forklart i *Kap. 5.1*. Har skipet fått lekkasjer, vil summen av slakktank effekten av de tanker og rom som er delvis fylt, redusere skipets stabilitet, og denne kan enda til bli negativ.

For mindre skip med kjøll eller stor bunnreis er derfor faren for kantring stor, spesielt med stor tidevannsforskjell. Disse skip må derfor forsøkes støttet opp.

For skip med store lengder vil en grunnstøting uvegerlig medføre store langskips påkjenninger. En bør derfor vurdere mulighetene for å omdisponere last/ballast for å motvirke farlige påkjenninger som kan føre til sprekkdannelse eller i verste fall at skipet brekker over.

### 5.5 Rapport til rederiet

Snarest mulig bør rederiet få fullstendig rapport over det intrufne med fullstendige opplysninger om forholdene på stedet og om de undersøkelser som er foretatt.

I mange tilfeller vil da rederiet ordne med assistanse til skipet etter konferanse med assurandørene.

## 5.6 Assistanse

*Føreren må ta bestemmelsen!*

Å avvente ordre fra rederiet eller assurandør kan bli skjebnesvangert på grunn av den tid som tapes, og man kan regne med at ordren i de fleste tilfeller, og særlig når skipet er i fare for å brette i stykker eller drive i land, vil bli «*handle best possible*» eller noe lignende.

*Føreren har nemlig rett og plikt til i slike tilfelle å bruke sitt skjønn.* Han representerer alle som har verdier om bord.

En definitiv ordre hjemmefra kan i uheldig fall komme til å overføre ansvaret til den som gir en slik ordre, og påføre ham et personlig ansvar, som han ellers ikke har. En fører vil ikke bli kritisert for tilkallelse av bergingshjelp, man kan risikere kritikk hvis han ikke gjør det. Som regel vil det være lite lønt å be om hjelp fra et tilfeldig passerende skip.

Når en skipsfører ber om assistanse, bør han gi fullstendige opplysninger til de fartøyer som tilbyr sin hjelp. Hvis det forholder seg slik at man trenger pumper, bør skipsføreren forhøre seg om hva slags pumper man har til disposisjon, spesielt transportable pumper i tilfelle det assisterende fartøy ikke kan komme langs siden.

Har man behov for tetningsmaterialer, bør man forhøre seg om hvorvidt slike materialer er for hånden og om dykker er om bord til å foreta tetninger.

Det er meget nødvendig at det etableres et godt samarbeid mellom føreren av det nødstedte skip, hans offiserer og mannskap på den ene side og bergerne på den annen side. Alle skal ha ett mål i sikte, nemlig å berge skip og last. Jo bedre samarbeid, jo bedre resultat

Det vil fremgå av ovenstående at slik assistanse som er skissert opp, blir ytet på bergingsvilkår. Fører på det bergede skip (eller skip som skal berges) bør derfor ikke avtale noe beløp som godtgjørelse for bergingen.

Føreren av det nødstedte skip tjener best sitt rederi og sine befraktere ved bare å akseptere en kjent og approbert bergingskontrakt på basis av «*No Cure - No Pay*». Den mest alminnelige bergingskontrakt er «*Lloyd's Open Form of Salvage Agreement*».

Kontrakten innebærer at bergingen eller bergingsforsøket foretas på grunnlag av «*No Cure - No Pay*», mens fastsettelsen av bergelønnen foregår ved voldgift på Lloyd's i London, hvis partene ikke kommer frem til oppgjør i minnelighet.

Lloyd's kontraktsformular er utarbeidet med den eneste hensikt å garantere en objektiv og forsvarlig behandling av bergelønnsproblemet, men det hender at det gjør seg gjeldende misforståelser med hensyn til anvendelsen av kontraktens bestemmelser og til den etterfølgende voldgiftssak.

Uten det juridiske system som er bygget opp omkring «*Lloyd's Form*» og «*Lloyd's Arbitration*» ville det neppe eksistere noen verdensomspennende nett av bergingsselskaper og bergingsstasjoner.

Skip i vanskeligheter ville være henvist til å søke assistanse hos fartøyer uten spesielt bergingsutstyr og uten trenede bergingsmannskaper.

Slik som forholdene er i dag blir bergelønnene for en vesentlig dels vedkommende benyttet nettopp til investering i moderne bergingsutstyr og opplæring av profesjonelle bergingsmannskaper.





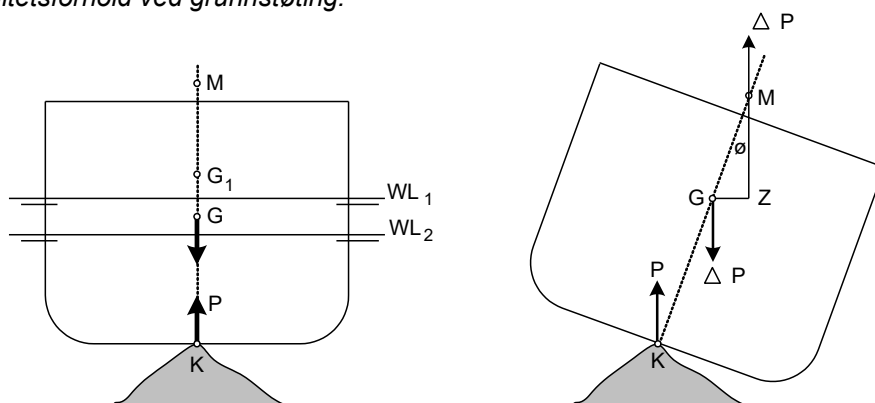
## 6 GRUNNSTØTNING - BEREGNINGER

### 6.1 Stabilitetsforhold

Ved grunnstøting vil skipet «løftes» og forandre trim. Det er grunnstøtingskraften ( $P$ ) som løfter skipet, og kraften gir en virkning som om en vekt av samme størrelse ble losset fra berøringspunktet. Dette gir en stabilitetsreduksjon som vist under dokking (Kap. 5).

For skip med stort bunnreis som har gått på grunn i farvann med stor tidevannsforskjell, kan stabiliteten reduseres kraftig. Ved lavvann vil skipet ikke ha noen sidestøtte, og kan i verste fall kante.

*Stabilitetsforhold ved grunnstøting:*



### 6.2 Trimforhold

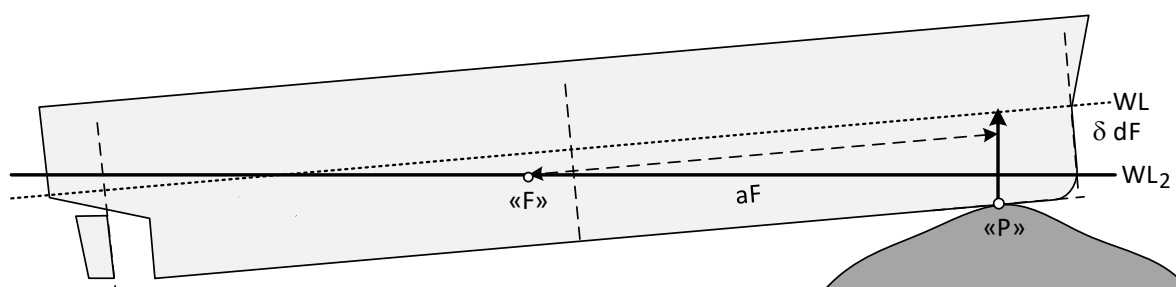
#### 6.2.1 Generelt

Skipet vil i de fleste tilfelle stå på grunn forut, og vil i tillegg til løfting få en akterlig trimforandring. Skipet vil heves forut pga. grunnstøtingskraften "P", og må lettes forut.

Berøringspunktet kan ofte være vanskelig å bestemme, så det eneste man stort sett har å forholde seg til er forandring i dypganger.

Dypganger før skipet grunnstøtte er vanligvis kjent, og forandringene i dypgående vil ligge til grunn for beregning av grunnstøtingskraften og vektene som må flyttes/losse for å komme av.

*Grunnstøting:*



## 6.3 Når skipet står ved forre perpendikulær

### 6.3.1 *Lossing av en vekt*

Ved lasting/lossing av en vekt får vi en forandring i "d":

$$\delta d = \pm \frac{v}{TPC} \quad + \text{ ved lasting, } \div \text{ ved lossing}$$

Ved å la skipet trimme om LCF, kan vi finne trimforandringen på følgende måte, der "a<sub>F</sub>" er avstanden fra vekten som lastes/losses til flotasjonssenteret (F).

Skipet vil også forandre trim, og det oppstår et trimmoment:

$$v \cdot a_F = \delta \text{tr.} \cdot \text{MTC} \quad \Rightarrow \quad \delta \text{tr.} = \frac{a_F}{\text{MTC}} \quad \text{cm!}$$

Forut får vi tilnærmet kun halve trimforandringen, og nytt dypgående forut blir:

$$dF_1 \approx dF - \delta \text{tr.}/2 \approx dF - \frac{v \cdot a_F}{TPC \cdot 2} \quad \text{cm!}$$

NB!  $dF = \text{cm}$ , dypgang forut før grunnstøting  
 $dF_1 = \text{cm}$ , dypgang forut etter lasting/lossing av en vekt

Så lenge skipet laster/losser vektor vil skipets dypgående forandre seg, og dermed vil LCF forandre seg. Formlene er dermed tilnærmet, og det må ofte gjøres nye beregninger.

### 6.3.2 *Lasting/lossing av en kjent vekt fra kjent rom/tank*

Har vi en kjent vekt i en tank/rom som vi kan laste/losse for å komme av grunnen forut, kan vi tilnærmet beregne nytt dypgående forut (dF<sub>1</sub>) ved:

$$dF_1 \approx dF \pm \frac{v}{TPC} - \frac{v \cdot a_F}{TPC \cdot 2} \quad + \text{ ved lasting akterut, } \div \text{ ved lossing forut}$$

### 6.3.3 *Lasting/lossing av en ukjent vekt fra kjent rom/tank*

Skal en finne nødvendig vekt å laste/losse fra et gitt rom/tank for å komme av grunnen forut, går vi frem på følgende måte:

$dF$	=	cm	$dF$	=	dypgående forut før grunnstøting
$dF_2$	= -	cm	$dF_2$	=	dypgående forut <i>etter</i> grunnstøtingen
$\delta dF$	= -	cm	$\delta dF$	=	dypgangsforandring forut

Nødvendig vekt å laste/losse finner en ved å snu formelen i 6.3.2:

$$v \approx \frac{-\delta dF \cdot 2 \cdot TPC \cdot \text{MTC}}{(2 \cdot \text{MTC} \pm a_F \cdot TPC)} \quad \div \text{ ved lasting akterut, } + \text{ ved lossing forut}$$

**Eksempel 6.3.1**

M/S "Linda" har grunnstøtt rett etter avgang og berører grunnen forut. Ved avgang ble dypgangene avlest til 8,50 m "even", og etter grunnstøtingen leste man av dypgående forut til 8,10 m. Etter dybdemålinger rundt skipet ble det konstatert at skipet fløt fritt akterut.

- a) Kommer skipet av forut ved å ta inn maksimalt med ballast på AP (var tom)?  
 b) Kommer skipet av dersom en i stedet velger å losse 500 t last fra # 1?

**Før grunnstøting**

$$\begin{aligned}
 d \text{ "even"} &= \underline{8,50 \text{ m}} & \Rightarrow & \Delta &= 20\,125 \text{ t} \\
 & & & \text{LCB} &= 75,985 \text{ m} \\
 & & & \text{LCF}_{\otimes} &= -2,20 \text{ m} \\
 & & & \text{MTC} &= 270,5 \text{ tm/cm} \\
 & & & \text{TPC} &= 27,31 \text{ t/cm}
 \end{aligned}$$

- a) **Ballast på AP** (tanken tar 162,5 t)

$$\text{LCF}_{\text{Ap}} = L/2 \pm \text{LCF}_{\otimes} = 149,35 \text{ m}/2 \text{ m} - 2,20 \text{ m} = \underline{72,48 \text{ m}}$$

$$a_F = \text{LCF}_{\text{Ap}} - l_{cg} = 72,48 \text{ m} - 3,44 \text{ m} = \underline{69,04 \text{ m}}$$

$$dF_1 = dF \pm v/\text{TPC} - (v \cdot a_F)/(\text{MTC} \cdot 2) =$$

$$dF_1 = 850 \text{ cm} + 162,5 \text{ t}/27,31 \text{ t/cm} - (162,5 \text{ t} \cdot 69,04 \text{ m})/(270,5 \text{ tm/cm} \cdot 2) =$$

$$dF_1 = 850 \text{ cm} + 6,0 \text{ cm} - 20,7 \text{ cm} = \underline{835,3 \text{ cm}}$$

Skipet kommer ikke av grunnen

NB! Som kontroll kan en bruke oppsett for vanlig lasting/lossing

- b) **Lossing fra # 1**

$$\text{LCF}_{\text{Ap}} = L/2 \pm \text{LCF}_{\otimes} = 149,35 \text{ m}/2 \text{ m} - 2,20 \text{ m} = \underline{72,48 \text{ m}}$$

$$a_F = l_{cg} - \text{LCF}_{\text{Ap}} = 128,32 \text{ m} - 72,48 \text{ m} = \underline{55,84 \text{ m}}$$

$$dF_1 = dF \pm v/\text{TPC} - (v \cdot a_F)/(\text{MTC} \cdot 2) =$$

$$dF_1 = 850 \text{ cm} - 1\,000\text{t}/27,31 \text{ t/cm} - (500 \text{ t} \cdot 55,84 \text{ m})/(270,5 \text{ tm/cm} \cdot 2) =$$

$$dF_1 = 850 \text{ cm} - 36,6 \text{ cm} - 51,6 \text{ cm} = \underline{761 \text{ cm}}$$

Skipet kommer av grunnen

NB! Som kontroll kan en også bruke oppsett for vanlig lasting/lossing

**Eksempel 6.3.2**

M/S "Linda" har grunnstøtt rett etter avgang og berører grunnen forut. Ved avgang ble dypgangene avlest til 8,50 m "even", og etter grunnstøtingen leste man av dypgående forut til 8,20 m. Etter dybdemålinger rundt skipet ble det konstatert at skipet fløt fritt akterut.

- a) Bestem hvor mye som må losses fra rom nr. 2 for at skipet skal komme av grunnen forut.  
 b) Bestem hvor mye ballast en må fylle på AP (tom) for at skipet skal komme av grunnen forut.

**Før grunnstøting**

$$\begin{aligned}
 d \text{ "even"} &= \underline{8,50 \text{ m}} & \Rightarrow & \Delta &= 20\,125 \text{ t} \\
 & & & \text{LCB} &= 75,985 \text{ m} \\
 & & & \text{LCF}_{\otimes} &= -2,20 \text{ m} \\
 & & & \text{MTC} &= 270,5 \text{ tm/cm} \\
 & & & \text{TPC} &= 27,31 \text{ t/cm}
 \end{aligned}$$

**Etter grunnstøting**

$$\begin{aligned}
 \text{Etter gr.støtning, } dF_2 &= 8,20 \text{ m} \\
 \text{Før gr.søtning, } dF &= 8,50 \text{ m} \\
 \underline{\delta dF} &= \underline{-0,30 \text{ m}} & \Rightarrow & \delta dF &= \underline{-30 \text{ cm}}
 \end{aligned}$$

**a) Lossing fra # 2**

$$LCF_{Ap} = L/2 \pm LCF_{\otimes} = 149,35 \text{ m}/2 \text{ m} - 2,20 \text{ m} = \underline{72,48 \text{ m}}$$

$$a_F = l_{cg} - LCF_{Ap} = 111,43 \text{ m} - 72,48 \text{ m} = \underline{38,95 \text{ m}}$$

$$v = (\delta dF \cdot 2 \cdot TPC \cdot MTC) / (2 \cdot MTC \pm a_F \cdot TPC) =$$

$$v = (-30 \text{ cm} \cdot 2 \cdot 27,31 \text{ t/cm} \cdot 270,5 \text{ tm/cm}) / (2 \cdot 270,5 \text{ tm/cm} + 38,95 \text{ m} \cdot 27,31 \text{ t/cm}) =$$

$$v = \underline{-276 \text{ t}}$$

**b) Inntak av ballast på AP (tanken tar 162,5 t)**

$$LCF_{Ap} = L/2 \pm LCF_{\otimes} = 149,35 \text{ m}/2 \text{ m} - 2,20 \text{ m} = \underline{72,48 \text{ m}}$$

$$a_F = LCF_{Ap} - l_{cg} = 72,48 \text{ m} - 3,44 \text{ m} = \underline{69,04 \text{ m}}$$

$$v = (\delta dF \cdot 2 \cdot TPC \cdot MTC) / (2 \cdot MTC \pm a_F \cdot TPC) =$$

$$v = (-30 \text{ cm} \cdot 2 \cdot 27,31 \text{ t/cm} \cdot 270,5 \text{ tm/cm}) / (2 \cdot 270,5 \text{ tm/cm} - 69,04 \text{ m} \cdot 27,31 \text{ t/cm}) =$$

$$v = \underline{330 \text{ t}}$$

## 6.4 Flytting av last/ballast

### 6.4.1 Generelt

Ved flytting av vekter vil ikke skipet forandre deplasement, men skipet vil få ny trim og et nytt dypgående forut ( $dF_1$ ).

En kjenner ofte kun dypgangsforandringen forut ved grunnstøting, da det er vanskelig å lese av dypgang akterut.

### 6.4.2 Når vekten er kjent

Når vekten er kjent kan vi beregne ny dypgang forut ( $dF_1$ ) ved:

$$dF_1 = dF - \frac{v \cdot a}{MTC \cdot 2} \quad a = \text{avstanden vekten flyttes}$$

### 6.4.3 Nødvendig vekt å flytte

For å finne nødvendig vekt å flytte, må ønsket trimforandring beregnes. Utgangspunktet er dypgangen forut etter grunnstøting.

Ønsket trimforandring:

$$\delta dA = 2 \cdot dM - dF_2$$

$$\delta dA = \text{ønsket dypgående akter.}$$

$$dM = \text{dypg. midtskips før grunnstøting.}$$

$$dF_2 = \text{dypg. forut etter grunnstøting.}$$

$$\delta tr. = \delta dA - dF_2$$

$$\delta tr. = \text{ønsket trim for å komme flott (cm).}$$

$$\delta tr. = \delta tr. - tr.$$

$$\delta tr. = \text{nødvendig trimforandring}$$

$$tr. = \text{trim før grunnstøting (cm).}$$

Nødvendig vekt å flytte:

$$v = \frac{tr. \cdot MTC}{a}$$

$$a = \text{avstanden vekten flyttes}$$

**Eksempel 6.4.1**

M/S "Linda" har grunnstøtt og berører grunnen forut. Før grunnstøting var skipets kondisjon som vist under, og etter grunnstøtingen leste man av dypgående forut til 8,00 m ( $dF_2$ ).

Etter dybdemålinger rundt skipet ble det konstatert at skipet fløt fritt akterut. Skipet har ballast i FP som en ønsker å flytte bak til AP (tom). Bestem hvor mye ballast som må flyttes.

Løsning:

**Før grunnstøting**

$$\begin{aligned} dF &= 8,40 \text{ m} \\ dA &= 8,60 \text{ m} & \Rightarrow & \text{trim}_1 = -0,20 \text{ m (A)} \\ dM_1 &= 8,50 \text{ m} & \Rightarrow & LCF_{\infty} = -2,20 \text{ m (A)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dM &= 8,50 \text{ m} \\ x &= (\text{tr.} \cdot LCF)/L = (-0,20 \text{ m} \cdot -2,20 \text{ m})/149,35 \text{ m} = + 0,00 \text{ m} \\ d &= 8,50 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &\Rightarrow \Delta = 20\,125 \text{ t} \\ &LCB = 75,985 \text{ m} \\ &LCF_{\infty} = -2,20 \text{ m} \\ &MTC = 270,5 \text{ tm/cm} \\ &TPC = 27,31 \text{ t/cm} \end{aligned}$$

**LCG før grunnstøting**

$$\begin{aligned} LCB &= 75,985 \text{ m} \\ BG &= (\text{tr.} \cdot MTC)/\Delta = (-20 \text{ cm} \cdot 270,5 \text{ tm/cm})/20\,125 \text{ t} = - 0,269 \text{ m} \\ LCG &= 75,716 \text{ m} \end{aligned}$$

**Ønsket trimforandring**

$$\begin{aligned} \emptyset dA &= 2 \cdot dM - dF_2 = 2 \cdot 8,50 \text{ m} - 8,00 \text{ m} = \underline{9,00 \text{ m}} \\ \emptyset \text{tr.} &= \emptyset \cdot dA - dF_2 = 9,00 \text{ m} - 8,00 \text{ m} = \underline{1,00 \text{ m (A)}} \\ \delta \text{tr.} &= \emptyset \text{tr.} - \text{tr.} = 1,00 \text{ m} - 0,20 \text{ m} = \underline{0,80 \text{ m (A)}} \end{aligned}$$

**Vekt å flytte**

$$\begin{aligned} a &= l_{cg \text{ FP}} - l_{cg \text{ AP}} = 142,77 \text{ m} - 3,44 \text{ m} = \underline{139,33 \text{ m}} \\ v &= (\delta \text{tr.} \cdot MTC)/a = (80 \text{ cm} \cdot 270,5 \text{ tm/cm})/139,33 \text{ m} = \underline{155 \text{ t}} \end{aligned}$$

## 6.5 Når berøringspunktet ligger aktenfor forre perpendikulær

### 6.5.1 Generelt

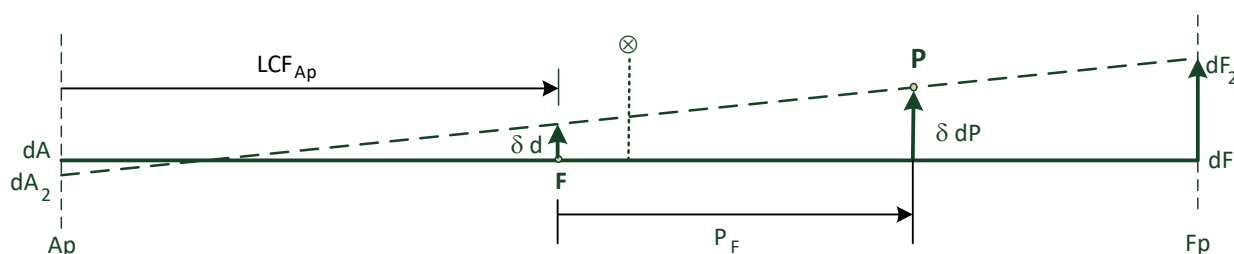
Det er som sagt vanskelig å bestemme angrepspunktet til grunnstøttingskraften (P), og like vanskelig å bestemme flotasjonssenteret (F) for den nye vannlinjen.

Ved beregning av grunnstøttingskraften (P) og nødvendig vekt å losse eller flytte kan vi, som et utgangspunkt, ta ut skalaverdier fra vannlinje før grunnstøting.

Dersom en kan lese av skipets dypganger etter grunnstøting, kan en bestemme trimforandringen skipet har fått.

Dypgangs- og trimforandringen er grunnlaget for å bestemme grunnstøttingskraftens størrelse (P), og berøringspunktet.

*Situasjon etter grunnstøting:*



- $dF - dA$  : dypganger etter grunnstøting
- $dF_2 - dA_2$  : er dypganger etter grunnstøting
- $\delta d$  : dypgangsforandringen pga. grunnstøttingskraften (P)
- $\delta dP$  : dypgangsforandringen i berøringspunktet (P)

### 6.5.2 Grunnstøttingskraft og berøringspunktet

Grunnstøttingskraften (P):

$$P = \delta d \cdot TPC$$

Berøringspunktets avstand fra LCF ( $P_F$ ) kan bestemmes ut fra:

$$P_F = \frac{\delta_{trim} \cdot MTC}{P}$$

Berøringspunktets avstand fra  $A_p$  ( $l_{cg}$ ) kan da finnes ved:

$$LCF_{Ap} = LCF_{Ap} + P_F = L/2 \pm LCF_{\otimes} + P_F$$



**Eksempel 6.5.1**

M/S "Linda" har et avlest dyppgående på 8,50 m "even" da det grunnstøter. Etter grunnstøting ble dyppgangene tilnærmet avlest til:  $dF = 8,08$  m og  $dA = 8,64$  m.

Før grunnstøting

$$\begin{array}{rcll}
 d \text{ "even"} & = & \underline{8,50 \text{ m}} & \Rightarrow \\
 \Delta & = & 20\,125 \text{ t} & \\
 LCB & = & 75,985 \text{ m} & \\
 LCF_{\otimes} & = & -2,20 \text{ m} & \\
 MTC & = & 270,5 \text{ tm/cm} & \\
 TPC & = & 27,31 \text{ t/cm} &
 \end{array}$$

Etter grunnstøting

$$\begin{array}{rcll}
 dF_2 & = & 8,08 \text{ m} & \\
 \underline{dA_2} & = & \underline{8,64 \text{ m}} & \Rightarrow \quad tr.2 = dF - dA = \underline{-0,56 \text{ m}} \\
 \underline{dM_2 (dF + dA)/2} & = & \underline{8,36 \text{ m}} & \Rightarrow \quad LCF_{\otimes} = \underline{-2,08 \text{ m}}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 dM & = & 8,36 \text{ m} \\
 x & = & (tr. \cdot LCF)/L \approx (-0,56 \cdot -2,08) \text{ m} / 149,35 \text{ m} = +0,01 \text{ m} \\
 \underline{d \text{ etter grunnstøting}} & = & \underline{8,35 \text{ m}} \\
 \underline{d \text{ før grunnstøting}} & = & \underline{8,50 \text{ m}} \\
 \underline{\delta d} & = & \underline{0,15 \text{ m}}
 \end{array}$$

Grunnstøtingskraften

$$P = \delta d \cdot TPC = 15 \text{ cm} \cdot 27,31 \text{ t/cm} = \underline{410 \text{ t}}$$

Grunnstøtingspunktet

$$LCF_{Ap} = L/2 - LCF_{\otimes} = 149,35 \text{ m}/2 - 2,20 \text{ m} = \underline{72,48 \text{ m}}$$

$$P_F = (\delta tr. \cdot MTC)/P = (56 \text{ cm} \cdot 270,5 \text{ tm/cm})/410 \text{ t} = \underline{36,95 \text{ m}} \quad (\text{forefor } LCF_{\otimes})$$

$$l_{cg} = LCF_{Ap} + P_F = 72,48 \text{ m} + 36,95 \text{ m} = \underline{109,43 \text{ m}}$$

Grunnstøtingspunktet vil ligge i området rundt rom/BD nr. 2

**6.5.3 Flytting, lossing og lasting av vekter**

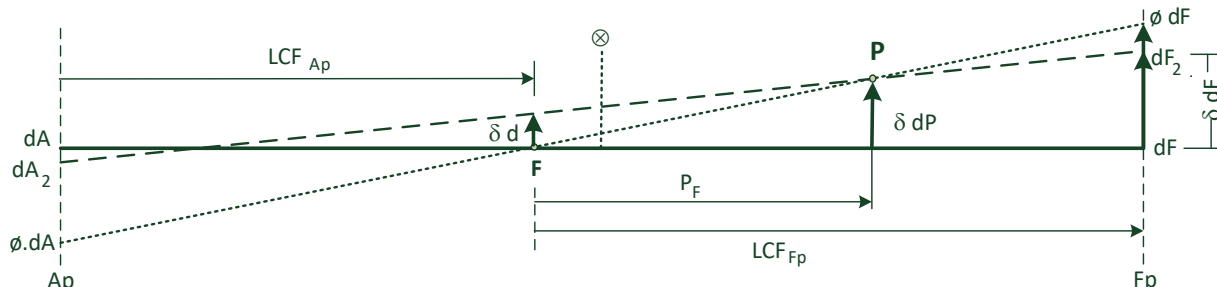
Når skipet står på grunn aktenfor  $F_p$ , blir det vanskelig å ta inn ballast akterut eller flytte vekter dess nærmere  $\otimes$  skipet står. Eneste mulighet skipet da har er å losse vekter forut.

En tommelfingerregel blir da å losse en vekt lik grunnstøtingskraftens størrelse fra et rom med tilnærmet samme  $l_{cg}$  som berøringspunktets avstand fra  $A_p$ .

### 6.5.4 Flytting av vekter

Ved flytting av vekter vil ikke skipet forandre deplasement, og skipet vil ha samme vannlinje i LCF som før grunnstøting. Dypgangen i berøringspunktet (P) må være det samme etter flytting av vekter som dypgang etter grunnstøting.

Situasjon:



Dette fører til at dypgangsforandringen forut må bli noe større enn dypgangsforandringen skipet fikk ved grunnstøting (se  $\delta dF$ )

$$\delta dF - \delta dA \quad : \quad \text{ønsket dypganger etter flytting av vekter}$$

Flotasjonssenteret fra  $F_p$ :

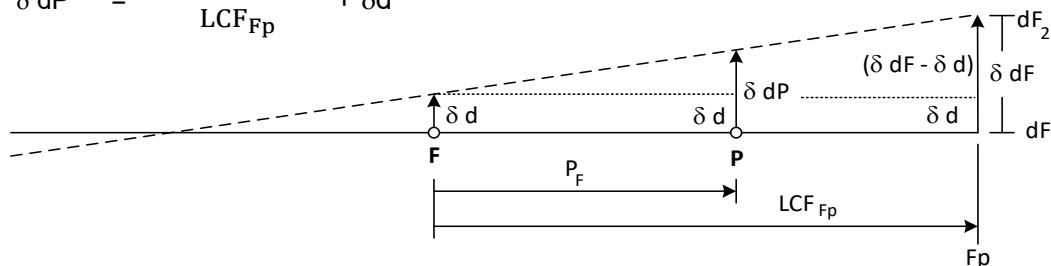
$$LCF_{Fp} = L - LCF_{Ap}$$

Dypgangsforandringen forut etter grunnstøting:

$$\delta dF = dF - dF_2$$

Dypgangsforandringen i P etter grunnstøting:

$$\delta dP = \frac{(\delta dF - \delta d) \cdot P_F}{LCF_{Fp}} + \delta d$$



Ønsket dypgangsforandring forut etter flytting av vekter (se  $\delta dF$ ):

$$\delta dF = \frac{\delta dP \cdot LCF_{Fp}}{P_F}$$

Ønsket trim og vektflytting er tilnærmet da skipet ikke trimmer om  $\otimes$ :

$$\delta tr. \approx \delta dF \cdot 2$$

$$\delta tr. = \delta tr. - tr.$$

$$v \approx \frac{\delta tr. \cdot MTC}{a}$$

**Eksempel 6.5.2** (Se Eksempel 6.5.1)

Ønsker å flytte ballast fra FP (full) til AP (tom)

Før grunnstøting

$$\begin{aligned}
 d \text{ "even"} &= \underline{8,50 \text{ m}} & \Rightarrow & \Delta &= 20\,125 \text{ t} \\
 & & & \text{LCB} &= 75,985 \text{ m} \\
 & & & \text{LCF}_{\otimes} &= -2,20 \text{ m} \\
 & & & \text{MTC} &= 270,5 \text{ tm/cm} \\
 & & & \text{TPC} &= 27,31 \text{ t/cm}
 \end{aligned}$$

Etter grunnstøting (se foran)

$$\begin{aligned}
 P &= \underline{410 \text{ t}} \\
 \delta dF &= \underline{0,42 \text{ m}} \\
 \delta d &= \underline{0,15 \text{ m}} \\
 \text{LCF}_{Ap} &= \underline{72,48 \text{ m}} \\
 P_F &= \underline{36,95 \text{ m}}
 \end{aligned}$$

Dypgangsforandring i P

$$\text{LCF}_{Fp} = L - \text{LCF}_{Ap} = 149,35 \text{ m} - 72,48 \text{ m} = \underline{76,87 \text{ m}}$$

$$\delta dP = (\delta dF - \delta d) \cdot P_F / \text{LCF}_{Fp} + \delta d$$

$$\delta dP = (0,42 \text{ m} - 0,15 \text{ m}) \cdot 36,95 / 76,87 \text{ m} + 0,15 \text{ m} = \underline{0,28 \text{ m}}$$

Ønsket dypgangsforandring forut etter flytting av vekter:

$$\emptyset. \delta dF = (\delta dP \cdot \text{LCF}_{Fp}) / P_F = (0,28 \text{ m} \cdot 76,87 \text{ m}) / 36,95 \text{ m} = \underline{0,58 \text{ m}}$$

Ønsket trim etter flytting:

$$\emptyset. \text{tr.} \approx \emptyset. \delta dF \cdot 2 \approx 0,58 \text{ m} \cdot 2 \approx \underline{1,16 \text{ m}}$$

Vekt å flytte:

$$a = FP - AP = 142,77 \text{ m} - 3,44 \text{ m} = \underline{139,33 \text{ m}}$$

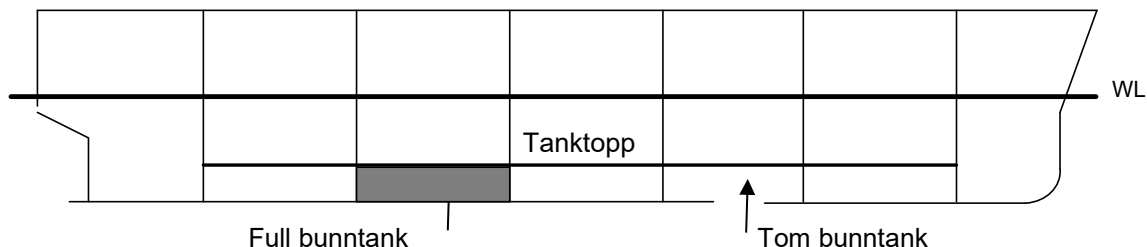
$$v \approx (\delta \text{tr.} \cdot \text{MTC}) / a = (116 \text{ cm} \cdot 270,5 \text{ tm/cm}) / 139,33 \text{ m} \approx \underline{225 \text{ t}}$$

FP-tanken tar 275 t, men AP tar kun 162,5 t sjøvann  
Skipet kommer ikke av grunnen

## 7 VIRKNING AV LEKKASJE

### 7.1 Lekkasje i en bunntank

Forutsetningene for de betraktningene under er at tanktoppen i bunntanken ligger under skipets vannlinje.



#### 7.1.1 Lekkasje i en bunntank fylt med sjøvann

Får skipet en lekkasje i en bunntank som fra før er fylt med sjøvann, vil skipet få:

- et tap i oppdrift lik vekten av vannet i tanken
- et tap i deplasement av samme størrelse.

De to motsatt rettede krefter av samme størrelse vil oppheve hverandre.

Tyngdepunktene for tap i oppdrift og deplasement er lik, og fører til at:

- skipets vannlinje/dypgående er det samme som før lekkasje
- skipets stabilitetsforhold er det samme som før lekkasje

*Det betyr at skipets statiske likevektsstilling er den samme etter skaden som tidligere.*

Skipets rulleperiode kan imidlertid bli påvirket. Hvis lekkasjen er av en slik størrelse at vannet i tanken er i fri forbindelse med sjøen, vil det ikke svinge i takt med skipet, og rulleperioden vil bli kortere.

#### 7.1.2 Lekkasje i en tom bunntank

Får skipet en lekkasje i en tom bunntank, vil skipet få:

- en tapt oppdrift lik vekten av det sjøvann som kan være i tanken.
- en økning av dypgående (tilført oppdrift) tilsvarende tapt oppdrift
- en forflytning av oppdriftsenterets (B) fra skaden og mot tilført oppdrift

Skipets deplasement ( $\Delta$ ) og vekttyngdepunkt (KG/LCG) vil imidlertid være uendret, men vi vil få en endring i GM.

*En kan i dette tilfelle trygt beregne fyllingen av tanket som tilført (lastet) vekt. Ved fylling av en bunntank vil skipets stabilitet forbedre seg, og GM vil øke.*

Vi må imidlertid ikke se på økningen av GM alene. Det reduserte fribordet en slik lekkasje gir vil redusere formstabiliteten da fribordet kan ha blitt betraktelig redusert.

## 7.2 Lekkasje i et lasterom/-tank

### 7.2.1 Generelt

Får skipet lekkasje i et lasterom/-tank vil dekk vanligvis ligger over skipets vannlinje. I dette tilfellet flyter vannet fritt i tanken/rommet med fri forbindelse med sjøen.

Vannet vil strømme inn til det står på samme nivå som den nye vannlinjen skipet har ved ny, statisk likevekt.

Lekkasjen har ført til at:

- skipet har mistet en oppdrift lik vekten av inntrengt vann
- skipet synker ned (tilført oppdrift) for å kompensere for den tapte oppdrift
- skipets oppdriftssenter (B) flytter seg *fra* skaden *mot* tilført oppdrift
- skipet får generelt en stabilitetsreduksjon
- skipet får en trimforandring *mot* skaden

### 7.2.2 Permeabilitet

Skal man kunne beregne mengden av vann som kan trenge inn i tanken eller rommet, må man kjenne fyllingsgraden eller *permeabiliteten* ( $\mu$ ).

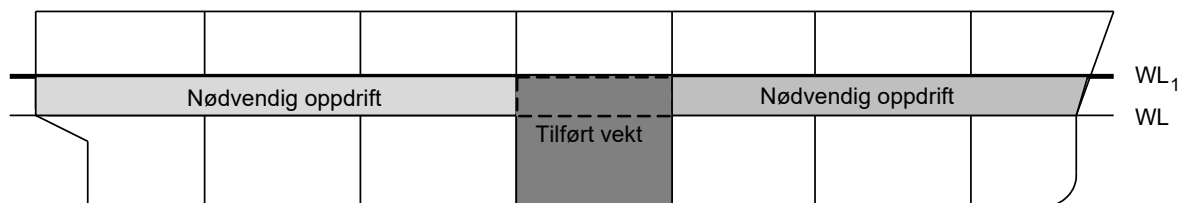
Permeabilitet ( $\mu$ ) er forholdet mellom vannvolum og bruttovolum av skadet rom/tank, og er et uttrykk for hvor stor del av rommet som kan fylles med sjøvann.

## 7.3 Nedsynkning

### 7.3.1 "Tilført vekt"-metode

Et skip som har fått skade med etterfølgende fylling i et rom midtskips, vil synke fra opprinnelige vannlinje (WL) til ny vannlinje (WL<sub>1</sub>).

*Tilført vekt:*



Vekten av det innstrømmende vann (tilført vekt) fører til at skipet synker så dypt at en får ny oppdrift (nødvendig oppdrift) lik vekten av tilført vann.

Denne metoden for å beregne nedsynkning på kalles "*tilført vekt*"-metoden. Ofte kan det være vanskelig å beregne den nye vannlinjen (WL<sub>1</sub>).

### 7.3.2 "Tapt oppdrift"-metode eller "konstant deplasement"-metode.

Ved "tapt oppdrift"-metode er skipets deplasement ( $\Delta$ ) og vekttyngdepunkt (KG/LCG) uendret ved lekkasje, og det er denne metoden som brukes i videre beregninger.

Vannlinjen før skade er vanligvis kjent. Ved lekkasje vil skipet taper oppdrift lik vekten av vann som strømmer inn opp til vannlinje før skade (WL).

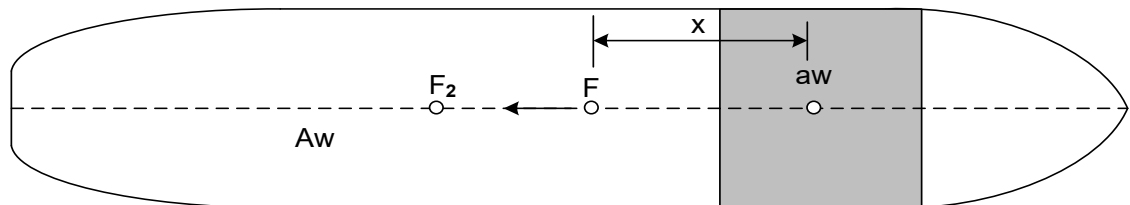


Den tapte oppdriften må kompenseres ved at skipet synker fra opprinnelige vannlinje (WL) til WL<sub>1</sub>, og ny likevekt oppstår.

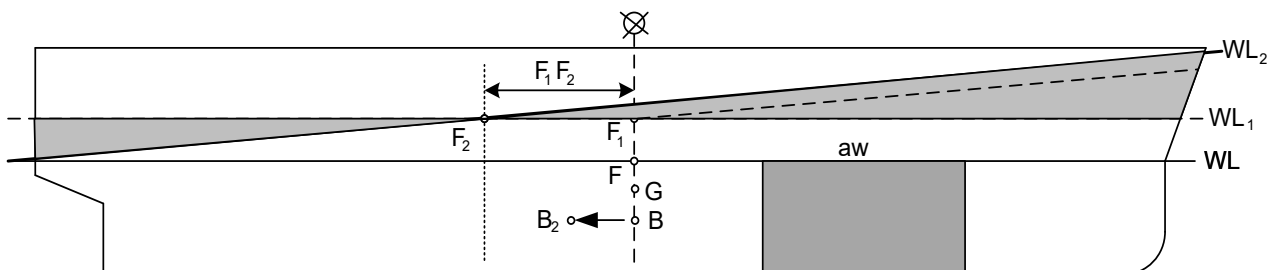
NB! Tapt og Nødvendig oppdrift opphever hverandre.

## 7.4 Trimending

Vannlinjeplanet ( $A_w$ ) er i dette tilfellet blitt redusert med skadet areal ( $a_w$ ). Vannlinjearealets tyngdepunkt (Flotasjonssenteret, "F") vil derfor flytte seg fra skadet vannlinje til F<sub>2</sub>, og føre til en ytterligere trimending.



$$FF_2 = \frac{a_w \cdot x}{(A_w - a_w)}$$



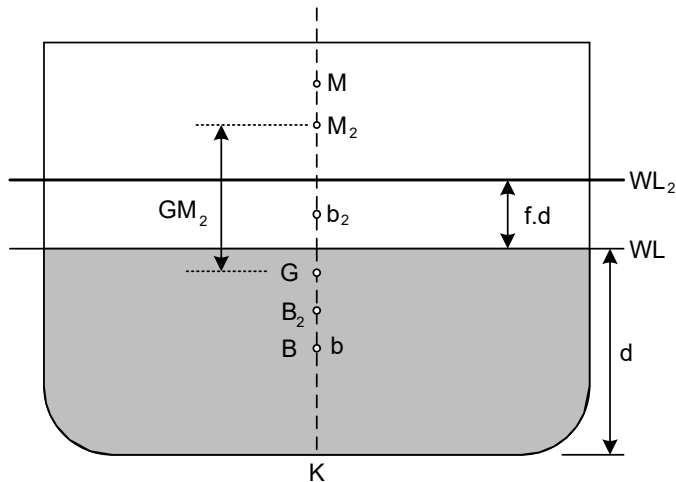
Oppdriftsenteret (B) vil flytte seg fra skaden til B<sub>2</sub> tilsvarende tapet av tapt oppdrift, og gir en forandring i LCB (ny BG-arm). Dette fører til en trimending mot skaden.

Skipet vil trimme om det nye flotasjonssenteret F<sub>2</sub>, og dette fører til et større trimutslag forut, og kraftig redusert fribord i skadet ende.

## 7.5 Stabilitet

Lekkasjen påvirker også tverrskips stabilitet. Endringen skyldes endring i GM, og endring i fribord.

Stabilitetsendring:



Tapt oppdrift, med senter i "g", vil flytte seg mot tilført oppdrift, med senter i "b", en avstand "bg".

Undervannsvolumets tyngdepunkt (B) vil flytte seg samme vei, til B<sub>2</sub>, og KB vil øke.

$$BB_2 = \frac{v \cdot bg}{\Delta}$$

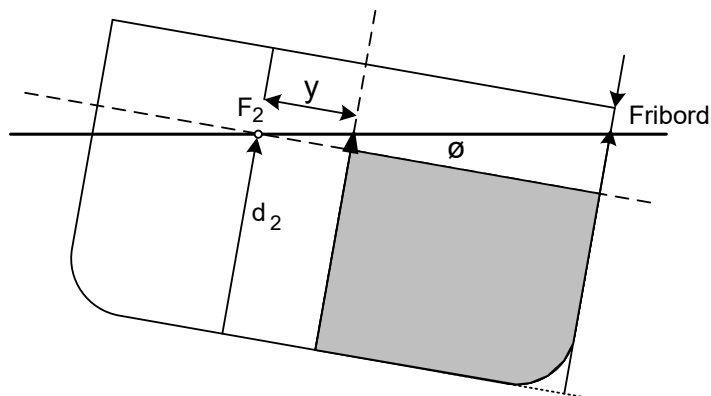
Hvis tanken som settes i fri forbindelse med sjøen har fri væskeoverflate, får vi en reduksjon av vannlinjearealet og en reduksjon i vannlinjearealets treghetsmoment.

$$BM = \frac{I_T}{\nabla} \quad \text{vil da vanligvis bli redusert.}$$

Neddykking av skipet vil vanligvis gi en økning i vannlinjeplanetets treghetsmoment, men nettoresultatet er ofte et tap i BM.

KG er uendret hvis det ikke er væske i de skadede rom. Det samlede resultat er ofte et tap i GM i de tilfeller hvor det er fri overflate i de skadede rom.

## 7.6 Krengning



Ved usymmetrisk inntrenging vil skipet krenge til det nye oppdriftscenterets B<sub>1</sub> ligger på samme vertikal som G, loddrett på den nye vannlinjen.

Flotasjonscenteret (F) vil flytte seg fra den skadede del, og redusere fribordet i skadet side.

$$FF_2 = \frac{a_w \cdot y}{(A_w - a_w)}$$

## 7.7 Stabilitet under innstrømming av vann

Beregning av skipets stabilitet som vist foran er under forutsetning at fyllingen av tanker er fullstendig.

Mens fyllingen av tanken pågår, er stabilitetsforholdene selvfølgelig annerledes enn når fyllingen er skjedd.

I noen tilfeller vil GM under fyllingen være mindre enn når fyllingen er ferdig, i det virkningen av fri overflate har en dominerende innflytelse på endringen i GM så lenge det kun er små mengder vann i skipet.

Man kan tenke seg at ved symmetrisk fylling av en tank er GM positiv når fyllingen er ferdig, og skipet ligger rett, men at GM kan være negativ under fylling.

Dette vil vise seg ved at skipet krenger over under fylling, men retter seg opp når fyllingen er ferdig.

Som tidligere nevnt stilles det i sikkerhetskonsensjonen krav til GM og fribord for passasjerskip etter en lekkasje av en gitt størrelse, men det påligger administrasjonen i vedkommende land å undersøke om GM og fribord under fylling er tilfredsstillende.

## 7.8 Forlis

Hvis endringer i dypgang, trim og krenkning for å oppnå stabil likevekt er slik at ikke vanntette deler av skipet kommer under vann, vil likevekt ikke oppnås pga. fortsatt innstrømming av vann. Skipet vil i slike tilfeller forlise.

Hvis  $GZ_{maks}$  i skadet tilstand er tilstrekkelig, og hvis neddykking av ikke vanntette deler av skipet kun fører til langsom inntrengning av vann, kan forlis muligens forhindres ved iverksetting av forholdsregler som reduserer eller stopper inntrengningen.

Dette kan være forhold slik som endring i krenkning eller trim, eller utpumping av vann og/eller midlertidig tetting av neddykkede ikke-vanntette åpninger.

Stabil likevekt kan ikke oppnås hvis den maksimale GZ er blitt så liten pga. tap i GM og fribord at det maksimale rettende moment er mindre enn eventuelle kregende momenter. I slike tilfeller vil skipet forlise ved kantring.

Forlis ved kantring kan også forekomme selv om det rettende moment er større enn de kregende momenter, dersom den dynamiske stabilitet blir utilstrekkelig.

Selv uten kregende momenter kan kantring forekomme selv om  $GZ_{maks}$  er positiv, hvis den maksimale dynamiske stabilitet blir negativ pga. negativ GM.





## 8 LEKKSTABILITET - REGELKRAV

### 8.1 Generelt

Krav til et skips lekkstabilitet finnes for:

- Passasjerskip** : - SOLAS
- Tankskip** : - MARPOL-konvensjonen av 1973/78.
- Kjemikalieskip** : - IMO's «*International Code for the Construction and Equipment Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk*».
- Gasstankskip** : - IMO's «*International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk*».

Disse reglene utgjør en obligatorisk del av Sikkerhetskonsensjonen (SOLAS). Konsensjonen inneholder regler for disse skipenes inndeling med vanntette tværskipsskott, og regler for stabiliteten etter lekkasje.

For å begrense miljøskadene ved lekkasje i olje-, kjemikalie- eller gasstankskip, og for å sikre skip og besetning best mulig er det gitt særlige regler for disse skips konstruksjon med hensyn til tankstørrelser og plassering av tanker.

Samtidig er det stilt krav til lekkstabilitet under og etter utstrømming av last fra lekketanker og fylling av sjøvann i slike tanker.

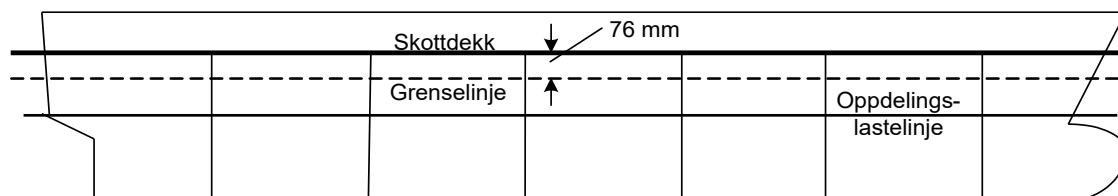
*NB! Man må være oppmerksom på at i de beregninger som gjøres senere er det en forutsetning at alle vanntette dører og luker som etter forskriftene skal være lukket i sjøen, er forsvarlig lukket.*

*NB! Ved lekkasjer ikke skipet intakt, og for å hindre videre innstrømming av vann må disse være lukket. Er de ikke lukket, og det fører til fortsatt innstrømming av vann, kan skipet anses å ha mistet all sin stabilitet.*

### 8.2 Definisjoner og bestemmelser

1. *Oppdelingslastelinje* er en vannlinje som benyttes ved skipets oppdeling:
  - For passasjerskip brukes  $L = L_P$
  - For tankskip brukes  $L = 96\%$  av total lengde ved en vannlinje som er  $85\%$  av dybde i riss, eller lengden fra forstevn til roraksen ved denne vannlinjen dersom denne er større.
2. *Skottdekk* er det øverste dekk som de vanntette skottene er ført opp til.
3. *Grenselinje* er en linje trukket minst 76 mm under oversiden av skottdekket i borde, som vist på figuren under.

*Skottdekk og grenselinje:*



4. *Fyllingsgrad* (permeabilitet) er den prosent av et rom som kan være fylt med vann (volum målt opp til grenselinjen). Følgende fyllingsgrader brukes ved beregninger:

<i>Rom:</i>	<i>Fyllingsgrad (<math>\mu</math>):</i>
Storesrom.....	0,60
Oppholdsrom.....	0,95
Maskinrom.....	0,85
Tomrom.....	0,95
Tørrlasterom.....	0,70
Rom beregnet for væsker....	0 eller 0,95

For tanker har en angitt en variabel fyllingsgrad av forskjellige årsaker pga. beliggenheten i forhold til vannlinjen, og om tanken er full eller tom før skade.

5. *Fyllingslengden* på et hvilket som helst punkt av skipets lengde, er den maksimale lengde med sentrum i vedkommende punkt, som kan bli symmetrisk fylt med sjøvann med angitt fyllingsgrad, uten at skipet synker dypere enn grenselinjen.
6. *Oppdelingsfaktor* er en faktor som avhenger av skipets lengde og arten av det fartsområde skipet er bestemt for.
7. *Tillatt fyllingslengde* fås ved å multiplisere fyllingslengden med oppdelingsfaktoren.
- Tillatt fyllingslengde angir med andre ord avstanden mellom to vanntette skott.
  - En faktor på 0,5 angir at avstanden mellom skottene er halvparten av fyllingslengden.

Følgende avdelinger brukes:

#### **1-avdelingsskip**

- kan tåle skade mellom to skott uten å synke dypere enn til grenselinjen
- oppdelingsfaktor på 1

#### **2-avdelingsskip**

- kan tåle skade i to vanntette avdelinger uten å synke under grenselinjen
- oppdelingsfaktor på 0,5.

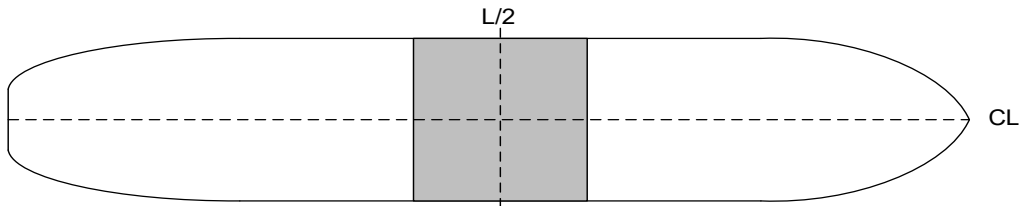
For passasjerskip er bruken av oppdelingsfaktorer for å beregne avstand mellom vanntette skott, standard.

For andre skip har IMO vedtatt resolusjoner hvor skipene deles inn i et avdelingssystem som angir hvordan de vanntette skottene skal være plassert for å oppfylle kravene til stabilitet.

-

## 8.3 Symmetrisk og usymmetrisk fylling

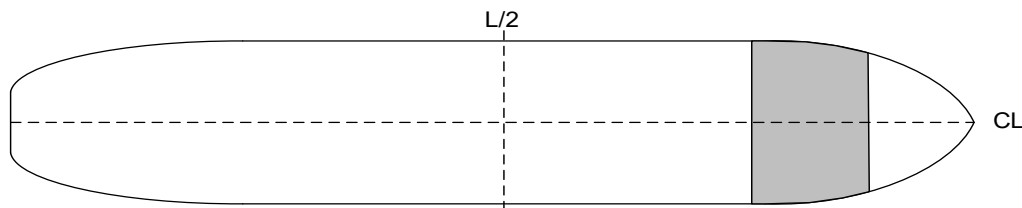
### 8.3.1 Fylling i et lasterom midtskips; nedsynking



Tverrskips: Fyllingen er symmetrisk om centerlinjen (CL)  
 - Vannlinjearealet ( $A_w$ ) er redusert likt på begge sider.  
 - Vannlinjeplanets arealtregningsmoment ( $I_T$ ) er redusert likt på begge sider.

Langskips: Fyllingen er symmetrisk om  $L/2$   
 - Vannlinjearealet er redusert likt i begge ender.  
 - Vannlinjeplanets arealtregningsmoment ( $I_L$ ) er redusert likt i begge ender.

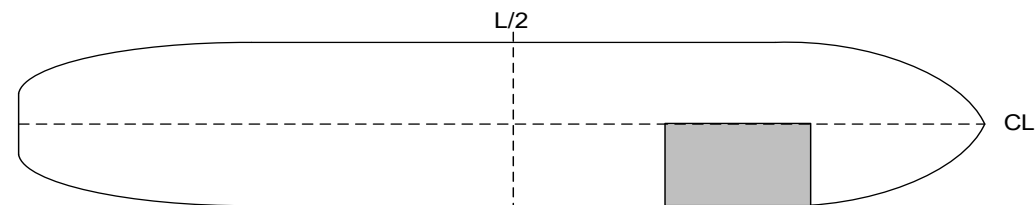
### 8.3.2 Fylling i et lasterom forut; nedsynking og trimforandring



Tverrskips: Fyllingen er symmetrisk om centerlinjen (CL)  
 -  $A_w$  er redusert likt på begge sider.  
 -  $I_T$  er redusert likt på begge sider.

Langskips: Fyllingen er usymmetrisk om  $L/2$   
 -  $A_w$  er redusert ulikt i endene.  
 -  $I_L$  er redusert ulikt i endene og må korrigeres.

### 8.3.3 Fylling i en sidetank forut; nedsynking, trimforandring og krengeing



Tverrskips: Fyllingen er usymmetrisk om centerlinjen (CL)  
 -  $A_w$  er redusert ulikt på sidene.  
 -  $I_T$  er redusert ulikt på sidene og må korrigeres.

Langskips: Fyllingen er usymmetrisk om  $L/2$   
 -  $A_w$  er redusert ulikt i endene.  
 -  $I_L$  er redusert ulikt i endene og må korrigeres.

## 8.4 Krav til lekkstabilitet

Hovedregelen for stabilitet er, når skipet er i stabil likevekt etter fylling:

- Ved *symmetrisk* fylling skal GM være minst 50 mm.
- Ved *usymmetrisk* fylling skal krengevinkelen ikke overstige 7 grader, etter at man med ballast har utlignet den usymmetriske fyllingen.
- Fribordet målt til skottdekket må ikke være mindre enn 76 mm. (Skottdekket er det øverste dekk hvor de vanntette skott er ført opp til).

1. I en endelig likevektstilstand skal GM være positiv, beregnet ved konstant deplasementmetode (tapt oppdrift, se senere) med skipet i opprett tilstand og minst:

$$\begin{array}{lll} \text{GM} & = & 0,050 \text{ m} \quad \text{eller} \\ \text{GM} & = & 0,015 \text{ m} \cdot B_2/F_1 \quad \text{dersom denne er større} \end{array}$$

der  $B_2$  = største bredde midtskips  
 $F_1$  = midlere effektive fribord i skadet tilstand  
 (beregnes etter spesielle regler)

2. Krengevinkelen ved fylling i en avdeling skal ikke overskride 7°. Ved samtidig fylling i to eller flere tilstøtende avdelinger kan en krengevinkel på 12° tillates av Administrasjonen.
3. Usymmetrisk fylling skal holdes på et minimum i overensstemmelse med effektive anordninger.

Dersom det blir nødvendig å bruke utlikningsanordninger for å hindre at krengevinkelen i endelig likevektsstilling overstiger de grenser som er gitt ovenfor, skal de anordningene som brukes, være selvvirkende.

Dersom kontroll er nødvendig, skal utlikningsanordningene kunne opereres fra et sted som ligger over det øverste relevante skottdekket.

4. Administrasjonen skal forsikre seg om at stabilitetens før utlikning er tilstrekkelig. Ikke i noe tilfelle skal maksimum krengevinkel før utlikning overstige 20°, og den skal heller ikke resultere i gradvis fylling.

Tiden for utlikning ved krossover-forbindelser, til de krengevinkler nevnt ovenfor, skal ikke overskride 10 minutter.

5. Den gjenværende stabilitet skal være tilstrekkelig under mellomliggende fyllings-stadier, og Administrasjonen skal forsikre seg om at gradvis fylling ikke finner sted.

Krengning under mellomliggende fyllingsstadier skal ikke overskride 20°.

## 8.5 Stabilitetsopplysninger

Informasjon som skipsføreren skal ha, inkluderer:

1. En kurve over minimum GM i forhold til dypgående som sikrer at en oppfyller stabilitetskravene.

Alternativt kan en angi maksimum tillatt KG-kurve i forhold til dypgående, eller en kan angi tilsvarende informasjon fra hvilken som helst av de nevnte kurver.

2. Instruksjoner for betjening av krossoverfyllings-anordninger.
3. Alle data og hjelpemidler som er nødvendig for å opprettholde stabiliteten etter skaden.
4. På navigasjonsbroen skal det være permanent oppslått instruksjoner og tegninger eller de skal være lett tilgjengelige, til hjelp for vakthavende navigatør. Tegningene skal vise på en klar måte for hvert dekk og rom, grensene for vannrette avdelinger, åpninger med lukkemidler i disse og hvilken stilling disse har.

I tillegg skal en brosjyre som inneholder den forannevnte informasjon, være tilgjengelig for alle offiserene om bord.

5. For å tilfredsstille de krav som informasjonen refererer til vedrørende stabilitet, skal grensene for GM (eller KG) som skal brukes, dersom de er blitt bestemt ut fra betraktninger som bygger på oppdelingsindeksen, variere lineært mellom dypeste oppdelingslastelinje og en delvis nedlastet lastelinje (bestemt ut fra gitte forutsetninger).

I slike tilfeller skal en, dersom dypgående er mindre enn den delvis nedlastede lastelinje og kravet til minimum GM ved dette dypgående er beregnet ut fra oppdelingsindeksen, bruke denne verdien for GM for mindre dypgående med mindre de intakte stabilitetskrav kommer til anvendelse.

6. Dersom krossover-anordninger blir brukt i forbindelse med utlikning, skal tiden for utlikning ikke overstige 10 minutter.

## 8.6 Krav til lekkstabilitet for passasjerskip

### 8.6.1 Generelt

1. Grenselinjen må ikke være neddykket noe sted i skipets lengde.
2. Metasenterhøyden etter fylling skal være  $\geq 0,05$  m.
3. Krengevinkelen skal være  $\leq 7^\circ$  etter at utjevningstiltak for å begrense krengingen er foretatt. Der det er mulig å korrigere stor krengevinkel, skal midlene som anvendes, dersom det er praktisk mulig, være automatiske.
  - Der tverrskips trimordning forlanges, skal tiden for utlikning ikke overstige 15 min.
  - Dersom utlikning er helautomatisk, og dersom utlikning ikke blir anvendt, skal krengevinkelen ikke i noe tilfelle overstige  $15^\circ$ .
  - Når det gjelder usymmetrisk fylling, skal krengevinkelen ved fylling i en avdeling ikke overskride  $7^\circ$ .
  - For en samtidig fylling i to eller flere tilstøtende avdelinger kan en krengevinkel på  $12^\circ$  godtas av Administrasjonen.

4. Den positive gjenværende GZ-kurven skal ha en minimum utstrekning av 15° regnet fra endelig krengevinkel
5. Arealet under den gjenværende GZ-kurven skal være minst 0,015 meterradianer målt fra endelig krengevinkel til den minste av følgende vinkler:
  - a) Den vinkel hvor gradvis fylling finner sted.
  - b) 22° dersom en har fylling i en avdeling og 27° dersom en har samtidig fylling i to eller flere tilstøtende avdelinger.
6. Den gjenværende GZ-armen innenfor de begrensninger som er gitt ovenfor, skal bestemmes idet en tar hensyn til:
  - a) At alle passasjerene kan samles på en side.
  - b) Utsetting av alle redningsfarkoster fra daviter på en side. Redningsfarkostene skal være fullt lastet.
  - c) Virkning av vind.

GZ skal beregnes ved følgende formel:

- $GZ = (\text{Krengemoment/Deplasement}) + 0,04$

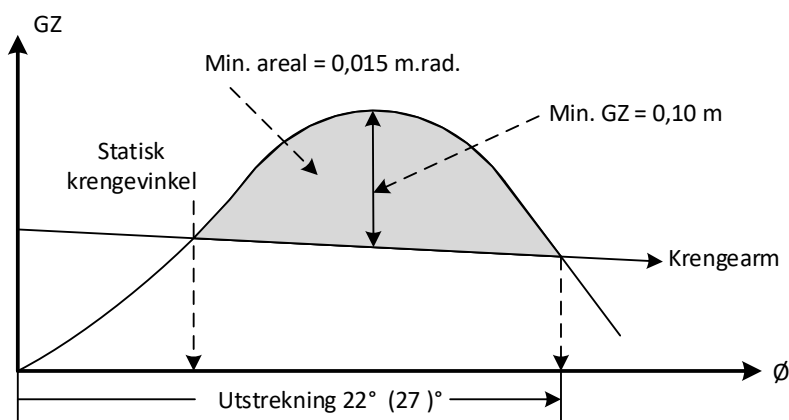
Ved beregning av krengemoment på grunn av vind skal følgende brukes:

- Et vindtrykk (P) på 120 N/m<sup>2</sup>.
- Arealet (A) som skal brukes er det projiserte sideareal av skipet over vannlinjen som svarer til intakt tilstand.
- Momentarmen (h) skal være den vertikale avstand målt fra ½ middeldyppgående i intakt tilstand, til tyngdepunktet av sidearealet.

$$\text{Kr.M.} = P \cdot A \cdot h = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Nm}$$

$$\text{Kr.M.} = (P \cdot A \cdot h)/(g \cdot 10^3) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ tm}$$

### 8.6.2 Krav til GZ og dynamisk stabilitet



7. I mellomliggende tilstander under innstrømning av sjøvann, skal den maksimale GZ-armen minst være 0,05 m, og stabilitetens utstrekning skal være minst 7°.

I alle tilfeller er dette tilstrekkelig å anta kun en lekkasje i skroget og en fri væskeoverflate.

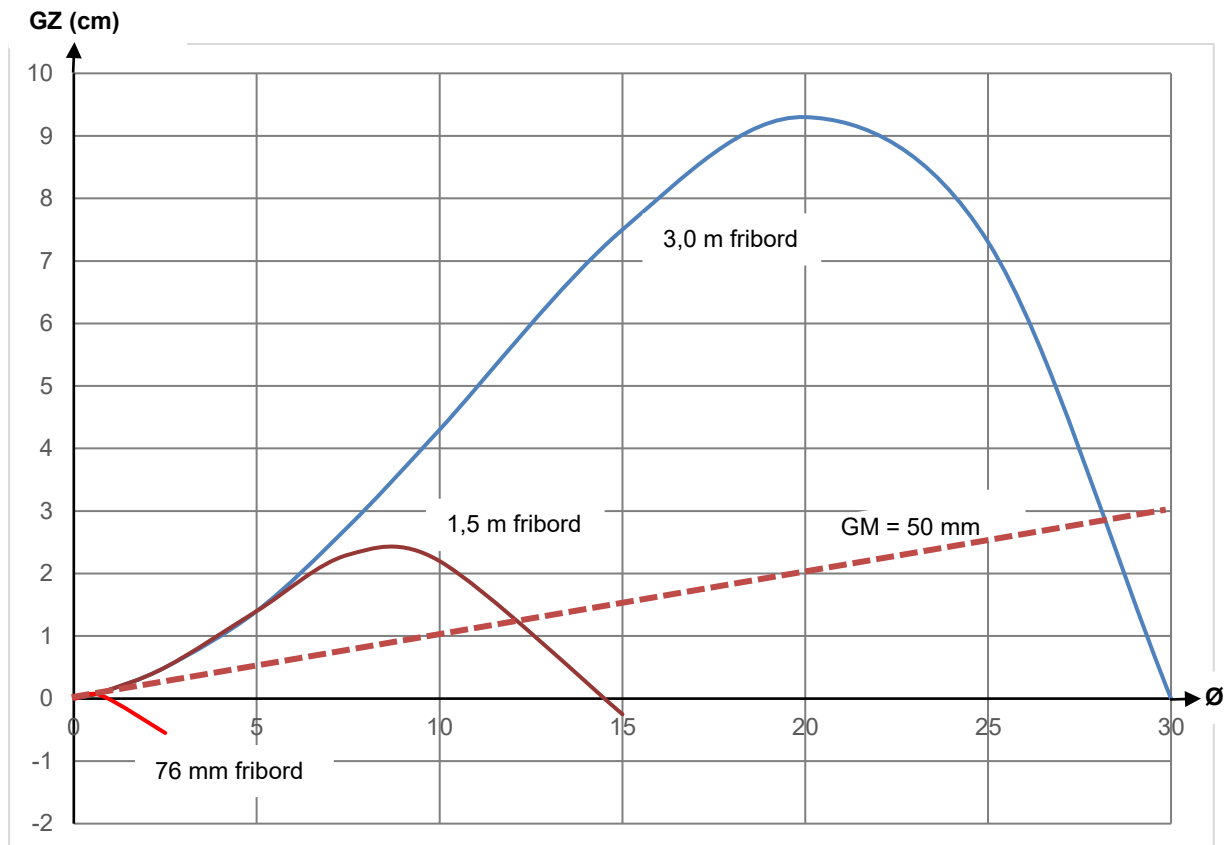
### 8.6.3 Virkning av reduksjon i fribord

#### Gitt et skip

L	= 161,00 m	GM	= <u>50 mm</u>
B	= 23,20 m		
D	= 13,60 m		

Virkingen av redusert fribord pga. neddykking av skipet er vist på figuren under, og er gitt ved GZ-kurver for forskjellig fribord. Vær oppmerksom på at GZ er gitt i cm.

Reduksjon i fribord:



Sammenlignes minimum GM med minimum fribord på 76 mm, ser en at sikkerhetsmarginen er meget liten.



## 8.7 Åpninger i vanntette skott

Antallet av åpninger i vanntette skott skal reduseres til et minimum som er forenelig med skipets utforming og effektive drift; tilfredsstillende lukningsmidler skal anordnes for disse åpninger.

Dører, mannhull eller adkomståpninger er ikke tillatt i kollisjonsskottet under grenselinjen, og i vanntette tverrskipsskott som skiller et lasterom fra et tilstøtende lasterom eller fra et permanent eller reserve bunkertank, med en del unntak.

Dører som er konstruert for å sikre at indre åpninger i skipet er vanntette mens skipet er i sjøen, skal være skyvbare vanntette dører. De skal kunne fjernstyres fra broen, og skal også kunne betjenes lokalt fra begge sider av det vanntette skottet.

Det skal være installert indikatorer på kontrollstedet som viser om dørene er åpne eller lukket, og en lydalarm skal utløses når dørene lukkes.

Krafttilførsel, kontrollsystem for dørene og indikatorene skal kunne betjenes dersom hovedkrafttilførselen svikter. En skal være spesielt oppmerksom på å minimalisere effekten av en svikt i kontrollsystemet.

Hver enkelt vanntett dør som blir kontrollert ved hjelp av krafttilførsel, skal være utstyrt med en individuell hånddrevet mekanisme. Det skal være mulig å åpne og lukke døren med håndkraft ved selve døren fra begge sider.

Adkomstdører og adkomstluker som normalt er lukket i sjøen, og som er beregnet på å forsikre seg om at de vanntette indre åpninger er i orden, skal utstyres med indikatorer lokalt og på broen som viser om disse dørene og lukene er åpne eller lukket.

På hver enkelt slik dør og luke skal det være oppslått advarsel om at de ikke må bli stående åpne. Bruken av slike dører og luker skal godkjennes av vakthavende offiser.

Vanntette dører eller ramper av tilfredsstillende konstruksjon kan anbringes internt i skipet for å avdele store lastrom, forutsatt at Administrasjonen er overbevist om at slike dører eller ramper er av vital betydning.

Disse dørene eller rampene kan være hengslet eller av rulle- eller skyvetypen. Slike dører eller ramper skal være stengt før sjøreisen begynner, og skal holdes stengt under overfarten.

Tidspunktet når dørene blir åpnet når skipet ligger i havn, skal innføres i dekkdagboken.

Dersom en har behov for adkomst til disse dørene eller rampene under overfarten, skal de utstyres med en anordning som hindrer at de blir åpnet uten at det foreligger godkjenning.

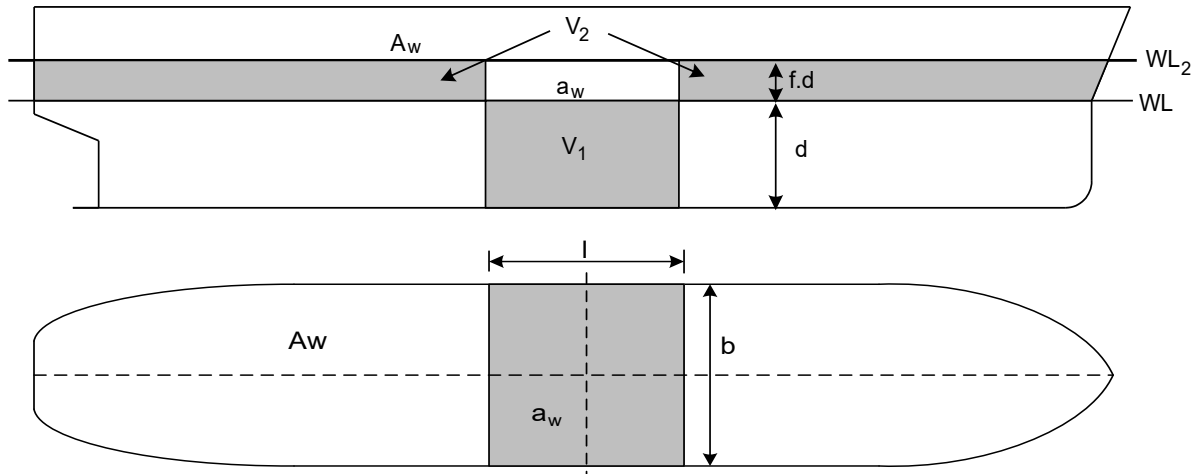
Andre lukkemidler som blir holdt permanent lukket under sjøreisen for å sikre at skipets interne åpninger er vanntett, skal utstyres med advarsel oppslått på hver enkelt av disse, hvor det fremgår at de skal holdes lukket. Mannhull som er forsvarlig boltet med et lokk, behøver ikke utstyres med slik advarsel.

## 9 LEKKSTABILITET - SYMMETRISK FYLLING

### 9.1 Endring i dypgående

Tenker en seg i første omgang at neddykkingen foregår uten endring av trimmen og uten slagside (*symmetrisk fylling*), kan økning i dypgående ( $\delta d$ ) beregnes på en enkel måte.

Lekkasje i et rom midtskips:



Volumet ( $V_1$ ) av det skraverte feltet (fylt rom, tapt oppdrift) under  $W_L$  er like stort som volumet ( $V_2$ ) av det skraverte felt mellom vannlinjene  $W_L$  og  $W_{L2}$  (nødvendig oppdrift).

Når det er last i rommet må en ta hensyn til hvor mye vann som kan strømme inn, rommets *permeabilitet* ( $\mu$ ) (fyllingsgrad).

$$\begin{aligned} V_1 &= V_2 &= l \cdot b \cdot d \cdot \mu & \text{der "d" er dypgang før skade} \\ v &= V_2 \cdot \rho & & \text{der «v» er vekt av vann i rommet} \end{aligned}$$

Vannlinjearealet ( $A_w$ ) er imidlertid skadet, og den skadede del ( $a_w$ ) må trekkes fra for å finne vannlinjeareal i skadet tilstand ( $A_{w2}$ ).

$$A_{w2} = A_w - a_w = A_w - (l \cdot b)$$

Økning i dypgang ( $\delta d$ ) kan beregnes ut fra:

$$\delta d = \frac{V_2}{A_{w2}}$$

Økning i dypgang ( $\delta d$ ) kan også beregnet ut fra vekt ( $v$ ) og TPC, men først må en beregne TPC i skadet tilstand,  $TPC_2$ :

$$TPC_2 = A_{w2} \cdot \rho \cdot 0,01$$

$$\delta d = \frac{v}{TPC_2}$$

**Eksempel 9.1**      **M/S "Damage"**      (se Kap. 13)Før skade

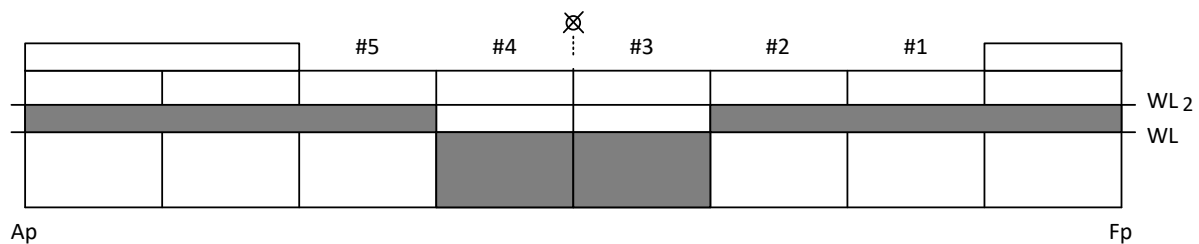
$$\begin{array}{lcl}
 d \text{ "even"} & = & \underline{5,00 \text{ m}} \\
 KG & = & 4,50 \text{ m}
 \end{array}
 \Rightarrow
 \begin{array}{lcl}
 \Delta & = & 5,023 \text{ t} \\
 KM & = & 5,53 \text{ m} \\
 KB & = & 2,50 \text{ m}
 \end{array}
 \begin{array}{lcl}
 I_T & = & 14.863 \text{ m}^4 \\
 I_L & = & 408.333 \text{ m}^4 \\
 TPC & = & 10,05 \text{ t/cm}
 \end{array}$$

GM før skade

$$GM = KM - KG = 5,53 \text{ m} - 4,50 \text{ m} = \underline{1,03 \text{ m}}$$

**Skipet får skade i rom 3 og 4 med parallell nedsynkning**

- permeabilitet 0,7 (-)

**(1) Volum og vekt av vann i lasterommet**      (volum og vekt av tapt oppdrift)

$$\begin{array}{lcl}
 V_2 & = & (l \cdot b \cdot d) \cdot 2 \cdot \mu \cdot \rho = (10 \text{ m} \cdot 14 \text{ m} \cdot 5,00 \text{ m}) \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 1,025 \text{ t/m}^3 = \underline{980,0 \text{ m}^3} \\
 v_2 & = & V_2 \cdot \rho = 980 \text{ m}^3 \cdot 1,025 \text{ t/m}^3 = \underline{1\,004,5 \text{ t}}
 \end{array}$$

**(2) Skadet vannlinjeareal ( $A_{W2}$ ) og  $TPC_2$** 

$$\begin{array}{lcl}
 a_w & = & (l \cdot b) \cdot 2 = (10 \text{ m} \cdot 14 \text{ m}) \cdot 2 = \underline{280,0 \text{ m}^2} \\
 A_{W2} & = & A_W - a_w = 980 \text{ m}^2 - 280 \text{ m}^2 = \underline{700,0 \text{ m}^2} \\
 TPC_2 & = & A_{W2} \cdot \rho \cdot 0,01 = 700 \text{ m}^2 \cdot 1,025 \text{ t/m}^3 \cdot 0,01 \text{ m/cm} = \underline{7,18 \text{ t/cm}}
 \end{array}$$

**(3) Nedsynkning pga tapt oppdrift i rommet**

$$\begin{array}{lcl}
 \delta d & = & V_2 / A_{W2} = 980 \text{ m}^3 / 700 \text{ m}^2 = \underline{1,40 \text{ m}} \\
 \delta d & = & v_2 / TPC_2 = 1\,004,5 \text{ t} / 7,18 \text{ t/cm} = \underline{140 \text{ cm}}
 \end{array}$$

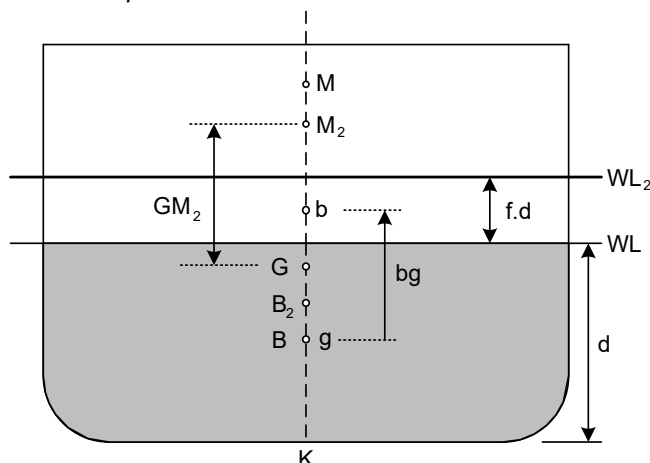
**(4) Fribord i skadet tilstand**

$$\begin{array}{lcl}
 D & = & 8,00 \text{ m} \\
 \underline{d \text{ før skade}} & = & - 5,00 \text{ m} \\
 \text{Fribord før skade} & = & 3,00 \text{ m} \\
 \underline{d_2} & = & - 1,40 \text{ m} \\
 \underline{\text{Fribord}} & = & \underline{1,60 \text{ m}}
 \end{array}$$

- redusert fribord er med på å redusere stabiliteten ved større krengetninger

## 9.2 Endring i stabilitet (symmetrisk fylling)

Skadet skip:



- G = skipets tyngdepunkt
- g = tyngdepunkt av vann i tanken/  
tapt oppdrift
- $Kg \approx d/2$
- b = tyngdepunkt av tilført oppdrift
- $\delta d$  = økt dypgang
- $Kb \approx d + \delta d/2$
- $bg \approx Kb - Kg$
- $M_2$  = metasenter skadet skip
- $B_2$  = oppdriftsenter skadet skip
- $KM_2 = KB + BB_2 + B_2M_2$

### 9.2.1 Beregning av GM i skadet tilstand

Skipets deplasement ( $\Delta$ ) er konstant. Vi får en økning i KB da B vil flytte seg fra tyngdepunktet av tapt oppdrift (b) og mot tyngdepunktet av tilført oppdrift ( $b_2$ ), en avstand  $bb_2$ :

$$BB_2 = \frac{v \cdot bg}{\Delta}$$

Nå er vannlinjeplans arealtrehetsmoment om senterlinjen ( $I_T$ ) redusert med arealtrehetsmomentet av det skadde rom ( $i_{T2}$ ). Tverrskipets arealtrehetsmomentet etter skade ( $I_{T2}$ ) blir:

$$I_{T2} = I_T - i_{T2} = I_T - \frac{l \cdot b^3}{12} \quad (\text{for en rektangulær tank/rom})$$

BM i skadet tilstand ( $B_2M_2$ ):

$$B_2M_2 = \frac{I_{T2}}{\nabla} = \frac{I_{T2} \cdot \rho}{\Delta}$$

Skipet har fått en ny KM ( $KM_2$ ) i skadet tilstand, og GM kan beregnes:

$$GM_2 = KM_2 - KG = (KB + BB_2 + B_2M_2) - KG$$

### 9.2.2 Alternativ beregning av GM i skadet tilstand

(1) Økning i KB:

$$BB_2 = \frac{v \cdot bg}{\Delta}$$

(2) Reduksjon i BM ( $MM_2$ ):

$$MM_2 = \frac{i_T}{\nabla}$$

(3) GM i skadet tilstand ( $GM_2$ ):

$$GM_2 = GM + BB_2 - MM_2$$

**Eksempel 9.2**      *Fra Eksempel 9.1*Før skade

$$\begin{array}{llllll}
 d \text{ "even"} & = & 5,00 \text{ m} & \Rightarrow & \Delta & = & 5,023 \text{ t} & I_T & = & 14,863 \text{ m}^4 \\
 KG & = & 4,50 \text{ m} & & KM & = & 5,53 \text{ m} & I_L & = & 408,333 \text{ m}^4 \\
 GM & = & 1,03 \text{ m} & & KB & = & 2,50 \text{ m} & BM & = & 3,03 \text{ m} \\
 \\ 
 \delta d & = & \underline{1,40 \text{ m}} & & & & & & & \\
 v & = & \underline{1\,004,5 \text{ t}} & & & & & & & 
 \end{array}$$

**GM i skadet tilstand (GM<sub>2</sub>)**Økning i KB (BB<sub>2</sub>)

$$\begin{array}{llll}
 Kb & = & d + \frac{1}{2} \cdot \delta d & = & 5,00 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot 1,40 \text{ m} & = & 5,70 \text{ m} \\
 K & = & \frac{1}{2} \cdot d & = & -2,50 \text{ m} \\
 \hline
 bg & & & & & = & 3,20 \text{ m}
 \end{array}$$

$$BB_2 = (v \cdot bg) / \Delta = (1\,004,5 \text{ t} \cdot 3,20 \text{ m}) / 5\,023 \text{ t} = \underline{\underline{0,64 \text{ m}}}$$

Skadet arealtreghetsmoment (i<sub>T</sub>)

- 2 lasterom

$$i_T = 2 \cdot (l \cdot b^3) / 12 = 2 \cdot (10 \text{ m} \cdot (14 \text{ m})^3) / 12 = \underline{\underline{4,573 \text{ m}^4}}$$

Reduksjon i BM (MM<sub>2</sub>)

$$MM_2 = (i_T \cdot \rho) / \Delta = (4\,573 \text{ m}^4 \cdot 1,025 \text{ t/m}^3) / 5\,023 \text{ t} = \underline{\underline{0,93 \text{ m}}}$$

**GM i skadet tilstand (GM<sub>2</sub>)**

$$GM_2 = GM + BB_2 - MM_2$$

$$GM_2 = 1,03 \text{ m} + 0,64 \text{ m} - 0,93 \text{ m} = \underline{\underline{0,74 \text{ m}}}$$

**Konklusjon**

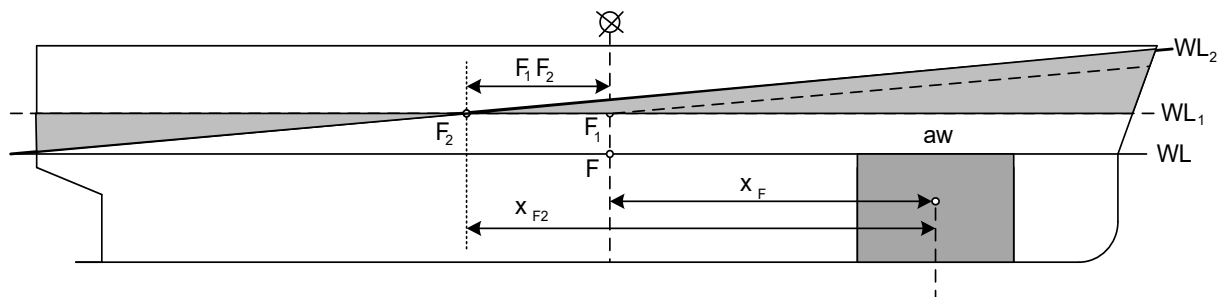
Selv om KB øker (BB<sub>2</sub>), er reduksjonen i BM (MM<sub>2</sub>) større. Derfor får vi en reduksjon av GM.

## 10 LEKKSTABILITET - USYMMETRISK FYLLING

### 10.1 Trimendingring

Når lekkasjen inntreffer i for- eller akterskipet, vil skipet synke til  $WL_1$  og i utgangspunktet trimme om  $F_1$ , som vist på figuren under.

Skade forut:



På grunn av skadet vannlinjeareal vil flotasjonssenteret ( $F_1$ ) flytte seg i langsips retning ( $x$ ) fra den skadede del til  $F_2$ . Dette vil gi vannlinjen  $WL_2$  og gi en betydelig reduksjon i fribordet forut.

$$FF_2 = \frac{a_w \cdot x_F}{(A_w - a_w)} = \frac{a_w \cdot x_F}{A_{W2}}$$

$x_F$  = avstand fra LCF til skadens lcg

$$x_{F2} = x_F + FF_2$$

$x_{F2}$  = avstand fra  $LCF_2$  til skadens lcg

Vannlinjeplanetens arealtrehetsmoment ( $I_L$ ) er avhengig av planet's tyngdepunkt fra omdreiningssaksen. Forandres tyngdepunktet avstand fra omdreiningssaksen ( $L/2$ ), forandres arealtrehetsmomentet.

Da fyllingen ikke er symmetrisk i langsips retning, må det anvendes noen korreksjoner for å beregne langsips arealtrehetsmoment i skadet tilstand ( $I_{L2}$ ).

Økning i  $I_L$  (intakt skip) :  $A_w \cdot (FF_2)^2$  - Momentarmen forut øker pga.  $FF_2$   
-  $I_L$  øker i denne enden (intakt vannlinjeareal)

Reduksjon i  $I_L$  (skade) :  $a_w \cdot (x_{F2})^2$  -  $I_L$  må reduseres pga. skadet vannlinjeareal  
- Reduksjonen øker med momentarmen  $x_{F2}$ .

$$\text{Resultat} : I_{L2} = I_L + A_w \cdot (FF_2)^2 - a_w \cdot (x_{F2})^2$$

MTC i skadet tilstand ( $MTC_2$ ) blir da:

$$MTC_2 = \frac{I_{L2} \cdot \rho}{L \cdot 100}$$

Skipet får dermed en trim (eller et forandret trimmoment) lik:

$$\delta \text{ tr.}_2 = \frac{V \cdot x_{F2}}{MTC_2} \quad (\text{se «flotasjonsmetoden»})$$

**Eksempel 10.1**      **M/S "Damage"****Før skade**

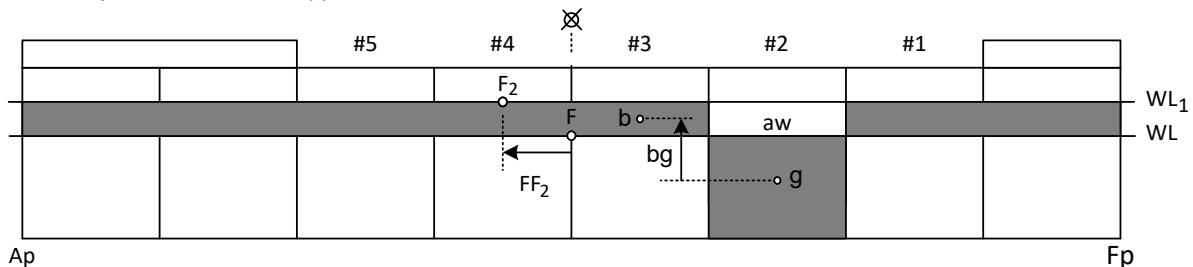
$$\begin{array}{llll}
 d \text{ "even"} & = & 5,00 \text{ m} & \Rightarrow \Delta & = & 5,023 \text{ t} \\
 KG & = & 4,50 \text{ m} & & KM & = & 5,53 \text{ m} \\
 & & & & KB & = & 2,50 \text{ m} \\
 & & & & I_T & = & 14,863 \text{ m}^4 \\
 & & & & I_L & = & 408,333 \text{ m}^4
 \end{array}$$

**GM før skade**

$$GM = KM - KG = 5,53 \text{ m} - 4,50 \text{ m} = \underline{\underline{1,03 \text{ m}}}$$

**Skipet får skade i lasterom nr. 2**

- ligger "even" før skade, og skaden fører til forlig trimforandring
- permeabilitet 0,7 (-)

**NEDSYNKNING****(1) Volum og vekt av vann i lasterommet. (volum og vekt av tapt oppdrift)**

$$V_2 = l \cdot b \cdot d \cdot \mu = 10 \text{ m} \cdot 14 \text{ m} \cdot 5,00 \text{ m} \cdot 0,7 = \underline{\underline{490,0 \text{ m}^3}}$$

$$v_2 = V \cdot \rho = 490 \text{ m}^3 \cdot 1,025 \text{ t/m}^3 = \underline{\underline{502,3 \text{ t}}}$$

**2.) Skadet vannlinjeareal ( $A_{W2}$ )**

$$a_w = l \cdot b = 10 \text{ m} \cdot 14 \text{ m} = \underline{\underline{140,0 \text{ m}^2}}$$

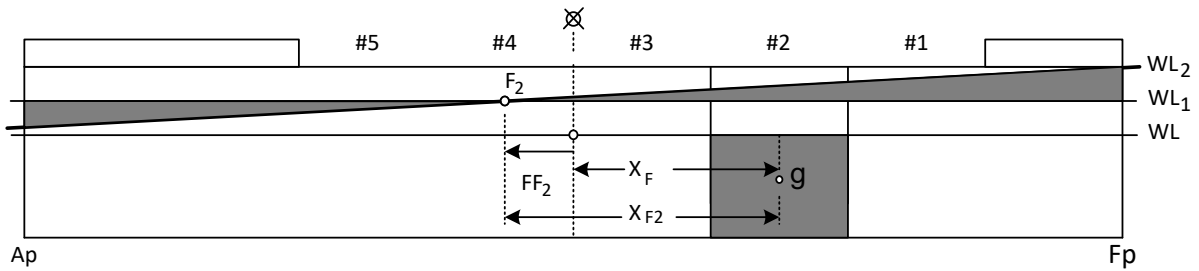
$$A_{W2} = A_W - a_w = 980 \text{ m}^2 - 140 \text{ m}^2 = \underline{\underline{840,0 \text{ m}^2}}$$

**3) Nedsynkning pga tapt oppdrift i rommet**

$$\delta d = V_2 / A_{W2} = 490,0 \text{ m}^3 / 840,0 \text{ m}^2 = \underline{\underline{0,58 \text{ m}}}$$

**TRIMENDRING**      (usymmetrisk)

- Her får skipet en skade som fører til trimendring
- Lekteren dreier ikke lenger om hovedaksen ( $\otimes$ ), men om  $F_2$
- Må korrigere arealtreghetsmomentet ( $I_T$ )

TRIMENDRING**(1) Flytting av flotasjonscenter ( $FF_2$ ) pga skadet areal**

$$x_F = l_{cg\#2} - L/2 \pm LCF_{\infty} = 55,00 \text{ m} - 40,00 \text{ m} \pm 0,00 \text{ m} = \underline{15,00 \text{ m}}$$

$$FF_2 = (a_W \cdot x_F) / A_{W2} = (140,0 \text{ m}^2 \cdot 15,00 \text{ m}) / 840,0 \text{ m}^2 = \underline{2,50 \text{ m (akterover)}}$$

$$x_{F2} = x_F + FF_2 = 15,00 \text{ m} + 2,50 \text{ m} = \underline{17,50 \text{ m}}$$

**(2) Skadet arealtregningsmoment ( $I_{L2}$ ), med trimforandring (usymmetrisk)**

$$I_{L2} = I_L + A_W \cdot (FF_2)^2 - a_W \cdot (x_{F2})^2$$

$$I_{L2} = 408.333 \text{ m}^4 + 980 \text{ m}^2 \cdot (2,50 \text{ m})^2 - 140 \text{ m}^2 \cdot (17,50 \text{ m})^2 = \underline{371.583 \text{ m}^4}$$

**(3) MTC i skadet tilstand ( $MTC_2$ )**

$$MTC_2 = \frac{I_{L2} \cdot \rho}{100 \cdot L} = \frac{371.583 \text{ m}^4 \cdot 1,025 \text{ t/m}^3}{100 \text{ cm/m} \cdot 80,00 \text{ m}} = \underline{45,34 \text{ tm/cm}}$$

**(4) Trim i skadet tilstand**

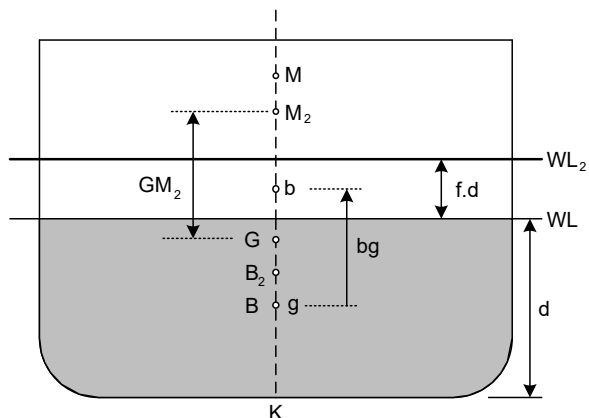
$$tr_{.2} = \frac{V \cdot x_{F2}}{MTC_2} = \frac{502,3 \text{ t} \cdot 17,50 \text{ m}}{45,34 \text{ tm/cm}} = \underline{194 \text{ cm (F)}}$$

**Dyppganger i skadet tilstand**

$$\begin{aligned} d \quad (\text{skaladyppg.}) &= 5,00 \text{ m} \\ \delta d &= +0,58 \text{ m} \\ d_2 &= 5,58 \text{ m} \\ x &= (tr_{.2} \cdot LCF_2) / L = (+1,94 \text{ m} \cdot -2,50 \text{ m}) / 80 \text{ m} = -0,06 \text{ m} \\ dM_2 \quad (\text{avlest}) &= 5,64 \text{ m} \end{aligned}$$

	A	M	F	trim
dM		5,64		
tr./2	-0,97		0,97	
<b>Avlest</b>	<b>4,67</b>	<b>5,64</b>	<b>6,61</b>	<b>1,94</b>



GM i SKADET TILSTAND (GM<sub>2</sub>) (symmetrisk)

- Her får skipet en skade som ikke fører til krenning
- Lekteren dreier om hovedaksen (senterlinjen)
- Behøver ikke korreksjoner til arealtreghetsmomentet ( $I_T$ )
- Får imidlertid reduksjon i fribord og redusert GZ

GM i skadet tilstand (GM<sub>2</sub>)(1) Økning i KB (BB<sub>2</sub>)

$$Kb = d + \frac{1}{2} \cdot \delta d = 5,00 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot 0,58 \text{ m} = 5,29 \text{ m}$$

$$Kg = \frac{1}{2} \cdot d = -2,50 \text{ m}$$

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

$$BB_2 = (v \cdot bg) / \Delta = (502,3 \text{ t} \cdot 2,79 \text{ m}) / 5\,023 \text{ t} = \underline{\underline{0,28 \text{ m}}}$$

(2) Skadet arealtreghetsmoment ( $i_T$ )

- 1 lasterom

$$i_T = (l \cdot b^3) / 12 = (10 \text{ m} \cdot (14 \text{ m})^3) / 12 = \underline{\underline{2\,287 \text{ m}^4}}$$

(3) Forandring i BM (MM<sub>2</sub>)

$$MM_2 = (i_T \cdot \rho) / \Delta = (2\,287 \text{ m}^4 \cdot 1,025 \text{ t/m}^3) / 5\,023 \text{ t} = \underline{\underline{0,47 \text{ m}}}$$

(4) GM i skadet tilstand (GM<sub>2</sub>)

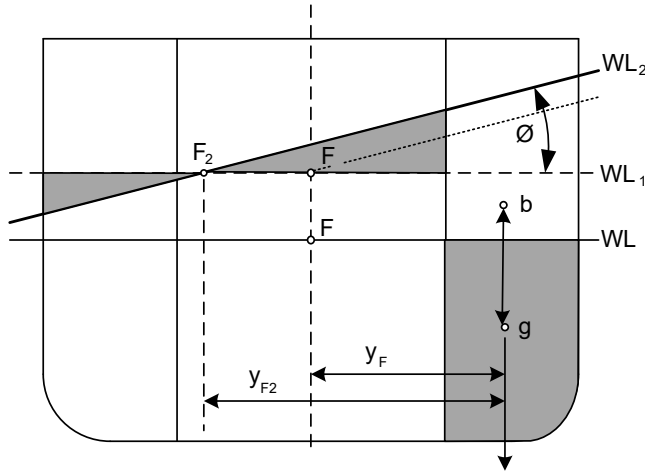
$$GM_2 = GM + BB_2 - MM_2$$

$$GM_2 = 1,03 \text{ m} + 0,28 \text{ m} - 0,47 \text{ m} = \underline{\underline{0,84 \text{ m}}}$$

## 10.2 Krengning (usymmetrisk fylling)

Et skip med sidetanker (tankskip) vil få usymmetrisk fylling når en eller flere sidetanker blir skadet. Skipet vil krenge som vist på figuren under.

Skade i en sidetank:



Vi ser at usymmetrisk fylling med fri væskeoverflate vil gi betydelig reduksjon i fribordet ved krenge enn ved symmetrisk fylling.

Her vil flotasjonscenteret (F) flyttes tverrskips (y) fra den skadede del til F<sub>2</sub>:

$$FF_2 = \frac{a_w \cdot y_F}{(A_w - a_w)} = \frac{a_w \cdot y_F}{A_{w2}}$$

$y_F$  = avstanden fra LCF (senterlinjen) til tankens/rommets tcg

$$y_{F2} = y_F + FF_2$$

Skipet vil krenge om F<sub>2</sub>, og for små krengevinkler kan krenagemomentet beregnes:

$$\text{Kr.M} = v \cdot y_{F2}$$

Fyllingen er ikke symmetrisk om senterlinjen, og vannlinjeplanet tverrskips arealregningsmoment i skadet tilstand ( $I_{T2}$ ) må beregnes med korreksjoner:

$$I_{T2} = I_T + A_w \cdot (FF_2)^2 - a_w \cdot (y_{F2})^2$$

Må deretter beregne KM i skadet tilstand ( $KM_2$ ) som vist foran:

$$KM_2 = KB + BB_2 + B_2M_2 = KB + \frac{v \cdot bg}{\Delta} + \frac{I_{T2} \cdot \rho}{\Delta}$$

Deretter kan GM i skadet tilstand beregnes:

$$GM_2 = KM_2 - KG$$

Krengevinkelen kan nå beregnes:

$$\tan \phi = \frac{\text{Kr.M.}}{\Delta \cdot GM_2}$$

**Eksempel 10.2**      **M/S "Damage"**

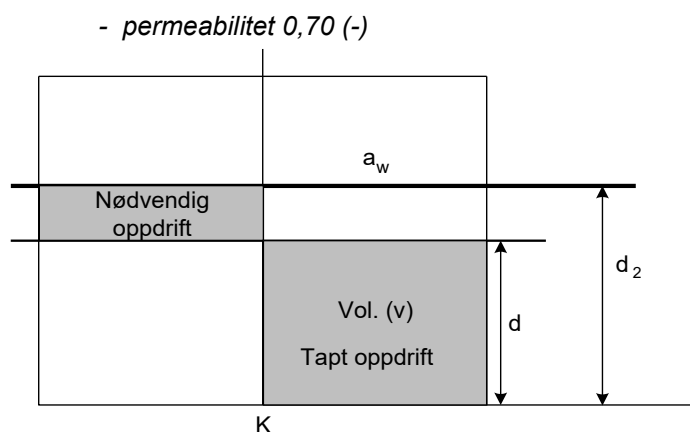
Skipet er et tankskip med senterkott:

**Før skade**

$$\begin{array}{llll}
 d \text{ "even"} & = & 5,00 \text{ m} & \Rightarrow \Delta & = & 5\,023 \text{ t} \\
 KG & = & 4,50 \text{ m} & & KM & = & 5,53 \text{ m} \\
 & & & & KB & = & 2,50 \text{ m} \\
 & & & & I_T & = & 14\,863 \text{ m}^4 \\
 & & & & I_L & = & 408\,333 \text{ m}^4
 \end{array}$$

**Før skade**

$$GM = KM - KG = 5,53 \text{ m} - 4,50 \text{ m} = \underline{1,03 \text{ m}}$$

**Skipet får skade i tank nr. 1 stb., trimforandring og krenkning****NEDSYNKNING**

(1) **Volum og vekt av vann i lasterommet** (volum og vekt av tapt oppdrift)

$$V_2 = l \cdot b/2 \cdot d \cdot \mu = 10 \text{ m} \cdot 7 \text{ m} \cdot 5,00 \text{ m} \cdot 0,7 = \underline{245,0 \text{ m}^3}$$

$$v_2 = V \cdot \rho = 245 \text{ m}^3 \cdot 1,025 \text{ t/m}^3 = \underline{251,1 \text{ t}}$$

(2) **Skadet vannlinjeareal ( $A_{W2}$ ) og  $TPC_2$**

$$a_w = l \cdot b = 10 \text{ m} \cdot 7 \text{ m} = \underline{70,0 \text{ m}^2}$$

$$A_{W2} = A_W - a_w = 980 \text{ m}^2 - 70 \text{ m}^2 = \underline{910,0 \text{ m}^2}$$

(3) **Nedsynkning pga tapt oppdrift i rommet**

$$\delta d = V_2 / A_{W2} = 245,0 \text{ m}^3 / 910,0 \text{ m}^2 = \underline{0,27 \text{ m}}$$

TRIMENDRING (usymmetrisk)

- Her får skipet en skade som fører til trimendring
- $y_F = 3,50$  m
- Lekteren dreier ikke lenger om hovedaksen ( $\otimes$ ), men om  $F_2$
- Må korrigere arealtreghetsmomentet ( $I_T$ )

**(1) Flytting av flotasjonscenter ( $FF_2$ ) pga skadet areal (langskips)**

$$FF_2 = (a_w \cdot x_F)/A_{w2} = (70 \text{ m}^2 \cdot 25 \text{ m})/910 \text{ m}^2 = \underline{1,92 \text{ m}} \text{ (akterover)}$$

$$x_{F2} = x_F + FF_2 = 25,00 \text{ m} + 1,92 \text{ m} = \underline{26,92 \text{ m}}$$

**(2) Skadet arealtreghetsmoment ( $I_{L2}$ ), med trimforandring (usymmetrisk)**

$$I_{L2} = I_L + A_w \cdot (FF_2)^2 - a_w \cdot (x_{F2})^2$$

$$I_{L2} = 408.333 \text{ m}^4 + 980 \text{ m}^2 \cdot (1,92 \text{ m})^2 - 70 \text{ m}^2 \cdot (26,92 \text{ m})^2 = \underline{361\,218 \text{ m}^4}$$

**(3) MTC i skadet tilstand ( $MTC_2$ )**

$$MTC_2 = (I_{L2} \cdot \rho)/(100 \cdot L) = (361\,218 \text{ m}^4 \cdot 1,025 \text{ t/m}^3)/(100 \text{ cm/m} \cdot 80,00 \text{ m}) =$$

$$MTC_2 = \underline{44,08 \text{ tm/cm}}$$

**(4) Trim i skadet tilstand**

$$tr_2 = (V \cdot x_{F2})/MTC_2 = (251,1 \text{ t} \cdot 26,92 \text{ m})/44,08 \text{ tm/cm} = \underline{153 \text{ cm (F)}}$$

**Dypganger i skadet tilstand**

$$d = 5,00 \text{ m}$$

$$\delta d = +0,27 \text{ m}$$

$$d_2 = 5,27 \text{ m}$$

$$x = (tr_2 \cdot LCF_2)/L = (+1,53 \text{ m} \cdot -1,92 \text{ m})/80 \text{ m} = -0,04 \text{ m}$$

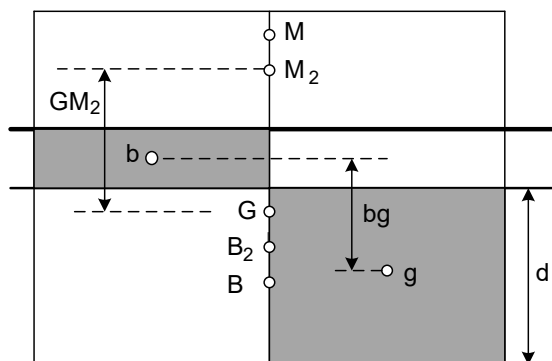
$$dM_2 = 5,31 \text{ m}$$

	A	M	F	trim
dM		5,31		
tr./2	-0,77		0,77	
<b>Avlest</b>	<b>4,55</b>	<b>5,31</b>	<b>6,08</b>	<b>1,53</b>

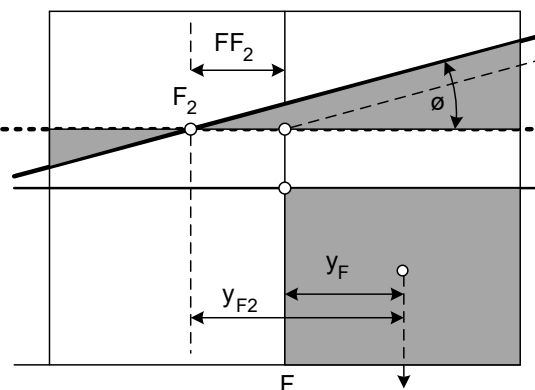
KRENGNING (usymmetrisk)

- Her får lekteren en skade som i tillegg fører til krenning
- Lekteren dreier ikke lenger om hovedaksen (senterlinjen), men om  $F_2$
- Må ta med korreksjoner til arealtrehetsmomentet ( $I_T$ )

Endring i stabilitet



Krenning:

GM I SKADET TILSTAND ( $GM_2$ )

$$GM_2 = (KB + BB_2 + B_2M_2) - KG$$

(1) Økning i KB ( $BB_2$ )

$$\begin{aligned} Kb &= d + \frac{1}{2} \cdot \delta d = 5,00 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot 0,27 \text{ m} &= 5,14 \text{ m} \\ Kg &= \frac{1}{2} \cdot d &= -2,50 \text{ m} \\ \hline bg & &= 2,64 \text{ m} \end{aligned}$$

$$BB_2 = (v \cdot bg) / \Delta = (251,1 \text{ t} \cdot 2,64 \text{ m}) / 5 \text{ 023 t} = \underline{\underline{0,13 \text{ m}}}$$

(2) Flytting av flotasjonssenter ( $FF_2$ ) tverrskips

$$\begin{aligned} FF_2 &= (a_w \cdot y_F) / A_{w2} = (70 \text{ m}^2 \cdot 3,50 \text{ m}) / 910 \text{ m}^2 &= 0,27 \text{ m (bb)} \\ y_{F2} &= y_F + FF_2 = 3,50 \text{ m} + 0,27 \text{ m} &= \underline{\underline{3,77 \text{ m}}} \end{aligned}$$

(3) Skadet arealtrehetsmoment ( $I_{T2}$ ), med krenning (usymmetrisk)

$$\begin{aligned} I_{T2} &= I_T + A_w \cdot (FF_2)^2 - a_w \cdot (y_{F2})^2 \\ I_{T2} &= 14.863 \text{ m}^4 + 980 \text{ m}^2 \cdot (0,27 \text{ m})^2 - 70 \text{ m}^2 \cdot (3,77 \text{ m})^2 &= \underline{\underline{13 \text{ 940 m}^4}} \end{aligned}$$

(4) BM i skadet tilstand ( $B_2M_2$ )

$$B_2M_2 = (I_{T2} \cdot \rho) / \Delta = (13 \text{ 940 m}^4 \cdot 1,025 \text{ t/m}^3) / 5 \text{ 023 t} = \underline{\underline{2,84 \text{ m}}}$$

(5) GM i skadet tilstand ( $GM_2$ )

$$GM_2 = (KB + BB_2 + B_2M_2) - KG$$

$$GM_2 = (2,50 \text{ m} + 0,13 \text{ m} + 2,84 \text{ m}) - 4,50 \text{ m} = \underline{\underline{0,97 \text{ m}}}$$

(6) Krengning pga. skade

$$\tan \varnothing = (V \cdot y_{F2}) / (\Delta \cdot GM_2) = (251,1 \text{ t} \cdot 3,77 \text{ m}) / (5\,023 \text{ t} \cdot 0,97 \text{ m}) = \underline{\underline{0,19\dots}}$$

$$\varnothing = \underline{\underline{10,9^\circ}}$$



# 11 EKSEMPEL PÅ STABILITETSOPPLYSNINGER

## 11.1 Gitt et RO-RO skip

Under er vist et RO-RO/bilferge hvor skottdekket er 3. dekk (trailerdekket), og en finner følgende om skipet:

- Inndelingsfaktor er 0,5 (2-avdelingskip)
- 14 vanntette seksjoner
- Nummerert aktenfra fra 1 til 14.

Skipet er bygget etter reglene i SOLAS-74, og når skipet er i stabil likevekt etter fylling, skal følgende krav oppfylles:

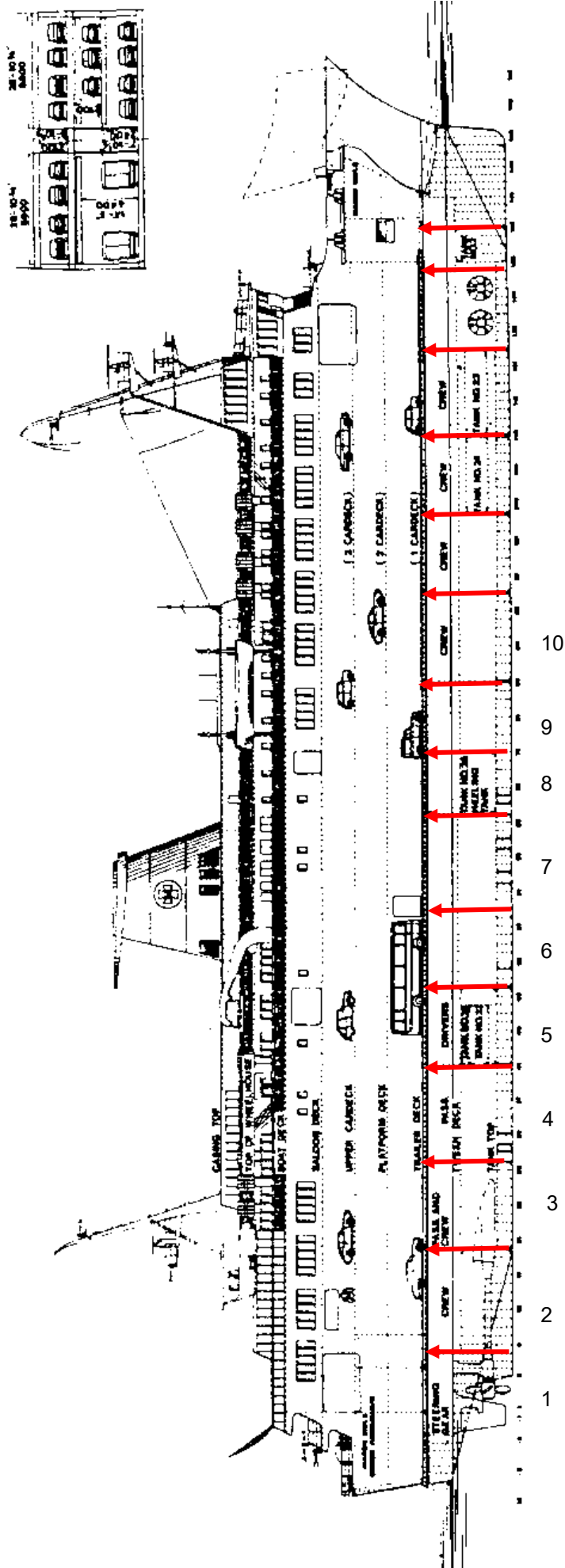
1. Ved en symmetrisk fylling skal det til slutt være en positiv metasenterhøyde (GM) på minst 50 mm.
2. Ved usymmetrisk fylling skal krengevinkelen ikke overskride 7°, etter at utligning er foretatt.
3. Grenselinjen skal ikke i noe tilfelle være under vann etter fyllingen.  
(76 mm under skottdekk)

Skipet er utstyrt med en tabell som viser fyllinger i de forskjellige rom. Fyllinger som ender på "0" er symmetriske fyllinger, og fyllinger som ender på "5" er usymmetriske.

Rom	Spant, fra - til		Fylling nr.	Utstrekning
1	-10	8	100	Total
2	8	20	200	Kun mellomdekk
3	20	30	300	Kun mellomdekk
4	30	41	405	Mellomdekk, tanktopp og S el. B side av bunntank (DB) 20
5	41	50	500	Kun mellomdekk
5	41	50	505	Mellomdekk, S el. B side av krengetank 28 og bunntak (DB) 19
6	50	70	600	Rom over tanktopp
6	50	70	605	Rom over tanktopp, DB 18, kofferdam 36 og tanker på S el. B side
7	70	85	705	Mellomdekk, tanktopp og S el. B side av krengetank 26 og DB 9
8	85	95	805	Mellomdekk, tanktopp, S el. B side av DB 6
9	95	104	900	Kun mellomdekk
9	95	104	905	Mellomdekk, tanktopp og S el. B side av DB 5
10	104	113	1000	Kun mellomdekk
10	104	113	1005	Mellomdekk, kofferdam 23 samt S el. B side av høytank 24 og DB 4
11	113	123	1100	Kun mellomdekk
12	123	133	1200	Kun mellomdekk
13	133	137	1300	Kun mellomdekk
14	137	159	1400	Total



RO-RO / bilferge:



## 11.2 GM-grensekurve

Kurvene på figuren på neste side kalles *GM-grensekurver*. De viste kurvene er utarbeidet for dette skipet og kan anvendes til to forskjellige formål.

- For det første kan de anvendes til å avgjøre om stabiliteten i intakt tilstand er tilstrekkelig til at skipet oppfyller kravene til lekkstabilitet.
- For det andre kan de brukes til å utlede visse opplysninger om skipets tilstand etter at en lekkasje har funnet sted.

Den øverste, tykke linjen er grensekurven for GM, og skipet kan kun seile når GM ut fra middeldypgående er over grensekurven.

I koordinatsystemet er det vist et antall punkt med nummer. Disse punktene er GM for en del lastekondisjoner som har dannet grunnlaget for skipets godkjennelse.

Opplysninger ut fra GM-grensekurve:

- Hver av de viste kurvene svarer til en bestemt lekkasje som medfører en bestemt fylling av skipet.
- Fyllingene er på kurvene angitt med nummer som svarer til de vanntette seksjonene.
- Hver av kurvene er satt ut på en slik måte at dersom GM i intakt tilstand for et gitt dypgående faller sammen med kurven for den gitte fyllingen, oppfyller skipet kravet til lekkstabilitet for denne fyllingen,  $GM = 0,05$  m.
- På samme måte vil kurven vise at skipet etter fylling vil ha en krengevinkel på  $7^\circ$ .
- Den øverste, optrukne kurven er grensekurven for GM
- *Skipet kan kun seile når GM ut fra dypgående faller på eller over grensekurven.*

## 11.3 Bruk av GM-grensekurve

### Eksempel 11.3.1

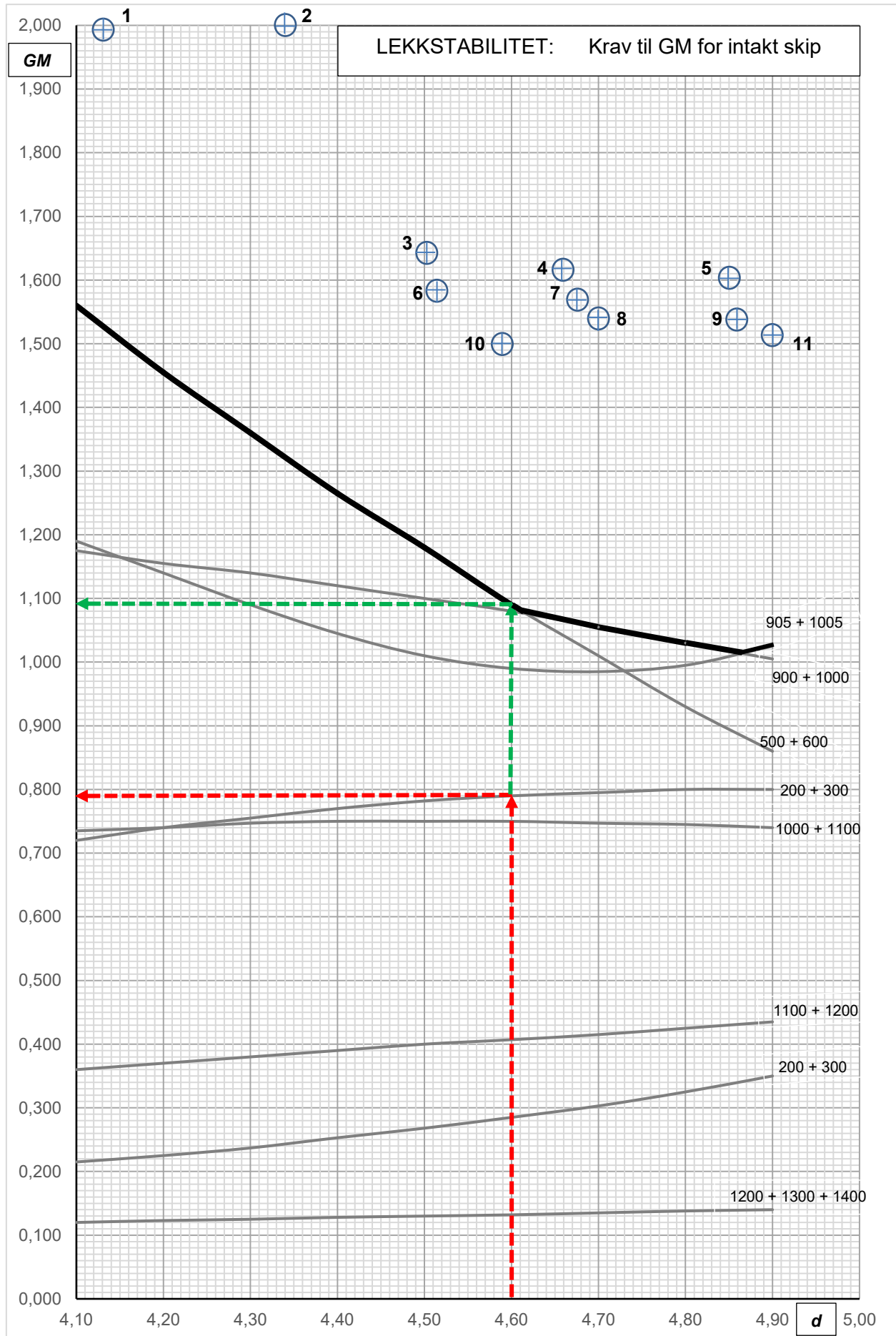
"d" før skade : 4,60 m

Skade : **200 + 300** (symmetrisk)

Ved denne skaden må skipet ha en minimum GM på 0,79 m (se kurve) for å være innenfor kravet til GM etter fylling på 0,05 m ( $GM_2$ ).

Imidlertid må skipet ha en minimum GM på 1,09 m for å kunne gå til sjøs.

Eksempel 11.3.1:



**Eksempel 11.3.2**"d" før skade : 4,70 mSkade : **905 + 1050** (usymmetrisk)

Ved denne skaden må skipet ha en minimum GM på 0,98 m (se kurve neste side) for å være innenfor kravet til GM etter fylling på 0,05 m (GM<sub>2</sub>).

I tillegg vil skipet ha en krengevinkel ved denne GM på 7° krenkning. Imidlertid må skipet ha en minimum GM på 1,06 m for å kunne gå til sjøs.

**Eksempel 11.3.3**

"d" før skade = 4,70 m

GM før skade = 1,20 m

Lekkasje: ved spant 104

Fylling : Kun mellomdekk (symmetrisk)

**900 + 1000**Resultat etter fylling:GM<sub>GK</sub> = 1,05 m

(Minimum GM for å seile)

GM etter skade = 0,05 m

(Krav til minimum GM etter skaden)

 $\delta$  GM = 1,00 mGM før skade = 1,20 mGM etter skade = 0,20 m

Da fyllingen er symmetrisk, og GM stadig er positiv, vil skipet etter fyllingen ligge uten krenkning.

Ved lekkasjen vil skipet få en viss nedsynkning og trimendring. En kan imidlertid trekke den slutningen at fribordet etter lekkasjen er minst 76 mm.

**Eksempel 11.3.4**

d = 4,70 m

GM = 1,20 m

Lekkasje : ved spant 104

Fylling : **905 + 1005**

Usymmetrisk fylling

Resultat etter fylling:GM<sub>GK</sub> = 0,98 m

(Minimum GM for å seile)

GM etter skade = 0,05 m

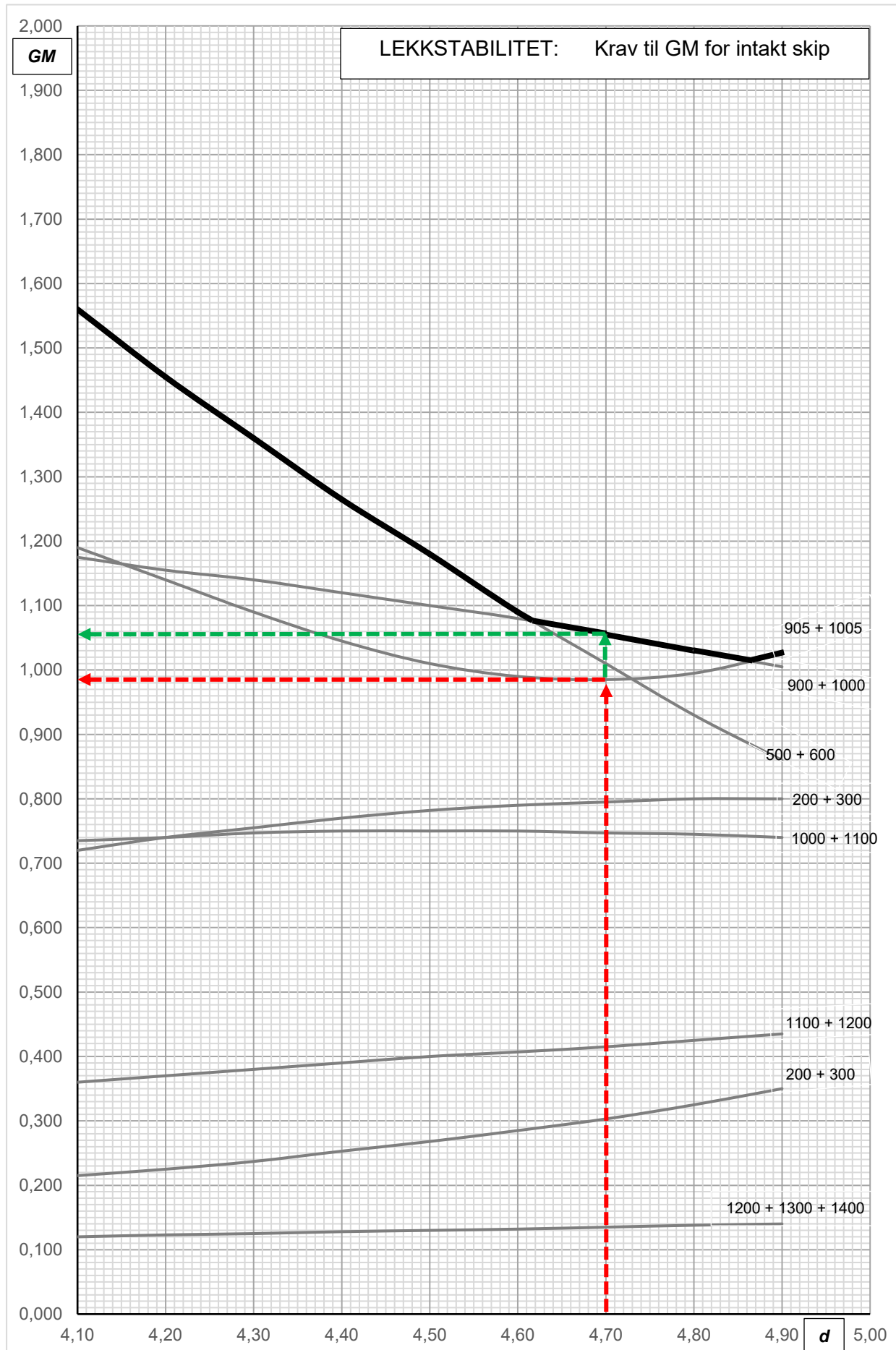
(Krav til GM etter skaden)

 $\delta$  GM = 0,93 mGM før skade = 1,20 mGM etter skade = 0,27 m

Da fyllingen er usymmetrisk, og GM stadig er positiv, vil stabilitetskravet om maksimalt 7° krenkning være oppfylt. Man kan da fastslå at skipets krenkning vil være mindre enn 7° etter fylling.

Ved lekkasjen vil skipet få en viss nedsynkning og krenkning. En kan imidlertid trekke den slutningen at fribordet etter lekkasjen er minst 76 mm.

## Eksempel 11.3.2:



## 11.4 Krengekurver for usymmetrisk fylling

Kurvene på neste side viser skipets krenkning ved forskjellige usymmetriske fyllinger som funksjon av GM. Kurvene er beregnet ved forskjellig dypgående, og under er det vist kurver ved skipets sommerdypgående, 4,90 m.

Figuren under viser:

- Kurver for den maksimale krengevinkel under fylling for en del usymmetriske fyllinger ut fra GM og dypgående.

Under både symmetrisk og usymmetrisk fylling vil det kunne skje at GM er mindre enn etter fylling.

Under fylling og innen utligning ved kryssfylling vil skipets krenkning derfor være større enn når fylling og utligning har funnet sted.

Utligning er kun påkrevet når det er nødvendig å holde den endelige krenkningen under  $7^\circ$ .

Hvis fylling som følge av lekkasje gir skipet en for stor krengevinkel, skal det være installert anordninger til utligning av krenkningen slik at krengevinkelen oppfyller kravene.

Disse anordningene skal, såfremt det er praktisk gjennomførbart, være automatiske. Men i de tilfeller hvor det finnes kontrollstyring av krossoverfylling, skal betjeningen kunne skje fra et sted over skottdekket.

## 11.5 Bruk av krengekurver for usymmetrisk fylling

### Eksempel 11.5.1)

*Før skade:*

$$\begin{aligned} d &= 4,90 \text{ m} \\ GM &= 1,20 \text{ m} \end{aligned}$$

*Krengevinkel:*

$$\varnothing_K \approx \underline{11,2^\circ}$$

*Skade:*

$$605 + 705$$

### Eksempel 11.5.2)

*Før skade:*

$$\begin{aligned} d &= 4,90 \text{ m} \\ GM &= 1,20 \text{ m} \end{aligned}$$

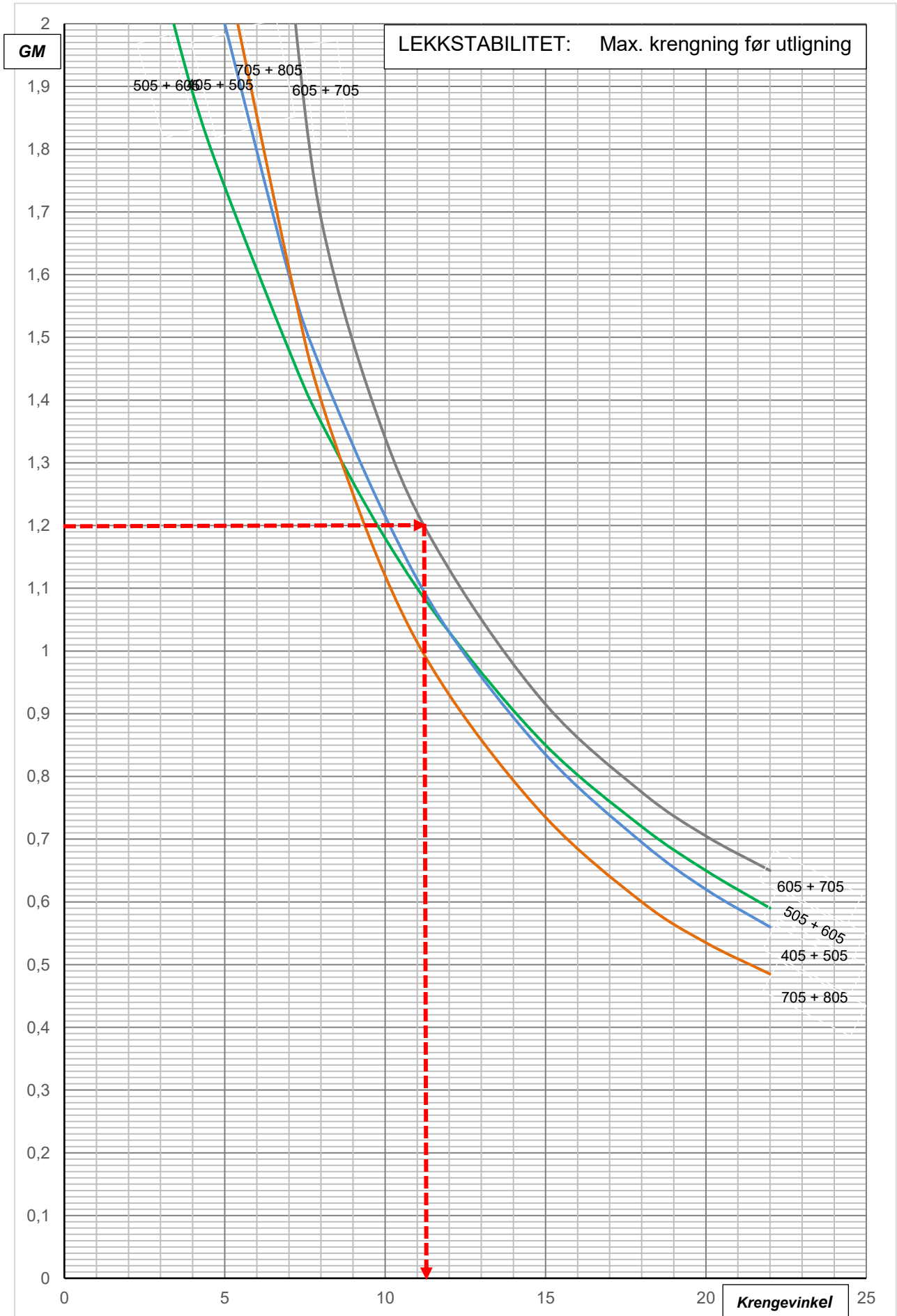
*Krengevinkel:*

$$\varnothing_K \approx \underline{8,3^\circ}$$

*Skade:*

$$705 + 805$$

**Eksempel 11.5.1:**



## 12 DOKKING OG VERKSTEDOPPHOLD

### 12.1 Planlegging av verkstedopphold

For at en skal få gjennomført et effektivt verkstedopphold, er det nødvendig å ha god systematikk, en gjennomarbeidet plan for verkstedoppholdet og et godt samarbeid mellom rederi, skip og verksted.

Planleggingen om bord omfatter stort sett:

- registrering av reparasjonsbehovet og utarbeiding av verkstedlister
- gjennomgang av spesifikasjoner
- plan for eget arbeid, reisereparatører etc., i forhold til
- generelle forhold i forbindelse med skipet og verkstedet
- merking av de objektene som skal repareres
- organisering og oppfølging av verkstedoppholdet

Planleggingen på rederikontoret omfatter:

- utarbeiding av spesifikasjon og innhenting av pristilbud
- arbeid med kontraktsforhold og framdriftsplan
- kontakt med klasseinstitusjon og sjøfartsmyndigheter og undersøkning av klasse- og sertifikatforhold og undersøkelse av bunn, propell, og hylse etc. ved en eventuell dokking
- kontakt med verksted og besøk om bord i skipet
- koordinering og oppfølging av innkjøp
- registrering av behov for personell og spesialister og
- oppsett av en plan for dette

### 12.2 Registrering av reparasjonsbehov – verkstedlister

Verksted- eller reparasjonslistene utgjør den største og viktigste delen av spesifikasjonsgrunnlaget. Når en skal lage en god verkstedliste, er det nødvendig med rutiner for systematisk registrering av reparasjonsbehovet.

Slike rutiner inngår i moderne pc-baserte vedlikeholdssystemer, men det forutsetter at systemet kontinuerlig oppdateres.

Generelt blir verkstedlisten laget på grunnlag av følgende:

- En kontinuerlig registrering av reparasjonsbehovet ved at en under det daglige vedlikeholdet om bord merker seg alle ting som må repareres, forandres eller fornyes.
- Registreringene skal senere legges frem på ukentlige planleggingsmøter.
- Hver registrering vurderes om de kan gjøres av egne folk eller reisereparatører, og kan legges inn i skipets arbeidsplaner.
- Må skipet på verksted, må det skrives ut arbeidsordre med alle nødvendige spesifikasjoner.

Alle punkter på verkstedlisten bør vurderes nøye. Det kan for eksempel være aktuelt å bruke reisereparatører da tiden på verksted i seg selv er kostbar og fører til tap av fraktinntekter.



Når det gjelder hvilke data og opplysninger som skal registreres, er hovedregelen at jo flere opplysninger verkstedet får om jobben, desto bedre blir anbudet og planleggingen.

De som ser reparasjonsobjektet eller skaden utelater ofte informasjon som mottaker, som ikke ser gjenstanden eller skaden, er avhengig av for at de skal kunne få et fullstendig bilde av jobben.

I uheldige tilfeller kan det føre til at verkstedet får for få opplysninger til å kunne gjøre jobben så godt som mulig, og føre til ekstra tid og kostnader.

Beholdningen av reservedeler må kontrolleres jevnlig, og nye deler må bestilles etter behov. Dette inngår i moderne vedlikeholdssystemer, men forutsetter også her at systemet blir ajourført.

## 12.3 Spesifikasjon

Spesifikasjon er et viktig ledd i forberedelsen, planleggingen og gjennomføringen av verkstedoppholdet. Den danner grunnlaget for:

- Innhenting av anbud og etterfølgende kontrakt
- Bestilling av folk og materiell
- Planlegging på skip, i rederi og på verksted
- Ordre- og arbeidsbeskrivelse på verksted
- Kommunikasjon før, under og etter verkstedoppholdet
- Oppfølging og oppgjør
- Budsjettering
- Oppdatering av vedlikeholds- og reservedelsystemet

For at verkstedoppholdet skal bli så vellykket som mulig, må spesifikasjonen være mest mulig entydig med hensyn til sted, type, dimensjoner etc., og samtidig gi en nøyaktig beskrivelse av omfanget av reparasjonen.

Spesifikasjonen er videre det viktigste kommunikasjonsgrunnlaget mellom rederi og verksted. Sett fra verkstedets side er spesifikasjonen ofte det eneste grunnlaget det har å bygge på i anbuds- og forberedelsesfasen.

En dårlig spesifikasjon kan blant annet føre til at arbeidet kommer sent i gang, og at det påløper mye uforutsett tilleggsarbeid. For rederiet blir det dermed lengre avbrudd, større kostnader etc.

Spesifikasjonen er gjerne delt inn i 4 hovedemner, som igjen blir delt inn i mer detaljerte opplysninger:

1. Generelle opplysninger om skipet, dimensjoner, maskineri etc.
2. Generelle dokkings- og reparasjonsvilkår, kontraktsforhold etc.
3. Opplysninger om service.
4. Reparasjonsarbeid.

## 12.4 Spesifikasjon og reparasjonsarbeid

Når det gjelder selve reparasjonsarbeidet, bør spesifikasjonen inneholde følgende opplysninger:

### **Skisser, tegning og fotografier:**

- Alle relevante tegninger, bilde og eventuelle skisser av reparasjonen.

### **Komponentdata:**

- Komponentnavn, fabrikat, typebetegnelse, serienummer, kapasitet, tegning, instruksjonsnummer, vekt, dimensjoner etc.

### **Stedsangivelse:**

- Hvor om bord reparasjonsobjektet eller skaden befinner seg.

### **Beskrivelse av feil:**

- Kort, konsis og opplysende beskrivelse av hvorfor det er behov for reparasjon.

### **Jobb-beskrivelse:**

- Beskrivelse av hva som skal gjøres, eventuelt med aktuelle alternativer. Dersom klassen skal innkalles, noterer en det.

### **Materialer, deler og verktøy:**

- Hvem som skal skaffe og holde deler, rekvisita, materialer og eventuelt spesialverktøy.

### **Mål, dimensjoner, kvaliteter, standardreferanser, eventuelt ordrenummer etc.:**

### **Tilkomstarbeider:**

- Behov for rengjøring, stillinger, demontering etc.

## 12.5 Forberedelse til verkstedopphold

I perioden fra verksted er valgt til skipet ankommer verksted for dokking eller reparasjon, bør det være et forberedende møte om bord mellom inspektør, skipsledelse og representanter fra verkstedet.

Av saker en bør ta opp kan nevnes:

- Gjennomgang av spesifikasjonen
- Kontroll og koordinering av bestillinger og leveranser av reservedeler, verktøy, tegninger etc.
- Avtale om hvem som innkaller spesialister
- Avtale om organiseringen av gjennomføringen
- Oppsett, eventuelt justering av fremdriftsplaner for arbeidet.

## 12.6 Gjennomføring av verkstedopphold

For at verkstedoppholdet skal bli vellykket, er det nødvendig å sette opp en fremdriftsplan før arbeidet begynner. Denne fremdriftsplanen skal danne grunnlaget for gjennomføringen av verkstedsoppholdet. Et stikkord her er kommunikasjon.

Verkstedet har sine arbeidsformenn som skal lede de ulike oppgavene, og skipet eller rederiet har sine inspektører og offiserer som skal kontrollere og godkjenne arbeidet. Alle bør vite hvem som gjør og har ansvaret for hva.

Under gjennomføringen av verkstedoppholdet er det ofte praktisk å ta utgangspunkt i fremdriftsplanen. Den gir en oversikt over fremdriften i arbeidet slik at en kan oppdage forsinkelser tidlig og sette i verk eventuelle justeringer.

Planen gjør det ofte lettere å se konsekvensene av å sette i verk slike tiltak og tilleggsarbeider og å takle uforutsette hendelser underveis.

Under oppholdet bør det videre holdes daglige, korte møter mellom skipsledelsen, inspektører og representanter fra verkstedet der en drøfter:

- Fremdrift
- Korrigering av planer eventuelle
- Eventuelle tekniske problemer etc.

## 12.7 Andre forhold

Av andre forhold en bør passe på under et verkstedopphold, kan nevnes:

- Offiserer og formenn kontrollerer alle jobber på reparasjonslistene. Klassen og/eller skipskontrollen skal varsles for jobber som angår skipssertifikater.
- Hver enkelt offiser og inspektør fører tid- og mannskapsliste for hver jobb.
- Dersom det ved kontroll blir oppdaget feil eller mangler ved arbeidet, må rapport sendes tjenestevei.
- En må særlig være oppmerksom på forhold, skader og mangler som kan ha betydning for klasse og/eller sertifikater.
- Dagen skal avsluttes med en oppsummering og et eventuelt statusmøte. Dette er spesielt viktig av hensyn til progresjonen i arbeidet, og for å gi kaptein og maskinsjef oversikt over hvordan arbeidet går.
- Det bør ikke settes i gang arbeid utover det som står på verkstedlistene uten etter samråd med teknisk inspektør eller driftsavdeling. Slike ekstraarbeider har lett for å bli kostbare.

### ***Havarireparasjoner og dagbok***

Under de fleste verkstedopphold blir det foretatt reparasjoner på grunn av havari eller skader. For slike assuresaker er det viktig å huske på at det nesten alltid kommer spørsmål om journalutdrag (fra dagboka).

Det er nemlig journalutdraget og en eventuell besiktigelsesrapport som danner grunnlaget for oppgjør med assureselskapet.

### ***Sluttrapport til rederiet***

Etter verkstedoppholdet sender skipet en utførlig rapport til rederiet som bør inneholde:

- Hva som er blitt utført
- Hvordan det er blitt gjort
- Kvaliteten på arbeidet
- Effektiviteten på arbeidet

Rederiet får dermed et bedre vurderingsgrunnlag når det skal velge verksted senere. Det finnes også standardskjema for slike rapporter).

## 12.8 Skrog- og bunnbesiktigelse

For klassifiserte skip er det inspektører («surveyors») fra skipets klasseinstitusjon som foretar bunnbesiktelsen. Den blir vanligvis foretatt når skipet står i tørrdokk eller på slipp, og klasseinstitusjonen må da varsles på forhånd og godkjenne opplegget for besiktelsen.

*Før en foretar bunn- og skrogbesiktelse må skroget være grundig rengjort.*

Besiktelsen omfatter vanligvis:

### **Utvendig skrog**

Stevner, hud, kjøll og bunn kontrolleres for groper og tæring. Bulb og andre sterkt krummede flater har mange knutepunkter (sveiser), og en må være oppmerksom på at sprekker kan oppstå her.

### **Baugtruster**

Vær oppmerksom på konstruksjonen rundt den med hensyn på belastningsskader (sprekddannelser).

### **Sjøkasser**

Disse er spesielt utsatt for lokale tæring og sprekker, særlig der luftlommer og temperatur-svingninger er fremtredende.

### **Inntaks- og overbordløp**

Her må en kontrollere for tæring, sprekker, materialsprøhet og skader. Alle ventiler skal besiktes i åpen tilstand og funksjonsprøves. Kontroller stengeinnretninger for inntaks- og overbordventilene.

### **Ror**

Kontroller rorstamme, rorplate og rorlagre for tæring, skader sprekker, slitasje og sikring av muttere. Mål klaringer og sammenlign med tidligere målinger hvis det er mulig. Leverandøren kan også gi opplysninger om akseptkriterier.

Dersom ingen lekkasje eller ytre skader er påvist, er det vanligvis ikke nødvendig å demontere rorstammen for ytterligere kontroll. Noter klaringer om rorstammen er løst ned.

### **Propell**

Kontroller om det er skader (ubalanse), slark eller kavitasjon. For vribare propellere skal hode og vinger kontrolleres for lekkasje. Dersom det er løse vinger eller lekkasje må propellen åpnes for slitasjekontroll av klosser og klaringer i bladanlegget.

Fast propell som sitter på kon og kile, må tas av slik at en får undersøkt om det er sprekddannelser i kilespor og i forkant av kon og kile.

### **Propellaksel**

Akselen skal kontrolleres for slitasje, tæring og sprekker. Akseptabel reduksjon er ca. 5 % av den originale regeldiameteren. Vær oppmerksom på at propellakslar kan være overdimensjonert i forhold til regelkrav.

### **Hylsetetning**

Arrangementet skal kontrolleres for lekkasje. Vær oppmerksom på at for simpleksboks må smøreolje renne ut før en kan påvise eventuell lekkasje.

**Lagerklaringer**

Mål klaringer og sammenlign med tidligere målinger og/eller innhent opplysninger fra leverandøren. Dersom ingen andre kriterier kan fremskaffes, er det en tommelfingerregel at maksimal klaring er to ganger den originale klaringen.

Større hylsebokser er ofte utstyrt med målestav for måling av slitasje i hylselageret. Skriv ned klaringer.

**Utsettelse med akseltrekk**

For propellaksler med godkjent hylsetetningsarrangement og oljesmurte lager er hovedregelen at akseltrekk skal foretas ved sertifikatfornyelse hvert femte år.

Skipskontrollen skal etter søknad i hvert enkelt tilfelle vurdere om det kan gis utsettelse med akseltrekk til neste femårsbesiktelse. Det forutsettes at det blir foretatt en grundig besiktelse etter klasseinstitusjonens regler med tilfredsstillende resultat.

## 12.9 Opplysninger under dokking

Den tilsynelatende enkle oppgave å plassere et skip i en dokk uten at skip eller dokk skal utsettes for unødvendige påkjenninger, krever et intimt samarbeid mellom skip og verksted.

Allerede på konstruksjonsstadiet må man ta hensyn til de krefter skipets bunn skal oppta ved dokking. Veritas har følgelig utarbeidet regler for en «normal dokkingsstyrke» som byggeren må ta til følge ved konstruksjonen av bunnen.

Det offentlige tilsyn krever at skipet skal utstyres med tilstrekkelig data for å beregne stabiliteten til enhver tid, og klassen krever tilstrekkelig beregningsgrunnlag for kontroll med langskipspåkjenninger.

Når vi ser bort fra de spesielle opplysninger spesialskip av forskjellige typer krever, er de vanligste data skipet utstyres med som følger:

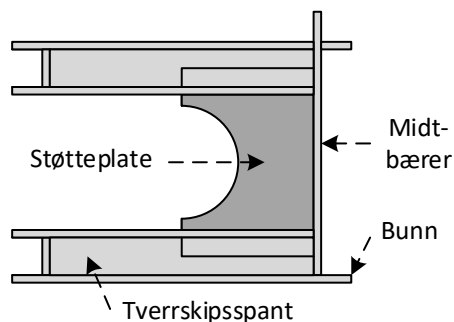
- Generalarrangement.
- Kapasitetsplan (lasteskala)
- Kurveblad, hvor de vesentligste hydrostatiske kurver/tabeller er oppført.
- KY (KN)- eller M<sub>0</sub>S-kurver som danner grunnlaget for stabilitetsberegninger.
- Trimdiagram, for tankskip også trim og stressdiagram.
- Peiletabeller, for tankskip også ullagetabeller.
- Retningslinjer for gunstigste plassering av last og ballast mht. langskipspåkjenninger, vanligvis gitt i oppgave fra klassen.
- For spesialskip dessuten restriksjoner for kritiske tilfeller ved lasting/lossing.
- Oppgave over lettskipsvekt med tilhørende tyngdepunkt.
- Tabeller over volum og tyngdepunkt i alle rom og tanker.
- Trim og stabilitetsplaner for en rekke aktuelle lastekondisjoner.
- Dokkingsplan med nødvendige data for dokksetting.
- Klassetegninger som omfatter:
  - midtspant.
  - profil og dekkplaner.
  - hudutfolding.
  - akterstevn og ror.
  - forstevn.

## 12.10 Dokkingsplan

Før dokking gis verkstedet opplysninger om skipets hoveddimensjoner, dypgående, trim og bunnreis. I denne oversikten er det ikke medtatt tegninger etc. vedrørende maskin, heller ikke spesielle sikkerhetsmessige tegninger og instruksjer.

Dokkingsplanen viser bunnkonstruksjonen med angivelse av hvor dokkblokkene skal plasseres, slingrekjølens forløp, sjøvannsinntak, plassering ekkolodd, undervannslogg etc.

### *Dobbeltbunn med støtteplate:*



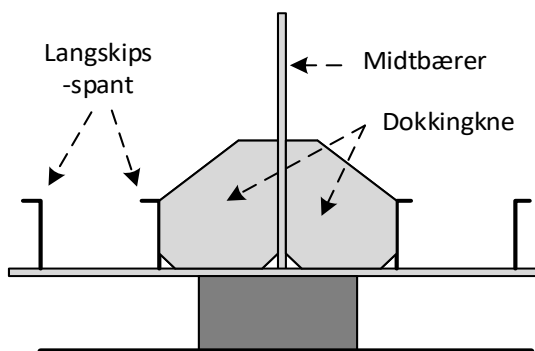
Som følge av at skipet først settes på kjølblokkene, må skipets vekt opptas av bunnkonstruksjonen.

Det er derfor meget viktig at det platefelt som blokkene kommer under, er tilstrekkelig forsterket ovenfra.

Veritas forlanger her støtteplater på hvert spant som forbinder dobbeltbunnspant og midtbærer.

For dobbeltbunnskip med langskipsspant forlanges det støtteplater med maksimum 1,2 m avstand og at det mellom disse skal være dokkingknær.

### *Midtbærer med dokkingkne:*



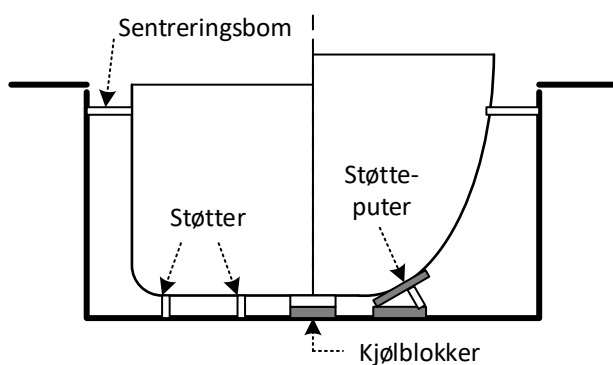
På tankbåter er det vanlig praksis å plassere dokkingknærne med 1,0-1,2 m avstand.

Ved dokking av store skip nyttes, foruten kjølblokker, også vanligvis en rad med blokker lenger ute på hver side.

Gjelder det et skip med to langskipsskott, arrangeres sideblokkene slik at de følger skottlinjene.

Dokkingsplanen oversendes verkstedet i god tid, slik at man på grunnlag av de gitte opplysninger kan slutte seg til skipets plassering i dokken, dokkblokkenes høyde og plassering og spesielle hensyn som må tas mht. store vektkonsentrasjoner og overheng for og akter.

### *Det enkleste utstyret i en dokk:*



En sentreringsanordning plasserer skipet over kjølblokkene, og utpumpingen kan starte.

Når kjølen hviler godt an på blokkene, skyves sideputene inn, og med normal skrogform regner en med at skipet står støtt med denne understøttelsen.

For bunnreparasjoner og prøving av større tanker må bunnen ha ekstra støtte.

## 12.11 Last/ballast under dokking

Normalt har skipet ikke last inne under dokkingen, men i tilfelle havari eller i andre tilfeller hvor skipet skal dokke mens det har last inne, tillater klasseselskapene normalt et tørrlasteskip å dokke med inntil 25 % av dødvekten om bord, og i visse tilfeller opp til 50 %.

Skal dette skje, må en rekke nærmere angitte betingelser være oppfylt. Har skipet skade i bunn må det sendes nøyaktig opplysning om dette slik at det kan bli tatt hensyn til ved plassering av dokkblokker.

I denne anledning må det her gjøres oppmerksom på at for tankskip som skal dokke kreves det et sertifikat som forteller at skipet er gassfritt før det dokker.

Et slikt sertifikat, som blir utstedt ved ankomst, forteller at skipet er fritt for eksplosjonsfarlige gasser og gassdannede oljerester og at det under ingen omstendigheter ikke er fare for eksplosjon eller antennelse.

Sertifikatet utstedes i to eksemplarer, det ene til verftet og det andre skal slås opp på et lett synlig sted om bord.

## 12.12 Spesielle problemer med store skip

På grunn av det store dypgående disse skipene har akter når de er tomme, må en for overhodet å få dem inn i dokken ta inn store mengder ballast i forskipet for å få trimmet dem tilstrekkelig forover.

Det kan også være påkrevet under ugunstige værforhold å ta inn en del ballast for at man på en sikker måte skal få manøvrert skipet inn i dokken.

Ballasten man tar inn i forskipet, vil gi store "hogging"-påkjenninger på skipet så lenge det flyter og gi store lokale påkjenninger på bunnkonstruksjonen når skipet hviler på blokkene.

Som norm for ballastmengde ved dokking angir Veritas 28 % av deplasementet på skip under 50.000 t og 20 % av deplasementet for skip på 300.000 t.

For mellomliggende skipsstørrelser vil prosenten være en lineær verdi. Dokkes skipet med blokker bare under midtbærer, må ballasten konsentreres i sentertankene.

Det kan naturligvis hende at det blir nødvendig med unormalt store ballastmengder i en eller flere tanker. I slike tilfeller er det å anbefale at en retter en forespørsel til klassen, som vil foreta de nødvendige beregninger over aktuell belastning.

Se for øvrig plansje for M/T MILLENNIUM, "Condition No 17 – Docking Condition".

## 13 M/S "Damage"

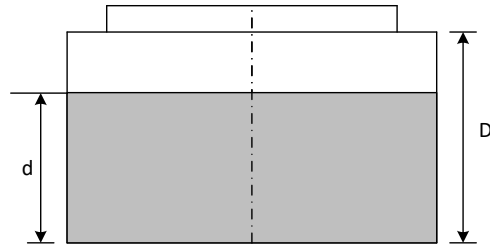
Skipet MS «Damage» er laget av forfatter for å kunne ha et enkelt grunnlag for beregninger angående «Lekkstabilitet».

### 13.1 Generelle opplysninger

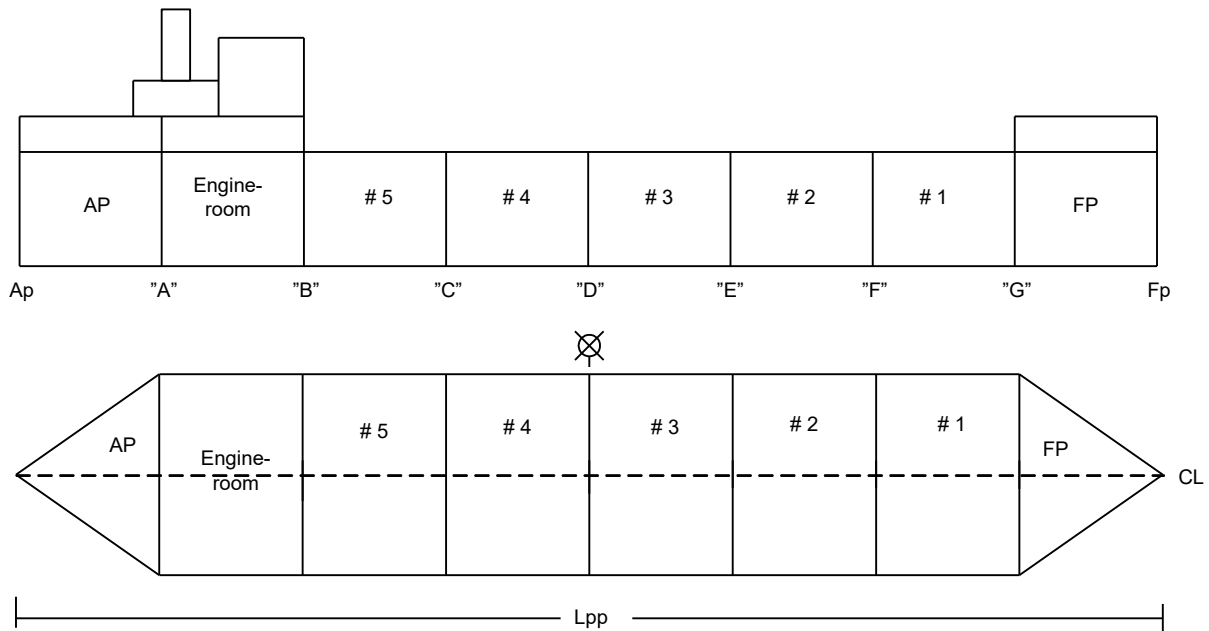
#### Skipets data:

L	=	80,00 m
L <sub>pp</sub>	=	80,00 m
B	=	14,00 m
D	=	8,00 m
d <sub>sommer</sub>	=	5,80 m
Fribord	=	2,20 m
C <sub>b</sub>	=	0,875 (-)
C <sub>w</sub>	=	0,875 (-)

#### Midtspant:



#### Skipets seksjoner:



#### Opplysninger om seksjoner:

Nr.	l (m)	b (m)	a <sub>w</sub> (m <sup>2</sup> )	i <sub>T</sub> (m <sup>4</sup> )	h (m)	Vol. (m <sup>3</sup> )	V <sub>cg</sub> (m)	L <sub>cg</sub> (m)
FP	10,00		70,0	572	8,00	560,0	4,00	73,33
#1	10,00	14,00	140,0	2 287	8,00	1 120,0	4,00	65,00
#2	10,00	14,00	140,0	2 287	8,00	1 120,0	4,00	55,00
#3	10,00	14,00	140,0	2 287	8,00	1 120,0	4,00	45,00
#4	10,00	14,00	140,0	2 287	8,00	1 120,0	4,00	35,00
#5	10,00	14,00	140,0	2 287	8,00	1 120,0	4,00	25,00
ER	10,00	14,00	140,0	2 287	8,00	1 120,0	4,00	15,00
AP	10,00		70,0	572	8,00	560,0	4,00	6,67
	80,00		980,0					



M/V "Damage"

## Hydrostatiske tabeller

d (m)	Vol. (m3)	Depl. (t)	KB (m)	I <sub>T</sub> (m4)	BM <sub>T</sub> (m)	KM <sub>T</sub> (m)	A <sub>w</sub> (m2)	TPC (t/cm)	LCF <sub>Ø</sub> (m)	LCB (m)	I <sub>L</sub> (m4)	MTC (tm/cm)	BM <sub>L</sub> (m)
<b>4,00</b>	<b>3 920</b>	<b>4 018</b>	<b>2,00</b>	<b>14 863</b>	<b>3,79</b>	<b>5,79</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>104,17</b>
4,10	4 004	4 104	2,05	14 863	3,71	5,76	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	101,98
4,20	4 088	4 191	2,10	14 863	3,64	5,74	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	99,88
4,30	4 176	4 280	2,15	14 863	3,56	5,71	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	97,79
4,40	4 293	4 400	2,20	14 863	3,46	5,66	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	95,12
4,50	4 410	4 520	2,25	14 863	3,37	5,62	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	92,59
4,60	4 494	4 607	2,30	14 863	3,31	5,61	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	90,86
4,70	4 578	4 693	2,35	14 863	3,25	5,60	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	89,19
4,80	4 666	4 782	2,40	14 863	3,19	5,59	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	87,52
4,90	4 783	4 902	2,45	14 863	3,11	5,56	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	85,37
<b>5,00</b>	<b>4 900</b>	<b>5 023</b>	<b>2,50</b>	<b>14 863</b>	<b>3,03</b>	<b>5,53</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>83,33</b>
5,01	4 910	5 033	2,50	14 863	3,03	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	83,17
5,02	4 920	5 043	2,51	14 863	3,02	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	83,00
5,03	4 929	5 053	2,51	14 863	3,02	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	82,84
5,04	4 939	5 063	2,52	14 863	3,01	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	82,67
5,05	4 949	5 073	2,52	14 863	3,00	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	82,51
5,06	4 959	5 083	2,53	14 863	3,00	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	82,35
5,07	4 969	5 093	2,53	14 863	2,99	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	82,18
5,08	4 978	5 103	2,54	14 863	2,99	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	82,02
5,09	4 988	5 113	2,54	14 863	2,98	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	81,86
<b>5,10</b>	<b>4 998</b>	<b>5 123</b>	<b>2,55</b>	<b>14 863</b>	<b>2,97</b>	<b>5,52</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>81,70</b>
5,11	5 008	5 133	2,55	14 863	2,97	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	81,54
5,12	5 018	5 143	2,56	14 863	2,96	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	81,38
5,13	5 027	5 153	2,56	14 863	2,96	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	81,22
5,14	5 037	5 163	2,57	14 863	2,95	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	81,06
5,15	5 047	5 173	2,57	14 863	2,94	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	80,91
5,16	5 057	5 183	2,58	14 863	2,94	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	80,75
5,17	5 067	5 193	2,58	14 863	2,93	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	80,59
5,18	5 076	5 203	2,59	14 863	2,93	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	80,44
5,19	5 086	5 213	2,59	14 863	2,92	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	80,28
<b>5,20</b>	<b>5 096</b>	<b>5 223</b>	<b>2,60</b>	<b>14 863</b>	<b>2,92</b>	<b>5,52</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>80,13</b>
5,21	5 106	5 233	2,60	14 863	2,91	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	79,97
5,22	5 116	5 243	2,61	14 863	2,91	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	79,82
5,23	5 125	5 254	2,61	14 863	2,90	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	79,67
5,24	5 135	5 264	2,62	14 863	2,89	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	79,52
5,25	5 145	5 274	2,62	14 863	2,89	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	79,37
5,26	5 155	5 284	2,63	14 863	2,88	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	79,21
5,27	5 165	5 294	2,63	14 863	2,88	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	79,06
5,28	5 174	5 304	2,64	14 863	2,87	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	78,91
5,29	5 184	5 314	2,64	14 863	2,87	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	78,76
<b>5,30</b>	<b>5 194</b>	<b>5 324</b>	<b>2,65</b>	<b>14 863</b>	<b>2,86</b>	<b>5,51</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>78,62</b>
5,31	5 204	5 334	2,65	14 863	2,86	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	78,47
5,32	5 214	5 344	2,66	14 863	2,85	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	78,32
5,33	5 223	5 354	2,66	14 863	2,85	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	78,17
5,34	5 233	5 364	2,67	14 863	2,84	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	78,03
5,35	5 243	5 374	2,67	14 863	2,83	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	77,88
5,36	5 253	5 384	2,68	14 863	2,83	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	77,74
5,37	5 263	5 394	2,68	14 863	2,82	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	77,59
5,38	5 272	5 404	2,69	14 863	2,82	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	77,45
5,39	5 282	5 414	2,69	14 863	2,81	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	77,30
<b>5,40</b>	<b>5 292</b>	<b>5 424</b>	<b>2,70</b>	<b>14 863</b>	<b>2,81</b>	<b>5,51</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>77,16</b>
5,41	5 302	5 434	2,70	14 863	2,80	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	77,02
5,42	5 312	5 444	2,71	14 863	2,80	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	76,88
5,43	5 321	5 454	2,71	14 863	2,79	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	76,73
5,44	5 331	5 464	2,72	14 863	2,79	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	76,59
5,45	5 341	5 475	2,72	14 863	2,78	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	76,45
5,46	5 351	5 485	2,73	14 863	2,78	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	76,31

d (m)	Vol. (m3)	Depl. (t)	KB (m)	I <sub>T</sub> (m4)	BM <sub>T</sub> (m)	KM <sub>T</sub> (m)	A <sub>w</sub> (m2)	TPC (t/cm)	LCF <sub>Ø</sub> (m)	LCB (m)	I <sub>L</sub> (m4)	MTC (tm/cm)	BM <sub>L</sub> (m)
5,47	5 361	5 495	2,73	14 863	2,77	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	76,17
5,48	5 370	5 505	2,74	14 863	2,77	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	76,03
5,49	5 380	5 515	2,74	14 863	2,76	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	75,90
<b>5,50</b>	<b>5 390</b>	<b>5 525</b>	<b>2,75</b>	<b>14 863</b>	<b>2,76</b>	<b>5,51</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>75,76</b>
5,51	5 400	5 535	2,75	14 863	2,75	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	75,62
5,52	5 410	5 545	2,76	14 863	2,75	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	75,48
5,53	5 419	5 555	2,76	14 863	2,74	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	75,35
5,54	5 429	5 565	2,77	14 863	2,74	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	75,21
5,55	5 439	5 575	2,77	14 863	2,73	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	75,08
5,56	5 449	5 585	2,78	14 863	2,73	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	74,94
5,57	5 459	5 595	2,78	14 863	2,72	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	74,81
5,58	5 468	5 605	2,79	14 863	2,72	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	74,67
5,59	5 478	5 615	2,79	14 863	2,71	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	74,54
<b>5,60</b>	<b>5 488</b>	<b>5 625</b>	<b>2,80</b>	<b>14 863</b>	<b>2,71</b>	<b>5,51</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>74,40</b>
5,61	5 498	5 635	2,80	14 863	2,70	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	74,27
5,62	5 508	5 645	2,81	14 863	2,70	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	74,14
5,63	5 517	5 655	2,81	14 863	2,69	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	74,01
5,64	5 527	5 665	2,82	14 863	2,69	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	73,88
5,65	5 537	5 675	2,82	14 863	2,68	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	73,75
5,66	5 547	5 685	2,83	14 863	2,68	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	73,62
5,67	5 557	5 696	2,83	14 863	2,67	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	73,49
5,68	5 566	5 706	2,84	14 863	2,67	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	73,36
5,69	5 576	5 716	2,84	14 863	2,67	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	73,23
<b>5,70</b>	<b>5 586</b>	<b>5 726</b>	<b>2,85</b>	<b>14 863</b>	<b>2,66</b>	<b>5,51</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>73,10</b>
5,71	5 596	5 736	2,85	14 863	2,66	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	72,97
5,72	5 606	5 746	2,86	14 863	2,65	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	72,84
5,73	5 615	5 756	2,86	14 863	2,65	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	72,72
5,74	5 625	5 766	2,87	14 863	2,64	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	72,59
5,75	5 635	5 776	2,87	14 863	2,64	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	72,46
5,76	5 645	5 786	2,88	14 863	2,63	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	72,34
5,77	5 655	5 796	2,88	14 863	2,63	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	72,21
5,78	5 664	5 806	2,89	14 863	2,62	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	72,09
5,79	5 674	5 816	2,89	14 863	2,62	5,51	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	71,96
<b>5,80</b>	<b>5 684</b>	<b>5 826</b>	<b>2,90</b>	<b>14 863</b>	<b>2,61</b>	<b>5,51</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>71,84</b>
5,81	5 694	5 836	2,90	14 863	2,61	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	71,72
5,82	5 704	5 846	2,91	14 863	2,61	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	71,59
5,83	5 713	5 856	2,91	14 863	2,60	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	71,47
5,84	5 723	5 866	2,92	14 863	2,60	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	71,35
5,85	5 733	5 876	2,92	14 863	2,59	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	71,23
5,86	5 743	5 886	2,93	14 863	2,59	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	71,10
5,87	5 753	5 896	2,93	14 863	2,58	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	70,98
5,88	5 762	5 906	2,94	14 863	2,58	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	70,86
5,89	5 772	5 917	2,94	14 863	2,57	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	70,74
<b>5,90</b>	<b>5 782</b>	<b>5 927</b>	<b>2,95</b>	<b>14 863</b>	<b>2,57</b>	<b>5,52</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>70,62</b>
5,91	5 792	5 937	2,95	14 863	2,57	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	70,50
5,92	5 802	5 947	2,96	14 863	2,56	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	70,38
5,93	5 811	5 957	2,96	14 863	2,56	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	70,26
5,94	5 821	5 967	2,97	14 863	2,55	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	70,15
5,95	5 831	5 977	2,97	14 863	2,55	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	70,03
5,96	5 841	5 987	2,98	14 863	2,54	5,52	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	69,91
5,97	5 851	5 997	2,98	14 863	2,54	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	69,79
5,98	5 860	6 007	2,99	14 863	2,54	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	69,68
5,99	5 870	6 017	2,99	14 863	2,53	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	69,56
<b>6,00</b>	<b>5 880</b>	<b>6 027</b>	<b>3,00</b>	<b>14 863</b>	<b>2,53</b>	<b>5,53</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>69,44</b>
6,01	5 890	6 037	3,00	14 863	2,52	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	69,33
6,02	5 900	6 047	3,01	14 863	2,52	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	69,21
6,03	5 909	6 057	3,01	14 863	2,52	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	69,10
6,04	5 919	6 067	3,02	14 863	2,51	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	68,98
6,05	5 929	6 077	3,02	14 863	2,51	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	68,87

d (m)	Vol. (m3)	Depl. (t)	KB (m)	I <sub>r</sub> (m4)	BM <sub>r</sub> (m)	KM <sub>r</sub> (m)	A <sub>w</sub> (m2)	TPC (t/cm)	LCF <sub>φ</sub> (m)	LCB (m)	I <sub>l</sub> (m4)	MTC (tm/cm)	BM <sub>l</sub> (m)
6,06	5 939	6 087	3,03	14 863	2,50	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	68,76
6,07	5 949	6 097	3,03	14 863	2,50	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	68,64
6,08	5 958	6 107	3,04	14 863	2,49	5,53	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	68,53
6,09	5 968	6 117	3,04	14 863	2,49	5,54	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	68,42
<b>6,10</b>	<b>5 978</b>	<b>6 127</b>	<b>3,05</b>	<b>14 863</b>	<b>2,49</b>	<b>5,54</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>68,31</b>
6,11	5 988	6 137	3,05	14 863	2,48	5,54	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	68,19
6,12	5 998	6 148	3,06	14 863	2,48	5,54	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	68,08
6,13	6 007	6 158	3,06	14 863	2,47	5,54	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	67,97
6,14	6 017	6 168	3,07	14 863	2,47	5,54	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	67,86
6,15	6 027	6 178	3,07	14 863	2,47	5,54	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	67,75
6,16	6 037	6 188	3,08	14 863	2,46	5,54	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	67,64
6,17	6 047	6 198	3,08	14 863	2,46	5,54	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	67,53
6,18	6 056	6 208	3,09	14 863	2,45	5,54	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	67,42
6,19	6 066	6 218	3,09	14 863	2,45	5,55	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	67,31
<b>6,20</b>	<b>6 076</b>	<b>6 228</b>	<b>3,10</b>	<b>14 863</b>	<b>2,45</b>	<b>5,55</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>67,20</b>
6,21	6 086	6 238	3,11	14 863	2,44	5,55	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	67,10
6,22	6 096	6 248	3,11	14 863	2,44	5,55	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	66,99
6,23	6 105	6 258	3,12	14 863	2,43	5,55	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	66,88
6,24	6 115	6 268	3,12	14 863	2,43	5,55	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	66,77
6,25	6 125	6 278	3,13	14 863	2,43	5,55	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	66,67
6,26	6 135	6 288	3,13	14 863	2,42	5,55	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	66,56
6,27	6 145	6 298	3,14	14 863	2,42	5,55	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	66,45
6,28	6 154	6 308	3,14	14 863	2,42	5,56	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	66,35
6,29	6 164	6 318	3,15	14 863	2,41	5,56	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	66,24
<b>6,30</b>	<b>6 174</b>	<b>6 328</b>	<b>3,15</b>	<b>14 863</b>	<b>2,41</b>	<b>5,56</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>66,14</b>
6,31	6 184	6 338	3,16	14 863	2,40	5,56	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	66,03
6,32	6 194	6 348	3,16	14 863	2,40	5,56	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	65,93
6,33	6 203	6 358	3,17	14 863	2,40	5,56	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	65,82
6,34	6 213	6 369	3,17	14 863	2,39	5,56	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	65,72
6,35	6 223	6 379	3,18	14 863	2,39	5,56	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	65,62
6,36	6 233	6 389	3,18	14 863	2,38	5,56	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	65,51
6,37	6 243	6 399	3,19	14 863	2,38	5,57	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	65,41
6,38	6 252	6 409	3,19	14 863	2,38	5,57	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	65,31
6,39	6 262	6 419	3,20	14 863	2,37	5,57	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	65,21
<b>6,40</b>	<b>6 272</b>	<b>6 429</b>	<b>3,20</b>	<b>14 863</b>	<b>2,37</b>	<b>5,57</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>65,10</b>
6,41	6 282	6 439	3,21	14 863	2,37	5,57	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	65,00
6,42	6 292	6 449	3,21	14 863	2,36	5,57	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	64,90
6,43	6 301	6 459	3,22	14 863	2,36	5,57	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	64,80
6,44	6 311	6 469	3,22	14 863	2,36	5,58	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	64,70
6,45	6 321	6 479	3,23	14 863	2,35	5,58	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	64,60
6,46	6 331	6 489	3,23	14 863	2,35	5,58	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	64,50
6,47	6 341	6 499	3,24	14 863	2,34	5,58	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	64,40
6,48	6 350	6 509	3,24	14 863	2,34	5,58	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	64,30
6,49	6 360	6 519	3,25	14 863	2,34	5,58	980,00	10,05	0,00	40,00	408 333	52,32	64,20
<b>6,50</b>	<b>6 370</b>	<b>6 529</b>	<b>3,25</b>	<b>14 863</b>	<b>2,33</b>	<b>5,58</b>	<b>980,00</b>	<b>10,05</b>	<b>0,00</b>	<b>40,00</b>	<b>408 333</b>	<b>52,32</b>	<b>64,10</b>

