


# RAPPORT

## Sjø 2016/12



## RAPPORT OM SJØULYKKE - M/S STARKAD, KANTRING VED FITJAR 22. FEBRUAR 2014

 English summary included

Statens havarikommisjon for transport (SHT) har utarbeidet denne rapporten utelukkende i den hensikt å forbedre sjøsikkerheten. Formålet med en sikkerhetsundersøkelse er å klarlegge hendelsesforløp og årsaksfaktorer, utrede forhold av betydning for å forebygge sjøulykker og bedre sjøsikkerheten, og offentliggjøre en rapport med eventuelle sikkerhetstilrådinger. Kommisjonen skal ikke vurdere sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar. Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sjøsikkerhetsarbeid skal unngås.

ISSN 1894-5864 (trykt utg.)  
ISSN 1894-5937 (online)

Statens havarikommisjon for transports virksomhet er hjemlet i lov 24. juni 1994 nr. 39 om sjøfarten § 473 jf. forskrift 11. januar 2008 nr. 30 om fastsetting av undersøkelsesmyndighet etter sjøloven § 473.

Foto av vestlandsferje: Bente Amandussen

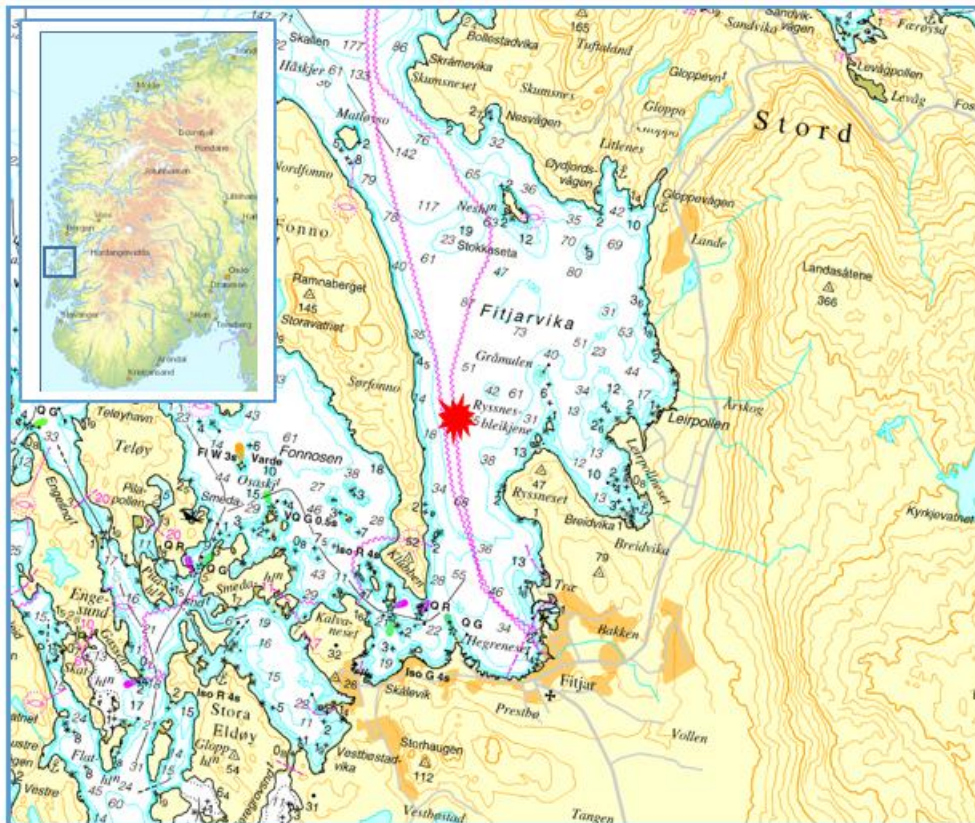
**INNHOLDSFORTEGNELSE**

MELDING OM ULYKKEN .....	3
SAMMENDRAG.....	3
ENGLISH SUMMARY .....	4
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER .....	6
1.1 Hendelsesforløp .....	6
1.2 Redningsaksjonen – søk etter den savnede skipperen .....	13
1.3 Vær- og sjøforhold .....	14
1.4 Farvannet.....	15
1.5 Tidspunkt for kantringen, hastighet og akselerasjoner .....	15
1.6 Hovedslepebåt FFS Atlas.....	16
1.7 Assisterende slepebåt Starkad .....	17
1.8 Operasjonelle forhold – normalprosedyre ved oppkopling som assisterende slepebåt .....	27
1.9 Besetningene .....	30
1.10 Rederiet til Starkad .....	31
1.11 Planlegging av slepeoperasjonen .....	31
1.12 Relevant regelverk .....	33
1.13 Tidligere relevante ulykker .....	36
1.14 Gjennomførte tiltak .....	36
2. ANALYSE.....	38
2.1 Innledning .....	38
2.2 Akselerasjon i slepet .....	38
2.3 Kantringen.....	39
2.4 Planlegging av slepeoperasjonen .....	39
2.5 Kommunikasjon mellom slepefartøyene .....	40
2.6 Oppkopling til slepet i medvind.....	40
2.7 Snumanøver eller kursavvik .....	41
2.8 Oppkopling hekk-mot-hekk som aktre slepebåt .....	41
2.9 Snuoperasjon mot babord med åpen styrbord styrehudør .....	41
2.10 Manglende tiltak for å redusere kantringsrisiko .....	42
2.11 Avstand fra styreposisjon til nødutløser for slepekroken .....	42
2.12 Fravær av los og utkikk.....	43
2.13 Slepetillatelse .....	43
2.14 Slepekraft – var Starkad stor nok for operasjonen? .....	43
2.15 Manglende tilleggssikkerhet mot kantring ved NBS Y32 .....	43
3. KONKLUSJON .....	44
3.1 Vesentlige undersøkelsesresultater av betydning for sikkerheten .....	44
3.2 Undersøkelsesresultater .....	44
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER .....	45
DETALJER OM FARTØYET OG ULYKKEN .....	46
VEDLEGG.....	47

## MELDING OM ULYKKEN

Statens havarikommisjon for transport (SHT) ble fra Hovedredningsentralen Sola, 22. februar 2014 kl. 1206, informert om at fartøyet Starkad, LK7940, hadde kantret utenfor Fitjar i forbindelse med en slepeoperasjon av et skrog som skulle til kai ved Fitjar Mekaniske Verksted AS på Stord. Av mannskapet på to var skipperen savnet og dekksmannen reddet opp av sjøen. SHT fikk senere bekreftet fra politiet at den savnede ble hentet opp av dykker fra båtens styrehus. Han ble erklært omkommet kl. 1304.

SHT besluttet å iverksette en sikkerhetsundersøkelse av ulykken. Sjøfartsdirektoratet, politiet og rederiet ble informert om beslutningen.



Figur 1: Kantringsposisjonen er markert med rødt. Kart: © Kartverket

## SAMMENDRAG

Starkad kantret 22. februar 2014 mellom kl. 10:49:33 og 10:49:42 da fartøyet koplet seg opp i akterkant av et slep for å operere som assisterende slepebåt. Fartøyets skipper kom seg ikke ut av styrehuset og omkom. Da Starkad med oppkoplet slepetrosse til slepet var i ferd med å snu for å få hekken i fartsretningen, var hastigheten i slepet 2,3 knop. Starkads skipper og dekksmann ble overrasket av en plutselig akselerasjon i slepet. Da fartøyet kantret var hastigheten i slepet mellom 3,7 og drøyt 4,0 knop. Starkad hadde ikke stabilitetsreserver til å motstå kraften som oppsto i slepetrossen da denne strammet til tvers om styrbord. Manglende stabilitetsreserver skyldtes først og fremst slepearangementet som hadde effektivt innfestingspunkt av slepeforbindelsen tilnærmet midtskips og i senter av fartøyet. Dette gjorde fartøyet sårbart for stor krenkning og kantring.

Nytt regelverk som har trådt i kraft etter ulykken, krever bl.a. at *Starkad* og liknende fartøyer, innen 1. januar 2017, skal tåle å bli trukket tverrskips gjennom vannet med 5 knops hastighet. Kravet retter fokus på innfestingspunktet av slepeforbindelsen så vel langsksips som tverrskips. Plassering av innfestingspunktet kan dermed i stor grad bestemmes med utgangspunkt i fartøyets grunnleggende stabilitet. Havarikommisjonen mener at bruk av gobline for å flytte effektivt innfestingspunkt for slepeforbindelsen ut på hekken, sannsynligvis ville ha forhindret ulykken.

Farsund Fortøyningsselskap AS (FFS) hadde utarbeidet manual for slepeoperasjonen og rederiets FFS Atlas var hovedslepebåt. I følge manualen hadde Fitjar Mekaniske Verksted AS (FMV) flere roller og skulle bl.a. orientere involvert personell i forkant av operasjonen. Detaljer vedrørende Starkads begrensninger og oppkoplingsmetode var ikke nevnt i operasjonsmanualen og ble heller ikke kommunisert til kapteinen på FFS Atlas som derfor var uvitende om Starkads slepearangement. Kapteinen på *Starkad* var heller ikke kjent med detaljene i operasjonen. Mangelfull kommunikasjon mellom kapteinene førte til at manglende forhåndsinformasjon ikke ble korrigert. Havarikommisjonen mener at bedre planlegging og risikovurdering fra FMV og FFS kunne forhindret ulykken. Det rettes sikkerhetstilråding til begge aktører vedrørende dette.

Starkads kaptein nådde ikke fram til nødutløseren for slepekroken, tre meter fra manøverposisjonen, før slepetrossen rykket til. Dersom nødutløseren hadde vært innen armlengdes avstand fra manøverposisjonen mener SHT at ulykken kunne ha vært forhindret. SHT mener dette vil være en viktig vurdering ved praktisering av den nye forskriften som krever at slepeforbindelsen skal kunne løses ut fra «aktuell styreposisjon for skipet».

Undersøkelsen har vist at bukserbåttillegget Y32 i Nordisk Båtstandard (NBS) ikke nødvendigvis gir tilleggssikkerhet mot kantring for slepebåter. Fram til 1. januar 2018 kan standarden legges til grunn for fartøyer som skal ha slepetillatelse uten å ha fartøyinstruks. Havarikommisjonen forutsetter at Sjøfartsdirektoratet tar overnevnte til etterretning ved praktisering av bestemmelsen.

*Starkad* praktiserte snumanøvrene mot babord med åpen styrbord styrehusdør. Kapteinen fikk stengt døren få sekunder før slepetrossen rykket til og kantret fartøyet. SHT mener at bibehold av oppdriften i styrehuset som følge av stengt dør, førte til en mer langsom kantringsbevegelse enn om døren hadde blitt stående åpen. Dekksmannen ble slått i dekket av rykket i slepetrossen, men fikk reist seg igjen og forflyttet seg til babord rekke hvorfra han hoppet i sjøen da *Starkad* krenget rundt 90 grader. Dersom kantringsbevegelsen hadde forløpt hurtigere mener havarikommisjonen at dekksmannen hadde risikert å få fartøyet over seg.

## ENGLISH SUMMARY

*Starkad* capsized on 22 February 2014 between 10:49:33 and 10:49:42, when the vessel was in the process of connecting to the stern of a tow to act as assisting tugboat. The vessel's skipper did not manage to evacuate the wheelhouse, and died. When *Starkad*, which was connected to the tow by its towing hawser, turned so that the stern would be in the direction of travel, the speed of the tow was 2.3 knots. The skipper and deckman on *Starkad* were surprised by a sudden acceleration of the tow. When the vessel capsized, the speed of the tow was between 3.7 and just over 4.0 knots. *Starkad* did not have the stability reserves required to resist the force that arose in the towing hawser when it was pulled taut across the starboard side. The lack of stability reserves was primarily due to the towing arrangement, where the effective point of attachment of the towing connection was more or less midship and in the centre of the vessel. This made the vessel vulnerable to serious listing and capsizing.

Under new regulations that have entered into force since the accident, *Starkad* and similar vessels are required, by 1 January 2017, to be able to withstand being pulled athwart through the water at a speed of five knots. The requirement focuses on the point of attachment for the towing connection in both the longitudinal and transverse direction. The placement of the point of attachment can thereby largely be decided on the basis of the vessel's basic stability. In the view of the Accident Investigation Board Norway (AIBN), the use of a gopline to move the effective point of attachment for the towing connection to the stern would probably have prevented the accident.

The company Farsund Fortøyningsselskap AS (FFS) had prepared a manual for the towing operation, and its vessel *FFS Atlas* was the main tugboat. According to the manual, the shipyard Fitjar Mekaniske Verksted AS (FMV) played several roles and was, among other things, tasked with informing the personnel involved before the operation. Details of *Starkad*'s limitations and attachment method were not mentioned in the operations manual, nor were they communicated to the captain of *FFS Atlas*, who was thereby not aware of *Starkad*'s towing arrangement. Nor was the captain of *Starkad* familiar with the details of the operation. Lack of communication between the captains meant that the insufficient information provided in advance was not corrected. The AIBN believes that better planning and risk assessment on the part of both FMV and FFS could have prevented the accident. A safety recommendation concerning this is addressed to both parties.

The captain of *Starkad* was unable to reach the emergency release mechanism for the towing hook, three metres from the manoeuvring position, before the towing hawser jerked. If the emergency release mechanism had been within arm's reach of the manoeuvring position, the AIBN believes that the accident could have been prevented. In the AIBN's view, this will be an important assessment in the practical application of the new regulations, which require the towing connection to be released from the 'relevant steering position on the vessel'.

Investigations have shown that the section on tugboats (Y32) in the Nordic standard for small vessels in professional use (Nordisk Båtstandard – NBS) does not necessarily provide additional security against the capsizing of tugboats. Up until 1 January 2018, the standard can be applied to vessels that are required to have a towing permit without having vessel instructions. The AIBN assumes that the Norwegian Maritime Authority will take note of the above in its practical application of the provision.

*Starkad* turned towards port with the starboard wheelhouse door open. The captain managed to shut the door a few seconds before the towing hawser jerked and caused the vessel to capsize. The AIBN is of the view that the buoyancy that was maintained in the wheelhouse because of the closed door caused the vessel to capsize more slowly than if the door had been left open. The deckman was thrown onto the deck by the jerk to the towing hawser, but managed to get up again and moved to the port railing, from where he jumped into the sea when *Starkad* heeled 90 degrees. If the capsizing movement had taken place faster, the AIBN believes that the deckman would have risked the vessel landing on top of him.

# 1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

De faktiske opplysningene er basert på informasjon fra samtaler med fartøyets dekksmann, personell fra rederiet, kapteinen på hovedslepebåten, personell fra FMK, hobbyfiskeren som berget dekksmannen, og fra politiet. Informasjon er også innhentet fra tekniske undersøkelser om bord, aksjonslogg fra Hovedredningsentralen, AIS-logg fra Kystverket, og data fra Sjøfartsdirektoratet, politiet og rederiet.

## 1.1 Hendelsesforløp



Figur 2: Starkad. Foto: BK Marine AS

### 1.1.1 Innledning

Fitjar Mekaniske Verksted AS (FMV) fikk utført stålarbeidet og montering av hovedmaskineri for sitt byggenummer 36 hos Maritim Shipyard Sp Zoo i Szczecin, Polen. Byggenummer 36 skulle utrustes og ferdigstilles ved FMV i Fitjar til et fiskefartøy for kombinert drift med snurping og tråling.

FMV hadde inngått en BIMCO Towcon 2008 avtale med Farsund Fortøyningsselskap (FFS) om slep av nybygget fra verftet i Polen til Fitjar på Stord. FMV hadde også fått utarbeidet en egen slepemanual for oppdraget, utarbeidet av Bureau Vogtschmidt i funksjon som forsikringsinspektør (warranty surveyor).

FMV hadde i tillegg avtale med BK Marine AS (BKM) i Sagvåg, Stord om at BKM skulle bistå med assisterende slepebåt («bremsebåt») da nybygget skulle legges til kai ved FMV. BKM hadde planlagt å anvende Starkad i oppdraget. Starkad var det ene av BKM's to fartøyer som ble benyttet til slepeoppdrag. Starkad hadde også blitt benyttet til liknende oppdrag ved FMV tidligere.

### 1.1.2 Seilas Szczecin - Selbjørnsfjorden

Slepebåten FFS Atlas forlot verftet i Szczecin med nybygget på slep den 18. februar 2014 kl. 1115. Under seilasen på elven og innsjøen mellom Szczecin og Swinoujscie var den polske slepebåten Serwal 3 engasjert som assisterende slepebåt, koplet opp med trosse fra sin baug til hekken på nybygget.

FFS Atlas hadde norsk kaptein under seilasen. Kapteinen og overstyrmannen vekslet brovakter i intervaller á seks timer. Kapteinen påbegynte sin brovakt kl. 0800 på ulykkesdagen.

Etter passering av grunnlinjen seilte FFS Atlas med slepet nordover i farledene Sirafjorden mellom Utsira og Karmøy, over Sletta, opp Bømlafjorden og gjennom Langenuen. Rundt Stords nordre ende seilte fartøyet litt vestover i Selbjørnsfjorden før kursen ble satt sydlig inn mot Fitjarvika.

### 1.1.3 Ankomst Fitjarvika

FFS Atlas med slep ankom Fitjarvika 22. februar ca. kl. 0930. De hadde tatt inn på sleperen slik at denne bare var 10-15 m lang. Sleperen besto av en hanefotkjetting gjennom ankerklyssene på hver side av baugen på slepet og med en kjettingforløper koplet til FFS Atlas' slepewire som gikk inn på fartøyets slepevinsj.

Kapteinen, som ikke hadde vært i dette området tidligere, kalte på assisterende slepebåt på VHF kanal 16, men fikk ikke svar. Han ringte derfor til FMV som opplyste at de ville kontakte BKM. Etter noe tid fikk FFS Atlas kontakt med Starkad på kanal 16, og skipperen ombord i Starkad opplyste at de ville ankomme Fitjarvika i løpet av en times tid, dvs. rundt kl. 1030. De avtalte deretter at de skulle bruke VHF kanal 10 for videre kommunikasjon.

Skipperen og dekksmannen på Starkad var underveis til et rutinemessig oppdrag, både for dem og båten. De hadde utført liknende oppdrag som assisterende slepebåt flere ganger tidligere. Dekksmannen hadde imidlertid ikke vært ved FMV på slikt oppdrag tidligere. På turen til Fitjar snakket de sammen om detaljer i det kommende oppdraget og om hvordan de best og sikrest skulle utføre det.

Kl. 0950 passerte FFS Atlas med slepet utenfor FMV, men snudde og gikk nordover for å vente på Starkad. Etter å ha snudd lenger ut i Fitjarvika kom FFS Atlas med slepet for andre gang ned mot FMV noe etter kl. 1030. Da hadde også Starkad ankommet området.

Skipperen på Starkad opplyste til FFS Atlas at de først skulle inn til kai på FMV for å ta ombord to personer som skulle settes ombord på nybygget for å bistå med fortøyning. Etter å ha svingt østover inn mot FMV gikk FFS Atlas med slepet tilnærmet sydover i dette tidsrommet, se figur 3.





Figur 3: Slepestrek fra FFS Atlas' kartplotter påført klokkeslett og hastighet i h.h.t. AIS-informasjon samt Starkads kantringsposisjon. De tre fartøyene er tegnet inn i kartets skala nederst i bildet. Slepestrek merket 09:44 er den «første runden» FFS Atlas m/slep foretok sydover mot FMVs kai. Slepestrek merket 18:00 viser FFS Atlas' manøvrering utenfor- og anløp til FMVs kai på kvelden ulykkesdagen. Kilde: FFS Atlas/Kystverket/SHT

#### 1.1.4 Observasjoner fra Starkad ved bording av og oppkopling til nybygget

På vei utover mot slepet ble mannskapet på Starkad informert av fortøyningsfolkene fra FMV om at nybygget skulle til verftskaien med styrbord side til og baugen mot land. Da Starkad nærmet seg slepet ble bording ansett som uforsvarlig fordi slepets hastighet var for stor. De avventet derfor litt til hastigheten var redusert før de gikk opp langs babord side på slepet. I følge et vitne på Starkad ble bording foretatt da FFS Atlas med slepet hadde påbegynt sving mot styrbord utenfor kaien på FMV, se figur 3. I henhold til AIS-

informasjon for FFS Atlas ble hastigheten redusert gradvis fra 3 knop kl. 10:37:06 til 0,8 knop kl. 10:38:20. Kl. 10:38:53 hadde hastigheten økt gradvis igjen til 2,3 knop. Det var ingen kommunikasjon mellom FFS Atlas og Starkad i forbindelse med denne hastighetsreduksjonen. Fortøyningsfolkene ble satt ombord via losleider, som var rigget på begge sider av nybygget før avgang fra Swinoujscie.

Etter at fortøyningsfolkene fra FMV var satt om bord på slepet gikk Starkad litt ut fra nybygget og skipperen tok kontakt med FFS Atlas. Skipperen på Starkad informerte om at fortøyningsfolkene var satt ombord og om hvordan nybygget skulle legges til kai på verftet. Skipperen på Starkad spurte kapteinen på FFS Atlas om hvordan de skulle koble seg opp til slepet og fikk opplyst at oppkoplingen skulle være akterut på nybyggets babord side og at Starkad skulle bremse slepet når de kom inn mot kaien.



Figur 4: Starkad border nybygget for å sette ombord fortøyningsfolk fra FMV. Foto: FFS Atlas

Starkad seg deretter ned mot nybyggets akterende og både dekksmannen og skipperen gikk ut på dekk for å klargjøre slepetrosse. Av utstyr de hadde om bord ble det valgt en lang trosse fordi det var relativt høyt opp til fortøyningspunktet på nybygget.

Skipperen gikk inn i styrhuset igjen og dekksmannen gjorde klar en kasteline på slepetrossen som hadde spleiset øye i begge ender. Starkad ble deretter manøvrert opp mot babord side av hekken på nybygget og dekksmannen, som sto på akterdekket, kastet linen opp til fortøyningsfolkene på nybygget. De halte slepetrossen opp og la øyet over pullerten akter på babord side. Slakken i trossen lå da i sjøen i en bue tilbake til Starkad der dekksmannen satte det andre øyet på slepekroken.

Dekksmannen gikk til styrehuset og ga skipperen beskjed om at trossen var satt fast. Skipperen ba dekksmannen om å gå akter og ta inn slakken på trossen for å hindre at denne kom i nærheten av propellen. Dekksmannen kveilet deretter slakken inn på akterdekket.

#### 1.1.5 Observasjoner fra Starkad etter oppkopling til slepet

Starkad manøvrerte seg deretter litt aktenom og ut forbi babord side på nybygget. De holdt i begynnelsen parallell kurs med nybygget. Styrbord styrehusdør var åpen der skipperen sto i døråpningen og manøvrerte Starkad. Fra døråpningen hadde skipperen kontakt med dekksmannen som sto på styrbord side av akterdekket og holdt i trossen for

å hindre at denne løp ukontrollert ut i sjøen. Dekksmannen hadde ikke håndholdt VHF-radio med seg og derfor kjente han ikke til eventuell kommunikasjon mellom Starkad og FFS Atlas etter at han gikk ut på dekket.

Som følge av at avstanden til nybygget økte litt hadde dekksmannen begynt å gi ut litt trosse. Da de begynte å komme litt aktenom nybygget anslo han hastigheten på slepet som normal for oppkopling. Kort tid etter registrerte han imidlertid at slepet fikk en uvanlig og vesentlig akselerasjon, dvs. at hastigheten plutselig økte. Trossen begynte dermed å løpe raskere ut mellom hendene til dekksmannen. Han la da merke til at Starkad hadde fått en kursforskjell (heading) mot babord i forhold til slepets kurs. Han hørte ikke Starkads baugthrustrer (sidepropell) og var derfor usikker på om de var i ferd med å svinge eller om kursforskjellen skyldtes at slepet hadde svingt mot styrbord.

Slepetrossen løp stadig raskere ut over rekka på styrbord side og dekksmannen måtte slippe taket i trossen. Han trakk seg tilbake mot babord side og vekk fra trossekveilen på dekket. Han hadde ikke kommet langt unna før alt tauet hadde løpt over rekka og dermed strammet det til med et kraftig rykk. Rykket i trossen førte til at dekksmannen ble slått overende i dekket på babord side. I det han kom seg delvis opp på bena igjen så han at Starkad ble dratt over mot styrbord med økende krenkning. Sjøen kom raskt inn over dekk. Starkad nærmet seg raskt 90 grader krenkning da dekksmannen i et kort øyeblikk så at babord styrehusdør ble åpnet og armen til skipperen kom til syne i dørsprekken. I neste øyeblikk måtte dekksmannen hoppe i sjøen like før Starkad kantret helt rundt. Han anslo at det tok 5 – 10 sekunder fra det innledende rykket i slepetrossen til båten lå opp-ned.

#### 1.1.6 Observasjoner fra FFS Atlas ved og etter Starkads oppkopling til nybygget

I følge kapteinen på FFS Atlas gikk de på stø nordlig kurs med ca. tre knop da Starkad påbegynte oppkoplingen til slepet. FFS Atlas' kaptein avvartet rutinemessig beskjed fra Starkad om at de var oppkoplet og han ville ikke forstyrre Starkad under denne operasjonen med kommunikasjon på VHF.

Kapteinen på FFS Atlas hadde planlagt å dreie styrbord og gå mot kaia på FMV etter at de hadde blitt informert om at Starkad var koplet opp til slepet, men han ville ikke endre kurs mens Starkad var under oppkopling. I følge kapteinen kom det imidlertid ikke informasjon fra Starkad om at de var koplet opp.

Sett fra FFS Atlas kom Starkad periodevis til syne på babord side av slepet i oppkoplingsfasen. Forenfor FFS Atlas lå det noen bøyer til fiskebruk som kapteinen måtte vie oppmerksomhet. Han hadde derfor blikket periodevis vendt forover og akterover. Kapteinen så at Starkad lå med baugen vestover og at sleperen lå slakt i sjøen fra Starkad til innunder hekken på slepet. Neste gang han vendte blikket akterover så han at Starkad lå ut til babord for slepet. Plutselig krenget Starkad over mot styrbord med sjøen flommende innover båten. Deretter rullet hun 180 grader rundt. Kapteinen mente at kantringen inntraff kl. 1050.

#### 1.1.7 Observasjoner fra nybygget ved og etter Starkads oppkopling til nybygget

Sett fra hekken på nybygget der fortøyningsfolkene sto, virket hastigheten på slepet like før Starkad kantret noe høyere enn de hadde vært vant med fra tilsvarende operasjoner tidligere. Den ene hadde vært med i samme operasjon mange ganger siden 1998 ved mottak av nybygg. De reagerte også på at oppkoplingen foregikk på nordlig kurs bort fra

FMV og medvinds. Liknende operasjoner de hadde vært med på tidligere hadde foregått motvinds og med kurs mot FMV. Fortøyningsfolkene hadde ikke VHF-radio, kun mobiltelefoner.

Etter at Starkad i en periode hadde fulgt nybygget på parallell kurs og med oppkoplede slepetrosse, oppfattet fortøyningsfolkene at Starkad påbegynte snumanøveren for å få hekken mot nybygget. Bortsett fra overnevnte med hensyn til vindretningen anså fortøyningsfolkene manøveren som kjent, rolig og kontrollert. Dette endret seg imidlertid da Starkad hadde kommet omtrent halvveis i snumanøveren, dvs. ca. 90 grader mot babord i forhold til nybyggets kurs. Mye av slepetrossen hadde løpt ut og en av fortøyningsfolkene så da at skipperen på Starkad sprang akter i styrehuset like før trossen strammet til.

En av fortøyningsfolkene observerte at det første rykket i slepetrossen førte til ca. 90° krenkning, deretter rettet Starkad seg halvveis tilbake til ca. 45° krenkning. Store deler av styrbord dekkshalvdel var da under vann og/eller dekket av vann. Deretter ble båten dratt 180° rundt.



Figur 5: Starkad har kantret. Foto: FFS Atlas

#### 1.1.8 Etter kantringen – observasjoner fra Starkads dekksmann

Starkads bevegelse i slepets retning opphørte da båten kantret. Dette som følge av at sleperen løsnet fra Starkad. Dekksmannen havnet i sjøen ved Starkads babord side der hun lå opp-ned på tvers av slepets kurs. Han lå følgelig mellom Starkad og slepet og kunne konstatere at dette raskt kom på stor avstand fra ulykkesposisjonen.

På grunnlag av at FFS Atlas med slepet stadig var på kurs bort fra området, antok dekksmannen at det ville ta tid før det kom båt til assistanse. Han var bevisst på at han måtte komme seg opp fra det kalde vannet, men var skeptisk til å klatre opp på den kandrede Starkad dels fordi propellen roterte raskt relativt lenge etter kantringen, dels fordi han var bekymret for at båten ville synke. Omsider bestemte han seg for å dra seg opp på baugfenderen der han ble stående til hjelpen kom.

### 1.1.9 Fritidsfiskerens observasjoner, berging av dekksmannen og slep av Starkad til FMVs kai

En fritidsfisker hadde lagt ut fra småbåthavnen ved FMV ca. kl.1000 for å røkte garn og teiner han hadde stående utenfor Rossneset, ca. 800 meter nord-nordvest for FMV, se figur 3. Han la vekt på å ikke være til hinder for slepeoperasjonen som pågikk i farvannet, og holdt derfor periodevis øye med slepet mens han holdt på med fiskebruket.

Fritidsfiskeren så på et tidspunkt at Starkad lå på tvers av slepets kurs med baugen vestover. Han anslo at klokken da var ca. 1050. Da han på nytt kastet blikket mot slepet, rundt tre minutter senere, lå Starkad opp-ned.

Fritidsfiskeren avbrøt øyeblikkelig røktingen av fiskebruket og satte fart nord-nordvestover mot havaristen. Han fikk tatt om bord dekksmannen fra Starkad som fortalte at skipperen var savnet og sannsynligvis befant seg i styrehuset. En ansatt ved FMV kom også raskt til havaristedet med en mindre, åpen båt. Sammen satte de slepetau i Starkad og fritidsfiskeren begynte å slepe mot FMVs kai. Han var opptatt av å få Starkad inn på grunnere vann i tilfellet hun skulle synke. Det ble vurdert sleping til nærmeste land kontra FMVs kai, men kaien ble valgt fordi søk, sikring mv. ville være enklere å foreta derfra. Den FMV-ansatte søkte etter den savnede i området der kantringen hadde funnet sted helt til Starkad nærmet seg FMVs kai.

Fritidsfiskeren hadde noe vanskeligheter med å holde kurs med det tunge slepet som gikk med en drøy knops hastighet. Etter en stund kom et fiskefartøy som bisto. Via et slepetau mellom fiskefartøyet og fritidsbåten, ble det enklere for fritidsbåten å holde kurs samtidig som hastigheten økte litt.

Fritidsfiskeren lagret også posisjonen der han tok ombord dekksmannen. Fritidsbåten lå tett opp til Starkad da posisjonen ble lagret kl. 10:59:31, se figur 6.



Figur 6: En fritidsfisker lagret posisjonen der han berget dekksmannen fra Starkad. Deretter tok han Starkad på slep inn mot FMV. Et fiskefartøy deltok også i slepingen. Bildet til høyre viser fiskefartøyet og fritidsbåten som begge sleper den kantrede Starkad. Foto: R. Hausken/BK Marine AS

### 1.1.10 Etter kantringen – handling fra FFS Atlas

Etter at Starkad hadde kantret clutchet FFS Atlas' kaptein ut propellene (stanset propellene). Han observerte at en person lå i sjøen ved Starkad og beordret derfor mob-båten satt ut. Propellene måtte clutches inn igjen like etterpå for å holde kontroll på slepet, dels som følge av frisk vind inn aktenfra. På VHF fikk kapteinen kontakt med folk på FMV. Han ba dem om å sende ut båt til havaristen og varsle Hovedredningssentralen.

De fleste av mannskapet på FFS Atlas befant seg på dekk ved ulykken og disse fikk etter hvert mob-båten på vannet. De observerte da at tre mindre båter allerede lå rundt havaristen. I tillegg hadde de litt startvansker med mob-båtens motor. De vurderte det dithen at de ikke ville kunne bidra med ytterligere hjelp ved havaristen og sendte derfor ikke mob-båten mot ulykkesposisjonen. Noe senere ble mob-båten benyttet til å sette i land de to fortløyningsfolkene på slepet.

### 1.1.11 Avslutning av slepeoppdraget

Etter ulykken gikk FFS Atlas med slepet i sirkel ute på Fitjarvika. Ca. kl. 1700 kom slepebåten Eide Max til området og koplet seg opp mot hekken på nybygget som assisterende slepebåt. De to slepebåtene manøvrerte nybygget til FMVs kai ved 18-tiden.

## 1.2 **Redningsaksjonen – søk etter den savnede skipperen**

FMV varslet politiet om at Starkad hadde kantret og at en person var savnet og en annen observert i sjøen. Hovedredningssentralen (HRS) fikk melding fra politiet kl. 1100 og HRS rekvirerte luftambulans med dykkere fra Bergen og ambulansbåt fra Austevoll.

Flere andre ressurser kom i gang i de neste minuttene. Fitjar brannvesen kom raskt til FMV, dykkere var på vei fra Haugesund og KV Harstad som lå utenfor Leirvik, satte kursen mot Fitjar og sendte en mob-båt med dykker for raskere ankomst. HRS ba Rogaland Radio sende mayday-relay for å finne fartøyer som kunne bidra med å stabilisere Starkad. Offshore-fartøyet Normand Subsea, utstyrt med stor kran og ROV, responderte og påbegynte to timers seiling mot havaristedet.

Fritidsbåten og sjarken, se 1.1.7, slepte Starkad inn til FMV der hun ble lagt til kai ca. kl. 1147. Litt tidligere hadde luftambulansen med to redningsdykkere fra Bergen brannvesen landet på FMV. Starkad ble fortøyd til kai og sikret med stropp til kran før den ene redningsdykkeren gikk i sjøen kl. 1151 for å søke etter savnede.



Figur 7: Redningsdykkere fra Bergen brannvesen søker etter savnede. Bildet er tatt kl. 1155 på ulykkesdagen. Foto: BK Marine AS

Ca. kl. 1200 ble en livløs person funnet i styrehuset. Personen ble bragt ut og opp på kaien der det straks ble gitt hjertekompressjoner av personell fra luftambulansen. I en ambulanse fra Stord legevakt som sto på kaien, ble det igangsatt mer omfattende gjenopplivningsmetoder, men livet stod ikke til å redde.

Pårørende hadde etter hvert kommet til stedet og personen som var hentet ut fra styrehuset, ble da formelt identifisert som skipperen fra Starkad. Han ble erklært død kl. 1304. Konklusjon i rapport etter rettsmedisinsk undersøkelse er at det er rimelig å anta at dødsårsaken var drukning. Det er forøvrig intet i rapporten som kan relateres til ulykken.

### 1.3 Vær- og sjøforhold

Slåtterøy fyr meteorologiske målestasjon er den nærmeste offisielle målestasjonen til ulykkesstedet. Stasjonen ligger i Bømlo kommune, 25 moh. og 13,9 km fra Fitjar. Målestasjonen på Slåtterøy fyr ligger mer utsatt til enn farvannet utenfor Fitjar.

Vitner anslo vindstyrken til 10 m/s fra syd utenfor Fitjar i tidsrommet da ulykken inntraff. Til sammenlikning ble middelvinden på Slåtterøy målt til 12,6 m/s og kraftigste vindkast til 18,8 m/s mellom kl. 10 og 11 på ulykkesdagen, se figur 8.

I følge vitner førte vinden til ubetydelig sjø i det skjermede farvannet utenfor Fitjar. Overflatestrømmen satte nordover og fritidsfiskeren som slepte Starkad, anslo strømhastigheten til 0,2 – 0,3 knop da ulykken inntraff.

**Observasjoner for Slåtterøy fyr målestasjon 22. februar 2014**

Tidsp.	Vær	Temperatur			Nedbør	Vind	
		Målt	Maks	Min		Middel	Kraftigste vindkast
lørdag kl 9	-	5,5°	5,5°	5,3°	-	↗ Frisk bris, 10,1 m/s fra sør-sørøst	16,6 m/s
lørdag kl 10	-	5,5°	5,6°	5,4°	-	↗ Liten kuling, 11,4 m/s fra sør-sørøst	18,6 m/s
lørdag kl 11	-	5,0°	5,5°	5,0°	-	↗ Liten kuling, 12,6 m/s fra sør-sørøst	18,8 m/s
lørdag kl 12	-	4,9°	5,1°	4,6°	-	↙ Laber bris, 5,8 m/s fra sør-sørvest	19,7 m/s

Figur 8: Observasjoner fra Slåtterøy fyr på ulykkesdagen. Kilde DNMI/yr.no

## 1.4 Farvannet

Ulykken inntraff i farvannet kalt Fitjarvika. FMV og tettstedet Fitjar som er administrasjonssenter i Fitjar kommune, ligger innerst i Fitjarvika. Den planlagte operasjonen som Starkad skulle delta i, skulle utføres i Fitjarvika, se kartutsnitt i figur 3.

Fitjarvika er definert som helt innelukket farvann, også kalt fartsområde 1.

## 1.5 Tidspunkt for kantringen, hastighet og akselerasjoner

Tidlig i undersøkelsen ble det tydelig at slepets hastighet og akselerasjoner og derav belastningen Starkad ble utsatt for, er sentrale elementer relatert til ulykken.

Eventuell seilingsinformasjon lagret i Starkads kartplotter kunne ikke frembringes, se 1.7.3.4.

SHT fikk sikret lagret informasjon i FFS Atlas' kartsystem Transas. Informasjonen, i første rekke klokkeslett, posisjon, kurs og hastighet, kan vises i kart. Imidlertid kan endringene i informasjonen kun vises hvert 60. sekund. Forøvrig samsvarte informasjonen fra Transas godt med AIS-informasjonen for tidspunktene som kunne avspilles i Transas (hvert 60. sekund).

Fra Kystverket mottok SHT AIS-informasjon fra FFS Atlas for tidsrommet kl. 0800 – 1300 (0700 – 1200 UTC). Informasjonen inneholder klokkeslett, posisjon, hastighet over grunn (SOG), kurs over grunn (COG), kurs (HDG) samt «rate of turn» (ROT). Informasjonen er gitt med endringer i varierende intervaller fra ett til tjue sekunder. Basert på hastighetsforskjeller har SHT i tillegg beregnet akselerasjonene for hvert tidsintervall.

Grunnleggende for videre undersøkelser var å finne et mest mulig nøyaktig klokkeslett for kantringen. Flere av vitnene SHT hadde samtaler med, bl.a. kapteinen på FFS Atlas mente at Starkad kantret ca. kl. 1050. En annen indikasjon som kan bekrefte klokkeslettet er «kronometeret» i Starkads styrehus som hadde stanset kl. 1049 – 1050, se figur 17. Fritidsfiskeren som kom først ut til Starkad 9 – 10 minutter etter kantringen, lagret posisjonen der Starkad lå opp-ned, se figur 6.

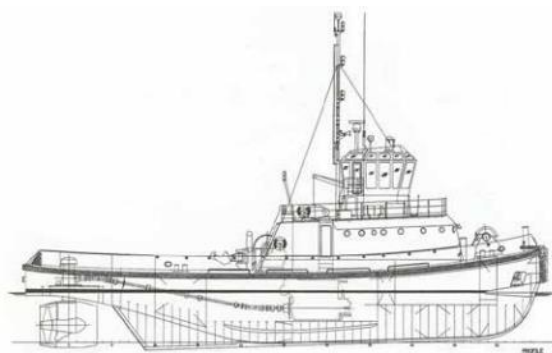
Beskrivelse av den særskilte undersøkelsen av klokkeslett for kantringen og derav hastighet og akselerasjon i slepet foreligger i vedlegg C. Resultatet av undersøkelsen er at Starkad har kunnet kante (vært i kantringsbevegelse) fra kl. 10:49:33 til kl. 10:49:42. FFS Atlas' (og derved slepets og slepetrossens) korresponderende hastighet til klokkeslettene har vært fra 3,7 til 4,7 knop.



## 1.6 Hovedslepebåt FFS Atlas

FFS Atlas har lengde lik 30,7 m, bruttotonnasje på 259 og er bygget i 1986 som byggenummer 951 ved Richard Dunston (Hessle) Ltd., Hessle i Storbritannia. Fartøyet eies av Farsund Fortøyningselskap AS og er registrert i St. Vincent and the Grenadines med navn FFS Atlas og med Kingstown som hjemmehavn.

Fartøyet er en ASD-slepebåt (Azimuth Stern Drive) hvilket vil si at fartøyet har to azimuth (360° dreibare) propellere montert ved siden av hverandre i akterskipet. Azimuth-enhetene har propellere med fast stigning (fixed pitch) som roterer i dyser. Enhetene er direktedrevet via leddete aksler fra hovedmotorene, se tegning figur 9. Ved hjelp av clutcher, betjent fra styrehuset, kan akselrotasjonen koples til og fra propellene. Effekt på framdriftsmaskineriet er to ganger 1550 hk som gir en trekraft (bollard pull) på 41 tonn.



Figur 9: FFS Atlas. Foto: Morten Christiansen, Ship Spotting. Tegning: FFS AS

### 1.6.1 Relevante godkjenninger og sertifikater

FFS Atlas er klasset i Lloyd's Register med notasjonen +100A1 TUG \*IWS, North Sea and Baltic Sea Trading Area, LMC, UMS. Fartøyet hadde gyldig klassesertifikat som bekrefter at fartøyet samsvarer med klasseselskapets krav for å oppnå nevnte notasjon. Siste årlige besiktelse før ulykken for opprettholdelse av sertifikatet ble foretatt i juni 2013 av Stavangerkontoret til Lloyd's Register.

Flaggstaten St. Vincent and the Grenadines krever at fartøyer der SOLAS konvensjonen ikke kommer til anvendelse (bruttotonnasje mindre enn 500), skal tilfredsstillende «IACS Safety Guidelines for cargo Ships of less than Convention Size», IACS No. 99. Denne koden stiller krav til definert fartsområde, lastelinje, stabilitet, branndeteksjon og -bekjempelse, redningsmidler, radioinstallasjon, navigasjonsutrustning og hindring av sammenstøt (COLREG 1972). På vegne av flaggstaten hadde Lloyd's Register utstedt «Statement of Compliance» som bekrefter at IACS No. 99 er oppfylt. Siste fornyelse av sertifikatet før ulykken var i juni 2013.

## 1.6.2 Lagring av seilingsdata

FFS Atlas hadde ikke ferdsskriver (VDR). Det er ikke krav til å ha VDR for lasteskip, herunder slepebåter, med bruttotonnasje mindre enn 3000.

Fartøyets kartsystem, Transas, lagret data som ble sikret og oversendt SHT etter ulykken.

AIS-senderen ombord i FFS Atlas sendte informasjon under hele seilasen som lagres hos Kystverket. SHT mottok AIS-informasjon for aktuelle deler av seilasen etter ulykken.

## 1.7 **Assisterende slepebåt Starkad**

Starkad er et fartøy av type Selmer Tug Mk III. I henhold til opplysninger i Norsk Ordinært Skipsregister (NOR) ble hun bygget i 1991 som byggenummer 44 ved SingaNor AS i Drammen. Byggeskilt i fartøyet vitner om at Ekstrand Verksted AS i Stathelle leverte båten som byggenummer 80 i 1990 og at Hansen & Arntsen Co Skibsbyggeri i Brevik ferdigstilte fartøyet i 1991. Brann- og sikkerhetsplan (generalarrangement) finnes i vedlegg B.

### 1.7.1 Eier- og registreringshistorikk

Fartøyet ble i 1991 levert til Københavns Havnevæsen i Danmark. I 2004 ble fartøyet flagget inn til Norge og frivillig registrert i NOR. I NOR ble fartøytypen fastsatt som slepebåt. Ny norsk eier var Stord Cruise Service AS som hadde samme eierskap som BK Marine AS. Sistnevnte firma var eier av Starkad på ulykkesdagen. Fartøyet er solgt etter ulykken og ny eier endret fartøyets navn i juli 2014.

### 1.7.2 Relevante godkjennelser og sertifikater

#### Som dansk:

I 1991 utstedte daværende Det norske Veritas (DNV) et «statement» med følgende tekst:

*Selmer Tug MK III – SingaNor A/S, Drammen newbuilding No. 44*

*At the request of SingaNor A/S we have surveyed the above mentioned vessel during the construction.*

*The vessel is built according to drawings approved by Det norske Veritas with the remarks endorsed, corresponding to:*

*+IA1 Tug R15 ICE C*

*The workmanship was found good.*

*Pressure and function testing and verification of material and component certificates was carried out according to our Rules as applicable to the extent requested by SingaNor.*

Fra 1991 foreligger også en inspeksjonsrapport fra DNV i Antwerpen. Rapporten stadfester at to «quick release» slepekroker for leveranse til Norge, har blitt prøvd under belastning og at manuell nødutløsning av krokene ble prøvd med 8 tonns belastning. Alt virket tilfredsstillende og det ble ikke observert defekter eller deformasjoner etter prøvene.

I 1991 utarbeidet SingaNor AS stabilitetsmanual basert på krengeprøve der representant fra dansk maritim myndighet (Søfartsstyrelsen) var tilstede. Søfartsstyrelsen godkjente stabilitetsmanualen i juni 1991. Manualen er omtalt mer detaljert i 1.7.4.1.

Søfartsstyrelsen utstedte i 1991 «fartstilladelse» (trading permit) for anvendelse i Øresund. Fartstillatelsen ble fornyet i 1996 og 2001. Ved førstegangsutstedelsen ble det anført at Starkad var av type «last-/bugskib». I de to fornyelsene er fartøytypen angitt som «lasteskib».

*Som norsk:*

Ved flaggskifte opphører generelt gyldigheten av sertifikater og godkjennelser som er utstedt/gitt av/på vegne av den tidligere flaggstatmyndigheten.

I februar 2004 utstedte Sjøfartsdirektoratet identitetsbevis med fartøytype angitt som slepebåt. Identitetsbevis var et forenklet målebrev for ikke-målepliktige fartøyer (største lengde mindre enn 15 m). Dette sertifikatet dannet bl.a. grunnlag for å foreta frivillig registrering i NOR.

I mars 2004 utstedte Sjøfartsdirektoratet tillatelse til begrenset passasjerbefordring med ett års gyldighet. Sertifikatet ga tillatelse til å frakte maks. 12 passasjerer med totalt 13 personer ombord i Digernesundet og i farvannet rundt Stord og Ølen (fartsområde 2). Sertifikatet ble fornyet for ett år i mars 2005 og i mai 2008. Som del av besiktelse for fornyelsen i 2005 ble det krevd kontroll av ytre bunn, enten ved slippsetting eller med dykker/ROV.

### 1.7.3 Tekniske undersøkelser av Starkad i forbindelse med havariet

#### 1.7.3.1 *Observasjoner på ulykkesdagen*

Redningsdykkeren som søkte etter den savnede skipperen en drøy time etter kantringen, gikk ned ved baugen og tok seg akterover langs siden som lå ut fra kai, m.a.o. langs Starkads styrbord side. Han observerte da at styrbord styrehusdør var lukket med den øverste tersen i stengt posisjon. Han måtte vri tersen til vertikal posisjon for å få åpnet døra slik at han kunne ta seg inn i styrehuset.

Starkad lå forøvrig flytende opp-ned til kai på FMV fra ulykkesdagen til 27. februar da hun ble rettet.

#### 1.7.3.2 *Observasjoner før retting av fartøyet*

SHTs personell ankom FMV 27. februar 2014 og gjorde observasjoner av Starkad da hun lå opp-ned før retteoperasjonen tok til.

##### *Roret*

Roret hadde ca. 30° utslag til babord.

##### *Propellen*

Propellbladene sto i et stigningsforhold tilsvarende 10 – 20 % av maksimal oppnåelig stigning forover.



Figur 10: Rorutslag til babord og propellstigning 10 – 20 % forover. Foto: SHT

#### Dyse

Starkads dyse var en dysetype som er mye anvendt og som særskilt monteres når økt skyvkraft forover prioriteres.

Det var ikke synlige skader eller defekter på ror, propell og sidepropell.



Figur 11: Sidepropell forut. Foto: SHT

#### 1.7.3.3 Retting og lensing av fartøyet

Kranfartøyet Eide Lift 7 med bistand av slepebåten Eide Max fra Eide Marine Services AS rettet Starkad 27. februar 2014. Dykkerfartøyet Scuba fra Amundsen Diving AS var plattform for dykkeroperasjonene i forbindelse med rettingen. Personell fra Fitjar brannvesen sto for lensing av fartøyet. Starkad ble rettet i motsatt retning av kantringsretningen.



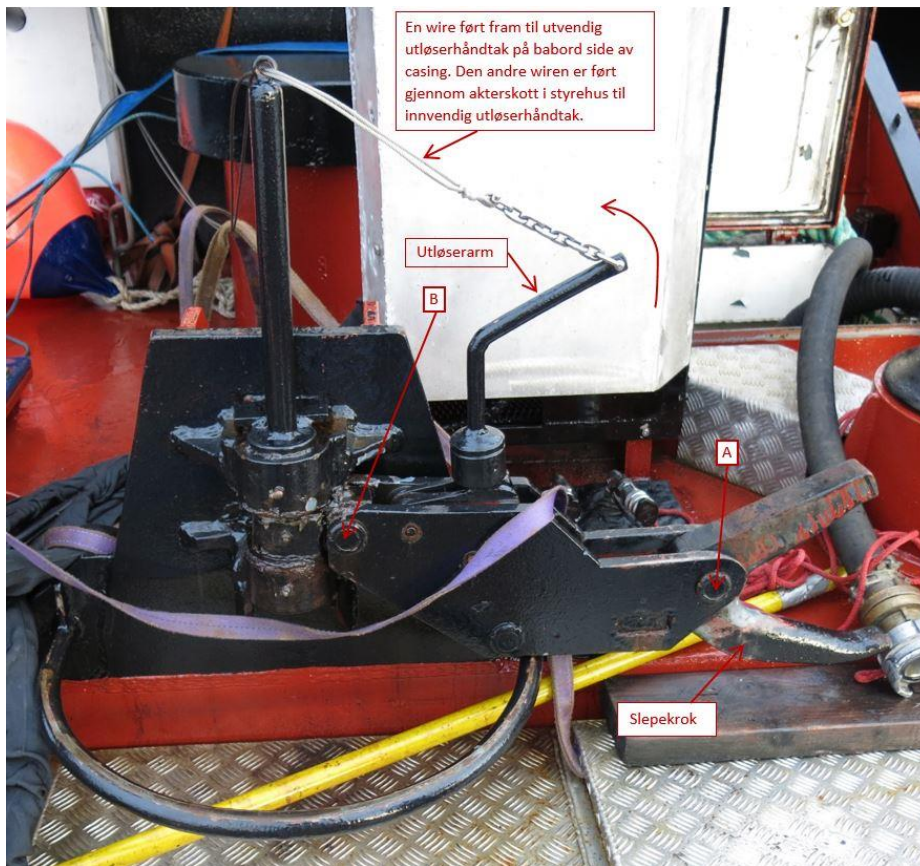
Figur 12: Starkad ble rettet og lenset 27. februar 2014. Foto: BK Marine AS

#### 1.7.3.4 Observasjoner etter retting og lensing av fartøyet

##### *Slepekrok*

Slepekroken løste seg ut ved kantringen. Bildet i figur 13 viser kroken som har åpnet seg ved å ha rotert ca. 180° om bolt A og således frigjort øyet på slepetrossen. Dersom kroken svinges tilbake til operativ stilling, vil «foten» på kroken «låses» under fundamentet til utløserarmen. Ved å dra utløserarmen i pilens retning vil «foten» på kroken frigjøres og forutsatt belastning på kroken, vil denne dreies til stillingen den hadde etter ulykken og som vist i figur 13. Utløserarmen kan forøvrig fjernbetjenes (nødtløses) via wiretrekk som forklart i figuren.

I horisontalplanet kan hele slepekrokenheten dreie fritt om vertikal innfestingsbolt i fartøyets senterlinje. Kroken kan således vandre over en sektor fra tvers om styrbord, aktenom til tvers om babord. Halvsirkelbøylen under krokenheten er kun til understøttelse for krokenes tyngde. I vertikalplanet vil derfor krokenheten kunne dreie om bolt B fra «hvilestilling» på bøylen, oppover til anslagsvis 35 - 40° vinkel med horisontalplanet.



Figur 13: Slepekroken hadde løst seg ut. Foto: SHT

### Dører

Umiddelbart etter retting av Starkad viste det seg at alle dører var lukket. På styrbord side var aktre dør, til WC, stengt med tersene oppe og nede, se figur 14. Tersene på styrbord styrehusdør var i vertikalposisjon, dvs. at de ikke var stengt. Døra holdt seg lukket under rettingen fordi smekkreilen til dørklinken midt på dørbladet var i «lås». Den øverste tersen på styrbord styrehusdør var imidlertid i stengt posisjon like etter kantringen, se 1.7.3.1.



Figur 14: Dører og luker etter retting. Til høyre: Dørhake som holder styrehusdør i åpen stilling. Foto: SHT

### Luker

Nøddøppgangslukene fra maskinrommet og salongen forut var begge lukket med tersene i stengt posisjon, se figur 14.

### *Ventilatorer*

Ventilatorer til salongen, plassert på hver side av nødoppgangsluka i forkant av styrehuset, var begge åpne. Ventilasjon av maskinrommet bestående av luftinntak i senter aktenfor skorsteinen og luftutløp på hver side av skorsteinen i høyde med styrehusvinduene, var alle åpne. Se figur 14 og tegning i vedlegg B.

### *Lufterør*

Alle lufterør til tanker er plassert langs innsiden av skanseledningene og utstyrt med stengeventil som automatisk lukkes når de neddykkes, se figur 15.



Figur 15: Lufterør med automatisk stengeventil. Foto: SHT

### *Kartplotter*

SHT tok beslag i Starkads kartplotterenhet, en Seiwa Explorer III, se figur 16. Enheten ble sendt til importør/producent for å få ut eventuell lagret informasjon om fartøyets bevegelser i forkant av ulykken. Det viste seg imidlertid at enheten hadde fått betydelig skade av oppholdet i sjøvann slik at eventuell informasjon ikke kunne frembringes.



Figur 16: Kartplotteren nede til høyre i bildet. Foto: SHT

### *AIS-data*

Starkad hadde mottaker for AIS-informasjon fra andre fartøyer, men ikke sender for å gi informasjon om egne bevegelser.

### *Klokke («kronometer»)*

«Kronometeret» montert på skottet akterut i styrehuset hadde stanset kl. 1049 - 1050, se figur 17.



Figur 17: Starkads «kronometer». Foto: SHT

### *Hendler*

Hendelen for motorpådrag (throttle), nærmest på foto figur 18, var skjøvet fram til tilnærmet maksimalt operasjonsturtall. Den andre hendelen på samme kontrollboks, regulerte propellstigning (pitch) og sto i posisjon 10 – 20 % forover. Dette samsvarte forøvrig med fysisk stigning på propellbladene, se 1.7.3.2. Hendelen for sidepropellen forut sto i en stilling skjøvet mot babord hvilket vil si at sidepropellen var aktivert for å skyve baugen mot babord.

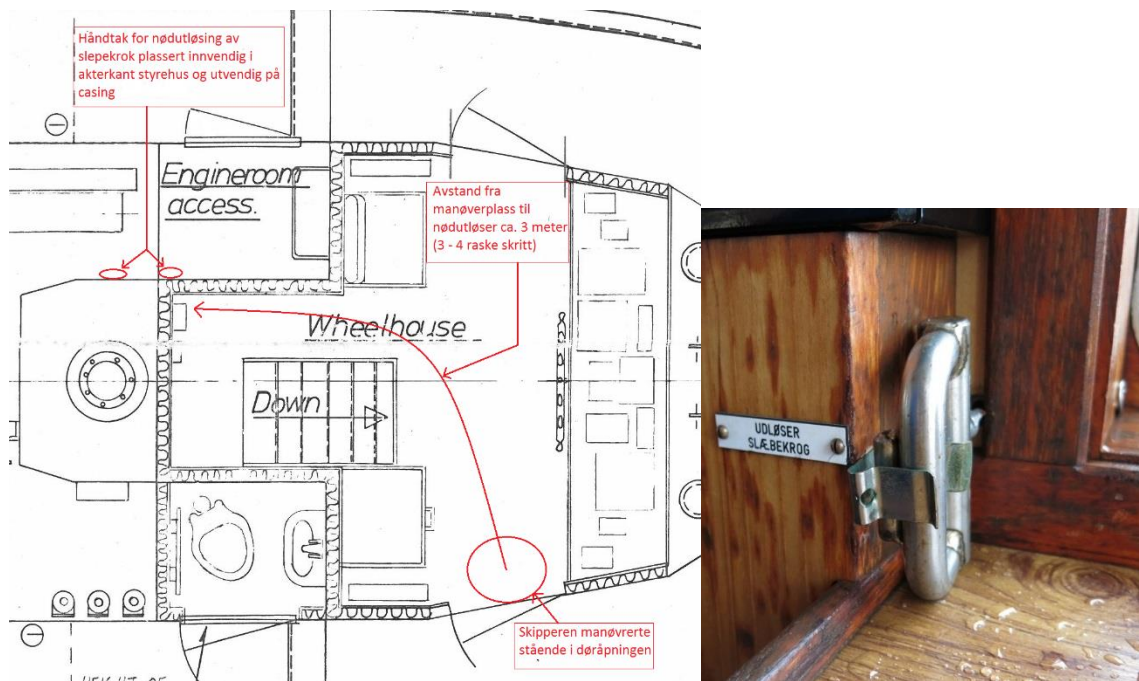


Figur 18: Hendler for pådrag og propellstigning til venstre. Til høyre: Hendel for sidepropell forut (baugthruster). Foto: SHT

### *Nødutløser for slepekrok*

Wirene fra utløserarmen på slepekroken, se figur 13, var ført fremover og den ene endte i et håndtak plassert på akterskottet inne i styrehuset, se figur 19. Da SHT gikk om bord umiddelbart etter lensing av fartøyet, satt håndtaket i en klemme som vist på bildet i figur 19. Avstand fra manøverplass som skipperen brukte, til utløserhåndtaket var ca. tre meter. For å nå fram til håndtaket fra manøverblassen måtte man dermed forflytte seg med tre til fire skritt.





Figur 19: Nødtløser for slepekrok. Kilde: SingaNor AS / SHT

### Dokumentasjon

SHT tok for øvrig beslag i tegninger og annen relevant dokumentasjon i styrehus og salong. Etter en tørkeprosess har SHT benyttet bl.a. tegningene til å modellere fartøyet for å utarbeide stabilitetsberegninger.

### Forøvrig

Mye av det elektriske og maskinelle ombord hadde tatt skade av oppholdet under vann. I tillegg ville trykk i hydraulikksystemet være nødvendig for enkelte funksjonsprøver. Som en følge av dette lot det seg ikke gjøre å funksjonsprøve f.eks. styremaskin, regulator for propellstigning og sidepropellfunksjon da SHT var tilstede på FMV.

Slepetrossen som ble anvendt ved ulykken var av type flettet 8-part med spleiset øye i begge ender. Lengden var 48,5 meter (målt av politiet) og med diameter 64 mm. Bruddbelastning på trossen er ca. 67 tonn, se figur 20.



Figur 20: Slepetrossen som ble anvendt ved ulykken. Foto: SHT

#### 1.7.4 Stabilitetsforhold

##### 1.7.4.1 *Stabilitetsdokumentasjon som nytt fartøy / under dansk flagg*

I 1991 utarbeidet SingaNor AS stabilitetsmanual basert på krengeprøve der representant fra dansk maritim myndighet (Søfartsstyrelsen) var tilstede. Det fremkommer i korrespondanse mellom SingaNor AS og Københavns havnevæsen at manualen er utarbeidet i henhold til Søfartsstyrelsens krav. De seks stabilitetskriteriene som ble lagt til grunn i beregningene er generelle, internasjonale intaktstabilitetskrav for lasteskip. I SHTs beregning i vedlegg D fremkommer nevnte kriterier i detalj under «table of intact stability criteria».

Beregningene besto av tre forskjellige driftstilstander i tillegg til lettskipstilstand der overnevnte kriterier ble lagt til grunn. To av driftstilstandene var beregnet med henholdsvis 10 % og 100 % innhold på brennoljetanker nr. 1 og 2, ferskvanns- og kloakktanken, se tankplan i vedlegg B. Den tredje driftstilstanden viste fartøyet som bunkersbåt med 100 % innhold på overnevnte tanker i tillegg til fulle brennoljetanker nr. 3 og 4.

Alle tilstandene tilfredsstilte overnevnte seks kriterier. Karakteristisk for tilstandene var at maksimal rettende arm, GZ, opptrådte ved krengevinkel mellom 27° og 29° og var i størrelsesorden 0,30 m til 0,23 m. Størrelse på GZ avtok proporsjonalt med redusert fribord, m.a.o. tilstanden som bunkersbåt var den svakeste. I manualens «instructions for the captain» påpekes bl.a. at dekkskanten aldri skal komme under vann og at eventuell dekkslast skal sikres forsvarlig. Det var imidlertid ikke medtatt dekkslast i lastetilstandene. Beregningene var heller ikke utarbeidet opp mot særskilte krav for slepeoperasjoner. Søfartsstyrelsen godkjente stabilitetsmanualen i juni 1991.

##### 1.7.4.2 *Stabilitetsdokumentasjon som norsk fartøy*

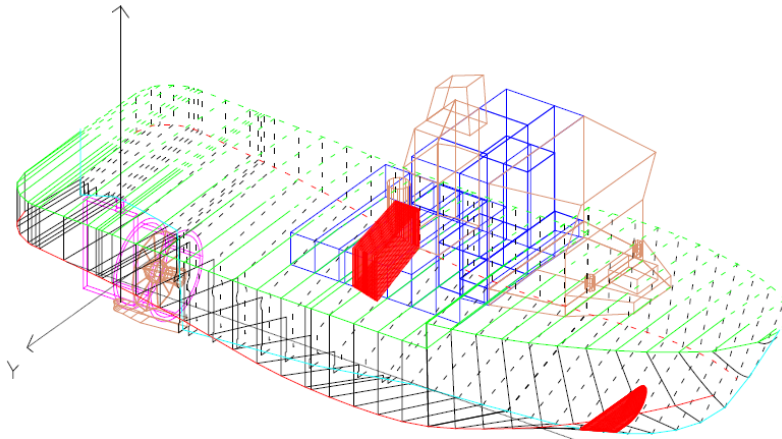
Før 1. januar 2015 var det ikke tilsyns- eller konstruksjonstekniske krav til norske lastefartøyer (herunder slepebåter) med største lengde mindre enn 15 m. Etter innflagging til Norge var derfor tilsyn og krav fra Sjøfartsdirektoratet svært begrenset og relatert til Starkads virksomhet innen passasjerbefordring, se 1.7.2.

Den dansk-godkjente stabilitetsmanualen var imidlertid ombord fram til ulykken og til tross for at den formelt sett ikke kunne anses som «godkjent» etter flaggskiftet, ville den kunne gi en viss informasjon, dog ikke i forhold til spesifikke operasjonelle grenser i forbindelse med slepeoperasjoner.

##### 1.7.4.3 *Etablering av stabilitetsdokumentasjon for ulykkesundersøkelse*

På grunnlag av tegninger og fysiske målinger ombord på Starkad ble fartøyet modellert i stabilitetsberegningsprogrammet Shipshape (fra Kongsberg Maritime – Lodic) som SHT disponerer. For mest mulig nøyaktighet er ror, rorhæl, dyse og propell modellert og medtatt i oppdriften. Sjøkasse babord og sidepropell tunnel forut er utelatt fra oppdriften, se figur 21.

Buoyancy Volumes



Figur 21: Modell for stabilitetsberegninger. Kilde: SHT

Til tross for at modellen som lå til grunn for beregningene fra SingaNor AS, hadde en enklere oppbygging enn SHTs modell, viser hydrostatikk- og formstabilitetsdata fra 1991 relativt god overenstemmelse med tilsvarende i SHTs beregninger. I SHTs modell er aktre perpendikulær, AP, og basislinjen definert henholdsvis 0,83 m lenger fram (på spant 0) og 0,398 m høyere (i spunning ved  $L_{pp}/2$ ) enn tilsvarende referanser i SingaNors modell.

Krengprøve for fastsettelse av nøyaktige lettskipsdata ble gjennomført i juni 2014. SHT engasjerte konsulentfirmaet Sawicon AS i Bergen for praktisk gjennomføring av prøven. Etter havariet og før krengprøven ble enkeltvekt med samlet vekt på noe under ett tonn tatt ut av Starkad. BK Marine AS fastsatte enkeltvektene og ga opplysning om hvor i fartøyet vektene hadde vært plassert før havariet. For vekt på elementer som inneholdt mye vann, f.eks. madrasser og puter, ble tørrvekt fastsatt på grunnlag av volum og spesifikk materialvekt. Nevnte enkeltvekt er medtatt i lettskipsverdiene fra 2014 i tabellen nedenfor og disse utgjør således de aktuelle verdiene da ulykken inntraff. Sammenlikning av opprinnelige og «nye» lettskipsverdier blir som følger:

Tabell 1: Lettskipsverdier. Kilde: SingaNor AS / SHT

Krengprøve	Lettskip [tonn]	LCG [m]	TCG [m]	VCG [m]
SingaNor 1991	53,51	5,943 <sup>1</sup>	-	2,171 <sup>1</sup>
SHT 11.06.2014	54,27	6,036	-0,004 <sup>2</sup>	2,243

<sup>1</sup> Justert for å samsvare med referansene i SHTs beregningsmodell

<sup>2</sup> Negativ TCG betyr at vekttyngdepunktet ligger på babord side av senterlinjen

Det fremgår av tabellen at både lettskipsdeplasementet og vekttyngdepunktets høyde over kjøl (VCG) har økt på 23 år. SHT har ikke fått informasjon om at det har blitt foretatt vesentlige endringer på Starkad siden hun var ny. Økningen kan derfor skyldes et velkjent fenomen som kalles «alderstillegg». Årsaken til «alderstillegget» er mangesidig, men forklares generelt ofte med at nytt utstyr, som enkeltvis oppfattes som ubetydelig, monteres litt etter litt. Reservedeler og verktøy bringes om bord i større grad enn det tas på land, antall lag maling øker etc.

BK Marine AS informerte om hvor mye diesel som var fjernet fra hver av de fire bunkerstankene, i alt 6800 l. Ved krengprøven ble alle tankene åpnet og peilet. Ved

hjelp av peiletabeller fra Shipshape ble eventuelle restmengder i tankene bestemt. Restmengder i tillegg til det som ble fjernet av BK Marine AS, ga innholdet på de enkelte tankene da ulykken inntraff. Som følge av at alle tanklufferør hadde automatisk lukkeventil må det antas at det ikke har vært vanninntrenging av betydning på tankene ved kantringen.

#### 1.7.4.4 *Undersøkelse av kantringen*

Særskilt undersøkelse av kantringen er dokumentert i vedlegg D. Havaritilstanden basert på overnevnte lettskip og tankinnhold foreligger detaljert beregnet i vedlegg D.

Resultatene av undersøkelsen viser at Starkad ikke hadde mulighet til å unngå kantring ved en hastighet i slepet på drøye 4,0 knop. I vedlegg C er det konkludert med at kantringen inntraff i tidsrommet mellom kl. 10:49:33 og kl. 10:49:42 da hastigheten i slepet økte fra 3,7 knop til 4,7 knop i løpet av 9 sekunder.

Til tross for at beregningene viser at det er en viss reststabilitet ved 3,7 knops belastning, kan ikke SHT se bort fra at det første rykket i slepeforbindelsen inntraff med rundt 3,7 knops hastighet i slepet. Et vitne observerte at Starkad rettet seg delvis opp etter å blitt dratt over til stor krenkning. Deretter skal hun ha blitt dratt helt rundt. At hun først rettet seg delvis opp kan samsvare med at hun hadde noe reststabilitet ved 3,7 knops belastning. Imidlertid økte hastigheten på få sekunder til drøye 4,0 knop hvilket førte til den fatale kantringen. Stabilitetsberegningene bekrefter dermed hastighetene og derav tidsrommet for kantringen slik det er konkludert i vedlegg C.

Beregning av havaritilstanden viser for øvrig at de ordinære intaktstabilitetskrav for lasteskip (§ 36 i 24-metersforskriften) var tilfredsstilt, se 1.12.2.4. Starkad skal i henhold til 24-metersforskriften tilfredsstille disse kravene innen 1. januar 2017. Innen samme dato skal også tilleggskrav til intaktstabilitet, «slepestabilitet», tilfredsstilles (§ 38 i 24-metersforskriften). Beregning av havaritilstanden viser at ingen av disse kravene var tilfredsstilt.

Ytterligere stabilitetsberegninger viser at ved alminnelig regelbetragtning av avgangs- og ankomsttilstand, dvs. ved 100 % kontra 10 % innhold på forbrukstanker, tilfredsstiller ikke Starkad avgangstilstanden med alle fire bunkerstankene fulle.

### 1.8 **Operasjonelle forhold – normalprosedyre ved oppkopling som assisterende slepebåt**

I følge daglig leder i BKM var rutinen ved oppdrag med assisterende slepebåttjeneste (operasjon med oppkopling i slepets akterende for å bremse og styre slepet), at Starkad ble koblet opp slik det ble gjort innledningsvis på ulykkesdagen. Etter at sleperen var satt fast på slepet og på Starkad, innebar rutinemessig oppkopling at dekksmannen ga ut trosse for hånd samtidig med at Starkad svingte 180 grader mot babord. Slepetrosen ville dermed normalt være slakk helt til Starkad hadde hekken i fartsretningen. Deretter ble sleperen rutinemessig strammet opp ved at Starkad gikk sakte forover (fra slepet). Starkads skipper ville derpå gi informasjon til hovedslepebåten om at de var koplet opp og at hovedslepebåten eventuelt kunne gi mer pådrag forover. Det var vanlig at skipperen på Starkad sto i styrbord døråpning med åpen dør under slike manøvre.

I de fleste tilsvarende oppdrag de hadde deltatt i ved FMV, hadde det vært vakthavende navigatør på hovedslepebåten med bistand fra losen som hadde ledet operasjonen.

I følge daglig leder i BKM praktiserte de en hastighetsgrense for slepet på rundt to knop ved slike oppkoplinger. Under ingen omstendighet skulle hastigheten være over tre knop. Ved de fleste hekk-mot-hekk oppkoplingene de hadde foretatt, hadde imidlertid hovedslepebåten tatt av pådraget slik at slepet så vidt var i sig. Ved slike hekk-mot-hekk oppkoplinger hadde Starkad enkelte ganger blitt slept med hekken i fartsretningen i hastigheter på to til tre knop, men som oftest var hastigheten betydelig lavere.

#### 1.8.1 Generell risiko for stor tverrskips belastning ved hekk-mot-hekk oppkoplinger

Som følge av at Starkad har konvensjonelt framdriftsanlegg, dvs. med propell på fast aksel og separat ror aktenfor, var det nødvendig å kople seg hekk-mot-hekk da fartøyet skulle operere som assisterende slepebåt («bremsebåt»). Starkad kunne teoretisk kople seg opp på baugen og bakke for å «bremse» samt anvende sidepropell for å manøvrere, men som naturlig følge av begrenset manøvreringsevne og ikke minst svak virkningsgrad på hovedpropell i bakk, ble ikke slik metode anvendt. For effektiv operasjon, både med hensyn til manøvrering og utnyttelse av potensiell skyvkraft, er konvensjonelle slepebåter generelt begrenset til å operere forover, dvs. at vannstrøm fra propellen skyves akterover og passerer roret slik at dette oppnår god styrekraft (løft). Slepebåter med azimuth- eller voith-schneider framdriftsanlegg hvor retningen på skyvkraften kan varieres 360° i horisontalplanet, har generelt langt større fleksibilitet med hensyn til både operasjon og hvor slepeforbindelsen koples opp på fartøyet. Når slike slepebåter opererer som «assisterende» er slepeforbindelsen gjerne koplet opp langt forut eller langt akter hvilket innebærer betydelig økt sikkerhet mot kantring.

Det er velkjent at hekk-mot-hekk oppkoplinger med konvensjonelle slepebåter, som vanligvis har tauetpunktet (slepekroken) tilnærmet midtskips, innebærer risiko for stor tverrskips belastning dersom sleperen strammes i oppkoplingsfasen når slepebåten skal svinge 180° for å få hekken mot slepet. Også operasjonsfasen der slepebåten blir trukket akterover etter slepet, er kjent for å kunne være risikofull. I operasjonsfasen kan slepebåten gire (skjære ut) i forhold til slepets kurs og således få mer eller mindre tverrskips visning på slepeforbindelsen. Stor tverrskips belastning fra slepeforbindelsen medfører risiko for stor krenkning, i verste fall kantring.

#### 1.8.2 Utstyr for å redusere farefull konsekvens av stor tverrskips belastning

Ombord i konvensjonelle slepebåter som vanligvis har slepekroken montert tilnærmet midtskips, kan slepeforbindelsen som regel vandre fritt over hekken i en sektor på rundt 180°. Anvendelse av gobline, fastmontert tauøy, tauepinner og liknende utstyr vil kunne «låse» slepeforbindelsen lenger ut på hekken og sørge for at visning fra side til side i slepeforbindelsen opptrer fra et punkt på hekken og ikke fra slepekroken (eller slepevinsjen) tilnærmet midtskips. Det effektive innfestingspunktet av slepeforbindelsen opptrer dermed betydelig lenger akter enn slepekroken. Ved ukontrollert, tverrskips belastning i slepeforbindelsen vil utstyret således sannsynliggjøre at hekken heller svinger mot trekkretningen i slepeforbindelsen enn at stor krenkning oppstår, noe som er resultatet når innfestingspunktet er tilnærmet midtskips.

Eksempel på bruk av gobline er vist i figur 22. Bildet viser akterdekket på FFS Atlas med nybygget på slep under manøvrering utenfor Fitjar på ulykkesdagen. Goblina er ført via et fast slepeøy montert akter i senter på dekket, og enden på goblina er sjaklet inn på slepeforbindelsen. På bildet fører «slakken» i goblina mellom slepeøyet og

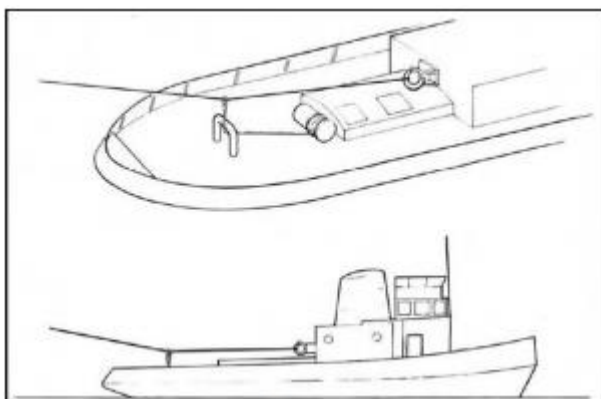
slepeforbindelsen til at slepeforbindelsen kan vandre i en viss sektor i både horisontal- og vertikalplanet.



Figur 22: Gobline via slepeøye akter er sjaklet inn på slepeforbindelsen. Foto: FFS Atlas

Bruk av gobline og liknende utstyr representerer således en preventiv sikkerhet mot stor krenkning/kantring som følge av tverrskips belastning fra slepeforbindelsen. Som følge av mange kantringer, særskilt med konvensjonelle slepebåter, har myndighetene i enkelte havner utenlands påbudt bruk av gobline dersom tauepunktet befinner seg tilnærmet midtskips.

I oppkopplingsfasen når sleperen er slakk, er det minimal ulempe ved bruk av slikt utstyr. I operasjonsfasen når det er belastning i sleperen, har imidlertid utstyret den ulempen at manøvreringsevnen reduseres, i verste fall opphører, særskilt på båter med konvensjonelt framdriftsanlegg slik som Starkad. En kursendring med slike fartøyer foregår ved at akterskipet må kunne svinge ut i forhold til sleperens visning. Stor belastning i et punkt langt akter kan føre til at tilgjengelig rorkraft ikke er tilstrekkelig til å svinge ut akterskipet (slepeforbindelsen «låser» båten). Dersom gobline arrangeres med egen vinsj som vist i figur 23, vil goblinen kunne slakkes og strammes slik at behov for manøvreringsevne kontra sikkerhet mot stor krenkning/kantring vil kunne avveies fortløpende forholdene tatt i betraktning.



Figur 23: Gobline koplet til vinsj. Illustrasjon: MAIB

Ombord i Starkad ble det ikke praktisert bruk av gobline eller liknende utstyr.

## 1.9 Besetningene

I dette kapittelet omtales besetningene på de to fartøyene som var involvert i ulykken, assisterende slepebåt Starkad og hovedslepebåt FFS Atlas.

### 1.9.1 Starkad

Besetningen om bord i Starkad besto av en skipper og en dekksmann (matros).

#### 1.9.1.1 *Skipperen*

Skipperen hadde allsidig yrkesmessig bakgrunn. I 2004 ble han ansatt i BKM som skipper.

Han gjennomgikk kystskipperskole i 2004. I 2008 fikk han utstedt dekksoffiser klasse 5 sertifikat (kystskippersertifikat) som var gyldig til juni 2013. Han var før ulykken i ferd med å fornye sertifikatet.

I BKMs tjeneste hadde skipperen fortrinnsvis vært engasjert som skipper på Starkad i 10 år da ulykken inntraff. Han hadde utført mange varierte slepeoppdrag, herunder flere oppdrag på FMV tilsvarende det som skulle utføres på ulykkesdagen.

#### 1.9.1.2 *Dekksmannen (matrosen)*

Dekksmannen hadde ikke erfaring med sleping før han ble ansatt i BKM i mai 2013. Fram til ulykkesdagen hadde han vært matros ved minst 10 slepeoppdrag med begge båtene til BKM, herunder tilsvarende oppdrag som på ulykkesdagen.

Opplæring til å være matros ved slepeoppdrag hadde dekksmannen fått ombord i BKMs fartøyer. Han hadde standard offshore sikkerhetskurs, men ingen andre maritime sertifikater.

### 1.9.2 FFS Atlas

Besetningen ombord i FFS Atlas talte seks, kaptein, overstyrermann, maskinist, motormann, kokk/matros og matros. Kapteinen var norsk, de øvrige var fra Litauen. Alle behersket engelsk språk.

#### 1.9.2.1 *Kapteinen*

Kapteinen hadde vært sjømann siden 1979. I 1983 begynte han på navigatørutdanning og oppnådde etter hvert høyeste sertifikat, dekksoffiser klasse 1. Sertifikatet han hadde da ulykken inntraff, var utstedt i oktober 2011 og gyldig til oktober 2016. I tillegg hadde han farledsbevis uten begrensninger, gyldig for hoved- og bileder fra Svenskegrensa til Tromsø. Siste fornyelse av farledsbeviset før ulykken ble foretatt i november 2013.

Kapteinen hadde seilt som førstestyrermann på diverse lastefartøyer fra 1989 til 2003 og som overstyrermann fra 2006 til 2008. Fra 2008 til 2010 var han ansatt i Taubåtkompaniet AS som overstyrermann og kaptein på slepebåter. I oktober 2013 ble han ansatt i Farsund Fortøyningselskap AS som kaptein på FFS Atlas.

Slepet av nybygget til Fitjar var det tredje oppdraget kapteinen hadde med FFS Atlas.

### 1.9.2.2 *Overstyrmannen*

Overstyrmannen hadde påmønstrert FFS Atlas i desember 2013. Han hadde sertifikat som kaptein på fartøyer med bruttotonnasje over 3000 i ubegrenset fart. Sertifikatet ble utstedt i juni 2000 i Litauen og var gyldig til mars 2015.

## 1.10 **Rederiet til Starkad**

Rederiet BK Marine AS ble etablert i 1995 og har base i Sagvåg/Grunnavågen på Stord.

BK Marine er engasjert i mange typer oppdrag og prosjekter, blant annet kartlegging av bunnforhold for undervannsinstallasjoner, slepeoppdrag, bunkringsoppdrag, transport av utstyr, transport av personell samt assistanse og buksering. Rederiet opererte på ulykkesdagen to fartøyer, Sjøbas og Starkad, begge benyttet fortrinnsvis i slepeoppdrag.

### 1.10.1 Rederiets sikkerhetsstyring

Rederiet hadde etablert et sikkerhetsstyringssystem som inneholdt relevante prosedyrer. I operasjonsmanualen for rederiets fartøy var prosedyren om «Trygg navigering» relevant i forhold til ulykken med Starkad.

### 1.10.2 Trygg navigering

Prosedyren beskrev generelle ansvarsområder for kapteinen og alle involverte medarbeidere, drift, generelle regler ved sleping, og risikostyring.

Under punktet om risikostyring var det vedlagt et eget skjema for gjennomføring av en «Sikker Jobb Analyse». Prosedyren sier at:

*En sikker jobbanalyse (SJA) kan erstatte en omfattende risikovurdering der det for eksempel ikke foreligger eksisterende prosedyrer som beskriver hvordan oppgaven skal håndteres med definerte sikkerhetstiltak, eller hvis noen om bord har avdekket en fare eller mulig fare i løpet av operasjonen, eller der det ikke foreligger noen prosedyre som beskriver hvordan man takler en oppgave med definerte sikkerhetstiltak.*

## 1.11 **Planlegging av slepeoperasjonen**

### 1.11.1 Forberedelser til slepeoppdraget

På henvendelse fra FMV framla verkstedets agent, Shipbroker i Kristiansand, informasjon om aktuelle slepebåter som var ledige i tidsrommet slepet skulle foregå. Det ble informert om pris og betalingssystem for de enkelte slepebåtene. FMV foretok et valg av slepebåtene i prioritert rekkefølge som ble forelagt forsikringsinspektøren for uttalelse. FMVs forsikringsselskap krever at forsikringsinspektøren, nederlandske Bureau Vogtschmidt b.v. (BV), aksepterer og godkjenner slepeoperasjonene. BV ga tilbakemelding om at FFS Atlas var aktuell.



### 1.11.2 Inngåelse av avtale

Den 31. januar 2014 ble det inngått Bimco Towcon 2008 avtale mellom FMV og FFS. Towcon 2008 er en standardkontrakt for «International Ocean Towage Agreement (Lump Sum)».

Part I av kontrakten beskriver de involverte partene, FMV og FFS, og gir tekniske detaljer om fartøyet (FFS Atlas) som er involvert, skisserer en pris for oppdraget samt hvilket juridisk regelverk som gjelder. Part II av kontrakten er en standard avtalebeskrivelse av en «International Ocean Towage». Partene blir enige om teksten som passer for oppdraget og stryker det som ikke passer.

Starkads eller andre assisterende slepebåters deltagelse i slepeoperasjonen var ikke nevnt i denne kontrakten.

### 1.11.3 Operasjonsmanual

FFS utarbeidet 4. februar 2014 en towing manual på grunnlag av IMO guideline for safe ocean towing (MSC/Circ. 884) og DNV Towing recommendations. I tillegg forholdt rederiet seg til anbefalinger fra forsikringsinspektøren Bureau Vogtschmidt.

Det fremgår av DNV Towing recommendations at det skal utarbeides en towing manual som skal forelegges for sentrale aktører. DNV anfører en rekke temaer som manualen normalt skal inneholde informasjon om, herunder «procedures for departure and arrival as well as calls at intermediate ports.»

I manualen stadfestes at den er det styrende dokumentet for slepeoperasjonen fra avgang Polen til ankomst Fitjar. Det fremgår at FMV innehar rollen som Marine Manager / Marine Superintendent. I slepemanualen påpekes bl.a. at:

- Marine manager er ansvarlig for slepeoperasjonen og skal bl.a. før operasjonen finner sted, informere kapteinen på FFS Atlas og annet personell som er involvert i slepeoperasjonen.
- Owner of the cargo skal sørge for assisterende slepebåt ved avgang i Polen og ved ankomst på Fitjar. (Owner reports to the Marine manager.)
- Marine manager skal besikte assisterende slepebåt ved avgang.
- BV skal utstede slepegodkjennelse som bekreftelse på aksept av FFS Atlas, slepet og slepearrangementet.

### 1.11.4 Avtale med assisterende slepebåt på Fitjar

Til oppdraget som assisterende slepebåt valgte FMV Starkad på grunnlag av at fartøyet tidligere hadde deltatt i flere liknende operasjoner. Det ble ikke utarbeidet formell avtale mellom FMV og BKM vedrørende Starkads deltakelse. FMV foretok en bestilling hos BKM av båten til gitt tidspunkt og timepris.

### 1.11.5 Oppfølging av slepemanualen

- BV vurderte tegninger og annen dokumentasjon i tillegg til at besiktelser ble foretatt av skroget som skulle slepes, slepebåten og utstyret på slepebåten. På grunnlag av en samlet vurdering ga BV slepegodkjennelse.
- FMV hadde ikke gitt informasjon til kapteinen på FFS Atlas, dette ble overlatt til personell fra BV.

Fortøyningsmannskapet fra FMV fortalte skipperen på Starkad på vei ut til slepet på ulykkesdagen at assisterende slepebåt skulle bistå med bremsing/styring via oppkopling med sleper til nybyggets hekk. Nybygget skulle manøvreres mot kai og assisterende taubåt skulle deretter hjelpe til med å skyve slepet mot kai.

FMV hadde hatt fokus på oppfølging av nybygget og avgangen i Polen. Starkad hadde blitt bestilt på rutine med grunnlag i fartøyets tidligere oppdrag ved FMV, uten særskilt vurdering av Starkads operasjonelle begrensninger. I følge FMV hadde heller ikke dette blitt vurdert ved tidligere benyttelser av fartøyet.

### 1.11.6 Øvrige relevante forhold

BKMs hastighetsbegrensninger ved oppkopling av Starkad var ikke kommunisert til FMV. FMV hadde heller ikke gjort særskilte operative vurderinger av slepebåtprosessen. Verkstedet så på dette som en innkjøpt tjeneste og forutsatte at kapteinene har kommunikasjon om det operative.

FMV mente selv at de hadde ansvar for å inngå avtale med FFS, bestille assistansebåt hos BKM og ha kontakt med agent vedrørende fortolling og mottak av slepet. FMV mente kapteinen på FFS Atlas var ansvarlig for slepeoperasjonen.

FMV så i utgangspunktet på selve ankomsten med bistand av assisterende slepebåt som en operasjon med håndverkstilnærming, men hadde etter ulykken tenkt at det kanskje burde vært mer formell avtale/prosedyre med BKM enn bare en bestilling, der beskrivelse av arbeidsoperasjonen, risikovurderinger og ansvarsforhold framkommer. Man tenkte også at avtalen muligens burde vært integrert i slepemanualen som primært gjaldt FFS Atlas' operasjon, og at det hele burde vært forelagt BKM/Starkad.

Etter ulykken har FFS lagt til grunn at assisterende slepebåt skal være «suitable and certified».

## 1.12 **Relevant regelverk**

Lov 16. februar 2007 nr. 9 om skipssikkerhet (skipssikkerhetsloven), §§ 2 og 3, stadfester at loven får anvendelse for norske skip uansett hvor de befinner seg. Med de begrensninger som følger av folkeretten, gjelder loven også for utenlandske skip bl.a. i norsk territorialfarvann. Loven gjelder ikke for skip under 24 m største lengde som brukes utenfor næringsvirksomhet.

### 1.12.1 Krav til planlegging av seilas/slepeoppdrag (FFS)

Flaggstaten St. Vincent and the Grenadines utga i mai 2009 sirkulære nr. STCW 003 der det påpekes at rederier og kapteiner som eier/fører fartøyer registrert i flaggstaten, har

ansvaret for at prinsippene om sikkert vakthold i henhold til STCW-konvensjonen blir fulgt. Sirkulæret påpeker at IMO resolusjon A.893(21) bør legges til grunn når en detaljert seilingsplan fra avgang til anløp skal utarbeides. I følge resolusjonen skal seilingsplan utarbeides fra avgang til anløp (from berth to berth), men inneholder intet spesifikt om vurdering av slepebåtassistanse.

Forøvrig er det intet regelverk som inneholder konkrete krav til planlegging av slepeoperasjoner.

### 1.12.2 Relatert til Starkad

#### 1.12.2.1 *Krav til sikkerhetsstyring*

Skipssikkerhetsloven § 7 pålegger reder å opprette et sikkerhetsstyringssystem i forbindelse med driften av fartøy. For lastefartøy, herunder slepebåter, med bruttotonnasje mindre enn 500 er det ikke angitt nærmere beskrivelse av sikkerhetsstyringssystem i forskrift. Starkad med største lengde mindre enn 15 m, er ikke målepliktig og har derfor ikke fastsatt bruttotonnasje, jf. forskrift 30. juni 2015 nr. 823 om måling av skip og flyttbare innretninger (forskrift om måling av skip mv.), § 1, samt tidligere forskrifter på området.

#### 1.12.2.2 *Krav til risikovurdering*

Forskrift 1. januar 2005 nr. 8 om arbeidsmiljø, sikkerhet og helse for de som har sitt arbeid ombord på skip (forskrift om arbeidsmiljø mv. på skip) gjelder for den som har sitt arbeid ombord på norsk skip. Forskriftens § 2-2 krever at farer ombord skal identifiseres og risikovurderes. Dersom det avdekkes risiko for sikkerhet og helse for de som arbeider ombord, skal nødvendige tiltak iverksettes for å fjerne eller redusere farene.

I rundskriv RSV 07-2014 minner Sjøfartsdirektoratet rederiene om at de skal påse at det før hvert enkelt slep gjøres en risikovurdering av slepeoppdraget i henhold til overnevnte bestemmelse. Mer omtale av rundskrivet finnes i vedlegg F.

Mannskapet på Starkad hadde underveis til Fitjar på ulykkesdagen, diskutert hvordan de skulle utføre oppdraget som assisterende slepebåt. Denne vurderingen var imidlertid ikke gjort i samhandling med kapteinen på FFS Atlas og foruten detaljerte forhåndsopplysninger om hvordan operasjonen skulle foregå.

#### 1.12.2.3 *Krav til slepetillatelse*

I henhold til rundskriv 07-2014 var ikke Starkad å anse som «slepebåt», men som «annet skip enn slepebåt», se vedlegg F. I henhold til opphevet forskrift 15. juni 1987 nr. 506 om besiktelse for utstedelse av sertifikater til passasjer-, lasteskip og lektere, og om andre besiktelser m.m. (besiktelsesforskriften) § 48, som kom til anvendelse på ulykkesdagen, skulle den derfor hatt slepetillatelse.

Starkad hadde ikke slepetillatelse.

#### 1.12.2.4 *Krav til bygging og tilsyn av mindre lasteskip*

Skipssikkerhetsloven § 9 krever at et skip skal være prosjektert, bygget og utrustet på en slik måte at det ut fra skipets formål og fartsområde gir betryggende sikkerhet for liv og

helse, miljø og materielle verdier. For lastefartøy, herunder slepebåter, med største lengde mindre enn 15 m var ikke særskilte bygge-/konstruksjonskrav eller krav til tilsyn fastsatt i forskrift da ulykken inntraff.

1. januar 2015 trådte forskrift 19. desember 2014 nr. 1853 om bygging og tilsyn av mindre lasteskip (24-meterforskriften) i kraft. Forskriften har virkeområde for norske lasteskip med største lengde 8 m eller mer, men med lengde (L) under 24 m. Av disse har fartøyer med største lengde f.o.m. 15 m vært regulert i tidligere forskrifter.

I henhold til § 89 i nevnte forskrift skal et eksisterende fartøy som skal slepe og med alder og lengde som Starkad (kjølstrukket etter 1.1.1990), senest 1. januar 2017 innfri en rekke nye bestemmelser.

Noen relevante bestemmelser fra 24-metersforskriften:

§ 16: I fartsområde liten kystfart eller mindre skal vinsj, slepekrok, eventuelle styrepinner og haikjeft kunne nødutløses fra *aktuell styreposisjon for skipet*.

§ 89a: Paragrafen trådte i kraft 1. januar 2016 og er tilkommet 24-meterforskriften ved forskriftsendring. Det kreves slepetillatelse for fartøyer under 15 m største lengde uten fartøyinstruks når den slepte gjenstanden tilsvarende bruttotonnasje 50 eller mer og det slepes i større fartsområde enn beskyttet farvann. For å oppnå slepetillatelse må fartøyet bl.a. oppfylle NBS 1990, herunder kapittel Y32, eller kravene til stabilitet, styrke og utrustning i 24-metersforskriften. Forøvrig må fartøyet ha tilstrekkelig slepekraft til å kunne holde forsvarlig kontroll over slepet. § 89a skal oppheves 1. januar 2018 når også fartøyer kjølsturket før 1.1.1990 er sertifisert.

#### 1.12.2.5 *Krav til kvalifikasjoner for besetningen*

Skipssikkerhetsloven § 16 krever at den som har sitt arbeid ombord, må ha de kvalifikasjoner og eventuelle sertifikater som kreves for den aktuelle stillingen eller det arbeidet som skal utføres. For lastefartøy, herunder slepebåter, med største lengde mindre enn 15 m er det imidlertid ikke fastsatt særskilte krav til kompetansesertifikat i forskrift.

Dermed er det ikke myndighetskrav til sertifikat for besetninger på lastefartøyer (slepebåter) under 15 m. Krav til kompetanse for oppdragene disse fartøyene utfører kommersielt, er i praksis og på grunnlag av kravet i skipssikkerhetsloven overlatt til rederiet.

Sjøfartsdirektoratet har i en periode arbeidet med framtidige sertifikatkrav for besetninger på lastefartøy mindre enn 15 m. I mars 2016 antydte direktoratet at det er sannsynlig at slike krav vil tre i kraft høsten 2017.

#### 1.12.3 Losplikt

FFS Atlas med slep av nybygget som hadde lengde på 67 m, ble i henhold til forskrift 17. desember 2014 nr. 1808 om losplikt og bruk av farledsbevis (lospliktforskriften), lospliktig 21. februar 2014 kl. 2130 lokal tid da slepebåten krysset delen av grunnlinjen som er trukket mellom Svelgjeskjær utenfor Karmøys sydvestspiss og til skjæret Lansingsnajt sydvest for Utsira. Kapteinen hadde brovakt da fartøyet kom inn i lospliktig farvann fram til kl. 0200 den 22. februar. Kapteinen og overstyrmannen gikk vakter 6 timer på og 6 timer av. Kapteinen gikk således på ny vakt kl. 0800 på

ulykkesdagen. Hviletid for kapteinen i forkant av ulykken var i samsvar med bestemmelsene i lospliktforskriften § 16. Kapteinens farledsbevis tillot seiling i farleden der ulykken inntraff. Leden var ikke ført opp i lospliktforskriften med generell begrensning for bruk av farledsbevis.

### 1.13 Tidligere relevante ulykker

Kantringsulykken med Starkad er ikke unik. Liknende ulykker har gjennom årene inntruffet mange ganger rundt om i verden. Typiske sikkerhetsbarrierer som ofte har blitt brutt i slike ulykker er:

- Manglende planlegging av slepeoperasjonene har ført til at aktørene ikke har hatt den nødvendige oversikt over hvordan operasjonene skal utføres.
- Manglende risikovurderinger ved planlegging av slepeoperasjonene har ikke identifisert adekvate farer slik at korrigerende tiltak kunne iverksettes.
- Manglende kommunikasjon mellom aktørene har hindret en kontinuerlig og omforent forståelse av operasjonens gang og hvordan oppståtte avvik fra det planlagte skal korrigeres.

Noen gjennomgående trekk ved fartøyer som har kantret under slepeoperasjoner:

- Manglende ivaretagelse av fartøyets værtette integritet ved at dører/luker har stått åpne og således opptrådt som fyllingsåpninger når krengevinkelen har økt.
- Arrangement som har hatt til hensikt å hindre at tauepunktet opptrer midtskips har sviktet eller ikke blitt anvendt.
- Manglende innebygde stabilitetsreserver for å kunne motstå påkjenningene.

Grunnet økt generell fare for kantring ved slepeoppdrag og med grunnlag i kantringsulykkene, har de fleste flaggstatsadministrasjoner og classeselskap innført tilleggskrav til stabilitet for fartøyer som skal slepe.

SHT har gjennomført sikkerhetsundersøkelse av en ulykke i Kirkenes 10. juni 2013 der fartøyet North Tug, lengde 14,89 m, forliste under en slepeoperasjon. Fartøyet ble trukket akterover/sideveis etter slepeforbindelsen til cruiseskipet Ocean Princess som skulle assisteres. Fartøyet kantret som følge av vann på dekk og tverrskips påkjenning fra slepeforbindelsen. Mannskapet på to greide å svømme til land da fartøyet sank etter kantringen. Sentralt for denne hendelsen var også manglende planlegging og risikovurdering.

I rapporten etter ulykken ([Sjø rapport 2014/06](#)) rettet SHT i alt fire sikkerhetstilrådinger, to til cruiserederiet, én til Kystverket og én til rederiet til North Tug.

### 1.14 Gjennomførte tiltak

SHT har forespurt BK Marine, Fitjar Mekaniske Verksted og Farsund Fortøyningselskap om bedriftene har iverksatt særskilte tiltak relatert til sikkerhet i etterkant av ulykken.

BK Marine opplyser at selskapet opererer i dag bl.a. to slepebåter og en lekter. BK Marine har de siste årene arbeidet med å bygge opp et internkontrollsystem kalt IMS (Internal Measurement System). Systemet er bygd opp for å dekke hele selskapet og alle selskapets aktiviteter og basert på følgende hovedstandarder:

- Kvalitet ISO 9001
- Miljø ISO 14001
- Helse og sikkerhet OHSAS 18001

Etter ulykken med Starkad har selskapet viet større oppmerksomhet til sikkerhet i eget og mot samarbeidende selskaper. Flere forandringer og forbedringer er utført med hovedvekt på risikoanalyse og kommunikasjon.

## **2. ANALYSE**

### **2.1 Innledning**

Analysen er avgrenset til å omfatte forhold til og med kantringen, dvs. at søk- og redningsaksjonen etter skipperen på Starkad ikke er vurdert.

Starkad kantret som følge av belastning i den oppkoblede slepetrossen da fartøyet var på tvers av slepets kurs.

SHT har identifisert følgende sikkerhetsfaktorer som har eller kan ha påvirket hendelsesforløpet:

- Akselerasjon i slepet
- Kantring – manglende stabilitetsreserver
- Manglende planlegging av slepeoperasjonen
- Kommunikasjon mellom slepefartøyene
- Oppkopling til slepet i medvind
- Snumanøver eller kursavvik
- Oppkopling hekk-mot-hekk som aktre slepebåt
- Snuoperasjon mot babord med åpen styrbord styrehusdør
- Manglende tiltak for å redusere kantringsrisiko
- Avstand fra styreposisjon til nødutløser for slepekrok
- Slepetillatelse
- Slepekraft – var Starkad stor nok for operasjonen?

Undersøkelsen har avdekket en sikkerhetsfaktor uten direkte relasjon til hendelsesforløpet:

- Manglende tilleggssikkerhet mot kantring ved NBS Y32

### **2.2 Akselerasjon i slepet**

Dekksmannen på Starkad ble overrasket av plutselig og betydelig akselerasjon i slepet da Starkad var i ferd med å snu hekken mot slepet og dekksmannen sto akter og ga ut på slepetrossen. I vedlegg C påvises at FFS Atlas (og slepet) fra kl. 10:48:26 til 10:49:06 reduserte hastigheten fra 4,4 til 2,4 knop. SHT antar at Starkad hadde koplet opp slepeforbindelsen og seget ned i akterkant av slepet i denne perioden. Fra kl. 10:49:06 til 10:49:23 ble det holdt en hastighet fra 2,4 til 2,3 knop. Som følge av at hastigheten hadde blitt passelig lav, antar SHT at Starkad påbegynte snumanøveren i denne perioden samtidig som dekksmannen begynte å gi ut trosse fra kveilen på dekk.

Mannskapet på Starkad ble imidlertid overrasket av en betydelig akselerasjon som ble innledet kl. 10:49:23, se vedlegg C. I løpet av de første tre sekundene økte hastigheten fra 2,3 til 3,3 knop. Fra kl. 10:49:26 til 10:49:53 økte hastigheten til 5,2 knop. I vedlegget har SHT funnet at Starkad kan ha vært i kantringsbevegelse fra kl. 10:49:33 til kl. 10:49:42, dvs. at fartøyet kantret i løpet av denne perioden.

I følge kapteinen på FFS Atlas ble ikke hastigheten endret bevisst så lenge Starkad holdt på med oppkopling. Det var heller ikke problemer med fartøyet maskineri som f.eks. ujevn gange og at turtallet således kunne øke uten videre. FFS Atlas hadde ikke VDR som kunne ha inneholdt informasjon om motorparametere.

FFS Atlas hadde en minste hastighet (ved laveste turtall) på drøye 5 knop når hun gikk alene uten slep. For å holde lavere hastighet over et lengre tidsrom måtte propellene clutches ut og inn. Alternativt kunne det «ploges» hvilket vil si at azimuth-propellene hver for seg svinges ut slik at skyvekraften fra begge propellene rettes skrått innover mot fartøyet senter og ikke rett forover. «Plogging» ble imidlertid ikke anvendt på ulykkesdagen.

For å kunne holde den lave hastigheten på 2,3 knop i medvind da Starkad påbegynte snumanøveren, mener SHT at propellene må ha vært clutchet ut. I 2.6 drøftes oppkopling i medvind og usikkerheten ved at slepet kan «ta igjen» slepebåten. Som nevnt i avsnittet har ikke SHT påvist at dette har inntruffet. Imidlertid mener SHT at en av få plausible forklaringer på den overraskende akselerasjonen, kan ha vært at slepet har kommet for nær FFS Atlas slik at inn-clutching av propellene har blitt nødvendig.

### **2.3 Kantringen**

Undersøkelse av kantringen er dokumentert i vedlegg D. Starkad hadde ikke mulighet til å unngå kantring ved en hastighet i slepet på drøye 4,0 knop da hun lå på tvers av slepets kurs. På ulykkesdagen var det ikke stabilitetskrav gjeldende for fartøyet. 24-metersforskriften som trådte i kraft 1. januar 2015, stiller bl.a. krav til stabilitet når fartøyet blir trukket tverrskips gjennom vannet med 5 knops hastighet. Innen 1. januar 2017 skal Starkad tilfredsstillende dette og flere andre krav som omtalt i 1.7.4.4.

Dersom fartøyet hadde tilfredsstillende disse kravene for slepebåter er det, etter Havarikommisjonens mening, sannsynlig at ulykken kunne vært unngått.

Som følge av at Starkad innen 1. januar 2017 må være sertifisert som slepebåt i henhold til overnevnte, ser ikke SHT grunnlag for å rette sikkerhetstilråding vedrørende manglende stabilitet på ulykkesdagen.

### **2.4 Planlegging av slepeoperasjonen**

I slepemanualen er det stadfestet hvilke oppgaver som påhviler Marine Manager, Marine Superintendent, Owner of the Cargo og The Yard. Etter SHTs mening er alle de nevnte aktørene den samme, dvs. FMV. Den uklare rolledefinisjonen ble forsterket ved at manualen krevde at FMV skulle rapportere til seg selv vedrørende anskaffelse av assisterende båt og fortøyningsmannskap på Fitjar. Ytterligere utyeliggjøring av oppgaver og ansvarsforhold kan etter SHTs mening, ha oppstått som følge av at BV opptrådte på vegne av FMV f.eks. ved informasjonen til kapteinen på FFS Atlas før avgang i Polen. Verdifull førstehåndsinformasjon til FFS Atlas' kaptein om Starkads oppkoplingsmetode som bremsebåt, kan ha uteblitt som følge av dette.



Skipper på Starkad / BKM fikk ikke informasjon i forkant av operasjonen som forutsatt i slepemanualen, denne ble gitt muntlig av fortøyningsfolkene fra FMV i løpet av den kortvarige overfarten ut til slepet. Starkads skipper var da primært engasjert i forberedelser til bording av slepet.

Starkads deltagelse i slepeoperasjonen var etter SHTs mening preget av mangelfull planlegging og risikovurdering. Kapteinen på FFS Atlas var ikke kjent med Starkads slepearrangement, og kapteinen på Starkad var ikke kjent med detaljene i slepeoperasjonen de skulle gjennomføre. Havarikommisjonen mener dette bidro til at slepeoperasjonen fikk utvikle seg til å bli kritisk for Starkads vedkommende uten at denne kritikaliteten ble identifisert før ulykken var et faktum. Planlegging og risikovurdering kunne etter SHTs mening bidratt til å forhindre denne ulykken.

Etter SHTs mening er ikke en av aktørene alene i stand til å utarbeide en helhetlig slepemanual der også opplysninger om begrensninger og oppkoplingsmetoder for assisterende slepebåter inngår. Slikt kan være vanskelig å detaljfastsette på forhånd og vil uansett forutsette samarbeid mellom alle aktører for å oppnå en fullstendig og omforent manual. Alternativt bør det framkomme at operasjonen manualen dekker avsluttes på et gitt punkt og at videre operasjon, som f.eks. anløp, dekkes av separat planlegging/manual.

SHT retter en sikkerhetstilråding til FMV og FFS vedrørende overnevnte.

## **2.5 Kommunikasjon mellom slepefartøyene**

Drøyt ti minutter før kantringen, etter at fortøyningsmannskapet var satt om bord på nybygget, var det noe kommunikasjon på VHF kanal 10 mellom kapteinen på FFS Atlas og skipperen på Starkad.

Kapteinen på FFS Atlas og skipperen på Starkad kommuniserte på VHF kanal 10. Telenor Kystradio lagrer trafikk på nød- og oppkallskanalen 16 og Kystverket lagrer kommunikasjon på de definerte arbeidskanalene til trafikksentralene. Det foreligger således ikke opptak av trafikk på kanal 10. SHT har vært i kontakt med flere personer som har opplyst at andre personer skal ha overhørt VHF-trafikk mellom de to båtene i minuttene før ulykken. Ingen har imidlertid kunnet bekrefte at de har hørt noe.

Kommunikasjonen som SHT kjenner til, er således gjengitt av vitner som var ombord på de to slepebåtene. Informasjonsutveksling mellom om hvordan Starkad skulle kople seg til slepet var, etter det SHT har erfart, begrenset til hvilken side på nybyggets hekk slepeforbindelsen skulle festes. Det kom m.a.o. ikke fram at Starkad hadde til hensikt å dreie 180 grader for å få hekken mot slepet. SHT mener at denne mangelen i informasjonsutveksling var uheldig fordi den kunne ha korrigert eventuell forutinntatthet hos kapteinen på FFS Atlas om at Starkad skulle kople seg opp over baugen. Manglende detaljert informasjon om Starkad i slepemanualen ble dermed heller ikke kompensert gjennom kommunikasjon. Dette førte til at det ikke var omforent forståelse mellom førerne av de to båtene om hvordan oppkoplingen av Starkad skulle forløpe.

## **2.6 Oppkopling til slepet i medvind**

Starkad kople seg opp til slepet mens dette og FFS Atlas var på nordlig kurs i den rådende sydlige vinden. I følge flere vitner var dette et avvik i forhold til liknende operasjoner ved levering av nybygg til FMV. Som regel hadde tilsvarende oppkoplinger foregått mens hovedslepebåt og slepet hadde kurs mot vinden.

Som følge av lav hastighet, kort slepeforbindelse og at slepet var betydelig mer utsatt for vinddrift enn FFS Atlas der slepebåten også var delvis i le av slepet, mener SHT at dette har økt risikoen for at slepet kan ha hatt tendens til å innhente FFS Atlas. En naturlig reaksjon på dette ville vært å gi pådrag fra FFS Atlas for å stramme opp slepeforbindelsen. Påfølgende akselerasjon i slepet kunne blitt følgen.

SHT har imidlertid ikke påvist at dette har inntruffet og vil derfor på generelt grunnlag påpeke at det er betydelig vanskeligere for hovedslepebåten å holde kontroll på et slep med stort vindfang i medvind kontra motvind. Det vil følgelig være redusert sikkerhet ved oppkopling aktenfor et slikt slep under forhold som nevnt.

Forøvrig hadde kapteinen på FFS Atlas planlagt å legge kursen opp mot FMV og mot vinden straks han hadde mottatt forventet beskjed fra skipperen på Starkad om at de var ferdig oppkoplet. Han ville imidlertid ikke svinge før beskjeden var mottatt og fulgte derfor en nordlig kurs. SHT antar at skipperen på Starkad også hadde forståelsen av at de skulle svinge opp mot FMV like etter oppkoplingen og deretter fortsette mot verkstedets kai med samme lave hastighet som innledningsvis ved oppkoplingen.

## **2.7 Snumanøver eller kursavvik**

Faktainformasjonen er ikke entydig om Starkad hadde påbegynt snuoperasjonen for å få hekken mot slepet da ulykken inntraff, eller om båtens kursavvik i forhold til slepet skyldtes andre forhold. Dekksmannen på Starkad var i tvil om snuoperasjonen var påbegynt fordi han ikke hørte lyd fra sidepropellen forut, noe han vanligvis gjorde under snuoperasjonene. For at snuoperasjonen skulle forløpe hurtigst mulig kan det også synes som rorutslaget ikke var optimalt, tatt i betraktning rorprofilets potensiale med hensyn på maksimal rorkraft.

Til tross for overnevnte mener SHT at Starkad var i ferd med å foreta en kontrollert og rutinemessig snumanøver da ulykken inntraff. Oppfatningen underbygges med at propellstigning og motorturtall var satt i samsvar med å kunne foreta en rolig snumanøver slik det vanligvis ble gjort. Rorvinkel samsvarte også med optimalt utslag for et «gjennomsnittsrør». Flere vitner som hadde sett Starkad i tilsvarende operasjoner tidligere, hadde også oppfattelsen av at fartøyet var i ferd med å foreta en kjent og kontrollert snumanøver da ulykken inntraff.

## **2.8 Oppkopling hekk-mot-hekk som aktre slepebåt**

Konvensjonelle slepebåter har generelt lavere effekt ved bakking enn når skyvkraften rettes forover. Karakteristikker for Starkads dyse i kombinasjon med vripropellen bekrefter at fartøyet oppnår vesentlig lavere skyvkraft ved bakking enn når hun går forover. Som assisterende slepebåt i akterkant av slepet kunne Starkad teoretisk sett kople seg opp over baugen og bakke for å bremse og primært anvende sidepropellen forut for kursendring. Imidlertid kan effekt av tunnelsidepropellere generelt bli uforutsigbar selv ved lave hastigheter som to til tre knop gjennom vannet. Tatt i betraktning dette og den reduserte skyvkraften ved bakking, er det etter SHTs mening naturlig at BKM rutinemessig koplet Starkad opp med hekken mot slepet.

## **2.9 Snuoperasjon mot babord med åpen styrbord styrehudør**

Starkad hadde propellrotasjon mot høyre og sidepropellen er montert på babord side i tunellen. På dette grunnlaget mener SHT at det er sannsynlig at fartøyet dreier noe lettere

mot babord enn mot styrbord og følgelig var det naturlig at BKM rutinemessig foretok snumanøvrene mot babord.

Rutinemessig ble det praktisert å ha styrbord styrehusdør stående åpen ved slike snumanøvre. En slik oppkopplingsoperasjon innebærer risiko for tverrskipsbelastning. Når fartøyet snur mot babord vil eventuell tverrskipsbelastning opptre over styrbord side og følgelig kunne føre til stor krenkning og kantringsfare mot styrbord. Fartøyets værtette integritet skal i utgangspunktet opprettholdes til enhver tid når fartøyet er i sjøen, dvs. at dører og luker skal være lukket og terset (tilsatt med vridere). Dette for å hindre at vann trenger inn i fartøyet og for å ivareta den rettende oppdriften som overbygg og dekkshus gir ved stor krenkning.

Oppkoplingen på ulykkesdagen foregikk rutinemessig med åpen styrbord styrehusdør. Da redningsdykkeren tok seg inn i styrehuset etter kantringen, var imidlertid styrbord styrehusdør lukket og stengt med den øvre tersen. Etter SHTs mening må skipperen ha vært snarrådig og innsett krenknings-/kantringsfaren da slepetauet begynte å rase ut fra kveilen på dekket. For å sikre oppdriften og hindre fylling av styrehuset må skipperen ha greid å stenge styrehusdøra i løpet av de siste sekundene før slepetauet strammet til. Dette kan imidlertid ha fratatt ham den tiden han trengte til å løse ut slepekroken, se 2.11.

Vedlegg D inneholder særskilt undersøkelse av kantringen, herunder stabilitet med åpen og lukket styrehusdør.

## **2.10 Manglende tiltak for å redusere kantringsrisiko**

Ombord på Starkad anvendte ikke BKM gobline eller annet utstyr for å flytte effektivt innfestingspunkt av slepeforbindelsen akterover. SHT mener at bruk av slikt utstyr, særskilt under snumanøveren da det ikke var belastning i slepeforbindelsen, ikke ville vært til hinder for manøvreringsevnen.

Dersom slikt utstyr hadde vært anvendt er det sannsynlig at Starkad hadde blitt svingt i trekkretningen fra slepetauet og blitt slept etter med hekken først. Krenkningen i svingbevegelsen ville sannsynligvis ikke vært kritisk. Om Starkad hadde evne til å bli slept akterover i hastighet etter hvert overstigende 5 knop, er ikke vurdert. SHT mener imidlertid at bruk av gobline e.l. ville hatt påvirkning på hendelsesforløpet ved at fartøyet sannsynligvis ikke hadde kantret da slepetauet strammet til og således ville det gitt skipperen tid til å vurdere om slepekroken burde løses ut som følge av at fartøyet eventuelt ikke hadde evne til å bli slept akterover i den økende hastigheten.

## **2.11 Avstand fra styreposisjon til nødutløser for slepekroken**

Kort tid etter at skipperen stengte styrbord styrehusdør, se 2.9, kan han ha bestemt seg for å løse ut slepekroken. Et vitne observerte at han sprang akterut i styrehuset like før kantringen. SHT mener det er sannsynlig at han gjorde det for å trekke i håndtaket til nødutløseren som var montert på skottet akter i styrehuset. Senere undersøkelser viste imidlertid at håndtaket ikke var løst ut. Således kan han ikke ha nådd håndtaket før slepetrossen strammet til i det første rykket.

Det var ca. tre meters avstand mellom styreposisjonen og nødutløseren på Starkad, en distanse som krevde tre til fire skritt å tilbakelegge.

24-metersforskriften trådte i kraft 1. januar 2015, og kom således ikke til anvendelse på ulykkesdagen. Starkad og liknende fartøyer kjølstrukket etter 1.1.1990 skal senest 1.

januar 2017 tilfredsstillte bl.a. § 16 (2) c) i nevnte forskrift. Bestemmelsene krever at slepekrok skal kunne nødutløses fra «*aktuell styreposisjon for skipet*».

Undersøkelsen av ulykken med Starkad viser at dersom skipperen hadde hatt nødutløseren innen armlengdes avstand fra sin styreposisjon, kunne sannsynligvis ulykken vært unngått. SHT mener dette vil være en viktig vurdering ved praktisering av den nye forskriften.

## **2.12 Fravær av los og utkikk**

Da Starkad kopleet seg opp til slepet var kapteinen på FFS Atlas alene på broen. Det var ikke satt utkikk. Kapteinen måtte vende blikket vekselvis mellom hindringer i sjøen forut og mot slepet og Starkad akterut. I utgangspunktet var FFS Atlas med slepet lospliktig i farvann innenfor norsk grunnlinje, men kapteinen hadde farledsbevis og på det grunnlaget tok ikke FFS Atlas los.

SHT har vurdert om fravær av los eller utkikk kan ha medvirket til ulykken, men har ikke funnet holdepunkter for å hevde dette. På dette grunnlaget har ikke SHT drøftet forholdet videre.

## **2.13 Slepetillatelse**

Starkad hadde ikke slepetillatelse.

I henhold til rundskriv 07-2014 var ikke Starkad å anse som «slepebåt», men som «annet skip enn slepebåt». I henhold til besiktelsesforskriftens § 48 skulle den derfor hatt slepetillatelse.

Etter SHTs mening er det lite trolig at samsvar med kravene til «slepebåt» ville bidratt til å forhindre ulykken, se vedlegg F. På dette grunnlaget har ikke SHT drøftet forholdet videre.

## **2.14 Slepekraft – var Starkad stor nok for operasjonen?**

I vedlegg E er det gjort beregninger i forhold til nødvendig slepekapasitet for slepeoperasjonen. Med dette som utgangspunkt kan det hevdes at Starkads slepekraft var i knappest laget dersom en situasjon skulle oppstå som førte til at hun måtte holde nybygget alene. Imidlertid var oppdraget begrenset til å bremse og bidra til å styre slepet mot kai. Hastighet på slepet var forutsatt å være lav, rundt to knop. At dette var innenfor Starkads kapasitet hadde BKM fått bekreftet ved flere liknende oppdrag tidligere. Det er derfor vanskelig eventuelt å konkludere med at Starkad var for liten for oppdraget. På dette grunnlaget har ikke SHT drøftet forholdet videre.

## **2.15 Manglende tilleggssikkerhet mot kantring ved NBS Y32**

Intensjonen med fartøytypetilleggene i NBS er etter SHTs mening å tilføre tilleggssikkerhet relatert til risiko i respektive operasjonsmønstre. SHT har utført stabilitetsberegninger for Starkad i henhold til NBS ordinære kriterier Y3 og bukserbåttillegget Y32. Beregningene er omtalt i vedlegg F. Resultatet av beregningene var at kravet i NBS Y32 kan tilfredsstilltes uten at de ordinære kravene i NBS Y3 nødvendigvis gjør det.

SHT kan vanskelig se at dette samsvarer med intensjonen som skal sørge for at slepebåter har en ekstra sikkerhet mot kantring. Arealkravet mellom rettende og kreggende arm i NBS Y32 er bare 1/10 av tilsvarende krav i 24-metersforskriften § 38. Etter SHTs mening

er dette så vidt lite at det neppe garanterer en tilleggssikkerhet selv når de ordinære kravene er tilfredsstillt.

Etablering av stabilitetsberegninger i henhold til NBS inklusive Y32 er ikke mindre ressurskrevende enn etablering i henhold til de ordinære kravene i 24-metersforskriften inklusive § 38. SHT kan derfor ikke se rimeligheten i at NBS med Y32, som sannsynligvis ikke gir tilleggssikkerhet, aksepteres som et alternativ til de ordinære kravene i 24-metersforskriftens § 89a. SHT forutsetter at Sjøfartsdirektoratet tar overnevnte til etterretning ved praktisering av bestemmelsen.

### **3. KONKLUSJON**

#### **3.1 Vesentlige undersøkelsesresultater av betydning for sikkerheten**

- a) Kapteinen på Atlas var ikke kjent med Starkads slepearrangement, og kapteinen på Starkad var ikke kjent med detaljene i slepeoperasjonen de skulle gjennomføre. Havarikommisjonen mener dette bidro til at slepeoperasjonen fikk utvikle seg til å bli kritisk for Starkads vedkommende uten at denne kritikaliteten ble identifisert før ulykken var et faktum. Planlegging og risikovurdering kunne etter SHTs mening bidratt til å forhindre denne ulykken.
- b) Skipperen på Starkad sprang akterover i styrehuset for å løse ut slepekroken, men nådde ikke fram til utløserhåndtaket før slepetauet rykket til. Nødtløser av slepeforbindelsen kunne ikke betjenes uten at båtfører måtte forflytte seg.
- c) Stabilitetskriteriet i NBS Y32 kan tilfredsstilltes uten at de ordinære kravene i NBS Y3 nødvendigvis gjør det. I tillegg er arealkravet mellom rettende og kreggende arm ikke mer enn 1/10 av tilsvarende krav i forskrift om bygging mv. av mindre lasteskip. Følgelig gir ikke NBS Y32 den tilleggssikkerhet mot kantring for slepebåter som er intensjonen med tilleggskapitlene i standarden.
- d) Bruk av gobline eller annet utstyr for å flytte effektivt innfestingspunkt av slepeforbindelsen akterover ville sannsynligvis hindret kantringen og gitt skipperen tid til å vurdere om slepekroken burde løses ut. Innfestingspunktet av slepeforbindelsen tilnærmet midtskips og i senter av fartøyet gjorde fartøyet sårbart for stor kregning og kantring.

#### **3.2 Undersøkelsesresultater**

- a) Rutinemessig koplet Starkad seg opp i akterkant av slepet ved snumanøver mot babord og med styrbord styrehusdør åpen. Manøveren innebar risiko for tverrskips belastning over styrbord side.
- b) Mannskapet på Starkad ble overrasket av en betydelig akselerasjon i slepet like etter at de hadde påbegynt snumanøveren for å få hekken i fartsretningen.
- c) Starkad koplet seg til slepet i medvind, avvikende i forhold til tidligere liknende operasjoner utenfor FMV. Vindfanget i slepet kan ha ført til at dette tok igjen FFS Atlas. Dette kan ha ført til at det ble nødvendig å øke hastigheten på FFS Atlas hvilket kan ha ført til akselerasjon i slepet.

- d) Skipperen fikk stengt styrhusdøra få sekunder før kantringen. Den åpne døra ville potensielt være fyllingsåpning og frata fartøyet rettende oppdrift i overbygning og dekkshus ved stor krenkning.
- e) Starkad kantret i et tidsrom da hastigheten i slepet økte fra 3,7 til 4,7 knop. Kantring kunne ikke unngås ved en hastighet i slepet på drøye 4,0 knop fordi Starkad ikke hadde stabilitetsreserver som kunne motstå kraften som oppsto i slepetrossen da denne strammet til tvers om styrbord.
- f) Kapteinen på FFS Atlas hadde sjelden opplevd at assisterende slepebåter koplet seg opp med hekken i fartsretningen. Dette kan ha ført til en oppfatning om at Starkad også ville kople seg opp over baugen.

## 4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Undersøkelsen av denne sjøulykken har avdekket ett område hvor havarikommisjonen anser det som nødvendig å fremme en sikkerhetstilråding som har til formål å forbedre sjøsikkerheten.<sup>1</sup>

### **Sikkerhetstilråding SJØ nr. 2016/10T**

Undersøkelsen av ulykken med Starkad har avdekket at planlegging og risikovurdering av slepeoperasjonen var mangelfull. Konsekvensen var at slepeoperasjonen utviklet seg til å bli kritisk for Starkad uten at denne kritikaliteten ble identifisert før ulykken var et faktum.

Statens havarikommisjon for transport tilrår Fitjar Mekaniske Verksted AS og Farsund Fortøyningsselskap AS å samarbeide med alle aktører i planlegging av slepeoperasjoner slik at alle faser blir risikovurdert og at det foreligger slepemanualer for hele operasjonen der alle operasjonsprosedyrer og begrensninger fremgår.

Statens havarikommisjon for transport  
Lillestrøm, 18. oktober 2016

---

<sup>1</sup> Undersøkelserapport oversendes Nærings- og fiskeridepartementet som treffer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behørig hensyn til sikkerhetstilrådingene.

**DETALJER OM FARTØYET OG ULYKKEN**

Fartøyet	
Navn	Starkad
Flaggstat	Norge
IMO nummer/Kallesignal	LK7940
Type i flg. NOR	Slepebåt (Selmer Tug MK III)
Bygger	SingaNor AS, Drammen
Byggenummer	44
Kjølstrukket	August 1990
Byggeår (levert)	1991
Eier	BK Marine AS
Konstruksjonsmateriale	Stål
Maskineri	Volvo TAMD 162A (1991), 470 hk
Slepekraft (Bollard pull)	7,5 tonn (ikke fra test, opplyst på BKMs nettside)
Lengde	14,33 m
Bredde	4,80 m
Dybde i riss	2,48 m
Reisen	
Avgangshavn	Sagvåg, Stord
Type reise	Innenskjærs, oppdrag som assisterende slepebåt
Personer om bord	2
Ulykkesinformasjon	
Dato og tidspunkt	22. februar 2014 kl. 1050
Ulykkestype	Kantring
Sted/posisjon hvor ulykken inntraff	Fitjarvika, N 59° 56' 08'', Ø 005° 18' 01''
Skadde/omkomne	Skipperen omkom
Skader på skip/miljø	Vannskader som følge av kantring
Skipsoperasjon	Ved oppkopling for hekk-mot-hekk sleping
Ytre miljø	Sørlig vind 10 m/s, ubetydelig sjø, god sikt, overskyet

## **VEDLEGG**

Vedlegg A: Engelsk oversettelse av sikkerhetstilrådinger

Vedlegg B: Brann- og sikkerhetsplan (GA-plan)

Vedlegg C: Undersøkelse av slepets hastighet ved kantringen

Vedlegg D: Undersøkelse av kantringen

Vedlegg E: Empiriske uttrykk for grov estimering av nødvendig slepekraft

Vedlegg F: Undersøkelse av om Starkad skulle hatt slepetillatelse



## VEDLEGG A - SAFETY RECOMMENDATIONS<sup>1</sup>

The investigation of this accident has uncovered one area where AIBN consider it necessary to issue a safety recommendation with the purpose to improve the safety at sea.

### **Safety recommendation MARINE no 2016/10T**

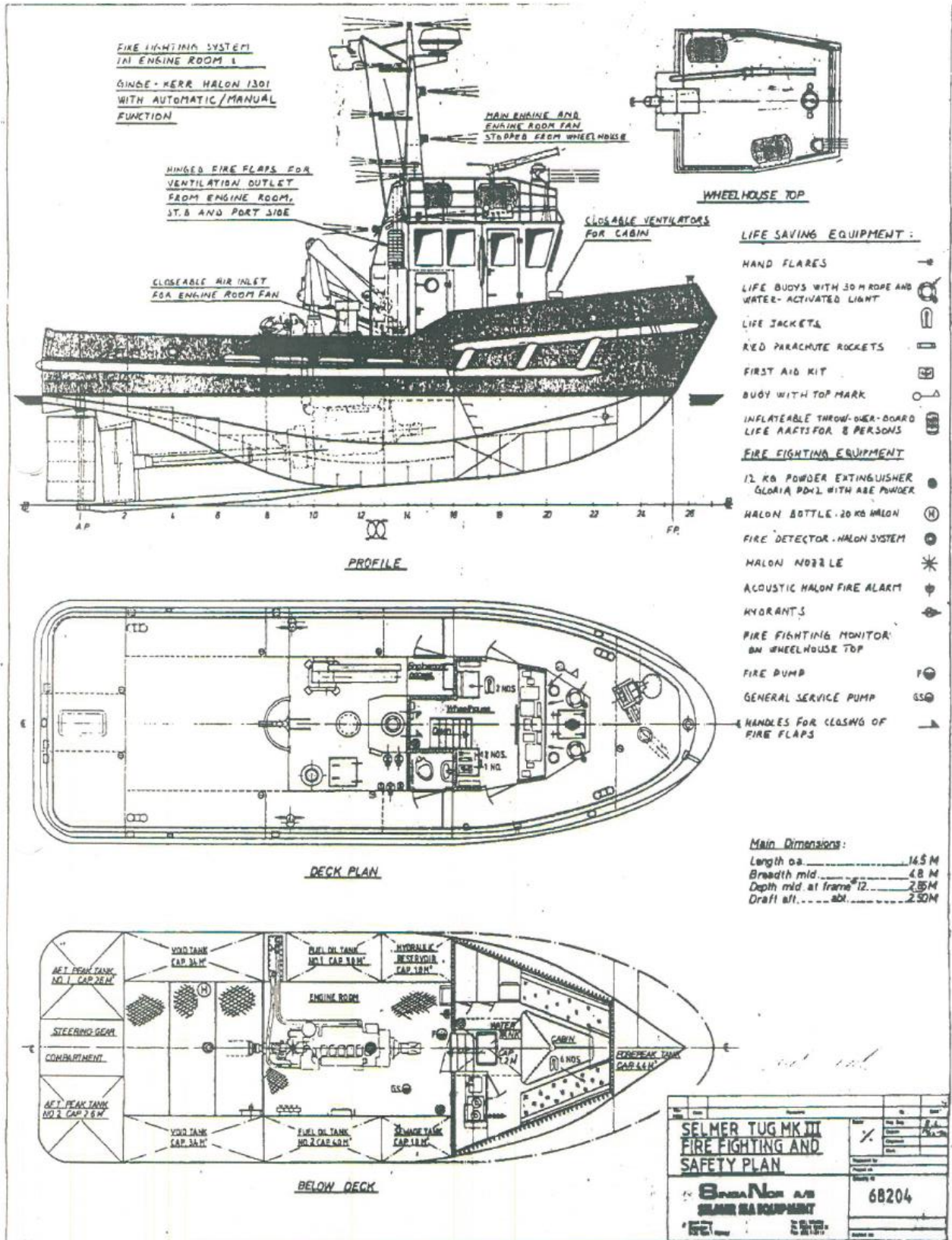
The investigation of the *Starkad* accident has found that the planning and risk assessment of the towing operation were inadequate. As a result, the towing operation developed into a critical situation for *Starkad* without this criticality being identified before the accident actually occurred.

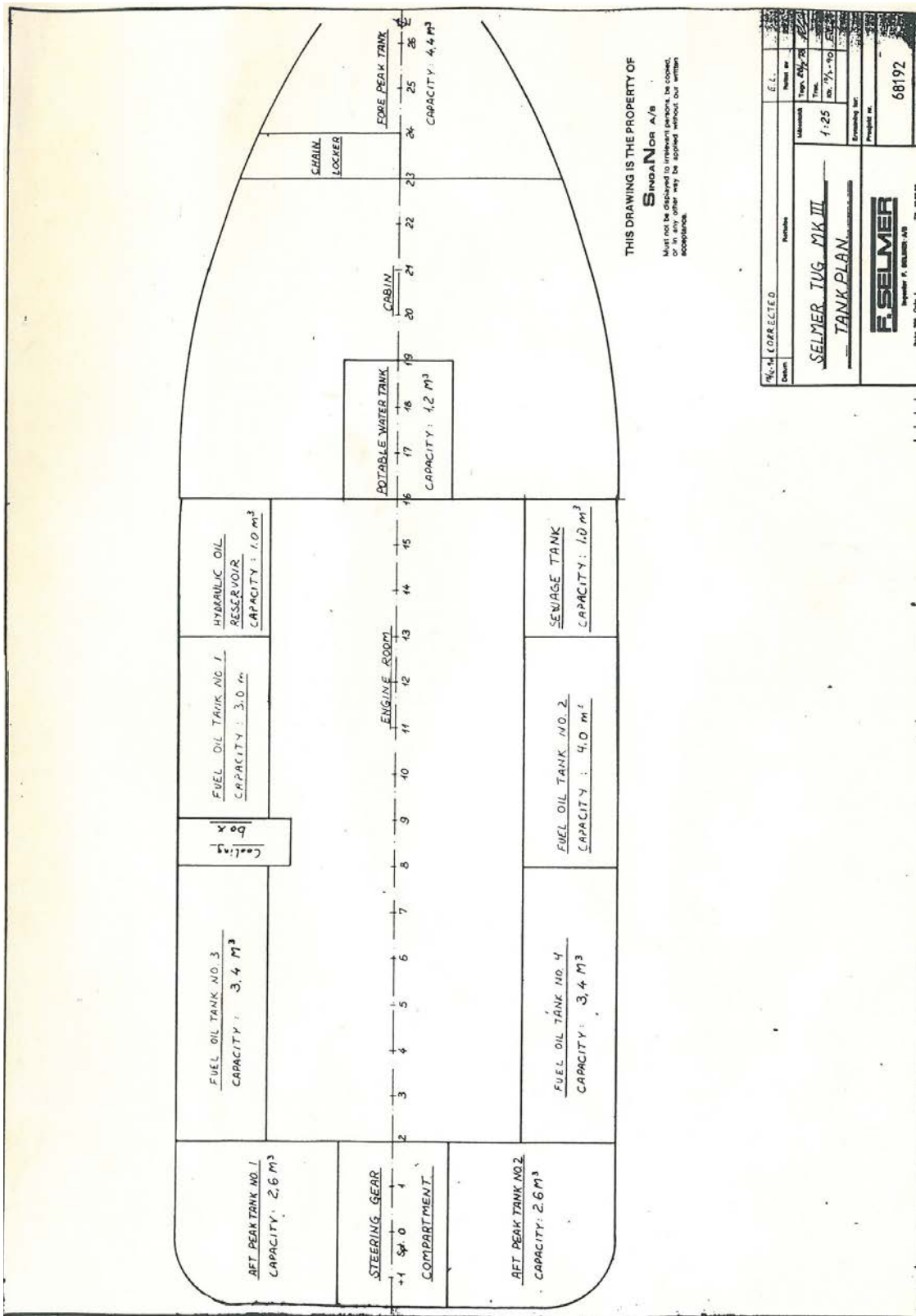
The Accident Investigation Board Norway recommends that Fitjar Mekaniske Verksted AS and Farsund Fortøyningsselskap AS cooperate with all the involved parties on the planning of towing operations, so that all phases are subject to a risk assessment and so that towing manuals that describe operating procedures and limitations are available for the whole operation.

---

<sup>1</sup> The investigation report will be submitted to the Ministry of Trade, Industry and Fisheries who will initiate necessary measures to ensure that duly considerations are taken to the safety recommendations.

# Vedlegg B – Brann- og sikkerhetsplan (GA-plan). Tankplan





## VEDLEGG C – Undersøkelse av slepets hastighet ved kantringen

Vurderingen er utført med to forskjellige metoder:

1. Vitneobservasjon sett opp mot AIS-data
2. Forlisposisjon sett opp mot AIS-data

### 1. Vitneobservasjon sett opp mot AIS-data

Relevante faktaopplysninger på grunnlag av intervjuer og AIS-data fra FFS Atlas

- I tidsrommet fra kl. 10:37:06 til 10:38:53 bordet Starkad nybygget for å sette ombord fortøyningsmannskapet fra FMV. I dette tidsrommet reduserte FFS Atlas hastigheten fra 3 til 0,8 for igjen å øke den til 2,3 knop. I samme tidsrom endret FFS Atlas kursen fra sydlig til nordlig utenfor FMV, se figur 3 i rapporten.
- Fra kl. 10:38:53 ble hastigheten gradvis økt fra 2,3 knop.
- Kl. 10:39:52 hadde hastigheten passert 3 knop.
- Kl. 10:42:43 hadde hastigheten passert 4 knop.
- Fra kl. 10:42:43 til kl. 10:48:36 holdt FFS Atlas mer enn 4 knops hastighet, høyest 4,8 knop.
- Da dekksmannen på Starkad begynte å gi ut slepetrosse fra kveilen på Starkads akterdekk var slepets hastighet lav og slik de var vant med fra liknende operasjoner, dvs. godt under 3 knop. Ifølge praksis ønsket de at hastigheten ikke oversteg 2 knop når Starkad skulle svinge 180° for å få hekken i seilingsretningen.
- Mens dekksmannen sto og ga ut tau opplevde han at slepet fikk en stor og for han, unaturlig akselerasjon.
- Fortøyningsmannskapet på nybygget antok at Starkad kantret 10 – 15 minutter etter at de kom ombord på nybygget. I mellomtiden ble oppkoplingen av slepetrosse fra Starkad foretatt.
- Flere vitner opplyste at Starkad kantret ca. kl. 1050 på ulykkesdagen.
- Kronometeret i styrehuset på Starkad hadde stanset på kl. 1049.

Et sammendrag av overnevnte tilsier at FFS Atlas (og slepet) har hatt en negativ akselerasjon (hastighetsreduksjon) etter kl. 10:48:36 for deretter å øke hastigheten i løpet av de neste få minuttene.

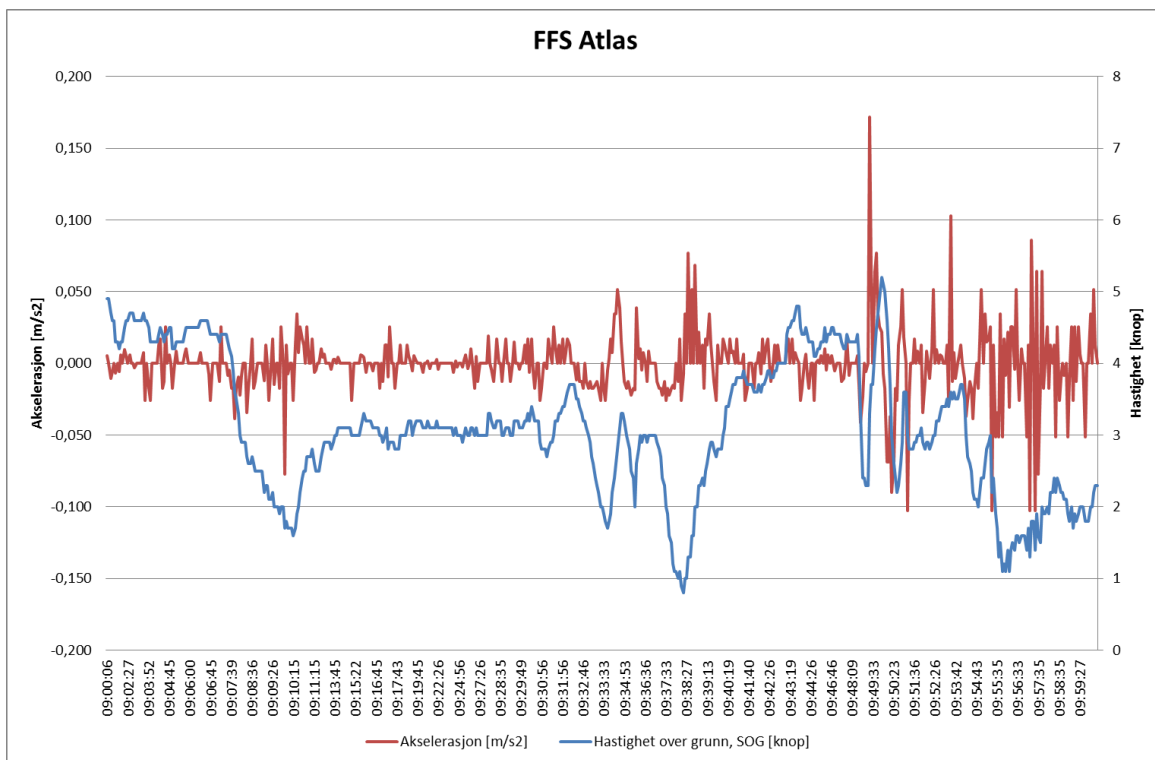
### *AIS-data fra FFS Atlas*

I figur 1 som viser hastighet og akselerasjon fra kl. 0900 – 1000 UTC (lokal tid er UTC + 1 time, norsk vintertid), vises et minimum i hastighet rundt kl. 0938 da Starkad bordet slepet for å sette ombord fortøyningsmannskapet. Deretter økte hastigheten relativt jevnt til over 4 knop. Videre viser figuren en vesentlig reduksjon i hastigheten, til drøye 2 knop noe før kl. 0949. Denne lave hastigheten var kortvarig. Like etter vises en vesentlig, positiv akselerasjon som resulterte i en hastighetsøkning til over 5 knop.

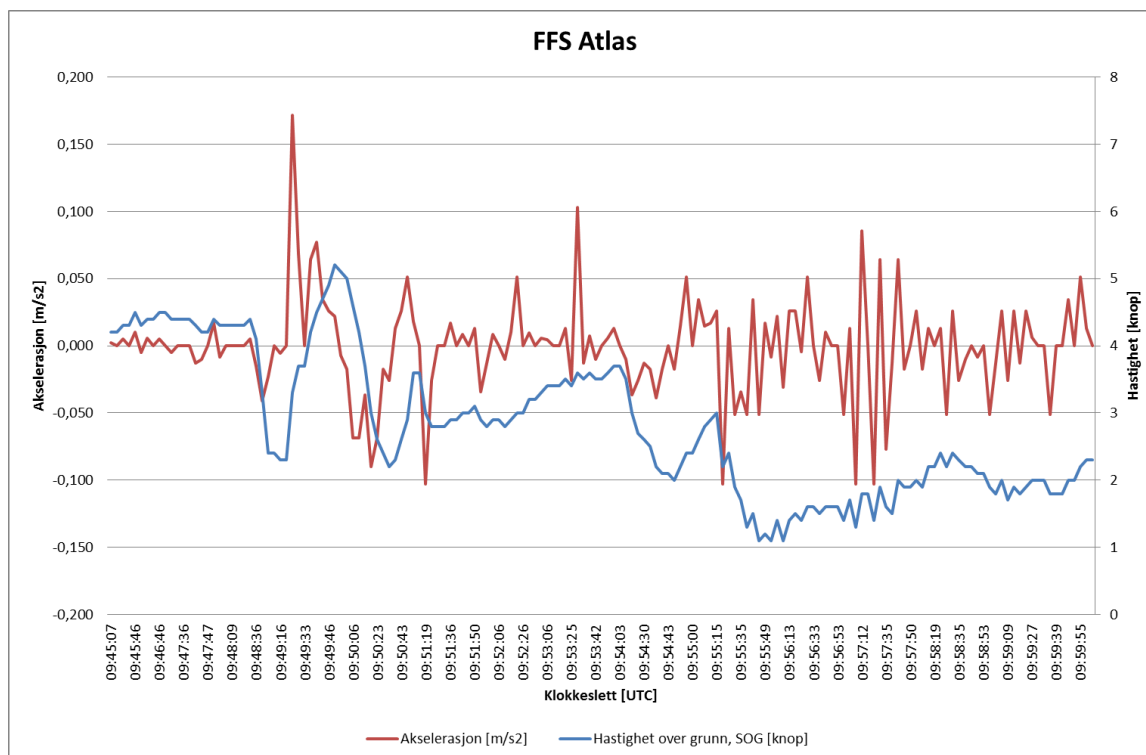
I figur 2 som viser hastighet og akselerasjon fra kl. 0945 – 1000 UTC, kommer sistnevnte akselerasjoner og hastighetsendringer tydeligere fram (tidsrommet ca. 0948 – 0950 UTC).

I figur 3 er alle registrerte AIS-data i tidsrommet 09:48:26 – 09:50:37 gitt i tabellform. Signalene er registrert i varierende tidsintervall, fra 1 til 20 sekunder. Akselerasjonen som er anført kl. 09:49:26 i tabellen og som førte til over 5 knops hastighet, er beregnet til  $0,171 \text{ m/s}^2$ . Akselerasjoner er forøvrig beregnet av SHT på grunnlag av registrerte hastigheter og tidspunkter.

Fra Kystverket mottok SHT AIS-data for fem timer av FFS Atlas' seiling på ulykkesdagen, fra kl. 0700 – 1200 UTC. Det meste av informasjonen viser fartøyets manøvreringer i farvannet utenfor Fitjar og ved ett annet tilfelle var akselerasjonen like stor som nevnt ovenfor. Kun i ett tilfelle var akselerasjonen større,  $0,18 \text{ m/s}^2$ . I relasjon til fartøyets generelle manøvreringsmønster må derfor akselerasjonen kl. 09:49:26 karakteriseres som betydelig.



Figur 1: Hastighet og akselerasjon kl. 0900 – 1000 UTC. Kilde: SHT/Kystverket



Figur 2: Hastighet og akselerasjon kl. 0945 – 1000 UTC. Kilde: SHT/Kystverket

Klokkeslett [UTC]	Bredde	Lengde	Hastighet SOG [knop]	Kurs over grunn COG	Kurs	Akselerasjon [m/s <sup>2</sup> ]
09:48:26	59,935855	5,3004117	4,4	351	346	0,005
09:48:36	59,936051	5,3003567	4,1	352,5	345	-0,015
09:48:46	59,9362	5,300305	3,3	351,6	345	-0,041
09:49:06	59,936468	5,3002317	2,4	353	347	-0,023
09:49:07	59,936481	5,30023	2,4	352,9	348	0,000
09:49:16	59,936568	5,3002083	2,3	350,2	350	-0,006
09:49:23	59,936638	5,3001883	2,3	354,1	351	0,000
09:49:26	59,936693	5,3001733	3,3	353,9	351	0,171
09:49:29	59,936743	5,3001633	3,7	350,1	350	0,069
09:49:33	59,936795	5,3001483	3,7	351,5	350	0,000
09:49:37	59,936868	5,30012	4,2	351,3	350	0,064
09:49:39	59,93693	5,3000983	4,5	349,2	349	0,077
09:49:42	59,93699	5,3000717	4,7	350	350	0,034
09:49:46	59,937058	5,3000467	4,9	352,8	352	0,026
09:49:53	59,937228	5,3000067	5,2	353	350	0,022
09:50:00	59,937401	5,2999533	5,1	350,2	347	-0,007
09:50:03	59,937471	5,29993	5	349,7	347	-0,017
09:50:06	59,937555	5,2998917	4,6	349,4	346	-0,069
09:50:09	59,937615	5,299865	4,2	350,1	346	-0,069
09:50:16	59,937725	5,2998233	3,7	351	347	-0,037
09:50:20	59,937783	5,29981	3	348,7	347	-0,090
09:50:23	59,937821	5,2998	2,6	348,2	347	-0,069
09:50:29	59,937896	5,29978	2,4	348,7	346	-0,017
09:50:33	59,937928	5,29977	2,2	348,6	346	-0,026
09:50:37	59,937971	5,2997467	2,3	347,8	346	0,013

Figur 3: AIS-data for FFS Atlas fra 09:48:26 til 09:50:37 UTC. Kilde: Kystverket/SHT

### *Vurdering av AIS-data i relasjon til hendelsesforløpet*

Akselerasjonen som er anført kl. 09:49:26 i tabellen ovenfor, er etter SHTs mening med stor sannsynlighet den samme som Starkads dekksmann registrerte etter at han hadde begynt å gi ut slepetrosse fra kveilen på dekk. Starkad var da i ferd med å snu seg rundt mot babord. Denne akselerasjonen ble innledet kl. 09:49:23, se tabellen.

Det antas videre at Starkad begynte å svinge babord da hastigheten var nede i 2,4 knop, dvs. kl. 09:49:06.

Slepetrossen til Starkad hadde en lengde på drøyt 44,5 m aktenfor nybyggets hekk. Det antas at rundt 30 m var kveilet opp på Starkads dekk da dekksmannen registrerte at slepet akselererte. Videre antas at Starkad på det tidspunktet hadde minimal eller ingen hastighet i slepets retning. Fra kl. 09:49:23 og basert på hastighetsendringene i tabellen, ville 30 m trosse ha løpt ut kl. 09:49:39, dvs. i løpet av 16 sekunder. FFS Atlas' hastighet var da 4,5 knop og ved at slepeforbindelsen mellom FFS Atlas og nybygget nødvendigvis må ha hatt belastning, antas at nybygget og slepetrossen til Starkad hadde samme hastighet.

Med grunnlag i overnevnte har det innledende rykket som krenget Starkad over, vært forårsaket av 4,5 knops hastighet i slepetrossen. I følge dekksmannen på Starkad tok det 5 – 10 sekunder fra det innledende rykket til Starkad lå opp-ned. I følge tabellen ovenfor var slepets hastighet 4,7 knop 3 sekunder etter og 4,9 knop 7 sekunder etter det innledende rykket. SHT anser at 4,7 knops hastighet i tauet representerer belastningen i kantringsprosessen.

## *2. Forlisposisjon sett opp mot AIS-data*

### *Starkads posisjon like etter kantringen*

Fritidsfiskeren som kom først ut til Starkad og berget dekksmannen, lagret posisjonen der Starkad lå (WP 236) på kartplotteren i fritidsbåten. Dette ble utført kl. 10:59:31 og posisjonen var N 59° 56' 08'' Ø 005° 18' 01'' eller i desimalgrader N 59,9355556° Ø 005,3002778°, se figur 6 i rapporten.

Et breddesekund er  $1852/60 = 30,87$  meter. Sett bort fra den generelle unøyaktigheten ved GPS-posisjonering, er dermed posisjonen oppgitt innenfor nærmeste 30,87 meter i nord-syd retning. Posisjonen ble lagret ni til ti minutter etter at kantringen ble observert.

### *Avdrift fra kantringstidspunktet til posisjonen blir lagret*

Fra Starkad kantret til fritidsfiskeren lagret posisjonen ble havaristen, flytende opp-ned, utsatt for drift som følge av vind, bølger og strøm i ni til ti minutter.

Vinden var sydlig, anslått av vitner til 10 m/s. Overflatestrømmen satte nordover med anslått hastighet 0,2 – 0,3 knop. Bølgene var ubetydelige og antas å ha påvirket driften i svært liten grad, se kapittel 1.3 i rapporten.

Bildet i figur 4 er tatt av fra fritidsfiskerens båt i det hun stevner nordover mot Starkad like etter kantringen. Bildet viser at det ligger oljefilm (blueshine) på sydsiden av Starkad. For øvrig viser bildet dekksmannen i det han redder seg opp på baugen. Nybygget synes i bakgrunnen, men FFS Atlas er skjult bak nybygget.



Figur 4: Oljefilm (blueshine) syd for Starkad. Foto: R. Hausken

Utstrekning av oljefilmflaket fra Starkad og sydover er anslått til 30 meter. Dette representerer vinddriften av Starkad i det vinden anses å ha påvirket driften av oljefilmen i svært liten grad. Drift av Starkad som følge av strøm er anslått til 73 meter, basert på anslagsvis 0,25 knops strømhastighet og varighet 9,5 minutter. Antatt drift over grunnen fra kantringsposisjonen til overnevnte posisjon ble lagret blir dermed totalt 103 meter i nordlig retning.

#### Kantringsposisjonen

Driften i nordlig retning uttrykt i breddegrader blir  $103 / (1852 \times 60) = 0,0009269^\circ$ .  
 Kantringsposisjonens bredde blir dermed  $59,9355556^\circ - 0,0009269^\circ = 59,9346287^\circ$ .

#### Avstand fra FFS Atlas' AIS-sender (styrehuset) til Starkad ved kantringen

Avstand fra AIS-sender til senterlinje på Starkad			[m]
FFS Atlas, avstand styrehus (AIS-sender) til hekk			21,00
Sleper mellom FFS Atlas og nybygg			10,00-15,00
Nybygg			67,00
Sleper mellom nybygg og Starkad: 48,50–3,85 (3,85 m mellom pullert og hekk på nybygg)	44,65		
+ lengde på slepekrok	0,40	45,05 x cos 4,15° *) *) vinkel med horisontalplanet, se figur 1 i vedlegg D	44,93
Krokfeste – senterlinjen			0,07
Sum			143,0 - 148,0

Avstand fra FFS Atlas' AIS-sender til Starkad senterlinje var dermed mellom 143,0 m og 148,0 m avhengig av lengde på sleper mellom FFS Atlas og nybygget. Sleperen ble anslått til å være mellom 10 og 15 m av kapteinen på FFS Atlas. På grunnlag av fotodokumentasjon antar SHT at avstanden mellom FFS Atlas og nybygget (sleperens lengde) var nærmere 15 m enn 10 m. Avstanden fra AIS-senderen til Starkads senterlinje fastsettes dermed til 148 m da Starkad lå på tvers av slepets kurs og slepeforbindelsen mellom nybygget og Starkad strammes.



### *Beregning av AIS-senderens breddeposisjon da kantringen inntraff*

FFS Atlas med slepet hadde kurs over grunn på ca.  $350^\circ$  i den antatte perioden like før kantringen, dvs. fra kl. 1049. Dersom fartøyene hadde seilt rett nord ville AIS-senderen hatt en breddeposisjon 148 m større enn kantringsposisjonen bredde da kantringen inntraff. Med kurs  $350^\circ$  vil breddeforskjellen imidlertid reduseres med  $\cos 10^\circ$ . Breddeforskjellen blir dermed 145,75 m. I breddegrader er dette  $145,75/(1852 \times 60) = 0,0013117^\circ$ . AIS-senderens bredde da Starkad kantret var dermed  $59,9346287^\circ + 0,0013117^\circ = 59,9359404^\circ$ .

Interpolert i tabellen figur 3 finnes at FFS Atlas passerte overnevnte breddeposisjon kl. 10:48:30 og at hun da hadde hastighet på 4,3 knop.

### *Vurdering av AIS-senderens breddeposisjon*

Etter SHTs mening kan ikke kantringen ha inntruffet kl. 10:48:30 fordi FFS Atlas hele tiden i forkant av dette klokkeslettet holdt for høy hastighet til at skipperen på Starkad ville ha påbegynt snuoperasjonen for å få hekken i seilingsretningen.

### *Vurdering av Starkads avdrift etter kantringen*

Ovenfor er Starkads avdrift fra kantringstidspunktet til fritidsfiskeren lagret havaristens posisjon estimert til 103 m nordover. Etter SHTs mening er det mest usikre i denne beregningen anslått strømhastighet, men også anslått vinddrift. Dette bør også ses i sammenheng med at nøyaktigheten i utgangsposisjonen i beste fall er 30,87 m. I beregning nedenfor er derfor avdrift neglisjert.

### *Revurdert beregning av AIS-senderens breddeposisjon da kantringen inntraff*

AIS-senderens bredde da Starkad kantret var dermed  $59,9355556^\circ + 0,0013117^\circ = 59,9368673^\circ$ . Interpolert i tabellen figur 3 finnes at FFS Atlas passerte nevnte breddeposisjon kl. 09:49:37 og at hun da hadde hastighet på 4,2 knop.

### *Konklusjon*

På grunnlag av at avdriftskorreksjon basert på antatte verdier fører til et kantringstidspunkt som ikke samsvarer med vitneobservasjoner, konkluderes det med at avdriften var minimal fra kantringstidspunktet fram til posisjonen for Starkad ble satt.

Utgangspunktet for beregning i metode 2 er Starkad *etter* kantring (liggende opp-ned). For å oppnå estimering av belastning noenlunde midt i kantringsprosessen, slik det er utført i metode 1, er det naturlig å fastsette belastningen noen sekunder tidligere enn overnevnte klokkeslett, 09:49:37.

Starkad anses dermed å ha kunnet kante (vært i kantringsbevegelse) fra kl. (lokal tid) 10:49:33 (metode 2) til kl. 10:49:42 (metode 1). Hastigheten i slepetrossen har følgelig vært fra 3,7 knop (metode 2) til 4,7 knop (metode 1). Nevnte hastigheter er lagt til grunn som belastning i stabilitetsberegningene, se vedlegg D.

### *Forøvrig*

Kl. 09:49:53 UTC hadde FFS Atlas påbegynt en negativ akselerasjon som varte i 40 sekunder. Hastigheten ble redusert fra 5,2 til 2,2 knop i dette tidsrommet. Dette kan samsvare med forklaringen til kapteinen på FFS Atlas ved at han clutchet ut propellene like etter at Starkads kantring var et faktum, se tabell i figur 3.

## VEDLEGG D – Undersøkelse av kantringen

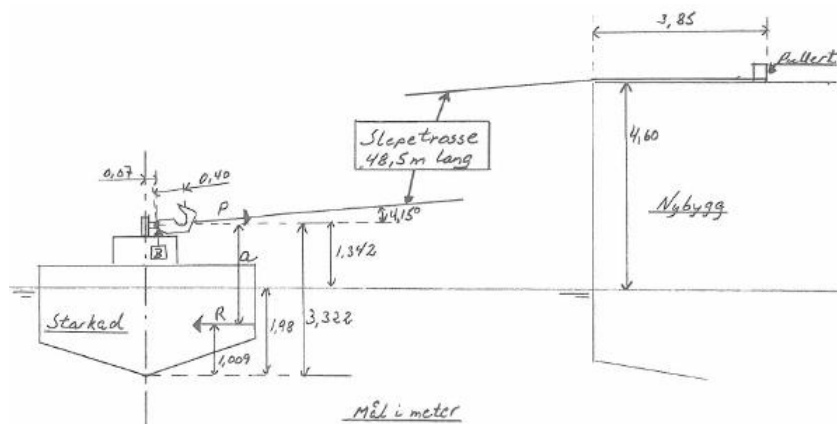
Undersøkelsen inneholder følgende:

1. Innledning
2. Fremtredende krefter ved kantringen
3. Kreggende momenter som følge kreftene
4. Stabilitetsberegninger
5. Analyse av beregningene med fokus på kantringen
6. Andre forhold som fremgår av beregningene
7. Konklusjon

Bilag: Beregning av havaritilstanden med krav til slepebåt

### 1. Innledning

I henhold til vurdering av slepets hastighet ved kantringen (vedlegg C), hadde slepet og derav slepetauet mellom Starkad og nybygget, en hastighet mellom 3,7 og 4,7 knop i kantringsbevegelsen. I vedlegg C konkluderes det med at strøm har vært tilnærmet fraværende under- og like etter kantringen. Det er derfor ikke korrigert for strøm i vurdering av hastigheter gjennom vannet i dette vedlegget. Da tauet strammet til lå Starkad mer eller mindre på tvers av slepets kurs og situasjonen var som vist i figur 1. Målene i figuren fremkommer av SHTs målinger ombord i nybygget og i Starkad samt fra utførte stabilitetsberegninger og tegninger for Starkad. Videre er politiets måling av slepetrossen lagt til grunn.



Figur 1: Situasjonen da slepetauet strammet til. Illustrasjon: SHT

### 2. Fremtredende krefter ved kantringen

Da slepetrossen strammet til med kraften  $P$  i tauet oppsto det en reaksjonskraft  $R$  mot skroget som følge av dets hydrodynamiske motstand i vannet, se figur 1. Som følge av høydeforskjellen fra slepekrokens innfestningspunkt B (se rapportens figur 13 og figur 1 ovenfor) til nybyggets fortøyningsdekk, fikk tauet en vertikal visning på  $4,15^\circ$ .

*R, reaksjonskraften*

Ved beregning av langskips skrogrmotstand er våt overflate et vesentlig element. Ved estimering av tverrskips skrogrmotstand er det imidlertid alminnelig akseptert at arealet av lateralplanet under vannlinjen er tilstrekkelig grunnlag. R vil opptre i neddykket lateralplans tyngdepunkt og kan estimeres ved:

$$R = 0,5 \times \rho \times v^2 \times A \times c_D, \text{ der}$$

$\rho$  er densitet (tetthet) av sjøvann (1025 kg/m<sup>3</sup>)

$v$  er hastigheten gjennom vannet som Starkad ville få (1,90 m/s = 3,7 knop)

$A$  er arealet av lateralplanet under vannlinjen (22,31 m<sup>2</sup>, beregnet i Shipshape for havaritilstanden)

$c_D$  er tverrskips motstandskoeffisient (drag coefficient). Laveste og høyeste verdi for koeffisienten regnes som 0,8 (sylinder) til 1,3 (flat plate). For

Starkads skrog, bygget på «knekkspant» med skarpe slag, velges verdien 1,0.

$$R = 41390,6 \text{ N} = 4,22 \text{ tonn}$$

*P<sub>h</sub>, horisontalkomponenten til kraften P i tauet*

P<sub>h</sub> er motsatt rettet og betraktes minst like stor som R.

$$P_h = 4,22 \text{ tonn}$$

*P, kraften i tauet*

$$P = P_h / \cos 4,15^\circ = 4,23 \text{ tonn}$$

*P<sub>v</sub>, vertikalkomponenten til kraften P i tauet*

$$P_v = P_h \times \tan 4,15^\circ = 0,31 \text{ tonn}$$

Starkad var i ferd med å snu 180° mot babord for å få hekken i slepets seilingsretning. I denne operasjonen ble det anvendt både ror og sidepropell forut. Starkad ble også påvirket av vind inn på babord side. Fartøyets hastighet gjennom vannet var lav, hun svingte tilnærmet rundt sin egen akse. Båten anses derfor ikke å ha blitt påvirket av nevneverdig sentrifugalkraft. Følgende krefter var dermed fremtredende:

*Rorkraften, P<sub>ror</sub>*, hadde retning mot styrbord.

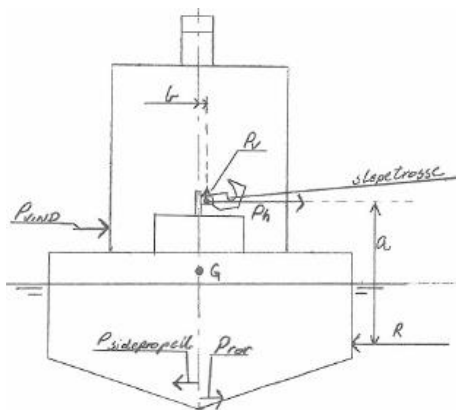
*Kraft fra sidepropellen forut (baugthrusteren), P<sub>sidepropell</sub>*, hadde retning mot babord.

*Vindkraften, P<sub>vind</sub>*, hadde retning mot styrbord.

*3. Kreggende og rettende momenter som følge av kreftene*

Krengemoment som følge av kraft i tauet, M<sub>TK</sub>, er gitt ved kraften P<sub>h</sub> og vertikalarmlen a mellom P<sub>h</sub> og R, se figur 1 og 2.

$$M_{TK} = P_h \times a = 4,22 \times 2,313 = 9,76 \text{ tm}$$



Figur 2: Fremtredende krefter, sett aktenfra. Illustrasjon: SHT

Vertikalkomponenten til kraften i tauet,  $P_v$ , danner med horisontalarmen  $b$  et rettede moment  $M_{Tr}$ .

$$M_{Tr} = P_v \times b = 0,31 \times 0,07 = 0,02 \text{ tm}$$

For et fartøy med gitt hastighet gjennom vannet vil rorkraften  $P_{ror}$ , like etter at roret er lagt i borde, danne reaksjonskraft som følger av skrogets hydrodynamiske motstand.

Reaksjonskraften vil, i likhet med  $R$  ovenfor, opptre i det neddykkede lateralplans tyngdepunkt. Fordi rorkraften vanligvis opptrer lavere enn reaksjonskraften vil tilhørende kregmoment med vertikalarm mellom ror- og reaksjonskraft, innledningsvis kunne føre til kregning «innover». Når fartøyet har kommet inn i svingmønsteret vil sentrifugalkraften bli mer fremtredende. Denne virker i fartøyets vekttyngdepunkt,  $G$ , og har reaksjonskraft tilsvarende som for rorkraften.  $G$  ligger vanligvis høyere enn tyngdepunktet i neddykket lateralplan. Kregmomentet fra sentrifugalkraften, med vertikalarm mellom  $R$  og  $G$ , vil etter hvert kunne bli dominerende i forhold til rormomentet. Dette vil kunne føre til kregning «utover» i svingen.

Starkads snumanøver foregikk imidlertid rolig. Som nevnt i avsnitt 2 antas det at Starkad var minimalt påvirket av sentrifugalkraft. I denne tilstanden kan det være hensiktsmessig å bedømme momentene fra kreftene  $P_{ror}$  og  $P_{sidepropell}$  i sammenheng med taukraftens kregmoment til styrbord, dvs. ved å betrakte de respektive momentenes virkning om  $B$  (slepekrokens innfestingspunkt).

*Rormomentet* vil virke rettede og motvirke kregmomentet fra taukraften.

*Sidepropellmomentet* vil, i tillegg til momentet fra taukraften, virke kregende mot styrbord.

Med grunnlag i fartøyets rolige manøvrering har nevnte momenter vært relativt små og dessuten motsatt virkende. SHT anser at de derfor mer eller mindre har opphevet hverandre og således at de kan utelates i denne vurderingen.

Vindkraften,  $P_{vind}$ , angriper i tyngdepunktet av projisert sideareal over vannlinjen («seilarealet»). Reaksjonskraften vil også i dette tilfellet opptre i tyngdepunktet av neddykket lateralplan. Momentarmen til  $P_{vind}$  vil således være lik vertikalavstanden mellom de nevnte tyngdepunktene.

*Vindkraftmomentet* vil, i tillegg til momentet fra taukraften, virke kregende mot styrbord.

SHT anser at den isolerte kregningen som følge av vindmomentet har vært relativt beskjeden. Vindmomentet utelates derfor i den videre vurderingen. Imidlertid betyr dette at de påfølgende beregningene er konservative i den betydning at det er sannsynlig at det totale kregmomentet Starkad ble utsatt for, kan ha vært noe større enn det som fremkommer ved kun å betrakte kraften i tauet.

#### 4. Stabilitetsberegninger

For at fartøyet skal være i likevekt tverrskips, opprett eller med slagside, må  $M_K = M_R$ , der  $M_K$  er kreggende moment og  $M_R$  rettende moment. Er  $M_K$  større enn  $M_R$  vil fartøyet krenge over, og motsatt dersom  $M_R$  er større enn  $M_K$ , vil fartøyet rette seg opp.

Dersom momentene uttrykkes som "vekt  $\times$  arm" blir  $M_K = \Delta \times Ka$ , der  $\Delta$  er vektdeplasementet og  $Ka$  er kreggende arm. Tilsvarende blir  $M_R = \Delta \times GZ$  der  $GZ$  er rettende arm. En vanlig betraktning av et fartøys stabilitet gjøres ved hjelp av den rettende arm i form av GZ-kurver som viser GZ-verdiene fra opprett og med økende krengevinkler til en side. Sammenstilling av  $M_K$  og  $M_R$  gjøres derfor ved å sammenstille  $Ka$ -kurve og GZ-kurve. Vektdeplasementet for havaritilstanden er beregnet til 63,27 tonn. Dermed blir antatt kreggende arm,  $Ka$ :

$$M_K = M_{Tk} = 9,76 \text{ tm}, M_K = \Delta \times Ka, \Rightarrow Ka = 0,15 \text{ m (når kregningen er } 0^\circ)$$

Med økende kregning avtar  $Ka$  som oftest med cosinus til krengevinkelen. Eksempel på dette kan være kregmomentet vindkraften utøver mot siden av fartøyet (mot «seilet»). «Seilets» angrepsareal for vind (vertikalprojisert flate) vil avta med økende kregning og vil være null ved  $90^\circ$ . «Seilet» ligger da horisontalt og vil ikke angripes av vind (cosinus  $90^\circ = 0$ ).

$Ka$  i havaritilfellet vil imidlertid ikke ha overnevnte karakteristikk. Dette skyldes i første rekke at den hydrodynamiske motstanden øker når kregningen har økt slik at dekkskanten kommer under vann. Dermed øker også kraften i tauet samt kregmomentet og derav naturlig nok også  $Ka$ .

Et uttrykk som kan anvendes til beregning av  $Ka$  for havaritilfellet er gitt under. Uttrykket bygger på Morrison's Equation og tar hensyn til motstandsøkningen når dekkskanten neddykkes. Langskips plassering av tauepunktet (innfestingspunktet til slepeforbindelsen) er også hensyntatt. Sjøfartsdirektoratet anbefaler metoden ved beregning av kreggende arm relatert til regelkrav for tverrskips hastighet gjennom vannet, se 2.3 i rapporten.

$$KA = \frac{1}{2\Delta} \frac{\gamma}{g} A_L V^2 K \left( \frac{\theta}{3\theta_D} + 0.5 \right) (H \cos(\theta) + 0.8d), \quad \theta \geq \theta_D$$

der

$$\theta_D = \arctan\left(\frac{2f}{B}\right)$$

og

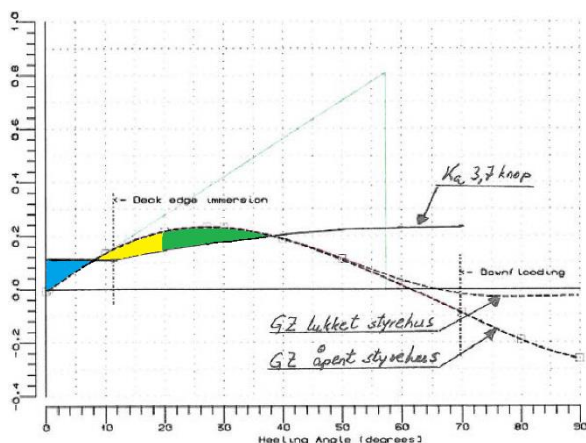
$$K = 2.8 \left( \frac{L_s}{L_{pp}} - 0.1 \right), \quad 0.1 \leq K \leq 1$$

Tegnforklaring med aktuelle verdier for havaritilstanden:

$KA$  kreggende arm, [m]

- $L_s$  avstand fra akre perpendikulær til slepeforbindelsens angrepspunkt når slepeforbindelsen danner  $90^\circ$  med fartøyets senterlinje, 4,44 m  
 $A_L$  areal av lateralplan for skrog under vannlinjen, 22,24 m<sup>2</sup>  
 $V$  hastighet, 1,90 m/s (3,7 knop)  
 $f$  fribord midtskips, 0,454 m  
 $B$  bredde moulded (på spant), 4,80 m  
 $H$  vertikal avstand fra vannlinjen til slepeforbindelsens angrepspunkt, 1,347 m  
 $d$  moulded dypgående, 1,975 m  
 $\Delta$  deplasement, 62,96 tonn  
 $\gamma$  spesifikk vekt av vann, 1,025 tonn/m<sup>3</sup>  
 $g$  tyngdens akselerasjon, 9,80665 m/s<sup>2</sup>  
 $L_{pp}$  lengde mellom perpendikulærene, 12,67 m  
 $\theta$  krenningsvinkel, [°]
- Merknad:** Formelen benyttes kun når  $\theta \geq \theta_D$ . For mindre krengevinkler beregnes KA ved å anvende  $\theta = \theta_D$ .

Verdiene for  $K_a$ , beregnet i henhold til overnevnte metode, er plottet inn som en  $K_a$ -kurve i figur 3. GZ-verdiene i samme figur er utskrift fra stabilitetsberegning av havaritilstanden. Beregningen er gjengitt i sin helhet i dette vedlegget.



Figur 3: GZ- og  $K_a$ -kurver, 3,7 knop tverrskips. Illustrasjon: SHT

I havaritilstanden er rettende moment,  $M_{Tr}$ , medtatt som en negativ vekt på 0,31 tonn som virker med «armen» 0,07 m til styrbord fra senterlinjen. Isolert, statisk virkning av dette er at fartøyet løftes 5 mm ut av vannet og krenger  $0,03^\circ$  til babord. I utgangspunktet er dette neglisjerbart, men fordi fartøyet får noe bedre stabilitetsverdier med «løftet», i første rekke som følge av 5 mm økt fribord, har SHT valgt å inkludere virkningen i beregningene.

### 5. Analyse av beregningene med fokus på kantringen

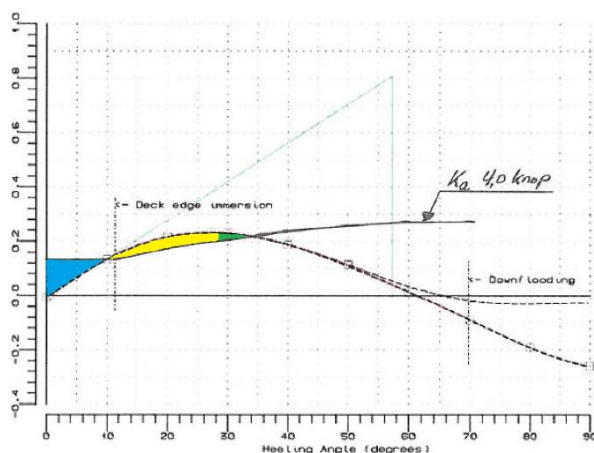
I figur 3 opptrer første skjæring mellom  $K_a$ - og GZ-kurven ved ca.  $8^\circ$  krenning. Kregende- og rettende arm har da samme verdi hvilket betyr statisk likevekt. I en statisk betraktning med konstant kregemoment, m.a.o. konstant tverrskips hastighet lik 3,7 knop, ville fartøyet innta en slagside på ca.  $8^\circ$ .

Som følge av at slepeforbindelsen rykket til (dynamisk påkjenning) ble Starkad kortvarig løftet noe mer ut av vannet enn 5 mm. Imidlertid er det kregende momentet,  $M_{Tk}$ , det dominerende og kritiske i forhold til ulykken. Analyse av den dynamiske påkjenningen som følge av nykket i tauet, er derfor konsentrert gjeldende det kregende momentet.

Når Ka-kurven ligger høyere enn GZ-kurven tilføres fartøyet kregende energi. Motsatt, når GZ-kurven ligger høyere enn Ka-kurven tilføres rettende energi. Arealet mellom kurvene representerer energien. Tilført kregende energi som følge av rykket i slepeforbindelsen, er følgelig representert med blått areal. For at dynamisk likevekt skal inntreffe, dvs. at krengebevegelsen skal opphøre, må like stor mengde rettende energi tilføres. Denne rettende energien er representert ved gult areal som er like stort som det blå. Det gule arealet avsluttes ved ca. 19° krenkning som vil være rulleutslaget som følge av påkjenningen. Dersom krengemomentet forble konstant etter det innledende rykket, ville fartøyet ha rettet seg tilbake og blitt slept tverrskips med 3,7 knops hastighet og med 8° slagside.

Det grønne arealet representerer Starkads dynamiske reststabilitet ved den gitte belastningen. Reststabiliteten skal kompensere for ytterligere belastning som for eksempel krenagemomentet fra vind som var aktuell i kantringstilfellet med Starkad.

I figur 4 som i likhet med figur 3 viser GZ-kurven for havaritilstanden, er Ka-kurven beregnet etter samme metode som i figur 3, men for 4,0 knops hastighet. Som følge av økt kregende energi og mindre tilgjengelig rettende energi (Ka-kurven har høyere beliggenhet), vil fartøyet krenge over til ca. 28° før dynamisk likevekt er oppnådd (gult areal er like stort som blått areal). Statisk likevekt er i dette tilfellet ved ca. 10° krenkning, dvs. slagsiden ved konstant tverrskips hastighet lik 4,0 knop.



Figur 4: GZ- og Ka-kurver, 4,0 knop tverrskips. Illustrasjon: SHT

Dynamisk reststabilitet (grønt areal) er radikalt redusert ved 4,0 knops hastighet kontra 3,7 knop. Denne lille stabilitetsreserven kan ha vært for liten til å kompensere for vindens påvirkning ved ulykken. Kantring ville dermed bli et faktum.

I vedlegg C ble det konkludert med at slepet hadde en hastighet mellom 3,7 og 4,7 knop i kantringsbevegelsen. Av figur 3 og 4 fremgår at en marginal økning av hastigheten utover 4,0 knop ville ført til at reststabiliteten forsvant, dvs. at først ville det grønne arealet krympe til null. Deretter ville det ikke være tilstrekkelig areal mellom GZ- og Ka-kurven til at gult areal kunne bli like stort som det blå, dvs. at den kregende energien ikke ville kunne kompenseres. Kantring ville ikke kunne unngås.

I dette vedlegget finnes fullstendig beregning av havaritilstanden som inkluderer beregning av kregende arm for 5 knops tverrskips hastighet (rød kurve). Denne kurven ligger godt over og

skjærer ikke GZ-kurven, hvilket betyr at Starkad ikke hadde stabilitetsreserver til å kunne imøtekomme en slik belastning, se forøvrig 2.3 i rapporten.

#### 6. Andre forhold som fremgår av beregningene

I figur 3 (og 4) fremgår at GZ-kurven splittes ved ca. 53° krenkning som er fyllingsvinkel til styrbord styrehusdør i havaritilstanden. «GZ åpent styrehus» viser således rettende arm med åpen styrehusdør som vil føre til fylling og tapt oppdrift av styrehuset. Med lukket styrehusdør er «GZ lukket styrehus» representativ. Rettende arm er naturlig nok betraktelig større ved å unngå fylling og bibehold av oppdriften i styrehuset. Imidlertid viser kurvene at positiv stabilitet er begrenset til ca. 65° selv med oppdrift av styrehuset. Ved krenkning utover område for positiv stabilitet vil forskjellen mellom de to kurvene indikere at kantringsbevegelsen ville foregått hurtigere med åpent styrehus.

Skipperen på Starkad var snarrådig og fikk lukket og stengt styrbord styrehusdør i løpet av de siste sekundene før slepetauet strammet til. Som nevnt ville kantringsbevegelsen foregått hurtigere dersom styrehusdøra hadde blitt stående åpen og dermed er det etter Havarikommisjonens mening, sannsynlig at dekksmannen ikke hadde rukket å reise seg og bevege seg mot babord rekke etter at han ble slått i dekket som følge av det innledende rykket i slepetrossen. I et slikt scenario er det sannsynlig at dekksmannen hadde havnet i sjøen under den kandrede båten.

«Downflooding» er markert ved ca. 70° krenkning. Dette er krengevinkel der åpen ventilator til lugaren neddykkes og følgelig vil være fyllingsåpning. Ventilatorer til maskinrommet har litt større fyllingsvinkler.

#### 7. Konklusjon

Starkad hadde ingen mulighet til å unngå kantring ved en hastighet i slepet på drøye 4,0 knop. I vedlegg C er det konkludert med at kantringen inntraff i tidsrommet kl. 10:49:33 til kl. 10:49:42 da hastigheten i slepet økte fra 3,7 knop til 4,7 knop i løpet av 9 sekunder.

Til tross for at beregningene viser at det er en viss reststabilitet ved 3,7 knops belastning, kan ikke SHT se bort fra at det første rykket i slepeforbindelsen inntraff med rundt 3,7 knops hastighet i slepet. Et vitne observerte at Starkad rettet seg delvis opp etter å blitt dratt over til stor krenkning. Deretter skal hun ha blitt dratt helt rundt. At hun først rettet seg delvis opp kan samsvare med at hun hadde noe reststabilitet ved 3,7 knops belastning. Imidlertid økte hastigheten på få sekunder til drøye 4,0 knop hvilket førte til den fatale kantringen.

Stabilitetsberegningene bekrefter dermed hastighetene og derav tidsrommet for kantringen slik det er konkludert i vedlegg C.



Loading Condition no. : 7

Havaritilstand m/ løft

FLOATING CONDITION DATA

Mean Draught (moulded) : 1.975 m  
 Trim over Lpp (aft +) : 0.010 m  
 List (starboard +) ... : 0.530 °  
 Draught, AP (moulded) : 1.981 m  
 Draught, LCF (moulded) : 1.976 m  
 Draught, FP (moulded) : 1.970 m

WEIGHT SUMMARY

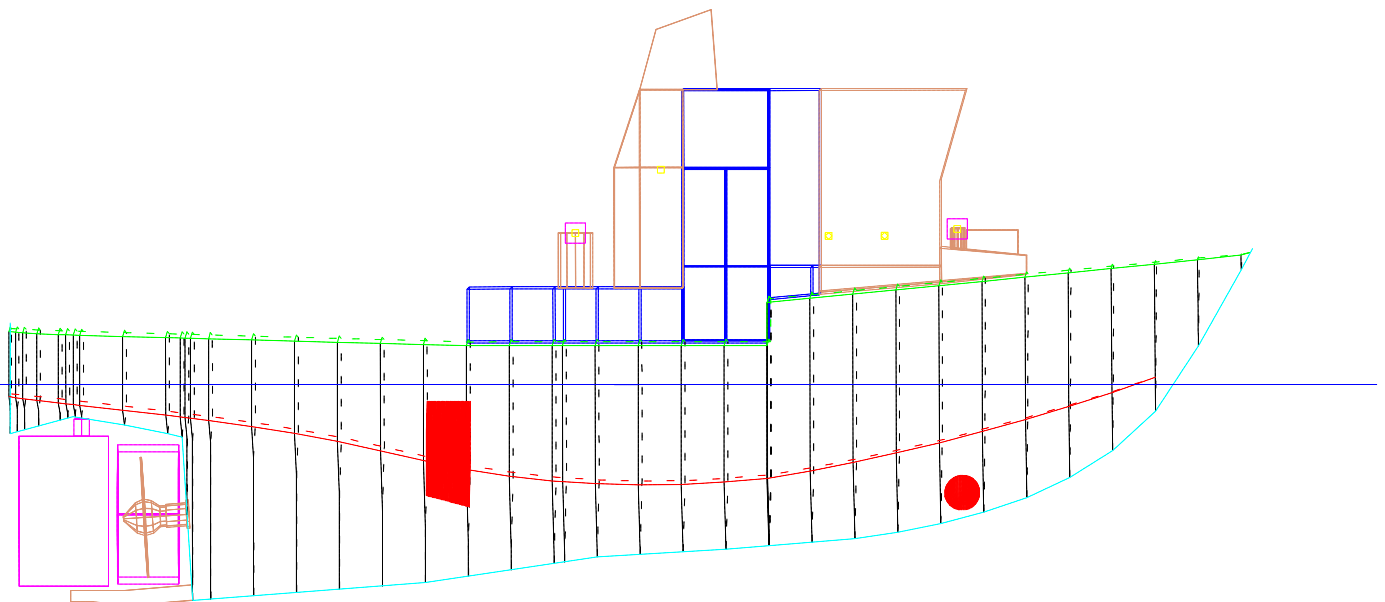
Mannskap : 0.2 MT  
 Forråd ulykkesdagen : 8.8 MT  
 Total DEADWEIGHT : 8.7 MT

Min. vertical distance to Flood Openings:  
 - downflooding type .. : 1.764 m

Displacement ..... : 62.962 MT  
 LCB (rel. AP) ..... : 5.955 m  
 VCB (rel. BL) ..... : 1.304 m  
 LCF (rel. AP) ..... : 5.272 m  
 TPC - Immersion ..... : 0.591 MT/cm  
 Trim Moment ..... : 0.624 MT\*m/cm

STABILITY DATA/CONTROL

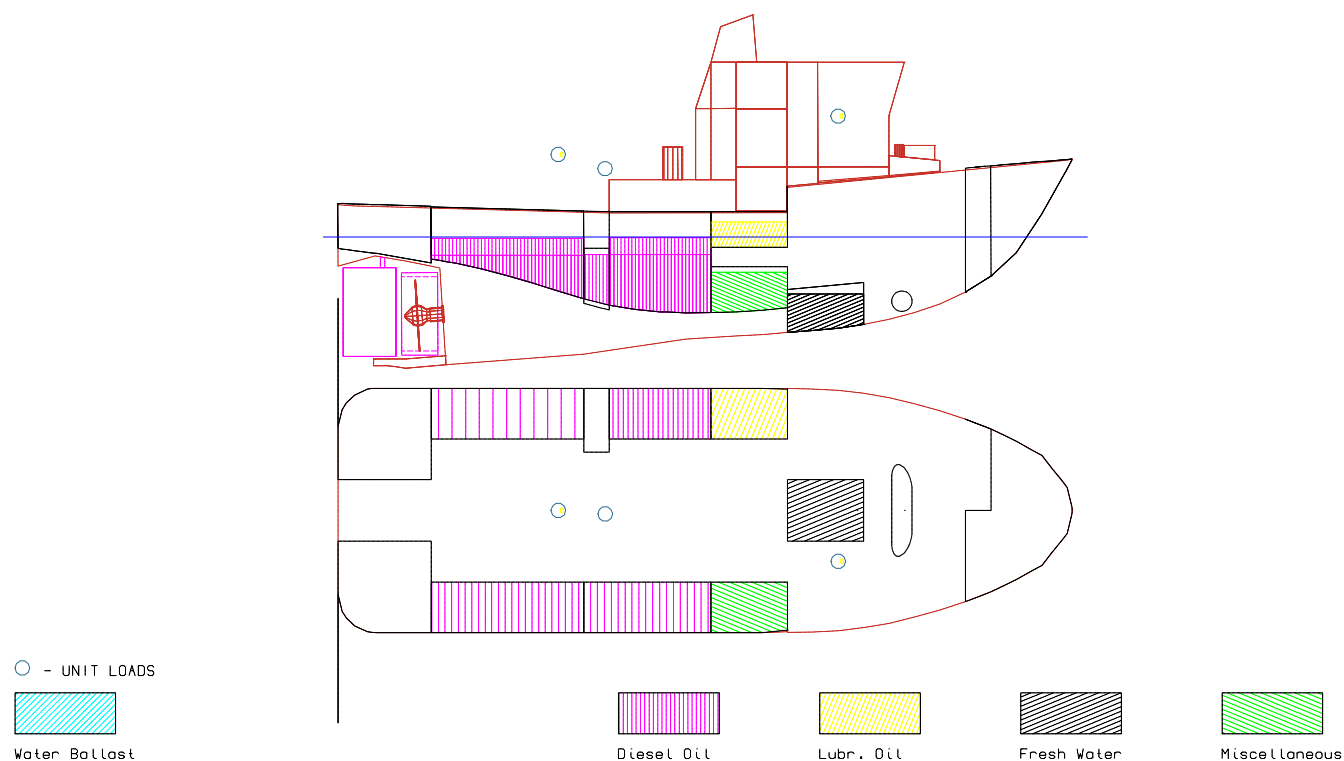
KG (incl. FSC) ..... : 2.126 m  
 Free Surface Correction: 0.019 m  
 GM (GZ derived) ..... : 0.817 m



Water Density = 1.025 t/m3

Please note!  
 -Floating data are based on iterations incorporating calculation of exact list (heel giving zero righting lever).  
 -GM is calculated based on metacentric height (KMT) for upright vessel (zero heel)  
 -The centre of the liquid in some or all tanks are allowed to shift with heel. The effect from this is incorporated in the equilibrium calculation.

Loading Condition no. : 7  
 Condition Id. text : Havaritilstand m/ løft



## WEIGHT LOADS

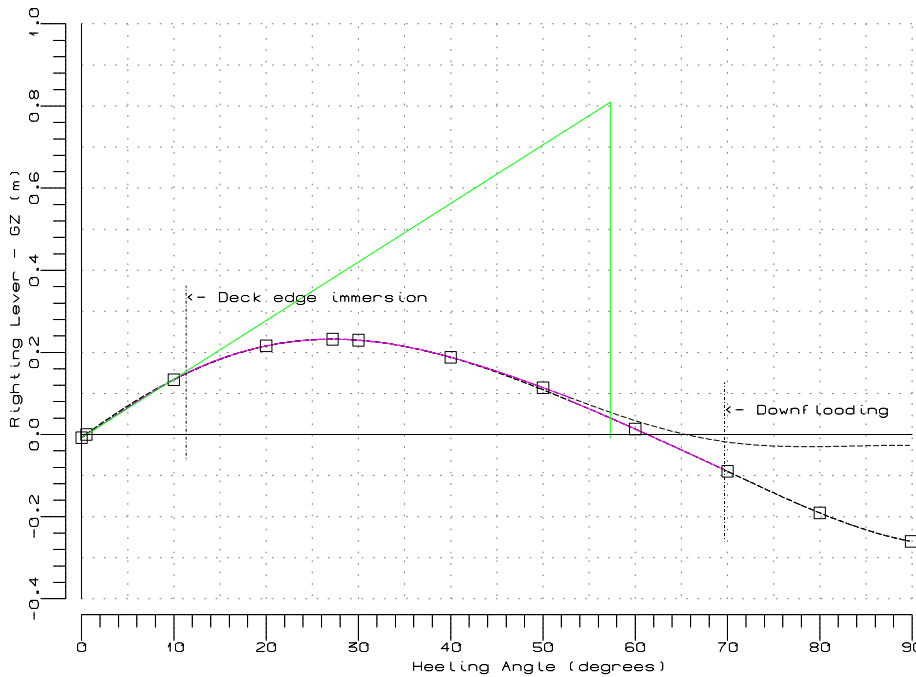
Part no.	Id.text	Weight (MT)	Load (%)	Density (MT/m3)	Distribution		LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSCT Moment (MT*m)
					Aft (m)	Fore (m)				
1 Mannskap										
-	En person i styrehus	0.080			8.50	9.50	9.000	1.000	4.350	
-	En person på dekk	0.080					3.500	0.000	3.600	
		0.160					6.250	0.500	3.975	
2 Forråd ulykkesdagen										
-	BO tank 2-8 stb.	1.615	53.6	0.8500	1.00	4.00	2.756	1.876	1.599	0.21
-	BO tank 2-8 bb.	0.790	26.2	0.8500	1.00	4.00	3.022	-1.844	1.399	0.20
-	BO tank 8-13 stb.	1.844	51.8	0.8500	4.00	6.50	5.313	1.870	1.179	0.17
-	BO tank 9-13 bb.	2.083	71.8	0.8500	4.50	6.50	5.521	-1.878	1.333	0.14
-	Sew. tank 13-16 stb.	0.860	84.5	1.0000	6.50	8.00	7.227	1.855	0.979	0.12
-	Hydr. oil tank 13-16 bb.	0.648	72.0	0.9000	6.50	8.00	7.247	-1.899	2.024	0.11
-	FW tank 16-19 cent.	1.000	78.2	1.0000	8.00	9.50	8.708	0.002	0.568	0.22
		8.841					5.402	0.167	1.285	
3 Løft i sleper										
		-0.310					4.420	0.070	3.322	
DEAD WEIGHT										
		8.691					5.453	0.177	1.262	
LIGHT WEIGHT, 11.06.2014										
		54.271					6.036	-0.004	2.243	
TOTAL WEIGHT										
		62.962					5.955	0.021	2.108	

.... to be continued on next page

- ⊠) The centre of the liquid in these tanks are allowed to shift with heel. The effect from this is incorporated in the calculated GZ-values. The moment of inertia from these tanks are not used to calculate a constant Free Surface Moment applied to artificially raise the VCG applied in the calculations of GZ-values.

Loading Condition no. : 7  
 Condition Id. text : Havaritilstand m/ løft

INTACT STABILITY DATA (GZ-curve, Areas, Particulars & Criteria Control)



Angle (degr.)	GZ (m)	Area (m*rad)
0.000	-0.007	0.0000
0.530	0.000	0.0000
10.000	0.134	0.0113
20.000	0.216	0.0429
27.200	0.232	0.0714
30.000	0.230	0.0827
40.000	0.188	0.1198
50.000	0.114	0.1465
60.000	0.013	0.1576
70.000	-0.090	0.1510
80.000	-0.191	0.1263
89.900	-0.260	0.0866

Downflooding	: 69.687 °
Deck immersion	: 11.328 °
Maximum GZ at	: 27.200 °
Equilibrium at	: 0.530 °
Area, 0 - 30	: 0.0827 m*rad
Area, 0 - 40	: 0.1198 m*rad
Area, 30 - 40	: 0.0371 m*rad
Area, 0 - maxGZ	: 0.0714 m*rad
GM	: 0.817 m

Heel to starboard side  
 Applied VCG : 2.108 m  
 TCG : 0.021 m

Table of intact stability criteria

TYPE : NMD Cargo vessels s.l. 8 m - (L) 24 m

Code	Id. text	Req.	Actual value	Conclusion
GZM1	GZ at angle greater or equal to 30.0°	: 0.20 m	0.230	OK
GZAng	Angle at which max. GZ occur, $\theta$	: 25.00 °	27.100	OK
GMMin	Minimum GM	: 0.15 m	0.817	OK
GZAr1	Area, GZ curve ( 0.0-30.0)°	*) : 0.055 m*rad	0.083	OK
GZAr2	Area, GZ curve ( 0.0-min<40.0, $\beta$ >)°	*) : 0.090 m*rad	0.120	OK
GZAr2	Area, GZ curve (30.0-min<40.0, $\beta$ >)°	*) : 0.030 m*rad	0.037	OK

$\beta$  : flooding angle  
 $\theta$  : angle for maximum GZ  
 GZarea : area of righting lever

\*) : area will also be limited by angles for equilibrium

Please note !

Intact Stability conclusion ..... : OK

The actual values for  $\beta$ ,  $\theta$ ,  $K_{max}$  and  $K_{min}$  are based on upright vessel (TCG=0.0 m). If the actual calculations are based on TCG <> 0.0, the stability conclusion may not correspond with the presented stability margin. The conclusion will anyway be correct as it reflects the actual loading condition.

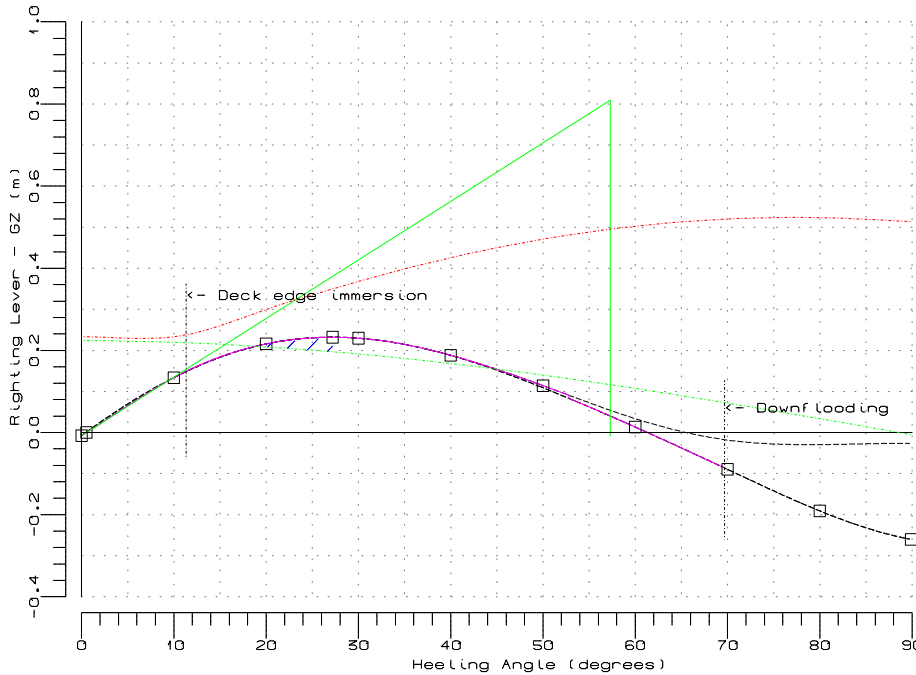
The calculations of  $K_{Gmax}$  includes the use of flood openings of type "local flooding". This may cause one or more steps in the KY and GZ curves. Control of stability for the "GZM1", "GZPos" and "GZAng" criteria are not influenced by "local flooding" effects.

Please note !

-The calculation of GM is made by finding the tangency line of the GZ-curve for upright vessel (zero heel).  
 -The centre of the liquid in some or all tanks are allowed to shift with heel. The effect from this is incorporated in the calculation of GZ-values. The moment of inertia from these tanks are not contributing to the constant "Free Surface Moment" applied to artificially raise the VCG applied in the calculation of GZ-values

Loading Condition no. : 7  
 Condition Id. text : Havaritilstand m/ løft

INTACT STABILITY CONTROL According to NMD Tugboat Criteria



Angle (degr.)	Heeling Arms (m) 5kn-pull	Thrust
0.000	0.233	0.224
0.530	0.233	0.224
10.000	0.233	0.220
20.000	0.300	0.209
27.200	0.350	0.197
30.000	0.368	0.191
40.000	0.426	0.168
50.000	0.471	0.140
60.000	0.502	0.107
70.000	0.520	0.071
80.000	0.523	0.034
89.900	0.514	-0.005

Downflooding : 69.687 °  
 Heel, 5 kn pull : 90.000 °  
 Wet Lateral Area : 22.240 m<sup>2</sup>  
 VCG of Wet Area : 1.006 m  
 Heel, own Thrust : 18.913 °  
 Area, Resid. : 0.0031 m\*rad

Positive heel to starboard side  
 Applied VCG : 2.108 m  
 TCG : 0.021 m

Hatched area is limited by Heel from own Thrust and accompanying heeling levers, min(40.0, Flooding Angle, Angle for max GZ) and righting levers.

NMD Tugboat Input

Propeller Data  
 - Shaft above BL .. : 0.430 m  
 - Maximum Thrust .. : 7.500 tonnes

Towing Line Fixed to vessel  
 - X-value, from AP : 4.440 m  
 - Y-value, from CL : 0.070 m  
 - Z-value, above BL : 3.322 m

Stability Criteria : Area >= 0.010 m\*rad  
 Heel, 5 kn pull < Angle for downflooding

Stability conclusion : NOT OK !!!

-The centre of the liquid in some or all tanks are allowed to shift with heel. The effect from this is incorporated in the calculation of GZ-values. Subsequently, the moment of inertia from these tanks are not contributing to the constant "Free Surface Moment" applied to artificially raise the VCG of the loading condition.

## FREE SURFACE EFFECTS ON GZ-VALUES

Angle of heel (degrees)	GZ-values with corr. (m)	GZ-values without corr. (m)
0.000	-0.007	-0.007
10.000	0.134	0.137
20.000	0.216	0.222
30.000	0.230	0.239
40.000	0.188	0.201
50.000	0.114	0.131
60.000	0.013	0.036
70.000	-0.090	-0.060
80.000	-0.191	-0.156
89.900	-0.260	-0.222

The corrected GZ-values are calculated according to the movement of the liquid centers of the compartments listed below.

## MOVEMENT OF C.O.G. FOR THE SHIP TOTAL

Movement of center of gravity compared to zero heel and initial trim.

Angle of heel (degrees)	Transversal movement (m)	Vertical movement (m)
0.000	0.000	0.000
10.000	0.003	0.000
20.000	0.006	0.001
30.000	0.009	0.002
40.000	0.013	0.005
50.000	0.016	0.008
60.000	0.020	0.014
70.000	0.024	0.023
80.000	0.026	0.031
89.900	0.026	0.038

Compartment no. 4 Id. text : BO tank 2-8 stb.

Angle of heel (degrees)	Weight in tank (tonnes)	Specific weight (t/m**3)	Gravity coordinates		
			X (m)	Y (m)	Z (m)
0.000	1.615	0.850	2.756	1.875	1.599
10.000	1.615	0.850	2.756	1.898	1.601
20.000	1.615	0.850	2.761	1.921	1.607
30.000	1.615	0.850	2.756	1.948	1.620
40.000	1.615	0.850	2.742	1.982	1.643
50.000	1.615	0.850	2.718	2.025	1.688
60.000	1.615	0.850	2.676	2.067	1.750
70.000	1.615	0.850	2.617	2.098	1.821
80.000	1.615	0.850	2.567	2.111	1.880
89.900	1.615	0.850	2.525	2.113	1.930
Equilibrium:					
0.530	1.615	0.850	2.756	1.876	1.599

Vertical dist. betw. sea and comp. level at equilibrium : 0.040m

Compartment no. 5 Id. text : BO tank 2-8 bb.

Angle of heel (degrees)	Weight in tank (tonnes)	Specific weight (t/m**3)	Gravity coordinates		
			X (m)	Y (m)	Z (m)
0.000	0.790	0.850	3.022	-1.846	1.399
10.000	0.790	0.850	3.015	-1.803	1.403
20.000	0.790	0.850	3.002	-1.763	1.414
30.000	0.790	0.850	2.962	-1.721	1.433
40.000	0.790	0.850	2.900	-1.678	1.463
50.000	0.790	0.850	2.826	-1.638	1.506
60.000	0.790	0.850	2.740	-1.600	1.564
70.000	0.790	0.850	2.634	-1.562	1.657
80.000	0.791	0.850	2.539	-1.537	1.768
89.900	0.790	0.850	2.446	-1.532	1.881
Equilibrium:					
0.530	0.790	0.850	3.022	-1.844	1.399

Vertical dist. betw. sea and comp. level at equilibrium : 0.337m

Compartment no. 6 Id. text : BO tank 8-13 stb.

Angle of heel (degrees)	Weight in tank (tonnes)	Specific weight (t/m**3)	Gravity coordinates		
			X (m)	Y (m)	Z (m)
0.000	1.844	0.850	5.313	1.869	1.179
10.000	1.844	0.850	5.313	1.885	1.181
20.000	1.844	0.850	5.316	1.903	1.185
30.000	1.844	0.850	5.313	1.922	1.195
40.000	1.844	0.850	5.306	1.947	1.212
50.000	1.844	0.850	5.295	1.979	1.245
60.000	1.845	0.850	5.276	2.029	1.318
70.000	1.844	0.850	5.255	2.085	1.441
80.000	1.844	0.850	5.237	2.113	1.550
89.900	1.844	0.850	5.222	2.121	1.642
Equilibrium:					
0.530	1.844	0.850	5.313	1.870	1.179

Vertical dist. betw. sea and comp. level at equilibrium : 0.359m

Compartment no. 9 Id. text : BO tank 9-13 bb.

Angle of heel (degrees)	Weight in tank (tonnes)	Specific weight (t/m**3)	Gravity coordinates		
			X (m)	Y (m)	Z (m)
0.000	2.083	0.850	5.521	-1.879	1.333
10.000	2.083	0.850	5.521	-1.867	1.334
20.000	2.083	0.850	5.522	-1.855	1.338
30.000	2.083	0.850	5.521	-1.841	1.344
40.000	2.083	0.850	5.518	-1.824	1.356
50.000	2.083	0.850	5.514	-1.802	1.378
60.000	2.083	0.850	5.508	-1.782	1.408
70.000	2.083	0.850	5.501	-1.761	1.453
80.000	2.083	0.850	5.494	-1.748	1.505
89.900	2.083	0.850	5.487	-1.743	1.558
Equilibrium:					
0.530	2.083	0.850	5.521	-1.878	1.333

Vertical dist. betw. sea and comp. level at equilibrium : -0.009m

Compartment no. 7 Id. text : Sew. tank 13-16 stb.

Angle of heel (degrees)	Weight in tank (tonnes)	Specific weight (t/m**3)	Gravity coordinates		
			X (m)	Y (m)	Z (m)
0.000	0.860	1.000	7.227	1.854	0.979
10.000	0.860	1.000	7.226	1.878	0.981
20.000	0.860	1.000	7.227	1.897	0.986
30.000	0.860	1.000	7.226	1.907	0.990
40.000	0.860	1.000	7.224	1.913	0.995
50.000	0.860	1.000	7.222	1.918	1.000
60.000	0.860	1.000	7.219	1.923	1.006
70.000	0.860	1.000	7.215	1.927	1.016
80.000	0.860	1.000	7.212	1.931	1.031
89.900	0.860	1.000	7.212	1.932	1.046
Equilibrium:					
0.530	0.860	1.000	7.227	1.855	0.979

Vertical dist. betw. sea and comp. level at equilibrium : 0.709m

Compartment no. 10 Id. text : Hydr. oil tank 13-16 bb.

Angle of heel (degrees)	Weight in tank (tonnes)	Specific weight (t/m**3)	Gravity coordinates		
			X (m)	Y (m)	Z (m)
0.000	0.648	0.900	7.247	-1.901	2.023
10.000	0.648	0.900	7.248	-1.872	2.026
20.000	0.648	0.900	7.249	-1.841	2.034
30.000	0.648	0.900	7.248	-1.812	2.048
40.000	0.648	0.900	7.246	-1.794	2.061
50.000	0.648	0.900	7.243	-1.779	2.075
60.000	0.648	0.900	7.240	-1.769	2.089
70.000	0.648	0.900	7.238	-1.764	2.101
80.000	0.648	0.900	7.236	-1.761	2.111
89.900	0.648	0.900	7.234	-1.761	2.121
Equilibrium:					
0.530	0.648	0.900	7.247	-1.899	2.024

Vertical dist. betw. sea and comp. level at equilibrium : -0.314m

Compartment no. 11 Id. text : FW tank 16-19 cent.

Angle of heel (degrees)	Weight in tank (tonnes)	Specific weight (t/m**3)	Gravity coordinates		
			X (m)	Y (m)	Z (m)
0.000	1.000	1.000	8.708	0.000	0.568
10.000	1.000	1.000	8.708	0.038	0.572
20.000	1.000	1.000	8.714	0.073	0.581
30.000	1.000	1.000	8.718	0.093	0.590
40.000	1.000	1.000	8.720	0.106	0.599
50.000	1.000	1.000	8.722	0.115	0.608
60.000	1.000	1.000	8.724	0.121	0.616
70.000	1.000	1.000	8.726	0.124	0.624
80.000	1.000	1.000	8.728	0.126	0.631
89.900	1.000	1.000	8.730	0.127	0.638
Equilibrium:					
0.530	1.000	1.000	8.708	0.002	0.568

Vertical dist. betw. sea and comp. level at equilibrium : 1.118m



## Flood Opening Results

Loading Condition no. : 7 ,Havaritilstand m/ løft

No.	Identification text	Type	OvFl Syst	X (m)	Y (m)	Z (m)	Flooding Above	
							Angle (degr)	Sea (m)
1	Luft maskin skorstein	Downflooding		6.8	0.6	4.48	75.08	2.50
2	Luft maskin ventilator	Downflooding		5.8	0.2	3.74	79.41	1.76
3	Luft lugar ventilator	Downflooding		10.2	0.8	3.79	69.69	1.81
4	Styrehusdør akterkant	Local flood.		8.7	1.4	3.72	52.81	1.73
5	Styrehusdør forkant	Local flood.		9.4	1.2	3.72	55.62	1.73

Above Sea is vertical distance from opening to sea at equilibrium.

\*\*) Flooding angle is outside of specified heel range.

## Freeboard to Deck

-----  
 Loading Condition no. : 7 ,Havaritilstand m/ løft

No.	X (m)	Y (m)	Z (m)	Freeboard	
				Starboard (m)	Port (m)
1	-0.831	0.000	2.617	0.636	0.636
2	-0.830	1.652	2.617	0.620	0.651
3	-0.748	1.984	2.611	0.612	0.649
4	-0.665	2.112	2.606	0.605	0.644
5	-0.500	2.268	2.595	0.593	0.635
6	-0.250	2.383	2.586	0.583	0.627
7	-0.162	2.397	2.583	0.580	0.624
8	-0.075	2.400	2.580	0.577	0.621
9	0.000	2.400	2.577	0.574	0.618
10	0.500	2.400	2.563	0.561	0.605
11	1.000	2.400	2.549	0.547	0.592
12	1.170	2.400	2.544	0.543	0.587
13	1.227	2.400	2.543	0.541	0.585
14	1.290	2.400	2.541	0.539	0.584
15	1.500	2.400	2.535	0.534	0.578
16	2.000	2.400	2.521	0.520	0.565
17	2.500	2.400	2.508	0.507	0.551
18	3.000	2.400	2.494	0.493	0.538
19	3.500	2.400	2.480	0.480	0.524
20	4.000	2.400	2.466	0.466	0.511
21	4.500	2.400	2.452	0.453	0.497
22	5.000	2.400	2.452	0.453	0.498
23	5.500	2.400	2.452	0.454	0.498
24	5.620	2.400	2.452	0.454	0.498
25	6.000	2.400	2.452	0.454	0.498
26	6.500	2.400	2.452	0.454	0.499
27	7.000	2.400	2.452	0.455	0.499
28	7.500	2.400	2.452	0.455	0.500
29	7.999	2.383	2.452	0.456	0.500
30	8.000	2.398	2.952	0.956	1.000
31	8.005	2.398	2.952	0.956	1.001
32	8.500	2.387	3.000	1.004	1.049
33	9.000	2.362	3.048	1.053	1.097
34	9.500	2.304	3.097	1.102	1.145
35	10.000	2.217	3.145	1.152	1.193
36	10.500	2.096	3.193	1.201	1.240
37	11.000	1.957	3.241	1.251	1.288
38	11.500	1.794	3.289	1.301	1.335
39	12.000	1.600	3.337	1.352	1.381
40	12.500	1.361	3.386	1.403	1.428
41	13.000	1.078	3.434	1.454	1.474
42	13.500	0.450	3.482	1.508	1.517
43	13.606	0.000	3.507	1.537	1.537

Freeboard is vertical distance from deck point to sea at equilibrium.  
 -----

## VEDLEGG E – Empiriske uttrykk for grov estimering av nødvendig slepekraft

For særskilte slep av store objekter blir det som regel utført relativt komplekse beregninger av nødvendig slepekraft. Til mer dagligdagse oppdrag benytter ofte næringen empiriske uttrykk til grov estimering av den nødvendige slepekraften. Den tyske assurandørorganisasjonen Verein Hanseatischer Transportversicherer e.V. (VHT) har utviklet sin egen metode til beregning av nødvendig slepekraft basert på både empiri og matematiske/fysiske prinsipper. VHT beregner total forventet motstand i slepet og baserer seg på at dette utgjør 90 % av nødvendig sertifisert slepekraft (fra Certificate of Bollard Pull Testing) ved 100 % maskinkraft.

I en studie v/Capt. P. Zahalka sammenstiller VHT resultatene av noen empiriske uttrykk med sin egen metode. I det etterfølgende har SHT foretatt beregninger med noen av uttrykkene VHT har brukt i studien i tillegg til diverse andre uttrykk som anvendes i næringen. I uttrykkene har SHT anvendt data for det aktuelle slepet på ulykkesdagen:

$L_{pp} = 58,2$  m,  $C_B = 0,7$  (antatt),  $B = 14,5$  m,  $T = 6$  m,  $D = 3,9$  m

### VHT 1:

Uttrykket estimerer hydrodynamisk motstand i tonn i rolig vann for skrog med «skipsform». Flere forhold blir ikke hensyntatt, f.eks. luftmotstand og bølgefrelse. VHT mener resultatet må multipliseres med en faktor på 3 for å oppnå adekvat nødvendig slepekraft. SHT har anvendt multiplikator lik 3.

$$R = \frac{2,5(R_1 + R_2 + R_3)}{2240}$$

$R_1 = F \cdot S \cdot V^2$	F	=	0,01
	S	=	wetted underwater area in ft <sup>2</sup>
	S	=	$1,025 \cdot L_{pp} \cdot (C_B \cdot B + 1,7 \cdot T)$ (m <sup>2</sup> )
	$L_{pp}$	=	Length between perpendiculars (m)
	T	=	Draught (m)
	B	=	Width (m)
	$C_B$	=	Block-Coefficient
	feet <sup>2</sup>	=	m <sup>2</sup> · 10,764262
	V	=	Towing speed in knots
$R_2 = D^2 \cdot V^2 \cdot N$	D	=	propeller diameter of the tow
	V	=	Towing speed in knots
	N	=	Number of Propeller
$R_3 = 0,1 \cdot R_2$	$R_3$	=	Coefficient for resistance of towing gear

### VHT 2:

Uttrykket estimerer ytelse i BHP (bremsehestekrefter). Ved å dele resultatet fra uttrykket på 100 og multiplisere med 1,4 oppnås nødvendig estimert slepekraft i tonn fra en slepebåt med vribar propell i dyse. Dette uttrykket skiller seg ut i VHTs studie ved at resultatet er 30 – 35 % lavere enn resultatene fra deres egen metode og fire empiriske uttrykk de har anvendt i studien.

$$BHP = D^2 / 3 \times v^2 \div 120$$

D	=	Displacement of the tow (t)
v	=	towing speed in knots

**CCS:**

China Classification Society har utgitt *Guidelines for Towing at Sea, 2011*. I appendix 2 beskrives en metode for estimering av total slepemotstand inklusive motstanden i selve slepebåten samt luftmotstanden. Det fremgår at estimeringen retter seg mot havslep. SHT beregnet motstanden kun for slepet og anvendt vindhastighet på 13 m/s som måtte kunne forventes på ulykkesdagen. Spantearealkoeffisient ved beregning av  $A_2$  er antatt til 0,9.  $C_s$  er antatt til 1,0.

1. The total ocean towing resistance  $R_T$  may be calculated by the following empirical equation:

$$R_T = 1.15 [R_f + R_B + (R_{f'} + R_{B'})] \quad \text{kN}$$

where:  $R_f$  — friction resistance of towed vessel, in kN;  
 $R_B$  — residual resistance of towed vessel, in kN;  
 $R_{f'}$  — friction resistance of towing vessel, in kN;  
 $R_{B'}$  — residual resistance of towing vessel, in kN.

(1) The resistance of towed vessel or towed object may be determined by the following approximate formula:

$$R_f = 1.67 A_1 V^{1.83} \times 10^{-3} \quad \text{kN}$$

$$R_B = 0147 \delta A_2 V^{1.74+0.15V} \quad \text{kN}$$

where:  $A_1$  — wetted surface area under waterline of vessel or surface structure, in  $\text{m}^2$ ;  
 $V$  — towing velocity, in m/s;  
 $\delta$  — block coefficient;  
 $A_2$  — submerged transverse section area amidships, in  $\text{m}^2$ .

If there is no detailed data of wetted surface area  $A_1$ , it may be obtained by the following:

$$A_1 = L(1.7d + \delta B), \text{ in } \text{m}^2, \text{ for normal vessel};$$

$$A_1 = 0.92L(B + 1.81d), \text{ in } \text{m}^2, \text{ for barge, box-shaped vessel with linear change in fore and aft};$$

$$A_1 = L(B + 2d), \text{ in } \text{m}^2, \text{ for box-shaped vessel and other surface structure without any linear change.}$$

where:  $L$ 、 $B$ 、 $d$  — respectively for length, breadth and towing draught of the vessel, in m;  
 $\delta$  — block coefficient.

(2) Design data for towing vessel can be used for calculation of towing resistance  $R_{f'}$  and  $R_{B'}$ , if no information there, the approximate formula in (1) above may be used for the calculation.

2. For drilling units or other surface structures with huge wind area, the towing resistance is also to be calculated as follows, taken whichever is the greater:

$$\sum R = 0.7(R_f + R_B) + R_a \quad \text{kN}$$

where:  $R_f$ 、 $R_B$  — the same as is (1) above;

$R_a$  — air resistance, calculated as follows:

$$R_a = 0.5 \rho V^2 \sum C_s A_i 10^{-3} \quad \text{kN}$$

where:  $\rho$  — air density, in  $\text{kg}/\text{m}^3$ , to be taken as  $1.22 \text{ kg}/\text{m}^3$ ;  
 $V$  — wind velocity, in m/s, to be taken as 20.6 m/s;  
 $A_i$  — wind area, in  $\text{m}^2$ , to be taken as upwind;  
 $C_s$  — configuration coefficient of wind area  $A_i$ , to be taken as in table 3.2.1(2) of Chapter 3 of the Guidelines.

**SOC:**

*The Shipowners' Club som har kontorer i London, Singapore og Hong Kong forsikrer mindre spesialfartøyer over hele verden, herunder slepebåter. I deres publikasjon Tugs and Tows – A Practical Safety and Operational Guide vises det til et empirisk uttrykk for estimering av nødvendig slepekraft i tonn som stammer fra det statlige Transport Canadas publikasjon TP 11960E, 1995. SHT har i beregning anvendt K = 0,5 og 1,5 som anvist for beskyttet farvann.*

$$BP = \left\{ \frac{\Delta^{3/2} V^3 + (0,06 B \times D)}{120 \times 60} \right\} \times K$$

BP = required bollard pull (tonnes)

$\Delta$  = full displacement of towed vessel (tonnes)

V = tow speed (knots)

B = breadth of towed vessel (metres)

D = depth of the exposed transverse section of the towed vessel including deck cargo, measured above the waterline (metres)

K = a factor that reflects potential weather and sea conditions;

- for exposed coastal tows K = 1.0 to 3.0
- for sheltered coastal tows K = 0.75 to 2.0
- for protected water tows K = 0.5 to 1.5

**FPL:**

*Forth Ports Ltd. eier og opererer flere kommersielle havner i Storbritannia. I sin Towage Guidelines er det produsert tabeller til estimering av nødvendig slepekraft i tonn basert på slepets laterplan over vannlinjen, dvs. at metoden baseres på tverrskipets vindpåvirkning. FPL påpeker at effekt av strøm ikke er medtatt. SHT har anvendt høyde lik 13,95 m, LOA = 67 m for slepet og vindhastighet lik 25 knop (12,9 m/s) som måtte kunne forventes på ulykkesdagen.*

**Determine lateral surface area**

LOA	Vessel Height in Metres														
	5	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25	27.5	30	32.5	35	37.5	40
50	250	375	500	625	750	875	1000	1125	1250	1375	1500	1625	1750	1875	2000
75	375	563	750	938	1125	1313	1500	1688	1875	2063	2250	2438	2625	2813	3000
100	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000
125	625	938	1250	1563	1875	2188	2500	2813	3125	3438	3750	4063	4375	4688	5000
150	750	1125	1500	1875	2250	2625	3000	3375	3750	4125	4500	4875	5250	5625	6000
175	875	1313	1750	2188	2625	3063	3500	3938	4375	4813	5250	5688	6125	6563	7000
200	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000
225	1125	1688	2250	2813	3375	3938	4500	5063	5625	6188	6750	7313	7875	8438	9000
250	1250	1875	2500	3125	3750	4375	5000	5625	6250	6875	7500	8125	8750	9375	10000
275	1375	2063	2750	3438	4125	4813	5500	6188	6875	7563	8250	8938	9625	10313	11000
300	1500	2250	3000	3750	4500	5250	6000	6750	7500	8250	9000	9750	10500	11250	12000

**Determine Bollard Pull**

Lateral surface Area (m <sup>2</sup> )	Wind speed in knots									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
0	0	1	2	4	6	9	12	16	20	25
1000	1	2	5	8	13	18	25	32	41	50
1500	1	3	7	12	19	27	37	48	61	75
2000	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100
2500	1	5	11	20	31	45	61	80	101	125
3000	2	6	14	24	38	54	74	96	122	150
3500	2	7	16	28	44	63	86	112	142	175
4000	2	8	18	32	50	72	98	128	162	200
4500	2	9	20	36	56	81	110	144	182	225
5000	3	10	23	40	63	90	123	160	203	250
5500	3	11	25	44	69	99	135	176	223	275
6000	3	12	27	48	75	108	147	192	243	300
6500	3	13	29	52	81	117	159	208	263	325
7000	4	14	32	56	88	126	172	224	284	350
7500	4	15	34	60	94	135	184	240	304	375
8000	4	16	36	64	100	144	196	256	324	400
8500	4	17	38	68	106	153	208	272	344	425
9000	5	18	41	72	113	162	221	288	365	450
9500	5	19	43	76	119	171	233	304	385	475
10000	5	20	45	80	125	180	245	320	405	500
10500	5	21	47	84	131	189	257	336	425	525
11000	6	22	50	88	138	198	270	352	446	550
11500	6	23	52	92	144	207	282	368	466	575
12000	6	24	54	96	150	216	294	384	486	600

**TUP:**

*Tug Use in port – A practical Guide v/ Capt. Henk Hensen, mangeårig los i Rotterdam, inneholder bl.a. i kapittel 5.2.4 et empirisk uttrykk for grov estimering av nødvendig slepekraft for å stanse sideveis bevegelse i slepet ved f.eks. anløp til kai. Uttrykket tar ikke hensyn til påvirkning av vind, strøm og bølger, men derimot en viss mengde «added mass» (vannmasse som beveger seg sammen med skroget). SHT har anvendt en initiell sideveis hastighet lik 0,5 knop (0,26 m/s) på slepet.*

$$BP = 0,09 \times D \times V^2 / S \text{ tonn}$$

BP = Nødvendig slepekraft i tonn

D = Slepets deplasement i tonn

V = Initiell sideveis hastighet i m/s

S = Stoppdistanse i meter

**RESULTATER:**

	Nødvendig estimert slepekraft (BP) [tonn]						
	Slepehastighet			Vindhastighet 25 knop (12,9 m/s)	Tverrskips hastighet 0,5 knop på slep		
	5 knop	3 knop	2 knop		Stoppdistanse		
				10 m	5 m	3 m	
<b>VHT 1</b>	12,3	4,4	2,0				
<b>VHT 2</b>	7,2	2,6	1,1				
<b>CCS</b>	10,0	4,1	2,9				
<b>SOC</b>	8,2 – 24,5	6,5 – 19,5	6,2 – 18,6				
<b>FPL</b>				12,5			
<b>TUP</b>					2,5	5,0	8,3

Det er relativt stor spredning i resultatene. Å holde kontroll på slepet i vindhastighet 13 m/s tverrskips estimeres som spesielt kraftkrevende. VHT 2 ligger som nevnt ovenfor 30 – 35 % under sammenliknbare verdier. På dette grunnlaget kan BP for 2 knops slepehastighet økes til 1,7 tonn. En gjennomsnittlig, minste BP for 2 knops slepehastighet og stoppdistanse på 10 m under overnevnte kriterier blir:

$$2 + 1,7 + 2,9 + 6,2 + 12,5 + 2,5 / 6 = 4,6 \text{ tonn.}$$

## VEDLEGG F – Undersøkelse av om Starkad skulle hatt slepetillatelse

### *Farvannet*

I henhold til forskrift 4. november 1981 nr. 3793 om fartsområder, vedlegg I nr. 7, er Fitjarvika inklusive farvannet utenfor Fitjar definert som helt innelukket farvann (fartsområde 1).

### *Definisjon av slepebåt*

Dersom Starkad kunne anses som slepebåt var det på grunnlag av fartsområdet operasjonen skulle forgå i, ikke krav til slepetillatelse i besiktelsesforskriften. Med rundskrivet RSV 07-2014 påpekte Sjøfartsdirektoratet at «slepebåt» under 15 m skulle forstås med at avgangs- og ankomstkonisjon tilfredsstilte stabilitetskriteriet i NBS Y32, bukserbåttillegget. Implisitt var at de ordinære stabilitetskriteriene også skulle være tilfredsstilt.

### *Stabilitetsberegninger*

SHT har beregnet disse tilstandene med og uten brennolje på de aktre tankene. Alle tilfredsstiller Y32, men avgangskonisjon med brennolje på aktre tanker tilfredsstiller ikke ett av de tre ordinære stabilitetskravene i NBS. Kriterier i henhold til NBS Y3 og Y32 samt stabilitetsberegninger av begge avgangskonisjonene finnes i dette vedlegget.

### *«Slepebåt» eller «annet skip»*

I henhold til rundskriv 07-2014 var dermed Starkad å anse som «slepebåt» dersom de aktre bunkerstankene ble holdt tomme. I så fall var det ikke krav om slepetillatelse for operasjon på Fitjarvika. Imidlertid driftet BKM Starkad med benyttelse av alle bunkerstankene. Dermed var Starkad å anse som «annet skip enn slepebåt» i henhold til besiktelsesforskriftens § 48 og skulle hatt slepetillatelse uansett fartsområde.

### *Vurdering og konklusjon*

Etter SHTs mening var det ikke enkelt for BKM å ha rede på overnevnte bestemmelser som var utydelige og attpåtil hjemlet i en forskrift som ikke gjaldt for lastefartøy under 15 m. At Sjøfartsdirektoratet etter ulykken, i juni 2014, utga overnevnte rundskriv på grunnlag av at man så behov for å klargjøre regelverket om slepetillatelse stadfester utydeligheten. Starkad var også registrert med fartøytype «slepebåt» i NOR, forøvrig uten at Sjøfartsdirektoratet hadde vurdert eller besiktet fartøyet opp mot noen relevante krav.

De forbedrede stabilitetsverdiene for avgang «slepebåt» (med tomme aktre bunkerstanker) kontra avgang «bunkersbåt» (med fulle aktre bunkerstanker) er relativt markant. Dette skyldes primært forskjell i fribord. I havaritilstanden var imidlertid innholdet på de aktre tankene beskjedent hvilket tilsier at stabiliteten ville vært marginalt bedre med tomme aktre bunkerstanker. Forbedringen ville ikke ha forhindre ulykken. At Starkads stabilitetsreserver ble for små på ulykkesdagen skyldtes først og fremst slepearangementet der effektivt innfestingspunkt på slepeforbindelsen var tilnærmet midtskips og i senter av fartøyet. Dette gjorde fartøyet sårbart for stor krenkning og kantringsfare.



De ordinære stabilitetskravene i NBS (Y3) som gjelder alle fartøy er som følger:

- 3.4 Båter som er lukket, skal i samtlige kondisjoner ha en rettende arm ved 30° krenkning på minst

$$GZ_{30} = 0,20 \text{ m}$$

og GZ-kurvens største verdi skal forekomme ved en krengevinkel større enn 25°. GZ-kurven skal være positiv opp til en krengevinkel på 40°. GZ-kurven skal avsluttes ved den krengevinkel hvor en fyllingsåpning kommer i vann.

- 3.5 Åpninger som ikke er utstyrt med værtette lukningsmidler, skal anses som fyllingsåpninger der vann vil strømme inn i fartøyet når åpningen neddykkes.
- 3.6 Ved beregning av GZ-kurver kan mindre gjennomføringsåpninger for wire, kjetting etc. i dekkshus eller overbygg anses som tette. Små åpninger med diameter mindre enn 20 mm som ligger minst 380 mm over fribordsdekk, behøver ikke betraktes som fyllingsåpninger dersom de kommer i vann ved en krengevinkel større enn 30 grader.
- 3.7 For båter med løfteutstyr skal løfteutstyret i ugunstigste posisjon ikke gi en krenkning på mer enn 10° i lettvektkondisjon.
- 3.8 Se Y30-Y32 om spesielle tilleggskrav om stabilitet for fiskebåter, passasjerbåter og slepebåter.

Tilleggskravene for fartøyer som skal slepe (Y32) er som følger:

## 2 Stabilitetskrav

- 2.1 For kontroll av slepebåtens stabilitet skal det krengende moment som angitt i 3.1 opptegnes i samme diagram som båtens rettende moment i den dårligste lastkondisjon. Arealet mellom den rettende og den krengende kurve opp til 40° skal være minst 0,001 meterradianer.

## 3 Krengende moment

- 3.1 Kurvene for krengende moment beregnes i henhold til følgende formel:

$$k = \frac{0,07 \cdot C \cdot T \cdot (H \cdot \cos \alpha - 0,8 \cdot r \cdot \sin \alpha + 0,5d)}{\Delta}$$

der:

C = 4 l/L, dog høyst 1,0  
 r = slepebuens radius i meter. Om radien varierer, regnes avstanden fra fartøyets senterlinje til krokens angrepspunkt tverrskips  
 d = fartøyets dypgående i meter  
 h = slepepunktets høyde over vannlinjen i meter  
 k = nominell krengende arm i meter  
 L = båtens lengde i meter  
 l = den vannrette avstanden mellom slepepunktet og aktre perpendikulær i meter  
 T = båtens statiske slepekraft i kN  
 Δ = båtens deplasement i tonn.  
 α = krenkningsvinkel.

Loading Condition no. : 2

## Regelkondisjon bunkersbåt 100%

## FLOATING CONDITION DATA

Mean Draught (moulded) : 2.071 m  
 Trim over Lpp (aft +) : 0.177 m  
 List (starboard +) ... : -0.544 °  
 Draught, AP (moulded) : 2.160 m  
 Draught, LCF (moulded) : 2.086 m  
 Draught, FP (moulded) : 1.983 m

## WEIGHT SUMMARY

Mannskap : 0.2 MT  
 100% forråd bunkersbåt \_ \_ \_ \_ : \_ \_ 15.0 MT  
 Total DEADWEIGHT : 15.2 MT

Min. vertical distance to Flood Openings:

- downflooding type .. : 1.662 m

Displacement ..... : 69.438 MT  
 LCB (rel. AP) ..... : 5.749 m  
 VCB (rel. BL) ..... : 1.374 m  
 LCF (rel. AP) ..... : 5.283 m  
 TPC - Immersion ..... : 0.592 MT/cm  
 Trim Moment ..... : 0.616 MT\*m/cm

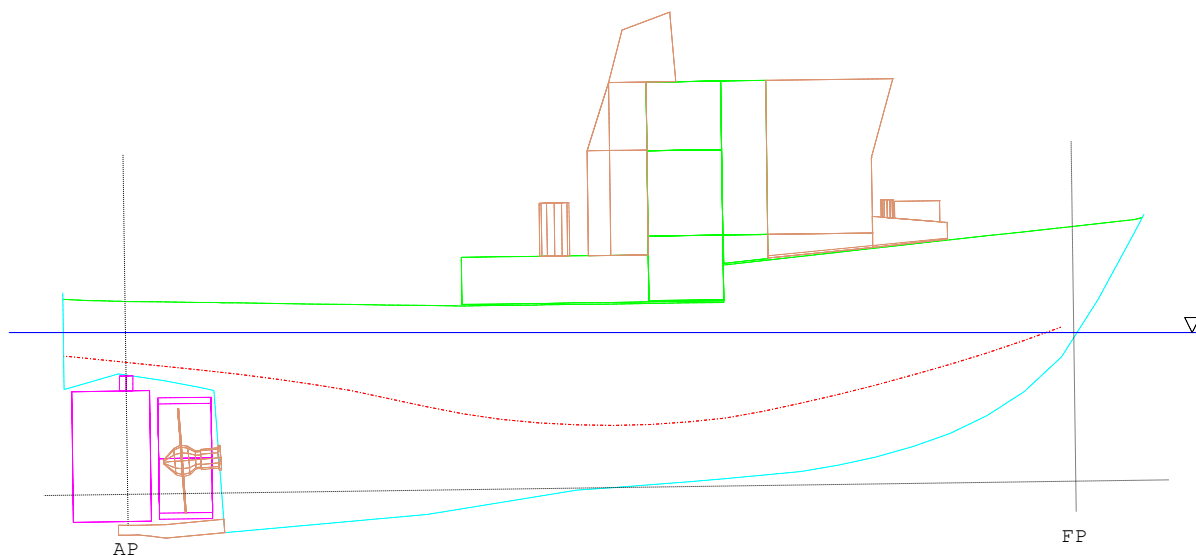
## STABILITY DATA/CONTROL

KG (incl. FSC) ..... : 2.124 m  
 Free Surface Correction: 0.009 m  
 KM (metacentre) ..... : 2.863 m  
 GM (incl. FSC) ..... : 0.739 m

KGmax, intact, calc. . : 2.078 m

Stability Margin ..... : -0.045 m

Stability Conclusion . : NOT OK !!

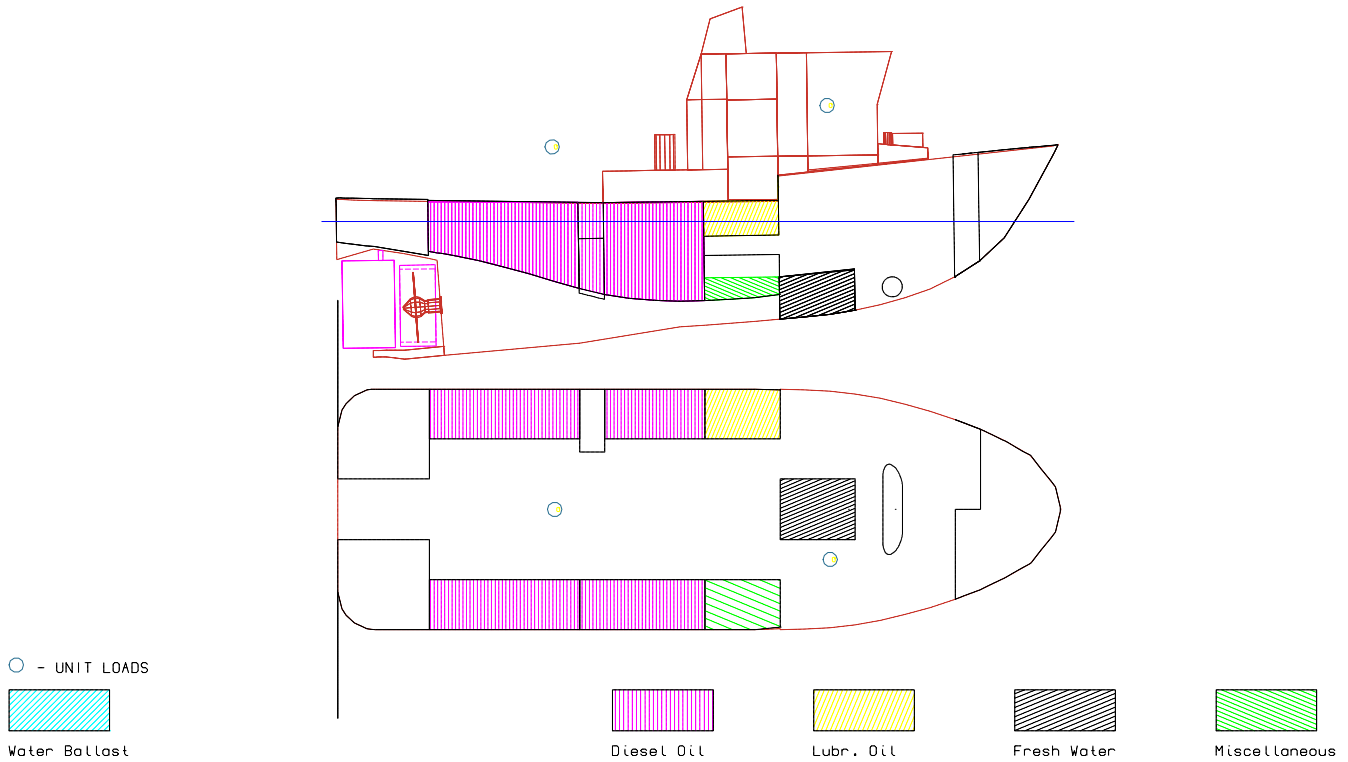


Water Density = 1.025 t/m3

Please note!

-Floating data are based on hydrostatic for upright vessel (zero heel). List is found by use of GM.

Loading Condition no. : 2  
 Condition Id. text : Regelkondisjon bunkersbåt 100%

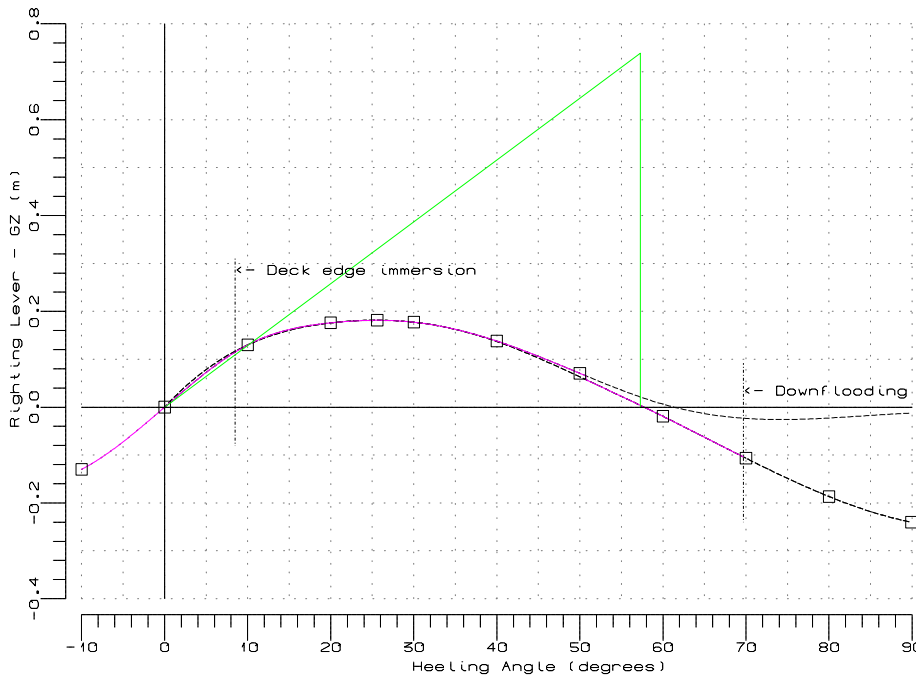


WEIGHT LOADS

Part no.	Id.text	Weight (MT)	Load (%)	Density (MT/m3)	Distribution		LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSCT Moment (MT*m)
					Aft (m)	Fore (m)				
1 Mannskap										
-	En person i styrehus	0.080			8.50	9.50	9.000	1.000	4.350	
-	En person på dekk	0.080					3.500	0.000	3.600	
		0.160					6.250	0.500	3.975	
2 100% forråd bunkersbåt										
-	BO tank 2-8 stb.	2.951	98.0	0.8500	1.00	4.00	2.636	1.888	1.882	0.14
-	BO tank 2-8 bb.	2.951	98.0	0.8500	1.00	4.00	2.636	-1.888	1.882	0.14
-	BO tank 8-13 stb.	3.559	100.0	0.8500	4.00	6.50	5.282	1.884	1.599	
-	BO tank 9-13 bb.	2.902	100.0	0.8500	4.50	6.50	5.515	-1.885	1.582	
-	Sew. tank 13-16 stb.	0.509	50.0	1.0000	6.50	8.00	7.214	1.823	0.853	0.12
-	Hydr. oil tank 13-16 bb.	0.882	98.0	0.9000	6.50	8.00	7.247	-1.901	2.113	0.10
-	FW tank 16-19 cent.	1.253	98.0	1.0000	8.00	9.50	8.731	0.000	0.641	0.10
		15.007					4.755	0.032	1.632	0.60
	DEAD WEIGHT	15.167					4.771	0.037	1.657	0.60
	LIGHT WEIGHT, 11.06.2014	54.271					6.036	-0.004	2.243	
	TOTAL WEIGHT	69.438					5.760	0.005	2.115	0.60

Loading Condition no. : 2  
 Condition Id. text : Regelkondisjon bunkersbåt 100%

INTACT STABILITY DATA (GZ-curve, Areas, Particulars & Criteria Control)



Angle (degr.)	GZ (m)	Area (m*rad)
-10.000	-0.130	-0.0122
0.000	0.000	0.0000
10.000	0.130	0.0122
20.000	0.176	0.0399
25.600	0.181	0.0575
30.000	0.177	0.0713
40.000	0.138	0.0994
50.000	0.071	0.1178
60.000	-0.019	0.1218
70.000	-0.107	0.1108
80.000	-0.187	0.0850
89.900	-0.240	0.0476

Downflooding : 69.687 °  
 Deck immersion : 8.477 °  
 Maximum GZ at : 25.600 °  
 Area, 0 - 30 : 0.0713 m\*rad  
 Area, 30 - 40 : 0.0994 m\*rad  
 Area, 0 - maxGZ: 0.0575 m\*rad  
 GM : 0.739 m

Heel to starboard side  
 Applied VCG : 2.124 m  
 TCG : 0.012 m

Table of intact stability criteria

TYPE : DNV NB Workboat

Code	Id. text	Req.	Actual value	Concl-usion	KGmax (m)
GZMi3	Minimum GZ at 30.0°	: 0.20 m	0.177	NOT OK	2.078
GZAng	Angle at which max. GZ occur, δ	: 25.00 °	25.450	OK	2.135
GZPos	Positive GZ-curve up to	: 40.00 °	61.318	OK	2.338

δ : angle for maximum GZ

Intact Stability conclusion ..... : NOT OK

Resulting KGmax ..... (m): 2.078  
 KG (incl. correction) ..... (m): 2.124  
 Intact stability margin ..... (m): -0.045

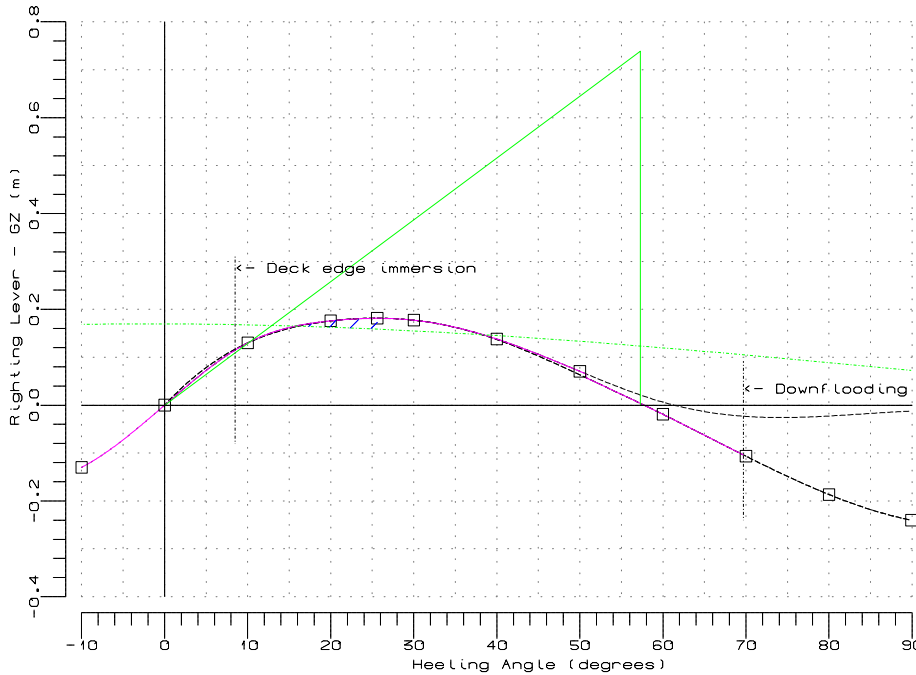
The calculations of KGmax includes the use of flood openings of type "local flooding". This may cause one or more steps in the KY and GZ curves. Calculations of KGmax for the "GZMi2", "GZPos" and "GZAng" criteria are not influenced by "local flooding" effects.

Please note !

-GM is calculated based on metacentric height (KMT) for upright vessel (zero heel)

Loading Condition no. : 2  
 Condition Id. text : Regelkondisjon bunkersbåt 100%

INTACT STABILITY CONTROL According to NB Tugboat Criteria



Angle (degr.)	GZ (m)	Mom.Arm (m)
-10.000	-0.130	0.169
0.000	0.000	0.170
10.000	0.130	0.167
20.000	0.176	0.163
25.600	0.181	0.159
30.000	0.177	0.155
40.000	0.138	0.145
50.000	0.071	0.133
60.000	-0.019	0.120
70.000	-0.107	0.105
80.000	-0.187	0.089
89.900	-0.240	0.073

Downflooding : 69.687 °  
 Heel, own Thrust : 16.084 °  
 Area, Resid. : 0.0024 m\*rad

Positive heel to starboard side  
 Applied VCG : 2.124 m  
 TCG : 0.012 m

Hatched area is limited by Heel from own Thrust and accompanying heeling levers, min(40.0, Flooding Angle, Angle for max GZ) and righting levers.

NB Tugboat Input  
 -----

Propeller Data  
 - Maximum Thrust .. : 73.550 kN

Towing Line Fixed to vessel  
 - X-value, from AP : 4.440 m  
 - Y-value, from CL : 0.070 m  
 - Z-value, above BL : 3.322 m

Stability Criteria : Area >= 0.0010 m\*rad

Stability conclusion : OK

## Flood Opening Results

-----

Loading Condition no. : 2 ,Regelkondisjon bunkersbåt 100%

No.	Identification text	Type	OvFl Syst	X (m)	Y (m)	Z (m)	Flooding Above	
							Angle (degr)	Sea (m)
1	Luft maskin skorstein	Downflooding		6.8	0.6	4.48	70.62	2.42
2	Luft maskin ventilator	Downflooding		5.8	0.2	3.74	71.41	1.66
3	Luft lugar ventilator	Downflooding		10.2	0.8	3.79	69.69	1.78
4	Styrehusdør akterkant	Local flood.		8.7	1.4	3.72	50.74	1.69
5	Styrehusdør forkant	Local flood.		9.4	1.2	3.72	54.30	1.70

Above Sea is vertical distance from opening to sea at equilibrium.

\*\*\*) Flooding angle is outside of specified heel range.

-----

## Freeboard to Deck

-----  
 Loading Condition no. : 2 , Regelkondisjon bunkersbåt 100%

No.	Freeboard				
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Starboard (m)	Port (m)
1	-0.831	0.000	2.617	0.446	0.446
2	-0.830	1.652	2.617	0.461	0.430
3	-0.748	1.984	2.611	0.460	0.423
4	-0.665	2.112	2.606	0.457	0.417
5	-0.500	2.268	2.595	0.450	0.407
6	-0.250	2.383	2.586	0.445	0.400
7	-0.162	2.397	2.583	0.444	0.398
8	-0.075	2.400	2.580	0.442	0.396
9	0.000	2.400	2.577	0.440	0.395
10	0.500	2.400	2.563	0.433	0.388
11	1.000	2.400	2.549	0.426	0.381
12	1.170	2.400	2.544	0.424	0.378
13	1.227	2.400	2.543	0.423	0.378
14	1.290	2.400	2.541	0.422	0.377
15	1.500	2.400	2.535	0.419	0.374
16	2.000	2.400	2.521	0.412	0.367
17	2.500	2.400	2.508	0.406	0.360
18	3.000	2.400	2.494	0.399	0.353
19	3.500	2.400	2.480	0.392	0.346
20	4.000	2.400	2.466	0.385	0.339
21	4.500	2.400	2.452	0.378	0.332
22	5.000	2.400	2.452	0.385	0.339
23	5.500	2.400	2.452	0.392	0.346
24	5.620	2.400	2.452	0.394	0.348
25	6.000	2.400	2.452	0.399	0.353
26	6.500	2.400	2.452	0.406	0.360
27	7.000	2.400	2.452	0.413	0.367
28	7.500	2.400	2.452	0.420	0.374
29	7.999	2.383	2.452	0.427	0.381
30	8.000	2.398	2.952	0.927	0.881
31	8.005	2.398	2.952	0.927	0.882
32	8.500	2.387	3.000	0.982	0.936
33	9.000	2.362	3.048	1.037	0.992
34	9.500	2.304	3.097	1.091	1.047
35	10.000	2.217	3.145	1.146	1.103
36	10.500	2.096	3.193	1.200	1.160
37	11.000	1.957	3.241	1.253	1.216
38	11.500	1.794	3.289	1.307	1.273
39	12.000	1.600	3.337	1.360	1.330
40	12.500	1.361	3.386	1.413	1.387
41	13.000	1.078	3.434	1.466	1.445
42	13.500	0.450	3.482	1.515	1.506
43	13.606	0.000	3.507	1.537	1.537

Freeboard is vertical distance from deck point to sea at equilibrium.  
 -----

Loading Condition no. : 5

## Regelkondisjon slepebåt 100%

## FLOATING CONDITION DATA

Mean Draught (moulded) : 1.993 m  
 Trim over Lpp (aft +) : -0.105 m  
 List (starboard +) ... : -0.581 °  
 Draught, AP (moulded) : 1.940 m  
 Draught, LCF (moulded) : 1.984 m  
 Draught, FP (moulded) : 2.045 m

## WEIGHT SUMMARY

Mannskap : 0.2 MT  
 100% forråd slepebåt : 9.0 MT  
 Total DEADWEIGHT : 9.1 MT

Min. vertical distance to Flood Openings:

- downflooding type .. : 1.754 m

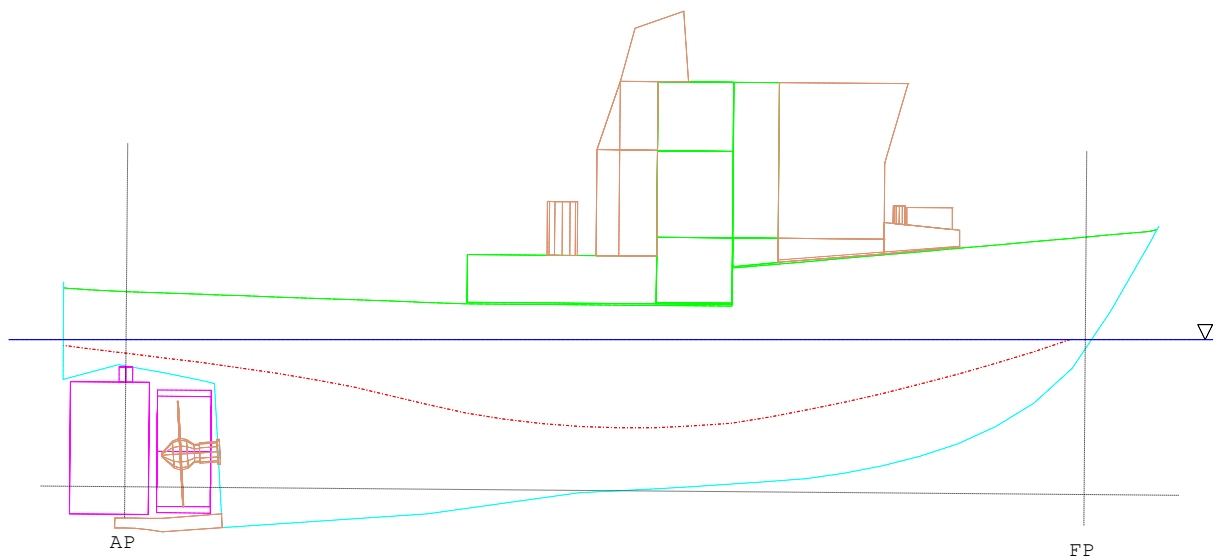
Displacement ..... : 63.407 MT  
 LCB (rel. AP) ..... : 6.058 m  
 VCB (rel. BL) ..... : 1.310 m  
 LCF (rel. AP) ..... : 5.297 m  
 TPC - Immersion ..... : 0.593 MT/cm  
 Trim Moment ..... : 0.635 MT\*m/cm

## STABILITY DATA/CONTROL

KG (incl. FSC) ..... : 2.146 m  
 Free Surface Correction: 0.010 m  
 KM (metacentre) ..... : 2.942 m  
 GM (incl. FSC) ..... : 0.796 m

KGmax, intact, calc. . : 2.199 m

Stability Margin ..... : 0.053 m  
 Stability Conclusion . : OK



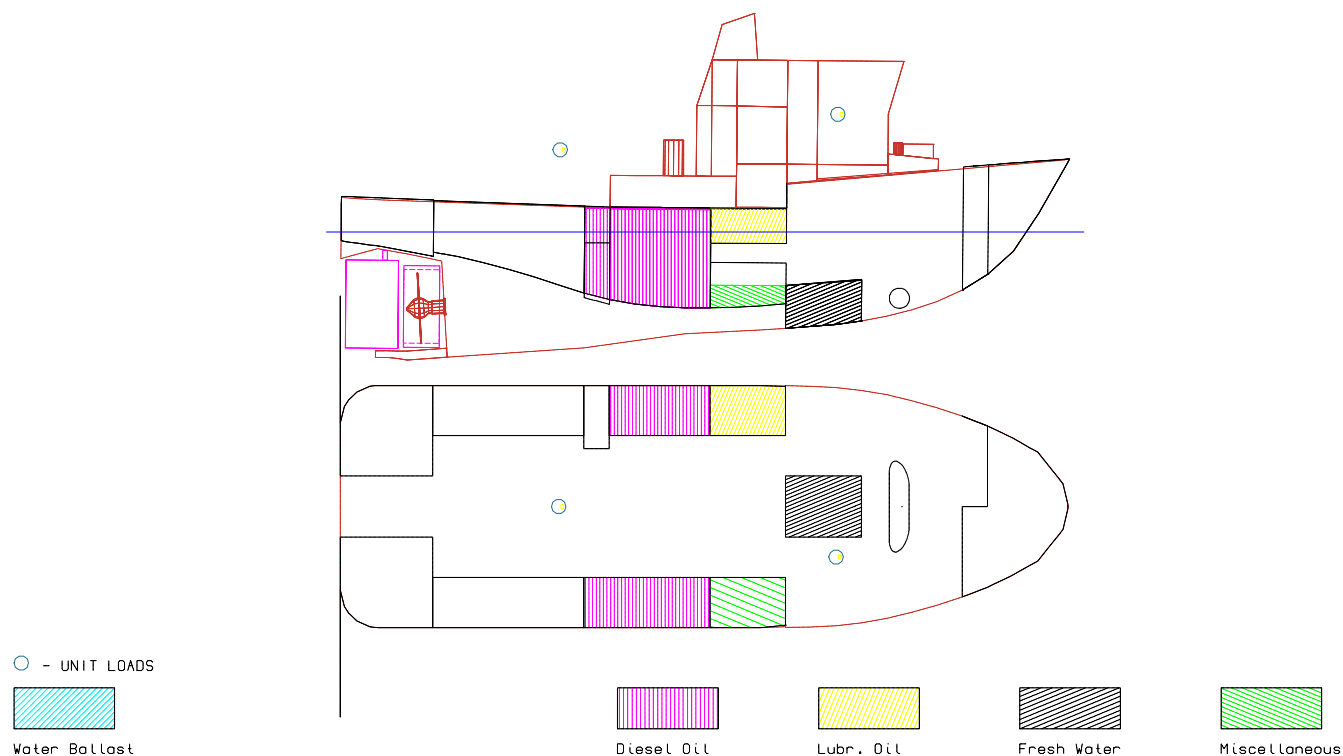
Water Density = 1.025 t/m3

Please note!

-Floating data are based on hydrostatic for upright vessel (zero heel). List is found by use of GM.



Loading Condition no. : 5  
 Condition Id. text : Regelkondisjon slepebåt 100%

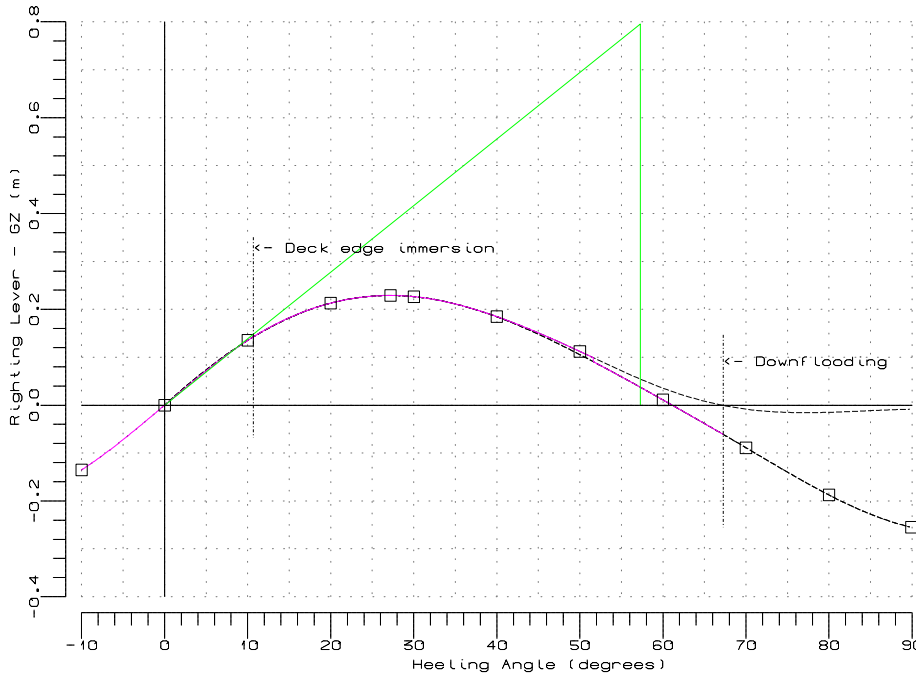


## WEIGHT LOADS

Part no.	Id.text	Weight (MT)	Load (%)	Density (MT/m3)	Distribution		LCG (m)	TCG (m)	VCG (m)	FSCT Moment (MT*m)
					Aft (m)	Fore (m)				
1 Mannskap										
-	En person i styrehus	0.080			8.50	9.50	9.000	1.000	4.350	
-	En person på dekk	0.080					3.500	0.000	3.600	
		0.160					6.250	0.500	3.975	
2 100% forråd slepebåt										
-	BO tank 8-13 stb.	3.488	98.0	0.8500	4.00	6.50	5.283	1.885	1.583	0.17
-	BO tank 9-13 bb.	2.844	98.0	0.8500	4.50	6.50	5.516	-1.886	1.566	0.14
-	Sew. tank 13-16 stb.	0.509	50.0	1.0000	6.50	8.00	7.214	1.823	0.853	0.12
-	Hydr. oil tank 13-16 bb.	0.882	98.0	0.9000	6.50	8.00	7.247	-1.901	2.113	0.10
-	FW tank 16-19 cent.	1.253	98.0	1.0000	8.00	9.50	8.731	0.000	0.641	0.10
		8.976					6.141	0.051	1.457	0.63
DEAD WEIGHT		9.136					6.143	0.059	1.501	0.63
LIGHT WEIGHT, 11.06.2014		54.271					6.036	-0.004	2.243	
TOTAL WEIGHT		63.407					6.051	0.005	2.136	0.63

Loading Condition no. : 5  
 Condition Id. text : Regelkondisjon slepebåt 100%

INTACT STABILITY DATA (GZ-curve, Areas, Particulars & Criteria Control)



Angle (degr.)	GZ (m)	Area (m*rad)
-10.000	-0.135	-0.0123
0.000	0.000	0.0000
10.000	0.135	0.0123
20.000	0.213	0.0437
27.200	0.229	0.0718
30.000	0.227	0.0829
40.000	0.185	0.1194
50.000	0.112	0.1456
60.000	0.011	0.1561
70.000	-0.089	0.1494
80.000	-0.188	0.1250
89.900	-0.255	0.0861

Downflooding : 67.266 °  
 Deck immersion : 10.664 °  
 Maximum GZ at : 27.200 °  
 Area, 0 - 30 : 0.0829 m\*rad  
 Area, 0 - 40 : 0.1194 m\*rad  
 Area, 30 - 40 : 0.0365 m\*rad  
 Area, 0 - maxGZ: 0.0718 m\*rad  
 GM : 0.796 m

Heel to starboard side  
 Applied VCG : 2.146 m  
 TCG : 0.013 m

Table of intact stability criteria

TYPE : DNV NB Workboat

Code	Id. text	Req.	Actual value	Concl-usion	KGmax (m)
GZMi3	Minimum GZ at 30.0°	: 0.20 m	0.227	OK	2.199
GZAng	Angle at which max. GZ occur, δ	: 25.00 °	27.150	OK	2.229
GZPos	Positive GZ-curve up to	: 40.00 °	67.096	OK	2.434

δ : angle for maximum GZ

Intact Stability conclusion ..... : OK

Resulting KGmax ..... (m): 2.199  
 KG (incl. correction) ..... (m): 2.146  
 Intact stability margin ..... (m): 0.053

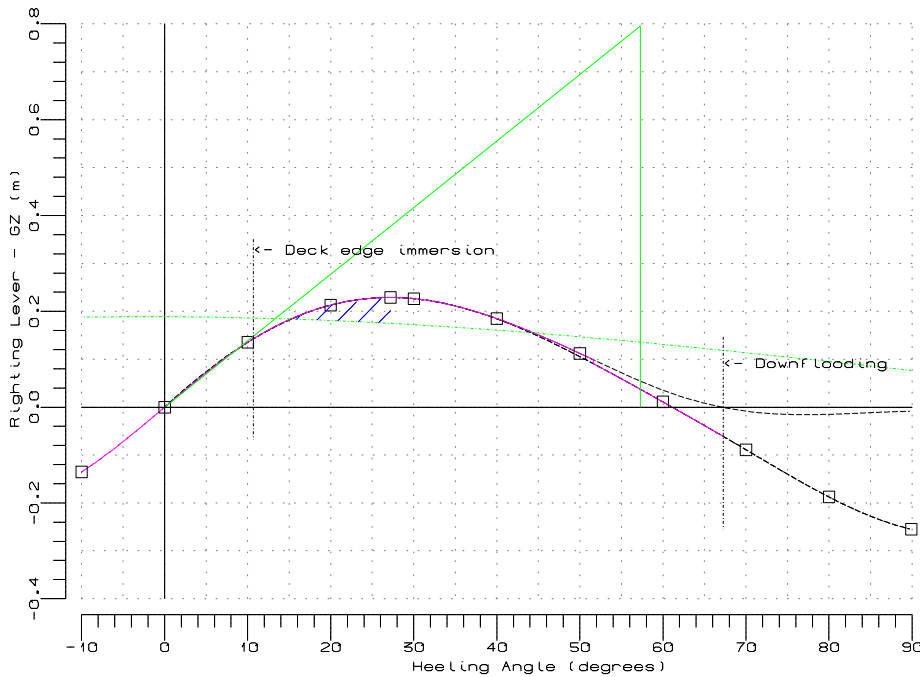
The calculations of KGmax includes the use of flood openings of type "local flooding". This may cause one or more steps in the KY and GZ curves. Calculations of KGmax for the "GZMi2", "GZPos" and "GZAng" criteria are not influenced by "local flooding" effects.

Please note !

-GM is calculated based on metacentric height (KMT) for upright vessel (zero heel)

Loading Condition no. : 5  
 Condition Id. text : Regelkondisjon slepebåt 100%

INTACT STABILITY CONTROL According to NB Tugboat Criteria



Angle (degr.)	GZ (m)	Mom.Arm (m)
-10.000	-0.135	0.188
0.000	0.000	0.189
10.000	0.135	0.186
20.000	0.213	0.181
27.200	0.229	0.175
30.000	0.227	0.172
40.000	0.185	0.161
50.000	0.112	0.147
60.000	0.011	0.131
70.000	-0.089	0.114
80.000	-0.188	0.095
89.900	-0.255	0.077

Downflooding : 67.266 °  
 Heel, own Thrust : 15.257 °  
 Area, Resid. : 0.0072 m\*rad

Positive heel to starboard side  
 Applied VCG : 2.146 m  
 TCG : 0.013 m

Hatched area is limited by Heel from own Thrust and accompanying heeling levers, min(40.0, Flooding Angle, Angle for max GZ) and righting levers.

NB Tugboat Input  
 -----

Propeller Data  
 - Maximum Thrust .. : 73.550 kN

Towing Line Fixed to vessel  
 - X-value, from AP : 4.440 m  
 - Y-value, from CL : 0.070 m  
 - Z-value, above BL : 3.322 m

Stability Criteria : Area >= 0.0010 m\*rad

Stability conclusion : OK

## Flood Opening Results

-----

Loading Condition no. : 5 ,Regelkondisjon slepebåt 100%

No.	Identification text	Type	OvFl Syst	X (m)	Y (m)	Z (m)	Flooding Above	
							Angle (degr)	Sea (m)
1	Luft maskin skorstein	Downflooding		6.8	0.6	4.48	74.80	2.49
2	Luft maskin ventilator	Downflooding		5.8	0.2	3.74	79.61	1.75
3	Luft lugar ventilator	Downflooding		10.2	0.8	3.79	67.27	1.78
4	Styrehusdør akterkant	Local flood.		8.7	1.4	3.72	51.60	1.72
5	Styrehusdør forkant	Local flood.		9.4	1.2	3.72	53.98	1.71

Above Sea is vertical distance from opening to sea at equilibrium.

\*\*\*) Flooding angle is outside of specified heel range.

-----

## Freeboard to Deck

-----  
 Loading Condition no. : 5 ,Regelkondisjon slepebåt 100%

No.	X (m)	Y (m)	Z (m)	Freeboard	
				Starboard (m)	Port (m)
1	-0.831	0.000	2.617	0.684	0.684
2	-0.830	1.652	2.617	0.700	0.667
3	-0.748	1.984	2.611	0.698	0.657
4	-0.665	2.112	2.606	0.693	0.650
5	-0.500	2.268	2.595	0.682	0.636
6	-0.250	2.383	2.586	0.672	0.624
7	-0.162	2.397	2.583	0.668	0.620
8	-0.075	2.400	2.580	0.665	0.616
9	0.000	2.400	2.577	0.661	0.613
10	0.500	2.400	2.563	0.643	0.595
11	1.000	2.400	2.549	0.625	0.576
12	1.170	2.400	2.544	0.619	0.570
13	1.227	2.400	2.543	0.617	0.568
14	1.290	2.400	2.541	0.615	0.566
15	1.500	2.400	2.535	0.607	0.558
16	2.000	2.400	2.521	0.589	0.540
17	2.500	2.400	2.508	0.571	0.522
18	3.000	2.400	2.494	0.553	0.504
19	3.500	2.400	2.480	0.535	0.486
20	4.000	2.400	2.466	0.517	0.468
21	4.500	2.400	2.452	0.499	0.450
22	5.000	2.400	2.452	0.495	0.446
23	5.500	2.400	2.452	0.490	0.442
24	5.620	2.400	2.452	0.489	0.441
25	6.000	2.400	2.452	0.486	0.438
26	6.500	2.400	2.452	0.482	0.433
27	7.000	2.400	2.452	0.478	0.429
28	7.500	2.400	2.452	0.474	0.425
29	7.999	2.383	2.452	0.470	0.421
30	8.000	2.398	2.952	0.970	0.921
31	8.005	2.398	2.952	0.970	0.921
32	8.500	2.387	3.000	1.014	0.965
33	9.000	2.362	3.048	1.057	1.009
34	9.500	2.304	3.097	1.101	1.054
35	10.000	2.217	3.145	1.144	1.099
36	10.500	2.096	3.193	1.187	1.144
37	11.000	1.957	3.241	1.229	1.190
38	11.500	1.794	3.289	1.272	1.235
39	12.000	1.600	3.337	1.314	1.281
40	12.500	1.361	3.386	1.355	1.328
41	13.000	1.078	3.434	1.396	1.375
42	13.500	0.450	3.482	1.434	1.425
43	13.606	0.000	3.507	1.454	1.454

Freeboard is vertical distance from deck point to sea at equilibrium.  
 -----