


# RAPPORT

Sjø 2018/04



## RAPPORT OM SJØULYKKE MED ARBEIDSBÅTEN MÅLFRID, LG4857, FORLIS UTENFOR STORØY, NORD-KARMØY 12. MAI 2017

 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 1894-5937 (digital utgave)

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 .....	5
1.1 Hendelsesforløp .....	5
1.2 Fartøy og utstyr .....	10
1.3 Besetningen.....	14
1.4 Oppdrettsselskapet .....	15
1.5 Selskapets sikkerhetsstyring .....	15
1.6 Stabilitet og bruk av kran.....	17
1.7 Relevant regelverk .....	17
1.8 Myndighetstilsyn.....	20
1.9 Tidligere relevante ulykker .....	20
1.10 Gjennomførte tiltak.....	21
2. ANALYSE.....	22
2.1 Innledning .....	22
2.2 Vurdering av hendelsesforløpet .....	22
2.3 Operasjonelle forhold.....	24
3. KONKLUSJON .....	27
3.1 Undersøkelserresultater .....	27
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER .....	28
DETALJER OM FARTØYET OG ULYKKEN .....	29
VEDLEGG.....	30

## MELDING OM ULYKKEN

Statens havarikommisjon for transport (SHT) fikk melding om ulykken fra Sjøfartsdirektoratet 12. mai 2017 kl. 1539. Tidligere samme dag hadde arbeidsbåten Målfrid, LG4857 forlist under arbeid ved et oppdrettsanlegg ved Storøy nord for Karmøy. Mannskapet kom uskadd fra ulykken. SHT innhentet ytterligere opplysninger om ulykken og 15. mai ble det besluttet å gjennomføre en sikkerhetsundersøkelse. De første intervjuene med representanter fra rederiet og mannskapet som var om bord under ulykken ble gjennomført ved SHT sine lokaler på Lillestrøm 18. mai 2017.



Figur 1: Målfrid forliste ved Storøy nord på Karmøy, merket med rødt kryss. Kart: Kystverket/SHT

## SAMMENDRAG

Arbeidsbåten Målfrid forliste under arbeid på en oppdrettslokasjon nord for Karmøy 12. mai 2017. Et av bunnringstauene hadde satt seg fast i styrbord propell og det var nødvendig å fjerne dette før operasjonen med å heve bunnringen kunne fortsette. Besetningen åpnet derfor inspeksjonsluken over propellen for å få en oversikt over situasjonen. Det forelå ingen instruksjoner eller advarsler om bruk av inspeksjonsluken.

For å få løs tauet fra propellen forsøkte besetningen å bruke fartøyets kran for å løfte på neste bunnringstau. Inspeksjonsluken over propellen var fortsatt åpen og det var svært lite rest-fribord i røret under. Løftet med kranen førte til at dyppgående på styrbord side økte, noe som igjen førte til at vannet strømmet fritt inn i styrbord skrog gjennom inspeksjonsluken, og fartøyet forliste. Begge besetningsmedlemmene som var om bord overlevde ulykken. Fartøyet ble senere hevet og rederiet har i ettertid sveiset igjen inspeksjonslukene på Målfrid og et søsterskip de også opererte.

Det å åpne inspeksjonsluken svekket fartøyets vanntette integritet. Rederiet hadde ikke identifisert eventuelle farer relatert til kombinasjonen av fartøyets lastkondisjon, bruk av kran og muligheten

for at inspeksjonsluken ble stående åpen. Manglende helhetlig skipsteknisk kompetanse blant de som gjennomførte risikovurderingene kan ha bidratt til at denne faren ikke ble fanget opp.

Ulykken viser at besetningen ikke hadde tilstrekkelig helhetlig forståelse av hvilke mekanismer som kunne inntreffe da de skulle løfte på bunnringen samtidig som inspeksjonsluken var åpen. Rederiets spesifisering av opplæring for mannskapene var mangelfull. Dette i kombinasjon med varierende kompetanse hos de som skulle lære opp andre sikret ikke at de ansatte hadde nødvendig kompetanse for å gjennomføre fartøysoperasjonen på en sikker måte. Havarikommisjonen retter en sikkerhetstilråding til rederiet i denne forbindelse.

Besetningen hadde tilgang på fartøyets stabilitetsdokumentasjon som er en del av grunnlaget for å forstå hvordan kranen kan brukes sikkert. Det krever imidlertid betydelig skipsteknisk kompetanse for å forstå og kunne dra nytte av dokumentasjonen når det gjelder sikker kranbruk. Mannskapet på Målfrid hadde ikke den formelle maritime utdanningen som kunne ha gitt dem denne kompetansen.

Sjøfartsdirektoratet har i en periode arbeidet med framtidige sertifikatkrav for besetning på lastefartøy mindre enn 15 meter. Godkjente utdanningsinstitusjoner vil trolig tilby nødvendige kurs og eksamener i løpet av 2019. I oppfølgingen av de aktuelle kurstilbyderne bør Sjøfartsdirektoratet ha fokus på at opplæringen omhandler de problemstillingene denne undersøkelsen peker på.

## ENGLISH SUMMARY

The workboat Maalfrid sunk during work at a fish farm located north of Karmøy on 12 May 2017. A bottom ring rope entangled the starboard propeller, hence it was necessary to remove the rope before the operation of raising the bottom ring could continue. To get an overview of the situation, the crew decided to open the inspection hatch over the propeller. There existed no instructions or warnings about using the inspection hatch.

To release the rope from the propeller, the crew tried to use the vessel's crane to lift on the next bottom ring rope. The inspection hatch above the propeller was still open and the freeboard in the tube beneath the inspection hatch was small. Hence, the lifting operation led to an increased draft on the vessel's starboard side, which in turn resulted in water flowing freely into the starboard hull through the inspection hatch. As a result, the vessel sank, however both crew members survived the accident. The vessel was raised after the accident, and the inspection hatches on both Maalfrid and a sister ship was subsequently secured by welding by the ship owner.

Opening the inspection hatch weakened the vessel's watertight integrity. The ship owner had not identified any hazards related to the effect of the combination of the vessel's loading condition, the use of the crane and the possibility for the inspection hatch being left open. Lack of comprehensive ship-technical expertise among those carrying out the risk assessments may have contributed to this hazard not being identified.

The accident shows that the crew did not sufficiently understand the mechanisms that might occur when they tried to lift the bottom ring by the ships crane combined with an open inspection hatch. The company's specification on training of crew was insufficient. In addition, the varying competence by those who were to train others did not ensure that the employees had the necessary skills to carry out the vessel operation safely. In this regard, the accident investigation board issues a safety recommendation to the ship owner.

The crew had access to the vessel's stability documentation that is the basis for understanding how to use the crane in a safe manner. However, it requires significant ship-technical expertise to

understand and benefit from the documentation concerning safe use of the cranes. The crew did not have the formal maritime education that might have provided this competence.

The Norwegian Maritime Authority is working on future certificate requirements for crew on cargo vessels less than 15 meters. Approved educational institutions will probably offer necessary courses and exams during 2019. In the follow-up of the relevant course providers, the Norwegian Maritime Authority should ensure that the issues raised in this investigation are included in the education.

## 1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

De faktiske opplysningene er basert på intervjuer med fartøyets besetning, opptak fra en fjernstyrt undervannsfarkost (ROV), tekniske undersøkelser om bord etter heving av fartøyet og aksjonslogg fra Hovedredningsentralen Sør-Norge (HRS S-N). Ytterligere informasjon er innhentet fra Sjøfartsdirektoratet, byggeverft, kranforhandler, politiet, og oppdrettsselskapet Norway Royal Salmon (NRS) Feøy AS.

### 1.1 Hendelsesforløp

To ansatte hos selskapet NRS Feøy AS skulle rengjøre flytekragen og bunnringen på en av merdene på selskapets lokasjon Dalsvågen utenfor Storøy, Nord-Karmøy. Lokasjonen var tom for fisk, og rengjøringen var en del av klargjøringen for nytt utsett av smolt i august. Arbeidet ute på lokasjonen skulle gjennomføres ved hjelp av arbeidsbåten Målfrid. Operasjonen, som var estimert til å ta en til to dager, ble påbegynt om morgenen fredag 12. mai 2017.



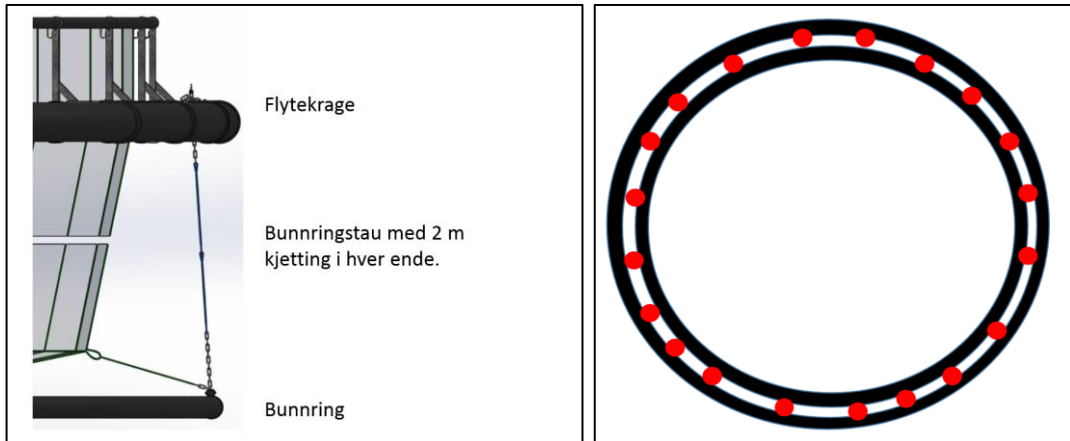
Figur 2: Arbeidsbåten Målfrid, LG4857. Foto: NRS Feøy AS

Besetningen på to møtte som vanlig opp ved NRS Feøy AS sin base på Karmøy kl. 0700 om morgenen. De gjennomgikk oppstartsprosedyren for fartøyet før de dro ut til lokasjonen som lå i kort avstand fra landbasen. Det var bra vær denne dagen, lett bris og lite sjø. Strømmen i området satte nordover.

Før arbeidet med selve rengjøringen kunne starte måtte bunnringen heves. Bunnringen hang under flytekragen og var festet til denne med 20 bunnringstau. Merden hadde en

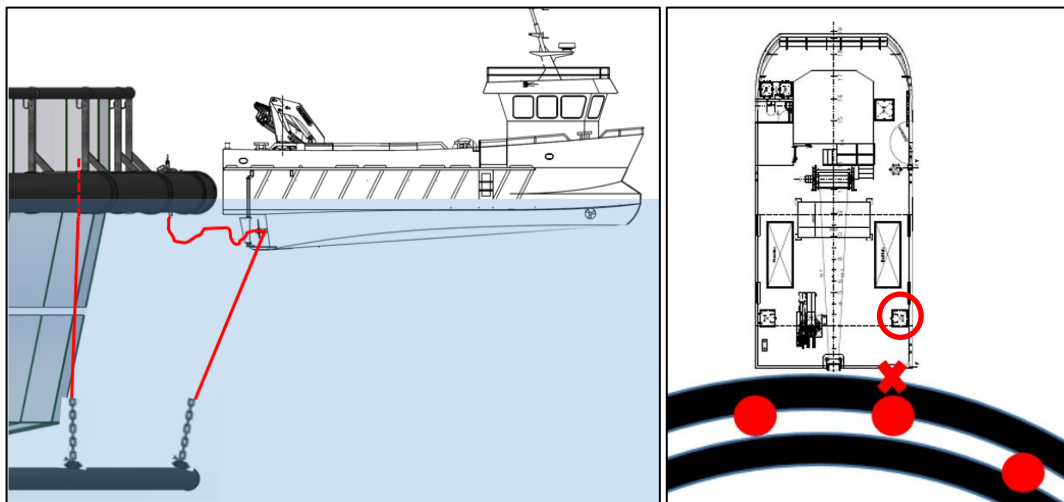
omkrets på 160 meter og bunnringstauene var festet med en innbyrdes avstand på åtte meter, se figur 3. Lengden på det enkelte bunnringstau var ca. 20 meter. Krana på Målfrid skulle kobles til ett og ett bunnringstau og bunnringen skulle heves opp under flytekragen og låses av der. Dette ble ansett som en rutinemessig jobb.

Den ene av besetningsmedlemmene var om bord og opererte fartøyet og kranen, mens den andre befant seg på flytekragen og heftet krankroken av og på bunnringstauene etter hvert som Målfrid beveget seg rundt flytekragen.



Figur 3: Til venstre sees en del av merden i profil. Til høyre sees merden (flytekragen) ovenfra hvor innfestingen av bunnringstauene er illustrert med røde sirkler. Illustrasjon: NRS Feøy/SHT

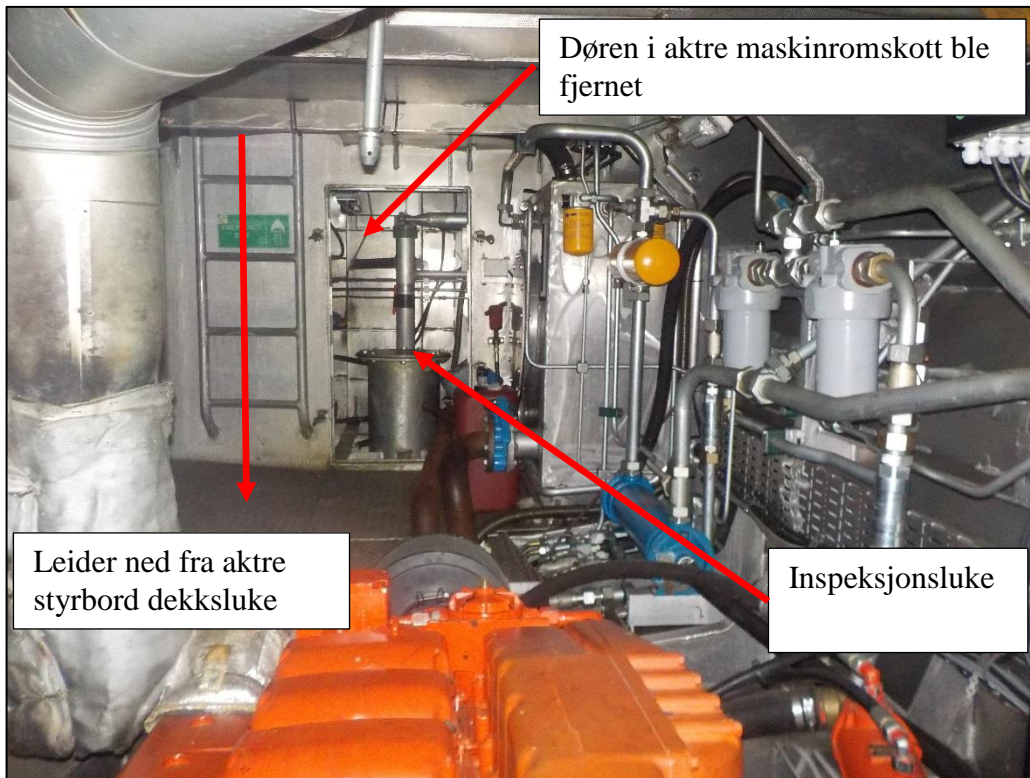
Da de kom til den nordlige siden av merden fikk de ett av bunnringstauene inn i styrbord propell. Det hadde oppstått slakk i dette tauet da tauet ved siden av ble hevet. Som følge av belastningen på propellen stoppet styrbord motor. Propellen ble koblet ut og motoren ble startet kort tid etter. Fartøyet ble deretter manøvrert med hekken inn mot flytekragen med baugen nordover og ble fortøyd til flytekragen med tamper fra hvert hjørne.



Figur 4: Da Målfrid fikk ett av bunnringstauene fast i styrbord propell manøvrerte besetningen fartøyet slik at hun ble liggende med hekken mot merden. Målfrid ble fortøyd slik. Bunnringstauene markert med rødt. Aktre styrbord nedgangsluke markert med rød ring. Illustrasjon: Nordnorsk Skipskonsult AS (NSK)/NRS Feøy/SHT

Målfrid var utrustet med inspeksjonsluker over propellene. Etter at fartøyet var fortøyd ved flytekragen besluttet besetningen å åpne inspeksjonslukene i styrbord skrog for å se

om de kunne frigjøre tauet fra propellen. De åpnet aktre styrbord dekksluke og klatret ned leideren til maskinrommet.



Figur 5: Besetningen åpnet aktre styrbord dekksluke og tok seg ned i styrbord maskinrom. Foto: NSK/SHT

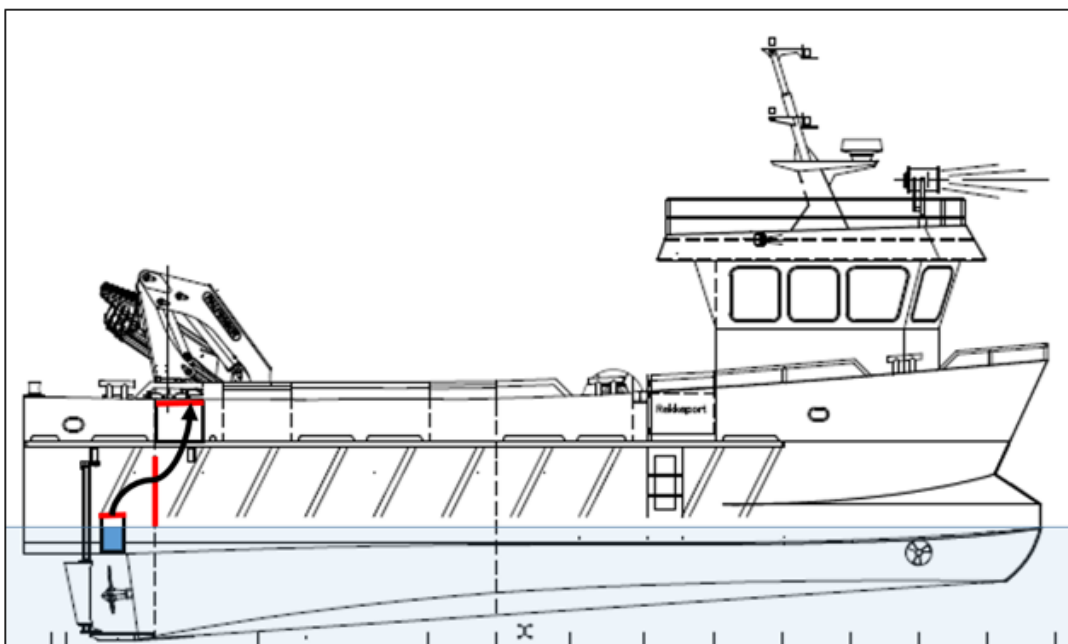
Døren i aktre maskinromskott ble fjernet og rommet hvor inspeksjonsluken var lokalisert ble entret. Besetningen fjernet inspeksjonsluken som var festet med 16 bolter oppå et rør, se figur 6.



Figur 6: Til venstre sees inspeksjonsrøret hvor selve luken er fjernet. Til høyre sees døren i aktre styrbord maskinromskott som også ble demontert og forlatt i åpen stilling. Foto: SHT

I følge besetningen hadde tauet ca. to tørn rundt en av propellvingene. De observerte at tauet inn mot flytekragen hadde slakk mens tauet ned mot bunnringen var stramt. De mener at fribordet i inspeksjonsrøret var ca. 10–15 cm.

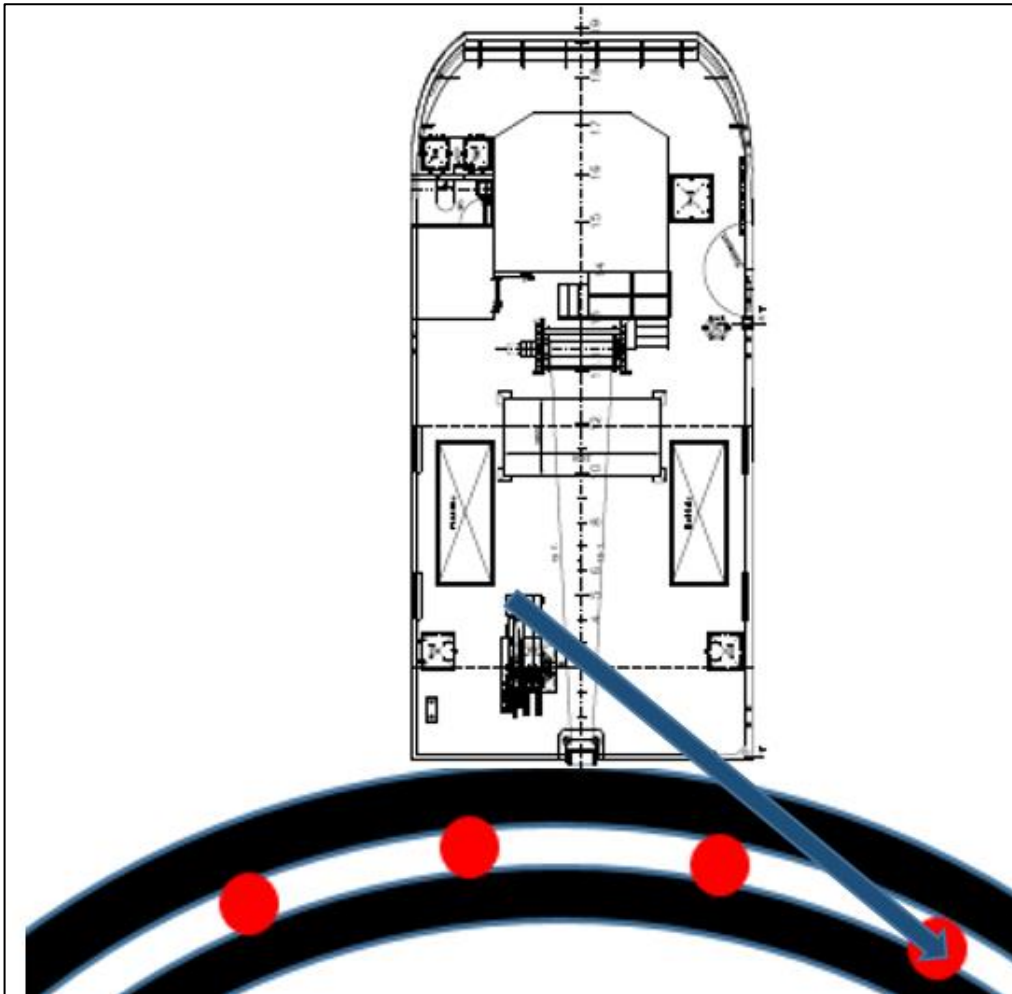




Figur 7: Inspeksjonsrøret over propellen er illustrert med blått rektangel. Inspeksjonsluken, døren i aktre maskinromskott og dekksluken som alle sto åpne er illustrert med rødt. Illustrasjon: NSK/SHT

I et forsøk på å få tauet fri fra propellen ble den delen av bunnringstauet som gikk fra flytekragen og ned til propellen løsnet uten at dette hadde ønsket effekt. De konstaterte at bunnringstauet mellom propellen og bunnringen fortsatt satt fast og var stramt.

De ble enige om å avlaste tauet mellom propellen og bunnringen ved å løfte neste bunnringstau. En av besetningsmedlemmene tok seg opp på flytekragen og den andre befant seg på dekket og manøvrerte krana med fjernkontrollen. Krana ble posisjonert over bunnringstauet og koblet fast, se figur 8.

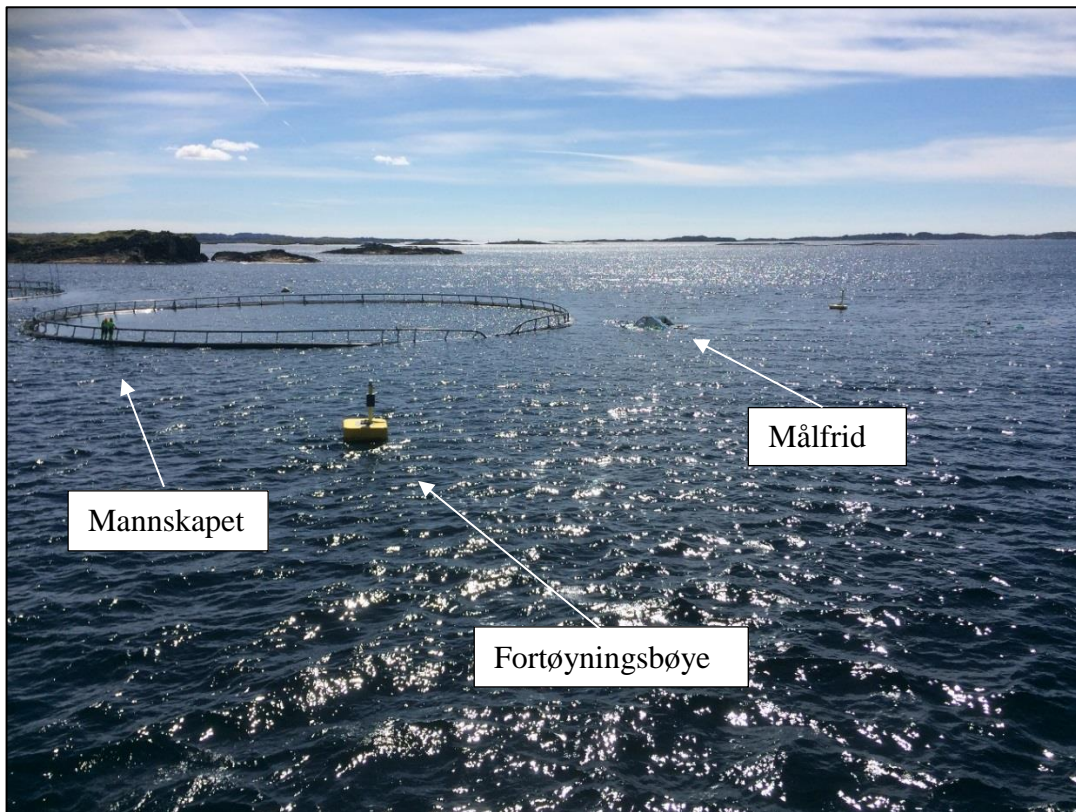


Figur 8: Krana ble koblet til bunnringstauet i østlig retning for tauet som satt fast i fartøyets styrbord propell. Illustrasjon: NSK/SHT

De brukte krana for å løfte bunnringstauet. Det ble observert at fartøyet fikk mindre fribord på styrbord side. Han som opererte krana observerte etter hvert at vannet kom over aktre styrbord dekkshjørne. Den andre kom plutselig på at momentet fra krana kunne føre til vanninntrenging gjennom styrbord inspeksjonsluke. Han ropte for å varsle kollegaen, men før denne fikk manøvrert krana ned med fjernkontrollen stoppet styrbord maskin. Som en konsekvens av dette stengte hydraulikksystemet ned og krana stoppet.

Besetningsmedlemmet på dekk reagerte umiddelbart med å skru opp sikkerhetsventilen for å slippe krana ned før han løp inn i styrehuset for å starte styrbord motor. Dette resulterte i at alt elektrisk utsyr slo seg ut. Han konstaterte at alarmen for høy vannstand varslet kontinuerlig. Fartøyet hadde ved dette tidspunkt kraftig slagside. Vedkommende tok seg ut av styrehuset og på oppfordring fra kollegaen på flytekragen tok han seg over på babord side og hoppet i sjøen. Vesten blåste seg opp i løpet av få sekunder og han svømte inn til flytekragen hvor han fikk hjelp med å komme opp.

De to befant seg nå på merdens flytekrage og i løpet av kort tid observerte de at kun Målfrids styrehus var synlig på overflaten.



Figur 9: Mannskapet befant seg på flytekragen i det Målfrid gikk ned. Foto: NRS Feøy AS

Mannskapet om bord på fôrbåten MS Ripnes passerte området, observerte hva som skjedde og satte straks kursen mot lokasjonen. De satte ut lett båten og tok om bord Målfrids mannskap.

Besetningen på Ripnes forsøkte å berge Målfrid ved å feste stropper i fartøyet, men kort tid etter at stroppene var festet sank Målfrid.

Redningsskøyta Bergen Kreds kom ut fra Haugesund og fikk overført Målfrids besetning fra Ripnes. De ble tatt med til Haugesund. Ved ankomst kai ventet ambulanspersonell og politi. Mannskapet fra Målfrid var begge uskadde og hadde derfor ikke behov for videre hjelp. Politi avhørte begge og begge avla negativ promilletest. Målfrids tilstand ble klarlagt og det ble klart at fartøyet hadde ca. 500 liter diesel og noe hydraulikkolje om bord.

NRS Feøy AS sendte mannskap ut på lokasjon for å plukke opp vrakrester. Det ble også gjort vurderinger av forurensningsfaren. Havnevesenet i Karmsund sjekket om det var utslipp av forurensende stoffer fra vraket. Samme ettermiddag ble det foretatt en ROV inspeksjon av området som konkluderte med at Målfrid befant seg på ca. 40 meters dybde uten betydelige skrogskader. Det ble ikke observert utslipp av forurensende stoffer fra fartøyet.

## 1.2 Fartøy og utstyr

### 1.2.1 Generelt

Arbeidsbåten Målfrid ble operert av NRS Feøy AS på Torvastad på Karmøy. Målfrid ble levert fra Sletta Verft AS, Mjosundet i 2009 som byggenummer 122. Målfrid var bygget

som katamaran med en største lengde på 14,98 meter, bredde på 7,15 meter og dybde i riss på 2,03 meter.

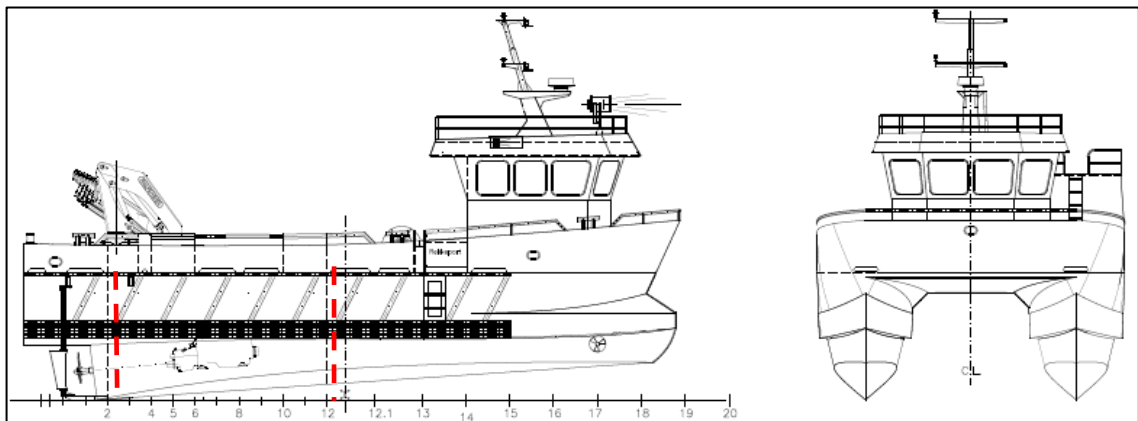
Det var på byggetidspunktet ingen myndighetskrav relatert til bygging av arbeidsbåter med største lengde under 15 meter.

NRS Feøy oppfatter Målfrid som en lokalitetsbåt og som et nødvendig verktøy for å kunne gjennomføre oppdrettsaktivitet ved en lokasjon. Bruk og drift av båtene har ikke vært selskapets hovedaktivitet, men basert på stadig endrede og økte krav har dette etter hvert fått et tydeligere fokus.

I følge selskapet oppfatter de ikke at Målfrid faller inn under begrepet servicebåt. Med servicebåt oppfatter rederiet arbeidsbåtene som er i stand til å drive de tyngre operasjonene som ankerhåndtering og flytting av anlegg.

### 1.2.2 Fartøyets design

Fartøyet var designet med to separate skrog, men det var arrangert kanaler tverrskips under dekket for gjennomføring av kabler osv. slik at det var åpen forbindelse mellom de to skrogene. Styrehuset var plassert forut med et dekkshus ut i borde på babord side.



Figur 10: Målfrid var designet med to separate skrog. Tverrskipsskottene ved spant 2 og 12 er markert med rødt. Illustrasjon: Sletta Verft AS/SHT

Begge skrogene var arrangert med tverrskipsskott forenfor og aktenfor fremdriftsmaskinene, henholdsvis på spant 2 og 12. De akterste skottene hadde dører uten hengsler, men med to terser på hver side. Dørene måtte derfor tas helt ut av døråpningen for eventuell passasje, se figur 5 og 6. Det var to lensepumper i hvert maskinrom og begge skrogene var utrustet med alarm for høy vannstand.

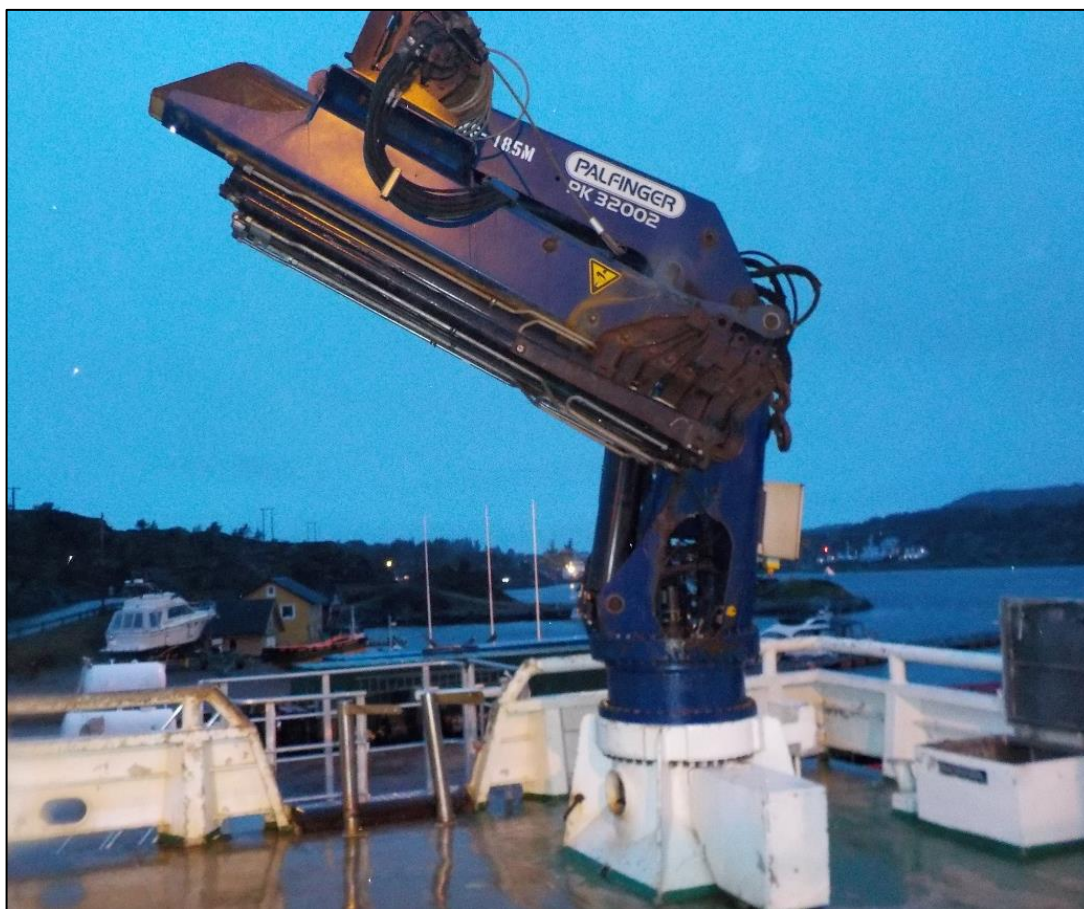
### 1.2.3 Fartøyets maskineri, propellanlegg og hydraulikkanlegg

Fremdriftsmaskineriet bestod av to Nogva Scania DI 12 65M dieselmotorer med ytelse på 370 HK hver. Via et reduksjonsgir var maskinene tilkoblet hvert sitt 3-bladede vribare propellanlegg med diameter 950 mm. Fartøyets hydraulikkaggregat var koblet til styrbord motor.

### 1.2.4 Fartøyets kranarrangement

Fartøyet var utstyrt med en Palfinger PK 32002(M) kran levert av Bergen Hydraulic. Kranen hadde SWL («Safe working load», maksimum tillat last) på 700 kg ved 18,5

meter utskyt. I følge spesifikasjoner fra Bergen Hydraulic har Palfinger PK 32002(M) en egenvekt på 3790 kg.



Figur 11: Målfrids kran var en Palfinger PK 32002(M) med SWL på 700 kg ved 18,5 meter utskyt. Foto: NSK

### 1.2.5 Luker for tilkomst til skrog

Målfrid hadde luker i hoveddekket på begge sider akter og begge sider forut for tilkomst til skrogene under dekk. Med unntak av luken på babord side i forkant av dekkshuset, som hadde karm med høyde 600 mm, hadde lukene karmmer med høyde 450 mm over dekk. Dekslene var utstyrt med pakninger og to terser på motsatt side av hengselsiden. Undersiden av dekslene hadde skilt med teksten: «Holdes lukket i sjøen».



Figur 12: Nedgangsluken akterut på styrbord side for tilkomst til maskinrommet i styrbord skrog. Foto: SHT

### 1.2.6 Luker for tilkomst til propeller

Det er mye tauverk rundt et oppdrettsanlegg og risikoen for at arbeidsbåtene som benyttes i forbindelse med driften av anleggene skal få tau i propellene er stor. Dette hadde også NRS Feøy AS erfart. Etter selskapets spesifikasjoner ble det derfor arrangert inspeksjonsluker over propellene under byggingen av Målfrid. Inspeksjonslukene skulle gi tilgang til propellene for å frigjøre dem fra eventuelt tauverk eller lignende uten å benytte dykker i sjøen.

Konstruksjon av den innvendige inspeksjonsåpningen var et 630 mm høyt rør (inspeksjonsrør) med 300 mm diameter. Selve inspeksjonsluken på toppen av røret bestod av et rundt lokk m/pakning som var festet med 16 stk. 50 mm lange og 15 mm tykke bolter med tilhørende muttere.



Figur 13: Inspeksjonsluken over propell/aksling akter i styrbord skrog. Foto: SHT

I rommet hvor inspeksjonsluken var lokalisert befant det seg en stang med en fastteipet kniv som var ment ha for hånden ved behov for å kappe vekk materiale som tau e.l. på propell/aksling.

### **1.3 Besetningen**

De to som var besetning om bord på Målfrid ulykkesdagen var begge fast ansatt i oppdrettsselskapet.

#### **1.3.1 Driftstekniker**

Driftsteknikeren var en mann født i Litauen i 1976. Han var opprinnelig industrirørlegger av yrke, men hadde arbeidet i oppdrettsnæringen i Norge som vikar siden 2013. De siste to årene har han vært fast ansatt i NRS Feøy. Han hadde gjennomgått en rekke kurser blant annet VHF- og sikkerhetskurs i tillegg til rederiets internopplæring. Av selskapets «Skjema for dokumentert sikkerhetsopplæring» fremkommer det at vedkommende hadde gjennomgått «Opplæring i bruk av båt» og «Opplæring i bruk maskiner». I 2008 gjennomførte han et kurs for bruk av travers-, og portalkraner (G40).

#### **1.3.2 Lærling**

Lærlingen var en norsk mann født i 1999. Han startet som vikar i selskapet i slutten av 2014 og var ved ulykkestidspunktet inne på en lærlingekontrakt og holdt på med et utdanningsløp som skulle føre frem til et fagbrev. På lik linje med driftsteknikeren hadde han gjennomgått en rekke kurser blant annet VHF- og sikkerhetskurs i tillegg til rederiets internopplæring. Av selskapets skjema «Skjema for dokumentert sikkerhetsopplæring» fremkommer det at vedkommende hadde gjennomgått «Opplæring i bruk av båt» og «Opplæring i bruk maskiner». Vedkommende hadde i tillegg båtførerbevis.

#### **1.3.3 Organisering av arbeidet**

Arbeidstiden var fra 0700–1600. Arbeidet ved lokasjonen legges opp etter årsplaner, tremånedersplaner og ukeplaner. Noe av arbeidet består i daglige rutiner, men i hovedsak fremkommer arbeidet for de ansatte i ukeplanene og arbeidet er svært variert. Arbeidet som ble gjennomført ulykkesdagen var en standard arbeidsoperasjon som hadde vært gjort et utall ganger tidligere. De to som utførte jobben ulykkesdagen hadde også gjort dette mange ganger før. Det var ikke uvanlig for besetningen å få tau i propellen ved arbeid rundt oppdrettsanlegget, men de var ikke vant til å få bunnringstau i propellen.

I følge rederiet har de ansatte ved de forskjellige lokalitetene svært varierende bakgrunn. Også arbeidet de utfører er svært variert. De ansatte er ikke knyttet til et spesielt fartøy, men til en konkret lokalitet. Deler av arbeidet på lokaliteten krever at det benyttes båt og da benytter de ansatte den mest hensiktsmessige båten ved den aktuelle lokaliteten. Det er ikke noe klart skille om bord i båtene mellom hvem som er båtfører eller mannskap. De to som var om bord under ulykken oppfattet at begge hadde ansvaret for båten de benyttet den aktuelle uken.

## 1.4 Oppdrettsselskapet

NRS Feøy AS er en del av Norway Royal Salmon ASA.

NRS Feøy hadde på ulykkestidspunktet 41 fast ansatte medarbeidere fordelt på seks forskjellige lokaliteter. I tilknytning til selskapets aktiviteter ved de seks lokasjonene opererte NRS Feøy 4 katamaraner mellom 13,5 og 14,99 meter av liknende type som Målfrid. I tillegg opererte de en 11-meters trimaran og noen mindre lokasjonsbåter.

Ulykken med Målfrid skjedde ved selskapets lokasjon<sup>1</sup> ved Dalsvågen nord av Karmøy. Lokasjonen bestod av seks merder, tre merder med 120 meters omkrets og tre merder med 160 meters omkrets. Merdene var oppankret i en rammefortøyning. Bemanningen av dette anlegget besto av driftsleder, tre faste ansatte og to lærlinger.

I følge selskapet har utviklingen av næringen de siste 30 årene i hovedsak vært styrt gjennom regelverk fra Mattilsynet og Fiskeridirektoratet. I den senere tid har det også begynt å komme et tydeligere regelverk fra Sjøfartsdirektoratet for både tekniske krav til fartøyer og krav til personellet som tjenestegjør om bord. Med økende krav til både materiell og personell har selskapet begynt å sette de mest krevende oppgavene bort til profesjonelle aktører, herunder nevnes spesielt tunge operasjoner som ankerhåndtering og slep av anlegg.

I forkant av ulykken hadde selskapet jobbet for å få på plass fartøysinstrukser for de fartøyene som skulle ha det og de hadde jobbet med å få personellet gjennom sikkerhetskurs og VHF-kurs.

I følge NRS Feøy og de om bord oppfatter de seg i liten grad som «sjøfolk». De ansattes svært varierende bakgrunn gir ifølge NRS Feøy utfordringer med opplæringen i bruk av båt. Selskapet er helt avhengig av at de har noen internt som er gode på båt og som kan drive opplæring av de øvrige mannskapene. NRS Feøy ser at det er utfordrende å holde alle ansatte oppe på et tilfredsstillende nivå med tanke på bruk av båtene.

## 1.5 Selskapets sikkerhetsstyring

### 1.5.1 Risikovurderinger

Av selskapets «Sikkerhetsinstruks sjø» fremkommer det at det skal foreligge risikovurderinger av alle arbeidsoppgaver, og bruk av utstyr som medfører risiko for skade på personell. Risikovurderingene skal revideres minimum hver produksjonssyklus på hver avdeling/anlegg.

Fra selskapets dokument «Risikovurdering i NRS» fremkommer blant annet følgende:

- *Gjennom vurdering av risikobilde i vår virksomhet, og iverksetting av tiltak på de punkt som er vurdert som for risikofylt, kan vi forebygge hendelser som kan få negativ påvirkning på vår virksomhet og sikkerhet.*
- *Driftsleder har ansvar for lokalitet spesifikk risikovurdering og at dette blir gjort i samarbeid med de ansatte på lokaliteten.*

---

<sup>1</sup> Lokasjon: område hvor et selskap som drifter oppdrettsanlegg har konsesjon.



Det var gjennomført relativt omfattende risikovurderinger ved NRS Feøy knyttet til driften av Målfrid.

Forhold knyttet til tau i propellen ved manøvrering rundt oppdrettsanlegg var et definert faremoment, men konsekvensene ved å få tau i propellen begrenset seg til skader/svekkelser på fortøyningsystemet. Når det gjelder kranoperasjoner er det pekt på forskjellige faremomenter ved bruk av kran. Dette dreier seg i hovedsak om fare for kantring av båten ved feil lasting eller lastforskyvning. Som risikoreduserende tiltak påpekes opplæring av båtførere og kranførere. Det rettes også oppmerksomhet mot bruk av krengepila for å sikre at løfteoperasjonen foregår innenfor det fartøyet er stabilitetsmessig godkjent for.

Det er også gjennomført risikovurdering for åpne ventiler, vanntette skott og inspeksjonsluker. Her er det påpekt faremomenter ved at slike åpninger kan bli stående åpne etter dokk eller slippsetting og at båten tar inn vann ved sjøsetting. Fartøyets vanninntrengingsalarm og lensepumper vises til som konsekvensreduserende tiltak.

### 1.5.2 Selskapets instruks

Det forelå ingen instruks til besetningen om bord på hvordan det oppståtte problemet med tau i propellen skulle løses. Det var også varierende praksis i selskapet for hvorvidt besetningene om bord involverte ledelsen i land når det oppsto problemer med tau i propellene. Det var heller ikke beskrevet rutiner som tilsa at ledelsen i land skulle involveres. Ledelsen opplevde at besetningene om bord var «handlingens menn» og normalt løste slike problemer, og at de fra ledelsens side hadde fullmakt til å finne egnede løsninger. Det var normal praksis å kontakte driftsleder i forkant dersom dykkere skulle benyttes.

### 1.5.3 Opplæring av besetningene

Rederiet har utarbeidet heftet «Dokumentert sikkerhetsopplæring NRS Feøy AS». Dette heftet legges til grunn for opplæring av selskapets ansatte. Begge de to om bord på Målfrid ulykkesdagen hadde gjennomgått rederiets dokumenterte sikkerhetsopplæring.

Opplæring i bruk av båt gjennomføres av driftslederen på den aktuelle lokaliteten og opplæringen omfatter:

- *Teknisk bruk av båt: maskiner, kraner, nokk, sidepropell, pumpning av grease, lensepumper, drivstoff, osv.*
- *Kjøring: vær og vind, geografisk, fartsavstemming, forsvarlig bruk av maskin i forhold til miljø og sikkerhet.*
- *Fortøyning av båter, ved flåte, kai og merd.*
- *Bruk av båt i nærheten av merdene, ekstra risiko med not og tau.*
- *Bruk av navigeringsutstyr.*

Det fremkommer ikke mer detaljert beskrivelse av hva som ligger i de enkelte punktene.

Opplæringen i bruk av arbeidsmaskiner gjennomføres også av driftsleder. Opplæringen omfatter bruk av maskineri for besetningene, herunder nevnes bruk av kran, nokk og

vinsj. Heller ikke under dette opplæringspunktet fremkommer det mer detaljerte beskrivelser av hva slags kunnskap den enkelte skal tilegne seg.

I selskapets (Norway Royal Salmon ASA) styringssystem finnes dokumentet «Opplæring kran». Hensikten med dokumentet er å sikre at all krankjøring skjer på en forsvarlig måte for å hindre skade på personell og utstyr. For kraner om bord i båter skal det informeres om krengekiven og viktigheten av at båtens krenkning og stabilitet til enhver tid overholdes, jf. stabilitetsplakaten. Dette dokumentet har ikke vært lagt til grunn i opplæringen av mannskapene ved NRS Feøy.

Rederiet oppfatter at opplæringen i stor grad avhenger av at de har flinke «båtfolk» ansatt som kan drive opplæring av de øvrige ansatte. Hvilken kompetanse de ansatte til enhver tid har varierer. Rederiet mener derfor det er utfordrende å kunne sette en endelig standard for «båtfolket» for deretter å lære alle opp i henhold til satt standard. De mener selv de har en utfordring med tanke på teknisk fartøyskompetanse.

## **1.6 Stabilitet og bruk av kran**

Basert på resultatene fra en krengeprøve foretatt 22. desember 2009 ble det utarbeidet en stabilitetsmanual for Målfrid. I denne første manualen forelå det ingen beregninger knyttet til bruk av kran eller vinsj.

I forbindelse med at kravene i byggeforskriften ble gjort gjeldende for Målfrid 1. januar 2017 ble det utarbeidet ny stabilitetsmanual hvor det også forelå beregninger knyttet til bruk av fartøyets kran. Oversendelsen fra konsulenten den gangen besto av et oversendelsesbrev, stabilitetsmanual og en stabilitetsplakat. I et av kapitlene i stabilitetsmanualen forelå det diagrammer og tabeller som skulle gi besetningen en oversikt over maksimalt tillatt last i kranoperasjoner.

Målfrid ble hevet og satt i stand igjen etter ulykken. I den forbindelse ble det 7. desember 2017 gjennomført en ny krengeprøve og det ble utarbeidet en ny stabilitetsmanual. Denne manualen omfattet også beregninger knyttet til bruk av både kran og vinsj. Oversendelsen fra konsulenten inneholdt stabilitetsmanual, stabilitetsplakat og instruksjon for bruk av kran. I oversendelsesbrevet påpekes det at stabilitetsplakaten og instruksjonen for bruk av kran skal henges opp på godt synlig sted.

I oversendelsesbrevene for de to siste stabilitetsmanualene har konsulentene pekt på at beregningene er basert på at fartøyets oppdriftsgivende volumer er intakte (lukket). Det fremkommer også noen kommentarer knyttet til bruk av kran.

Besetningen og rederiet har likevel gitt uttrykk for at overnevnte informasjon ikke gir dem nødvendig støtte i deres vurderinger av kranbruk om bord.

## **1.7 Relevant regelverk**

### **1.7.1 Krav til besetningens kvalifikasjoner**

Lov 19. juni nr. 65 om skipssikkerhet (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 meter er det imidlertid ikke fastsatt særskilte krav til

kompetansesertifikat i forskrift. Dermed er det ikke myndighetskrav til sertifikat for besetninger på lastefartøy med største lengde under 15 meter.

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 meter. Direktoratet fastsatte 1. januar 2018 forskrift om endring av forskrift 22. desember 2011 nr. 1523 om kvalifikasjoner og sertifikater for sjøfolk.

I høringen til de nå fastsatte endringene foreslo Sjøfartsdirektoratet å innføre to nye dekksoffiserssertifikater, klasse 6 og 7, som skulle gjelde for personell på fartøyer mellom 8 og 15 meter. For dekksoffiser klasse 6 skulle det stilles krav til kompetanse for å opprettholde skipets sjødyktighet. Det betydde at de om bord skulle ha praktisk kjennskap til og kunne ta i bruk stabilitets-, trim- og belastningstabeller, diagrammer og utstyr for beregning av belastning. De skulle videre ha forståelse av grunnleggende tiltak som må iverksettes i tilfelle av delvis tap av oppdrift i intakt tilstand og forståelse av grunnprinsippene for vanntett sikkerhet.

Direktoratet mottok svært mange og omfattende høringsinnspill til forslaget om nye dekksoffiserssertifikater. På bakgrunn av dette besluttet direktoratet å ta disse forslagene om endring ut fra endringsforskriften.

Direktoratet har arbeidet videre med forslaget og iverksatte 31. august 2018 ny høring om endring av kvalifikasjonsforskriften. Høringsfristen er satt til 24. oktober 2018 og det legges opp til at endringene trer i kraft 1. januar 2019. Forslaget går ut på å innføre krav til to nye kompetansesertifikater, samt et kvalifikasjonsbevis, for dekksoffiser på lasteskip med største lengde åtte meter eller mer, med overgangsperiode frem til 31. desember 2023.

Når det gjelder krav om kompetanse om skipets stabilitet for dekksoffiser klasse 6 foreslår Sjøfartsdirektoratet i denne høringen de samme kravene som ble foreslått i forrige høringsrunde. Når det gjelder dekksoffiser klasse 7 stilles ikke like omfattende krav til kompetanse på stabilitet, men det kreves at sertifikat innehaver skal kunne forstå og bruke stabilitetsplakaten.

I høringsnotatet til forskriftsendringen påpeker Sjøfartsdirektoratet at de selv ikke utarbeider kurs og eksamen, men at flere godkjente utdanningsinstitusjoner har signalisert at de ønsker å tilby kurs og eksamen i løpet av 2019. Høringsforslaget omfatter blant annet en tabell hvor kravene til kompetanse for de forskjellige sertifikatklassene er definert. Samme tabell inneholder også krav til nivået på kompetansen og hvordan kompetansen skal prøves. Basert på dette mener Sjøfartsdirektoratet at forskriften vil etablere de nødvendige rammene som de godkjente utdanningsinstitusjonene skal ha fokus på.

### 1.7.2 Krav til fører av kran

For kraner som benyttes ved lasting eller lossing ved kai, i havn eller annet sted i helt innelukket farvann stilles det ingen formelle krav til opplæring av kranførere. Det skal likevel dokumenteres opplæring i bruk av arbeidsutstyr.

### 1.7.3 Ny forskrift om bygging og tilsyn av mindre lasteskip

Det fantes ingen myndighetskrav relatert til bygging og utrustning av arbeidsbåter med største lengde under 15 meter da Målfrid ble bygget i 2009. Det var således heller ikke etablert et regime med offentlig sertifisering av denne fartøygruppen.

Med hjemmel i skipssikkerhetsloven fastsatte Sjøfartsdirektoratet 19. desember 2014 forskrift nr. 1853 om bygging og tilsyn av mindre lasteskip. I det videre beskrives deler av den nye forskriften som er relevante for forliset med Målfrid.

#### 1.7.3.1 *Forskriftens anvendelse*

Forskriften som definerer mindre lasteskip som lasteskip med største lengde på 8 meter og derover, men med lengde L under 24 meter, jf. § 1(1), kommer til anvendelse på nye fartøy bygget etter 1. januar 2015, jf. § 91. Videre kommer deler av forskriften, jf. § 88, til anvendelse 1. januar 2017 for eksisterende fartøy bygget i tidsrommet 1. januar 1990 til 1. januar 2015, og 1. januar 2018 for eksisterende fartøy bygget før 1. januar 1990, jf. § 89. For Målfrid trådte altså deler av forskriften i kraft 1. januar 2017.

#### 1.7.3.2 *Bestemmelser om tilsyn og utstedelse av fartøyinstruks*

I henhold til § 82 skal fartøy med største lengde mellom 8 og 15 meter ha fartøyinstruks med informasjon om fartøyet og om operasjonelle begrensninger, uten at dette er spesifisert noe nærmere. Det fremgår av § 83 at fartøyinstruks utstedes etter fullstendig kontroll av godkjent foretak. Godkjente foretak er verksteder, konsulenter osv. som er spesielt autorisert av Sjøfartsdirektoratet til å utføre slike tilsyn.

Bestemmelsene om tilsyn kommer til anvendelse for eksisterende fartøy.

### 1.7.4 Krav til sikkerhetsstyring

Skipssikkerhetsloven § 7 stiller krav om at rederiet skal sørge for å etablere, gjennomføre og videreutvikle et dokumenterbart og verifiserbart sikkerhetsstyringssystem i rederiets organisasjon og på det enkelte skip. Formålet med dette systemet er å kartlegge og kontrollere risiko, samt å sikre etterlevelse av krav fastsatt i eller i medhold av lov eller i sikkerhetsstyringssystemet selv. Sikkerhetsstyringssystemets innhold, omfang og dokumentasjon skal være tilpasset behovet til rederiet og den aktiviteten det driver.

Forskrift 16. des. nr. 1770 om sikkerhetsstyring for mindre lasteskip, passasjerskip og fiskefartøy mv. trådte i kraft 1. januar 2017 og påla de som ble omfattet av forskriften å ha etablert og tatt i bruk et sikkerhetsstyringssystem i samsvar med forskriften innen 1. juli 2017.

#### *§ 6. Operasjon om bord og risikovurderinger*

*Rederiet skal utarbeide instruks, prosedyrer og eventuelle sjekklister som er tilpasset skipets og rederiets drift. Det skal utarbeides risikovurderinger for operasjoner om bord som påvirker sikkerhet, herunder miljøisikkerhet. Oppgaver knyttet til disse operasjonene skal tildeles kvalifisert personell.*

## 1.8 Myndighetstilsyn

Sjøfartsdirektoratet har utarbeidet kontrollskjema for førstegangskontroll for lasteskip med største lengde fra og med 8 meter, men under 15 meter. Fra dette skjemaet fremkommer det at avvik med alvorsgrad A tilsier at skipet ikke er sjødyktig og at hverken midlertidig fartøysinstruks eller fartøysinstruks kan utstedes.

Det ble gjennomført førstegangskontroll av Målfrid i januar og februar 2017. Kontrollen ble utført av et godkjent foretak. Kontrollen resulterte i første omgang i 26 pålegg med alvorsgrad A. Av disse forholdene ble 12 brakt i orden i løpet av februar 2017. De resterende utestående påleggene hadde ikke relevans for ulykken 12. mai 2017, men Målfrid seilte uten gyldig fartøysinstruks i tidsrommet 1. januar 2017 og fram til forliset 12. mai 2017.

I følge rederiet var de klar over at Målfrid ikke hadde fått utstedt fartøysinstruks. De opplevde at det var svært mange arbeidsbåter som var til kontroll og godkjenning i begynnelsen av 2017 da deler av den nye byggeforskriften trådte i kraft for lasteskip mellom 8 og 15 meter som var bygget mellom 1. januar 1990 og 1. januar 2015. Dette gjorde at det var presset kapasitet på kontrollsiden og at det heller ikke var mange ledige ferdig sertifiserte båter i markedet for eventuelt innleie.

## 1.9 Tidligere relevante ulykker

Havarikommisjonen har gjennomført undersøkelser av flere ulykker med arbeidsbåter i oppdrettsnæringen. I flere av disse undersøkelsene har SHT identifisert manglende kompetanse relatert til driften av båten og gjennomføring av spesielle operasjoner.

### 1.9.1 Arbeidsbåten Maria (kantring og forlis)

[SHT rapport Sjø 2014/03](#). Arbeidsbåten Maria hadde tatt om bord et turfølge og var under seilas. Like før ulykken skjedde hadde turfølgets medbrakte gummibåt som var på slep, slitt seg. Denne ble hentet inn og heist om bord i Maria med kran. Da gummibåten ble forsøkt manøvrert med kjølen ned på akterdekket, kantret Maria. Maria var operert av NRS Finnmark som i likhet med NRS Feøy er et selskap i NRS-gruppen.

I forbindelse med denne ulykken gjennomførte Arbeidstilsynet et tilsyn. Selskapet ble gitt pålegg om blant annet å foreta en risikoanalyse for bruk og begrenning av bruk for både Maria og selskapets øvrige fartøy. I følge selskapets tilsvaret til pålegget ble det opplyst at det var gjennomført kurs i stabilitet og kranbruk for alle aktuelle medarbeidere.

Havarikommisjonen konkluderte blant annet med at beslutningen om å ta om bord gummibåten ved bruk av kran på denne type fartøy under særdeles dårlige værforhold, og med passasjerer om bord, var utenfor grensene for normal og sikker drift. Opplæringen av besetningen i bruk av arbeidsbåt inkludert operasjonelle begrensninger og kranbruk var mangelfull. Oppdrettsselskapet hadde ikke foretatt risikovurderinger og utarbeidet driftsinstruks for bruk av arbeidsbåt og kranoperasjoner.

SHT tilrådde (Sikkerhetstilråding SJØ nr. 2014/02T) Sjøfartsdirektoratet å iverksette tiltak som sikrer besetning av arbeidsbåter under 15 meter tilfredsstillende kompetanse relatert til de operasjoner som gjennomføres.

### 1.9.2 Arbeidsbåten Stålbjørn (personulykke)

[SHT rapport Sjø 2015/01](#). Ulykken inntraff under et rutinemessig ankerhåndteringsoppdrag. Jobben gikk som normalt frem til fartøyet brått beveget seg betydelig mer i sjøen enn det hadde gjort tidligere under operasjonen. Ankerlina de jobbet på glapp over styrepinnen og slo over akterdekket. En fra besetningen ble truffet av lina med stor kraft i overkroppen og ble kastet bakover.

Operatørene befant seg i en faresone på dekk på ulykkestidspunktet, men den aktuelle faren for at ankerlina kunne komme over styrepinnen var ikke identifisert av selskapet. Havarikommisjonen fant at selskapets arbeidsprosedyrer og risikoanalyser var til liten hjelp for mannskapet. En grundigere risikovurdering kunne ha avdekket behovet for andre tiltak og sterkere barrierer.

Risikovurderinger av servicebåtoperasjonene hadde i det vesentligste blitt utført av mannskapet og deres nærmeste overordnede. Risikoanalysene kunne trolig vært grundigere dersom de hadde fått støtte i prosessen av noen med større risikofaglig kompetanse.

Undersøkelsen viste også at oppdrettsselskapet ikke hadde oversikt over besetningens faktiske kompetanse og opplæring. Opplæringssystemet sikret således ikke at selskapet hadde kontroll over at mannskapet hadde den nødvendige kompetansen til å utføre de operasjonene de ble tillagt på en sikkerhetsmessig forsvarlig måte.

### 1.9.3 Arbeidsbåten Frøy Viking (kantring og forlis)

[SHT rapport Sjø 2017/08](#). Under seilas forverret værforholdene seg og i den siste perioden før fartøyet forliste slo bølgen over baugen. Besetningen besluttet å legge om kursen mot mer skjermet farvann. Til tross for at vær- og sjøforholdene var varslet ble det ikke vurdert å utsette reisen eller eventuelt velge en annen rute.

Rederiets sikkerhetsstyringssystem inneholdt ingen prosedyrer som kunne fungere som beslutningsstøtte for besetningen om bord relatert til planlegging og gjennomføring av seilas. Det forelå heller ingen fartøysinstruks som kunne angitt fartøyets operasjonelle begrensninger. Sett i sammenheng med at det ikke stilles kvalifikasjonskrav for besetningen mener SHT dette er spesielt viktig.

## 1.10 **Gjennomførte tiltak**

Rederiet sørget for at inspeksjonslukene ble sveist igjen på Målfrid og et søsterskip de opererte ved lokalitetene i Finnmark. Det er innført rutine om at besetningen skal konferere med lokal driftsleder når løsning skal velges ved tau i propellen.

Rederiet oppfattet at de hadde mye av nødvendig HMS dokumentasjon på plass i styringssystemet. Rederiet så likevel etter ulykken med Målfrid at de måtte jobbe ytterligere for i større grad å omsette kravene og intensjonene i styringssystemet til etablert praksis. Som et av grepene i etterkant av ulykken gjorde selskapet om en administrativ stilling i NRS Feøy til en HR/HMS koordinator. Denne koordinatoren arbeider med sikkerhet i hele konsernet.

Selskapet har innført faste mandagsmøter mellom driftslederne og de ansatte ute på lokalitetene. I disse møtene står kun HMS på agendaen.

Etter at Målfrid ble bygget opp igjen etter forliset er det gjennomført ny krengeprøve og det er utarbeidet helt nye stabilitetsberegninger. Instruks for bruk av kran, stabilitetsplakat og fartøysinstruks er opphengt på godt synlig sted i styrhuset. Besetningen og rederiet har likevel gitt uttrykk for at heller ikke denne nye informasjonen gir dem nødvendig støtte i deres vurderinger av kranbruk om bord.

Etter at Målfrid ble hevet og satt i stand igjen etter ulykken er fartøyet kontrollert og godkjent og har fått utstedt fartøysinstruks av et godkjent foretak.

## **2. ANALYSE**

### **2.1 Innledning**

Besetningen om bord løftet med fartøyets kran samtidig som inspeksjonsluken over styrbord propell sto åpen. Dette førte til at Målfrid fikk vannfylling i styrbord skrog og videre at fartøyet kantret og sank. Dette drøftes i kapittel 2.2 Vurdering av hendelsesforløpet, jf. også vedlegg B.

Operasjonelle barrierer kunne bidratt til å sikre at besetningen ikke løftet med kran samtidig som inspeksjonsluken og døra inn til maskinrommet sto åpne. Dette drøftes i kapittel 2.3 Operasjonelle forhold. Herunder vurderes rederiets risikovurderinger, besetningens og rederiets skipstekniske kompetanse, samt i hvilken grad fartøyets stabilitetsdokumentasjon fungerte som beslutningsstøtte for besetningen om bord.

### **2.2 Vurdering av hendelsesforløpet**

#### **2.2.1 Kranløft med åpen inspeksjonsluke**

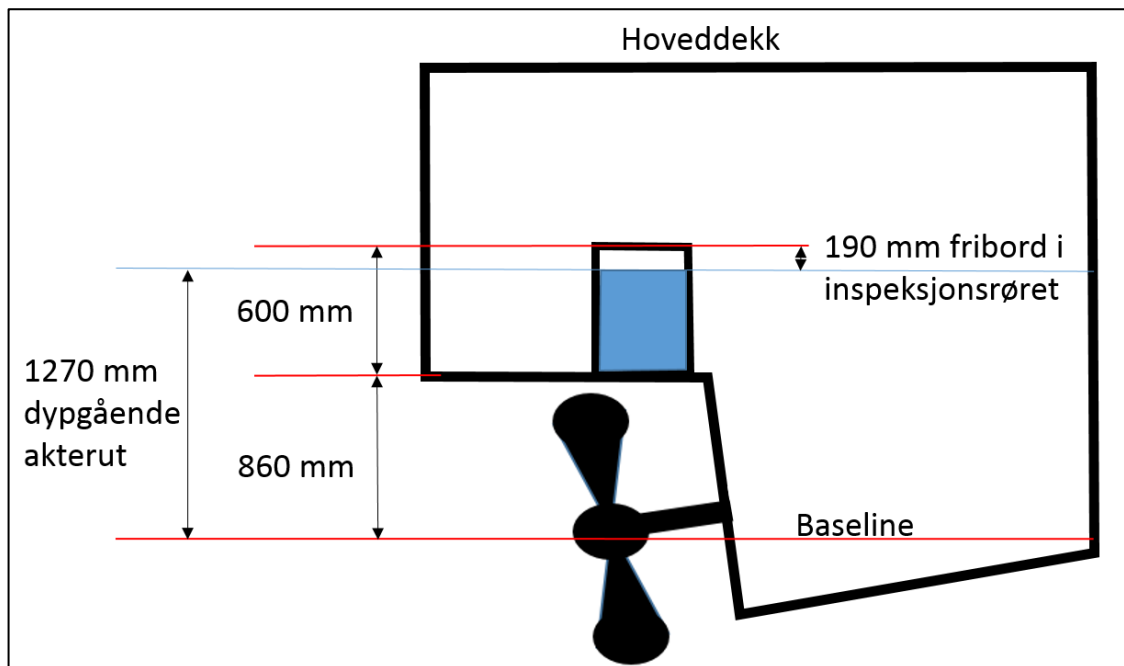
Da Målfrid fikk tau i propellen valgte besetningen å åpne inspeksjonsluken for å få en oversikt over situasjonen. Dette var en velkjent operasjon. Det som var nytt for besetningen ulykkesdagen var det å få et av bunnringstauene i propellen.

Det forelå ingen instruks eller advarsler om bruk av inspeksjonsluken. Det var nødvendig å fjerne tauet før operasjonen med å heve bunnringen kunne fortsette. De besluttet derfor å bruke fartøyets kran for å løfte på neste bunnringstau for å ta av strekket i tauet som satt fast i propellen. Med slakk i dette tauet håpet de å få løsnet det på enkel måte uten bruk av hverken dykkere eller kutting av tau.

Under forsøket på å frigjøre bunnringstauet fra styrbord propell, ved å løfte på bunnringen med fartøyets kran, ble ikke inspeksjonsluken over propellen stengt. Det var i utgangspunktet svært lite restfribord i inspeksjonsrøret. Løftet med Målfrids kran førte til at dypgående akterut på styrbord side økte, noe som igjen førte til at vannet strømmet fritt inn i styrbord skrog.

#### **2.2.2 Fylling av styrbord skrog**

I følge fartøyets stabilitetsberegninger hadde fartøyet på ulykkesdagen et teoretisk fribord i inspeksjonsrøret på 19 cm, se figur 15.



Figur 15: Sentrale mål på akterste del av styrbord skrog. Antatt vannstand i inspeksjonsrøret før kranen ble kjørt ut er markert med blått. Illustrasjon: NSK/SHT

Da besetningen fjernet inspeksjonsluken over styrbord propell anslår de at fribordet var 10–15 cm inne i inspeksjonsrøret. Tatt i betraktning at bunnringstauet var surret på propellen og sto i spenn ned mot bunnringen har dypgående trolig økt, noe som tilsier at det er godt samsvar mellom teoretisk fribord og observert fribord.

Forenklete beregninger og betraktninger som fremkommer i vedlegg B viser at å sette kranarmen akterover og ut mot styrbord side for å koble opp i neste bunnringstau medførte en reduksjon i fribordet i inspeksjonsrøret på i underkant av 12 cm.

Da besetningen koblet opp krana i bunnringstauet og begynte å løfte ble inspeksjonsrøret raskt neddykket. Havarikommisjonen mener dette initierte Målfrids forlis. Ettersom døren i akre maskinromskott også var fjernet førte vanninntrengingen gjennom inspeksjonsluken raskt til fylling av styrbord skrog.

Beregninger viser at den teoretiske vanninnstrømningshastigheten raskt blir betydelig når toppen av det åpne inspeksjonsrøret kommer under ytre vannlinje, se tabell 1.

Tabell 1: Sammenheng mellom hvor langt neddykket inspeksjonsrøret er og vanninnstrømningshastighet. Kilde: SHT

Avstand (høyde) fra ytre vannlinje til topp av inspeksjonsrør	Vanninnstrømningshastighet
0,10 meter	70 liter/sekund
0,30 meter	170 liter/sekund
0,70 meter	265 liter/sekund

Besetningen om bord ble først klar over at noe var galt da fartøyet stakk akre styrbord dekkshjørne i sjøen. Ved dette tidspunktet hadde det strømmet vann inn gjennom



inspeksjonsluken siden de begynte å løfte på bunnringen og innstrømmingshastigheten på dette tidspunktet kan ha vært 265 liter/sekund eller mer.

Vannfylling gjennom inspeksjonsrøret startet fylling av den akterste seksjonen i styrbord skrog. Dette ga de mest ugunstige momentene med tanke på videre neddykking av inspeksjonsrøret både i langskips- og tverrskips retning.

SHT har ikke gjennomført beregninger av hvor lang tid det tok å fylle tilstrekkelig vann i styrbord skrog til at vannfyllingen var irreversibel.

Tatt i betraktning at ytre vannlinje var høyt over toppen av inspeksjonsrøret da de to om bord oppdaget at noe var galt konkluderer likevel SHT med at det ved dette tidspunktet trolig var så mye vann i styrbord skrog at det videre hendelsesforløpet ikke kunne stanses.

## 2.3 Operasjonelle forhold

Rederiet har sveist igjen inspeksjonslukene på sine fartøy og har i så måte fjernet farene knyttet til bruk av lukene. SHT ønsker likevel å drøfte noen operasjonelle forhold som kunne bidratt til å hindre at ulykken oppsto.

### 2.3.1 Risikovurderinger

I mangel av innebygde barrierer blir det en operativ utfordring å sørge for at denne type luker ikke svekker fartøyets vanntette integritet. Grundige risikovurderinger er et viktig verktøy i arbeidet med å etablere operasjonelle barrierer. For operasjoner med Målfrid var det gjennomført relativt omfattende risikovurderinger. Det var blant annet gjennomført vurderinger knyttet til tau i propellen, kranoperasjoner, samt åpne ventiler, vanntette skott og inspeksjonsluker. Rederiet hadde likevel ikke fanget opp farene med bruk av inspeksjonsluken i operativ drift.

Risikovurderinger for bruken av Målfrid var i hovedsak utført av de ansatte som var tilknyttet lokaliteten på Storøy. At farene knyttet til å bruke kran med åpen inspeksjonsluke ikke ble fanget opp gjennom rederiets risikovurderinger skyldes trolig manglende helhetlig skipsteknisk kompetanse.

### 2.3.2 Opplæring og skipsteknisk kompetanse

Til tross for at NRS-gruppen har satt bort de tyngste og mest krevende operasjonene som ankerhåndtering og slep av anlegg til eksterne aktører, er de gjenværende fartøysoperasjonene relativt omfattende og kompliserte og gjennomføres med komplekse fartøyer.

Samlet sett hadde besetningen som var involvert i ulykken flere års erfaring fra arbeid ved oppdrettsanlegg. De hadde også gjennomført selskapets interne opplæring på bruk av både båt og kran.

Etter SHTs oppfatning er selskapets dokumenter som beskriver hvilken opplæring som skal gjennomføres for de ansatte svært overordnet og generelle. Opplæringsplanen peker kun på en del overordnede punkter de ansatte skal ha opplæring i, men fyller ikke de overordnede punktene med detaljert innhold. Opplæringen blir dermed svært avhengig av kompetansen til den som til enhver tid står for opplæringen og ikke minst hva vedkommende velger å legge vekt på.

Rederiet oppfatter selv at opplæringen i stor grad avhenger av at de har flinke «båtfolk» ansatt som kan drive opplæring av de øvrige ansatte. Hvilken kompetanse de til enhver tid har ansatt varierer og rederiet mener derfor det er utfordrende å kunne sette en endelig standard for båtfolket for deretter å lære alle opp i henhold til satt standard.

Ulykken viser at besetningen ikke hadde tilstrekkelig helhetlig forståelse av hvilke mekanismer som trådte inn da de med åpen inspeksjonsluke skulle løfte på bunnringen. Dette skyldes trolig både manglende skipsteknisk kompetanse og svakheter i rederiets opplæringssystem.

Målfrid var utstyrt med både stabilitetsberegninger og instruks for bruk av kran. Likevel har både rederiet og besetningen uttalt at denne informasjonen ikke ga dem nødvendig støtte i deres vurderinger av kranbruk. Det er etter ulykken utarbeidet nye stabilitetsberegninger og ny instruks for bruk av kran. Rederiet og besetningen om bord oppfatter at heller ikke denne dokumentasjonen gir tilstrekkelig støtte.

SHT mener at en av grunnene til at rederiet og sluttbrukerne om bord ikke har nytte av stabilitetsdokumentasjonen er at de mangler grunnleggende kompetanse og skipsteknisk forståelse, hvilket er avgjørende for sikre kranoperasjoner. En annen grunn er at dokumentasjonen som foreligger etter SHTs vurdering ikke er spesielt brukervennlig og tilpasset personell uten betydelig skipsteknisk kompetanse, dette diskuteres videre i kapittel 2.3.4

En grunnleggende forståelse for sammenhengene mellom lastkondisjoner og operasjonell bruk av fartøyet burde vært gitt til de ansatte.

Kombinasjonen av rederiets manglende spesifisering av hvilken kompetanse de ansatte skal ha og den varierende kompetansen hos de som forestår opplæringen sikrer ikke at besetningen innehar nødvendig kompetanse for å gjennomføre fartøysoperasjonen på en trygg måte. Rederiet er også selv av den oppfatning at de har en utfordring med teknisk fartøyskompetanse.

SHT tilrår Norway Royal Salmon ASA å foreta en helhetlig gjennomgang av selskapets opplæringsbehov og opplæringsrutiner når det gjelder sikker fartøysdrift.

### 2.3.3 Myndighetenes bidrag til å sikre nødvendig kompetanse

SHT har gjennomført flere undersøkelser hvor arbeidsbåter under 15 meter har vært involvert. I den forbindelse har SHT stilt spørsmål ved besetningenes opplæring og kompetanse om operasjonene som gjennomføres. I forbindelse med en rapport som ble avgitt i 2014 tilrådte Havarikommisjonen Sjøfartsdirektoratet å iverksette tiltak med tanke på å sikre besetning på arbeidsbåter under 15 meter tilfredsstillende kompetanse relatert til de operasjoner som gjennomføres.

Basert på blant annet tilrådingen fra SHT iverksatte Sjøfartsdirektoratet, sammen med bransjen, arbeidet med framtidige sertifikatkrav for besetninger på lastefartøy mellom 8 og 15 meter. Arbeidet inkluderte også å innføre krav om to nye dekksoffiserssertifikater, klasse 6 og 7 som skulle gjelde for personell på nevnte fartøygruppe. Basert på svært mange og omfattende høringsinnspill til forslaget om nye dekksoffiserssertifikater ble dette kravet tatt ut da forskrift 22. desember 2011 nr. 1523 om kvalifikasjoner og sertifikater for sjøfolk trådte i kraft 1. januar 2018.

I denne ulykken manglet mannskapet kompetanse til å vurdere kranoperasjonens innvirkning på fartøyets vannlinje og faren for vanninntrenging. Havarikommisjonen mener at denne ulykken klart viser behovet for å fastsette krav som bidrar til å sikre nødvendig kompetanse for besetningene på arbeidsbåter under 15 meter.

Sjøfartsdirektoratet har iverksatt en ny høringsrunde hvor kravene for nye dekksoffiserssertifikater for besetninger på lastefartøy mellom 8 og 15 meter omhandles. Kravene som ble foreslått i forrige høringsrunde når det gjelder å ha praktisk kjennskap til og kunne ta i bruk stabilitets-, trim- og belastningstabeller, diagrammer og utstyr for beregning av belastning er opprettholdt i det nye forslaget til forskrift. For Målfrid og mange av fartøyene i oppdrettsnæringen er kranen om bord et svært viktig arbeidsredskap. SHT er derfor av den oppfatning at det å inneha kompetanse til å forstå stabilitetsdokumentasjonen trolig vil bidra til at den enkelte får en bedre og mer helhetlig oversikt over mekanismene som trer inn når en begynner å løfte med krana. Sjøfartsdirektoratets arbeid med krav til kvalifikasjoner er i så måte et skritt i riktig retning.

I høringsnotatet til forskriftsendringen fremkommer det at flere godkjente utdanningsinstitusjoner har signalisert at de ønsker å tilby kurs og eksamen i løpet av 2019. Sjøfartsdirektoratet mener at forskriften vil etablere de nødvendige rammene som de godkjente utdanningsinstitusjonene skal ha fokus på.

Havarikommisjonen mener at direktoratet i oppfølgingen av de aktuelle kurstilbyderne likevel bør ha et spesielt fokus på problemstillingene knyttet til sikker kranbruk og fartøyets stabilitet som denne undersøkelsen peker på.

#### 2.3.4 Beslutningsstøtte i stabilitetsdokumentasjonen

Ulykken med Målfrid handler i utgangspunktet ikke om stabilitet, men å se sammenhengen mellom de enkelte operasjonene man gjennomfører. Det å inneha kompetanse til å forstå stabilitetsdokumentasjonen vil trolig bidra til at den enkelte får en bedre og mer helhetlig oversikt over mekanismene som trer inn når en begynner å løfte med krana.

Besetningen hadde tilgang til fartøyets stabilitetsmanual. Sammen med oversendelsesbrevet, stabilitetsplakaten og instruks for bruk av kran danner stabilitetsmanualen et viktig grunnlag for at besetningen skal kunne forstå hvordan kranen kan brukes sikkert relatert til fartøyets stabilitet.

Havarikommisjonen har ikke gjennomført en fullstendig gjennomgang av stabilitetsdokumentasjonen som forelå ved ulykkestidspunktet eller den som ble utarbeidet etter at fartøyet ble hevet, men er likevel av den oppfatning at det krever betydelig skipsteknisk kompetanse for å forstå og kunne dra nytte av dokumentasjonen når det gjelder sikker kranbruk. Sett i lys av kompetansen til de som skulle bruke dokumentasjonen var den derfor etter SHTs vurdering lite brukervennlig og oppfylte ikke intensjonen om å bidra til sikker bruk av krana.

Havarikommisjonen har ikke hatt dialog med andre rederier og besetninger om deres erfaringer med stabilitetsdokumentasjonen, men mener likevel at resultatene fra denne undersøkelsen peker mot at det ligger et potensiale for forbedring i utarbeidelsen av dokumentasjon.

Det gis ingen sikkerhetstilråding angående dette, men SHT mener at både konsulentene som utarbeider dokumentasjonen og rederiene som mottar denne bør forsikre seg om at sluttbrukeren faktisk forstår og kan gjøre seg nytte av informasjonen.

### **3. KONKLUSJON**

#### **3.1 Undersøkelseresultater**

- a) Målfrids forlis ble initiert ved at den åpne inspeksjonsluken over styrbord propell ble neddykket da besetningen forsøkte å løfte bunnringen med fartøyets kran. Ettersom døren i aktre maskinromskott også var fjernet førte vanninntrengingen gjennom inspeksjonsluken raskt til fylling av styrbord skrog.
- b) Rederiet hadde ikke identifisert farene ved å åpne inspeksjonslukene når fartøyet var i operativ drift.
- c) Ulykken viser at besetningen ikke hadde tilstrekkelig helhetlig forståelse av hvilke mekanismer som trådte inn da de med åpen inspeksjonsluke skulle løfte på bunnringen. Kombinasjonen av rederiets manglende spesifisering av hvilken kompetanse de ansatte skal ha og den varierende kompetansen hos de som forestår opplæringen, sikret ikke at de ansatte hadde den nødvendig kompetansen for å gjennomføre fartøysoperasjonen på en trygg måte. Det rettes en sikkerhetstilråding til rederiet angående dette.
- d) Besetningen hadde tilgang til fartøyets stabilitetsdokumentasjon som skal være et sentralt element for å forstå hvordan kranen kan brukes sikkert sett opp mot fartøyets stabilitet. Besetningen manglet imidlertid kunnskap til å forstå og kunne dra nytte av informasjonen i stabilitetsdokumentasjon.
- e) Havarikommisjonen er av den oppfatning at det kreves betydelig skipsteknisk kompetanse for å forstå og kunne dra nytte av dokumentasjonen når det gjelder sikker kranbruk. Sett i lys av kompetansen til de som skulle bruke dokumentasjonen var den derfor lite brukervennlig og oppfylte ikke intensjonen om å bidra til sikker bruk av krana.
- f) Sjøfartsdirektoratet har på høring en endring i kvalifikasjonsforskriften. Forskriftsutkastet inneholder flere kompetansekrav som er viktige for å forstå hvordan kranen kan brukes sikkert sett opp mot fartøyets stabilitet.
- g) Kurs og eksamener knyttet til kravene i forskriften vil tilbys av godkjente utdanningsinstitusjoner. I oppfølgingen av de aktuelle kurstilbyderne bør Sjøfartsdirektoratet ha spesielt fokus på at opplæringen tar høyde for blant annet de problemstillingene denne undersøkelsen peker på.

## 4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Undersøkelsen av forliset med arbeidsbåten Målfrid har avdekket ett område hvor Havarikommisjonen anser det som nødvendig å fremme en sikkerhetstilråding som har til formål å forbedre sjøsikkerheten.<sup>2</sup>

### **Sikkerhetstilråding SJØ nr. 2018/06T**

Under arbeid på en oppdrettslokasjon nord for Karmøy 12. mai 2017 benyttet besetningen på arbeidsbåten Målfrid fartøyets kran samtidig som inspeksjonsluken over styrbord propell var åpen. Dette førte til at vannet strømmet fritt inn i styrbord skrog og fartøyet forliste. Kombinasjonen av rederiets manglende spesifisering av hvilken kompetanse de ansatte skulle ha og den varierende kompetansen hos de som foresto opplæringen, sikret ikke at de ansatte om bord hadde nødvendig kompetanse for å gjennomføre fartøysoperasjonen på en trygg måte.

Statens havarikommisjon for transport tilrår Norway Royal Salmon ASA å gjennomføre en kartlegging av kompetansebehovet ved fartøysoperasjoner for sine ansatte og iverksette nødvendige tiltak for å dekke behovet.

Statens havarikommisjon for transport  
Lillestrøm, 20. november 2018

---

<sup>2</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	Målfrid
Flaggstat	Norge
Klasseselskap	Uklasset
IMO nummer / Kallesignal	5236222 / LG4857
Type	Arbeidsbåt
Byggeår	2009
Eier	SG Finans AS, Postboks 105, 1325 Lysaker
Operatør/ISM ansvarlig	NRS Feøy AS
Konstruksjonsmateriale	Aluminium
Største lengde	14,98 meter
Brutto tonnasje	Ikke tildelt målebrev
Reisen	
Avgangshavn	Selskapets kai i Storasund, Haugesund
Ankomsthavn	
Type reise	Innenskjærs
Last	Ingen last
Personer om bord	2
Ulykkesinformasjon	
Dato og tidspunkt	12.05.2017 kl. 1440
Ulykkestype	Forlis
Sted/posisjon hvor ulykken inntraff	Storøy, Karmøy, pos N 59° 24,79 Ø 005° 12,84
Skadde/omkomne	Ingen
Skader på fartøy/miljø	Fartøyet forliste
Skipsoperasjon	Under arbeid ved oppdrettsanlegg
Ytre miljø	Klart vær og sol, laber bris og lite sjø, overskyet

## **VEDLEGG**

Vedlegg A: Engelsk oversettelse av sikkerhetstilråding

Vedlegg B: Fylling av styrbord skrog

## VEDLEGG A – SAFETY RECOMMENDATIONS

The investigation of this accident has identified one area in which the Accident Investigation Board Norway deems it necessary to propose a safety recommendation for the purpose of improving safety at sea.<sup>1</sup>

### **Safety recommendation MARINE no 2018/06T**

During work at a fish farm north of Karmøy on 12 May 2017, the crew on the workboat Maalfrid used the vessel's crane while the inspection hatch over the starboard propeller was open. This led to the water flowing freely into the starboard hull and the vessel foundered. The combination of the company's lack of specification of the competence of their employees and the varying skills of those who undertook the training of the employees did not ensure that the crew had necessary skills to safely carry out the vessel operation.

The Accident Investigation Board Norway recommends Norway Royal Salmon ASA to carry out a survey of the competence needed for their employees in vessel operations and take the necessary measures to meet the competence needs.

---

<sup>1</sup> The investigation report is submitted to the Ministry of Trade, Industry and Fisheries, which takes necessary measures to ensure that due consideration is given to the safety recommendations.



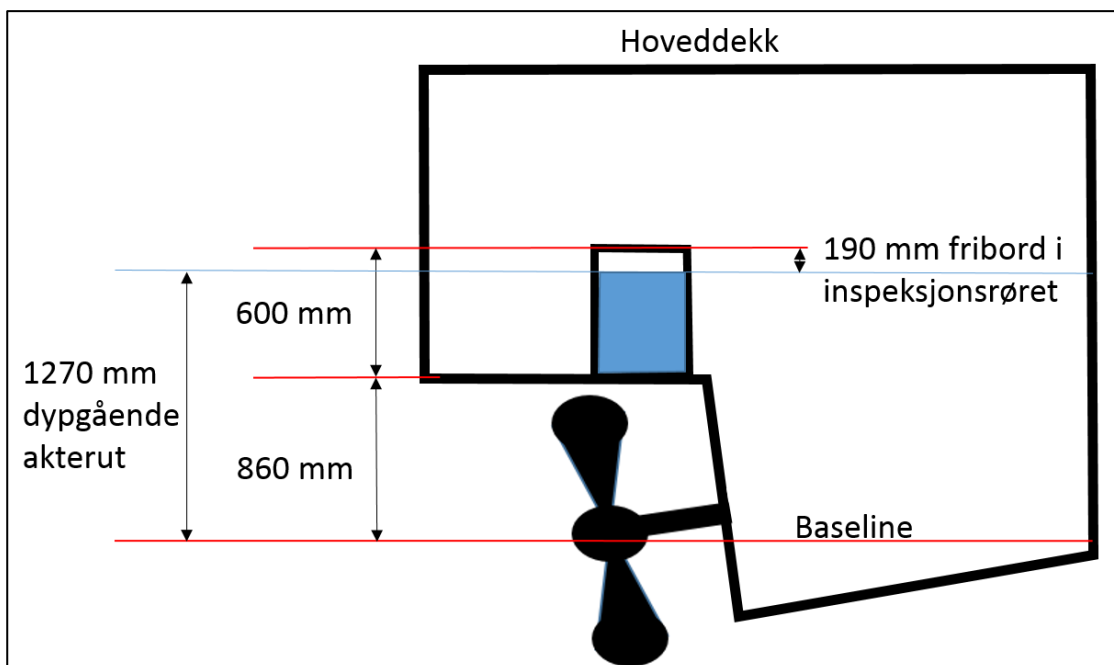
## Vedlegg B – Fylling av styrbord skrog

### Fylling av styrbord skrog

Besetningen har etter ulykken vært klare på at Målfrid kantret som følge av vannfylling av styrbord skrog gjennom den åpne inspeksjonsluken. SHT drøfter i dette vedlegget forhold knyttet til inspeksjonsluken og bruk av fartøyets kran. Fartøyets opprinnelige stabilitetsdokumentasjon (januar 2010) legges til grunn.

### Fribord til inspeksjonsluken før operasjonene med fartøyets kran startet

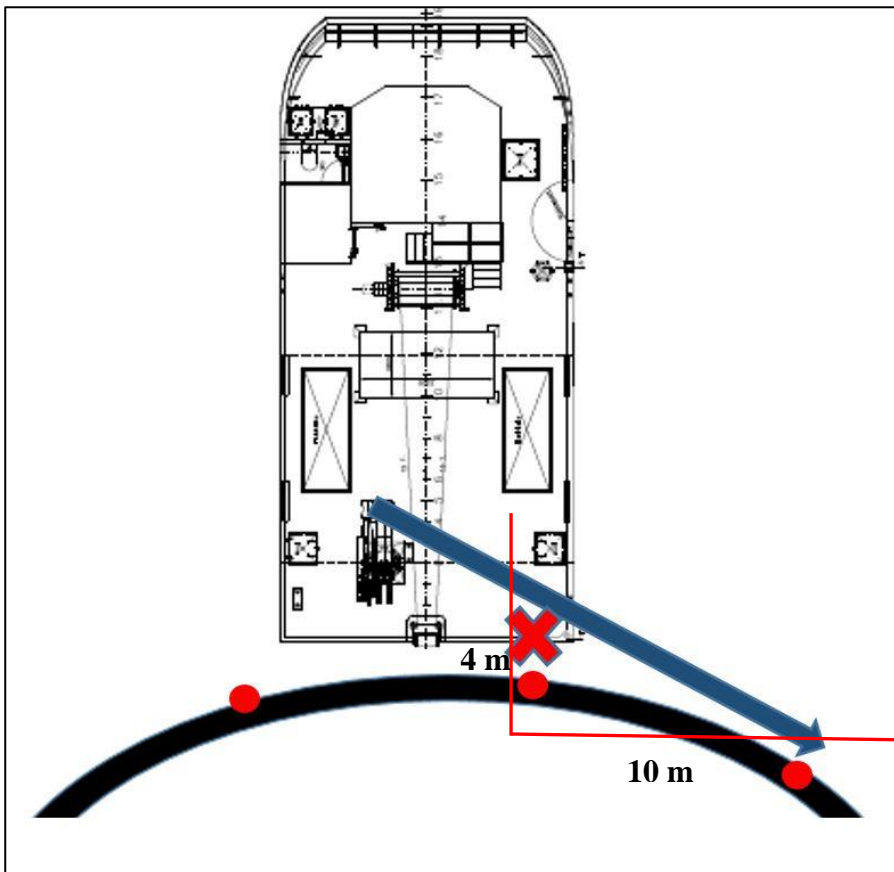
I følge fartøyets stabilitetsberegninger hadde fartøyet i den aktuelle lastetilstanden (ballasttilstand) et midlere dypgående på 1,15 meter og en akterlig trim på 0,25 meter. Dypgående akter var dermed 1,27 meter, noe som ga et fribord til toppen av inspeksjonsrøret på 0,19 meter. Dette fribordet reflekterer ikke at bunnringstauet hadde surret seg på akslingen så styrbord motor stoppet. Dette førte trolig til et økt dypgående så det beregnede fribordet samsvarer godt med besetningens forklaring (10–15 cm).



Figur 1: Sentrale mål på akterste del av styrbord skrog. Vannstand i inspeksjonsrøret før kranen ble kjørt ut er markert med blått. Illustrasjon: NSK/SHT

### Betraktninger om fribord i inspeksjonsluken ved bruk av fartøyets kran

Observasjonen av fribordet i inspeksjonsrøret de to om bord gjorde ble gjort mens fartøyets kran befant seg delvis sammenfoldet i fartøyets senterlinje. I et forsøk på å ta av spenningen på bunnringstauet valgte de to om bord å legge kranarmen akterover og til neste bunnringstau på fartøyets styrbord side, se figur 2. Målfrid lå med akterenden mot merden og med kranarmen lagt ut akterover mot styrbord side da ulykken skjedde. Havarikommisjonen antar at kranen hadde et utskyt på ca. 11 meter, men det er vanskelig å si hvor mye vekt det kan ha vært utover kranenes egenvekt.



Figur 2: Kranarmen på 11 meter er illustrert med blå farge. Punktet hvor bunnringstauet var fast på propellen er illustrert med et rødt kryss. De røde sirklene illustrerer hvor bunnringstauene var festet med innbyrdes avstand på 8 meter. Illustrasjon: NSK/SHT

Stabilitetsberegningene viser at fartøyet i den aktuelle lastetilstanden hadde et deplasement på 32,36 tonn og en GM på 8,37 meter. I følge foreliggende hydrostatiske data hadde fartøyet en MCT1CM (moment to change trim 1 cm) på 0,57 og en TPC (tonn pr. cm neddykking) på 0,54, i det aktuelle dypgangs- og trimområdet.

#### Momenter ved bruk av kran

Palfingerkranen hadde en egenvekt på 3,79 tonn og en SWL på 0,7 tonn ved maksimalt utskyt på 18,5 meter.

Dersom det antas at 1,79 tonn av egenvekten lå i eller ved kranfundamentet, var egenvekten på armen ca. 2 tonn. Dette innebærer at selve kranen ville påføre fartøyet et moment på i størrelsesorden  $2t * 8 \text{ meter} = 16 \text{ tonnmeter}$  ved maksimalt utskyt 18,5 meter. Med maksimal vekt ville momentet være  $2 * 8 + 0,7 * 18,5 \text{ tonnmeter} = 28,95 \text{ tonnmeter}$ .

Dersom komponenten akterover, ved forlistidspunktet, var 4 meter ville komponenten mot styrbord være 10,25 meter, se figur 2. Selv uten belastning i kрана ville komponenten akterover gi fartøyet et trimmoment på  $2t * 2 \text{ meter} = 4 \text{ tonnmeter}$ .

Med en MCT1CM på 0,57 ville trimendingen basert på kranas egenvekt gi fartøyet en trimending på  $4/0,57 = 7 \text{ cm}$ . Basert på plasseringen av fartøyets langskips flytesenter og plasseringen av inspeksjonsrøret litt forenfor akterspeilet ville fribordet i inspeksjonsrøret ha avtatt med ca. 2,6 cm.

Komponenten mot styrbord ville ha gitt fartøyet et krenagemoment på  $2t * 5 \text{ meter} = 10 \text{ tonnmeter}$ . For et fartøy som ligger med konstant krengeving vil det rettende momentet ( $M_R$ ) være like stort som det kregende momentet ( $M_K$ ) derav:

$$M_R = M_K = 10 \text{ tm}$$

$$M_R = \Delta * GZ = \Delta * GM * \sin \alpha \quad (\Delta = \text{fartøyets deplasement og } \alpha \text{ er krengevinkelen)}$$

$$\sin \alpha = \frac{M_R}{\Delta * GM} = \frac{10}{32,36 * 8,37} = 0,0369$$

Det kregende momentet fra kran vil gi fartøyet en krengeving til styrbord på  $2,11^\circ$  som igjen ville ha medført en reduksjon i fribordet i inspeksjonsrøret på ca. 9 cm.

Samlet ville fribordreduksjonen være  $(2,6 + 9) \text{ cm} = 11,6 \text{ cm}$  når kranen ble manøvrert til neste bunnringstau. Dette ville ha «spist opp» mye av fribordet i inspeksjonsrøret (15 cm). Inspeksjonsrøret ville følgelig raskt ha blitt neddykket når krana ble koblet til og begynte å løfte på bunnringen.

I følge kranens løftekapasitetsdiagram ville man på 11 meters kranarm kunne løfte i størrelsesorden 2 tonn. Dette ville gitt et kregende moment på 22 tonnmeter, altså mer enn dobbelt så mye som det kregende momentet som ga en reduksjon i fribordet på ca. 9 cm.

På dette grunnlag mener Havarikommisjonen at Målfrids forlis ble initiert ved at den åpne inspeksjonsluken over styrbord propell ble neddykket da besetningen forsøkte å løfte bunnringen med fartøyets kran. Etersom døren i akte maskinromskott også var fjernet førte vanninntrengingen gjennom inspeksjonsluken til raskt fylling av styrbord skrog, med den konsekvens at styrbord motor stoppet.

#### Gjennomstrømningshastighet ved vannfylling gjennom inspeksjonsluken

Inspeksjonsrøret over propellene hadde en diameter på 300 mm. For å illustrere vannfyllingspotensialet gjennom en slik åpning benyttes Bernoullis ligning, som forutsetter friksjonsfri gjennomstrømning:

$Q = A * V$ , hvor  $Q$  = vanngjennomstrømning,  $A$  = areal av åpning og  $V$  = vannets hastighet.

Vannhastigheten fremkommer av formelen  $V = \sqrt{(2 * g * h)}$ , hvor  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  og  $h$  = vannstanden på den ene siden av åpningen.

Dersom vannlinjen ligger 0,1 m over toppen av inspeksjonsrøret, blir vannfyllingspotensialet gjennom denne åpningen:

$$Q = 3,14 * 0,15^2 * \sqrt{(2 * 9,81 * 0,1)} \text{ m}^3/\text{s} = 0,070 \text{ m}^3/\text{s} = 70 \text{ liter/s.}$$

Dersom vannlinjen ligger 0,3 m over toppen av inspeksjonsrøret blir vannfyllingspotensialet gjennom denne åpningen:

$$Q = 3,14 * 0,15^2 * \sqrt{(2 * 9,81 * 0,3)} \text{ m}^3/\text{s} = 0,171 \text{ m}^3/\text{s} = 170 \text{ liter/s.}$$

Besetningsmedlemmet som opererte fartøyets kran befant seg på hoveddekket ble først klar over at de var kommet i problemer da de observerte at akte dekkshjørne kom i sjøen. Ved dette tidspunktet

kan ytre vannlinje ha vært 0,7 meter eller mer over toppen av inspeksjonsrøret.  
Vanninnstrømmingshastigheten ville da vært:

$$Q = 3,14 * 0,15^2 * \sqrt{(2*9,81 * 0,7)} \text{ m}^3/\text{s} = 0,262 \text{ m}^3/\text{s} = 262 \text{ liter/s.}$$

Når fyllingen gjennom inspeksjonsrøret ikke lenger kunne stanses

Besetningen om bord ble først klar over at noe var galt da fartøyet stakk aktre styrbord dekkshjørne i sjøen. Ved dette tidspunktet hadde det strømmet vann inn gjennom inspeksjonsluken siden de begynte å løfte på bunnringen.

Vannfylling gjennom inspeksjonsrøret ville starte fylling av den akterste seksjonen i styrbord skrog. En slik fylling ville gi de mest ugunstige momentene knyttet til videre neddykking av inspeksjonsrøret både i langskips- og tverrskips retning.

SHT har ikke gjennomført beregninger av hvor lang tid det ville ta å fylle tilstrekkelig vann i styrbord skrog til at de siste 5–10 cm fribord i inspeksjonsrøret var oppbrukt og vannfyllingen var irreversibel.

Tatt i betraktning at ytre vannlinje var svært høyt over toppen av inspeksjonsrøret da de to om bord oppdaget at noe var galt konkluderer likevel SHT med at det ved dette tidspunktet var så mye vann i styrbord skrog at det videre hendelsesforløpet ikke kunne stanses.