

Vedlegg D:

**Stabilitetsberegninger utført av
SHK**

Vedlegg D6:

**Tegninger anvendt av SHK som
grunnlag for
stabilitetsberegninger**

VEDLEGG D – STABILITETSBEREGNINGER UTFØRT AV SHK

D.1 INNLEDNING

Fregattens stabilitetsmanual ble utarbeidet av det skipstekniske konsulentfirmaet Polarkonsult AS og godkjent 24. juni 2016 av klassifikasjonsselskapet DNV GL. DNV Rules for Ships (January 2010) Part 5, Chapter 14 Section 5 (Class Notation +1A1 NAVAL) og Part 3, Chapter 1 Section 5 ble lagt til grunn for stabilitetsmanualen.

DNV GLs regler fastsetter et utvalg av lastetilstander som skal beregnes for krav til både intakt- og skadestabilitet. Tilstandene er i utgangspunktet ment å representere bruddstykker av fartøyets driftssyklus, men aktuell seilingstilstand vil alltid være mer eller mindre avvikende fra regeltilstandene. Reglene oppfordrer derfor til å utarbeide kurver for maksimal tillatt høyde av vekttyngdepunktet over kjøll, VCG maks. VCG maks-kurvene skal beregnes på grunnlag av krav til både intakt- og skadestabilitet.

Dersom mannskapet til enhver tid har kontroll på aktuell lastetilstand og derved aktuell VCG, vil det være raskt og enkelt å sammenlikne aktuell VCG med maksimal tillatt og således få bekreftet om man til enhver tid tilfredsstiller minstekrav til stabilitet eller ikke, herunder om fartøyet vil kunne overleve en skade tilsvarende skader som fartøyet er beregnet for (regelskadene).

Reglene påpeker at operasjonelle anbefalinger skal framkomme klart i stabilitetsmanualen, herunder instruksjoner for at stabiliteten skal kunne holdes innenfor tillatt område.

D.2 STABILITETSKRAV

D.2.1 Intaktstabilitet

Krav vedrørende intaktstabilitet er gitt i ovennevnte regler fra DNV GL, Section 5, C 400.

Regel C 402 d stiller krav til at GZ-kurven er positiv til minst 70 grader. Nansenklassen tilfredsstiller ikke dette kravet da ett fyllingspunkt¹ (styrbord/babord) kommer i vann før 70 graders krenkning. Dette førte til at nevnte krav ikke kunne tilfredsstilles. I søknad 28. mai 2015 til DNV GL om avvik fra regelkrav framførte FLO MARKAP² og Polarkonsult AS at man hadde vurdert forholdet og godtatt det som et varig avvik. DNV GL responderte at avviket ville bli ført opp i vedlegget til klassesertifikatet.

¹ Detaljer om fyllingspunktet er gradert Begrenset i henhold til sikkerhetsloven av informasjonseier Forsvaret og Forsvarsmateriell

² Nå FMA MARKAP

D.2.2 Skadestabilitet

Section 5 D 200 omhandler krav til skadeutstrekning:

201 The damage is assumed to extend vertically without any limit. If damage of a lesser extent results in a more severe condition, such lesser extent shall be assumed (e.g. intact double bottom).

202 The transverse penetration of damage is assumed to reach to the centre line of the vessel, but leaving any centre line bulkhead intact. If damage of a lesser extent results in a more severe condition, such lesser extent shall be assumed.

203 c The longitudinal extent of damage shall be 15 percent of the vessel's length or 21 m whichever is less. The vessel shall be capable of withstanding flooding wherever the damage is located. L = overall length of the underwater watertight envelope of the rigid hull excluding appendages, at or below the waterline in full load condition.

Lengde i vannlinjen for Nansen-klassen er oppgitt til 121,39 m som samsvarer med lengde mellom perpendikulærene, LPP. Skadelengde blir således 18,209 m. Denne skadelengden omfatter inntil tre sammenhengende vanntette seksjoner når den «plasseres» på ethvert sted over skrogets lengde.

Section 5 D 400 omhandler krav til overlevelse etter skade:

401 Restrictions to limit flooding:

a) The final waterline after flooding, taking into account sinkage, heel, and trim shall be at least 0.30 m below the lower edge of any opening through which progressive flooding may take place.

b) Openings, the lower edge of which shall not be submerged, include such as air pipes and ventilators, with weathertight closing, and weathertight hatches and doors.

c) Openings, which may be submerged, include manholes, watertight hatches, watertight doors, and side scuttles of the non-opening type.

d) If pipes, ducts or tunnels are situated within the assumed extent of penetration of damage as defined in 200, arrangements shall be made so that flooding cannot thereby extend beyond the limits assumed for the calculation of the damaged condition in question.

e) No unprotected openings shall be located within a distance of 1.5 m measured from the equilibrium waterline.

402 The angle of heel (Point C in Figure 3) shall not exceed 15° in the final condition of equilibrium. When the damaged vessel is subject to a wind force calculated as outlined in C301, assuming a nominal wind speed of 40 knots, the following criteria shall be met: The available dynamic stability beyond point D in Figure 3 up to the angle θ_1 , i.e. the shaded area shall not be less than 0.025 mrad. The angle θ_1 shall be taken as 45° or the angle at which progressive flooding (submersion of unprotected opening) would occur, whichever is less.

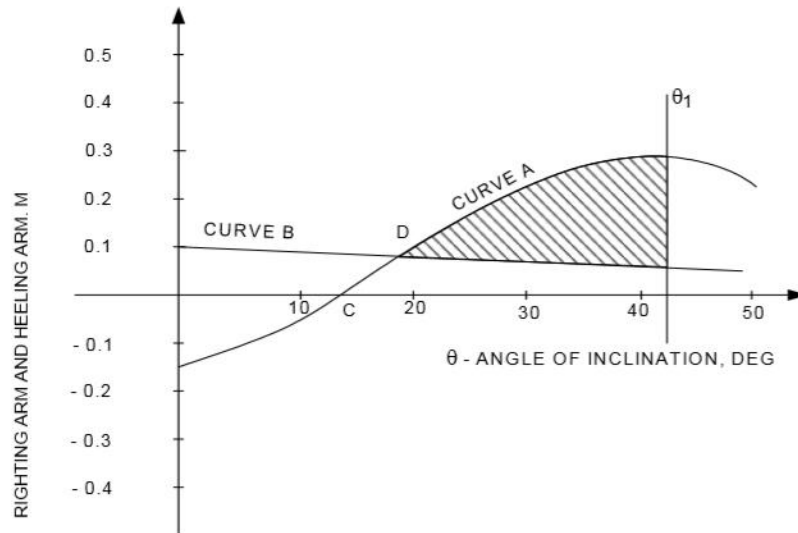


Figure 3 Stability criteria for flooded condition

403 The stability in the intermediate stages of flooding is considered satisfactory if: — the angle of heel does not exceed 20° — all openings through which progressive flooding of assumed intact spaces may occur, are above any intermediate damaged waterline — the residual area requirements in excess of the wind heeling arm are as in 402.

D.3 STABILITETSBEREGNINGER

Hensikten med beregningene har vært å forstå og verifisere hendelsesforløpet og vurdere fartøyets overlevelsessevne etter kollisjonen. Videre har SHK vurdert konsekvensene av hul propellaksling, effekten av grunnstøting og effekten av Q-dekk som oppdriftsgivende volum. Avslutningsvis har SHK vurdert effekten av maksimal nedstengning av fartøyet og hvordan dette ville endret hendelsesforløpet.

Tabell D.1 viser en oversikt over de ulike lastetilstander som er beregnet av SHK.

Tabell D.1: Lastetilstander

Tilstand	Formål	Konklusjon/kommentar	Skadet	Nedstengt	Q-dekk	Aksling	Kryssfylling	Depl.	Kantring
Verifikasjonstilstander									
Ved kollisjon	Verifikasjon av fartøyets intakttilstand og grunnlag for videre beregninger	Tilstanden sannsynliggjør fartøyets trim/depl. basert på observasjoner (bl.a. grodd vannlinje, revisjon av IPMS-data)	Nei	Nei	I/R ³	I/R	I/R	5013	Nei
Kl. 040740	Verifikasjon av fartøyets intakttilstand og hendelsesforløpet basert på observasjoner	Beregninger samsvarer med faktiske observasjoner relatert til skadet vannlinje	I/R*	I/R*	I/R*	I/R*	I/R*	5104	I/R*
Kl. 041040	Verifikasjon av fartøyets intakttilstand og hendelsesforløpet like før grunnstøting basert på observasjoner	Beregninger samsvarer med faktiske observasjoner relatert til skadet vannlinje	I/R*	I/R*	I/R*	I/R*	I/R*	5191	I/R*
Kl. 041040G	Verifikasjon av hendelsesforløpet like etter grunnstøting	Beregninger viser rimelig samsvar med faktiske observasjoner relatert til skadet vannlinje	I/R*	I/R*	I/R*	I/R*	I/R*	5191	I/R*

³ I/R=Ikke Relevant

Tilstand	Formål	Konklusjon/kommentar	Skadet	Nedstengt	Q-dekk	Aksling	Kryssfylling	Depl.	Kantring
Lensing	Fastsette nedsenking av hudskade i aktre generatorrom for å vurdere eventuell mulighet for lensing av rommet	Skaden ligger 750 mm under likevekts vannlinje, og det anses derfor at lensing av rommet ikke ville vært praktisk mulig. Tilstanden er beregnet uten grunnstøting. Etter grunnstøting vil skaden ligge dypere, tilstanden anses derfor for konservativ.	I/R*	I/R*	I/R*	I/R*	I/R*	5508	I/R*
Havaritilstander									
Evakuert 1	Vurdere fartøyets overlevelsessevne med aktuell skade og nedstengt som ved evakuering.	Første iterasjon hvor fyllingspunkter kommer i vann. Endelig flytetilstand viser at ytterligere fyllingspunkter kommer i vann. Se Evakuert 2.	Ja	Nei	Åpent	Åpen	I/R, men nei	I/R	Nei
Evakuert 2 og 2 G	Vurdere fartøyets overlevelsessevne med aktuell skade og nedstengt som ved evakuering, sett opp mot betydningen av grunnstøtingen	Andre iterasjon hvor fyllingspunkter fra Evakuert 1 kommer i vann. Endelig flytetilstand viser at ytterligere fyllingspunkter kommer i vann. Se Evakuert 3. Tilstanden Evakuert 2 G viser at fartøyet kommer flott.	Ja	Nei	Åpent	Åpen	I/R, men nei	I/R	Nei
Evakuert 3	Vurdere fartøyets overlevelsessevne med aktuell skade og nedstengt som ved evakuering	Fartøyet kantrer. Grunnen til at Evakuert 1, 2, og 2G ikke viser kantring er at ikke alle fyllingspunkter som kommer i vann er medregnet i disse tilstandene. Evakuert 3 medfører også at ytterligere	Ja	Nei	Åpent	Åpen	I/R, men nei	I/R	Ja

Tilstand	Formål	Konklusjon/kommentar	Skadet	Nedstengt	Q-dekk	Aksling	Kryssfylling	Depl.	Kantring
		fyllingspunkter ville kommet i vann, men kantring er uavhengig av dette allerede et faktum i denne tilstanden.							
Havaritilstander ved maksimalt nedstengt fartøy									
Stengt 4	Vurdere fartøyets overlevelsessevne med aktuell skade og maksimal mulig nedstengning	Første iterasjon hvor nedsenkede fyllingspunkter kommer i vann. Endelig flytetilstand viser at ytterligere fyllingspunkter kommer i vann. Se Stengt 5.	Ja	Ja	Stengt	Åpen	Nei	I/R	Nei
Stengt 5	Vurdere fartøyets overlevelsessevne med aktuell skade og maksimal mulig nedstengning	Andre iterasjon hvor nedsenkede fyllingspunkter fra Stengt 4 kommer i vann. Endelig flytetilstand viser at ytterligere fyllingspunkter kommer i vann. Se Stengt 6.	Ja	Ja	Stengt	Åpen	Nei	I/R	Nei
Stengt 6	Vurdere fartøyets overlevelsessevne med aktuell skade og maksimal mulig nedstengning	Tredje iterasjon hvor nedsenkede fyllingspunkter fra Stengt 5 kommer i vann. Endelig flytetilstand viser at ingen nye fyllingspunkter kommer i vann.	Ja	Ja	Stengt	Åpen	Nei	I/R	Nei
Stengt 6 X	Vurdere fartøyets overlevelsessevne med aktuell skade og maksimal mulig nedstengning, men med kryssfylling mellom sammenkoblede tanker	Fartøyets flytestilling forverres, men fartøyet kantrer ikke.	Ja	Ja	Stengt	Åpen	Ja	I/R	Nei

Tilstand	Formål	Konklusjon/kommentar	Skadet	Nedstengt	Q-dekk	Aksling	Kryssfylling	Depl.	Kantring
Stengt 6 G	Vurdere fartøyets overlevelsessevne med aktuell skade og maksimal mulig nedstengning, grunnstøtt.	Viser at fartøyet vil komme flott (Stengt 6). Med andre ord vil fartøyet i denne tilstanden ikke kantre uavhengig av om det grunnstøtte eller ikke	Ja	Ja	Stengt	Åpen	Nei	I/R	Nei
Stengt 6 G X	Vurdere fartøyets overlevelsessevne med aktuell skade og maksimal mulig nedstengning, grunnstøtt og med kryssfylling mellom sammenkoblede tanker.	Viser at fartøyet vil komme flott (Stengt 6 X). Med andre ord vil fartøyet i denne tilstanden ikke kantre uavhengig av om det grunnstøtte eller ikke	Ja	Ja	Stengt	Åpen	Ja	I/R	Nei
Andre (hypotetiske) beregnede tilstander									
Evakuert 3 P	Vurdere fartøyets overlevelsessevne med aktuell skade og nedstengt som ved evakuering, uten fylling gjennom propellaksling	Fartøyets kantrer	Ja	Nei	Åpent	Stengt	I/R, men nei	I/R	Ja
Stengt 6 Q	Vurdere fartøyets overlevelsessevne med aktuell skade og maksimal mulig nedstengning, men med seksjon 13 trukket ut av oppdriften.	Fartøyets flytestilling og stabilitet forverres betydelig, men fartøyet kantrer ikke.	Ja	Ja	Åpent	Åpen	Nei	I/R	Nei
Stengt 6 Q X	Vurdere fartøyets overlevelsessevne med aktuell skade og maksimal mulig nedstengning, men med seksjon 13 trukket ut av oppdriften, og med	Fartøyets flytestilling og stabilitet forverres ytterligere, men fartøyet kantrer ikke.	Ja	Ja	Åpent	Åpen	Ja	I/R	Nei

Tilstand	Formål	Konklusjon/kommentar	Skadet	Nedstengt	Q-dekk	Aksling	Kryssfylling	Depl.	Kantring
	kryssfylling mellom sammenkoblede tanker.								
Stengt 6 P	Vurdere fartøyets overlevelsessevne med aktuell skade og maksimal mulig nedstengning, uten fylling gjennom propellaksling.	Forbedret flytestilling, fartøyet kantrer ikke	Ja	Ja	Stengt	Stengt	Nei	I/R	Nei
Stengt 6 P X	Vurdere fartøyets overlevelsessevne med aktuell skade og maksimal mulig nedstengning, uten fylling gjennom propellaksling, og med kryssfylling mellom sammenkoblede tanker.	Forbedret flytestilling, fartøyet kantrer ikke	Ja	Ja	Stengt	Stengt	Ja	I/R	Nei

* Vannfylling i de ulike skadde områdene er lagt til manuelt basert på observasjoner og IPMS-data, og verifisert med beregninger, utelukkende for å verifisere fartøyets lastetilstand før kollisjonen og for å forstå hendelsesforløpet. Tilstøtende rom i skadeområdet er trukket ut av oppdriften, men uten fylling videre inn i fartøyet. Tilstand «Lensing» er beregnet skadet for seksjon 11 og 12, men intakte for øvrige seksjoner.

X = med kryssfylling, G = grunnstøtt, P = uten fylling gjennom propellaksling, Q = med fylling av seksjon 13

SHK har justert beregningsmodellen som dannet grunnlag for fregattens godkjente stabilitetsberegninger. Havarikommisjonen har bl.a. lagt inn flere tverrsnitt i hekken og definert ror, propellere, propellaksler med braketter, stabilisatorfinner, slingrekjøler og trunk for azimutthrustrer. Dette førte bl.a. til at lettskips vekttyngdepunkt ble senket med 46 mm.

Fregattens 13 vanntette seksjoner er i det videre omtalt som seksjon 1 til 13 med nr. 13 som den akterste.

D.4 FORUTSETNINGER

Beregningene legger til grunn følgende:

- Fartøyets lastetilstand ved ulykkestidspunktet, ref. Vedlegg D2
- Faktiske skader etter kollisjonen, se også kapittel 2.2.1 og D.11
- Fyllingspunkter og nedstengning av fartøyet ved evakuering, se vedlegg C
- Kryssfylling av sammenkoblede tanker, se kapittel D.10

D.5 VERIFIKASJONSTILSTANDER

Tilstanden «Ved kollisjonen» viser fartøyet umiddelbart før skrogskadene oppsto (intakt havaritilstand). Deplasementet var 5012,5 tonn. Laveste punkt i hudskaden som oppsto i aktre generatorrom ved kollisjonen, ville i denne tilstanden ligget 260 mm over vannlinjen (fyllingspunkt nr. 150 i lastetilstandene).

Tilstanden «Kl. 040740» viser tilstanden da et mannskapsmedlem befant seg i aktre generatorrom og så at vannlinjen var mer eller mindre i nivå med skadekanten i huden. Tilstanden viser at «fribordet» til skaden er 100 mm. Observasjoner og beregninger samsvarer godt. Deplasementet var 5104,2 tonn. Differansen fra tilstanden ovenfor, 91,7 tonn, er avledet fra dypgangssensorer i IPMS og representerer vann som er kommet om bord. Vannmengden er i tilstanden likt fordelt i seksjon 11 og 12. Det antas at seksjon 12 ble fylt langsommere enn seksjon 11, men dette har ingen betydning for hovedkonklusjonene. På dette tidspunktet var det minimalt med vann i aktre generatorrom og effekten av hule propellakslinger for fylling av girrommet, var ennå ikke tilstede. For øvrig er oppdriften fjernet fra 2 dekk til 1 dekk for seksjonene 8 til 12 for å ta hensyn til at skipssiden var revet åpent i dette området.

Tilstanden «Kl. 041040» viser tilstanden umiddelbart før grunnstøting. Den er i prinsippet lik «Kl. 040740», men deplasementet har økt til 5190,5 tonn som skyldes at det har kommet 178 tonn vann om bord basert på dypgangsendring i henhold til IPMS. Skadekanten i aktre generatorrom er 50 mm under vannlinjen. Observasjoner samsvarer godt med beregningene.

Tilstanden «Kl. 041040G» viser tilstanden da fartøyet hadde stoppet med baugen opp i land. Vanndybde/dypgående forut er beregnet på grunnlag av forskjeller i dypgang-/trimdata fra IPMS. Tilstanden viser at reaksjonskraften fra sjøbunnen er 171,5 tonn. Det er antatt at kraften har oppstått ved # 6 langskips og i stålkjøl/basislinjen (sonardomen ble klemt flat, se farvannsbeskrivelse). Skadekanten i aktre generatorrom er 150 mm under vannlinjen. Personen i aktre generatorrom observerte at vannlinjen kom en drøy halvmeter over skadekanten etter grunnstøtingen. Beregningen finner likevekt med 0,3° slagside til styrbord. Med ytterligere 3,5° slagside ville skadekanten komme 516 mm under vann. Slagsiden etter grunnstøting kan derfor ha vært noe større enn det beregnet tilstand viser.

D.6 HAVARITILSTANDER

Skadetilfellene «Evakuert 1, 2 og 3» viser trinnvis hvordan fylling utviklet seg med den nedstengningsgraden fartøyet hadde ved evakuering. «Evakuert 1» er definert med volumer tilgjengelig for fylling i seksjonene 12 t.o.m. 8. Neddykkede fyllingspunkter i «Evakuert 1» som fører til volumer som ikke er definert i «Evakuert 1» har dannet grunnlag for definisjon av «Evakuert 2». Tilsvarende metode er anvendt til definisjon av «Evakuert 3» på grunnlag av resultater fra «Evakuert 2». Tilleggs volumer for fylling i «Evakuert 2 og 3» er hovedsakelig lokalisert i seksjonene 13 og 7.

Tilfellene er beregnet med- og uten grunnstøting. «Evakuert 2» og «Evakuert 2 grunnstøtt» er like. Årsaken til dette er at fyllingen på dette trinnet har trimmet/krenget fartøyet så vidt mye akterover/mot styrbord at fregatten har kommet flott.

Reaksjonskraften fra sjøbunnen har opphørt og fartøyet vises frittflytende i begge tilfellene. Fartøyet kantrer i skadetilfellet «Evakuert 3». I tillegg til de volumene som er skadet i tilstanden «Evakuert 3» var ytterligere tre vanntette seksjoner ikke stengt og dermed tilgjengelig for fylling.

D.7 HAVARITILSTANDER VED MAKSIMALT NEDSTENGT FARTØY

I skadetilfellene «Stengt» er fartøyet stengt ned i den grad SHK har funnet mulig tatt i betraktning alle skader fartøyet hadde fått, se vedlegg C2 Fylle- og nedtegningsbeskrivelse. Samme metode som for «Evakuert» er benyttet og dette har resultert i «Stengt 4, 5 og 6». Tilfellet «Stengt ned 6» finner likevekt med $35,4^\circ$ slagside uten «nye» neddykkede fyllingspunkter. GZ utover slagsidevinkel øker jevnt til 0,49 m ved 60° . Beregning av «Stengt 6 X» med «kryssfylling» på bunntanker førte heller ikke til «nye» neddykkede fyllingspunkter. Sistnevnte skadetilfelle finner likevekt med $39,1^\circ$ slagside og GZ utover slagsidevinkel øker jevnt til 0,50 m ved 60° . «Stengt 6 G og G X» er skadetilfellet i grunnstøtt tilstand med og uten kryssfylling. I endelig fyllingstrinn har fartøyet kommet flott og kantrer ikke. I «Stengt 6» er det for øvrig hensyntatt konsekvensen av alle lufterør som kan ha blitt skadet i kollisjonen.

D.8 ANDRE (HYPOTETISKE) BEREGNEDE TILSTANDER

Hypotetisk skadetilfelle «Evakuert 3 P» med tette propellaksler, dvs. uten fylling av girrommet under 2 dekk, viser kantring.

Hypotetisk skadetilfelle «Stengt 6 Q og 6 Q X», fylling av seksjon 13 med og uten kryssfylling, fører til slagside på hhv. $55,6^\circ$ og $55,9^\circ$. Helidekket i denne tilstanden kommer langt under vann, men fartøyet kantrer ikke. GZ er 0,08 m ved 60° , 0,308 m ved 80° og null ved ca. 87° .

Hypotetisk skadetilfelle «Stengt 6 P og 6 P X», med tette propellakslinger, fører til forbedret flytstilling og fartøyet kantrer ikke.

D.9 OPPSUMMERING

Skadetilfellene «Evakuert» viser at fartøyet hadde kantret dersom tiltagende fylling hadde fått utvikle seg i den nedstengningsgraden som var gjeldende ved evakuering. Dette uavhengig av om fartøyet grunnstøtte eller ikke. Slepebåter skjøv imidlertid fregatten sidelengs opp mot land før fyllingen hadde utviklet seg til å bli kritisk. SHK anser fartøyet som tapt på dette tidspunktet og effekten slepebåtoperasjonen hadde på forliset er derfor ikke beregnet. SHK har heller ikke vurdert bergingsoperasjonen.

SHK mener at skadetilfellene «Stengt» viser at fartøyet, dersom fregatten hadde blitt stengt ned etter ovennevnte nedstengningsbeskrivelse m.a.o. stenge det som var mulig, ville overlevd kollisjonsskadene og holdt seg flytende. Dette uavhengig av om fartøyet hadde grunnstøtt eller ikke. Vedrørende SHKs vurdering av eventuelle skader som følge av grunnstøtingen, se kapittel D.11.

D.10 KRYSSFYLLING MELLOM SAMMENKOBLEDE TANKER

Fregattene er arrangert med kryssfylling mellom i alt 11 bunntanker, herav tre par styrbord/babord brennoljetanker og ett par styrbord/babord vannballasttanker. De tre siste er brennoljetanker arrangert som styrbord/senter/babord tanker. Kryssforbindelsene er åpne uten stengemulighet og arrangert som omvendte Ø 300 mm U-rør med varierende høyder over tanktopp.

Ifølge Izar stabilitetsberegninger for Nansen-klassen fra 2003 er bunntankene som nevnt ovenfor, utstyrt med kryssfyllingsforbindelser for å redusere slagside ved eventuell skade på bunntankene i den ene siden.

For intakt- og skadestabilitet i den godkjente stabilitetsmanualen er kryssfylling mellom de tre brennoljetankene DFM ivaretatt ved at de tre tankene er beregnet som én stor tank. De øvrige tankene med kryssfyllingsforbindelse er imidlertid beregnet som separate tanker for intaktstabilitet. Vannballasttankene er i lastetilstandene beregnet enten begge fulle eller begge tomme. De øvrige tre parene med brennolje kryssfyllingstanker er beregnet enten med 95 % eller 5 % fylling på både styrbord og babord tanker.

I godkjent skadestabilitet er kryssfylling ivaretatt ved at komplette tanker er definert med fylling i skadetilfellene. Tilsvarende skadetilfeller før kryssfylling er beregnet særskilt som «intermediate stages».

Undersøkelsen har vist at kryssfylling tverrskips til nabotank kan inntreffe fra ca. 13 grader krenkning. I beregninger SHK har foretatt med kryssfyllingstankene beregnet som separate, kontra som én tank, viser resultatene at rettende arm GZ i havaritilstanden reduseres med opptil 23 % når tankene er sammenhengende tverrskips (én tank). Vannballasttankene er beregnet tomme i havaritilstanden (i henhold til revidert tankinnhold, IPMS viste 62 % fylling på styrbord- og 29 % på babord tank). Det skal imidlertid presiseres at beregning av omtalte tanker uten langskipsskott i senter (som én tank) er svært konservativt slik at reell beregning av kryssfylling får mindre konsekvens for resterende GZ enn nevnt ovenfor.

Det er ikke tatt hensyn til at 8 av 11 bunntanker har kryssfyllingsforbindelse i den godkjente intaktstabiliteten. Kryssfylling er dessuten bare ivaretatt for aktuelle tanker innenfor de enkelte definerte skadeområdene i skadestabiliteten. SHK har ikke undersøkt om dette ville kompromittert godkjennelsen av stabilitetsberegningene.

SHK er kjent med at FMA tar sikte på å revidere stabilitetsberegningene på Nansen-klassen etter siste krengeprøve på en av fregattene i juni 2019. Det er uttalt at man vil foreta reell beregning av kryssfylling i reviderte beregninger. På dette grunnlaget drøfter ikke SHK kryssfyllingsproblematikken videre.

D.11 VURDERING AV GRUNNFORHOLD OG SKADE

På grunnlag av posisjon, kurs, samt dypgang- og trimendring hentet fra IPMS ved grunnstøtingen, har SHK vurdert fartøyets flyteprofil i relasjon til bunnprofilen under fartøyet. Bunnprofilen ble bestemt på grunnlag av dybde data fra alminnelig sjøkart, m.a.o. med referanse sjøkartnull.

Fartøyets sonardom under kjøllinjen (basislinjen) forut var utført i fiber komposittmateriale. Denne delaminerte og ble klemt flat ved grunnstøtingen, men den ble ikke revet av. På dette grunnlaget samt at vitner har beskrevet grunnstøtingen som «myk», antas at fartøyet traff relativt jevnt stigende og myk bunn, f.eks. sand.

Dypgangen forut umiddelbart før grunnstøtingen er beregnet til 4,853 m og vann dybden forut da fartøyet stoppet opp til 4,205 m. Dette ga en reaksjonskraft fra bunnen på drøye 171,5 tonn. Fartøyets flyteprofil i relasjon til nevnte bunnprofil viste god klaring mellom sjøbunnen og kjølen fra kontaktpunktet forut og akterover. Det ble for øvrig ikke observert vanninntrenging i forskipet.

På grunnlag av vannstandsdata for tidevannet var reell klaring mellom sjøbunnen og fartøyets bunn fram til evakuering minimum 38 cm og maksimum 158 cm større enn i ovennevnte betraktning. I denne perioden trykket en slepebåt mot hekken på fregatten. Det antas at fartøyet kan ha blitt skjøvet noe mer opp på land med stigende tidevann, men uten at dette har hatt nevneverdige konsekvenser for klaring mellom sjøbunnen og fregattens bunn. Det antas også at denne eventuelle forflytningen har hatt minimale konsekvenser for dypgangsændring forut og derved SHKs stabilitetsberegninger med reaksjonskraft fra sjøbunnen forut.

Etter heving av fartøyet ble det observert hudpenetreringer i og litt over slaget fra midtskips og et stykke forover på styrbord side. Disse skadene antas imidlertid å ha oppstått på et senere tidspunkt enn da kun den ene slepebåten som trykket i hekken mer eller mindre parallelt med langskipslinjen, var aktiv.

VEDLEGG D6 – TEGNINGER ANVENDT AV SHK SOM GRUNNLAG FOR STABILITETSBEREGNINGER

Izar no.	NDMA / Pb No.	Title	Rev.	Sheet
131.1.01.100	BAZ-ABB2-DR-00097	Block 131 Sections Fr. 42, Fr. 41 & Fr. 40	C	4B
		Block 131 Bhd Arrangement under 3 Deck	C	5A
		Block 131 Sections Fr. 45 & Fr. 43	D	4A
211-7.02.504	BAZ-ABB9-DR-00034	Block 211 Instruments Arr. on 4 Deck stb.	B	1C
331-7.03-504	BAZ-ABB9-DR-00036	Block 331 Instrumentation Arr. on 4 Deck & below	I	1A
		Block 331 Installation Details of Level Transm. Type «A»	G	2A
611-6.04.201		Propellers & Shaft Mounting		1A
		Propellers Mounting Arrangement		5A
562-6.04.201	ABB4-DR-00084	Rudders Arrangement & Details Outlines	D	1A
161.1.04.001	BAZ-ABB2-DR-00013	Strut Arm	G	1A
		Strut Arm	F	2A
		Strut Arm	G	3A
		Strut Arm	G	4A
802-8.00.011-0S	BAZ-ABB_DR-00004	Tank Capacities Drawing	A	1-A
		Tank Capacities Drawing	C	1-A
221.1.02.100	BAZ-ABB2-DR-00101	Shell Expansion Port Side	C	1A
		Bilge Keels Block 221	C	1B
		Bulkhead Frame 77 Block 221	C	3A
		Bilge Keel Details Block 221	C	
		Bilge Keel Details Block 221	O	
231.1.02.100	BAZ-ABB2-DR-00103	Shell Expansion & Longs. Stbd. Side Block 231	D	1A1
		Sect. Fr. 79 Block 231	E	4A1
311.1.103.100	BAZ-ABB2-DR-00076	Shell (port)	F	1A1
		Shell (stbd.)	E	1B1
		Bhd. Frame 88 Block 311	F	3A1
		Details Bilge Keels Block 311	C	6A1
		Details Bilge Keels Block 311	C	6D1
		Bilge Keels Block 311	D	6A1
		Bilge Keels Block 311	E	6D1
802.8.00.003	BAZ-ABB-DR-00003	Body Plan	A	1-A
012302 ¹		External Watertight Integrity Plan	A3	1 / 2
		External Watertight Integrity Plan	A3	2 / 2
		Internal Watertight Integrity Plan	A3	1 / 2
		Internal Watertight Integrity Plan	A3	2 / 2
-	-	Draft Marks & Load Line Marks		
565-6.00.001	BAZ-ABB4-DR-00029	Fin Stabilizer Gen. Arr. – Tank Top		1A
		Fin Stabilizer Gen. Arr. – First Platform	A	2A

		Fin Stabilizer Gen. Arr. – Section	A	3A
111.1.100.001	BAZ-ABB2-DR-00011	Shell Expansion	F	1A2
802-8.00.001	BAZ-ABB1-DR-00001	General Arrangement Drawing	K	2A
		General Arrangement Drawing	K	3A
Report from	Navantia 25.11.2019	Critical Flooding Points		
Report from	Navantia 31.08.2020	IPMS data – Doors, Hatches & HVAC Valves Status		

¹ Tegningsnummer fra Polarkonsult AS