



Avgitt november 2023

RAPPORT SJØFART 2023/06

***Sjøulykke med cruiseskipet Viking Polaris
sørøst for Kapp Horn, 29. november 2022***



This report is also available in English

Statens havarikommisjon (SHK) 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. Det er ikke Havarikommisjonens oppgave å ta stilling til sivilrettslig eller strafferettslig skyld og ansvar.

Bruk av denne rapporten til annet enn forebyggende sjøsikkerhetsarbeid bør unngås.

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|-----------|
| MELDING OM HENDELSEN | 4 |
| SAMMENDRAG | 5 |
| OM UNDERSØKELSEN | 6 |
| 1. FAKTISKE OPPLYSNINGER | 8 |
| 1.1 Hendelsesforløp..... | 8 |
| 1.2 Personskader..... | 15 |
| 1.3 Skader på fartøy og materiell | 15 |
| 1.4 Vær og sjøforhold | 26 |
| 1.5 Farvannsbeskrivelse | 29 |
| 1.6 Fartøy | 34 |
| 1.7 Operasjonelle forhold | 44 |
| 1.8 Besetning..... | 46 |
| 1.9 Medisin og helse..... | 47 |
| 1.10 Spesielle undersøkelser..... | 47 |
| 1.11 Driftsselskapet og sikkerhetsstyring | 60 |
| 1.12 Regelverk..... | 64 |
| 1.13 Andre aktører | 65 |
| 1.14 Tidligere hendelser/ulykker | 66 |
| 1.15 Andre opplysninger | 68 |
| 1.16 Iverksatte tiltak | 68 |
| 2. ANALYSE | 73 |
| 2.1 Innledning | 73 |
| 2.2 Hendelsesforløp..... | 73 |
| 2.3 Driftsselskapets rutiner for luftfylling og operasjon av Zodiac-er | 75 |
| 2.4 Driftsselskapets veiledning og prosedyrer for seiling i hardt vær | 76 |
| 2.5 Design av vinduer | 76 |
| 2.6 Redning og evakuering fra Antarktis | 79 |
| 3. KONKLUSJON | 81 |
| 3.1 Hovedkonklusjon..... | 81 |
| 3.2 Undersøkelseresultater | 81 |
| 4. SIKKERHETSTILRÅDINGER | 85 |
| VEDLEGG | 87 |

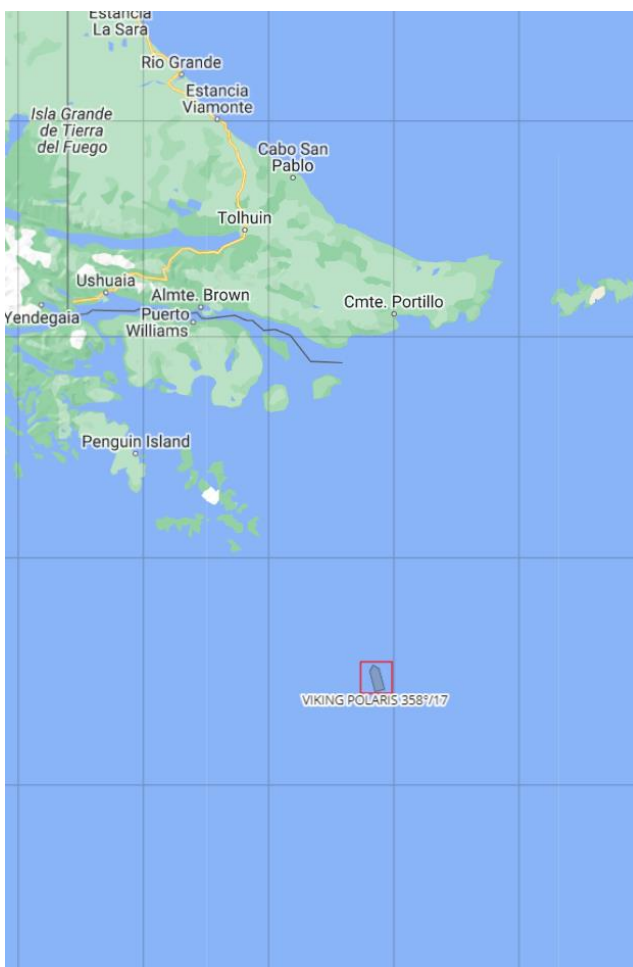
Melding om hendelsen

Onsdag 30. november 2022 ble Statens havarikommisjon varslet av Sjøfartsdirektoratet om en ulykke, som inntraff den 29. november, med passasjerskipet Viking Polaris rett sør for Kapp Horn. I varslet ble det beskrevet at skipet var truffet av en stor bølge og at flere lugarvinduer var slått inn. En passasjer hadde omkommet og fire var skadet (senere endret til åtte personer). Fartøyet var på vei til Ushuaia i Argentina fra Antarktis da ulykken inntraff.

SHK iverksatte en sikkerhetsundersøkelse og reiste til Ushuaia 1. desember 2022 for å foreta intervjuer av mannskapet, innhente informasjon og foreta befaring om bord. Det kom også litt senere informasjon om en annen ulykke som inntraff 28. november med en av fartøyets Zodiac-er. En person fikk alvorlige bruddskader i begge beina, og en falt i vannet og fikk lettere skader.



Figur 1: Ulykken den 29. november skjedde i Drakestredet mellom sydspissen av Sør-Amerika og den Antarktiske halvøya. Kart: Kystverket AIS



Figur 2: Kartutsnitt viser posisjon hvor ulykken den 29. november inntraff underveis fra Antarktis til Ushuaia i Argentina. Kart: Kystverket AIS

Sammendrag

Den 28. november 2022 oppstod en hendelse med en av Viking Polaris Zodiac-er¹ i Antarktis, hvor en passasjer ble skadet og en havnet i sjøen. Som følge av dette måtte skipet avbryte cruiset for å foreta en medisinsk evakuering. Den 29. november 2022 var fartøyet derfor på vei over Drakestredet fra Antarktis til Ushuaia, da fartøyet ble truffet av en brytende bølge rett sørøst for Kapp Horn. Ulykken førte til at syv lugarvinduer knuste og ga påfølgende store ødeleggelser i de aktuelle lugarene. En passasjer omkom og åtte ble skadet.

Undersøkelsen har vist at fartøyet ble truffet av en brytende bølge som i kombinasjon med fartøyets kurs og hastighet førte til at vinduene knuste. På ulykkestidspunktet hadde ikke besetningen forutsetninger for å forutse risikoen forbundet med at en brytende bølge ville treffe så høyt opp på skipssiden med så stor kraft og utfordre vinduernes tåleevne. Utfra den kunnskapen som eksisterte på ulykkesdagen, mener Havarikommisjonen at vurderinger foretatt i forbindelse med planlegging og utførelse av seilasen virket rimelige.

Undersøkelsen av designunderlaget til vinduene har vist at det ikke er funnet feil eller avvik som har hatt betydning for utfallet av at bølgen traff vinduene. Det er heller ikke funnet feil i installasjon og fabrikkasjonsunderlaget. Undersøkelsen har videre vist at trykket fra den brytende bølgen var langt høyere enn det vinduene var designet for.

Det er ikke identifisert regler for skip eller skipsvinduer i noen av IACS-medlemmenes skipsregler, inkludert DNVs regler for skip, som hensyntar effekten av brytende bølger mot skutesiden. Havarikommisjonen mener at vinduene var underdimensjonert, og at gjeldende regler for designtrykk for vinduer lokalisert i denne posisjonen gir for lave verdier til å kunne motstå trykkklaster fra brytende bølger innenfor regelverkets gyldighetsområde. Havarikommisjonen retter en tilråding om regelverkskrav til DNV om dette forholdet.

I Drakestredet og andre områder med tilsvarende værforhold vil det være en sannsynlighet for brytende bølger som må hensyntas ved operasjon i disse farvannene. Viking Polaris og søsterskipet Viking Octantis vil kunne bli eksponert for brytende bølger opp langs siden dersom de opereres med sidesjø i sterkt økende vind. Havarikommisjonen vurderer at et robust design som tar høyde for brytende bølger vil være en nødvendig barriere for å redusere sannsynligheten for skader i skipssiden. Slik vinduene er dimensjonert i dag vil de ikke kunne tåle trykket fra alle brytende bølger innenfor regelverkets gyldighetsområde. Havarikommisjonen fremmer to tilrådingen om å foreta forsterkninger på vinduene, en til Sjøfartsdirektoratet og en til Viking Expedition Ship II LTD i samarbeid med Wilhelmsen Ship Management (Norway) AS.

¹ Zodiac MilPro MK 5 HD.

Om undersøkelsen

Formål og metode

Havarikommisjonen har klassifisert hendelsen som en svært alvorlig sjøulykke. Hensikten med denne undersøkelsen har vært å klarlegge hva som førte til ulykken med Zodiac-en og hvorfor vinduene til flere av lugarene knuste. Videre har Havarikommisjonen utredet hva som kan bidra til å øke sikkerheten og forhindre lignende ulykker og skadeomfang i fremtiden.

Ulykken og omstendighetene rundt denne er undersøkt og analysert i tråd med Havarikommisjonens sikkerhetsfaglige rammeverk og analyseprosess for systematiske undersøkelser (NSIA-metoden²).

Organisering av undersøkelsen

Undersøkelsen av denne ulykken er utført i henhold til Sjøloven, kapittel 18 II som implementerer «IMO Resolution MSC.255(84) Casualty Investigation Code (CIC)» og «Directive 2009/18/EC of the European Parliament and of the council of 23 April 2009».

Statens havarikommisjon (SHK) har vært den ledende undersøkelsesmyndighet. USA og Argentina har vært berørte stater i henhold til Sjøloven, paragraf 474. Den amerikanske kystvakten (the United States Coast Guard) og den argentinske havarikommisjonen (Junta de Seguridad del Transporte) har jobbet med SHK som representanter for berørte stater. Personell fra USCG Activities Europe har deltatt og bistått SHK gjennom undersøkelsen.

Informasjonskilder

De faktiske opplysningene er basert på intervjuer av mannskapet, passasjerer om bord og dokumentasjon fra classeselskap, verft, driftsselskap og leverandører. I tillegg er det foretatt en undersøkelse av den oppblåsbare senterkjølen til Zodiac-en av forskningsinstituttet SINTEF. Kjølen har blitt undersøkt med hensyn til ytre skade og materialfeil.

Konsulentselskapet 7Waves har bistått SHK med gjennomgang av design-, konstruksjons- og installasjonsunderlaget. I tillegg har konsulenten bistått med regelverksgjennomgang og undersøkelse av bølgens karakteristikk.

Undersøkelsesrapporten

Rapportens første del, Faktiske opplysninger, beskriver hendelsesforløpet, tilhørende data og informasjon som er innhentet i forbindelse med ulykken, samt Havarikommisjonens gjennomførte undersøkelser og tilhørende funn.

Andre del av rapporten, Analyse, omhandler Havarikommisjonens vurderinger av hendelsesforløpet og medvirkende faktorer basert på faktiske opplysninger og gjennomførte undersøkelser. Omstendigheter og faktorer som er funnet å være mindre relevant for å forklare og forstå ulykken drøftes ikke i dybden.

Rapporten avsluttes med Havarikommisjonens konklusjoner og sikkerhetstilrådinger.

² NSIA – Norwegian Safety Investigation Authority. Se <https://havarikommisjonen.no/Om-oss/Metodik>

1. Faktiske opplysninger

| | |
|---|----|
| 1.1 Hendelsesforløp | 8 |
| 1.2 Personskader | 15 |
| 1.3 Skader på fartøy og materiell | 15 |
| 1.4 Vær og sjøforhold | 26 |
| 1.5 Farvannsbeskrivelse | 29 |
| 1.6 Fartøy | 34 |
| 1.7 Operasjonelle forhold | 44 |
| 1.8 Besetning | 46 |
| 1.9 Medisin og helse | 47 |
| 1.10 Spesielle undersøkelser | 47 |
| 1.11 Driftsselskapet og sikkerhetsstyring | 60 |
| 1.12 Regelverk | 64 |
| 1.13 Andre aktører | 65 |
| 1.14 Tidligere hendelser/ulykker | 66 |
| 1.15 Andre opplysninger | 68 |
| 1.16 Iverksatte tiltak | 68 |

1. Faktiske opplysninger

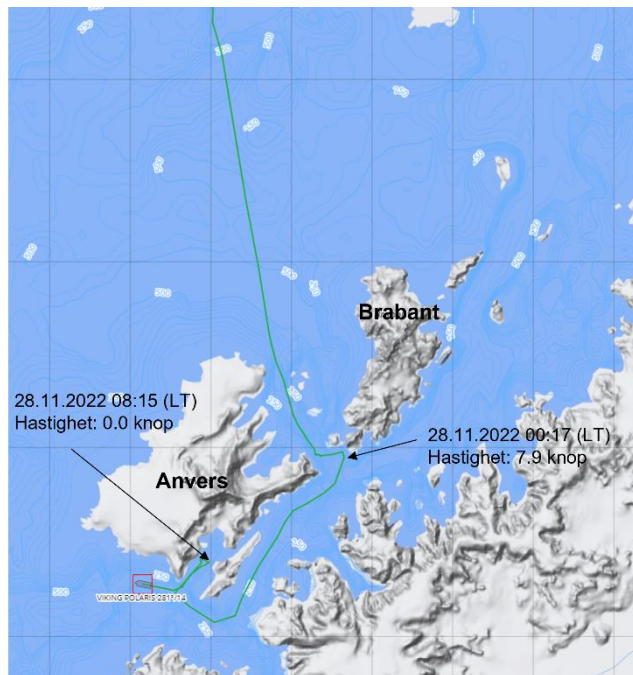
1.1 Hendelsesforløp

1.1.1 FORLØPET TIL HENDELSEN

Fredag 25. november 2022 kl. 1800³ forlot cruiseskipet Viking Polaris Ushuaia i Argentina for å gjennomføre et 11-dagers cruise i Antarktis med planlagt retur til Ushuaia 6. desember 2022, se figur 3 for oversikt over farvannet. Det var et mannskap på 266 om bord og 309 passasjerer. Den 27. november ankom Viking Polaris øya Brabant i Antarktis, se figur 4.



Figur 3: Kart over farvannet mellom fastlandet og nordspissen av den Antarktiske halvøya, hvor Viking Polaris skulle gjennomføre seilasen. Kart: Kystverket AIS/tekst av SHK



Figur 4: AIS-sporet for Viking Polaris når de ankom Antarktis og øyene Brabant og Anvers. Kart: Kystverket AIS/tekst av SHK

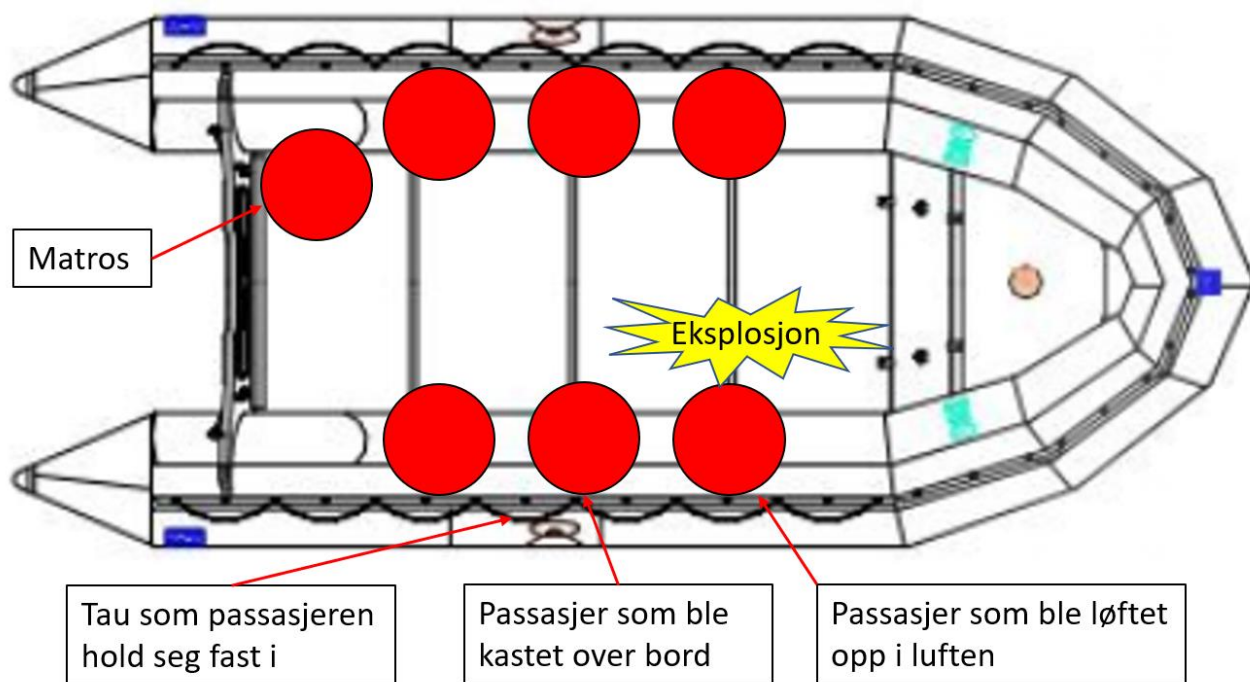
Om morgenen 28. november var Viking Polaris sør for øya Anvers i Antarktis, hvor det blant annet var planlagt for ulike aktiviteter for passasjerene med fartøyets Zodiac-er, og en av fartøyets ubåter. Flere av fartøyets Zodiac-er ble sjø satt før ekspedisjonene og klargjort og kontrollert med tanke på blant annet luftinnhold i Zodiac-ene. I den forbindelse ble det besluttet at fartøyets Zodiac nr. 22 skulle tas om bord igjen og etterfylles med luft.

Zodiac-ens oppblåsbare kjøll og hovedpontonger ble etterfylt med kompressorluft, men trykket ble ikke kontrollert med psi måler/manometer. Ca. kl. 0732 ble Zodiac nr. 22 sjø satt igjen.

Seks passasjerer som skulle på tur med en av fartøyets ubåter gikk om bord i Zodiac nr. 22, som skulle frakte dem bort til ubåten. Alle hadde på seg oppblåsbare redningsvester og ekspedisjonsklærne som var tilgjengelige for passasjerene om bord. Da ubåten ikke var helt klar for ombordstigning, fikk matrosen som kjørte Zodiac-en beskjed om at de skulle ta en liten runde for å se på dyrelivet i området først. Zodiac-en holdt da en hastighet på rundt 1 knop og det var rolige vind- og bølgeforhold.

³ Lokal tid.

Plutselig inntraff en form for eksplosjon om bord i Zodiac-en. En av passasjerene som satt forut på styrbord side opplevde å bli løftet opp i luften, og falt deretter ned i Zodiac-en. Passasjerer fikk bruddskader i begge beina. En annen passasjer, som satt på den midtre plassen på styrbord side og holdt seg fast i tauet langs pontongene med den ene hånden, ble samtidig kastet over bord som følge av eksplosjonen. Da vedkommende falt over bord slapp han ikke taket og fortsatte derfor noen sekunder etter båten, før den stoppet helt opp. Redningsvesten til vedkommende blåste seg ikke opp. To av medpassasjerene fikk tak i vedkommende og forsøkte å dra han opp med ryggen mot pontongen. Da ekspedisjonsbekledningen var våt og glatt måtte det to-tre forsøk til før de til slutt fikk vedkommende om bord ved hjelp av matrosen. Se figur 5 for oversikt over hvor passasjerene satt i Zodiac-en.



Figur 5: Oversikt over hvor passasjerene og matrosen var plassert om bord i Zodiac-en. Illustrasjon: Leverandør/SHK

Straks etter hendelsen kl. 0820 kalte føreren av Zodiac-en opp Viking Polaris via sambandet og informerte om hendelsen og ba om assistanse. Viking Polaris' spesialbåt (SOB) Sierra 4, som befant seg ca. 500 m unna, kom umiddelbart mot Zodiac-en for å assistere. Kl. 0824 begynte de å overføre passasjerene i Zodiac nr. 22 til Sierra 4. En annen Zodiac uten passasjerer ankom også for å assistere.

Kl. 0835 gikk en fra besetningen om bord Sierra 4 over i Zodiac nr. 22 for å hjelpe til med den skadde passasjerer. Deretter meldte Sierra 4 tilbake til Viking Polaris om at den skadde passasjerer ikke kunne overflyttes til Sierra 4 på grunn av skadene, og det ble besluttet at passasjerer måtte overføres direkte fra Zodiac nr. 22 til Viking Polaris.

Kl. 0847 fikk de overført den skadde passasjerer fra Zodiac-en til skipet og kl. 0852 var alle passasjerer tatt hånd om på skipets medisinske avdeling.

Kapteinen, som umiddelbart hadde blitt informert om hendelsen, og flere av skipets offiserer vurderte hvordan de skulle få den skadde personen til land for videre behandling. Dette var basert på en medisinsk vurdering som ble gitt av medisinsk personell om bord. Det ble vurdert tre ulike alternativer for å kunne frakte den skadde personen til sykehus. Enten evakuering med fly (operert av Chile) fra King George Island som var ca. 200 n mil unna, overføring til søsterskipet Viking Octantis som hadde tidligere ankomst Ushuaia, eller avbryte cruiset og sette kurs mot Ushuaia.

Kapteinen hadde samtidig observert at det begynte å blåse opp og besluttet at de skulle avbryte all ekspedisjonsaktivitet.

Det var meldt dårlig vær i området rundt King George Island og estimert 16–20 timers seilingstid. Da flyet kun hadde et tidsvindu på fire timer dagen etter, i kombinasjon med at pasienten måtte ut i gummibåt igjen for å transporteres til land (0,7–1 n mil), ble det vurdert at dette ikke var et godt alternativ. Det ville også vært svært belastende for pasienten. Det ble heller ikke vurdert som en god løsning å overføre pasienten fra Viking Polaris til Viking Octantis da dette ville medført at pasienten måtte ut i en gummibåt igjen, noe som var ansett som for belastende. Kapteinen informerte eieren av fartøyet om situasjonen og de ble enige om at den sikreste løsningen var å returnere til Ushuaia. Det ble derfor besluttet at de skulle avbryte cruiset og sette kurs mot Ushuaia. Kapteinen informerte deretter alle passasjerene om beslutningen i samlings salen om bord, noe som også ble direkteoverført i alle lugarene.

1.1.2 ULYKKEN

28. november ca. kl. 1500 befant fartøyet seg rett sør for Anvers og startet seilassen mot Ushuaia. Kapteinen sjekket værmeldingen om ettermiddagen den 28. november og observert at været ville øke på jo nærmere de kom Kapp Horn mot kvelden den 29. november. Her var det meldt opp mot 40 knops vind fra vest og signifikant bølgehøyde opp mot 6 m med perioder på 11 sekunder. Brobesetningen var også klar over at de kunne oppleve høyere vindhastighet og høyere bølger enn meldt, noe de også tok med i vurderingen. Da brobesetningen hadde erfaring med at fartøyet hadde svært god stabilitet og beveget seg lite, også i hardt vær, mente de at det meldte været heller ikke skulle være et problem for fartøyet. Basert på dette la de en så rett kurslinje som mulig mot Ushuaia basert på en hastighet på 16–17 knop for å komme før det verste været som var meldt sør for Kapp Horn. De benyttet flere ulike kilder for å sjekke værmeldingen, og kapteinen benyttet i tillegg en værapplikasjon hvor man la inn ruten og kunne kontinuerlig følge med på været via mobilen.

Før avgang Antarktis hadde kapteinen og offiserene diskutert seilingsrute og værforhold. Dette var i henhold til normale rutiner om bord. I forbindelse med ruteplanleggingen forberedte navigasjonsoffiseren en seilingsplan med waypoints, rute, hastighet, ETA⁴ etc. som ble evaluert sammen med kapteinen. Deretter ble det gjennomført et kort møte på broa med sentrale offiserer som navigasjonsoffiser, staff captain, vakthavende offiserer og kapteinen hvor seilingsplanen ble gjennomgått.

Siden det var forventet at været ville øke på når de nærmet seg Kapp Horn ble det også utført en «Heavy Weather Checklist». Som en del av denne sjekklisen skulle både kurs, hastighet og værmelding vurderes, noe som også ble gjort og huket av for. Den 28. november kl. 1808 ble det sendt ut en melding fra kapteinen til alle avdelinger om bord om at besetningen måtte sikre sine arbeidsteder og lugarer samt lukke blindlokk som følge av forventet høye dønninger og sterk vind over Drakestredet. Det ble også meldt om forventet økt vestlig vind og dønninger på ca. 7 m fra ettermiddagen 29. november.

Maskinsjefen fikk beskjed om at de hadde behov for full hastighet på alle fire maskinene. De holdt en stø kurs på rundt 356 grader (COG⁵) og en jevn hastighet på 16–17 knop.

Den 29. november kl. 0830 utførte de en endring av ballastering for å unngå slagside mot styrbord på grunn av vinden. Det ble flyttet 47,2 m³ fra styrbord ballasttank nr. 34 til babord ballasttank nr.

⁴ Estimated time of arrival.

⁵ Course Over Ground.

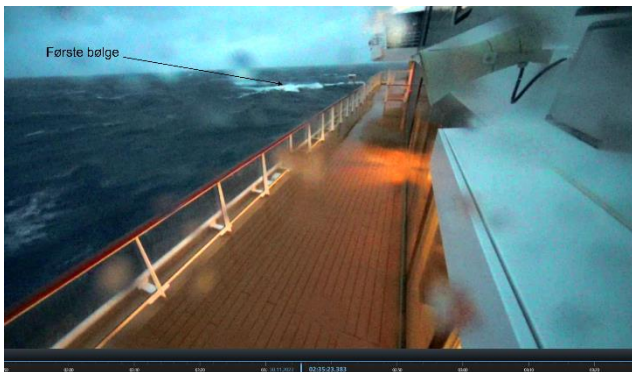
33. I tillegg ble det justert for forlig trim kl. 0920 og kl. 1020 ved å tømme de akterste ballasttankene nr. 44 og 43 for henholdsvis 65,1 m³ og 80,2 m³.

Senere den 29. november litt før kl. 2000 kom andrestyrmann på vakt. På denne brovakta (kl. 2000–2400) var også to tredjestyrmenn, hvorav en junioroffiser, og en matros som utkikk. Broteamet sjekket værmeldingen slik de pleide å gjøre hver time. De så fra værmeldingen at vinden var økende og det ble målt vindkast opp mot 75 knop. Fartøyet holdt på dette tidspunktet fortsatt stø kurs nordover (rundt 354° COG) med en fart på ca. 16 knop.

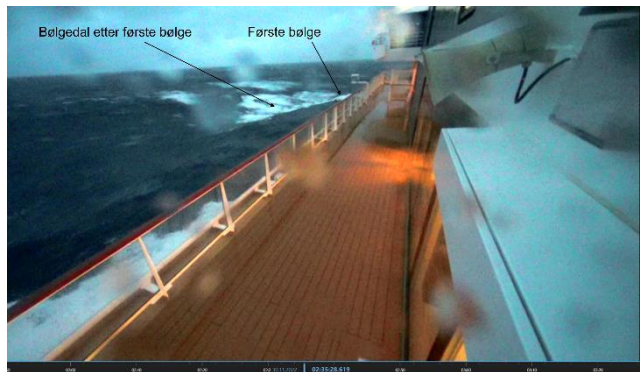
Fartøyet hadde rundt 1 grad slagside mot styrbord på grunn av den sterke vinden fra vest, og det ble derfor gjennomført en ny ballastering kl. 2044 ved å flytte 56,7 m³ fra styrbord ballasttank nr. 18 til babord ballasttank nr. 17.

Det var lite bevegelser i fartøyet selv om været økte på da de nærmet seg Kapp Horn på kvelden den 29. november. Brobesetningen observerte at bølgene kom mer fra samme retning sammenliknet med tidligere på seilasen, men fartøyet lå stabilt i sjøen med lite rulling. Kapteinen og staff captain gikk innom broa ca. kl. 2022 på kvelden for å sjekke med offiserene om alt gikk etter planen. De merket at fartøyet løftet seg noe med bølgene, men det var ingen slag mot skutesiden eller noen bekymringer knyttet til bevegelsene i fartøyet. Deretter forlot kapteinen broa og gikk ned i områdene hvor passasjerene oppholdt seg for å se om alt var i orden der også. I halvtimen før ulykken var det flere ganger sjøsprøyt slo opp på broa. Kapteinen kom tilbake på broa igjen 2230 for å se på værforholdene.

Ca. kl. 2235 ble skipet truffet av en kraftig bølge på babord side. Figur 6 til figur 11 viser hvordan bølgen treffer skutesiden, sett fra kameraer på dekk 5 på babord side.



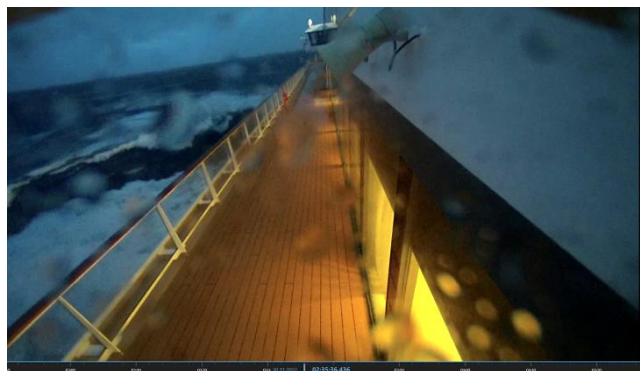
Figur 6: Første bølge kl. 22:35:23. Kilde: CCTV



Figur 7: Første bølge treffer skuteside og hvitt skum sees i etterfølgende bølgedal kl. 22:35:28. Kilde: CCTV



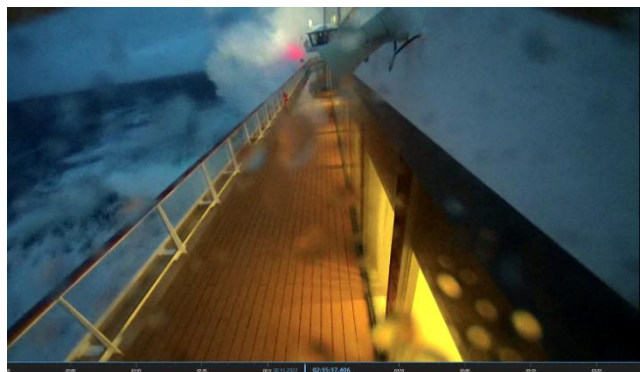
Figur 8: Andre bølge nær skuteside kl. 22:35:34. Kilde: CCTV



Figur 9: Andre bølge kommer mot skutesiden kl. 22:35:36. Kilde: CCTV



Figur 10: Bølgen treffer skutesiden kl. 22:35:37. Sett fra forre kamera dekk 5. Kilde: CCTV



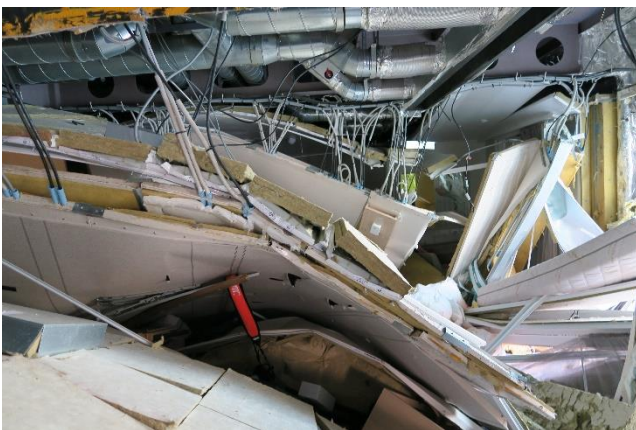
Figur 11: Bølgen treffer skutesiden kl. 22:35:37. Sett fra kamera lenger akter dekk 5. Kilde: CCTV

Fartøyet hadde rett før ulykken en kurs på 344 grader (COG var 353 grader) og en hastighet på 16,7 knop. Brobesetningen opplevde dette som et kraftig smell i skutesiden og et kort øyeblikk så de ingenting ut av brovindueene på grunn av bølgen som skylte opp langs fartøyet. Gjenstander falt ned på dørken og skipet vibrerte en kort stund etter at bølgen traff. Flere av passasjerene og besetningen måtte holde seg fast og noen falt ned fra stolen de satt på. Kort tid etter gikk en alarm om at røykvarslere var koblet ut på dekk 2 og fartøyets staff captain ankom broa. Staff captain ble deretter beordret ned til dekk 2 for å få en oversikt og ankom området ca. kl. 2238. Et annet besetningsmedlem var da allerede ankommet. Staff captain ringte broa og informerte om vanninntrengning og at de måtte endre kurs umiddelbart for å få været inn aktenfra. Beskjeden ble videreformidlet til kapteinen av brobesetningen. Fra broa kunne de se på CCTV at det kom vann ut i korridoren på 2. dekk, at det blåste kraftig og at noen av passasjerene begynte å komme ut av lugarene.



Figur 12: Knuste vinduer i lugarer på dekk 2 om bord Viking Polaris etter ankomst Ushuaia. Foto: SHK

Passasjerene som kom ut av det skadede området etter hendelsen ble raskt tatt hånd om av besetningsmedlemmene som var ankommet. Staff captain startet systematisk å søke gjennom alle lugarene på dekk 2 i det skadede området. Det ble raskt konstatert og informert opp til broa og kapteinen at det var betydelige skader, se figur 13 og figur 14.



Figur 13: Fra lugarområdet, som viser hvordan skillevegger, dekk og inventar har blitt skadet. Foto: SHK



Figur 14: Knuste vinduer i lugar 2016 og 2014. Foto: SHK

Kl. 2240 annonserte kapteinen kode Delta⁶ (damage) på dekk 2 i brannsonen 2 på babord side. Besetningen gikk derfor til sine posisjoner i henhold til denne beredskapskoden. Kapteinen beordret samtidig å endre kurs for å beskytte den skadede seksjonen på babord side mot været og la kursen mer mot nord-øst (50–60° COG).

⁶ Kode for varsling av besetningen om vanninntrengning eller grunnstøting.

Etter hvert som flere personer kom ut fra det skadde området fikk de mer oversikt over skadeomfanget, og legehjelp om bord ble tilkalt, da flere av passasjerene hadde fått skader. Kl. 2247 ble det annonsert over PA-anlegget til alle om bord at det var vanninntrengning og det var knuste vinduer fremme på dekk 2 og 3 på babord side. Staff captain og kapteinen ble enige om ikke å utløse generalalarmen og mønstre passasjerene, siden skaden var i et begrenset område og at de mente å ha kontroll på situasjonen. Det ble senere bekreftet at det ikke var knuste vinduer på dekk 3. Ett minutt senere ble det gitt beskjed om at alle gjester skulle bli værende på sine respektive lugarer, unntatt passasjerer i det skadde området som ble bedt om å gå til dekk A midtskips.

Kl. 2253 beordret kapteinen reduksjon av hastigheten fra ca. 15 knop til 10 knop. Kl. 2257 ringte kapteinen driftsselskapets nødnummer og informerte om hendelsen. Kl. 2305 informerte staff captain om at alle lugarene fra nr. 2000 til 2016 var klarert. Det ble bekreftet at en av passasjerene var funnet omkommet i lugar nr. 2020. Vedkommende ble funnet på dørken under skillevegger, himling og inventar som hadde blitt kastet rundt av bølgen. Kl. 2314 ble det gjort en ny annonsering over PA til gjestene om at flere vinduer hadde knust på dekk 2, men at situasjonen nå var under kontroll.

Omtrent samtidig ble det bekreftet av medisinsk personell om bord at tre personer hadde fått mindre fysiske skader og en hadde fått ryggskade og hypotermi, men var stabil. De skadde personene ble umiddelbart tatt hånd om av medisinsk personell. Ca. kl. 2324 ble den omkomne brakt ut av lugar nr. 2020, og det ble beordret om å få redegjort for alle gjester om bord. Kl. 2352 ble det rapportert at alle gjester var gjort rede for.

Kl. 2400 ble et annet fartøy som befant seg ca. 25 n mil nord for Viking Polaris kontaktet for å høre om værforholdene i området. Det ble meldt tilbake om 25 knops nordvestlig vind og 4 m dønninger. Kursen ble deretter satt til 40° og kapteinen beordret at det skadede området ble overvåket inntil de ankom beskyttet farvann.

Ca. kl. 1100 den 30. november ankom Viking Polaris Ushuaia. Figur 15 viser AIS-spor for Viking Polaris fra fartøyet forlot Antarktis til det ankom Ushuaia.



Figur 15: AIS-spor for Viking Polaris fra avgang sør for øya Anvers 28. november til ankomst Ushuaia 30. november 2022. Kart: Kystverket AIS

1.2 Personskader

En person fikk alvorlige bruddskader i begge beina, og en falt i vannet og fikk lettere skader etter hendelsen om bord i Zodiac-en den 28. november 2022.

En person omkom som følge av skader som oppstod i forbindelse med at bølgen slo inn i lugarområdet på Viking Polaris 29. november 2022. Basert på pasientoversikten etter ulykken fikk åtte personer i det samme lugarområde skader som følge av at bølgen som slo inn.

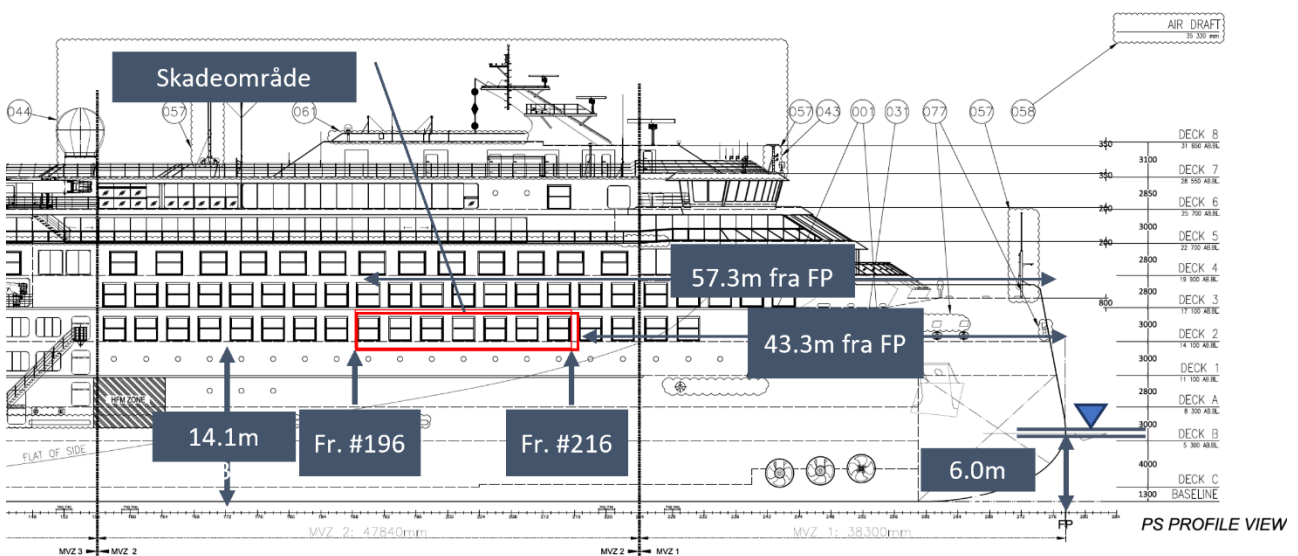
1.3 Skader på fartøy og materiell

1.3.1 VINDUER OG INNFESTING

Etter at fartøyet ble truffet av bølgen ble syv lugarvinduer på babord side på dekk 2 knust. Det første ødelagte vinduet var det femte vinduet på babord side dekk 2, se figur 16 og figur 17. Det var ingen observerte skader på skrogplaten rett på undersiden av vinduene. Det har i ettertid også fremkommet informasjon om vanninntrengning i to lugarer på 3 dekk. Disse vinduene ble byttet ut, sammen med totalt 9 vinduer på dekk 2 i forbindelse med reparasjonsarbeidet.



Figur 16: Skadde vinduer i lugarer vist i rødt. Foto: SHK



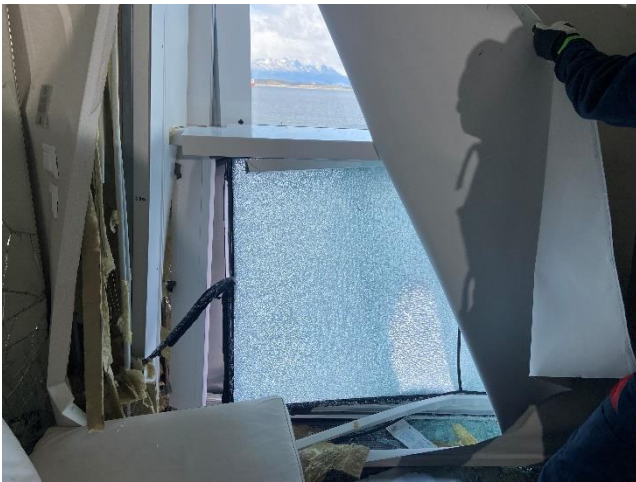
Figur 17: Illustrasjon av skadeområde. Tegningen er av styrbord side, men fartøyet har tilsvarende arrangement på babord side der skadene inntraff. Teknisk tegning: Verft, tekstbokser: konsulenten

Figur 18 viser nærbilde av de skadde vinduene. Flere av lugarene med knuste vinduer hadde skader på karmene som var trykket inn mot lugarene, hovedsakelig i hjørnet nede i akterkant. Fire av de syv lugarvinduene hadde knust både øvre og nedre vindu, mens tre av lugarene hadde det øverste vinduet intakt.



Figur 18: Skader på karmen og vinduer i skadeområdet på dekk 2. Foto: SHK

Figur 19 til figur 31 viser skader på karm og vindu i de syv lugarene.



Figur 19: Skader på vindu og karm i lugar 2008.
Foto: SHK



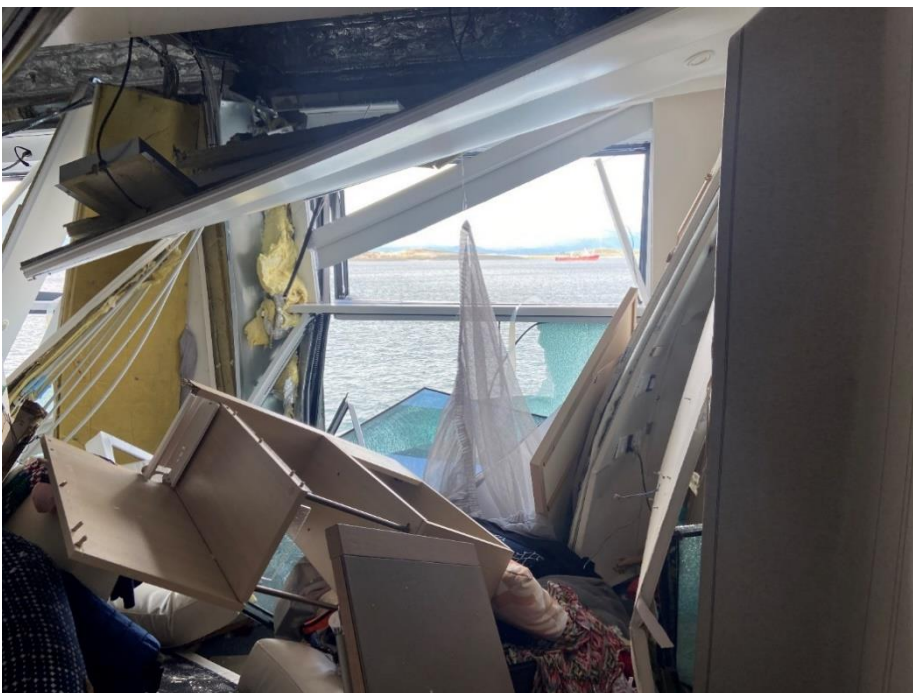
Figur 20: Skader på vindu og karm i lugar 2008.
Foto: SHK



Figur 21: Skader på vindu og karm i lugar 2010.
Foto: SHK



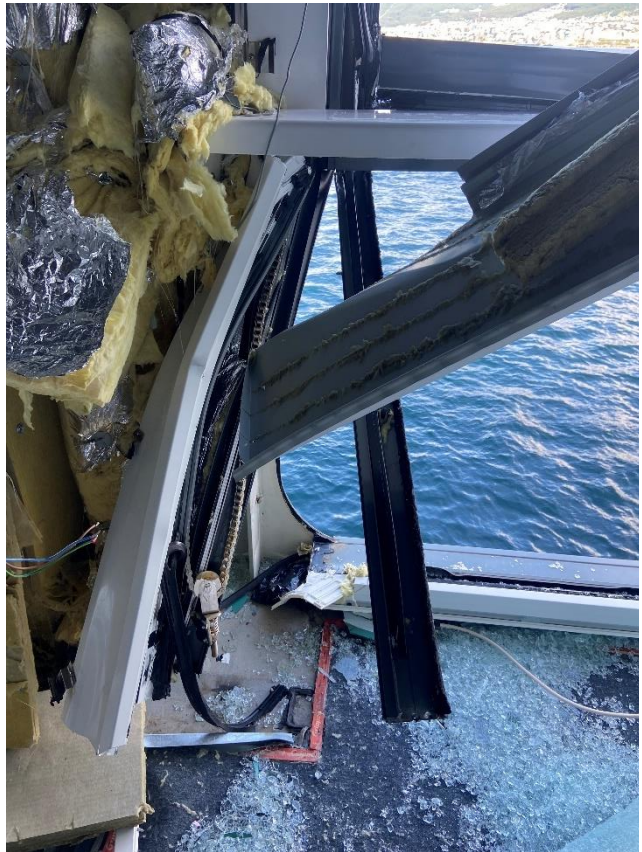
Figur 22: Skader på vindu og karm i lugar 2010.
Foto: SHK



Figur 23: Skader på vindu, karm og lugar 2012. Foto: SHK



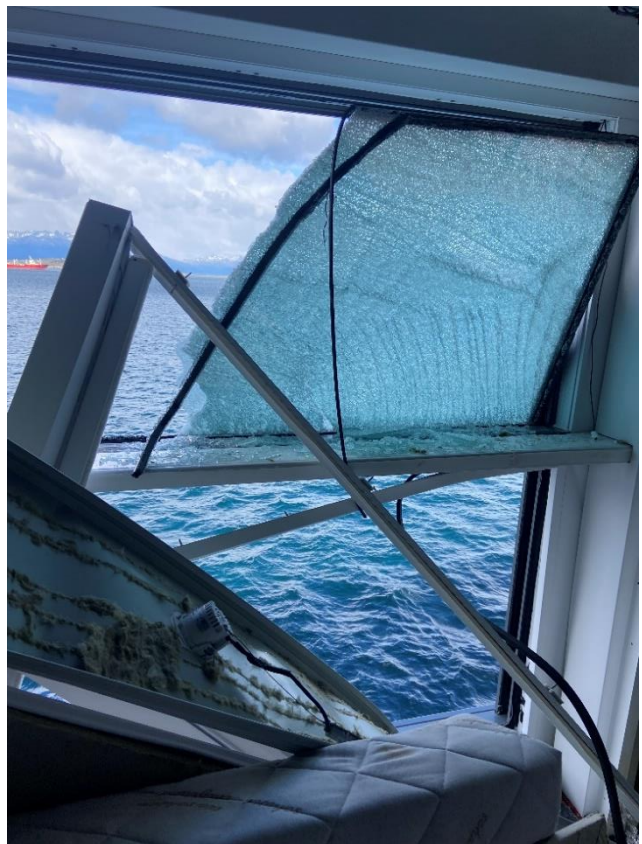
Figur 24: Skade på vindu i lugar 2014. Foto: SHK



Figur 25: Skadet karm i lugar 2014. Foto: SHK



Figur 26: Knust vindu i lugar 2016. Foto: SHK



Figur 27: Knust vindu i lugar 2016. Foto: SHK



Figur 28: Skade på vindu i lugar 2018. Foto: SHK



Figur 29: Karm i lugar 2018. Foto: SHK



Figur 30: Skade på karm og vindu i lugar 2020.
Foto: SHK



Figur 31: Skade på øvre karm i lugar 2020. Foto: SHK

Det var innmeldt problemer med utette pakninger på enkelte av vinduene på dekk 2, som førte til en ulyd når det var mye vind. Dette gjaldt ikke de skadede vinduene, og er derfor ikke undersøkt videre.

1.3.2 LUGARER OG KORRIDOR

Inne i lugarområdet var det store skader. Skadene fra sjøen som kom inn gjennom de knuste vinduene ga store skader fra lugar 2008 og akterover til lugar 2022, i alt 8 lugarer. Himling, inventar og vegger var revet løs og det var åpent mellom flere av lugarene. Figur 32 og figur 33 viser skader i lugar 2010 og 2012.

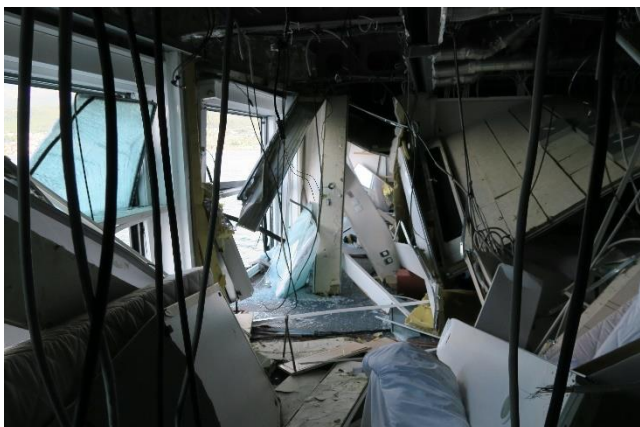


Figur 32: Skader i lugar 2010. Foto: SHK

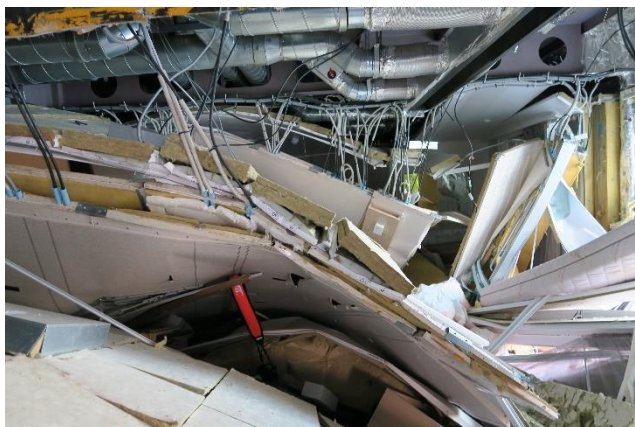


Figur 33: Skader i lugar 2012. Foto: SHK

Figur 34 og figur 35 viser skadeområdet inne i lugarområdet hvor det var størst skader. Her hadde himling falt ned og vegger mellom lugarene blitt revet opp og trykket akterover.



Figur 34: Foto tatt fra lugar 2018 hvor man ser skader innover i lugar 2016, 2014 og 2012. Foto: SHK



Figur 35: Foto tatt fra skadd lugarområde som viser hvordan himling og vegger er revet løs og trykket sammen. Foto: SHK

Figur 36 og figur 37 viser skader i korridoren på 2 dekk på babord side.



Figur 36: Skader i korridor, sett fra lugar 2010 og 2012 på dekk 2 og akterover. Foto: SHK



Figur 37: Skader i korridor og himling. Sett forut. Foto: SHK

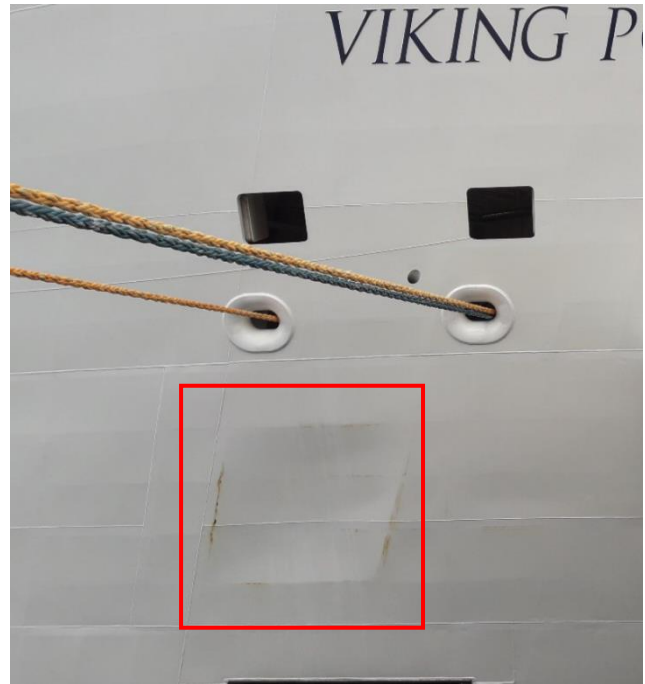
Luftrykket fra bølgen har gått opp via himlingen og presset korridorveggen på motsatt side av lugarene ut.

1.3.3 SKADE PÅ SKROGET

I etterkant av hendelsen har det blitt observert en bulke i baugen på babord side. Denne var der også rett etter ulykken, men ettersom tiden har gått har det oppstått rustdannelser i kantene av bulken, se figur 38 og figur 39. Det kan ikke bekreftes om bulken har oppstått i forbindelse med bølgen som forårsaket ulykken. Kort tid etter ulykken var bulken der uten rustdannelse, og noen måneder etter var det rustdannelser.



Figur 38: Bulk på babord side i baugen markert med rød firkant, fotografert 05.12.22. Foto: SHK



Figur 39: Bulk på babord side i baugen markert med rød firkant, fotografert 25.02.23. Foto: Driftsselskapet

Havarikommisjonen har forsøkt å samle inn dokumentasjon for å få bekreftet tidsrommet denne bulken oppstod. Basert på rustdannelser i etterkant av ulykken er det stor sannsynlighet for at denne bulken kom på ulykkesdagen, men det har ikke lyktes å bekrefte dette. Dette temaet vil derfor ikke bli videre behandlet i analysen.

1.3.4 SKADE PÅ ZODIAC

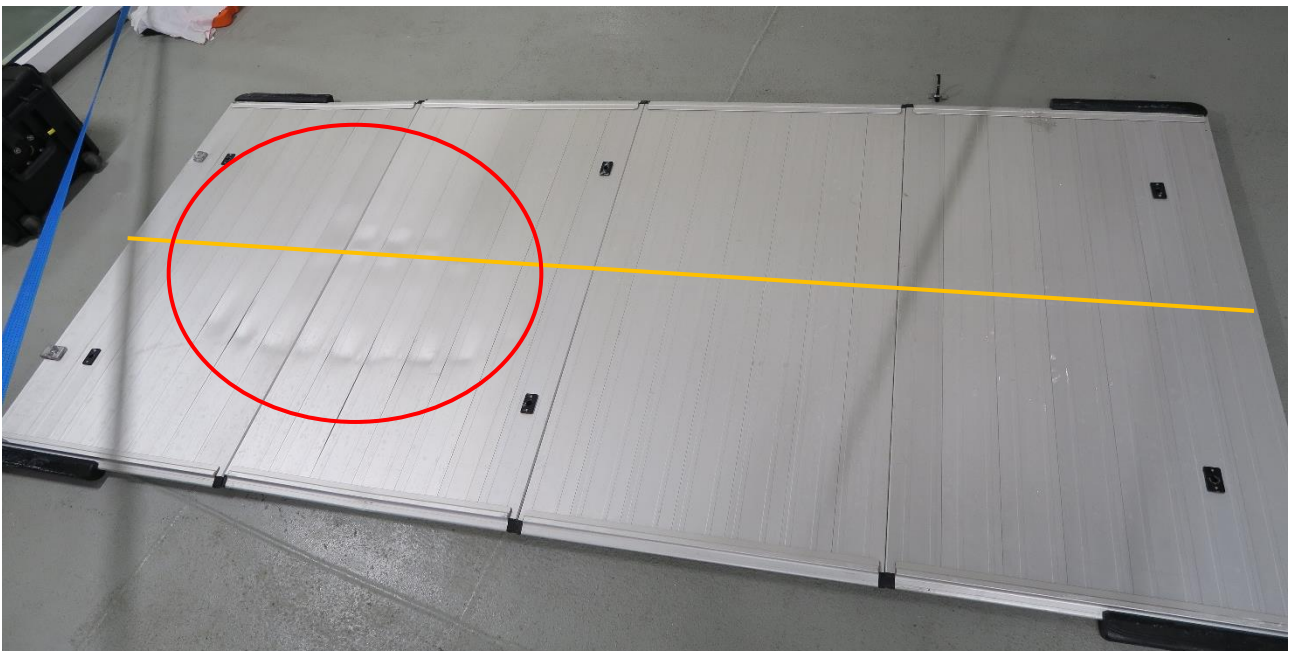
Hendelsen om bord i Zodiac-en oppstod som følge av en form for eksplosjon under dørken. Det var tydelige bulker på dørkplatene som var av aluminium. For å se nærmere på skadeområdet ble dørkplatene fjernet. Senterkjølen som lå under platene var tydelig revnet, se figur 40. Senterkjølen ble målt til 450 cm og revnen ble målt til 187 cm. Det ble ikke funnet noen større fremmedlegemer i bunn av kjølen, men det ble observert noe sand.

Figur 40 viser demonteringen av Zodiac-en og senterkjølen liggende ved siden av, plassert riktig langs skips tilsvarende sånn det var om bord. Borrelåsen som ses på toppen av senterkjølen, var festet ned mot kjølen.



Figur 40: Senterkjølen liggende opp ned ved siden av Zodiac-en. Foto: SHK

Dørkplatene ble montert sammen igjen og lagt med undersiden opp. Der var det tydelige bulker i platene foran på styrbord side, i tillegg til noen mindre bulker der kjølen hadde ligget, se rød ring i figur 41.



Figur 41: Dørkplatene lagt med undersiden opp. Der var det bulker (rød ring) som har oppstått i forbindelse med hendelsen. Oransje strek illustrerer der senterkjølen lå. Foto: SHK

Senterkjølen ble lagt oppå dørkplatene slik den skulle ligge, og da man brettet ut den revnede delen av senterkjølen fulgte den bulkene i ytterkant, se figur 42.



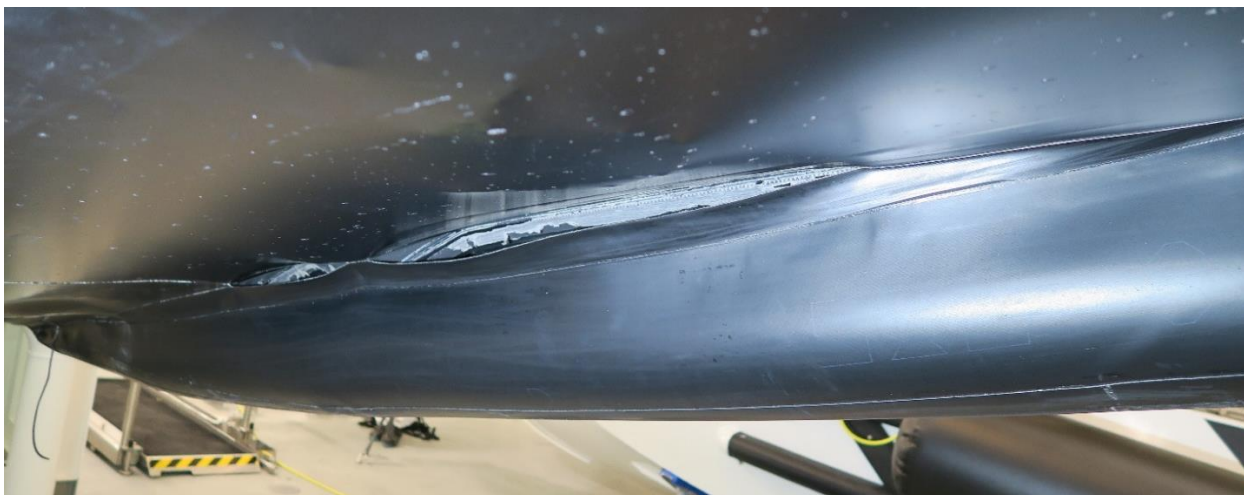
Figur 42: Senterkjølen strukket ut på dørken slik den lå i forbindelse med hendelsen. Foto: SHK

Dørkplatene som var i det skadede området var bøyd opp av den eksplosjonsartede hendelsen, se tverrsnitt av en skadet dørkplate i figur 43.



Figur 43: Dørkplatene i det skadede området var bøyd. Foto: SHK

I forbindelse med undersøkelsene ble det også observert limslippskader i begge futurapontongene som var plassert på hver sin side under Zodiac-en, se figur 44.



Figur 44: Limslippskader i futurapontongen. Foto: SHK

1.4 Vær og sjøforhold

1.4.1 GENERELT

Fartøyet benyttet værtjenester fra nettsiden Windy.com, NAVTOR og WeatherTrack for både værmelding og overvåkning av været underveis i seilasen.

1.4.2 VÆR OG SJØFORHOLD ULYKKESDAGEN

1.4.2.1 Værmelding

Det ble benyttet ulike værmeldingstjenester om bord for å få informasjon om forventede værforhold. Det kom ikke klart frem fra de ulike værmeldingstjenestene hva slags bølgeperiodeparameter som er angitt i værmeldingen, dvs. om det er Tp^7 eller Tz^8 . I følge det norske forskningsinstituttet Norce som leverer bølgevarsler benyttes normalt sett Tp , men også Tz kan benyttes.

NAVTOR

Fra værmeldingstjenesten NAVTOR var det meldt økende sjøforhold mot kvelden den 29. november på seilingsruten fra Damoy i Antarktis til Ushuaia. Værmeldingen med estimert tid for avgang (ETD) kl. 1800 (UTC) viste at ved ulykkestidspunktet kl. 2230 den 29. november var det meldt følgende:

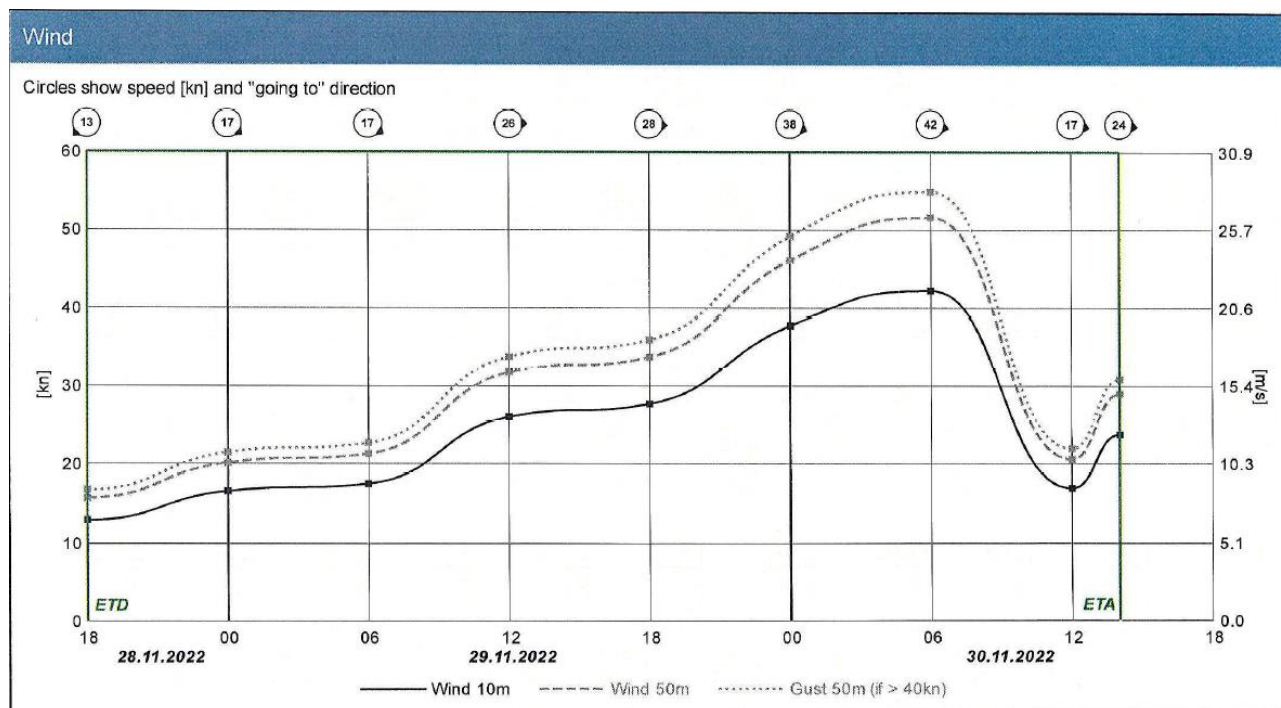
- Vindhastighet (10 m) på 40 knop (fra vest, nordvest).
- Vindkast ~52 knop.
- Signifikant bølgehøyde (H_s)⁹ på ~6 m med perioder på 11 sekunder.
- Max bølgehøyde ~10 m.
- Dønninger på ~5 m med bølgeperioder på 11 sekunder.

⁷ Topp-perioden. Bølgeperioden som assosieres med bølgen med mest energi i det totale bølgespekteret ved et spesielt punkt.

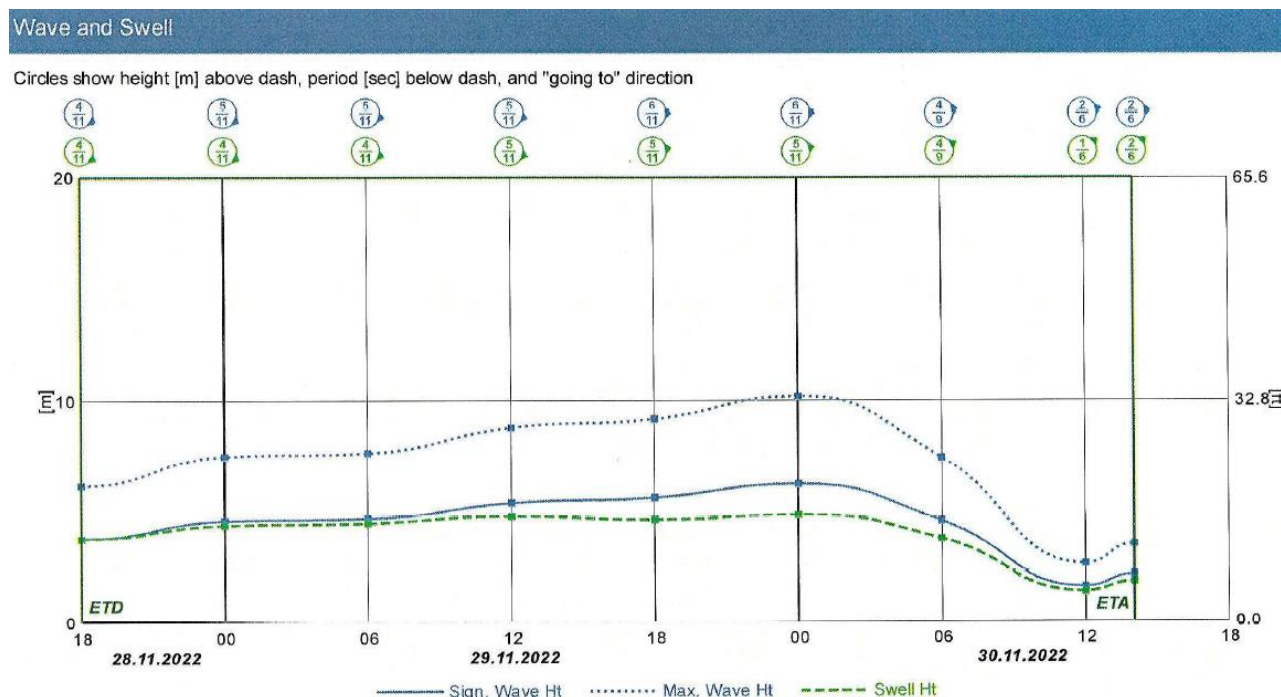
⁸ Gjennomsnittsbølgeperioden.

⁹ Gjennomsnittshøyde av de 1/3 største bølgene. Den maksimale bølgehøyde kan bli mye større enn dette.

Værmeldingen fra NAVTOR for seilingsruten Damoy til Ushuaia for 28. november til ETD¹⁰ kl. 1800 (UTC) til ETA¹¹ kl. 30. november ca. kl. 1400 er vist i figur 45 og figur 46.



Figur 45: Værmelding fra NAVTOR – vindhastighet og retning. Kilde: Driftsselskapet



Figur 46: Værmelding fra NAVTOR – bølger og dønninger. Kilde: Driftsselskapet

Windy

Værmeldingen fra hjemmesiden Windy tatt ut om morgenen 29. november kl. 0549 (lokal tid) midt i Drakestredet, viste ca. det samme som værmeldingen fra NAVTOR med vindretning fra nordvest,

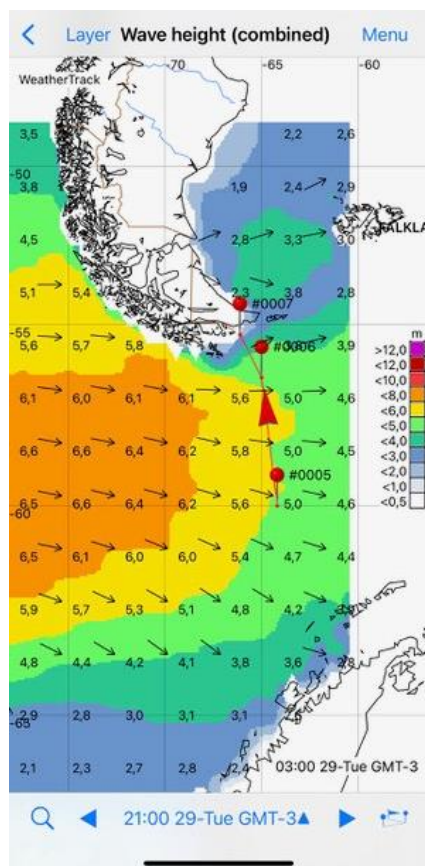
¹⁰ ETD – Estimated time of departure.

¹¹ ETA – Estimated time of arrival.

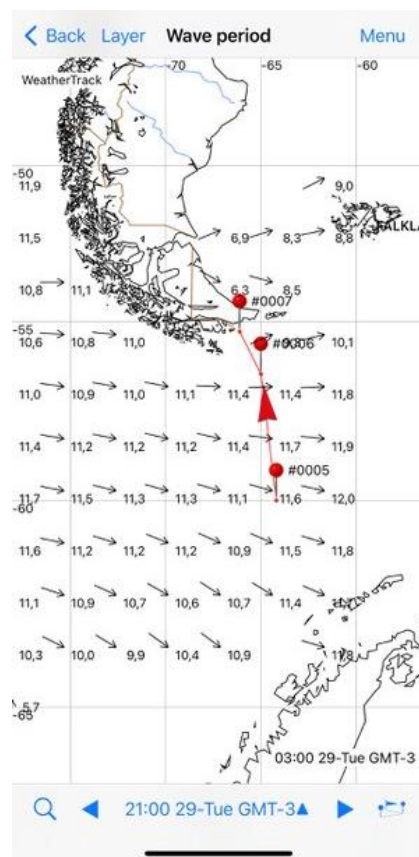
og vindhastighet og vindkast på henholdsvis 35 og 50 knop. Temperaturen lå på 2 °C, med noe regn (~1 mm) i lufta.

WeatherTrack

Fra værmeldingsappen ble det også meldt om bølgehøyder opp mot 6 m og bølgeperioder på ~11 sekunder, noe som også stemte med både værmeldingen i NAVTOR og Windy, se figur 47 og figur 48.



Figur 47: Bølgehøyde fra værapp kl. 2100 29.11.2022 LT. Kilde: Driftsselskapet



Figur 48: Bølgeperiode fra værapp kl. 2100 29.11.2022 LT. Kilde: Driftsselskapet

1.4.2.2 Observert vær om bord

Tabell 1 angir observasjoner fra dekkdagboken i timene før ulykken og ved selve ulykken.

Tabell 1: Vindretning, vindstyrke og sjøtilstand tatt fra dekkdagbok i timene før ulykken. Kilde: Viking Polaris

| Skipets tid | Vindretning (fra) | Vindstyrke | Sjøtilstand |
|-------------|-------------------|--------------------------|--------------------|
| 1800 | Vest | Beaufort 9, liten storm | 6, Veldig røff sjø |
| 1900 | Vest | Beaufort 10, full storm | 7, Opprørt hav |
| 2000 | Vest | Beaufort 10, full storm | 7, Opprørt hav |
| 2100 | Vest | Beaufort 10, full storm | 7, Opprørt hav |
| 2200 | Vest | Beaufort 11, sterk storm | 7, Opprørt hav |
| 2300 | Vest | Beaufort 11, sterk storm | 7, Opprørt hav |

I de siste fem minuttene før ulykken ble det målt vindhastigheter og vindkast om bord fartøyet på 27–39 m/s (53–76 knop). Figur 49 viser koder i dekksgdagboken med tilhørende verdier for vindstyrke og sjøtilstand. Besetningen hadde erfaring med at vinden kunne bli noe verre enn det som var meldt, og at været kunne endre seg raskt.

| WIND FORCE | | | | | |
|----------------|-----------------|----------|-------------|-----------------|--------|
| Beaufort scale | | Velocity | | Height of waves | |
| Symbol | Name | Knots | m/sec. | Average | Max. |
| 0 | Calm | 0 - 1 | 0 - 0,2 | - | - |
| 1 | Light Air | 1 - 3 | 0,3 - 1,5 | 0,1 m | 0,1 m |
| 2 | Light Breeze | 4 - 6 | 1,6 - 3,3 | 0,2 m | 0,3 m |
| 3 | Gentle Breeze | 7 - 10 | 3,4 - 5,4 | 0,6 m | 1,0 m |
| 4 | Moderate Breeze | 11 - 16 | 5,5 - 7,9 | 1,0 m | 1,5 m |
| 5 | Fresh Breeze | 17 - 21 | 8,0 - 10,7 | 2,0 m | 2,5 m |
| 6 | Strong Breeze | 22 - 27 | 10,8 - 13,8 | 3,0 m | 4,0 m |
| 7 | Near Gale | 28 - 33 | 13,9 - 17,1 | 4,0 m | 5,5 m |
| 8 | Gale | 34 - 40 | 17,2 - 20,7 | 5,5 m | 7,5 m |
| 9 | Strong Gale | 41 - 47 | 20,8 - 24,4 | 7,0 m | 10,0 m |
| 10 | Storm | 48 - 55 | 24,5 - 28,4 | 9,0 m | 12,5 m |
| 11 | Violent Storm | 56 - 63 | 28,5 - 32,6 | 11,5 m | 16,0 m |
| 12 | Hurricane | 64 → | 32,7 → | 14,0 m | - |

| SEA CONDITION | | |
|---------------|-------------------|------------------|
| Symbol | Name | Height in meters |
| 0 | Calm (glassy) | 0 |
| 1 | Calm (rippled) | 0 - 0,10 |
| 2 | Smooth (wavelets) | 0,10 - 0,50 |
| 3 | Slight | 0,50 - 1,25 |
| 4 | Moderate | 1,25 - 2,50 |
| 5 | Rough | 2,50 - 4,00 |
| 6 | Very rough | 4,00 - 6,00 |
| 7 | High | 6,00 - 9,00 |
| 8 | Very high | 9,00 - 14,00 |
| 9 | Phenomenal | 14,00 → |

Entries about swell from an other direction than the sea shall be made in rubric 24.

Figur 49: Koder fra dekksgdagboken med tilhørende verdier for vindstyrke og sjøtilstand. Kilde: Dekksgdagbok

Brobetningen har i ettertid anslått at bølgehøyden til ulykkesbølgen var omkring 12–14 m.

1.5 Farvannsbeskrivelse

1.5.1 GENERELT

Drakestredet er farvannet som skiller Ildlandet med Kapp Horn, den sørligste spissen av Sør-Amerika, fra Antarktishalvøya og som forbinder det sørlige Stillehavet og Sør-Atlanterhavet.

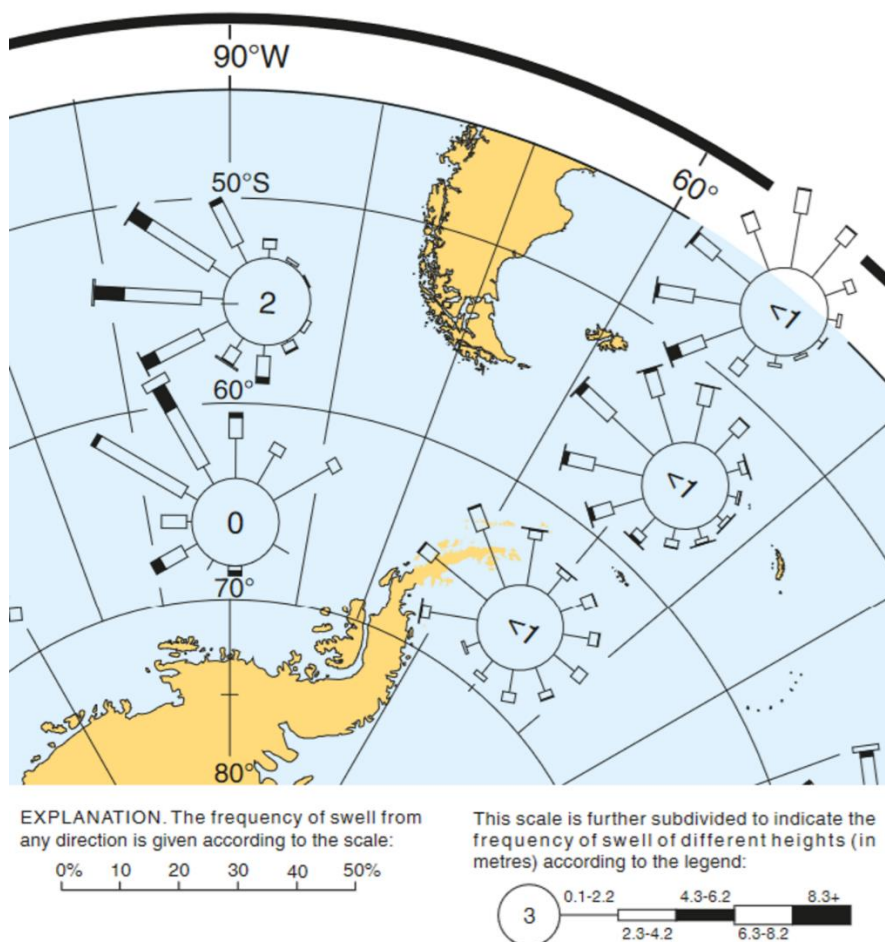
1.5.2 VIND OG SJØFORHOLD

1.5.2.1 Sjøforhold

I henhold til Admiralty Sailing Directions, Antarctic Pilot¹² blir bølgene i området dannet av vind og sjøforhold gjennom året, og har likhetstrekk med sjøforholdene i Nord-Atlanteren på vinteren. De verste forholdene finner man mellom 45 grader S og 60 grader S. Sørishavet er et stormfullt område og sannsynligheten for unormalt store bølger er til stede. Når bølgene beveger seg over og inn mot grunnere farvann som ved Drakestredet, vil bølgene bremses ned og bli brattere.

Bølgedata for dette området er svært begrenset. Bølgeretning for majoriteten av sjøtilstandene mellom Antarktis og Kapp Horn er mellom SW og NW, se figur 50 for forventet bølgefordeling i januar. Bølgeretningen er mot senter av sirkelen og tallet indikerer prosentvis rolig sjø, som i området er mellom 0 og 2 prosent. Om vi ser på høyden av bølgene vest av Kapp Horn ser vi at de hovedsakelig ligger mellom 2,3 og 6,2 meter.

¹² Admiralty Sailing Directions, Antarctic Pilot, Comprising the Coast of Antarctica and all Islands south of the usual route of vessel, ninth edition 2019.



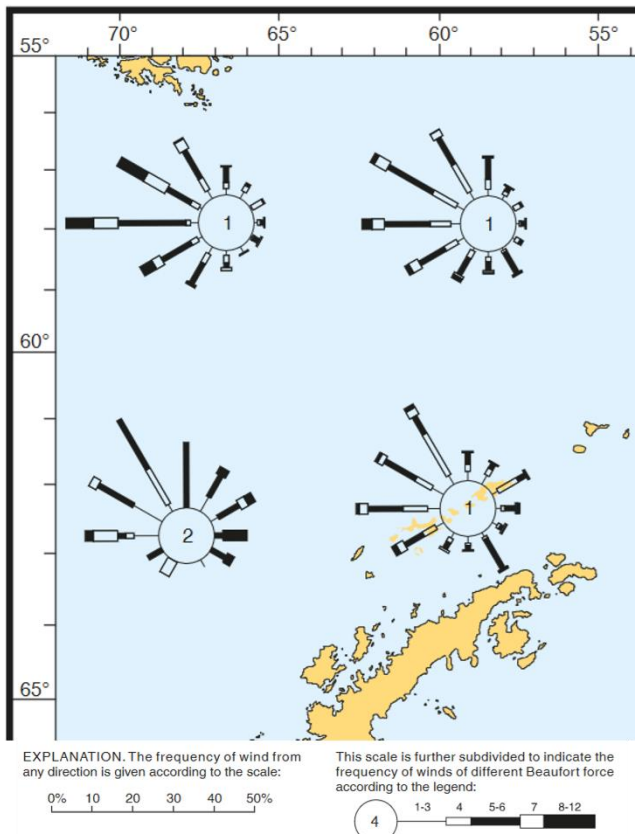
Figur 50: Bølgefordelingskart som beskriver fordelingen av bølgeretning og høyde mellom Antartis og Kapp Horn. Illustrasjon: Admiralty

1.5.2.2 Vindforhold

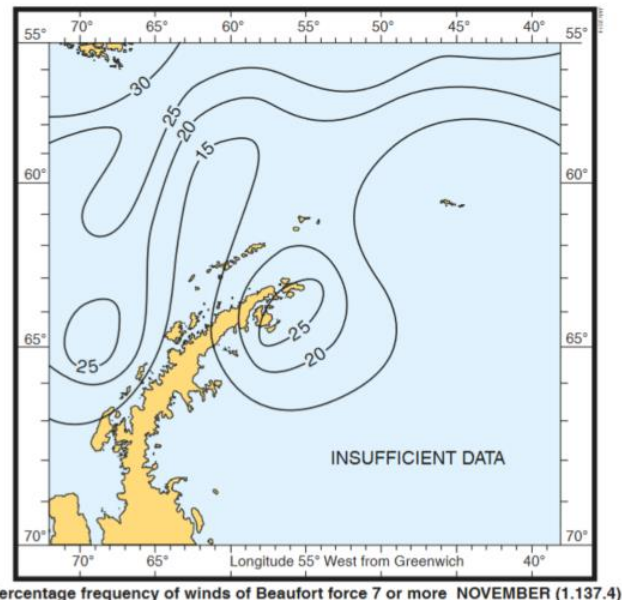
Vindretningen mellom Antarktis og Kapp Horn på sommeren er hovedsakelig fra mellom SW og NW, se figur 51 for fordelingen av forventet vindstyrke i november. Vindretningen er mot senter av sirkelen og tallet indikerer prosentvis når det er stille, noe som betyr 1–2 prosent. Om vi ser på vindstyrken rett sør for Kapp Horn, ser vi at den hovedsakelig ligger mellom 5 og 12 på Beaufortskalaen.

Figur 52 illustrerer hvor stor del av tiden som har Beaufort 7¹³ eller mer i november. I området der ulykken skjedde er det forventet å være 25–30 % av tiden. Det står videre at informasjonen må behandles med forsiktighet da det er begrenset data tilgjengelig og det er sannsynlig at værforholdene er verre en illustrert.

¹³ Stiv kuling, 28–33 knops vind, sjøen hopper seg opp, og hvitt skum fra bølgetopper som brekker begynner å blåse i strimer i vindretningen.



Figur 51: Vindstyrkefordelingskart som beskriver fordelingen av vindretning og styrke mellom Antarktis og Kapp Horn i november. Illustrasjon: Admiralty



Figur 52: Prosentvis forekomst av vindstyrke på Beaufort 7 eller høyere mellom Antarktis og Kapp Horn i november. Illustrasjon: Admiralty

I følge Admiralty er stormer hyppig i Drakestredet, spesielt de fra vest, og sikten kan være dårlig.

1.5.2.3 Vindens påvirkning på sjøen

Vind vil påvirke sjøens karakteristikk og hvordan bølgemønster opparbeides. Tabell 2 viser vindens påvirkning på sjøen i åpent hav og når vinden har blåst lenge nok til at det karakteristiske bølgemønsteret er opparbeidet, det vil si fullt utviklet sjøtilstand.

Tabell 2: Vindens påvirkning på sjøen fra Beaufort 6 og høyere. Kilde: Store norske leksikon/Meteorologisk Institutt

| Beaufort | Betegnelsen | Knop | Vindens påvirkning på sjøen |
|----------|--------------|-------|---|
| 6 | Liten kuling | 22–27 | Store bølger begynner å dannes. Skumskavlene er større overalt. Gjerne noe sjøsprøyt. |
| 7 | Stiv kuling | 28–33 | Sjøen hopper seg opp, og hvitt skum fra bølgetopper som brekker begynner å blåse i strimer i vindretningen. |
| 8 | Sterk kuling | 34–40 | Middels høye bølger av større lengde. Bølgekammene begynner å brytes opp til sjørokk, som driver i tydelig markerte strimer med vinden. |
| 9 | Liten storm | 41–47 | Høye bølger. Tette skumstrimer driver i vindretningen. Sjøen begynner å «rulle». Sjørokket kan minske synsvidden. |
| 10 | Full storm | 48–55 | Meget høye bølger med lange overhengende kammer. Skummet driver med vinden i tette hvite strimer, så sjøen får et hvitaktig utseende. Rullingen blir tung og støtende. Synsvidden nedsettes. |
| 11 | Sterk storm | 56–63 | Ualmennelig høye bølger (små og middelstore skip kan for en tid forsvinne i bølgedalene). Sjøen er fullstendig dekket av lange hvite skumflak som ligger i vindens retning. Overalt blåser bølgekammene til frådelignende skum. |
| 12 | Orkan | >63 | Luften er fylt av skum og sjørokk som nedsetter synsvidden betydelig. Sjøen er fullstendig hvit av drivende skum. |

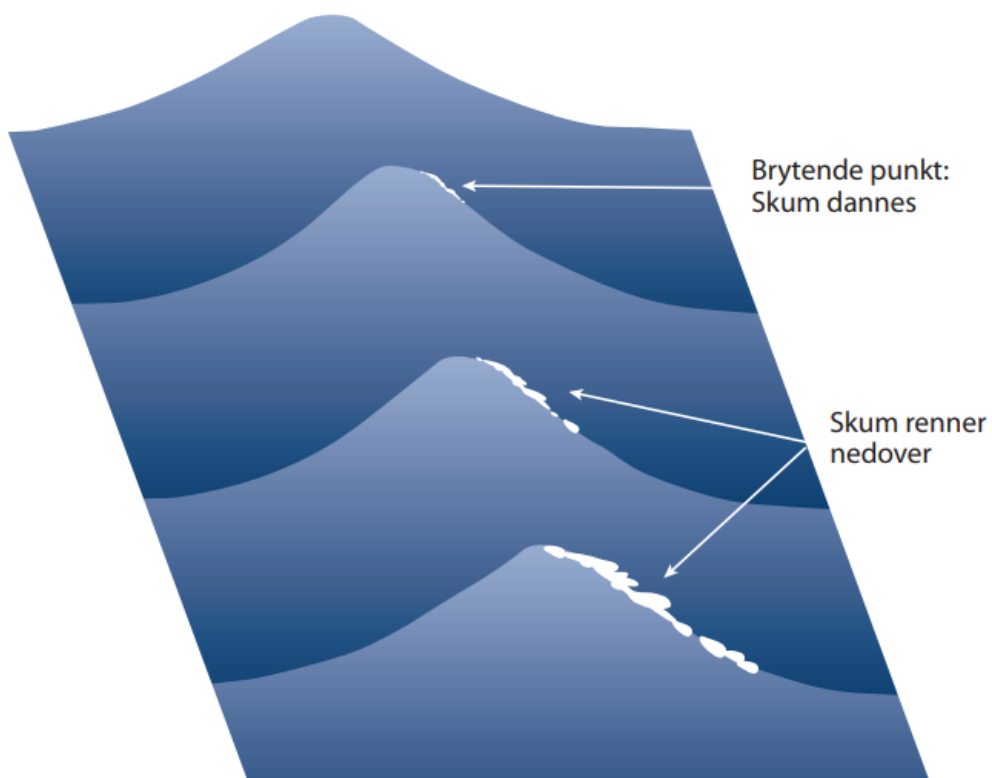
Ved økende vind vil bølgene ta opp energi fra vinden, og bølgestørrelsen og hastigheten vil øke. Bølgeformen vil også endre seg ved at bølgene blir brattere, noe som øker sannsynligheten for at bølgen bryter. Når en bølge bryter vil energiinnholdet i bølgen reduseres og bølgehøyden blir mindre.

Brytende bølger:

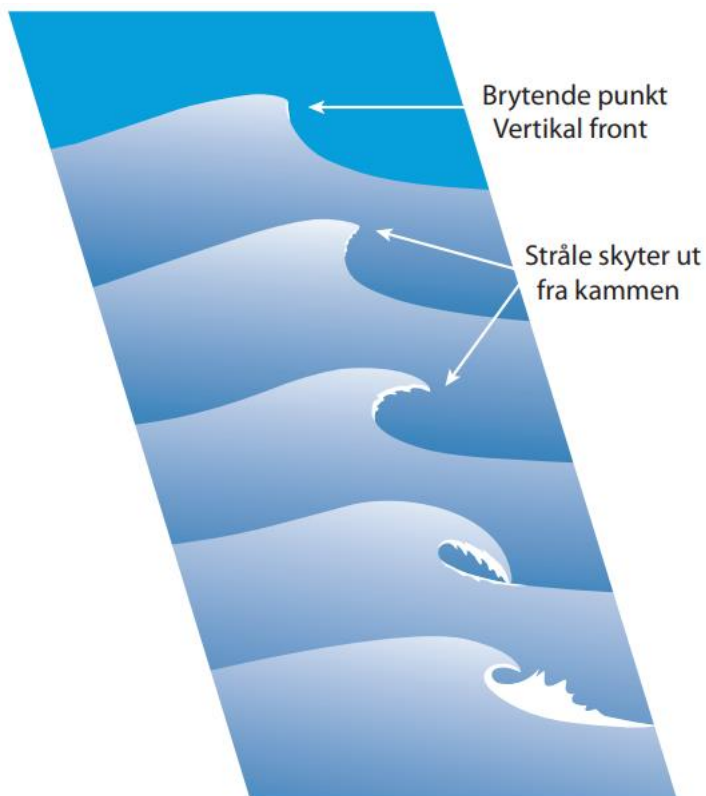
Bølger kan bryte fordi høyden blir for høy i forhold til lengden. Bølgevekst begrenses av bryting. Brytende bølge av type «spilling breaker» karakteriseres ved at skumskavler dannes oppe ved bølgekammen. Skummet renner nedover fronten av bølgen, ikke ulikt et snøskred, se figur 53. Dette er den vanligste type brytende bølger som dannes på dypt vann, men den forekommer også på strender.

En brytende bølge av typen «plunging breaker» karakteriseres med at den er steilere enn en «spilling breaker» og bølgetoppen faller som en definert krøll forover med betydelig energi, se figur 54.

CCTV av den brytende bølgen viste at denne kan karakteriseres som en svakt overhengende bølge (weak plunging breaker), inkludert en del av egenskapene til en «spilling breaker».



Figur 53: Illustrasjon av hvordan en brytende bølge av typen «spilling breaker» dannes: Illustrasjon: Havromsteknologier – Havrommet og havmiljøet NTNU 21.10.2011.

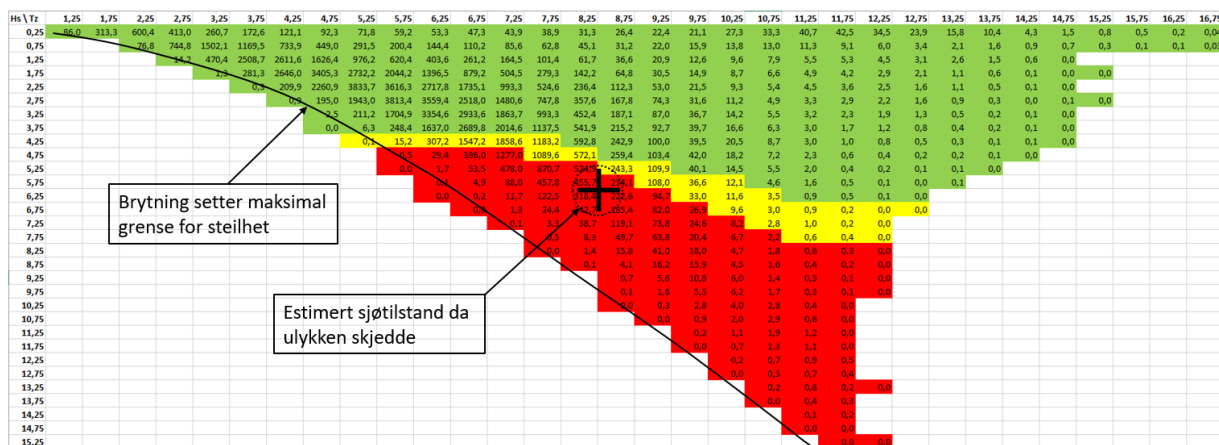


Figur 54: Illustrasjon av hvordan en brytende bølge av typen «plunging breaker» dannes: Illustrasjon: Havromsteknologier – Havrommet og havmiljøet NTNU 21.10.2011.

1.5.2.4 Bølgescatterdiagram

Et bølgescatterdiagram (spredningsplott) er et statistisk diagram for å vise langtidsfordeling av observerte sjøtilstander for et gitt område.

DNV har i etterkant av hendelsen utarbeidet et scatterdiagram for Drakestredet basert på Hindcast¹⁴ data, se figur 55. Diagrammet viser antall sjøtilstander definert med en signifikant bølgehøyde H_s og en bølgeperiode T_z , og danner en kontur.



Figur 55: Scatterdiagram for Drakestredet. Linjen definerer maksimal grense for steilhet og krysset viser meldt sjøtilstand på ulykkestidspunktet. Kilde: DNV

Linjen i scatterdiagrammet definerer maksimal grense for steilet til sjøtilstanden. Bølgene vil ha økende steilhet og sannsynlighet for å bryte når sjøtilstanden har en karakteristikk som nærmer seg denne grensen. Fargene i diagrammet beskriver midlertidige operasjonelle værrestriksjoner som ble innført for Viking Polaris etter ulykken og dette blir nærmere beskrevet i kapittel 1.16.1.

Sjøtilstanden på ulykkestidspunktet var meldt til å være H_s 6 m og T_p 11 s (tilsvarer omtrent T_z 8,5 s), markert med kryss i figur 55.

1.6 Fartøy

1.6.1 GENERELT

Passasjerskipet Viking Polaris er registrert i norsk internasjonalt register (NIS). Fartøyet er designet og bygget for å operere over hele verden, inkludert Arktis og Antarktis om sommeren. Skipet er et ekspedisjonsskip utstyrt for sightseeing og utflukter utenfor skipet. Skipet ble ferdigstilt på veftet i Søviknes utenfor Ålesund og levert den 27. september i 2022, og seilte med kurs mot Ushuaia syd i Argentina. Ifølge veftet var fartøyet is-forsterket med Polarklasse 6, med blant annet «state of the art» stabilisatorfinner for å tilby en mest mulig behagelig reise i avsidesliggende regioner. Skroget ble bygget av Vard Tulcea i Romania, som også delvis har utrustet fartøyet.

Fartøyet er eid av Viking Expedition Ship II LTD og utgjør sammen med Viking Octantis, ekspedisjonsflåten til Viking. Data om fartøyet er vist i tabell 3.

¹⁴ En statistisk beregning som bestemmer sannsynlige tidligere forhold.

Tabell 3: Data om fartøyet

| Skipets navn | Viking Polaris |
|--------------------------------|---|
| Lengde over alt (LOA) | 205 m |
| Bredde | 23,5 m |
| Design dypgang | 6,0 m |
| Antall personer om bord (maks) | 631 (378 passasjerer og 253 besetning) |
| Klassenotasjon | 1A Passenger ship BIS BWM(T) Clean COMF(V-1) DYNPOS(AUTS) E0 LCS(DC) NAUT(NAV) PC(6) Recyclable Silent(E) |
| Polarkode sertifikat | B |
| Byggeår | 2022 |

Fremdriftssystemet består av to propulsjonsenheter og fire generatorer.

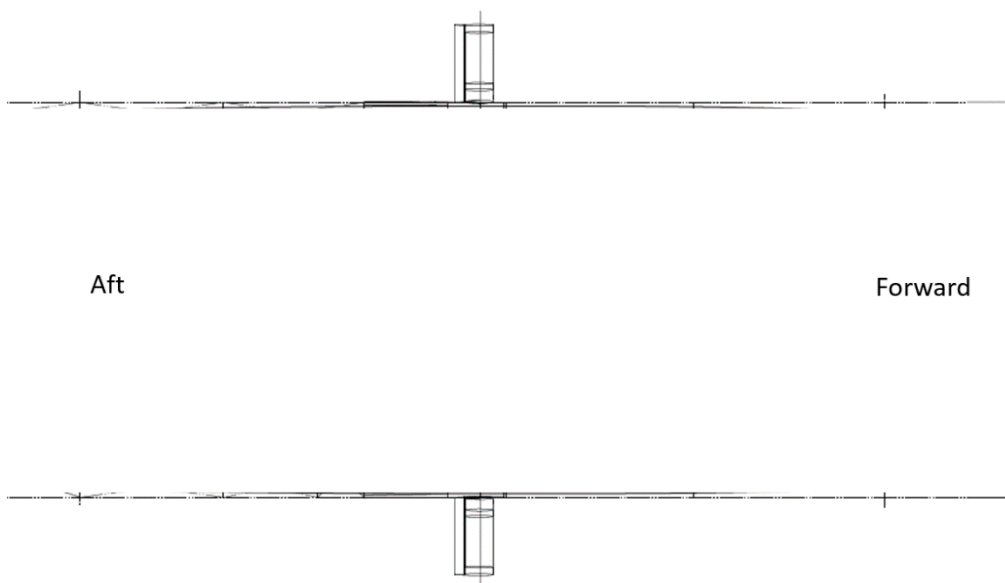
Fartøyet var optimalisert for å seile i 16,5 knop, noe som oppnås ved bruk av tre generatorer på 85 % av maks kapasitet. Maksimal hastighet var 18 knop ved bruk av alle fire generatorene på maksimal hastighet.

1.6.2 STABILISERINGSSYSTEMER

Fartøyet var utrustet med stabiliseringssystemer for å redusere krenkning og rullebevegelse, for best mulig passasjerkomfort. Systemene bestod av stabilisatorfinner og aktive massestabiliseringssystemer i form av anti-krengetanker og anti-rulletanker.

1.6.2.1 Stabilisatorfinner

Fartøyet var utrustet med stabilisatorfinner, en på babord og en på styrbord side. Disse var designet for å redusere rulling når fartøyet var i fart, og kunne foldes inn i skroget når de ikke var i bruk. Ved 18 knops hastighet var de designet for å redusere rullbevegelsen med opptil 85 %. Finnene hadde best effekt ved høye hastigheter der økt hastighet ga større reduksjon av rullebevegelsen. De var lokalisert midtskips på dekk C, rett forut for maskinrommet, og finnearealet var på ca. 13 m², se figur 56.



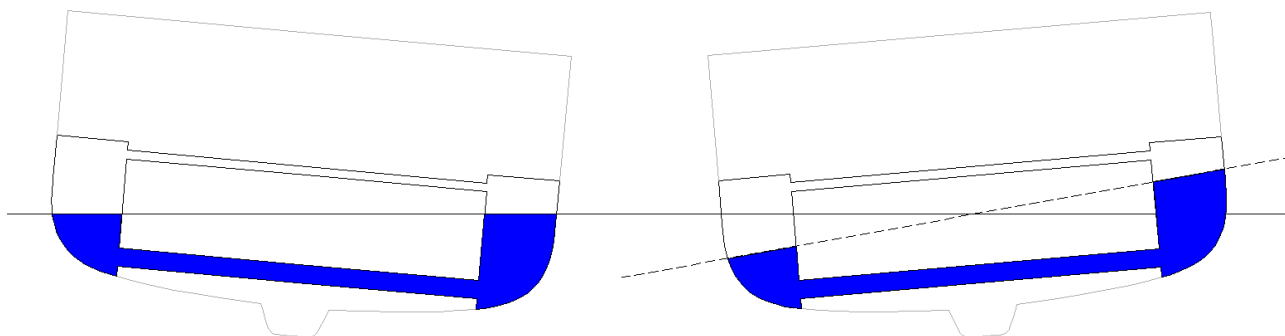
Figur 56: Stabiliseringsfinner lokalisert midskips. Tegning: Verftet / modifisert av SHK

1.6.2.2 Antikrengetanker

Antikrengetank-systemet bestod av et tankpar og en pumpe for å pumpe ballastvann fra den ene siden til den andre, hvor kapasiteten på pumpen var på 200 m³ per time. Dette var et system som både automatisk og manuelt kunne justere og kontrollere fartøyets slagside. Systemet var installert med et sett med tanker, en tank på babord og en på styrbord side med fyllingsrør mellom tankene. Det var et lukket system, og vann ble derfor ikke tatt inn eller ut av systemet. Tankene var ved «even keel» fylt 50 % og hadde da en kapasitet på 65,4 m³. Tankene var plassert midtskips på dekk B, rett forut for maskinrommet.

1.6.2.3 Rulledempingstanker/U-tanker

Det var installert rulledempingstanker om bord for å redusere rulling. Rulledempingstanken fungerte ved at væsken i tanken beveget seg slik at væsken genererte et moment som motvirket fartøyets rullbevegelse, se figur 57. Systemet var utstyrt med et u-formet tanksystem med to vingetanker med en kanal for vann i bunn og en kanal for luft i toppen, og var plassert akter i fartøyet. Det var også mulighet for automatisk styring av luftventiler så hastigheten vannet hadde fra side til side kunne kontrolleres.



Figur 57: Tverrsnitt av rulledempingstanken der væsken beveger seg fra side til side og generer et moment som motvirker rullebevegelsen. Det vil være en treghet i væskemengden på illustrasjonen til høyre. En rullbevegelse i motsatt retning vil derfor motvirkes av vekten av vannet på høyre side helt til vannet går over på venstre siden. Illustrasjon: SHK

1.6.2.4 Ballastsystem

Fartøyets vannballastsystem var utformet med ballasttanker og pumpesystemer som pumpet vann inn fra sjøen med mulighet for kryssfylling mellom ballasttankene. Dette systemet hadde som hovedfunksjon å endre trim og slagside, og var hovedsakelig plassert i dobbeltbunnen.

Ved en nødsituasjon kunne ballastsystemet driftes av to kombinerte lensepumper/ballastpumper og omgå ballastvann-renseprosessen.

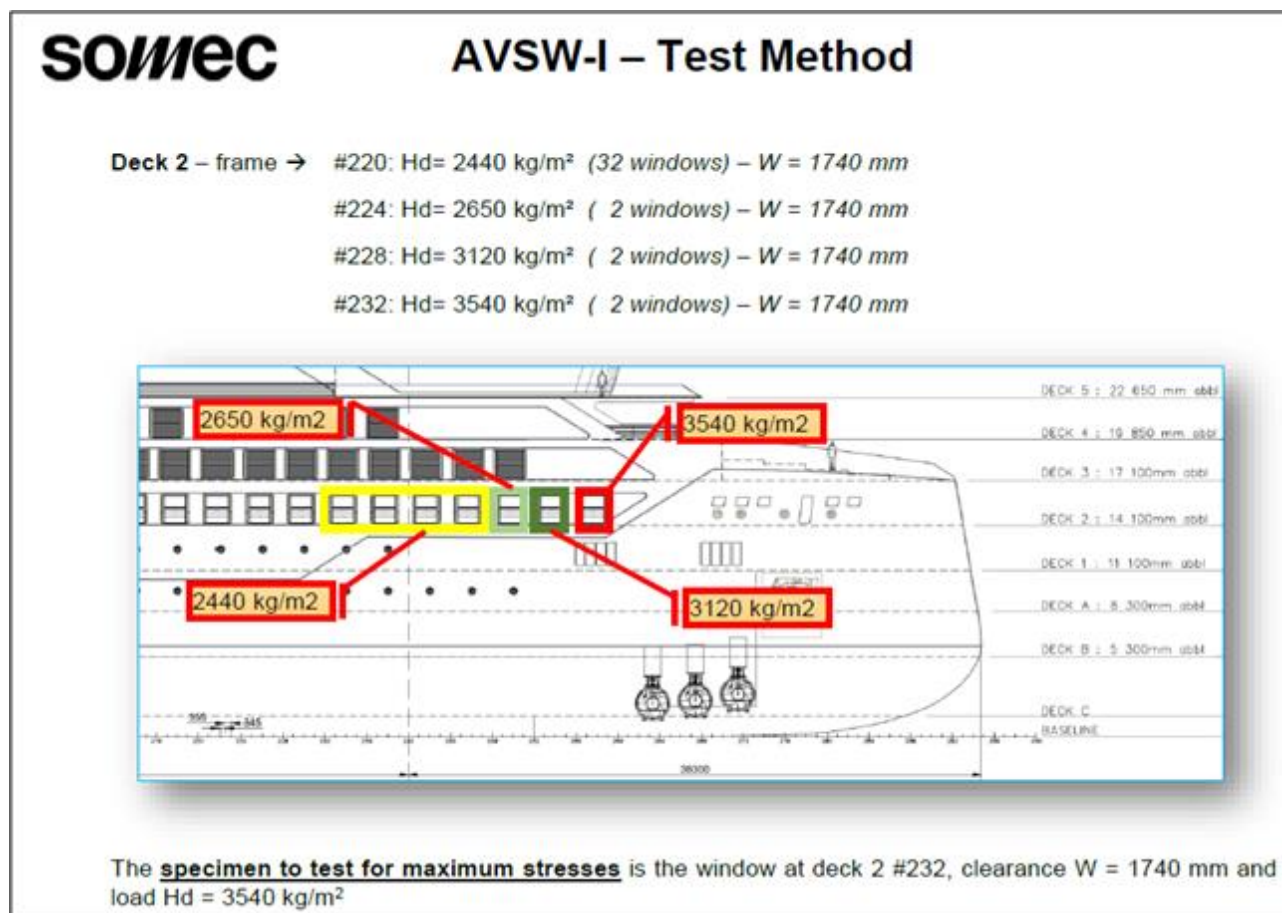
1.6.3 DESIGN AV VINDUER

1.6.3.1 Vindusarrangement

Det var installert «sash windows» (skyvevinduer) om bord Viking Polaris på dekk 2, 3, 4 og 6. Vinduene var designet i henhold til DNVs klasseregler av januar 2018, se også kapittel 1.12. Ulike typer vinduskonfigurasjon var installert om bord i henhold til dimensjoner på utkapp og designtrykk levert av verftet. Hoveddesignet var likt for alle vinduene, men glasstykkelsen var ulik avhengig av hvor de var lokalisert på skipet og dimensjonene på vindusflatene.

Designtrykket på skyvevinduene varierte avhengig av hvor de var lokalisert på fartøyet. På dekk 6 var designtrykket beregnet til 2,5 kPa, dekk 4 12,5 kPa, dekk 3 18,1 kPa, og på dekk 2 var det ulikt designtrykk avhengig av posisjon. I akter del av fartøyet på dekk 2 var designtrykket 24,4 kPa.

Dette gjaldt frem til de tre forreste skyvevindueene på hver side som hadde henholdsvis 26,5 kPa, 31,2 kPa og 35 kPa, se figur 58. Alle de ødelagte vinduene var lokalisert på dekk 2 og hadde et designtrykk på 24,4 kPa.



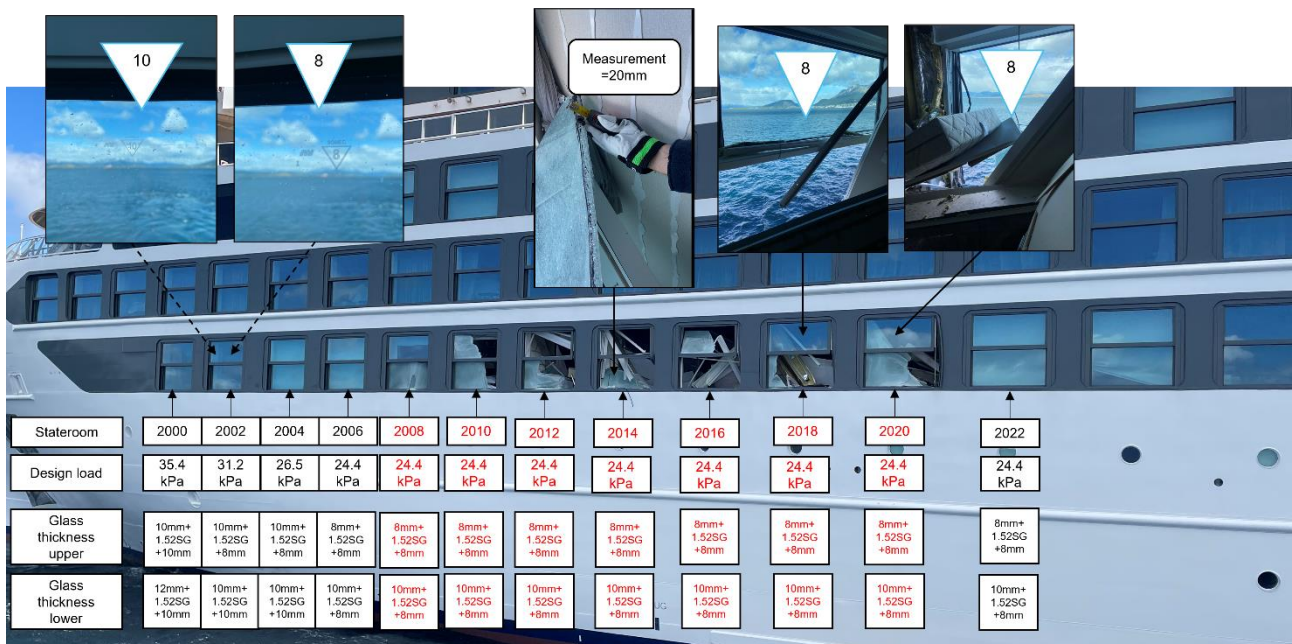
Figur 58: Designlaster på dekk 2. De høyeste designtrykk er vinduene nærmest baugen. Tegningen er av styrbord side, men fartøyet har tilsvarende arrangement og designtrykk på babord side der skadene inntraff. Kilde: Vindusleverandør

Vinduene var todelt der den øverste delen kunne heises opp og ned for åpning ut mot omgivelsene, se figur 59. Den bevegelige delen av vinduet kunne åpnes og lukkes med en bryter ved siden av vinduet i lugaren eller lukkes automatisk fra broa. De kunne også opereres manuelt ved håndkraft om strømmen til systemet ble brutt.



Figur 59: Vindu av samme typen som var på dekk 2, bildet er tatt på dekk 4. Foto: SHK

Vinduene var bygd opp av laminerte glass med to tykke lag glass med et tynnere lag av stiv plastikkfolie kalt Setryglas (SG) med tykkelse på 1,5 mm i mellom. Tykkelser som ble benyttet var markert på vinduene med en trekant som representerte glasstykkelse, se figur 60. Figur 60 viser også designtrykk og andre designparametere for vinduene.



Figur 60: Designlaster og glasstykkelse på øvre og nedre vinduer på dekk 2. Rød tekst markerer de ødelagte vinduene. Foto/illustrasjon: SHK

Dimensjonene på vinduets øvre del på dekk 2 var 1740x804 mm og nedre del var 1740x948 mm. Utkappet i skutesiden var 2230x2065 mm (B x H).

Ifølge vindusleverandøren har tilsvarende vinduer blitt installert på flere andre cruiseskip. Med unntak av søsterskipet Viking Octantis er alle disse vinduene montert på høyere dekk, og har et designtrykk på 2,5 kPa.

Vindusdesignet var basert på en tidligere versjon med mange av de samme komponentene, men rammen var forsterket og motoren var sterkere for å løfte det tyngre vinduet. Vinduet er tyngre fordi det har tykkere glass som skal tåle større belastning.

Ytterligere detaljer om vinduene og rammer er beskrevet i kapittel 1.10.2.

1.6.3.2 Installasjon av vinduene

Vinduene ble installert om bord av vindusleverandøren, og kom levert som et komplett vindu i ramme. Rammen ble så montert til skroget. Rammene var like for alle skyvevindue.

Mellom øvre og nedre del av vinduet var det en stiver montert i vindusrammen, festet på siden av utkappet. Vindusrammen var laget av aluminium og var festet til skrogstrukturen med bolter oppe og nede, men ikke på sidene, se figur 61 og figur 62.



Figur 61: Vindusrammen var festet med bolter oppe og nede. Stiveren var festet til platene på hver side, som angitt av røde ringe. Foto: Verftet/modifisert SHK



Figur 62: Vinduet klart til montering. Merk boltehullene i overkant av rammen og den horisontale stiveren på midten av vinduet. Foto: Verftet

1.6.4 ZODIAC

1.6.4.1 Generelt

Fartøyet var utstyrt med 17 Zodiac-er av typen Zodiac MilPro MK 5 HD for å kunne ta med passasjerer på utflukter, se figur 63. Båtene hadde plass til 13 passasjerer og var 5,85 m lang.



Figur 63: En av fartøyets Zodiac-er. Foto: SHK

Båtene ble bygget i USA og modifisert i Norge på verftet før levering. Modifikasjonene innebar å sette inn en aluminiumskasse foran i baugen, som inneholdt dieseltank, reserve fotpumpe, batterier m.m. Alle båtene ble levert med et manometer for måling av lufttrykk og to fotpumper. Båtene var sammenleggbare ved at de fire aluminiumsplatene som danner dørken kunne fjernes og all luft tappes ut.

Båtens hovedpontonger bestod av totalt fem luftkammere. Det var en påfyllingsventil kombinert med overtrykkssikring for hvert kammer, se figur 64. På ventilene på hovedpontongene fremkom det hva lufttrykket skulle være. Kamrene kunne åpnes slik at det var fri passasje mellom dem og det var derfor kun nødvendig å benytte en påfyllingsventil ved fylling av luft. På den måten kunne trykkluften kontrolleres med et manometer som ble satt på en annen påfyllingsventil, se figur 65. Når riktig trykk ble oppnådd skulle bypassventilene settes til «navigation mode». Hvert kammer var da adskilt fra de andre ved en eventuell lekkasje.

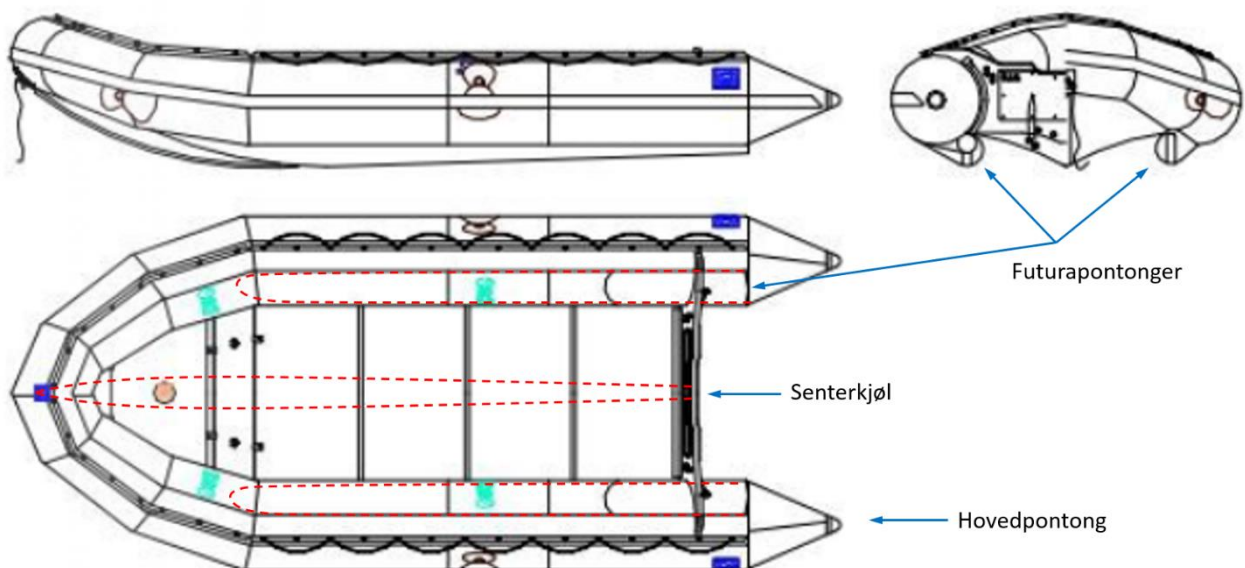


Figur 64: Påfyllingsventil med innebygd overtrykksikring. Foto: SHK



Figur 65: Manometer montert på påfyllingsventil. Foto: SHK

Båtene var levert med en futurapontong under hver hovedpontong, i tillegg til en oppblåsbar senterkjøl, se figur 66. Ingen av disse hadde overtrykksikring. Futurapontongene var sylinderformet og hadde til hensikt å bedre oppdrift og gi økte manøvreringsegenskaper under fart. Den oppblåsbare kjølen var sylinderformet og var lokalisert i senter under dørkplatene fra akterspeilet og helt frem i baugen. Senterkjølen hadde til hensikt å stramme opp duken under båten slik at den fikk et v-formet design som ga bedre sjøegenskaper. I tillegg trykket kjølen dørkplatene opp slik at disse ble stabile å gå på og båtene ble stivet opp. Futurapontongene ble fylt ved akterspeilet der det var lagt opp en forlengelseslange fra begge sider og den oppblåsbare kjølen ble fylt ved ventilen plassert i aluminiumskassen foran i baugen.



Figur 66: Oversiktsbilde av Zodiac. Illustrasjon: Produsent, tekst og stiplede linjer av SHK

1.6.4.2 Luftfylling

I båtenes bruksanvisning fremkom det at lufttrykket i pontongene, kjøler og futurapontonger skulle være på rundt 3,4 psi.

Manometeret som ble levert med båtene var designet slik at disse kunne settes på påfyllingsventilen, og deretter lese av trykket fra siden. For å avlese trykket i den oppblåsbare kjølen måtte man enten ta bilde av manometeret når det var tilkoblet påfyllingsventilen nede i kassen, eller man måtte rydde ut alt innhold og visuelt lese av trykket opp-ned foroverlent med hodet ned i aluminiumskassen. Figur 67 viser aluminiumskassen foran i baugen og ventilen til den oppblåsbare kjølen.



Figur 67: Aluminiumskassen foran i baugen på en av Zodiac-ene. Ventilen til den oppblåsbare kjølen er vist med rød ring. Foto: SHK

Det fremkom også av bruksanvisningen at det ikke skulle brukes kompressor eller luftflaske ved fylling, og at fylling av luft skulle gjøres med fotpumpen.

I henhold til leverandøren var faren for overtrykk årsaken til at det ikke skulle benyttes trykkluft fra kompressor. Særlig gjaldt dette den oppblåsbare kjølen og futurapontongene. Disse hadde et begrenset volum, og det ville være vanskelig å kontrollere mengden ved fylling hvis man brukte andre fyllingsmetoder enn en fotpumpe. I motsetning til hovedpontongene var det ingen overtrykkssikring eller fysisk merking av hva trykket skulle være på den oppblåsbare kjølen og futurapontongene. Havarikommisjonen har fått informasjon om at grunnen til at det ikke var overtrykkssikring på den oppblåsbare kjølen og futurapontongene var at disse inneholdt en liten luftmengde. Dette førte til at de ville blitt sårbare ved at ventiler med overtrykkssikring ville kunne slippe ut luft ved økt trykk i sjøgang og ved landsetting. Med kun en påfyllingsventil var det heller ikke mulig å sjekke trykket samtidig som man fylte med trykkluft, slik man kunne på hovedpontongene ved å sette ventilene mellom kamrene til by-pass.

Kompressorsystemet tok luft fra maskinrommet, med et trykk på ca. 7 bar (ca. 100 psi).

1.6.4.3 Målte trykk i oppblåsbar kjøler om bord andre Zodiac-er etter ulykken

Etter ulykken foretok besetningen om bord målinger for å sjekke trykket i den oppblåsbare kjølen for andre Zodiac-er. Det ble funnet at det var betydelig overtrykk i flere av båtenes oppblåsbare kjøler i forhold til anbefalt operasjonstrykk på 3,4 psi, se tabell 4.

Tabell 4: Trykk målt i senterkjøl på ulike Zodiac-er etter ulykken

| Zodiac båt nr. | PSI (Pounds per Square Inch) |
|----------------|------------------------------|
| 2 | 2,1 |
| 4 | ≥ 9 |
| 6 | ≥ 9 |
| 8 | 2,2 |
| 10 | 5 |
| 12 | ≥ 9 |
| 24 | ≥ 9 |
| 26 | ≥ 9 |

Manometeret som ble benyttet kunne maksimalt måle 9 psi, det er derfor usikkert hvor høyt trykket faktisk var der det ble målt 9 psi.

1.6.4.4 Drift og vedlikehold

Før ulykken fantes det ingen rutiner i rederiets styringssystem som beskrev hvordan luftfylling skulle utføres. Det var etablert en praksis om bord hvor matrosene fylte luft før hver gang båtene skulle benyttes til ekspedisjoner. Behov for luftfylling var basert på en visuell sjekk eller at besetningen kjente på pontongene med hendene. Senterkjølene ble som oftest fylt hver gang båtene skulle benyttes.

1.6.4.5 Opplæring og kurs

I forbindelse med leveransen av Zodiac-ene til søsterskipet Viking Octantis ble det avholdt et brukerkurs for launch teamet¹⁵ på Vard Søviknes 25. og 26. oktober 2021 etter avtale med Viking. Fra den norske leverandørens side ble det tilbudt samme kurs for Viking Polaris som for søsterskipet Viking Octantis. Noe slikt kurs ble ikke gjennomført for denne leveransen, da dette ikke ble etterspurt av eier.

I henhold til leverandøren ble kurset for Viking Octantis gjennomført over to dager og inneholdt både generell bruk, testkjøring og vedlikehold. Båtens oppbygning ble gjennomgått, herunder gjennomgang av alle ventiler på båten. Dette inkluderte fylleventil for kjøler, futrapontonger, og hovedpontongene samt montering og demontering av disse. Det ble også informert om riktig fylletrykk. Det ble ikke gitt spesielle instruksjoner om fylling med trykkluft, men leveransen inkluderte kun manuelle fotpumper.

Driftsselskapet har oppgitt at det i tillegg ble avholdt et instruktørkurs for noen av besetningen på Viking Octantis av en representant fra Royal Yachting Association (RYA). De godkjente RYA-instruktørene lærte deretter opp besetningen på Viking Octantis i bruk av Zodiac-er. RYA-godkjente instruktører fra opplæringen på Viking Octantis lærte deretter opp besetningen på Viking

¹⁵ Besetningen som var med på å klargjøre fartøyet.

Polaris. Det fremkom ikke av opplæringsmaterialet at det ble gitt noen gjennomgang av luftfyllerutiner som en del av dette kurset.

1.6.4.6 Utfordringer ved futurapontongene

Omtrent en måned etter at fartøyet hadde forlatt verftet og var satt i drift mottok leverandøren av Zodiac-ene en reklamasjon fra driftsselskapet relatert til utfordringer ved flere av futurapontongene. Reklamasjonen gikk på at limet hadde sluppet der beskyttelsesduken som futurapontongene lå inne i var limt mot hovedpontongen. Det ble avtalt at dette skulle ses videre på og repareres av den amerikanske produsenten.

Besetningen dokumenterte følgende utfordringer med limslipp av futurapontongene:

- Seilas nr. 2: limslipp avdekket på Zodiac #4 og 12. Disse ble tatt ut av drift.
- Seilas nr. 3: delvis limslipp avdekket ved futurapontongene på Zodiac #20, 24 og på en side på #28.
- Seilas nr. 4: limslipp avdekket på Zodiac #22 i forbindelse med ulykken.



Figur 68: Limslipp ved futurapontong for Zodiac #12.
Foto: Driftsselskapet



Figur 69: Limslipp ved futurapontong for Zodiac #12.
Foto: Driftsselskapet

For alle disse Zodiac-ene ble det målt $PSI \geq 9$ i senterkjølen etter ulykken, se kapittel 1.6.4.3.

1.7 Operasjonelle forhold

1.7.1 GENERELT

Fartøyet og søsterskipet Viking Octantis var designet for å operere flere steder i verden inkludert sommersesongen i Antarktis og Arktis.

Skipet var utrustet med utstyr for passasjerutflukter utenfor skipet. Dette inkluderte blant annet ubåter, Zodiac-er, kajaker og spesialoperasjonsbåter (SOB).

I det følgende kapittelet beskrives relevante operasjonelle forhold som ruteplanlegging i forbindelse med seilas, ballasteringsoperasjoner for passasjerkomfort og gjennomføring av ekspedisjoner utenfor skipet med Zodiac-er.

1.7.2 RUTEPLANLEGGING OG VÆRFORHOLD

Det var en del av normal rutine om bord å innhente informasjon om været for planlagt seilingsrute, noe som også ble utført før avgang fra Antarktis. Værmeldingstjenestene Windy, NAVTOR og en værmeldingsapp ble brukt for å hente ut værmelding og for overvåkning av været underveis i seilasen. Værmeldingen ble oppdatert på broa hver time og skrevet ut fra Windys nettside og hengt opp på tavla på broa.

Før hvert seilas var det normal rutine om bord at kapteinen og offiserene diskuterte seilingsrute og værforhold. I forbindelse med ruteplanlegging forberedte navigasjonsoffiseren en seilingsplan med waypoints, rute, hastighet, ETA etc. som ble evaluert sammen med kapteinen. Deretter ble det gjennomført et kort seilingsplanmøte på broa med sentrale offiserer som navigasjonsoffiser, staff captain, vakthavende offiserer og kapteinen hvor planen ble gjennomgått, og forhold som waypoints, farer, vær, isforhold, miljøhensyn osv. ble diskutert.

I driftsselskapets styringssystem var det lagt inn en definisjon av hardt vær (heavy weather), se kapittel 1.11.3.1. Dersom kapteinen vurderte at det var forventet hardt vær eller forholdende ville endres underveis skulle det utføres en «Heavy Weather Checklist». Sjekklisten ble fylt ut før avgang fra Antarktis den 28. november 2022. Her var det blant annet krysset av for følgende:

- Planlagt kurs og hastighet for sikreste navigasjon i hardt vær.
- Etablert værmelding.
- Vurdert alternativ rute/utsette avgang/søke ly.
- Intern kommunikasjon med skipets besetning og passasjerer var utført.
- Optimalisert stabilitet, trim, belastning på skrog og dypgang.
- Gjennomført ballastering for hardt vær.

I tillegg ble det sjekket av for at områder og utstyr på dekk og i innredningen ble sikret.

Som en del av denne sjekklisten og hardt vær prosedyren, se kapittel 1.11.3.1, skulle blant annet DPA (Designated Person Ashore) kontaktes for å diskutere forberedelse til seilas og værforhold. DPA ble ikke kontaktet før denne seilasen da brobesetningen allerede hadde foretatt en vurdering av hvilke værforhold som var meldt, og det var planlagt kurs og hastighet ut ifra dette. Eier av fartøyet ble derimot kontaktet før avgang fra Antarktis for å diskutere alternativene for å evakuere pasienten, og det ble enighet om at å returnere til Ushuaia var den beste løsningen. Det har fremkommet at det ikke var normal rutine å ringe DPA for å diskutere værmelding, og dette hadde heller ikke skjedd siden fartøyet ble satt i drift.

1.7.3 RUTINER FOR BALLASTERING OG JUSTERING AV KRENGNING/SLAGSIDE

For å redusere rulling var fartøyet utstyrt med både stabilisatorfinner og U-tanker. I tillegg var fartøyet utstyrt med et antikrengesystem for å kontrollere fartøyets krenkning/slagside, se kapittel 1.6.2. Erfaringsmessig var ikke antikrengetankene store nok for å kunne forhindre slagside, spesielt i mye vind, noe som medførte at ballasttankene ble benyttet for å justere fartøyets krenkning/slagside.

Justering av krenkning ved bruk av ballasttanker ble også benyttet på kvelden før ulykken. Siden ballastering ved bruk av ballasttankene tok lang tid ble ikke dette ansett som en god måte å redusere krenkning/slagside spesielt i dårlig vær. Dette da det ville ta lang tid å gjøre endringer ved eksempelvis værendring eller andre endringer i omstendigheter på skipet.

Ballastoperasjoner ble iverksatt på ordre fra enten kaptein eller staff captain.

1.7.4 GJENNOMFØRING AV EKSPEDISJONER MED ZODIAC-ER

I Antarktis ble Zodiac-ene benyttet til å frakte passasjerer til land for utflukter til utilgjengelige steder der det ikke er mulig å gå i land direkte fra cruisebåten. De ble også brukt til sightseeing langs land for å se på naturen og dyrelivet der større fartøy ikke har mulighet til å seile. Viking Polaris hadde to ubåter, der ombordstigning ble gjort på sjøen og passasjerene ble fraktet ut til ubåten i Zodiacer.

Det var kapteinens ansvar å vurdere om sjøforholdene var rolige nok til å bruke Zodiac-ene, og om planlagte utflukter kunne gjennomføres eller måtte avlyses. Dette kunne være utfordrende for kapteinene å vurdere, da værforholdene ofte endret seg raskt.

1.8 Besetning

1.8.1 GENERELT

Under hendelsen bestod brobesetningen av kapteinen, andrestyrmann, to tredjestyrmenn, hvorav en junior, i tillegg var det en matros som fungerte som utkikk.

Staff captain som var leder for dekkavdelingen oppholdt seg på kontoret ved broa da ulykken inntraff. Staff captain er kapteinens stedfortreder, og skal ta over kommandoen dersom kapteinen ikke kan være i kommando eller er borte fra fartøyet.

1.8.2 ERFARING OG HANDOVER

1.8.2.1 Kapteinen

Kapteinen hadde nautisk utdannelse med fartstid siden 1995 på ulike fartøy. Vedkommende hadde erfaring fra polare farvann på blant annet isbrytere og hadde jobbet som kaptein på ulike cruiseskip i over seks år.

Kapteinen kom om bord på Viking Polaris 22. oktober 2022 og gjennomførte da et handovercruise (11-dagers cruise). I tillegg hadde kapteinen gjennomført flere kurs høsten 2022 i regi av Wilhelmsen Ship Management (WSM), blant annet et BRM-kurs¹⁶ og et femdagers cruise på Viking Octantis i «the Great Lakes» i september 2022 for å bli kjent med fartøyet. Kapteinen tok over kommandoen på Viking Polaris 3. november 2022.

1.8.2.2 Staff captain

Staff captain hadde seilt siden 1998. Vedkommende hadde sin første jobb som kaptein i 2007 og hadde erfaring fra både cruiseskip, supplyskip og fergevirksomhet. Vedkommende hadde også erfaring som staff captain på andre Viking-fartøy. Vedkommende hadde jobbet i WSM i 1 ½ år, og kom om bord på Viking Polaris 24. november 2022 uten noen spesiell handover.

1.8.2.3 Andrestyrmann

Vedkommende hadde seilt som andrestyrmann i mer enn 15 år i ulike cruiseselskap. Dette var det tredje ekspedisjonsfartøyet og tredje sesongen i Antarktis. Vedkommende hadde vært på et cruise tidligere med Viking Polaris fra Ushuaia til Antarktis. Det var ingen spesiell handover når vedkommende ankom Viking Polaris.

¹⁶ Bridge Resource Management.

1.8.2.4 Navigasjonsoffiser (førstestyrermann)

Navigasjonsoffiseren om bord hadde erfaring fra cruiseskip langs norskekysten, ble ansatt i WSM i 2022 og hadde jobbet om bord i søsterfartøyet Viking Octantis siden februar 2022 som navigasjonsoffiser. Vedkommende kom om bord på Viking Polaris 13. november 2022, men hadde ingen handover.

1.8.2.5 Tredjestyrermann

Tredjestyrermann hadde vært navigasjonsoffiser i internasjonal fart (bulkskip og ekspedisjonsskip) siden 2011. Vedkommende hadde erfaring fra seiling i Nordsjøen i vanskelige sjøforhold, hadde vært om bord Viking Polaris fra det var satt i drift i september 2022, og var en del av «launch crew¹⁷». Dette var vedkommendes første kontrakt om bord et Viking-skip.

Vedkommende var en del av sjøsettingsteamet og hadde derfor ingen handover. Senioroffiserer og andre erfarne offiserer fra Viking Octantis skulle sørge for familiarisering og opplæring.

1.8.2.6 Junioroffiser

Junioroffiser hadde gjennomført et cruise tidligere med Viking Polaris som matros, men dette var første seilas som tredjestyrermann.

1.8.2.7 Samlet erfaring og handover

Kapteinen og staff captain hadde relativt begrenset erfaring med både skipet og søsterskipet Viking Octantis, selv om de begge hadde lang erfaring fra andre fartøy innenfor cruisenæringen. Staff captain hadde ikke hatt noen sesonger i Antarktis tidligere.

Både staff captain og andrestyrermann hadde så og si ingen handover og dermed svært lite erfaringsoverføring. Navigasjonsoffiseren hadde heller ingen handover, men kom fra tilsvarende stilling om bord Viking Octantis.

Totalt sett hadde de øverste offiserene begrenset erfaring med akkurat dette fartøyet og seiling i Antarktis. Flere hadde begrenset eller ingen handover da de mønstret om bord. Det har ikke fremkommet gjennom undersøkelsen at manglende eller begrenset handover har påvirket utfallet av denne ulykken.

1.9 Medisin og helse

Den omkomne ble funnet under inventar, vegger og himling, og hadde ifølge obduksjonsrapporten skader forenelig med hendelsesforløpet. Dødsårsak ble fastsatt som følge av hodeskader.

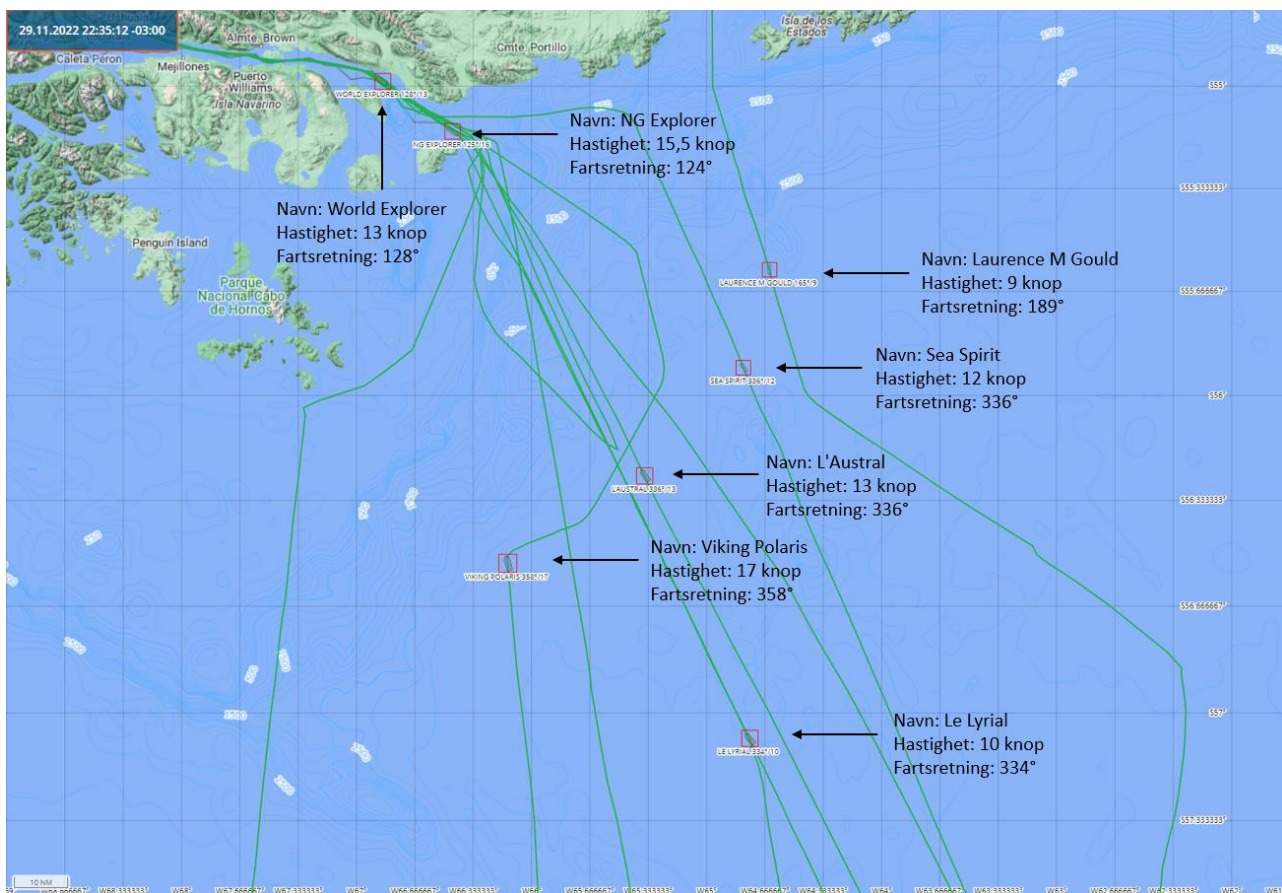
Ut over dette er Havarikommisjonen ikke kjent med medisinske eller helsemessige forhold relevant for hendelsen.

1.10 Spesielle undersøkelser

1.10.1 ANDRE FARTØY I OMRÅDET

Det var flere andre fartøy i området i samme tidsrom som Viking Polaris ble truffet av bølgen som førte til at vinduer i syv lugarer ble ødelagt, se figur 70.

¹⁷ Besetningen som var med på å klargjøre fartøyet.



Figur 70: AIS spor, posisjon og fart for andre fartøy i området sett i forhold til Viking Polaris ca. kl. 22:35. Kart: Kystverket AIS/tekst av SHK

Det har blitt innhentet følgende informasjon om andre fartøy i området:

- AIS sporet viste at cruise fartøyet World Explorer seilte sørover fra Ushuaia, men snudde 30. november kl. 05:46 og seilte nordover igjen. Basert på mottatte opplysninger snudde fartøyet som følge av røft vær, og at et av vinduene på styrbord side ble slått inn aktenfor midtskips. Det var ikke meldt om personskade i forbindelse med det skadde vinduet.
- L'Austral hadde notert Beaufort 8, vind fra vest og Rough (5) for sjøtilstand i tidsrommet 29. november kl. 22 og 23 i dekksgaboken.
- Le'Lyrial hadde notert Beaufort 8, vind fra vest og Very Rough (6) for sjøtilstand i tidsrommet 29. november kl. 22 og 23 i dekksgaboken.
- Laurence M. Gould var i området 29. og 30. november 2022. Den 30. november kl. 1610 ble fartøyet truffet av en større bølge, noe som førte til en skade på en av besetningsmedlemmene i byssa. Det ble ikke rapportert om skader på fartøyet. Den skadde ble fraktet tilbake til Ushuaia for medisinsk behandling. I dekksgaboka var det rett før hendelsen notert vind på 35–45 knop fra vest og sjø på 20–25 (ft).

1.10.2 UNDERSØKELSE AV VINDUER

1.10.2.1 Oppdrag

Havarikommisjonen engasjerte et konsultantselskap som bistod med undersøkelser av design- og konstruksjonsunderlag, med fokus på bølgebelastning og vindusdesign for lugarer på dekk 2. Undersøkelsene omfattet hovedsakelig regelgjennomgang, verifikasjon av regeltrykkberegning, samt analyse av de knuste vinduene. I tillegg fikk konsulenten i oppdrag å forsøke å estimere bølgens karakteristikk og vurdere størrelsesordenen på det eksterne trykket fra bølgen på vinduene

inkludert rammen. I det etterfølgende oppsummeres de viktigste funnene fra arbeidet. Det komplette oppdraget er dokumentert i vedlegg B.

1.10.2.2 Regelverk

Relevante skipsregler er laget for design av enkeltskrogsskip bygget i stål. For struktur/styrkeberegning er de bygget opp slik at det først spesifiseres hvordan designet skal arrangeres, med hensyn til definisjoner og generelle krav til arrangement av volum og tanker etc. Dette brukes til å fastsette skipets hoveddimensjoner og generalarrangement. Neste del av reglene tar for seg definisjon og beregning av laster som designet skal tåle. For design av skip uten seilingsrestriksjoner, brukes et forhåndsdefinert sett med bølgedata som skal dekke alle forventede høyeste laster et skip kan møte i løpet av sin levetid (25 år).

For skip er dette et «scatterdiagram» for Nord-Atlanteren med 25-års returperiode (sannsynlighet for overskridelse 10^{-8}). For nærmere informasjon om bølge «scatterdiagram» se DNV-RP-C205 Environmental conditions and environmental loads, Appendix C, tabell C-2 (se også vedlegg C). Bølgedataene i DNV-RP-C205 er basert på IACS Rec.34 Standard Wave Data for Direct Wave Load Analysis. Scatterdiagrammet¹⁸ defineres med en bølgeperiode T_z og en signifikant bølgehøyde H_s og danner en kontur. Den høyeste signifikante bølgehøyden (H_s) i 25-års konturen er 16,1 m. Sjøtilstander med de høyeste bølgehøydene er typisk dimensjonerende for globale krefter, mens steile sjøtilstander langs konturen med betydelig lavere bølgehøyde og kortere perioder er dimensjonerende for lokale laster som baugslamming eller grønt vann på dekk.

Skipsreglenes krav til dimensjonering av for eksempel vinduer mot eksternt trykk er styrt av vinduets plassering på skipet. Det såkalte designtrykket øker mot baugen og ned mot vannlinjen. Verdien på hydrodynamisk sjøtrykk fra bølgen er beregnet ut ifra såkalte ekvivalente designbølger (EDW^{19} = Equivalent Design Waves).

Dersom for eksempel vinduet er plassert tilstrekkelig langt nok akter, og langt nok opp fra vannlinjen, så gir reglene et så lavt hydrodynamisk sjøtrykk at det ikke lenger er dimensjonerende. I slike tilfeller benytter regelen i stedet et minimumstrykk som kun er basert på bølge og blokkoeffisienten.

1.10.2.3 Andre metoder for å beregne trykk fra bølgeslag

Det finnes andre metoder for å beregne trykket fra en bølge som treffer en vertikal flate (slik som vinduene på Viking Polaris) som i større grad er basert på bølgekinematikk. Disse metodene tar utgangspunkt i den innkommende bølges hovedparametere som høyde, lengde og steilhet. Disse metodene er blant annet beskrevet i DNVs Recommended Practice²⁰, samt annen faglitteratur for prosjektering av skip og offshore strukturer²¹. Felles for disse metodene er at de med bølgeparametere fra ulykkestidspunktet vil gi vesentlig høyere trykk enn regeltrykket benyttet for design av vinduene i ulykkesområdet på Viking Polaris.

¹⁸ Også omtalt som «regelverkets gyldighetsområde» i denne rapporten.

¹⁹ EDW er et sett med regulære bølger som skal representere designlastene et skip kan utsettes for i operasjon.

²⁰ DNV, «DNV-RP-C205 Environmental conditions and environmental loads» September 2021.

²¹ O. Faltinsen, *Sea Loads on ships and offshore structures*, Cambridge University Press, 1990.

1.10.2.4 Gjennomgang av regelverk og designunderlag

Designtrykk

Det finnes to formler for å beregne designtrykkene til vinduene langs skroget der det høyeste designtrykket skal være dimensjonerende:

1. P_W
2. P_{SI}

P_W er utviklet med hensyn til en 25-års returperiode der alle sjøtilstander og retninger er vurdert. Denne inkluderer også en operasjonell faktor (også såkalt sjømannsfaktor) som tar hensyn til headingen. Dette er typisk dimensjonerende i baugen. P_W er dimensjonerende for de deler av skipet som gjennom konvensjonelle metoder for bølgelaster på skip, blir utsatt for trykkpåkjenning fra bølgene. Dette inkluderer skroget under vannlinjen, samt den strukturen over vannlinjen der bølgene forventes å nå opp. I baugen vil laster fra baugslag/slamming normalt være dimensjonerende. Disse lastene er spesielt utviklet for å hensynta høye laster (inkludert brytende bølger) som kan forventes i røff sjø rett forfra.

P_{SI} er et minimum designtrykk for yttersiden av superstruktur, og er basert på erfaring og skipsbyggningspraksis. Denne inkluderer ikke noen form for bølgeanalyse eller eksplisitt operasjonell faktor. Hverken P_W eller P_{SI} tar hensyn til brytende bølger.

I henhold til regelverket var vinduene på dekk 2, som ble skadet, lokalisert så langt akter og så langt opp fra vannlinjen at hydrodynamisk sjøtrykk ikke lenger var dimensjonerende, dvs $P_{SI} > P_W$. Som følge av vinduenes plassering ble regelen om minimumstrykk vist i figur 71 benyttet. Formelen for minimumstrykk er ikke definert som en EDW slik som P_W , men basert på erfaring og skipsbyggningspraksis.

3.3 Sides of superstructures

3.3.1 The design pressure for the external sides of superstructures, in kN/m^2 , shall not be taken less than:

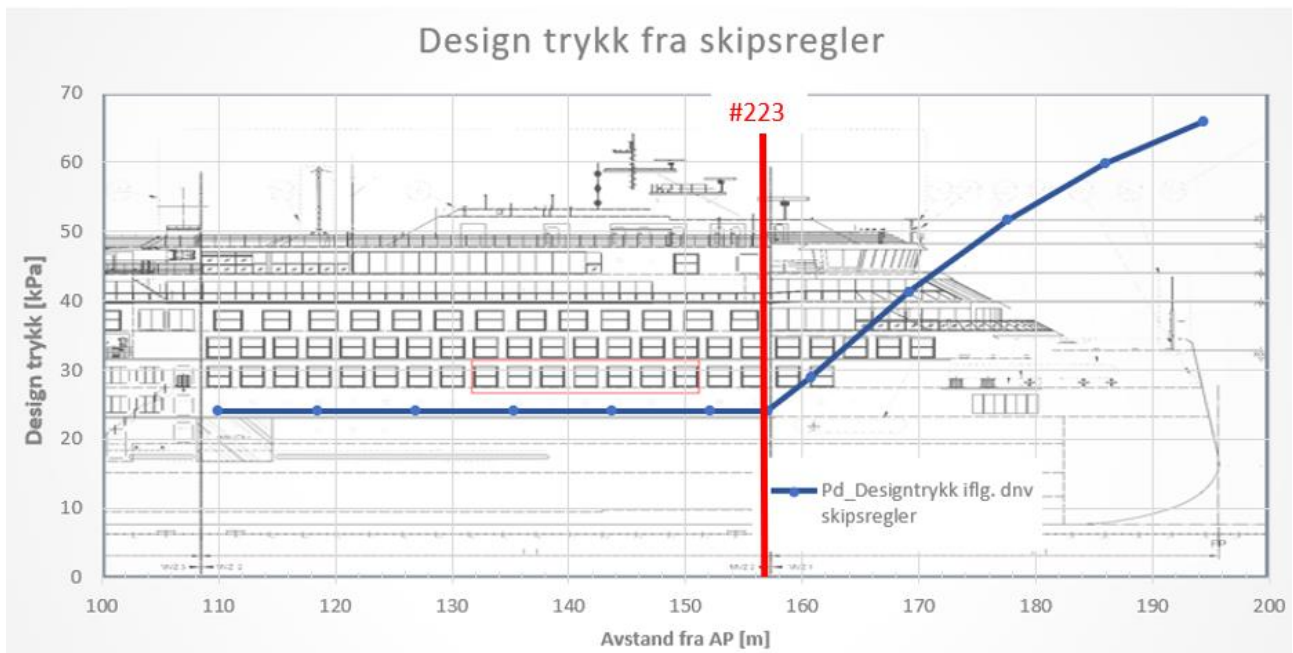
$$P_{SI} = 3C_W(C_B + 0.7) - 2(z - T_{sc})$$

but shall not be less than:

- 0 kN/m^2 for direct strength analysis according to Ch.7
- 2.5 kN/m^2 for other cases.

Figur 71: Regeltrykk fra DNVGL-RU-SHIP Pt.3 Ch.4 Sec.5. Kilde: DNV

Forenfor ramme #223 beregnes designtrykk ut fra designbølger for møtende sjø, hvilket gir økt krav til designtrykk, se figur 72. For å verifisere beregningen av designtrykk har konsulenten kjørt en egen analyse i skipsdesignverktøyet Nauticus Hull (hvor formelverket i regelverket er implementert), for å undersøke verdien av eksternt trykk på ytterhuden mellom dekk 2 og dekk 3. Resultatene viste god overenstemmelse mellom trykkene. Nauticus Hull ble også benyttet av verftet for beregning av designtrykk på Viking Polaris i designfasen.



Figur 72: Regeltrykk for skipssiden. Tegningen er av styrbord side, men fartøyet har tilsvarende arrangement og design trykk på babord side der skadene inntraff. Illustrasjon: Konsulenten

Undersøkelsen konkluderte med at designtrykket benyttet for konstruksjon og testing av vinduene og innfestinger er korrekt beregnet i henhold til skipsreglene.

Glasstykkelse

Kravene til minimum glasstykkelse for skipsvinduer har opphav i ISO-standard nummer 21005 «Thermally toughened safety glass panes for windows and side scuttles». De fleste IACS-selskap, inkludert DNV, bruker denne standarden i sine regelverk. Selve glasset er designet med en sikkerhetsfaktor på 4 sammenlignet med omkringliggende stål. Det betyr at en sikkerhetsfaktor på 4 ligger innbakt i formelen for påkrevd glasstykkelse. Denne sikkerhetsfaktoren er ment å hensynta de ulike materialegenskapene til glass og stål. Blant annet er glass sprøtt og knuses der stål deformeres og vil absorbere energi fra en brytende bølge.

Reglene for designtrykk på skipssiden er basert på statisk trykk, og hensyntar ikke impulslaster fra brytende bølger. En brytende bølge som treffer skipssiden, vil gi en impulslast der trykket kan være høyere enn det statiske designtrykket uten at materialet går til brudd. Om materialet går til brudd avhenger av egenskapene til materialet i kombinasjon med impulslastens karakteristikk som maksimalt trykk og varighet.

Laminert 2-lags sikkerhetsglass er brukt på de aktuelle vinduene, og vindusleverandøren har designet glasstykkelsen i henhold til påkrevd tykkelse (t_r), men ikke i henhold til ekvivalent tykkelse (t_e)²². Skipsreglene åpner for å avvike formel for t_e dersom tester utføres i henhold til DNVGL-RU-SHIP, Pt3, Ch.12, Sec. 6.

Det er funnet noen mindre avvik fra regelverket, se kap. 9.1.3 i vedlegg B, uten at dette ville endret utfallet av ulykken. Dette fordi det faktiske trykket som bølgen påførte var langt høyere enn designtrykket.

²² Påkrevd tykkelse t_r gjelder for ettlagsglass. Det er derfor innført en tilsvarende tykkelse t_e for flerlagsglass som skal ta høyde for svekkelser ved å dele inn glasset i flere lag, med mindre det kan dokumenteres at flerlagsglasset er minst like sterkt som ettlagsglasset, da kan t_r benyttes.

Innfesting

Avstanden mellom bolter som fester vinduskarmen til skipsstrukturen skal ikke være større enn 150 mm. De aktuelle vinduene er festet med ulike bolter som også har ulik avstand. De lastbærende boltene har en avstand som varierer fra 222 mm til 230 mm. Kapasiteten til vindusinnfestningen, inkludert ramme, bolter og avstivere, er av klasseselskapet vurdert å være i henhold til gjeldende regler gjennom ekvivalensprinsippet i Pt.1 Ch.1 Sec.1 [2.5.9], ved gjennomføring av en styrketest av den komplette installasjonen. De lastbærende boltene er fremhevet i figur 73. Resterende skruer holder en tynn aluminiumsprofil med lite bæreevne, og regnes derfor ikke som lastbærende.



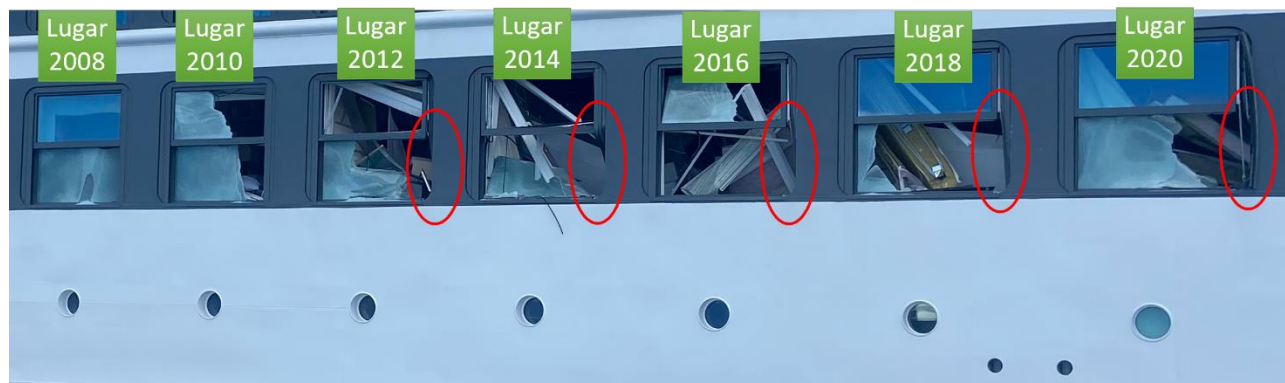
Figur 73: Boltinnfesting, røde punkter viser hvor boltene sitter. De lastbærende boltene er fremhevet.
Foto: Vindusleverandør/modifisert av konsulenten

Det er ikke blitt funnet skadede eller ødelagte lastbærende bolter for de aktuelle vinduene. Det kan derfor konkluderes med at de lastbærende boltene har hatt tilstrekkelig styrke for de aktuelle vinduene.

1.10.2.5 Lugarvinduernes feilmoder

Nedre vinduer lugar 2012, 2014, 2016, 2018 og 2020

I fem av syv lugarer (2012, 2014, 2016, 2018 og 2020) har aktre karmstolpe blitt slått inn, se figur 74 og figur 75. På disse vinduene har karmstolpen blitt slått inn samtidig som den drar med seg den aktre kortsiden av vindusruten slik at glasset også knuser. Det vil si at karmen gir etter før vindusruten, og at vindusruten knuser som et resultat av høyt trykk og manglende supporterings fra karmstolpen.



Figur 74: Oversiktsbilde som viser de skadede lugarene på dekk 2, rød ring viser lugarer hvor aktre karmstolpe er slått inn på 5 av 7 skadede vinduer. Foto: SHK/konsulent

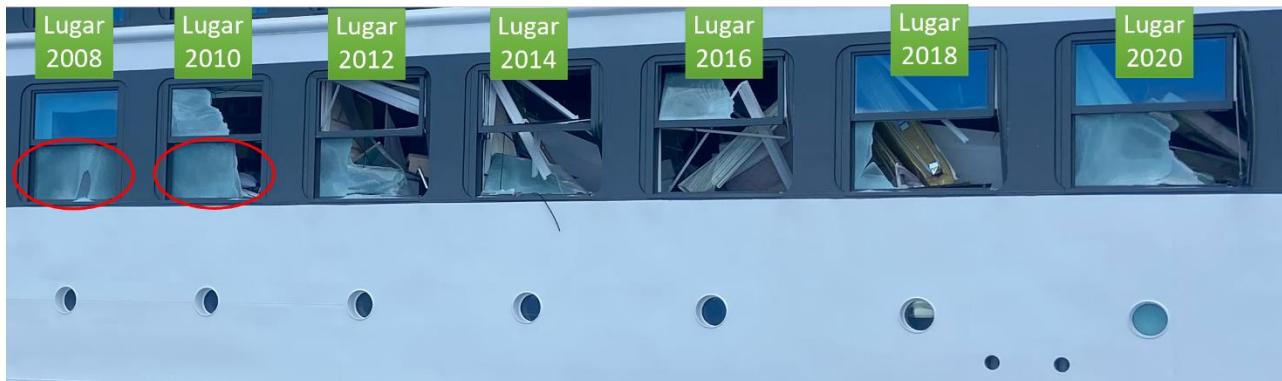


Figur 75: Karmstolpe trykket inn i lugar 2014. Foto: SHK/konsulent

Fullskala-trykktesten, se kapittel 1.10.2.6, viste at karmen tålte et testtrykk på vinduet på 40 kPa. Vinduene og karmene for disse lugarene hadde et designtrykk på 24,4 kPa.

Nedre vinduer i lugar 2008 og 2010

I de nedre vinduene i lugar 2008 og 2010 er karmen intakt, men vinduene knust. Dette skiller seg fra de andre nedre vinduene hvor aktre karmstolpe er slått inn.

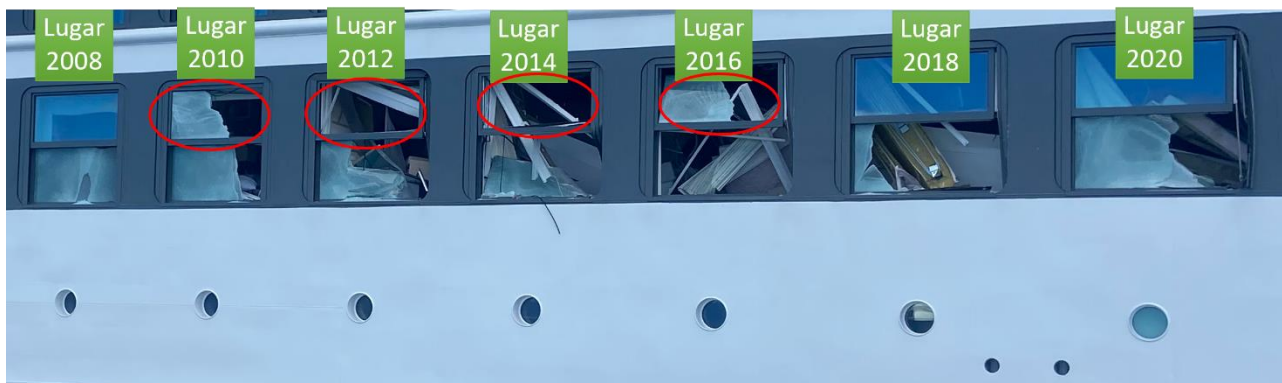


Figur 76: Rød ring viser lugarer hvor vinduet har knust men karm er intakt. Foto: SHK/konsulent

Øvre vinduer lugar 2010, 2012, 2014 og 2016

På figur 77 vises de fire øverste ødelagte vinduene hvor karmen fortsatt er intakt. Glasset var det svakeste punktet og ikke karmen som for enkelte av de nederste vinduene.

Ut fra funnene beskrevet i kapittel 1.10.2.5 kan man konkludere med at trykket har vært høyere enn det glasset tålte.



Figur 77: Rød ring viser lugarer hvor vinduet har knust, men karmen er intakt. Foto: SHK/konsulent

1.10.2.6 Tester utført i designfasen

Det er ikke uniforme krav til testing av vinduer i anerkjente internasjonale regler for skip, men det kreves normalt at anerkjente standarder skal brukes. Reglene for Viking Polaris, i dette tilfellet gjelder DNVGL-RU-SHIP, Pt.3, Ch.12 Sec.6 [1.1.5], krever derfor fullskala tester. Disse vinduene ble testet nettopp fordi vindusflaten var over 1 m² i tillegg til at vinduets innfestning var en ny type design som ikke var standard.

Kravene til sertifisering og testing i regelverket for de aktuelle vinduene kan oppsummeres med:

- egen fullskala test fordi vinduene er større enn 1 m²
- glasset skal testes i henhold til NS-EN1288-3:2000, fordi man avviker fra tykkelseskrav i skipsreglene

- glasset skal være i henhold til ISO 21005:2018 og testet i henhold til ISO 614:2012
- spyletest for å verifisere at vinduer er værbestandig («weathertight»)
- støt-test av balkongrekkverk (gjelder for passasjerskip)

Undersøkelsene av testing for vinduskonstruksjonen viser at alle påkrevde tester er utført og godkjent.

Fullskala testen var utført i henhold til skipsregler i Pt. 3 Ch. 12 Sec 6 [6.2] punkt 1-3. Testen ble utført på en hydrostatisk testbenk der designtrykket (35,4 kPa) ble påført statisk over 5 minutter, se figur 78. Dette tilsvarte designtrykket til det fremste vinduet, tilhørende lugar 2000, som også var det sterkeste på dekk 2.

Formålet med testen er å sjekke at vinduet inkludert karm og innfesting tåler designtrykket. Det betyr at testen er utført med likt oppsett tilsvarende hvordan det var montert på skipet. Testen ble utført av vindusleverandøren og bevitnet av klasseselskapet.

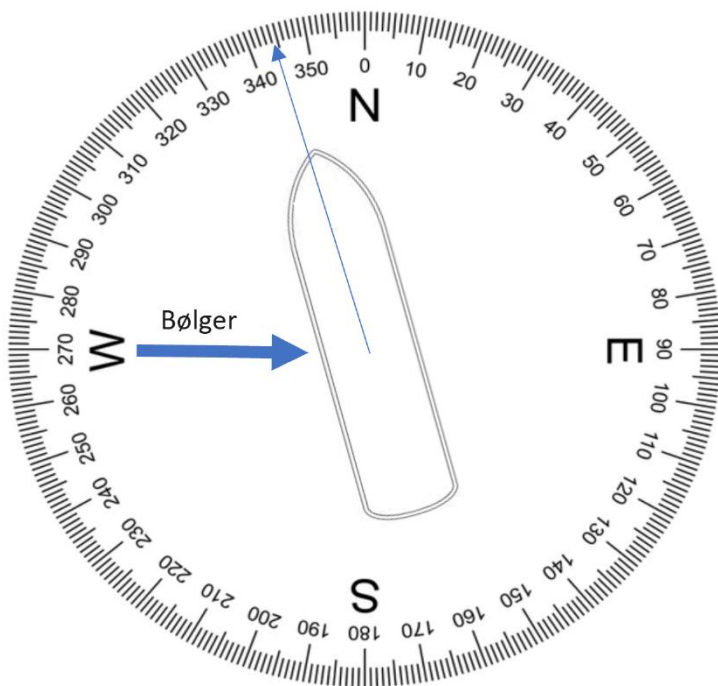
Vindusleverandøren har på eget initiativ økt trykket under testen til 40 kPa for å teste restkapasiteten til vinduene. Testen var positiv da ingen synlige skader eller deformasjoner ble registrert.



Figur 78: Den hydrostatiske testbenken som ble benyttet til fullskala testen. Foto: Vindusleverandør

1.10.2.7 Vær og bølgeførhold

Værmeldingen på ulykkestidspunktet predikerte bølger fra 270 grader (fra vest). Ifølge VDR var skipets kurs 344 grader rett før ulykken. Dette gir en relativ bølgeretning på sjøtilstanden på 74 grader mot babord relativt til skipets lengderetning, se figur 79. Denne bølgeretningen understøttes av observasjoner fra CCTV-kameraene. Relativ bølgeretning anslått å være om lag 60–80 grader mot babord.



Figur 79: Relativ bølgeretning. Illustrasjon: Konsulenten

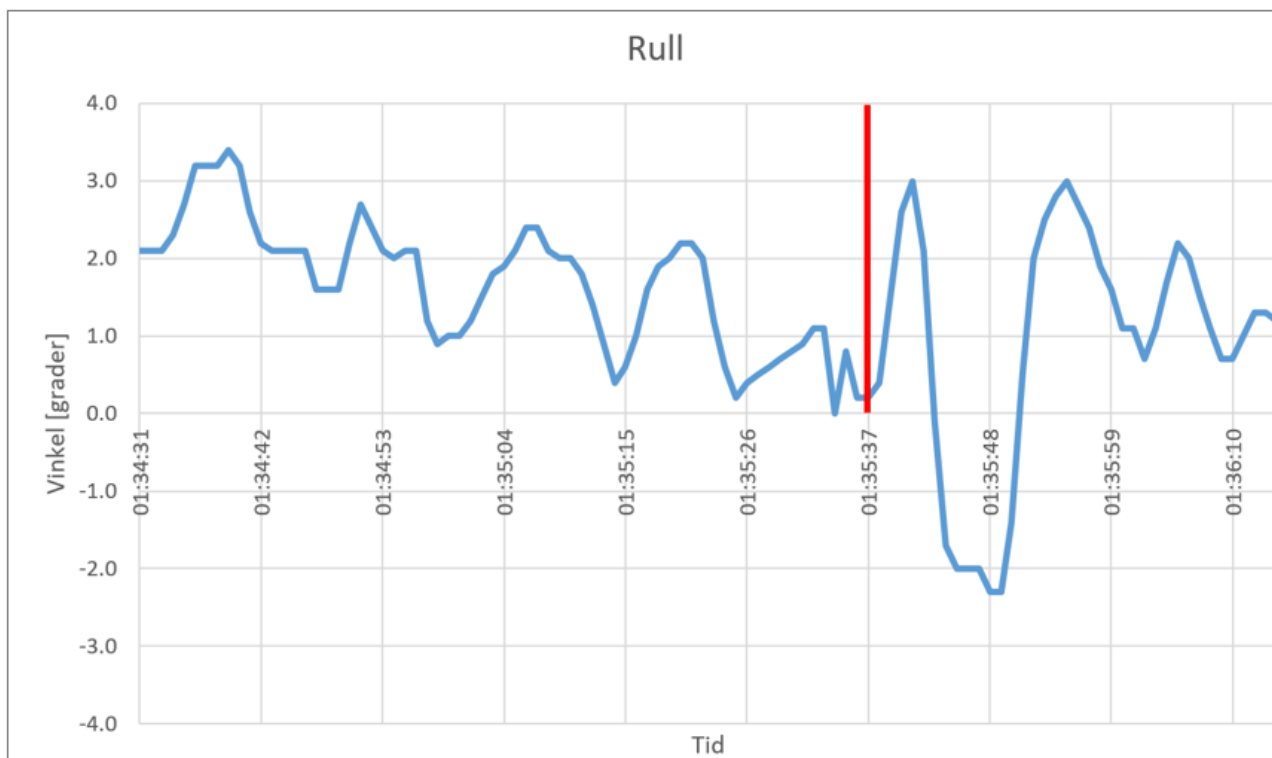
Fra CCTV bildene fremkommer det at bølgen brøt rett før eller i det den traff skipet. Bølger kan bryte når bølgen blir for høy i forhold til lengden. Sterk vind eller motstrøm kan gjøre bølgekammen ustabil, og kan derfor også bidra til at bølgen bryter. Brytende bølger er mer vanlig i en «oppbyggende» sjøtilstand (når bølgehøyden og vindstyrken fortsatt øker) og i krapp sjø (kortere bølger).

Det er sannsynlig at bølgen var mellom 10,6 og 15,7 m, med en bølgeperiode på 8–9 sekunder, se vedlegg B, selv om det er knyttet stor usikkerhet til anslaget på grunn av den relative bevegelsen mellom skip og bølger. Det er sannsynlig at effekten fra fartsbølge og «klatring» har vært delaktige i å heve bølgen ytterligere.

Bølgehøyden og perioden var innenfor skipets fartsområde, det vil si det scatterdiagrammet med 25-års returperiode definert i regelverket. Grunnen til at bølgen brøt er ikke helt fastslått, men det er sannsynlig at det skyldes en kombinasjon av interferens og sterk vind som har gjort bølgekammen ustabil slik at den har brutt.

1.10.2.8 Fartøyets rullbevegelse

Det er foretatt en vurdering av skipets rullebevegelse etter at ulykkesbølgen traff skipet. Vurderingen er gjort med utgangspunkt i data fra maskinloggen. Hvordan skipet rullet før og etter ulykken er visualisert i grafen som vises i figur 80.



Figur 80: Rullbevegelse etter ulykken. Bølgen treffer 01:35:37. Positiv vinkel er krengeving mot styrbord.
Kilde: Fartøyets maskinlogg

Ulykkesbølgen treffer skipet kl. 01:35:37 (UTC) på babord side. Ulykkesbølgen kan karakteriseres som en impulslast som setter skipet i bevegelse og fører til en maksimal krengevinkel på 3,0 grader mot styrbord 4 sekunder etter sammenstøtet, altså kl. 01:35:41. Deretter ruller skipet mot babord med størst utslag på -2,3 grader etter 11 sekunder (kl. 01:35:48), før den igjen ruller tilbake til styrbord med en krengevinkel på 3,0 grader etter 18 sekunder (kl. 01:35:55).

Viking Polaris bruker noen sekunder før hun får fullt utslag mot styrbord etter å ha blitt truffet av ulykkesbølgen (impulslasten). Man ser også at hun ruller med sin egenperiode til bevegelsene har blitt dempet ut.

Det var en konstant krengevinkel på 1–2 grader mot styrbord da ulykken inntraff. Dette er basert på et gjennomsnitt av rulle-målingene. Viking Polaris var utstyrt med stabilisatorfinner som dempet rullebevegelsene, og man ser at disse finnene demper mesteparten av rullebevegelsene etter 30 sekunder.

1.10.2.9 Vurdering av sjømannskap i regelverket

Skipsreglene antar «godt» sjømannskap. Det vil si at skipsreglene antar at sjømannskap er i henhold til gjeldende praksis som betyr at man unngår stormer, endrer kurs eller frivillig reduserer hastigheten utfra været man seiler i²³.

I design finner man igjen antakelsen om «godt» sjømannskap når man utfører direkteberegninger av regellastene i henhold til DNV-CG-0130, Wave loads. Dersom man bruker direkteberegnete laster skal lastene justeres med faktorer som blant annet hensyntar at sjøfolk endrer kursen utfra værmelding, og man finner disse faktorene igjen i flere formler i skipsreglene. Eksempler på slike faktorer er f_R (operasjonell faktor) og f_B (heading-korreksjon).

²³DNV, «DNV-CG-0130, Wave loads» October 2021.

For regellastene for beregning av minimum designtrykk (P_{SI}) som er benyttet for de aktuelle vinduene som ble ødelagt om bord Viking Polaris inngår ingen eksplisitt sjømannsfaktor eller bølgeanalyse på grunn av vinduenes plassering på skipet.

1.10.2.10 Konsulentens vurdering av skaden på vinduene

Bilder av skaden viser at kun vinduene og rammen ble skadet, og ikke stålet i skipshuden. Dette til tross for at begge deler er designet etter samme krav til lokaltrykk. Grunnen til at kun vinduene med ramme ga etter, er at stålet er dimensjonert av et minimumstykkelseskrav (DNVGL-RU-SHIP Pt.3 Ch.6 Sec.3 [1]) som gir større styrke enn det lokale trykkkravet, som gjør at stålplaten kan motstå større trykk enn vinduene. Det ble gjort et grovt anslag for å estimere det maksimale statiske trykket omkringliggende stål tålte. Beregningene viste at maksimalt statisk trykk det omkringliggende stål ble estimert til å tåle, var 107kPa.

Reglene har også krav til minimumstykkelser på vinduer, men disse gir mindre styrke mot lateralt trykk enn minimumskravene til stålets tykkelse. For design av minimum tykkelse på vinduer inngår en sikkerhetsfaktor på 4 som er ment å hensynta de ulike materialegenskapene til glass og stål.

For de nedre vinduene for lugar 2012, 2014, 2016, 2018 og 2020, der karmstolpen har blitt slått inn, har trykket vært høyere enn 40 kPa. Glassrutene nede var det svakeste punktet i lugar 2008 og 2010 og oppe i 2010, 2012, 2014 og 2016.

Regelgjennomgangen og undersøkelsene viser at vinduene er dimensjonert etter krav til lokaltrykk. Dette gjorde at vinduene var svakere enn det omkringliggende stålet, hvilket gjorde at de ga etter. Det er vurdert at det høyeste trykket fra den brytende bølgen lå i området 40 kPa (hydrostatisk test utført på karm) til 107 kPa (beregnet styrke til omkringliggende stål). Det kan ikke utelukkes at det maksimale bølgestrykket har vært høyere enn 107 kPa over en veldig kort periode.

1.10.2.11 Konsulentens konklusjon

Direkte årsak til ulykken anses å være at skipet ble truffet av en stor langkammet brytende bølge ca. 60–80 grader fra babord side. Dette resulterte i en trykkbølge på skipsside og vinduer i skadeområdet som gjorde at flere vinduer knuste med påfølgende skader på innsiden av skipet.

Rapportens konklusjoner er følgende:

- Vindu og tilstøtende skipsstruktur var designet i henhold til gjeldende regler. Noen mindre avvik ble funnet. Ingen av disse avvikene hadde betydning for ulykken.
- Sjøtilstanden på ulykkestidspunktet var innenfor sjøtilstandene definert i bølgescatterdiagrammet som skipet er dimensjonert for. Trykket fra den brytende bølgen var høyere enn det vinduene var dimensjonert for.
- Skipsreglenes krav til designtrykk for vinduer i denne posisjonen gir for lave verdier til å kunne motstå trykkklaster fra brytende bølger innenfor regelverkets gyldighetsområde.
- Det bør innføres ytterligere krav for å sikre at områder på skutesiden blir dimensjonert for brytende bølger.

1.10.3 UNDERSØKELSE AV SENTERKJØL TIL ZODIAC-EN

1.10.3.1 Oppdrag og gjennomføring

SINTEF har på oppdrag fra SHK utført en skadeundersøkelse av den oppblåsbare kjølen for å finne årsak til oppstått skade. Kjølen har blitt undersøkt med tanke på ytre skade og materialfeil. Den skadede kjølen ble også sammenlignet med en ny kjøle uten skade.

Den skadede kjølen har blitt visuelt inspisert. Det ble observert at kjølen hadde revnet på langs. Det fremstod som at skaden hadde oppstått omtrent midt på kjølen, og at skaden hadde propagert i hver sin retning frem til energien i bruddspissen ikke var tilstrekkelig til å få duken til å revne ytterligere.

Mekanisk testing av materialene i skadet kjøle og ny kjøle viste samsvarende resultater. Materialet ble kjølt ned til ca. 0 °C før testing for å gjenskape miljøet der skaden oppsto så nært som mulig. Bruddet fra strekktesten var tilsvarende det som kunne observeres i bruddet på kjølen som revnet.

Resultatene fra strekktesten viste at materialene fra den nye og den skadede kjølen hadde noe ulik oppførsel, der den nye hadde noe større tøyning før den gikk til brudd, men strekkfastheten i materialene var relativt lik. Den observerte forskjellen mellom materialene i strekkfasthet og tøyningkapasitet kan ha bakgrunn i at materialene i prøvestykkene kan ha noe forskjellig vevsretning, da duken kan ha litt ulik orientering fra den manuelle produksjonen.

1.10.3.2 Konsulentens konklusjon

Det har ikke blitt identifisert ytre skader eller materialfeil. Bruddkanten med fiberutrivning tyder på en overbelastning. En ytre skade ville ha medført et mer rent brudd langs hele bruddkanten med fiberavrivning lik skaden slik den fremstår ut mot endene, istedenfor den observerte fiberutrivningen i midten. Analytiske resultat viste at driftstrykk spesifisert i manualen hadde stor margin i forhold til kapasiteten til materialet. Ut fra disse funnene er det sannsynlig at kjølen har vært utsatt for overtrykk ved fylling.

Om det var fylletrykket alene, eller om ytre belastninger som bølgeslag eller store temperaturendringer kan ha vært den utløsende årsaken, kunne ikke denne undersøkelsen konkludere med. Basert på informasjon om at temperert luft hadde blitt brukt til fylling, og at hendelsen skjedde ved en lav hastighet og ved rolig sjø anses det som lite sannsynlig at disse faktorene kan ha ført til den observerte skaden.

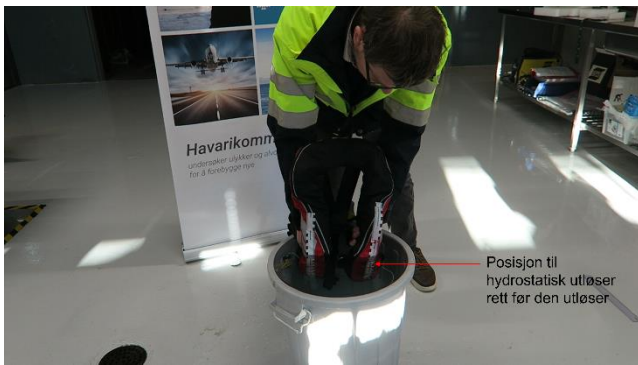
1.10.4 UNDERSØKELSE AV REDNINGSVEST BENYTTET VED ZODIAC-HENDELSEN

1.10.4.1 Test utført av Havarikommisjonen

Havarikommisjonen utførte en test av en tilsvarende redningsvest av type Viking 180N den 28. februar 2023 i Havarikommisjonens lokaler.

Testen ble gjennomført ved at det ble montert et målebånd på venstre side av vesten, hvor nullpunktet var satt til senter av hydrostatens innløp (litt høyere enn senter av hydrostatutløseren). På høyre side ble det markert et nullpunkt på vestens underkant.

Vesten ble deretter senket ned i en bølge med ca. 40 liter vann med en vanntemperatur på ca. 10 grader celsius. Hastigheten på nedsenkningen var ca. 0,5–1,0 cm per sekund. Etter at hydrostaten hadde blitt senket under vann, utløste den høyre etter ca. 3–4 cm neddykking, se figur 81 og figur 82.



Figur 81: Posisjon til hydrostatisk utløser rett før høyre gasspatron utløses. Foto: SHK



Figur 82: Høyre side av vesten utløser etter ca. 3–4 cm neddykking. Foto: SHK

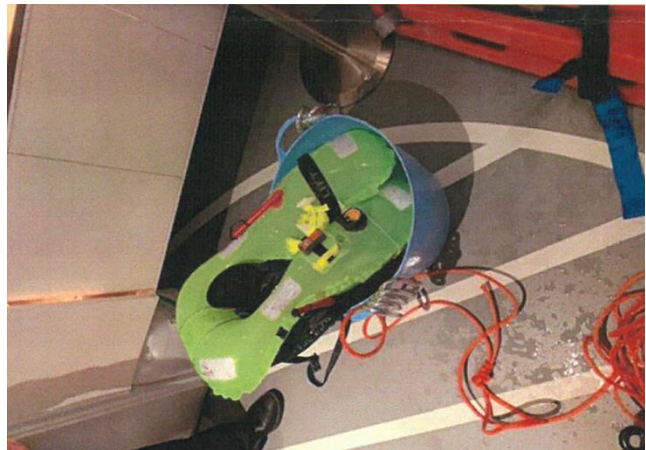
1.10.4.2 Test utført av besetning om bord

Etter hendelsen om bord i Zodiac-en utførte besetningen den 28. november en test av redningsvesten som vedkommende som falt over bord hadde benyttet.

Det ble fylt en bøtte med vann, hvor vesten deretter ble senket ned i bøtta. Det ble rapportert at hydrostaten utløste etter få sekunder.



Figur 83: Redningsvest senkes ned i bøtte. Foto: Besetningen



Figur 84: Redningsvest utløser. Foto: Besetningen

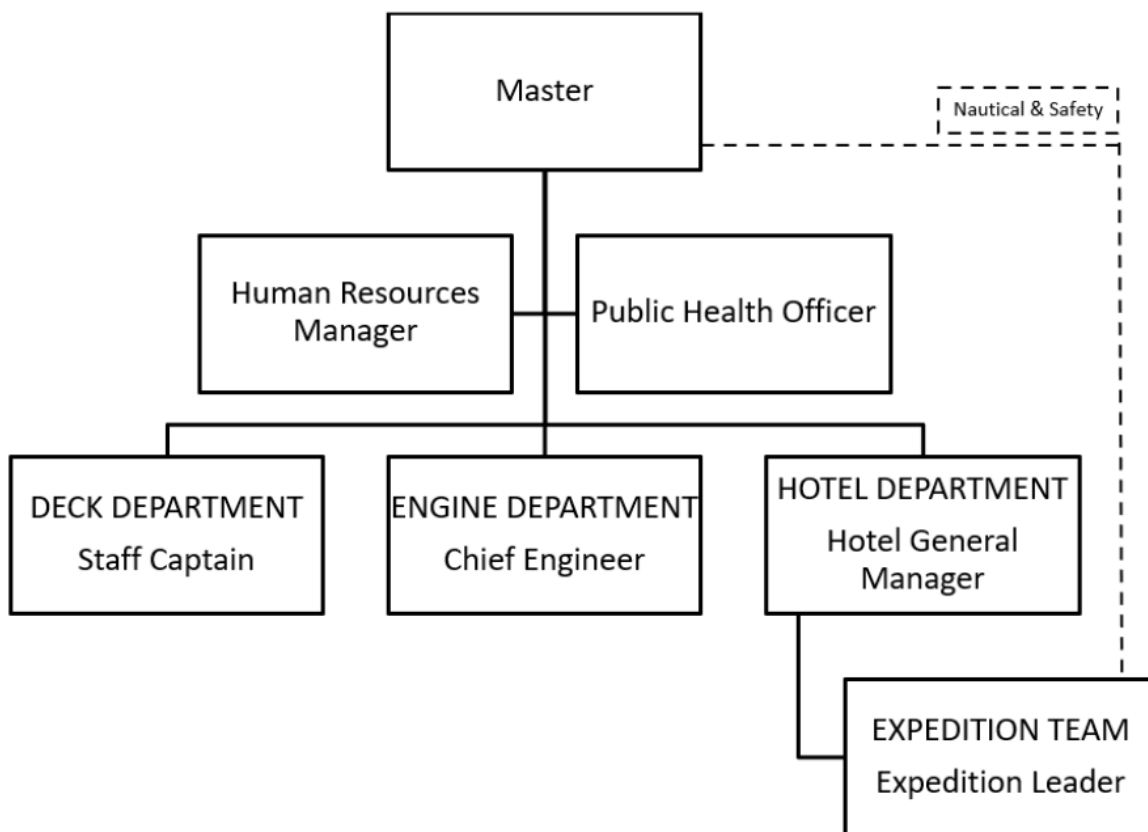
1.11 Driftsselskapet og sikkerhetsstyring

1.11.1 GENERELT OM DRIFTSELSESKAPET

Wilhelmsen Ship Management (WSM) har ansvaret for det tekniske og personell i Viking Ocean Cruises og Expedition-flåten.

1.11.2 ORGANISERING

Organiseringen om bord er vist i figur 85, og bestod av kapteinen og tre avdelinger.



Figur 85: Organisering om bord. Kilde: WSM

I hotellavdelingen var det også en offiser som var ansvarlig for ekspedisjon og vedlikehold. Ansvarsområder for denne stillingen var blant annet:

- Trene besetning for både kjøring av Zodiac-er og spesialoperasjonsbåter og hangarprosedyrer.
- Vedlikehold av Zodiac-er og spesialoperasjonsbåter.
- Utarbeide veiledninger for nøkkelprosedyrer som involverer avdelingsrelaterte systemer eller utstyr som kan være en fare for sikkerhet og/eller miljøet.

1.11.3 SIKKERHETSSTYRING

Styringssystemet bestod blant annet av manualene «Operational Manual Cruise Vessel» (OMCV) og «Standard Operating Procedures» (SOP), i tillegg til «Bridge Procedure Manual» (BPM). Mange av prosedyrene var generiske og gjaldt for både Viking Ocean flåten og Expedition flåten. I tillegg var det enkelte prosedyrer som gjaldt kun for Expedition-flåten.

OMCV var strukturert i henhold til ISM²⁴ koden, og inneholdt blant annet prosedyrer for organisasjonsstruktur, stillingsbeskrivelser og viktige operasjoner om bord.

1.11.3.1 Prosedyrer for seilingsplanlegging og Heavy Weather

Prosedyre «4.3 Responsibility and Planning Procedure» var en del av BPM og inneholdt blant annet retningslinjer for seilingsplanlegging. Det stod blant annet at værforhold og værendringer underveis var forhold som måtte vurderes i forbindelse med ruteplanlegging.

Prosedyre «7.3 Heavy Weather Precautions» var en del av OMCVs kapittel 7 «Key Operations And Procedures». Formålet med prosedyren var ifølge innledningen å gi veiledning når «heavy

²⁴ International Safety Management.

weather» var meldt, med mål om å redusere risiko for blant annet personskade og tap av og skade på skipet. I prosedyren stod det blant annet følgende definisjoner på værforhold og «heavy weather»:

“Reasonable weather” – Wind strengths of force six or less in the Beaufort scale, associated with sea states sufficiently moderate to ensure that green water is taken on board the unit’s weather deck at infrequent intervals only, or not at all.

“Heavy Weather” – Weather conditions above “reasonable weather” and/or any weather conditions which elevates the risk of personal injury, pollution of the marine environment, damage to the ship’s structure and equipment, loss of watertight integrity, machinery damage / overload, loss of maneuverability or cargo damage, or weather conditions above “reasonable” weather where green water is frequently taken on board weather deck.

Videre stod det at:

Where heavy weather is expected the Master is to complete a heavy weather checklist (B10) and call the DPA to initiate a discussion around the preparations and forecast weather conditions.

Sjekklisten B10-Navigation in Heavy Weather bestod av 48 sjekkpunkter. Sjekklisten ble fylt ut og underskrevet den 28. november 2022.

Det stod også videre i prosedyre 7.3 at kapteinen sammen med avdelingslederne skulle utføre en skips- og seilingsspesifikk risikovurdering. Risikovurderingen skulle baseres på den generiske risikovurderingsmalen, og som et minimum hensynta yteevne til skrog, strukturer, manøvrerbarhet, maskineri og utstyr, i tillegg til besetning og passasjerer om bord. Det stod også at det måtte følges nøye med på hovedmotorenes RPM, skipets hastighet, slagside, rull etc.

I risikovurderingsmalen var det indentifisert flere forhåndsdefinerte farer som blant annet vanninntrengning i skipet, se figur 86. Risikovurderingen ble opplyst å ha vært utført før avgang Ushuaia, men det fantes ikke dokumentasjon for å bekrefte dette. Det ble ikke utført en ny risikovurdering i dette formatet (excel) før avgang fra Antarktis.

| Top Event No | Description of potential Top Event | Causes | Possible Loss/Consequence | Likelihood | Severity | Initial Risk Level | Control Required? Y/N |
|--------------|------------------------------------|--|---|------------|-----------|--------------------|-----------------------|
| 6 | Water ingress to the ship | Failure to warn or secure Inadequate planning Misjudgement Lack of knowledge / experience | Human- Fatality Environment - Short term impact to local area. Property - More than a million \$ Reputation - Company exposed to society | 2 Low | 5 Extreme | 10 | Yes |

Figur 86: Utdrag fra «Risk Assessment» i driftsselskapets styringssystem som viser «top event» – vanninntrengning i skipet. Kilde: WSM

Det stod videre i prosedyren at det skulle utstedes et varsel til alle om bord så tidlig som mulig om forventet «heavy weather». Dette varslat ble sendt ut av kapteinen til alle avdelinger om bord kl. 1800 den 28.11.2022 ved avgang mot Ushuaia.

1.11.3.2 Opplæring og familiarisering

I prosedyre «6.1 Training and Familiarisation» ble det beskrevet retningslinjer for trening og familiarisering.

Det var utarbeidet en matrise i prosedyren som beskrev krav til både sertifikat, erfaring og handovertid.

Tabell 5: Utdrag fra matrisen i prosedyre «6.1 Training and Familiarisation». Kilde: Driftsselskapet

| Posisjon | Minimum kvalifikasjoner og erfaring | | Minimum handover | | |
|-------------------------------|--|---|------------------|-------------------|--|
| | Erfaring nyansettelse | Kombinert erfaring | Nyansettelse | Intern overføring | Forfremmelse, overføring fra annen flåte eller ny i posisjon |
| Master | 5 år i samme stilling på lignende fartøy | Totalt 1 år i flåten | 14 dager | 2 dager | 10 dager |
| Staff Captain | 3 år i samme stilling på lignende fartøy | | 14 dager | 2 dager | 10 dager |
| 2nd Officer Navigation | 1 år i samme stilling på lignende fartøy | Totalt 1,5 år i flåten og maks 1 nyansettelse | 7 dager | 6 timer | 3 dager |
| 2nd Officer Safety | 1 år som offiser på lignende fartøy | | 7 dager | 6 timer | 6 timer |
| 2nd Officer | 1 år som offiser på lignende fartøy | | 7 dager | 6 timer | 6 timer |
| 3rd Officer | 1 år i samme stilling | Totalt 6 mnd i flåten | 5 dager | 6 timer | 6 timer |

1.11.3.3 Zodiac & SOB cruising

SOP prosedyren «5.21 Zodiac & SOB cruising» beskrev blant annet ulike aspekt knyttet til operasjon av Zodiac-er og SOB-er (Special Operation Boat). Hensikten ifølge prosedyren var å sørge for at turer med Zodiac-er og SOB-er ble utført på en sikker måte og med høy kvalitet.

Blant annet beskrev prosedyren krav til Zodiac-førere. Alle førere skulle være sertifisert i henhold til RYA Level 2 powerboat²⁵, inneha STCW²⁶ Basic Safety Training, Marine First Aid eller lignende. I tillegg skulle alle førere sjekkes av en dekksoffiser som var sertifisert RYA-instruktør for sertifisering og delta i årlige orienteringer om Zodiac-utstyr, gjennomført av dekksoffiseren.

Videre stod det at minst to Zodiac-er skulle operere sammen for å bistå hverandre og ivareta hverandres sikkerhet om nødvendig.

Det ble anbefalt et optimalt antall på åtte passasjerer per Zodiac og en fører, men opptil ti gjester kunne være om bord om nødvendig.

Prosedyren beskrev også at det skulle gjennomføres en mann over bord (MOB) briefing etter at gjestene var tatt om bord i Zodiac-en. Her skulle det blant annet informeres om sikkerhetsutstyr om bord. Ved MOB stod det at gjester skulle forholde seg rolig og at fører/besetningsmedlem skulle få vedkommende om bord.

1.11.3.4 Medisinsk evakuering fra Antarktis

I SOP Prosedyre «5.36 Medical Evacuation from Shore» ble det blant annet beskrevet hvordan en medisinsk evakuering skulle gjennomføres. Her ble det også beskrevet at Viking hadde en privat medisinsk evakueringsavtale i Antarktis med AeroRescate/DAP Airline i Punta Arenas, Chile for alle ekspedisjonsfartøy som opererer i Antarktis. Kapteinen skulle derfor vurdere følgende alternative løsninger:

1. Bruk av fly – via Teniente Rodolfo Marsh Martin Airport (TNM) lokalisert på chilenske Frei Station på King George Island, South Shetland Islands.
2. Bruk av eget fartøy – returnere til nærmeste punkt for ilandsetting.

²⁵ <https://www.rya.org.uk/training/courses/level-2-powerboat-handling-pl2c>

²⁶ Den internasjonale konvensjon om normer for opplæring, sertifikater og vakthold for sjøfolk.

Det stod videre at kapteinen skulle kontakte Vikings kontor.

1.12 Regelverk

1.12.1 DNV

Skipet ble bygget i henhold til DNVs klasseregler av januar 2018. Dette kapitlet gjengir ikke alle krav til vinduer og rammer, men trekker frem relevante krav for denne undersøkelsen.

1.12.1.1 DNVGL-RU-SHIP Pt.3 Ch.4 Loads

«DNVGL-RU-SHIP Pt.3 Hull Ch.4 Loads» (versjon januar 2018) beskriver blant annet designlaster for vurdering av krav til styrke på skroget. Med styrkevurdering menes vurderingen for styrkekriteriene unntatt utmatting. Hvert designlastscenario for vurdering av styrke er sammensatt av enten et statisk (S) lasttilfelle eller et statisk + dynamisk (S + D) lasttilfelle, der de statiske og dynamiske lastene er avhengige av lasttilstanden som skal vurderes. Alle dynamiske lastkomponenter for hvert dynamiske lasttilfelle skal brukes som samtidige verdier. Styrkevurderingen skal foretas for alle dimensjonerende lastscenarier og den endelige vurderingen skal være basert på det styrkekravet som gir høyest designlast.

De dynamiske belastningene knyttet til hvert dynamisk belastningstilfelle er basert på et ekvivalent designbølgekonsept (EDW). Bølgeinduserte dynamiske laster for styrkevurdering har en sannsynlighet for overskridelse på 10^{-8} .

I «Section 5 External Loads» beskrives både minimum designtrykk (P_{si}) for yttersiden av superstruktur og P_w som inkluderer hydro-dynamisk sjøtrykk. I henhold til 3.5.1 skal designtrykk for vinduer i superstruktur være som følger:

Table 34 Design pressure for windows

| Structure | Design pressure [kN/m ²] |
|----------------------|--------------------------------------|
| Superstructure side | $\text{Max}(P_w; P_{st})$ |
| Deckhouse side walls | P_A |
| Aft wall | |
| Front wall | |

Figur 87: Designtrykk for vinduer. Kilde: DNVGL-RU-SHIP Pt.3 Ch.4 Loads, Section 5 External Loads

1.12.1.2 DNVGL-RU-SHIP Pt.3 Ch.12 Opening and closing appliances

«DNVGL-RU-SHIP Pt.3 Ch.12 Openings and closing appliances» beskriver blant annet krav til vinduer som skal installeres i skroget. Regelverket stiller blant annet krav til arrangement og styrke på glass og ramme, og metoder for å feste glass til ramme.

Section 6 chapter 1 Application and general requirements stiller blant annet generelle krav til testing og type glass.

Section 6 chapter 4 Glass thickness stiller krav til glasstykkelse og utregning av glasstykkelse.

Section 6 chapter 5 Mounting frame stiller krav til hvordan rammer skal festet til skipet.

Section 6 chapter 6 Testing requirements stiller krav til hvordan vinduer og ramme skal testes.

1.12.1.3 Class Guideline – DNV-CG-0130 Wave loads

Denne veiledningen gir en beskrivelse av den hydrodynamiske analysemetoden og prosedyrer som veiledning for å oppfylle regelverkskravene i DNV-RU-SHIP Pt. 3, 5 og 6. Dette inkluderer blant annet prosedyrer og metode for direkteberegninger av hydrodynamiske bølgelaster og skipsbevegelser. Den omhandler også detaljert informasjon om sjøtilstander og bølgestatistikk som grunnlag for beregningene.

Bølgescatterdiagrammer som er benyttet som grunnlag for klassereglene forutsetter hensiktsmessig sjømannskap i henhold til god praksis, som å unngå stormer og endre hastighet og kurs. Et scatterdiagram definerer sannsynligheten for fremkomst/hyppighet av ulike sjøtilstander. Hver sjøtilstand defineres av en bølgehøyde H_s og en periode T_z eller T_p .

Ekstremlaster for styrkeberegninger benytter en returperiode på 25 år som tilsvarer skipets designede levetid med en sannsynlighet for overskridelse på 10^{-8} . Denne er basert på bølger for Nord-Atlanteren.

Lastene som blir benyttet kan deles inn i stillevannsberegninger (statisk) og bølgeinduserte laster (dynamisk/impuls). Lineære hydrodynamiske beregninger impliserer at bølgetrykket kun virker opp til stillevannsoverflaten. I ikkelineære beregninger virker trykket inn ved vannoverflaten som kan være over eller under stillevannsoverflaten. Dette er viktig for å vurdere «splash zone effect for sea pressure» og slamming.

1.13 Andre aktører

1.13.1 SJØFARTSDIREKTORATET

Sjøfartsdirektoratet har delegert myndighetsansvar for fartøyet til DNV. Sjøfartsdirektoratet har forvaltningsansvaret og skal sørge for at sikkerheten ivaretas uavhengig av hvilket klasseregelverk som benyttes.

1.13.2 DNV – KLASSESELSKAP

DNV har hatt klasseoppfølging av nybygget og har hatt skipet i klasse siden det ble levert. Skipet har NIS flagg og DNV er delegert myndighetsansvar fra Sjøfartsdirektoratet. DNV har gjennom byggefasen godkjent tegninger, gjennomført befaringer underveis og bevitnet tester, for å sørge for at fartøyet tilfredsstiller krav fra flaggstat, DNV-klasseregler i tillegg til obligatoriske internasjonale krav.

1.13.3 SOMEK – VINDUSLEVERANDØR

Somec er en glassleverandør som designer og produserer vinduer til cruisebåter. De leverte vinduene til Viking Polaris og stod for produksjon, testing, levering og installering av blant annet vinduene på dekk 2.

1.13.4 VARD – VERFT

Viking Polaris ble bygget av verftet Vard. Verftet var ansvarlig for design, styrkeberegninger osv., men støttet seg på klasseregler i forbindelse med blant annet utregning av designtrykk på vinduer og ramme. Designlastene ble beregnet av verftet i Nauticus Hull og classeselskapet bekreftet at lastene spesifisert fra designer gjennom en «design load plan» oppfylte gjeldende minimumstrykk i reglene. Deretter ble disse levert videre til Somec for dimensjonering og produksjon av vinduene.

Marine Interiors (søsterselskap av Fincantieri) hadde ansvaret for hotelldelen av skipet og hadde kontakten med Somec.

1.14 Tidligere hendelser/ulykker

1.14.1 INNELDNING

I dette kapitlet er det gjengitt noen ulykker som er undersøkt etter at fartøy har blitt truffet av kraftige bølger. Det bemerkes at disse ikke nødvendigvis er direkte sammenlignbare med ulykken med Viking Polaris, men er tatt med for å synliggjøre problematikken rundt eksponering av kraftige og brytende bølger.

1.14.2 ORIANA

Den 28. september 2000 var cruiseskipet Oriana på vei fra New York til Southampton med en hastighet på rundt 19,5 knop, da hun ble truffet av en stor bølge midtskips på babord side²⁷. Tre lugarvinduer på dekk 5 og tre på dekk 6 ble ødelagt, og førte til skade på personer om bord og lugarer. Skipet opplevde storm vindstyrke og høy sjø. Noen av de medvirkende årsakene identifisert var:

- *The wave causing the damage was probably larger than 10m and possibly impacted with a force greater than the designed strength of the windows.*
- *The cumulative effect of various defects made many of the windows significantly weaker than designed, and a number possibly weaker than required by BSMA.*
- *Had the windows been manufactured and installed as designed, they would have been more likely to have been able to withstand the pressure exerted by the wave.*

Andre funn var blant annet:

- *The window design met the requirements of the regulations.*
- *The absence of forecast for the area Hectate is not considered to be significant.*
- *Although the height of Oriana's bridge, along with the overall size of the ship, and the use of stabilisers, could potentially have contributed to an underestimation of the sea conditions, the captains observations from various levels would have reduced this possibility.*
- *A speed of 19.6 knots was appropriate with the sea and swell on the port quarter, although a more «down-sea» course might have reduced ship movement and been more comfortable for passengers.*

En av anbefalingene gikk til The Maritime and Coastguard Agency:

- *Investigate the revision of the existing standard for windows, taking into account their increasing size, and new technology.*

1.14.3 MARCO POLO

14. februar 2014 kl. 1305 (GMT) ble passasjerskipet Marco Polo truffet av en stor bølge på styrbord side omtrent åtte nautiske mil fra innseilingen til det nordøstgående trafikkseparasjonssystemet utenfor Ushant²⁸.

²⁷ Report on the investigation of wave damage to the passenger cruise ship Oriana in the North Atlantic Ocean 28 September 2000, Marine Accident Investigation Branch, Report No 36/2002, November 2002.

²⁸ Report of the marine safety investigation into a passenger fatality following a large wave strike off Ouessant (Ushant) on February 14th 2014, the Bahamas Maritime Authority, 27th of October 2014.

Vindhastigheten rapportert var på 70 knop. Treffet av bølgen resulterte i at fire vinduer ble skadet. Vinduene var lokalisert i skipssiden på dekk 6 ved en av skipets restauranter. Seksten passasjerer og besetningsmedlemmer ble skadet. To av disse fikk alvorlige skader og en ble erklært omkommet som følge av skadene.

I rapporten fremkommer det at det er gjort søk i IMOs Global Integrated Shipping Information System database (GISIS) og andre internettkilder. Her fremkommer det blant annet at det har vært rapportert 16 hendelser med ødelagte vinduer på passasjerskip siden år 2000. Det ble videre rapportert at i en av disse, M/V Louis Majesty, resulterte hendelsen i to dødsfall og atten skadede passasjerer.

1.14.4 COSL INNOVATOR

30. desember 2015 kl. 1638 ble den flyttbare boreinnretningen COSL Innovator truffet av en bølge i Nordsjøen²⁹. Bølgen traff innretningen på babord side forut, og innretningen fikk omfattende skader. Én person omkom, og fire personer ble skadet da vinduene til flere lugarer ble slått inn.

I granskingsrapporten etter hendelsen ble det blant annet beskrevet følgende:

- Innretningens overbygg med vinduer var ikke dimensjonert for å tåle horisontale bølgelaster, kun hydrostatisk trykk.
- På grunnlag av de data som foreligger er det Ptils vurdering at bølgen var steil, men at værforholdene 30.12 sannsynligvis var innenfor det innretningen skal være designet for.
- Den største usikkerheten knyttet til hendelsesbeskrivelsen er etter Ptils vurdering den relative posisjon mellom bølge og innretning i hendelsesøyeblikket.

1.14.5 VLCC ARAFURA

Den 11. september 2021 ble det belgiskflaggede skipet Arafura truffet av en bølge da det rundet Kapp Horn³⁰. To besetningsmedlemmer som opphold seg på dekk ble truffet av bølgen og omkom senere av skadene de pådro seg.

Det ble konkludert med at årsaken til ulykken var at en bølge som var signifikant høyere enn andre observerte bølger traff skipet.

Som medvirkende årsaker ble det blant annet trukket frem:

The occurrence of a freak wave was not taken into account in the assessment to proceed to the foc'sle:

- The area near Cape Horn was not known for freak waves. The occurrence of freak waves in the Cape Horn region was not mentioned in any nautical publication and no observations of freak waves were recorded by the local authorities.

- The development of general warning systems to detect the possibility that freak waves might occur was still in an academic stage:

²⁹ Granskingsrapport etter hendelse med fatalt utfall på COSL Innovator 30. desember 2015, Petroleumstilsynet, 06.07.2016.

³⁰ Report on the investigation into fatal accident on board vlcc Arafura near Cape Horn with decease of two crew memebers on September 11th 2021, Federal Bureau for the Investigation of Maritime Accidents, Report 2121/004987.

- *There was no equipment on board to detect the occurrence of freak waves.*
- *There was no existing tool that could be used by weather forecasting organisations ashore to forecast the occurrence of freak waves in that region.*

1.15 Andre opplysninger

1.15.1 SØK OG REDNING I ANTARKTIS

I 1998 etablerte Argentina og Chile et samarbeid gjennom the Joint Antarctic Naval Patrol (PANC) for å koordinere SAR-aktiviteten³¹ i området mellom partene. Joint Antarctic Naval Patrol gjennomføres mellom 15. november og 31. mars hvert år med en rotasjon på hver femte uke, hvor de utfører aktiviteter og øvelser av søk og redning, berging, overvåkning av forurensning og gjenoppretting. Formålet er å ivareta sikker navigering, menneskeliv og bidra til å holde havet fritt for forurensning. SAR koordineringssentre finnes i Ushuaia og Punta Arenas og disse har støttefartøy til disposisjon ved en SAR-hendelse. Det finnes også et SAR koordineringssenter i Puerto Williams som tilbyr støtte ved pågående operasjoner.

I hovedsak skal IAATO (International Association of Antarctica Tour Operators) operatører være så selvforsynt/uavhengig som mulig, med unntak av storulykker som følge av eksempelvis grunnstøting og kollisjon med isfjell, hvor det vil være naturlig at RCC³² blir tilkalt. Det er forventet at operatører i disse områdene har beredskapsplaner som ivaretar de fleste hendelser selv, som eksempelvis medisinsk evakuering, men også at skip i områder kan støtte seg på hverandre. Alle operatørene er en del av et springssystem som gjør det mulig for dem å vite nøyaktig hvor andre operatører befinner seg, og alle har kontaktinformasjon til hverandre.

1.16 Iverksatte tiltak

1.16.1 DRIFTSELSESKAPET

1.16.1.1 Operasjonelle værrestriksjoner og bølgeradar

Det ble i etterkant av ulykken utarbeidet midlertidige operasjonelle værrestriksjoner som skulle gi veiledning til kapteinene både på Viking Polaris og søsterskipet Viking Octantis med tanke på blant annet sannsynlighet for brytende bølger. Veiledningen var et trafikklyssystem som skulle gi informasjon om ved hvilke kombinasjoner av signifikante bølgehøyder (Hs) og gjennomsnittlig bølgeperiode (Tz), fartøyet ikke kunne seile. Ifølge DNV tilsvare tallene i selve matrisen typisk vindstyrke når sjøtilstanden er ikke-stasjonær og voksende.

³¹ Redningstjeneste – Search and Rescue.

³² Rescue coordination center.

| Hs \ Te | 1,25 | 1,75 | 2,25 | 2,75 | 3,25 | 3,75 | 4,25 | 4,75 | 5,25 | 5,75 | 6,25 | 6,75 | 7,25 | 7,75 | 8,25 | 8,75 | 9,25 | 9,75 | 10,25 | 10,75 | 11,25 | 11,75 | 12,25 | 12,75 | 13,25 | 13,75 | 14,25 | 14,75 | 15,25 | 15,75 | 16,25 | 16,75 | | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--|--|
| 0,25 | 5,9 | 3,3 | 2,1 | 1,5 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | | | | | | |
| 0,75 | | 11,6 | 8,0 | 5,9 | 4,6 | 3,6 | 3,0 | 2,5 | 2,1 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | | | | | | |
| 1,25 | | | 17,5 | 12,9 | 9,9 | 7,8 | 6,4 | 5,3 | 4,5 | 3,8 | 3,3 | 2,9 | 2,6 | 2,3 | 2,0 | 1,8 | 1,7 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | | | | | | | | | | | |
| 1,75 | | | | 21,4 | 16,4 | 12,9 | 10,5 | 8,7 | 7,3 | 6,3 | 5,4 | 4,7 | 4,2 | 3,7 | 3,3 | 3,0 | 2,7 | 2,5 | 2,3 | 2,1 | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | | | | | | | | | | |
| 2,25 | | | | | 23,9 | 18,8 | 15,2 | 12,6 | 10,6 | 9,0 | 7,8 | 6,8 | 6,0 | 5,3 | 4,8 | 4,3 | 3,9 | 3,5 | 3,2 | 3,0 | 2,7 | 2,5 | 2,3 | 2,2 | 2,0 | 1,9 | 1,8 | | | | | | | | | | | |
| 2,75 | | | | | | 25,4 | 20,5 | 16,9 | 14,2 | 12,1 | 10,5 | 9,1 | 8,0 | 7,1 | 6,4 | 5,7 | 5,2 | 4,7 | 4,3 | 3,9 | 3,6 | 3,4 | 3,1 | 2,9 | 2,7 | 2,5 | 2,4 | 2,2 | | | | | | | | | | |
| 3,25 | | | | | | | 26,3 | 21,7 | 18,2 | 15,5 | 13,4 | 11,7 | 10,3 | 9,1 | 8,1 | 7,3 | 6,6 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,6 | 4,3 | 3,9 | 3,7 | 3,4 | 3,2 | 3,0 | | | | | | | | | | | |
| 3,75 | | | | | | | | 32,6 | 26,8 | 22,5 | 19,1 | 16,5 | 14,4 | 12,6 | 11,2 | 10,0 | 9,0 | 8,1 | 7,4 | 6,7 | 6,1 | 5,7 | 5,2 | 4,8 | 4,5 | 4,2 | 3,9 | 3,6 | | | | | | | | | | |
| 4,25 | | | | | | | | | 32,3 | 27,1 | 23,0 | 19,8 | 17,2 | 15,1 | 13,4 | 12,0 | 10,7 | 9,7 | 8,8 | 8,0 | 7,3 | 6,8 | 6,2 | 5,8 | 5,4 | 5,0 | 4,6 | 4,3 | | | | | | | | | | |
| 4,75 | | | | | | | | | | 31,9 | 27,1 | 23,3 | 20,3 | 17,8 | 15,8 | 14,1 | 12,6 | 11,4 | 10,3 | 9,4 | 8,6 | 7,9 | 7,3 | 6,8 | 6,3 | 5,8 | 5,4 | | | | | | | | | | | |
| 5,25 | | | | | | | | | | | 36,9 | 31,4 | 27,0 | 23,5 | 20,6 | 18,2 | 16,2 | 14,6 | 13,1 | 11,9 | 10,9 | 9,9 | 9,1 | 8,4 | 7,8 | 7,2 | 6,7 | | | | | | | | | | | |
| 5,75 | | | | | | | | | | | | 35,9 | 30,8 | 26,8 | 23,5 | 20,3 | 18,5 | 16,6 | 15,0 | 13,6 | 12,4 | 11,3 | 10,4 | 9,6 | 8,9 | 8,2 | | | | | | | | | | | | |
| 6,25 | | | | | | | | | | | | | 40,5 | 34,8 | 30,3 | 26,5 | 23,5 | 20,9 | 18,7 | 16,9 | 15,3 | 13,9 | 12,7 | 11,7 | 10,8 | 10,0 | | | | | | | | | | | | |
| 6,75 | | | | | | | | | | | | | | 39,0 | 33,8 | 29,7 | 26,2 | 23,4 | 20,9 | 18,9 | 17,1 | 15,6 | 14,2 | 13,1 | 12,0 | 11,1 | | | | | | | | | | | | |
| 7,25 | | | | | | | | | | | | | | | 37,6 | 32,9 | 29,1 | 25,9 | 23,2 | 20,9 | 18,9 | 17,2 | 15,8 | 14,5 | 13,3 | | | | | | | | | | | | | |
| 7,75 | | | | | | | | | | | | | | | | 36,3 | 32,0 | 28,5 | 25,5 | 23,0 | 20,8 | 19,0 | 17,3 | 15,9 | 14,6 | | | | | | | | | | | | | |
| 8,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | 38,7 | 35,1 | 31,2 | 27,9 | 25,2 | 22,8 | 20,7 | 18,9 | 17,4 | 16,0 | | | | | | | | | | | | |
| 8,75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 38,0 | 30,4 | 27,4 | 24,8 | 22,6 | 20,6 | 18,9 | 17,4 | | | | | | | | | | | | | |
| 9,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 36,8 | 33,0 | 29,7 | 26,9 | 24,4 | 22,3 | 20,5 | 18,8 | | | | | | | | | | | | |
| 9,75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 39,7 | 35,6 | 32,0 | 29,0 | 26,3 | 24,0 | 22,1 | 20,3 | | | | | | | | | | | |
| 10,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 42,7 | 38,2 | 34,4 | 31,1 | 28,3 | 25,8 | 23,7 | | | | | | | | | | | |
| 10,75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 40,9 | 36,8 | 33,3 | 30,3 | 27,6 | 25,3 | | | | | | | | | | | |
| 11,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 39,3 | 35,6 | 32,3 | 29,5 | 27,0 | | | | | | | | | | | |
| 11,75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 41,8 | 37,8 | 34,4 | 31,4 | 28,8 | | | | | | | | | | |
| 12,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 40,2 | 36,5 | 33,3 | 30,5 | | | | | | | | | | |
| 12,75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 42,5 | 38,7 | 35,3 | 32,5 | | | | | | | | | |
| 13,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 40,8 | 37,3 | 34,1 | 31,4 | | | | | | | | |
| 13,75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 43,1 | 39,3 | 36,0 | | | | | | | | | |
| 14,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 41,3 | 37,9 | | | | | | | | | |
| 14,75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 43,8 | 39,8 | | | | | | | | | |
| 15,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 41,7 | 38,3 | | | | | | | | |

Figur 88: Trafikklysmode ll utarbeidet etter ulykken. Kilde: Driftsselskapet

Forklaringene til de ulike trafikklysfargene var som følger:

“Green condition” – normal and acceptable conditions where vessel can proceed nominally as per planned voyage

“Yellow condition” – conditions where vessel should keep seas abeam with full speed to minimize exposure time. Follow Heavy Weather procedure if assessed to meet criteria in OMCV Ch. 7.3

Note: Be alert and take mitigating measures if observing any “slamming” in this condition.

“Red condition” – high risk conditions vessel should avoid planned voyage. If developing into red condition (non-forecasted) during voyage, vessel should head into seas with reduced speed until conditions improve

Note: Be alert and take mitigating measures if observing “slamming”.

Driftsselskapet har opplyst at de også er i ferd med å installere bølgeradar om bord som kan være et hjelpemiddel for å estimere bølgehøyde og periode. Dette tiltaket skal gjelde for rederiets ekspedisjonsflåte som består av Viking Polaris og Viking Octantis, og skal benyttes når fartøyene opererer i Drakestredet.

Systemet vil benytte radaren til å måle bølgehøyde og periode, og indikerer om sjøtilstanden, kombinert med fartøyets kurs, er «grønn» eller «rød». «Grønn» kurs ville indikere lav sannsynlighet for at brytende bølger treffer vinduer i skipssiden. «Rød» kurs vil indikere økt risiko for at brytende bølger treffer vinduer i skipssiden.

Dersom bølgeradarsystemet slutter å virke skal det manuelle trafikklyssystemet som allerede er implementert benyttes til å vurdere om forholdene er akseptable.

1.16.1.2 Kurs og oppdatering av prosedyrer

Driftsselskapet har opplyst at de har gjennomført følgende tiltak:

- Driftsselskapet har blitt sertifisert av DNV i henhold til DNV-ST-0008 til å holde opplæring/kurs i bruken av Zodiac.
- Det er utarbeidet operasjonsmanual og kursmanual for operasjon og drift av Zodiac-er.
- Det er avholdt et pilotkurs om bord Viking Polaris med DNV tilstede.

- Oppdatert prosedyre «Hangar Operations» til å blant annet inkludere riktig fylletrykk og rutiner for kontroll av fylletrykk.

1.16.2 DNV

I etterkant av hendelsen har DNV iverksatt et omfattende arbeid med blant annet gjennomgang av regelverket for dimensjonering av skip med fokus på dynamisk trykk fra brytende bølger som treffer direkte inn i siden på skip. DNV bemerker at etablert analysemetodikk for å beregne dimensjonerende laster på skip fra bølger ikke tar hensyn til brytende bølger. DNV har blant annet gjort følgende analyser og funn i etterkant av ulykken:

- *Regler er basert på både beregninger og erfaringer fra operasjon. Erfaringene vil naturlig nok inkludere alle typer belastninger, også bølgebrytning. Endringer av skipsdesign, operasjon eller bølgeforhold kan føre til forhold utenfor etablert erfaring og hendelser med høyere laster enn det ordinære regler tar høyde for. Regler må her forstås som reglementet til individuelle klasseselskap, IACS samt internasjonale konvensjoner regulert av IMO, lastelinjekonvensjonen, SOLAS med mer.*
- *Kartlegging utført av DNV av bølgeforholdene i Drake Passage hvor ulykken inntraff ble gjort ved å innhente hind-cast data fra eksterne kilder.*
- *DNV har nylig tatt i bruk en ikke-lineær bølgemodell, Higher Order Spectral Method (HOSM), når oppførsel og belastninger av steile sjøtilstander skal vurderes. Denne kan brukes til å simulere sjøtilstanden under ulykken. Den kan med stor nøyaktighet predikere bølgestatistikk og -kinematikk fram til rett før brytning, når CFD må ta over.*
- *Brytende bølger er lite studert, men numeriske metoder (Computational Fluid Dynamics, CFD), kan gi ny forståelse av fenomenet som tidligere ikke har vært mulig. Bare de siste to-tre årene har en kombinasjon av økt regnekraft og forbedret metodikk gjort det mulig å simulere hundrevis av brytende bølge hendelser.*
- *DNV har tatt utgangspunkt i simulerte bølger fra HOSM, og brukt disse som utgangspunkt for CFD beregninger når bølgene går mot brytning. CFD viser at frekvensen av brytning øker, og at bølgene når høyere enn HOSM predikerer.*
- *Ett sett av sjeldent forekommende, men kritiske sjøtilstander med hensyn til brytning, er simulert i CFD. Disse viser at det er en viss, men lav, sannsynlighet for brytende bølger som når opp til vinduene på Viking Polaris i sjøtilstanden ulykken skjedde. Samtidig øker denne sannsynligheten dersom sjøen blir krappere dvs at midlere bølgeperioder minker for samme signifikante bølgehøyde. Ved mindre krapp sjø enn den som ble erfart da ulykken inntraff, vil sannsynligheten kraftig reduseres og nærmest elimineres. Dersom skipet gjør en retningsendring ved å vende baugen opp mot sjøen vil lastene høyt oppe på siden av skipet avta og forsvinne.*
- *De samme analysene er gjort for et annet skip. Resultatet fra disse er at skrogform og hoveddimensjoner påvirker hvor store og høyt opp lastene når på siden av skipet. Mer analyse er nødvendig for å validere disse funnene for å se hvordan dette kan anvendes i regelverket.*

DNV utførte også en gjennomgang av annet regelverk som ICLL³³, IACS UR S3³⁴ og IACS typiske strukturelle regler, typiske standarder benyttet i skipsbyggingindustrien og krav i andre

³³ ICLL 66/88 International Convention of Load Lines.

³⁴ IACS UR S3: Strength of end Bulkheads of Superstructures and Deckhouses.

klaseselskap. Det ble ikke identifisert andre regelverk som omhandlet skip og skipsvinduer som tok høyde for brytende bølger.

2. Analyse

| | |
|--|----|
| 2.1 Innledning | 73 |
| 2.2 Hendelsesforløp | 73 |
| 2.3 Driftsselskapets rutiner for luftfylling og operasjon av Zodiac-er | 75 |
| 2.4 Driftsselskapets veiledning og prosedyrer for seiling i hardt vær | 76 |
| 2.5 Design av vinduer | 76 |
| 2.6 Redning og evakuering fra Antarktis | 79 |

2. Analyse

2.1 Innledning

Ulykken om bord cruiseskipet Viking Polaris inntraff da fartøyet var på vei fra Antarktis til Ushuaia i Argentina. En passasjer omkom og flere ble skadet av den brytende bølgen som knuste syv lugarvinduer.

Undersøkelsen har hatt spesielt fokus på å avdekke hvorvidt vinduene i skutesiden var designet i henhold til regelverket, og hva som lå til grunn i regelverket for beregning av designtrykk på vinduer i skutesiden. Det er knyttet usikkerhet til bølgens nøyaktige karakteristikk og trykket den påførte skipet.

Analysen innledes med en vurdering av hendelsesforløpet, både hendelsen med Zodiac-en og vinduene som knuste. Deretter vurderes driftsselskapets veiledning og prosedyrer for seiling i hardt vær, designunderlag og regelverk for design av vinduer i skutesiden. Avslutningsvis gjøres en vurdering av redning og evakuering fra Antarktis.

2.2 Hendelsesforløp

2.2.1 FORLØP TIL ULYKKEN – HENDELSEN MED ZODIAC-EN

Informasjon fra CCTV om bord viste at senterkjølen ble fylt med kompressorluft i timene før ulykken. Dette var normal praksis om bord ved forberedelse til ekspedisjoner med Zodiac-er. Da Zodiac-en ble sjø satt igjen og hadde tatt om bord passasjerene som skulle fraktes til ubåten, eksploderte senterkjølen. Etter ulykken ble senterkjølen på flere av Zodiac-ene kontrollert av besetningen med manometer og det viste seg at seks andre Zodiac-er hadde betydelig overtrykk i forhold til anbefalt operasjonstrykk. Basert på observasjoner, analyse og mekanisk testing av kjølen er det sannsynlig at skadene har oppstått som følge av en overbelastning og ikke ytre skader eller materialfeil. Dette tyder på at senterkjølen eksploderte som følge av overfylling.

Da ulykken inntraff fikk en av passasjerene bruddskader som følge av at dørkplatene ble presset opp med stor kraft, og en falt over bord som følge av kraften fra hevingen av dørkplatene. Passasjereren som falt over bord, klarte å holde seg fast i tauet langs pontongene frem til føreren fikk stanset båten. Vedkommendes redningsvest blåste seg ikke opp. SHK har foretatt en test på en tilsvarende redningsvest, som viste at den hydrostatiske utløseren måtte neddykkes omkring 3–4 cm før den ble utløst. Etter ulykken testet besetningen vedkommendes redningsvest i en bøtte, der redningsvesten ble utløst. Basert på dette er det derfor uklart for Havarikommisjonen hvorfor redningsvesten ikke utløste da vedkommende havnet i vannet. Det kan være en mulighet for at personen klarte å holde seg såpass høyt i vannet på grunn av at vedkommende holdt fast i tauet, slik at utløseren ikke ble tilstrekkelig neddykket for å bli aktivert.

Det var noe utfordrende å få personen om bord igjen i båten, og føreren måtte ha bistand fra to passasjerer. Dette var ikke nøyaktig i tråd med driftsselskapets beredskapsprosedyre hvor passasjerene skulle sitte stille i båten og matrosen skulle hjelpe personen om bord, men samlet fikk de passasjereren relativt raskt om bord igjen. Det stod i driftsselskapets prosedyrer at ved alle ekspedisjoner skal Zodiac-ene operere i par, også med tanke på sikkerhet. Da dette i utgangspunktet var en transportetappe for å frakte passasjerer til en ubåttur og det ble foretatt en ekstra tur fordi ubåten ikke var klar, var dette ikke direkte omtalt i driftsselskapets prosedyrer. Havarikommisjonen kan allikevel ikke se at det at ikke to Zodiac-er opererte i par påvirket hendelsesforløpet vesentlig i denne hendelsen, da de fikk passasjereren raskt om bord og det kom andre fartøy til unnsetning etter kort tid. Allikevel må det påpekes at det er høy risiko for nedkjøling

i slike farvann dersom man ikke raskt får en person opp av vannet. Det er avgjørende at man har tilstrekkelig ressurser til å raskt kunne redde personer opp av vannet ved en mann over bord (MOB) hendelse. Havarikommisjonen understreker viktigheten av at sikkerheten ivaretas i alle operasjoner med bruk av Zodiac-er.

Driftsselskapets rutiner for luftfylling er videre diskutert i kapittel 2.3.

2.2.2 ULYKKEN

Etter hendelsen om bord i Zodiac-en ble det vurdert flere alternativer for å frakte pasienten med bruddskader til sykehus. Det ble besluttet å avbryte cruiset og seile tilbake til Ushuaia. Dette ble diskutert og avklart med eier av fartøyet, noe som var i tråd med driftsselskapets prosedyrer.

Brobesetningen sjekket værmeldingen og startet planleggingen av seilassen. Da det var meldt dårlig vær, spesielt sør for Kapp Horn, ble det utført en Heavy Weather Checklist som var beskrevet i driftsselskapets prosedyrer. Det ble ikke foretatt en skriftlig risikovurdering i henhold til driftsselskapets sikkerhetsstyringssystem før avgang mot Ushuaia, men brobesetningen foretok en vurdering av rute med tanke på værforhold som var meldt og hastighet fartøyet skulle holde. Det var vurdert at det beste var å legge en så rett kurslinje som mulig. Det var også vurdert ut ifra værmeldingen at det ville komme dårligere vær mot kvelden den 29. november slik at det ble beordret full fart for å kunne komme før det verste været. Det var i tillegg vurdert forhold som belastning på skrog, stabilitet og ballastering før avgang, se også kapittel 1.7.2. Besetningens tidligere erfaring med fartøyet, hvor de hadde hatt vind opp mot 60 knop, hadde vært at skipet oppførte seg stabilt og det hadde vært lite bevegelse i fartøyet. Som nevnt er det mange forhold som skal vurderes når et fartøy skal planlegge en seilas. Basert på de samlede vurderingene som ble gjort før seilassen, i tillegg til tidligere erfaringer ble det ansett som trygt å følge planlagt seilingsplan og fart. I tillegg ble det underveis vurdert og fulgt med på hvordan værforholdene endret seg.

DPA ble ikke kontaktet før denne seilassen da brobesetningen allerede hadde foretatt en vurdering av hvilke værforhold som var meldt, og det var planlagt kurs og hastighet ut ifra dette. Det har fremkommet at det ikke var normal rutine å ringe DPA for å diskutere værmelding, og dette hadde heller ikke skjedd siden fartøyet ble satt i drift. Dette var heller ikke blitt etterspurt fra driftsselskapets side. Havarikommisjonen kan ikke se at å ringe DPA i akkurat dette tilfellet ville endret utfallet av ulykken, fordi driftsselskapet på land heller ikke hadde kunnskap om sårbarhetene vinduene på dekk 2 utgjorde under visse sjøtilstander. Dette er videre diskutert under kapittel 2.5 om regelverk og design av vinduer.

Det var også andre fartøy i området ulykkeskvelden, se kapittel 1.10.1. Det var derfor flere fartøy som hadde tatt beslutningen om å passere over samme område i været som var meldt. Disse hadde lagt seilingsruten noe lenger øst trolig på grunn av at avgangsstedet i Antarktis var lenger øst. Brobesetningen på Viking Polaris var derfor ikke de eneste som hadde tatt beslutningen om å krysse Drakestredet denne kvelden.

Ut fra den kunnskapen som eksisterte på ulykkesdagen, mener Havarikommisjonen at vurderinger foretatt i forbindelse med planlegging og utførelse av seilassen virket rimelige, både ut ifra driftsselskapets styringssystem, kommunikasjonen med fartøyets eier og besetningens tidligere erfaring med fartøyet i hardt vær.

Fartøyets stabilisatorfinner og anti-rullesystem gjorde at det var svært lite bevegelse i fartøyet, også i hardt vær. Navigatørene hadde derfor erfart at fartøyet hadde veldig gode sjøegenskaper i hardt vær. Offiserene og kapteinen fulgte regelmessig med på værforholdene og skipets hastighet, slagside, rull etc. underveis. Analyse av fartøyets rullebevegelser før ulykken viste at det var lite bevegelse i fartøyet og at de hadde omtrent en grad slagside mot styrbord. Det var ingen

indikasjoner i skipet på at fartøyet ikke skulle tåle værforholdene de seilte i før ulykken plutselig oppstod. Værforholdene ble noe verre enn det som ble meldt, men ikke vesentlig verre enn det som besetningen hadde vurdert før avgang. Det var ingen indikasjoner på unormal bevegelse i fartøyet eller at skipet hadde utfordringer med å håndtere de rådende forholdene, men det var noe sjøsprøyt på brovinduene innimellom, noe som var opplevd som helt normalt i dårlig vær. Brobesetningen vurderte derfor at det ikke var noen spesiell grunn til at de burde endre kurs eller fart underveis. Havarikommisjonen har ikke undersøkt hvor mye kursen måtte endres eller hastigheten reduseres for at vinduene skulle ha tålt påvirkningen fra den brytende bølgen.

Havarikommisjonen kan ikke se at den generiske risikovurderingen eller driftsselskapets prosedyrer inneholdt informasjon om sårbarheter i skutesiden eller spesielle værrestriksjoner som skulle følges.

Besetningen hadde til sammen lang erfaring til sjøs, men grunnet den relativt korte tiden Viking Polaris hadde vært i drift, hadde de tilsvarende begrenset erfaring med dette skipsdesignet under alle forhold.

Besetningen hadde heller ikke mottatt informasjon om at lugarvinduene på dekk 2 kunne være en sårbarhet ved spesielle bølgeførhold. Basert på dette, og at skipet hadde svært gode sjøegenskaper i dårlig vær, ble det utfordrende for brobesetningen å identifisere hvilke krefter skipet ble utsatt for, og vurdere hvilke sjøtilstander som kunne medføre at de oversteg designlastene til vinduene på dekk 2.

Undersøkelse av CCTV-bilder etter hendelsen har vist at skipet ble truffet av en brytende bølge. Basert på informasjon om posisjon til skadeområdet, CCTV, besetningens observasjoner og bølgehøydeestimer, er det i ettertid estimert at bølgen mest sannsynlig var i størrelsesorden 11–16 m. Ifølge kunnskap om vindens påvirkning på sjøen under vindforholdene som var til stede under ulykken, var sannsynligheten for brytende bølger ikke ubetydelig. Hvordan brytende bølger hensesyntas i regelverket er videre diskutert i kapittel 2.5.2.

Dersom vinduene ikke hadde knust hadde det trolig ikke fått noen konsekvenser for passasjerene å seile med denne kursen og farten i de rådende sjøforholdene, og hastigheten hadde vært positiv for bekvemmeligheten til passasjerene som følge av den effektive virkningsgraden til stabilisatorfennene i høy hastighet.

Da ulykken inntraff etablerte besetningen raskt beredskap, og passasjerer som var rammet av ulykken i lugarområdene på dekk 2 fikk umiddelbar assistanse. Det er ikke identifisert noen forhold som medførte ytterligere negative konsekvenser av ulykken som følge av besetningens beredskapsinnsats.

2.3 Driftsselskapets rutiner for luftfylling og operasjon av Zodiac-er

Undersøkelsen har vist at driftsselskapet manglet rutiner og opplæring knyttet til luftfylling av Zodiac-ene. Det var blitt tilbudt et kurs fra leverandørens side som blant annet inneholdt fyllerutiner og informasjon om riktig fylletrykk, men dette ble kun utført for besetningen om bord i søsterfartøyet Viking Octantis. Det er opplyst at det ble avholdt et internkurs for besetningen på Viking Polaris av instruktører fra søsterskipet. Det fremkom ikke fra opplæringsmaterialet mottatt at det ble gitt noen gjennomgang av fyllerutiner som en del av dette kurset.

Det var heller ikke etablert noen prosedyrer i driftsselskapets sikkerhetsstyringssystem som beskrev fyllerprosessen, riktig fylletrykk eller hvordan dette skulle kontrolleres, selv om dette var beskrevet i brukermanualen fra leverandøren av Zodiac-ene. Driftsselskapet har bekreftet at dette er oppdatert i styringssystemet, se kapittel 1.16.1.2. Det fremmes derfor ingen sikkerhetstilråding om dette forholdet.

Selv om fyllerutiner ikke var beskrevet i styringssystemet kan det bemerkes at fylletrykket var oppgitt på selve fyllingsventilene på pontongene. Dette innebar at denne kunnskapen var noe besetningen hadde tilgang til. På den andre siden var ikke dette fylletrykket markert på ventilene til futurapontongene og senterkjøl, i tillegg til at det var mer utfordrende å komme til ventilen på senterkjølen som var plassert nede i kassen. Havarikommisjonen tror ikke det utfordrende designet var årsaken til at trykket ikke ble kontrollert med manometer, siden dette heller ikke ble utført på hovedpontongene. Det at besetningen ikke hadde fått spesiell opplæring i fyllerutiner er trolig en av grunnene til at overfylling av senterkjølen oppstod. Dette underbygges også ved at det ble avdekket betydelig overfylling på flere av de andre båtene etter ulykken.

Undersøkelsen har vist at flere av Zodiac-ene som har hatt problemer med limslipp også har hatt overfylte senterkjøler. Havarikommisjonen har ikke undersøkt videre om det var en sammenheng mellom limslipp og overfylling.

2.4 Driftsselskapets veiledning og prosedyrer for seiling i hardt vær

I driftsselskapets sikkerhetsstyringssystem var det både prosedyrer for ruteplanlegging og forhåndsregler som måtte tas i hardt vær. Det fremkom blant annet at yteevnen til skroget skulle vurderes som en del av den selskapsgeneriske risikovurderingen. Det stod også at passasjerenes komfort skulle være en del av vurderingen.

Risikovurderingen og prosedyrene manglet beskrivelser om at det ved visse sjøtilstander kunne oppstå brytende bølger som kunne medføre store belastninger på lugarvindueene og dermed utfordre deres tåleevne. Det stod heller ikke noe om at navigatørene måtte være forsiktige med å undervurdere bølgelaster på skroget som følge av at skipet beveget seg lite, blant annet på grunn av de effektive stabilisatorfinnene. Havarikommisjonen kan ikke se at denne risikoen var tydelig kommunisert til besetningen om bord. Den generiske risikovurderingen inneholdt ingen informasjon om faremomenter med å undervurdere kreftene som virket på skipet selv om bevegelsene var minimale på grunn av skipets anti-rullesystemer, og overløt dermed til besetningen å identifisere denne risikoen.

Etter ulykken utarbeidet driftsselskapet værrestriksjoner i samarbeid med klasseselskapet, med formål om å gi navigatørene mer veiledning ved hvilke sjøtilstander man kunne få brytende bølger som nådde opp til vindueene, og påfølgende når fartøyet skulle avbryte planlagt seilas eller gå mot sjø og redusere hastighet. Det har ikke fremkommet at slike operasjonsbegrensninger var en del av driftsselskapets styringssystem før ulykken, noe som tyder på at det ikke var kunnskap hverken hos driftsselskapet eller klasseselskapet om de sårbarheter vindueene på dekk 2 utgjorde under visse sjøtilstander. Bakgrunn og forutsetninger for vinduenes design er videre diskutert i kapittel 2.5.

2.5 Design av vinduer

2.5.1 DESIGNUNDERLAG OG BØLGEKREFTER

Basert på undersøkelsen av designunderlaget til vindueene er det ikke funnet feil eller avvik som har hatt betydning for utfallet av at bølgen traff vindueene. Det er heller ikke funnet feil i installasjon og fabrikkasjonsunderlaget. Fullskala-trykktesten som ble utført av det sterkeste vinduet på dekk 2 viste at karmen og vinduet tålte et testtrykk på 40 kPa. Vindueene inkludert karmen som ble ødelagt av den brytende bølgen var dimensjonert med et designtrykk på 24,4 kPa. Siden karmen var lik for alle vindueene og tålte et høyere trykk enn designtrykket, men ga etter først for enkelte av lugarvindueene, tyder dette på at trykket har vært høyere enn 40 kPa og dermed langt høyere enn det vindueene var designet for.

Dersom karmstolpen hadde vært festet med lastbærende bolter til skroget, er det en mulighet for at karmen hadde tålt trykket fra bølgen. Men siden trykket fra bølgen var så mye høyere enn designtrykket ville uansett vinduet knust. Bølgekreftene som virket på vinduene, var derfor betydelig høyere enn det de var designet for.

Som følge av kravet til minimumstykkelser var det omkringliggende stålet i etterkant av ulykken beregnet til å tåle et trykk på 107 kPa, noe som var betydelig høyere enn designtrykket på 24,4 kPa, som var gjeldende for både skrogsiden og vinduene i skadeområdet. Det var ikke identifisert skader på skrogsiden i området rundt og ved vinduene, noe som tyder på at trykket fra den brytende bølgen på enkelte av de skadede områdene mest sannsynlig har ligget i området 40–107 kPa.

Da selve glasset var designet med en sikkerhetsfaktor på fire sammenlignet med omkringliggende stål, vil glassene i praksis kunne tåle mye høyere laster enn designtrykket. Sikkerhetsfaktoren er ment å hensynta de ulike materialegenskapene til glass og stål. Blant annet er glass sprøtt og knuses der stål deformeres og vil absorbere energi fra en brytende bølge. Det er usikkert hvor mye glassene faktisk tålte, men det kan ha vært rundt fire ganger designtrykk, noe som tilsvarer ca. 98 kPa.

Den brytende bølgen vil gi en impulslast og trykket kan derfor være betydelig høyere enn designtrykket uten at materialet går til brudd. Om materialet går til brudd avhenger av egenskapene til materialet i kombinasjon med impulslastens karakteristikk, som maksimalt trykk og varighet. Det er derfor usikkert hvor stor denne kortvarige impulslasten var, og det er ikke gjort ytterligere undersøkelser for å anslå denne lasten. Det kan derfor ikke utelukkes at det maksimale bølgetrykket kan ha vært større enn 107 kPa i en kort periode.

Det er ikke identifisert at den brytende bølgen var unormalt stor eller utenfor hva skipet skulle ha vært designet for. Bølgehøyden var mest sannsynlig i området 11–16 m, med en periode på omkring 8–9 sekunder, noe som er innenfor regelverkets gyldighetsområde definert av scatterdiagrammet. Sjøtilstanden fartøyet dro ut i (Hs 6 eller 7 m og Tp 11 s) var også definert som en del av sjøtilstandene som ligger til grunn i regelverket, se vedlegg C. Det var heller ingenting i regelverket eller i formelen som beregnet designtrykket på vinduene som forutsatte at fartøyet ved disse sjøtilstandene ikke kunne få bølger inn fra siden.

Kapittel 2.5.2 ser nærmere på regelverket for beregning av designtrykk på skutensiden og de aktuelle vinduene som knuste på fartøyet, og i hvilken grad brytende bølger hensyntas i formelverket.

2.5.2 REGELVERK

Det finnes to formler i DNVs regelverk, som er i henhold til felles krav fra IACS, for beregning av minimumsstyrke av skipssiden, hvor det høyeste av disse skal være dimensjonerende. Dette trykket bestemmer igjen det dimensjonerende minimumstrykket for vinduene. De to trykkene som vurderes er P_w og P_{si} . P_w tar hensyn til alle sjøtilstander og bølgeretninger og inkluderer også en operasjonell faktor som skal ta hensyn til hvordan kursen til fartøyet er i forhold til bølgene.

P_{si} var basert på erfaring og inkluderer ikke noen form for bølgeanalyse eller operasjonell faktor. For posisjonene til vinduene som knuste var P_{si} dimensjonerende (resulterte i høyest designlast). Selv om P_w er basert på bølgeanalyser, tok ingen av de to beregningsmetodene hensyn til brytende bølger.

Det er rapportert om flere hendelser som har medført knuste vinduer eller lugarvinduer som er slått inn av brytende bølger og høy sjø, se kapittel 1.10.1 og 1.14. Undersøkelsene etter enkelte av

disse ulykkene pekte på at vinduene ikke var dimensjonert for bølgen som traff dem, men at designet oppfylte eksisterende regelverk.

I Sørishavet mellom Kapp Horn og Antarktis er bølger fra vest dominerende og vil treffe fartøyene som seiler denne ruten inn i siden. I Drakestredet og området ulykken skjedde er det forventet at det i 30 % av tiden i november blåser med vindstyrke på Beaufort 7 (28–33 knop) eller mer. Risiko for brytende bølger vil være stor i de tilfeller det er sterkt stigende vind. Det er derfor ikke unormalt at seilasene over Drakestredet innebærer mye vind og også brytende bølger. Dette var også i samsvar med erfaringene besetningene om bord både Viking Polaris og Viking Octantis hadde.

Viking Polaris hadde blant annet effektive aktive stabilisatorfinner for å redusere bevegelsene i fartøyet, og hadde i utgangspunktet lite problemer med å gå i disse forholdene med tanke på bevegelse i fartøyet og passasjerkomfort. Det var ikke utarbeidet noen spesifikke operasjonelle begrensninger for fartøyet før ulykken utover det som var beskrevet i regelverket. Derfor ble de svake punktene som vinduene var i dette tilfellet, ikke spesielt vurdert som en risiko under seilasen. Besetningen var heller ikke kjent med, eller hadde fått spesiell kunnskap om forskjellene i tåleevne (designtrykk) mellom vinduene og det omkringliggende stålet i skutesiden.

Undersøkelsen har vist at sjøforholdene som rådet da ulykken skjedde var innenfor sjøtilstandene definert i bølgescatterdiagrammet som fartøyet skal være designet for og at det ikke var funnet noen vesentlige feil i designgrunnlaget som hadde betydning for utfallet. Risikoen for brytende bølger øker for steilere sjøtilstander, det vil si at risikoen øker for kortere bølgeperioder for H_s større enn 4,25 m, se også figur 88. Sjøtilstanden på ulykkestidspunktet befant seg innenfor det kritiske området i scatterdiagrammet som er definert som risiko for at brytende bølger kan oppstå og nå opp til vinduene på 2 dekk.

Det er ikke identifisert regler for skip eller skipsvinduer i noen av IACS-medlemmenes skipsregler, inkludert DNVs regler for skip, som hensyntar effekten av brytende bølger mot skutesiden. Havarikommisjonen mener at vinduene var underdimensjonert, og at gjeldende regler for designtrykk for vinduer lokalisert i denne posisjonen gir for lave verdier til å kunne motstå trykkklaster fra brytende bølger innenfor regelverkets gyldighetsområde. Havarikommisjonen retter en tilråding til DNV om dette forholdet. Det må bemerkes at DNV har i igangsatt et omfattende arbeid med å ytterligere kartlegge både lokale værforhold i området og analyser av bølgers påvirkning på ulike typer skip for å gi ny innsikt om brytende bølger og belastninger i sidesjø.

I etterkant av ulykken ble det utarbeidet midlertidige operasjonsbegrensninger for både Viking Polaris og søsterfartøyet Viking Octantis inntil det var funnet ut hva som hadde skjedd. Operasjonsbegrensningene skulle ta høyde for bølgehøyder og perioder som kunne føre til brytende bølger med medfølgende skader på fartøyet. Det planlegges å innføre et permanent beslutningsstøttesystem som skal bistå besetningen med å identifisere risikoen for at skipet kan bli eksponert for brytende bølger som kan føre til skader på fartøyet. Dette underbygger at designet på vinduene var underdimensjonert og at regelverket ikke tok hensyn til brytende bølger.

Operasjonsbegrensningene oppgir en gjennomsnittlig periode T_z , men værmeldingen som besetningen benytter seg av bruker normalt sett en topperiode T_p , noe som betyr at besetningen må regne om denne parameteren fra T_z til T_p . I tillegg er det sjelden værmeldingen og navigatører opererer med bølgehøyder og bølgeperioder på dette presisjonsnivået (to desimalers nøyaktighet i matrisen). Det vil derfor være utfordrende for besetningen å benytte trafikklysmodellen slik den er utformet.

Arbeidet til DNV har vist at skip som opererer i Drakestredet oftere seiler i sjøtilstander med Hs 4–6 m enn skip som opererer i andre områder³⁵. I tillegg opererer de oftere med sidesjø i dette området.

Operasjonsbegrensningene innført etter ulykken indikerer også at fartøyet vil kunne få utfordringer med å seile i sjøtilstander ned mot Hs = 4,25 m kombinert med lave bølgeperioder. Dette ser ut til å kunne utfordre driftskonseptet da dette er lave sjøtilstander og ikke uvanlig for dette området. Dette vil stille ytterligere krav til brobesetningens kunnskap og vurderinger om sjøforholdene også ved sjøtilstander som kanskje i utgangspunktet ikke var ansett å være et problem for fartøyene å håndtere. I tillegg vil været kunne endre seg raskt i dette området, noe som innebærer at det bør være klare retningslinjer for hva som må gjøres hvis værforholdene endrer seg, da nåværende design er mindre robust med tanke på brytende bølger i skipssiden. Et tiltak beskrevet i værbegrensningene for fartøyet er å endre kurs ved ugunstige sjøtilstander så fartøyet går med redusert fart med baugen mot bølgene. Havarikommisjonen mener dette ville vært et problematisk tiltak på ulykkestidspunktet da de ville ha seilt rett inn i det verste været med helt feil kurs med tanke på planlagt destinasjon. Dette ville gitt betydelig økt eksponeringstid i de røffe værforholdene. Besetningen har også andre faktorer å ta hensyn til, som passasjerkomfort og logistikk, og det vil derfor kunne være et vanskelig tiltak å gjennomføre. Havarikommisjonen vurderer at et mer robust vindusdesign som tar høyde for brytende bølger vil være en sterkere barriere enn kun operasjonelle tiltak.

Værforholdene i Drakepassasjen og andre områder med tilsvarende værforhold vil ha en risiko for brytende bølger som må ivaretas og vurderes. Viking Polaris og søsterskipet Viking Octantis vil kunne bli eksponert for brytende bølger opp langs siden dersom de opereres med sidesjø i sterkt økende vind. Slik vinduene er dimensjonert i dag vil de ikke kunne tåle trykket fra alle brytende bølger. Statens havarikommisjon fremmer derfor to tilrådinger til Sjøfartsdirektoratet og eier og driftsselskap om dette forholdet.

2.6 Redning og evakuering fra Antarktis

Operatører som opererer i Antarktis skal være så selvforsynt og uavhengig som mulig. Det er forventet at operatører i disse områdene har beredskapsplaner som ivaretar de fleste hendelser selv, som eksempelvis medisinsk evakuering, men også at skip i områder kan støtte seg på hverandre. Det betyr at fartøy kan måtte avbryte cruiset og returnere til fastlandet for medisinsk evakuering, noe som var tilfellet for Viking Polaris. Dette vil kunne føre til fartøy kan måtte gå i et dårligere vær enn de normalt ville ha planlagt for. Det er derfor avgjørende at regelverket tar høyde for de sjøtilstandene, inkludert brytende bølger, som kan oppstå innenfor regelverkets gyldighetsområde.

³⁵ Med andre områder menes et gjennomsnitt av alle områder skip opererer i, vektet med antall observasjoner.

3. Konklusjon

| | |
|----------------------------------|----|
| 3.1 Hovedkonklusjon..... | 81 |
| 3.2 Undersøkelseresultater | 81 |

3. Konklusjon

3.1 Hovedkonklusjon

Undersøkelsen har vist at fartøyet ble truffet av en brytende bølge, som i kombinasjon med fartøyets kurs og hastighet, knuste syv lugarvinduer og medførte store ødeleggelser i de berørte lugarene. Ulykken medførte at en passasjer omkom og flere ble skadet. Ulykken inntraff da fartøyet var på vei fra Antarktis til Ushuaia som følge av at de måtte utføre en medisinsk evakuering etter en hendelse med en Zodiac i Antarktis, hvor en passasjer ble skadet og en falt over bord.

Værforholdene ble noe verre enn det som ble meldt, men ikke vesentlig verre enn det som besetningen hadde vurdert før avgang. Fartøyets stabilisatorfinner og anti-rullesystem gjorde at det var svært lite bevegelse i fartøyet, også i hardt vær. Det var ingen indikasjoner på unormal bevegelse i fartøyet eller at skipet hadde utfordringer med å håndtere de rådende forholdene, men det var noe sjøsprøyt på brovinduene innimellom, noe som var opplevd som helt normalt i dårlig vær.

På ulykkestidspunktet hadde ikke besetningen forutsetninger for å forutse risikoen forbundet med at en brytende bølge ville treffe så høyt opp på skipssiden med så stor kraft. Ut ifra den kunnskapen som eksisterte på ulykkesdagen, mener Havarikommisjonen at vurderinger foretatt i forbindelse med planlegging og utførelse av seilasen virket rimelige, både ut ifra driftsselskapets styringssystem, kommunikasjonen med fartøyets eier før avgang og besetningens tidligere erfaring med fartøyet i hardt vær.

Undersøkelsen har vist at sjøforholdene som rådet da ulykken skjedde, var innenfor sjøtilstandene definert i bølgescatterdiagrammet som fartøyet skal være designet for. Det var heller ikke funnet noen feil i designunderlaget av betydning for utfallet av hendelsen. Videre har undersøkelsen vist at bølgekreftene som virket på vinduene, var betydelig høyere enn det de var designet for.

Det er ikke identifisert regler for skip eller skipsvinduer i noen av IACS-medlemmenes skipsregler, inkludert DNVs regler for skip, som hensyntar effekten av brytende bølger mot skutesiden. Havarikommisjonen mener at vinduene var underdimensjonert og at gjeldende regler for designtrykk for vinduer lokalisert i denne posisjonen gir for lave verdier for å kunne motstå trykkklaster fra brytende bølger innenfor regelverkets gyldighetsområde.

3.2 Undersøkelsesresultater

3.2.1 ULYKKEN MED ZODIAC-EN

- Informasjon fra CCTV om bord viste at senterkjølen ble fylt med kompressorluft i timene før ulykken, men trykket ble ikke kontrollert med manometer.
- Det ble avdekket betydelig overfylling av senterkjølen på flere av de andre båtene etter ulykken.
- Basert på observasjoner, analyse og mekanisk testing av kjølen er det sannsynlig at skadene har oppstått som følge av en overbelastning og ikke ytre skader eller materialfeil. Dette tyder på at senterkjølen eksploderte som følge av overfylling.
- Undersøkelsen har vist at driftsselskapet manglet rutiner og opplæring knyttet til luftfylling av Zodiac-ene.

- Det var ikke etablert noen prosedyrer i driftsselskapets sikkerhetsstyringssystem som beskrev fyllprosessen, riktig fylletrykk eller hvordan dette skulle kontrolleres, selv om dette var beskrevet i brukermanualen fra leverandøren av Zodiac-ene. Driftsselskapet har bekreftet at dette er oppdatert i styringssystemet.
- Det er foretatt en test på en tilsvarende redningsvest som viste at den hydrostatiske utløseren måtte neddykkes omkring 3–4 cm før den ble utløst. Etter ulykken testet besetningen vedkommendes redningsvest i en bøtte, der redningsvesten ble utløst. Basert på dette er det derfor uklart for Havarikommisjonen hvorfor redningsvesten ikke utløste når vedkommende havnet i vannet. Det kan være en mulighet for at personen klarte å holde seg såpass høyt i vannet på grunn av at vedkommende holdt fast i tauet, slik at utløseren ikke kom tilstrekkelig under vann til å bli utløst.

3.2.2 ULYKKEN MED KNUSTE LUGARVINDUER

- Undersøkelsen av design- og konstruksjonsgrunnlaget til vinduene har ikke avdekket feil eller avvik som har hatt betydning for utfallet av at bølgen traff vinduene.
- Fullskala-trykktesten som ble utført av det sterkeste vinduet på dekk 2 viste at karmen og vinduet tålte et testtrykk på 40 kPa. Vinduene inkludert karmen som ble ødelagt av den brytende bølgen var dimensjonert med et designtrykk på 24,4 kPa. Siden karmen var lik for alle vinduene og tålte et høyere trykk enn designtrykket, men ga etter først for enkelte av lugarvinduene, tyder dette på at trykket har vært høyere enn 40 kPa og dermed langt høyere enn det vinduet var designet for.
- Kravet til minimumstykkelse av det omkringliggende stålet var grovt estimert til å tåle 107 kPa. Dette var betydelig høyere enn designtrykket som var gjeldende for vinduene på 24,4 kPa. Det var ikke identifisert noen skader på skrogsiden i området rundt og ved vinduene, noe som tyder på at trykket fra den brytende bølgen på enkelte av de skadede områdene mest sannsynlig har ligget i området 40–107 kPa, men det kan ikke utelukkes at maksimalt bølgetrykk kan ha vært større enn 107 kPa i en kort periode.
- Det er knyttet usikkerhet til estimatet av høyden på den brytende bølgen. Det er allikevel ikke identifisert at den brytende bølgen var unormalt stor eller utenfor hva skipet skulle ha vært designet for. Sjøtilstanden fartøyet dro ut i (Hs 6 eller 7 m og Tp 11 s) var også definert som en del av sjøtilstandene som ligger til grunn i regelverket.
- Det var ingenting i regelverket eller i formelen som beregnet designtrykket på vinduene og skutesiden som forutsatte at fartøyet ved disse sjøtilstandene ikke kunne få bølger inn fra siden.
- Regelverkets beregningsmetoder for designtrykk i skadeområdet tok ikke hensyn til brytende bølger. Det er heller ikke identifisert andre regelverk som omhandler skip og skipsvinduer som tar høyde for brytende bølger.
- Det er rapportert om flere hendelser som har medført knuste vinduer eller lugarvinduer som er slått inn av brytende bølger og høy sjø. Undersøkelsene etter noen av disse ulykkene pekte på at vinduene ikke var dimensjonert for bølgen som traff dem, men at designet oppfylte eksisterende regelverk.
- Fartøyet hadde blant annet effektive aktive stabilisatorfinner for å redusere bevegelsene i fartøyet og hadde i utgangspunktet lite problemer med å gå i disse forholdene med tanke på bevegelse i fartøyet og passasjerkomfort. Det var ikke utarbeidet noen spesifikke operasjonelle begrensninger for fartøyet før ulykken utover det som var beskrevet i regelverket. På ulykkestidspunktet hadde heller ikke besetningen eller driftsselskapet forutsetninger for å forutse risikoen forbundet med at en brytende bølge ville treffe så høyt opp på skipssiden med

så stor kraft. De svake punktene som vinduene var i dette tilfellet, ble derfor heller ikke spesielt vurdert som en risiko under seilasen.

- Besetningen var ikke kjent med eller hadde fått spesiell kunnskap om forskjellene i tåleevne (designtrykk) mellom vinduene og det omkringliggende stålet i skutesiden.
- Operatører som opererer i Antarktis, skal være så selvforsynt og uavhengig som mulig. Dette betyr at fartøy kan måtte avbryte cruiset og returnere til fastlandet for medisinsk evakuering, noe som var tilfellet for Viking Polaris. Dette vil igjen kunne føre til fartøy kan måtte gå i et dårligere vær enn de normalt ville ha planlagt for. Det er derfor avgjørende at regelverket tar høyde for de sjøtilstandene, inkludert brytende bølger, som kan oppstå innenfor regelverkets gyldighetsområde.

4. Sikkerhetstilrådingar

4. Sikkerhetstilrådingar

Statens havarikommisjon fremmer følgende sikkerhetstilrådingar³⁶ som har til formål å forbedre sjøsikkerheten:

Sikkerhetstilråding Sjøfart nr. 2023/07T

Den 29. november 2022 var cruiseskipet Viking Polaris på vei fra Antarktis til Ushuaia i Argentina da en brytende bølge traff skipet i siden sørøst for Kapp Horn. Syv lugarer fikk vinduene knust, og en passasjer omkom og åtte ble skadet.

Undersøkelsen har vist at sjøforholdene som rådet da ulykken skjedde var innenfor sjøtilstandene definert i bølgescatterdiagrammet fartøyet skulle være designet for. Videre identifiserte undersøkelsen ingen vesentlige feil i skipets designunderlag som kunne ha påvirket utfallet av hendelsen. Imidlertid er det avdekket at dimensjonerende minimumskrav i IACS klasseregler, inkludert DNVs, ikke gir et resulterende minimumstrykk dimensjonert for å tåle en brytende bølge. Havarikommisjonen mener at vinduene ikke var dimensjonert for kraften fra denne brytende bølgen, og at gjeldende IACS regelverk og internasjonale krav og standarder gir for lave verdier for å kunne motstå trykkklaster fra brytende bølger innenfor regelverkets gyldighetsområde.

Statens havarikommisjon tilrår DNV å fremme problemstillingen i «International Association of Classification Societies (IACS)» for å sikre at alle klasseregler, uavhengig av klasseselskap, utvikles for å inkludere krav som tar høyde for brytende bølger mot skutesiden. Dette må også reflekteres i DNVs eget regelverk.

Sikkerhetstilråding Sjøfart nr. 2023/08T

Den 29. november 2022 var cruiseskipet Viking Polaris på vei fra Antarktis til Ushuaia i Argentina da en brytende bølge traff skipet i siden sørøst for Kapp Horn. Syv lugarer fikk vinduene knust, og en passasjer omkom og åtte ble skadet.

I Drakestredet og i området ulykken skjedde blåser det med vindstyrker som vil kunne gi brytende bølger en betydelig andel av året. Under disse vindforholdene vil sjøen bygge seg opp og Viking Polaris og søsterskipet Viking Octantis vil derfor kunne bli eksponert for brytende bølger i siden. Havarikommisjonen vurderer at et robust design som tar høyde for brytende bølger vil være en sterkere barriere enn kun operasjonelle tiltak. Slik vinduene er dimensjonert i dag vil de ikke kunne tåle trykket fra alle brytende bølger innenfor regelverkets gyldighetsområde.

Statens havarikommisjon tilrår Sjøfartsdirektoratet, som har det overordnede ansvaret for sjøsikkerheten for norske fartøy, å sikre at Viking Expedition Ship II LTD foretar forsterkninger som sikrer at brytende bølger ikke gir ødeleggelser på vinduer på de to eksisterende ekspedisjonsfartøyene.

³⁶ Undersøkelserapporten oversendes Nærings- og fiskeridepartementet som treffer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behørig hensyn til sikkerhetstilrådingene.

Sikkerhetstilråding Sjøfart nr. 2023/09T

Den 29. november 2022 var cruiseskipet Viking Polaris på vei fra Antarktis til Ushuaia i Argentina da en brytende bølge traff skipet i siden sørøst for Kapp Horn. Syv lugarer fikk vinduene knust, og en passasjer omkom og åtte ble skadet.

I Drakestredet og i området ulykken skjedde blåser det med vindstyrker som vil kunne gi brytende bølger en betydelig andel av året. Under disse vindforholdene vil sjøen bygge seg opp og Viking Polaris og søsterskipet Viking Octantis vil derfor kunne bli eksponert for brytende bølger i siden. Havarikommisjonen vurderer at et robust design som tar høyde for brytende bølger vil være en sterkere barriere enn kun operasjonelle tiltak. Slik vinduene er dimensjonert i dag vil de ikke kunne tåle trykket fra alle brytende bølger innenfor regelverkets gyldighetsområde.

Statens havarikommisjon tilrår Viking Expedition Ship II LTD i samarbeid med Wilhelmsen Ship Management (Norway) AS å foreta forsterkninger som sikrer at brytende bølger ikke gir ødeleggelser på vinduer på de to eksisterende ekspedisjonsfartøyene.

Statens havarikommisjon
Lillestrøm, 28. november 2023

Vedlegg

Vedlegg A Detaljer om fartøyet og ulykken

| Fartøyet | |
|-------------------------------------|--|
| Navn | Viking Polaris |
| Flaggstat | Norge/NIS |
| Klasseselskap | DNV |
| IMO nummer | 9863209 |
| Type | Cruiseskip |
| Byggeår | 2022 |
| Eier | Viking Expedition Ship II LTD |
| Operatør/ISM ansvarlig | Wilhelmsen Ship Management (Norway) AS |
| Konstruksjonsmateriale | Stål |
| Lengde | 205 meter |
| Brutto tonnasje | 30114 |
| | |
| Reisen | |
| Avgangshavn | Anvers i Antarktis |
| Ankomsthavn | Ushuaia, Argentina |
| Type reise | Internasjonal |
| Last | Passasjerer |
| Personer om bord | Det var et mannskap på 266 om bord og 309 passasjerer |
| | |
| Ulykkesinformasjon | |
| Dato og tidspunkt | 29.11.2022 kl. 2235 (lokal tid) |
| Ulykkestype | Hardtværskade |
| Sted/posisjon hvor ulykken inntraff | Sørøst for Kapp Horn/ pos S56°31.896 og W66°08.197 |
| Sted om bord hvor ulykken inntraff | Babord side, dekk 2 |
| Skadde/omkomne | 1 omkommet og 8 skadde passasjerer + 2 skadde ifm. Zodiac-hendelsen |
| Skader på skip | 7 lugarvinduer knuste med påfølgende skader i lugarene |
| Hvor i reisen var fartøyet | Underveis |
| Ytre miljø | Vind fra vest, Beaufort 11 (sterk storm) 56–63 knop, sjøtilstand 7 (opprørt hav) |
| | |

Vedlegg B Konsulentbistandsrapport

Vedlegg B er tilgjengelig på Havarikommisjonens nettside

<https://havarikommisjonen.no/Sjofart/Avgitte-rapporter/2023-06>

Vedlegg C Scatterdiagram

Table C-2 Scatter diagram for the North Atlantic

| T_z (s) | 3.5 | 4.5 | 5.5 | 6.5 | 7.5 | 8.5 | 9.5 | 10.5 | 11.5 | 12.5 | 13.5 | 14.5 | 15.5 | 16.5 | 17.5 | 18.5 | Sum |
|--------------|-----|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|------|------|------|------|------|--------|
| H_S (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.5 | 1.3 | 133.7 | 865.6 | 1186.0 | 634.2 | 186.3 | 36.9 | 5.6 | 0.7 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3050 |
| 1.5 | 0.0 | 29.3 | 986.0 | 4976.0 | 7738.0 | 5569.7 | 2375.7 | 703.5 | 160.7 | 30.5 | 5.1 | 0.8 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 22575 |
| 2.5 | 0.0 | 2.2 | 197.5 | 2158.8 | 6230.0 | 7449.5 | 4860.4 | 2066.0 | 644.5 | 160.2 | 33.7 | 6.3 | 1.1 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 23810 |
| 3.5 | 0.0 | 0.0 | 34.9 | 695.5 | 3226.5 | 5675.0 | 5099.1 | 2838.0 | 1114.1 | 337.7 | 84.3 | 18.2 | 3.5 | 0.6 | 0.1 | 0.0 | 19128 |
| 4.5 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 196.1 | 1354.3 | 3288.5 | 3857.5 | 2685.5 | 1275.2 | 455.1 | 130.9 | 31.9 | 6.9 | 1.3 | 0.2 | 0.0 | 13289 |
| 5.5 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 51.0 | 498.4 | 1602.9 | 2372.7 | 2008.3 | 1126.0 | 463.6 | 150.9 | 41.0 | 9.7 | 2.1 | 0.4 | 0.1 | 8328 |
| 6.5 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 12.6 | 167.0 | 690.3 | 1257.9 | 1268.6 | 825.9 | 386.8 | 140.8 | 42.2 | 10.9 | 2.5 | 0.5 | 0.1 | 4806 |
| 7.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 52.1 | 270.1 | 594.4 | 703.2 | 524.9 | 276.7 | 111.7 | 36.7 | 10.2 | 2.5 | 0.6 | 0.1 | 2586 |
| 8.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 15.4 | 97.9 | 255.9 | 350.6 | 296.9 | 174.6 | 77.6 | 27.7 | 8.4 | 2.2 | 0.5 | 0.1 | 1309 |
| 9.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 4.3 | 33.2 | 101.9 | 159.9 | 152.2 | 99.2 | 48.3 | 18.7 | 6.1 | 1.7 | 0.4 | 0.1 | 626 |
| 10.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 10.7 | 37.9 | 67.5 | 71.7 | 51.5 | 27.3 | 11.4 | 4.0 | 1.2 | 0.3 | 0.1 | 285 |
| 11.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 3.3 | 13.3 | 26.6 | 31.4 | 24.7 | 14.2 | 6.4 | 2.4 | 0.7 | 0.2 | 0.1 | 124 |
| 12.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 1.0 | 4.4 | 9.9 | 12.8 | 11.0 | 6.8 | 3.3 | 1.3 | 0.4 | 0.1 | 0.0 | 51 |
| 13.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.4 | 3.5 | 5.0 | 4.6 | 3.1 | 1.6 | 0.7 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 21 |
| 14.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | 1.2 | 1.8 | 1.8 | 1.3 | 0.7 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 8 |
| 15.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 3 |
| 16.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1 |
| Sum | 1 | 165 | 2091 | 9280 | 19922 | 24879 | 20870 | 12898 | 6245 | 2479 | 837 | 247 | 66 | 16 | 3 | 1 | 100000 |

The H_S and T_z values are class midpoints.

Figur 89: Scatter diagram for Nord-Atlanteren. Kilde: DNV-RP-C205