



sht

Statens  
Havarikommisjon  
for Transport


Avgitt november 2018

# RAPPORT

Sjø 2018/05



## RAPPORT OM SJØULYKKE - FRITIDSBÅT GORGEIOUS 2 - PERSONULYKKE HVITSTEN, OSLOFJORDEN 15. JULI 2017

 English summary included

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

ISSN 1894-5937 (digital utgave)

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

Foto av vestlandsferje: Bente Amandussen

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

MELDING OM ULYKKEN .....	3
SAMMENDRAG.....	4
ENGLISH SUMMARY .....	5
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER .....	6
1.1 Hendelsesforløp .....	6
1.2 Farvannsbeskrivelse .....	12
1.3 Personene om bord.....	12
1.4 Fritidsbåten, arrangement og vedlikehold.....	13
1.5 Krav og anbefalinger til fastmontert brannslukningsanlegg i motorrommet.....	16
1.6 Særskilte undersøkelser .....	17
2. ANALYSE.....	22
2.1 Innledning .....	22
2.2 Vurdering av sannsynlig brannårsak.....	22
2.3 Vurdering av fastmontert brannslukningsanlegg .....	24
2.4 Vurdering av hendelsesforløpet etter at brannen oppstod.....	24
3. KONKLUSJON .....	26
3.1 Sannsynlig brannårsak og brannutvikling .....	26
3.2 Hendelsesforløpet etter at brannen oppsto .....	26
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER .....	27
DETALJER OM FRITIDSBÅTEN OG ULYKKEN.....	28
VEDLEGG.....	29

## MELDING OM ULYKKEN

Lørdag 15. juli 2017 kl. 2035 ble Statens havarikommisjon for transport (SHT) varslet av Hovedredningsentralen for Sør-Norge (HRS S-N) om en sjøulykke ved Hvitsten i Oslofjorden. Det hadde oppstått brann om bord i en fritidsbåt som så sank på ettermiddagen. Det hadde vært to personer om bord i båten, hvorav en ble reddet opp fra sjøen mens den andre omkom.

SHT iverksatte en forundersøkelse og innhentet opplysninger fra redningsressursene og vitner til hendelsen.

Intervjuer med de involverte ble gjennomført og 21. juli ble fritidsbåten hevet. Branntekniske undersøkelser ble deretter gjennomført av Kripos med bistand fra SHT. Den 5. september 2017 besluttet Havarikommisjonen å iverksette en sikkerhetsundersøkelse.



Figur 1: Ulykken skjedde utenfor Hvitsten, syd for Drøbak. Kart: Kystinfo, Kystverket/SHT

## SAMMENDRAG

Under seilas sydover i Oslofjorden om ettermiddagen lørdag 15. juli 2017 oppsto det rundt kl. 1745, brann i motorrommet på fritidsbåten Gorgeous 2. Det var to personer om bord, båtfører (eier) og en passasjer.

Brannen oppsto sannsynligvis på grunn av et hurtig bortfall av ferskvannskjølingen til babord motor. Braketten for motorens to dieselfiltre ble utsatt for spredningsvarme via en overopphetet eksosmanifold og begynte å smelte. Dette førte til at diesel rant eller sprutet ut i motorrommet og spontanantente mot en varm overflate. Havarikommisjonen har ikke kunnet fastslå hva som var den direkte årsaken til at babord motor mistet ferskvannskjøling.

Brannen utviklet seg og det fastmonterte automatiske brannslukningsanlegget i motorrommet løste seg ikke ut. Grunnet mye brannrøyk i salongen nådde ikke båtføreren inn til det manuelle utløsningspanelet for brannslukningsanlegget, og heller ikke til båtens VHF-radio, begge montert ved den innvendige styreposisjonen. Båtføreren kontaktet ikke Kystradio (direktenummer 120) over mobilnettet for å varsle om situasjonen, men ringte opp en bekjent som varslet videre. Det var dermed ingen direkte kommunikasjon mellom fritidsbåten og redningsressursene.

Fra den øvre styreposisjonen (flybridge) lyktes båtføreren å ankre opp fritidsbåten ca. 200 meter fra land ved Hvitsten ved bruk av styrbord motor som fortsatt gikk på lavt turtall forover. Flere andre fritidsbåter var da kommet til i området.

Kort tid etter oppankring forlot passasjeren båten og forsøkte å holde seg fast i ankerkjettingen i sjøen, inntil taket glapp. Vedkommende drev deretter inn under båten, og ble hektet fast i babord ror under vann. Hverken båtføreren eller redningsmannskapet lyktes med å få vedkommende løs. Redningsdykker fra Oslo brann og redning som kom til senere, fikk den forulykkede fri og opp av sjøen før båten sank.

SHT understreker spesielt viktigheten av følgende punkter hvor et større fokus ansees nødvendig:

- Forståelse og oppfølging av produsentenes anbefalinger for bruk og vedlikehold av brannslukningsutstyret om bord.
- Hurtig og direkte kontakt med redningsressursene når en nødsituasjon oppstår.
- Planlegge for og trene på ulike nødsituasjoner.

Havarikommisjonen har ikke funnet tilstrekkelig grunnlag i denne undersøkelsen til å fremme sikkerhetstilrådninger, men oppfordrer Sjøfartsdirektoratet til å ta funn fra undersøkelsen videre i sitt sikkerhetsarbeid rettet mot fritidsbåtflåten.

## ENGLISH SUMMARY

In the afternoon 15 July 2017, underway southbound in the Oslofjord, an engine room fire occurred onboard the pleasure boat Gorgeous 2, around 1745 hrs. There were two persons onboard, the skipper (owner) and a passenger.

The fire probably started due to a rapid loss of freshwater cooling of the port engine. The bracket holding the engines' two diesel filters were exposed to heat dissipation through an overheated exhaust manifold, and began to melt. This caused diesel to leak or sprinkle into the engine compartment, which spontaneously ignited in contact with a hot surface. AIBN has not been able to determine the direct cause of the loss of freshwater cooling for the port engine.

The fire escalated, however the fixed automatic fire extinguishing system in the engine compartment did not release. Due to a lot of smoke in the lounge, the skipper did not reach the manual release panel for the extinguisher, nor the boat's VHF radio, both mounted at the internal steering position. The skipper did not contact the coastal radio (direct number 120) over the cellular network to alert about the situation, but called a friend who notified further. Hence, there was no direct communication between the pleasure boat and the rescue resources.

From the upper steering position (flybridge), the skipper managed to anchor the pleasure boat approx. 200 meters from shore at Hvitsten by using the starboard engine that continued at a low speed. By then, several other pleasure boats had arrived in the same area.

Shortly after anchorage, the passenger left the boat into the sea, trying to hold on to the anchor chain until the grip loosened. Hence, the passenger drifted beneath the hull, and hooked up under water in the port rudder. Neither the skipper, nor the rescue crew were able to release the person. Later, a rescue diver from Oslo Fire and Rescue Services where able to release the deceased before the boat sank.

Based on the investigation, the AIBN emphasizes in particular the importance of increased focus on the following points:

- Follow-up of the manufacturer's recommendations for use and maintenance of fire extinguishing equipment on board.
- Rapid and direct contact with rescue resources when an emergency occurs.
- Plan and train for various emergencies.

Based on the findings in this investigation the AIBN has not issued any safety recommendations, however encourages the Norwegian Maritime Directorate to utilize the findings in further safety work for the pleasure boat fleet.

## 1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

De faktiske opplysningene er basert på samtaler med båtfører/eier, tidligere eier, samt teknisk personell som har gjennomført servicer om bord. Videre er informasjon innhentet fra redningsressursene som deltok på ulykkesdagen, Sjøfartsdirektoratet, politiet og vitner. SHT har i samarbeid med Kripos og Forsvarets laboratorietjeneste gjennomført branntekniske undersøkelser.



Figur 2: Fritidsbåten var en Princess 45 fra 1986. Båtens flybridge er markert med grønt.  
Foto: Tommy Amundsen

### 1.1 Hendelsesforløp

Lørdag 15. juli 2017 ca. kl. 1530 startet eieren og en passasjer turen fra Indre Oslofjord.

Før oppstart av motorene kontrollerte eieren visuelt at det ikke var lekkasje av olje, drivstoff eller kjølevann i motorrommet. Som en fast rutine sjekket båtføreren også visuelt kontroll/utløserpanelet for det fastmonterte brannslukningsanlegget. Begge motorene ble startet kl. 1527 med avgang kort tid etter.

Denne dagen blåste det liten kuling fra syd og bølgehøyden var 0,25–1 m, lufttemperatur var ca. 18 °C og sjøtemperaturen var ca. 17 °C.

Båtføreren (eier) av båten befant seg på flybridge og passasjerer oppholdt seg i salongen på turen sydover.

Båtføreren har opplyst at farten var 12-14 knop. Begge motorene gikk med ca. 1700 omdreininger per minutt og båten ble styrt på autopilot. Farten ga båten en akterlig trim som var gunstig for møtende sjø og vind.

Etter avgang fra Oslo rundet båten Nesoddtangen, passerte Søre Langåra kl. 1700, og senere Drøbak kl. 1730.



Figur 3: Fritidsbåten var på vei fra hjemmehavnen i Padda v/Bekkelaget mot Son sør for Drøbaksundet. Rødt kryss viser hvor båten ble oppankret, og senere sank utenfor Hvitsten. Kart: Kystinfo, Kystverket/SHT

Rundt kl. 1740, da båten befant seg mellom Drøbak og Hvitsten, inspiserte båtføreren motorrommet. Båtfører ønsket å forsikre seg om at pakkboksene for akselgjennomføringene til propellene holdt tett, da disse nylig var blitt skiftet. Det ble ikke observert noen vannlekkasjer eller annet som avvek fra normal gange.

Etter å ha ført resultatet av inspeksjonen inn i loggboken returnerte båtføreren til styreposisjon på flybride, hvor vedkommende kort tid etter ble overrasket av at instrumentpanelet var blitt røykfullt.

Babord motor stoppet i det samme tidsrommet. Fordi det gikk en lensepumpealarm på flybride, kikket båtfører over rekka på flybride og observerte at det ble lenset fra motorrommet til sjø.

Båtføreren tok seg da umiddelbart ned til salongen hvor det nå kom brannrøyk, og møtte der passasjerer som var på vei ut til akterdekket. Båtføreren åpnet igjen luka til motorrommet og ble da møtt av tung svart røyk, før luka hurtig ble stengt igjen. På grunn av brannrøyken nådde båtføreren ikke inn til panelet ved den innvendige styreposisjonen for å utløse brannslukningsanlegget manuelt. Båtføreren bedømte på dette tidspunktet situasjonen som alvorlig siden mengden brannrøyk tiltok raskt, men mente å ha kontroll



over hvordan situasjonen kunne håndteres videre. Anslått tidspunkt for når brannen oppsto var rundt kl. 1745.

Begge gikk til akterdekket hvor det var oppbevart flytevester. Båtføreren tok sin oppblåsbare vest, og har forklart at passasjerer valgte å bruke sin egen seilvest/flytevest. Denne vesten har senere ikke blitt gjenfunnet. Seilvesten passasjerer benyttet var et flyteplagg med antatt oppdrift på ca. 50 N.

Ved dette tidspunktet hadde en annen fritidsbåt observert at noe var galt om bord på Gorgeous 2, og holdt seg deretter i nærheten av Gorgeous 2 underveis mot land ved Hvitsten.

Båtføreren oppfordret passasjerer til å hoppe over bord for å bli plukket opp fra sjøen av annen båt, men vedkommende valgte å bli værende ombord. Begge tok seg deretter opp på flybridge hvor det var relativt røykfritt. Der konstaterte båtføreren at styrbord motor fortsatt var innkoblet og gikk framover på lavt turtall. Motoren reagerte imidlertid ikke lenger på manøverspaken fra flybridge og kunne heller ikke stoppes. Rorene derimot, fungerte fortsatt normalt.

Båtføreren ønsket ikke å strandsette båten, og begrunner dette med at det ved strandlinja i Hvitsten var folk, småbåter og bygninger. Båtføreren bestemte seg derfor til å ankre opp nær land. Ved hjelp av styrbord motor og rorene som fungerte, ble båten manøvrert innover mot et område båtføreren regnet som grunt nok for at ankeret skulle få hold. Båtføreren vurderte etter kort tid fordekket som den sikreste plassen å oppholde seg, og instruerte passasjerer om å ta seg frem dit, løsne sikringen til baugankeret og bli værende forut. På vei innover mot en ankerplass på grunnere vann, forsøkte båtføreren hele tiden å holde baugen opp mot vinden fra syd-sydvest slik at brannrøyken drev akterover.

Kl. 1748 kontaktet et vitne på land Tjøme radio via mobiltelefon og meldte fra om en mulig båtbrann. Det var ikke synlige flammer ved dette tidspunktet, men en del røykutvikling. Kort tid etter mottak av meldingen kontaktet Tjøme radio redningsskøyta RS Klaveness Marine og ba dem gå mot Hvitsten. I den samme tidsperioden foregikk det normal trippelvarsling mellom brann, politi og helse, samt varsling til hovedredningssentralen i Sør-Norge.

Båtføreren kontaktet selv ikke redningsressursene, men ringte opp en bekjent som varslet videre om situasjonen til Tjøme radio (Kystradio Sør). Vedkommende fikk da vite at alarmer allerede var mottatt og ga denne beskjeden tilbake til båtføreren. Utover dette var det ingen ytterligere telekommunikasjon mellom båtfører og andre.

På fordekket løste passasjerer ut sikringen til baugankeret og satte seg ned. Ca. kl. 1750–1755 var fritidsbåten ankret opp på rundt 20 meters dybde, omlag 200 meter fra land hvor det dreide opp i vinden med baugen mot syd. Uten fremdrift og under de rådende værforhold med vind og sjø fra sydvest, burde båten normalt ha blitt hengende i ankerkjettingen med god strekk forover (forlig visning). Da styrbord motor fortsatt gikk fremover på tomgang, dreide båten imidlertid både sideveis og noe frem og tilbake på kjettingen. Ankerkjettingen fikk derfor i perioder strekk akterover (akterlig visning). Båtføreren befant seg fremdeles på flybridge og forsøkte å holde baugen opp i vinden ved hjelp av rorene og styrbord motor.

I tillegg til den første fritidsbåten som hadde fulgt Gorgeous 2 innover mot land, hadde flere fritidsbåter nå kommet til i området hvor Gorgeous 2 lå oppankret. Båtføreren

ønsket å få de andre fritidsbåtene til å komme inntil for å ta dem om bord, mens førerne av de andre fritidsbåtene ropte at de heller skulle hoppe i sjøen, og at de ville bli plukket opp. Båtføreren mente de fortsatt hadde tid til å evakuere båten.



Figur 4: Situasjonen rundt kl. 1800; kort tid før passasjeren (markert med rødt kryss) forlot fritidsbåten (fritidsbåten er illustrert med hvit farge), og slapp seg ned ved ankerkjettingen. Det befant seg tre fritidsbåter like i nærheten (illustrert med blå farge). Førers posisjon markert med blått kryss. Foto: Kystinfo, Kystverket. Illustrasjon: SHT

Noen minutter etter at Gorgeous 2 var oppankret besluttet båtføreren å ta seg ned på fordekket til passasjereren. I det føreren var kommet ned på dekket foran salongen forlot passasjereren samtidig båten, helt forut, og havnet i sjøen nær ankerkjettingen. I denne perioden var en åpen fritidsbåt kommet til forut hvor personen holdt seg fast i ankerkjettingen med overkroppen delvis over vann. Gorgeous 2 beveget seg antageligvis forover og mot babord i det passasjereren mistet taket og drev akterover rett inn under skroget. Flyteplagget heftet seg fast i babord ror under vann og medførte at passasjereren ikke selv klarte å komme løs.

Båtføreren oppfattet nå situasjonen som svært dramatisk og hoppet umiddelbart i sjøen for å komme passasjereren til unnsetning.

Skrittstroppen på båtførerens oppblåsbare vest var imidlertid ikke blitt festet, så vesten havnet høyt på overkroppen da den aktiverte seg. Dette vanskeliggjorde å bevege seg i sjøen. Fra personene om bord i de andre fritidsbåtene ble båtføreren gjort oppmerksom på at passasjereren satt fast under vann, akterut på babord side, under badeplattformen.

Båtføreren klarte å ta seg bort dit, men lyktes ikke å få passasjereren løs. Kort tid etter ankom redningsskøyta. Båtføreren så at de hadde en redningsmann klar og kom seg unna den brennende båten.

### 1.1.1 Redningsoperasjonen

Kl. 1750 mottok RS Klaveness Marine melding fra Tjøme radio om en mulig båtbrann ved Hvitsten. Første melding om en mulig båtbrann gikk fra et vitne på land via mobiltelefon til Tjøme radio. Tjøme radio kontaktet redningsskøyta RS Klaveness Marine direkte, og ba dem gå mot en mulig båtbrann i området ved Hvitsten. Redningsskøyta befant seg et stykke syd for Hvitsten på vei mot Mølen og Holmestrandsområdet. De snudde umiddelbart, satt kursen nordover mot Hvitsten med full fart og ankom havaristen kl. 1803.

Besetningen på redningsskøyta opplyste at det erfaringsmessig og vanligvis er tre forløp når en redningsskøyte ankommer en fritidsbåtbrann. De evakuerer mannskapet fra fritidsbåten, de plukker folk opp fra sjøen, eller så har de nødstedte allerede evakuert over i en annen båt eller til land. Basert på tidligere erfaring hadde de ved ankomst havaristen klargjort en overflatesvømmer i beredskap for å plukke opp eventuelle personer i sjøen.

Underveis prøvde RS Klaveness Marine å innhente mer informasjon om situasjonen ved Hvitsten. Det foregikk i denne tidsperioden imidlertid ingen direkte kommunikasjon på VHF eller per mobiltelefon mellom fritidsbåtføreren og Tjøme radio eller andre redningsressurser. Ved ankomst til havaristen hadde redningsskøyta derfor ingen andre opplysninger enn at det var en mulig båtbrann. De var heller ikke opplyst om at passasjereren kort tid i forveien hadde kommet under fartøyet og at vesten hadde satt seg fast i roret. De hadde derfor forberedt seg slik de vanligvis gjør ved en fritidsbåtbrann.



*Figur 5: RS Klaveness Marine ankommer kl. 1803. På dette tidspunktet befant båtføreren seg i sjøen et lite stykke unna havaristen, mens passasjerer hang fast under båten. Foto: Privat*

Ved havaristen ble de informert om at det hadde vært to personer om bord hvorav den ene nå befant seg i sjøen og den andre satt fast under båten akterut på babord side. Kort tid etter var redningsmann i vannet. Han forsøkte å få løs personen uten å lykkes, og måtte snart trekke seg bort på grunn av varme og røyk. Ved dette tidspunktet hadde det begynt å slå flammer ut av babord luftinntak til motorrommet. Besetningen på RS Klaveness Marine mener at på dette tidspunktet hang båten stramt akterover i ankerkjettingen uten egen fremdrift. Båtføreren var nå plukket opp av en av de andre fritidsbåtene, fysisk uskadet.

RS Klaveness Marine opererte innledningsvis på havaristens babord side, men flyttet seg over på havaristens styrbord side grunnet økende brannrøyk og stikkflammer. Etter å ha blitt hentet opp av sjøen igjen, iførte redningsmannen seg nå dykkerutstyr.

Kl. 1815 var redningsskøytas dykker i sjøen. Mannskapet er ikke spesialutdannet som profesjonelle redningsdykkere, men de gjorde likevel et forsøk. Dette forsøket måtte etter ca. fem minutters tid oppgis på grunn av mye hiv og bevegelse i havaristen på grunn av sjøgang og varmen fra brannen som intensiverte seg.

Den rådende situasjonen under dette redningsforsøket fremkommer av bildet nedenfor (figur 6).



Figur 6: Situasjonen ca. kl. 1816. På grunn av utviklingen i brannen måtte dykker fra redningsskøyta gi opp forsøket på å få løs personen som satt fast under båten ved babord ror. Foto: Privat

Noe senere ankommer ytterligere redningsressurser. Follo brannvesen ankom ca. kl. 1830 og Oslo brann og redning (OBRE) ca. kl. 1900. Kl. 1910 når brannen var slått betydelig ned, lyktes det redningsdykkere fra OBRE å frigjøre personen som satt fast. Senere medisinske undersøkelser konkluderte med at vedkommende hadde omkommet ved drukning. Mannskapet om bord i Brann og redningsetatens båt i Oslo, var ikke blitt aktivert via Hovedredningssentralen, men fanget opp situasjonen via nødnett mens de lå ved kai i Oslo, og rykket umiddelbart ut for å bistå.

Redningsskøyta fortsatte slukkearbeidet inntil båten brant ut og deretter sank rundt kl. 1934. I tillegg til de nevnte ressursene var også et Seaking redningshelikopter på plass i en periode.

## 1.2 Farvannsbeskrivelse

Farvannet syd for Drøbak og videre ut av Oslofjorden forbi Hvitsten mot Son er om lag 2 km bredt med dybder ned til 200 meter midt i fjorden. Dybdene avtar hurtig opp mot land på begge sider. Det er ingen øyer i dette området. Ved syd og sydvestlige vinder kan sjøen bygge seg opp i takt med rådende vindstyrke over en forholdsvis lang distanse med åpent farvann.

## 1.3 Personene om bord

Båtføreren var eier av båten. Båtføreren (60 år) hadde drevet med fritidsbåter hele livet. Passasjereren (59 år) var svømmedyktig, men hadde ikke tidligere mye erfaring fra båtlivet.

Båtføreren har beskrevet at de begge hadde oversikt over hvor utstyr befant seg om bord, og passasjereren hadde trent på å kunne føre båten dersom eieren skulle bli ute av stand til det.

Ut over å vite hvor forskjellig utstyr befant seg hadde de ikke diskutert eller praktisk øvd på brann om bord eller evakuering. Begge var i normal fysisk form, og var ikke påvirket av rus- eller legemidler.

## 1.4 Fritidsbåten, arrangement og vedlikehold

### 1.4.1 Båten

Fritidsbåten var en Princess 45 som var bygget i Storbritannia i 1986. Båten var støpt i glassfiber med lengde på 13,56 meter og bredde på 4,24 meter. I 1990 ble båten tatt inn til Norge og registrert i Norsk Ordinært Skipsregister (NOR).

Båten var utstyrt med to styreposisjoner. Hovedposisjonen befant seg nede i salongen. I tillegg var det en øvre styreposisjon på fartøyets flybridge. Kabling fra motorrommet til instrumenter på flybridge var ført via et stålrør gjennom salongen opp til dette panelet.



*Figur 7: Foto fra en tilsvarende Princess 45 viser innredning fra salongen og den nedre styreposisjonen. Stålrøret bak styreposisjonens sete, fører kablingen fra motorrommet til flybridge. I bildets nedre kant sees forkanten av luka til motorrommet. Foto: SHT*

I salongen, ved nedre styreposisjon, var det en fastmontert VHF. Denne var alltid påslått under seilas og innstilt på kanal 5 og kanal 16. Det var ikke montert høyttaler på flybridge fra VHF-installasjonen nede, men eieren hadde kjøpt en ekstra VHF som skulle monteres på flybridge i løpet av sommeren. Båten hadde en redningsflåte på fordekket og flere oppblåsbare vester som var oppbevart på akterdekket.

Fritidsbåten var utrustet med fabrikantens originale instrumenter ved den nedre/innvendige styreposisjonen. Her kunne kjølevannstemperaturen, som normalt skal ligge mellom 75 og 95 °C, avleses analogt. På dette panelet var det også et alarmdisplay. Ved for høy kjølevannstemperatur ville en lampe begynne å blinke og det ville gå en akustisk alarm.

Ved styreposisjonen på flybridge, var det også originalinstrumentering som levert fra fabrikanten. Her var det ikke mulighet for kontinuerlig å følge med på

kjølevannstemperaturen, men om temperaturen økte til over alarmgrensen skulle en lampe indikere at kjølevannstemperaturen var for høy, samt en akustisk alarm utløse.

Kontroll av motor og styring var lagt opp slik at man valgte fra hvilken posisjon båten ble manøvrert. Når dette var gjort, virket gir og turtallskontrollen kun fra det valgte stedet. Via mekaniske innretninger i motorrommet ble pådrag og gir styrt med elektronisk signal fra valgt styreposisjon. For å stoppe motorene (stoppe drivstofftilførselen) var stoppsolenoidene avhengig av strøm. Rorstyringen var hydraulisk arrangert. Båten hadde omkring 600 liter diesel om bord fordelt på to tanker.

Lensepumpene i motorrommet var plassert i forkant av motorene. Båten hadde elektrisk drevne sidethrustere forut og akterut.

#### 1.4.2 Motor og kjølesystem

Fritidsbåten hadde to originalt installerte Volvo Penta TAMD 71A dieselmotorer med en samlet effekt på 740 hk. Hver motor var utrustet med reduksjonsgir, aksling og fast propell. Det var spaderor aktenfor hver av propellene. Motorene hadde en total driftstid på 3800 timer. Dette tilsvarer omtrent 120 driftstimer i gjennomsnitt per år.

Begge motorene var utrustet med separat føde- og høytrykkpumpe for diesel. Disse var mekanisk drevet. Diesel sto dermed under trykk i brennstoffsystemet så lenge motorene var i gang. Når strømmen som kontrollerte motorenes stoppsolenoid ble brutt var det ingen annen mulighet for å stenge ned drivstofftilførselen uten å ta seg ned i motorrommet.

Kjøling av en TAMD 71A motor foregår i to separate systemer. Et lukket ferskvannssystem hvor kjølevæske pumpes rundt i motoren av en kjølevannpumpe. Dette systemet inneholdt 35 liter kjølevæske. Det andre systemet pumper sjøvann kontinuerlig gjennom en varmeveksler som kjøler ferskvannssiden, så lenge motoren går.

For å unngå at systemet fryser og for å hindre korrosjonsskader på motoren skal det ifølge instruksjonsboken benyttes en blanding av ferskvann og glykol. Denne kjølevæsken pumpes gjennom blokka og i kanaler rundt sylindreforingene, turbinsiden av turboen og oljekjøleren.

Kjølevæsken sørger også for kjøling av eksosmanifolden siden eksostemperaturen ut fra sylindrene i en dieselmotor normalt holder 550–800 °C (ref. Automotive handbook, Robert Bosch)

Når motoren har oppnådd riktig driftstemperatur på 75–95 °C sørger termostaten for at væsken i det lukkede kjølesystemet slippes inn i varmeveksleren hvor kjølevæsken da utveksler varme (avkjøles) med sjøvannet. Sjøvannssiden av motorens kjølevannssystem er et åpent system som drives av sjøvannspumpen (med impeller) som pumper sjøvann kontinuerlig gjennom varmeveksleren og intercooleren og deretter ut gjennom motorens eksossystem til sjø igjen.

Kjølesystemets sensor for temperaturvakt var plassert i forreste del av eksosmanifolden. Denne skulle utløse en lyd/lys alarm på instrumentpanelet om kjølevæsken oversteg 100 grader celsius. I termostathuset var det en annen sensor som kontinuerlig målte kjølevæskens temperatur. Denne kunne avleses på instrumentpanelet ved den nedre

styreposisjonen. I motsetning til mer moderne motorer, var ikke denne motoren utrustet med alarmsensor for varsling av for lavt kjølevæsknivå.

#### 1.4.3 Fastmontert brannslukningsanlegg i motorrommet

Da båten ble bygget i 1986 var det ikke krav om fastmontert slukkeanlegg i motorrommet. De nye kravene om dette har ikke tilbakevirkende kraft for eldre fritidsfartøyer.

Forrige eier hadde allikevel installert et slukkeanlegg i 2005. Det var et fastmontert branddeteksjon- og slukningsanlegg av type Pyrogen Soyuz Aerosol Fire Extinguisher 0,5 kg Mag - 5/1. Det var opplyst av forrige eier å ha blitt montert i henhold til installasjonsinstruksjonen.

Anlegget besto av to beholdere/aerosolgeneratorer. Disse ble installert lavt i akterkant av motorrommet (se figur 11).

Anlegget kunne utløses både automatisk og manuelt. Manuelt ved å holde de to knappene på kontrollpanelet inne i 5 sekunder. Panelet for manuell utløsning befant seg ved hovedstyreposisjonen. For automatisk utløsning var det opplyst at det var installert en sensor kabel i overkant av motorrommet for utløsning av gassen hvis temperaturen ved sensorens plassering oversteg 180 °C. Brukermanualen for anlegget beskrev videre at anlegget i daglig bruk var selvkontrollerende, og skulle gi varsel hvis strømtilførselen ble brutt. Anlegget var avhengig av strøm for å kunne utløses.

Innledningsvis i anleggets brukermanual er det en instruks hvor det er beskrevet hva en må tenke på ved brann om bord og ved bruk av anlegget. Herunder nevnes blant annet at motorene må stoppes og at drivstofftilførselen må stenges. Videre pekes det på at en må stenge ned motorromsventilasjonen og lukke eventuelle dører/luker/åpninger. Det vises også til at brukeren må tenke videre sikkerhet i form av å iføre seg nødvendig redningsutstyr og varsle redningsetatene.

Et firma i Storbritannia representerer og distribuerer i dag Pyrogen/MAG for det europeiske markedet. De opplyste at den eldre utgaven, MAG 5/1, var anbefalt å skiftes ut innen 10 år eller tidligere, dersom det hadde vært utsatt for krevende forhold.

For produsentens neste generasjon brannslukningsanlegg EXA-5, er utskiftningsintervall oppgitt til 5-7 år. Den engelske distributøren anbefaler at anlegget installeres av kyndig personell, og at det gjennomføres årlig teknisk kontroll. For fritidsbåter blir slike anlegg anbefalt av denne distributøren å bli installert kun med manuell utløsning.

#### 1.4.4 Teknisk vedlikehold av båten

Nåværende eier kjøpte fritidsbåten høsten 2010, men det var først på vårparten 2014 at båten ble sjøsatt og tatt i bruk igjen. Eierens logg for driftstimer, utført vedlikehold, service og oppgraderinger. Denne dokumentasjon var lagret om bord og gikk dermed tapt i brannen.

Tidlig i 2016 ble ny intercooler og turbolader for babord motor skiftet ut av en autorisert bilmekaniker i eiers bekjentskapskrets. Motorene hadde vært i drift ca. 80 timer etter at dette ble utført. Bruken inkluderte blant annet tur/retur Oslo–Lyngør. Det elektriske anlegget var etter overtagelse kontrollert og oppgradert av en autorisert elektriker som



eieren kjente. Oppgraderingene var hovedsakelig på det elektriske anlegget utenfor motorrommet.

Båteieren oppga å ha hatt rutiner som sikret at periodisk vedlikehold som oljeskift og oljefilterbytte, samt fornying av dieselfiltre ble utført i tråd med motorfabrikantens anbefalinger.

Båteieren oppfattet at instrumentene for avlesing av kjølevannstemperaturen og alarmer ved for høy temperatur fungerte. Ved en tidligere anledning hadde det gått en alarm for høy temperatur på styrbord motor. Det ble ikke lagt merke til om det gikk alarm på flybride eller ved den nedre styreposisjonen i salongen på ulykkesdagen.

## 1.5 Krav og anbefalinger til fastmontert brannslukningsanlegg i motorrommet

Gjennom Fritidsbåtforskriften som innfører Fritidsbåtdirektivet i norsk lovgivning ble det i 1998 innført eksplisitte krav om brannbeskyttelse av fritidsfartøy som skulle plasseres på bl.a. det norske markedet. Nedenfor vises utdrag fra standard ISO 9094:2015 (E) «Small craft fire protection» som kan legges til grunn for brannbeskyttelse av fritidsfartøy for å ivareta kravene i Fritidsbåtforskriften. Standarden definerer en brannforebygging- og beskyttelse som er ment å gi de om bord tilstrekkelig tid til å unnsnippe brannen. Det bemerkes at slike krav ikke kommer til anvendelse for Gorgeous 2, da denne var satt på markedet før Fritidsbåtforskriften trådte i kraft

Havarikommisjonen har likevel valgt å belyse noen forhold knyttet til hvordan dagens regelverk setter standard for brannbeskyttelse om bord i fritidsfartøy.

I følge denne standarden skal fritidsbåter med største lengde under 24 meter og som er utstyrt med innenbords dieselmotor utrustes med brannbeskyttelse i maskinrommet. Type brannbeskyttelse skal enten bestå av bærbare brannapparater som kan slukke motorromsbrann gjennom mindre åpninger, eller fast montert slukkeanlegg som dekker motorrommet. Dette avgjøres av motorrommets netto volum og/eller motorens effekt.

Tabell 1: Krav til når båter med innenbords dieselmotorer skal være utrustet med fastmontert brannslukningsanlegg i motorrommet. Kilde: ISO9094:2015 (E)

Kriterium	Beskyttelse oppnådd med
Motorrommets netto volum er mindre eller lik 3,5 m <sup>3</sup> eller motoren har mindre eller lik 120 kW effekt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brannapparat som kan benyttes til å slukke gjennom en mindre åpning.</li> <li>2. Fastmontert brannslukningsanlegg</li> </ol>
Motorrommets netto volum er større enn 3,5 m <sup>3</sup> eller motoren har større effekt enn 120 kW effekt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fastmontert brannslukningsanlegg</li> </ol>

Fastmonterte brannslukningsanlegg skal være av en godkjent type og testet mot en godkjent standard. Systemet skal være installert i henhold til fabrikantens krav. For faste anlegg hvor slukkegass er benyttet, skal det være enten en manuell eller automatisk innretning som sørger for å stoppe motoren, før eller under utløsning av anlegget.

For automatisk opererte anlegg skal det i nærheten av hovedstyreposisjonen være en indikator som tydelig varsler at anlegget utløses. Det stilles krav om at mengden slukkegass skal være tilstrekkelig til å slukke en brann. Før og under utløsning av anlegget skal det tas en del forholdsregler for å sikre at mengden slukkegass ikke blir for liten. Herunder nevnes aktivering av manuell/automatisk stopp av maskin, generatorer og vifter. Hvis ikke dette er mulig skal det monteres spjeld som kan stenge for ventilasjon til motorrommet.

Det skal medfølge en brukermanual til brannslukningsanlegget. Informasjon om sikker drift av det faste systemet skal inkluderes i manualen. Instruksjoner skal angi hvilken operasjon som skal utføres, når det er nødvendig, før, under og etter utløsning av anlegget. Når det er relevant inkluderer dette også instruks for evakuering av berørte områder, stopping av motor, avstenging av drivstofftilførsel, stopp av vifter og aktivering av spjeld. Om slukkemediet er en kvelende gass skal brukermanualen også inneholde opplysninger om hvordan man lufter ut området hvor det har vært brann.

Manualen skal også inneholde informasjon om intervaller for kontroller, refylling av slukkemedium og utskifting av komponenter.

Selv om et brannslukningsanlegg er installert etter regelverket, finnes det ikke etablerte ordninger som følger opp retningslinjene gitt fra fabrikant. Ansvar for dette hviler derfor fullstendig på båtøier.

## **1.6 Særskilte undersøkelser**

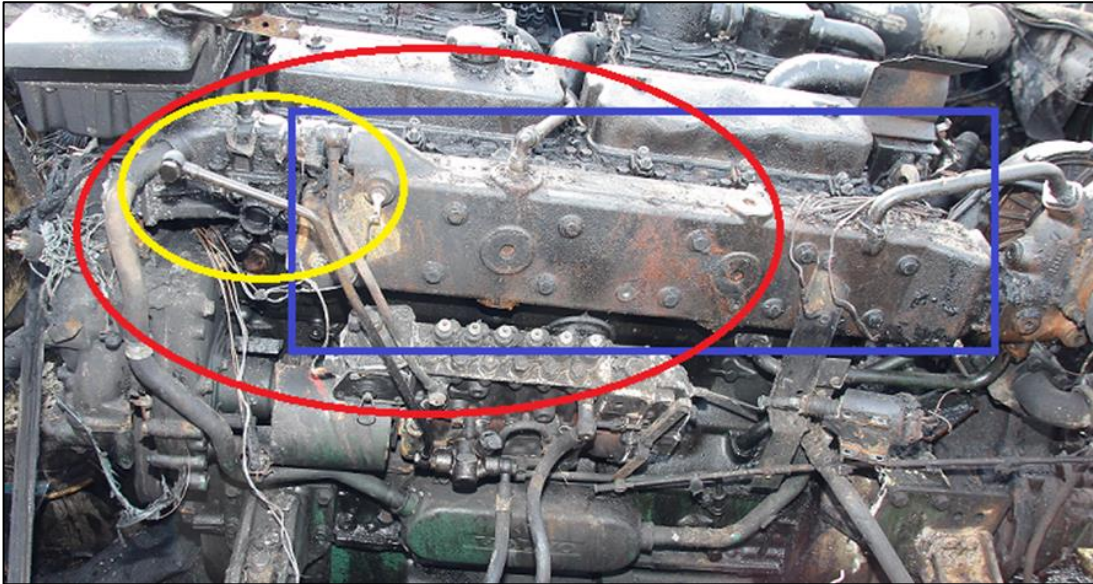
### **1.6.1 Branntekniske undersøkelser**

Den 21. juli ble båten lokalisert og hevet av Kambo Marina AS. Vraket ble deretter brakt til Kambos lokale slipp for tekniske undersøkelser. Den 15. september foretok SHT med bistand fra Kripos en testkjøring av et helt tilsvarende fritidsfartøy. 22. september ble en ytterligere undersøkelse av babord motor utført med bistand fra sakkyndig hos Kripos, etter at ny informasjon var tilkommet Havarikommisjonen. For utfyllende beskrivelser av brannundersøkelser se vedlegg B.

#### **1.6.1.1 *Innledende undersøkelser***

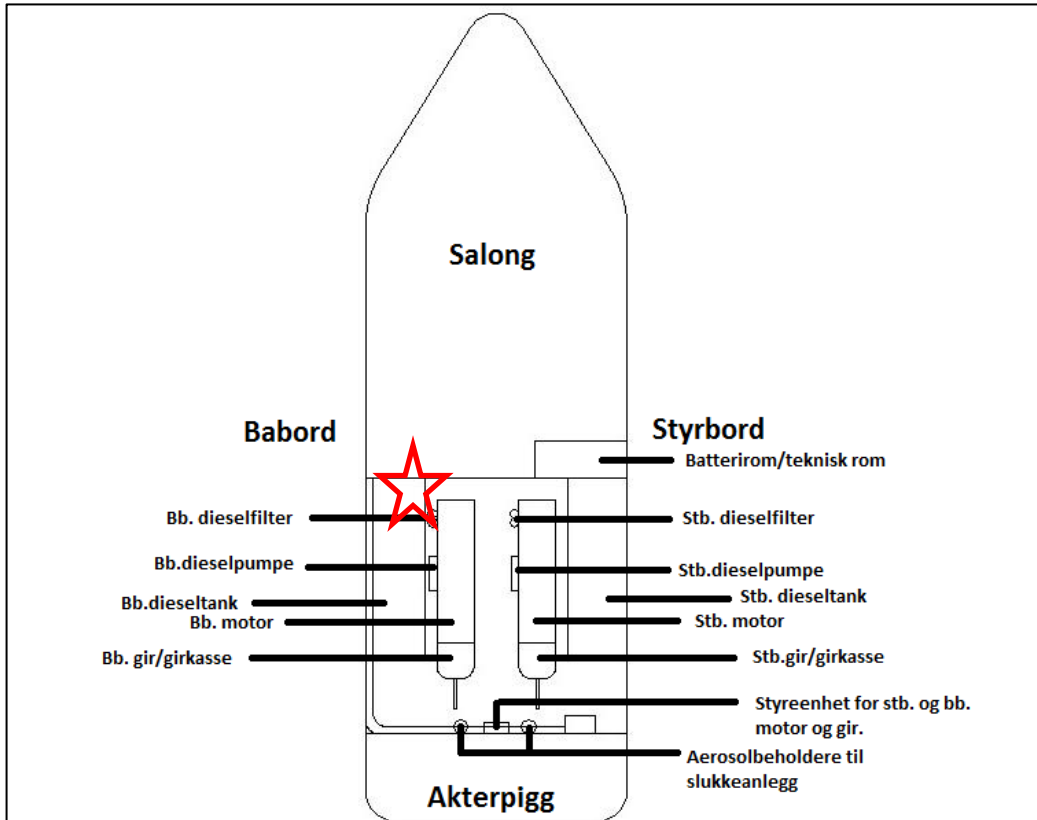
Den 24. og 25. juli gjennomførte SHT i samarbeid med Kripos en brannteknisk undersøkelse av båten. Denne undersøkelsen var avgrenset til å beskrive spor og iakttagelser som kunne ha betydning for bestemmelse av arnested og brannårsak. Vurderinger av brannårsak ble foretatt i henhold til Nordisk brannmanual (norsk versjon).

Undersøkelsen mens båten lå på slipp viste at brannen hadde vært mest intens på babord side i forkant av babord motor. I dette området som bar spor av høyeste temperatur under brannen, observerte man en sterkt skadet brakett/filterholder for motorens to dieselfiltre, hvorav en av de to filterne manglet. Filterholder bar preg av kraftig deformasjon og smelting. Flere deler fra denne ble gjenfunnet i motorbrønnen.



Figur 8: Renbrenninger på babord side av babord motor markert med rød ring. Gul ring markerer området der filterholderen hadde vært montert. Bildet er tatt etter at dieselrør (høytrykk og retur) er demontert. Babord motors eksosmanifold er markert med blå rektangel. Foto: Politiet

Den første tekniske undersøkelsen viste renbrenninger på babord side av motoren og på babord dieseltank. Det mest sannsynlige arnestedet for brannen var i forbindelse med babord motors dieselsystem i og ved finfiltre på innsprøytningsiden, se figur 8. Imidlertid konkluderte ikke undersøkelsen med brannårsaken, fordi en eventuell diesellekkasje ikke umiddelbart kunne settes i forbindelse med høy nok antennelsestemperatur, åpen flamme eller gnist for å antenne dieselen.



Figur 9: Skjematiske oversikt over motorkomponenter. Sannsynlig arnested for brannen er markert med en rød stjerne. Illustrasjon: Politiet/SHT

Undersøkelsene av det elektriske anlegget viste at skadene på dette sannsynligvis var sekundære, som følge av brannen og ikke årsak til at brannen oppsto.

Det neste steget i de tekniske undersøkelsene for å komme nærmere en brannårsak, dreide seg om mulig årsak til at babord motors dieselfiltersystem var blitt deformert og hva som eventuelt kunne ha antent en lekkasje av dieseltåke eller flytende diesel.

#### 1.6.1.2 *Undersøkelse av dieselfiltre og filterholder på babord motor*

Komponenter fra motorrommet som var sikret ved brannundersøkelsen ble først visuelt undersøkt hos SHT. Babord motors dieselfiltre og deler av braketten/filterholder for disse ble senere videresendt for metallurgisk undersøkelse hos Forsvarets laboratorietjeneste på Kjeller (FOLAT).

Ifølge konklusjonen i rapporten fra FOLAT:

*Etter vår vurdering har bruddskadene i filterholderen oppstått som følge av en hurtig oppvarming av filterholderen som har gitt eutektisk<sup>1</sup> smelting med påfølgende desintegrering av komponenten.*

*Det er ikke avdekket forhold som tilsier at skadene har oppstått som følge av materialfeil da den observerte porøsiteten ved bruddflater mest sannsynlig har oppstått som følge av varmepåvirkning i temperaturer opp mot smeltepunktet til komponenten.*

*Fordi store deler av filterholderen ikke er funnet og bruddflatene er betydelig oksidert, kan andre mekanismer som utmatting ikke utelukkes, men omfanget av oppsprekking er så stort at det ikke fremstår som veldig sannsynlig.*

#### 1.6.1.3 *Måling av temperaturer*

I litteraturen er temperaturen for spontan antennelse av diesel oppgitt til ca. 220 °C. (ref. Ignition Handbook, Babrauskas).

Den 15. september 2017 foretok SHT i samarbeid med sakkyndig fra Kripos en testkjøring av et helt tilsvarende fritidsfartøy fra samme produksjonsår og med samme type motorer. Det ble under en tre timers seilas foretatt temperaturmålinger på en hovedmotor. Hovedhensikten med testkjøringen var å fastslå om det oppsto områder på motoren med høy nok overflatetemperatur for å spontanantenne diesel. Disse målingene konkluderte med at temperaturen på motorblokk/manifold ikke oversteg 80 °C. Høyeste målte temperatur var på turboladeren og oversteg aldri 140 °C. Det ble altså ikke identifisert områder med tilstrekkelig høye nok temperaturer for antennelse av diesel.

#### 1.6.1.4 *Undersøkelse av delvis demontert babord motor*

I etterkant av ulykken ble begge motorene solgt fra forsikringsselskapet til et mekanisk verksted i Østfold. Styrbord motor hadde vært startet opp igjen. Babord motor lot seg

---

<sup>1</sup> Eutektisk smelting: en blanding av to stoffer som sammen har lavere smeltepunkt enn hver av de rene stoffene.

ikke starte, og det ble senere konstatert spor i alle seks sylindere forenlig med begrepet varmskjæring<sup>2</sup>.

Det er ifølge fagpersonell uvanlig at en motor skjærer seg på samtlige sylindere. Varmskjæring av en motor kan skyldes bortfall av kjøling, bortfall av smøring eller en kombinasjon av disse.

SHT ble gjort oppmerksom på dette forholdet, og gjorde 22. september med bistand fra sakkynndig hos Kripos en ny undersøkelse av babord motor som nå var blitt delvis demontert.

Nedenfor er det sitert fra Kripos sin rapport:

*Babord motor stoppet sannsynligvis som følge av motorhavari. Det ble påvist spor forenlig med at alle seks sylindere hadde "skåret seg". I denne saken taler det sterkt for at motorhavariet skyldes svikt i kjølesystemet. Dette begrunnes med:*

- *Det ble ikke påvist spor som var forenlig med mangel på smøremiddel eller smøremiddeltrykk.*
- *Dersom det hadde vært forurensning eller feil type drivstoff hadde en forventet at det hadde vært skader på styrbord motor.*
- *Topplukkene hadde sprukket, som kan være forenlig med overopphetning.*



Figur 10: Sylinderforingene til sylindrer 3-5. Pilene viser til områder med spor avsatt da motoren "skar seg". Foto: Politiet

<sup>2</sup> Varmskjæring: Uten kjøling vil stempeltoppen overopphete under høy belastning og en motor vil havarere fordi et stempel/stemplerne utvider seg såpass mye at dette/disse setter seg fast i sylindrene. Som oftest vil en motor kunne startes igjen etter nedkjøling, men et slikt havari fører nesten alltid til mekanisk skade på stempel, stempelringer og sylindreforing.

Motorens toppakning var ikke tilgjengelig for undersøkelse. Fra Kripos rapport siteres følgende problemstillinger som kan knyttes opp mot en eventuell skade på toppakningen:

*Kjølevæsken kan derfor ha lekket inn i sylindrene, eksos kan ha lekket inn i kjølesystemet og fortrengt kjølevæsken, eller eksos kan ha trengt inn i kjølesystemet og stoppet gjennomstrømningen av kjølevæske.*

Det lukkede kjølesystemet til babord motor (ferskvannsystemet) ble ikke undersøkt umiddelbart etter hevingen, men bilder som ble tatt ved den første undersøkelsen 24. juli tydet visuelt på at rørsystemet var intakt. Inspeksjonen av de delene av babord motors kjølesystem som var tilgjengelige 22. september avdekket ikke sprekker eller skader som kan forklare bortfall av kjølevæske. Pumpe og impeller i forbindelse med sjøvannssiden ble funnet å være intakte 22. september.

### 1.6.2 Fastmontert brannslukningsanlegg



Figur 11: Det automatiske brannslukningsanlegget besto av to Pyrogen/MAG 1, aerosolbeholdere (de to røde) montert i motorrommet på fritidsbåten. Foto: Politiet

Brannslukningsanlegget fra fritidsbåtens motorrom ble demontert mens de tekniske undersøkelsene forgikk ved Kambo Marina. Det ble ikke gjenfunnet en sensor kabel som kunne knyttes til brannslukningsanlegget.

Den 5. september ble anlegget testet/forsøkt utløst ved Kjeller brannstasjon. Beholderne som hadde vært om bord i båten hadde følgelig også ligget under vann inntil båten ble hevet. De to Mag 5/1 beholderne som var gjennomtrukket av sjøvann lot seg ikke antenne med strøm. Beholderne ble deretter splittet og det ble konkludert med at slukkemediet fortsatt var intakt og at disse beholderne ikke hadde løst seg ut.

## 2. ANALYSE

### 2.1 Innledning

Analysen innledes med en drøfting av hvorfor brannen oppsto, både sannsynlighet og usikkerheter knyttet til dette. Videre drøftes årsaker til at det fastmonterte brannslukningsanlegget ikke løste seg ut, og det gis en vurdering av hendelsesforløpet etter at brannen oppstod. Redningsoperasjonen beskrevet i kap. 1.1.1 drøftes ikke videre i analysen.

### 2.2 Vurdering av sannsynlig brannårsak

Det kan være flere årsaker til at en brann oppstår i et motorrom. Utgangspunktet er at det må være brennbart materiale, tilstrekkelig høy temperatur og tilførsel av oksygen.

Brannen oppstod mest sannsynlig som følge av at diesel kom i kontakt med en flate som hadde tilstrekkelig høy temperatur til å antenne brennstoffet. Åpninger i motorrommet tillot tilførsel av oksygen, slik at brannen fikk mulighet til å utvikle seg. Kap. 2.2.1 og 2.2.2 drøfter videre hvordan diesel kan ha antent ved å treffe en varm overflate. Denne overflaten må nødvendigvis hatt høyere temperatur enn minimum 220 °C (ref. kap. 1.6.1.3).

#### 2.2.1 Sannsynlig forløp før brannen oppsto

Kort tid før brannen oppsto hadde føreren inspisert motorrommet og konstatert at de nye pakkboksene for propellakslingene holdt tett. Når brannrøyk nådde flybridge og babord motor stoppet observerte fører at lensepumpen i maskinrommet var blitt aktivert. Lensepumpen som var automatisk styrt av en nivåbryter skulle starte når den ble løftet av væske i motorromsbrønnen. Undersøkelsene gir ikke svar på hva som ble pumpet ut eller hvor denne væsken kom fra. Det kan ha vært kjølevæske fra babord motors lukkede ferskvannskjøling, diesel fra dieselfilterholderen eller begge deler. Siden motorrommet nylig var blitt sjekket av fører, mener SHT at en sjøvannslekkasje gjennom pakkboksene er lite sannsynlig. Senere undersøkelser av sjøvannssiden i kjølesystemet avslørte ingen åpenbare brudd i røropplegg, slanger eller defekter i sjøvannspumpa med impeller.

Kort tid etter at brannen var et faktum stoppet babord motor, og turtallet på styrbord motor falt betraktelig, samtidig som den ikke lenger reagerte via fjernkontrollen på flybridge. Med langt mindre framdrift endret Gorgeous 2 trimmen betydelig forover. Det er å anta at styrbord motor låste seg i gir forover på et lavt turtall, da den elektroniske styringsenheten i motorrommet kortsluttet pga. brannen. Tap av opptil 35 liter kjølevæske fra babord motor vil sannsynligvis ha gitt anledning for automatisk aktivering av lensepumpa, som sto plassert på et lavt punkt forut i motorbrønnen.

Eksostemperaturen fra en dieselmotor holder normalt 550–800 °C ut i eksomanifolden (ref. Automotive Handbook, Robert Bosch). Et stort tap av kjølevæske fra ferskvannssiden vil ha ført til hurtig oppvarming av motorens eksosmanifold og turbo. Uten kjøling har eksosmanifolden i støpejern derfor raskt oppnådd den samme temperaturen som eksosen.

Finfiltrene for diesel var festet i en brakett (filterholder) i forkant av, og tett inntil eksosmanifolden. Den fysiske plasseringen av dieselfilterene tillot at temperaturen fra en overopphetet eksosmanifold fikk anledning å spre seg til filterholderen. Denne

filterholderen var produsert i en aluminium/sink legering med innslag av kobber og sink. Legeringens smeltetemperatur ble senere fastslått til 577 °C (se vedlegg A).

Den lokale deformasjonen av filterholderen ga anledning for at diesel som sto under trykk så lenge motoren fortsatt gikk, rant eller sprutet ut i motorrommet i forstøvet form. Dieselen spontantente sannsynligvis over eksosmanifolden som må ha nådd en overflatetemperatur på over 577 °C. Smelteskadene som senere ble fastslått på filterholderen vil ha gitt anledning for diesellekkasje og vitner om varmespredning over en slik temperatur fra eksosmanifolden. Inntil motoren stoppet helt har den mekaniske fødepumpa fortsatt å pumpe diesel og matet brannen ytterligere. Manglende ferskvannskjøling kan også forklare at stemplene skar seg fast i sylinderringene (varmskjæringen oppsto) og babord motor stoppet.

### 2.2.2 Drøfting av usikkerheter og andre relevante funn

Kapittel 2.2.1 beskriver et sannsynlig forløp til at brannen oppsto, men det er enkelte usikkerheter som vil bli drøftet nedenfor.

Det lukkede kjølesystemet til babord motor (ferskvannsystemet) ble ikke undersøkt umiddelbart etter hevingen. Bilder som ble tatt ved den første undersøkelsen 24 juli tyder imidlertid på at rørsystemet var intakt. Inspeksjonen av de delene av babord motors kjølesystem som var tilgjengelige ved den senere inspeksjonen 22. september avdekket ikke åpenbare sprekker eller skader som kan forklare bortfall av kjølevæske. Det kan derfor ikke med sikkerhet konstateres om det var skader på selve kjølesystemet som førte til bortfall av kjølevæske.

Havarikommisjonen undersøkte ikke motorens toppakning 24. juli. Etter at motorene ble tatt hånd om av en tredjepart var denne pakningen ikke lenger tilgjengelig ved inspeksjonen 22. september. Det kan derfor ikke fastslås om en eventuell skade på toppakningen var årsaken til bortfall av kjølevæske.

Det knyttes usikkerhet til om temperaturvakten og den akustiske alarmeren for babord motor fungerte i forkant av ulykken. Det er dermed usikkert om instrumentpanelet på flybride og i salongen fungerte tilfredsstillende, slik at det ville gått en alarm når kjølevæsketemperaturen på babord motors ferskvannside ble for høy.

SHT kjenner ikke til hvordan temperaturvakt/giver systemet fungerte om bord i fritidsbåten ved et brått bortfall av kjølevæske og hurtig økning av temperaturen.

Under normal drift holdt motorblokk, manifold og turbolader mest sannsynlig betydelig lavere overflatetemperatur enn den nødvendige antennestemperaturen for diesel. Denne vurderingen er basert på temperaturmålinger av en tilsvarende motorinstallasjon, som den om bord i Gorgeous 2. Under normal drift ville en diesellekkasje som treffer disse overflatene på motorene derfor ikke kunne starte en brann. Undersøkelsen i etterkant av ulykken avdekket heller ingen mekaniske skader på diesellørene som kan ha forårsaket lekkasje av diesel i forbindelse med babord motor.

Samtlige seks sylindere på babord motor hadde tydelige spor av varmskjæring. Sylindrene og dens stempler kan skjære seg ved tap av ferskvannskjøling, tap av sjøvannskjøling, eller tap av smøring. Undersøkelsene i etterkant av ulykken viste ikke indikasjoner på at det var mangel på smøreolje. Dersom sjøvannsdelen av kjølevannet hadde falt bort ville kjølevæsken i det lukkede ferskvannsystemet fortsatt kunne gitt



kjøling over en viss tid og mest sannsynlig ikke gitt en like hurtig oppvarming av braketten til dieselfilterholderen. En gradvis økning av temperaturen i kjølevæsken ville da også mest sannsynlig aktivert akustisk alarm ved begge styreposisjonene. Undersøkelsen av sjøvannssidens kjølesystem avslørte ingen åpenbare brudd i røropplegg, slanger eller sjøvannspumpa. Det er derfor mindre sannsynlig at sylindrene skar seg på grunn av manglende smøring eller bortfall av sjøvannsdelen av kjølingen.

Det elektriske anlegget i motorrommet var sterkt brannskadet, men det var ikke indikasjoner på at det elektriske anlegget hadde startet brannen.

Fritidsbåten har hatt flere eiere, dokumentene for service og historikken for vedlikehold av dette brant opp 15. juli. SHT har derfor ikke et helhetlig bilde av vedlikeholdet gjennom båtens brukstid.

### **2.3 Vurdering av fastmontert brannslukningsanlegg**

Det fastmonterte brannslukningsanlegget var installert av forrige eier i 2005. Et slikt anlegg har til hensikt å kunne slukke en brann i motorrommet på et tidlig tidspunkt. Distributøren for dette slukkeanlegget anbefaler utskiftning innenfor en tiårsperiode.

Gjennom testing og undersøkelse av båtens aerosolbeholdere etter brannen ble det bekreftet at anlegget ikke hadde løst seg ut automatisk. Brannrøyk i salongen forhindret de to om bord å løse ut anlegget manuelt.

Det kan være flere årsaker til at anlegget ikke løste seg ut automatisk. En mulighet er at sensoren ikke fungerte som tiltenkt. Den tekniske brannundersøkelsen konkluderte med at ledningene som førte strøm til utløsning av brannslukningsanlegget var kortsluttet, mest sannsynlig som en følgeskade av brannen. Føreren har bekreftet at panelet alltid ble visuelt sjekket, og indikerte å være operativt også før avgang denne gangen.

Selv om det fastmonterte brannslukningsutstyret hadde fungert og aerosolgassene hadde blitt utløst i motorrommet i tide, er det likevel ingen garanti for at det ville slukket brannen. Dette skyldes hovedsakelig to forhold. For det første var det lufttilgang til motorrommet etter at brannen oppstod. For det andre var det ikke mulig å stoppe styrbord motor da det ikke lenger var strøm til manøversystemet, eller mulighet for å hurtigstenge drivstofftilførsel utenfor motorrommet. Det betød at luften i motorrommet fortsatte å bli skiftet ut etter at brannen oppstod, noe som igjen kunne ført til at konsentrasjonen av aerosolgassene ville vært for lav til å kvele brannen.

Det er ingen krav til offentlig eller annet tilsyn med slike anlegg på fritidsbåter. Det er derfor ingen myndighet som etterspør om, eller hvordan, en fritidsbåteier vedlikeholder et fastmontert brannslukningsanlegg. Det påhviler derfor den enkelte fritidsbåteier å kontrollere, vedlikeholde og sørge for utskiftning innenfor produsentenes anbefalinger.

### **2.4 Vurdering av hendelsesforløpet etter at brannen oppstod**

Ulykken oppstod i et tett befolket og trafikkert område hvor det var redningsressurser i nærheten. Ulykken skjedde i dagslys i kort avstand fra land og med sommertemperatur i sjøen. Personene hadde på seg flytemidler før de gikk i sjøen. Til tross for dette endte ulykken tragisk med at en av de to druknet.

#### 2.4.1 Trening på nødsituasjoner

På ulykkesdagen utviklet en rutineseilas seg til en kritisk situasjon som de to om bord ikke var forberedt på eller hadde trent på. I den første fasen etter at Gorgeous 2 var ankret opp, befant det seg flere andre fritidsbåter tett ved. Båtføreren på Gorgeous 2 anropte disse om å komme inntil for å kunne evakuere tørrskodd over. Ifølge båtføreren ropte de andre tilbake at de to skulle hoppe overbord slik at de kunne plukke dem opp fra sjøen.

Etter at passasjerer plutselig befant seg i vannet, posisjonerte en åpen fritidsbåt seg forut hvor passasjerer holdt seg fast, men før noen fikk gitt effektiv bistand mistet vedkommende taket i ankerkjettingen.

Situasjonen som oppsto var svært spesiell, og SHT har ikke grunnlag for å hevde at øvelser og trening på nødsituasjoner generelt ville endret utfallet av denne ulykken. Enhver fritidsbåtfører som har tenkt gjennom, planlagt og trent for å håndtere ulike ulykkesscenarioer på sjøen, vil imidlertid være bedre rustet og kan handle mer rasjonelt den dagen en selv står oppe i en reell nødsituasjon, eller om situasjonen krever å komme andre til unnsetning.

#### 2.4.2 Bruk av maritim VHF og/eller mobiltelefon til varsling av redningsressurser

På grunn av brannrøyk i salongen var det ikke mulig å oppholde seg der for å sende ut en nødmelding på fritidsbåtens VHF. Båtføreren kontaktet ikke Kystradio (direktenummer 120) over mobilnettet for å varsle om situasjonen, men ringte opp en bekjent som varslet videre.

SHT vil på generelt grunnlag understreke viktigheten av å benytte VHF for å melde fra i tide om en nødsituasjon på VHF kanal 16 eller via «digital self call» (DSC). Dersom nødmeldingen går rett til en kystradiostasjon, vil de raskt mobilisere nærmeste relevante redningsressurs. I tillegg vil andre nærliggende fartøy, som opprettholder plikten om lyttevakt på VHF kanal 16, kunne oppfange meldingen og bistå.

SHT har ikke grunnlag for å hevde at direkte kontakt mellom fritidsbåten og redningsskøyta, som bare var noen minutter unna, ville endret utfallet av ulykken, men det kunne bidratt som beslutningsstøtte både for båtføreren og redningspersonellet, og kunne dermed også bidratt til å endre utfallet av ulykken.

### **3. KONKLUSJON**

#### **3.1 Sannsynlig brannårsak og brannutvikling**

- a) Brannen oppsto sannsynligvis på grunn av et hurtig bortfall av ferskvannskjølingen til babord motor. Havarikommisjonen har ikke kunnet fastslå hva som var den direkte årsaken til at babord motor mistet ferskvannskjøling.
- b) Braketten for motorens to dieselfiltre, som var plassert svært nær den overopphetede eksosmanifolden, ble utsatt for spredningsvarme og begynte å smelte.
- c) Den smeltede filterbraketten førte til at diesel rant eller sprutet ut i motorrommet og spontanantente mot en varm overflate.
- d) Brannen fikk anledning til å utvikle seg fordi det fastmonterte brannslukningsanlegget i motorrommet ikke løste seg ut automatisk, og båtføreren fikk på grunn av røykutviklingen heller ikke utløst anlegget manuelt.
- e) Det er ingen krav til offentlig eller annet tilsyn med brannslukkingsanlegg på fritidsbåter. Det er derfor opp til båteierne å ha rutiner for kontroll, periodisk vedlikehold og produsents oppgitte utskiftningsdato for et fastmontert brannslukningsanlegg. Dette er avgjørende for at anlegget skal fungere i tilfelle brann.
- f) Selv om det fastmonterte brannslukningsanlegget hadde fungert og slukkegassen hadde blitt utløst i motorrommet i tide er det likevel ingen garanti for at det ville slukket brannen. For at et fastmontert slukkeanlegg skal ha sin fulle effekt er det nødvendig med muligheter og rutiner som hindrer lufttilførsel til motorrommet, hurtigstenging av brennstofftilgang og at motorene stanses før slukkemedium løses ut.

#### **3.2 Hendelsesforløpet etter at brannen oppsto**

- a) Varsling på VHF var ikke mulig for båtføreren, da han ikke kunne nå den grunnet brannrøyken. SHT har ikke grunnlag for å hevde at direkte kontakt mellom fritidsbåten og redningsskøyta, som bare var noen minutter unna, ville endret utfallet av ulykken, men det kunne bidratt som beslutningsstøtte både for båtføreren og redningspersonellet.
- b) Situasjonen som oppsto var svært spesiell, og SHT har ikke grunnlag for å hevde at øvelser og trening på nødsituasjoner generelt ville endret utfallet av denne ulykken. Enhver fritidsbåtfører som har tenkt gjennom, planlagt og trent for å håndtere ulike ulykkesscenarioer på sjøen, vil imidlertid være bedre rustet og kan handle mer rasjonelt den dagen en selv står oppe i en reell nødsituasjon, eller om situasjonen krever å komme andre til unnsetning.

## **4. SIKKERHETSTILRÅDINGER**

Undersøkelsen av denne sjøulykken har ikke avdekket områder hvor Havarikommisjonen anser det som nødvendig å fremme sikkerhetstilrådinger som har til formål å forbedre sjøsikkerheten. Det pekes likevel i rapportens sammendrag på noen svært viktige forhold fritidsbåteiere bør merke seg.

Statens havarikommisjon for transport

Lillestrøm, 23. november 2018

## DETALJER OM FRITIDSBÅTEN OG ULYKKEN

Fartøyet	
Navn	Gorgeous 2
Flaggstat	Norge
Kallesignal	LK 6303
Type	Princess 45
Byggeår	1986
Eier	Privat
Konstruksjonsmateriale	Glassfiber (GRP)
Lengde	45 fot
Reisen	
Avgangshavn	Oslo, Indre Oslofjord
Ankomsthavn	Son, Vestby kommune
Type reise	Innenskjærs
Personer om bord	To personer
Ulykkesinformasjon	
Dato og tidspunkt	15. juli 2017 kl. 1745
Ulykkestype	Fritidsbåtbrann
Sted hvor ulykken inntraff	Utenfor Hvitsten, Vestby kommune
Skadde/omkomne	En person omkommet ved drukning
Skader på skip/miljø	Totalhavari/begrenset miljøutslipp
Hvor i reisen var fartøyet	Underveis
Ytre miljø	Liten kuling (10,8–13,8 m/s) fra syd, bølgehøyde 0,25–1 m. Lufttemperatur ca.18 °C, sjøtemperatur ca. 17 °C.

## **VEDLEGG**

Vedlegg A: Forsvarets laboratorietjeneste, Teknisk rapport, skadeundersøkelse av holdere til dieselfiltre ifb. båtbrann

Vedlegg B: Branntekniske undersøkelser



# FLO/VEDL/FOLAT

## Forsvarets laboratorietjeneste

### Kjemi - Material

Oppdragsgiver <b>SHT</b>		<b>Teknisk Rapport</b>	
Gjenpart			
Oppdragsgivers referanse			
Tittel <b>Skadeundersøkelse av holdere til dieselfiltre ifm båtbrann</b>			
Rapportnr 171204-01	Dato for mottak av oppdrag 2017-08-08	Dato for utgivelse 2017-12-08	
Jobbnr / Prøvenr M-17-056	Antall sider 13	Antall vedlegg -	
Utarbeidet av <i>A</i>		Verifisert av <i>A</i>	
<div style="position: absolute; top: 10px; left: 10px; color: blue; font-size: 2em;"> <i>[Handwritten signature]</i> </div>			

Utdrag av rapporten må ikke gjengis uten skriftlig godkjenning fra FOLAT.  
 Laboratoriet er akkreditert i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.  
 Det er kun resultater merket med A som er omfattet av akkrediteringen.

**Postadresse :**

FLO/VEDL/FOLAT Kjemi og Material  
 Postboks 10  
 N-2027 KJELLER

**Gateadresse :**

FLO/VEDL/FOLAT Kjemi og Material  
 Fetveien 80-84  
 N-2007 KJELLER

**Telefon :**

+ 47 63 80 87 41  
 505 8741

**Telefax :**

+ 47 63 80 87 58  
 505 8758

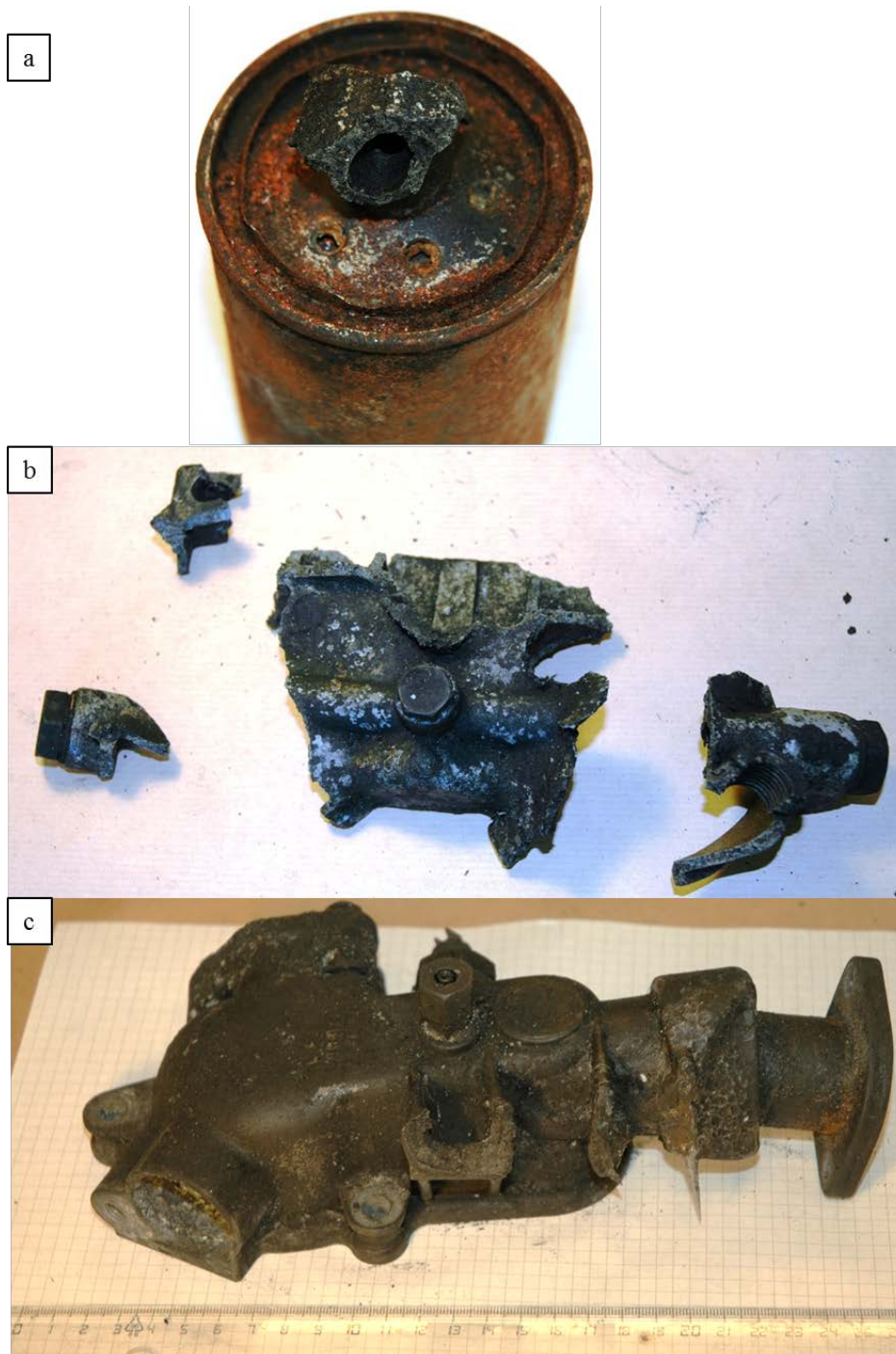
## 1 Innledning

Forsvarets laboratorietjeneste, kjemi og material, ble forespurt om å bidra i forbindelse med skadeundersøkelse av en filterholder til dieselfiltre knyttet til en båtbrann.

Oppdragsgiver ønsket undersøkt om det var mulig å avdekke mekanismer for den observerte skaden.

Festet var betydelig påvirket av brann og laboratoriet mottok rester av filterholderen som vist i Figur 1a-b og festet til filterholderen vist i Figur 1c.

Undersøkelsene omfatter fraktografi i lysmikroskop/SEM og metallografi.



Figur 1 a: Dieselfilter med bit fra filterholder innskrudd. b: Diverse deler fra filterholder funnet i vrak. c: Festepunkter til filterholder med brudd og smelteskade.



## 2 Resultater

### 2.1 Filterholder

Laboratoriet mottok flere biter fra filterholderen vist i Figur 1ab.

For å sammenligne om skadeforløpet var sammenfallende for flere områder av holderen ble biten skrudd inn i filteret vist i Figur 1a og del fra holderen mot filteret vist nederst til høyre i Figur 1b undersøkt separat.

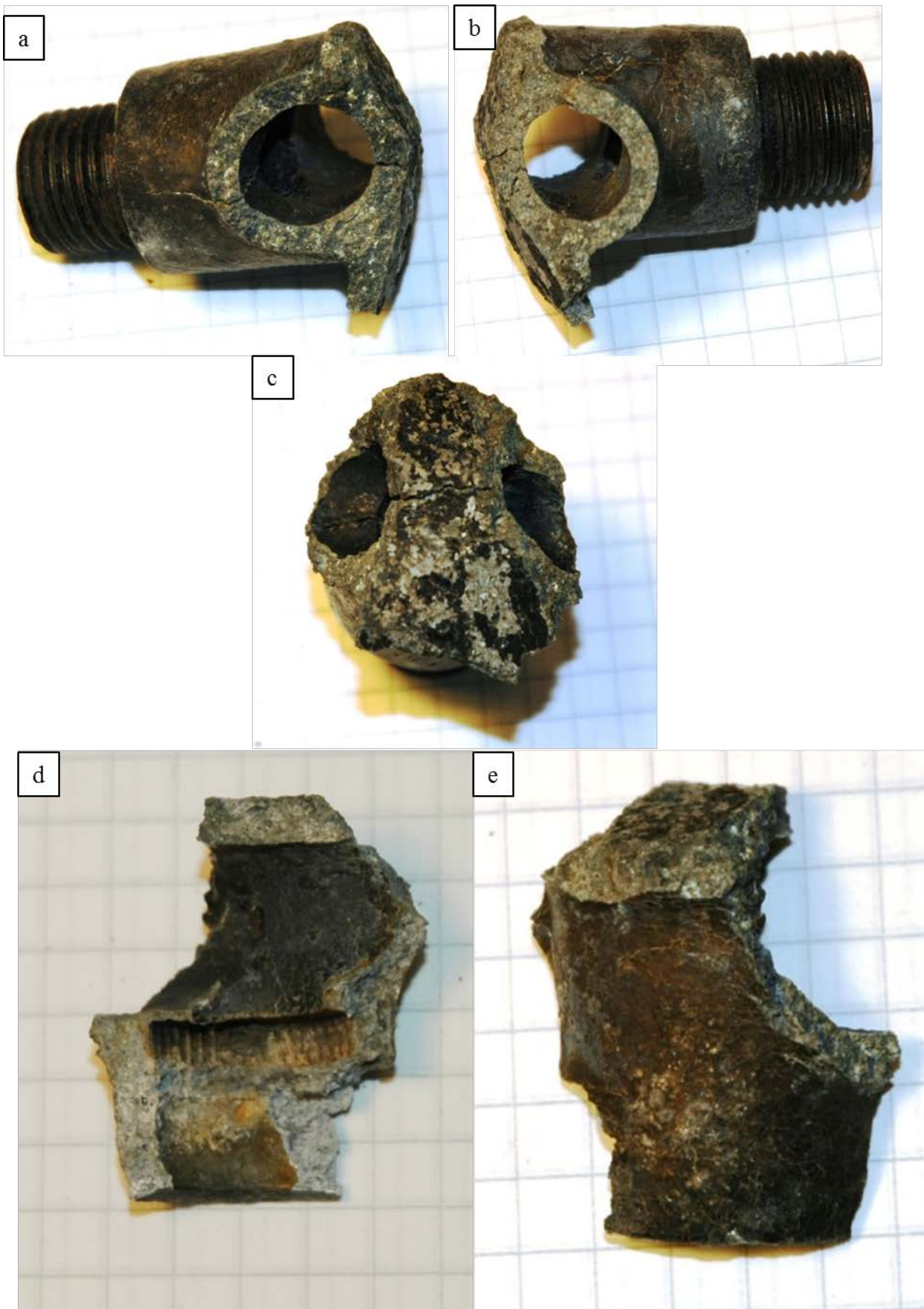
Filterholderen fra motor nr. 2 ble mottatt for sammenligning av materialkvalitet.

#### 2.1.1 Bit fra filterholder skrudd inn i filter

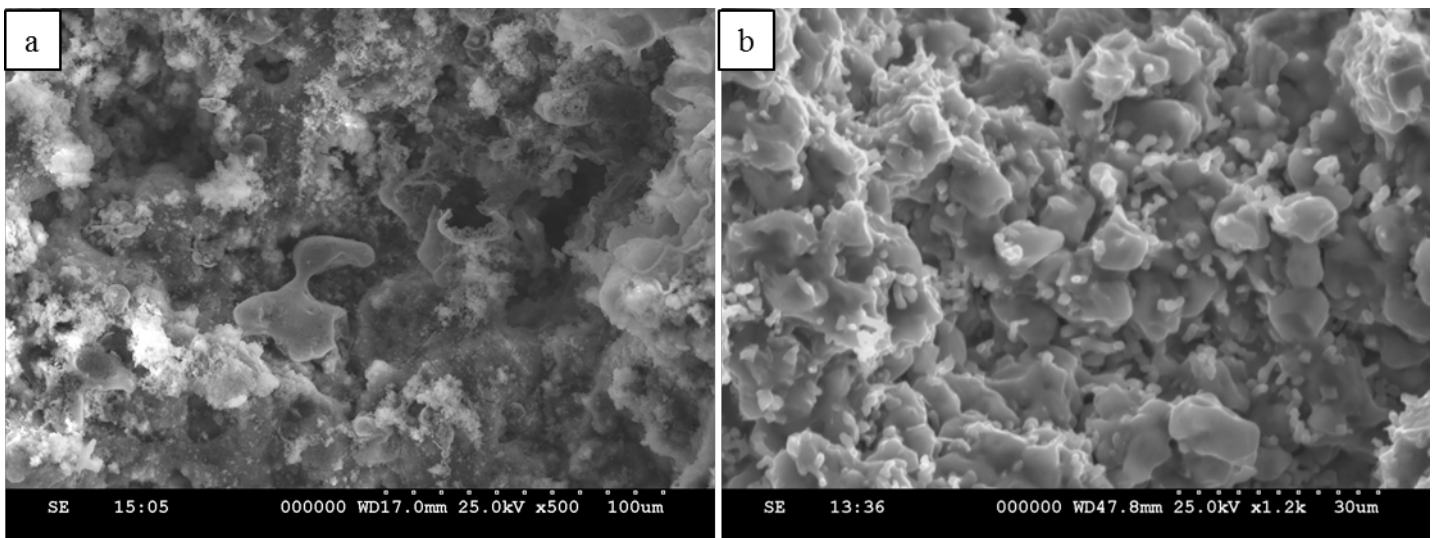
Del av filterholder som var skrudd inn i filteret, se Figur 1a, ble skrudd ut og observert i lysmikroskop, Figur 2a-c, det kunne observeres gjennomgående sprekker rundt hele biten slik det fremgår av bildene. Det kunne ikke observeres tydelig deformasjon eller tykkelsesreduksjon knyttet til duktil overbelastning. Sprekkene ble videre brutt opp som vist i Figur 2d-e, og bruddflaten ble observert i SEM. Sprekkoverflaten var gjennomgående svært oksidert trolig som følge av eksponering mot varme og vann Figur 3a, men det ble avdekket enkelte områder der bruddflaten fremstod som interkrystallinsk, Figur 3b.

Det ble videre laget et metallografisk slip gjennom biten som vist i Figur 4a. Metallografibildene fra tverrsnittet er vist i Figur 4b-c og viser betydelig porøsitet i tverrsnittet, videre består mikrostrukturen av sfærodifiserte silisiumpartikler i en aluminium matriks, det kan også observeres faseavsetninger på korn grenser forenlig med eutektisk smelting i området mot sprekkoverflaten.

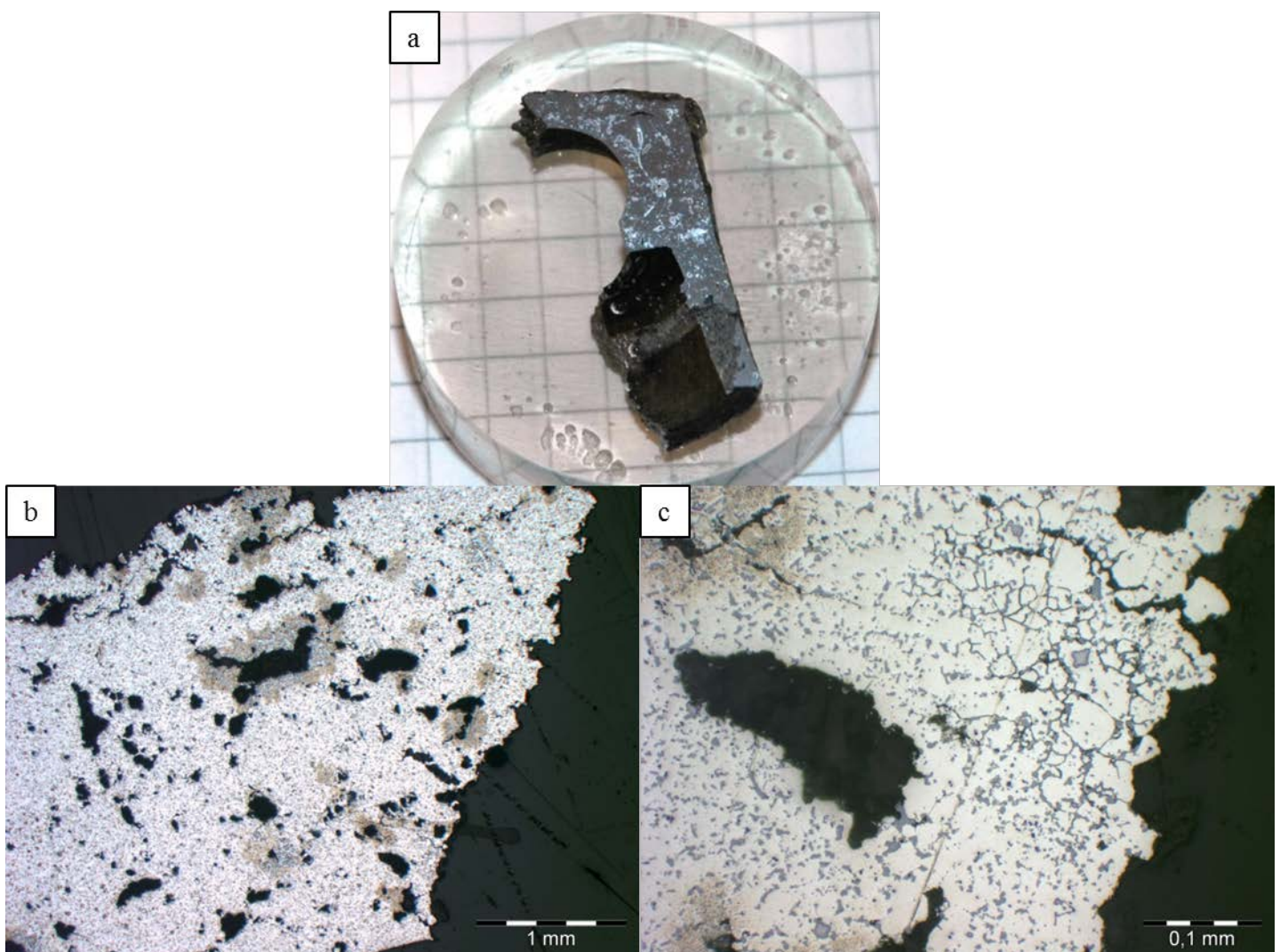
Det kunne ikke avdekkes tydelig arealreduksjon eller plastiske deformasjoner typisk for plastisk deformasjon.



Figur 2a-c: Bilde av filterholder som var skrudd inn i filteret, se Figur 1a, fra ulike posisjoner. d-e: Bilde etter opp bryting av sprekk hhv. innside og utside.



Figur 3 Fraktografibilder i SEM av sprekkeoverflate vist i Figur 2d. a: Oksidert bruddflate, b: Bruddflate som fremstår som interkrystallinsk (mulig sprøbrudd).



Figur 4a: Bilde av metallografisk slip gjennom bit av filterholder vist i Figur 2d. a: Oversiktsbilde som viser betydelig porøsitet gjennom tverrsnittet. b: Mikrostrukturbildet viser sfærodifiserte silisiumpartikler med faseavsetninger langs kornrensener.

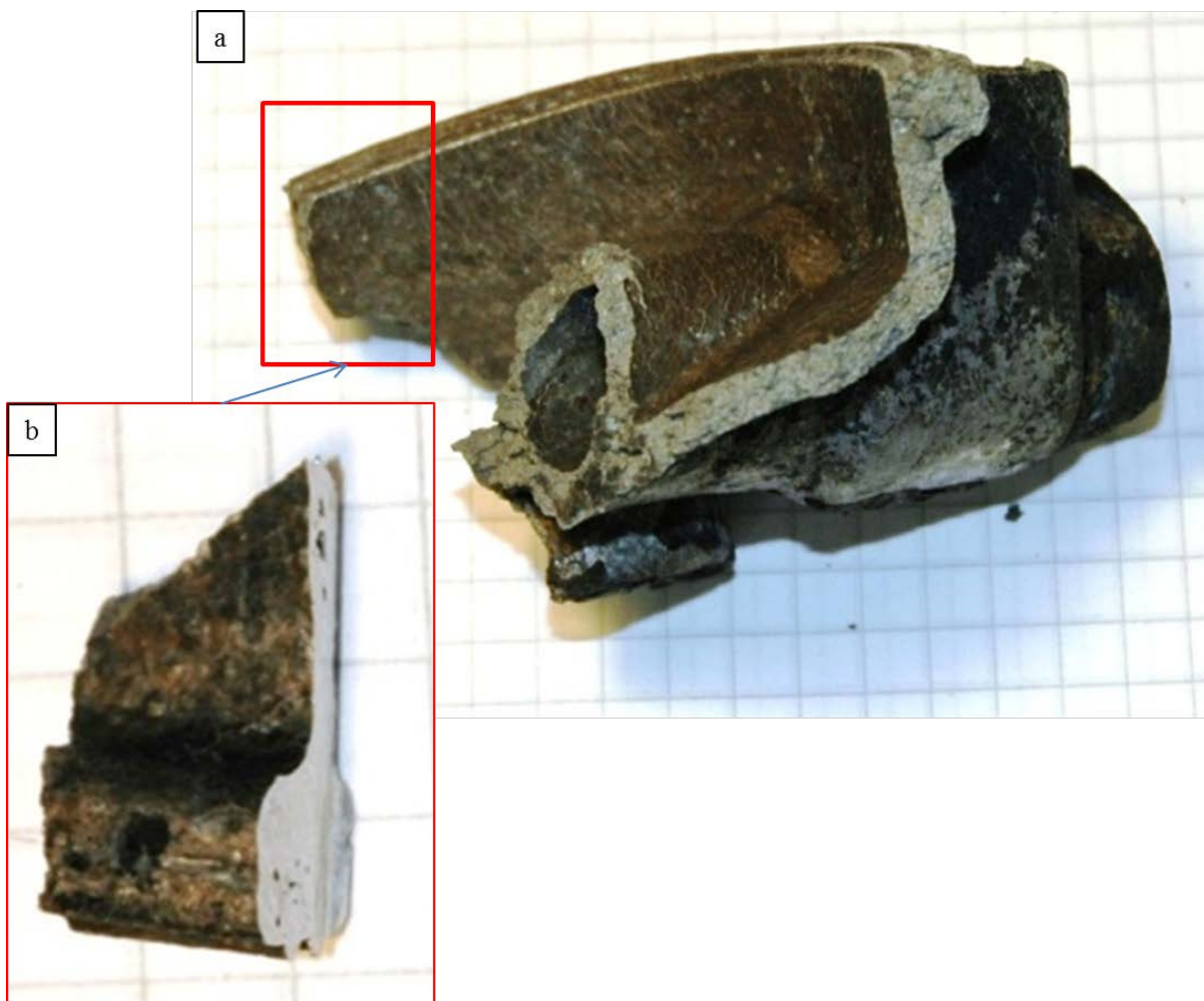
### 2.1.2 Del fra holderen med tetteflate mot filteret

En del av filterholderen i området med tetting mot filteret, vist nederst til høyre i Figur 1b og Figur 5a, ble valgt ut for videre undersøkelser av bruddflater og mikrostruktur.

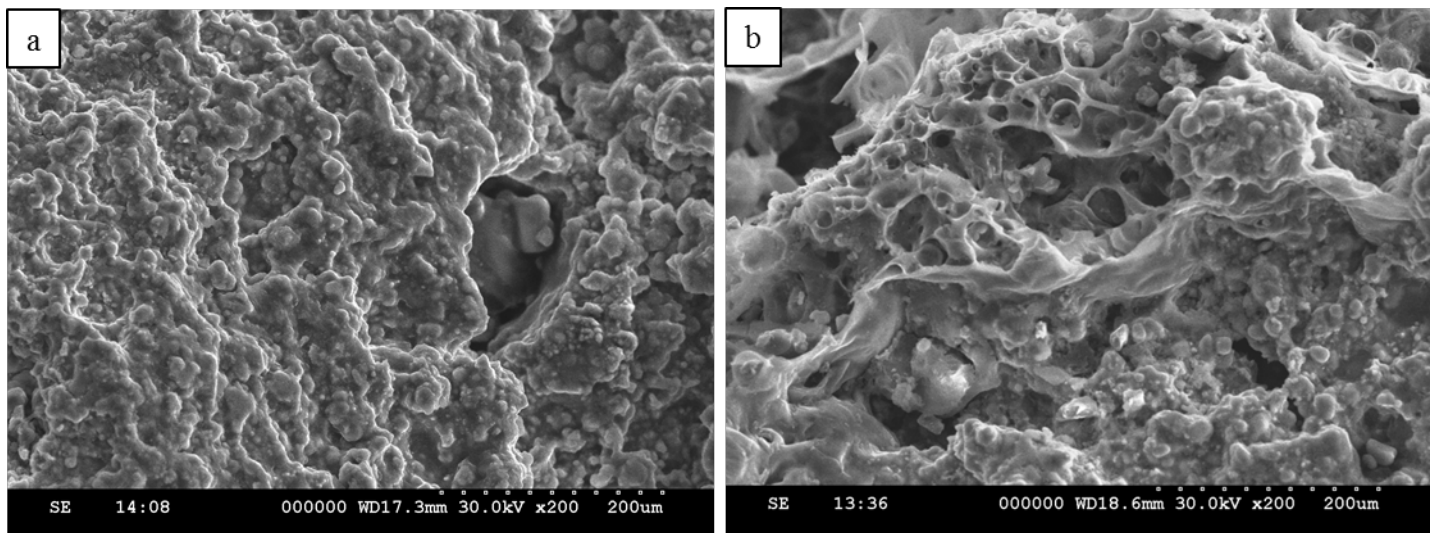
Biten viste ikke ytre tegn til tykkelsesreduksjon eller deformasjoner forenlig med duktil overbelastning.

Bruddflaten observert i SEM er vist i Figur 6a, og viser en tilsynelatende sprø sprekkforplantning men er dekket av et oksidsjikt med mulig innslag av en smeltefilm, Figur 6b.

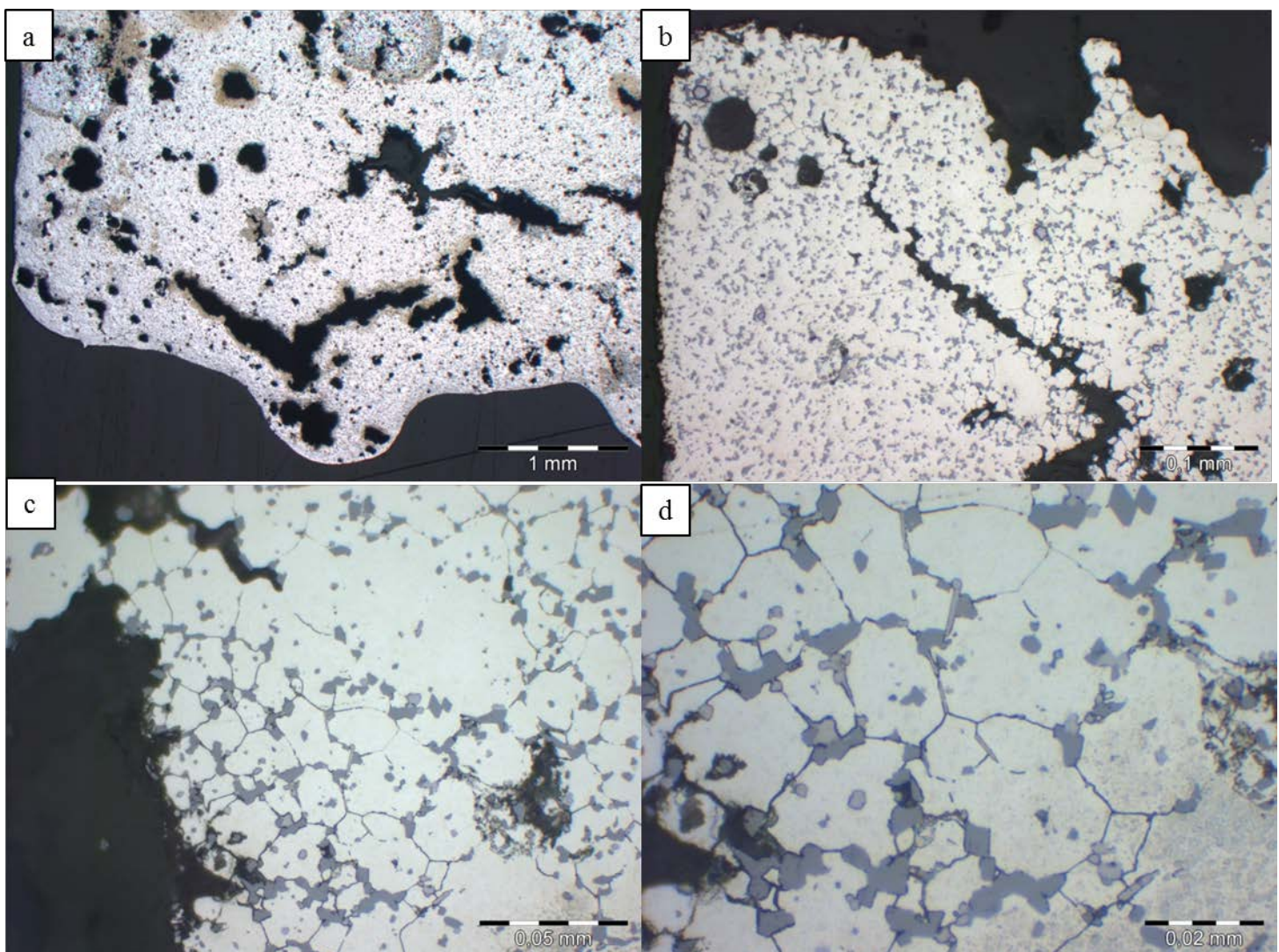
Metallografibildene vist i Figur 7a-b viser betydelig porøsitet i tverrsnittet og sprekkdannelse som følger kornstrukturen. Mikrostrukturen vist i Figur 7c-d består av sfærodifiserte silisiumpartikler med faseavsetninger langs korngrenser.



Figur 5 a: Bilde av bit fra filterholderen i området med tetting mot filteret. b: Prøveuttak/tverrsnitt til metallografisk slip.



Figur 6 Fraktografibilder i SEM, a: Bruddflate dekket med oksidfilm, b: Bruddflate med mulig smeltefilm og oksidsjikt.



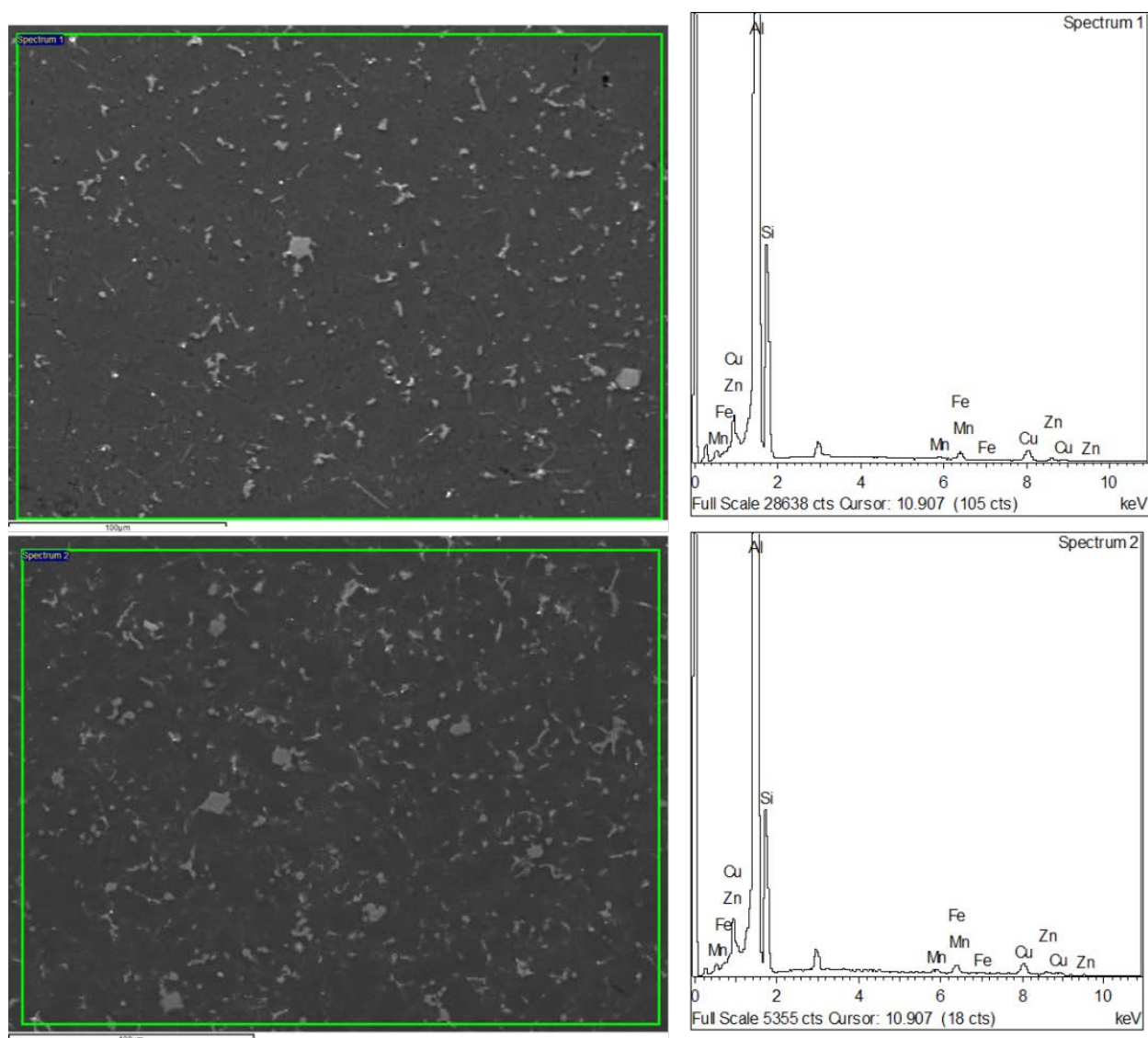
Figur 7 Metallografibilder av tverrsnitt vist i Figur 5b. a: Viser betydelig porøsitet, b: Viser porøsitet med sprekkdannelser som følger kornstrukturen. c-d: Sfærodifiserte silisiumpartikler med fase som dekker korngrenser.

### 2.1.3 Sammenligning av materialkvalitet mellom filterholderne

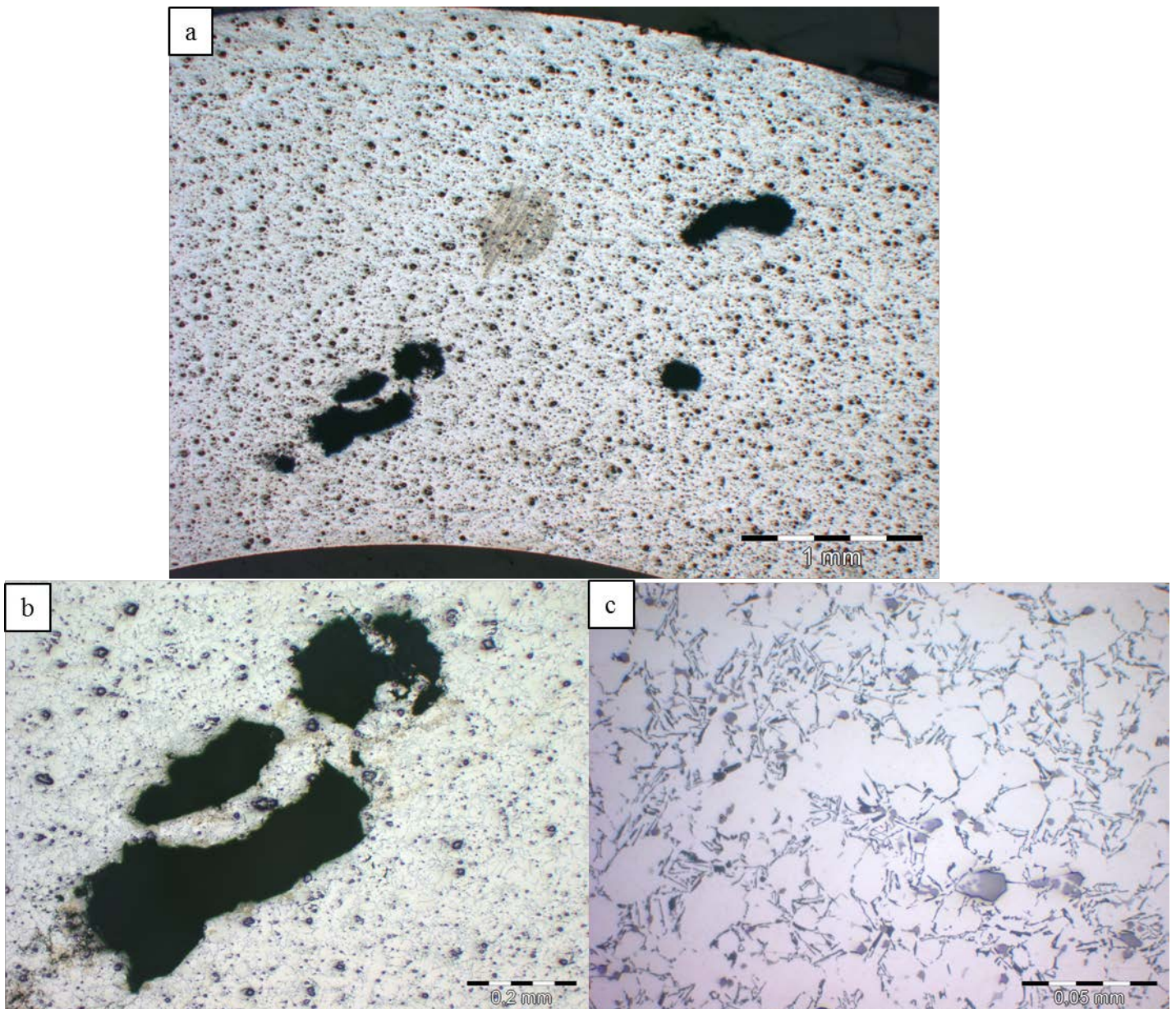
For å avklare om det kunne observeres betydelige forskjeller i materialkvalitet mellom filterholderen fra motor 1 og motor 2 ble det tatt ut en prøve fra tilsvarende område som undersøkt i 2.1.1 for sammenligning.

Som det fremgår av EDS spektrene i Figur 8ab kan det ikke observeres noen vesentlige forskjeller i legerings sammensetningen mellom filterholderne, begge er produsert i en Al- Si støpe legering med innslag av jern, mangan, kobber og sink.

Mikrostruktur bilder fra referanse filterholderen er vist i Figur 9a-c, det fremgår av bildene at det kan observeres noe porøsitet i tverrsnittet, mikrostrukturen består av silisium staver i en aluminium matriks, typisk for en Al-Si støpelegering.



Figur 8 a: Bilde i SEM (BEI) med EDS spekter fra området angitt i bildet for materialprøve fra filterholder til motor 1. b: Bilde i SEM (BEI) med EDS spekter fra området angitt i bildet for materialprøve fra filterholder til motor 2.



Figur 9 a: Bilde av tverrsnip gjennom tilsvarende område av referansefilterholderen som vist i Figur 4a. b: Bilde av porøsitet i støpegodset, c: Mikrostruktur bildet viser finfordelte silisium staver i en aluminium matriks.

## 2.2 Feste til filterholder

Filterholderen hadde vært festet til de to festepunktene vist i Figur 1c og Figur 10, som det fremgår av bildene hadde det ene festet en tydelig bruddflate, det andre festet hadde i tillegg tydelig smelteskade.

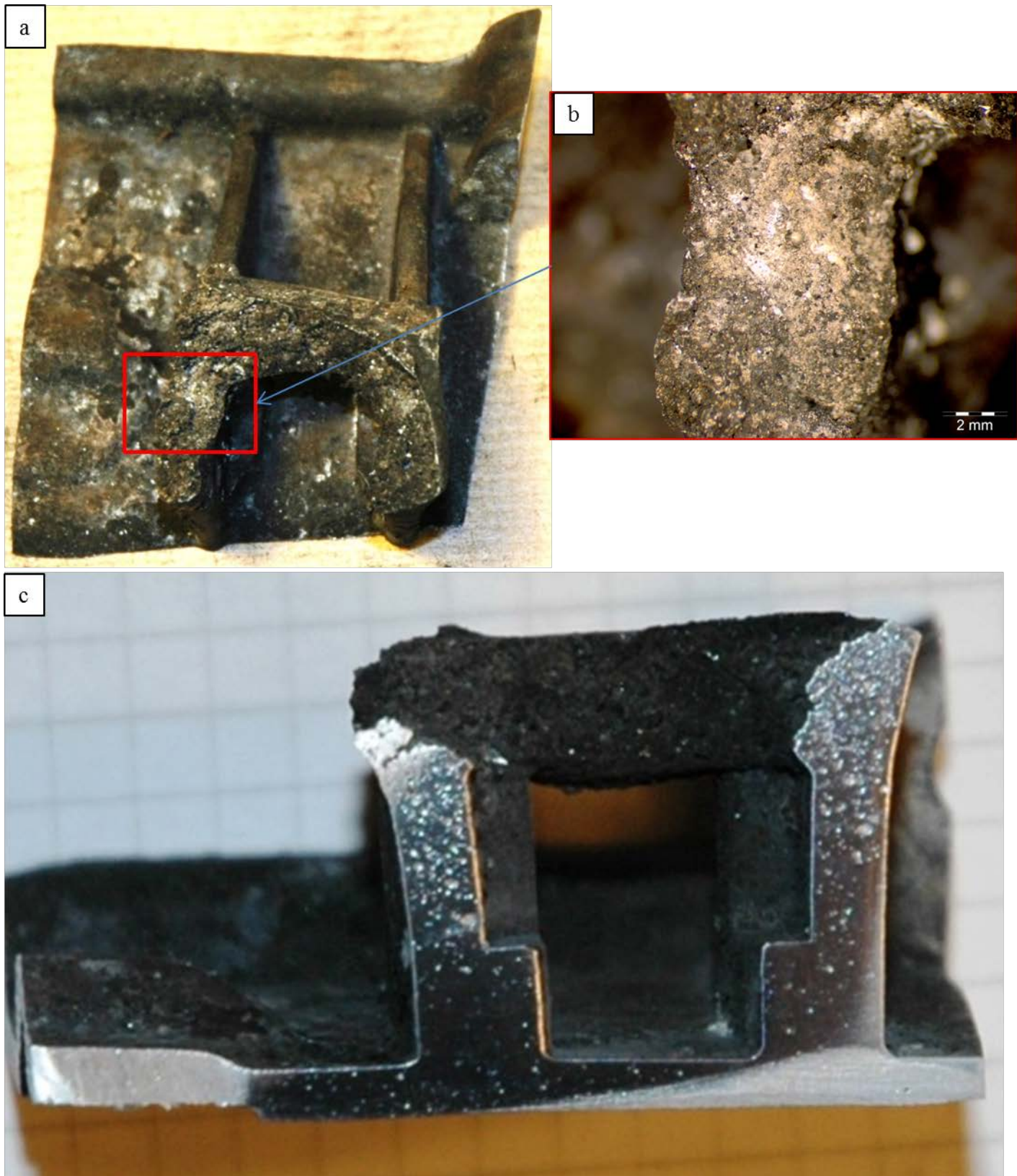
Bruddskaden var betydelig oksidert og hadde også antydning til smelteperler på overflaten Figur 11ab. Det ble laget et tverrsnitt gjennom bruddflaten, vist i Figur 11c, det kan her observeres betydelig porøsitet mot bruddflaten tilsvarende som observert for filterholderen.

Mikrostrukturen viser silisiumpartikler i en aluminium matriks, Figur 12, observasjonen ble bekreftet ved EDS spekteret vist i Figur 13 som viser at innfestet består av en Al-Si støpelegering.

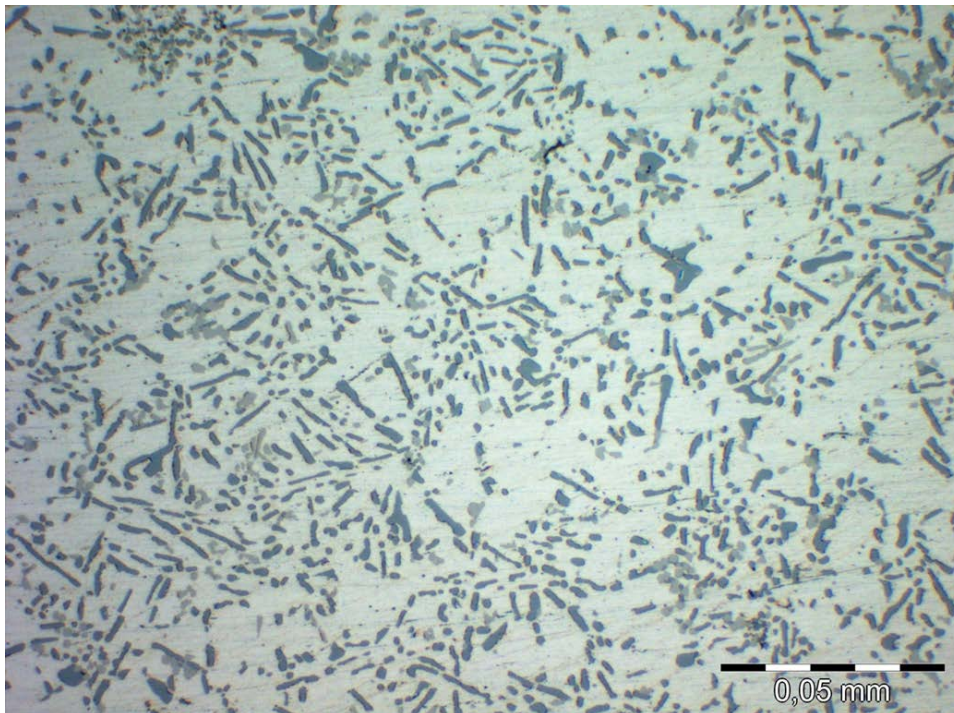


Figur 10 Bilde av feste til filterholder med bruddskade og smelteskade.

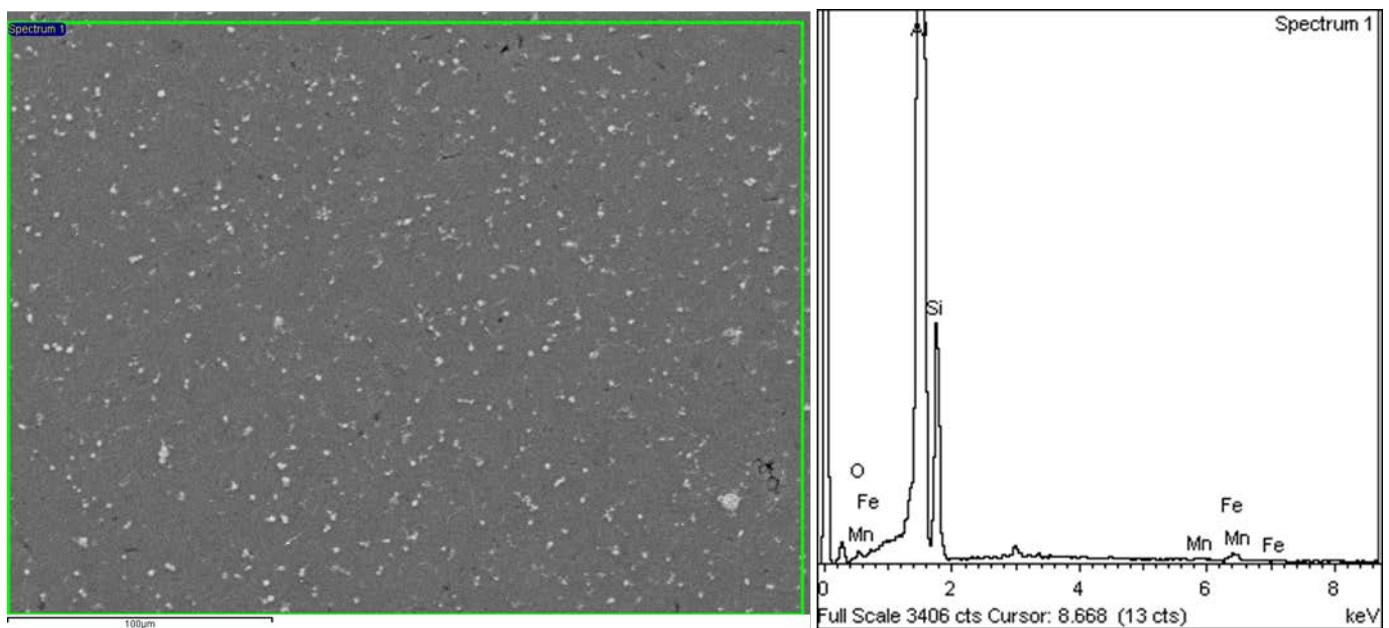




Figur 11 a: Bilde av feste til filterholder med bruddskade. b: Bilde av bruddflaten i lysmikroskop, viser oksydering og smelteperler. c: Bilde av tverrsnitt gjennom bruddflaten etter sliping og polering, viser betydelig poredannelse i tverrsnittet.



Figur 12 Mikrostrukturbildet viser silisium partikler i en aluminium matriks.



Figur 13 Bilde i SEM (BEI) med EDS spekter fra området angitt i bildet for materialprøve fra festet til filterholder.

### 3 Diskusjon

De mottatte komponentene bærer preg av å ha vært utsatt for høy temperatur og påfølgende oksidering som følge av eksponering mot vann.

Filterholderen med bruddskader viser tydelige strukturendringer i form av sfærodifiserte silisiumpartikler og re-krystallisasjon som følge av temperaturpåvirkning ved sammenlignet med referansen. Porøsiteten som kan observeres mot bruddflater kan i flere tilfeller kobles til smeltefilm på korngrenser som har ført til begynnende oppsprekking i tverrsnittet av materialet. Tegn på eutektisk smelting er avdekket i flere områder langs sprekkoverflater som også fremstår som interkrystallinske.

Filterholderen er produsert i Al-Si støpelegering med innslag av kobber og sink. Den eutektiske temperatur for Al-Si er 577 °C, men det er ikke gjort forsøk på å bestemme hvilken fase som er avsatt på korngrensene.

Etter vår vurdering tyder dette på at komponenten har vært utsatt for en hurtig oppvarming slik at legeringselementer ikke har rukket å løse seg opp i aluminium matriksen, hvilket igjen har ført til eutektisk sammensetning langs korngrenser med påfølgende lokal smelting og oppsprekking.

En slik mekanisme kan forklare hvorfor det i liten grad kan observeres deformasjon og tykkelsesreduksjon langs bruddflatene.

Tilsvarende gjelder for festet til filterholderen, der det er tydelig at temperaturen har vært over smeltepunktet til aluminium.

### 4 Konklusjon

Etter vår vurdering har bruddskadene i filterholderen oppstått som følge av en hurtig oppvarming av filterholderen som har gitt eutektisk smelting med påfølgende desintegrering av komponenten.

Det er ikke avdekket forhold som tilsier at skadene har oppstått som følge av materialfeil da den observerte porøsiteten ved bruddflater mest sannsynlig har oppstått som følge av varmpåvirkning i temperaturer opp mot smeltepunktet til komponenten.

Fordi store deler av filterholderen ikke er funnet og bruddflatene er betydelig oksidert, kan andre mekanismer som utmatting ikke utelukkes, men omfanget av oppsprekking er så stort at det ikke fremstår som veldig sannsynlig.

## VEDLEGG B – BRANNTEKNISKE UNDERSØKELSER.

### Innledende undersøkelse

Den 21. juli ble båten lokalisert og hevet av Kambo Marina AS.



*Figur 1: Vraket av fritidsbåten ble hevet 21. juli av Kambo Marina AS og brakt videre til deres lokale slipp. Foto: SHT*

Båten ble midlertidig lagret på slipp ved Kambo Marina AS, etter at det var hevet. 24.–25. juli innledet politiet v/Kripos, en brannteknisk undersøkelse ombord i samarbeid med SHT.

Denne undersøkelsen var avgrenset til å beskrive spor og iakttagelser som kunne ha betydning for bestemmelse av arnested og brannårsak. Da den utbrente båten var slippsett ble den først spylt ned med ferskvann. Motorrommet ble deretter sprøytet over med en beskyttende olje for å stanse videre oksidering av metaller. Babord dieseltank ble løftet ut, slik at adkomsten til babord motors dieselfiltre, dieselpumpe og innsprøytningssystem, plassert på venstre side av motoren ble akseptabel. I løpet av de to følgende arbeidsdagene ble vurderinger av brannårsak foretatt i henhold til Nordisk brannmanual (norsk versjon).

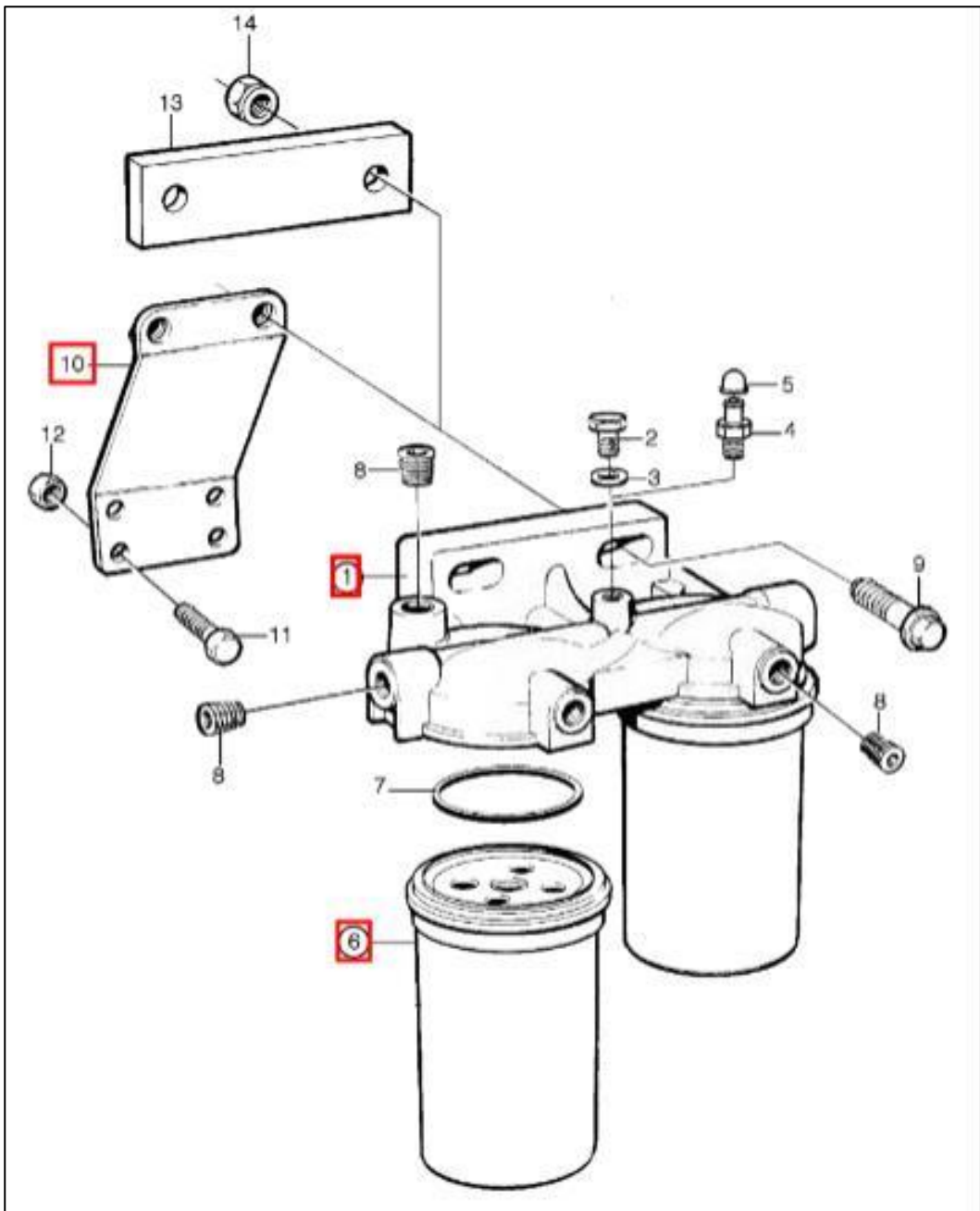


Figur 2: Fritidsbåten på slipp ved Kambo Marina AS etter brannen. Foto: SHT

Komponenter fra motorrommet som var sikret ved brannundersøkelsen ble først visuelt undersøkt hos SHT. Enkelte komponenter ble senere videresendt for metallurgisk undersøkelse hos Forsvarets laboratorietjeneste på Kjeller.

Kripos har avsluttet sin rapport fra undersøkelsen. SHT har fått tilgang til rapporten og gjengir etter tillatelse utdrag fra denne. Politiets branntekniske ekspertise understreker at de rutinemessig kun behandler de spor og iakttagelser som menes å være av betydning for bestemmelse av arnested og brannårsak.

Undersøkelsen mens båten lå på slipp, pekte tydelig mot at brannen hadde vært mest intens på venstre side i forkant av babord motor. I dette området, som bar spor av høyest temperatur under brannen, observerte man en sterkt skadet brakett/filterholder for to dieselfiltre, hvorav en av de to filterne manglet. Filterholder bar preg av kraftig deformasjon og smelting. Flere deler fra denne ble senere gjenfunnet i motorbrønnen.



Figur 3: Skjematiske figur av dieselfiltre (finfiltre før brennstoffet går videre til innsprøytningsystemet) og dens holder/festebrakett. Nummer merket med rødt viser de detaljer som ble gjenfunnet med deformasjon, sprekker og/eller smelteskader. Skisse: Politiet

Innsprøytnings- og returrør for diesel mellom diesel høytrykkspumpe og sylindere ble konstatert å være uten lekkasjer. Lensepumpe i motorbrønn var observert å være brannskadet. Styrbord motor derimot hadde ingen åpenbare mekaniske skader. Motorrommets elektriske kabler var imidlertid nedsmeltet og bar sterkt preg av kortslutninger for begge motorer. Motorrommets brannslukningsanlegg som besto av to aerosolbeholdere fastmontert lavt i motorbrønningen ble demontert og tatt med for videre undersøkelse for å fastslå om disse var blitt aktivert/utløst.

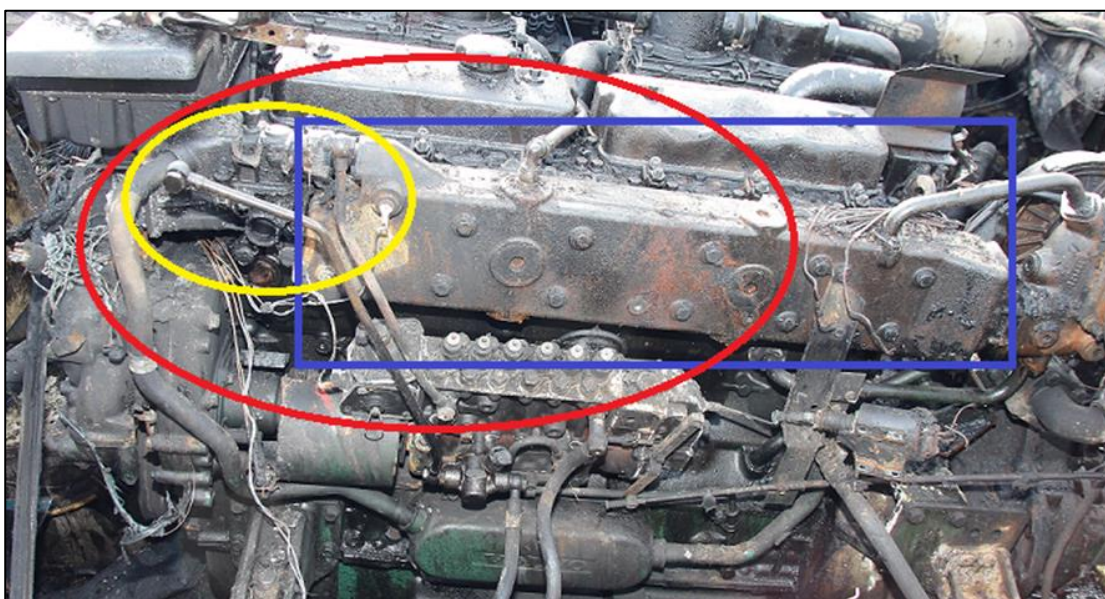
Flere deler av babord motors dieselfiltersystem som ble gjenfunnet i motorbrønningen, samt resterende deler av dette systemet, ble demontert og tatt med for en grundigere analyse.



Figur 4: Gjenfundne deler av babord motors dieselfiltersystem. Foto: Politiet

Denne første tekniske brannundersøkelsen konkluderte med at arnested for brannen sannsynligvis var å finne i forbindelse med babord motors dieselsystem i og ved finfiltre på innsprøytningsiden. Imidlertid kunne ikke undersøkelsen på dette tidspunktet konkludere med brannårsaken, fordi en eventuell diesel lekkasje ikke umiddelbart kunne settes i forbindelse med høy nok antennelsestemperatur, åpen flamme eller gnist for å antenne.

Det videre analysearbeidet for å komme nærmere en brannårsak dreide seg om hvorfor babord motors dieselfiltersystem var blitt deformert og hva som eventuelt kunne ha antent dieseltåke eller flytende diesel.



Figur 5: Renbrenninger på babord side av babord motor markert med rød ring. Gul ring markerer området der filterholderen hadde vært montert. Bildet er tatt etter at dieselrør (høytrykk og retur) er demontert. Babord motors eksosmanifold er markert med blå rektangel. Foto: Politiet



Figur 6: Intakt filterholder/brakett med to dieselfiltre på styrbord motor. Foto: Politiet

### Testkjøring av et tilsvarende fritidsfartøy

Den 15. september 2017 foretok SHT i samarbeid med sakkyndig fra Kripos en testkjøring av et helt tilsvarende fritidsfartøy fra samme produksjonsår og med samme type motorer. Det ble under en tre timers seilas foretatt temperaturmålinger på en av hovedmotorene. Hovedhensikten med testkjøringen var å fastslå om det oppsto et område på motoren med høy nok overflatetemperatur for å spontanantenne diesel.

Loggføringen på temperaturmåler ble utført fra kl. 1445 til ca. 1745. Etter kl. 1745 ble motortemperaturer lest av manuelt for å kunne kontrollere om det var store avvik fra de registrerte målingene. Registrerte målinger ble loggført med Elma 718, og dokumentert med foto.

Temperaturfølerne (måleutstyret) ble festet i motorrommet slik:

- Føler T1: på turbo
- Føler T2: på motorblokk/manifold
- Føler T4: i motorrom

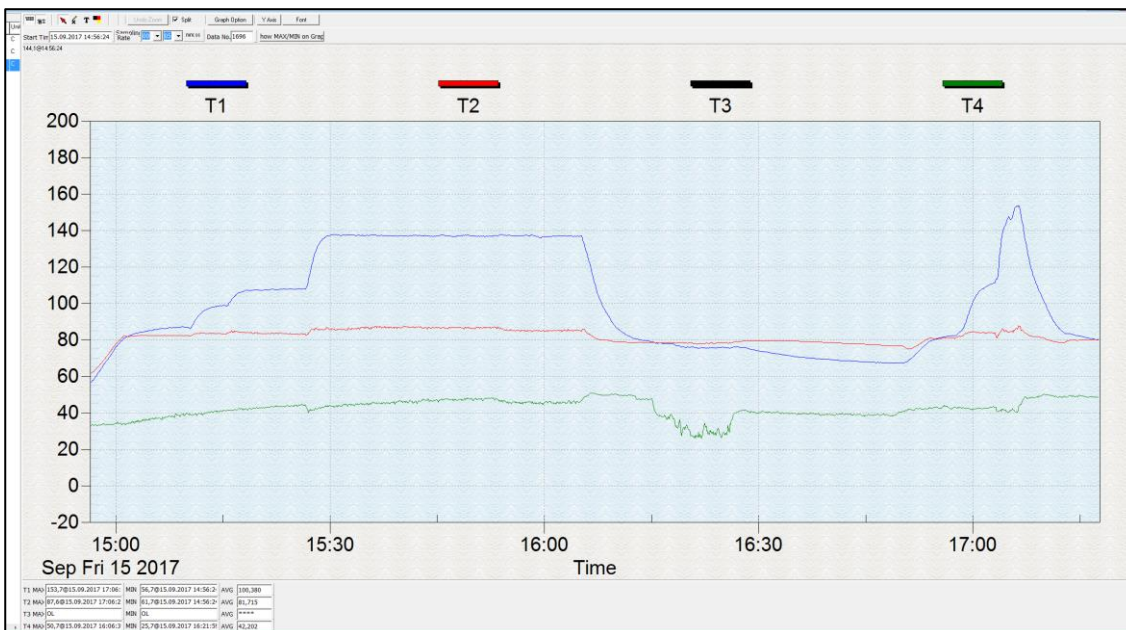
Føler T3 var ikke benyttet.

I tillegg til å benytte Elma 718 måleutstyr ble det gjort opptak med et termografikamera for å kunne fastslå om det var variasjoner på temperaturer på selve motorblokka. Dette avslørte at de høyeste temperaturer målt under gange var på turbo (T1). Føler T2 på eksosmanifold holdt samme temperatur som den ferskvanns kjølevæsken som passerte gjennom; ca. 85 °C.





Figur 7: Plassering av varmfølere T1, T2 og T4 på fartøyet benyttet for testkjøring. Foto: SHT



Figur 8: Logg med Elma 718 varmemåler viser temperaturene (Y-aksen) under drift av båten. Kilde: Politiet

Etter testen om bord den 15. september virket det lite sannsynlig om målte temperaturer i kombinasjon med en eventuell diesellekkasje var brannårsaken ved Hvitsten. I litteraturen er spontanantennelsestemperaturen til diesel oppgitt til ca. 220 °C.

### Observasjon på babord motor; varmskjæring

22. september gjorde SHT i samarbeid med sakkyndig fra Kripos en felles undersøkelse av motorene som da var blitt tatt ut.

Styrbord motor hadde tidligere blitt rigget for restarting av mekaniker som overtok disse fra fritidsfartøyet forsikringsselskap. Styrbord motor kom i gang. Babord motor ble underlagt en

grundigere mekanisk sjekk før forsøkt restartet. Etter at topplokket var fjernet ble det konstatert spor i alle seks sylindere forenlig med begrepet varmskjæring<sup>3</sup>.



Figur 9: Pilene viser til områder med spor avsatt i sylindreforingene til sylindere 3-5, da motoren "skar seg". Slike spor var å finne i alle sylindreforingene. Foto: Politiet

### Utdrag med samtykke fra Politiet (Kripes); rapport om åstedsundersøkelse.

#### Tekniske spor

[...]

Babord motor stoppet sannsynligvis som følge av motorhavari. Det ble påvist spor forenlig med at alle seks sylindrene hadde "skåret seg". I denne saken taler det sterkt for at motorhavariet skyldes svikt i kjølesystemet. Dette begrunnes med:

- Det ble ikke påvist spor som var forenlig med mangel på smøremiddel eller smøremiddeltrykk.
- Dersom det hadde vært forurensning eller feil type drivstoff hadde en forventet at det hadde vært skader på styrbord motor.
- Topplukkene hadde sprukket, som kan være forenlig med overopphetning.

Det ble ikke påvist sprekker eller skader på slanger eller rør som førte kjølevæske. Kjølevæsken kan derfor ha lekket inn i sylindrene, eksos kan ha lekket inn i kjølesystemet og fortrent kjølevæsken, eller eksos kan ha trengt inn i kjølesystemet og stoppet gjennomstrømningen av kjølevæske. Ut ifra dette kan det ikke trekkes noen sikker slutning hvordan kjølingen til babord motor har opphørt.

<sup>3</sup> Varmskjæring: Uten kjøling vil stempeltoppen overopphete under høy belastning og en motor vil havarere fordi et stempel/stemplerne utvider seg såpass mye at dette/disser setter seg fast i sylindrene. Som oftest vil en motor kunne startes igjen etter nedkjøling, men et slikt havari fører nesten alltid til mekanisk skade på stempel, stempelringer og sylindreforing.

*Filterholderen har sannsynligvis sviktet som følge av høy temperatur sammen med motorvibrasjoner. Diesel under trykk har sannsynligvis lekket ut over motoren og langs dørken i motorrommet.*

*Det ble ikke påvist en entydig årsak til at feste til filterholderen sviktet. Innfestingen kan ha sviktet som følge av:*

- *Mekanisk skade før brannen*
- *Feil moment*
- *Mekanisk spenn*
- *Vibrasjoner*
- *Høy temperatur*
- *Vibrasjoner og høy temperatur*

#### *Oppsummering arnested*

*Basert på kriteriene om arnestedsbestemmelser er arnestedet sannsynligvis på babord side av babord motor ved filterholderen.*

#### *Brannårsak*

*For å komme frem til en brannårsak har man vanligvis to tilnæringsmetoder:*

- 1. Direkte påviselig brannårsak som er basert på uomtvistelige spor og fakta.*
- 2. Vurdering av mulige brannårsaker basert på observasjoner og funn i arnestedet.*

#### *Vurdering brannårsak*

*I denne saken er det ikke påvist noen direkte brannårsak. Det er derfor foretatt en vurdering av mulige årsaker basert på de opplysninger som er fremkommet, samt funn/observasjoner som er gjort i arnestedsområdet.*

*I området der babord motor hadde renbrenninger var det normalt ikke brennbart materiale. Det sannsynliggjør at skadene skyldes at det har kommet brennbart materiale/væske til dette området. Diesel fra filterholderen har sannsynligvis rent/sprutet over deler av babord motor og antent ved kontakt med varme flater som eksosmanifold eller turbo.*

*Dieseltrykket var på ca. 1,5 bar. Dette kan gi stråle eller forstøvning i tillegg til å renne ved lekkasje. I litteraturen er spontanantennelsestemperaturen til diesel oppgitt til ca. 220 °C. I forstøvet form eller som væskeansamling (dam) kan diesel antenne ved noe lavere temperaturer (ref. kap. 6 i Ignition handbook, Babrauskas).*

*Eksosmanifolden, topplokk og turboen hadde sannsynligvis betydelig høyere temperatur enn 85-90 °C som var normalt. Eksostemperaturen fra en dieselmotor holder normalt 550- 800 °C (ref. Automotive handbook, Robert Bosch). I denne saken ble sannsynligvis babord eksosmanifold, topplokk og turbo oppvarmet av eksosen til over spontantemperaturen for diesel.*

#### *Oppsummering brannårsak*

*Brannen har sannsynligvis oppstått som følge av en lekkasje av diesel som har kommet i kontakt med varme overflater.*