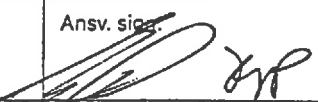


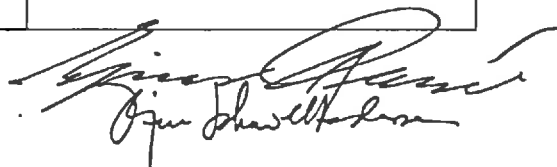
N - 7034 TrondheimTelefon: (07) 59 30 00
Telex: 55 620 SINTEF N
Telefax: (07) 59 24 80

Rapportens tittel Brannen på M/S "Scandinavian Star" 7 april 1990. Sakkyndig uttalelse om det fysiske brannforløp.	Dato 1991-06-20
	Antall sider og bilag 72 + 19
Saksbehandler/forfatter Ejnar Danø, Dantest og Kjell Schmidt Pedersen, SINTEF NBL	Ansv. sign. 
Avdeling	Prosjektnummer 251568
ISBN nr.	Prisgruppe

Oppdragsgiver Det Skandinaviske granskningsutvalg etter "Scandinavian Star"-ulykken og Oslo Politikammer	Oppdr.givers ref. Tore Schei Nicolay Bjønnes
--	--

Ekstrakt Forfatterne er oppnevnt som brannteknisk sakkyndige for det Skandinaviske granskningsutvalg samtidig som SINTEF NBL er bedt om sakkyndig uttalelse i forhold til straffelovens § 148. Rapporten inneholder beskrivelse av undersøkelsen, resultater og konklusjoner. Mandatet har vært å beskrive brannstart og det fysiske brannforløp i brannens kritiske fase, beskrive hvilke faktorer som var av betydning for tap av menneskeliv i brannen og hvilke faktorer som ville kunne endret brannens utfall.

	Stikkord på norsk	Indexing Terms: English
Gruppe 1	Brann	Fire
Gruppe 2	Skip	Ships
Egenvalgte stikkord	Ulykkesetterforskning	Accident investigation



I n n h o l d

1.	KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER	1
2.	OPPGAVENS MANDAT	5
3.	OPPLEGGET FOR UNDERSØKELSEN OG RAPPORTEN	7
4.	KORT BESKRIVELSE AV BÅTEN, DE OMKOMNES PLASSERING, SKADENE OG BRUK AV BETEGNELSER	8
5.	DE ENKELTE DELUNDERSØKELSER OG DELRAPPORTER	14
5.1	Brannstart og hendelsesforløp i henhold til vitneutsagn	14
5.2	Brann dørenes stilling og funksjon	16
5.3	Ventilasjonsanleggets funksjon og betydning under brannen	17
5.4	Undersøkelse av spesielle forhold og faktorer vedrørende brannens start	19
	1. Hydraulikksystemet for bildekket	20
	2. Elektriske komponenters tilstand i 200-seksjonen	20
	3. Undersøkelse av "casing"	20
	4. Inspeksjon av ventilasjonsanlegget	21
	5. Identifikasjon av brannrester i området mellom 217 og 219 inkl. mellomliggende trappeløp D ₆	21
5.5	Brannhydrantenes tilstand etter brannen	21
5.6	Materialer som var involvert i brannen	22
5.7	Fullskala forsøk i laboratoriet med 1:1 oppbygget korridor-seksjon og trappeløp	23
5.8	Beregninger av varme- og røykspredning i brannens kritiske fase	26
5.9	Dødsårsaker	32
5.10	Materialtester for bestemmelse av materialenes branntekniske egenskaper	35

1.	Testing av madrasser, sofa og senge- utrustning i henhold til NT Fire 032. Fullskala test.	35
2.	Bestemmelse av brennverdi for korridor- laminat, gulvteppe og sengeteppe i henhold til ISO 1716-1973	36
3.	Bestemmelse av røykgassammensetning for korridorlaminat og gulvteppe i henhold til DIN 53436. Test i liten skala.	37
4.	Bestemmelse av flammespredningsegenskaper for laminater og gulvteppe i henhold til IMO Res. A 653. Test i liten skala.	37
5.	Bestemmelse av brannspredningsegenskaper og røykutvikling for gulvteppe i henhold til NS-INSTA 414. Test i liten skala.	38
6.	Bestemmelse av varme- og røykutvikling for plastlaminat i henhold til NT Fire 004. Test i liten skala.	38
7.	Testing av korridorelementene (vegg og tak) i henhold til NT Fire 025. Fullskala test, inkl. måling av HCN-konsentrasjoner.	39
6.	FASTLEGGELSE AV BRANNENS START	40
7.	FASTLEGGELSE AV DET FYSISKE BRANNFORLØP I BRANNENS KRITISKE FASE	45
8.	FAKTORER AV BETYDNING FOR TAP AV MENNESKELIV UNDER BRANNEN	53
9.	VURDERING AV FAKTORER SOM VILLE ENDRET BRANNENS UTFALL MHT TAP AV MENNESKELIV	59
10.	BILDER DET ER HENVIST TIL I RAPPORTEN	62
	REFERANSER	71
	VEDLEGG/DELRAPPORTER OG FOTOMAPPER	72

1. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

Konklusjonene og anbefalingene er hentet fra kap. 6, 7, 8 og 9. Det gjøres oppmerksom på at detaljerte enkeltresultater er gjengitt i kap. 5 og i de vedlagte delrapporter.

Brannens høyst sannsynlige start

- Bar ild på størrelse med fyrstikkflamme eller lighterflamme eller større har antent brennbart og lettantennelig materiale i form av papirsekker, plastsekker, sengetepper, sengetøy og/eller pappesker i korridorområdet mellom lugar 219 og ca. 1,5 m innenfor branndøren til trappesjakten, D_s, på C-dekk, styrbord side. Brannen har høyst sannsynlig startet i tidsrommet kl 0200-0206, antageligvis nærmere kl 0206.
- Startbrannen må ha avgitt en effekt i størrelsesorden 150 - 200 kW for å etablere en selvoppholdende brann i korridoroverflatene. Det kan f.eks. oppnåes med en plastsekk fylt med 2 sengetepper, 2 laken, 1 putevar, 1 overtrekk og 1 håndkle.
- Brannen har ikke hatt sitt utgangspunkt i ventilasjonssystemene, i elektriske komponenter eller anlegg, i hydraulikksystemet til bildekket eller andre tekniske innretninger.
- Brannen kunne ha vært unngått om man hadde fulgt en standard rutine som å avlåse korridoravsnitt som ikke er i bruk og under ombygging.

Brannens forløp og utvikling i kritisk fase

- Brannen har utviklet seg meget hurtig og spredd meget giftig røyk meget hurtig på deler av YBOR-dekk og på Gulf-dekk, aktere del. Fra antennelse kan brannen ha utviklet seg så fort, at flere av korridorene på Gulf-dekk er fylt med giftig livstruende tett røyk bare etter 7 min. I lengste fall tar dette 13 min. Dette gjelder spesielt de korridorene hvor omkomne ble funnet.
- Den primære livstruende brannen var meget begrenset. Den var begrenset til en halv korridorseksjon på C-dekk styrbord side, trappeløpet fra C-dekk til Gulf-dekk (7,5 m) og deler av en tverrgang fra styrbord til babord på Gulf-dekk. Materialet

det brant i var i det alt vesentlige overflaten i korridoren og trappeløpet. Da brannalarmen går kl 0218-0222 har det meste av det som kan brenne i den aktuelle kritiske sonen allerede brent. De fleste av de omkomne har trolig mistet livet før kl 0230-0245, som er det tidsintervallet hvor forholdene ble livstruende også i lugarene.

Mannskapets muligheter

- Mannskapet hadde, med de forutsetninger som båtens oppbygging, utrustning, varslingsopplegg til og fra broen og brannens start ga, sterkt begrensede muligheter til både sløkkings- og redningsinnsats. Dette på grunn av den hurtige brannutviklingen og røykspredningen.

Brann dørenes funksjon og plassering

- Et trappeløp (D_s) på styrbord side og et trappeløp (D_b) på babord side stod i åpen forbindelse via en tverrgang på Gulf-dekk. Dette var av meget stor betydning for brannens utvikling og utfall. Det var også av stor betydning at en brann dør stod åpen mellom trappeløp D_b på babord side og bildekk.
- Trappeløp bør være brannteknisk adskilt fra tverrganger og korridorer. Det anbefales at trappeløp utstyres med egne brann dører forriglet til røykdetektorer i trappeløpene.
- Det opplegget at brannalarmsignal til broen skulle gies fra manuelle brannalarmknapper i de enkelte korridorene, for deretter å resultere i seksjonsvis brann dørutløsning fra broen, var et skjebnesvangert opplegg. Dette resulterte i at de brann dørene som skulle ha vært lukket, nemlig der det brant, ikke ble lukket. Dette var av avgjørende betydning for katastrofebrannens utfall. Ikke bare fikk brannen mulighet for spredning via trappeløpet, men den fikk også ekstra lufttilførsel fra det tidspunkt da brann dørene på dekkene over ble lukket frem til ventilasjonsanlegget ble stoppet. Dette skyldes at trappeløpene normalt tilføres luft fra de tilstøtende korridorer. Når ventilasjonssystemene er igang, med undertrykk på bildekk og bl.a. avtrekk i Grand Lounge på Main dekk, kompenseres stengningene av lufttilførsel fra noen korridorer (når brann dører lukkes) med øket lufttilstrømning via de åpne korridorer.

En tidlig generell lukkeutløsning for alle branndørene samtidig kunne ha stoppet brannens videre forløp.

Det anbefales at branndører inn til korridorene forrigles til et røykdetektorsystem.

- Det at det manglet en branndør inn til Grand Lounge på Main dekk hadde ingen betydning i denne brannen.

Ventilasjonsanlegget

- Ventilasjonssystemet spredte ikke røyk internt fra lugar til lugar.
- Det faktum at ingen brannspjeld ble lukket, må ansees som positivt, da ventilasjonsanlegget således kunne virke uhindret videre. Det er videre positivt at ventilasjonsanlegget gikk så lenge som til ca. kl 0230 og derigjennom opprettholde et overtrykk på lugarene. Dette muliggjorde flere menneskers egen evakuering.

Materialenes beskaffenhet

- Plastlaminatet som var benyttet som overflatemateriale i vegger og tak i korridorer og trappeløp spilte en vesentlig og avgjørende rolle for brannforløpet.
- Plastlaminatet som var benyttet som overflatemateriale i vegger og tak i korridorer og trappeløp hadde en brennverdi nær den internasjonalt satte grense for dette (45 MJ/m²). Dette har sterkt bidratt til en intens brannutvikling.

Det anbefales at man internasjonalt raskest mulig drøfter en senkning av denne grensen, ned til f.eks. 25 MJ/m².

- Plastlaminatet til overflatene i korridorer og trappeløp utviklet raskt store mengder gråsvart røyk i brannens intense fase. Dette nedsatte raskt sikten på Gulf-dekk til under kritisk nivå.

De kriterier som idag anvendes av norske og svenske sjøfartsmyndigheter er ikke godt nok egnet til å uttrykke materialers røykproduserende evne, da dette

materialet passerte som svakt røykutviklende materiale.

Det ble ved brann i plastlaminatet produsert voldsomme mengder med blåsyre (HCN). Det er nærliggende å konkludere at det høye innholdet av blåsyre (HCN) i røyken fra plastlaminatet har medvirket til tap av menneskeliv og har vært den direkte årsak til mange personers død.

Flertallet av de omkomne er imidlertid registrert med potensiell dødelig dose av karbonmonoksyd (CO) bundet til blodet. Det kan derfor ikke umiddelbart konkluderes med at antall omkomne ville vært redusert, om blåsyre ikke var produsert i brannen.

Det anbefales at man snarest mulig på internasjonal basis prioriterer å drøfte nødvendigheten og muligheten av å etablere anvendbare kriterier for giftighet, herunder spesielt blåsyreutvikling.

- Lugarinventarets beskaffenhet var uten betydning i denne brannen.
- Det anbefales at man internasjonalt hurtigst mulig etablerer et opplegg for å kontrollere/korrelere resultater fra småskala-metodene som anvendes ved materialprøvning mot resultater i stor- eller full skala. Nordtestmetoden NT FIRE 025 "Room Corner Test" kan utgjøre storskalamodellen.

Sprinkleranlegg i korridorene

- Sprinkleranlegg i korridorene ville ha kunnet stoppe katastrofebrannen i en meget tidlig fase forutsatt riktig dimensjonering og utforming. Det anbefales i så fall å vurdere seksjonsvis utløsning (korridor for korridor).

Deteksjonsanlegg

- Et deteksjonsanlegg seksjonsvis forriglet til utløsning av branddørene i korridorene og automatisk varsling til broen ville resultert i at katastrofebrannen ble stoppet i sin fødsel.

2. OPPGAVENS MANDAT

Avdelingssjef Ejnar Danö, Dantest og direktør Kjell Schmidt Pedersen, SINTEF NBL - Norges branntekniske laboratorium ble 20 april 1990 oppnevnt som brannteknisk sakkyndige for det Skandinaviske Granskningsutvalg etter "Scandinavian Star"-ulykken.

Følgende mandat ble avtalt med utvalget:

Oppgaven består i å fastlegge det fysiske brannforløp fra brannstart til det øyeblikk hvor skipets kaptein går fra borde.

Nærmere beskrevet betyr dette at de sakkyndige skal fastlegge:

- * hvordan brann og røyk spredte seg fra arnested(ene)
- * arten av brannstart, deriblant størrelsen av brannkilden
- * så detaljert som mulig konsentrasjonene av røykpartikler, kullos (CO), oksygen, blåsyre og eventuelt andre giftige komponenter i røyken mht tid og lokalisering i båten.
- * hvilke faktorer som var av betydning for brannens forløp og utvikling
- * hvilke praktiske tiltak som kunne vært iverksatt for å forhindre eller endre det aktuelle brannforløp. Som eksempel på sentrale praktiske tiltak kan nevnes:
 - branndører (lukkefunksjonen)
 - materialvalg
 - mannskapets slokkeinnsats
 - sprinkleranlegg

Dette betyr videre at de sakkyndige ikke skal vurdere:

- * evakuering og redning av passasjerer og mannskap
- * fluktmuligheter og tiltak forbundet med dette
- * deteksjon, brannalarmanlegg og varsling

- * prosedyrer, instruksjoner og manualer av noen art

De sakkyndige skal ikke vurdere vitneutsagn i sakens anledning, bortsett fra at enkelte tidsangitte, pålitelige iakttagelser kan benyttes i den grad det er nødvendig for fastleggelsen av det fysiske brannforløp.

3. OPPLEGGET FOR UNDERSØKELSEN OG RAPPORTEN

Hele undersøkelsen og således også rapporten består av flere delundersøkelser. Delundersøkelsene er ment å være uavhengige av hverandre, med unntak av de delundersøkelser som anvender funn og resultater fra andre delundersøkelser som input-verdier. Det har vært meningen å adskille delundersøkelsene fra gjensidig påvirkning ut fra det analyse-tekniske opplegg at hver enkelt ferdig delundersøkelse blir målt opp mot de andre til slutt. Om flere av delundersøkelsene er sammenfallende mht konklusjoner så underbygger dette de enkelte konklusjoner.

Grovt sett kan man si at analyse-opplegget har likhet med et pusle-spill. Alle brikkene bør passe sammen. I en spesiell stilling kommer det hendelsesforløp som etableres kun ut fra vitneutsagn. De iakttagelser og tidspunkter som angis i dette hendelsesforløpet anvendes enkeltvis som korrelasjonsverdier eller kontrollverdier til de resultater som fremkommer fra andre undersøkelser.

Etablering av det fysiske hendelsesforløpet i kap. 7 avslører i hvilken grad det er overensstemmelse. Dette kommenteres underveis i kap. 7.

Man ble tidlig klar over ved besiktigelse av skipet at materialene hadde spilt en vesentlig rolle med den geometrien som forelå, spesielt i korridorene. Dette er årsaken til at fullskalaforsøkene (1:1) ble et faktum. Fullskalaforsøkene er beskrevet i kap. 5.7 og i en egen delrapport. Denne delrapporten er kun en målerapport. Diskusjonene vedrørende resultatene skjer i kap. 5.7 og 5.8 (beregningene).

I mandatet er det beskrevet at undersøkelsen skal inkludere hendelsesforløpet frem til kapteinen går fra borde. Dette var et tidspunkt som ble valgt som en naturlig stopp, da man gikk ut fra at de som døde, allerede da var døde. Videoen tatt fra "Stena Saga" viser stasjonær brann på Main dekk. Videoen starter kl 0250. På dette tidspunktet ansees de fleste omkomne allerede å ha mistet livet. Undersøkelsen stopper derfor ved dette tidspunkt.

Brannen eller brannene på "Scandinavian Star" raste i flere dager. I løpet av denne tiden var det en stor aktivitet ombord på flere hold som påvirket de fysiske skadeforløp. Å trenge til bunns i dette hendelsesforløp, med alle de enkeltaktiviteter dette innebærer må ansees å være en meget stor oppgave og ligger utenfor området for denne undersøkelse.

Rapporten er bygget opp på en slik måte at kap. 5 kort gjengir innhold og de viktigste/representative resultater og konklusjoner fra delundersøkelsene, som i sin helhet og separat er beskrevet i vedlagte delrapporter. Det er få henvisninger/referanser i hovedrapporten. Disse er å finne i de enkelte delrapporter.

4. KORT BESKRIVELSE AV BÅTEN, DE OMKOMNES PLASSERING, SKADENE OG BRUK AV BETEGNELSER

Båtens utforming mht de 4 dekk som er interessante i denne sammenheng er vist på fig. 4.1 og 4.2. Brann dørene (både skyveportene til bildekket og korridordørene til trappeløpene) er nummerert slik de er anvendt i hele rapporten med utgangspunkt i delrapporten om brann dørenes stilling og funksjon. Trappeløpene er angitt med store bokstaver med angivelse i foten om det er styrbord eller babord (eks. D_s, trappeløp D på styrbord side). Disse angivelsene er anvendt i hele rapporten. Dekkene på båten er betegnet med C-dekk, YBOR-dekk, Gulf-dekk og Main-dekk sett nedenfra.

Videre er følgende angitt på figurene 4.1 og 4.2:

A0: Arnested utenfor lugar 416. Slukket.

Ytterpunkter for arnestedsområdet i korridor aktenfor D_s på C-dekk:

A1 = 1,5 m innenfor D_s i korridor akterut på C-dekk.

A2 = Utenfor lugar 219 i korridor akterut for D_s på C-dekk.

V1: Vitneutsagn om at røyk "siver" opp av trappeløp kl 0210 - 0215.

V2: Vitneutsagn fra trappen mellom baren og resepsjonen om at livløse personer observert ca. kl 0217 ved resepsjonen.

V3: Vitneutsagn fra baren på Main-dekk akterut om at røyk siver opp trappeløpet 2 min. før flammene når Main-dekk.

Korridorenes og trappeløpenes geometri, utrustning og materialbruk er beskrevet i delrapporter. Det skal imidlertid her kort nevnes at:

- Korridorene og trappeløpene er utrustet med gulvtepper.
- Korridorene og trappeløpene er omgitt av elementer hvis overflate er minst 1,6 mm tykke plastlaminater og hvis kjerne er plater med 10 - 20% asbest.
- Korridortverrsnittet er 1,05 m x 2,10 m og trappeløpstverrsnittet er 2,03 m x 3,42 m.

- Branndørene inn til korridorseksjonen er sannsynligvis av A-30 klasse. Disse er ikke testet av de sakkyndige, hvilket heller ikke ansees som nødvendig i denne sammenheng. Etter inspeksjon av dørenes innhold og oppbygning synes det klart at dørene høyst tilfredsstillende A-30.
- Skyveportene til bildekket er sannsynligvis en A-60 konstruksjon.
- Det var kun manuelle brannmeldere i passasjeravdelingen. (I henhold til egen inspeksjon, rapport fra Dansk Brandvæns Komite, maskinsjef Steinhauser og Fire & Safety Plan).
- Passasjeravdelingen var ikke utrustet med automatisk sprinkleranlegg.
- Brannhydranter var utpostert i hele skipet (se kap. 5.5).
- Brannørffilosofien var slik at branndørene skulle utløses fra magnetholdere, som holder de i åpen stilling, seksjonsvis, to om gangen for å sperre en korridor etterhvert som signaler kom fra de manuelle brannmelderne i de respektive korridorer.

De omkomnes plassering

Dødsårsakene er beskrevet i kap. 5.9. De omkomne var i det vesentlige å finne på Gulf-dekk og på Y-bord, styrbord side.

De materielle skader

Ved inspeksjon av båten ved kai i København ble det foretatt en total fotoregistrering av skadene. Disse bilder med angivelser er vedlagt i fotomappe 1 - 5. Det skal imidlertid her kort gjengis de skader som ble registrert etter flere dagers brann ombord.

C-dekk: Sviskade og tjæreskade/avsetninger i trappeløp D_b, babord side. Utbrent korridor inn til lugar 219 fra trappeløp D_s, styrbord og akterover. Utbrent i trappeløp D_s. Videre akterover til trappeløp B_s er det avtagende utbrenning/sotskade/avsetning. Rett innenfor

trappeløp D₆ i korridor forut er det utbrent. I hele korridoren frem til trappeløp G₆ er det sotavsetning.

I korridoren mellom trappeløp G₆ og trappeløp J₆ er det avtagende røykskade forover.

YBOR-dekk: Delvis forbrent i trappeløp D₆, babord og svake sotavsetninger avtagende fra trappeløp D₆ og innover i de to tilgrensende korridoravsnitt.

Utbrent i trappeløp D₆ og korridoren mellom D₆ og G₆, samt utbrent totalt alle lugarer med inventar i samme korridoravsnitt. Nedstyrte himlingselementer.

Sotavsetninger i korridor og lugar mellom trappeløpene D₆ og B₆.

Gulf-dekk: Utbrent i trappeløpene D₆ og D₅, babord og styrbord. Utbrent i korridorer og lugarer, med innhold, samt nedstyrte himlingsplater i området fra mellomgangen mellom D₆ og D₅ og fremover til resepsjonsområdet. Utbrent i 800-seksjonen, mens seksjonen mellom resepsjonen og 800-seksjonen har sotavsetninger. Korridoren fra D₆ og akterover er avtagende delvis forbrent. Det meste av seksjonen fra D₆/D₅ og akterover har sotavsetninger i korridorer og lugarer.

Main-dekk: Hele Main-dekk er utbrent med inventar unntatt restauranten forut, som er svidd/nedsotet i styrbord side og avdelingen for lagring/kjøkken som ikke er helt utbrent.

Kommentarer til skadebildet

- Skadene fra Gulf-dekk og ned til C-dekk ved skyveport nr. 9 i trappeløp D₆ er avtagende. Fra utbrent via sviskader til sot- og tjæreavsetninger. Se bilder nr. 1, 2 og 3.

Skadebildet gir et entydig bilde av at brannen ikke kunne ha startet på C-

dekksnivå på babord side.

- Skadebildet på C-dekksnivå på styrbord side i trappeløp D₅ og korridoren akterover mot lugar 219 er total utbrenthet. Se bilder nr. 4 og 5.

I og med at man ikke har brannspor under C-dekksnivå, utbrenthet på dette nivå og avtagende ned til C-dekk på babord side, har man et skadebilde som klart utpeker C-dekk styrbord korridor ved lugar 219 og frem til trappeløp D₅ som arnestedsområde.

- Skadebildet i korridoren frem til trappeløp D₅ fra lugar 219 er av en slik art at arnestedsområdet må ha en utstrekning fra trappeløp D₅ til lugar 219 i korridoren.

Mye tyder også på at brennbart materiale har vært tilstede på gulvet flere steder i korridoren i dette området. En utbrent bylt etter sengetøy, sengetepper og papir er funnet på det stedet hvor utbrentheten av korridoroverflaten plutselig stopper ved gulv og viser et vertikalt mer eller mindre loddrett skille. Se bilde nr. 6 og 7.

- På Ybor-dekk, styrbord side, mellom trappeløp D₅ og G₅ er det fullstendig utbrent. Alle flater er utbrent. Alt brennbart inventar er fortært og himlingsplater/korridorelementer/lugarskillevegger er sammenstyrtet. I tillegg er det et ekstra sotlag på noen av de utbrente overflater.

Midt i korridoren er det funnet en lekkasje på hydraulikkoljeledningen til bildekket. En mindre mengde hydraulikkolje har lekket ut fra dette lekkasjeområdet. Se bilder nr. 8 og 9.

- Når det gjelder skadebildet for branndørene, vises det til kap. 5.2.

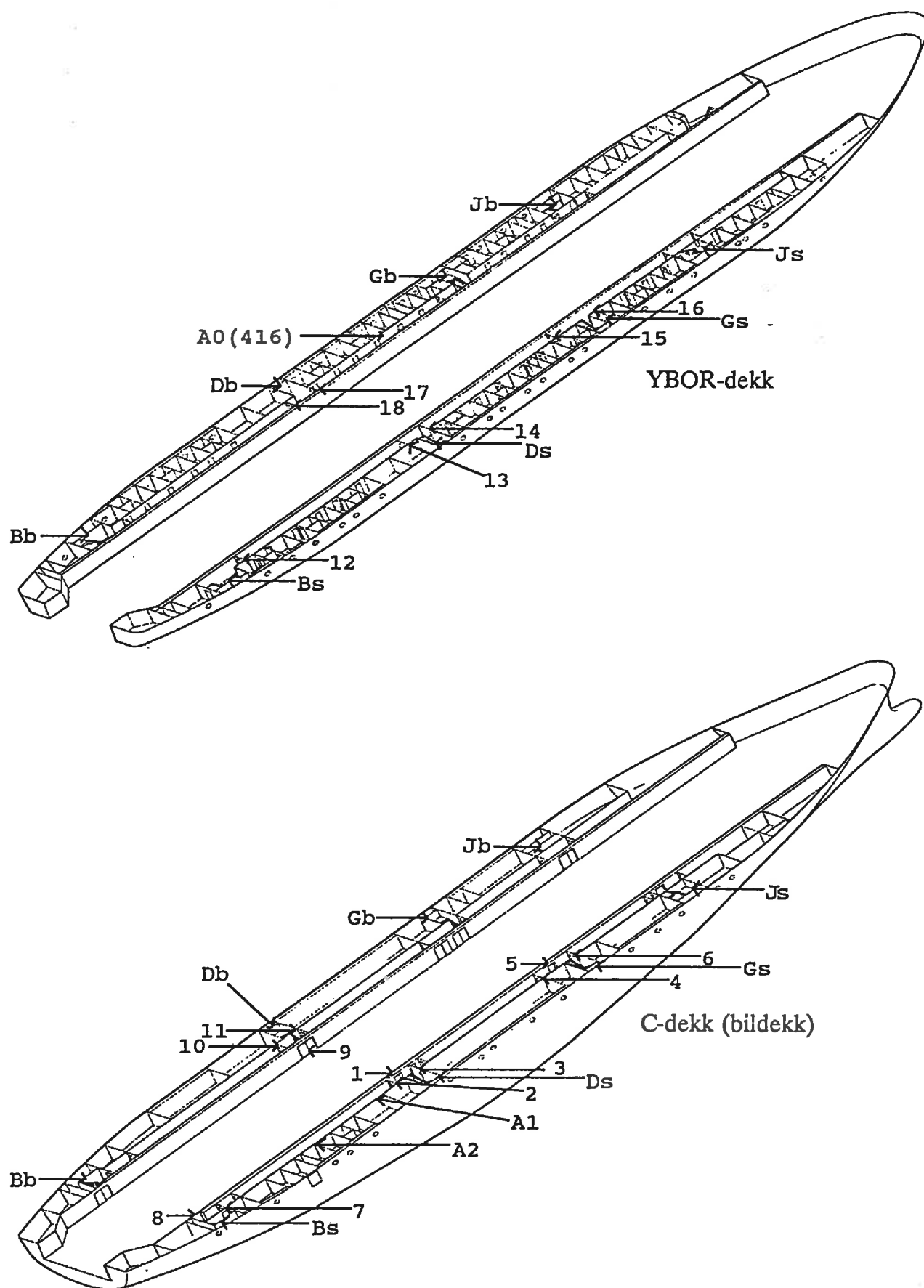


Fig. 4.1 3-dimensjonal skisse av YBOR-dekk og C-dekk. Nummere og betegnelser som beskrevet foran i teksten.

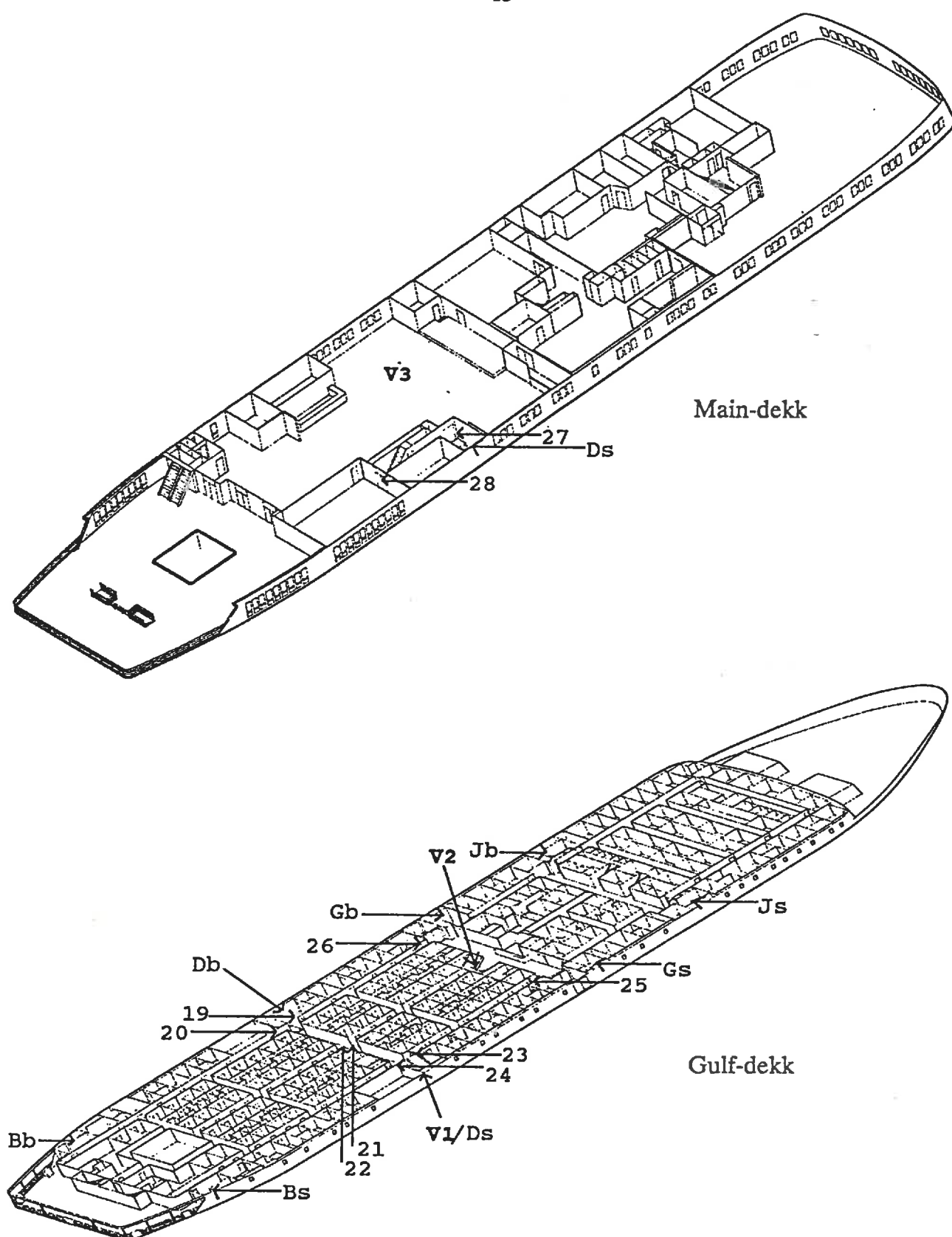


Fig. 4.2 3-dimensjonal skisse av Main-dekk og Gulf-dekk. Nummere og betegnelser som angitt foran i teksten.

5. DE ENKELTE DELUNDERSØKELSER OG DELRAPPORTER

5.1 Brannstart og hendelsesforløp i henhold til vitneutsagn

De brannteknisk sakkyndige er bedt om å fastlegge det fysiske brannforløp ut fra tekniske spor og undersøkelser. Man skal således ikke utføre vitneavhør eller gjennomgå vitneavhør - unntatt de tilfeller hvor det gir korrelasjonsverdier.

Det fysiske brannforløpet kan fastlegges med en relativ tidsutvikling, dvs. hvilken tidsavstand det er mellom de enkelte registrerte hendelser og/eller utviklingstrinn i prosessen ut i fra tekniske registreringer, vurderinger, tester og beregninger. Det man imidlertid mangler er klokkeslettene for de enkelte hendelser.

Fastleggelsen av hendelsesforløpet ved vitneutsagn kan gi konkrete tidspunkt for enkelte av hendelsene og dermed gjøre det mulig å tidfeste den utvikling som er etablert ved tekniske hjelpemidler. Dessuten vil vitneutsagnene være gode korrelasjonsverdier eller kontrollverdier. Om de tekniske og taktiske undersøkelsene fysisk og tidsmessig uavhengig stemmer overens, så har man funnet frem til et holdbart hendelsesforløp.

I denne saken har man i utgangspunktet både hatt Sjøforklaringen og politiets taktiske undersøkelse/vitneavhør å støtte seg til. De brannteknisk sakkyndige har imidlertid valgt å utelukkende anvende politiets avhør. Man har brukt et utvalg av disse, samt stillet konkrete branntekniske spørsmål til utvalgte personer forøvrig.

Det utvalg av "vitneutsagn" som foreligger til anvendelse kommer fra vitner og eller andre registreringer, som har iaktatt viktige signifikante fysiske hendelser og deres relative plassering i tidsutviklingen eller som angir hendelser med sikre tidsangivelser. Eksempel her er et vitne som etter å ha hørt brannalarmen åpner døren til lugar 531 og oppdager at korridoren akterover er fylt med røyk, eller videoen fra Stena Saga som iakttar brannen med klokkeslett angitt.

Alle de utvalgte utsagn eller iakttagelser er plassert i en hendelsesrekkefølge ut i fra den relative tidsavstand de selv har angitt. I samme hendelsesrekkefølge inngår de sikre tidsangivelsene. På den måten fremkommer uoverensstemmelser og overensstemmelser i vitneutsagnene.

De sikre tidsangivelsene i denne sammenheng er:

- Alarmen høres over Tjøme Radio kl 0222 - 0223. Det sies også fra "Scandinavian Star" at alarmen går.
- Kl 0227 meldes MAY DAY over Tjøme Radio.
- Kl 0250 starter videoen tatt fra "Stena Saga". Denne viser at en stasjonær, ventilasjonskontrollert brann er etablert i restauranten (Grand Lounge) på Main-dekk med store flammer ut akterveggen, noe som skyldes store mengder uforbrent gass.
- Kl 0210 - 0215 oppdager Skillingås fra lugar 616 at røyk siver opp trappeløp D₂. Han så på sin klokke når denne var 0205, slik at denne tidsangivelsen må ansees å ha stor grad av sikkerhet.
- Kl 0150 - 0155 er tidsrommet for oppdagelsen av branntilløpet utenfor lugar 416. Oslo Politikammer har en egen gruppe som undersøker dette tilløpet.

Det fremgår av den vedlagte delrapporten at det er god overensstemmelse over en rekke utsagn bortsett fra et par. Det fremgår at forskyvningen på alarmtidspunktet er ca. 5 min. (0213-0218). Alarmen ble kjørt flere ganger, så en kan stille spørsmål om det var siste kjøringen som ble hørt over Tjøme Radio. I så fall kan uoverensstemmelsen være mindre.

Det fremgår også at det er en viss forskyvning mht tidspunktet for lukking av branndør-ene. Kaptein Hugo Larsen beretter at han gjorde dette samtidig med at førstestyrmann Sverre Aasildrød kjørte brannalarmen. Samtidig sier maskinsjef Heinz Steinhauser at kapteinen trykket for lukking av dører når han kom til broen. Det er maksimalt 10 min. mellom disse tidsangivelser, dvs. kl 0213 og 0223. Dørene kan også ha blitt lukket i flere omganger over et tidsrom. Dette stemmer imidlertid ikke med kapteinens utsagn som sier at dette gikk i rask rekkefølge.

Hendelsesrekkefølgen med de angitte uoverensstemmelser er beskrevet i egen delrapport. Følgende viktige hendelser kan imidlertid gjengis:

- Fra røyken oppdages "sivende" opp trappeløp D₂ til de første personer angis som livløse går det sannsynligvis 4 - 5 minutter.
- Starten på katastrofebrannen er før kl 0210.

- 4 - 5 minutter etter oppdagelse av røyk som "siver" opp, er korridorene fra resepsjonsområdet til akter på Gulf-dekk fylt med røyk.
- Det er ingen røyk i lukkede lugarer på det tidspunkt hvor brannalarmen går.
- Fra det tidspunkt røyk oppdages "sivende" opp trappeløp D₃ til at ventilasjonssystemene slås av går det sannsynligvis ca. 20 min. Lugarer med konstant lukkede lugardører må ansees røykfrie i dette tidsrommet. Dette er ca. 10 min. fra sikker angitt brannalarm.

5.2 Brann dørenes stilling og funksjon

Brann dørene som ble anvendt i passasjeravdelingen eller i tilknytning til denne, var av to typer

- Skyveporter fra passasjerkorridorer på C-dekk og YBOR-dekk som alltid skal stå lukket. Portene var av stål og sannsynligvis av klasse A-60.
- Slagdører inn til alle korridorer i passasjeravdelingen fra alle trappeløp. Disse dørene var maksimalt av klasse A-30 (mineralull er sjekket, men dørene er ikke testet). Dørene var festet i åpen stilling til magnetholdere som igjen var forriglet til utløsningslinjer til broen. Dørene var således i passasjeravdelingen ikke forriglet til et deteksjonssystem.

Dørene ble ved manuell trykk-knapp melding til broen, utløst seksjonsvis to og to for å sperre av de enkelte korridoravsnitt hvorfra brann var meldt. Det var ingen generalutløsningsmulighet for alle dørene samtidig. Iallfall kjente kapteinen ikke til dette.

Dørene er blitt inspisert etter skipets ankomst til København, først av en gruppe 22 april 1990 og senere av Olav Høyland ved SINTEF NBL 25 mai 1990. Begge delrapportene er vedlagt. Hensikten med inspeksjonen var å kunne avsløre om dørene hadde vært åpne eller lukkede under brannens kritiske fase utifra skadebildet på dørene og rundt dørene, i trappeløp og korridor.

Dørenes stilling er meget viktig mht de trekkforhold som rådde ombord på skipet i brannens første fase, samt den mulighet som forelå for røyk- og brannspredning.

Viktigheten som er heftet ved dørenes aktuelle posisjon er understreket ved at to uavhengige inspeksjoner ble utført.

Fastleggelsen av dørenes posisjon i den kritiske fasen utifra inspeksjon alene, er selvfølgelig meget vanskelig, da inspeksjonen fant sted etter flere dagers brann.

Undersøkelsen har konkludert med at følgende dører var åpne av de 28 undersøkte: Dør nr. 2, 3, 4, 7, 9, 14, 23 og 27.

Numrene er i overensstemmelse med de nummere som er anvendt i delrapportene og fig. 4.1 og 4.2 i kap. 4.

Når det gjelder dør nr. 5 så ser det ut til at den har vært lukket i den tidlige fasen av brannen, men er blitt sperret/blokkert høyst 20 cm åpen i en senere fase av brannen. Om denne døren skulle vært åpen i den første fasen, ville brannen ha trukket seg denne vei og ut på bildekket pga. det store undertrykket som hersket her. Det var intet med skadebildet som underbygget en slik utvikling.

5.3 Ventilasjonsanleggets funksjon og betydning under brannen

Ventilasjonsanlegget i båt og bygninger kan spille en viktig rolle i brann- og røykspredning. Det har derfor vært viktig å fastlegge dette anleggets rolle som røyk- og brannspreder, ved at spredning foregår i systemet som sådant, samt hvilken betydning anleggets etablering av interne trekkforhold i båtens korridorer og trappeløp har hatt for brannutviklingen. I tillegg til dette ble det på et tidlig tidspunkt kastet frem at ventilasjonsanlegget kunne være selve arnestedet for brannen. Muligheten for brannstart i ventilasjonsanlegget har også vært undersøkt.

Det var to separate ventilasjonssystemer ombord som spilte en rolle i brannen; en for passasjeravdelingen og en for bildekket. Ventilasjonsanlegget ble inspisert to ganger, senest 25 mai 1990 sammen med maskinsjef Steinhauser og inspektør Gjerpåsen fra Sjøfartsdirektoratet.

Mekanisk ventilasjon av bolig- og oppholdsområdene var basert på en løsning med overtrykksventilasjon. Dette innebærer at tilluftskapasiteter generelt er større enn avtrekkskapasiteter. Det overskudd av tilluft som dette innebærer skal primært unnslippe til korridorer, trappesjakt og videre til bildekket. Korridorene og trappesjakt-

ene hadde ingen avtrekks- eller tilluftsinnretninger, bortsett fra avtrekkene på Gulf dekk.

Bildekket skal normalt ventileres slik at det har undertrykk i forhold til tilgrensende områder noe som også var tilfellet før og under brannen så lenge systemet var i gang. Bildekket ble ventilert av et eget system med 10 stk. reversible aksialvifter. To av disse var ved det aktuelle tidspunktet satt ut av funksjon.

Kanalsystemene var utstyrt med manuelle eller automatiske brannspjeld. Ingen av de automatiske brannspjeldene har vært i bruk under brannen. To manuelle brannspjeld var stengt, men dette til områder som ikke har hatt innflytelse på spredning av røyk i brannens tidlige fase.

Brannspjeldene i kanalsystemet for bildekkventilasjonen representerte pga. permanent funksjonssvikt en vesentlig restriksjon i kanalene, slik at viftenes kapasitet anslagsvis var redusert med i størrelsesorden 50% i forhold til nominell kapasitet.

Tilluftssystemet som dekket Grand Lounge på Main-dekk var satt ut av drift. Grand Lounge ble tilført luft fra underliggende via trappesjakt.

Ventilasjonssystemet spilte en vesentlig rolle, sammen med åpne branndører, for trekkforholdene ombord, og var således med på å skape ugunstige røykspredningsforhold.

Det vises til egen vedlagt delrapport for ventilasjonssystemets funksjon og rolle. Enkelte viktige konklusjoner skal imidlertid gjengis.

- Det er utelukket at brann kan ha oppstått i ventilasjonsanlegget. All varmepåvirkning på systemet de aktuelle steder har skjedd utenifra.
- Kanalsystemet som forbinder lugarene har ikke spredt røyk internt. Tilførsel av røyk til disse områdene har primært skjedd gjennom utette dørkonstruksjoner, åpninger over himling samt ved åpning av dører.
- Brannspjeldene i kanalsystemet tilknyttet bildekket gjennom aggregatene AVG 2-4 og AFG 2-4 har stått i permant delvis stengt stilling (med ett unntak). Dette skyldes at selve opphengsmekanismen var deformert, mest trolig som en følge av materialtretthet.
- Røyk og varme gasser har blitt trukket over fra styrbord side på Gulf-dekk til

babord side og ned trappeløp D_b helt ned til den åpne skyveport nr. 9 på bildekk. Dette var et samspill mellom åpen dør og trykkforhold skapt av ventilasjonssystemet. Denne effekten ble forsterket fra det tidspunkt branndørene til korridorene på YBOR-dekk og Gulf-dekk ble stengt.

Undertrykket pga. at tilluften var satt ut av drift i Grand Lounge på Main-dekk har bevirket at røyk har strømmet til dette området i betydelige mengder.

- Undersøkelsen av ventilasjonsanlegget viser, at tilluftsmengden til korridorene på C-dekk og YBOR-dekk var 300 m³/h pr. korridoravsnitt ved normal drift. Etter at branndører ble lukket, unntatt de i kap. 5.2 nevnte dører (8 ialt i det angjeldende området) var luftmengden gjennom de "åpne" korridorer hvor brannen startet 10 - 20 ganger større. Normalt tilføres trappeløpene luft fra de tilstøtende korridorer. Når ventilasjonssystemene er igang, med undertrykk på bildekk og avtrekk i bl.a. Grand Lounge på Main dekk, kompenseres stengningen av lufttilførsel fra noen korridorer (når branndørene lukkes) med øket lufttilstrømning via de korridorer som forblir åpne (se forøvrig vedlegg 2 i delrapporten om ventilasjonssystemene).

5.4 Undersøkelse av spesielle forhold og faktorer vedrørende brannens start

Med brannens start menes katastrofebrannens start. Det er blitt påvist et branntilløp utenfor lugar 416 på et tidligere tidspunkt. De sakkyndige har ikke ofret dette branntilløpet meget oppmerksomhet. Dette branntilløp taes hånd om av en spesiell undersøkelsesgruppe ved Oslo Politikammer.

Man har også sett muligheten for brannstart på trapperepoet mellom YBOR-dekk og C-dekk i trappeløp D_b, da en spesiell utgroping i gulvteppet kunne antyde at her forelå et arnested. I og med at man ikke har kunnet påvise rester av anvendt materiale i utgropingen og varmeskader i dekket under, har man ikke behandlet dette videre som et arnested. Utgropingen i repoet kan skrive seg fra særlig slitasje på dette stedet før brannen.

Med bakgrunn i studier av skadebildet og vitneutsagn har man arbeidet videre med trappeløp D_s på C-dekksnivå og korridoren akterut for dette trappeløpet på dette nivået.

I det følgende skal det gjengis resultater fra enkeltstående undersøkelser av forskjellige faktorer.

1. Hydraulikksystemet for bildekket

Hydraulikksystemet for bildekket ble 25 mai, 14 juni og 15 juni 1990 undersøkt ombord på "Scandinavian Star" av Anders Klingenberg ved Dantest etter oppdrag fra Oslo Politikammer. Det konstateres at hydraulikkoljesystemet har gitt lekkasje etter brannen. Hydraulikkoljesystemet har ikke bidratt til starten av brannen og det primære brannforløp.

2. Elektriske komponenters tilstand i 200-seksjonen

Dansk Brandværnskomite har på oppdrag fra Oslo Politikammer undersøkt de elektriske komponenter i det utpekte området. Man har ikke kunnet konstatere forhold som tilsier at brannens start hadde en elektrisk årsak.

Man har videre kunnet påvise kortslutningsspor i lysarmaturen nærmest trappeløp D_s i korridoren aktenfor denne.

I korridoren aktenfor trappeløp D_s, styrbord side, på C-dekk var det 4 lysarmaturer fra trappeløpet og til lugar 219 i korridoren. Disse satt på samme kurs. Kortslutningsspor er kun påvist i armaturen nærmest trappeløpet.

På lysarmaturene i trappeløp D_s var skadene så store at det var umulig å konstatere om det har vært kortslutning her.

3. Undersøkelse av "casing"

"Casing" er et uttrykk for et innelukket område (beskyttet hulrom) som er sammenhengende fra maskinrommet til skorsteinen på skipet. "Casing" inneholder en mengde rørføringer og bl.a. exhaust-systemet fra maskinen.

25 mai 1990 undersøkte undertegnede og Øyvind Thorkildsen fra Oslo Politikammer tilstanden for den "Casing" som løper forbi trappeløp D_s på styrbord side. Det ble ikke

funnet spor av varmgang som skulle ha forplantet seg i stålet av "Casing" og ut til trappeløpets indre plater.

4. Inspeksjon av ventilasjonsanlegget

I forbindelse med inspeksjonen 25 mai 1990 utført av Øystein Meland, SINTEF NBL og inspektør Gjerpåsen, Sjøfartsdirektoratet, gikk man gjennom de enheter av ventilasjonsanlegget som kunne ha forårsaket brannstart. Når det gjelder viftene for passasjeravdelingen så er disse sentrifugalvifter, dvs. at selve elektromotoren er plassert adskilt fra luftstrømmen. De øvrige aggregater var enten uskadet eller påvirket av ekstern varmebelastning.

Man har m.a.o. ikke kunnet påvise brannstart i det mekaniske vifteanlegget, ved f.eks. at vifter kortslutter.

5. Identifikasjon av brannrester i området mellom 217 og 219 inkl. mellomliggende trappeløp D,

Det ble tatt ut prøver for materialidentifikasjon ved flere anledninger etter brannen i trappeløp D, på bildekknivå og innover i korridoren akterover til lugar 219. Disse ble sendt til Statens Kriminaltekniske Laboratorium i Linkøping.

Man har ikke kunnet påvise kondensat etter brennende polyuretanskum eller spor av brennbar væske. Det må her bemerkes at alle prøvene var neddynket i vann iblandet hydraulikkolje, noe som gjør identifikasjonen vanskelig.

Det man med sikkerhet kan si at man har påvist, er rester av sengetøy, sengetepper og papir utenfor lugar nr. 219.

5.5 Brannhydrantenes tilstand etter brannen

28 april og 5 mai 1990 ble det foretatt en gjennomgang/registrering av alle brannhydranter med tilhørende slanger og strålerør av Dantest og Sjøfartsstyrelsen. Delrapport er vedlagt.

Hensikten med denne gjennomgangen var å undersøke hvorvidt det hadde vært noen brannbekjempende innsats og dernest om det eksisterte feil og mangler ved utrustningen.

Etter gjennomgangen må man konstatere at:

- hydrantene hadde ikke vært anvendt mot brannen i den kritiske fasen
- to hydranter (nr. 24 og 34 på tegningen vedlagt delrapporten) som i henhold til Fire & Safety Plan skulle være montert, eksisterte ikke.

5.6 Materialer som var involvert i brannen

Følgende elementer og/eller objekter kan i utgangspunktet ha vært involvert i den delen av brannen som de sakkyndige vurderer:

- Tak- og veggelementer i korridorer, trapper og lugarer
- Gulvtepper i korridorer og trapper
- Sengetepper
- Sengeutrustning
- Sofaer i resepsjon og midtgang

Følgende materialspesifikasjon kan oppgis for de enkelte objekter eller elementer:

1. Tak- og veggelementer i korridorer, trapper og lugarer

Disse består av ubrennbare elementer i kjernen armert med brun asbest, typen Amosit, 10 - 20%. Tykkelsen på kjernen er ca. 20 mm for veggelementer og ca. 10 mm for takelementene. Med takelementer forstås her de nedsenkede himlingsplater. Egenvekten på kjernen varierer fra ca. 580 kg/m³ til ca. 750 kg/m³, hvor takelementene har den høyeste tetthet.

Kjernen er belagt med et plastlaminat på begge sider. Denne overflaten er minst 1,6 mm tykk på fremsiden og har en overflatevekt på minst 2,2 kg/m².

2. Gulvtepper i korridorene og trappene

Teppene på gulvet har tykkelse 9,2 mm og en flatevekt på 2,7 kg/m².

3. Sengetepper til passasjerlugarene

Sengeteppene har en tykkelse på 4 mm og flatevekt 390 - 430 g/m². Teppene bestod av to typer garn, hvorav det ene var 100% bomull og det andre av 50% acryl og 50% viskose.

4. Sengeutrustning i passasjerlugarene

Den uttatte testseng var bygget opp av en treramme med trebunn og med en stålramme med innlagt fjæring. Madrassen bestod av en skumgummi belagt med en topp av polyuretanskum. Madrassen var trukket med et bomullstekstil. Sengen var oppredd med to lag laken av bomull. Puten bestod av polyester-fyll med putevar av bomull.

5. Sofaer i resepsjon og midtgang

Den uttatte testsofaen var bygget av tre med polyuretanskumbolster trukket med fløyel.

5.7 Fullskala-forsøk i laboratoriet med 1:1 oppbygget korridorseksjon og trappeløp

Det ble utført en rekke 1:1 forsøk i laboratoriet til SINTEF NBL på Tiller. Hensikten med disse forsøkene var å klarlegge/fastlegge;

- nødvendig effektutvikling fra en startbrann til å etablere en selvoppholdende brann i korridoroverflatene.
- hvilken type startbrann (antennelsesmetode og materiale) kan gi den nødvendige effektutvikling.
- i og med at brann- og røykspredningsberegningsmodellene (gjelder alle nåværende kjente internasjonale beregningsprogrammer) ikke inkluderer

flammespredning eller forflytning av varmekilden, må flammespredningshastigheten i en selvoppholdende brann i korridoroverflatene bestemmes eksperimentelt.

- konsentrasjonene av gassene karbonmonoksyd (CO) og blåsyre (HCN), sikten, temperaturutvikling ved en brann i den aktuelle geometrien til korridorer og/eller trappeløp må bestemmes for å kunne starte beregningene.

Det ble utført 8 såkalte forforsøk hvor korridoravsnitt på henholdsvis 3,5 m og 6,0 m lengde ble forsøkt antent med henholdsvis propanbrenner med målt effekt og plastsekker fylt med sengetepper og sengetøy. Korridoravsnittene ble bygget opp med de samme mål og materialer som forefantes i skipet. Korridorelementer for vegger og tak ble skåret ned fra skipet og fraktet til laboratoriet på Tiller. Sengeteppene og sengetøyet var hentet fra skipet.

Effekten av en brennende plastsekk med sengetepper og sengetøy og effekten av en brennende haug (bylt) med sengetepper ble målt eksperimentelt.

En kom her fram til at en plastsekk, 3/4 full (nederst 2 sengetepper, så 1 laken, 1 overtrekk, 1 putevar, 1 håndkle og 1 laken) avga en effekt på 150 - 160 kW, en effekt som ligger på grensen til å sette igang en selvoppholdende brann i korridorenes overflatemateriale. 2 sekker med samme innhold gir overtenning i en slik korridor i løpet av 2 - 3 minutter etter antennelse med fyrstikkflamme.

I og med at grensen for tilstrekkelig effekt ligger mellom 150 kW og 200 kW, bestemte man seg for å anvende en propanbrenner med 200 kW effekt i fullskalaforsøkene hvor trappeløp og korridor skulle sammenkobles.

Ut i fra forforsøkene kunne man fastslå at brann i overflatene ikke lot seg spre horisontalt i veggene i korridoren. Taket i korridoren må rammes av en etablert flamme-jet i en viss tid for å oppnå det resultat at korridortverrsnittet bringes til overtenning og dermed hele korridoren.

Om taket i korridoren hadde vært av ubrennbart materiale så ville brannen antageligvis ikke ha spredt seg i korridoren. Korridorens trange geometri gir mulighet for overtenning, fordi hele tverrsnittet bringes i brann. En vid korridor ville vanskeliggjort overtenning.

Det var en klar begrensning i mengden av de korridorelementer som prosjektutøverne fikk stilt til rådighet. En måtte derfor velge fullskalaforsøksvirksomhet med stor omhu. Det var tilstrekkelig med materiale til å starte en brann ved trappeløpet (ca. 1,5 m innenfor branndøren) i en kort korridorlengde (6 m) og la eventuell brann spre seg til trappeløpet, for deretter å starte brann i en lengre korridor (12 m) etter å ha skiftet noen av de nederste platene i trappeløpet etter første forsøk.

2 fullskalaforsøk var maksimalt det man kunne forvente å få gjennomført. Man bestemte seg således for å velge to ytterpunkter mht luft-tilførsel. I det første forsøket ville man tilføre den luftmengde som tilsvarer luftmengden fra normal drift i ventilasjonsanlegget, dvs. ca. 300 m³ pr. time til hver korridor. Se forøvrig om ventilasjonsanleggets funksjon i kap. 5.3 og egen delrapport. Det andre forsøket skulle simulere at de branndørene som ble lukket under brannen også var lukket fra et gitt tidspunkt, nærmere bestemt 2 minutter etter at brannen har oppnådd en effekt på 200 kW. Den tilførte luftmengde ville da være 10 ganger høyere til brannsonen enn i første forsøk. Hva som var virkelig lufttilførsel under brannen ombord vet man ikke, men den vil ligge et sted mellom disse to ytterpunkter.

Alle forsøksresultatene er tidsmessig relatert til det øyeblikk hvor effekten av brannen var 200 kW. I forsøkssammenheng betyr dette fra det øyeblikk forsøket starter, da propanbrenneren hadde konstant effekt på 200 kW fra start.

På toppen av det 7,5 m lange trappeløpet stod en hette med et målerør. Alle målingene ble foretatt i dette røret som var 1,5 m i diameter og 8 m høyt. Målingene ble altså gjort på "Gulf-dekk" nivå.

Ved første forsøk steg effekten, målt strømmende ut av trappeløpet (Den egentlige målte faktor er O₂-konsentrasjon. Effekten beregnes ut fra denne.), til ca. 1000 kW etter 5 min, hvorefter den falt til ca. 200 kW etter 8 - 9 min. Brannen døde ut av seg selv og spredtes ikke opp trappeløpet. Sikten falt fort ned til kritisk nivå, under 1 m etter 2 min.

Det faktum at brannen ikke spredte seg opp trappeløpet ga prosjektutøverne mulighet til å kjøre et fullstendig fullskalaforsøk med 12 m korridorlengde koblet til 7,5 m trappeløp, dvs. fra C-dekk opp til Gulf-dekk.

I det andre forsøket var den tilførte luftmengde 10 ganger høyere enn i det første. Propanbrenneren ble slått av 4 min. etter start og "branndørlukkingen" skjedde, ved hjelp av vifter, 2 min. etter start.

Effekten steg til 15 000 kW i løpet av 5 min. etter start og falt ned til 5000 kW etter ytterligere 5 min. M.a.o. en meget rask utvikling og kort varighet. Ved 6 min. ble O₂-konsentrasjonen målt til 0 hvoretter den steg til 10% før 9 min. var gått. CO-konsentrasjonen ble målt pålitelig til 25 000 ppm (konsentrasjonen var tidvis en god del høyere), CO₂-konsentrasjonen til 130 000 ppm og HCN-konsentrasjonen til 1150 ppm ved omtrent samme tidsrom, dvs. 5 - 6 min. etter start.

Når det gjelder målingene av CO-konsentrasjonen og HCN-konsentrasjonen i forsøk SC 7 så kan man se av fig. 87 og 89 at måleverdiene "kuttet av" ved henholdsvis 25 000 ppm CO og 1150 ppm for HCN. Ved disse målte verdier når flammer opp i målerøret. Høyere målte verdier kunne vært registrert, men spørsmålet er da om man kunne ha stolt fullt ut på disse verdier.

Ved beregningene anvendes de verdier som er målt i de første 5 min., dvs. utviklingen mht effekt og gassdannelse er målt og anvendt i beregningene for de første 5 min.

Også denne brannen var sterkt underventilert. Flammene stod 5 meter høye ut av målerøret.

Dette viser en hurtig brannutvikling når "tilstrekkelig" luftmengder tilføres, som avgir enorme mengder med giftige komponenter. HCN-konsentrasjonen er overraskende høy. Brannen er imidlertid hurtig over pga. begrensning i brennbart materiale. Det er imidlertid en energi-barriere på 150 - 200 kW som skal passeres for å få en selvoppholdende brann.

5.8 Beregninger av varme- og røykspredning i brannens kritiske fase

Beregningene består av overslagsberegninger og tynge spredningsberegninger som utføres ved hjelp av 3-dimensjonal numerisk beregningsmodell. Denne er utviklet ved Institutt for teknisk varmelære ved NTH og kalles KAMELEON.

Beregningene kan ikke simulere flammeforplantning. Denne må etableres ved hjelp av måleresultatene fra fullskalaforsøk vedrørende temperatur- og effektutvikling. Forsøk SC 7 i den forsøksserie som ble kjørt ved SINTEF NBL er utgangspunkt for beregningene. Dvs. det forsøk hvor total lufttilførsel var 12 000 m³ pr. time inn i forsøksmodellen for å simulere lukkede branndører, unntatt de på C-dekk styrbord og YBOR, forut for trappeløp D₆ for å nevne de viktigste.

Beregningene ble gjennomført med disse måleverdiene og det effektforløp som forsøk SC 7 tilsa. Resultatene er representert ved Tab. 5.8.1 som viser tiden frem til at konsentrasjonen for CO og HCN har nådd kritisk nivå separat på forskjellige steder i korridor- og trappeløpssystemet. Kritisk nivå er i denne sammenheng det nivå som medfører at man blir satt ut av spill (incapacitation). Tabellen viser også tiden til temperaturen når 200°C på de samme steder. I tillegg til disse påvirkninger vil CO₂-konsentrasjonen påvirke hyperventilasjonen og mangel på oksygen vil også kreve sitt. Som diskutert i kap. 5.9 om dødsårsaker så kan man muligens dividere den korteste tiden med 3 for å få estimert tid til kritisk situasjon.

Beregningene inkluderer kun nettverket av korridorer og trappeløp. Lugardørene forutsettes lukket. Om lugardørene åpnes så må en forutsette at konsentrasjonen for de forskjellige gassene blir de samme som i korridoren nokså umiddelbart. Forblir lugardørene lukket, så vil lugarene være fri for røyk inntil ventilasjonsanlegget stoppes (ca. kl 0230, se kap. 5.1). Når ventilasjonsanlegget stopper, så vil det ta ca. 15 min. før kritisk konsentrasjon av CO er oppnådd i lugarene (dvs. ca. kl 0245). Tar en hensyn til de andre faktorene så vil oppholdstiden forkortes vesentlig.

Det hersker tvil om når branndørene blir lukket. Man har derfor utført en annen beregning med det utgangspunkt at branndørene står åpne ved hjelp av beregningsverktøyet KAMELEON

Flere vitner hevder (se SINTEF NBL notat av 27 august 1990) å oppleve en "ildkule" eller en "brannball" som farer over tverrgangen på Gulf-dekk, aktenfor resepsjonen, og mellom trappeløp D_s og D_b. Dette kan skyldes et av to forhold eller en blanding av disse. Det ene er at brannen sprer seg opp trappeløpet D_s når alle branndører er åpne. Brannen er da sterkt underventilert og store mengder uforbrent gass trenger inn på Gulf-dekk og brenner hurtig i tverrgangen og tilstøtende korridorer. Varme gasser og røyk trekkes dessuten ned trappeløp D_b på babord side, helt ned til C-dekk.

Det andre forhold er at mange branndører kan være lukket slik at brannen i korridor og trappeløp D_s får tilført store luftmengder. Brannen aksellererer opp trappeløpet fra C-dekk. Suget over til babord trappeløp og ned til C-dekk er stort pga. de samme branndører.

1:1-forsøkene, kap. 5.7, viser at luftmengder til brannsonen lik den mengde ventilasjonssystemet gir ved normal drift er ikke nok til å bringe brann opp trappeløpet. En luftmengde 10 ganger større vil raskt bringe brannen opp, noe som 1:1 forsøkene også

viste da lukking av branndører ble simulert.

Beregninger viser at nødvendig luftmengde for å gi en effektutvikling på 1000 kW over 1,5 minutter er minimum 1400 m³/h. 1000 kW over 1,5 min. må det være for å bringe brannen opp trappeløpet. Selv om denne luftmengde er over 2 ganger hva normal drift vil tilføre korridoren på C-dekksnivå, så ansees de termiske krefter å være sterke nok til å trekke denne luftmengde til brannsonen (lite restriksjoner i luftveiene).

Beregninger viser videre at det er mulig å trekke varme gasser og røyk (opptil 350° - 400°C) ned trappeløp D, babord side og ned til den åpne skyveporten på C-dekk, selvom alle branndørene forutsettes åpne.

Det ovenforstående skaper ingen problemer for den videre analyse. Det er vurdert at effektutviklingen opp trappeløpet, i det tilfellet hvor dørene simuleres lukket, er den samme som summen av effektutviklingen opp trappeløpet og effektutviklingen i "ildkulen" over tverrgangen i det tilfellet hvor branndørene er åpne. M.a.o. effektutviklingen og dannelsen av CO, HCN etc. forutsettes å være den samme som fastlagt i forsøk SC 7., kap. 5.7.

Det kan naturligvis også henge slik sammen at forholdet er en blanding av det ovenforstående. Så lenge det er den samlede effektutvikling som er grunnlaget for røykspredningsberegningene så skaper disse valg ikke noen problemer. Tidsrekken blir den samme.

Resultatene fra beregningen med åpne branndører er vist i tab. 5.8.2. Denne viser en hurtigere oppnåelse av kritisk situasjon. Forøvrig gjelder de samme resultater og konklusjoner som for tilfellet med lukkede branndører.

Sikten er ikke forsøkt beregnet da måleverdier manglet. Man kan imidlertid si, både ut fra visuelle observasjoner i forsøk og ut fra konsentrasjonen av de andre komponenter, at sikten etter 4 min. var kritisk lav.

Tabell 5.8.1. Estimert av tidspunkter for kritisk temperatur, dose av CO og HCN før mennesker blir overmannet av røyk. Gjelder når branndører lukkes. Tidspunktene gjelder for hver gass individuelt, slik at eventuelt samvirke ikke er tatt med.

Kritisk tid i minutter fra da startbrannen overstiger 200 [kW].

Tid til kritisk tilstand er sterkt avhengig av tidspunkt for brannspredning til trappesjakt. Etter dette tidspunktet øker temperaturen, CO- og HCN-konsentrasjonen meget raskt.

Tidspunktene i tabell 5.8.1 er estimert fra beregninger, og er avrundet oppover til nærmeste hele minutt.

For temperatur er tid til kritisk tilstand forlenget med 2 - 5 minutter, fordi temperaturen er overestimert i beregninger.

For HCN er tiden forlenget med ca. 2 minutter, siden det er en viss usikkerhet omkring de høyeste konsentrasjonene som er målt i fullskala eksperimentene.

Posisjon	Temperatur 200°C	CO dose 35 000 ppm · min	HCN dose 1000 ppm · min
Main dekk	8 - 10	12	11
Gulf dekk:			
Korridor 1	9 - 11	11	11
Korridor 2	9 - 11	12	11
Korridor 3	7 - 9	9	8
Korridor 4	9 - 11	11	11
Korridor 5	9 - 11	11	9
Korridor 6	7 - 9	9	8
YBOR dekk:			
Korridor 7	-	-	-
Korridor 8	-	40	20
Korridor 9	-	-	-
Korridor 10	9 - 11	11	10
Bildekk:			
Korridor 11	-	-	-
Korridor 12	*	*	*
Korridor 13	-	-	-
Korridor 14	8 - 10	9	8

Symboler: - Ikke oppnådd kritisk verdi i beregningene.
* Irrelevante data.

Tabell 5.8.2. Estimat av tidspunkter for kritisk temperatur, dose av CO og HCN før mennesker blir overmannet av røyk. Gjelder uten lukking av branndører. Tidspunktene gjelder for hver gass individuelt, slik at eventuelt samvirke ikke er tatt med.

Kritisk tid i minutter fra da startbrannen overstiger 200 [kW].

Tid til kritisk tilstand er sterkt avhengig av tidspunkt for brannspredning til trappesjakt. Etter dette tidspunktet øker temperaturen, CO- og HCN-konsentrasjonen meget raskt.

Tidspunktene i tabell 5.8.2 er estimert fra beregninger, og er avrundet oppover til nærmeste hele minutt.

For temperatur er tid til kritisk tilstand forlenget med 2 - 5 minutter, fordi temperaturen er overestimert i beregninger.

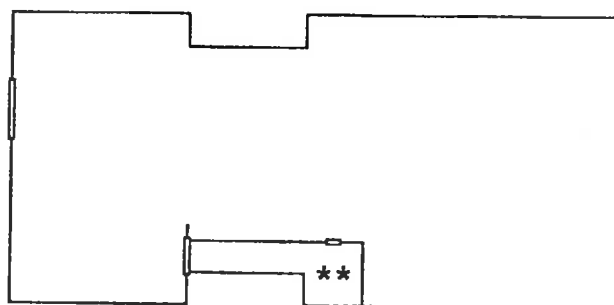
For HCN er tiden forlenget med ca. 2 minutter, siden det er en viss usikkerhet omkring de høyeste konsentrasjonene som er målt i fullskala eksperimentene.

Posisjon	Temperatur 200°C	CO dose 35 000 ppm · min	HCN dose 1000 ppm · min
Main dekk	12 - 14	14	12
Gulf dekk:			
Korridor 1	7 - 9	7	8
Korridor 2	7 - 9	9	8
Korridor 3	7 - 9	8	8
Korridor 4	7 - 9	8	8
Korridor 5	7 - 9	8	8
Korridor 6	7 - 9	8	8
YBOR dekk:			
Korridor 7	7 - 9	8	8
Korridor 8	7 - 9	7	6
Korridor 9	7 - 9	9	8
Korridor 10	7 - 9	8	7
Bildekk:			
Korridor 11	9 - 11	10	9
Korridor 12	*	*	*
Korridor 13	9 - 11	10	9
Korridor 14	8 - 10	9	8

Symboler: - Ikke oppnådd kritisk verdi i beregningene.
* Irrelevante data.

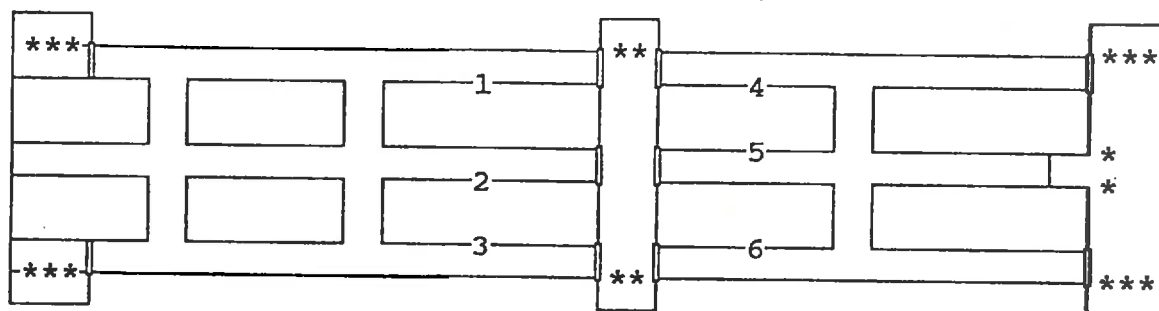
VERTIKAL SJAKT: **
DØR

MAIN DEKK

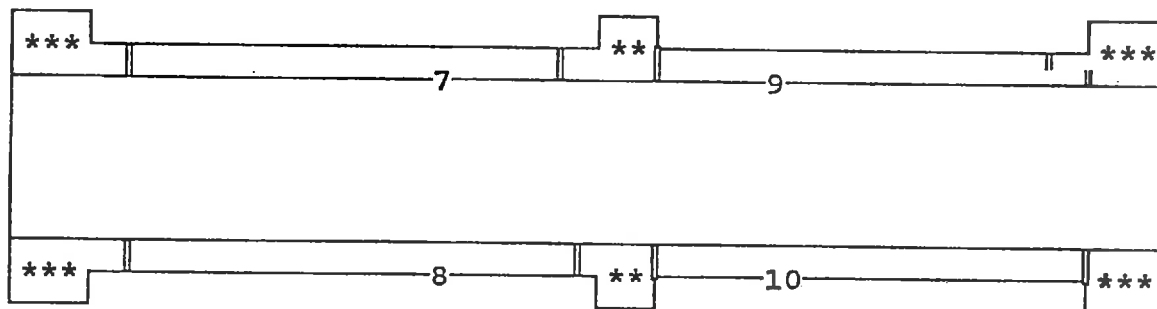


GULF DEKK

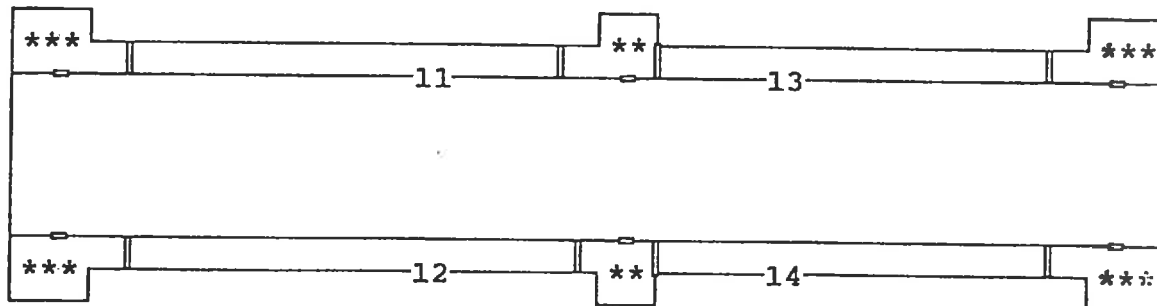
Tverrkorridor



YBOR DEKK



BILDEKK



Figur 5.8.1. Planskisse for beregning av røykspredning.

5.9 Dødsårsaker

Det er flere faktorer i røyk fra branner som er kritiske for mennesker. De vanligste er;

- Oksygenmangel
- Varme. Høy temperatur
- Faste partikler
- Karbonmonoksyd (CO)
- Andre giftige komponenter, så som blåsyre (HCN)
- Karbondioksyd (CO₂) som øker hyperventileringen slik at giftige komponenter akkumuleres hurtigere

Materialtestene, gjengitt i kap. 5.10, viser at blåsyre (HCN) er en vesentlig faktor.

Det er imidlertid slik at de internasjonale eksperter på området vedrørende giftighet i røykgasser, ikke er enige i hva som kreves av de enkelte komponenter for å medføre død, bevisstløshet eller udyktiggjørelse (incapacitation). Man er i særdeleshet ikke enige om hvilke samvirkeeffekter som eksisterer når komponentene opptrer samtidig.

Spesielt når det gjelder virkningen av blåsyre (HCN) så er uenigheten stor. Noen hevder at død inntreffer mer eller mindre umiddelbart ved 300 ppm. Andre at akkumulert dose må være 4500 ppm · min.

Kriteriene for hva som er kritisk vil altså stort sett kunne være enten død, bevisstløshet eller udyktiggjørelse. Man har valgt det sistnevnte i denne sammenheng da udyktiggjørelse eller det å miste kontroll eller bli satt ut av spill er stadiet før bevisstløshet og selvfølgelig derpå følgende død. Det første trinnet vil i en situasjon, slik som ombord på "Scandinavian Star", oftest føre til død.

De verdier som er valgt som kritiske er oppgitt av J.P. Stensaas (1) i hans gjennomgang av giftighet i røykgasser. Disse er

CO:	35 000 ppm · min
HCN:	1000 ppm · min
Temp.:	200°C

Når det gjelder samvirkeeffektene så oppgir de fremste eksperter i håndboken utgitt av Society of Fire Protection Engineers (SFPE) (2) at:

- Om CO₂-konsentrasjonen er 5% så kan man korte tiden frem til kritisk situasjon ned til 1/3 pga. hyperventilasjon.
- Om HCN og CO er tilstede samtidig så er virkningen direkte additiv på fraksjonsdosebasis. Dvs. at om CO-konsentrasjonen er lik 1/2 dødelig dose og HCN-konsentrasjonen er lik 1/2 dødelig dose så er summen dødelig.

Med bakgrunn i at oksygenmangelen også spiller inn så kan man dividere de i tabell 5.8.1 og tabell 5.8.2 oppgitte tider frem til kritisk dose med minst 3. Dette betyr at situasjonen i verste fall kan være kritisk på Gulf-dekk nivå allerede 2 min. etter at flammene har nådd dette nivået og slått over mot babord i tverrgangen.

Man må kunne si at med de voldsomme mengdene blåsyre (HCN) så må tilstedeværelse av denne gassen ha hatt en klar medvirkende årsak til de mange dødsfall.

Ifølge prof. Olaissen ved Rettsmedisinsk Institutt i Oslo er 117 av de omkomne obdusert. For 94 av disse er det påvist innhold av bundet karbonmonoksyd (CO) som overskrider potensiell dødelig dose. 23 av de omkomne hadde lavere innhold av CO. Ut fra dette antar Rettsmedisinsk Institutt at 120 av de 158 omkomne hadde et innhold av CO høyere enn potensiell dødelig dose. Innhold av CO hos de omkomne fulgte intet spesielt mønster mht hvor de omkomne ble funnet.

Blåsyreangivelsen er mindre sikker enn CO-angivelsen. Blåsyrekonsentrasjonen i blodet synker etter en time. Slik prof. Olaissen tolker obduksjonsresultatene så var konsentrasjonen av HCN gjennomgående høyere på Gulf-dekk enn på YBOR-dekk.

De omkomnes plassering er vist i fig. 5.9.1. De omkomne befinner seg på Gulf-dekk fra resepsjonsområdet og akterover og på YBOR-dekk, styrbord side, for- og akterut for trappeløp D₂.

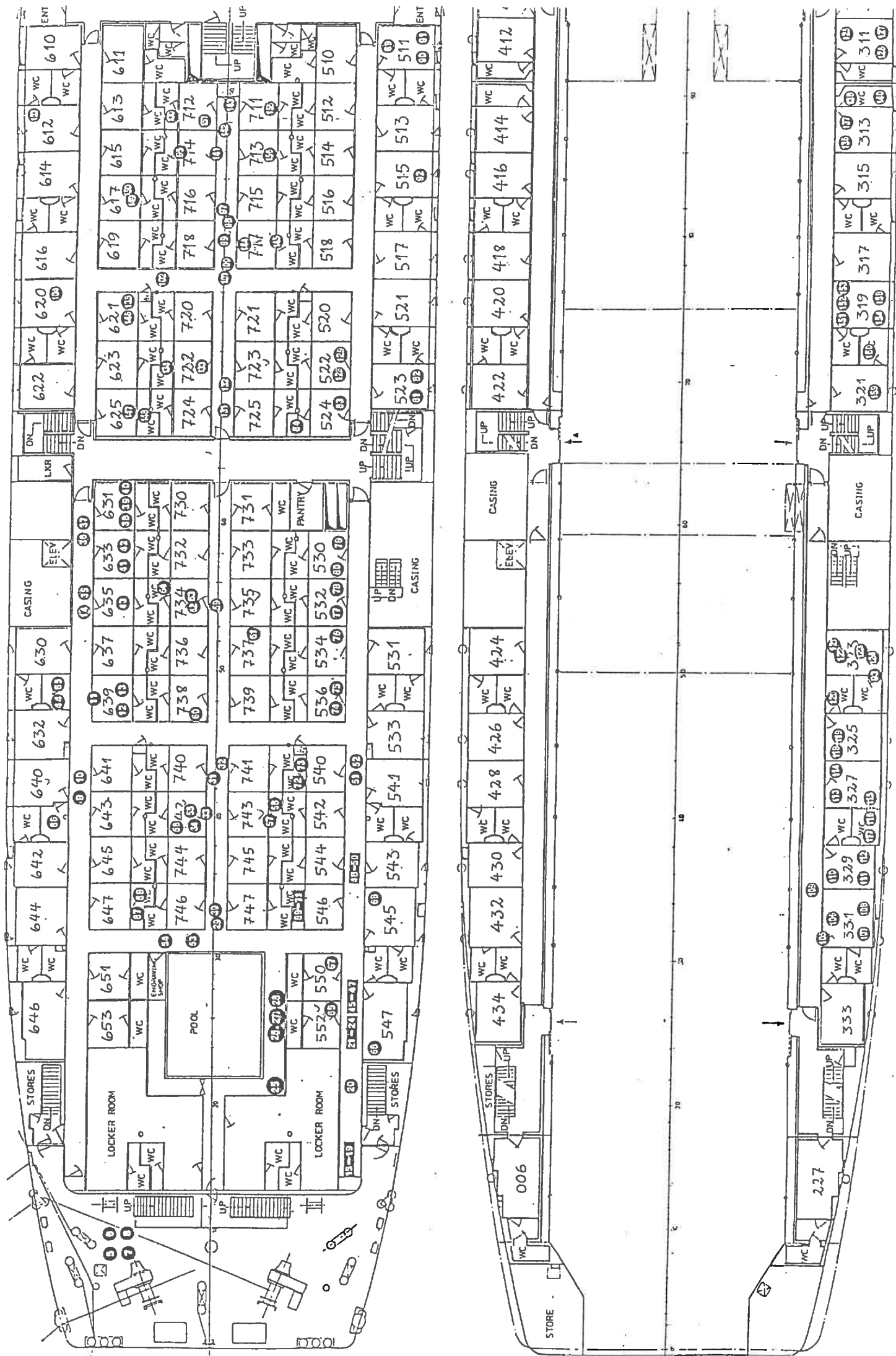


Fig. 5.9.1 De omkomnes plassering

5.10 Materialtester for bestemmelse av materialenes branntekniske egenskaper

Ved første gjennomgang av skadebildet ombord på "Scandinavian Star" så kunne de brannteknisk sakkyndige fastslå at materialeegenskapene og spesielt de på overflaten av korridor- og trappeløpselementene hadde spilt en vesentlig rolle i dette brannforløpet. Viktige materialeegenskaper i denne sammenheng er antennelighet, flammespredningshastighet, brennverdi, effektutvikling og evnen til å produsere forskjellige røykgasskomponenter.

Videre fant man det viktig å fastslå hvordan egenskaper slo ut i de prøvningsmetoder som legges til grunn for aksept, godkjennelse og/eller klassifikasjon internasjonalt og i Norden spesielt, samt om det inntraff vesentlig forskjellige resultater i liten og stor skala.

Med bakgrunn i de ovenfor nevnte problemstillinger ble det besluttet å gjennomføre de nedenfor gjengitte tester av de viktigste materialene.

1. Testing av madrasser, sofa og sengeutrustning i henhold til NT Fire 032: "Upholstered furniture: Fire Behaviour - full scale test". Fullskala test.

I en tidlig fase av undersøkelsen var man ikke sikker på i hvilken grad inventaret hadde bidratt i brannens kritiske fase. Man var heller ikke sikker på hvor lang den kritiske fasen var. De områdene som tidlig pekte seg ut som potensielle brannbidragere i tidlig fase var YBOR-dekk og C-dekk på styrbord side, samt trappeløp D_s og tverrgangen mellom trappeløp D_s og D_b på Gulf-dekk.

I disse områdene var det spesielt sengeutrustning og sofa som var aktuelle brannobjekter. I tillegg hadde man mistanke til skumgummimadrasser og/eller polyuretanskummadrasser i korridoren aktenfor D_s på C-dekk.

Det ble derfor besluttet å anvende dagens mest pålitelige og kvantitativt beste metode til å teste disse objektenes varmeavgivelseshastighet (effekt) og evne til å produsere giftige komponenter. Denne metoden er NT Fire 032 for testing av møblers branntekniske egenskaper. Det henvises til egen delrapport vedrørende beskrivelse av denne testen.

Det ble utviklet full brann i alle produktene. Det ble produsert CO, CO₂ og HCN i betydelige mengder under forsøkene av senga og sofaen, mens under forsøket av madrassen ble det produsert betydelig mindre.

Utviklingen av brannen i sengen og madrassen var som forventet. Under begge forsøkene bestod madrassene av polyuretanskum, som etter antennelse brenner raskt og med stor varmeavgivelse, noe som forsøkene viste.

Brannen i sofaen utviklet seg relativt langsomt. Branneffekten økte mot slutten av forsøket, da sofaen falt sammen.

2. Bestemmelse av brennverdi for korridorlaminat, gulvteppe og sengeteppe i henhold til ISO 1716-1973: "Building materials - Determination of calorific potential".

For å kunne foreta beregninger vedrørende brannutviklingen, brannspredningen og røykspredningen må man kjenne materialenes potensielle varmeinnhold. Materialer, i tillegg til møblene, beskrevet under pkt. 1, aktuelle for undersøkelse var korridorlaminatet, gulvteppene i korridorene og trappeløpene, samt sengetepper som man mistenkte kunne være startbrannkilden.

Brennverdien er således bestemt for disse materialene i henhold til ISO 1716-1973 metoden (bombe-kalorimeter).

Det henvises til delrapporter (Dantest F 6846a og F 6846e) vedrørende beskrivelse av metoden og resultatene. Et enkelt laminat-sjikt hadde brennverdi 48 MJ/m^2 og gulvteppet hadde en brennverdi på 46 MJ/m^2 . På enkelte korridorelementer var det dobbelt laminat-sjikt, som også hadde dobbelt brennverdi pr. m^2 . Den brennverdi som etter "Consolidated text of the 1974 SOLAS Convention, the 1978 SOLAS Protocol, the 1981 and 1983 SOLAS Amendments, Chapt. II-2, rule 34, item 5" skal være maksimalt tolerert verdi er 45 MJ/m^2 . Dvs. at plastlaminatet befant seg på/over denne maksimalgrensen. I SOLAS-bestemmelsene stilles det ikke krav til gulvteppene i korridorene.

Brennverdien for sengeteppet ble målt til 8 MJ/m^2 . Det stilles ingen branntekniske krav til dette.

3. Bestemmelse av røykgass-sammensetning for korridorlaminat og gulvteppe i henhold til DIN 53436 "Erzeugung thermischer Ersetzungsprodukte von Werkstoffen unter Luftzufuhr und ihre toxikologische Prüfung". Test i liten skala.

Korridorlaminatet og gulvteppet i korridorene utgjorde hovedbrannbelastningen i korridorene og trappeløpene. Det som først måtte bestemmes var tilstedeværelse av forskjellige giftige komponenter i røykgassen fra disse produktene. Bestemmelsen måtte kunne gi en indikasjon på hvor meget som ville være tilstede av de enkelte gasskomponentene. Man valgte derfor å anvende DIN 53436 som er en enkelt rask metode i liten skala. Ut fra resultatene i denne prøvningen ville man bestemme seg for hvilke gasser man skulle måle i fullskala tester og forsøk. Beskrivelsen av metoden og resultatene i detalj er å finne i delrapport F 6846b.

Det ble spesielt målt konsentrasjoner av CO, CO₂, HCN, nitrøse gasser (NO_x) og saltsyre (HCl).

Testen avslørte at laminatet og teppet ved brann avga spesielt store mengder blåsyre (HCN) og karbonmonoksyd (CO). Utover disse gassene var det ikke spesielt store konsentrasjoner av andre giftige komponenter.

Det ble m.a.o. konkludert med at alle fullskalatanalyser med disse produktene skulle inkludere gass-analyser for fastleggelse av mengde CO og HCN.

4. Bestemmelse av flammespredningsegenskaper for laminater og gulvteppe i henhold til IMO Res. A 653 "Recommendation on improved fire test procedures for surface flammability of bulkhead, ceiling and deck finish materials". Test i liten skala.

Den ovenfor nevnte metode legges til grunn internasjonalt for å vurdere overflatematerialenes branntekniske egenskaper. Man fant det viktig å teste de viktigste materialene etter denne metoden for å ha noe å sammenholde fullskala-testene og forsøksresultatene med. Flammespredningshastighet er dessuten av de sakkyndige vurdert til å være en viktig faktor/egenskap.

Det vises til delrapport F 6846c mht mer detaljerte beskrivelser. Resultatene viser at verken laminatet eller gulvteppet tilfredsstiller IMO's krav til overflatematerialer med lav flammespredningsevne.

5. **Bestemmelse av brannspredningsegenskaper og røykutvikling for gulvteppe i henhold til NS-INSTA 414 "Gulvbelegg. Brannspredning og røykutvikling." Test i liten skala.**

Testen skal gi et uttrykk for gulvbeleggningens evne til brannspredning og røykutvikling. Hensikten med å anvende denne prøvningsmetode på gulvteppet var å fastlegge hvilke egenskaper dette objektet ville ha i henhold til en testmetode som er vel anvendt og lagt til grunn for aksept og godkjennelse både til lands og til sjøs i flere nordiske land. Mht beskrivelse av testmetoden og resultatene henvises det til delrapporten F 6846f.

Kravene vedrørende den beskadigede lengde i prøveobjektet under testen, såvel i gulvteppet som i underlaget var, oppfylt. Kravene vedrørende røykutvikling fra prøveobjektet var også oppfylt.

Gulvteppet oppfyller således de av Sjøfartsdirektoratet stilte krav til gulvbelegg ombord i norske skip.

I henhold til dansk fortolkning av SOLAS Convention av 1974 med tillegg, stilles det ikke branntekniske krav til teppebelegginger i korridorer ombord i danske skip.

6. **Bestemmelse av varme- og røykutvikling for plastlaminat i henhold til NT Fire 004 "Building products: Heat release and smoke generation". Test i liten skala.**

Testen skal gi et uttrykk for materialets varmeavgivende egenskaper og røykgenerering ved brann. Hensikten med å anvende denne prøvningsmetode på plastlaminatet var å fastlegge hvilke egenskaper dette materialet ville ha i henhold til en testmetode som er vel anvendt og lagt til grunn for aksept og godkjennelse både til lands og til sjøs i flere nordiske land. Mht beskrivelse av testmetoden og resultatene henvises det til delrapport F 6846g.

Av de krav/kriterier som er stillet til varme- og røykutvikling i NKB (Nordisk Komité for Byggnadsbestemmelser) Produktregler 14, Produktregler for brannteknisk egnede overflatesjikt, så var kriteriene mht svakt varmeavgivende overflatesjikt ikke oppfylt, mens kriteriene for svakt røykutviklende overflatesjikt var oppfylt.

Dette betyr at det testede materiale ikke oppfyller krav til overflatematerialer stilt av svenske og norske skipsfartsmyndigheter.

7. Testing av korridorelementene (vegg og tak) i henhold til NT Fire 025 "Room Corner Test". Storskala test inkl. måling av HCN-konsentrasjoner.

Denne testen er en storskala testmetode etablert i Norden. Den utføres i et testrom av en slik størrelse at testen gir et godt bilde av et brannforløp i virkelig størrelse. Ved testen anvendes en propanbrenner i et hjørne. Denne brenneren skal illudere brann i en papirkurv. Brennerens effekt er i begynnelsen av testen 100 kW. Om overtenning ikke oppnåes innen 10 min., settes brennerens effekt til 300 kW. Med overtenning forstås her flammer ut av "rommets" døråpning svarende til målt 1000 kW som total effekt ut av åpningen.

Effekten og gasskonsentrasjonene måles ved at røyk samles i en hette umiddelbart over "døråpningen". Ved testen målte man effekt, røykens tetthet, produsert mengde kullos (CO), produsert mengde kulldioksyd (CO₂) og temperaturer i rommet. I tillegg i dette tilfellet, hvor testen ble utført av Statens Provningsanstalt (SP), Sverige for Dantest i Rockwools prøveoppsetting i København, ble konsentrasjonen av HCN målt av dkTeknik, København. Se rapport 89 R 20194 fra SP og rapport 40.90.246 fra dkTeknik.

Storskala testen skulle gi ytterligere og mer pålitelig informasjon om gassproduksjonen og effektutviklingen.

Av resultatene så kan det nevnes at overtenning ikke ble oppnådd innen 10 min., selv om man målte 900 kW bare etter 3 - 5 min. Etter at brennerens effekt ble hevet til 300 kW så inntraff overtenning etter kun 2 min. Ut fra resultatene kan man karakterisere plastlaminatet å ligge i brannteknisk klasse med vanlig trepanel.

Når det gjelder HCN-konsentrasjonen så er den målt i gjennomsnittsverdier over perioder fordi den teknikk som ble anvendt var basert på batch-prøvetagning og deretter måling ved hjelp av ioneselektiv elektrode. HCN-konsentrasjonen var 0 - 5 min. 85 ppm, 6 - 11 min. 20 ppm og 12 - 13 min. (dvs. ved overtenningstidspunktet) ca. 900 ppm.

Ut i fra disse resultater ante man at brann i dette plastlaminat kunne avstedkomme forskjellige effektutviklinger og gasskonsentrasjoner avhengig av forholdene ved og rundt brannen. Det syntes derfor også nødvendig å teste materialets egenskaper i den virkelige geometri i korridorer og eventuelt trappeløp.

6. FASTLEGGELSE AV BRANNENS START

Med bakgrunn i de nedenforstående resultater fra undersøkelser, vitneutsagn og momenter kan de sakkyndige foreslå følgende sannsynlige start på brannen, som natt til 7 april 1990 tok livet av 158 mennesker ombord i "Scandinavian Star":

Bar ild på størrelse med fyrstikkflamme eller lighterflamme har antent brennbart og lettantennelig materiale i form av papirsekker, plastsekker, sengetepper, sengetøy og/eller pappesker i korridorområdet mellom lugar 219 og ca. 1,5 m innenfor branndøren til trappeløpet D₅ på C-dekk, styrbord side.

Det er høyst sannsynlig antent i nærheten av første lysarmatur i taket i korridoren ca. 1,5 m innenfor branndøren til trappeløpet. Mye peker også hen på at store deler av området frem til lugar 219 har vært antent på kort tid. Siste antennelsesmulighet er utenfor 219.

Antennelsen har høyst sannsynlig skjedd i tidsrommet 0200 - 0206, antageligvis nærmere kl 0206.

Arnestedet

Ingen brann eller brannskader er registrert under C-dekksnivå. Brannen må enten ha startet på dette nivået eller høyere. Skade-bildet i trappeløp D₆ på babord side (se bilde nr. 1, 2 og 3) viser en avtagende skade og økende sotavsetninger nedover i dette trappeløpet mot C-dekksnivå. Både delrapporten om ventilasjonsanleggets virkemåte og betydning (kap. 5.3), skadebildet (kap. 4) og delrapporten om beregninger av varme- og røykspredning (kap. 5.8) underbygger dette. Varme og røyk er blitt trukket ned dette trappeløpet (D₆). Skyveporten ut til bildekket (dør nr. 9) har stått blokkert åpen. Dette i henhold til delrapport om brann-dørers posisjon (kap. 5.2) og bilde nr. 10 som viser brannskadet bil, parkert utenfor denne skyveport.

Brannen har m.a.o. ikke startet på babord side.

Trappeløp D₅ og 200-seksjonen på C-dekk styrbord side viser en grad av utbrenthet (kap. 4) som tyder på brannstart på dette nivået, se bilde nr. 4 og 5. I følge delrapporten som er gjengitt i kap. 5.1 så oppdager vitner stående ved trappeløp D₅ på Gulf-dekk, ca. kl. 0210-0215, at røyk først siver opp fra dette trappeløpet. Når branndørene står som angitt

i kap. 5.2 og i følge delrapport om ventilasjonsanlegget (kap. 5.3), samt beregningene vedr. varme- og røykspredning (kap.5.8) kan ikke brannen ha spredt seg nedover fra høyere nivå til C-dekksnivå, styrbord side samtidig som brann sprer seg nedover trappeløp D₆ på babord side.

Brannen har m.a.o. startet på C-dekksnivå på styrbord side.

Undersøkelser av de elektriske komponenter i 200-seksjonen, og trappeløp D₆ på C-dekksnivå viser at lysarmatur i korridortaket, 1,5 m innenfor branndør nr. 2 akterover, har kortslutningsspor, kap. 5.4 pkt. 2, noe ingen av de andre armaturene viser. Dette viser at lysarmaturen i dette området ble truffet av flammer før annen armatur.

Fullskalaforsøkene i laboratoriet, beskrevet i egen delrapport og kap. 5.7, viser at brann i overflatene i korridorene ikke brer seg horisontalt før hele tverrsnittet i korridoren er i brann. Dette betyr at brann et annet sted i korridoren ikke kan ha spredt varme og påvirket denne armaturen før armatur rett over det aktuelle brannstedet. Det fantes 4 lysarmaturer i taket fra branndør inn til korridoren fra trappeløp D₆ og frem til lugar 219.

Det ble m.a.o. gjort antennelse ca. 1,5 m innenfor trappeløp D₆ i 200-seksjonen akterover mot lugar 219.

Skadebildet i korridoren fra trappeløp D₆ og til lugar 219 viser at antennelse også kan ha inntruffet flere steder frem til utenfor lugar 219, se bilde nr. 6 og 7. Dette er behandlet i kap. 4. I dette området vises et nokså skarpt skille vertikalt på veggen, mellom utbrent og ikke brent. Rekkverket på veggen er skarpt avbrent. En sotavsetning i vifteform, raskt stigende til taket akterover bekrefter også dette. Dette skadebildet harmonerer med skadebildet etter fullskalaforsøk nr. 6 og 7, beskrevet i egen delrapport og kap. 5.7.

Beregningene og fullskalaforsøket viser, at enten må branndørene på nivåer over ha blitt lukket 4 - 5 min. etter at brannen har nådd en effekt på 200 kW, eller også må de termiske krefter i startbrannen ha sørget for minst 1400 m³/h tilført til brannsonen etter overtenning. I begge tilfeller må brannen spre seg raskt oppover i trappeløpet. Dette betyr at brannen raskt har spredt seg i korridoren i retningen mot trappeløpet.

Det har ikke på noe tidspunkt vært slukkeinnsats i denne korridoren. Hvorvidt det er antent flere steder mellom lugar 219 og 1,5 m fra branndør nr. 2 er mulig, men ikke

påviselig. Området utenfor 219, hvor en bylt med brannrester ble funnet, peker seg særlig ut.

Antennelsesmåte og antent materiale

Det er gjort undersøkelser av hydraulikksystemets rolle og betydning, muligheter for elektriske årsaker i 200-seksjonen, mulighet for brannstart i "Casing" og mulighet for brannstart av og/eller i ventilasjonsanlegget. Dette er behandlet i kap. 5.4 pkt. 1 - 4. Brannen kan i henhold til disse undersøkelser ikke ha startet med utgangspunkt i disse tekniske utrustninger.

Eneste tenkbare mulighet som gjenstår på det utpekte arnestedsområdet er anvendelse av bar ild eller med sigarett.

Et indisium på at noen har forsøkt antennelse med forsett er den formodning at noen har forsøkt å anstifte brann i sengetepper og sengetøy utenfor lugar 416 tidligere denne natt. Sannsynligheten for både anstiftelse av brann med forsett og av andre årsaker i samme objekt (skipet) og til samme tid, må med bakgrunn i statistikk og erfaring sies å være svært lav.

Både vitneutsagn, gjengitt i kap. 5.1, som angir lagring av papirsekker, plastsekker, sengetepper, pappesker, sengetøy og endog skumgummimadrasser av polyurethan i området fra trappeløp D, på C-dekk og akterover i korridoren frem til lugar 219, og analyser av brannrester utført ved Statens Kriminaltekniska Laboratorium, Linköping, som fastslår rester av sengetøy, sengetepper, papir og uforbrent hydraulikkolje (se kap. 5.4 pkt. 5), peker hen mot papir, sengetøy og sengetepper som antent materiale. Det er ikke påvist rester av brennbar væske i brannrestene, bortsett fra ikke forbrent hydraulikkolje.

Fullskala-forsøkene, nr. 1 - 7, i laboratorium, beskrevet i egen delrapport og i kap. 5.7 viser:

- Antennelse av laminat med derpå følgende overtennelse av korridor og full brann skjer lett med anvendelse av propanbrenner med effekt 200 kW
- En vanlig plast-sekk til søppeltømmingsformål, 70% full med både sengetøy

(laken) og sengetepper, avgir en effekt etter antennelse med fyrstikkflamme ca. 150 kW.

- En plastsekk som beskrevet over vil i noen tilfeller forårsake full brann, i noen tilfeller ikke. To slike sekker resulterer med letthet i full brann.

Det materiale som etter vitneutsagn, beskrevet i kap.5.1, befant seg i det angjeldende arnestedsområde er tilstrekkelig til å sette korridoren i full brann.

Mye tyder på at utgangsflammen må ha vært av en viss størrelse og forbrenningen av antent objekt må ha gått temmelig raskt for å oppnå tilstrekkelig effekt for brannspredning og selvoppholdende brann i korridoroverflaten.

Å oppnå dette med en tilfeldig sigarettglo må ansees som lite sannsynlig. Det er generelt vanskelig å oppnå at en tilfeldig sigarettglo medfører flammebrann i tekstiler.

Det ovenforstående peker ut bruk av fyrstik eller lighterflamme som den mest sannsynlige antennelsesmåten.

Tidspunkt for antennelse

Første oppdagelse av brannen, gjengitt av vitner (se kap. 5.1), er kl 0210 - 0215 (nærmere kl 0210), ved at røyk "siver" opp trappeløp D_s på Gulf-dekket. Dette er en nokså sikker tidsangivelse da vedkommende så på klokken 0205. Kl 0222-0223 høres brannalarmen over Tjøme Radio. Dette er bekreftet tid (se kap. 5.1).

Ca. kl 0213 meldes brannen til broen manuelt ved at det trykkes på alarmknapp i 500-seksjonen av folk som har oppholdt seg i resepsjonsområdet. Kapteinen trykker fortløpende seksjonsvis på branndørtløserne. Meldingene kommer i rask rekkefølge fra en rekke steder.

Fullskalaforsøkene nr. 6 og 7 i laboratoriet, beskrevet i egen delrapport og i kap. 5.7 simulerer ytterpunkter mht betingelsene for brannens utvikling og eventuelle spredning i korridor og trappeløp. Forsøkene viser, se kap. 5.7, at om ikke branndørene lukkes innen de første 5 - 6 min. etter antennelse, dvs. at total tilførsel av luft til forsøksmodellen fortsatt er 1200 m³ pr. time, så vil brannen kunne dø ut pga. oksygenmangel. Denne simuleringen at branndørene lukkes unntatt på C-dekksnivå styrbord og Y-bordsnivå styrbord, forut for D_s, gjør at brannen skyter voldsom fart pga. mye større lufttilførsel gjennom de åpne dører (ca. 1 m/s).

Forsøk nr. 6 viser at om lufttilførselen til brannsonen bare er den av ventilasjonsanleggets leverte mengde, så dør brannen ut. Om brannen skal spre seg opp trappeløpet uten at branndørene lukkes på nivåer over, for å gi økt lufttilførsel nede, så må brannens termiske krefter ved oppnådde 1000 kW i korridoren, sørge for tilførsel av minimum 1400 m³ pr. time, dvs. noe over det dobbelte av normal ventilasjonstilførsel på C-dekk nivå. Dette må ansees for å være mulig. Brannen må iallefall spre seg raskt oppover trappeløpet for ikke å dø ut.

Som kap. 7 og delrapport STF25 F90012 om røykspredningen beskriver, så eksisterer to alternative muligheter for brannspredning opp trappeløpet, dvs. med og uten lukkede branndører. Forskjellen ved disse to alternativene har marginal betydning for røykspredningen.

Vitneutsagn beretter at en "ildkule" farer over midtgangen mellom D_s, styrbord, og D_b, babord ca. kl 0215, dvs. kun ca. 4 min. etter at røyk "siver" opp. Denne "ildkulen" skyldes enten et stort "drag" på grunn av lukkede branndører eller uforbrent gass fra trappeløpet (ved åpne branndører) som brenner ved kontakt med luft på Gulf-dekk. Se kap. 5.8.

Det tar ikke mer enn 2 minutter etter start med propanbrenner i forsøk nr. 6 til røyk siver ut i slik mengde på Gulfdekk-nivå, at mennesker reagerer. Det vil si, at 200 kW opptrer ca. kl 0208. Tiden fra antennelse til 200 kW kan maksimalt være 8 min., ellers nåes ikke denne effekt. Det kan imidlertid gå så raskt som etter 2 min. ifølge forsøkene. Tid for antennelse er således høyst sannsynlig mellom kl 0200 - 0206, antageligvis nærmere kl 0206.

Vedrørende skyveport 1 og 9 inn til trappeløpene D_s og D_b på C-dekksnivå

Skyveporten ut til bildekket fra trappeløp D_b har vært blokkert åpen. Dette er påvist ved vitneutsagn fra maskinsjef Steinhauser (se notat av 27 august 1990), ved inspeksjon av skadebildet på og rundt branndørene (se kap. 5.2), beregningene om varme- og røykspredning (se kap. 5.8) og det faktum, at utenfor denne skyveporten (nr. 9) sto den eneste bilen ombord, som er brannpåvirket (se bilde nr. 10).

Skyveporten fra trappeløp D_s og ut på bildekk (dør nr. 1) har vært blokkert åpen med boks 4" x 4" ca. kl 2330 ifølge vitneutsagn av J.T. Nordseth (se notat av 27 august 1990). Døren har ikke vært åpen under brannen pga. det skadebildet som er påvist etter brannen (se kap. 5.1 og 5.2). Blokkeringen kan være fjernet av mannskapet mellom kl 2330 og kl 0200, men kan også være fjernet av en eventuell brannstifter slik at han ikke skulle kunne sees fra bildekket.

7. FASTLEGGELSE AV DET FYSISKE BRANNFORLØP I BRANNENS KRITISKE FASE

Det nedenforstående beskrevne fysiske brannforløp er beskrevet med en relativ tidsrekke i minutter fra brannens start (kolonnen til venstre). Enkelte tidspunkt som er oppgitt av vitner eller ved loggbøker (Tjøme Radio) må ansees å være temmelig sikre. Disse er oppgitt i kolonnen til høyre på den relativt sett riktige plass i tidsrekken.

Om disse tidspunktene forandres, så betyr det intet for den oppgitte tidsrekken med hendelsene angitt i riktig tidsavstand fra hverandre. Det følgende hendelsesforløp er det mest sannsynlige, all bevisførsel tatt i betraktning.

Tidsrekke Antall min. etter start	Trinn i brannutviklingen	Anføring av bevis	Sikre tidsan- givelser
0	Fyrstikk/lighterflamme antenner papir/ plast/sengetepper/sengetøy i 200- seksjonen i området 1,5 m akterut fra brannjør nr. 2 i trappeløp D, på styrbord side, C-dekk til lugar 219. Tidligste tidspunkt i forhold til 200 kW.	Se kap. 6. Fastleggelse av brannens start.	
	↓		
6	Som over. Seneste tidspunkt for an- tennelse i forhold til 200 kW.	Se kap. 6. Fastleggelse av brannens start.	
	↓		
8	Brannen har nådd en intensitet på ihvertfall 200 kW.	Påvist under rekonstruk- sjonen ved fullskala- forsøk i laboratoriet. Se delrapport og kap. 5.7.	
9	Hele tverrsnittet i korridoren ved antennelsesstedet er i brann.	Påvist under rekonstruk- sjonen ved fullskala- forsøk. Se kap. 5.7.	
	↓		
9	Røyken trekker inn i de åpne dører som fører forut og akterut for trappeløp D, på YBOR-dekk.	Se beregningene i egen delrapport og kap. 5.8.	
11	Røyk "siver" opp ved Gulfdekk ut fra trappeløp D.	I henhold til vitne- utsagn og notat av 27 august 1990, se kap. 5.1 og siktmålinger under fullskalaforsøk ved samme nivå, se kap. 5.7.	0210-0215

Tidsrekke Antall min. etter start	Trinn i brannutviklingen	Anføring av bevis	Sikre tidsan- givelser
13	Brannen varsles broen ved signal på panel gitt av alarmknapp i 500-seksjonen.	I henhold til vitneut-sagn fra bl.a. første-styrmann Aasildrød, se kap. 5.1 og notat av 1990-08-27.	

Kommentar:

Den følgende utvikling og fremstillingsmåte trenger en forhåndsforklaring. Når det gjelder tidspunktet for at brannalarmen lyder, så er det en divergens mellom det kaptein Hugo Larsen og førstestyrmann Sverre Aasildrød beretter på den ene siden, og det Tjøme Radio har loggført. Ifølge kapteinen og førstestyrmannen ble alarmen trykket inn ca. kl 0213, mens Tjøme Radio loggfører at alarmen går kl 0218 - 0222, m.a.o. en forskyvning på 5 min. Aasildrød hevder videre at alarmen ble kjørt flere ganger. På den måten kan alarmen ha blitt kjørt på begge de angitte tidspunkter. Begge er angitt i det følgende forløp.

Når det gjelder branndørene så hevder kaptein Hugo Larsen at han begynner seksjonsvis å utløse disse, samtidig som Aasildrød kjører alarmen, dvs. ca. kl 0213. Maskinsjef Heinz Steinhauser som ankommer på broen ca. kl 0223 hevder at kapteinen står og utløser branndørene. Begge disse tidspunkter i tidsrekken er angitt i det følgende hendelsesforløp. Det ovenforstående tidspunkt er i henhold til notat fra SINTEF NBL av 27 august 1990.

Flere vitner hevder (se SINTEF NBL notat av 27 august 1990) å oppleve en "ildkule" eller en "brannball" som farer over midtgangen på Gulf-dekk, aktenfor resepsjonen, og mellom trappeløp D_s og D_b. Dette kan skyldes en av to forhold eller en blanding av disse. Den ene er at brannen sprer seg opp trappeløpet D_s når alle branndører er åpne. Brannen er da sterkt underventilert og store mengder uforbrent gass trenger inn på Gulf-dekk og brenner hurtig i midtgangen og tilstøtende korridorer. Varme gasser og røyk trekkes dessuten ned trappeløp D_b på babord side, helt ned til C-dekk, som følge av undertrykk på bildekk.

Det andre forhold er at mange branndører kan være lukket slik at brannen i korridor og trappeløp D_s får tilført store luftmengder. Brannen aksellererer opp trappeløpet. Suget over til babord trappeløp og ned til C-dekk er stort pga. de samme branndører,

som lukkes/er lukket.

1:1-forsøkene, kap. 5.7 viser, at luftmengder til brannsonen lik den mengde ventilasjonssystemet gir ved normal drift er ikke nok til å bringe brann opp trappeløpet. En luftmengde 10 - 20 ganger større vil raskt bringe brannen opp, noe som 1:1 forsøkene også viste da lukking av branndører ble simulert.

Beregninger kap. 5.8, viser at nødvendig luftmengde for å gi en effektutvikling på 1000 kW over 1,5 minutter er minimum 1400 m³/h. 1000 kW over 1,5 min. må det være for å bringe brannen opp trappeløpet, jfr. forsøkene. Selvom denne luftmengde er over 2 ganger hva normal drift gir, så ansees de termiske krefter å være sterke nok til å trekke denne luftmengde til brannsonen (lite restriksjoner i luftveiene).

Beregninger viser videre, kap. 5.8, at det er mulig å trekke varme gasser og røyk (opptil 350° - 400°C) ned trappeløp D₆ babord side og ned til den åpne skyveporten på C-dekk, selvom alle branndørene er åpne.

Det ovenforstående skaper ingen problemer for den videre analyse. Det er vurdert at effektutviklingen opp trappeløpet, i det tilfellet hvor dørene simuleres lukket, er den samme som effektutviklingen opp trappeløpet og effektutviklingen i "ildkulen" over midtgangen tilsammen i det tilfellet hvor branndørene er åpne. M.a.o. effektutviklingen og dannelsen av CO, HCN etc. er av samme størrelsesorden som fastlagt i forsøk 7 i 1:1 forsøkene, kap. 5.7.

Det kan naturligvis også henge slik sammen at forholdet er en blanding av det ovenforstående. Så lenge det er den samlede effektutvikling som er grunnlaget for røykspredningsberegningene så skaper disse valg ikke noen vesentlige problemer. Tidsrekken blir i all vesentlighet den samme.

Tidsrekke Antall min. etter start	Trinn i brannutviklingen	Anføring av bevis	Sikre tidsan- givelser
13	Røyk har begynt å sive inn på Main Deck. Brannen varsles fra flere hold. Etter utsagn fra kaptein Hugo Larsen og førstestyrmann Aasildrød så har man nå satt igang brannalarm og lukking av branndører.	I henhold til vitne- utsagn. Se notat av av 27 august 1990 og kap. 5.1.	

↓

Tidsrekke Antall min. etter start	Trinn i brannutviklingen	Anføring av bevis	Sikre tidsan- givelser
13-14	Flammene når Gulf-dekk nivå og Main dekk omtrent samtidig (ca. 5 min. etter at brannen har nådd 200 kW). Flammer slår ved første ankomst til Gulf-dekk inn mot tverrgangen som fører til trappeløp D _b , som en brannball".	Vitneutsagn beretter om dette, se kap. 5.1., og notat av 90-08-27. Dette korresponderer med fullskalaforsøk nr. 7, se kap. 5.7. Videre viser beregningene kap. 5.8 og undersøkelser av ventilasjonsanlegget kap. 5.3 at røyk og varme trekkes over mot babord trappeløp D _b , se kommentaren foran.	
	↓		
13-14	Røyk og varme gasser trekkes over midtgangen på Gulf-dekk fra trappeløp D _a til D _b og ned gjennom D _b . Røyk og varme trekkes ned hele trappeløp D _b og ut av skyveport nr. 9 på bildekk.	Dette er behandlet i kap. 6, skadebildet er beskrevet i kap. 4. Vitneutsagn fra Steinhäuser (se notat av 90-08-27) bekrefter åpen skyveport nr. 9. Se også kommentaren foran. Beregningene (se kap. 5.8) bekrefter dette.	
	Varmer skader bil på bildekk umiddelbart utenfor skyveport nr. 9. Dette er den eneste bil på bildekk som påføres brannskader.	Ifølge branning. Olle Wennström i Stockholms Brandförsvär. Se kap. 5.1 og bilde nr. 10.	
	↓		
14	Røyk trenger inn i YBOR-dekk på babord side for- og akterut for trappeløp D _b . Røykmengden i dette området oppleves faretruende, men er langt mindre enn i andre områder. Røyken forplantes inn i dette området så lenge bilventilasjonen fortsetter å gå.	Vitneutsagn, se kap. 5.1, beretter om røyken som velter ned trappeløpet (ca. kl 0215). Alle blir evakuert fra dette området.	
14	Røyk og varme fortsetter å velte inn gjennom åpen dør inn til korridor på YBOR-dekk på styrbord side foran trappeløp D _a . Røyk fortsetter også å trenge inn gjennom lekkasjeåpninger i lukket dør akterover på samme dekk.	Dette bekreftes av skadebildet, se kap. 4, og beregningene, se kap. 5.8.	
	↓		

Tidsrekke Antall min. etter start	Trinn i brannutviklingen	Anføring av bevis	Sikre tidsan- givelser
14	Flammer antenner korridoroverflatene på YBOR-dekk i korridoren forut for trappeløp D ₁ .		
	↓		
15	Blindheim utenfor 416 og Johansen på 730 hører at noen roper at det brenner.	Se notat av 90-08-27.	
	↓		
13-16	Røyken som skyves foran/strømmer foran flammene, velter ut på Gulf-dekk, rundt Gulfdekknivået forover og akterover inn fra trappeløp D₁. Røyken er meget giftig. Ved fullt utviklet brann er konsentrasjonen ved flammefronten minimum 2,5 % for CO og 0,12 % for HCN. Den raskt utviklende intense fasen opp trappeløpet, opp til Gulf-dekk og Main-dekk varer fra 7 til 10 min. etter antennelse. Konsentrasjonene av CO og HCN er høyere enn nevnt ovenfor, men de nevnte konsentrasjoner ligger utenfor fullt kontrollerbart måleområde. Personer som oppholder seg i røyken umiddelbart ved trappeløpet har nådd akkumulert dødelig dose i løpet av de 3 minutter, alene både av CO og HCN. Oksygenkonsentrasjonen i røyken i samme tidsrom er dramatisk lav og livstruende.	Vitneutsagn, se kap. 5.1, fastslår at røyk siver opp på Main Deck 2 min. før flammene når dette dekket. Disse finner omtrent ved dette tidspunktet livløse personer ved resepsjonsområdet. Måleverdier av effekt, massestrøm, temperaturer, CO-konsentrasjon og HCN-konsentrasjon i henhold til forsøk 7 i fullskalaforsøkene. Se egen delrapport. Se referanse Jan Stensaas (1). LC₅₀ HCN: 4500 ppm • min LC₅₀ CO: 100 000 ppm • min Ref. (1).	
	↓		
	Personer som utsettes for denne røyken vil i løpet av de første 30 sek., ved normal pusting, miste bevissthet/miste førlighet. Ved "hyperventilering" (noe som er vanlig) går dette enda raskere.	Synergi-effekten ved de ovenfor nevnte konsentrasjoner er ukjent, men at man har en stor samvirkende effekt er hevet over tvil.	
	↓		

Tidsrekke Antall min. etter start	Trinn i brannutviklingen	Anføring av bevis	Sikre tidsan- givelser
15	Ekteparet Johansen åpner lugardøren på 730 og opplever flammer. Lukker lugardøren.	Se vitneutsagn i notat av 90-08-27.	
16	Brannballen over tverrgangen mellom D ₁ og D ₆ har som sådan dødd ut.	Registrert kun varme-, svi- og røykskader på størstedelen av Gulf-dekk etter første brannperiode.	
	↓		
17	Ekteparet Johansen på 730 går ut av lugaren. Flammene er nå dempet og de kan evakuere. Røyken er tett i korridorene fra resepsjonen og akterover i hele Gulf-dekk området. Lugarene som har lukket dør er fri for røyk, de åpne blir fylt umiddelbart.	Se kap. 5.8, beregninger.	
	På veien ut akterover støter ekteparet Johansen ikke på en eneste person. 10 omkomne ble senere funnet i denne fluktveien.		
	↓		
	Brannen i korridoren på 200-seksjonen og i trappeløp D ₁ er i den utdøende fasen.		
	↓		
14-18	Flammer bryter mot glassdørene (doble svingdører med 1 - 2 cm's klaring vertikalt), 2 stk., som vender inn i restaurant-området på Main-dekk, akterut.	Glass er blitt funnet sintret på gulvet umiddelbart ved trappesatsen. Det er ikke fastslått med sikkerhet om dørene var åpne eller lukkede. Dette er av liten betydning.	
	↓		
14-18	Flammer bryter gjennom glasspartiet inn til restauranten på Main-dekk og inventar og kledning i restauranten antennes.	Ved full overtenning brister som regel vanlig glass i en rombrannssituasjon.	
	↓		

Tidsrekke Antall min. etter start	Trinn i brannutviklingen	Anføring av bevis	Sikre tidsan- givelser
14-18	Flammer brer seg innover i korri- doren på YBOR-dekk på styrbord side forut for trappeløp D ₁ . (Etterhvert antennes inventar i de nærmeste lugarer, hvor dørene har stått åpne).	Kap. 5.10 pkt. 1 be- skriver inventarmateri- alenes lettantennelig- het, brennbarhet, røyk- og effektavgivelse, etter NT Fire 032. Test- ene viser at materialene er lettantennelige og meget brennbare.	-
	↓		
22-23	Brannalarmen høres over Tjøme Radio. Brannalarmen høres av Pedersen på lugar 531, som opplever at lugaren er uten røyk, mens korridoren er fylt med røyk. Han evakuerer og passerer 15 - 20 livløse personer i korridoren rett akterover fra D ₁ på styrbord side. Han beretter å kjenne et frisktdrag akterfra langs gulvet. Dette stemmer med beregninger. Lugarer med lukkede dører er fremdeles fri for røyk, dvs. inntil ventilasjons- anlegget slås av.	Loggført. Etter vitneutsagn. Se notat av 90-08-27.	0222-0223
	↓		
20-30	Brannen brer seg raskt innover i restauranten på Main-dekk.	Dette forløpet kan be- skrives ut fra tidligere erfaringer om branner i denne type rom med så mye lettantennelig inventar.	
	↓		
23	Maskinsjef Steinhauser ankommer broen og ser kapteinen utløse brann dører.	Vitneutsagn. Se notat av 90-08-27.	
27	MAY DAY signal gies.	Loggført av Tjøme Radio.	0227
30	Ventilasjonssystemene slås av.	Vitneutsagn. Maskinsjef Steinhauser. (Han angir ikke selv tidspunktet).	
	↓		
30-40	Glasspartiet på restaurantens akter- vegg på Main-dekk bryter sammen og flammer slår ut akterover.		
	↓		

Tidsrekke Antall min. etter start	Trinn i brannutviklingen	Anføring av bevis	Sikre tidsan- givelser
45	Konsentrasjonen av CO har nådd et kritisk nivå i lugarene som har lukkede dører.	Se delrapport vedr. beregningene og kap. 5.8.	
	↓		
50	M/S "Stena Saga" ligger opptil M/S "Scandinavian Star". En ventilasjonskontrollert stasjonær brann med lange flammer pga. uforbrent gass ut, observeres fra "Stena Saga".	Dokumentert ved videoopptak fra "Stena Saga".	0250
18 → 7 april kl 1800	Brannen i korridoren på YBOR-dekk, styrbord side, forut for trappeløp D, brer seg suksessivt innover i korridoren og inn på lugarene hvor alt brenner opp og himlingsplater og veggelementer raser sammen.	Ifølge vitneutsagn fra brannmester Brynfors, Vestra Frölunda, se kap. 5.1 angriper brannfolk brannen på YBOR-dekk i denne korridoren ved å gå ovenfra ned gjennom trappeløp G.	
Brannen(e) fortsetter etter dette tidspunkt.	Dette er en meget langvarig brann med langsom utvikling pga. luftmangel og mange fysiske barrierer (vegger og dører) som skal forseres.	Brannfolkene møter en intens hete ("rød stillestående hete") og kan kun ha innsats i 2 min. om gangen.	
	I løpet av brannen bryter hydraulikkoljerør i korridorene løs fra T-forbindelsen over himlingselementer midt i korridoren. Hydraulikkolje lekker ut og brenner.	Dette skjer kl 1800 7 april.	
		Vedr. lekkasje i hydraulikkoljesystemet til bildekket vises det til rapport fra Dantest, se kap. 5.4, pkt. 1.	

8. FAKTORER AV BETYDNING FOR TAP AV MENNESKELIV UNDER BRANN

I dette kapitlet skal det gjennomgås hvilke faktorer som ut fra de foregående undersøkelser og analyser fremtrer som betydningsfulle for brannens forløp og utfall i den kritiske fasen. Med den kritiske fasen menes den perioden hvor menneskeliv direkte var truet av brannen. I tillegg til de betydningsfulle faktorer, som skal behandles først i dette kapitlet, er det riktig å få fremlagt de sakkyndiges vurderinger av faktorer som det etter ulykken ble reist spørsmål om, men som bedømmes ikke å ha hatt betydning. Disse blir behandlet spesielt.

Brannens start

Det er viktig å få slått fast som vist i kap. 5.4 at følgende tekniske utrustninger ikke hadde noen betydning for brannens start.

- Ventilasjonssystemene inkl. aggregatene
- Elektriske komponenter og anlegg
- Hydraulikkoljesystemet til bildekk
- "Casing" dvs. hulrommet fra maskinrommet til skorsteinen forbi trappeløp D_s på styrbord side som rommer blandt annet exhaust-systemet.

Manglende orden, ryddighet og brannhygiene spilte en vesentlig rolle for brannens start. Om man ikke ryddet bort så burde rutinen ha vært den at området under oppussing ble avlåst.

Brann dørenes funksjon og plassering

- Et trappeløp på styrbord side (D_s) og et trappeløp på babord side stod i full åpen forbindelse via en tverrgang på Gulf-dekk. Det fantes ingen adskillelse f.eks. i form av brann dører. Den eneste adskillelse som fantes var brann dørene inn til de enkelte korridorer. Dvs. at det som i de fleste tilfeller oppfattes som rømningsvei ikke var beskyttet. Dette var av stor betydning for brannens utfall. Det var fra trappeløp D_s røyken spredte seg innover på Gulf-dekk. I tillegg ble røyk og varme gasser trukket over fra styrbord til babord og ned babord trappeløp.

- Branndørene inn til de enkelte korridorene stod i normalsituasjonen åpne ved hjelp av magnetholdere. Ved alarmsignal til broen fra et korridoravsnitt (manuelle alarmknapper i korridoren) skulle branndørene lukkes seksjonsvis, korridor til korridor, ved manuelt trykksignal på broen.

Det vakthavende på broen etter et slikt system får beskjed om, er ikke at det er brann i korridoren, men fordi noen har trykket på en av de manuelle alarmknappene som er utplassert. Vedkommene som trykker kan meget vel gjøre det fordi man har oppdaget brann et eller annet sted, ikke nødvendigvis i denne korridoren.

Mange må ha trykket på de manuelle meldere, for brannalarmpanelet på broen ga signal fra mange korridorer på flere nivå i båten.

Det var imidlertid et sted hvor ingen trykket, fordi ingen befant seg der eller hadde noe der å bestille, nemlig i 200-seksjonen på C-dekksnivå styrbord side, hvor brannen startet.

Kapteinen som registrerte alle disse signalene trykket inn branndørtløsningen seksjonsvis etterhvert som signalene kom.

Branndørene ble stående åpne i 200-seksjonen på C-dekksnivå styrbord side, og medførte dermed at brannen kunne spre seg til trappeløpet og opp mot Gulfdekk. Dette at branndørene ble lukket på nivåer over kunne bidra til vesentlig økende luftmengder til brannsonen hvor dørene stod åpne, fordi ventilasjonsanlegget fremdeles gikk.

Dette at branndørene skulle utløses på signal fra manuelle alarmknapper og ikke fra detektorer (røykdetektorer) var ikke bare av stor betydning, men skjebnesvangert. Noe av dette kunne vært rettet opp om det hadde vært mulighet for generalutløsning av alle branndører. Denne muligheten eksisterte ikke, iallefall var den ikke kjent av kapteinen.

Ventilasjonsanlegget

- Røyk ble ikke spredt internt i ventilasjonssystemet fra lugar til lugar. Dette er påvist gjennom egen inspeksjon, se kap. 5.3.

- Noen brannspjeld var permanent ute av funksjon. De var fastlåste i halvt lukket stilling. Dette var ikke pga. overmaling, men brudd i brannspjeldets oppheng. Ingen brannspjeld, automatiske eller manuelle, ble lukket under brannen. Intet av dette var av negativ betydning for brannforløpet. Med åpne spjeld kan ventilasjonsanlegget til passasjeravdelingen fremdeles gå og forsinke inntrengen av røyk i lugarene.
- Det må ansees å ha vært av positiv betydning at ventilasjonsanlegget har gått så lenge som det gjorde, dvs. til ca. kl 0230. Dette reddet flere som oppholdt seg på lugarene og som hadde det klart for seg hvor de skulle evakuere. Lugarene ble holdt røykfrie frem til ca. kl 0230. Se forøvrig kap. 5.8. Ved ca. kl 0245 ansees forholdene å være livstruende på lugarene pga. inntrengen av røyk.

Materialenes beskaffenhet

Valg av materialer til bruk i skip såvel som i bygninger er basert på forskrifter, kriterier (oftest satt av myndigheter) og prøvningsmetoder som eventuell klassifikasjon er basert på. Både kriterier og prøvningsmetoder er under konstant vurdering og diskusjon internasjonalt. Utviklingen er ikke alltid kun avhengig av hva som fysisk sett er riktig. Enkelte avgjørelser eller avstemninger om internasjonale metoder og kriterier kan være kompromissfylte.

Det er viktig at man nå internasjonalt søker å etablere balanserte kriterier med anvendbare og pålitelige prøvningsmetoder som grunnlag.

Det forhold at material-prøvningsmetoder er tester i liten skala, uten at disse er kontrollert eller korrelert opp mot stor- eller fullskala resultater, gjør at de valgte kriteriene ikke alltid vil være relevante for den situasjon som skal bedømmes.

De ovenforstående problemstillinger er sentrale og skal behandles i dette kapitlet.

- Undersøkelsene har vist, at når en energibarriere på 150 - 200 kW er passert i korridoren, så er plastlaminatet, benyttet på veggelementer og himlingsplater i korridorer og trappeløp, ganske brannspredende. Dette har stor betydning for brannens hurtige utvikling og er særlig betydningsfullt fordi laminatet dekker en sammenhengende flate i vegger og tak i alle korridorer og trappeløp.

- Den hurtige brannspredning er av stor betydning. En kvantifisert egenskap ved plastlaminatet er materialets brennverdi eller kalorimetriske varmeinnhold. Denne egenskapen er bestemt ved hjelp av det såkalte bombekalorimeteret eller ISO 1716-1973. Som nevnt i kap. 5.10 pkt. 2 så var plastlaminatets brennverdi 48 MJ/m². Det betyr at laminatets brennverdi var på grensen til å bli godtatt (lavere enn 45 MJ/m² tilfredsstiller kravet). Det er derfor viktig å reise spørsmålet om denne grenseverdiens riktighet.
- Store mengder gråsvart røyk ble i brannens intense fase produsert fra forbrenning av plastlaminatet. Dette har vært av stor betydning da dette tidlig nedsatte sikten til under kritisk nivå i store deler av Gulf-dekk og YBOR-dekk på styrbord side. En sikt under 1 m ansees å være kritisk. De som ikke hadde det helt klart hvor de skulle evakuere fikk det svært vanskelig mht orientering.

Røykproduksjonshastigheten ved plastlaminatet bestemmes normalt ved hjelp av NT Fire 004 "Varmeutvikling og røykproduksjon", den såkalte "lådan" eller boksmetoden, som er små-skala metode. De svenske og norske sjøfartsmyndigheter legger denne metoden til grunn for sine kriterier/bedømmelser i likhet med nordiske bygningsmyndigheter (NKB). Laminatet tilfredsstilte ikke kravet til svakt varmeutviklende materiale og ville således ikke passert. Laminatet tilfredsstilte imidlertid kravet til svakt røykproduserende materiale; noe som må karakteriseres som uheldig. Med bakgrunn i dette kravet ville materialet passert.

- Plastlaminatets evne til å produsere karbonmonoksyd (CO) og blåsyre (HCN) var overraskende stor. Spesielt gjelder dette produksjonen av blåsyre (HCN) som må karakteriseres som voldsom. Det høye innholdet av blåsyre (HCN) i røyken fra plastlaminatet medvirket klart til tap av menneskeliv og var muligens direkte årsaken til mange personers død (se kap. 5.7, 5.8 og 5.9).

Ikke i noen forskrifter til sjøs eller til lands eksisterer det kriterier som inkluderer røykgasskomponentenes giftighet. Med bakgrunn i hendelsen må en klart stille spørsmål om ikke dette snarest skal etableres internasjonalt.

- Korridorenes geometri spilte en vesentlig rolle mht overtenningsmekanismen i korridorene. Dette gjelder spesielt korridorenes vidde. Denne geometrien la grunnen til at hele tverrsnittet i korridoren ble brakt i brann, noe som syntes nødvendig for å skape overtenning og hurtig spredning.

En "videre" korridor ville skapt økte vanskeligheter for overtenning.

- At takplatenes underside var brennbare ga brannen mulighet til å danne seg i hele korridorens tverrsnitt. Ubrennbare himlingsplater ville ha vanskeliggjort dette vesentlig.
- Lugarinventarets beskaffenhet har ikke hatt noen betydning i denne brannen. Inventaret kom først i brann i vesentlig grad på et senere tidspunkt enn brannens kritiske fase.

Mannskapets slukkeinnsats

- Mannskapet hadde ingen slukkeinnsats i den avgjørende fase av denne brannen. Med utgangspunkt i båtenes oppbygging, utrustning og brannens start, spesielt varslingsopplegget til og fra broen, ville ikke mannskapet kunne gjort noen slukkeinnsats av betydning. Til det var brannen for hurtig og varslingen for sen.

Mannskapets redningsinnsats

Denne problemstillingen ligger utenfor de sakkyndiges mandat, men de faktiske forhold og sammenhenger er ubønhørlig kommet frem under undersøkelsene og analysene, slik at man synes det er viktig å nevne det.

Brannutviklingen og røykspredningen (se kap. 7) var av en slik hurtighet at mannskapets muligheter for slukkings- og redningsinnsats var sterkt begrensede, når skipets utforming og utrustning var som det var.

Om passasjerene på forhånd hadde visst hvor de skulle evakuere (nærmest i blinde) så ville mange kunne reddet seg. Flere reddet seg ut på et sent tidspunkt i farlig og tett røyk fordi de gikk hurtig og resolutt i riktig fluktrute, noe man ikke bruker lang tid på. Lugarene var "røykfri" frem til ca. kl 0230.

Faktorer det etter ulykken har vært reist spørsmål om, men som bedømmes ikke å ha hatt betydning

I kjølvannet av ulykken 7 april 1990 reiste det seg flere spørsmål vedrørende forskjellige faktorerers betydning for brannens start og utvikling. De sakkyndige finner det riktig å behandle disse for bekreftelse eller avkreftelse.

Brannstart i ventilasjonsanleggets aggregater

I kap. 5.4 er denne problemstillingen behandlet og det ansees som påvist at brannen ikke kunne ha startet her.

Brannspjeldenes stilling

Brannspjeldene ble ikke lukket og som nevnt foran i dette kapitlet hadde dette ingen negativ betydning, snarere en positiv betydning, slik at ventilasjonsanlegget kunne gå uforstyrret så lenge som det gikk.

Manglende branndør på Grand Lounge

Branndør manglet på Grand Lounge's ene utgang til trappesjakten (ikke hovedutgang). Dette hadde liten eller ingen betydning for brannens forløp og utvikling. For det første stod alle branndørene i åpen stilling i første del av brannens kritiske fase. Dernest ville lukking av en branndør i denne posisjonen hatt liten betydning for strømningsforholdene i den aktuelle del av båten, da hovedinngangen til Grand Lounge stod åpen og de termiske krefter fra brannen hadde overtatt "styringen" av brannutviklingen.

9. VURDERING AV FAKTORER SOM VILLE ENDRET BRANNENS UTFALL MHT TAP AV MENNESKELIV

De fleste av de faktorer og deres betydning som blir trukket frem i dette kapitlet har sitt utgangspunkt i de resultater som er gjengitt i kap. 8. Forholdene behøver således ingen særlig utdypning. Denne er å finne i kap. 8 eller de kapitler det er henvist til i kap. 8.

Avlåsning av korridoravsnitt under oppbygging

Det er normalt å forvente at områder som ikke er i bruk for publikum og som er under ombygging, avlåsnes.

Ingen bodde i 200-seksjonen hvor brannen startet. Her foregikk imidlertid ominnredningsarbeider på vanlig dagtid. Utenfor dagtid burde lugarer og/eller korridoravsnittet avlåsnes slik at ingen uvedkommende kunne ha kommet inn. Dessuten er det et alment anerkjent prinsipp at god orden og ryddighet er god brannhygiene.

Branndører fra trappeløp (sjakt) til tverrganger

Når brannen først var et faktum og den spredte seg opp trappeløpet kunne man ha unngått særlig røykspredning inn på Gulf-dekk området ved å ha installert branndører inn til tverrgangen på Gulf-dekk fra trappeløpet. Disse branndørene måtte også vært forriglet til røykdetektorer. Om det brenner i trappeløpet eller store røykmengder befinner seg i denne så skal trappeløpet heller ikke anvendes som rømningsvei. Antall omkomne på Gulf-dekk ville således vært redusert til et minimum.

Branndørenes lukkingsfilosofi

Branndører inn til korridorene forriglet til røykdetektorer i korridorene med direkte varsling til broen ville kunnet stoppe katastrofebrannen i dens fødsel.

Mulighet for å utløse generell branndørlukking ville også kunne stoppet brannen i dens fødsel under forutsetning av at dette hadde skjedd snarlig etter første varsling til broen.

Materialenes beskaffenhet

- En lavere verdi for brennverdien som akseptkriterium for plastlaminatet ville kunne hindret denne type materiale å bli anvendt. En grenseverdi på f.eks. 25 MJ/m² er muligens mer relevant for overflatematerialer enn 45 MJ/m². Dette må straks drøftes i internasjonal sammenheng.
- Et relevant og anvendbart kriterium for røykgassenes giftighetsinnhold ville ha hindret denne type materiale å bli anvendt. Spesielt er et slikt kriterium aktuelt for blåsyreinnholdet i røyken (HCN). Dette må straks drøftes i internasjonal sammenheng.
- En god del av de idag anvendte materialprøvningsmetoder er småskala metoder og uttrykker ikke godt nok materialenes branntekniske egenskaper. Metodene må kunne validiseres mot stor- eller fullskala scenario. En god metode som kan anvendes til slik validisering er Nordtestmetoden NT FIRE 025 "Room Corner Test". Dette er en metode i stor/full skala. Dette må drøftes internasjonalt.
- Det må straks diskuteres internasjonalt hvilke metoder og kriterier som skal gjelde mht branntekniske egenskaper for materialer som skal anvendes i fellesarealene ombord i skip.

Kriterier må diskuteres spesielt for overflatematerialers brennverdi, røykproduksjon og evne til avgivelse av giftige gasser.

Sprinkleranlegg i korridorene

Sprinkleranlegg i korridorene ville ha kunnet stoppe katastrofebrannen i en meget tidlig fase forutsatt riktig dimensjonering, plassering av sprinklerhoder og utløsningsstrategi.

Det kan virke som om man måtte ha installert et anlegg som seksjonsvis kunne ha løst ut og ikke sprinklerhode for sprinklerhode. Korridorvis utløsning vil kunne være et naturlig utgangspunkt. Denne påstand bygger først og fremst på at brannen ikke brer seg horisontalt før tverrsnittet av korridoren er satt i brann. Da kommer det imidlertid meget hurtig. Utløsning av hode for hode kan i en slik situasjon bli utløsning i etterkant av brannen.

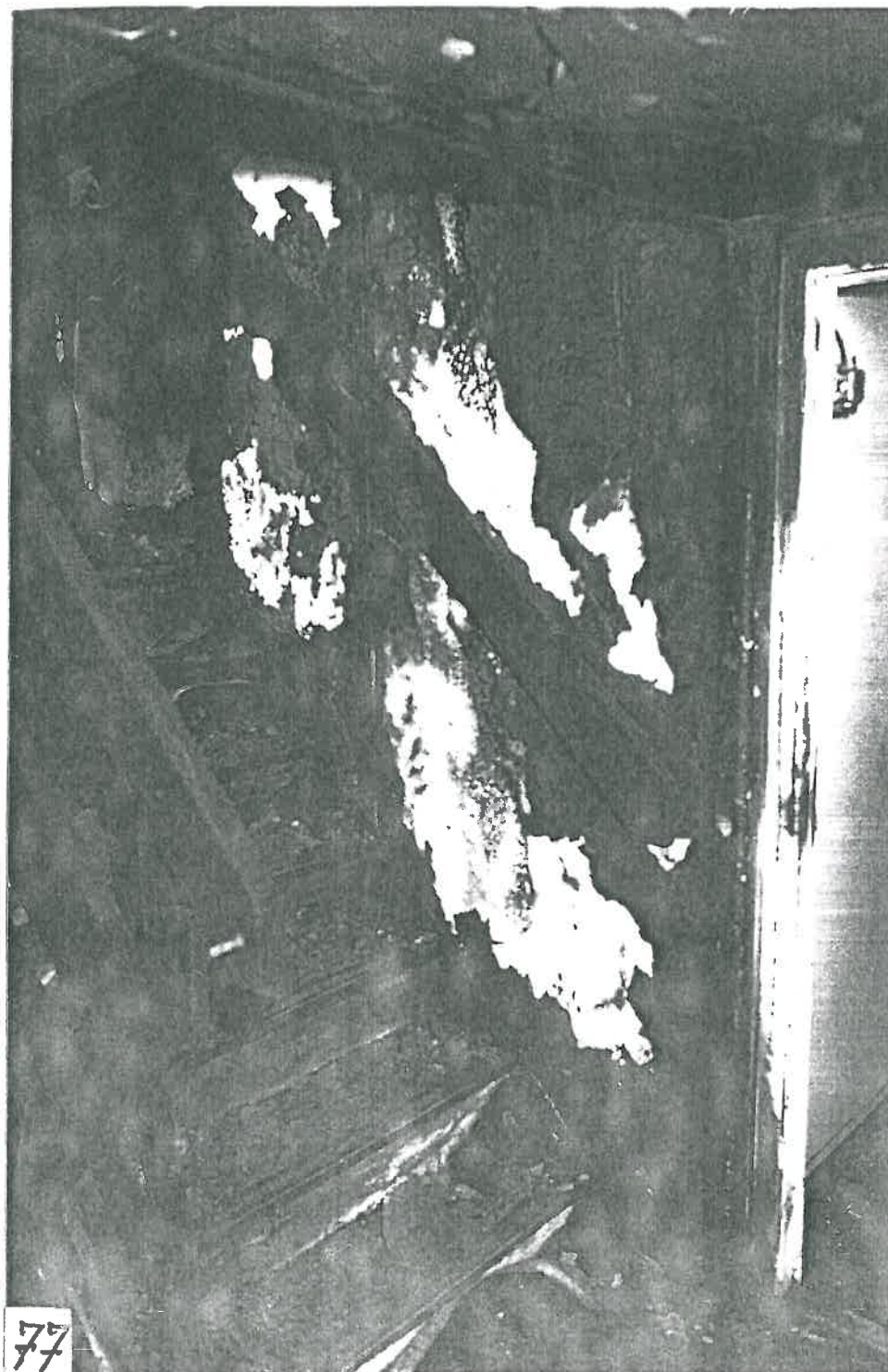
Deteksjonsanlegg basert på røykdetektor

Et deteksjonsanlegg seksjonsvis forriglet til utløsning av branndørene i korridorene og automatisk varsling til broen ville kunne stoppet katastrofebrannen i sin fødsel; forutsatt at branndørene hadde gått hurtig og at detektorene var røykdetektorer. Det betyr at man nok ikke har tid til å gå ned å undersøke hva som er på gang før man beslutter å stenge branndørene.

10. BILDER DET ER HENVIST TIL I RAPPORTEN

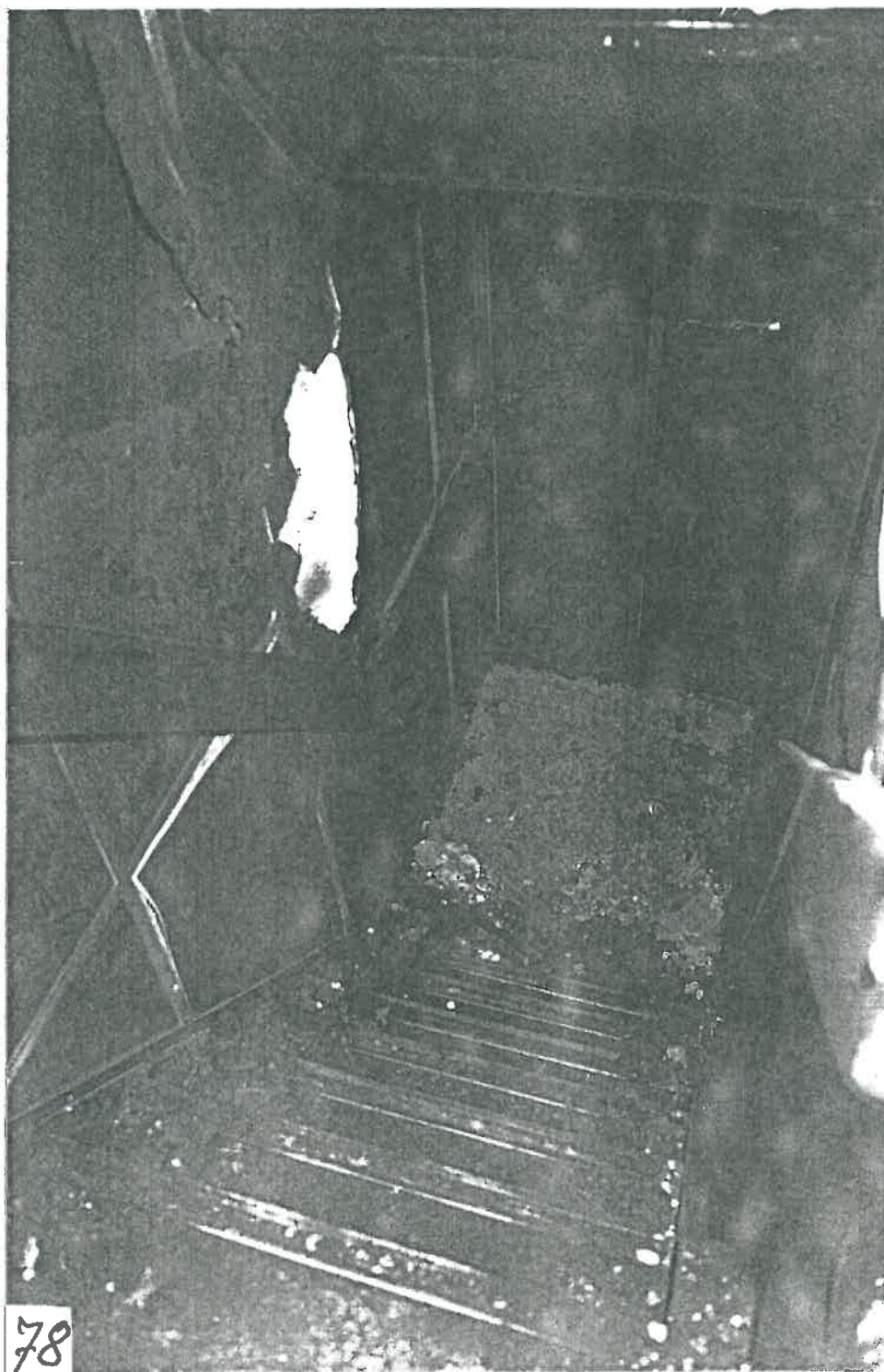
Bilde nr. 1

Bilde nr. 77 fra fotomappen. Bildet viser skadene i trappeløp D_b på babord side, ned mot YBOR-dekk. Døren til høyre fører inn til YBOR-dekk korridor forut for D_b.



Bilde nr. 2

Bilde nr. 78 fra fotomappen. Bildet viser skadene i trappeløp D₆ på babord side fra YBOR-dekk og ned til nærmeste trapperepo.



Bilde nr. 3

Bilde nr. 5 fra fotomappen. Bildet viser skadene i trappeløp D_b, babord side nede på C-dekk. Bildet er tatt mot skyveport nr. 9 ut mot selve bildekket.



Bilde nr. 4

Bilde nr. 14 fra fotomappen. Bildet viser skadene i korridoren på C-dekk styrbord side aktenfor trappeløp D_s. Døren inn til høyre er inn til lugar 219.



Bilde nr. 5

Bilde nr. 15 fra fotomappen. Bildet viser skadene i trappeløp D_s, nede på C-dekk nivå.



Bilde nr. 6 og 7

Bildene viser skadene på korridorveggen i korridoren aktenfor D_s på C-dekk, styrbord side. Stedet hvor håndtaket er avbrent er rett utenfor lugar 219. Bildet til venstre er tatt mot trappeløp D_s og bildet til høyre er tatt like ved lugar 219 i retning fra trappeløp D_s.



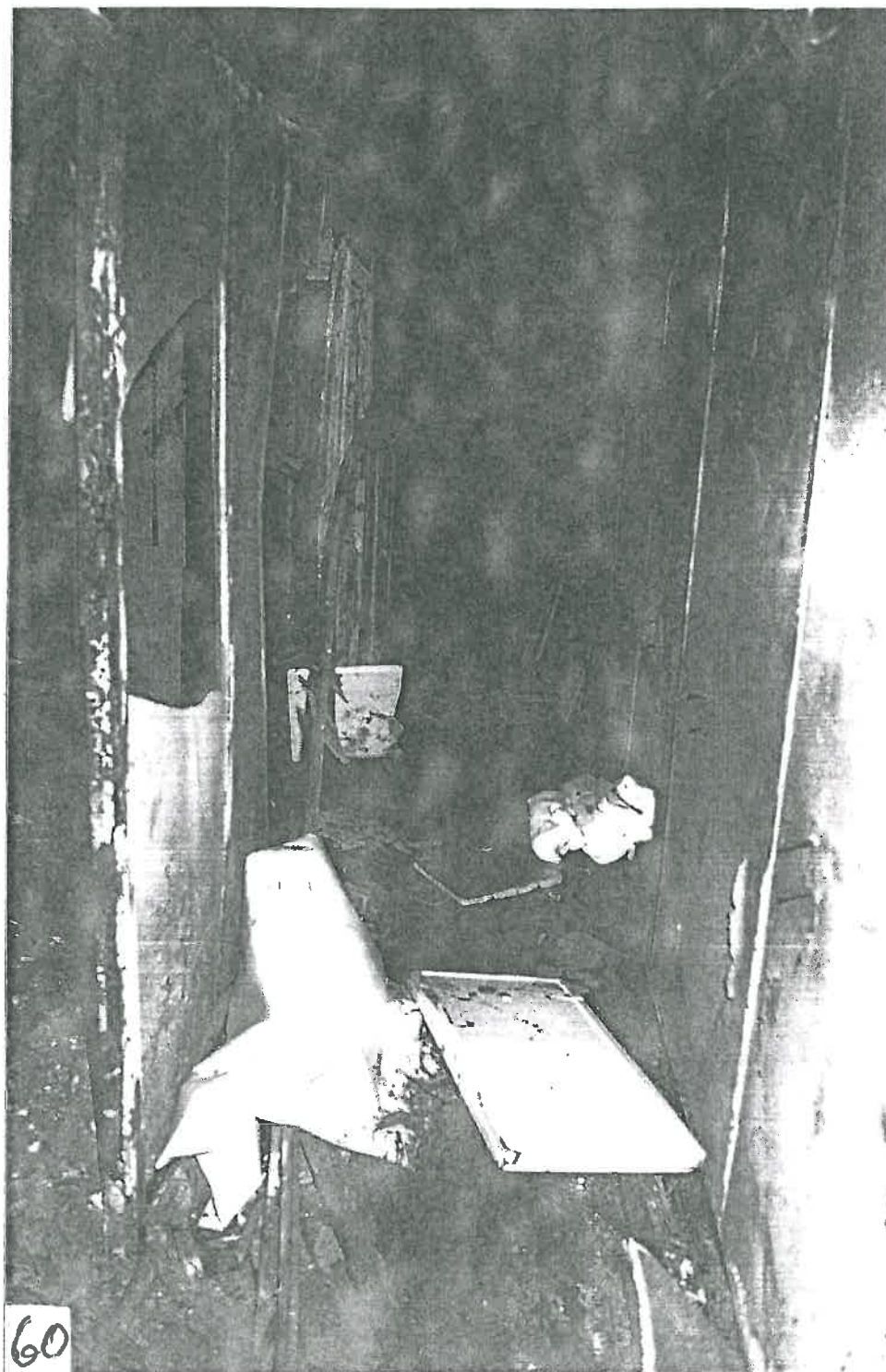
Bilde nr. 8

Bilde nr. 69 fra fotomappen. Bildet er tatt ved branddøren inn til korridoren på YBOR-dekk forut for trappeløp D_s, styrbord side. Bildet viser en utbrent korridor og utbrente lugarer.



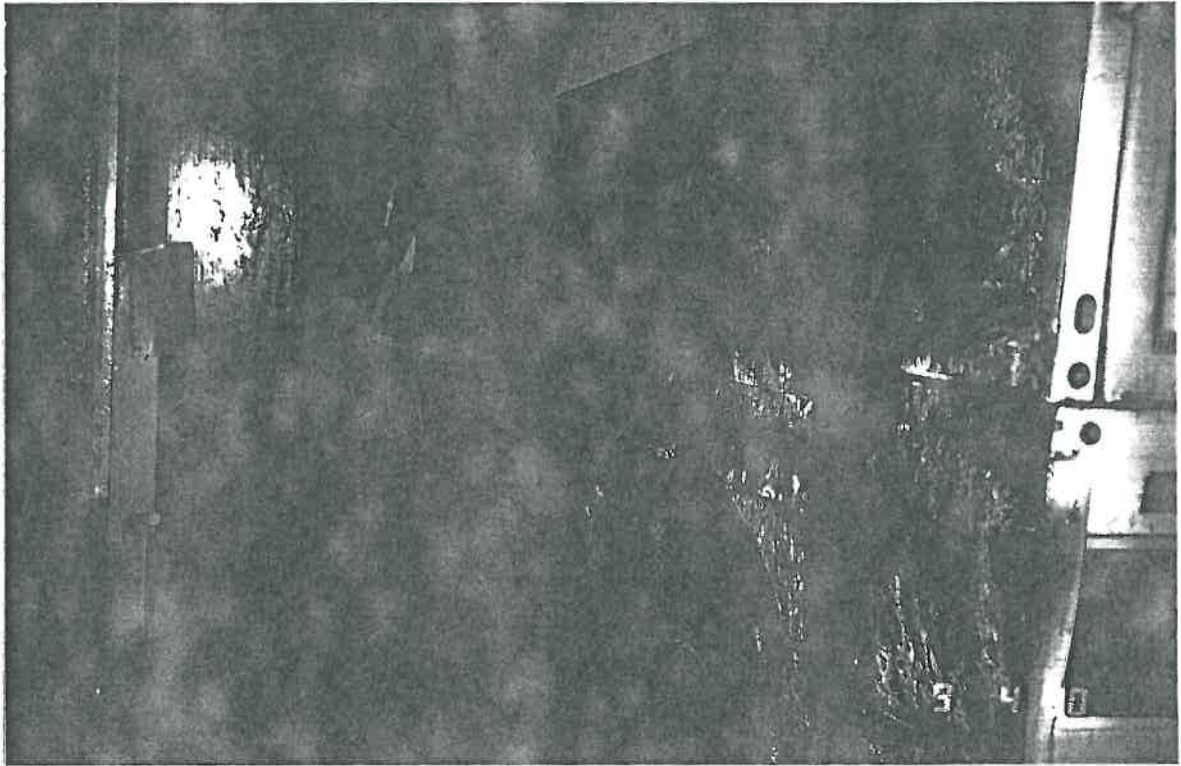
Bilde nr. 9

Bilde nr. 60 fra fotomappen. Bildet er tatt i korridoren forut for trappeløp D_s på styrbord side på YBOR-dekk. Bildet er tatt mot trappeløp D_s. Bildet viser en utbrent korridor og utbrente lugarer, samt bøyet hydraulikkoljerør som har glidd ut av T-forbindelsen.



Bilde nr. 10

Bildet er tatt av Olle Wennstrøm fra Stockholms Brandförsvär 7 april 1990. Bildet viser brannskadet bil som har stått rett utenfor skyveport nr. 9 på C-dekk ved trappeløp D_b.



REFERANSER

1. Stensaas, J.P.: Toxicity, visibility and heat stresses of fire effluents - human tenability limits. SINTEF rapport STF25 F88052.
2. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering Society of Fire Protection Engineers, Boston, USA, National Protection Association (NFPA), Quincy, USA.

VEDLEGG/DELRAPPORTER OG FOTOMAPPER

1. Notat. Etablering av et hendelsesforløp ut fra vitneutsagn. Kjell Schmidt Pedersen, SINTEF NBL, 1990-08-27.
2. Notat. Dører i korridor og mot bildekk. Olav Høyland, SINTEF NBL, 1990-08-24.
3. Notat om branddøre. Sag F 6846 branddørene. Dantest.
4. Rapport STF25 F90010 "Brannen ombord på Scandinavian Star. En vurdering av ventilasjonsanleggets betydning i det tidlige brannforløpet." Øystein Meland, SINTEF NBL, august 1990.
5. Notat om brandhydranter. Sag F 6846 brandhydrantene. Dantest.
6. Rapport STF25 F90011 "Fullskalaforsøk - korridor, trappesjakt. Scandinavian Star. Målerapport." Øystein Meland og Lars E. Lønvik, SINTEF NBL, august 1990.
7. Rapport STF25 F90012 "Beregning av røykspredning ved brannen i Scandinavian Star", Ragnar Wighus, SINTEF NBL og Jan Arne Fagertun, SINTEF Varmeteknikk, august 1990.
8. Orienterende prøvning iht NT Fire 032. SINTEF NBL, 1990-08-27.
9. Prøvning iht ISO 1716-1973. Sag F 6846 a, Dantest, 1990-05-04.
10. Prøvning iht DIN 53436, part II. Sag F 6846 b, Dantest, 1990-05-07.
11. Prøvning iht IMO Resolution A. 653 (16). Sag F 6846 c, Dantest, 1990-05-07.
12. Prøvning iht ISO DIS 5660. Sag F 6846 d, Dantest, 1990-05-09.
13. Prøvning iht 1716-1973. Sag F 6846 e, Dantest, 1990-05-08.
14. Prøvning iht NS-INSTA 414. Sag F 6846 f, Dantest, 1990-05-15.
15. Prøvning iht NT Fire 004. Sag F 6846 g, Dantest, 1990-05-29.
16. Prøvning iht NT Fire 025. Statens Provningsanstalt.
17. Måling av Cyanid, M/F Scandinavian Star. dK-Teknik, 1990-05-22.
18. Fotomapper 1 - 5 av det totale skadebildet ombord i Scandinavian Star.
19. Fotomappe av de aktuelle branndørers skadebilde ombord i Scandinavian Star.

10. BILDER DET ER HENVIST TIL I RAPPORTEN

Bilde nr. 1

Bilde nr. 77 fra fotomappen. Bildet viser skadene i trappeløp D_b på babord side, ned mot YBOR-dekk. Døren til høyre fører inn til YBOR-dekk korridor forut for D_b.



Bilde nr. 2

Bilde nr. 78 fra fotomappen. Bildet viser skadene i trappeløp D_b på babord side fra YBOR-dekk og ned til nærmeste trapperepo.



Bilde nr. 3

Bilde nr. 5 fra fotomappen. Bildet viser skadene i trappeløp D₆, babord side nede på C-dekk. Bildet er tatt mot skyveport nr. 9 ut mot selve bildekket.



5.

Bilde nr. 4

Bilde nr. 14 fra fotomappen. Bildet viser skadene i korridoren på C-dekk styrbord side aktenfor trappeløp D_s. Døren inn til høyre er inn til lugar 219.



Bilde nr. 5

Bilde nr. 15 fra fotomappen. Bildet viser skadene i trappeløp D₈, nede på C-dekk nivå.



15.

Bilde nr. 6 og 7

Bildene viser skadene på korridorveggen i korridoren aktenfor D_s på C-dekk, styrbord side. Stedet hvor håndtaket er avbrent er rett utenfor lugar 219. Bildet til venstre er tatt mot trappeløp D_s og bildet til høyre er tatt like ved lugar 219 i retning fra trappeløp D_s.



Bilde nr. 8

Bilde nr. 69 fra fotomappen. Bildet er tatt ved brann døren inn til korridoren på YBOR-dekk forut for trappeløp D_s, styrbord side. Bildet viser en utbrent korridor og utbrente lugarer.



Bilde nr. 9

Bilde nr. 60 fra fotomappen. Bildet er tatt i korridoren forut for trappeløp D_s på styrbord side på YBOR-dekk. Bildet er tatt mot trappeløp D_s. Bildet viser en utbrent korridor og utbrente lugarer, samt bøyet hydraulikkoljerør som har glidd ut av T-forbindelsen.



60

Bilde nr. 10

Bildet er tatt av Olle Wennstrøm fra Stockholms Brandförsvär 7 april 1990. Bildet viser brannskadet bil som har stått rett utenfor skyveport nr. 9 på C-dekk ved trappeløp D_b.

