

RAPPORT

Sjø 2012/07



RAPPORT OM UNDERSØKELSE AV ARBEIDSULYKKE OM BORD PÅ SOLSTRAUM LDEB3, UNDERVEIS TIL ROTTERDAM 4. FEBRUAR 2011



This report is also available in English

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

Foto av vestlandsferje: Bente Amandussen

INNHOLDSFORTEGNELSE

MELDING OM ULYKKEN	3
SAMMENDRAG.....	4
1. FAKTISKE OPPLYSNINGER	5
1.1 Detaljer om fartøyet og ulykken	5
1.2 Hendelsesforløp	6
1.3 Rederi og flåte.....	11
1.4 Skipet	11
1.5 Besetningen.....	11
1.6 Vaktordningen om bord	12
1.7 Verneombudsordningen om bord	12
1.8 Sikkerhetsstyringssystemet – relevante prosedyrer	12
1.9 Lastens egenskaper	20
1.10 Inertgassens egenskaper.....	21
1.11 Egenskapene til metyl bromide.....	22
1.12 Overlevelsesaspekter.....	22
1.13 Tidligere ulykker.....	23
1.14 Dagens regelverk	23
1.15 Myndighetenes og classeselskapets tilsyn	26
1.16 Gjennomførte tiltak.....	26
2. ANALYSE.....	29
2.1 Innledning	29
2.2 Vurderinger av hendelsesforløpet	29
2.3 Atmosfæren i lastetanken.....	30
2.4 Sikkerhetsstyringssystemet – innhold og etterlevelse.....	31
2.5 Personlig sikkerhetsutstyr – tilgjengelighet, vedlikehold og bruk.....	33
2.6 Opplæring og erfaringsoverføring	33
2.7 Rederiets oppfølging av ulykken	34
3. KONKLUSJON	34
4. SIKKERHETSTILRÅDINGER	35
VEDLEGG.....	36

MELDING OM ULYKKEN

Statens havarikommisjon for transport (SHT) mottok fredag 4. februar 2011 melding fra Sjøfartsdirektoratet om arbeidsulykke om bord i MT Solstrøm. I følge meldingen hadde et besetningsmedlem omkommet under arbeid med tankrengjøring, mens skipet var underveis fra Wilhelmshaven til Rotterdam.

SHT besluttet senere samme dag å iverksette undersøkelse. Rederiet og Sjøfartsdirektoratet ble informert om dette. I følge rederiet skulle skipet etter planen anløpe Rotterdam på ettermiddagen 5. februar 2011.

To havariinspektører fra SHT ankom Rotterdam på kvelden 5. februar. Solstrøm ble imidlertid forsinket på grunn av sterk vind og høy sjø, og ankom ikke Rotterdam før ved middagstider søndag 6. februar 2011. Havariinspektørene gikk samme dag om bord og hadde samtaler med besetningen og gjennomførte tekniske undersøkelser av skipet.



Figur 1: Arbeidsulykken om bord i Solstrøm skjedde 4. februar 2011 kl. 1445¹, mens skipet var underveis fra Wilhelmshaven til Rotterdam. Skipets posisjon da ulykken skjedde er markert med rødt kryss.

¹ Alle klokkeslett i denne rapporten refererer til lokal tid = norsk tid

SAMMENDRAG

Etter lastning av ethylene dichloride (1,2-dikloretan) i Eastham 31. januar 2011 skulle mannskapet om bord i Solstrøm ta prøver av lasten for senere eventuelt å kunne dokumentere at lasten ikke hadde blitt forringet under transporten. Kolben som benyttes til å ta slike prøver satte seg imidlertid fast i heatecoilene i bunnen av lastetank 7P (7 babord). Da det ikke var mulig å få kolben løs ble båndet som denne var festet til, knyttet fast over dekk. Slik hang apparatet ned i lastetank 7P til det sannsynligvis løsnet og falt ned i tanken enten før Solstrøm ankom Wilhelmshaven, i forbindelse med lossingen der, eller under den påfølgende vaskeprosessen.

Etter lossing i Wilhelmshaven satte Solstrøm kursen mot Rotterdam for å ta ny last. Samtidig ble prosessen med å rengjøre lastetankene påbegynt. Da lastetank 7P var vasket en time med kaldt sjøvann ble rengjøringsprosessen avbrutt og pumpemannen ga vakthavende dekksmann beskjed om å montere opp og starte viften for å lufte tanken. Viften hadde gått i ca. 5 minutter da pumpemannen ba dekksmannen om å stå vakt ved luka. Selv om pumpemannen ikke kommuniserte dette til andre antar havarikommisjonen at han hadde til hensikt å hente lastprøvingsapparatet.

Uten å benytte surstoffapparat klatret pumpemannen deretter ned leideren i forkant av lastetanken og beveget seg akterover. Midt i tanken snudde han imidlertid og kom raskt tilbake og klatret opp i leideren. Halvveis oppe falt han bakover og ned i tanken igjen. Etter fallet på 4 - 5 meter ble han liggende livløs i bunnen av tanken. Besetningen reddet pumpemannen ut av tanken, men til tross for livreddende innsats ble han senere erklært død.

Havarikommisjonen legger til grunn at pumpemannen omkom som følge av oksygenmangel. På ulykkestidspunktet var oksygeninnholdet i atmosfæren i bunnen av tanken sannsynligvis under 7,2 %. Nitrogeninnholdet var sannsynligvis over 90 %. I tillegg kan atmosfæren ha inneholdt noe ethylene dichloride – damp på ulykkestidspunktet, men sannsynligvis ikke nok til å kunne forårsake pumpemannens død. Rapporten fra legeteamet som undersøkte den omkomne etter ulykken underbygger havarikommisjonens konklusjon om at pumpemannen sannsynligvis omkom som følge av oksygenmangel.

SHT vurderer det slik at pumpemannen, med sin lange erfaring, var kjent med farene ved å entre tanken. Han vurderte det sannsynligvis slik at han ville være i stand til å klatre ned leideren, hente utstyret og klatre opp leideren igjen, uten oksygentilførsel.

Slik kommisjonen oppfatter det skyldes ikke ulykken kunnskapsmangel, men mangel på motivasjon i forhold til å etterleve prosedyrene i styringssystemet. Undersøkelsen har avdekket at dette ikke bare gjelder den forulykkede pumpemannen som entret en lastetank uten å følge prosedyrene for entring av lukkede rom. Verken prosedyrene for gjennomføring av før ankomst konferanse, gjennomføring av tankrengjøringsmøte eller prosedyrene for logging av nitrogentilførsel ble etterlevet på den aktuelle turen.

Etter ulykken har rederiet gjennomført en intern undersøkelse. Undersøkelsen konkluderer blant annet med at ulykken skjedde på grunn av at det ikke fantes prosedyrer for merking av lastetanker som er tilført inertgass, samt at prosedyrene for entring av lukket rom og prosedyrene for gjennomføring av såkalt før ankomst konferanse, ble ignorert.

På denne bakgrunn har rederiet besluttet å gjennomføre S & QMS (Safety & Quality Management System) oppfriskningskurs for alle ansatte i rederiet, å etablere program for forbedret HSE – kultur

(Health, Safety & Environment – culture), å sette lederskap og kulturelle forskjeller på dagsorden, å innføre merking/forsegling av lastetanker som er inertet, samt å forby filtermasker og fysisk fjerne maskene fra alle rederiets skip.

Havarikommisjonens undersøkelse av denne sjøulykken har ikke avdekket forhold ut over det rederiet selv fokuserer på i sin interne rapport og som rederiet følger opp med korrigerende tiltak. Havarikommisjonen anser det derfor ikke nødvendig å fremme sikkerhetstilrådingen i denne rapporten.

1. FAKTISKE OPPLYSNINGER

1.1 Detaljer om fartøyet og ulykken

Fartøysdetaljer

Skipets navn	:	Solstrraum
Kjenningsignal	:	LDEB3
IMO nummer	:	8913708
Rederi	:	Utkilen Shipping AS, Postboks 1163, 5811 Bergen
ISM ansvarlig	:	Utkilen AS, Postboks 1163, 5811 Bergen
Hjemhavn	:	Bergen
Flaggstat / register	:	Norge / NIS
Klasseselskap	:	DNV
Skipstype	:	Kjemikalie- / oljetanker
Byggeår	:	1990
Konstruksjonsmateriale	:	Stål
Lengde over alt	:	101,70 meter
Bredde	:	18,25 meter
Dybde	:	8,90 meter
Bruttotonnasje	:	3 998
Maskinkraft	:	3 238 KW / 4 400 BHK



Figur 2: Solstrøm. Kilde: Utkilen Shipping AS.

Detaljer om ulykken

Tid og dato	:	1445, 4. februar 2011
Sted for ulykken	:	N54 11,8 E006 52,2
Personer om bord	:	12
Personskader / omkomne	:	1 besetningsmedlem omkommet
Skader på skipet	:	Ingen

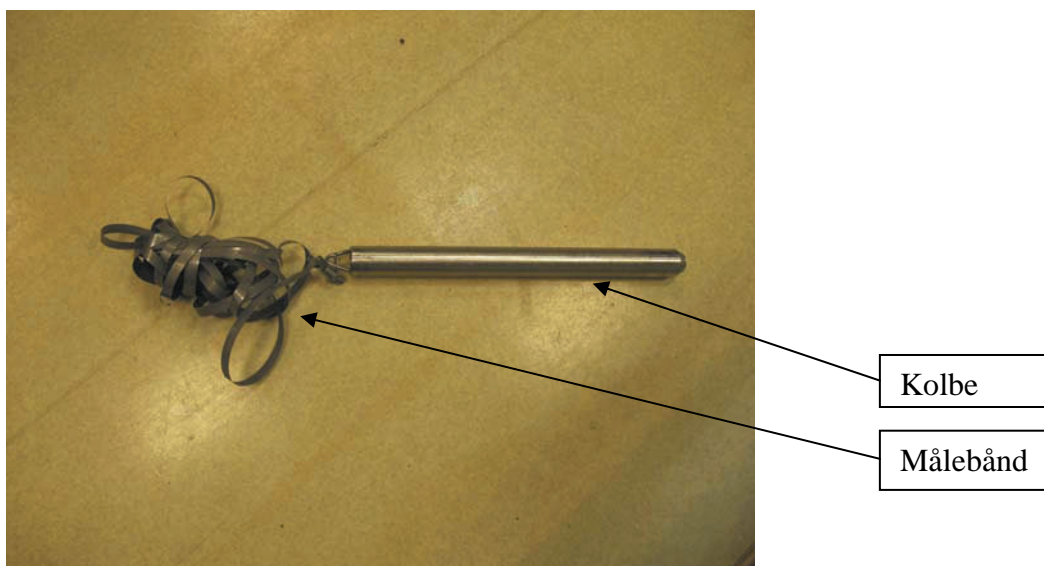
1.2 Hendelsesforløp

Solstrøm ankom Eastham i England 29. januar 2011 for å laste 4526,821 tonn ethylene dichloride (1,2-dikloretan). Som en del av forberedelsene skulle de aktuelle lastetankene 2P, 2S, 3S, 4P, 5P, 7P og 7S tilføres nitrogen (N_2) som inertgass (jf. kapittel 1.8.4).

Operasjonen med å tilføre nitrogen ble påbegynt 29. januar kl. 2105. Operasjonen ble overvåket ved at det ble gjennomført målinger av oksygeninnholdet i tankene. Målingene ble påbegynt 30. januar kl. 0520. Alle lastetankene inneholdt på det tidspunkt mindre enn 5 % oksygen. Tilførselen av nitrogen ble avsluttet kl. 0620. Det ble deretter foretatt en såkalt balansert lasting/ventilering, dvs. at det ble sluppet ut nitrogen etter hvert som det ble tatt inn last.

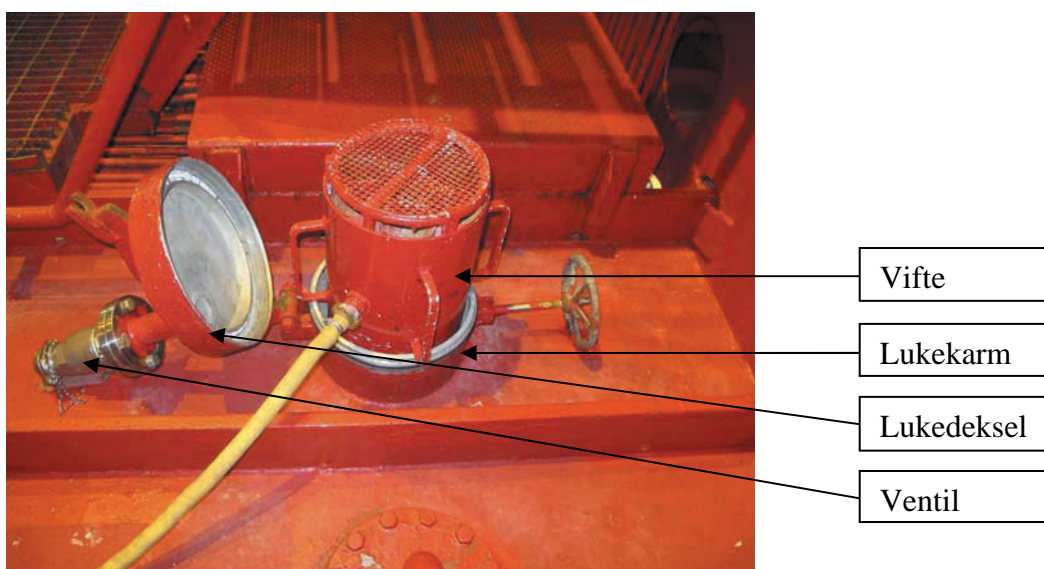
Ny tilførsel av nitrogen ble foretatt 31. januar 2011 i tidsrommet 0115 til 0125. Lastingen ble avsluttet mandag 31. januar 2011 kl. 0135. Etter avsluttet lasting ble N_2 – nivået toppet og vedlikeholdt under reisen til Wilhelmshaven, hvor Solstrøm skulle losse.

For å kunne dokumentere at lastens kvalitet ikke har blitt forringet om bord skulle det i henhold til rederiets prosedyrer tas lastprøver i forbindelse med både lasting og lossing. Dette skulle gjøres ved hjelp av et apparat som består av et stålmålebånd påmontert en stålkolbe, jf. figur 3.



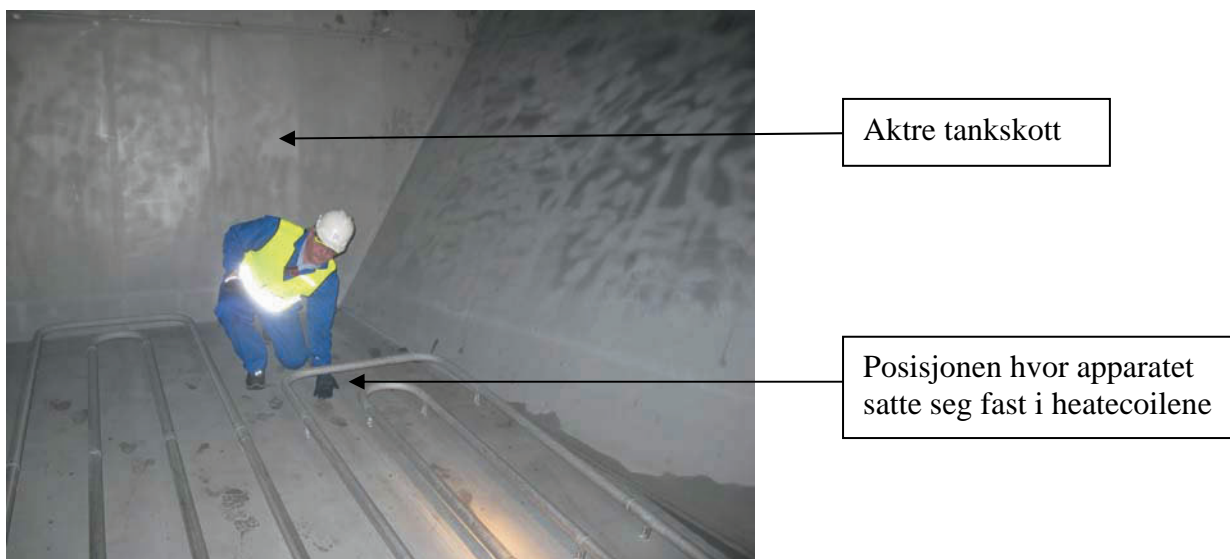
Figur 3: Apparaten som ble benyttet til å ta lastprøver.

Prøvetaking skulle gjennomføres ved å senke apparatet ned fra dekk gjennom en ventil i butterworthluka i akterkant av hver lastetank. Figur 4 viser butterworthluka til lastetank 7P.



Figur 4: Butterworthluka til lastetank 7P. På bildet er dekslet tatt av, og en vifte for lufting av tanken er montert på.

Da det etter lasting i Eastham skulle tas prøve av lasten i lasterom 7P satte kolben seg fast i heatecoilene i bunnen av tanken, jf. figur 5. Etter mislykkede forsøk på å få kolben løs og få prøvetakingsapparatet opp fra tanken, ble målebåndet midlertidig festet over dekk slik at ikke hele prøvetakingsapparatet skulle forsvinne ned i lastetanken.



Figur 5: Heatecoilene hvor lastprøvingsapparatet satte seg fast.

Før lossing i Wilhelmshaven i Tyskland ble det avholdt såkalt før ankomst konferanse 3. februar 2011 kl. 1400. Tilstede på møtet var overstyrmannen, vakthavende offiser og pumpemannen. På dette møtet ble losseoperasjonen planlagt.

Lossingen ble igangsatt kl. 1650. Under lossingen ble det tilført nitrogen slik at atmosfæren i lastetankene inneholdt 99,9 % nitrogen. Lossingen ble avsluttet 4. februar 2011 kl. 0525.

Etter avsluttet lossing satte Solstraum kursen mot Rotterdam i Nederland hvor skipet skulle laste kaustisk soda. Prøvetakingsapparatet satt fortsatt fast i heatecoilene i bunnen av lastetank 7P, med målebåndet festet over dekk.

Før Solstraum kunne ta ny last måtte lastetankene rengjøres. I den forbindelse ble det avholdt et tankrengjøringsmøte 4. februar 2011 kl. 0530 – 0600. Tilstede på møtet var overstyrmannen, kapteinen og pumpemannen. På dette møtet ble prosedyren for arbeidet gjennomgått og det ble utarbeidet en plan / sjekklister.

I henhold til tankrengjøringplanen skulle hver av lastetankene 2P, 2S, 3S, 4P, 5P, 7P og 7S bunnspyles 5 minutter med saltvann, vaskes 1 time med kaldt sjøvann med lukkede luker og vaskes 1,5 – 2 timer med varmt sjøvann (60 – 70 grader) med lukkede luker. Etter vasking med varmt sjøvann skulle overstyrmannen tilkalles for luktpøver. Deretter skulle lastetankene vaskes 10 minutter med ferskvann før de skulle ventileres, moppes og tørkes.

I samsvar med tankrengjøringplanen ble lastetankene 2P, 2S, 3S, 4P, 5P, 7P og 7S først bunnspylt og vasket med kaldt sjøvann. Arbeidet med vasking av lastetankene 2P og 4P med varmt vann var påbegynt, jf. figur 6, da pumpemannen ga beskjed til dekksmannen som var på vakt at han skulle montere opp og starte viften for å luften lastetank 7P.

CLEANING Ethylene di Chloritane FOR CAUSTIC SODA

Tank no.	5 min Bottom flush with SW	1Hr. BW SW/ cloased tanks	BW Hot SW 60-70* 1,5-2 HR/ check smell	Bw FW 10 MIN	Vent cont/Ejecting	Mopping	Drying
2P	X	X	/				
2S	X	X					
3S	X	X					
4P	X	X	/				
5P	X	X					
7P	X	X					
7S	X	X					

Stripping line. Cofferdam purge with water

All Valve Close & Open

PV Valves

For list use 5P/5 WBT Use filter mask during work on manifold

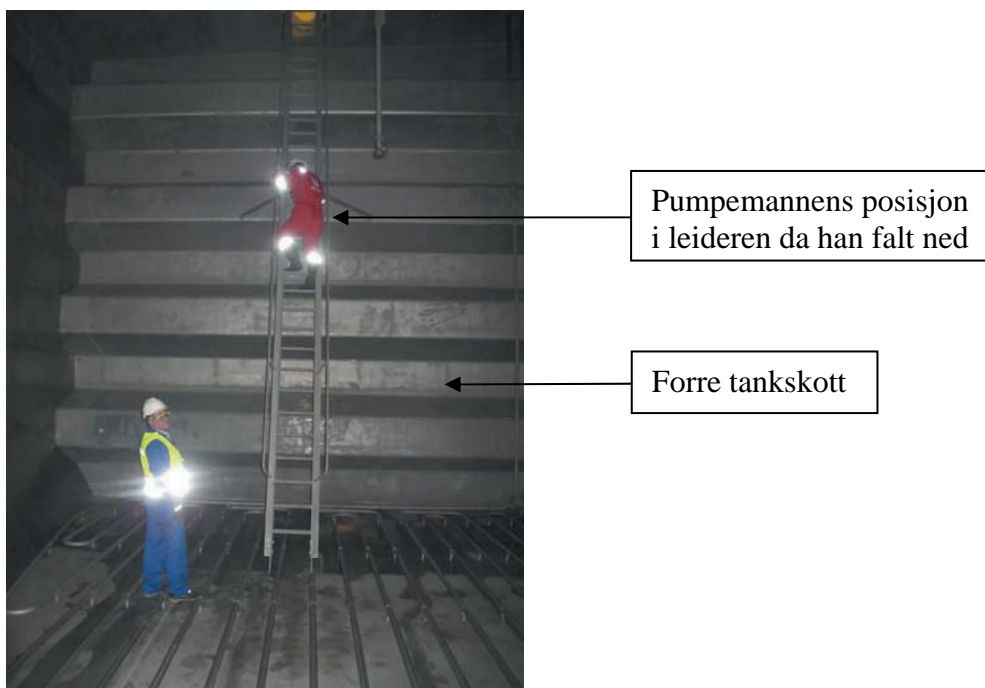
Entry in to the tank only after c/o permission. During hot water ventilate./ call c/o when no smel for check the tag

7P. - SAMPLING DEVICE

Figur 6: Sjekklisten viser status for rengjøringsprosessen på ulykkestidspunktet. Lastetankene 2P, 2S, 3S, 4P, 5P, 7P og 7S var ferdig bunnsplyt og vasket med kaldt sjøvann. Arbeidet med vasking av lastetankene 2P og 4P med varmt vann var påbegynt da pumpemannen entret lastetank 7P.

Viften hadde gått i ca. 5 minutter da pumpemannen tilkalte dekksmannen og ba han stå vakt ved luka. Pumpemannen fortalte ikke hvorfor, men dekksmannen skjønnte at han skulle ned i tanken. Både dekksmannen og pumpemannen var iført filtermaske.

Pumpemannen tok to dype innpust og klatret ned leideren i forkant av lastetanken. Fra dekk så lukevakten at pumpemannen kom ned og gikk akterover. Omtrent midt i tanken snudde pumpemannen og kom raskt tilbake til leideren. Han klatret oppover, men halvveis oppe i leideren falt han bakover og ned i rommet igjen. Et fall på 4 – 5 meter, jf. figur 7. Han ble liggende livløs i bunnen av lastetanken. Klokken var da 1445.



Figur 7: Rekonstruksjon av ulykken. Pumpemannen falt ned 4 – 5 meter (fra posisjonen til personen i rød kjeledress) og ble liggende livløs på bunnen i lastetank 7P.

Dekksmannen som hadde stått lukevakt løp akterover til kontrollrommet i forkant av innredningen på hoveddekk for å hente hjelp. Han kalte også opp vakthavende offiser over VHF – sambandet og informerte om at pumpemannen lå bevisstløs nede i lasterom 7P. Vakthavende offiser varslet kapteinen som igjen vekket overstyrmannen. Overstyrmannen løp opp på broen. Fra sin posisjon kunne han ikke se verken dekksmannen eller nedgangsluken til lastetank 7P. Han løp så ned til kontrollrommet hvor han tok med seg gassmålerutstyr og surstoffapparat. Deretter løp han ut og bort til nedgangsluka til lastetank 7P. Dekksmannen som hadde stått lukevakt hadde hentet sele og løfteutstyr, samt bære.

Etter å ha informert mannskapet om ulykken tilkalte skipperen Radio Medico. Etter diskusjon fram og tilbake om hvorvidt pumpemannen kunne ha pådratt seg fysiske skader i fallet, og om det derfor kunne være utilrådelig å flytte han, ble det fattet beslutning om å løfte pumpemannen opp av lastetanken.

Før mannskapet gikk ned i tanken kontrollerte overstyrmannen atmosfæren i tanken ved hjelp av gassmåler². Dette ble gjort på flere høydenivåer. Oksygenivået varierte fra 14,3 til 14,5 %. LEL (Lower Explosive Limit) viste 0. Klokken var da ca. 1450.

På grunn av det lave oksygeninnholdet benyttet mannskapet surstoffapparat da de entret tanken. Ved hjelp av sele og løfteutstyr ble pumpemannen heist opp av tanken ca. kl. 1500. Det ble ikke registrert verken pust eller hjerteslag. Helikopter med lege om bord ble rekvirert.

Pumpemannen ble lagt på bære og fraktet til sykelugaren mens han fikk kontinuerlig hjerte – lunge – redning. Pumpemannen ble også koblet til hjertestarter, men uten å gi hjertet støt ga starteren tilbakemelding om at hjerte – lunge – redningen skulle

² Målertype: Dräger X-am 5000

oppretholdes. Legen som ankom med helikopter erklærte pumpemannen død ca. kl. 1600. Pumpemannen ble deretter brakt til sin lugar.

Etter at pumpemannen var hentet ut av lastetank 7P ble tanken stengt. Ny måling av atmosfæren ble foretatt kl. 2220. Ved hjelp gassmåler³ og slange fra luken til et høydenivå omtrent midt i tanken, ble det målt en metyl bromide – verdi på 0,1 ppm.

Etter ankomst Rotterdam ble pumpemannen undersøkt av et nederlandsk legeteam før han ble sendt hjem til Latvia. I henhold til rapporten fra det nederlandske legeteamet var dødsårsaken sannsynligvis oksygenmangel.

1.3 Rederi og flåte

Solstraum eies av Utkilen Shipping AS. Rederiet, som ble etablert i 1967, har i dag ca. 50 medarbeider på hovedkontoret i Bergen, Norge. Utkilen Shipping AS opererer en flåte på 22 kjemikalie- og oljetankere med en dødvekttonnasje⁴ i størrelsesorden 2,500 til 19,500 tonn, og er med det et av de største rederiene innen frakt av kjemikalier og andre flytende laster i Nord-Europa. Rederiet har ca. 370 norske og utenlandske sjøfolk ansatt på sine skip. De fleste skipene er registrert i Norsk Internasjonalt Skipsregister (NIS).

Utkilen Shipping AS fikk utstedt "Document of Compliance" (DOC) 5. juli 2007 fra DNV. Dokumentet var gitt gyldighet til 10. juni 2012, betinget av at det gjennomføres årlige verifikasjoner. Siste årlige revisjon før ulykken ble gjennomført 2. september 2010.

Rederiet har vært imøtekommende og bidratt i tilretteleggingen av havarikommisjonens sikkerhetsundersøkelse etter ulykken om bord.

1.4 Skipet

Kjemikalie-/oljetankeren Solstraum er bygget ved Aker Aukra AS, Norge, i 1990, og har en største lengde på 101,70 meter og en dybde i riss på 8,90 meter. Skipet har 14 lastetanker (7 tanker på styrbord side og 7 tanker på babord side) med et totalt volum på 6 800 kubikkmeter. Skipet er registrert i NIS og klasset i DNV med klassebetegnelsen 1A1 ICE-1A Tanker for Chemicals and Oil Products ESP E0.

Alle skipets sertifikater var gyldige på ulykkestidspunktet. De fleste sertifikatene ble utstedt i 2010 med gyldighet til 2015. Eksempelvis ble Safety Management Certificate (SMC) utstedt 20. desember 2007 med gyldighet til 14. november 2012.

1.5 Besetningen

Solstraum hadde på ulykkestidspunktet et mannskap på 12. Kapteinen, overstyrmannen, 2. styrmannen, pumpemannen som forulykket og 2. maskinisten var alle fra Latvia. Maskinsjefen var fra Litauen, mens de øvrige var fra Filipinene.

Forulykkede var født i 1957 og hadde mange års erfaring fra sjøen. I tillegg til at han var sertifisert som pumpemann hadde han tankermannsertifikat både for kjemikalie- og oljetankskip. Han hadde vært i Utkilen Shipping AS siden april 2000, og hadde flere års

³ Tubetype: Dräger-Tube Methyl Bromide 0,2/a

⁴ Lastekapasitet

fartstid om bord i Solstraum. Først en periode fra januar 2004 til august 2005, og deretter fra oktober 2006 til ulykken skjedde. Sistnevnte periode var han pumpemann om bord.

1.6 Vaktordningen om bord

Normalt går besetningen sjøvakter, 4 timer på og 8 timer av. I perioder med stor arbeidsbelastning på overstyrmannen går han "dagmann". I disse tilfellene går de to andre styrmennene 6 timer på og 6 timer av.

Havarikommisjonen har innhentet informasjon om besetningens hviletid forut for ulykken. Basert på fremlagte logger mener SHT at de besetningsmedlemmene som var involvert hadde tilstrekkelig søvn og hvile i forkant av ulykken. Figur 8 viser utdrag fra loggen for pumpemannens hviletid.

C37 RECORD OF HOURS OF REST OF SEAFARERS																									01.12.08 / Revision 2		Page 2		
Year / Month yyyy/mm):		Please mark periods of rest using a continuous line or arrow																							Hours of rest in any 24-hour period		Comments	Not to be completed by the seafarer ¹ Hours of rest in any 24-hour period ²	Not to be completed by the seafarer ³ Hours of rest in any 7-day period ³
Hours	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
Date																													
1	[Diagram showing rest periods with arrows]																							11					
2	[Diagram showing rest periods with arrows]																							13					
3	[Diagram showing rest periods with arrows]																							15					
4	[Diagram showing rest periods with arrows]																							5					
5																													
6																													

Figur 8: Logg som viser pumpemannens hviletid forut for ulykken 4. februar 2011.

1.7 Verneombudsordningen om bord

Det er etablert verneombudsordning om bord og det gjennomføres månedlige møter i verne- og miljøutvalget, kalt WEC – møter (Work Environment Committee). I disse møtene, hvor verneombudene og skipsledelsen deltar, blir det fokusert på sikkerheten ombord. Det gjennomføres også månedlige allmøter hvor alle om bord kan ta opp sikkerhetsspørsmål.

1.8 Sikkerhetsstyringssystemet – relevante prosedyrer

1.8.1 Prosedyre for gjennomføring av før ankomst konferanse

I henhold til styringssystemet skal det avholdes en konferanse før skipet ankommer laste- eller lossehavn. I denne før ankomst konferansen, som ledes av overstyrmann, skal alle som er involvert i den forestående laste-/losseoperasjonen delta. Hensikten med konferansen er å gjennomgå de enkelte operasjonene/aktivitetene, herunder å gjennomgå:

- lastens karakteristiske egenskaper, med fokus på hvilke forholdsregler som må tas. I den forbindelse skal Material Safety Data Sheet (MSDS) konsulteres
- prosedyrene for å starte og avslutte laste-/losseoperasjonen
- kommunikasjonen mellom lastekontrollrommet og dekk
- de spesielle forholdene ved den aktuelle laste-/losseterminalen
- prosedyrene for nødsituasjoner og kommunikasjon

Forut for ulykken 4. februar 2011 ble før ankomst konferanse avholdt i forbindelse med Solstraums ankomst til Wilhelmshaven. Tilstede på møtet var overstyrmannen, vakthavende offiser og pumpemannen. Det er ikke bekreftet at mannskapet, herunder dekksmannen som stod lukevakt da ulykken skjedde, deltok på møtet, og rederiet anser det derfor som sannsynlig at de ikke gjorde det.

1.8.2 Prosedyrer for prøvetaking av lasten

I henhold til skipets manual for lastoperasjon⁵ skal det tas lastprøver for å beskytte og/eller forsvare rederiet mot eventuelle erstatningskrav som følge av forringet lastkvalitet. Det skal tas manifoldprøver, dvs. prøver i grenrør, både ved lasting og lossing. I tillegg kan det tas prøver fra lastetankene etter lasting og før lossing.

1.8.3 Prosedyrer for håndtering og overvåking av spesielle laster

Skipets manual for lastoperasjon⁶ inneholder generelle prosedyrer for håndtering og overvåking av spesielle laster. Innledningsvis presiseres det at noen lasttyper krever spesiell håndtering under lasting, under reiser og ved lossing. I den forbindelse skal alltid MSDS konsulteres for informasjon om den aktuelle lasten.

I forbindelse med transport av giftige laster presiserer prosedyren at Dräger tube skal være tilgjengelig for måling av gasskonsentrasjon. For å ta stilling til om Dräger tube er påkrevet for en konkret last skal Dräger-tubes / CMS-håndbok konsulteres. Hvis den aktuelle lasten er oppført i håndboken skal relevant tube finnes om bord.

På ulykkestidspunktet hadde Solstraum losset ethylene dichloride fra tankene 2P, 2S, 3S, 4P, 5P, 7P og 7S. I henhold til Dräger-tubes / CMS-håndbok⁷ finnes det ikke spesifikk tube for å måle konsentrasjonen av ethylene dichloride. Ettersom ethylene dichloride er kryss sensitiv med metyl bromide, kan imidlertid metyl bromide 0,2/a – tube benyttes for å måle konsentrasjonen av ethylene dichloride.

Når det gjelder konsentrasjonen av nitrogen bestemmes denne i følge rederiet på grunnlag av målt konsentrasjon av oksygen.

1.8.4 Prosedyrer for bruk av inertgass

Mange kjemikalier har egenskaper som krever at oksygenet i lastetankene erstattes med en nøytral gass, en såkalt inertgass. Hensikten med å fjerne oksygenet er å hindre brann eller eksplosjon, hindre kjemiske reaksjoner og opprettholde kvaliteten på lasten. Nitrogen (N₂), som benyttes som inertgass, pumpes inn i tankene både før og under lasting, på reisen og i forbindelse med lossing.

Skipets manual for lastoperasjon⁸ inneholder prosedyrer for bruk av inertgass. Nitrogen tilsettes vanligvis under høyt trykk og med stor gjennomstrømningsmengde. Prosedyren minner derfor om at kjemikalietankere ikke er designet for å tåle høyt innvendig trykk, og at strukturelle deformasjoner kan oppstå ved overtrykk på mindre enn 0,5 bar. Videre påpeker prosedyren viktigheten av at det er enighet om prosedyren for tilsetning av nitrogen, og at plan for nitrogentilførsel skal være en del av sjekklisten som benyttes av

⁵ Cargo Operation Manual 12.1.1

⁶ Cargo Operation Manual 6.1.1

⁷ Bekreftet av Dräger Safety Norge AS

⁸ Cargo Operation Manual 11.1.1

skip og landanlegg før lastning. Prosedyren beskriver også hvilke andre vurderinger som må gjøres med tanke på å ta forholdsregler ved tilførsel av nitrogen.

Prosedyren inneholder ikke informasjon om hvilke lasttyper som krever inertgass. Vanligvis inneholder imidlertid lastordren slik informasjon.

Beslutningen om å tilføre lastetankene inertgass i forbindelse med den aktuelle skipningen av ethylene dichloride forut for ulykken 4. februar 2011, ble tatt av lastens eier. Gjennomføring av prosessen ble styrt av surveyor fra land i Eastham. I tillegg til lasteier og surveyor var avskiper, agent, charterer, rederiet og besetningen på Solstrøm kjent med lasteiers krav om at lasten skulle inertes. Mens Solstrøm lå i Eastham kontrollerte surveyor, i samarbeid med skipets besetning, nitrogeninnholdet i tankene ved å måle oksygeninnholdet.

Når det er besluttet å tilføre lastetankene inertgass, krever rederiets styringssystem at det gjennomføres kontroller og at disse loggføres for den aktuelle reisen. Det er i den forbindelse utarbeidet ferdige skjemaer, bl. a. logg for tilførsel av nitrogen⁹, logg for kontroll av atmosfæretrykk¹⁰ og logging for lekkasjekontroll¹¹.

Av nevnte logger ble skjema for logging av atmosfæretrykk og skjema for logging av lekkasjekontroll benyttet, mens skjema for logging av nitrogentilførsel ikke ble benyttet på den aktuelle reisen.

1.8.5 Prosedyrer for rengjøring av lastetankene etter lossing

Skipets manual for lastoperasjon¹² inneholder prosedyrer for å rengjøre og frigjøre lastetankene for gass. Prosedyren påpeker at arbeid med rengjøring og gassfrigjøring skal gjennomføres på en sikker måte og i henhold til de forskjellige lastenes fysiske og kjemiske karakter, herunder brennbarhet, etsende eller korroderende evne, giftighet og reaktivitet. Obligatoriske lover og regler, samt relevante industristandarder, skal alltid følges.

1.8.5.1 *Prosedyre for planlegging av rengjøringsprosessen*

Prosedyren påpeker viktigheten av å planlegge rengjøringsarbeidet med utgangspunkt i hvilken type last som har blitt losset fra tanken og hvilken type last som skal lastes i tanken. Planen skal ta hensyn til:

- Eventuelle instruksjoner fra rederiet og avskiper
- Tilgjengeligheten og tilstanden på nødvendig utstyr
- Rengjøringsprosedyrene som skal følges
- Forventet tidsforbruk
- Adkomstmuligheten til kjeler, pumper og varmeelement

⁹ Skjema CO24 "Nitrogen / Air operations"

¹⁰ Skjema CO26 "Managing tank atmosphere"

¹¹ Skjema CO20 "Monitoring build up Flammable / Toxic Vapours"

¹² Cargo Operation Manual 13.1.1

- Detaljert plan for tankrengjøringsoperasjoner
- Mannskapskrav
- Sikkerhetsforanstaltninger

I forkant av enhver tankrengjøringsprosess skal det i henhold til prosedyren avholdes et møte ledet av overstyrmannen. Alle besetningsmedlemmer som skal delta i arbeidet skal også delta på møtet. Agendaen for møtet skal dekke hele tankrengjøringsplanen.

Forut for ulykken 4. februar 2011 ble det avholdt et tankrengjøringsmøte hvor overstyrmannen, kapteinen og pumpemannen deltok. Det er ikke bekreftet at mannskapet, herunder dekksmannen som stod lukevakt da ulykken skjedde, deltok på møtet, og rederiet anser det derfor som sannsynlig at de ikke gjorde det.

1.8.5.2 *Dokumentasjon knyttet til rengjøringsprosessen*

Følgende dokumentasjon skal utarbeides, når det er relevant, for enhver tankrengjørings- og gassfrigjøringsoperasjon:

- Tillatelse til å entre lukket rom
- Tankrengjøringsplan
- Tankatmosfæresjekk før bruk av kjemikalietilsetningsstoff

1.8.5.3 *Åpning av tanklukene*

Under tankrengjøringsoperasjoner skal tanklukene kun åpnes til tanker som rengjøres og lukene skal lukkes så snart operasjonen er avsluttet. Utslipp av brennbare eller giftige gasser til dekknivå skal minimaliseres eller unngås.

1.8.5.4 *Rengjøring etter frakt av brennbare laster*

Rederiets styringssystem definerer alle laster med antennelsestemperatur mindre enn 60 grader Celsius som brennbare¹³. I henhold til prosedyrene for tankrengjøring etter transport av brennbare laster, skal tanker som ikke er tilført inertgass først bunnspyles¹⁴ for å fjerne lastrester.

Lastrester skal vaskes ut med ambient temperert vann med et minimum av aktiviteter og utstyr involvert. Når lastrestene er fjernet skal tanken ventileres til gasskonsentrasjonen i atmosfæren når 10 % eller mindre av laveste eksplosjonsgrense (LEL). Når tanken er ventilert, og atmosfæren er målt og verifisert under 10 % av LEL, kan videre rengjøring med rengjøringsmiddel og varmt vann fortsette. Obligatorisk forvasking i henhold til kravene i MARPOL kan erstatte nedvasking.

For øvrig opplister prosedyren flere generelle sikkerhetsforanstaltninger ved rengjøring av tanker med atmosfære under 10 % av LEL. Blant annet skal tankene holdes lukket til rengjøringen igangsettes. Bare de lukene som skal benyttes under rengjøringsprosessen

¹³ EDC har flammepunkt på 13°C

¹⁴ I følge rederiet gjøres dette ved å fylle opp tanken med sjøvann via pumpen og senere droplinen for å unngå statisk elektrisitet

skal åpnes. Videre skal det gjennomføres regelmessige gassmålinger ved forskjellige stadier av vaskeprosessen. Aircondition anlegg skal slås av under gassfrigjøring. Hvis det er mistanke om at gass siver ut i aircondition anlegget, skal anlegget skrus av umiddelbart og ventilasjonsåpningene skal lukkes.

1.8.5.5 *Gassfrigjøring*

Prosedyren for gassfrigjøring påpeker blant annet følgende:

- Alle tanker som skal ventileres, skal holdes lukket inntil gassfrigjøringen starter.
- Transportable vifter skal plasseres slik at de blåser frisk luft ned i tanken. Dette er spesielt viktig når eksplosive gasser skal presses ut. Årsaken er at disse gassene ikke må passere gjennom viftene i tilfelle gnister skulle oppstå dersom utstyret går i stykker.
- Ved gassfrigjøring skal ingen oppholde seg i dekkområdet over den aktuelle tanken, spesielt i startfasen.
- Ved frigjøring av giftige gasser skal skipet holde stø kurs for å sikre at gassene ikke kommer inn i innredningen. Det skal også tas hensyn til skipets posisjon i forhold til hvor gassfrigjøring foretas.
- Når gassfrigjøringsprosessen avsluttes skal alle vifter være avslått i minimum ti minutter før det foretas endelig gassmåling ved hjelp av eksplosjons-måler og Dräger-utstyr. Disse målingene skal tas ved flere nivåer i tanken, samt i lasterørene.
- En tank skal bare anses som gassfri når det ikke kan måles brennbare og/eller giftige gasser. Ved avslutning av alle gassfrigjøringsoperasjoner skal alt utstyr som kan inneholde lastrester kontrolleres.
- Alle tanker som er gassfrie eller ikke krever ventilering, skal skalkes.

1.8.6 Prosedyrer for entring av lukkede rom og prosedyrer for entring av lastetankene

I henhold til skipets manual for lastoperasjon¹⁵ skal ingen lastinspektør eller annet personell entre en lastetank før sjekklisten for tillatelse til entring av lukket rom er fylt ut og ansvarlig offiser er til stede ved tankluken.

Under lastning, ballastering og tankrengjøring skal oksygenapparat være tilgjengelig i umiddelbar nærhet av lastedekket.

Entring av lukkede rom skal i henhold til skipets hovedmanual¹⁶ betraktes som en kritisk operasjon, og skal overvåkes av en ansvarlig person. Risikoanalyse skal gjennomføres (jf. MSM 7.1.1).

¹⁵ Cargo Operation Manual 2.1.1

¹⁶ Main Shipboard Manual 7.1.3

Lukkede rom inkluderer, men er ikke begrenset til, lastetanker, dobbeltbunn, brennoljetanker, ballasttanker, pumperom, kofferdammer, ubenyttede rom (void spaces), kjølkanaler, rom mellom barrierer, akselkasser og spilloljetanker.

Ved entring av lukkede rom skal det fokuseres på følgende:

- Mulig mangel på oksygen i atmosfæren (mindre enn 21 %)
- Mulig tilstedeværelse av eksplosiv og/eller giftig gass
- Sikker tilgang/utgang til/fra området
- Adekvat belysning
- Adekvat kommunikasjon
- Adekvate hjelpemidler til å gjennomføre redningsoperasjon

En person skal hele tiden å holde vakt ved inngangen når personell er inne i lukkede rom.

1.8.6.1 *Ansvar*

Kapteinen har det overordnede ansvaret for lukket rom- og tankoperasjoner. Overstyrmann skal utføre nødvendige gassmålinger. Overstyrmann kan imidlertid delegere gjennomføringen av slike målinger til sikkerhetsoffiser/vakthavende, og forberede entring av lukket rom tillatelse, når vedkommendes kjennskap til bruk/operering av gassmåleutstyr er dokumentert.

1.8.6.2 *Nødsituasjoner*

Hvis det oppstår en nødsituasjon under arbeid i lukkede rom/lastetanker skal prosedyren "Rescue from cargo tanks and other enclosed spaces" følges.

1.8.6.3 *Tillatelse til entring*

Før hvilket som helst personell entrer lukkede rom skal entring av lukket rom tillatelse foreligge. Tillatelsen skal foreligge sammen med risikoanalysen på et passende sted under hele operasjonen.

Tillatelsen skal bare gis for en periode som er tilstrekkelig til å gjennomføre oppdraget. Under ingen omstendighet skal perioden overstige 8 timer.

Tillatelsen skal betraktes som ugyldig hvis ventileringen av rommet opphører eller hvis noen av forutsetningene i sjekklister forandres.

Tillatelse til entring av lukket rom skal undertegnes av kapteinen eller overstyrmannen (gjelder kun lastetanker).

1.8.6.4 *Tillatelse til entring av lastetankene*

For å forenkle den administrative prosessen kan en tillatelse gjelde alle lastetanker som har blitt kontrollert og funnet sikre for entring, men tillatelsen må inneholde

målingsresultatene for hvert enkelt rom og de samme prosedyrene må gjelde for alle rommene som entres.

En fullstendig tankplan som viser hvilke tanker som er sikre for entring, skal være slått opp på et passende sted.

1.8.6.5 *Atmosfærekontroll*

Når en gassfrigjøringsprosess avsluttes skal alle vifter slås av i ti minutter før det gjennomføres endelige gassmålinger ved hjelp av følgende utstyr:

Alltid:

- Oksygenmåler – oksygeninnholdet skal være 21 volumprosent
- Eksplosjonsmåler – hydrogendamp konsentrasjon. Målt nivå skal være mindre enn 1 % LEL

Når det er aktuelt:

- Dräger testrør – for giftige produkter (konsulter Material Safety Data Sheet). Målt nivå skal ikke være høyere enn 0 ppm

Husk å foreta målinger ved flere nivåer i det lukkede rommet og i rør, ventilasjonssystem og ventiler forbundet med det lukkede rommet.

Laveste nivå i lensebrønner skal åpnes for å sikre at alle rør er fri for væske.

Hvis tidligere materialer i lukkede rom har vært giftig eller omsluttende områder inneholder/har inneholdt giftig materiale, skal det lukkede rommet måles for giftig gass.

Vær sikker på at målte verdier ikke endres under entring av tanken/det lukkede rommet.

En endring i målte verdier kan være forårsaket av lastrester i tankene eller tilhørende rør. Man må også være oppmerksom på lekkasjer i heatecoiler og tilliggende tanker. Regelmessige kontroller i samsvar med tillatelsen til entring må gjennomføres under hele operasjonen.

Personell som entrer lukkede rom skal være utstyrt med personlig måleutstyr.

1.8.6.6 *Merking*

Når et lukket rom er kontrollert og er trygt å entre, skal inngangen merkes med et skilt med teksten “SIKKERT Å ENTRE”.

Et skilt som indikerer “ARBEID I GANG” skal plasseres ved åpningen til det lukkede rommet og skiltet skal fjernes når arbeidet er avsluttet og alt personell er ute av rommet.

Når en tillatelse til entring av lukket rom kanselleres skal skiltet “SIKKERT Å ENTRE” fjernes fra inngangen til det lukkede rommet, og luken skal lukkes.

1.8.6.7 *Sikkerhetsutstyr*

Ved entring av lukket rom skal det benyttes passende sikkerhetsutstyr.

Sikkerhetsutstyr klart for umiddelbar bruk i tilfelle en redningsoperasjon skal gjøres klart og plasseres på et lett tilgjengelig sted.

Slikt utstyr skal som minimum bestå av:

- Ett sett oksygenapparat
- En redningsline
- En redningssele
- En lommelykt

1.8.6.8 *Kommunikasjon*

Ved entring av lukkede rom skal en dedikert vakt som er i stand til å kommunisere med personene som entrer det lukkede rommet være plassert ved eller i nærheten av inngangen.

1.8.7 Prosedyrer for entring av forurensede rom

I henhold til skipets manual for lastoperasjon skal lukkede rom generelt ikke entres før oksygeninnholdet er bekreftet å være tilstrekkelig og atmosfæren er ren og fri for eksplosive eller giftige gasser. Hvis det er nødvendig å entre forurensede rom på grunn av en nødsituasjon eller ved rengjøring av lastetanker skal, i tillegg til prosedyrene for entring av lukkede rom, følgende forholdsregler tas:

- Mangel på oksygen: Surstoffapparat skal benyttes
- Brennbare eller giftige væsker/gasser: Gasstette drakter skal benyttes
- Tankene rengjøres

Noen laster kan etterlate avfall eller avleiringer som bare kan fjernes mekanisk av personell som entrer lastetankene.

Slike operasjoner skal bare utføres når følgende kriterier er tilfredsstillt:

- Hvis det er UMULIG å fjerne tidligere last uten at personell entrer tankene
- En risikoanalyse er gjennomført
- Tillatelse til entring av lukket rom er verifisert og undertegnet av kapteinen
- Forholdsreglene i Material Safety Data Sheet er fulgt
- Alle farer og sikkerhetsmessige forhold knyttet til denne operasjonen er dokumentert og det er enighet om nødvendige forholdsregler

Før et hvilket som helst personell entrer lukket rom/lastetank skal sjekkliste S3 benyttes.

Tillatelse til entring av rommet skal være utstedt og foreligge. Tillatelse til å entre tanken skal være hengt opp i kontrollrommet under operasjonen.

For å forenkle den administrative prosessen kan en tillatelse gjelde alle lastetanker som har blitt kontrollert og funnet sikker for entring, men tillatelsen må inneholde målingsresultatene for hvert enkelt rom og de samme prosedyrene må gjelde for alle rommene som entres. Under slike omstendigheter skal lastetankene merkes for å indikere hvilke som er sikre å entre og hvilke som ikke er det, og streng kontroll skal foretas for å sikre at tillatelser er kansellert og merking endret når entring er gjennomført.

Tillatelse skal bare gis for en periode som er tilstrekkelig for å gjennomføre oppdraget. Under ingen omstendighet skal perioden overstige 8 timer.

Tillatelsen skal betraktes som ugyldig hvis ventileringen av rommet opphører eller hvis noen av forutsetningene i sjekkliste forandres.

Hvis det oppstår en nødsituasjon under arbeid i lukkede rom/lastetanker skal prosedyren "Rescue from cargo tanks and other enclosed spaces" følges.

Tillatelse til entring av lukket rom skal undertegnes av kapteinen eller overstyrmannen (kun lastetanker).

Overstyrmann skal utføre nødvendige gassmålinger. Overstyrmann kan imidlertid delegere gjennomføringen av slike målinger til sikkerhetsoffiser/vakthavende, og forberede entring av lukket rom tillatelse, når vedkommendes kjennskap til bruk/operering av gassmåleutstyr er dokumentert.

Når gassfrigjøringsprosessen avsluttes skal alle vifter slås av i ti minutter før det foretas endelig gassmåling ved hjelp av eksplosjons-måler og Dräger-utstyr.

Disse målingene skal tas ved flere nivåer i tanken, samt i lasterørene.

Den som er ansvarlig for å klargjøre tankene/rommene kan ikke være ansvarlig for å kontrollere tankene/rommene for gass, ettersom dette vil føre til mangel på integritet i kontrollen.

1.9 Lastens egenskaper

Solstraum hadde fraktet 4526,821 tonn ethylene dichloride (nå også kjent som 1,2-dikloreten), fordelt på lastetankene 2P, 2S, 3S, 4P, 5P, 7P og 7S, fra Eastham i England til Wilhelmshaven i Tyskland. Lossingen i Wilhelmshaven ble avsluttet 4. februar 2011 kl. 0525, 9 timer og 20 minutter før ulykken skjedde.

Ethylene dichloride er et kjemikalieprodukt med UN – nummer 1184. I henhold til IMDG – koden er ethylene dichloride en fargeløs væske med en kloroformlignende lukt. Væsken har antennelsestemperatur på 13 grader Celsius og eksplosjonsgrense på 6,2 – 15,9 %, dvs. at en atmosfære som inneholder mer enn 6,2 % og mindre enn 15,9 % ethylene dichloride – damp, er eksplosiv.

Ethylene dichloride – damp er giftig ved innånding. Akutt eksponering kan påvirke nervesystemet, med effekter som kvalme og oppkast. Hjertearytmi, lungeødem, bronkitt, hemoragisk gastritt og kolitt, depresjon og forandringer i hjernevev har blitt rapportert hos mennesker som har inntatt store mengder ethylene dichloride¹⁷. Grenseverdi for tillatt konsentrasjon av ethylene dichloride (IDLH¹⁸) er 50 ppm, med tillatte maksimumtopper på 200 ppm i 5 minutter i en hvilken som helst 3 – timers periode¹⁹.

I forbindelse med skipningen fikk Solstraum overlevert MSDS (Material Safety Data Sheet) fra avskipper, jf. vedlegg B.

1.10 Inertgassens egenskaper

Ifølge den europeiske industrigassforeningen EIGA²⁰ er nitrogen den gassen som ved ulykker i Europa tar livet av flest mennesker hvert år. Gassen er luktfri. Den er ikke giftig, men den fortrenger luften og dermed oksygenet og forårsaker kvelning.

Tørr, ren luft inneholder 78,08 volumprosent fritt nitrogen, jf. tabell 1.

Tabell 1: Sammensetningen av gasser i tørr atmosfære, per volum²¹. Fuktig atmosfære inneholder i tillegg vanndamp

Type gass	Volum % andel
Nitrogen (N ₂)	78,084
Oksygen (O ₂)	20.946
Argon (Ar)	0,934
Karbondioksid (CO ₂)	0,039
Neon (Ne)	0,001818
Helium (He)	0,000524
Metan (CH ₄)	0,000179
Krypton (Kr)	0,000114
Hydrogen (H ₂)	0,000055
Lystgass (N ₂ O)	0,00003
Xenon (Xe)	9 x 10 ⁻⁶
Ozon (O ₃)	0 – 7 x 10 ⁻⁶
Nitrogendioksid (NO ₂)	2 x 10 ⁻⁶
Karbonmonoksid (CO)	0,00001

Ved vanlig temperatur er nitrogen svært lite reaktivt. Dette skyldes at atomene i nitrogenmolekylene er meget fast bundet til hverandre. Reaktiviteten øker med økende temperatur.

På grunn av nitrogenets manglende evne til å underholde en forbrenning benyttes nitrogen som beskyttelsesatmosfære ved transport av brannfarlige stoffer.

¹⁷ Kilde: Environmental Protection Agency (EPA)

¹⁸ Immediately Dangerous To Life or Health

¹⁹ US Department of Labor, Occupational Safety & Health Administration

²⁰ European Industrial Gases Association

²¹ Kilde: Wikipedia

1.11 Egenskapene til methyl bromide²²

I forbindelse med en atmosfærekontroll mannskapet gjennomførte kl. 2220 ulykkesdagen, 7,5 timer etter ulykken, ble det benyttet en Dräger-Tube Methyl Bromide 0,2/a. Ved hjelp av denne tuben, som skal dekke området 0,2 – 8 ppm, ble det konstatert en gasskonsentrasjon på 0,1 ppm i lastetank 7P.

Methyl bromide, CH₃Br, er en fargeløs gass ved romtemperatur og en væske ved temperaturer under 38,5 °F (3,5 °C). Den er luktfri ved lave konsentrasjoner, men avgir en muggen eller fruktig lukt ved høye konsentrasjoner (over 1000 ppm). Methyl bromide er 3 ganger tyngre enn luft og kan hope seg opp lavtliggende og dårlig ventilerte områder.

Gassen er giftig og kan forårsake kramper, koma og langsiktig nevromuskulær og kognitiv svikt. Kort eksponering av høye konsentrasjoner eller langvarig innånding av lavere konsentrasjoner kan være dødelig. Eksponeringsnivåer som fører til død varierer fra 1600 – 60000 ppm, avhengig av varigheten av eksponeringen.

I følge Dräger Safety Norge AS er methyl bromide – gass kryss sensitiv med ethylene dichloride – gass.

1.12 Overlevelsesaspekter

1.12.1 Undersøkelse av forulykkedes maske

Under arbeidet med tankrengjøring benyttet både pumpemannen og dekksmannen filtermasker²³ fra produsenten Dräger. Etter ulykken ble masken som pumpemannen hadde benyttet sendt til maskeprodusenten for analyse. Resultatet av analysen kan oppsummeres som følger:

- På grunn av alder (produksjonsår 1990), viste masken tydelige tegn på slitasje, begynnende porøsitet og brudd. Blant annet var en dobbelknapp på selen defekt. Kravet til lekkasjetetthet ble ikke tilfredsstillt under testing, selv etter at dobbelknappen ble skiftet ut. Kravet til tetthet ble imidlertid tilfredsstillt etter utskifting av maskens ventil. Analysen konkluderer med at det ikke kan fastslås med sikkerhet om masken var tett eller utett på ulykkestidspunktet.
- Filteret, som maskeprodusenten hadde mottatt i en plastpose som inneholdt en gul, oljeaktig væske, viste tegn på korrosjon som følge av påvirkning av væsken. Blant de mange stoffene filteret ble kontrollert mot ble det bare funnet spor av ethylene dichloride. Analysen konkluderer med at filteret hadde blitt eksponert for en atmosfære inneholdende ethylene dichloride, men at det ikke kan fastslås med sikkerhet om dette hadde skjedd nede i tanken da ulykken skjedde eller på et tidligere tidspunkt.

1.12.2 Fysiologiske effekter av redusert oksygenivå i atmosfæren

I en normal atmosfære vil det være ca. 20,9 % oksygen. Generelt vil mangel på oksygen føre til redusert bevissthet, og forstyrrelse av en persons dømmekraft og evne til å utføre

²² Kilde: ATSDR (Agency for Toxic Substances & Disease Registry)

²³ Filtertype: Combined Filter 900 A2B2E2K1 P2 R D

oppgaver. Dette skjer innen kort tid og uten at personen registrerer det selv.

Tabell 2 indikerer effekten av redusert oksygenmengde på individet. Verdiene i tabellen er omtrentlige og kan variere fra individ til individ. Å oppholde seg i områder med mindre enn 18 % oksygen utgjør en risiko og med konsentrasjoner under 11 % er det fare for liv.

Tabell 2: Kvelning – effekt av oksygenkonsentrasjon²⁴.

Volum % konsentrasjon O ₂	Effekt og symptomer
18 - 21	Ingen merkbare symptomer for individet.
11 - 18	Redusert fysisk og mental kapasitet uten at det merkes av individet.
8 - 11	Mulighet for besvimelse innen få minutter uten forvarsel. Mulig død ved konsentrasjon under 11 %.
6 - 8	Besvimer etter kort tid. Hjerte-lunge-redning mulig hvis det iverksettes umiddelbart.
0 - 6	Besvimer nesten umiddelbart. Hjerneskader kan oppstå selv om individet redde ut.

1.13 Tidligere ulykker

I henhold til Sjøfartsdirektoratets ulykkedatabase er det ikke registrert tilsvarende ulykker tidligere verken med Solstrøm eller noen andre av rederiets skip.

1.14 Dagens regelverk

I henhold til § 9 i skipssikkerhetsloven²⁵ skal skip prosjekteres, bygges og utrustes på en slik måte at det ut fra skipets formål og fartsområde gir betryggende sikkerhet for liv og helse, miljø og materielle verdier. Departementet gir forskrifter om hvordan skip skal prosjekteres, bygges og utrustes for å tilfredsstille nevnte krav.

Lovens § 6 fastslår at rederiet har en overordnet plikt til å påse at byggingen og driften av skipet skjer i samsvar med reglene gitt i eller i medhold av loven, herunder at skipsføreren og andre som har sitt arbeid om bord, etterlever regelverket.

Krav til system for sikkerhetsstyring reguleres gjennom ISM forskriften²⁶. Forskriften kommer blant annet til anvendelse på norske lasteskip med bruttotonnasje på 500 eller mer. I henhold til § 2 i forskriften skal ethvert rederi ha et sikkerhetsstyringssystem som dekker både landorganisasjonen og det enkelte skip i samsvar med ISM koden.

Forhold knyttet til personsikkerhet reguleres gjennom ASH forskriften²⁷. For skip som skal ha sikkerhetsstyringssystem skal rederiet sikre at de krav som følger av nevnte ASH forskrift ivaretas gjennom sikkerhetsstyringssystemet. ASH forskriftens formål er å sikre at arbeid og fritid om bord tilrettelegges og organiseres slik at arbeidstakernes sikkerhet og fysiske og psykiske helse ivaretas.

²⁴ Kilde: University of Oxford <http://www.admin.ox.ac.uk/safety/s403.shtml>. Norsk oversettelse foretatt av SHT

²⁵ Lov 16. februar 2007 nr. 09 om skipssikkerhet

²⁶ Forskrift 14. mars 2008 nr. 306 om sikkerhetsstyringssystem på norske skip og flyttbare innretninger

²⁷ Forskrift 1. januar 2005 nr. 8 om arbeidsmiljø, sikkerhet og helse for arbeidstakere på skip

1.14.1 Krav relatert til transport av last i bulk

Norske bestemmelser om transport av last er regulert i henholdsvis forskrift om frakt av last²⁸ og forskrift om frakt av farlig last²⁹. Førstnevnte er en generell forskrift om transport av last som på grunn av den spesielle fare lasten utgjør for skipet eller de ombordværende kan kreve særlige forholdsregler. Sistnevnte forskrift gjelder transport av farlig last som pakket gods eller som faste bulklaster, transport av flytende kjemikalier i bulk og flytende gasser i bulk, samt pakket bestrålt kjernebrensel, plutonium og høyradioaktivt avfall. I henhold til kapittel 4 i forskriften skal skip som fører farlige, flytende kjemikalier i bulk følge:

- SOLAS kapittel VII Del B
- IBC – koden
- IMO Resolusjon A.673(16)

SOLAS – konvensjonens kapittel VII Del B henviser generelt til kravene i IBC – koden.

IBC – koden, som gjennom henvisningen i SOLAS er gjort obligatorisk, inneholder blant annet krav om ventilasjon og gassfrigjøring av lastetanker (kapittel 8), atmosfærekontroll (kapittel 9), personlig sikkerhetsutstyr (kapittel 14) og operasjonelle krav (kapittel 16).

IMO Resolusjon A.673(16) inneholder blant annet forhold knyttet til ventilasjon av lastetanker og deteksjon av damp.

1.14.2 Krav til ventilasjon og gassfrigjøring av lastetanker

IBC – koden skiller mellom såkalte åpne ventilasjonssystemer og kontrollerte ventilasjonssystemer. Forskjellen er at et såkalt kontrollert ventilasjonssystem har påmontert trykk- og vakuumløsningsventiler på lastetankene for å redusere trykket/vakuemet i tanken, mens det ikke er slike ventiler på tankene i et åpent ventilasjonssystem. I henhold til kapittel 17 i koden skal lastetankene være arrangert med kontrollert ventilasjonssystem ved transport av ethylene dichloride.

1.14.3 Krav til atmosfærerregulering

Områder med damp i eller ved lastetankene kan kreve spesiell regulering av atmosfæren. I henhold til IBC – koden kan atmosfæren reguleres på følgende fire alternative måter:

- Inerting: Fylling av lastetanken og tilstøtende rørsystem med gass eller damp som ikke støtter eller opprettholder forbrenning, og ikke reagerer med lasten.
- Padding: Fylling av lastetanken og tilstøtende rørsystem med en væske, gass eller damp som separerer lasten fra luften, og opprettholder denne tilstanden.
- Drying: Fylling av lastetanken og tilstøtende rørsystem med en tørr (fuktighetsfri) gass eller damp med et duggpunkt på -40°C eller lavere ved atmosfærisk trykk, og opprettholde denne tilstanden.

²⁸ Forskrift 29. juni 2006 nr. 785 om frakt av last på lasteskip og lektere

²⁹ Forskrift 8. august 2009 nr. 1481 om transport av farlig last om bord på norske skip

- Ventilation: Tvungen eller naturlig ventilasjon.

I henhold til koden er det ingen spesielle krav til atmosfæreregulering ved transport av ethylene dichloride.

1.14.4 Krav til personlig utstyr

Kapittel 14 i IBC – koden inneholder bestemmelser om personlig beskyttelsesutstyr, personlig sikkerhetsutstyr og personlig utstyr for bruk ved nødssituasjoner. Blant annet stilles det krav om at det skal finnes minst 3 sett med sikkerhetsutstyr om bord, hvorav hvert sett blant annet skal inneholde surstoffapparat. I tillegg skal det finnes åndedretts- og øye beskyttelse til alle om bord i tilfelle nødsituasjoner. I denne sammenheng er filtermasker ikke tilstrekkelig.

Ovennevnte minimumskrav gjelder imidlertid ikke ved transport av ethylene dichloride.

1.14.5 Bestemmelser relatert til operasjonelle forhold

Kodens kapittel 16 om operasjonelle forhold, inneholder bestemmelser om maksimum tillatt mengde last i pr. tank, bestemmelser om hvilken type informasjon som skal følge lasten, opplæring av personell, åpning og entring av lastetanker, lagring av lastprøver samt bestemmelser om lasttyper som ikke skal eksponeres for sterk varme.

I forbindelse med bestemmelsene om åpning og entring av lastetanker fremgår det at lukene til lastetankene skal holdes lukket under behandling og transport av last som produserer brennbar og/eller giftig damp. Personell skal ikke entre lastetanker med mindre:

- tanken er fri for giftig damp og det ikke er mangel på oksygen, eller
- vedkommende som entrer tanken benytter surstoffapparat og annet nødvendig beskyttelsesutstyr, og hele operasjonen overvåkes av ansvarlig offiser

Det presiseres videre at personell heller ikke skal entre tanker hvor det kun er brannfare, unntatt når operasjonen overvåkes av ansvarlig offiser.

Krav om kontroll av gassfare m.m. fremgår for øvrig også av sikkerhetsforskriften³⁰. Før noen uten godkjent åndedrettsbeskyttelse går inn i tanker, trange, innesluttede rom, tunneler eller lignende der det er mulighet for at det kan være gass eller for lite oksygen, skal man i henhold til disse bestemmelsene ha forvissnet seg om at luften der inne er ufarlig ved at det foretas nødvendige kontrollmålinger. Målinger skal foretas i forskjellig høydenivå og om nødvendig gjentatte ganger.

Forskriften stiller også krav om at det skal finnes minst et måleinstrument om bord for måling av hydrokarboner og minst et instrument for måling av oksygeninnholdet i luften eller om luften i rommet inneholder giftige eller helsefarlige gasser. Om det føres last som krever at det anvendes spesielt utstyr for måling av giftige, helsefarlige eller eksplosjonsfarlige gasskonsentrasjoner, skal det være slikt utstyr om bord. Forskriften krever også at de som skal utføre målingene er gitt nødvendig opplæring i å anvende utstyret. Videre krever forskriften at alle dører, luker, mannløkk m.m. til gassfarlige rom

³⁰ Forskrift 15. juni 1987 nr. 507 om sikkerhetstiltak m.m. på passasjer-, lasteskip og lektere

eller rom hvor det kan være oksygenmangel, skal være tydelig merket med skilt eller klebeplater som angir den fare for forgiftning og/eller oksygenmangel som en kan utsettes for i det enkelte rom.

Etter mange ulykker i forbindelse med entring av lukkede rom fastsatte IMO 27. november 1997 resolusjonen IMO Res. A.864(20) Recommendations for entring enclosed spaces aboard ships, jf. vedlegg C.

Havarikommisjonen er kjent med at det nå er internasjonale initiativ i regi av både MAIIF og IMO for å redusere antall ulykker i forbindelse med entring av lukkede rom, og at nevnte resolusjon er under revisjon. I den forbindelse vil havarikommisjonen også vise til sikkerhetstilråding SJØ nr. 2011/04T³¹, hvor havarikommisjonen tilrår at Sjøfartsdirektoratet vurderer å harmonisere nasjonalt regelverk mot internasjonale anbefalinger/regler på feltet entring av lukkede rom.

1.15 Myndighetenes og klasseselskapets tilsyn

Solstraum er registrert i Norsk Internasjonalt Register (NIS). For skip som er registrert i NIS har norske myndigheter delegert kontrollen til syv anerkjente klasseinstitusjoner³², herunder verifisering og godkjenning av rederienes og skipenes sikkerhetsstyringssystem.

Ettersom Solstraum er klasset i Det Norske Veritas (DNV) foretas myndighetskontroll og klassekontroll av DNV. DNV har også utstedt "Document of Compliance" (DOC) til Utkilen Shipping AS, samt alle relevante sertifikater, herunder Safety Management Certificate (SMC), til Solstraum.

Utstedelsen av DOC og SMC er en bekreftelse på at DNV har foretatt revisjoner av styringssystemet i rederiets landorganisasjon og om bord i Solstraum.

1.16 Gjennomførte tiltak

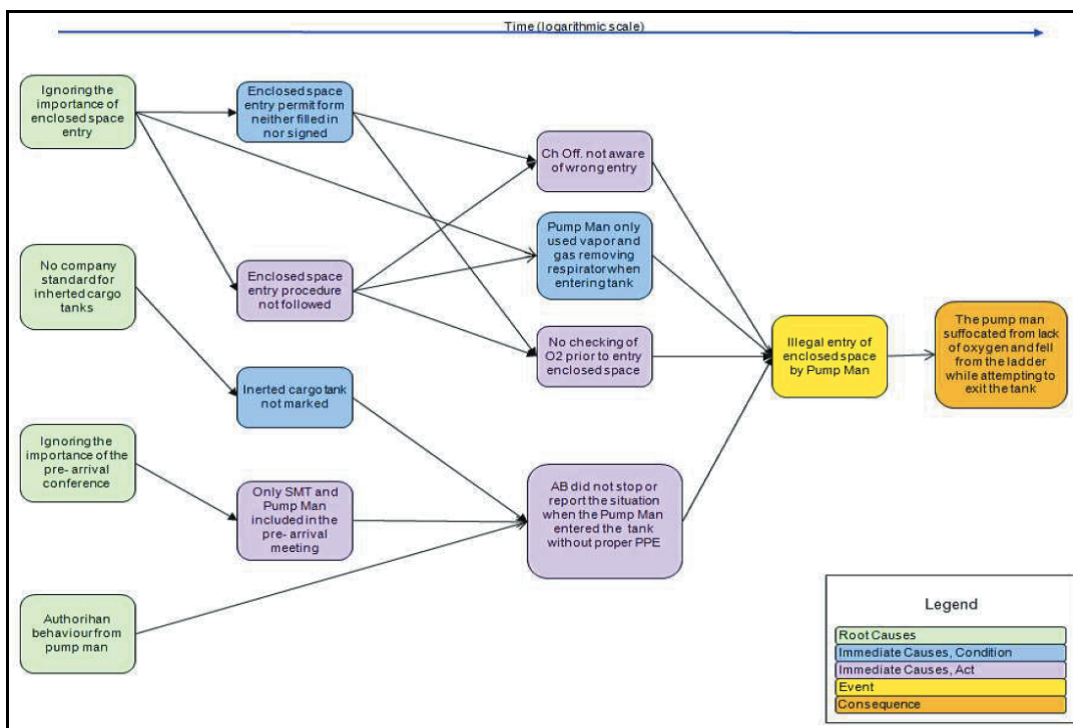
Etter ulykken om bord i Solstraum 4. februar 2011 har rederiet foretatt en intern undersøkelse. I den forbindelse har rederiet konkludert med at ulykken hadde følgende bakenforliggende årsaker:

- Viktigheten av å følge prosedyrene for entring av lukket rom ble ignorert
- Prosedyrer for merking av lastetanker som er tilført inertgass manglet
- Viktigheten av å følge prosedyrene for gjennomføring av møte etter avgang ble ignorert
- Pumpemannen ble oppfattet som autoritær

Rederiet har sammenfattet resultatet av den interne undersøkelsen i en figur som viser sammenhengen mellom årsak og effekt, jf. figur 9:

³¹ Ref. havarikommisjonens rapport om undersøkelse av arbeidsulykke ombord i Bow Cecil 8. mars 2010.

³² Det Norske Veritas (DNV), American Bureau of Shipping (ABS), Lloyds Register (LR), Germanischer Lloyd (GL), Bureau Veritas (BV), RINA S. p. A. (Registro Italiano Navale) og Class NK (Nippon Kaiji Kyokai). De to sistnevnte anerkjent fra høsten 2011.



Figur 9: Årsaks- og effektmodell. Kilde: Rederiets interne rapport etter ulykken

På grunnlag av årsaks- og effektmodellen har rederiet besluttet å iverksette flere korrektive og preventive tiltak, jf. tabell 3. I tillegg har rederiet besluttet å etablere barrierer basert på medvirkende årsaker, jf. tabell 4.

Tabell 3: Program for gjennomføring av korrektive og preventive tiltak.

Kilde: Rederiets rapport etter ulykken

Root causes	Require change in	Category	Description	Responsible	Status
(1) Ignoring the importance of enclosed space entry	Procedures	Corrective action	Strengthen procedures for Inerted Cargo Tanks	HSSEQ Manager	Deadline 15.03.2011
	Procedures	Corrective action	Vapour and Gas Removing Filter Respirators are prohibited	Safety Manager	Closed 21.02.2011
(2) No company standard for marking of inerted cargo tanks	Tools/equipment	Corrective action	Implement marking/sealing of inerted cargo tanks	Safety Manager	Deadline 15.03.2011
	Tools/equipment	Corrective action	Removing all vapour and gas removing filter respirators on all vessels	HSSEQ Manager	Closed 21.02.2011
(3) Ignoring the importance of the pre arrival conference	Training/Competence	Preventive action	* All employees are given S&QMS refresher training. Additional day during officer conferences in 2011	HSSEQ Manager	Deadlines: Manila 02.04.2011 Riga 13.04.2011 Bergen 26.05.2011 Bergen 29.09.2011 Manila 01.12.2011 Riga 08.12.2011
	Training/Competence	Preventive action	Establish "Prudent HSE culture" programme (<i>Sharing, Caring, Complying, Searching and Learning</i>)	HSSEQ Manager	Deadline: 31.12.2011
(4) Authoritarian leadership by pump man	Training/Competence	Preventive action	* Management type, leadership and cultural differences are included in all officer conferences in 2011	Director Ship Management	Deadline: Manila 02.04.2011 Riga 13.04.2011 Bergen 26.05.2011 Bergen 29.09.2011 Manila 01.12.2011 Riga 08.12.2011

Tabell 4: Styrking av barrierer basert på medvirkende årsaker.

Kilde: Rederiets rapport etter ulykken

Contributing factor	Procedures	Tools/Equipment	Training/Competence
Inerted tank operations rarely practiced by crew	Strengthen procedures for Inerted Cargo Tanks	Implemented Marking/ Sealing of Inerted Cargo Tanks	*All employees are given S&QMS refresher training. Additional day during all 6 officer conferences in 2011
Respirator used by pump man as PPE before entering the tank	Vapour and Gas Removing Filter Respirators are prohibited	Vapour and Gas Removing Filter Respirators have been removed from all vessels	*All employees are given S&QMS refresher training. Additional day during all 6 officer conferences in 2011
Crew member watched pump man entering the tank but did not protest and/or report	Establish "Prudent HSE culture" programme (<i>Sharing, Caring, Complying, Searching and Learning</i>)	N/A	Implement "Prudent HSE culture" programme (<i>Sharing, Caring, Complying, Searching and Learning</i>) * Management type, leadership and cultural differences are included in all officer conferences in 2011

2. ANALYSE

2.1 Innledning

Analysen tar sikte på å klargjøre detaljene rundt hendelsesforløpet, herunder å forstå bakgrunnen for at pumpemannen gikk ned i tanken og hvorfor entringen av tanken fikk det tragiske utfallet det fikk. I følge rapporten fra legeteamet som undersøkte den omkomne etter ankomst Rotterdam var dødsårsaken sannsynligvis oksygenmangel. Analysen drøfter atmosfæren i tanken på ulykkestidspunktet.

Analysen tar videre sikte på å synliggjøre hvilke barrierer som bør være etablert for at en slik hendelse ikke skal skje igjen. Havarikommisjonen har i den forbindelse vurdert regelverket relatert til transport av kjemikalier i bulk og til entring av lastetanker, samt regelverket knyttet til risikoanalyser og sikkerhetsstyring. SHT har også vurdert myndighetenes kontroll i forbindelse med det aktuelle regelverket. Havarikommisjonen har imidlertid ikke avdekket behov for endringer i regelverket eller myndighetenes tilsyn.

På denne bakgrunn begrenses analysen til å vurdere rederiets sikkerhetsstyringssystem opp mot regelverket og å vurdere om systemet er tilfredsstillende implementert om bord.

Havarikommisjonen har for øvrig også vurdert om de besetningsmedlemmene som var involvert hadde tilstrekkelig søvn og hvile i forkant av ulykken, men har på grunnlag av fremlagte logger over de involvertes arbeidstid konkludert med at tretthet eller søvnlighet sannsynligvis ikke var en medvirkende faktor.

2.2 Vurderinger av hendelsesforløpet

Etter lasting av ethylene dichloride i Eastham ble apparatet som skulle benyttes for å ta prøve av lasten sittende fast i heatecoilene i bunnen av lastetank 7P. Etter mislykkede forsøk på å få apparatet løs og opp fra tanken, ble målebåndet midlertidig festet over dekk slik at ikke hele prøvetakingsapparatet skulle forsvinne ned i lastetanken.

Lastprøveapparatet ble hengende slik til det sannsynligvis løsnet og falt ned i tanken enten før Solstrøm ankom Wilhelmshaven, i forbindelse med lossingen der, eller under vaskeprosessen som pågikk da ulykken skjedde. Dette var ikke uproblematisk ettersom apparatet kunne bli dratt inn i rør- og pumpe-systemene. I så fall ville lastprøveapparatet ha kunnet forårsaket materielle skader, og pumpemannen forsøkte sannsynligvis å forhindre at dette skjedde.

Selv om pumpemannen ikke kommuniserte dette til andre antar havarikommisjonen at han snarest mulig ville ned i lastetank 7P for å hente lastprøvingsapparatet. Jo lengre ut i rengjøringsprosessen han ventet, jo større var sannsynligheten for at lastprøveapparatet kunne forvolde skade. Etter at tanken var bunnspylt 5 minutter og vasket 1 time med kaldt sjøvann instruerte han vakthavende dekksmann om å montere opp og starte viften for å luften tanken. Viften hadde imidlertid ikke gått mer enn 5 minutter da pumpemannen igjen tilkalte dekksmannen og ba han stå lukevakt. Både pumpemannen og dekksmannen bar filtermasker slik rederiets prosedyrer for arbeid med tankrengjøring forutsetter.

I følge forklaringene til de øvrige besetningsmedlemmene ble det ikke foretatt måling av atmosfæren i tanken før pumpemannen entret tanken. Pumpemannen iførte seg heller ikke surstoffapparat. SHT antar at pumpemannen, med sin lange erfaring som mannskap

og pumpemann på kjemikalietankere, må ha visst at atmosfæren i tanken var slik at det ikke var trygt å oppholde seg i tanken. SHT mener at pumpemannen entret tanken med en kalkulert risiko. Han skulle bare ned å hente lastprøvingsapparatet, og mente at dette ville være fort gjort. Han kunne holde pusten. Med dette som utgangspunkt tok han to dype innpust og klatret ned lederen. Nede i tanken merket han sannsynligvis at han ikke ville være i stand til å hente lastprøvingsapparatet. Han snudde midtveis mellom lederen og apparatet, og klatret opp i lederen igjen. Halvveis opp mistet han trolig bevisstheten og falt bakover og ned i tanken igjen.

SHT legger videre til grunn at dekksmannen som stod vakt ved luka da ulykken skjedde forstod at entring av tanken på ulykkestidspunktet ville kunne innebære fare, men at han ikke kunne ha hindret pumpemannen i å entre tanken.

2.3 Atmosfæren i lastetanken

Målingene som ble foretatt av mannskapet ca. 5 minutter etter ulykken viste at oksygeninnholdet i tanken var mellom 14,3 og 14,5 %. LEL viste 0. En måling i tank 7P som mannskapet foretok 7,5 timer senere ved hjelp av Dräger methyl bromide – tube 0,2/a, viste en verdi på 0,1 ppm. Det ble ikke foretatt målinger av mengde nitrogen.

Som følge av at lastetank 7P var blitt tilført nitrogen både under lastning i Eastham, under reisen, og under lossing i Wilhelmshaven, var nitrogeninnholdet i tanken høyere enn i normal ren, tørr luft. Kommisjonen har ikke sett behovet for å beregne den nøyaktige sammensetningen av atmosfæren i tanken på dette tidspunkt, men tar utgangspunkt i at tanken umiddelbart etter lossing sannsynligvis inneholdt hovedsakelig nitrogen og ethylene dichloride – damp. Det antas at oksygeninnholdet var tilnærmet 0.

Etter at lossingen var avsluttet ble arbeidet med å rengjøre tanken påbegynt. Lastetank 7P ble bunnspylt 5 minutter med kaldt sjøvann og deretter vasket 1 time med kaldt sjøvann. Dette er lukkede prosesser som ikke påvirker atmosfæren i tanken.

Da pumpemannen entret tanken hadde viften gått i ca. 5 minutter, mens viften hadde gått i ca. 10 minutter da mannskapet foretok atmosfæremålingen. Dersom økningen i oksygeninnhold i atmosfæren hadde steget lineært hadde tanken inneholdt ca. 7,2 % oksygen da pumpemannen entret tanken. Viften for lufting av tanken er imidlertid montert i dekket, og utskiftingen av luften vil starte ovenfra og gradvis foregå nedover i tanken. SHT legger derfor til grunn at oksygeninnholdet i bunnen av tanken på ulykkestidspunktet var under 7,2 % og konkluderer med at det lave oksygeninnholdet kan ha forårsaket pumpemannens død.

Ettersom oksygeninnholdet var lavt, var nitrogeninnholdet sannsynligvis tilsvarende høyt. Nitrogen er i seg selv ikke giftig, og til tross for at konsentrasjonen var høy kan ikke nitrogenet i atmosfæren isolert sett ha forårsaket pumpemannens død.

I tillegg til oksygen og nitrogen inneholdt atmosfæren i bunnen av lastetanken sannsynligvis noe ethylene dichloride – damp på ulykkestidspunktet. Målingen som ble foretatt 7,5 timer etter ulykken ved hjelp av Dräger methyl bromide – tube 0,2/a viste en verdi på 0,1 ppm. Ettersom ethylene dichloride er kryss sensitiv med methyl bromide, ville denne tuben ha gitt utslag for begge. Havarikommisjonen legger imidlertid til grunn at målingen ga utslag for ethylene dichloride, og ikke methyl bromide. I motsetning til nitrogen er ethylene dichloride – damp giftig ved innånding. Tatt i betraktning den relativt lave konsentrasjonen av ethylene dichloride – damp (0,1 ppm) sett i forhold til

grenseverdien for tillatt konsentrasjon (50 ppm), anser havarikommisjonen det svært lite sannsynlig at eventuell tilstedeværelse av ethylene dichloride – damp kan ha forårsaket pumpemannen død. Resonnementet hadde vært det samme om målingen hadde gitt utslag for metyl bromide.

På denne bakgrunn anser havarikommisjonen at det mest sannsynlig var det lave oksygeninnholdet i lastetank 7P som førte til at ulykken fikk det utfallet den fikk. Også rapporten fra legeteamet som undersøkte den omkomne etter ankomst Rotterdam konkluderer med at pumpemannen sannsynligvis døde av oksygenmangel.

2.4 Sikkerhetsstyringssystemet – innhold og etterlevelse

Rederiets sikkerhetsstyringssystem inneholder prosedyrer blant annet for prøvetaking av lasten, bruk av inertgass, rengjøring av lastetankene, samt prosedyrer for entring av lukkede rom, herunder entring av lastetankene og entring av forurensede rom. Mange av prosedyrene er understøttet av sjekklister som skal benyttes om bord.

Havarikommisjonen har vurdert innholdet og etterlevelsen av de prosedyrene som er mest aktuelle i forhold til denne konkrete ulykken.

2.4.1 Planlegging av arbeidet

I henhold til styringssystemet skal det avholdes en konferanse før skipet ankommer laste- eller lossehavn. I denne såkalte før ankomst konferansen, som skal ledes av overstyrmann, skal alle som er involvert i den forestående laste-/losseoperasjonen delta. Videre skal det avholdes møte i forkant av enhver tankrengjøringsprosess, hvor arbeidet skal planlegges. Også dette møtet skal ledes av overstyrmannen, og alle besetningsmedlemmer som skal delta i arbeidet skal også delta på møtet.

Forut for ulykken 4. februar 2011 ble før ankomst konferanse og tankrengjøringsmøte avholdt henholdsvis 3. februar kl. 1400 og 4. februar kl. 0530. I tillegg til overstyrmannen var kapteinen og pumpemannen til stede på begge møtene. Dekksmannskapet, herunder dekksmannen som stod lukevakt da ulykken skjedde, deltok imidlertid ikke på noen av møtene.

Havarikommisjonens vurdering er at disse møtene har stor sikkerhetsmessig betydning. Det er viktig at alle som skal delta i arbeidsprosessene om bord er kjent med hva som skal gjøres og hvilke forholdsregler som må tas. Gjennomføringen av før ankomst konferanse og planleggingsmøte i forkant av tankrengjøring er derfor en viktig barriere i forhold til å unngå farlige situasjoner i arbeidet.

I dette tilfellet ble begge disse møtene gjennomført uten at alle som skulle delta i arbeidet var til stede. Prosedyrene i sikkerhetsstyringssystemet ble således ikke etterlevet på dette punktet.

2.4.2 Prøvetaking av lasten

Isolert sett vurderes ikke prosedyren for prøvetaking av lasten som en barriere i forhold til å forhindre ulykker. Den er likevel interessant i forhold til å vurdere etterlevelsen av styringssystemet. Prosedyren beskriver hvordan prøvetaking skal gjennomføres og hvordan lastprøvene skal oppbevares. Det fremgår også hvilke typer laster det skal tas prøver av, ved at det vises til bestemmelsene i IBC – koden. Det finnes

prøvetakingsutstyr om bord, som består av stålmålebånd påmontert en stålkolbe, jf. figur 3. I henhold til prosedyren skal prøvetaking logges på fastsatt skjema.

I forbindelse med lasting av ethylene dichloride i Eastham ble det tatt 4 prøver i manifold nr. 1. Dette ble logget i henhold til prosedyren. Da lastprøve skulle tas i lastetank 7P satte imidlertid stålkolben seg fast i heatecoilene i bunnen av tanken, og prøvetakingen ble ikke fullført for den aktuelle reisen.

Havarikommisjonen oppfatter det slik at prosedyren for prøvetaking av lasten i utgangspunktet ble fulgt på den aktuelle reisen og at styringssystemet ble etterlevet på dette punktet.

2.4.3 Bruk av inertgass

Prosedyren for bruk av inertgass påpeker innledningsvis at mange kjemikalier har egenskaper som krever at oksygenet i tanken erstattes med nitrogen. Prosedyren forklarer både hvorfor inertgass skal benyttes, hvordan det skal gjøres og hvilke forholdsregler som må tas. Prosedyren inneholder imidlertid ikke informasjon om hvilke typer last som krever nitrogenteppe. Etter havarikommisjonens syn burde prosedyren på dette punktet ha henvist til IBC – koden og anbefalingene fra avskiper gjennom MSDS.

I henhold til IBC – koden og MSDS er det ingen spesielle krav til atmosfæreregulering ved transport av ethylene dichloride. Likevel ble lastetankene med ethylene dichloride inertet både under lasting i Eastham, under reisen og i forbindelse med lossing i Wilhelmshaven. Isolert sett var dette uproblematisk. Ettersom prosedyren for bruk av inertgass ikke inneholder informasjon om hvilke typer last som krever nitrogenteppe, kan det heller ikke konkluderes med at sikkerhetsstyringssystemet ikke ble fulgt på dette punktet. Etter havarikommisjonens syn er det imidlertid viktig å følge de prosedyrene som gjelder for inerting av lastetankene når det likevel benyttes inertgass. Eksempelvis ble skjemaet for logging av nitrogentilførsel ikke benyttet for den aktuelle transporten slik styringssystemet forutsetter. Skjemaet har en funksjon både i forbindelse med å kontrollere operasjonen og dokumentere operasjonen. Det er også viktig at det gjennomføres før ankomst konferanse og tankrengjøringsmøte, slik at alle som deltar i arbeidet blir gjort kjent med at lastetankene inertes.

2.4.4 Rengjøring og gassfrigjøring av lastetankene

Prosedyren for å rengjøre og frigjøre lastetankene for gass påpeker at arbeidet skal gjennomføres på en sikker måte og i henhold til de forskjellige lastenes fysiske og kjemiske karakter. Obligatoriske lover og regler, samt relevante industristandarder, skal alltid følges.

Prosedyren påpeker viktigheten av å planlegge rengjøringsarbeidet med utgangspunkt i hvilken type last som har blitt losset fra tanken og hvilken type last som skal lastes i tanken, og planen skal blant annet ta hensyn til eventuelle instruksjoner fra rederiet og avskiper, tilgjengeligheten og tilstanden på nødvendig utstyr, samt rengjøringsprosedyrene som skal følges. Etter havarikommisjonens syn er prosedyren for å rengjøre og frigjøre lastetankene for gass tilfredsstillende.

Kommisjonens undersøkelse tyder også på at prosedyren ble fulgt forut for ulykken ved at rengjøringsarbeidet som var i prosess da ulykken skjedde, var planlagt slik sikkerhetsstyringssystemet forutsetter. Som påpekt tidligere under pkt. 2.4.1 vedrørende

gjennomføring av før ankomst konferanse og tankrengjøringsmøte, hadde imidlertid ikke alle som skulle delta i rengjøringsprosessen, deltatt i planleggingen.

2.4.5 Entring av lukkede rom

Entring av lukkede rom generelt, herunder entring av lastetanker, samt entring av forurensede rom, er viet stor oppmerksomhet i sikkerhetsstyringssystemet. I utgangspunktet skal ingen entre en lastetank før sjekklisten for tillatelse til entring av lukket rom er fylt ut. Tillatelse til entring av lastetanker skal undertegnes av kapteinen eller overstyrmannen, og ansvarlig offiser / dedikert vakt skal være til stede ved tankluken. Det fremgår også at entring av lukkede rom skal betraktes som en kritisk operasjon som forutsetter at det gjennomføres en risikoanalyse.

Havarikommisjonen vurderer det slik at prosedyrene for entring av lukkede rom er tilfredsstillende, men at prosedyrene ikke ble etterlevet i forbindelse med ulykken. Det ble ikke benyttet sjekkliste for entring av lukket rom, og tillatelse til å entre lastetanken ble ikke innhentet fra kapteinen eller overstyrmannen. Det var ikke gjennomført risikoanalyse, og det ble ikke foretatt kontrollmålinger av atmosfæren i tanken.

2.5 **Personlig sikkerhetsutstyr – tilgjengelighet, vedlikehold og bruk**

I henhold til prosedyren for entring av lukkede rom skulle det ha vært gjennomført kontroll av atmosfæren i tanken før entring fant sted. Utstyr for atmosfærekontroll fantes om bord, og med dette utstyret kunne oksygenivået, samt LEL, kontrolleres. Det fantes også Dräger methyl bromide – tube om bord, som kunne benyttes for å kontrollere ethylene dichloride – innholdet. Det fantes imidlertid ikke tube for å kontrollere nitrogenkonsentrasjon. I følge rederiet bestemmes konsentrasjonen av nitrogen på grunnlag av målt konsentrasjon av oksygen.

I tillegg til at det skulle ha vært gjennomført kontrollmålinger av atmosfæren i tanken skulle pumpemannen ha vært utstyrt med personlig måleutstyr. Slikt utstyr fantes om bord, men dette ble ikke benyttet i forbindelse med ulykken. Dersom det ikke er foretatt målinger som viser at atmosfæren er sikker forutsetter styringssystemet at vedkommende som skal entre et lukket rom benytter surstoffapparat og eventuelt beskyttelsesdrakt. Slikt utstyr fantes også om bord, men det ble ikke benyttet i forbindelse med ulykken.

Både pumpemannen og dekksmannen som stod lukevakt da ulykken skjedde benyttet filtermasker slik sikkerhetsstyringssystemet forutsetter under arbeid med rengjøring av lastetankene.

Slik havarikommisjonen ser det fantes det utstyr om bord for å kunne gjennomføre lukkede rom operasjoner på en sikker og forsvarlig måte. Igjen er det den praktiske gjennomføringen, dvs. bruken av utstyret, som sviktet. Havarikommisjonen stiller seg i den forbindelse også tvilende til bruken av filtermasker i arbeidet. I praksis beskytter disse maskene mot partikler i luften, samt enkelte gasser, men ikke mot lavt oksygeninnhold. Filtermasker kan derfor gi en falsk trygghet.

2.6 **Opplæring og erfaringsoverføring**

Skipets besetning har i utgangspunktet mange muligheter til å videreformidle kunnskap og erfaring til hverandre. I tillegg til at rederiet har et opplærings- og familiariseringsprogram for nytilsatte, er det etablert en verneombudsordning om bord.

Det gjennomføres månedlige møter i verne- og miljøutvalget hvor det fokuseres på sikkerheten ombord. Det gjennomføres også allmøter hvor alle om bord kan ta opp sikkerhetsspørsmål. Videre skal det avholdes før ankomst konferanser, hvor alle som er involvert i den forestående laste-/losseoperasjonen deltar. I forkant av enhver tankrengjøringsprosess skal det dessuten avholdes et møte der alle besetningsmedlemmer som skal delta i arbeidet også skal delta på møtet.

Etter havarikommisjonens syn har rederiet et tilfredsstillende opplegg for opplæring og erfaringsoverføring. Slik kommisjonen oppfatter det skyldes ikke ulykken kunnskapsmangel, men mangel på motivasjon og riktige holdninger i forhold til å etterleve prosedyrene i styringssystemet.

2.7 Rederiets oppfølging av ulykken

Etter havarikommisjonens mening har rederiet fulgt opp ulykken på en god måte i samsvar med intensjonene i ISM og ASH forskriftene, ved at det er gjennomført en intern undersøkelse for å avdekke de bakenforliggende årsakene og ved at det er gjennomført / planlagt gjennomført relevante korrigerende tiltak.

3. KONKLUSJON

Havarikommisjonen vil oppsummere undersøkelsen av ulykken om bord i Solstrøm 4. februar 2011 med følgende konklusjoner:

- Pumpemannen hadde sannsynligvis til hensikt å hente utstyret for prøvetaking av last da ulykken skjedde.
- Kommisjonen anser det som sannsynlig at oksygeninnholdet i bunnen av tanken på ulykkestidspunktet var under 7,2 %. Nitrogeninnholdet var sannsynligvis over 90 %. I tillegg inneholdt atmosfæren i bunnen av lastetanken noe ethylene dichloride – damp på ulykkestidspunktet.
- Pumpemannen hadde i forkant av ulykken ikke innhentet tillatelse til å entre tanken, og det var ikke gjennomført risikoanalyse. Atmosfæren i tanken var ikke kontrollert, og han benyttet ikke surstoffapparat.
- Ved entring av lastetanken var pumpemannen iført filtermaske. Etter havarikommisjonens syn kan filtermasker gi en falsk trygghet i slike situasjoner.
- På bakgrunn av at atmosfæren i tanken sannsynligvis inneholdt under 7,2 % oksygen og at det ikke ble benyttet surstoffapparat, anser havarikommisjonen det som sannsynlig at pumpemannen omkom som følge av oksygenmangel. Dette underbygges også av rapporten fra legeteamet som undersøkte den omkomne etter ulykken.
- Havarikommisjonen vurderer det slik at pumpemannen, med sin lange erfaring, var kjent med farene ved å entre tanken. Han vurderte det sannsynligvis slik at han ville være i stand til å klatre ned lederen, hente utstyret og klatre opp lederen igjen, uten oksygentilførsel.

- Overfor havarikommisjonen har dekksmannen som stod vakt ved luka da ulykken inntraff gitt uttrykk for at han forstod at entring av tanken på ulykkestidspunktet ville kunne innebære fare, men at han ikke kunne ha hindret pumpemannen i å entre tanken.
- Havarikommisjonens undersøkelse har ikke avdekket feil eller mangler ved de deler av rederiets sikkerhetssystem som håndterer forhold som er relevante i forbindelse med denne ulykken.
- Slik havarikommisjonen oppfatter det skyldes ikke ulykken kunnskapsmangel, men mangel på motivasjon og riktige holdninger i forhold til å etterleve prosedyrene i styringssystemet.
- Havarikommisjonens undersøkelse har avdekket at prosedyrene i rederiets styringssystem ikke ble etterlevet på denne aktuelle turen hverken i forhold til gjennomføring av før ankomst konferanse eller tankrengjøringsmøte, logging av nitrogentilførsel eller i forhold til entring av lukket rom. Mangelen på etterlevelse av styringssystemet gjelder således ikke bare den forulykkede pumpemannen som entret en lastetank uten å følge prosedyrene for entring av lukkede rom.
- Etter havarikommisjonens mening har rederiet fulgt opp ulykken på en god måte i samsvar med intensjonene i ISM og ASH forskriftene ved at det er gjennomført en intern undersøkelse for å avdekke de bakenforliggende årsakene og ved at det er gjennomført / planlagt gjennomført relevante korrigerende tiltak.

4. SIKKERHETSTILRÅDINGER

Undersøkelsen av denne sjøulykken har ikke avdekket forhold ut over det rederiet selv fokuserer på i sin interne rapport og som rederiet følger opp med korrigerende tiltak. Havarikommisjonen anser det derfor ikke nødvendig å fremme sikkerhetstilrådinger i denne rapporten.³³

Statens havarikommisjon for transport
Lillestrøm, 2. mai 2012

³³ Undersøkelserapport oversendes Nærings- og handelsdepartementet som treffer nødvendige tiltak for å sikre at det tas behørig hensyn til sikkerhetstilrådingene

VEDLEGG

Vedlegg A: Aktuelle forkortelser

Vedlegg B: MSDS (Material Safety Data Sheet)

Vedlegg C: IMO Res. A864(20) Recommendations for entering enclosed spaces aboard ships

VEDLEGG A: AKTUELLE FORKORTELSER

ASH	:	Arbeidsmiljø, sikkerhet og helse
DNV	:	Det Norske Veritas
DOC	:	Document of Compliance
EIGA	:	European Industrial Gases Association
ETA	:	Estimated time of arrival
HMS	:	Helse-, miljø og sikkerhet
IMDG	:	International Maritime Dangerous Goods
IMO	:	International Maritime Organisation
ISM	:	International Safety Management
LEL	:	Lower Explosive Limit
NHD	:	Nærings- og handelsdepartementet
NIS	:	Norsk Internasjonalt Skipsregister
MSC	:	Maritime Safety Committee
DSDS	:	Material Safety Data Sheet
PEC	:	Protection and Environment Committee
SAFIR	:	Safety Improvement Report
SHT	:	Statens havarikommisjon for transport
SMC	:	Safety Management Certificate
SMS	:	Safety Management System
SSQM-System	:	Safety, Security and Quality Management System
VHF	:	Very High Frequency

PRODUCT NAME:

ETHYLENE DICHLORIDE

SAFETY DATA SHEET

1. IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/PREPARATION AND COMPANY/UNDERTAKING

Address/Phone No.: INEOS Chlor Limited
Runcorn Site HQ
South Parade, PO Box 9
Runcorn, Cheshire, WA7 4JE
Tel : (01928) 561111, Fax : (01928) 516632

Emergency Phone No.: IN AN EMERGENCY DIAL 999 (UK only)
For specialist advice in an emergency telephone Runcorn (01928) 572000

Use of Substance / Preparation: Chemical intermediate
Specialised solvent.

2. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

Alternative names : 1,2-Dichloroethane

EC INDEX No. 602-012-00-7

2.1 HAZARDOUS INGREDIENT(S)

Hazardous ingredient(s)	%(w/w)	CAS No.	EC No.	Symbol	R Phrases
1,2-Dichloroethane (Ethylene Dichloride)	>99	000107-06-2	203-458-1	F, T	R45 R11 R22 R36/37/38

3. HAZARDS IDENTIFICATION

EC Classification: HIGHLY FLAMMABLE AND TOXIC , EU Category 2 Carcinogen



HIGHLY FLAMMABLE



TOXIC

Hazards

Highly flammable.
May cause cancer.
High exposures by inhalation may produce anaesthetic effects. Very high exposures may cause an abnormal heart rhythm and prove suddenly fatal.
Harmful if swallowed. Irritating to eyes, respiratory system and skin. Can be absorbed through skin.
Repeated exposure to high levels may produce liver and kidney damage.

PRODUCT NAME:

ETHYLENE DICHLORIDE

4. FIRST-AID MEASURES

Inhalation

Remove patient from exposure, keep warm and at rest. Administer oxygen if necessary. Apply artificial respiration if breathing has ceased or shows signs of failing.
Obtain immediate medical attention.

Skin Contact

Remove contaminated clothing. After contact with skin, wash immediately with plenty of water.
Obtain immediate medical attention.

Eye Contact

Immediately irrigate with eyewash solution or clean water, holding the eyelids apart, for at least 10 minutes.
Obtain immediate medical attention.

Ingestion

Do not induce vomiting. Provided the patient is conscious, wash out mouth with water and give 200-300 ml (half a pint) of water to drink.
Obtain immediate medical attention.

Further Medical Treatment

Symptomatic treatment and supportive therapy as indicated.
Adrenaline and similar sympathomimetic drugs should be avoided following exposure as cardiac arrhythmia may result with possible subsequent cardiac arrest.

5. FIRE-FIGHTING MEASURES

Highly flammable.
The gas is heavier than air and may travel a considerable distance to a source of ignition and flash back.
Take precautionary measures against static discharges.

Extinguishing Media

Water spray should be used to cool containers.
For small fire, use foam, carbon dioxide or dry powder.

Fire Fighting Protective Equipment

A self contained breathing apparatus must be worn in fire conditions.

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Eliminate sources of ignition. Ensure suitable personal protection during removal of spillages in a confined area. Contain spillages with sand, earth or any suitable adsorbent material. Do not adsorb onto sawdust or other combustible materials. Do not empty into drains. Transfer to a container for disposal or recovery. Allow small spillages to evaporate provided there is adequate ventilation. Spillages or uncontrolled discharges into watercourses must be alerted to the Environment Agency or other appropriate regulatory body.

7. HANDLING AND STORAGE

7.1 HANDLING

Avoid exposure. Obtain special instructions before use.
Wherever possible should be handled in high containment systems.
Do not breathe vapour. Avoid contact with skin and eyes.
Keep away from oxidising agents. Keep away from sources of ignition - No Smoking.
Take precautionary measures against static discharges.

7.2 STORAGE

Keep container tightly closed. Keep in a cool, well ventilated place. Keep away from heat and sources of ignition.
Protect from light.

PRODUCT NAME:**ETHYLENE DICHLORIDE****8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION**

Wear suitable protective clothing and eye/face protection.

Butyl rubber is better than PVC.

Gloves and protective clothing should be changed when permeation is likely.

Gloves and protective clothing should be changed if excessive exposure has occurred.

In case of insufficient ventilation, wear suitable respiratory equipment.

Atmospheric concentrations should be minimised and kept as low as reasonably practicable below the occupational exposure limit.

8.1 Occupational Exposure Limits

Hazardous ingredient(s)	CAS No.	LTEL 8 hr TWA ppm	LTEL 8 hr TWA mg/m3	STEL ppm	STEL mg/m3	Note:
1,2-Dichloroethane (Ethylene Dichloride)	000107-06-2	5	21	-	-	MEL Sk

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

These properties are the most relevant and no other properties are available.

Form	volatile oily liquid
Colour	clear colourless
Odour	slightly sweet
Odour Threshold (ppm)	40 approx
Boiling Point (Deg C)	83.5
Melting Point (Deg C)	-35.5
Flash Point (Deg C) [Closed cup].	13
Flammable Limits (Lower) (%v/v)	6.2
Flammable Limits (Upper) (%v/v)	16.2
Auto Ignition Temperature (Deg C)	413
Vapour Pressure (mm Hg)	64 at 20 Deg C
Density (g/ml)	1.26 at 20 Deg C
Solubility (Water)	slightly soluble
Solubility (Other)	miscible with chlorinated solvents , soluble in: organic solvents
Vapour Density (Air= 1)	3.35

10. STABILITY AND REACTIVITY

Hazardous Reactions Keep away from strong oxidising agents and active metals. May react with strong alkalis to form chloroacetylene which is very toxic and explosive.

Hazardous Decomposition Product(s) toxic vapours of hydrogen chloride

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Inhalation

High concentrations of vapour are irritant to the respiratory tract. High atmospheric concentrations may lead to nausea, headache, lightheadedness and drowsiness. May cause damage to liver and kidneys. Very high exposures may cause an abnormal heart rhythm and prove suddenly fatal.

Skin Contact

Irritating to skin. Will remove the natural greases resulting in dryness, cracking and dermatitis. Can be absorbed through skin. Repeated and/or prolonged skin contact with impregnated clothing may cause reddening, burning and blisters.

Eye Contact

Irritating to eyes. The vapour and liquid may be irritant. May cause severe eye irritation if not immediately irrigated.

PRODUCT NAME:

ETHYLENE DICHLORIDE

Ingestion

Harmful if swallowed.

Will cause irritation of the gastrointestinal tract. May cause adverse effects similar to inhalation, resulting in circulatory failure which could prove fatal. Large doses may produce adverse effects on the liver and kidneys.

Long Term Exposure

Repeated exposure to low concentrations above the occupational exposure limit may produce adverse effects on the central nervous system, resulting in nausea, vomiting and damage to liver, kidney and adrenals.

May cause cancer.

Lifetime ingestion studies in animals have shown that repeated doses produce cancer in both rats and mice. However inhalation studies in animals exposed to comparable doses have shown no increased tumour incidence. None of these effects are likely to occur in humans, provided exposure is maintained at or below the occupational exposure limit.

12. ECOLOGICAL INFORMATION

Environmental Fate and Distribution

High tonnage material used in wholly contained systems.

Liquid with moderate volatility.

The product is sparingly soluble in water.

The product has no potential for bioaccumulation.

Persistence and Degradation

Generally non-persistent, but may persist in ground water.

The product evaporates rapidly from water into the atmosphere where it degrades rapidly to harmless breakdown products.

The product has no potential for global warming or the creation of photochemical oxidants.

Does not deplete ozone.

Toxicity

Low toxicity to aquatic organisms.

Effect on Effluent Treatment

Unlikely to have an effect on effluent treatment systems.

13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

Disposal should be in accordance with local, state or national legislation.

14. TRANSPORT INFORMATION

UN No.	1184
UN Pack. Group	II
AIR	
ICAO/IATA	
: primary	3
: subsidiary 1	6.1
UN Packing group Air	II
SEA	
IMDG	
: primary	3
: subsidiary 1	6.1
U.N. Packing group Sea	II
Proper Shipping Name	ETHYLENE DICHLORIDE
Road/Rail	
ADR/RID Class	3
ADR Sin	1184

PRODUCT NAME:

ETHYLENE DICHLORIDE

15. REGULATORY INFORMATION

Name & Address of Supplier:	INEOS Chlor Limited Runcorn Site HQ South Parade, PO Box 9 Runcorn, Cheshire, WA7 4JE Tel : (01928) 561111, Fax : (01928) 516632
Name of Substance or Preparation:	ETHYLENE DICHLORIDE
Hazard(s) and Symbol(s):	HIGHLY FLAMMABLE : F TOXIC : T
Risk Phrases	R45 May cause cancer. R11 Highly flammable. R22 Harmful if swallowed. R36/37/38 Irritating to eyes, respiratory system and skin.
Safety Phrases	For use in industrial installations only. S53 Avoid exposure. Obtain special instructions before use. S16 Keep away from sources of ignition - No Smoking. S29 Do not empty into drains. S45 In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show the label where possible).
EC No.	203-458-1 EC Label
Special Restrictions:	Marketing and Use Directive (76/769/EEC) Carcinogens Directive (90/394/EEC as amended by 97/42/EC and 1999/38/EC) European Pollutant Emission Register (EPER). EU Decision 2000/479/EC. EU. Black List. Directive 76/464/EEC on pollution caused by certain dangerous substances discharged into the aquatic environment.
UK Control Regulations	Control of Substances Hazardous to Health Regulations (COSHH) 1999 SI 1999/437 and COSHH essentials: Easy steps to control chemicals - Control of Substances Hazardous to Health Regulations HSG193.

16. OTHER INFORMATION

This data sheet was prepared in accordance with Directive 2001/58/EC

The following sections contain revisions or new statements: 1,2,3,9,14,15,16

In the EU; this product cannot be placed on the market for sale to the general public and/or in diffusive applications such as in surface cleaning and cleaning of fabrics with the exception of medical, veterinary and cosmetic products (as defined by EU) and for purposes of research and development or for purpose of analysis.

Information in this publication is believed to be accurate and is given in good faith, but it is for the Customer to satisfy itself of the suitability for its own particular purpose. Accordingly, Ineos Chlor Limited gives no warranty as to the fitness of the Product for any particular purpose and any implied warranty or condition (statutory or otherwise) is excluded except to the extent that such exclusion is prevented by law. Freedom under Patent, Copyright and Designs cannot be assumed.

Glossary

OES : Occupational Exposure Standard (UK HSE EH40)
MEL : Maximum Exposure Limit (UK HSE EH40)
COM : The company aims to control exposure in its workplace to this limit
TLV : The company aims to control exposure in its workplace to the ACGIH limit
TLV-C: The company aims to control exposure in its workplace to the ACGIH Ceiling limit
MAK : The company aims to control exposure in its workplace to the German limit
Sk : Can be absorbed through skin
Sen : Capable of causing respiratory sensitisation
Bmgv : Biological monitoring guidance value (UK HSE EH40)
ILV : Indicative Limit Value (UK HSE EH40)
IOELV : Indicative Occupational Exposure Limit Value



ASSEMBLY
20th session
Agenda item 9

RESOLUTION A.864(20)
adopted on 27 November 1997

**RECOMMENDATIONS FOR ENTERING ENCLOSED
SPACES ABOARD SHIPS**

THE ASSEMBLY,

RECALLING Article 15(j) of the Convention on the International Maritime Organization concerning the functions of the Assembly in relation to regulations and guidelines concerning maritime safety,

BEING CONCERNED at the continued loss of life resulting from personnel entering shipboard spaces in which the atmosphere is oxygen-depleted, toxic or flammable,

BEING AWARE of the work undertaken in this regard by the International Labour Organization, Governments and segments of the private sector,

NOTING that the Maritime Safety Committee, at its fifty-ninth session, approved appendix F to the Code of Safe Practice for Solid Bulk Cargoes concerning recommendations for entering cargo spaces, tanks, pump-rooms, fuel tanks, cofferdams, duct keels, ballast tanks and similar enclosed spaces,

NOTING FURTHER the decision of the Maritime Safety Committee at its sixty-sixth session to replace appendix F referred to above with the recommendations annexed to this resolution,

HAVING CONSIDERED the recommendation made by the Maritime Safety Committee at its sixty-sixth session,

1. ADOPTS the Recommendations for Entering Enclosed Spaces Aboard Ships set out in the Annex to the present resolution;
2. INVITES Governments to bring the annexed Recommendations to the attention of shipowners, ship operators and seafarers, urging them to apply the Recommendations, as appropriate, to all ships;
3. REQUESTS the Maritime Safety Committee to keep the Recommendations under review and amend them, as necessary.

ANNEX

RECOMMENDATIONS FOR ENTERING ENCLOSED SPACES ABOARD SHIPS**PREAMBLE**

The object of these recommendations is to encourage the adoption of safety procedures aimed at preventing casualties to ships personnel entering enclosed spaces where there may be an oxygen deficient, flammable and/or toxic atmosphere.

Investigations into the circumstances of casualties that have occurred have shown that accidents on board ships are in most cases caused by an insufficient knowledge of, or disregard for, the need to take precautions rather than a lack of guidance.

The following practical recommendations apply to all types of ships and provide guidance to seafarers. It should be noted that on ships where entry into enclosed spaces may be infrequent, for example, on certain passenger ships or small general cargo ships, the dangers may be less apparent, and accordingly there may be a need for increased vigilance.

The recommendations are intended to complement national laws or regulations, accepted standards or particular procedures which may exist for specific trades, ships or types of shipping operations.

It may be impracticable to apply some recommendations to particular situations. In such cases, every endeavour should be made to observe the intent of the recommendations, and attention should be paid to the risks that may be involved.

1 INTRODUCTION

The atmosphere in any enclosed space may be deficient in oxygen and/or contain flammable and/or toxic gases or vapours. Such an unsafe atmosphere could also subsequently occur in a space previously found to be safe. Unsafe atmosphere may also be present in spaces adjacent to those spaces where a hazard is known to be present.

2 DEFINITIONS

2.1 *Enclosed space* means a space which has any of the following characteristics:

- .1 limited openings for entry and exit;
- .2 unfavourable natural ventilation; and
- .3 is not designed for continuous worker occupancy,

and includes, but is not limited to, cargo spaces, double bottoms, fuel tanks, ballast tanks, pump-rooms, compressor rooms, cofferdams, void spaces, duct keels, inter-barrier spaces, engine crankcases and sewage tanks.

2.2 *Competent person* means a person with sufficient theoretical knowledge and practical experience to make an informed assessment of the likelihood of a dangerous atmosphere being present or subsequently arising in the space.

2.3 *Responsible person* means a person authorised to permit entry into an enclosed space and having sufficient knowledge of the procedures to be followed.

3 ASSESSMENT OF RISK

3.1 In order to ensure safety, a competent person should always make a preliminary assessment of any potential hazards in the space to be entered, taking into account previous cargo carried, ventilation of the space, coating of the space and other relevant factors. The competent person's preliminary assessment should determine the potential for the presence of an oxygen-deficient, flammable or toxic atmosphere.

3.2 The procedures to be followed for testing the atmosphere in the space and for entry should be decided on the basis of the preliminary assessment. These will depend on whether the preliminary assessment shows that:

- .1 there is minimal risk to the health or life of personnel entering the space;
- .2 there is no immediate risk to health or life but a risk could arise during the course of work in the space; and
- .3 a risk to health or life is identified.

3.3 Where the preliminary assessment indicates minimal risk to health or life or potential for a risk to arise during the course of work in the space, the precautions described in 4, 5, 6 and 7 should be followed as appropriate.

3.4 Where the preliminary assessment identifies risk to life or health, if entry is to be made, the additional precautions specified in section 8 should also be followed.

4 AUTHORIZATION OF ENTRY

4.1 No person should open or enter an enclosed space unless authorised by the master or nominated responsible person and unless the appropriate safety procedures laid down for the particular ship have been followed.

4.2 Entry into enclosed spaces should be planned and the use of an entry permit system, which may include the use of a checklist, is recommended. An Enclosed Space Entry Permit should be issued by the master or nominated responsible person, and completed by a person who enters the space prior to entry. An example of the Enclosed Space Entry Permit is provided in the appendix.

5 GENERAL PRECAUTIONS

5.1 The master or responsible person should determine that it is safe to enter an enclosed space by ensuring:

- .1 that potential hazards have been identified in the assessment and as far as possible isolated or made safe;
- .2 that the space has been thoroughly ventilated by natural or mechanical means to remove any toxic or flammable gases, and to ensure an adequate level of oxygen throughout the space;
- .3 that the atmosphere of the space has been tested as appropriate with properly calibrated instruments to ascertain acceptable levels of oxygen and acceptable levels of flammable or toxic vapours;
- .4 that the space has been secured for entry and properly illuminated;
- .5 that a suitable system of communication between all parties for use during entry has been agreed and tested;
- .6 that an attendant has been instructed to remain at the entrance to the space whilst it is occupied;
- .7 that rescue and resuscitation equipment has been positioned ready for use at the entrance to the space, and that rescue arrangements have been agreed;
- .8 that personnel are properly clothed and equipped for the entry and subsequent tasks; and
- .9 that a permit has been issued authorizing entry.

The precautions in .6 and .7 may not apply to every situation described in this section. The person authorizing entry should determine whether an attendant and the positioning of rescue equipment at the entrance to the space is necessary.

5.2 Only trained personnel should be assigned the duties of entering, functioning as attendants, or functioning as members of rescue teams. Ships' crews should be drilled periodically in rescue and first aid.

5.3 All equipment used in connection with entry should be in good working condition and inspected prior to use.

6 TESTING THE ATMOSPHERE

6.1 Appropriate testing of the atmosphere of a space should be carried out with properly calibrated equipment by persons trained in the use of the equipment. The manufacturers' instructions should be strictly followed. Testing should be carried out before any person enters the space, and at regular intervals thereafter until all work is completed. Where appropriate, the testing of the space should be carried out at as many different levels as is necessary to obtain a representative sample of the atmosphere in the space.

6.2 For entry purposes, steady readings of the following should be obtained:

- .1 21% oxygen by volume by oxygen content meter; and
- .2 not more than 1% of lower flammable limit (LFL) on a suitably sensitive combustible gas indicator, where the preliminary assessment has determined that there is potential for flammable gases or vapours.

If these conditions cannot be met, additional ventilation should be applied to the space and re-testing should be conducted after a suitable interval. Any gas testing should be carried out with ventilation to the enclosed space stopped, in order to obtain accurate readings.

6.3 Where the preliminary assessment has determined that there is potential for the presence of toxic gases and vapours, appropriate testing should be carried out using fixed or portable gas or vapour detection equipment. The readings obtained by this equipment should be below the occupational exposure limits for the toxic gases or vapours given in accepted national or international standards. It should be noted that testing for flammability does not provide a suitable means of measuring for toxicity, nor vice versa.

6.4 It should be emphasized that pockets of gas or oxygen-deficient areas can exist, and should always be suspected, even when an enclosed space has been satisfactorily tested as being suitable for entry.

7 PRECAUTIONS DURING ENTRY

7.1 The atmosphere should be tested frequently whilst the space is occupied, and persons should be instructed to leave the space should there be a deterioration in the conditions.

7.2 Ventilation should continue during the period that the space is occupied and during temporary breaks. Before re-entry after a break, the atmosphere should be re-tested. In the event of failure of the ventilation system, any persons in the space should leave immediately.

7.3 In the event of an emergency, under no circumstances should the attending crew member enter the space before help has arrived and the situation has been evaluated to ensure the safety of those entering the space to undertake rescue operations.

8 ADDITIONAL PRECAUTIONS FOR ENTRY INTO A SPACE WHERE THE ATMOSPHERE IS KNOWN OR SUSPECTED TO BE UNSAFE

8.1 If the atmosphere in an enclosed space is suspected or known to be unsafe, the space should only be entered when no practical alternative exists. Entry should only be made for further testing, essential operation, safety of life or safety of a ship. The number of persons entering the space should be the minimum compatible with the work to be performed.

8.2 Suitable breathing apparatus, e.g. of the air-line or self-contained type, should always be worn, and only personnel trained in its use should be allowed to enter the space. Air-purifying respirators should not be used as they do not provide a supply of clean air from a source independent of the atmosphere within the space.

8.3 The precautions specified in 5 should also be followed, as appropriate.

8.4 Rescue harnesses should be worn and, unless impractical, lifelines should be used.

8.5 Appropriate protective clothing should be worn particularly where there is any risk of toxic substances or chemicals coming into contact with the skin or eyes of those entering the space.

8.6 The advice in 7.3 concerning emergency rescue operations is particularly relevant in this context.

9 HAZARDS RELATED TO SPECIFIC TYPES OF CARGO

9.1 Dangerous goods in packaged form

9.1.1 The atmosphere of any space containing dangerous goods may put at risk the health or life of any person entering it. Dangers may include flammable, toxic or corrosive gases or vapours that displace oxygen, residues on packages and spilled material. The same hazards may be present in spaces adjacent to the cargo spaces. Information on the hazards of specific substances is contained in the IMDG Code, the Emergency Procedures for Ships Carrying Dangerous Goods (EMS) and Materials Safety Data Sheets (MSDS). If there is evidence or suspicion that leakage of dangerous substances has occurred, the precautions specified in 8 should be followed.

9.1.2 Personnel required to deal with spillages or to remove defective or damaged packages should be appropriately trained and wear suitable breathing apparatus and appropriate protective clothing.

9.2 Bulk liquid

The tanker industry has produced extensive advice to operators and crews of ships engaged in the bulk carriage of oil, chemicals and liquefied gases, in the form of specialist international safety guides. Information in the guides on enclosed space entry amplifies these recommendations and should be used as the basis for preparing entry plans.

9.3 Solid bulk

On ships carrying solid bulk cargoes, dangerous atmospheres may develop in cargo spaces and adjacent spaces. The dangers may include flammability, toxicity, oxygen depletion or self-heating, which should be identified in shipping documentation. For additional information, reference should be made to the Code of Safe Practice for Solid Bulk Cargoes.

9.4 Oxygen-depleting cargoes and materials

A prominent risk with such cargoes is oxygen depletion due to the inherent form of the cargo, for example, self-heating, oxidation of metals and ores or decomposition of vegetable oils, animal fats, grain and other organic materials or their residues. The materials listed below are known to be capable of causing oxygen depletion. However, the list is not exhaustive. Oxygen depletion may also be caused by other materials of vegetable or animal origin, by flammable or spontaneously combustible materials, and by materials with a high metal content:

- .1 grain, grain products and residues from grain processing (such as bran, crushed grain, crushed malt or meal), hops, malt husks and spent malt;
- .2 oilseeds as well as products and residues from oilseeds (such as seed expellers, seed cake, oil cake and meal);
- .3 copra;
- .4 wood in such forms as packaged timber, roundwood, logs, pulpwood, props (pit props and other propwood), woodchips, woodshavings, woodpulp pellets and sawdust;
- .5 jute, hemp, flax, sisal, kapok, cotton and other vegetable fibres (such as esparto grass/Spanish

grass, hay, straw, bhusa), empty bags, cotton waste, animal fibres, animal and vegetable fabric, wool waste and rags;

- .6 fishmeal and fishscrap;
- .7 guano;
- .8 sulphidic ores and ore concentrates;
- .9 charcoal, coal and coal products;
- .10 direct reduced iron (DRI)
- .11 dry ice;
- .12 metal wastes and chips, iron swarf, steel and other turnings, borings, drillings, shavings, filings and cuttings; and
- .13 scrap metal.

9.5 Fumigation

When a ship is fumigated, the detailed recommendations contained in the Recommendations on the Safe Use of Pesticides in Ships* should be followed. Spaces adjacent to fumigated spaces should be treated as if fumigated.

10 CONCLUSION

Failure to observe simple procedures can lead to people being unexpectedly overcome when entering enclosed spaces. Observance of the principles outlined above will form a reliable basis for assessing risks in such spaces and for taking necessary precautions.

*Refer to the Recommendations on Safe Use of Pesticides in Ships, approved by the Maritime Safety Committee of the Organization by circular MSC/Circ.612, as amended by MSC/Circ.689 and MSC/Circ.746.

APPENDIX

EXAMPLE OF AN ENCLOSED SPACE ENTRY PERMIT

This permit relates to entry into any enclosed space and should be completed by the master or responsible officer and by the person entering the space or authorized team leader.

General		
Location/name of enclosed space.....		
Reason for entry.....		
This permit is valid	from:.....hrs	Date.....
	to :.....hrs	Date.....
		(See note 1)

Section 1 - Pre-entry preparation		
(To be checked by the master or nominated responsible person)		
	Yes	No
● Has the space been thoroughly ventilated ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● Has the space been segregated by blanking off or isolating all connecting pipelines or valves and electrical power/equipment ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● Has the space been cleaned where necessary ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● Has the space been tested and found safe for entry ? (See note 2)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● Pre-entry atmosphere test readings:		
- oxygen.....% vol (21%)		By:.....
- hydrocarbon.....% LFL (less than 1%)		
- toxic gases.....ppm (specific gas and PEL)		Time:.....
	(See note 3)	
● Have arrangements been made for frequent atmosphere checks to be made while the space is occupied and after work breaks ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● Have arrangements been made for the space to be continuously ventilated throughout the period of occupation and during work breaks ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● Are access and illumination adequate ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Yes	No
● Is rescue and resuscitation equipment available for immediate use by the entrance to the space ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● Has a responsible person been designated to be in constant attendance at the entrance to the space?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● Has the officer of the watch (bridge, engine room, cargo control room) been advised of the planned entry ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● Has a system of communication between all parties been tested and emergency signals agreed ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● Are emergency and evacuation procedures established and understood by all personnel involved with the enclosed space entry ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● Is all equipment used in good working condition and inspected prior to entry ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● Are personnel properly clothed and equipped ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Section 2 - Pre-entry checks (To be checked by the person entering the space or authorized team leader)	Yes	No
● I have received instructions or permission from the master or nominated responsible person to enter the enclosed space	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● Section 1 of this permit has been satisfactorily completed by the master or nominated responsible person	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● I have agreed and understand the communication procedures	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● I have agreed upon a reporting interval of.....minutes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● Emergency and evacuation procedures have been agreed and are understood	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● I am aware that the space must be vacated immediately in the event of ventilation failure or if atmosphere tests show a change from agreed safe criteria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Section 3 - Breathing apparatus and other equipment		
(To be checked jointly by the master or nominated responsible person and the person who is to enter the space)		
	Yes	No
● Those entering the space are familiar with the breathing apparatus to be used	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● The breathing apparatus has been tested as follows:		
- gauge and capacity of air supply	
- low pressure audible alarm	
- face mask - under positive pressure and not leaking	
● The means of communication has been tested and emergency signals agreed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
● All personnel entering the space have been provided with rescue harnesses and, where practicable, lifelines	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Signed upon completion of sections 1,2 and 3 by:

Master or nominated responsible person..... Date..... Time.....

Responsible person supervising entry Date..... Time.....

Person entering the space or authorized team leader Date..... Time.....

Section 4 - Personnel entry		
(To be completed by the responsible person supervising entry)		
Names	Time in	Time out
.....
.....
.....
.....

Section 5 - Completion of job		
(To be completed by the responsible person supervising entry)		
● Job completed	Date.....	Time.....

● Space secured against entry	Date.....	Time.....
● The officer of the watch has been duly informed	Date.....	
Time.....		

Signed upon completion of sections 4 and 5 by:

Responsible person supervising entry Date..... Time.....


THIS PERMIT IS RENDERED INVALID SHOULD VENTILATION OF THE SPACE STOP OR IF ANY OF THE CONDITIONS NOTED IN THE CHECKLIST CHANGE

Notes:

- 1 The permit should contain a clear indication as to its maximum period of validity.
- 2 In order to obtain a representative cross-section of the space's atmosphere, samples should be taken from several levels and through as many openings as possible. Ventilation should be stopped for about 10 minutes before the pre-entry atmosphere tests are taken.
- 3 Tests for specific toxic contaminants, such as benzene or hydrogen sulphide, should be undertaken depending on the nature of the previous contents of the space.

STOP!

Have you been through the drill?



You should **NEVER** enter any enclosed space unless an Enclosed Space Entry Permit has been issued.

Enclosed spaces can kill!

Do not ignore or forget it —

you may end-up like this

