

Brandblusinstallaties op passagiersschepen

Risico analyse van de vaste brandblusinstallatie aan boord van de Maasdam



HZ-de Ruyter Academy
Holland America Line
Auteur: Geert-Jan Hermes
Begeleider: M.C. Meerburg
Vlissingen, 16-12-2016
Versie: 3.0

Brandblusinstallaties op passagiersschepen

Risico analyse van de vaste brandblusinstallatie aan boord van de Maasdam

Eind Onderzoek



Holland America Line®
SAVOR THE JOURNEY



HZ de Ruyter Academy
Holland America Line
Auteur: Geert-Jan Hermes
Mail: herm0026@hz.nl
Studentnummer: 00062277
Opleiding: Maritiem Officier
Begeleider: MC Meerburg
2° Beoordelaar: P.Harts
Vlissingen, 16-12-2016
Versie: 3.0

Samenvatting

Branden op cruiseschepen komen voor en doordat de huidige cruiseschepen steeds groter worden met meer passagiers en uitbreiding van het totaal aantal schepen wereldwijd zullen branden steeds vaker voorkomen. De uitkomst van een brand hangt af van een aantal factoren waarbij dit onderzoek zich vooral spitst op het gebruik van de vaste brandblusinstallatie. Vaste brandblusinstallaties zijn mits goed gebruikt het beste middel om een grote brand zonder gevaar voor meer slachtoffers onder controle te brengen. Dat het gebruik van deze installaties en de afwikkeling van branden niet altijd volgens plan gaat blijkt uit de negen cases die zijn gebruikt voor dit onderzoek. Hoewel de MS Maasdam een veilig schip is die aan alle eisen voldoet kan er altijd geleerd worden van incidenten uit het verleden.

De negen cases die zijn onderzocht zijn allen passagiersschepen met een brand waarbij de vaste brandblusinstallaties zijn gebruikt. Hieruit is gebleken dat de oorzaken van deze branden vooral van technische aard waren, dit zijn 7 van de 9 cases. De meerderheid van de aanbevelingen die werden gedaan in deze cases waren daarentegen toegespitst op verbeteren van het menselijk handelen, dit zijn 23 van de 41 aanbevelingen.

Daarnaast is gekeken naar hoe bruikbaar deze aanbevelingen zijn ofwel de relevantie voor het schip MS Maasdam in de huidige situatie. De conclusie daaruit is dat er uiteindelijk 12 bruikbaar waren om toe te passen en nog eens 3 aanbevelingen die voortkwamen uit het onderzoeken naar nog meer mogelijkheden. Van deze in totaal 15 aanbevelingen zijn de situaties van voor en na het toepassen van de oplossingen(aanbevelingen) berekend in een FMEA-model (bijlage 9) en is er een score aan verbonden. Deze score zegt iets over het totale risico van een proces of situatie, en door deze te berekenen zijn uiteindelijk 10 oplossingen overgebleven omdat deze de situatie het meest verbeterde. Deze zijn:

- Passagiers (beter) informeren over brandveiligheid
- Installeren rookmelder op balkon
- Pilot flessen (CO₂) benoemen met cijfers
- Beter trainen in controle procedures
- Beter leren kennen van de lay-out van de machinekamer
- Oefenen met wegvallen van bepaalde sleutelfiguren in noodsituaties
- Beter leren bedienen van de vaste brandblusinstallaties
- Een vaste procedure voor het binnentreden van een brandende ruimte
- Sprinklers installeren op het embarkatie dek
- Oefenen van machinekamer brand met dek fireteams

Van de 10 oplossingen of adviezen zijn er 8 die zich spitsen op het menselijk handelen, waarbij de conclusie getrokken kan worden dat training en uitbreiding van kennis zelfs met de huidige standaarden in onderwijs niet onderschat moet worden. Uiteindelijk is het de mens die er voor moet zorgen dat een noodsituatie opgelost wordt en de techniek is er om hem hierin te ondersteunen.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Korte introductie bedrijf en schip	4
1.2	M/S Maasdam	4
1.3	Probleemstelling.....	5
2	Theoretisch kader.....	6
2.1	Wet & regelgeving passagiersschepen.....	6
2.2	Onderzoeken naar brandveiligheid aan boord (passagiers)schepen	7
2.3	Vaste brandblusinstallaties aan boord de MS Maasdam	9
3	Methodiek & randvoorwaarden.....	10
3.1	Methode.....	10
3.2	Risico analyse	10
3.3	Cases.....	13
3.4	Vier stappen	14
3.5	Randvoorwaarden	16
4	Resultaten.....	17
4.1	Stap 1.....	17
4.1.1	Wat zijn de oorzaken van de branden?.....	17
4.1.2	Wat zijn de aanbevelingen van deze onderzoeken?	19
4.1.3	Welke oorzaak en aanbeveling kwam het meest voor?	23
4.1.4	Conclusie stap 1.....	24
4.2	Stap 2.....	25
4.2.1	Welke oorzaken en aanbevelingen zijn relevant?	25
4.2.2	Conclusie stap 2.....	28
4.3	Stap 3.....	29
4.3.1	Adviezen uit het vorige hoofdstuk	29
4.3.2	Adviezen aan de hand van de huidige situatie	30
4.3.3	Totaal risico (RPN) voor en na	31
4.3.4	Conclusie stap 3.....	32
5	Discussie	33
6	Conclusie & aanbevelingen	34
6.1	Conlusie	34
6.2	Aanbevelingen.....	34
7	Bibliografie.....	37
	Bijlagen	38

1 Inleiding

Dit onderzoek richt zich op het gebruik van de vaste brandblusinstallaties aan boord van passagiersschepen. Het onderzoek is onderdeel van de afstudeerperiode en richt zich dan ook op het schip waar de laatste stage is gelopen, namelijk het cruiseschip MS Maasdam. In dit document staat een (korte) introductie van de rederij en het schip, de probleemstelling, het theoretisch kader wat uitlegt welke bronnen ik ga gebruiken, de methodiek van het onderzoek met randvoorwaarden, resultaten, conclusie die getrokken zijn en de bijlagen met extra informatie.

1.1 Korte introductie bedrijf en schip

Holland America Line wordt breed erkend als leider in het hoogste segment van de cruisesector. Met een vloot van 14 schepen biedt het bedrijf bijna 500 cruises naar 415 aanleghavens in 98 landen, gebieden en gebiedsdelen.

Holland America Line, dat in 2013 140 jaar bestaat, vervoerde sinds de oprichting meer dan 11 miljoen passagiers van Europa naar de Nieuwe Wereld en naar vakantiebestemmingen overal ter wereld. Tegenwoordig worden meer dan 800.000 cruisepassagiers per jaar vervoerd (Holland America Line, 2016).

1.2 M/S Maasdam

De *ms Maasdam* is genoemd naar de rivier de Maas in Nederland en het vijfde schip in de 140 jaar lange geschiedenis van Holland America Line dat deze naam draagt. Met een lengte van 219 meter is de *Maasdam* ontworpen om minder gasten aan boord te nemen, maar is voorzien van meer ruimte voor optimaal comfort (Holland America Line, 2016).

Technische gegevens:

Werf: Fincantieri (Italie)
Tewaterlating: 1993
Vlag: Nederland
Thuishaven: Rotterdam
Type: S-klasse
Lengte: 219 meter
Breedte: 31 meter
Diepgang (zomer): 7,80 meter
Gross tonnage: 55575
Snelheid(max): 22 knopen
Passagiers: 1258
Bemanning: 580
IMO-nummer: 8919257



1.3 Probleemstelling

Een van de grootste gevaren aan boord van een schip is brand en dit voorkomen en bestrijden is een belangrijke taak. De IMO¹ heeft dan ook in de SOLAS² en in de FSS-code³ voorschriften en regels opgesteld voor het voorkomen en bestrijden van branden aan boord van schepen met behulp van bijvoorbeeld: regels omtrent indeling ruimtes, detectie systemen, vaste brandblussystemen, SMS⁴ etc.

De vaste brandblusinstallaties aan boord worden veelal de beste manier geacht om een grote uitslaande brand te bestrijden dan wel onder controle te krijgen en te houden. Ondanks al deze voorschriften en regels vanuit zowel internationale organisaties en vanuit rederijen zelf komt het nog steeds voor dat een brand niet onder controle kan worden gehouden. Voorbeeld hiervan is te zien met branden waar gebruik gemaakt moest worden van de vaste brandblusinstallaties zoals aan boord van de 'Star Princess' op 23 Maart 2006, 'Carnival Splendor' op 8 November 2010 en de 'Carnival Triumph' op 10 Februari 2013. Dit zijn passagiersschepen die aan de eisen voldeden die gesteld worden door de IMO en de vlaggenstaten en toch ging het op deze schepen mis. Dit kwam bijvoorbeeld door verkeerd gebruik van de vaste brandblusinstallatie of door het falen van de installatie.

De onderzoeksvraag die hiervoor geformuleerd is:

“Welke adviezen kunnen er gegeven worden omtrent het gebruik van de vaste brandblusinstallaties van de MS Maasdam op basis van analyse van branden op passagiersschepen met vergelijkbare brandblussystemen?”

De bijbehorende deelvragen om tot het antwoord op de onderzoeksvraag te komen zijn:

1. Wat voor informatie geeft de analyse van branden aan boord van passagiersschepen?
 - 1.1. Wat zijn de oorzaken van de branden?
 - 1.2. Wat zijn de aanbevelingen van deze onderzoeken?
 - 1.3. Welke oorzaken en aanbevelingen kwamen het meest voor?
2. Welke oorzaken en aanbevelingen zijn relevant voor de MS Maasdam?
3. Welke adviezen kunnen gegeven worden aan de MS Maasdam?

Doel:

Het doel van dit onderzoek is om een analyse te maken van branden op passagiersschepen, waarbij een of meerdere vaste brandblusinstallaties niet werkte, door middel van officiële rapporten. Hieruit kan een conclusie worden getrokken wat de meest voorkomende oorzaak is die er voor zorgt dat het ondanks alle regels en voorschriften nog steeds misgaat. Door deze conclusies te vergelijken met de huidige situatie aan boord van de MS Maasdam kan er een risico analyse worden gemaakt van de brandblussystemen. Vanuit deze risico analyse wordt er gekeken welke adviezen gegeven kunnen worden.

¹ International Maritime Organization (onderdeel van de VN)

² Safety of Life at Sea

³ Fire Safety Systems Code

⁴ Safety Management System

2 Theoretisch kader

In dit onderzoek wordt gekeken naar verschillende “onderdelen” om de deelvragen te beantwoorden. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de theoretische achtergrond van deze “onderdelen”. De “onderdelen” die in dit hoofdstuk beschreven worden.

- Wet & regelgeving passagiersschepen
- Onderzoeken naar brandveiligheid aan boord (passagiers)schepen
- Vaste brandblusinstallaties aan boord de MS Maasdam

2.1 Wet & regelgeving passagiersschepen

De MS Maasdam van de Holland America Line die onder de Nederlandse vlag vaart is een cruiseschip met capaciteit voor 1258 passagiers en is in de absolute definitie een passagiersschip. “Een passagiersschip is een schip dat meer dan twaalf passagiers vervoert” (IMO, 2016). Op de MS Maasdam gelden daarom zowel de nationale wet & regelgeving voor passagiersschepen van Nederland als de internationale wet & regelgeving die is opgesteld door zowel de IMO als de ILO⁵. De Nederlandse nationale wetgeving is veelal gespiegeld aan de internationale eisen van de IMO, ILO en de Europese richtlijnen. De Nederlandse wetgeving voor de veiligheid aan boord van passagiersschepen is terug te vinden in:

- Schepenwet
- Schepenbesluit 2004
- Regeling veiligheid zeeschepen

In deze wetsartikelen wordt er veel gerefereerd naar de richtlijnen van zowel de IMO als degene die door Europa zijn opgesteld. Hoewel dit onderzoek tot doel heeft een of meerdere adviezen uit te brengen aan de MS Maasdam worden er cases gebruikt van schepen die onder verschillende vlaggen varen en waarvan de nationale wetgeving niet overeenkomt met de Nederlandse nationale wetgeving. Door deze beperking wordt er alleen gerefereerd aan de internationale richtlijnen opgesteld door IMO en ondergebracht in de SOLAS, ISM-code, FSS-code en de FTP-code⁶. Deze codes zijn opgesteld om richtlijnen te verzorgen ter verbetering van de veiligheid aan boord van schepen. De laatste jaren zijn er grote veranderingen gebracht in de richtlijnen omdat de huidige passagiersschepen blijven groeien in zowel grootte als het aantal passagiers. “Het Maritime Safety Committee (MSC) heeft in haar 82^e zitting in November-December 2006 een pakket aan wijzigingen gebracht aan SOLAS, het resultaat van een uitgebreide evaluatie van de veiligheid aan boord van passagiersschepen gestart in 2000 met als doel het beoordelen of de huidige regelgeving voldoende was in het bijzonder voor de grote passagiersschepen die nu worden gebouwd” (IMO, 2016). Deze wijzigingen zijn er gekomen niet omdat de schepen niet voldeden aan de eisen maar omdat de eisen niet voldoende veilig meer werden geacht met deze grootte van schepen. Deze nieuwe eisen gelden voor schepen gebouwd vanaf 1 Juli 2010. Het hoofdstuk in SOLAS wat van toepassing is voor dit onderzoek is: *chapter II-2 Construcion – Fire protection, fire detection and fire extinction*. “In december 2000 heeft de IMO een geheel herziende chapter II-2 opgesteld, die op 1 juli 2002 in werking is getreden. De nieuwe structuur richt zich meer op het proces in plaats van het type schip”

⁵ International Labour Convention (onderdeel van de VN)

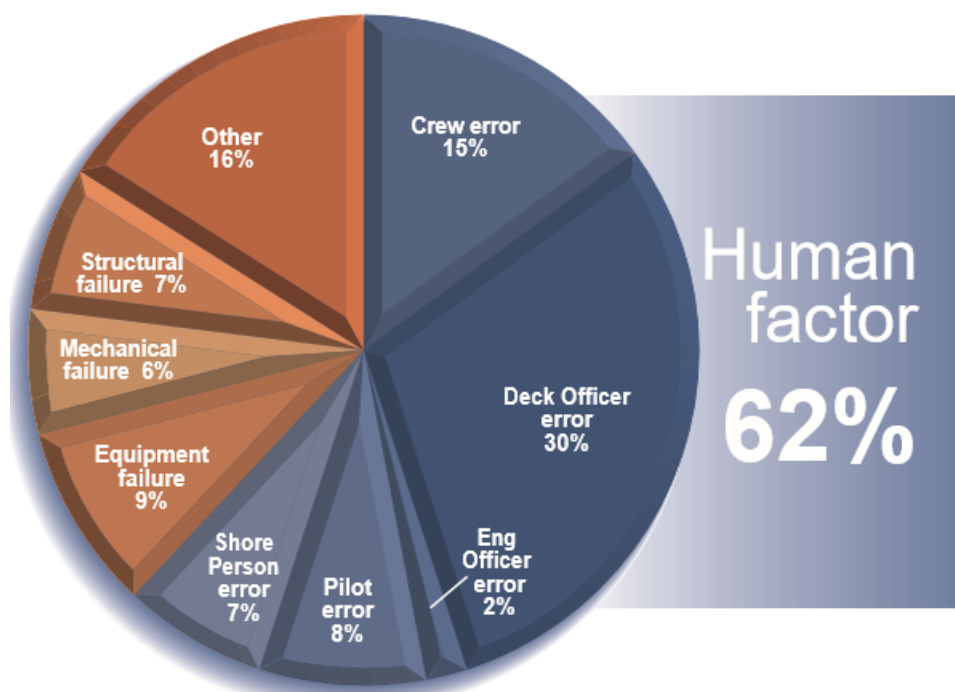
⁶ Fire Test Procedures

(IMO, 2016). Buiten dit hoofdstuk om heeft de IMO verschillende andere codes uitgebracht om deze verder te verduidelijken en extra eisen te stellen. " Het doel van de FSS Code is dan ook om internationale normen voor brandveiligheid systemen vereist door herziene SOLAS hoofdstuk II-2, op grond waarvan zij verplicht worden gesteld te bieden. De FSS Code bestaat uit 15 hoofdstukken, die elk betrekking hebben op specifieke systemen en regelingen, met uitzondering van hoofdstuk I, die een aantal definities en ook algemene eisen voor de goedkeuring van alternatieve ontwerpen en giftige blusmiddelen bevat" (IMO, 2016). " Naast verbeteringen in de technische voorschriften, was de inwerkingtreding van de International Safety Management (ISM-code) voor passagiersschepen in 1998 een belangrijke stap in de nadruk op de "menselijke factor" kant van de scheepvaart, door middel van een internationale standaard voor het veilig beheer en de exploitatie van schepen en ter voorkoming van verontreiniging" (IMO, 2016). De M/S Maasdam voldoet aan alle richtlijnen zowel internationaal als nationaal toch is het voor het ontwikkelen van een advies van belang deze richtlijnen door te spitten voor extra informatie.

2.2 Onderzoeken naar brandveiligheid aan boord (passagiers)schepen

Een onderzoek naar de oorzaken van incidenten aan boord schepen door de UK P&I club kwam tot de conclusie dat de 'human factor' in 62% meespeelde zoals te zien in figuur 1, deze cijfers zijn van alle gemelde incidenten. " Menselijke fouten kosten de maritieme industrie jaarlijks \$ 541m volgens de Britse P & I Club. Vanuit hun eigen analyse van 6091 grote vorderingen (meer dan \$ 100.000) over een periode van 15 jaar, heeft de Club vastgesteld dat deze claims hun leden \$ 2,6 miljard hebben gekost, 62% daarvan is te wijten aan menselijke fouten" (Alert!, 2003). In dit onderzoek is gebleken dat veel incidenten een menselijke oorzaak hebben, twee voorbeelden zijn door verkeerde of gebrekkige informatie (opleiding) of door vermoeidheid. Een groot deel van de oplossingen of adviezen moet dus gezocht worden in een manier om deze 'human errors' te verminderen. Dit zal waarschijnlijk ook terugkomen in de gevonden oorzaken en aanbevelingen van de onderzochte cases.

"De maritieme industrie vertrouwt op de mensen om een actieve koppeling te zijn tussen delen van



de technologie en om de primaire risicobeheersings functie te zijn wanneer grote degradatie plaats vindt binnen de technologie, door middel van incidenten, schade of mislukking. Echter, mensen reageren in overeenstemming met hoe zij de risico's inschatten waarmee zij worden geconfronteerd en niet hoe de risicobeoordeling er van uitgegaan is dat ze zouden reageren" (V.Pomeroy, 2014). Dit onderzoek komt terug op het feit dat mensen

als mensen reageren zelfs als deze gedegen zijn opgeleid en gecertificeerd zijn en dus niet altijd voorspelbaar en volgens de plannen. Voor het maken van aanbevelingen zal moeten worden gekeken om geen onnodige extra handelingen te plaatsen of zelfs kijken of bepaalde handelingen helemaal achterwege gelaten kunnen worden in de al bestaande plannen om de kans op fouten te verkleinen.

Een statistische analyse naar branden aan boord van passagiers en cruiseschepen laten zien dat de hoofd oorzaak van het ontstaan van brand incidenten door mensen wordt veroorzaakt(tabel 1). “ De beschrijvende statistische analyse heeft tot bepaalde conclusies geleidt met betrekking tot de parameters; namelijk in veel gevallen is menselijke nalatigheid schuldig aan het ontstaan van brand incidenten aan boord. Vooral ontstekingsbronnen zoals "sigaretten, lucifers en dergelijke rookwaren" geeft ongeveer 20% van de records. Elektrische factoren zijn ook betrokken bij de uitbarsting van branden. Bovendien, keukens en hutten (interieur-exterieur, ofwel passagierscabine of crew cabin) zijn de meest voorkomende ruimtes aan boord waar een brand uitbreekt met een frequentie van 19,7% en 21,4%, respectievelijk; incinerator rooms volgend met 15,1%” (Ventikos, 2013). Dit onderzoek heeft geleidt tot de volgende conclusie: “ Brand kan verwoestend op een schip zijn - in het bijzonder op een passagiersschip, waar grote aantallen mensen kunnen worden blootgesteld aan groot gevaar. Op 1 juli 2002, is een uitgebreide nieuwe set van eisen voor brandbeveiliging, branddetectie en brandbestrijding aan boord van schepen in werking getreden als een nieuwe herziene hoofdstuk II-2 van de SOLAS. Maar afgezien van de goed gedocumenteerde technologische vooruitgang op het gebied van branddetectie en blussen, is het de voortdurende studie en de uitvoering van de lessen die uit eerdere brand incidenten naar voren kwamen die de scheepvaart kan helpen om een beter perspectief te bieden in de richting van dit probleem en voorzien van praktische, realistische oplossingen en uitwegen” (Ventikos, 2013). De conclusie uit dit onderzoek is dus dat net zoals al in eerder onderzoek was geconcludeerd de hoofdoorzaak van brand menselijk is. De lessen en aanbevelingen uit eerder onderzochte branden moeten worden overgenomen om daarmee tot betere en praktische oplossingen te komen ondanks alle (verbeterde) internationale richtlijnen.

Vessel Location	n	%	P-value	
Electrical	458	30.11	Hot surface / Electrical other than static charges	0.039
Cigarettes	339	22.29		
Hot surface	187	12.29	Burning/Welding/ Cutting / Cigarettes, Matches etc.	0.007
Spontaneous Combustion	219	14.40		

Tabel 1: Percentages oorzaken van brand incidenten

2.3 Vaste brandblusinstallaties aan boord de MS Maasdam

In het onderzoek wordt gekeken naar welke vergelijkbare vaste brandblusinstallaties de schepen hebben in de cases. De vaste brandblusinstallaties aan boord van de MS Maasdam worden hieronder opgesomd. In totaal zijn er vier verschillende installaties aan boord te vinden.

- CO₂ installatie
- Hi-Fog installatie
- Bilge-foaming installatie
- Sprinkler installatie

De vaste CO₂ installatie wordt als laatste redmiddel beschouwd en deze wordt pas geactiveerd wanneer het zeker is dat een brand niet onder controle gehouden kan worden. CO₂ ook wel bekend als koolstofdioxide wordt als een vloeistof onder druk in cilinders gehouden en in gasvorm gebruikt bij het brandblussen. De CO₂ op de MS Maasdam wordt gebruikt om verschillende machinekamer ruimte te beveiligen, ook is er een aparte installatie voor de kombuis en de 2 PEM's⁷. De cilinders worden in zogenaamde banken bewaard waarbij iedere bank een eigen aantal cilinders heeft en een eigen zone of ruimte beveiligen. In totaal zijn er 6 banken en 7 zone's met in totaal 91 cilinders voor de machinekamer. CO₂ is voor mensen een giftig gas omdat het zuurstof verdringt en zo de branddriehoek openbreekt, hierom is het belangrijk dat dit systeem alleen wordt geactiveerd wanneer iedereen de ruimte verlaten heeft en met toestemming van de kapitein.

De Hi-Fog installatie maakt gebruik van water dat onder een hoge druk (50-60 bar) door speciaal gevormde koppen een mist creëren. Deze mist zorgt voor een groot wateroppervlak dat verkoelend werkt. Deze installatie wordt ingezet op zogenaamde hot zones dat zijn zones in de machinekamer waar hoge temperaturen en brandstof samenkomen waardoor er een groot risico op brand aanwezig is. De koppen zijn geplaatst bij de motoren in de voorste en achterste machinekamer, de olie gestookte boilers en in de purifier ruimte. Omdat Hi-Fog met water werkt en in principe ongevaarlijk is voor de mens wordt dit systeem automatisch geactiveerd bij detectie door een vlamdetector of twee rookdetectoren.

De bilge-foaming installatie wordt gebruikt zoals de naam al zegt om de bilges met een schuim laag te bedekken en de koppen zitten in dezelfde hotzones als de Hi-fog installatie. Dit is een relatief nieuw systeem op het schip en is geplaatst in het najaar van 2015. Het systeem zorgt ervoor dat een brand zich niet via de bilges kan verspreiden omdat daar brandstof naar toe gelekt kan zijn of andere brandbare stoffen.

De laatste vaste brandblusinstallatie is de sprinkler installatie en wordt afhankelijk van de ruimte automatisch of manueel geactiveerd. De sprinklers verspreiden bij activatie water om zo een brand te doven of onder controle te houden.

⁷ Propulsion Electric Motor

3 Methodiek & randvoorwaarden

3.1 Methode

Dit onderzoek bestaat voornamelijk uit een literatuur onderzoek waarbij verschillende cases over branden aan boord van cruiseschepen worden onderzocht. Het is daarom van belang om de data die in de cases staan op een gestructureerde wijze te rangschikken en te verwerken. De cases die gebruikt gaan worden zijn afgeronde onderzoeksrapporten die uitgegeven zijn door officiële onderzoeksinstanties van verschillende landen. Er wordt in dit onderzoek geen onderscheid gemaakt door welk land een rapport opgeleverd wordt. De Deense professor Bent Flyvberg heeft het als volgt gedefinieerd: “In plaats van grote steekproeven en strikte procedures te volgen om een beperkt aantal variabelen te onderzoeken, gebruiken casestudy(gevalsbeschrijving)-methoden een uitgebreide, longitudinale analyse van een enkel geval of voorval: een case. Daardoor krijgt de onderzoeker een scherper inzicht in de reden waarom het gebeuren zich zo voltrokken heeft en wat belangrijk is om voor de toekomst uitgebreider te gaan onderzoeken. Casestudies kunnen hypotheses opleveren maar kunnen ook gebruikt worden om hypotheses te testen” (Flyvberg, 2006). In dit onderzoek wordt de casestudy gebruikt om een beeld te scheppen van de dingen die fout zijn gegaan. Dit wordt gevisualiseerd door een flow schema van het Ishikawa model, de risico's en de belangrijkste invloed factoren te benoemen. Dit onderzoek is een combinatie van zowel een kwalitatieve en een kwantitatieve methode, uit het literatuur onderzoek van de cases worden bepaalde conclusies opgemaakt en met de risico analyse worden bepaalde cijfers of waarden aan deze conclusies gegeven om een risico te berekenen wat het onderzoek kwantitatief maakt. De methode voor risico analyse wordt hieronder uitgelegd samen met de te gebruiken cases. Om de methodiek die in dit onderzoek gehanteerd wordt overzichtelijk uit te leggen wordt dit aan de hand van 4 stappen gedaan namelijk aan de hand van de drie deelvragen opgevolgd door de hoofdvraag.

3.2 Risico analyse

Belangrijk voor dit onderzoek is om de gevonden resultaten in een model zetten om hiermee een goed advies te kunnen geven. Dit model is de zogenaamde risico analyse. “Om goede besluiten te kunnen nemen is essentieel dat deze onzekerheden in kaart worden gebracht en dat voor ieder risico wordt nagegaan welke impact deze heeft op de haalbaarheid van het project. Bij een ketenproject zal er sprake zijn van extra risico's, omdat er een groter aantal partijen bij is betrokken dan bij gewone projecten. Meer schakels in een project verhoogt het risico op fouten. De sterkte van het project wordt bepaald door de zwakste schakel” (RVO, 2016). “In een risicoanalyse worden verschillende stappen doorlopen (zie onderstaande figuur). Afhankelijk van het doel van de analyse krijgen bepaalde stappen meer of minder aandacht” (RVO, 2016).

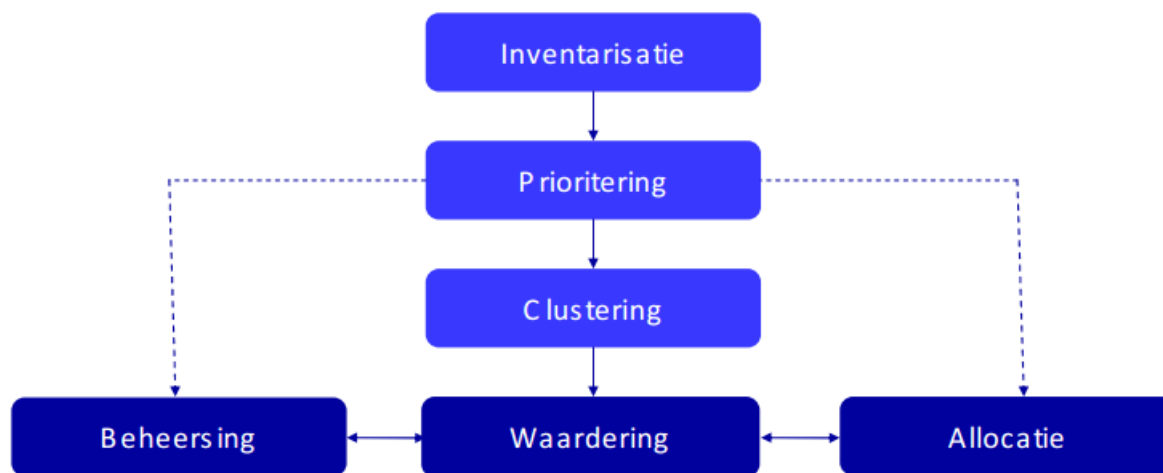


Figure 3: stappen risico analyse

“Een risicoanalyse dient meerdere doelen:

1. Risico's beheersen. Als duidelijk is wat de belangrijkste risico's zijn, kunnen deze risico's worden beheerst. Met beheersmaatregelen worden de kans dat een risico zich materialiseert verkleind of de gevolgen van een risico beperkt/weggenomen.
2. Risico's waarderen. Ofwel het kwantificeren van het financiële effect van het optreden van een risico. Het effect van deze risico's op de uitkomst van de business case wordt inzichtelijk gemaakt aan de hand van gevoeligheidsanalyses;
3. Risico's alloceren. Ofwel het verdelen van risico's tussen de verschillende 'stakeholders'. De risicoallocatie dient als basis voor een samenwerkingsovereenkomst tussen de verschillende 'stakeholders'.” (RVO, 2016)

Hoewel het RVO⁸ voorbeelden geeft voor het in kaart brengen van voornamelijk financiële risico's blijft de basis hetzelfde. Volgens deze dienst is een risicoanalyse opgebouwd uit 6 stappen:

1. Inventariseren van risico's
2. Structureren van risico's
3. Prioriteren van risico's
4. Clusteren van risico's
5. Waarderen van risico's
6. Beheersen en alloceren van risico's

Deze zes stappen geven een eenvoudige en overzichtelijke analyse van de risico's weer helemaal tot het uiteindelijk beheersen (lees voorkomen) van deze risico's. Deze stappen zijn beheerst en eenvoudig maar geven nog geen eenduidig antwoord op hoe de analyse uitgevoerd moet worden of welke methode te gebruiken.

Er zijn verschillende analyses mogelijk deze zijn alleen niet allen geschikt omdat de meeste analyses een continu proces beschrijven terwijl in dit onderzoek wordt gekeken naar incidenten. Er zal gekeken moeten worden of de zes stappen van het RVO gecombineerd kunnen worden met een geschikte analyse methode. De gevonden methodes zijn:

⁸ Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland

- **Ishikawa methode (fig.4)**

“Kaoru Ishikawa (1968) is de persoon die dit type van grafische visualisatie heeft bedacht. Het Ishikawa model is ook bekend als visgraat of oorzaak & gevolg diagram” (H.C.Theisens, 2015). Dit model zou gebruikt kunnen worden voor de case study om de risico's te identificeren en te visualiseren.

- **Failure Mode & Effect Analysis (FMEA) (fig.5)**

“FMEA is een gestructureerde risico analyse methode die gebruikt wordt voor het identificeren van potentiële falen in processen, producten of diensten en voor het plannen van acties om zo de negatieve effecten te minimaliseren” (H.C.Theisens, 2015). Dit model zou gebruikt kunnen worden om de gevonden risico's uit de casestudy toe te passen op situatie aan boord van de Maasdam en hieruit adviezen te ontwikkelen. Het model maakt gebruik van scores om het risico te bepalen, hierdoor is het model zowel kwantitatief als kwalitatief.

- **Kinney & Wiruth**

“De methode van Kinney & Wiruth gebruikt voor het bepalen van de grootte van het risico de parameters kans (K) en effect (E), waarbij het risico het product is van kans maal effect. In formulevorm: $Risico = Kans \times Effect$ ($R = K \times E$)” (Wim van Alphen, 2013). Deze formule is algemeen bekend en word in een andere vorm gebruikt voor berekeningen in het FMEA model.

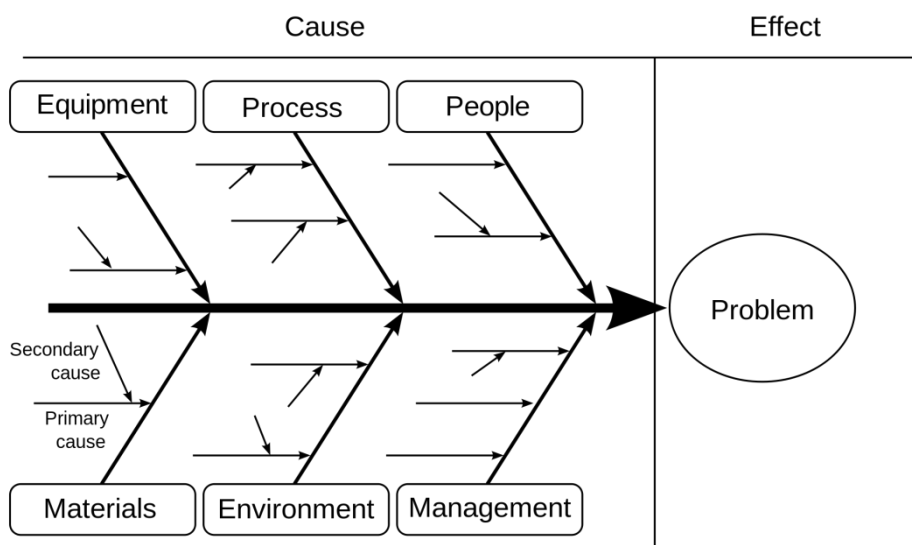


Figure 4: Ishikawa model

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Worksheet

System, Product, or Process:				Owner:				Page: of						
Date:														
Background				Rating			Countermeasure			Results				
Description	Potential Failure Mode	Potential Effect of Failure	Root Causes	S	O	D	R	Owner	Due / Done	Action	S	O	D	R
				E	C	E	P				E	C	E	P
				V	C	T	N				V	C	T	N

Figure 5: FMEA werkblad

3.3 Cases

Er worden verschillende cases gebruikt in dit onderzoek om de risico's en praktische problemen die zich aan boord voor (kunnen) doen te inventariseren bij gebruik van de vaste brandblusinstallaties. In totaal worden er 9 cases gebruikt in dit onderzoek. Dit aantal komt mede doordat in de afgelopen jaren veel internationale voorschriften en regels zijn veranderd waardoor sommige oorzaken daarom niet meer van toepassing kunnen zijn op de huidige situatie aan boord. Een andere reden is doordat er weinig hele grote branden aan boord van grote passagiersschepen voorkomen waarbij gebruik gemaakt moest worden van een of meerdere vaste brandblusinstallaties. In de randvoorwaarden wordt verder uitgelegd aan welke voorwaarden de cases moeten voldoen. De cases die gebruikt gaan worden in dit onderzoek komen van internationaal erkende onderzoeksinstanties en kunnen betrouwbaar worden geacht. De volgende cases worden in dit onderzoek behandeld:

- MAR⁹ van de brand aan boord cruiseschip *Ecstasy* op 20 Juli 1998, onderzocht door de NTSB¹⁰.
- MAIB¹¹ Safety Bulletin van de brand aan boord cruiseschip *Star Princess* op 23 Maart 2006, onderzocht door de MAIB namens BMA¹² met hulp van de NTSB en de USCG¹³.
- Onderzoeksrapport van de brand aan boord cruiseschip *The Calypso* op 6 Mei 2006, onderzocht door de MAIB.
- Onderzoeksrapport van de brand aan boord van Ro/Ro veerboot *Oscar Wilde* op 2 Februari 2010, onderzocht door de MAIB.
- Onderzoeksrapport van de brand aan boord cruiseschip *Carnival Splendor* op 8 November 2010, onderzocht door de USCG.
- Onderzoeksrapport van de brand aan boord passagierschip *Nordlys* op 15 September 2011, onderzocht door de AIBN¹⁴.
- Onderzoeksrapport van de brand aan boord cruiseschip *Carnival Triumph* op 10 Februari 2013, onderzocht door de BMA¹⁵ in samenwerking met de USCG.
- Onderzoeksrapport van de brand aan boord veerboot *Dieppe Seaways* op 1 Mei 2014, onderzocht door de MAIB.
- Onderzoeksrapport van de brand aan boord veerboot *Pride of Canterbury* op 29 September 2014, onderzocht door de MAIB.

⁹ Maritime Accident Report

¹⁰ National Transportation Safety Board

¹¹ Marine Accident Investigation Branch

¹² Bermuda Maritime Administration

¹³ United States Coast Guard

¹⁴ Accident Investigation Board Norway

¹⁵ Bahamas Maritime Authority

3.4 Vier stappen

In dit hoofdstuk wordt uitgelegd hoe het onderzoek zal worden uitgevoerd met de cases en de risico analyses die gebruikt gaan worden. Zoals al eerder besproken is het onderzoek in vier stappen verdeeld namelijk, de drie deelvragen met als vierde en laatste stap de hoofdvraag.

STAP 1

Het bestuderen van de negen cases en de data te analyseren en te verwerken. Hierbij wordt gekeken naar het gehele proces dat zich heeft afgespeeld aan boord van de verschillende schepen ten tijde van de brand, dit betekent vanaf begin brand tot en met einde brand. Bij de verschillende cases hoort ook een specifiek probleem en de oorzaken die hebben geleid tot het probleem per case geïnventariseerd in een tabel vorm. Er kan hierna gekeken worden of bij de verschillende cases een bepaalde oorzaak of aanbeveling blijft voorkomen.

STAP 2

Nadat deze oorzaken en aanbevelingen zijn geïnventariseerd wordt gekeken of deze kunnen voorkomen of ook van invloed kunnen zijn op de huidige situatie aan boord van de *m/s Maasdam*. Er wordt gekeken naar de huidige SMS-procedures en company-procedures, maar ook naar de internationale richtlijnen (SOLAS), de huidige vaste brandblusinstallaties aan boord en de scheepsindeling maar ook naar de menselijke factor wordt gekeken. Door al deze factoren mee te nemen kan worden bepaald welke oorzaken en aanbevelingen wel en geen invloed hebben op de *m/s Maasdam*.

STAP 3

In de laatste deelvraag willen we graag antwoord hebben op de vraag of bepaalde risico's verkleind kunnen worden en op welke manier. Bij deze stap gaan we de risico analyse toepassen om te bepalen welke oorzaken een groot risico vormen en waarom en wat de beste actie is om deze te verkleinen of acceptabel te maken. De methode die toegepast wordt in dit onderzoek is de FMEA methode zoals besproken in hoofdstuk 3.2. Met deze methode wordt er zowel op kwantitatieve als op kwalitatieve wijze gewerkt. Met dit model worden er bepaalde waardes gegeven aan factoren en oorzaken waardoor risico's eenvoudig berekend kunnen worden en of deze een acceptabele waarde hebben of niet. Na dit berekend te hebben worden er oplossingen ingevuld en wordt opnieuw het risico berekend en gekeken of deze nu wel een acceptabele waarde heeft. De waarde die we berekenen is het zogenaamde RPN(Risk Priority Number). De formule voor deze waarde is:
$$RPN = Severity * Occurence * Detection$$

De waardes die we aan deze variabelen geven om het RPN te berekenen wordt aan de hand van de *Compelled rating*(fig.6) gedaan die richtlijnen geeft, deze is opgesteld door de AIAG¹⁶.

AIAG Compelled Rating			
Rating	Severity of Effect	Likelihood of Occurrence	Ability to Detect
10	Hazardous without Warning	Very high; Failure is almost inevitable	Can not detect
9	Hazardous with Warning	Very high; Failure is almost inevitable	Very remote chances of detection
8	Lose of primary function	High; Repeated failures	Remote chances of detection
7	Reduced primary function performance	High; Repeated failures	Very low chances of detection
6	Lose of secondary function	Moderate; Occasional failures	Low chances of detection
5	Reduced secondary function performance	Moderate; Occasional failures	Moderate chances of detection
4	Minor defect noticed by most customers	Moderate; Occasional failures	Moderate high chances of detection
3	Minor defect noticed by some customers	Low; Relatively low failures	High chances of detection
2	Minor defect noticed by discriminating customers	Low; Relatively low failures	Very high chances of detection
1	No effect unlikely	Remote; Failure is unlikely	Almost certain

Figure 4: AIAG compelled rating

STAP 4

De laatste stap is het beantwoorden van de hoofdvraag door een of meerdere adviezen uit te brengen om de risico's aan boord te verkleinen. Door alle conclusies te combineren komen we op we op het antwoord. Er word gekeken naar de oplossingen in het FMEA model en vergeleken met de richtlijnen van SOLAS, SMS, de company procedures, type vaste brandblusinstallaties en de indeling van het schip. Door deze met elkaar te vergelijken en de haalbaarheid van een oplossing te bepalen kunnen we tot een conclusie komen wat de beste oplossing is of oplossingen zijn voor dit specifieke schip om de risico's die zich aan boord voor doen te verkleinen.

¹⁶ Automotive Industry Action Group

3.5 Randvoorwaarden

Om dit onderzoek een valide karakter te geven en om een overzichtelijk onderzoek te doen zijn er een aantal randvoorwaarden opgesteld waar het rapport aan moet voldoen.

Eerste voorwaarde is dat de rapporten en onderzoeken die gebruikt worden voor de casestudy valide zijn. Dit betekent dat deze door een overheidsorganisatie zijn gemaakt of een andere derde onafhankelijke partij die op geen manier gebaat is bij een bepaalde conclusie.

Tweede voorwaarde is dat de incidenten die besproken worden het schip een passagiersschip is die internationale zeereizen kan maken en bij voorkeur een cruiseschip of een veerboot.

Derde voorwaarde is dat de incidenten allen te maken hebben met een brand aan boord waarbij de vaste brandblusinstallatie een grote rol speelde in de afwikkeling.

Vierde voorwaarde is dat deze branden zich hebben afgespeeld na December 1992 de datum dat er grote veranderingen zijn doorgevoerd in regelgeving in SOLAS voor passagiersschepen met betrekking tot brandveiligheid, bij voorkeur hebben deze branden na 1 Oktober 2005 plaatsgevonden omdat op die datum alle passagiersschepen boven de 2000 GT aan de nieuwe eisen van SOLAS moesten voldoen met betrekking op de vaste brandblusinstallaties.

Vijfde voorwaarde is dat alle oorzaken en oplossingen getoetst worden aan de huidige internationale wetgeving (SOLAS) die van toepassing is en alle huidige technische en beleidskenmerken van het schip *ms Maasdam* van de Holland America Line.

Zesde voorwaarde is dat voor het berekenen van risico's gebruik gemaakt wordt van het zogenaamde FMEA model. De uitleg waarom iets een bepaalde waarde krijgt moet helder uitgelegd worden en berekend.

Zevende voorwaarde is dat de oplossingen die bedacht zijn om het risico te verlagen en voordat deze tot advies verwerkt worden eerst gekeken wordt naar de praktische haalbaarheid. Dit in eventueel overleg met kantoor en schip.

4 Resultaten

4.1 Stap 1

Zoals uitgelegd in het hoofdstuk methodiek is het onderzoek gedeelte opgedeeld in vier stappen. Dit hoofdstuk bevat de eerste stap wat inhoudt dat in dit hoofdstuk de eerste deelvraag beantwoordt word aan de hand van de drie subvragen. De eerste deelvraag luidt: **Wat voor informatie geeft de analyse van branden aan boord van passagiersschepen?**

Om deze vraag te beantwoorden is deze ook weer opgedeeld in drie subvragen, deze luiden:

- Wat zijn de oorzaken van de branden?
- Wat zijn de aanbevelingen van deze onderzoeken?
- Welke oorzaak en aanbeveling kwam het meest voor?

Zoals al eerder vermeldt zijn er negen cases die bestudeert worden voor dit onderzoek. Deze worden in chronologische volgorde, zoals deze al zijn opgesteld in het theoretisch kader, besproken en bestudeert.

4.1.1 Wat zijn de oorzaken van de branden?

Het eerste gedeelte van dit onderzoek richt zich op de oorzaken van de branden en of deze menselijke of technisch falen zijn. De conclusie word hieronder overzichtelijk gepresenteerd in een tabel waaruit conclusies getrokken kunnen worden.

Schip(Case):	Oorzaak brand:	Menselijk(M) of technisch(T)
<i>Ecstasy</i>	Ontbranding van pluis in de 'main laundry' door een vlamboog veroorzaakt door onveilig lassen waarna het vuur zich verspreidde door een afvoerpijp naar het achterdek.	M
<i>Star Princess</i>	Een sigaret die werd achtergelaten op een van de balkons waarna er een brand ontstond die zich snel verspreidde over andere balkons.	M
<i>The Calypso</i>	De brand werd veroorzaakt door een kapotte flens van de lage druk brandstofleiding aan de stuurboord Wartsila Vasa32 hoofdmotor. Het ontbreken van een bescherming tegen het spuiten van brandstof op de aangrenzende turbocharger en uitlaatpijpen veroorzaakte een spontane ontbranding.	T
<i>Oscar Wilde</i>	De brand ontstond door een breuk in een druk regelklep actuator membraan waarna stookolie op een blootgestelde hoge temperatuur oppervlak gespoten werd van een aangrenzend hulpmotor.	T
<i>Carnival Splendor</i>	Door een grote mechanische storing in generator nummer vijf werden olie en	T

	brandstof door de machinekamer geslingerd waarna er brand ontstond tussen generators vijf en zes en in de overhead kabels.	
<i>Nordlys</i>	Het vuur begon waarschijnlijk als gevolg van een diesel lekkage bij een brandstofpomp van de stuurboord hoofdmotor en werd ontstoken toen het in contact kwam met een niet-geïsoleerde indicator klep op de motor minder dan 30 cm van het lekkage punt.	T
<i>Carnival Triumph</i>	Een flexibele pijp op de stookolie retourleiding voor generator 6 faalde. Stookolie spoot naar boven van onder de vloerplaten. Stookolie kwam in contact met een hotspot in de buurt van de turbo-lader voor de No.6 dieselgenerator, wat resulteerde in een steekvlam die dieselgenerator 5 en 6 zwaar beschadigde. De belangrijkste overhead bekabeling in de Aft Engine Room werd ook beschadigd wat resulteerde in een verlies van generatoren 1, 2 en 3 in de voorste machinekamer. Enkele minuten later brak er brand uit in generator 6.	T
<i>Dieppe Seaways</i>	Een scheur in de thermische olie verwarmingsspiraal waardoor thermische olie in de heater kwam, en een ongecontroleerde brand ontstond. Geconcludeerd wordt dat de spoel faalde als gevolg van stress veroorzaakt door een las voor het bevestigen van de vuurvaste isolerende steunplaat.	T
<i>Pride of Canterbury</i>	Een verbinding in het pijpleidingsysteem voor de controllable pitch waardoor olie op de uitlaat werd gepoten. De olie ontbrandde, met een aanzienlijke brand in de hoofdmachinekamer als gevolg.	T

De conclusie die ik hieruit kan trekken is dat 7 van de 9 branden een technische oorzaak heeft en in alle technische gevallen ging het om een machinekamer brand. Dit is natuurlijk een veel te klein aantal cases om hier harde conclusies uit te trekken met betrekking tot een algemeen beeld van brand oorzaken. Wat wel geconcludeerd kan worden is dat grote branden voornamelijk in de machinekamer ontstaan dit valt makkelijk te verklaren door de hoge temperaturen van machines en de (grote) aanwezigheid van brandbare stoffen.

4.1.2 Wat zijn de aanbevelingen van deze onderzoeken?

Nadat er is gekeken naar de oorzaken wordt er gekeken wat nu de aanbevelingen zijn van de verschillende onderzoeken. Dit wordt weer weergegeven in een tabel vorm ter verduidelijking. De aanbevelingen vertellen wat er beter kon in de aanloop van de brand en in de bestrijding van de brand. De aanbevelingen die hier worden gegeven zijn specifiek voor het schip of de rederij bedoelt en de aanbevelingen aan bijvoorbeeld een overheid of klasse bureau zijn hierin niet meegenomen. De aanbevelingen hier opgenoemd worden hebben betrekking tot de vaste brandblusinstallatie of een andere vorm van brandbestrijding. Dit betekent dat niet alle aanbevelingen die gegeven zijn in de onderzoeken hier worden behandeld.

Schip(Case):	Aanbevelingen:
<i>Ecstasy</i>	• Voor alle schepen in de vloot(Carnival Corp.), een herziening van de sms op werkwijzen voor het voorkomen van het onrechtmatig vlam snijden, slijpen of andere activiteiten die een brand kunnen ontbranden bevatten. • Voor alle schepen in de vloot, maak, ontwerp en implementeer aanpassingen in het systeem om de verspreiding van vuur en rook uit de wasruimtes door ventilatie ducts naar andere delen van het schip af te remmen. • Voor bestaande schepen met soortgelijke mooring dek ontwerpen als de Fantasy class schepen, installeer branddetectie- en brandblussystemen op mooring dekken die op dit moment geen automatische brandbeveiliging hebben.
<i>Star Princess</i>	• Onmiddellijk uit te voeren maatregelen om het risico van dit type ongeval tegen te gaan, zoals: a. Verhoog waakzaamheid over alle schepen met een balkon, waar er een aanwezigheid van brandbare materialen en het ontbreken van detectoren of sprinklersystemen kunnen zijn. In dit verband moet het aanbieden van speciale uitkijkposten en aanvullende brand patrouilles worden overwogen. b. Geef je mening over de bemanning aan boord van de opleiding en de reactie procedures om ervoor te zorgen dat het schip brandbestrijding teams bereid zijn om te reageren op een brand die zich in het balkon gebied. c. Adviseren van de passagiers en de bemanning om geen handdoeken en persoonlijke bezittingen achter te laten op de balkons wanneer ze niet in hun kamers zij. d. Instrueer huishoudelijk personeel om persoonlijke voorwerpen achtergelaten op de balkons van de kamer bewoners terug in de kamer te plaatsen tijdens hun laatste bezoek van de dag naar de logeerkamer, en een balkon te observeren tijdens andere bezoeken aan de kamer. e. Her-benadrukken brandveiligheid in de communicatie aan de passagiers, met inbegrip van de verdeling van de juiste informatieve pamfletten. f. Opnieuw benadrukken passagiers de noodzaak om geen items over zijkant van een schip te gooien vanaf het balkon of een andere externe gebieden ... g. Opnieuw benadrukken passagiers de gevaren van niet goed blussen rookwaren waar roken is toegestaan, en nooit rookwaren onbeheerd

	achter. h. Opnieuw te benadrukken aan de bemanning en de passagiers de gevaren van het gebruik van ongeoorloofde verwarmingselementen zoals elektrische verwarmingselementen gebruikt in kopjes of mokken en open vuur zoals kaarsen (Internation council of cruise lines, 2006). • Bepaal de risico gebieden door het uitvoeren van een brand risicobeoordeling van de externe gebieden, met name balkon gebieden. Tijdens deze evaluatie wordt met het volgende rekening gehouden: • Toegankelijkheid voor brandbestrijding • Beschikbaarheid van vaste opsporing en brandbestrijdingssystemen • constructiematerialen (vooral balkon partities) • Stoelen, tafels en andere meubels met inbegrip van alle kussens of bedekkingen • Verf • Dek of vloermatten • Dek bedekkingen • Leuningen • Andere brandbare materialen typisch aanwezig, indien van toepassing (Internation council of cruise lines, 2006). • In overeenstemming met de resultaten van de brand risicobeoordeling, en in overleg met de regelgevende instanties vervang alle ongepast materialen op balkon gebieden met materialen die vastbesloten aanvaardbaar zijn. Vervang alle brandbare balkon verdelers op basis van prioriteit en zo snel mogelijk met verdelers die van niet-brandbaar materiaal (Internation council of cruise lines, 2006). • Een plan om eventuele vervangingen van de materialen moet worden ontwikkeld als een laatste stap van de brand risicobeoordeling, met als doel het voltooiën van deze actie binnen zes maanden na de publicatie van dit bericht (Internation council of cruise lines, 2006).
<i>The Calypso</i>	• Ondanks instructies om de CO2 te activeren, buiten medeweten van de officieren en de bemanning om, werd er geen CO2 vrij gelaten in de machinekamer om het vuur te bestrijden. De locatie, bewijzing en de gelijkenis tussen de timer flessen en de pilot gasflessen heeft geleid tot verwarring. Na de brand werd het CO2-systeem achtergelaten in een gevaarlijke situatie en dit leidde direct tot het onbedoeld vrijkomen van CO2 in de machinekamer wat bijna de dood van drie bemanningsleden heeft veroorzaakt. Stel op en presenteer aan de IMO sub-commissie, een document voor de productie van een IMO-circulaire over: Het ontwerp van de controle stations voor CO2-systemen met betrekking tot: • Identificatie van kritische systeemcomponenten (bijvoorbeeld een onderscheid te maken tussen timer en pilot flessen) • De locatie en de identificatie van alle niet-essentiële onderdelen van het systeem (die niet nodig zijn voor activatie van CO2) om verwarring te voorkomen; • De behoefte aan duidelijke aanwijzing dat de lozing mechanisme van elk reservoir is geactiveerd. • De vereiste bemanning acties na het gebruik van vaste installatie CO2-systemen, die gericht zijn op het verbeteren van de algemene kennis van deze systemen, met inbegrip van inspecties en controles van de status van het systeem na gebruik.
<i>Oscar Wilde</i>	• Eigenaars van schepen die zijn uitgerust met een hoge schuim systemen die gebruik maken van de atmosfeer vanuit een beschermde ruimte wordt dringend aanbevolen om: • Verwijder en controleer alle schuim generator nozzles om ervoor te zorgen dat ze vrij zijn van vuil. • Controleer secties van de distributie leidingen waar water of schuim

	oplossing zou kunnen verzamelen en afvoerpunten toe te passen waar nodig.
<i>Carnival Splendor</i>	• Carnival Corporation wordt aangeraden om de 40-seconde vertraging in de automatische activering voor het Hi-Fog systeem te verwijderen. Dit moet gebeuren in combinatie met Aanbeveling 2, die de onmiddellijke slachtoffer controleprocedures voor machinekamer brand adressen. De seconden en minuten na het ontsteken van een brand zijn cruciaal voor de reactie van de brandblusteams. In dit geval heeft, de vertraging in de automatische activering van de Hi-Fog-systeem, in combinatie met de handmatige reset van de brandmeldinstallatie, een negatieve invloed op de prestaties van het systeem gehad. Als de Hi-Fog systeem voor de lokale bescherming was geactiveerd zonder vertraging, dan is het waarschijnlijk dat de initiële brand, veroorzaakt door het falen van de dieselgenerator 5 zou zijn geblust op dekplaat niveau, waardoor de verspreiding van het vuur voorkomen kon worden naar de kabels en het totale verlies van de stroomvoorziening. • Carnival Corporation word aangeraden de volgende in hun Safety Management System genoemde voorwaarden en/of door verbetering van het schip systemen door te voeren om risicofactoren te verminderen die hebben bijgedragen aan dit incident: c. Het gebrek aan bemanning vertrouwde met onmiddellijke incident controleprocedures voor machinekamer brand. d. Het gebrek aan bemanning vertrouwde met de machinekamer layout en brandbestrijding strategie en procedures voor machinekamer brand. e. De problemen met de CO2 systeemininstallatie en activeringsprocedures alsmede inspectieprotocollen. f. De gevoeligheid van de Carnival Splendor en alle Dream klasse schepen tot een volledig verlies van stroomvoorziening als gevolg van schade aan een enkel gebied van elektrische componenten in zowel de voorste en achterste machinekamer.
<i>Nordlys</i>	• Handmatige activering van de lokale brandblusinstallaties is toegestaan in bemande machinekamers op grond van nationale en internationale bepalingen, ondanks het feit dat de lengte van de tijd die verstrijkt voordat het wordt geactiveerd beslissend kan zijn voor de uitkomst van de brand. De brand aan boord Nordlys toont duidelijk aan dat, zelfs indien de machinekamer wordt bemand, automatische activering van het brandblussysteem heel belangrijk kan zijn, niet in het minst om een bemanningslid die aanwezig is in de machinekamer te beschermen. De AIBN beveelt aan dat de Noorse Maritieme Autoriteit eisen stellen voor automatische activering van lokale brandblusinstallaties in machinekamers, ongeacht of de machinekamer wordt bemand. • Het gebruik van CO2 als blusmiddel is toegestaan op schepen op grond van nationale en internationale bepalingen, ook al kan de activering van een CO2-blussysteem een levensbedreigende sfeer voor iedereen die aanwezig is in de ruimte waar het wordt vrijgegeven is kan creëren. Als bijgevolg kan het brandblussysteem te laat worden geactiveerd of helemaal niet als de situatie onduidelijk is, of worden geactiveerd en een gevaar voor de mens vormen. De AIBN beveelt aan dat de Noorse Maritieme Autoriteit een verbod stelt op het gebruik van blusmiddelen die het leven van mensen in gevaar kan brengen aan boord van schepen.

	• Toen de brand aan boord <i>Nordlys</i> begon, werden bemanningsleden met belangrijke functies buiten werking gesteld. Stand-ins werden benoemd, maar er waren geen oefeningen georganiseerd voor het simuleren van verlies van personeel en de aanname van nieuwe rollen. Als gevolg hiervan werden enkele veiligheid cruciale taken niet uitgevoerd. De AIBN beveelt aan dat Hurtigruten ASA procedures voorbereid voor oefeningen in het verlies van belangrijk personeel en het uitvoeren van deze training aan boord van haar schepen.
<i>Carnival Triumph</i>	• Het schip was gevoelig voor een volledig verlies van de elektrische voorziening, waaronder ook de voorziening voor de Hi-Fog installatie, als gevolg van schade aan een enkel gebied van het elektrische systeem in het achterste Engine Room. Carnival Cruise Lines moet het elektrische systeem lay-out van het schip beoordelen, en anderen van dezelfde klasse of leeftijd, gebouwd bij Fincantieri Shipyard en passende maatregelen nemen om een herhaling van deze gebeurtenissen te voorkomen. • Het gesloten tv-circuit systeem van het schip bevat geen enkele vorm van automatische bewaking voor ongebruikelijke of uitgebreide beweging. Carnival Cruise Lines zou een systeem moeten evalueren waarbij een ongewone beweging op een gesloten tv-circuit een alarm of een ander mechanisme dat dienst personeel zou waarschuwen voor een situatie buiten de normale parameters activeert. • Het diafragma in de hydrant faalde waardoor water door de klep passeerde, overstroomde de Aft Engine Room bilge en uiteindelijk veroorzaakte het een vermindering van de stabiliteit. aanbevelingen: A) Carnival Cruise Lines zou de SOP voor de Shipboard Firefighting Manual moeten indienen met instructies om elke bluswaterleiding te isoleren onder druk die een ruimte waar CO2 is geactiveerd dient. B) Carnival Cruise Lines zou een programma moeten starten voor de jaarlijkse inspectie van de membranen binnenin brandkranen zodanig dat over een periode van 5 jaar elke brandkraan wordt onderzocht en een vervangend programma op basis van een 5 jarige cyclus. • De kasten om het CO2-systeem op afstand te activeren bevatten twee bedieningshendels, geïdentificeerd als "links" en "rechts". De markeringen geven niet aan welke hefboom er eerst moet worden bediend. Dit staat in de aangegeven methode en in opleiding, maar is niet onmiddellijk duidelijk in een noodsituatie. Carnival Cruise Lines moeten de twee hendels "1" en "2" markeren, en deze veranderingen in de systeem handleidingen, gebruiksaanwijzing en trainingen te nemen. Integreer een vergrendeling om de werking in een verkeerde volgorde te voorkomen. • De werking van het CO2-systeem werd uitgesteld om ervoor te zorgen de Garbage Handling kamer kon worden geëvacueerd. De Garbage Handling Room, gelegen op dek 0, wordt opgenomen in dezelfde zone als de Aft Engine Room (met boilers, diesel generator Nos.4, 5 en 6 en de Incinerator). Een brand in de Garbage Handling Room, die een CO2 activatie nodig zou hebben zou dan ook de Aft Engine Room overspoelen met CO2. Carnival Cruise Lines zou een aparte en lokaal bediend CO2-systeem voor de Garbage Handling Room moeten onderzoeken. • Gebrek aan brandoefeningen in de machinekamer. Herziening van de vorige Engine Room brandoefeningen op het vaartuig, gewezen op de

	neiging om ze te houden op dezelfde locatie (FO Separator Room). Carnival Cruise Lines zou de oefening matrix moeten herzien en overwegen om drie maandelijks oefeningen in andere gebieden dan de FO Separator Room te houden. Om de bemanning om meer vertrouwd te laten raken met en om goed geoefend in de machinekamer te zijn.
Dieppe Seaways	• DFDS A/S ontwikkelde een standard operating procedure die gevolgd moet worden in het geval van een thermische olie oven brand. Een Fleet Safety Alert is uitgebracht die dit incident benadrukt en beveelt aan dat alle medewerkers: • Opnieuw vertrouwd raken met incident reactie procedures met betrekking tot shutdowns en brandblussystemen. • Gebruik brandoefeningen om veilige compartiment toegangsprocedures aan te wijzen op de gevaren van backdraught en flashover te identificeren. • Benadruk aan al het personeel dat de kapitein doorslaggevende verantwoordelijkheid heeft voor commando en controle van een incident aan boord.
Pride of Canterbury	• Terwijl het hi-fog systeem het vuur in de onmiddellijke nabijheid van de twee belangrijkste dieselmotoren kon blussen, kon de brand buiten dit gebied verspreiden. Dit werd niet geholpen door brandbare materialen, zoals houten verpakkingen, die zijn gelegen nabij de bron van de brand. P&O Ferries heeft: Op 13 oktober 2014 een opdracht aan alle chieffengineers in de vloot gegeven met als doel de controle van de ruimtes voor machines brandveiligheid te voltooien en de nodige acties uit te voeren. Het toepassingsgebied: • vaststellen van alle gebieden van de toegenomen risico's met betrekking tot olie systemen naast hete oppervlakken. • Identificeer alle verbindingen en flenzen. • Zorg voor categorie A machines ruimten vrij zijn van alle brandbare materialen, bijvoorbeeld pallets.

4.1.3 Welke oorzaak en aanbeveling kwam het meest voor?

Nu de oorzaken van deze branden en de aanbevelingen die uit deze onderzoeken zijn voortgevloeid zijn gerangschikt kunnen we gaan kijken naar bepaalde trends.

Zoals bij de eerste subvraag al is geconcludeerd kunnen we stellen dat het overgrote deel van de branden, zo'n 78%, een technische oorzaak hebben. Nu kan er natuurlijk nog gediscussieerd worden of deze eigenlijk geen menselijke oorzaken zijn bijvoorbeeld door het gebruik van verkeerde/slechte onderdelen of slecht onderhoud. Hier zal verder niet op worden ingegaan omdat de oorzaak van de branden niet het onderzoeksonderwerp is.

Bij de tweede subvraag hebben we de aanbevelingen die zijn gegeven in de onderzoeken met betrekking tot brandbestrijding in een tabel gezet. Er zijn een totaal van 41 aanbevelingen gegeven aan de schepen en/of hun rederijen die een directe betrekking hebben op de brandbestrijding en de problemen met het blussen van de brand met behulp van de vaste brandblusinstallaties. Deze aanbevelingen zijn opgedeeld in:

- Menselijk, dit betekent dat de aanbevelingen direct effect hebben op het menselijk handelen zoals: trainingen, procedures etc.

- Technisch, dit betekent dat de aanbevelingen direct effect hebben tot een technische aanpassing in een brandblussysteem of ruimte.
- Overige, dit is voor andere categorieën zoals: het uitvoeren van risico analyses en het in kaart brengen van bepaalde ruimtes.

Van de 41 aanbevelingen waren er 23 menselijk, 13 technisch en 5 overig. Als we dit uitzetten in een diagram krijgen we het onderste plaatje (figuur 1). Er kan worden geconcludeerd dat het grote deel aanbevelingen (56%) menselijk is en in deze onderzoeken is geconcludeerd dat de veiligheid met betrekking tot brandbestrijding en afhandeling vooral in menselijk handelen verbeterd kan worden.

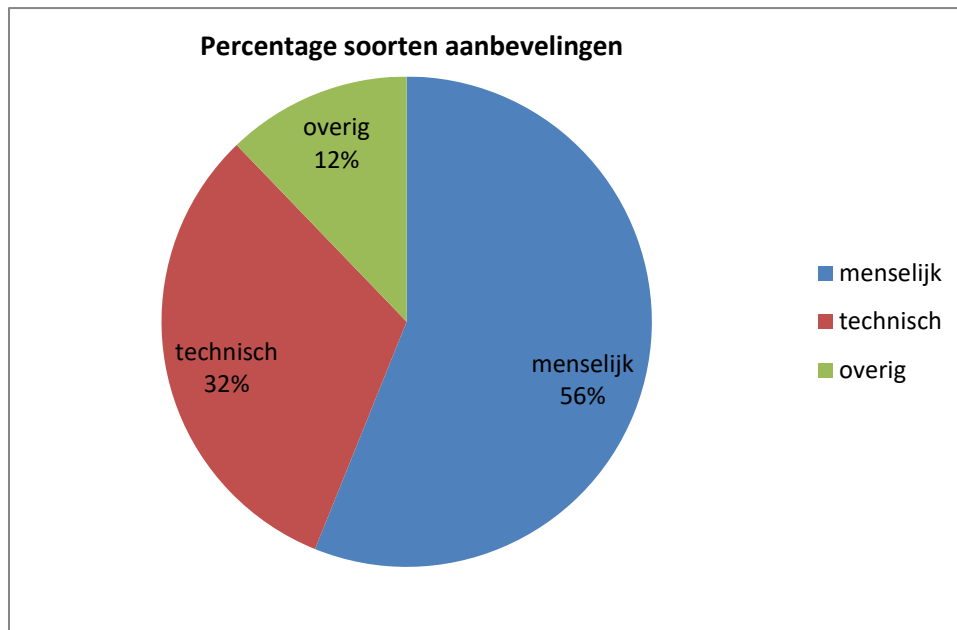


Figure 5: diagram van soorten aanbevelingen

4.1.4 Conclusie stap 1

Nu deze drie subvragen hebben beantwoord kan er tot de conclusie worden gekomen dat de onderzoeken veel informatie kunnen geven en er trends kunnen worden ontdekt. De eerste trend is omdat dit onderzoek zich richt op de grote branden is dat de grootste branden zich in de machinekamer voordeden wat makkelijk verklaard kan worden aan de hand van de hoge temperaturen in combinatie met brandbare stoffen. Ondanks dat eerdere onderzoeken uitwijzen dat het overgrote deel aan branden kunnen worden verklaard door menselijk handelen komen uit deze onderzoeken een trend naar voren dat de meeste branden met een grote impact worden veroorzaakt door technisch falen, dit kan niet helemaal worden hard gemaakt omdat dit onderzoek maar een beperkt aantal cases(9) behandelt. Toch kan deze conclusie worden meegenomen in het uiteindelijke antwoord op de onderzoeksvraag.

Iets anders wat ook geconcludeerd kan worden is dat de brandbestrijding en de afwikkeling daarvan het meest kan worden verbeterd in menselijk handelen (56%). Dit percentage voldoet wel aan een verwachting uit een eerder onderzoek onder oorzaken van incidenten uitgevoerd door de UK P&I club, in dat onderzoek wordt geconcludeerd dat de oorzaken uit 62% menselijk handelen bestaat. Wat vooral opviel is dat, ondanks minimum eisen van STCW en SMS-procedures, dat de bevindingen

in de onderzoeken wijzen op een gebrek aan kennis en/of training van de bemanning en daarmee grote risico's worden genomen met betrekking tot (brand)veiligheid.

4.2 Stap 2

Nu de gegevens van stap 1 bekend zijn kan het onderzoek verder naar de tweede stap en dat is het beantwoorden van de tweede deelvraag. Deze deelvraag luidt: **Welke oorzaken en aanbevelingen zijn relevant voor de m/s Maasdam?**

Hierbij worden de oorzaken en aanbevelingen die in de verschillende onderzoeken naar voren kwamen vergeleken met de huidige situatie aan boord van de m/s Maasdam. De huidige situatie kunnen we opmaken door te kijken naar de technische indeling van het schip, de soorten vaste brandblusinstallaties en welke ruimtes deze beschermen, SMS-procedures en trainingen. Wat betreft branden aan boord van dit schip zijn er geen vergelijkbare grote branden geweest, zoals beschreven in de cases, in de geschiedenis van dit schip of haar zusterschepen om mee te vergelijken.

4.2.1 Welke oorzaken en aanbevelingen zijn relevant?

De relevantie van de oorzaken en aanbevelingen worden per case vergeleken met de huidige situatie van de m/s Maasdam en opgemaakt in tabel vorm voor het overzicht. De relevantie wordt hierin ook kort toegelicht. Hieronder worden de gevonden resultaten gepresenteerd en stap 2 wordt afgesloten met een korte conclusie die antwoordt geeft op de deelvraag.

Schip(Case):	Oorzaak:	Relevante aanbevelingen uit het onderzoek:
Ecstasy	Relevant: -Uit gemak kan het nog steeds zijn dat personeel eerst (las)apparatuur alvast klaarzet alvorens een hotwork permit aan te vragen. Niet relevant: -De pluis van de wasautomaten, alle brandbare materialen moeten direct worden opgeruimd en worden bewaard in een stalen container met deksel dit volgens de HESS-MS ¹⁷ procedures (MAR 1502-4.1.2)(zie bijlage 2).	Alle drie de aanbevelingen die in het onderzoek naar de brand naar voren zijn gekomen zijn meegenomen in de huidige HESS-MS procedures (DER 1008 & MAR 1502)(zie bijlage 1&2), de dempers voor de luchtkanalen naar het achterdek kunnen manueel bediend worden vanaf het mooring dek zoals te zien op de fire plans (bijlage 3).
Star Princess	Relevant: -Een brandende/smeulende sigaret die wordt achtergelaten door een passagier of een personeelslid is mogelijk door	Hoewel veel aanbevelingen worden opgevangen door de HESS-MS (MAR 1502-4.2)(zie bijlage 2) en de HAL House rules, het is niet verboden voor passagiers op hun balkon te roken en kan in theorie vooral 's-Nachts, wanneer er geen "controle" van housekeeping is, brand ontstaan door een achtergelaten sigaret. Daarom wordt er een branddetectie of een sprinkler op het balkon zelf

¹⁷ Health Environment Safety Security- Management System, dit is het safety management system van Carnival corporation & plc waar de HAL ook onder valt.

	nalatigheid/laksheid.	geadviseerd om zo het risico op grote branden te voorkomen.
<i>The Calypso</i>	Relevant: -Een brand ontstaan door olie of brandstoflekkage in of op een dieselmotor blijft een groot risico vandaar dat deze oorzaak relevant is en ook voor de volgende vier cases.	Relevant: Hoewel deze aanbevelingen ook worden opgevangen door het HESS-MS systeem door middel van een checklist (EMR 1703-F2)(zie bijlage 4) en de instructie manual van de fabrikant (AJAX Fire Protection Systems bv)(zie bijlage 5) kan er nog steeds verwarring ontstaan met betrekking tot hoe de twee pilot flessen zijn gemerkt in geval van nood namelijk "A" & "B".
<i>Oscar Wilde</i>	Relevant	Relevant: De <i>m/s Maasdam</i> heeft deze vaste blusschuim installatie net een jaar geleden geïnstalleerd op het moment van publicatie van dit onderzoek toch is het van belang om het systeem en de leidingen schoon te houden om zo problemen voor te zijn, dit kan door plaatsen van aftappunten.
<i>Carnival Splendor</i>	Relevant	De vertraging voor de high fog systemen is teruggebracht naar nul voor dit type klasse schip (S-class) en zal dus direct worden geactiveerd wanneer een alarm binnenkomt. De problemen die zich voordeden met het CO ₂ systeem met betrekking tot onderhoud en inspectie worden opgevangen door HESS-MS (MRD 0002-3.1&4.2)(zie bijlage 6). Relevant: -Het gebrek aan bemanning vertrouwdsheid met onmiddellijke incident controleprocedures voor machinekamer brand. -Het gebrek aan bemanning vertrouwdsheid met de machinekamer layout en brandbestrijding strategie en procedures voor machinekamer brand. Dit gebrek aan kennis komt in de andere cases ook voor en is dus niet alleen een probleem dat zich voortdoet bij één rederij of op één schip.
<i>Nordlys</i>	Relevant	De eerste aanbeveling word al opgevangen, het automatisch activeren van blussystemen wat verplicht is op dit schip zonder een tijdsvertraging. De tweede aanbeveling om geen CO ₂ meer te gebruiken omdat dit schadelijk is voor mensen is een lastige omdat dit verreweg het meest effectieve blusmiddel is bij een grote machinekamer brand, de kapitein heeft bij de beslissing voor het activeren van dit systeem een flowschema en een checklist om fouten te minimaliseren(zie bijlage 4 & 7). Relevant: De derde aanbeveling omdat deze een oefening voorstelt dat het wegvallen van bepaalde sleutelfiguren simuleert.
<i>Carnival Triumph</i>	Relevant	Deels relevant: -Het gesloten tv-circuit systeem van het schip bevat geen enkele vorm van automatische bewaking voor ongebruikelijke of uitgebreide beweging. Carnival

		Cruise Lines zou een systeem moeten evalueren waarbij een ongewone beweging op een gesloten tv-circuit een alarm of een ander mechanisme dat dienst personeel zou waarschuwen voor een situatie buiten de normale parameters activeert. Op dit moment is er een nieuw CCTV systeem geïnstalleerd dat direct de camera in beeld brengt die zich in de ruimte bevindt waar een alarm afgaat. -De kasten om het CO₂-systeem op afstand te activeren bevatten twee bedieningshendels, geïdentificeerd als "links" en "rechts". De markeringen geven niet aan welke hefboom er eerst moet worden bediend. Dit staat in de aangegeven methode en in opleiding, maar is niet onmiddellijk duidelijk in een noodsituatie. Carnival Cruise Lines moeten de twee hendels "1" en "2" markeren, en deze veranderingen in de systeem handleidingen, gebruiksaanwijzing en trainingen te nemen. Hoewel de <i>m/s Maasdam</i> alleen CO₂ kan bedienen vanuit de CO₂ opslag ruimte en de twee pilot flessen aangeduid zijn met "A" & "B" (zie bijlage 8) kan dit minder logisch lijken dan "1" en "2" in een noodsituatie. Relevant: -Carnival Cruise Lines zou de SOP voor de Shipboard Firefighting Manual moeten indienen met instructies om elke bluswaterleiding te isoleren onder druk die een ruimte waar CO₂ is geactiveerd dient. - Gebrek aan brandoefeningen in de machinekamer. Herziening van de vorige Engine Room brandoefeningen op het vaartuig, gewezen op de neiging om ze te houden op dezelfde locatie (FO Separator Room). Carnival Cruise Lines zou de oefening matrix moeten herzien en overwegen om drie maandelijks oefeningen in andere gebieden dan de FO Separator Room te houden.
<i>Dieppe Seaways</i>	Niet relevant: -Ontbreken van een thermische olie systeem.	Relevant: -Opnieuw vertrouwd raken met incident reactie procedures met betrekking tot shutdowns en brandblussystemen. -Gebruik brandoefeningen om veilige compartiment toegangsprocedures aan te wijzen en de gevaren van backdraught en flashover te identificeren.
<i>Pride of Canterbury</i>	Niet relevant: -Omdat het hydraulische systeem van de CPP in een gescheiden ruimte zit en niet in de buurt van de dieselmotoren, uitlaten of andere hete oppervlakken.	In dit onderzoek zijn uiteindelijk geen relevante aanbevelingen gedaan voor de <i>m/s Maasdam</i>, het probleem met de pallets wordt al opgelost door de HESS-MS(zie bijlage 2).

4.2.2 Conclusie stap 2

Aan de hand van de gegevens in de tabel kan worden geconcludeerd dat 12 van de 41 aanbevelingen die gedaan werden, voor de *m/s Maasdam* relevant zijn. Dit is een percentage van 29%, hieruit kan geconcludeerd worden dat het schip al veel aanbevelingen die in het verleden gedaan werden al heeft toegepast. Van deze twaalf relevante aanbevelingen hebben er zes directe betrekking tot training en het uitbreiden van kennis, 5 hebben directe betrekking tot een technische verandering en één heeft betrekking tot een procedurele verandering. Hieronder een grafiek met de percentages uitgezet.

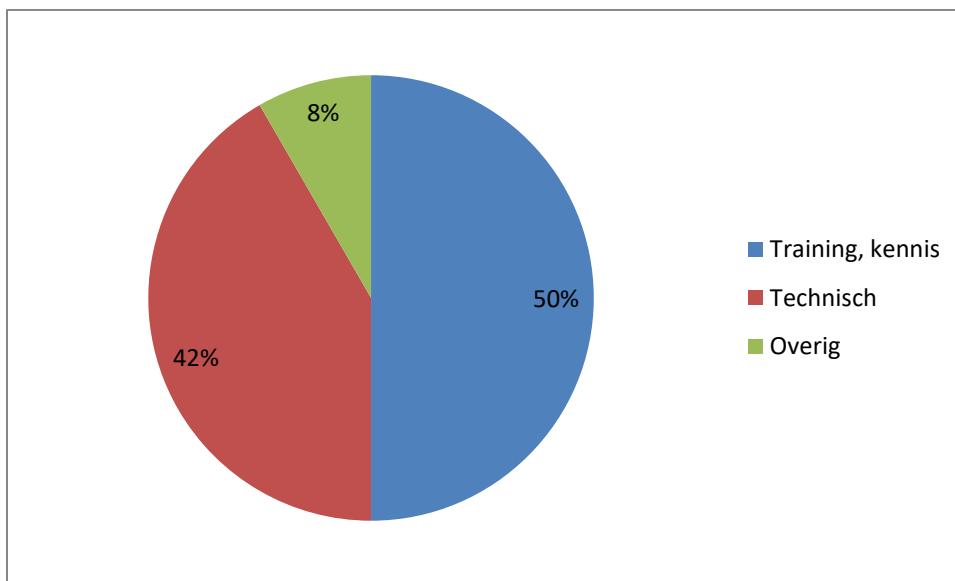


Figure 6: soorten aanbevelingen

Uit deze cases en uit andere onderzoeken blijkt keer op keer dat het menselijk handelen de belangrijkste rol is in het oplossen, het afwickelen en de uiteindelijke uitkomst van een brand of incident. De technische aanbevelingen hebben vooral te maken met het juist aangeven van systeemcomponenten en het tijdig waarschuwen voor gevaar van brand. Wat in meerdere cases werd aanbevolen, met oog op het menselijk handelen, is om het gebrek aan kennis over hoe de CO₂ installatie naar behoren moet worden bediend en het niet juist kennen van brandprocedures en layout van machinekamers te behandelen. Dit komt uiteindelijk door een gebrek aan oefeningen of het niet divers genoeg maken van oefeningen.

De meeste problemen worden opgevangen door procedures en door het maken van matrixen enz. toch is het te zien dat de problemen blijven bestaan. Dit kan na het beantwoorden van eerste twee deelvragen verweten worden aan het menselijk handelen, dit is een combinatie van vele factoren, zoals: opleidingsniveau, leeftijd, fatigue en paniek, maar wat er boven uit blijft springen is het missen van bepaalde kennis.

De relevante aanbevelingen en bevindingen uit de cases zijn belangrijk voor het maken van de juiste aanbevelingen voor de *m/s Maasdam*.

4.3 Stap 3

In de vorige twee hoofdstukken zijn de eerste twee deelvragen beantwoord en deze antwoorden zijn een opmaak en een begin naar het antwoord op deelvraag drie, deze luidt: **Welke adviezen kunnen gegeven worden aan de MS Maasdam?**

Om deze vraag te beantwoorden wordt er niet alleen gekeken naar de antwoorden uit de vorige twee hoofdstukken maar ook adviezen gegeven aan de hand van de huidige situatie. Deze adviezen worden eerst uitgewerkt en gekeken naar hoe haalbaar deze zijn in combinatie met de technische layout van het schip alsmede hoe veel vermindering in risico elk van deze aanbevelingen bieden. Het berekenen van het risico en de vermindering met een bepaalde verandering wordt gedaan met behulp van het FMEA model, zoals eerder beschreven in de methode (pagina 10).

In het FMEA model wordt het RPN berekend, dit staat voor Risk Priority Number, vrijelijk vertaald naar Risico Prioriteit Nummer. In dit onderzoek wordt dit ook wel het totale risico genoemd. Dit nummer loopt van 1 tot 1000, waarbij 1 een laag totaal risico is en 1000 een hoog totaal risico is. Door deze te berekenen voor de huidige situatie en de situatie met de aanbeveling en deze twee cijfers te vergelijken kan er gekeken worden of de aanbeveling een gewenst effect heeft of dat het effect nihil is en daarbij de aanbeveling geen nut heeft om toe te passen.

Om het totaal risico plaatje overzichtelijker te maken is er voor dit onderzoek de schaal opgedeeld in drie delen namelijk:

Totaal risico(RPN):	Prioriteit:
1-300	Laag
301-600	Middel
601-1000	Hoog

Figure 7: schaal verdeling RPN

Het RPN of totaal risico wordt berekend aan de hand van de formule die is gegeven in de methode waarbij de variabelen worden ingevuld met behulp van de matrix gegeven door de AIAG.

4.3.1 Adviezen uit het vorige hoofdstuk

Voor het totaal plaatje worden de adviezen uit de cases nog een keer uit op een gestructureerde manier uitgezet. Hier wordt nog niks berekend of conclusies getrokken. Hieronder de adviezen:

- Extra aandacht voor brandveiligheid geven aan passagiers.
- Een branddetectie systeem op balkons.
- Een vaste brandblusinstallatie (lees; sprinkler/Hi-Fog) op balkons.
- De twee pilot flessen van het CO₂ systeem in de juiste bedieningsvolgorde benoemen met een cijfer (1 & 2) in plaats van aanduiden als "A" en "B".
- Het plaatsen van aftappunten in de leidingen van de vaste schuimblusinstallatie.
- Kennis vergroten over directe controle procedures in geval van nood.
- Kennis vergroten over de layout van de machinekamer en brandbestrijding strategie.
- Oefeningen simuleren van het wegvallen van bepaalde sleutelfiguren in geval van nood.
- Een CCTV camera installeren die alarm geeft bij brand en/of rookdetectie (of andere vreemde situaties).

- Procedures om brandblusleidingen te isoleren in ruimtes waar CO₂ is toegelaten.
- Meer afwisselende locaties in de machinekamer gebruiken voor brandoefeningen.
- Kennis vergroten op het gebied van het gebruik van vaste brandblusinstallaties.
- Het opstellen van procedures voor het veilig binnentreden van een compartiment.

4.3.2 Adviezen aan de hand van de huidige situatie

Nu deze aanbevelingen bekend zijn kan er gekeken worden of er nog meer adviezen gegeven kunnen worden die een positieve bijdrage kunnen leveren aan de brandveiligheid aan de hand van de huidige situatie. Zoals al eerder is opgemerkt worden al veel procedures opgevangen door het HESS-MS systeem, daarom wordt er in dit gedeelte alleen gekeken naar de techniek en trainingen en niet naar procedurele veranderingen.

Om te beginnen wordt er eerst gekeken naar hoe de techniek verbeterd kan worden, met techniek wordt bedoeld de installaties zelf en alles wat er mee samenhangt. Allereerst worden in de plattegronden van het schip gezocht naar ruimtes of gedeeltes die nog niet beveiligd worden door een detector en/of een bestrijdingsmiddel. Daarna kan worden gekeken of de huidige installaties niet vervangen of veranderd kunnen worden zonder dat deze te ingrijpend zijn (zowel uit kosten als uit tijdsperspectief).

De aanbevelingen voor de trainingen wordt gekeken naar de huidige trainingen mbt brandbestrijding en bediening van vaste brandblusinstallatie die officieren en bemanning krijgen aan boord en waar en op welke manier deze kunnen worden verbeterd.

Hieronder worden de drie gevonden aanbevelingen in een tabel vorm gegeven voor de overzichtelijkheid. De gevonden aanbevelingen worden ingedeeld met T(technisch) en M(menselijk handelen, trainingen enz.).

Gevonden aanbevelingen met toelichting	T /M
Aanbeveling: Sprinkler heads installeren op embarkatiedek (lower promenade). Toelichting: Dit dek is van levensbelang wanneer tijdens een groot incident het schip verlaten moet worden. Het gevaar is dat een brand zich makkelijk kan verspreiden door het houten dek dat ook nog eens ononderbroken rond de "buitenkant" van het schip loopt en de aanwezigheid van houten meubilair (ligstoelen). Daarbij kunnen de sprinklers als extra "boundary cooling" worden gebruikt tijdens brand voor het onderliggende dek.	T
Aanbeveling: Electrical Engineer Officer (mede) verantwoordelijk voor het activeren van de CO ₂ -installatie voor de machinekamer. Toelichting: De electrical engineer officer moet bij een brand of ander incident naar de EDG ¹⁸ -room die zich bevindt op dek 14 en deze bevindt zich naast de CO ₂ -room waardoor deze persoon sneller op locatie is dan de SEH ¹⁹ -officer om de installatie te activeren.	M
Aanbeveling: Kennis vergroten van deck fire teams over de layout van de machinekamer door middel van brandoefeningen in de machinekamer met alleen deck fire teams. Toelichting: De deck fire teams zijn vaak alleen geoefend voor brand aan dek maar moeten ook beschikbaar kunnen zijn voor brandbestrijding in de machinekamer.	M

¹⁸ Emergency Diesel Generator

¹⁹ Safety, Environment & Health

4.3.3 Totaal risico (RPN) voor en na

Met deze drie extra aanbevelingen die zijn opgesteld worden er in dit onderzoek een totaal van 16 aanbevelingen gedaan aan de *m/s Maasdam* om zo de brandveiligheid te vergroten aan boord van een al veilig schip. Dit resulteert in 15 “processen” die we berekenen omdat sommige aanbevelingen op elkaar leken zijn deze samengevoegd waardoor het totaal op 15 uitkomt en niet 16. Voor al deze aanbevelingen word het totaal risico berekend van de situatie voor en de situatie erna. Doordat deze processen niet precies kunnen worden berekend wordt dit gedaan aan de hand van schattingen en met behulp van de matrix gegeven door het AIAG. Hieronder worden de RPN's gegeven en de verschillen die het oplevert, de berekeningen van het FMEA model in Excel zijn te vinden in bijlage 9.

Aanbeveling nr.:	RPN vóór:	Prioriteit:	RPN na:	Prioriteit:	Vershil:
1	315	Middel	189	Laag	126 (40%)
2	315	Middel	135	Laag	180 (57%)
3	216	Laag	108	Laag	108 (50%)
4	400	Middel	240	Laag	160 (40%)
5	240	Laag	90	Laag	150 (63%)
6	500	Middel	300	Laag	200 (40%)
7	500	Middel	300	Laag	200 (40%)
8	500	Middel	300	Laag	200 (40%)
9	160	Laag	80	Laag	80 (50%)
10	120	Laag	30	Laag	90 (75%)
11	500	Middel	300	Laag	200 (40%)
12	500	Middel	300	Laag	200 (40%)
13	378	Middel	189	Laag	189 (50%)
14	168	Laag	28	Laag	140 (83%)
15	500	Middel	300	Laag	200 (40%)

Figure 8: Resultaten FMEA

Alle 15 adviezen die zijn berekend zorgen voor een aanzienlijk verschil van tenminste 40 %, toch worden niet alle 15 geadviseerd aan de *m/s Maasdam*. Dit heeft er mee te maken dat wanneer al deze tegelijk zouden worden ingevoerd dat veel geld en tijd zou kosten en het schip is daarbij 23 jaar oud, wat voor andere problemen kan gaan zorgen. De processen worden allemaal naar prioriteit ingedeeld en naar hoeveel procentuele verandering ze zorgen.

De processen waarbij de huidige situatie onder 300 punten ligt oftewel een lage prioriteit hebben, daarbij zullen de oplossingen die geopperd zijn niet worden aanbevolen deze toe te passen omdat deze te “weinig” aan de huidige situatie veranderen.

De processen waarbij de huidige situatie boven de 300 punten ligt oftewel een middelhoge prioriteit, daarbij zullen de oplossingen worden uitgewerkt. Deze uitwerkingen kunnen worden gebruikt om een verandering aan te brengen in het “veiligheidsnet” om het schip nog veiliger te maken. Dit zijn een totaal van 10 oplossingen die gekwalificeerd zijn als middelhoog en dus uitgewerkt worden.

De processen met oplossing die uitgewerkt worden, worden hieronder in een tabel vorm gezet.

Aanbeveling nr.:	RPN vóór:	Prioriteit:	RPN na:	Prioriteit:	Verskil:
1	315	Middel	189	Laag	126 (40%)
2	315	Middel	135	Laag	180 (57%)
4	400	Middel	240	Laag	160 (40%)
6	500	Middel	300	Laag	200 (40%)
7	500	Middel	300	Laag	200 (40%)
8	500	Middel	300	Laag	200 (40%)
11	500	Middel	300	Laag	200 (40%)
12	500	Middel	300	Laag	200 (40%)
13	378	Middel	189	Laag	189 (50%)
15	500	Middel	300	Laag	200 (40%)

Figure 9: Resultaten FMEA hoogste prioriteit

4.3.4 Conclusie stap 3

Nu de RPN's of totaal risico nummers zijn berekend kan de conclusie getrokken worden dat dit schip geen hoge risico punten scoort in de huidige situatie. De enige situaties die leidden tot een hogere waarde zijn deze met betrekking tot trainingen en oefeningen omdat deze lastig te meten zijn, hierom is er een "veilig" hoger cijfer aan toegekend. Na het implementeren van de oplossingen die geopperd zijn komen alle prioriteiten op laag te staan wat betekent dat het risico nummer op of onder de 300 zit.

Hoewel het natuurlijk al een voordeel is dat de RPN's lager zijn geworden en allemaal een lage prioriteit hebben gekregen in de nieuwe situatie, is het interessant te kijken naar de hoeveelheid en dan vooral procentueel gezien. Hierin is veel verschil te zien, van 40% t/m 83%. Daarbij moet worden vermeld dat 40% standaard is voor de gevallen die trainingen/oefeningen betrekken. De twee grootste verschillen procentueel gezien hadden al een laag RPN om mee te beginnen namelijk: RPN: 120 en een verschil van 75%, RPN: 168 en een verschil van 83%. Er kan worden verklaard dat bij kleine RPN's de oplossingen niet ver hoeven te gaan om een groot resultaat te bereiken, dit ligt anders bij de hogere RPN's zoals trainingen geven en toetsen en bij het installeren van apparatuur. Terwijl het hierbij veel belangrijker is om de cijfers naar beneden te krijgen in verband met een hogere prioriteit.

Uiteindelijk blijven er 10 aanbevelingen over waarbij de prioriteit hoog genoeg is om toe te passen op de huidige situatie.

5 Discussie

Aan de hand van de conclusie van het vorige hoofdstuk zijn er 10 aanbevelingen overgebleven die een significant aandeel hebben in het verbeteren van de brandveiligheid aan boord van de *m/s Maasdam*.

Na bestudering van de negen cases kan er worden geconcludeerd dat branden waarbij een of meerdere vaste brandblusinstallaties worden gebruikt zich vooral in de machinekamer voordeden. Dit kan makkelijk worden verklaard doordat de meeste installaties zich daar ook bevinden. Wat wel opviel is dat de branden vooral een technische oorzaak hadden en geen menselijk zoals voorspeld door eerdere onderzoeken.

De soorten aanbevelingen voldeden daarentegen wel aan de verwachting dat de meerderheid invloed zou hebben op het menselijk handelen, waardoor er kan worden geconcludeerd dat er vooral veel op menselijk handelen verbeteringen aangebracht kunnen worden. Uiteindelijk zijn er 41 aanbevelingen uit de cases gehaald waarbij 23 of 56% daarvan een verbetering van menselijk handelen opperde.

Niet alle aanbevelingen kunnen gebruikt worden daarom is er gekeken naar de relevantie van deze aanbevelingen met betrekking tot de situatie aan boord. Daaruit is gebleken dat al een aantal aanbevelingen waren geïmplementeerd en vele ook gewoon niet relevant (meer) waren. Uiteindelijk bleven er 12 aanbevelingen over die relevant waren voor dit schip waarbij 6 menselijk handelen betrof, 5 hadden betrekking op de techniek en over gebleven aanbeveling betrof een procedurele handeling.

Er is daarnaast ook gekeken of er naast deze aanbevelingen nog meer aanbevelingen te verzinnen waren die de veiligheid kunnen verbeteren. Dit heeft uiteindelijk geleidt tot nog eens 3 aanbevelingen. Nu deze aanbevelingen bekend zijn, zijn voor de situaties van voor en na implementatie van deze oplossingen de RPN's of totale risico's berekend aan de hand van het FMEA-model(bijlage 8). Hieruit bleek dat van deze 15 situaties er 5 een dergelijk lage prioriteit hadden met betrekking tot het risico, dat er besloten is de oplossingen voor deze situaties niet mee te nemen in de aanbevelingen omdat het simpelweg niet genoeg zou opleveren.

Van de 10 aanbevelingen die overbleven hebben er 8 te maken met menselijk handelen en 2 met een technische verandering. Dit kan alleen worden verklaard dat de menselijke factor van groot belang is in de afwikkeling van een noodsituatie en dat de techniek hem hierin ondersteunt maar deze verantwoordelijkheid niet kan overnemen. Deze 10 aanbevelingen zijn verder uitgewerkt in het hoofdstuk Conclusie & aanbevelingen.

6 Conclusie & aanbevelingen

6.1 Conclusie

De hoofdvraag luidde: **Welke adviezen kunnen er gegeven worden omtrent het gebruik van de vaste brandblusinstallaties van de MS Maasdam op basis van analyse van branden op passagiersschepen met vergelijkbare brandblussystemen?**

Met de verzamelde informatie uit de cases en het bestuderen van de huidige situatie aan boord van *m/s Maasdam* kan worden geconcludeerd dat het schip al behoorlijk veilig is. Het schip voldoet natuurlijk aan alle internationale eisen van de IMO en de nationale eisen die de Nederlandse Staat van haar eist, het schip doet zelfs meer dan dat en heeft al veel aanbevelingen die werden gesteld in de onderzochte cases al toegepast. Toch is er altijd ruimte om de (brand)veiligheid nog verder omhoog te schroeven, hoewel niet moet worden vergeten dat het schip al 23 jaar oud is en veel regels zijn aangescherpt vooral in de laatste 10 tot 15 jaar.

Met de aanbevelingen die overbleven en relevant zijn, zijn er voor de huidige situatie de totale risico's (RPN) uitgerekend. Dit leidt tot een totaal van 10 aanbevelingen aan de *m/s Maasdam* die het meest bereiken in het verminderen van het risico aan boord. 8 van deze 10 aanbevelingen gaan over het verbeteren van kennis en oefeningen voor bemanning aan boord, terwijl maar twee van deze aanbevelingen gingen over een technische verandering. Dit toont aan dat vooral het menselijk handelen een grote invloed heeft op hoe een (nood)situatie zich escaleert. De aanbevelingen die zijn gedaan worden hieronder uitgewerkt.

6.2 Aanbevelingen

Hieronder worden de aanbevelingen uitgewerkt die aan de *m/s Maasdam* gegeven kunnen worden aan de hand van de gevonden resultaten en berekeningen.

Advies 1: Passagiers informeren over brandveiligheid

In dit advies wordt geopperd om passagiers meer te betrekken bij hun eigen veiligheid maar ook dat van het schip, begrepen wordt dat passagiers op vakantie zijn en dus geen bemanningsleden met (uitgebreide) kennis over het schip en scheepsveiligheid. Voornamelijk hutten met een balkon moet meer aandacht getrokken worden tot de veiligheid door de afwezigheid van een detector en/of een sprinkler. Een voorbeeld voor het meer betrokken maken is door de passagiers van hutten met een balkon niet alleen een flyer te geven, omdat deze gemakkelijk vergeten kunnen worden, maar ook bij de frontdesk of door een steward er op worden geattendeerd op peuken te letten en waakzaam te zijn.

Advies 2: Installeren rookmelder op balkon

Op het moment van schrijven hebben de afzonderlijke balkons van de passagiershutten geen rookmelder of een andere manier van detectie, de dichtstbijzijnde melder is in de hut. Met het voorbeeld van de *Star Princess* waarbij een balkon brand niet snel genoeg werd gedetecteerd en zo zich snel kon verspreiden naar andere hutten, wordt er aanbevolen om een detector ook op het

balkon te installeren. Een snelle detectie van branden kan er voor zorgen dat een brand zich niet kan verspreiden en zo schade worden beperkt.

Advies 3: Pilot flessen benoemen met cijfers

Zelfs al zijn de officieren bekend met het systeem dan kan nog in een noodsituatie waarbij CO₂ toe gelaten moet worden zorgen voor extra stress en paniek. Dit kan ervoor zorgen dat iemand die niet helemaal vertrouwd is met het systeem, zelfs met de uitleg aan de buitenkant van de activatie box, zich kan vergissen in de volgorde daarom is het om fouten te voorkomen aanbevolen om de volgorde met cijfers aan te geven en niet met letters.

Advies 4: Training/toetsing controleprocedures

Officieren zowel op dek als in de machinekamer moeten al vele procedures en regels kennen en onthouden hierdoor kan het zijn dat bepaalde procedures niet goed genoeg blijven of door elkaar gehaald worden. Hierom wordt geadviseerd om onaangekondigde oefeningen te houden, waarbij dit schema alleen bekend is bij de eerste officier, staff captain en kapitein. Dit kan zijn om alleen de eerste procedures te testen maar kan ook voor een volledig scenario worden gebruikt. Hierdoor blijven vooral jonge officieren scherp met betrekking tot veiligheidsprocedures.

Advies 5: Training beter leren kennen lay-out van de machinekamer

Noodsituaties in de machinekamer waarbij machinekamer personeel niet bekend is met de layout is onacceptabel. Dit kan deels opgelost worden door de brandoefeningen in de machinekamer iedere keer in een andere gedeelte te laten afspelen zodat mensen worden gedwongen de layout beter te kennen. Dit kan door de matrix preciezer te maken met locaties en niet alleen aanduiden met dek en machinekamer. Deze zouden vervolgens alleen bekend mogen zijn bij de eerste officier en eerste engineer.

Advies 6: Oefening met wegvallen sleutelfiguren

De hiërarchie aan boord een schip en vooral een cruiseschip is heel duidelijk en iedereen heeft een eigen taak om zo kritische situaties snel en efficiënt het hoofd te bieden. Maar omdat deze hiërarchie zo sterk is en iedereen zich alleen focust op zijn eigen taak kan het zijn dat bij het wegvallen van bepaalde rollen de situatie escaleert of niet meer onder controle kan worden gehouden. Het is daarom van belang hier mee te oefenen en hierbij kan een combinatie worden gemaakt met de onverwachtse oefeningen, om mensen te benadrukken op het goed kennen van procedures.

Advies 7: Training bediening brandblusinstallatie

In noodsituaties wanneer stress en paniek op de loer liggen kunnen er fouten worden gemaakt of zelfs een blackout waardoor hele procedures vergeten worden. Het is daarom van belang zoveel mogelijk te oefenen of te trainen met alle aspecten van het bedienen van brandblusinstallaties, zelfs wanneer deze automatisch geactiveerd worden. Er kan als voorbeeld worden geadviseerd om een opdracht te maken met betrekking tot het bedienen van waarbij alle aspecten voorbij komen.

Advies 8: Vaste procedure voor het binnentreden van brandende ruimtes

Tijdens het binnentreden van een brandende ruimte is het belangrijk dat dit vooral belangrijk dat dit veilig gebeurt zodat er geen slachtoffers ontstaan. De procedures voor het binnentreden zijn nog niet vastgesteld en kunnen verschillen met iedere training en zelfs per schip. Om verwarring tussen de verschillende leden binnen een fireteam te voorkomen wordt aanbevolen één methode te handhaven op elk schip, dit kan met een aanpassing in HESS-MS of door een circulair te sturen naar schepen binnen de vloot.

Advies 9: Sprinklers installeren embarkatie dek (lower promenade dek)

Het embarkatie dek is het dek vanwaar de reddingssloepen en vlotten geëmbarkeerd kunnen worden voor zowel passagiers als bemanning. Dit dek is van hout en loopt ononderbroken rond het schip en vormt een risico, ook omdat passagiershutten hier aan zijn gelegen en houten meubilair hiervan op dit dek staan. Om ervoor te zorgen dat dit dek gebruikt kan blijven worden of als extra boundary cooling voor het dek daaronder zouden sprinklers, die bijvoorbeeld alleen vanaf de brug geactiveerd kunnen worden, geïnstalleerd kunnen worden. Deze zouden makkelijk op de al bestaande sprinkler stations van dit dek aangesloten kunnen worden.

Advies 10: Oefening dek fireteams in de machinekamer

Dit is in een verlengde hetzelfde als advies 6 waarbij er geoefend kan worden met een brand in de machinekamer waarbij de engine fireteam niet beschikbaar is. Dit houdt het dek fireteam scherp en creëert een bewustzijn over hoe te handelen bij een machinekamer brand voor dek teams.

7 Bibliografie

Alert! (2003, Oktober). *The human element*. Opgeroepen op Oktober 10, 2016, van The Nautical Institute: <http://www.he-alert.org/index.cfm/bulletin/The-Human-Element>

Flyvberg, B. (2006). *Five misunderstandings about case-study research*. Denmark: Sage publications.

H.C.Theisens. (2015). *Climbing the mountain*. Amsterdam: Lean Six Sigma Academy.

Holland America Line. (sd). *ms Maasdam overzicht*. Opgeroepen op Oktober 9, 2016, van Holland America line: http://nl.hollandamerica.com/enl/cruise-vacation-onboard/Maasdam?WT.ac=pNavLP_Onboard_Ships_MA&legacy=true

HZ university of applied science. (2014). *Studentenhandleiding afstuderen*. Vlissingen: Repro service HZ.

IMO. (2016). *Fire protection*. Opgeroepen op september 22, 2016, van International Maritime Organization: <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/FireProtection/Pages/History.aspx>

IMO. (2016). *History of SOLAS fire protection requirements*. Opgeroepen op september 22, 2016, van International Maritime Organization: <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/FireProtection/Pages/History-of-fire-protection-requirements.aspx>

IMO. (2016). *Passenger ships*. Opgeroepen op september 22, 2016, van International Maritime Organization: <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Regulations/Pages/PassengerShips.aspx>

IMO. (2016). *Safety regulations for different types of ships*. Opgeroepen op september 22, 2016, van International Maritime Organization: <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Regulations/Pages/Default.aspx>

RVO. (2016). *Risico analyse en management*. Opgeroepen op Oktober 6, 2016, van Rijksdienst voor ondernemend Nederland: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/Risicoanalyse%20en%20management.pdf>

V.Pomeroy. (2014). On future ship safety – people, complexity and systems. *Journal of Marine Engineering and Technology*, 50-61.

Ventikos, N. P. (2013). Exploring Fire Incidents/Accidents Onboard Cruise and Passenger Ships. *SPOUDAI Journal of Economics and Business*, 146-157.

Wim van Alphen, D. V. (2013). *Handboek Risicobeheersing*. Zeist: Kerckebosch.

Bijlagen

Bijlage 1

HESS-MS Procedures: DER - Design and Equipment Requirements (Document Date: 27 Mar 2015)

DER-1008 - MOORING DECK FIRE DETECTION AND SUPPRESSION	
---	---

1 Requirements

1.1 Mooring Decks

All aft mooring decks and enclosed forward mooring decks must be fitted with the following three fire safety systems:

1. A fire detection system
2. CCTV cameras capable of being monitored from the Bridge and/or Safety Center.
3. A fixed water-based fire suppression system.

1.2 Fire Detection Requirements

A combination of flame and heat detectors must be installed to provide adequate detection coverage of areas where mooring ropes are located.

Automatic flame and smoke detection software analytics that are integrated into the mooring deck CCTV system are permitted as alternative means of fire detection. Where installed, they must immediately activate a fire alarm on the Bridge and/or Safety Center upon detection of flames or smoke.

All flame detectors and/or CCTV cameras used for fire detection must be certified with an international equipment protection rating of IP67, ensuring reliable operation and protection of equipment from harsh environmental conditions.

All heat detectors must be rated to IP66 or higher.

On ships where the fire detection system does not allow for the integration of detectors with an IP rating that meets this requirement, the ship must be provided with the highest available IP rated detectors.

1.3 Fire Suppression Requirements

The fixed fire suppression system can be activated through a manual or automatic release system approved and installed in accordance with any Class and Flag requirements.

If an automatic pressurized fire suppression system is used, provisions must be made to prevent possible freezing of the fire suppression medium.

The fixed fire suppression system must be capable of being activated from a position that is not affected by a mooring deck fire.

2 Purpose

To improve fire incident management through rapid detection, confirmation and suppression of mooring deck fires.

HESS-MS Procedures: MAR - Marine Procedures (Document Date: 01 Apr 2015)

MAR-1502 - FIRE PRECAUTIONS**1 Purpose**

To identify and reduce potential fire threats, and to minimize the fire risk onboard.

2 Scope

Defines requirements for fire precautions related to storage of flammable material, prohibited equipment in cabins, smoking restrictions, and use of decorations.

3 Responsibilities**3.1 Second in Command**

Include scope of this procedure in regular safety rounds.

3.2 Safety Officer

Ensure signs and posters are posted at appropriate locations according to this procedure.

3.3 Heads of Department

Ensure that the contents of these instructions are known and understood by all crew.

Maintain compliance for their area of responsibility.

3.4 Storekeeper(s)

Manage their storage spaces according to this procedure.

4 Process**4.1 General Requirement for Storage Spaces**

Storage spaces (SOLAS Category 13/14) must follow the following requirements:

- Access to firefighting equipment must not be obstructed.
- The swinging arc of the door in working areas must be clearly marked on the deck, if practical.
- Alternative escape routes must be marked and kept free from any obstruction.
- Stores must be kept adequately secured.

For spaces protected by sprinklers systems, a vertical clearance of 250 mm between a sprinkler head and anything stored in the space must be maintained.

For spaces protected by Hi Fog/Water Mist systems, the following clearances (refer to Appendix 1 for illustration) must be maintained:

- Except against the bulkhead, there must always be a gap of at least 250mm between the deckhead and the top of the stores.

- Additionally, nothing must be stowed within 500 mm of a Hi Fog/Water Mist Head.

These spaces and the spaces described in Section 4.1.1 must be inspected as part of the safety rounds.

PCL/POCA: [Detailed Instruction Stowage of Combustible Stores and Storerooms](#)

4.1.1 Storage Space for Flammable Liquids

Flammable liquids (e.g. paints, solvents and chemicals) must be kept in a designated storage space (SOLAS Category 14) covered by a Fixed Fire extinguishing system. These spaces must be closed each time the space is vacated, and locked when not in use.

The spaces must be properly ventilated. Paints, solvents, and chemical containers must be kept closed when not in use, and stowed securely to prevent shifting and falling. No open/naked flames or other sources of ignition must be used in, or connected with, such spaces. Only intrinsically safe hand tools must be used.

Attention to cleanliness/tidiness in storage spaces for flammable liquids must include the following:

- Elimination of additional combustible material.
- Incompatible chemicals must be properly segregated.
- Rusted containers must not be used for retaining flammable liquids.

4.1.2 Disposal of Flammable Materials

Disposable waste material liable to spontaneous combustion, particularly oily sawdust, oily cotton waste and similar items, must be collected and disposed of without delay. Whilst stowed on board, waste must be kept in a steel container with close fitting lid.

Paint and solvent spills must be cleaned up without delay. Sand or similar inert material and rags must be kept in each paint service space for cleaning purposes. Steel containers with lids must be used for all solid waste.

Solid waste containers must be emptied when full, or at the end of the day, if waste is generated. Any dirty thinners or old unused paint must be emptied into the sealed "waste drum" in the paint store. When this drum becomes full, it must be taken for disposal as per the ship's Garbage Management Plan.

4.1.3 Medical Oxygen Cylinders

For those ships which are not equipped with an adequate locker for the storage of Medical Oxygen Cylinders, only the cylinders in use must be kept in the Hospital area, the remaining cylinder must be stored in a suitable and properly secured location.

Cabins of passengers that have brought their own Medical Oxygen Cylinders must be identified, and marked accordingly. The number of oxygen cylinders in these cabins must be kept at a minimum.

PCL/POCA: [Detailed Instruction Medical Oxygen](#)

HAL/SBN: [Securing of Medical Oxygen \(HAL\) / Carriage of Medical Oxygen \(SBN\)](#)

4.2 Prohibited Equipment in Cabins

Equipment that is not approved, including candles, non-electric lamps, incense burners, incense sticks and all naked flames are strictly prohibited in cabins. All crew members must follow the following electrical fire precautions:

- All electric lights must be switched off in unoccupied cabins.
- No additional electric power outlets must be fitted in any location without prior authorization from the Chief Engineer.

- The following equipment are prohibited:
 - All cooking appliances. This includes microwaves, toasters and sandwich makers; water heating devices other than kettles/jugs and coffee makers with automatic cut offs.
 - More than a single extension cord.
 - Electrical heaters.
 - Electrical power tools.
 - Irons without automatic cutout.

HAL/SBN: Prohibited equipment in crew cabins are found in the [House Rules](#) (HAL) and [HRP 06](#) (SBN).

4.3 Smoking Restriction

Smoking must only be permitted at designated areas which are equipped with appropriate ashtrays. Passengers and crew must be informed that cigarettes must not be thrown overboard. Smoking in cabins is not permitted.

HAL/SBN: Smoking is not permitted in crew areas except in designated areas per [House Rules](#) (HAL) and [HRP 038](#) (SBN). [OD FOP-01-15](#) has been issued and new policy for Seabourn crew quarters will take effect on June 12, 2015.

4.4 Decorations

Only decorations provided by the Company must be used in public areas. These decorations must be treated and be fire retardant. The following must be observed:

- No paper or flammable decorations should be placed in alleyways or on cabin doors.
- Nothing must be placed over light fittings. This may restrict the airflow and cause the item to ignite.
- Open flames/candles are not permitted in public spaces unless authorized by the Company Safety Department.
- Styrofoam decorative displays must be stowed in a locker with Fixed Fire Suppression system. Other flammable materials within the locker must be kept to a minimum. In addition:
 - Carving of the displays must be carried out in an area with fixed fire suppression, and any surplus Styrofoam must be disposed of immediately.
 - Only the minimum number of Styrofoam blocks needed for carving must be carried on board and further blocks ordered on an as-required basis. Spare blocks must be stowed with the displays.

4.5 Pyrotechnics

Pyrotechnic devices must be stowed in an approved container/locker. Out-of-date or defective pyrotechnics must be stowed separately in an approved container/locker. These must be returned to approved manufacturers/vendor for disposal.

Pressurized bottles of flammable liquid and gas used in theater equipment must be treated as pyrotechnics and must be stored in an approved container/locker.

PCL/POCA: [Detailed Instruction Pyrotechnic Return Procedure](#)

4.6 Fire Screen Doors (High Risk Areas for Ships without Safety Management and Control Systems (SMCS))

Fire Screen Doors surrounding high-risk areas must be closed when the area is not manned. A "high-risk area" is considered to be any galley, laundry, or incinerator space. Ships may add to this list, so long as it does not impact on the working of the ship. A crew member must be made responsible for closing the Fire Screen Doors in each selected area. The Fire Patrol must check that the doors are closed during their rounds.

4.7 Smoke Detection Disablement Timer

Smoke Detection Disablement Timer, approved for temporary disablement of Smoke Detectors in locations such as workshops and show lounges must never be in use when the space is unmanned.

5 Records

N/A.

6 References

N/A.

7 Definitions

SOLAS Category 13 space - Store-rooms, workshops, pantries, etc.:

- Main pantries not annexed to galleys, main laundry.
- Large drying rooms (having a deck area of more than 4 m²), miscellaneous stores. Mail and baggage rooms and garbage rooms.
- Workshops (not part of machinery spaces, galleys). Lockers and store-rooms having areas greater than 4 m², other than those spaces, that have provisions for the storage of flammable liquids.

SOLAS Category 14 space - Other spaces in which flammable liquids are stowed

- Paint lockers. Store-rooms containing flammable liquids (including dyes, medicines). Laboratories in which flammable liquids are stowed.

[MAR-1502-A1 Sample Nozzle Clearance Diagram](#)

VERSION HISTORY**COMMENT**

Added HAL/SBN instructions. No change to PCL/POCA.

Applied MC update - Addition of Section 4.7 Smoke Detector Disablement Timer.

Applied MC Update

Bijlage 3



Bijlage 4

RELEASE OF FIXED CO2/HALON SYSTEM IN MACHINERY SPACES EMR-1703-F2

PREPARATION	
☐	CO2/Halon Muster
☐	Continue operation of the water mist system
☐	Guard all boundaries to the affected machinery
☐	Confirm Isolation of the affected machinery space and inform Command & Control: • Fire dampers • Fire screen doors and watertight doors • Manual doors (e.g. in the funnel) • Shut down machinery • Shut down of ventilation

RELEASE	
☐	Release CO2/Halon system only on direct order by the Master
☐	Verify successful release

EVALUATION	
☐	Consider second discharge, where available
☐	Boundary cooling
☐	Monitor bulkhead temperature
☐	Space must not be re-entered without permission of Master and Chief Engineer
☐	Re-entry team equipped with SCBA and Multigas detector
☐	Evaluate potential spread of CO2/Halon gas through engine ducts and ventilation ducts to other areas and pooling in bilges
☐	Establish fire-watch

OPERATION & MAINTENANCE INSTRUCTIONS



Ajax Fire Protection Systems B.V.

1. OPERATION INSTRUCTIONS

1.1. General

CO₂ gas is retained in the cylinder(s) by (a) discharge valve(s). When the discharge valve(s) is (are) activated by the pneumatic activating box the gas discharges through the valve outlet(s) and is directed through the distribution piping to the nozzles. The nozzles provide the proper flow rate and distribution of CO₂.

1.2. Pneumatic operation

In case of fire: proceed upon these instructions:

- 1) Open the door of the pneumatic activating box, pre-alarm will sound.
- 2) Ensure all personnel have vacated the protected zone.
- 3) Stop pumps (if applicable).
- 4) Stop ventilation/close dampers.
- 5) Close WTD (if applicable).
- 6) Connect pilot hose A to pilot cylinder A (quick-connect coupling).
- 7) Open pilot cylinder valve A, the CO₂ main valve will be opened.
- 8) Connect pilot hose B to pilot cylinder B (quick-release coupling).
- 9) Open pilot cylinder valve B, the CO₂ battery will be activated.

NOTE: These instructions are specific detailed on the pneumatic activating box for the concerned room.

Emergency operation with one pilot cylinder:

- 10) Repeat step 1 until 5.
- 11) Connect pilot hose A to the full pilot cylinder (quick-release coupling).
- 12) Open the valve of the full pilot cylinder, the CO₂ main valve will be opened.
- 13) Close the pilot cylinder at 60 bar and wait 5 sec. before disconnecting the quick-release coupling of pilot hose A.
- 14) Connect pilot hose B to the same pilot cylinder (quick-release coupling).
- 15) Open the pilot cylinder valve, the CO₂ battery will be activated.

HESS-MS Procedures: MRD - Maintenance, Repair and Dry-docking Requirements
(Document Date: 26 Aug 2013)

**MRD-0002 - FIXED CO2 - INSTALLATION, INSPECTION,
MAINTENANCE AND TESTING**



1 Purpose

To ensure that CO2 systems are in good order, fully functional and readily available for immediate use while the ship is in service.

2 Scope

This document applies to all ships with fixed CO2 system(s) (including ship's tenders) installed and provides minimum recommended level of inspection, maintenance and testing of CO2 fixed installation(s).

3 Responsibilities

3.1 Chief Engineer (or for specific operating lines Staff Captain or Safety Officer)

- Ensuring this procedure is implemented on board.
- Ensuring all CO2 systems are ready for immediate use.
- Overseeing inspection, maintenance and testing of CO2 systems
- Ensuring subordinates are:
 - Adequately trained and competent in any tasks they are given authority to perform.
 - Knowledgeable and understanding of the health and safety risks and precautions associated with CO2 systems onboard.
 - Aware they must immediately report all defects or system weaknesses to Chief Engineer or Staff Captain or Safety Officer.
- Ensuring records of all maintenance activities are fully and properly planned and recorded in shipboard maintenance system.
- Promptly requesting shore based third party support or supply of relevant spares.
- Ensuring any third parties working on the system are:
 - Authorized by appropriate shore management.
 - Supervised appropriately to an agreed work scope and plan.

3.2 Shore side Management

Promptly providing shore based third party resources and spare parts for CO2 systems.

3.3 Third Party Vendor

- Providing Chief Engineer or Staff Captain or Safety Officer with "specialized" maintenance, inspection testing and training.
- Immediately reporting all defects or system weaknesses to Chief Engineer or Staff Captain or Safety Officer.

4 Process

<https://hessms/hess/hessms.nsf/docIssue.xsp?documentId=01CB60E3B17C7CA588257D6...> 9/25/2015

4.1 General Precautions

- CO2 systems are critical to shipboard safety but are in themselves dangerous if misused or not maintained effectively. Operational requirements and safety precautions for CO2 Systems are located in Appendix 1 and must be understood by all personnel (shipboard and third party vendor) involved before undertaking maintenance, inspection or testing.
- All inspection, maintenance and testing tasks must be planned in advance using detailed work plan. Appropriate Risk Assessments and Permits to Work must be in place and include consideration of:
 - Briefing OOW and EOW on the action to be taken in event of a fire in the affected protected spaces.
 - Any special care required to ensure CO2 cannot be accidentally released into protected areas.
 - Increasing fire patrols to identify risks or incidents at earlier stage where CO2 systems are disabled.
 - Closing of affected spaces to non-essential personnel.
 - Advising personnel in protected spaces before and on completion of testing of CO2 alarms.
- Detailed application-specific task instructions (with photographs where complexity requires) must be available for all tasks.

4.2 Inspection, Maintenance and Testing Tasks**4.2.1 Weekly tasks must include:**

- Inspect CO2 rooms and all satellite control positions to confirm that systems are readily accessible for immediate use and there is no obvious damage or conditions that would prevent effective operation.
- Test that control panel indicators are functional by operating lamp/indicator test switch.
- Inspect all control/section valves to confirm they are in the closed position.

4.2.2 Monthly tasks must include:

- Inspect containers /cylinders for leakage including, where applicable, signs of ruptured burst discs and that Nitrogen (N2) cylinder pressure gauges are in proper range.
- Inspect containers/cylinders and confirm they are properly secured.
- Test the CO2 alarm to ensure that it activates in the protected spaces.
- Visually inspect flexible hoses and control pipes to confirm that they are intact and free of damage.

4.2.3 Six Monthly tasks must include:

- Test full function of each control system (as appropriate) from each release station using main and backup power supplies, ensuring that fans stop, dampers close, fire screen and WTD's close. Further ensure and confirm that all indication and warning functions operate correctly.
- Manually operate (where manual mechanism fitted) each control / section valve verifying that valve moves freely. Ensure that valves are closed on completion.

4.2.4 Yearly tasks must include:

Full inspection and test of systems by authorized Third Party Vendor together with shipboard personnel as per manufacturer's instructions (include as a minimum all items on 4.3.1).

4.2.5 Two yearly tasks must include:

<https://hessms/hess/hessms.nsf/docIssue.xsp?documentId=01CB60E3B17C7CA588257D6...> 9/25/2015

Incremental tasks (in addition to yearly) by authorized Third Party Vendor together with ship board personnel as per manufacturer's instructions (include as a minimum all items on 4.3.2)

4.2.6 Five yearly tasks must include:

Internal inspection of all control valves.

4.2.7 Ten Yearly tasks must include:

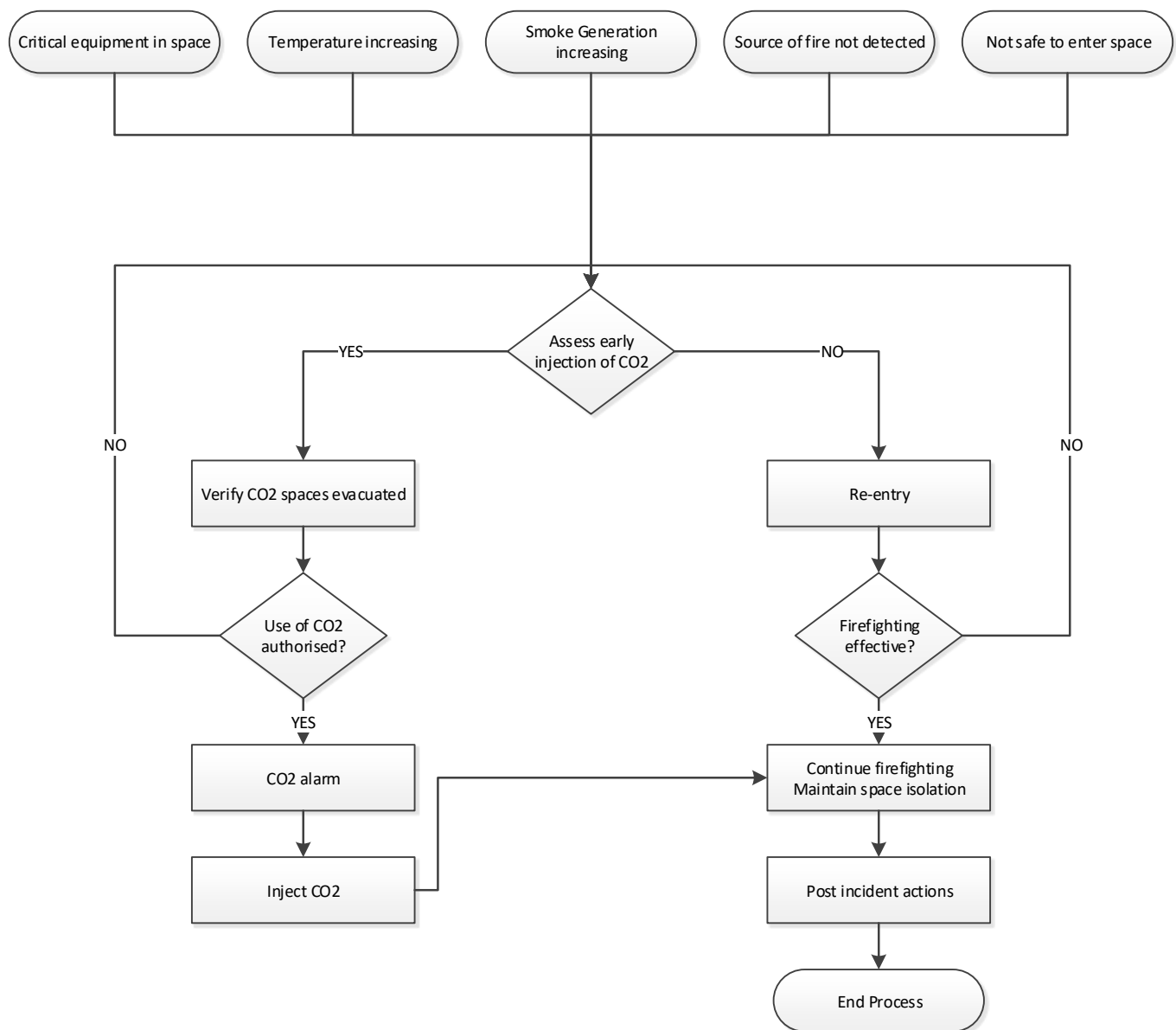
- Hydrostatic test and internal examination of the CO₂ and Nitrogen (N₂) cylinders as required by Flag State rules.
- Replace flexible hoses (more frequently if recommended by the manufacturer or condition requires).

4.3 Checklists

4.3.1 Checklist A – Minimum Annual Vendor Inspection Items

Task	Notes/Comments
Review maintenance history with ship staff before commencing work	
Visual Inspection of Cylinders & Cylinder Valve – Check for signs of damage or excessive corrosion	Remove any damaged/ corroded cylinders for pressure test / replacement
Storage Cylinder Record Test date	Cylinders to be tested on 10 yearly basis or as required by Flag rules
Cylinder Contents Check – Liquid Level or Weigh	
Visual Check of Cylinder Bracketing/Securing Arrangement	
Visual inspection and torque check of hoses	Hose Radii – Torque – In accordance with manufactured data
Inspect CO ₂ Manifold to ensure all connections are tight – Hoses/Coupling etc.	
Visual Inspection of system pipework and nozzles for signs of damage/corrosion/ obstruction	
Area boundaries of CO ₂ protected spaces to be checked to ensure no modifications have taken place and the compartment is closable	
Check labeling at area entrance/exit. (area covered by CO ₂ and should be evacuated on sounding of alarm)	

Bijlage 7



Bijlage 8



Datum: 22/11/2016
Auteur: GJH Hermes
Schip: M/S Maasdam

FMEA-brandveiligheid MS Maasdam

nr.	proces/situatie/systeem	functie	mogelijke fout	effect	ontdekkingswijze	K	O	G	T1	oplossing	K	O	G	T2
1	Roken op het balkon	x	Brandende sigaret wordt achtergelaten	brandend meubilair en/of balkon	Passagier of steward	5	7	9	315	Passagiers informeren	3	7	9	189
2	Brandje op balkon	x	Brand wordt te laat ontdekt	brand word groter	Passagier of bemanning	5	7	9	315	Installeren rookmelder	5	3	9	135
3	Balkon brand	x	Moelijk kunnen blussen/ te laat ontdekt	brand verspreid zich over balkons	Bemanning/fireteam	8	3	9	216	Installeren sprinkler	4	3	9	108
4	CO2-pilot flessen		Verkeerde volgorde bedienen	CO2- wordt niet geactiveerd	Indicatie manometer	5	8	10	400	Pilot flessen benoemen met cijfers	3	8	10	240
5	Schuimblusinstallatie		Verstopte leidingen/mondstuk	Schuim word niet goed verspreid	Bij activatie	3	8	10	240	Aftappunten	3	3	10	90
6	Controle procedures		handelingwijze beschrijven	Te laat of niet juist handelen	In noodgeval	5	10	10	500	Training/voetsing	3	10	10	300
7	Brand in machinekamer	x	Niet goed genoeg kennen van de layout	Niet juist handelen mbt brandbestrijding	In noodgeval	5	10	10	500	Oefening	3	10	10	300
8	Brand algemeen	x	Wegvallen van sleutelfiguren	Te laat of niet juist handelen	In noodgeval	5	10	10	500	Oefening	3	10	10	300
9	Brand kritische apparaten	x	Te late waarschuwing	Verlies van kritische apparatuur	In noodgeval	5	4	8	160	Thermische camera installeren	5	2	8	80
10	Brandblus leidingen		Gescheurde leiding in CO2 afgesloten ruimte	Verlies van stabiliteit en waterdruk	In noodgeval	4	3	10	120	Isoleren van leidingen	1	3	10	30
11	Vaste brandblusinstallaties		Fout bedienen of niet kunnen bedienen	Brand kan niet worden gebust	Manuele bediening	5	10	10	500	Training/voetsing	3	10	10	300
12	Binnentreden brandende ruimte		Verschil in geleerde procedures binnentreden	Gewond raken van fireteam leden	Oefening/noodgeval	5	10	10	500	Vaste procedure opzetten	3	10	10	300
13	Brand op embarkatie dek	x	Brand verspreid en/of beschadigt sloepen	Sloepen onbruikbaar	In noodgeval	6	7	9	378	Sprinklers installeren	3	7	9	189
14	CO2-installatie		Verlate activatie	Extra schade door brand	In noodgeval/activatie	6	4	7	168	Officier die al aanwezig is vanaf begin	1	4	7	28
15	Brand in machinekamer	x	Engine fire team niet beschikbaar	Deck fire team heeft te weinig kennis	Oefening/noodgeval	5	10	10	500	Oefening deck fireteams in ER	3	10	10	300

Bijlage 9

AIAG Compelled Rating			
Rating	Severity of Effect	Likelihood of Occurrence	Ability to Detect
10	Hazardous without Warning	Very high; Failure is almost inevitable	Can not detect
9	Hazardous with Warning	Very high; Failure is almost inevitable	Very remote chances of detection
8	Lose of primary function	High; Repeated failures	Remote chances of detection
7	Reduced primary function performance	High; Repeated failures	Very low chances of detection
6	Lose of secondary function	Moderate; Occasional failures	Low chances of detection
5	Reduced secondary function performance	Moderate; Occasional failures	Moderate chances of detection
4	Minor defect noticed by most customers	Moderate; Occasional failures	Moderate high chances of detection
3	Minor defect noticed by some customers	Low; Relatively low failures	High chances of detection
2	Minor defect noticed by discriminating customers	Low; Relatively low failures	Very high chances of detection
1	No effect unlikely	Remote; Failure is unlikely	Almost certain

$$T(PRN) = K * O * G$$

K= Occurence (kans op)
O=Detection (Ontdekkingswijze)
G=Effect (gevolgschade)