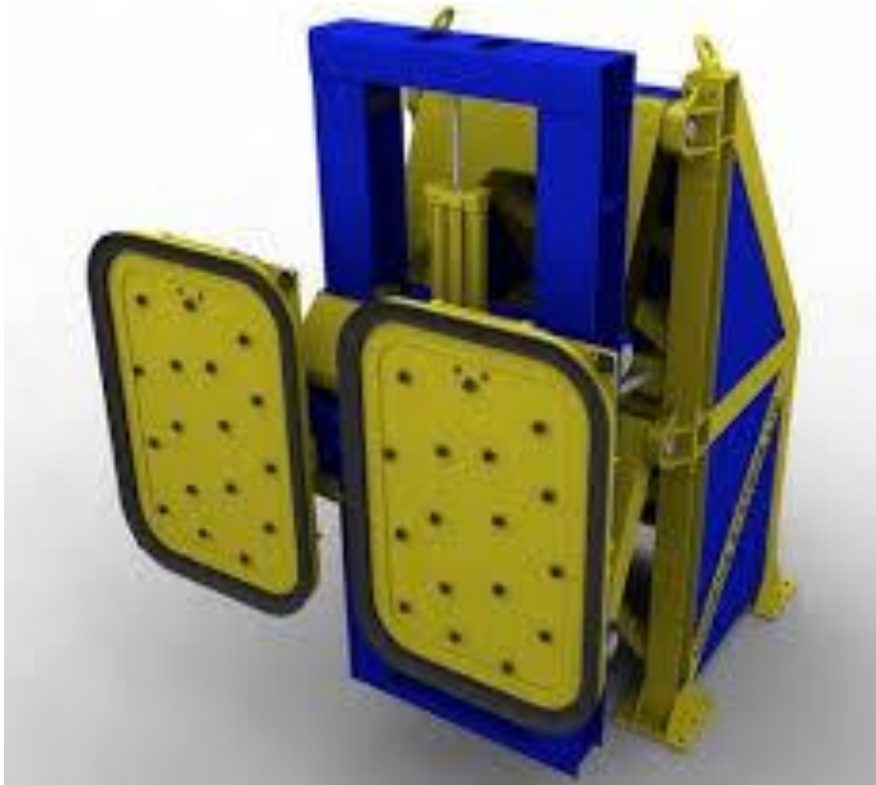


HAALBAARHEIDSSTUDIE OFFSHORE SHIP TO SHIP MEERSYSTEEM

Afstudeer scriptie



2018

M.A.C. Verhulst

HZ University of Applied sciences

16-3-2018

HAALBAARHEIDSSTUDIE OFFSHORE SHIP TO SHIP MEERSYSTEEM

Plaats van uitgave: Kapelle- Biezelinge

Auteur: M.A.C. Verhulst

Datum: 16-03-2018

Studiejaar: 2017 - 2018

Semester: 1

Studieonderdeel: Afstudeerscriptie

Begeleidend docent: dhr. Harts en dhr. Meerburg

Versie: 3.1

Afbeelding voorblad: Figuur 1: Cavotec MoorMaster 400, 2017

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Samenvatting

In dit haalbaarheidsonderzoek is onderzoek gedaan naar een alternatief voor de huidige manier van offshore afmeren van twee vaartuigen. Het onderzochte alternatief betreft het plaatsen van een bestaand (op vacuüm gebaseerd) systeem op een standaard stukgoedschip. Het systeem waar onderzoek naar is gedaan is het type MoorMaster400 van Cavotec. Het standaard stukgoedschip in dit onderzoek betreft een D-type schip van Spliethoff.

Dit onderzoek is een haalbaarheidsstudie naar de offshore inzet van een ship to ship meersysteem op basis van vacuüm, om de operationele risico's te verlagen en daarmee de veiligheid van schip, bemanning en omgeving te verhogen.

Om tot een eenduidige conclusie te komen is deze hoofdvraag onderverdeeld in de volgende deelvragen:

Welke veiligheid risico's spelen een rol bij de conventionele methode van het offshore langszij afmeren van schepen?

Hoe werkt een meersysteem op basis van vacuüm?

Wat is de technische haalbaarheid van een offshore ship to ship meersysteem?

Wat is de economische haalbaarheid van een offshore ship to ship meersysteem?

Conclusie van dit onderzoek is dat met het hanteren van dit systeem de veiligheid zeker bevorderd wordt. Bij het onderzoek naar de technische en economische haalbaarheid zijn er echter ook uitdagingen aan het licht gekomen. Voor wat betreft de economische haalbaarheid zijn de relatief hoge kosten die met het betreffende systeem gemoeid zijn, vooralsnog een belemmering. Plaatsing en functioneren van een dergelijk systeem aan boord van een standaard stukgoedschip is technisch haalbaar, mits een oplossing gevonden wordt voor de relatief korte 'arm' van het systeem ten opzichte van de minimale veilige afstand tussen de twee vaartuigen.

Voor wat betreft de invoering van dit systeem in de praktijk is tevens gebleken dat de sector grote waarde hecht aan bewezen en succesvol geteste systemen, en vooralsnog wat terughoudend is met betrekking tot de invoering van de onderzochte oplossing.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Abstract

In this case study research is done to find an alternative for the mooring of two vessels offshore. The investigated alternative is an existing vacuum system, build on a standard general cargo vessel. The system used in this case study is the MoorMaster400 by Cavotec. The standard general cargo vessel is the D-type ship of Spliethoff.

This research is a feasibility study of a ship to ship mooring system based on a vacuum system. To achieve a minimization of risks and by doing so to increase the safety of the crew and environment.

To come to a clear conclusion the study has been divided into four sub-questions:

What are the safety risks during the conventional method of mooring two vessels offshore?

How does the mooring system based on vacuum work?

What is the technical feasibility of the offshore ship to ship moor system?

What is the economic feasibility of the offshore ship to ship moor system?

A main conclusion of this study is that safety improves for sure. During the study of the technical and economic feasibility a few challenges are encountered. With respect to the economic feasibility, the relative high cost of the system are a limitation. Placement and functioning on a standard general cargo vessel are considered to be possible, if a solution to the relative short arm of the system (in comparison to the safe distance between the two vessels) can be found.

As for the use of the system in practice, it has been discovered that the sector generally tends to work with previously successful tested equipment and proven technology. And therefore are a bit reluctant on using the system described in this case study in this moment.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Inhoud

Samenvatting.....	ii
Abstract	iii
1. Inleiding	1
1.1 Probleemstelling.....	2
1.2 Doelstelling	2
1.3 Vraagstelling	3
2 Theoretisch kader.....	5
2.1. Intern onderzoek van Cavotec	5
2.2. Onderzoek “alternative berthing”	6
2.3. De ontwikkeling van “A ship-to-ship automatic docking system for ocean cargo transfer”	6
2.3. US Navy.....	8
2.4. Veilig werken	9
2.5. Werkingsprincipe	10
2.6. Constructie benodigd voor het aanbrengen van het systeem.....	11
2.7. Afbakening.....	11
3 Methode.....	12
4 Resultaten onderzoek deelvragen	13
4.1 Welke veiligheid risico’s spelen een rol bij de conventionele methode van het offshore afmeren van schepen?	13
4.2 Hoe werkt een meersysteem op basis van vacuüm?	17
4.3 Wat is de technische haalbaarheid van een offshore ship to ship meersysteem?	19
4.4 Wat is de economische haalbaarheid van een offshore ship to ship meersysteem?	29
5 Discussie	33
6 Conclusie en aanbeveling.....	34
Figurenlijst.....	38
Bibliografie	39

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Bijlagen	42
Bijlage 1: Specificaties Cavotec MoorMaster 400.....	42
Bijlage 2: Weerbericht.....	44
Bijlage 3: Workplace Risk Assessments / JSA.....	47
Bijlage 4: Interview vragen.....	48
Bijlage 5: Specificaties D-type Spliethoff.....	50

1. Inleiding

Het aanmeren van een schip tegen een kade of offshore tegen een ander vaartuig of object is een risicovolle manoeuvre, waarbij het zeemanschap van de bemanning iedere keer weer op de proef wordt gesteld.

Met aanmeren wordt bedoeld op de operatie die de kapitein en zijn bemanning uitvoeren om het schip veilig tegen de kade of, op open zee, tegen een ander drijvend object langs zij te brengen.

Het vakmanschap van de bemanning en de weersomstandigheden bepalen in grote mate de veiligheid bij het 'voor de kant komen'. Jaarlijks zijn er diverse ongevallen waarbij materiaal beschadigd raakt. In ernstigere gevallen lopen de scheepsbemanning, roeiers of andere betrokkenen zelfs lichamelijk letsel op, met in sommige gevallen zelfs een dodelijke afloop als gevolg. (Maritimeaccident, 2011)

De omstandigheden tijdens het aan- of afmeren van een schip zijn zelden identiek.

Weersomstandigheden, stroming, scheepsbewegingen, inzet van sleepboten, de te gebruiken afmeermethode (variabel bij verschillende afmeerplaatsen) zijn enkele voorbeelden van factoren die een rol spelen tijdens de manoeuvre. Oplettendheid, ervaring en een goede communicatie zijn uiterst belangrijke elementen voor een veilige af- of ontmeer operatie. Echter training en ervaring van de bemanning kunnen ongevallen niet altijd voorkomen.

In de huidige tijd waarbij schepen steeds groter worden en de frequentie waarbij havens worden aangelopen en weer verlaten toeneemt, vergt deze manoeuvre steeds meer van de bemanning en het materiaal. In het aanmeren van schepen in havens vinden technieken, waarbij de aloude trossen of staaldraden vervangen worden door meer geavanceerde methoden, steeds meer hun plaats. In de Canadese sluizen van de Great Lakes gebruikt men bijvoorbeeld een methode die gebaseerd is op het principe van vacuüm, om zo een schip aan de kant te 'plakken'. (greatlakes-seaway.com, 2017) Met dit vacuümsysteem verhoogd men de veiligheid van het aan- of afmeren van een schip. Tevens kan men met deze nieuwe methode de tijd die het aan- of ontmeren in beslag neemt verkorten, met alle voordelen van dien.

Naast het aan- of ontmeren van een schip tegen een vast object, zoals een kade of sluiswand, komt het in de praktijk ook voor dat men buitengaats afmeert tegen een drijvend object. Tegenwoordig komt dit zogenaamde offshore aanmeren steeds vaker voor. De bouw van windmolenparken op zee of het leggen van leidingen en kabels, vind doorgaans plaats door grote specialistische schepen die niet meer zelf een haven aanlopen om de benodigde onderdelen te laden. Zodoende neemt de vraag naar zogeheten 'suppliers', die langs zij komen om deze onderdelen aan te leveren, toe. Vergeleken met het aan- en afmeren aan een kade spelen er bij offshore aanmeren nog andere factoren een rol die de risico's doen toenemen. Hierbij kan gedacht worden aan de onderlinge hoogteverschillen tussen beide schepen, veroorzaakt door deining en krachten veroorzaakt door stroming. Deze factoren komen bovenop de eerdergenoemde omstandigheden. Hierdoor wordt er nog meer van de trossen en/of staaldraden en vaardigheden van de bemanning gevraagd, om dit op een veilige en verantwoorde wijze te kunnen uitvoeren.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

In dit onderzoek is de haalbaarheid van het toepassen van het eerdergenoemde vacuümsysteem in offshore omstandigheden nagegaan. Om het langsij komen van een vrachtschip tegen een operationeel drijvend object te vergemakkelijken en daarmee de risico's te verkleinen.

In dit haalbaarheidsonderzoek wordt aan de hand van diverse invalshoeken een beeld geschetst of deze techniek mogelijkheden biedt om offshore te worden toegepast. Om de haalbaarheid te toetsen ligt de focus van dit onderzoek bij de veiligheid en het in kaart brengen van de technische en economische haalbaarheid.

1.1 Probleemstelling

De hoofdvraag waarop in dit onderzoek een antwoord gegeven wordt is:

Wat is de haalbaarheid van het inzetten van een ship to ship meersysteem op basis van vacuüm, om offshore de operationele risico's te verlagen en daarmee de veiligheid van schip, bemanning en omgeving te verhogen?

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn er vier deelvragen geformuleerd. Deze worden in paragraaf 1.3 toegelicht.

1.2 Doelstelling

In de inleiding van dit haalbaarheidsonderzoek is reeds uiteengezet dat het af- en ontmeren van een schip de nodige risico's met zich mee brengt. Deze risico's hebben betrekking op de veiligheid van een schip, de bemanning en de omgeving.

Tegenwoordig zijn er meersystemen beschikbaar die deze operatie kunnen vereenvoudigen en dus de veiligheid kunnen verbeteren. In de praktijk worden deze meersystemen nu enkel toegepast bij het af- en ontmeren van schepen tegen *vaste objecten*. Het zogenaamde *offshore* meren van schepen brengt nog grotere risico's met zich mee. Doelstelling van dit onderzoek is dan ook om na te gaan of het on-shore meersysteem, dat gebruik maakt van een vacuüm systeem, eveneens offshore is in te zetten, om zo de operationele risico's van het meren te verlagen.

Belangrijke aspecten om te onderzoeken zijn de technische en economische haalbaarheid van een dergelijke oplossing. Deze twee factoren bepalen of het realistisch is om een dergelijk meersysteem in de praktijk toe te passen.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

1.3 Vraagstelling

De vier deelvragen die hieronder zijn weergegeven, dienen als ondersteuning voor de hoofdvraag:

1 Welke veiligheid risico's spelen een rol bij de conventionele methode van het offshore langsij afmeren van schepen?

Gedurende de conventionele methode van af- ontmeren zijn er veiligheid risico's aanwezig, die kans op schade en letsel als gevolg kunnen hebben. (Maritimeaccident, 2011) Er wordt nu bijvoorbeeld gebruik gemaakt van trossen die door middel van een pelikaanhaak verbonden zijn met het andere vaartuig. Mede doordat er met deze methode enige tijd gepaard gaat, staat de bemanning bloot aan verschillende risico's. Men moet hierbij denken aan brekende trossen, bijvoorbeeld doordat de Safe Working Load (SWL) door omstandigheden overschreden wordt, metaal breken in het gebruikte meergerei, onoplettendheid of miscommunicatie van de bemanning.

Om tot een volledig onderzoek te komen naar de vraag of een offshore vacuümsysteem mogelijk is en de aan- of ontmeer operatie in zijn geheel veiliger maakt, is dit getoetst aan de veiligheidsvoorschriften van het London offshore consultancy (LOC) survey (Consultancy, 2015). Tevens is er naar de veiligheid risico's, field research gedaan bij maritieme bedrijven.

2 Hoe werkt een meersysteem op basis van vacuüm?

In deze haalbaarheid studie is onderzoek gedaan naar de mogelijkheid of een schip offshore langsij een ander vaartuig met een stalen vlakke huid gemanoeuvreerd en aangemeerd kan worden. Om tot een eenduidige conclusie te komen over de haalbaarheid hiervan, is het uiteraard van belang om een duidelijk beeld te hebben van de werking van een dergelijk systeem.

3 Wat is de technische haalbaarheid van een offshore ship to ship meersysteem?

Met deze studie is onderzocht of een bestaand af- ontmeer systeem dat succesvol aan de wal is toegepast ook ingezet kan worden bij het offshore aan- en afmeren. Hiervoor zijn bepaalde aanpassingen op het schip vereist. Om een duidelijk beeld te krijgen van de benodigde aanpassingen zijn de specificaties van zowel het systeem als het beoogde schip nader onderzocht:

- Welke schepen/vaartuigen zullen tegen elkaar gemeerd worden
- De meest geschikte plaats voor montage op het schip
- Hoeveel verschillende systemen zullen geplaatst worden.
- Aanpassing voor het plaatsen van de unit

Met de uitwerking van bovenstaande punten is een beeld verkregen omtrent de technische haalbaarheid van het plaatsen van een vacuüm systeem aan boord van een vrachtschip.

Ook de praktische toepasbaarheid is tijdens deze deelvraag in overweging genomen. Door middel van interviews met mensen werkzaam in de maritieme sector zijn de conclusies met betrekking tot deze deelvraag onderbouwd.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

4 Wat is de economische haalbaarheid van een offshore ship to ship meersysteem?

Om inzicht te krijgen in de economische voordelen van het vacuüm meersysteem is er onderzoek gedaan bij commerciële afdelingen van bedrijven die operationeel zijn in de maritieme sector. Onderzocht is of een dergelijk systeem meerwaarde heeft als 'unique selling point', bijvoorbeeld bij het bieden op een contract van een offshore project.

Op basis van de gegevens van het systeem ontwikkeld door Cavotec zal een inschatting worden gemaakt van de kosten van een dergelijk systeem toegespitst op een offshore toepassing.

Om verder een oordeel te kunnen geven over de economische haalbaarheid is tevens gekeken naar de mogelijke kostenbesparingen die een dergelijk meersysteem bij offshore toepassing met zich meebrengt.

Door het onderzoeken van deze deelvragen kunnen conclusies getrokken worden die antwoord geven op de hoofdvraag van dit onderzoek.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

2 Theoretisch kader

Welke onderzoeken er al zijn verricht op dit onderwerp wordt door middel van een literatuurstudie duidelijk. Er zijn verschillende plaatsen op de wereld waar dit systeem onshore succesvol wordt toegepast. (Cavotec S. , 2017)

Een goed voorbeeld is de Port Salalah in Oman. Hier wordt het systeem al enkele jaren met succes toegepast. Het gaat in deze situatie om een containerhaven, die grote containerschepen in enkele seconden succesvol en veilig afmeert. Deze snelheid heeft vele voordelen en ook hier toont het systeem aan dat de veiligheid zeer verbeterd is. (SA, Cavotec Container, 2017)

2.1. Intern onderzoek van Cavotec

Er is onderzoek gedaan naar de meest voorkomende vragen over het vacuüm systeem. Dit onderzoek is te vinden op de Cavotec website. (FAQ MoorMaster, 2016) Doordat dit de producent van het systeem is moeten de antwoorden kritisch beschouwd worden. Het onderzoek is te vinden onder de naam “frequently asked questions” list. (FAQ MoorMaster, 2016) Belangrijkste vragenstukken die in deze FAQ behandeld worden en relevant zijn in het licht van deze haalbaarheidsstudie:

- Voor een standaard stukgoedschip hoeft er geen huidversterking plaats te vinden. Een huid met een dikte kleiner dan 10mm heeft wel extra aandacht nodig.
- Het is mogelijk het systeem te plaatsen tegen een huid die niet van staal is.
- Het systeem kan niet als fender of stoot wering gebruikt worden. Het doel van fenders is om de kracht op te vangen die bij het langsij komen kunnen ontstaan. Het systeem zal beschermd moeten worden tegen deze mogelijke krachten.
- Het systeem werkt op een hydraulische druk van 170 tot 250 bar
- Het is mogelijk het systeem te gebruiken in combinatie met trossen. Het wordt niet geadviseerd omdat de krachten die op het systeem en de trossen komen elkaar kunnen tegenwerken. Hierdoor wordt de werking van het systeem minder benut.
- Het systeem behoudt zijn vacuümwerking ongeacht de gevolgen van UV-straling.
- Het vacuüm systeem is niet gevoelig voor oneffenheden in het huidoppervlak kleiner dan 25mm.
- Met betrekking tot de weersomstandigheden waarin het systeem nog operationeel blijft geeft de bron (FAQ MoorMaster, 2016) weer dat de systemen blijven functioneren bij een luchttemperatuur van -25° C tot +50° C. Het systeem is ook werkzaam bij een windsnelheid tot 180 mph. Er zal in deze extreme weersomstandigheden echter niet af- en ontmeert worden.
- Het systeem zal in vervuilde omstandigheden zoals olie en stof nog voldoende werkzaam zijn. Er is aangetoond dat bij een ijzererts lading verlies op het systeem van 6ton de werking niet verstoord word. (FAQ MoorMaster, 2016)

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

2.2. Onderzoek “alternative berthing”

Door studenten van Rotterdam Mainport University of Applied Sciences is een onderzoek verricht naar “Alternative berthing”; het op een andere manier het schip af- en ontmeren. (Sprott, 2013)

Ook beschrijft hun onderzoek de huidige systemen van het aan- en ontmeren. In hun bevindingen wordt aangegeven dat er ongevallen voorkomen tijdens deze operatie. (Sprott, 2013)

Voor wat betreft de veiligheid van dergelijke systemen refereren de onderzoekers naar een veelgebruikte bron op internet (www.ukpandi.com). Volgens hun bevindingen is de oorzaak van de meeste ongevallen met betrekking tot af- en ontmeren het breken van de trossen (53%). 42% van de ongevallen heeft te maken met het feit dat de tros springt of van uit zijn positie springt met ongevallen tot gevolg en 5% van de ongevallen komt door een defect van meergerei. (CLUB, 2017)

Gebroken trossen komen voornamelijk voor gedurende het af- en ontmeren, bij het werken met sleepboten en bij twee schepen die langszij elkaar gemeerd worden. In al deze gevallen speelt defect meergerei, verkeerd gebruik door bemanning en het actuele weer een belangrijke rol. (CLUB, 2017)

Ook worden ongevallen toegekend aan “crew errors”. Deze menselijke fouten spelen een grote factor bij de ongevallen tijdens het af- en ontmeren.

Het onderzoek “Alternative Berthing” concludeert onder meer dat er ruimte is voor verbetering met name op gebied van veiligheid voor de personen die de operatie uitvoeren. Er komt ook een korte beschrijving naar voren over het gebruik van een “ship based” systeem voor aanmeren aan vaste objecten. Hiermee wordt bedoeld dat een systeem op het schip geplaatst wordt om de af- ontmeer procedure te verbeteren. In dit onderzoek komt het gebruik van een stabiele fundatie en een betrouwbare elektrische voeding naar voren.

2.3. De ontwikkeling van “A ship-to-ship automatic docking system for ocean cargo transfer”

Met betrekking tot de deelvraag “hoe werkt een meersysteem op basis van vacuüm”, hebben vier Koreaanse onderzoekers beschreven hoe een ship to ship automatic systeem succesvol is ontwikkeld (P.Lee, Y. K. (December 2014)). In dit artikel wordt aangetoond dat een containerschip succesvol containers offshore kan lossen op een barge, terwijl deze twee schepen stevig tegen elkaar gemeerd zijn met een op vacuüm gebaseerd meersysteem. In dit artikel is te vinden met welke soort krachten er gerekend wordt voor toepassing van dit systeem in deze situatie.

Onderstaand figuur geeft de aangetoonde krachten zoals tijdens de aanmeer operatie gemeten door de Koreaanse onderzoekers. Zij onderzochten het zogeheten “Mobile Harbor A1-250” systeem.

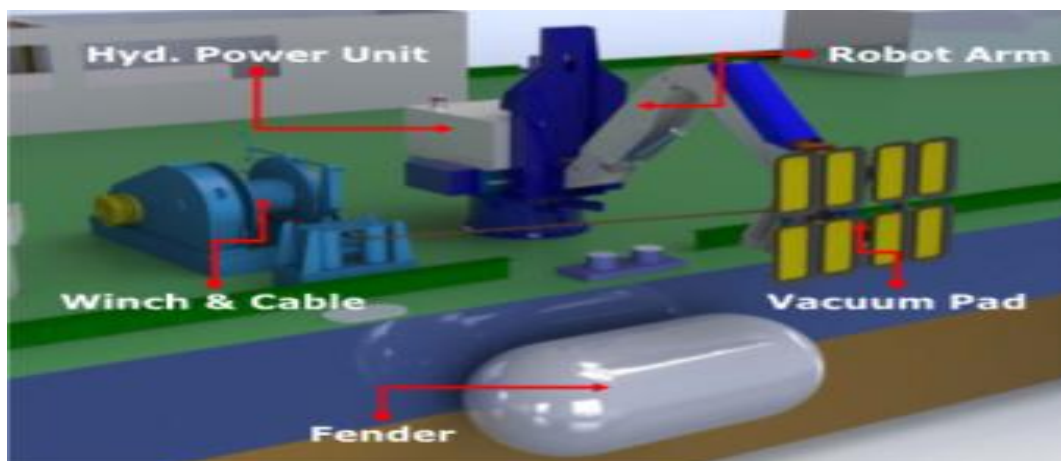
De getallen zijn aangegeven in ton of meter. De krachten geven het verschil weer tussen de kracht waar het systeem voor ontwikkeld is en de kracht die het tijdens de proef ervaren heeft.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Items	Designed (MH A1-250 to a CC)	Demonstration (barge to a training ship)
Wind force (ton)	4.9	0.7
Current force (ton)	3.2	2.1
Wave drift force (ton)	2.5	1.5
Total combined force required (ton)	10.6	4.37

Items	Designed (MH A1-250 to a CC)	Demonstration (barge to a training ship)
Sea state	3	3
Size of vacuum pads (m × m)	2.2 × 2.2	1.76 × 1.76
Capacity of vacuum pads (ton)	15	6
Maintained cable tension (ton)	7.5	3.0
Number of units	4	2

Figuur 2; Overzicht van krachten werkend op Mobile Harbor A1-250 (P. Lee,2014)



Figuur 3 Grafische schema van Mobile Harbor A1-250 (P. Lee,2014)

In figuur 3 wordt een impressie gegeven over dit betreffende systeem en met welke materialen deze ontwikkelaars gewerkt hebben.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Het artikel geeft informatie over de succesvolle werking van het systeem en beschrijft het verloop van de demonstratie. Er is te lezen dat er twee units geïnstalleerd zijn op de barge. Het gebied waar de demonstratie gehouden werd, was in open water ongeveer vierhonderd meter van de wal, waar zich de Koreaanse maritieme universiteit zich bevindt. De waterdiepte was rond de dertig meter. Het andere vaartuig was de Hanwoori (het containerschip) en lag eveneens buitengaats. De Meteorologische informatie werd verstrekt door de Koreaanse Meteorological administration (KMA). De KMA registreerde de staat van de zeegang gedurende de demonstratie. (P.Lee, 2014)

Uit deze test kwamen enkele conclusies naar voren. Zo was er een succesvol systeem gepresenteerd om schepen die door diepgang beperkt zijn een haven te kunnen aanlopen, buitengaats op een snelle en veilige manier te kunnen lossen. Er waren voldoende waarden vastgesteld, waar onder de benodigde krachten die het systeem vereisen om veilig gemeerd te blijven, krachten die de zeegang of deining teweegbrengen in combinatie met de grootte van de zuignap. Zo is er een duidelijk beeld verkregen welke krachten er op het systeem werken en hoeveel units er vereist zijn. Deze waarden hebben bijgedragen aan de afstelling van het systeem welke gebruikt kan worden bij een ship to ship aanmeer operatie tussen schepen zoals de 5000TEU Hanwoori en de 250TEU barge (P.Lee, 2014)

2.3. US Navy

Het artikel "Cavotec's MoorMaster automated mooring technology registers two major breakthroughs" gepubliceerd op 14 juni 2016 verwijst naar het succesvol aanbrengen van een vacuüm mooring systeem op een schip van de Amerikaanse marine. Doordat het de Amerikaanse marine betreft is de informatie beperkt. In het artikel wordt aan gegeven dat het bewezen is om offshore schepen tegen elkaar gemeerd te kunnen houden. (Michael Scheepers, 2016)

In het artikel wordt beschreven dat er vooruitgang is geboekt in de technologie op het gebied van het mooring systeem. (Michael Scheepers, 2016). De voor dit onderzoek relevante doorbraak is die van het ship to ship af- ontmeer systeem op open water. Dit is succesvol gedemonstreerd door de US navy in samenwerking met Cavotec.

De demonstratie laat hier praktisch zien dat het systeem in minder dan 30 seconden volledig vast en losgekoppeld kan worden. In het artikel wordt gesproken over het "Advanced Mooring System (AMS)" het is speciaal voor ship to ship operatie ontwikkeld. In het artikel wordt verwezen naar de prestatie van de "shore based Mooring" systeem dat aantoont dat het meer dan 200.000 aan- en ontmeer operaties heeft verricht en de veiligheid aanzienlijk verbeterd is door het vacuüm systeem in verschillende terminals zoals Ro-Ro, ferry, container kades. Maar ook in sluizen van de Great Lakes is de veiligheid en efficiëntie verbeterd door het vacuüm mooring systeem.

Tijdens de demonstratie die plaats vond bij de marinebasis in Coronado te Californie is gebruik gemaakt van het Cavotec Type MM200E welke was geïntegreerd in een versterkte 20' voet ISO-container die geïnstalleerd was op US Navy schepen. Er hebben tijdens de demonstratie verspreid over verschillende dagen tussen de 40 en 50 af- en ontmeer operaties plaats gevonden. (Scheepers, 2016)

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

2.4. Veilig werken

Om letsel en schade door ongevallen terug te brengen zijn door de jaren heen al vele rapporten geschreven en zijn de veiligheid regels in de maritieme sector toegenomen.

Het rapport Accident prevention on board ship at sea and in port van de “The International Labour Organization (ILO)” beschrijft in een onderdeel van het rapport de mogelijke gevaren en waar men met het oog op veiligheid rekening mee zou moeten houden.

In de algemene beschrijving spreekt het rapport van;

- 1 Iedere af- ontmeer procedure zal gecontroleerd moeten worden door een bevoegd persoon. Welke in contact met de brug zal staan.
- 2 De winches en ander materiaal zoals geleide rollers en kaapstanden en bolders zullen goed onderhouden moeten zijn en gecontroleerd op defecten.
- 3 Veiligheidskleding en persoonlijke bescherming middelen zullen ter beschikking gesteld moeten worden, zoals overalls, veiligheidsbrillen, werkschoenen en werkhandschoenen. (Personel Protective Equipment PPE)
- 4 De mensen die betrokken zijn bij de af- ontmeer procedure zullen zich bewust moeten zijn van de sterkte van het meer gerei. En deze maximale kracht niet overschrijden.
- 5 Betrokkenen moeten bekend zijn met de eigenschappen van het meer gerei.
- 6 Betrokkenen moeten rekening houden dat veelvuldig gebruik en trossen blootgesteld aan weersomstandigheden en zon licht de sterkte van de trossen kan beïnvloeden. En daardoor met zorg en extra attentie behandeld moeten worden
- 7 Tijdens elke af- en ontmeer operatie moeten alle relevante aspecten rond het operatiegebied geobserveerd worden. We denken hierbij aan de weersomstandigheden, langs varende schepen, getijde, ect.
- 8 Er dienen voldoende bemanningsleden (Afhankelijk grootte schip/ safe manning) aanwezig zijn tijdens de operatie.
- 9 Een mix van meergerei werkzaam in dezelfde richting dient voorkomen te worden omdat er op deze manier verschillende veerkrachten optreden.
- 10 De bemanning mag onder geen voorwaarde in een oog van een tros staan of langs een tros lopen die op spanning staat. Dit volgens de International Labour Organisation (ILO) (Organization, 1996)

Tot op heden wordt tijdens de af- en ontmeer operatie veel gewerkt met de “pelikaanhaak” . Deze haak is een haak die gekoppeld is aan de tros of staaldraad, waarmee men met behulp van een hamer de haak snel open kan klappen in geval van calamiteiten of op andere momenten wanneer de situatie vereist dat het schip snel moet ontmeren.

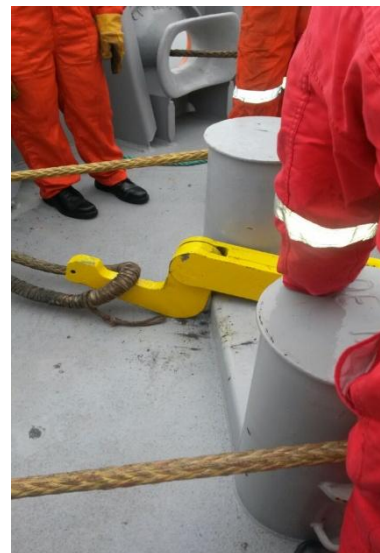
Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.



Figuur 4; Gele pelikaan haak. (M. Verhulst,2017)



Figuur 5; Meergerei inspectie (M. Verhulst,2017)



Figuur 6; Open Pelikaanhaak (M. Verhulst,2017)

Door het vacuüm systeem te gebruiken hoeft men ook in geval van nood niet meer dergelijke handelingen zoals het openklappen van de pelikaanhaak uit te voeren. Ook hoeft men niet meer in de omgeving van het meergerei te komen zodat het gevaar van brekende trossen met letsel en schade tot gevolg geminimaliseerd wordt.

2.5. Werkingsprincipe

In 1654 is een proef uitgevoerd door de toenmalige burgermeester van het Duitse Maagdenburg Otto von Guericke en hij is hiermee de grondlegger van het vacuüm techniek. De Maagdenburger halve bollen zijn twee halve bollen van sterk materiaal. Deze worden tegen elkaar geplaatst en de ruimte die binnenin ontstaat wordt vacuüm gezogen. Nu is de luchtdruk aan de buitenzijde groter en zullen de bollen op elkaar blijven. De bollen hadden tijdens de proef een diameter van 50cm. Men ontdekte dat er 20000N kracht voor nodig was om ze van elkaar te scheiden.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

De werking van het vacuüm mooring systeem zal moeten beginnen met een volledig afgesloten ruimte. In ons geval zal dat de Pad zijn, ze zullen een grootte hebben van 2m met 2m en voorzien zijn van een rubberen rand. In de pads zijn gaten aangebracht die voor het vacuüm zorgen, zodra de pad in positie is. Er zal dan door middel van hydrauliek een vacuüm druk gecreëerd worden. Deze zal tegen de vlakke huid van het andere vaartuig worden geplaatst.

Het pompsysteem zal ervoor zorgen dat de lucht uit de ruimte gepompt wordt. Dit zal een pompsysteem moeten zijn die voldoende druk kan realiseren. Er zijn kleppen aanwezig en drukmeters om de druk te kunnen blijven monitoren. Het systeem is op afstand te besturen en te monitoren, zodat in geval van calamiteit het systeem op afstand drukloos gemaakt kan worden.

2.6. Constructie benodigd voor het aanbrengen van het systeem

Een volgend aspect in dit onderzoek, is of het standaard stukgoedschip (met eventuele aanpassingen) om toepassing van het systeem mogelijk maken. Dit is medebepalend voor zowel de technische als de economische haalbaarheid van de oplossing.

Voor het aanbrengen van het vacuüm systeem zal een constructie ontwikkeld moeten worden, om een voldoende sterke ondergrond te bieden, zodat het systeem zijn maximale kracht kan gebruiken tijdens de aanmeer procedure.

Middels berekeningen uit de sterkteleer is aangetoond dat het de aanpassingen aan de volledige eisen voldoen, om de krachten te verwerken die op het schip en de constructie zullen werken.

2.7. Afbakening

Binnen dit haalbaarheidsonderzoek wordt uitgegaan van een standaard stukgoedschip (zie bijlage 5 Specificaties D-type Spliethoff) en een in de praktijk reeds gebruikt meersysteem (zie bijlage 1: Specificaties Cavotec MoorMaster 400)

Het onderzoek beperkt zich tot de hoofdvraag en deelvragen zoals gesteld in hoofdstuk 1.

Een In het oog springend onderdeel dat niet behandeld wordt in dit onderzoek, is een gedetailleerde opsomming van de totale kosten die de gehele aanpassing met zich mee zal brengen. Omdat een dergelijke beschouwing het onderzoek te uitgebreid zou maken. Om toch een inschatting te kunnen geven van de economische haalbaarheid, is er wel een globale kosteninschatting gemaakt.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

3 Methode

De in dit onderzoek gebruikte methode is een combinatie zijn van constructief onderzoek en literatuur- en deskresearch. Bij constructief onderzoek gaat het vaak om de voorbereidingen die worden getroffen voor het opzetten van een plan (Scriptie.nl, 2017).

Ook worden er op sommige onderdelen kwalitatieve onderzoeksmethodes gebruikt .

Voor de diverse deelvragen zijn er verschillende methodes gebruikt:

Deelvraag 1: Welke veiligheidsrisico's spelen een rol bij de conventionele methode van het offshore langsij afmeren van schepen?

- ✓ Literatuurstudie die zich richt op de risico's van het aan- en ontmeren.
- ✓ Desk research: analyse van risk assessments

Deelvraag 2: Hoe werkt een meersysteem op basis van vacuüm:

- ✓ Literatuurstudie die zich richt op het Cavotec vacuüm mooring systeem de "mooring master"
Een bestaand systeem, maar nog niet eerder in combinatie met een stukgoed vrachtschip.
- ✓ Deskresearch doormiddel van informatie verstrekt door Cavotec.
- ✓ Kwalitatief onderzoek door middel van interviews.

Deelvraag 3: Wat is de technische haalbaarheid van een offshore ship to ship meersysteem?

- ✓ Literatuurstudie die zich zal richten op de constructie van het plaatsen van een vacuüm mooring systeem.
- ✓ Deskresearch met als doel te onderzoeken welke berekeningen er van belang zijn voor een voldoende sterke ondergrond voor het te plaatsen systeem.
- ✓ Field research door de feedback van ervaringsdeskundigen.

Deelvraag 4: Wat is de economische haalbaarheid van een offshore ship to ship meersysteem?

- ✓ Deskresearch met als doel onderzoek te doen naar de huidige prijzen van een vacuüm mooring systeem en de dagprijs van een conventioneel vrachtschip ten opzichte van een met Dynamic Positioning uitgerust schip (die geen meersysteem nodig heeft)
- ✓ Kwalitatief onderzoek door middel van navraag bij een maritiem bedrijf.

Doormiddel van het toepassen van bovengenoemde methoden zijn de voor- en nadelen van een dergelijk systeem naar voren gekomen, die uiteindelijk hebben geleid tot de conclusie of een dergelijk systeem ook toepasbaar is op een vaartuig dat veilig aan dient te meren in open water.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

4 Resultaten onderzoek deelvragen

4.1 Welke veiligheid risico's spelen een rol bij de conventionele methode van het offshore afmeren van schepen?

Doordat er in de offshore vaak aan grote projecten gewerkt wordt met vele werknemers, contractors en sub-contractors moeten de veiligheidsregels streng en nauwkeurig worden opgevolgd. Ook zijn de betreffende veiligheidsafdelingen erg van belang bij de voorbereiding en de uitvoer van dergelijke projecten. Ze stellen de Risk assessment vast die de risico's moeten benoemen en proberen te verkleinen.

De veiligheidsregels zijn gebonden aan internationale verdragen aangaande de veiligheid van werknemers. (IMO, 2017) Verder speelt ook bedrijfscultuur een belangrijke rol. Denk hierbij aan hoe de communicatie geregeld is, is er een "snap back zone" en of de veiligheidsvoorschriften met betrekking tot veiligheidskleding strikt worden opgevolgd. Dit kan een grote rol spelen bij dit onderdeel in de werkzaamheden.

Uit onderzoek in documentatie van zowel Spliethoff als de IMO over veiligheid, komen verschillende overeenkomsten naar voren. Zo wordt er aan de hand van het safe working manual gekeken naar de bekende risico's en over welke kennis de mensen moeten beschikken, wil men een afmeeroperatie veilig uit kunnen voeren. Zo wordt aangegeven dat communicatiemiddelen vóór de operatie plaats vindt, getest moet worden. Ook moet iedereen die deelneemt aan de operatie geïnformeerd worden over het afmeer plan. (Spliethoff, 2015)

De leidinggevende officier ter plaatse dient kennis te hebben van het soort tros en/of soort meergerei en de sterkte, de conditie van de trossen, de werking van de winches, het afmeer plan. Ook moet deze persoon op de hoogte zijn van de trekkracht van de winches en de snap-back zone.

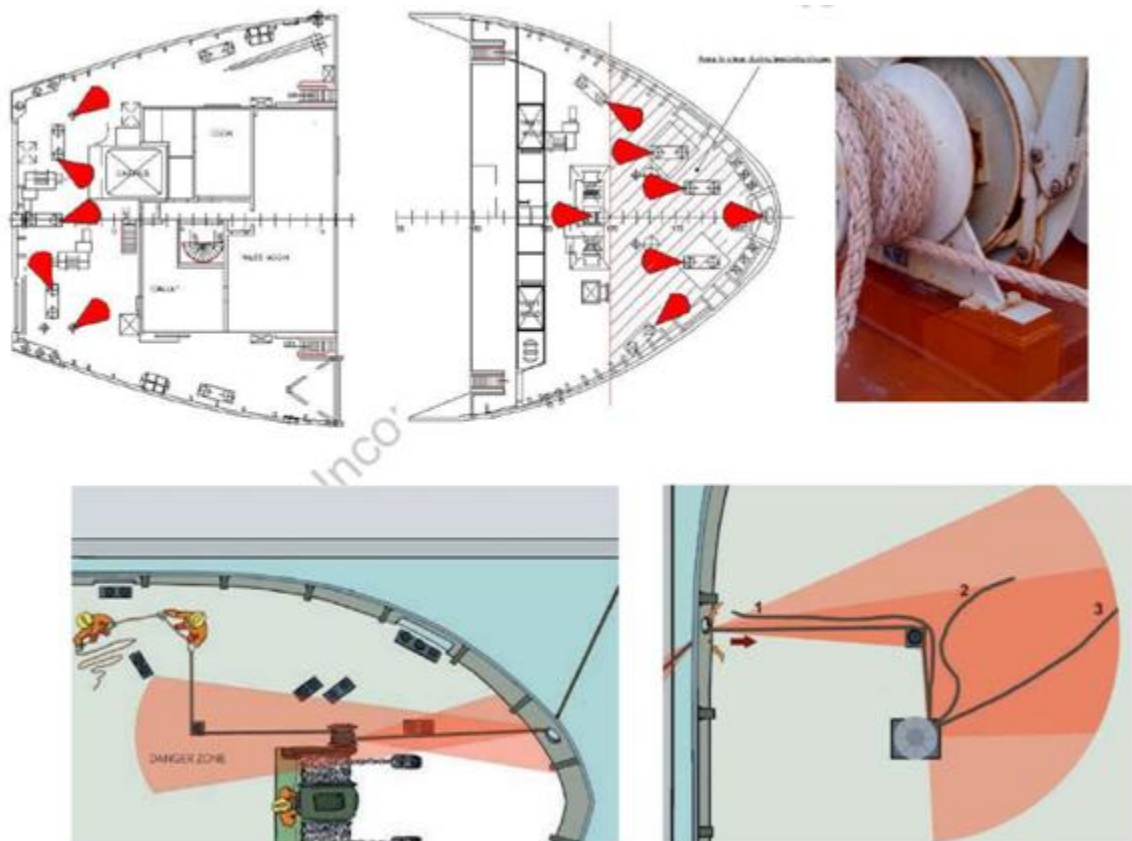
De leidinggevende officier moet ten alle tijden het overzicht behouden en moet de werk zone op de juiste wijze voorbereiden, om zo een veilige werkomgeving te creëren. De safe working manual geeft hierbij ook aan dat er bij deze manier van werken ook sneller eventuele gebreken aan apparatuur zichtbaar worden.

Tijdens het afmeren is er altijd een risico dat de tros breekt. Het is daarom van belang dat een ervaren bemanning de afmeer operatie uitvoert. Ook moeten volgens het manual de weersomstandigheden zoals wind, stroom, deining, golfhoogte en getijde gecontroleerd worden. Dit gezien het feit dat de weersomstandigheden en plaatselijke stroming een grote rol spelen in de risico inschatting van de af- ontmeer operatie.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Personeel dient voldoende afstand te behouden tot het meergerei. Dit bestaat bij de conventionele aanmeer methode uit trossen, winches, kaapstanders en geleiderollen. Een goede communicatie met de verantwoordelijken op de brug is van essentieel belang. Dit omdat deze de bewegingen van het schip het beste kan beoordelen en directie communicatie onderhoud met de eventueel aanwezige sleepboot. Op de plaats waar de afmeer procedure plaatsvindt (dit is op het voor- of achterschip), dient iedereen op de hoogte te zijn van de te gebruiken commando's en de functie en benaming van de verschillende onderdelen. Een belangrijk onderdeel van het informeren en het vaststellen van de juiste kennis van de bemanning is de "toolbox meeting". Hier worden alle risico's besproken die doormiddel van een risicoanalyse gemaakt zijn. In de bijlage (bijlage 3: Workplace Risk Assessments/ JSA) zijn twee afzonderlijke risicoanalyses opgenomen, die weergeven wat de gevaren en risico's zijn van een afmeer operatie.

Een belangrijk onderdeel van de veiligheid tijdens de afmeer operatie is de eerdergenoemde "snap back" zone. Dit is een gebied waar de tros heen kan gaan mocht het breken. Men moet dus op de hoogte zijn van de dergelijke gevarenczones (zie figuur 7).



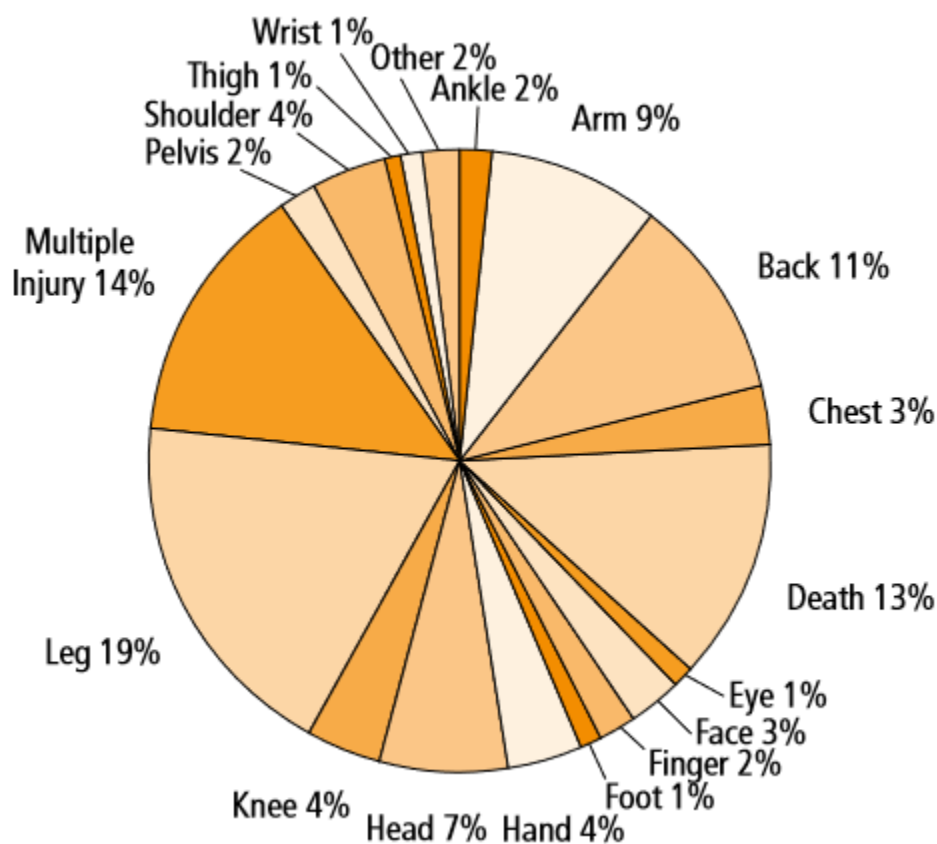
Figuur 7 De snap back zones zoals die voor kunnen komen tijdens het af meren of gemeerd liggen. (Spliethoff, 2015)

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Een belangrijke bron tijdens het onderzoek naar veiligheid met betrekking tot offshore afmeren is het artikel “safety in mooring” van Bram Sluiskes (Sluiskes, 2016). Hij stelt in zijn artikel dat de scheepvaart misschien wel een van de gevaarlijkste industrieën ter wereld is. Hij doelt hier op het frequente aantal keren dat een schip aan- of ontmeert. Zowel tegen de kade, met goed getraind personeel en de juiste werkhouding, als schepen die tegen elkaar gemeerd worden. Ook belicht dhr. Sluiskes dat ondanks het feit dat materiaal gecontroleerd wordt door nationale en klasse regels, de menselijke factor een grote rol speelt. (Sluiskes, 2016)

Er zijn veel voorbeelden van gevallen waar het verkeerd ging tijdens de afmeer operatie. Een overzicht is te vinden in de publicatie van “Risk focus consolidated 2016: indentifying major areas of risk” door UK P&I club (CLUB, 2017). Het geeft een inkijk in de type ongevallen die plaats vonden tussen 1987 en 2013.

Hieronder is een overzicht weergegeven van de verdeling naar type verwonding, die betrekking hadden op ongevallen ten gevolge van de afmeer operatie. Bron van dit diagram zijn bij P&I ingediende verzekeringsclaims.



Figuur 8; Verzekering claims voor type verwondingen door ongevallen tijdens afmeer operaties. (Sluiskes, 2016)

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Bovenstaande gegevens over de verzekering claims zijn een waardevolle aanvulling op het onderzoek. Ze geven inzicht in de vraag waarom het meren een risicovolle operatie is. En wat de mogelijkheden zijn om dergelijke ongevallen terug te dringen. Het artikel zelf geeft een duidelijk overzicht waar en welke risico's het groots zijn. Zo wordt beschreven onder welke omstandigheden materiaal bijdraagt aan ongevallen. Hier wijst het onderzoek van Sluiskes uit, dat gebruik van oude of kapotte meerdraden, een slecht ontworpen winch systeem of een onoverzichtelijk en niet opgeruimd werkgebied tot ernstige ongevallen kan leiden. (Sluiskes, 2016)

Bovenstaande beschrijft veelal de gevolgen van het falen van materiaal of ongevallen door een verkeerde werksituatie. De menselijke factor speelt echter een grote rol tijdens het afmeren op de conventionele manier.

Er wordt in het artikel gekeken naar het personeel ter plaatse, die gemakkelijk gewond kan raken tijdens een meer operatie. De heer Sluiskes stelt dat menselijk falen voorkomen kan worden als de afmeer operatie uitgevoerd wordt door gezond en helder denkende personen, die tijdens de afmeer operatie werkzaam zijn in een overzichtelijk en opgeruimd werkgebied. De leidinggevende overweegt de adviezen die hem gegeven worden en communiceert de orders komende van de brug helder door aan het personeel. Het personeel moet vrij van fatigue en zonder stress de werkzaamheden uit kunnen voeren. Er mag in geen gevallen op de trossen gestaan worden en er mag niet met de handen tussen de tros en de bolders gewerkt worden. Het is in alle gevallen verstandig, en in sommige bedrijven verplicht, een zoals eerder besproken (MacGregor, 2009) toolbox meeting te houden. Dit zodat het voor alle medewerkers duidelijk is wat er van ze verwacht wordt en wat het plan is om de afmeer operatie tot een succesvol einde te brengen.

Onderzoek is gedaan naar de vraag of er verschil is in veiligheid tussen het afmeren tussen twee schepen offshore in vergelijking met een schip die tegen een vaste kade gemeerd moet worden. Uit navraag bij ervaringsdeskundige M.M. Schrijver (kapitein op de m.v. Dynamogracht), is naar voren gekomen dat wanneer men op open zee tegen een ander drijvend object gemeerd ligt dit zeker onderhevig is aan extra krachten. Heeft men echter te maken met een situatie waarbij het ene object vele malen groter is ten opzichte van het andere object, dan verandert de krachtverdeling. Dit is vanwege het feit dat de beide objecten anders zullen reageren op de frequentie van bijvoorbeeld golven en deining (Schrijver, 2017). We mogen stellen dat wanneer een schip op open zee tegen een ander object dat ongeveer 5 maal groter is gemeerd ligt, de situatie vergeleken kan worden met een schip dat gemeerd ligt aan een vaste kade. Uiteraard onbeschut en onderhevig aan golfslag en deining. Dit is ook door de onderzoeker zelf in de praktijk ervaren. In dergelijke situaties worden de weerberichten nauwlettend in de gaten gehouden en wordt door middel van directe communicatie het aangemeerde schip tijdig op de hoogte gesteld dat het zal moeten ontmeren.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

4.2 Hoe werkt een meersysteem op basis van vacuüm?

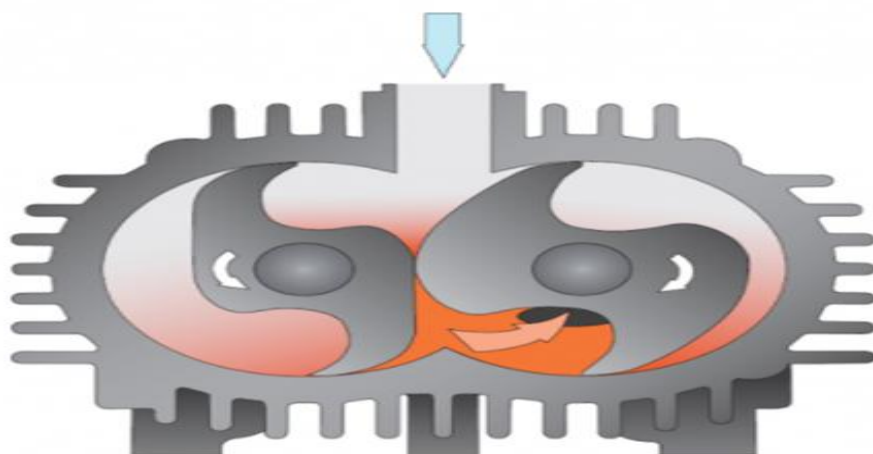
Door onderzoek te doen naar de technische werking van de MoorMaster is inzicht verkregen in de algemene werking van het systeem. Door kennis te hebben van de werking kunnen positieve en negatieve aspecten van het systeem op het technische onderdeel beoordeeld worden.

Het cruciale onderdeel van het systeem is de vacuüm technologie waarvan de werking is beschreven in paragraaf 2.5). De fabrikant vertrouwd op het “Busch vacuüm systeem” en gebruikt Mink claw vacuümpompen in haar mooring units.

De werking kan op basis van de case study: Cavotec Moormaster beschreven worden. De vacuüm unit heeft de beschikking over een power pack station waarin de elektriciteit, hydraulische pompen en de mink claw vacuüm pompen geïnstalleerd zijn. Een elektronisch controlesysteem volgt de scheepsbewegingen, die veroorzaakt worden door getijde, diepgangveranderingen, stroming, golven en wind. Het systeem compenseert deze bewegingen tot een bepaalde hoogte, door middel van een geavanceerd hydraulisch systeem.

De Mink claw vacuüm pompen hebben de taak om de directe vacuüm te leveren wanneer de zuignappen tegen een scheepshuid of ander object geplaatst worden. Het zorgt voor genoeg kracht om het schip veilig tegen een object gemeerd te houden. (Merkle, 2015)

Een vacuüm reserve binnen in het power pack station garandeert een permanente reserve vacuüm toevoer, zodat zelfs als de stroomvoorziening wegvalt de connectie tussen schip en object gewaarborgd blijft.



Figuur 9; Werking principe “Mink claw vacuum” (Busch vacuum, 2017)

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

De eerste test van de MoorMaster systeem gebruikte oliegesmeerde roterende schoepen vacuüm pompen. Deze bleken onbetrouwbaar, doordat de mogelijkheid aanwezig was dat er zeewater in het smeersysteem kwam. Met als gevolg dat de olie vele malen ververst moest worden en het rendement van de pompen minder was. Hierdoor is de beslissing genomen om over te gaan op het gebruik van de Mink claw vacuümpompen. Deze pompen zijn volledig droog. Dit betekent dat het geen olie of andere vloeistof nodig heeft om een vacuüm te creëren. Ook is er een speciale coating aangebracht in de binnenzijde van de vacuümpomp die weerstand biedt tegen eventueel zeewater.

Uit de case study blijkt dat de werking van het Busch Mink claw vacuüm systeem een betrouwbare en onderhoudsvrije werking biedt. (Merkle, 2015)

Mink Dry Claw Vacuum Pumps and Compressors

Ultimate pressure: 20 - 200 hPa (mbar)

Overpressure: 2 bar(g)

Nominal pumping speed 50 Hz: 40 - 950 m³/h

Nominal pumping speed 60 Hz: 40 - 1150 m³/h



Figuur 10: Mink claw vacuum pomp met werking gegevens (Busch vacuum, 2017)

Voor Cavotec was dit een doorslaggevende factor om te kiezen voor dit type vacuüm systeem. Een opmerkelijk feit is dat de Cavotec MoorMaster in verbinding kan staan met internet en hierdoor kan de MoorMaster vierentwintig uur per dag gecontroleerd worden. Dit is bedoeld om in geval van defecten tijdig assistentie te kunnen verlenen. (Merkle, 2015).

Een beschrijving van de werking van het vacuüm meersysteem komt ook naar voren in een artikel in het vakblad de Schuttevaer. In dit artikel wordt geschreven over het vacuümsysteem dat gebruikt wordt in de veerhaven van Den Helder. Het schip in dit artikel wordt gemeerd tegen een ponton met 2,50m² grote zuignappen. De zuigplaten zitten gemonteerd aan hydraulisch bewegende armen en hebben een 10cm dikke rubberen rand. Door deze dikke rand ontstaat de luchtdichte ruimte tussen de zuigplaten en de scheepswand. Die met de vacuümpompen binnen 6 sec vacuüm worden getrokken. Elke afzonderlijke zuignap van dit systeem heeft een zuigkracht van 20 ton. In geval van beweging van het schip tijdens het laden en lossen of andere bewegingen wordt in het artikel ook uitleg aan gegeven. De constructie reageert op dergelijke bewegingen met een tegenkracht. Door deze tegenkracht wordt de beweging gestabiliseerd. Afhankelijk van het type kunnen hydraulische armen horizontaal 1 meter en verticaal 2 meter bewegen. Wanneer het schip tijdens het laden of lossen meer dan een meter omhoog komt zullen de platen zich opnieuw positioneren door zich een voor een los te maken en zich daarna op nieuw vast te zuigen. Ook kunnen de platen roteren waardoor het helling van het schip gecompenseerd wordt. (Schuttevaer, 16 Jan 2014)

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

4.3 Wat is de technische haalbaarheid van een offshore ship to ship meersysteem?

Een bericht van 14 Juni 2016 op de Cavotec website geeft aan dat het bedrijf een succesvol ship to ship systeem ontwikkeld heeft in samenwerking met de marine van de Verenigde Staten van Amerika. *Cavotec's innovative MoorMaster™ aanmeer technologie* geeft in het bericht ook te kennen dat het op dit gebied verschillende doorbraken gedaan heeft. Te weten een duurzame ontwikkeling en het succesvol afmeren op open water. (Cavotec, Cavotec Media Centre, 14/06/2016)

In het artikel "A ship-to-ship automatic docking for ocean cargo transfer" is te lezen dat de eerste poging om vaartuigen met een vacuüm aanmeersysteem succesvol is uitgevoerd. Het gaat in dit artikel over containerschepen die op volle zee containers overzetten op een barge. Ook in deze situatie wordt gewezen op de meerwaarde met betrekking tot veiligheid en economische voordelen. Men moet daarbij bijvoorbeeld denken aan een diep geladen schip dat in een kleinere haven door zijn diepgangbeperkt moeilijk langs de kant kan komen. (P.Lee, 2014)



Figuur 11; Open- water demonstratie van een schip tegen schip automatisch afmeer systeem van af een barge.(P. Lee,2014)

Doordat het mogelijk is het vacuüm afmeer systeem op een schip te installeren is er een kans om het afmeren d.m.v. scheepstrossen te vervangen. (Cavotec w. , 2012)

Voor de constructie van het systeem in een offshore toepassing is de technische haalbaarheid onderzocht, en beargumenteerd met enkele berekeningen uit de sterkteleer. Verder is er field research gedaan en hebben ervaringsdeskundigen op het gebied van scheepsconstructie hun feedback gegeven.

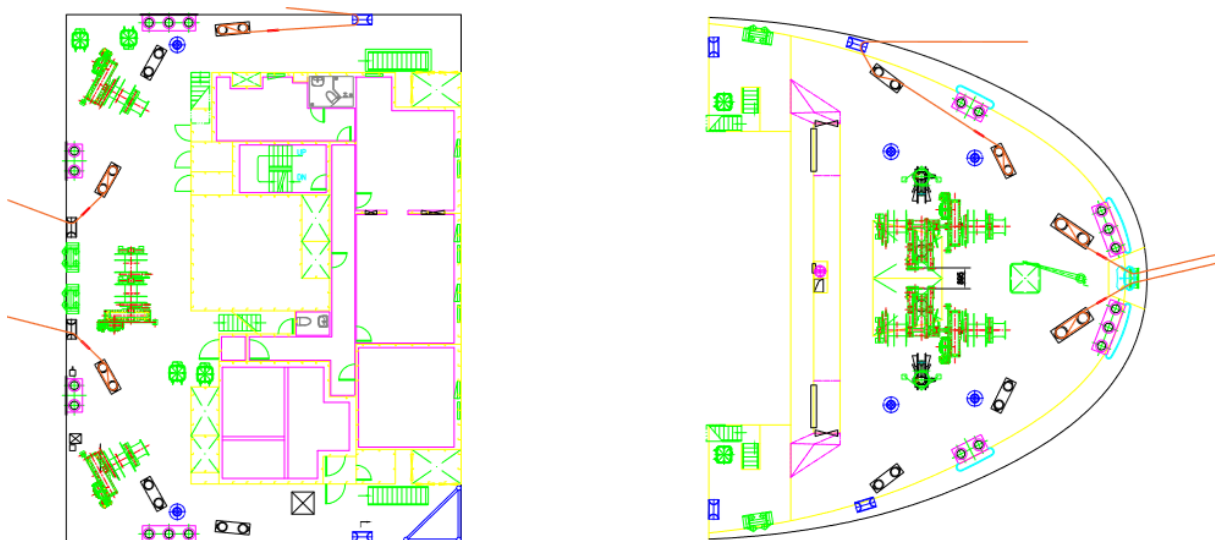
Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Aantal units

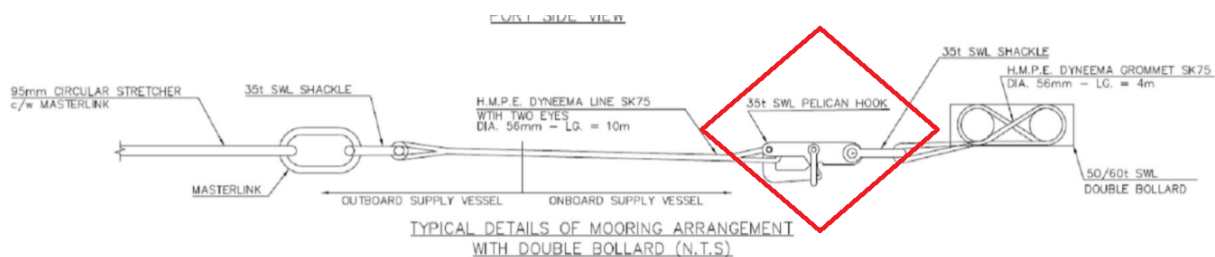
Binnen dit onderzoek wordt uitgegaan van 6 units met de specificatie gelijk als die van het Cavotec mm400 type (zie bijlage 1: Specificaties Cavotec MoorMaster 400). Deze worden geplaatst in het gangboord aan bakboordzijde van een D-type van Spliethoff (het standaard stukgoedschip).

Er is voor 6 units gekozen door uit te gaan van een momenteel actuele en in de praktijk gangbare situatie, waarbij 3 trossen op het voorschip en 3 trossen op het achter schip bevestigd worden.

Een tekening verduidelijkt de opstelling op het voor en achterschip zoals gebruikt is tijdens een los operatie offshore.



Figuur 12; Simulatie afmeer situatie zoals offshore toegepast. (T.Schipper, 2017)



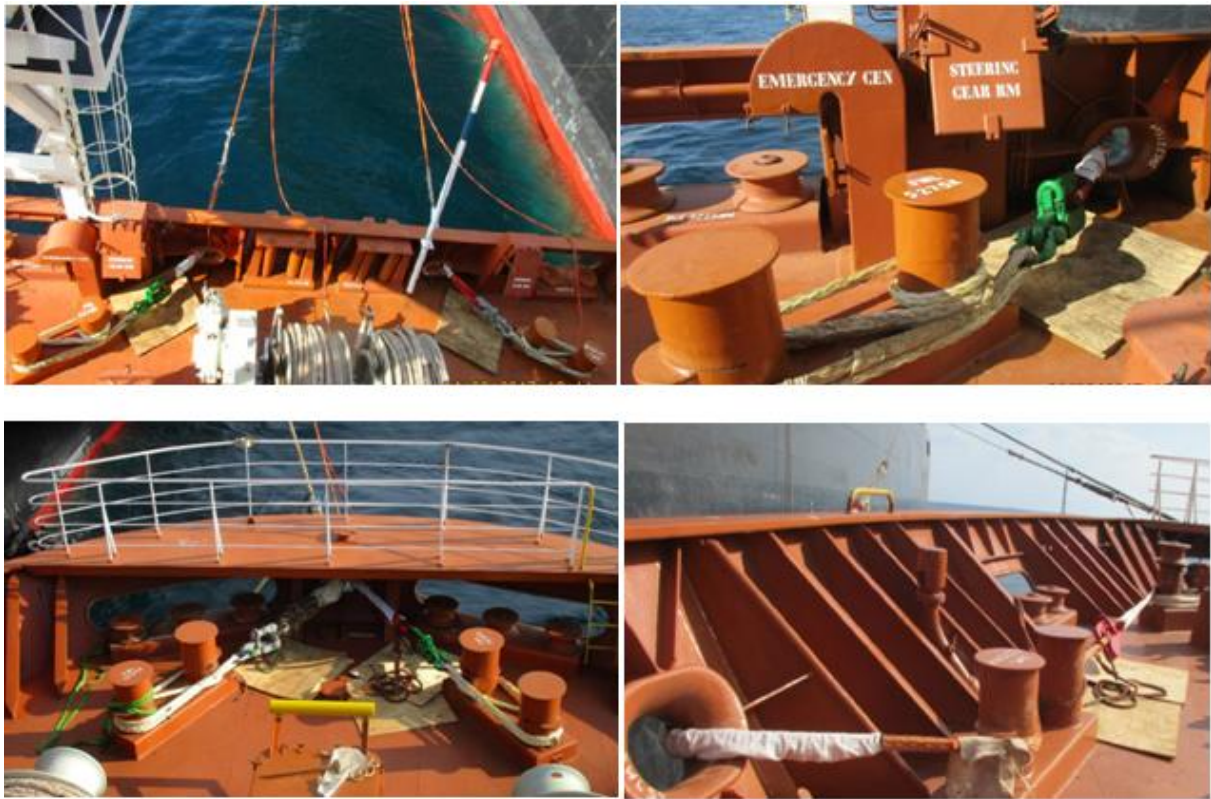
Figuur 13; Technische tekening afmeer opstelling incl. SWL 35mt pelikaan haak. (T.Schipper, 2017)

In deze specifieke situatie is de zwakste schakel per tros de SWL van 35mt van de pelikaanhaak. Doordat elke tros met elk een eigen pelikaanhaak bevestigd is, kunnen we uitgaan van een maximale afmeer kracht van 6 maal 350kN (2100kN).

Volgens de specificaties van de Cavotec mm400 (zie bijlage 1) kan het systeem een kracht van 200kN per pad kan leveren. Per unit heeft het systeem 2 vacuüm pads. Dit levert een maximale kracht van 400kN per unit.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Door deze benadering wordt een aantal van 6 units maal 400kN voldoende geacht. Er is in dit geval een sterkte van 2400kN aanwezig voor de afmeer operatie. Hetgeen meer is dan de geleverde sterkte van 2100kN bij het conventioneel aanmeren middels trossen.



Figuur 14; Sliethoff D-type schip afgemeerd offshore. (M. Verhulst, 2017)

Constructie

Onderzoek is gedaan naar de vraag of er 6 units geplaatst kunnen worden in het gangboord aan bakboordzijde.

Voor de constructie van het te plaatsen systeem moeten enkele aanpassingen verricht worden. Door dat er uitgegaan wordt van 6 units zullen deze drie aan drie geplaatst worden voor in het gangboord en achter in de zogeheten 'achterkuil'.

Afmetingen en gewicht

In de officiële specificaties van het MoorMaster systeem (zie bijlage 1) vinden we enkele gegevens die van toepassing zijn op het onderzoek naar de plaatsing van het systeem. Zo is de oppervlakte van de constructie te vinden. Deze geeft een oppervlakte van 2.00 meter bij 2.145 meter. Dit is een

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

oppervlak van 4.29m². Het gewicht van de unit geeft volgens de specificaties een totaalgewicht van 8.5 mt. Uit de specificaties van het onderzochte scheepstype (bijlage 5) blijkt dat de deksterkte ter plaatse 2.1 ton per m² is. Het plaatsen van de unit aan dek geeft qua belasting geen directe problemen, gezien met een belasting van 1.98 ton per m² de deksterkte niet overschreden wordt.

In het onderzoek wordt voor de constructie een frame van H-balken toegepast. Dit frame zorgt ervoor dat het gewicht over het hele oppervlak zal dragen.

Bevestiging

Het frame wordt rondom vastgelast aan het dek en voorzien van clips (in verband met de up lift). Dan wordt de unit met behulp van 24 bouten per unit op het frame bevestigd. In onderstaande berekening wordt weergegeven hoeveel de diameter van de bout minimaal moet zijn voor een betrouwbare bevestiging.

Voor de afschuif van de constructie is uitgegaan van dwarskrachten in alle richtingen. Aangezien het systeem zowel een duwkracht als een trekkracht zal leveren.

Per unit komt er een maximale kracht van 400kN op de constructie deze kracht wordt verdeeld over 24 bouten (zie Specificaties Cavotec systeem in bijlage 1). Dit komt neer op een kracht van 400/24 = 16.7kN per bout.

Volgens de formules gebruikt in het boek materiaalkunde van K.G. Budinski (Budinski, 2000) kan het vereiste bout oppervlak vastgesteld worden.

$$V=P \quad A=\frac{P}{\tau_{totaal}}$$

Waarbij τ_{totaal} afhankelijk is van het materiaal.

Voor de bout gebruiken we in het onderzoek constructie staal A36 waarvan de treksterkte 400mPa gegeven is.

Din 931 staal klasse 12.9 (een hoge kwaliteit staal) (Budinski, 2000)

$$\tau_{trek} = 1370N/mm^2$$

Dit geeft een τ_{schuif} van $0.4 \times 137 = 54.8N/mm^2$

Nu kan de diameter van de bout vast gesteld worden door een formule uit het boek 'Sterkteleer'. (Hibbeler, 2010)

$$A=\frac{16.7 \times 1000}{54.8} = 304.7mm^2$$

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

$$D = \sqrt{\frac{A}{0.25 \times \pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{304.7mm^2}{0.25 \times \pi}}$$

$$D = 19.7mm$$

Als we een veiligheidsfactor 1.5 op deze diameter toepassen volgt een bout diameter van 19.77×1.5 is 30mm

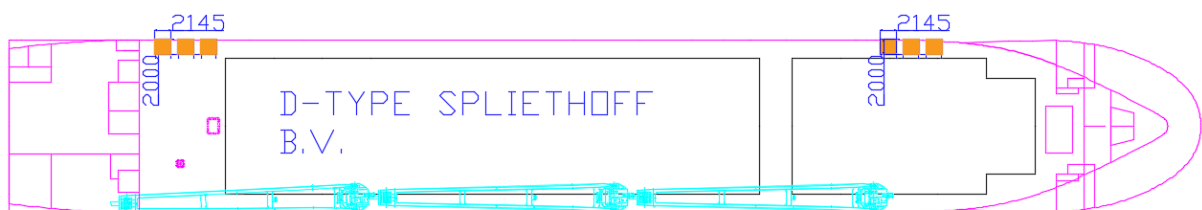
Benodigde bouten per unit is dus 24 maal M30 bouten.

Benodigde aanpassingen

Doordat ter plaatse enkele onderdelen verplaatst of tijdelijk verwijderd moeten worden is onderzoek gedaan naar de mogelijkheid daartoe en of dit direct effect heeft op de sterkte van het schip en of er officiële regelgeving in het geding komt.

Doordat de hoogte van de unit 4 meter bedraagt zal de container rail van het schip en het railing werk plaatselijk verwijderd moeten worden. Door navraag bij kapitein M.M. Schrijver wordt duidelijk dat er geen sterkte verlies aan het schip optreedt als deze verwijderd wordt. Ook het gewicht dat hierdoor verplaatst wordt, is verwaarloosbaar. (Schrijver, 2017)

Geprobeerd wordt de tank ontluchting zoveel mogelijk te laten staan. In sommige gevallen zullen deze ingekort moeten worden. In onderstaande tekening is de locatie weergegeven van de plaatsen van de units.



Figuur 15; Boven aanzicht van een D-TYPE schip met aangegeven de plaatsen van de units. Getekend in Autocad. (M.Verhulst,2017)

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Slagzij

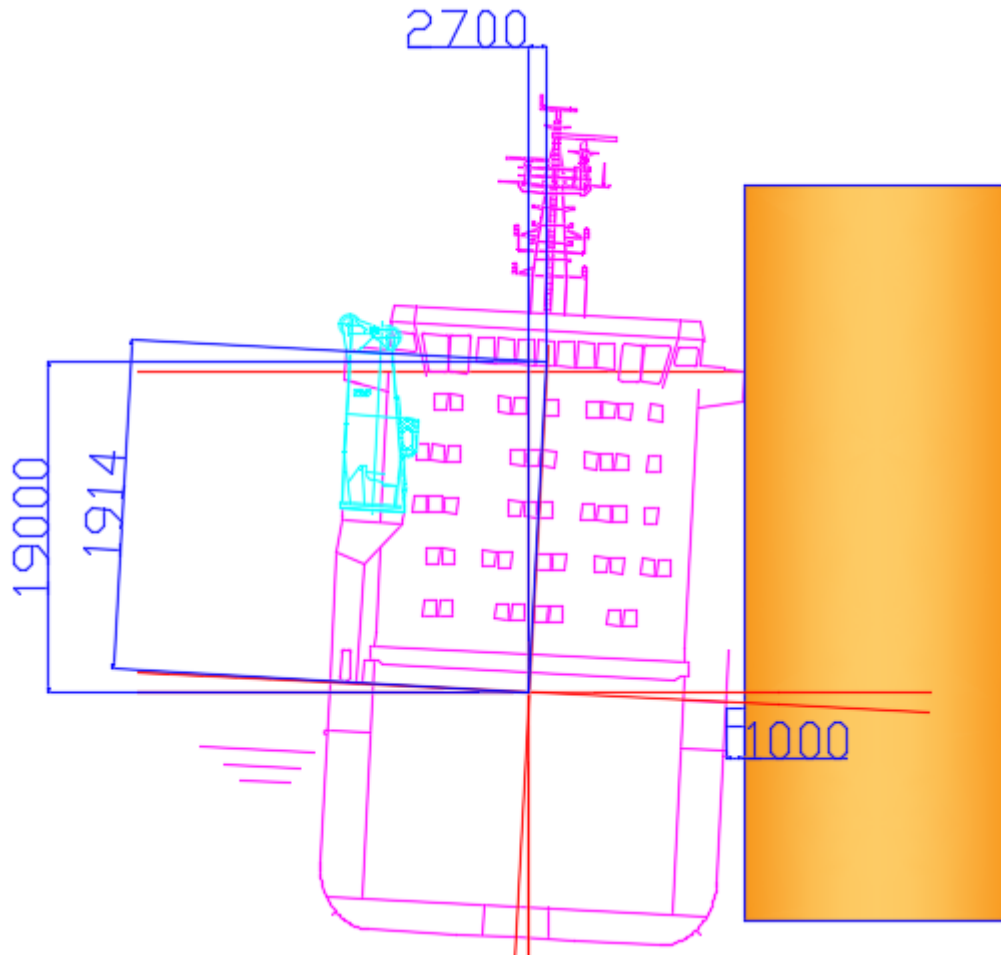
Doordat we het schip offshore willen lossen hebben we te maken met extra factoren waar we rekening mee moeten houden. Doordat het schip meer onderhevig is aan weer en golfslag neemt de kans op slagzij en een sterkere beweging van het schip toe. Dit kan resulteren in een aantal graden slagzij of in geval van hevig stampen meer trim dan aanvankelijk tijdens laad en los procedures gebruikelijk is.

Een belangrijke vraag in het onderzoek naar de juiste arm van het systeem is; hoeveel graden slinging is maximaal toegestaan voor een laad/los operatie tijdens een situatie waar twee schepen tegen elkaar gemeerd liggen?

Uit gegevens van het Macgregor (merk luiken) instruction manual is te lezen dat het luik in open positie niet meer dan 3° slagzij mag hebben. Dit in verband met de krachten die op de scharnieren zullen door werken. Het schip is ook uitgerust met zogeheten rolpontons. Dit zijn pontons die zodra ze bevestigd zijn aan het vouw luik gerold kunnen worden van voor naar achter. Om dit te kunnen doen moet men ook hier binnen bepaalde limieten blijven. Een trim van maximaal 2 meter van en een slagzij van 1,5° zijn in deze situatie maximaal. Ook moet rekening gehouden worden met kracht door wind toename doordat het oppervlak van het luik in open toestand erg groot is. Voor het onderzochte standaard stukgoedschip kan dan gerekend worden met een totaal oppervlak van 1790m². (MacGregor, 2009)

De accommodatie en daarmee de brug vleugel is het hoogst doorlopende dek waar men in geval van slagzij rekening mee dient te houden. Om schade te voorkomen aan een van de twee vaartuigen worden bij het conventionele meren fenders gebruikt die breed genoeg (diameter van 3 meter) zijn. In de praktijk voldoende om de schepen op voldoende afstand van elkaar te houden in geval van slagzij. (Schrijver, 2017) Doormiddel van een berekening wordt in het onderzoek geprobeerd aan te tonen of de arm van het mooring systeem van het type MM400 lang genoeg is om eventuele schade als gevolg van slagzij te voorkomen.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.



Figuur 16: Vooraanzicht D-type met 3° slagzij. (M. Verhulst, 2017)

In bovenstaand figuur wordt door middel van een tekening aangegeven hoe de maximale slagzij die het schip, in verband met de Macgreagor luiken, mag hebben zich verhoudt tot het maximale arm bereik van de Cavotec MoorMaster 400. Het bereik van deze arm is maximaal 1.09 meter. Derhalve is in dit onderzoek uitgegaan van een fender van 1 meter diameter. Het schip helt echter (met een slagzij van 3°) 2.7 meter uit de centerlijn.

Korte berekening ter ondersteuning;

$$\tan -3^\circ \times 19\text{meter} = 2.7\text{ meter}$$

Derhalve zal bij een dergelijke armlengte van 1.09 meter het risico bestaan dat de brugvleugel in contact komt met het offshore aangemeerde object (uiteraard afhankelijk van de hoogte van het desbetreffende object).

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Weersomstandigheden

Op de onderzoeksvraag wat de maximale weersomstandigheden zijn tijdens operaties offshore worden voornamelijk de stroming in hoeveel knopen, windsnelheden en maximale deining aangegeven als oorzaken die de krachten veroorzaken. De weerberichten (zie bijlage 2) worden verstrekt door de “meteogroup”. Dit is een weer programma zoals in de bijlage is weergegeven. Aan de hand van dergelijke weersberichten wordt een planning en afweging gemaakt of het nog veilig is om het schip langs het andere vaartuig gemeerd te houden.

Wanneer wordt de operatie in de huidige conventionele situatie stil gelegd?

Door onderzoek te doen naar bovenstaande vraag is navraag gedaan bij de projectafdeling van Spliethoff Bevrachting kantoor. Het antwoord kwam van de projectleider van het lopende project ‘Turkstream’, Dhr. T. Bergsma. Dhr. Bergsma geeft aan dat dit geen exacte wetenschap is. Het ligt aan de richting waaruit de deining /golven komen, zeker ten opzichte van de wind. Dus soms kan je met ‘wind op de kop’ en swell in de zijde niet langer opereren bij hoogtes van 2mtr. Terwijl als alles uit andere richtingen komt, je met 3.5mtr nog steeds ‘lekker’ ligt. En in dat geval dus aangemeerd kan blijven en door kan gaan met lossen of laden. De algemene maatstaf is dus vrij flexibel.

Voor wat betreft de windcondities geeft dhr. Bergsma aan het verstandig te vinden een dergelijke operatie uit te voeren tot een maximale windsterkte van 35 kn. Bij een dergelijke windsnelheid vangen de open luiken veel wind, gaat lading draaien op de wind en wordt ook de golfslag hoger.

Voor wat betreft maximale swell hoogte geeft dhr Bergsma een maximale werkbare hoogte van 3.5 meter aan. Afhankelijk van richting van de swell ten opzichte van de ligging van het schip; *‘Komt het van voren, dan kan je langer doorwerken als dat het dwars op je schip staat. Frequentie is ook belangrijk, hoe korter hoe lastiger.’*

Een ander aspect wat meeweegt is de aard van de lading. Gewicht, afmetingen en de laad-/los situatie hebben allen invloed op de stabiliteit en technische haalbaarheid van een dergelijke oplossing. *‘Hoe verder bij het schip vandaan, hoe meer het onderhevig is aan beweging.’* (Bergsma, 2017).

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

In onderstaande formules is weergegeven welke krachten er meegenomen worden in de afwegingen die gemaakt worden om een afmeer plan te maken.

➤ WIND

De windkrachten die op het schip werken worden met de volgende berekening weergegeven

$$F_{w,x,y} = 1/2 \cdot \rho_a \cdot v_w^2 \cdot A_x \cdot C_{w,x,y}$$

$F_{w,x}$	:	Wind force in x or y direction	[kN]
ρ_a	:	Air density	[t/m ³]
v_w	:	Wind velocity	[m/s]
A_x	:	Exposed wind area	[m ²]
$C_{w,x}$	:	Wind force coefficient in x or y direction	[-]

Figuur 17; Formule benodigd voor berekening kracht door wind. (T.Schipper, 2017)

➤ STROMING

Krachten die op het schip werken door middel van zeestromen worden verwerkt in de volgende formule.

$$F_{c,x,y} = 1/2 \cdot \rho_w \cdot v_c^2 \cdot A_x \cdot C_{w,x,y}$$

$F_{c,x}$	:	Current force in x or y direction	[kN]
ρ_w	:	Water density	[t/m ³]
v_c	:	Water velocity	[m/s]
A_x	:	Submerged area	[m ²]
$C_{c,x}$	:	Current force coefficient in x-direction (longitudinal)	[-]

Figuur 18; Formule benodigd voor berekening kracht door stroming. (T.Schipper, 2017)

➤ GOLFKRACHT

Kracht ten gevolge van de golfkracht die op het schip werkzaam zijn gedurende de tijd dat een schip afgemeerd ligt wordt met onderstaande formules bepaald. Dit zijn vaak korte maar krachtige golf stoten die op het schip en meergerij werken.

$$F_w = 0.0625 \cdot g \cdot H_s^2$$

With			
F_w	:	Wave drift force	[kN]
g	:	Gravitation	[m/s ²]
H_s	:	Significant wave height	[m]

Figuur 19; Formule benodigd voor berekening kracht door golfkracht. (T.Schipper, 2017)

Mr. Schipper (T.Schipper, 2017) bevestigt dat dergelijke formules worden toegepast in shipping manuals waar een duidelijk beeld gegeven dient te worden met betrekking tot de afmeer procedure. Bij rederij Big Lift wordt het computerprogramma "Optimoor" gebruikt om een beeld te krijgen van hoe de afmeer procedure eruit moet komen te zien en het meergerij het beste tot uiting komt. Dit doet het programma door te berekenen welke krachten er bij de verschillende situaties vrijkomen. Dit programma gebruikt vergelijkbare formules om tot deze aanbevelingen te komen.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Elektriciteit

Een belangrijk onderdeel van het onderzoek naar de technische haalbaarheid van het gebruik van een MoorMaster systeem op D-type schepen van Spliethoff, is het onderzoek naar de vraag of de schepen elektrisch geschikt zijn voor het systeem. Hierbij rekening gehouden met de aantallen units die nodig zijn om voldoende kracht te leveren. In overleg met de als hoofd-werktuigkundige varende Mr. Van Dorth is onderzoek gedaan naar de mogelijkheden op het gebied van elektriciteit. Er is volgens de gegevens van de specificaties van Cavotec uit de bijlage 1 gewerkt.

In de specificaties wordt per unit uitgegaan van een opgenomen vermogen van 17kW (peak). Er wordt geen voltage of aan/uit schakel frequentie gegeven. We kunnen uitgaan van 440 V AC 3-fase en 60Hz, aangezien de meeste schepen in de wereld deze configuratie hebben.

Beschikbaar hulpmotor vermogen is 450kW per hulpmotor. Dit levert in de praktijk een rendement van 350kW (in verband met thermische huishouding en overschot van de motor). Er zijn drie hulpmotoren aanwezig. Dit komt dus neer op een beschikbaar vermogen van 1050kW. (Dorth, 2017)

Aan boord van het D-type vrachtschip van Spliethoff zijn voorzieningen getroffen om reefer containers aan te sluiten. Hiervoor zijn over het schip verschillende aansluitkasten geplaatst. Elke aansluitkast kan via het achterliggend netwerk een vermogen leveren van max 204 kW en zou een stroom mogen doorgeven van max 335 A. Deze reefer aansluitkasten bevinden zich in de kraanvoeten en in de void space.

Uitgaande van de 17kW die Cavotec opgeeft is het mogelijk om 6 MoorMaster systemen te plaatsen en aan te sluiten op deze reefer aansluitkasten. De verwachte stroomafname indien de unit werkt zal 40 A zijn. (Dorth, 2017)

Hierbij gaan we in het onderzoek uit van $P=U \times I$

$$I=P/ U$$

$$I=17000/ 440$$

$$I=38,64 \text{ A}$$

Door enkele verliezen en rendementsinvloeden is het verstandig om 40 A aan te houden. Dit mede wegens het feit dat voor dit onderzoek geen informatie beschikbaar is omtrent opstartstromen.

In de haalbaarheid studie wordt onderzoek gedaan naar de plaatsing van 6 units in het gangboord. Elektrisch gezien wordt het dus mogelijk geacht om deze units aan te sluiten in de reefer aansluitkasten. Alle zes de units aansluiten op 1 aansluitkast is geen mogelijkheid. (Dorth, 2017)

Een mogelijk verdeling van de aansluitingen kan zijn de verdeling van 2 units per kraanvoet.

2x op aansluitkast in kraan 1 2x unit a 17kW = 34 kW

2x op aansluitkast in kraan 2 2x unit a 17kW = 34 kW

2x op aansluitkast in kraan 3 2x unit a 17kW = 34 kW

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

4.4 Wat is de economische haalbaarheid van een offshore ship to ship meersysteem?

Om een oordeel te kunnen geven van de economische haalbaarheid zijn een aantal vragen van belang. Zo is er in het onderzoek navraag gedaan of er contractueel voordeel is als er een goed functionerend vacuüm mooring systeem geplaatst zou zijn op de schepen.

Contractueel voordeel

Navraag is gedaan om een inzicht te krijgen in de mogelijkheden tot contractueel voordeel. Dhr. Thomas schipper en Luc Bakker van de projectafdeling hebben bijgedragen aan het onderzoek.

Op de onderzoeksvraag of er contractueel voordeel is als er een goed functionerend vacuüm mooring systeem geplaatst zou zijn op de Schepen van Spliethoff (daarbij denkend aan een hogere dagprijs voor het schip of een eenmalig bedrag opgenomen in het contract) is de volgende feedback naar voren gekomen.

‘Als dit veiliger en sneller gebeurd kan er voordeel optreden. Mijn gevoel is dat je dan een onderhandelingspositie hebt als je de tijdswinst kan aantonen. ‘

Er zou dan een hogere dagprijs gevraagd kunnen worden. De investering moet immers terug verdiend worden. Dit is uiteraard enkel mogelijk als er een veilig werkend systeem gepresenteerd kan worden.

‘Echter kan ik mij ook voorstellen dat als jij sneller kan aanmeren, het voor de klant vreemd overkomt als zij hier meer voor moeten betalen’

Bij een Time charter zal er minder nadruk op snelheid liggen. Dhr. Schipper geeft aan dat het ‘unique selling point’ van een offshore mooring systeem, vooral op het gebied van veiligheid gezocht moet worden, om het commercieel toepasbaar te maken in een offshore project. (T.Schipper, 2017)

Dhr. L. Bakker (contractueel manager op de projectafdeling) geeft aan dat er niet direct contractueel voordeel te behalen valt uit het systeem, maar is wel van mening dat het eventueel gebruikt kan worden in verkoopprocessen naar de klant.

De kanttekening die hierbij gemaakt moet worden is dat de offshore klanten graag met bewezen concepten werken, dus een nieuw systeem dat nog niet in de praktijk getest is zal lastig te verkopen zijn. Daarnaast ziet mr. Bakker steeds meer offshore klanten die het hele afmeer proces willen voorkomen en steeds meer naar een General cargo vessel met geavanceerd Dynamic Positioning systeem (DP2) oplossing vragen.

Verder in het onderzoek komt uit informatie van dhr. Schipper naar voren, dat in de vorm van een andersoortig contract (bijvoorbeeld met een reischarter) er voor Spliethoff eerder voordeel zou kunnen optreden door de tijdswinst in het meerproces. Bij dergelijke contracten is afmeren op eigen kosten en kan je de Notice of Readiness (NOR) nog niet tenderen. Dit drukt zich dan niet direct uit in een verhoogde prijs maar wel in een efficiency slag.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Duurzaamheid

Op het gebied van duurzaamheid en milieu zou men als argument kunnen aanvoeren dat, zodra het schip veilig gemeerd is, de hoofdmotor gestopt kan worden, waardoor de emissies teruggebracht kunnen worden. De studie heeft zich beperkt tot onderzoek naar het vacuüm systeem en heeft deze emissiereductie niet verder onderzocht. Er is in verschillende publicaties weergegeven dat een dergelijk goed functionerend systeem een tijdverkorting op de afmeer operatie en daarmee een besparing op de brandstofkosten met zich mee brengt met als gevolg dat het de co2 uitstoot terugbrengt. (Schuttevaer, 16 Jan 2014) (Sprott, 2013)

Dit wordt mede onderbouwd door het op MyNewsDesk geplaatste artikel van 19 februari 2018. Hierin is te lezen dat het MoorMaster systeem is opgenomen in het 2018 UN “Global Opportunity Report”. Het laat zien hoe innovatief deze techniek is en dat het bijdraagt aan een duurzame wereld. (Cavotec, 2018)

Verzekering

Door te onderzoeken of er aan extra verzekeringen gedacht moet worden als men een dergelijk vacuüm systeem zou installeren en welke kosten er eventueel aan verbonden zouden zijn kan dhr. Bakker kort antwoord op geven door te stellen dat voor dit soort projecten er geen extra verzekering afgesloten hoeven te worden. Er wordt gewoon op basis van onze standaard P&I en H&M-verzekering (Hull and Machinery).

Dit soort projecten worden namelijk geboekt op Knock for Knock basis, waarbij elke partij verantwoordelijk is voor zijn eigen schade.

Stel het General cargo schip ramt het legschip of het legschip ramt het cargo schip. Dan is iedere partij verantwoordelijk voor zijn eigen schade en eventuele vervolgschade, de schade aan het legschip en eventuele vervolgschade is voor de legschipeigenaar.

Kosten aanschaf en onderhoud

Tijdens het onderzoek naar de mogelijke kosten van de implementatie van het systeem heeft de onderzoeker kunnen concluderen dat er geen publiekelijk beschikbare gegevens zijn met betrekking tot de aanschafkosten van de MoorMaster400 van Cavotec. Er is toch enige informatie gevonden over de kosten van het systeem, dit is echter een richtlijn en houdt verder geen rekening met bijvoorbeeld installatiekosten, prijsontwikkeling, staffelprijzen en onderhoudscontacten.

In een artikel gepubliceerd op vier November 2016 over de aanschaf van de MoorMaster in de haven van Salalah komt een indicatie van de kosten naar voren. Er is in deze haven een aankoop van zestien units MoorMaster “MM400” gedaan inclusief drie jaar onderhoud contract voor de prijs van tien miljoen euro.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

De units zijn besteld voor het gebruik op twee container kades in de haven van Salalah in Oman. Het onderhoud contract is onderdeel van een eerdere overeenkomst tussen de haven van Salalah en Cavotec over andere eerder geïnstalleerde units. (SA, Salalah MoorMaster order valued at approx. EUR 10M, including three-year maintenance contract, 2016)

Voor het onderzoek kan hieruit een schatting gemaakt worden naar de eventuele aanschafkosten van 6 units die op het D-type geplaatst zouden worden. Als richtlijn kan dan gesteld worden dat een unit, als we tien miljoen delen door 16 units, uitkomt op een aanschafprijs van zeshonderd en vijftientig duizend euro.

In het onderzoek is er uitgegaan van zes units. Deze gegevens kunnen aangenomen worden als kostprijs van de eerder uitgerekende unit. In het onderzoek is dit bedrag vermenigvuldigd met zes units en is de onderzoeker gekomen tot een aanschafprijs van drie miljoen zeven honderd vijftig euro.

Duidelijk is dat dit een eerste inschatting is om een richtlijn te geven. Concrete onderhandelingen en offertetrajecten met de leverancier zullen noodzakelijk zijn om meer inzicht te krijgen in de daadwerkelijke kosten van aanschaf.

Alternatief voor een D-type

Een andere vraag die van belang is het vergelijk van de verschillende alternatieven en hun prijzen. Wat zou de gemiddelde dag prijs van een D-type schip of een ander soort schip zijn, werkende in dezelfde sector. Deze vraag draagt bij doordat er dan een vergelijk gemaakt kan worden met de actuele dagprijs van een DP supplier.

Door nader onderzoek te doen naar de financiële verschillen tussen een vrachtschip van het D-type van Spliethoff versus een gemiddelde supplier ook wel Pipe Supply Vessel (PSV) genoemd zijn de voor- en nadelen van een dergelijke vergelijking naar voren gekomen.

Uit navraag bij dhr. Thomas Schipper operationeel manager van de afdeling Project van bevrachtingkantoor Spliethoff is duidelijk geworden hoe de prijzen internationaal op het moment liggen.

Er kan volgend dhr. Schipper gesteld worden dat een D-type op het moment gecharterd wordt voor 13500 euro per dag. In economisch gunstigere tijden kon dit zelfs oplopen tot 17500 euro per dag.

Een PSV wordt op dit moment (moment van opvraag oktober 2017) gecharterd voor 6.000 Engelse Pond per dag. Deze charterprijs is sterk gerelateerd aan de op dat moment geldende olieprijs.

Grote DP bestuurde PSV's hebben een dagprijs van rond de 20.000 Euro maar hebben maar een beperkte beschikbaarheid. Een groot verschil is uiteraard de lading inname. Een PSV van gemiddelde grootte kan 220 buizen van een diameter van gemiddeld 1 meter vervoeren. Een D-type schip van Spliethoff kan met de juiste stuwage 1.600 buizen vervoeren.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Vervolgens wijst dhr Schipper op het aanvoer traject. De plaats van laden en de uiteindelijke bestemming spelen een grote rol in de beslissing, welk type vaartuig te gebruiken voor de verscheping. Is de aanvoer verder verwijderd van de eindbestemming zal men vanzelfsprekend eerder kiezen voor vaartuigen met een grotere lading capaciteit.

Een logistieke keten van veel kleiner PSV's zou de gevoeligheid op vertragingen en de daar uit volgende kosten kunnen vergroten.

Bekendheid met vacuüm systemen

Met betrekking tot alternatieven heeft de onderzoeker opgevraagd of de projectafdeling eerder van een vacuüm mooring systeem (fabrikant cavotec) gehoord had en zo ja in welke vorm en toepassing. Dhr. Bakker had eerder van het systeem gehoord in de vorm van toepassing in havens en sluizen maar niet eerder in verband met de offshore wereld. In de praktijk heeft hij er zelf nooit mee gewerkt.

Dhr. Schipper heeft gehoord van de magneet versie maar ook niet in verband met de offshore.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

5 Discussie

Na het verwerken en onderzoeken van de deelvragen is er een helder beeld verkregen over de haalbaarheid van de toepassing van een MoorMaster systeem aan boord van een D-type schip van rederij Spliethoff.

Het onderzoek heeft voldoende bewezen dat de plaatsing en het gebruik van een dergelijk systeem technisch te realiseren is, mits er een oplossing gevonden kan worden voor het 'korte arm'-probleem.

Eerder zijn er met betrekking tot een op vacuüm gebaseerd afmeer systeem off-shore wel degelijk succesvolle proeven uitgevoerd. De uitvoering van het type systeem verschilde echter duidelijk met die van de MoorMaster 400.

Doordat het onderzoek aan tijdgebonden was, vind de onderzoeker het jammer dat de haalbaarheidsstudie de kant van de ontwikkeling van een nieuw, goed functionerend en rendabel systeem niet heeft op kunnen gaan.

Helaas is ook duidelijk geworden dat het systeem vanuit economisch oogpunt niet rendabel is. De onderzoeker is echter van mening dat gesteld kan worden dat aan de veiligheid van mensen en het voorkomen van grote schade geen prijskaart gehangen mag worden. Natuurlijk moet ook de praktisch haalbare en werkbare kant van ieder idee om de veiligheid te verhogen afgewogen worden, maar investeren in veiligheid zal de sector op lange termijn meer voordelen opleveren dan deze vooralsnog hoge kosten.

Het verleden leert ons echter dat zodra er structureel en duidelijke ongevallen plaatsvinden (die dus niet meer als incidenteel aangemerkt mogen worden), men eerder geneigd is tot overgaan op een ander systeem. De onderzoeker hoopt met dit onderzoek een positieve bijdrage te hebben geleverd aan de veiligheid van de offshore meeroperaties.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

6 Conclusie en aanbeveling

Het haalbaarheid onderzoek heeft geleid tot bepaalde inzichten, waarbij het doel is om tot een duidelijk antwoord te komen op de hoofdvraag zoals hieronder is weergegeven.

Wat is de haalbaarheid van het inzetten van een ship to ship meersysteem op basis van vacuüm om offshore de operationele risico's te verlagen en daarmee de veiligheid van schip, bemanning en omgeving te verhogen?

Om een conclusie te kunnen trekken met betrekking tot deze hoofdvraag, zal er eerst een antwoord gegeven worden op de gestelde deelvragen.

Welke veiligheid risico's spelen een rol bij de conventionele methode van het offshore langs zij afmeren van schepen?

Dhr. Sluiskes geeft in zijn artikel een diagram (hoofdstuk 4.1, figuur 8) weer waarin, op basis van informatie van verzekeringsmaatschappijen, inzicht gegeven wordt in de ongevallen tijdens het afmeren van schepen. De aard en de ernst van de ongevallen (19% beenletsel, 14% meerdere verwondingen en 13% overlijdensgevallen) geven meer dan voldoende aanleiding om alternatieve wijzen van aanmeren te onderzoeken.

Zo is het idee ontstaan om de trossen, die het risico hebben om te breken (en zo onherstelbaar letsel kunnen veroorzaken), te vervangen met de in verhouding duurdere vacuüm afmeer systemen.

Gesteld kan worden dat als men een systeem gebruikt waar geen personeel bij benodigd is er geen slachtoffers kunnen ontstaan en dit dus een veiliger manier van werken is. Het in dit onderzoek voorgestelde systeem voldoet aan deze voorwaarden en zal zeker een meerwaarde hebben bij het inperken van de veiligheidsrisico's.

Hoe werkt een meersysteem op basis van vacuüm?

Door onderzoek te doen naar de technische werking van de MoorMaster is inzicht verkregen in de algemene werking van het systeem. Door kennis te hebben van de werking kunnen positieve en negatieve aspecten van het systeem op het technische onderdeel ondervangen worden.

De vacuüm unit heeft de beschikking over een power pack station waar in de elektriciteit, hydraulische pompen en de mink claw vacuüm pompen geïnstalleerd zijn. Een elektronisch controlesysteem volgt de scheepsbewegingen die veroorzaakt worden door getijde, diepgangveranderingen, zeestroom, golven en wind. Het systeem compenseert deze bewegingen door middel van een geavanceerd hydraulisch systeem.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

De werking van het systeem in een offshore ship to ship aanmeer situatie heeft zich reeds bewezen zoals blijkt uit (P.Lee, 2014) en (Michael Scheepers, 2016).

Wat is de technische haalbaarheid van een offshore ship to ship meersysteem?

Voor de constructie van het systeem in een offshore toepassing is de technische haalbaarheid onderzocht, en beargumenteerd met berekeningen uit de sterkteleer. Verder is er field research gedaan en zijn ervaringsdeskundigen op het gebied van scheepsconstructie geconsulteerd.

Uit het onderzoek blijkt dat met 6 units voldoende kracht kunnen leveren voor een veilige en stabiele offshore meeroperatie. Deze zijn ook in de praktijk te plaatsen op de zoals in figuur 14 aangegeven locaties. Er is hier voldoende mogelijkheid voor het plaatsen en monteren met behulp van 30mm bouten van de units. Ook voor de elektrische aansluiting (benodigd voor het systeem) zijn er geen beperkingen gevonden.

Echter, doordat de arm van de unit relatief kort is zal er een fender aanwezig moeten zijn. Hierdoor neemt het risico dat de twee vaartuigen elkaar raken (door bijvoorbeeld slagzij) toe. Een korte berekening geeft dit weer in hoofdstuk 4.

Voor wat betreft de technische haalbaarheid kan derhalve geconcludeerd worden dat plaatsing en functioneren van een dergelijk systeem aan boord van een standaard stukgoedschip technisch haalbaar is, mits een oplossing gevonden wordt voor de relatief korte 'arm' van het systeem ten opzichte van de minimale veilige afstand tussen de twee vaartuigen.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Wat is de economische haalbaarheid van een offshore ship to ship meersysteem?

Om een oordeel te kunnen geven van de economische haalbaarheid zijn een aantal vragen van belang. Zo is er in het onderzoek navraag gedaan of er contractueel voordeel is als er een goed functionerend vacuüm mooring systeem geplaatst zou zijn op de schepen.

Dhr. L. Bakker contractueel manager op de projectafdeling geeft aan dat er niet direct contractueel voordeel te behalen valt uit het systeem, maar is wel van mening dat het eventueel gebruikt kan worden in verkoopprocessen naar de klant. Hierbij wordt wel opgemerkt dat het een voldoende en met succes getest systeem moet zijn.

Daarnaast ziet mr. Bakker steeds meer offshore klanten die het hele afmeer proces willen voorkomen en steeds meer naar een General cargo vessel met DP2 oplossing vragen.

Op het gebied van duurzaamheid en milieu zou men als argument kunnen aanvoeren dat, zodra het schip veilig gemeerd is, de hoofdmotor gestopt kan worden, waardoor de emissies teruggebracht kunnen worden. De studie heeft zich beperkt tot onderzoek naar het vacuüm systeem en heeft deze emissiereductie niet verder onderzocht.

Bij een Time charter contract zal er minder nadruk op de snelheid van het afmeren liggen. Dhr. Schipper geeft aan dat het 'unique selling point' van een offshore mooring systeem, vooral op het gebied van veiligheid gezocht moet worden, om het commercieel toe te passen in een offshore project.

Met betrekking tot de aanschafprijs is in hoofdstuk 4.4 een indicatie van de prijs per unit gegeven (625.000,00 euro). Om voldoende trekkracht te kunnen leveren zijn 6 units nodig. Dit zou leiden tot een aanschafbedrag van 3.750.000,00 euro.

Door deze bedragen af te zetten tegen de in onderzoek genoemde dagprijzen, kan geconcludeerd worden dat de aanschafprijs op dit moment te hoog is om het systeem rendabel te maken.

Als conclusie omtrent de economische haalbaarheid kan gesteld worden dat de sector momenteel niet verwacht dat een dergelijk systeem rendabel in te zetten is. Zij zien voorsnog meer toegevoegde waarde in DP-systemen. Ook de hoge aanschafkosten ten opzichte van de huidige charter dagprijzen maken dat de meerwaarde voorsnog vooral op het gebied van veiligheid ligt.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Eindconclusie

Deze haalbaarheid studie toont aan dat het toepassen van een vacuüm meersysteem op een standaard stukgoedschip, met enkele aanpassingen, technisch haalbaar is.

De aanpassingen dienen zich dan vooral te richten op de te kleine arm die de MoorMaster 400 van Cavotec heeft tussen de twee vaartuigen. Doordat deze afstand te kort is, is de maximale slagzij welke het schip mag hebben te beperkt en brengt risico's met zich mee.

Als deze aanpassingen te realiseren zijn, is ook aangetoond dat de mogelijkheden voor plaatsing aan boord van een standaard stukgoedschip en de elektrische voorzieningen voldoende zijn om een werkend afmeersysteem te realiseren.

Voor wat betreft de economische haalbaarheid kan er niet direct ingezet kan worden op het rendabel operationeel maken van een dergelijk systeem. De hoge aanschafkosten, gecombineerd met het relatief lage contractuele voordelen alsmede de voorkeur voor het enkel inzetten van 'proven technology', zorgen er op dit moment voor het niet economisch rendabel is om het vacuumsysteem voor offshore aanmeeroperaties in te zetten.

Belangrijkste meerwaarde van het onderzochte alternatieve aanmeersysteem voor offshore toepassing, ligt op het gebied van de veiligheid van het personeel en het direct terugdringen van ongevallen.

Aanbeveling

Als aanbeveling wil de onderzoeker naar voren brengen dat het ten zeerste mogelijk geacht wordt het systeem te plaatsen en tot een veiligere manier van afmeren te komen.

Wel is de onderzoeker van mening dat er een aanpassing aan het systeem moet komen voor wat betreft de lengte van de arm, om de huidige beschibare systemen ook toepasbaar te maken bij offshore meeroperaties. Ten zeerste zou dan ook aangeraden kunnen worden om in samenspraak met de fabrikant (Cavotec in Woerden) de mogelijkheden tot verdere ontwikkeling van hun vacuum mooring systemen in een offshore toepassing te verkennen. Middels een dergelijke samenwerking kan wellicht ook de drempel van de hoge aanschafprijs verlaagd worden.

Verder bieden de genoemde voordelen op het terrein van duurzaamheid wellicht ook mogelijkheden voor het rendabel exploiteren van een dergelijk systeem. De erkenning het system, als zijnde innovatief op het gebied van duurzaamheid, in het VN Global Opportunity Report biedt hier wellicht ook mogelijkheden voor de toekomst.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Figurenlijst

- Figuur 1: Cavotec Moormaster 400
- Figuur 2: Overzicht van krachten werkend op Mobile Harbor A1-250.
- Figuur 3: Grafische schema van Mobile Harbor A1-250.
- Figuur 4: Gele pelikaan haak.
- Figuur 5: Meergerei inspectie.
- Figuur 6: Open Pelikaanhaak.
- Figuur 7: De snap back zones zoals die voor kunnen komen tijdens het af meren of gemeerd liggen.
- Figuur 8: Verzekering claims voor type verwondingen door ongevallen tijdens afmeer operaties.
- Figuur 9: Werking principe “Mink claw vacuüm” pomp.
- Figuur 10: Mink claw vacuümpomp met werking gegevens.
- Figuur 11: Open-water demonstratie van een schip tegen schip automatisch afmeer systeem van af een barge.
- Figuur 12: Simulatie afmeer situatie zoals offshore toegepast.
- Figuur 13: Technische tekening afmeer opstelling incl. SWL 35mt pelikaan haak.
- Figuur 14: Spliethoff D-type schip afgemeerd offshore.
- Figuur 15: Boven aanzicht van een D-TYPE schip met aangegeven de plaatsen van de units.
- Figuur 16: Vooraanzicht D-type met 3° slagzij.
- Figuur 17: Formule benodigd voor berekening kracht door wind.
- Figuur 18: Formule benodigd voor berekening kracht door stroming.
- Figuur 19: Formule benodigd voor berekening kracht door golfkracht.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Bibliografie

- Bergsma, T. (2017, November 25). Off Shore mooring. (M. Verhulst, Interviewer)
- Budinski, K. (2000). *Materiaalkunde*.
- Busch vacuum, p. (2017). *www.Buschvacuum.com*. Opgehaald van Busch Vacuum Pumps an Systems.
- cavotec. (sd). http://www.cavotec.com/en/ports-maritime/automated-mooring-systems_36/ .
Opgehaald van http://www.cavotec.com/en/ports-maritime/automated-mooring-systems_36/ .
- Cavotec. (14/06/2016). *Cavotec Media Centre*. Opgehaald van
<http://www2.cavotec.com/mediacentre/page/6/349/cavotec-s-moormaster-automated-mooring-technology-registers-two-major-breakthroughs/>.
- Cavotec. (2016). *Cavotec Media Centre*. Opgehaald van
<http://www2.cavotec.com/mediacentre/page/6/349/cavotec-s-moormaster-automated-mooring-technology-registers-two-major-breakthroughs/>.
- Cavotec. (2018, februari 19). Opgehaald van myNewsdesk:
https://www.mynewsdesk.com/cavotec/blog_posts/united-nations-global-opportunity-report-recognises-cavotec-solutions-68319
- Cavotec. (sd). *info@cavotec.com*. Opgehaald van www.cavotec.com.
- Cavotec. (sd). *list, Moor master reference*. Opgehaald van <http://www.cavotec.com>.
- Cavotec, S. (2017). <http://www.cavotec.com/en/your-applications/ports-maritime/automated-mooring>. Opgehaald van Cavotec/ Automated mooring.
- Cavotec, w. (2012, December 14). <http://worldmaritimenews.com/archives/71918/cavotec-wins-first-moormaster-automated-mooring-project-in-the-netherlands/>. Opgehaald van worldmaritimenews.
- CLUB, U. P. (2017). www.ukpandi.com/knowledge-publications/article/understanding-mooring-incidents-373/. Opgehaald van Understanding Mooring Incidents.
- Consultancy, L. O. (2015). *loc-group.com*.
- Dorth, H. v. (2017, November 29). Elektriekiteit. (M.A.C.Verhulst, Interviewer)
- FAQ, M. (2016, September). *MoorMaster™ FAQ*. Opgehaald van
<http://www.cavotec.com/uploads/2017/06/13/flyercavotec-moormaster-faq23092016ld.pdf>.

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

greatlakes-seaway.com. (2017). <http://www.greatlakes-seaway.com/en/management/index.html>. Opgehaald van greatlakes-seaway system.

group, S. (sd). <http://spoton.info/#/spotlist>. Opgehaald van spoton.info Seabroker group.

Hibbeler, R. (2010). *Sterkteleer*.

IMO. (2017). <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/Default.aspx>. Opgehaald van IMO Maritime Safety.

LTD The yokohama rubber co. (sd). <http://www.y-yokohama.com/release/?id=1855&lang=en&sp=220>. Opgehaald van Yokohama.com.

MacGregor. (2009). *Hatch cover manual MacGregor*. MacGregor.

Maritimeaccident. (2011, Januari 27). <http://maritimeaccident.org/2011/01/tamina-mooring-injuries-potentially-fatal/>. Opgehaald van maritimeaccident.org.

Merkle, U. (2015). *Case Study: Cavotec MoorMaster*. Cavotec.

Michael Scheepers, C. C. (2016, Juni 14). <http://www2.cavotec.com/mediacentre/page/6/349/cavotec-s-moormaster-automated-mooring-technology-registers-two-major-breakthroughs/>. Opgehaald van Cavotec's MoorMaster automated mooring technology registers two major breakthroughs.

Organization, I. L. (1996). *Accident prevention on board ship at sea and in port*.

P.Lee, Y. K. (2014). ship-to-ship automatic docking system for ocean cargo transfer? *Journal of Marine Science and Technology*, 17.

SA, C. (2016, November 04). *Salalah MoorMaster order valued at approx. EUR 10M, including three-year maintenance contract*. Opgehaald van www.WN.com.

SA, C. (2017). *Cavotec Container*. Opgehaald van <http://www.cavotec.com/en/your-applications/ports-maritime/automated-mooring/container>

Scheepers, M. (2016, June 14). Cavotec's MoorMaster automated mooring technology registers two major breakthroughs. *Cavotec*, p. 1.

Schrijver, M. (2017, November 20). Ondrwerp afmeren op zee. (M.A.C.Verhulst, Interviewer)

Schuttevaer. (16 Jan 2014). Cavotec Nederland: sneller en veiliger afmeren met zuigplaten. *Schuttevaer*, 1.

Scibbr. (2015). *Overzicht van onderzoeksoorten*. Opgeroepen op 2015, van Scibbr: <https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/overzicht-van-onderzoeksoorten/>

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Scriptie.nl. (2017). <https://scriptie.nl/scriptie/11-onderzoekstypen-onderzoeksmanual>.

Sluiskes, B. (2016). Safety in mooring. *Terra et Aqua*, 6.

Spliethoff. (2015). Mooring. In SPL, *Safe Working Manual*.

Sprott, W. v. (2013). *Alternative Berthing Improvement and Innovation*. maritimesymposium-rotterdam: Project group 2.

T.Schipper. (2017, Oktober 15). Operatinal manager. (M. Verhuls, Interviewer)

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Bijlagen

Bijlage 1: Specificaties Cavotec MoorMaster 400



datasheet



DAS-MM4-00

MoorMaster™ 400
Automatic mooring
system



Radio remote control from bridge (shown) or shore



2x MM400s on bow and eliminating need for mooring dolphin



MM400s as seen from ship

GENERAL DESCRIPTION

MoorMaster™ ensures safe and secure mooring through the utilization of vacuum and hydraulic technology. Immediately the vessel is alongside, large vacuum pads extend out and attach to the hull in a matter of seconds by the touch of a button. The pads restrain port/starboard and fore/aft movements while moving freely vertically to allow for draft and tidal changes.

MOORMASTER™ 400 (MM400)

The MM400 is mounted on the top of the quay and is fully self-contained therefore only requiring a secure foundation and electrical supply. Attachment to the vessel is facilitated by vacuum pads each having a capacity of 200kN. The units are able to be monitored and controlled via a computer network (or internet) and/or radio remote controls. This provides total operation and monitoring flexibility.

BENEFITS

- Mooring and unmooring in seconds
- No ropes needed
- Only one operator needed
- Fuel savings
- Reduced risk of mooring accidents
- Precise and automatic repositioning of ship
- Reduced ship motion when moored
- Less wear on fenders, ramps, ropes and ship hull
- Better utilization of crew time
- Possibility for infrastructure savings
- Real-time monitoring of actual mooring process
- Reduced emissions thanks to faster mooring process

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.



TECHNICAL FEATURES

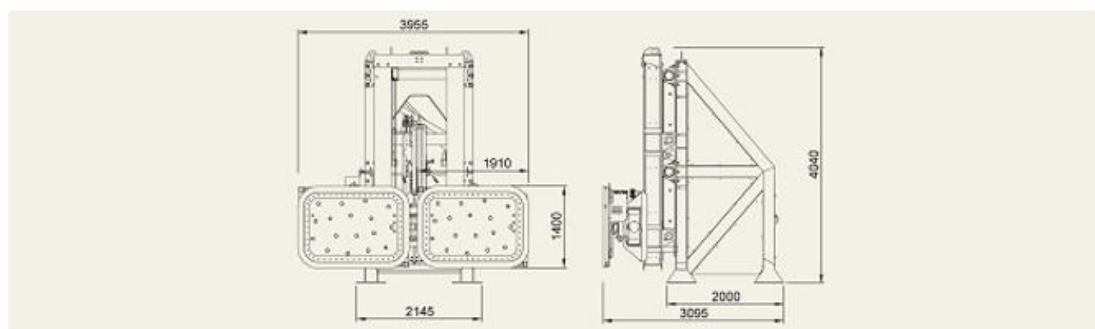
- Automatic mooring: <20 seconds from touch of button
- Automatic unmooring: <5 seconds from touch of button
- Repositioning of vessel: up to $\pm 400\text{mm}$ (fore/aft)
- Tidal/draft change capacity: $\pm 1\text{m}$ (no stepping), unlimited (stepping)
- Realtime monitoring: status, logs, diagnostics etc.

TECHNICAL DATA MM400

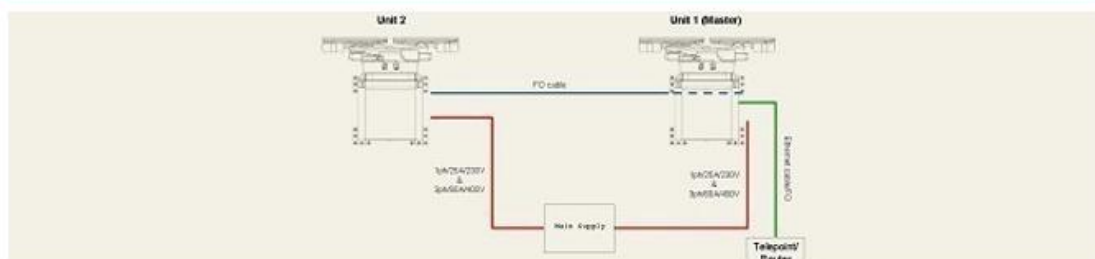
General	Data
Max direct holding force	400 kN
Max shear holding force	200 kN
Vertical travel range (up/down)	2000mm (unlimited if stepping function used)
Side shift travel range (fore/aft)	$\pm 400\text{ mm}$
Outreach travel range (port/starboard)	960 mm
Power consumption	17 kW (peak) per unit
Weight	8.500 kg
Operating temperature range	-20° to +50° C

Dimensions:	mm
Unit height	4000 mm
Unit width	2150 mm (base) 3955 mm (overall)
Unit depth	2000 mm (base) 3050 mm (overall)

TECHNICAL DRAWINGS



SUPPLIES TO A MOORMASTER™ SYSTEM (EXAMPLE)



Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Bijlage 2: Weerbericht

Fixed Location Forecast, 7 day
at the Black Sea
MGO_REF_12375
Issued on 26 Nov 2017, 0149UTC



Contact details
E: OffshoreOperations@MeteoGroup.com
Wageningen Office T: +31 317 399822
Aberdeen Office T: +44 1224 900285
F: +31 317 424753
W: http://www.meteogroupoffshore.com

Meteorological Situation

A strong high pressure system (1033 hPa) over Turkey (39N/44E) at 03 UTC, remains nearly stationary on 26 and 27 November. Afterwards, it is expected to move east. A strong high (1032 hPa) is located over western Russia (53N/46E) at 18 UTC. A shallow low pressure centre (1012 hPa) over the Balkans (46N/23E) at 15 UTC, is moving towards western Bulgaria (43N/25E) on 26 November. On 27 November 06 UTC, a low pressure system (1010 hPa) is expected over northern Greece (40N/23E) and will move towards eastern Bulgaria (42N/28E). During the next couple of days, it will dissipate.

Summary next 72 hrs: Wind: ESE-ly, moderate, increasing to fresh breeze on 27 November 18 UTC. Sea temperature: 13-14C.

Warnings

Gale (next 24 hrs)	Nil	Lightning Risk	Low
Windshear	Nil	Confidence	High

Criteria levels	10m Winds: na.	Sig. Waves: na.	Swell Height: na.	Swell Period: na.	critical	marginal
-----------------	----------------	-----------------	-------------------	-------------------	----------	----------

WX=Weather, FG=Fog, DZ=Drizzle, RA=Rain, SN=Snow, SHRA=Rainshower, SHSN=Snowshower, GR=Hail, TS=Thunderstorm, NSW=No sig weather

Time	WX	Winds								Waves						Vis	Clouds	Temp
UTC	Dir	10m				50m		Wind Wave		Swell			Wave			10m	Lowest	Air
		Spd (kts)	Gust (kts)	Risk		Spd (kts)	Gust (kts)	Hgt (m)	Per (sec)	Dir	Hgt (m)	Per (sec)	Hsigt (m)	Max (m)	Risk (m)		(ft)	(degC)
Sunday, 26 Nov 2017 43°17' N / 35°23' E																		
03	NSW	E	12	17	-	13	18	0.5	3	SSE	0.8	5	0.9	1.6	-	good	1000	12
06	NSW	ESE	11	16	-	12	17	0.4	3	SE	0.8	5	0.9	1.5	-	good	1000	12
09	NSW	ESE	9	13	-	10	14	0.2	2	SE	0.8	5	0.8	1.4	-	good	1000	13
12	NSW	E	10	14	-	11	15	0.4	3	ESE	0.7	5	0.8	1.3	-	good	1000	13
15	NSW	ESE	11	15	-	12	16	0.5	3	ESE	0.7	5	0.9	1.4	-	good	1000	13
18	NSW	ESE	10	14	-	11	15	0.4	3	ESE	0.6	5	0.7	1.2	-	good	2000	13
21	NSW	ESE	10	14	-	11	15	0.4	3	ESE	0.6	5	0.7	1.2	-	good	NLC	13
Monday, 27 Nov 2017 43°17' N / 35°23' E																		
00	NSW	ESE	11	15	-	12	16	0.4	3	E	0.5	5	0.6	1.1	-	good	NLC	13
03	NSW	E	11	15	-	12	17	0.5	3	E	0.5	5	0.7	1.2	-	good	NLC	12
06	NSW	E	15	19	-	16	21	0.9	4	ENE	0.3	5	0.9	1.6	-	good	NLC	12
09	NSW	E	16	21	-	17	23	1.0	4	E	0.3	4	1.0	1.7	-	good	NLC	13
12	NSW	E	16	22	-	18	24	1.1	4	ENE	0.4	5	1.2	2.0	-	good	NLC	13
15	NSW	E	17	22	-	19	25	1.1	4	ENE	0.4	5	1.2	2.0	-	good	NLC	13
18	NSW	E	19	24	-	21	27	1.2	4	NE	0.5	5	1.3	2.2	-	good	NLC	13
21	NSW	ESE	19	24	-	22	28	1.1	4	NE	0.6	5	1.3	2.1	-	good	NLC	13
Tuesday, 28 Nov 2017 43°17' N / 35°23' E																		
00	NSW	ESE	20	25	-	23	30	1.2	4	NE	0.5	5	1.3	2.2	1.5	good	NLC	13
06	NSW	SE	17	22	-	19	25	0.9	4	E	1.0	5	1.3	2.2	1.5	good	NLC	14
12	DZ	SSE	9	13	-	9	13	0.1	1	ESE	1.1	5	1.1	1.8	-	md/gd	NLC	14
18	DZ	SE	8	12	-	10	14	0.2	2	ESE	0.9	5	0.9	1.5	-	md/gd	NLC	14
Wednesday, 29 Nov 2017 43°17' N / 35°23' E																		
00	DZ	SE	7	10	-	8	12	0.2	2	ESE	0.9	5	0.9	1.5	-	md/gd	1000	13
06	DZ	SSE	7	11	-	7	11	0.2	2	SE	0.9	5	0.9	1.5	-	md/gd	1000	13
12	DZ	W	14	19	25	17	22	0.6	3	SE	0.8	5	1.0	1.7	1.8	md/gd	1000	12
18	SHRA	W	20	26	25	22	29	2.1	5	SW	0.9	7	2.3	3.8	3.1	md/gd	1000	11
Thursday, 30 Nov 2017 43°17' N / 35°23' E																		
00	NSW	W	12	17	-	13	18	0.7	4	W	1.5	6	1.7	2.8	2.0	good	2000	12
06	NSW	S	8	12	-	9	13	0.2	2	W	1.0	5	1.0	1.7	-	good	2000	12
12	NSW	SE	13	18	-	15	20	0.5	3	WSW	0.7	5	0.9	1.4	-	good	2000	13
18	NSW	SE	17	22	-	19	25	1.1	4	SSW	0.6	5	1.3	2.1	1.5	good	1000	13
Friday, 01 Dec 2017 43°17' N / 35°23' E																		
00	NSW	SE	16	21	-	18	23	1.2	4	SSE	0.8	6	1.4	2.4	1.8	good	2000	13
06	NSW	SE	13	18	-	15	20	0.7	3	SE	1.0	6	1.2	2.0	1.5	good	NLC	13
12	NSW	SE	12	16	-	14	19	0.5	3	SE	0.9	5	1.0	1.7	-	good	NLC	13
18	NSW	SE	13	18	-	15	20	0.7	3	SE	0.8	5	1.1	1.8	-	good	NLC	14
Saturday, 02 Dec 2017 43°17' N / 35°23' E																		
00	NSW	SE	11	15	-	13	18	0.4	3	SE	0.9	5	1.0	1.6	-	good	NLC	14
06	NSW	SE	10	14	-	12	16	0.2	2	SE	0.9	5	0.9	1.5	-	good	NLC	14
12	NSW	SE	6	9	-	7	10	0.1	3	SE	0.9	5	0.9	1.5	-	good	NLC	13
18	NSW	SE	8	12	-	10	14	0.1	2	SE	0.8	5	0.8	1.3	-	good	NLC	13
Sunday, 03 Dec 2017 43°17' N / 35°23' E																		
00	NSW	SE	9	12	-	10	14	0.2	2	ESE	0.7	5	0.7	1.2	-	good	NLC	14

Copyright 2011 © Meteogroup Offshore

Copyright 2011© MeteoGroup Offshore

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Fixed Location Forecast, 7 day

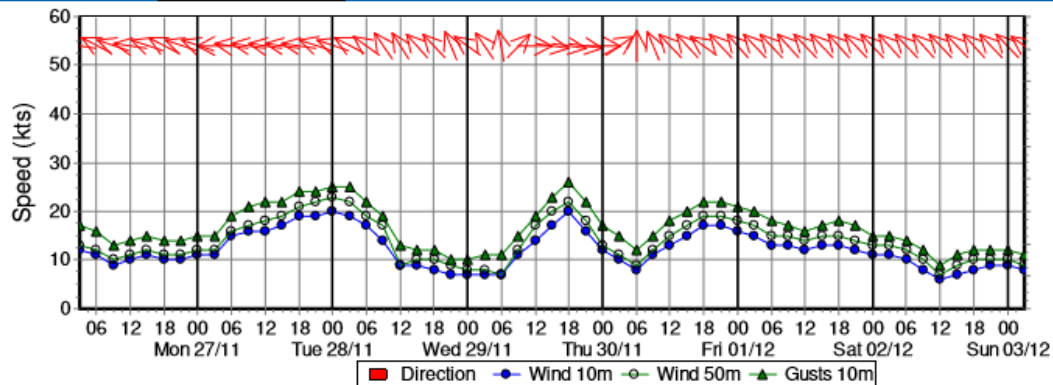
at the Black Sea
MGO_REF_12375
Issued on 26 Nov 2017, 0149UTC



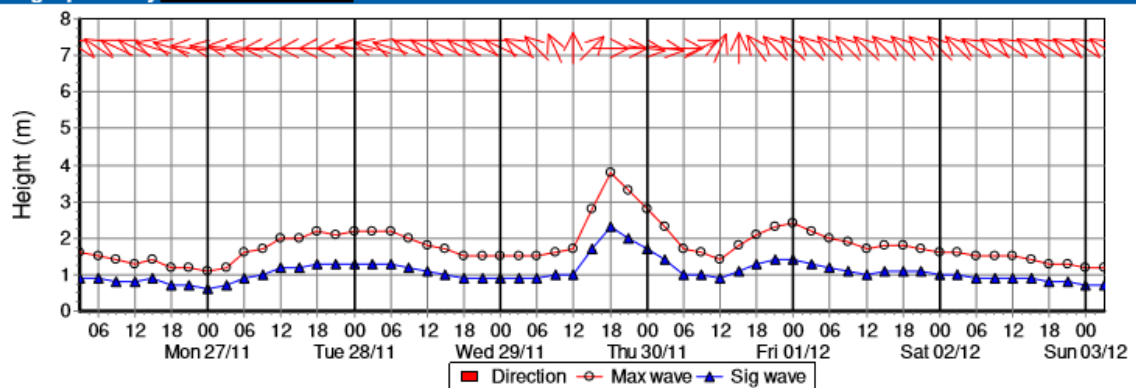
Contact details

E: OffshoreOperations@MeteoGroup.com
Wageningen Office T: +31 317 399822
Aberdeen Office T: +44 1224 900285
F: +31 317 424753
W: <http://www.meteogroupoffshore.com>

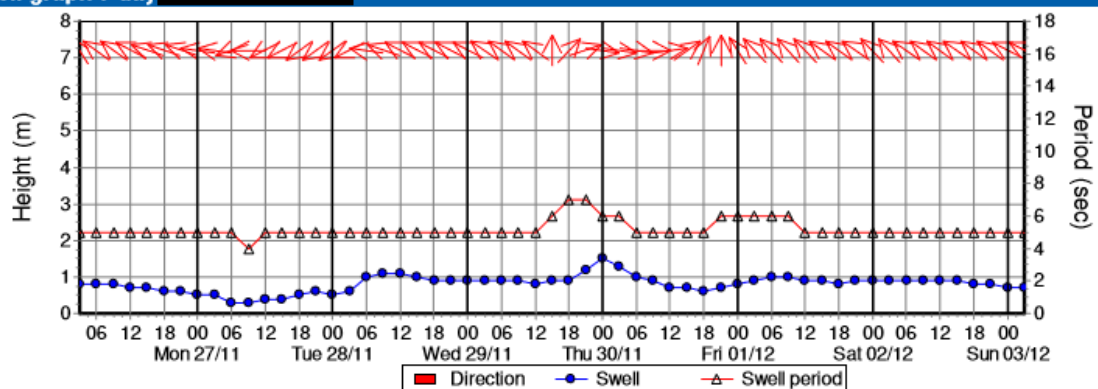
Wind graph 7 day



Wave graph 7 day



Swell graph 7 day



Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Fixed Location Forecast, 7 day

at the Black Sea

MGO_REF_12375

Issued on 26 Nov 2017, 0149UTC



Contact details

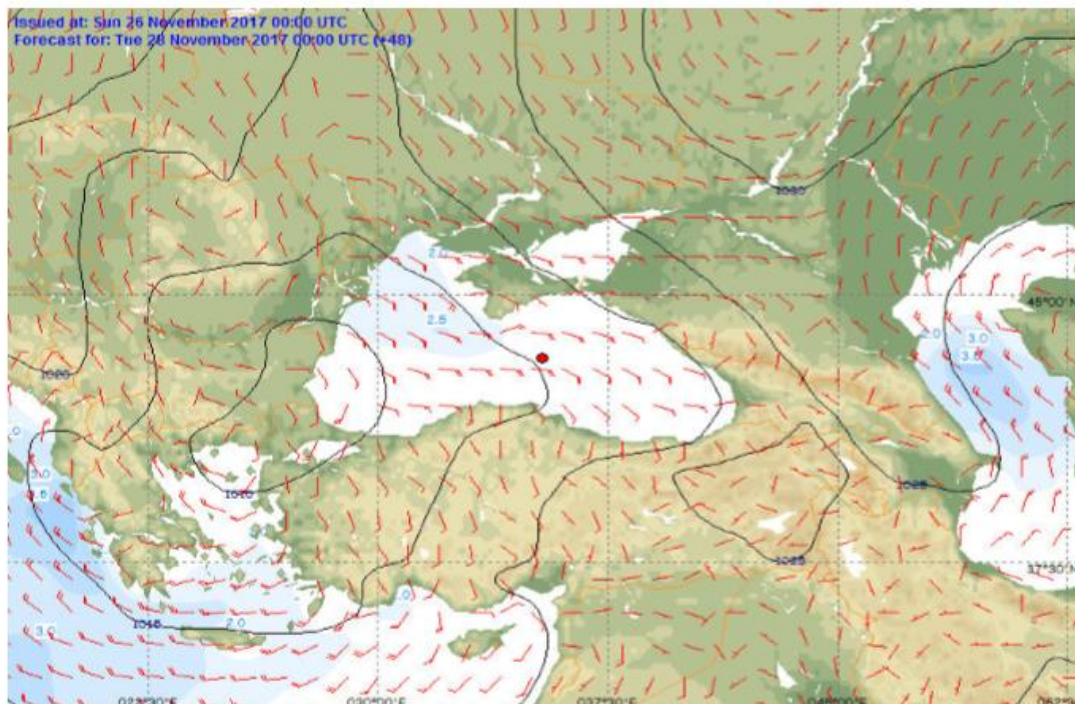
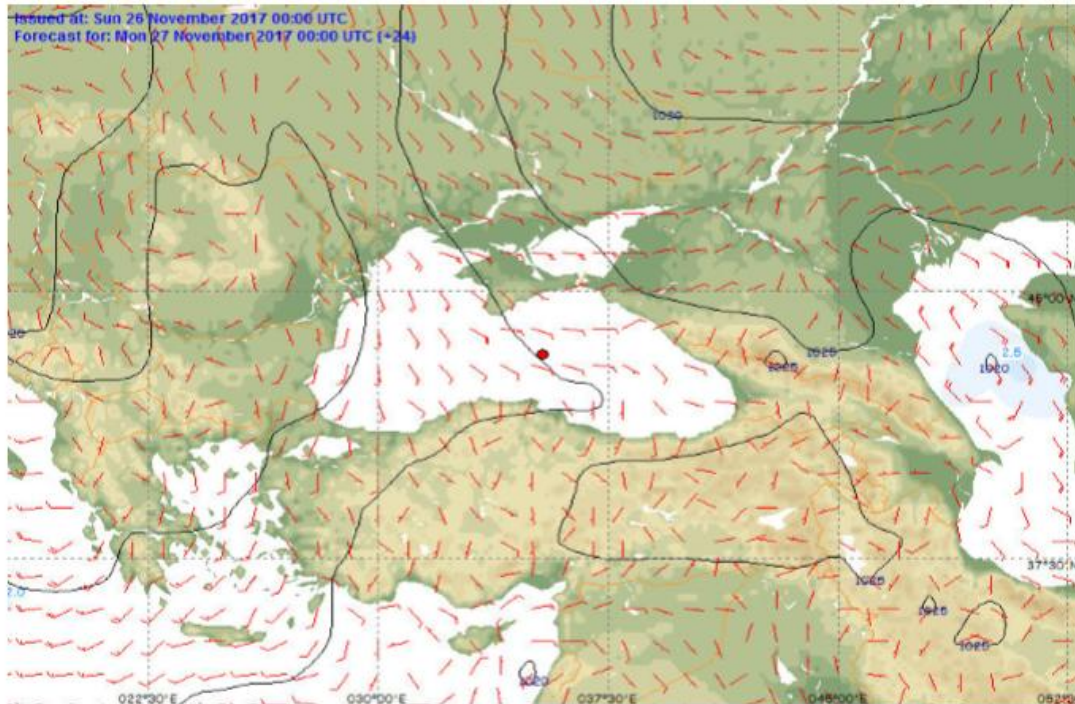
E: OffshoreOperations@MeteoGroup.com

Wageningen Office T: +31 317 39982

Aberdeen Office T: +44 1224 90028

F: +31 317 42475

W: <http://www.meteogroupoffshore.com>



Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Bijlage 3: Workplace Risk Assessments / JSA



Workplace Risk Assessments / JSA

D-110 – Mooring and Unmooring

ACTIVITY:	Mooring – operations (standard)	LOCATION OF ACTIVITY:	Bridge / deck
PERSONS INVOLVED:	Master / Deck Officers / AB's	SUPERVISOR:	Master
SAFETY EQUIPMENT REQUIRED TO DO THIS JOB:			
Goggles	☐	Hearing Protection	☐ High Visibility Working clothes
Face Shield	☐	Breathing Apparatus	☐ Safety Harness
Welding Mask	☐	Dust Mask	☐ Barrier
Chemical Suit	☐	Air Fed Mask	☐ Work Permit
Gloves	☒	Fire Extinguisher	☐ Lock out / Tag out
Safety Footwear	☒	Helmet	☒ Other: Portable radio

Note: All accessible areas will be adequately illuminated.

L - Likelihood		S - Severity			R - Rating			Result	
Cat	Definition	Cat	Definitions		H	M	L		
1 Low	Remote	1 Low	No Injury	No Pollution	3	4	5	Unacceptable	
2 Med	Possible	2 Med	First Aid	Minor Pollution	2	3	4	Tolerable	
3 High	Probable	3 High	LTI	Major Pollution	1	2	3	Acceptable	
					L	M	H		

Sequence Of Basic Job Steps:	What Could Go Wrong? (Cause)	What Could Happen? (Consequence)	Controls To Eliminate Or Reduce Potential Hazards	Residual Risk		
				L	S	R
Preparation	Inadequate information for mooring crew	Unsafe situation due to insufficient time for preparation	- Instruct mooring party timely - Instruct on sequence and type of mooring - Instructions as per safe working manual	1	2	2
	Position disturbed by weather/tide	Possible unsafe situation due to dynamic movements during mooring	- Check weather forecast and tidal predictions - Verify with port authority/pilot on local situation - Instructions as per safe working manual	2	2	4
	Passing vessels with too much speed	Possible unsafe situation due to dynamic movements during mooring	- Verify with port authority/pilot on local situation - Instructions as per safe working manual	2	2	4
	Miscommunication with tugs/pilot	Possible unsafe situation	- Working language on board is English - Instructions as per safe working manual (see also 'Towing')	2	2	4
Mooring station	Miscommunication	Possible unsafe situation / Injury / death	- Clear verbal instructions master in working language - Repeating of orders by mooring party - Inform bridge permanently on progress of ship (distances) and position of mooring lines - Instructions as per safe working manual	1	2	2
	Breaking of mooring lines due to wear and tear	Injury / death	- Visually check mooring equipment prior use - Maintenance checks and repairs per ISM procedure 490. - Instructions as per safe working manual	1	2	2
	Loose ends on winch – Slipping line	Injury / death	- Maintenance checks and repairs per ISM procedure 490. - Instructions as per safe working manual	1	2	2
	Failure of winches	Injury / oil spill	- Maintenance checks and repairs per ISM procedure 490. - Instructions as per safe working manual	1	2	2
Giving out lines	Wrong handling of lines Lines clog propeller	Injuries to mooring crew or linesmen ashore	- Clear communication between mooring party - Work always supervised by competent officer - Sufficient illumination provided - Engine/propeller/bow thrusters stop if not needed - Hewing line thrown not close to persons - Instructions as per safe working manual	2	2	4
Tightening lines	Breaking of lines	Injuries to mooring crew	- Inspect condition of lines before start of operation - Tightening only after all crew is in safe position - Instructions as per safe working manual - Even tension on ropes as much as possible	2	2	4

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

Bijlage 4: Interview vragen

De interview vragen zijn per mail verstuurd en er heeft telefonisch contact plaats gevonden tussen de geïnterviewden en de onderzoeker. Er is tijdens het interview gewezen op het feit dat er vertrouwelijk met de verkregen informatie zal worden omgegaan.

Naam van bedrijf en afdeling:.....

Functie binnen het bedrijf:.....

Het aantal jaar in deze functie:.....

Het aantal jaar werkende binnen het bedrijf:.....

Interview vragen met betrekking tot de haalbaarheidsstudie offshore ship to ship meersysteem.

Technische haalbaarheid;

1. Voor de constructie van het te plaatsen systeem te weten het type mm400(zie bijgevoegd specs) welke aanpassingen voorziet u of beveelt u aan indien we 6 units in het gangboord aan bakboordzijde plaatsen? In de praktijk waar het systeem aan de wal toegepast wordt wordt een bout constructie gebruikt ziet u hier ook aan boord van onze schepen mogelijkheden toe?
2. Wat is de minimale diameter fender die gebruikt wordt in dergelijke situaties?
3. Hoeveel graden slingering is toegestaan/ gebruikelijke max voor een laad/los operatie tijdens een situatie waar twee schepen tegen elkaar gemeerd liggen?
4. Wat zijn de maximale weersomstandigheden tijdens operaties offshore? Stroming hoeveel knopen, windsnelheden en maximale deining. Wanneer wordt de operatie in de huidige situatie stil gelegd?
5. Voorziet u grote problemen met tijdelijke aanpassingen aan het schip zoals verwijderen van containerrail, railing werk of het verstevigen van het dek voor de constructie van de vacuüm mooring unit? (zie spec's in de bijlage)
6. Als er per unit een power consumptie is van 17kW en er wordt uitgegaan van 6 units. Kunnen we rekening houden met een piekstroom van 102kW voorziet u dan aanpassingen nodig voor de stroomtoevoer aan het systeem van de aan boord aanwezige hulpmotoren?

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

7. Indien we offshore tegen elkaar afmeren houden we rekening met twee drijvende objecten welke krachten geven volgens u de meeste hinder/problemen?
8. Bent u bekend met de methode die gehanteerd wordt met betrekking op de sterkte van de trossen en de krachten die erop komen tijdens bepaalde situaties.
9. Bent u bekend met een dergelijk vacuüm mooring systeem of heeft u er eerder van gehoord? Zo ja in welke vorm of situatie.
10. Wat is u mening met betrekking tot veiligheid en efficiëntie om twee schepen met een dergelijk systeem tegen elkaar af te meren?

Economische haalbaarheid;

1. Is er contractueel voordeel als er een goed functionerend vacuüm mooring systeem geplaatst zou zijn op onze schepen. (Denkend aan een hogere dag prijs voor het schip of eenmalig bedrag opgenomen in het contract)?
2. Is de manier van aan of -ontmeren bepalend voor de hoogte van de verzekering premie?
3. Heb je eerder van een vacuüm mooring systeem (fabrikant cavotec) gehoord en zo ja in welke vorm en toepassing?
4. Hoe hoog ligt de gemiddelde dag prijs D-type? dit zodat ik een vergelijk kan maken met de actuele dagprijs van een DP supplier

Veiligheid;

1. Welke veiligheidsrisico's spelen een rol bij de conventionele methode van het offshore langszij af meren van schepen?
2. Hoe groot is het verschil in veiligheid tussen het meren van twee schepen tegen elkaar offshore in vergelijking met een schip die tegen een vaste kade gemeerd is? Met welke extra krachten moet men rekening houden?
3. Zijn er risk assessments en/of checklist beschikbaar met betrekking tot het af meren tussen twee schepen offshore die u met mij zou kunnen delen?
4. Bent u bekend met een dergelijk vacuüm mooring systeem? Zo ja in welke vorm en wat is uw mening met betrekking tot de veiligheid?

Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

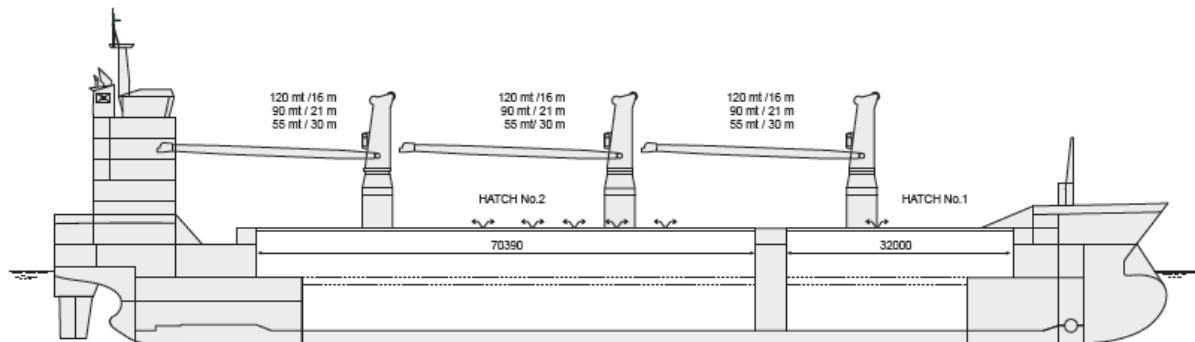
Bijlage 5: Specificaties D-type Spliethoff

CLASS			
Classification	Lloyd's Register ✱100 A1		
Ice-Class	Finnish/ Swedish 1A		
Open sailing notation	Yes		
PRINCIPAL DIMENSIONS			
Length over all	156,93	m	
Breadth moulded	22,80	m	
Height hold as SID	13,25	m	
Height lower hold as TWD	3,25 or 6,46 or 9,60	m *	
Height tween deck as TWD	9,00 or 5,79 or 2,65	m *	
* except where side tanks in hold 1 where highest position is not available. Aft hold 2 lowest			
Summer draft	10,25	m	
GT	Abt. 13.558		
NT	Abt. 5.981		
DEADWEIGHT all told	Abt. 18.143	mt	excl. TWD
	Abt. 17.556	mt	incl. TWD
CAPACITY			
Grain - bale	760.500	cbft	/21.535 m³
FLOOR SPACE			
Tank top	1.423	m²	
Tween deck	1.790	m²	
Weather deck	1.760	m²	
AIR CHANGES (basis empty holds)			
Hold 1	Abt. 20 x	p/h	
Hold 2	Abt. 15 x	p/h	
Dehumidifier	Yes		
CONTAINER INTAKE			
Total	1.062	TEU	
HATCHES			
Weather deck	No.1: 32,00 x 12,70	m	/17,80 m
	No.2: 70,40 x 17,80	m	
	Steel, end folding/rolling/lift away type		
Tween deck	No.1: 25,60 x 17,80	m	/15,25/12,70 /9,40 m
	No.2: 64,00 x 17,80	m	
	Consisting: 15 steel pontoons:	1 of 6,37 x 9,30 m 1 of 6,37 x 12,60 m 1 of 6,37 x 15,15 m 10 of 6,37 x 17,70 m 2 of 3,17 x 17,72 m	
Bulkheads/ compartments	Removable pontoons for up to 13 compartments at TEU interval		
MAXIMUM LOAD			
Weather deck hatch covers	2,60	t/m²	payload
Tweendeck hatch covers	Hatchway 1: 7,50	t/m²	fore part
	5,50	t/m²	aft part
	Hatchway 2: 5,50	t/m²	
Tank top	20,00	t/m²	
DECK CRANES			
Position	3 x situated on starboard side		
Tons /reach	120 mt SWL/16 m		
	90 mt SWL/21 m		
	55 mt SWL/30 m		

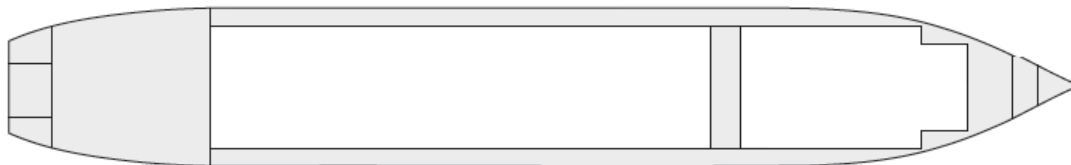


Haalbaarheidsstudie: Offshore ship to ship meersysteem.

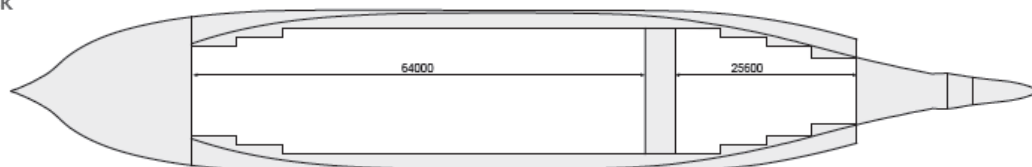
D-TYPE



WEATHER DECK



TWEEN DECK



TANK TOP

