

Datum 10 december 2019  
 Aan ONE-DYAS  
 Auteur Treecon  
 Referentie 2019173 / A201 - Technische notitie: Scheepsaanvaring N05-A

*Dit document is een vertaling van het Engelse origineel. Waar er tegenstrijdigheden zijn met de oorspronkelijke tekst, is de oorspronkelijke tekst leidend.*

## Inleiding

Deze notitie is opgesteld om de frequenties van aanvaringen met schepen van de N05-A installatie te presenteren die zullen worden gebruikt in de kwantitatieve risicobeoordeling, welke in de volgende fase van het project zal worden opgesteld. De gegevens over de frequentie van aanvaringen met schepen zijn afkomstig uit de studie over aanvaringen met schepen (Marin, Platform Collision Risk Study for N5-A, Rapport nr. 32287-1-MO) die is uitgevoerd voor de locatie van de offshore-installatie. De Marin-studie is gebaseerd op statistische marine gegevens uit de praktijk.

## Frequentie van scheepsaanvaringen

Tabel 1 geeft een overzicht van de frequenties van aanvaringen met schepen van het N05-A-platform.

Tabel 1. Frequentie van aanvaringen met Marin-gegevens voor N05-A (per jaar) (referentie: Marin-studie)

| Kinetische energie in MJ | Rammen          | Drifting        | Totaal          |
|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <1                       | 5.43E-06        | 1.03E-03        | 1.03E-03        |
| 1-3                      | 7.54E-06        | 2.10E-04        | 2.17E-04        |
| 3-5                      | 1.96E-05        | 3.82E-05        | 5.78E-05        |
| 5-10                     | 4.59E-05        | 3.69E-05        | 8.28E-05        |
| 10-15                    | 1.30E-05        | 2.41E-05        | 3.71E-05        |
| 15-50                    | 3.48E-04        | 5.07E-05        | 3.99E-04        |
| 50-100                   | 5.10E-04        | 1.35E-05        | 5.23E-04        |
| 100-200                  | 2.70E-04        | 4.19E-06        | 2.75E-04        |
| >200                     | 1.04E-03        | 3.79E-07        | 1.04E-03        |
| <b>Totaal</b>            | <b>2.26E-03</b> | <b>1.41E-03</b> | <b>3.66E-03</b> |

Voor de kwantitatieve risicobeoordeling worden de volgende schadeprofielen gebruikt:

Tabel 2. Schadeprofielen

| Kinetische energie in MJ; | Schade profiel                            |
|---------------------------|---|
| <3 MJ                     | Kleine herstelbare                        |
| 3-15 MJ                   | Vervorming van de structuur               |
| 15-50 MJ                  | Gedeeltelijke mislukking van de structuur |
| >50 MJ                    | Instorting van de platform constructie    |

### Scheepsaanvaring frequenties platform met booreiland

In de studie van Marin zijn de frequenties van aanvaringen met schepen berekend voor het platform en het booreiland voor het scenario van een aanvaring met een schip tijdens het boren van de putten. De afmetingen van het platform en het booreiland zijn verondersteld 153m x 78m te bedragen.

Tabel 3. Frequenties aanvaringen platform met booreiland (beschouwd als één structuur)

| Kinetische energie in MJ | Rammen          |
|--------------------------|-----------------|
| <50                      | 3.35E-03        |
| >50                      | 3.99E-03        |
| <b>Totaal</b>            | <b>7.35E-03</b> |

### Aanvaring vermijden

Er kunnen maatregelen worden genomen om aanvaringen te vermijden. De gegevens over en de waarschijnlijkheid van een effectieve aanvaringsvermijding zijn ontleend aan DNV-gegevens (DNVGL Recommended Practice, Risk Assessment of Pipeline protection, referentie DNV-RP-F107). De DNV-gegevens omvatten niet het gebruik van automatische identificatiesystemen (AIS). Indien AIS wordt gebruikt en actief wordt gemonitord vanuit de centrale controlekamer aan de wal, wordt de risicovermindering geraamd op 75%. Aangenomen wordt dat door live AIS-gegevens te monitoren tijdens de periode dat het platform bemand is, het personeel in de centrale controlekamer aan de wal actie kan ondernemen ten aanzien van het schip dat op ramkoers ligt en het personeel van het platform.

Tabel 4. Systemen om aanvaringen te vermijden

| Maatregel ter voorkoming van aanvaringen | Verminderingsfactor voor het vermijden van aanvaringen [-] |
|--|--|
| Stand By Vessel                          | 0,84   |
| AIS (automatisch identificatiesysteem)   | 0,75   |

AIS-monitoring zal worden gebruikt als vermijdingssysteem tijdens de productiefase. In geval van boringen zal een stand-by-vaartuig zich in de nabijheid van de installatie bevinden.

De in deze notitie genoemde aanvaringsfrequenties zijn exclusief de reductiefactor voor het vermijden van aanvaringen.

### Risico's van aanvaringen met schepen

In dit memorandum wordt een overzicht gegeven van de frequenties van aanvaringen tussen schepen op basis van real-time gegevens voor de N05-A-installatie. Bovendien worden risicobeperkingsfactoren voor de verschillende vermijdingssystemen gepresenteerd. De risico's voor het personeel op het platform zullen worden gekwantificeerd en geëvalueerd aan de hand van de ONE-Dyas-risicocriteria in de kwantitatieve risicobeoordeling (QRA). De QRA zal ook de risico's voor aanvaringen met schepen omvatten.

## N05-A Ontwerp van pijpleidingen

### Risicobeoordeling en analyse van gevallen objecten

DOCUMENTNUMMER:

**N05A-7-10-0-70030-01**

| Ds. | Datum      | Beschrijving    | Initiatiefnemer | Checker | Goedkeurder |
|-----|------------|-----------------|-----------------|---------|-------------|
| 01  | 02-01-2020 | Voor commentaar |                 |         |             |
| 02  | 24-01-2020 | Ter goedkeuring |                 |         |             |
|     |            |                 |                 |         |             |
|     |            |                 |                 |         |             |

Klant

**ONE-Dyas B.V.**

---

Project

**N05-A Ontwerp van pijpleidingen**

---

Document

**Risicobeoordeling en analyse van gevallen voorwerpen**

---

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| Projectnummer         | 19018                |
| Documentnummer        | N05A-7-10-0-70030-01 |
| Documentnummer cliënt | N05A-7-10-0-70030-01 |
| Revisie               | 02                   |
| Datum                 | 24-01-2020           |



**offshore energy**  
consultancy  
design  
engineering

**enersea.nl**

## Herzieningsgeschiedenis

| Herziening | Beschrijving                      |
|------------|-----------------------------------|
| 01         | Voor opmerkingen van cliënt       |
| 02         | Opmerkingen van cliënten verwerkt |

*Dit document is een vertaling van het Engelse origineel. Waar er tegenstrijdigheden zijn met de oorspronkelijke tekst, is de oorspronkelijke tekst leidend.*

## Herzieningsstatus

| Herziening | Beschrijving                   | Uitgiftedatum | Vorbereid | Gecontroleerd | Goedkeuring Enersea | Goedkeuring cliënt |
|------------|--------------------------------|---------------|-----------|---------------|---------------------|--------------------|
| 01         | Voor opmerkingen van cliënten  | 02-01-2020    |           |               |                     |                    |
| 02         | Voor goedkeuring van de cliënt | 24-01-2020    |           |               |                     |                    |

Alle rechten voorbehouden. Dit document bevat conficieel materiaal en is het eigendom van enersea. Niets uit dit document mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, chemisch, door fotokopieën, opnamen, of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur.



## Inhoudsopgave

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Inleiding .....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1.      | Inleiding tot het project .....  | 1         |
| 1.2.      | Doel en reikwijdte van het document .....                                      | 1         |
| 1.3.      | Systeem van Eenheden.....  | 1         |
| 1.4.      | Afkortingen .....  | 2         |
| 1.5.      | Referenties.....   | 2         |
| <b>2.</b> | <b>Samenvatting .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>3.</b> | <b>Nederlandse autoriteit Veiligheidscriteria .....</b>                        | <b>4</b>  |
| 3.1.      | NEN 3656 .....   | 4         |
| <b>4.</b> | <b>Ontwerpgegevens.....</b>  | <b>5</b>  |
| 4.1.      | Pijpleidinggegevens .....  | 5         |
| 4.2.      | Coördinaten van de belangrijkste faciliteiten.....                             | 6         |
| 4.3.      | Bathymetrie en route van de pijpleiding .....                                  | 6         |
| 4.4.      | Kenmerken van de zeebodem .....  | 7         |
| 4.5.      | Aanvulling en steenstort eigenschappen.....                                    | 7         |
| <b>5.</b> | <b>Gevaren .....</b>   | <b>8</b>  |
| 5.1.      | Gevaren.....   | 8         |
| 5.2.      | Indeling van de schade .....   | 8         |
| 5.3.      | Indelingsmethode voor afgevallen voorwerpen.....                               | 10        |
| 5.4.      | Methodologie voor afgevallen en gesleepte ankers.....                          | 11        |
| <b>6.</b> | <b>Risicoanalyse van andere gevaren .....</b>                                  | <b>12</b> |
| 6.1.      | Ontwerp, fabricage en installatie (DFI).....                                   | 12        |
| 6.2.      | Natuurlijke risico's.....  | 12        |
| 6.3.      | Corrosie.....  | 12        |
| 6.4.      | Structureel .....  | 12        |
| 6.5.      | Operationeel/proces error .....  | 12        |
| <b>7.</b> | <b>Risicoanalyse van derden .....</b>  | <b>13</b> |
| 7.1.      | Algemeen .....   | 13        |
| 7.2.      | scheepvaartverkeer .....   | 13        |
| 7.3.      | Gegevens over de classificatie van schepen .....                               | 14        |
| 7.4.      | Scheepsongelukken .....  | 14        |
| 7.5.      | Beschadiging van de stellage door aanvaring met het platform .....             | 14        |
| 7.6.      | Risicoanalyse vistuigimpact.....   | 15        |
| 7.7.      | Zinkende schepen.....  | 15        |
| 7.8.      | Frequentie van het laten vallen en slepen van ankers.....                      | 16        |
| 7.9.      | Schade door het laten vallen en slepen van ankers .....                        | 18        |
| 7.10.     | Schade als gevolg van het laten vallen van een anker .....                     | 18        |
| 7.11.     | Schade door ankersleep .....   | 21        |
| 7.12.     | Waarschijnlijkheid van schade door het laten vallen en slepen van ankers ..... | 22        |
| 7.13.     | Gecumuleerde schade door uitklappen en slepen van ankers .....                 | 23        |
| 7.14.     | Scheepvaartdichtheden.....   | 23        |
| <b>8.</b> | <b>Verworpen voorwerp.....</b>   | <b>25</b> |
| 8.1.      | Botsenergie van het gevallen voorwerp .....                                    | 25        |
| 8.2.      | Energievermogen van de steenstort.....   | 26        |

---

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>9.</b> | <b>Conclusie</b> .....  | <b>27</b> |
| <b>A.</b> | <b>Risico onderzoek en evaluatie</b> .....                        | <b>28</b> |
| <b>B.</b> | <b>Risico Register</b> .....                                      | <b>29</b> |
| <b>C.</b> | <b>Referentiegrafieken voor vallende en slepende ankers</b> ..... | <b>30</b> |
| <b>D.</b> | <b>Plastische vervorming model</b> .....                          | <b>32</b> |
| <b>E.</b> | <b>Afgevallen anker calculations</b> .....                        | <b>33</b> |
| <b>F.</b> | <b>Berekeningen van de anker sleep</b> .....                      | <b>35</b> |
| <b>G.</b> | <b>Platform aanpak</b> .....                                      | <b>36</b> |

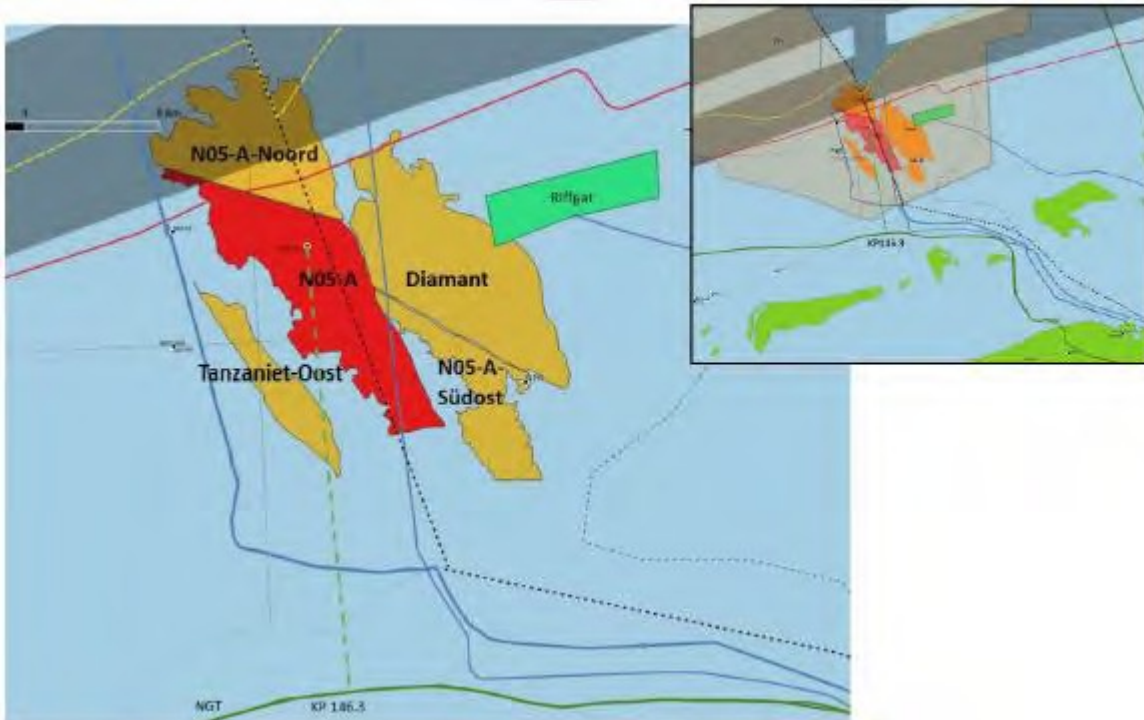


# 1. Inleiding

## 1.1. Project Inleiding

One-Dyas is van plan een met succes geboorde put te ontwikkelen in blok N05-A van het Nederlandse continentale plat in de Noordzee. Op deze locatie zullen meer putten worden geboord door dezelfde jacket. Het is de bedoeling de putten te ontwikkelen door een platform en een gasexportpijpleiding te installeren met een aansluiting op de NGT pijpleiding @KP142.1. De lengte van de pijpleiding bedraagt ongeveer 14,7 km.

Bovendien zal een stroomkabel worden geïnstalleerd van het Riffgat Windpark naar het N05-A platform.



Figuur 1, N05A Veldindeling

## 1.2. Doel en reikwijdte van het document

Dit document voldoet aan de eisen voor risicobeoordelingen voor de 20" pijpleiding van het N05-A platform naar de inbindlocatie op de NGT, en om te voldoen aan de Nederlandse codes (ref [3]) en regelgeving. Het rapport bevat de resultaten van de RIE-workshop. Het risicoregister is opgenomen in Bijlage B.

De kwantitatieve risicobeoordeling voor de typische onderzeese bedreigingen door derden is gebaseerd op de algemene praktijk in de sector, technische beoordelingen en AIS-scheepsgegevens zijn gebruikt om de scheepsdichtheid te bepalen.

De gepresenteerde analyses bevatten zowel het geval van een ondergrondse pijpleiding als dat van een niet-ingegraven pijpleiding.

## 1.3. Systeem van Eenheden

Alle toegepaste afmetingen en berekeningen zijn gebaseerd op het Internationaal Stelsel van Eenheden (*International System of Units*) (SI), tenzij anders vermeld.

#### 1.4. Afkortingen

|       |   |
|-------|---|
| AIS   | Automatic identification System         |
| ALARP | As Low As Practical Achievables         |
| BoD   | Basis of Design                         |
| CWC   | Concrete Weight Coating                 |
| DWT   | Dead Weight Tonnage                     |
| DFI   | Design Fabrication and Installation     |
| DNV   | Det Norsk Veritas                       |
| DNVGL | Det Norsk Veritas & Germanischer Lloyds |
| DWT   | Dead Weight Tonnage                     |
| ESDV  | Emergency Shutdown Valve                |
| NEN   | Nederlands Normalisatie-Instituut       |
| NGT   | Noord-Gas-Transport B.V.                |
| PIMS  | Pipeline Integrity management System    |
| RIE   | Risk Inventarisation and Evaluation     |
| ToP   | Top of Pipe                             |
| TPI   | Third Party Interference                |

#### 1.5. Referenties

- [1] Overheidsbeleid inzake de aanleg van offshore pijpleidingen voor het transport van olie en/of gas, brief aan NOGEPa van the Nederlandse Ministerie van Economische zaken, d.d. 3 November 1987;
- [2] Risicoanalyses en begravingseisen voor pijpleidingen op het Nederlands Continentaal Plat, D. Schaap e.a., 1987;
- [3] Eisen voor Stalen Transportleidingssystemen, NEN 3656 (Eis voor stalen transportsystemen voor pijpleidingen);
- [4] Veiligheidsanalyse voor zeeleidingen, Rijkswaterstaat Directie Noordzee;
- [5] -;
- [6] Monitoring-nautische-veiligheid-2013-noordzee;
- [7] Beleidsnota Scheepvaartverkeer Noordzee "Op Koers", no 17408-26, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Januari 1987;
- [8] Snelle reparatie Unocal-pijp volgens het boekje verlopen, Offshore Visie Magazine, Juni 1988;
- [9] Mooring Anchors, The society of Naval Architects and Marine Engineers Transactions, Vol 67, 1959;
- [10] Lloyd's "Register of Ships";
- [11] DNV RP-F107 - Risicobeoordeling van pijpleidingbescherming - oktober 2010;
- [12] DNV-RP-C204 - Ontwerp tegen onvoorziene belastingen- november 2014;
- [13] DNV-RP-F111 (2010)- Interferentie tussen sleepnetten en pijpleidingen;
- [14] N05A-1-10-0-10001-01 FEED BOD platform faciliteit;
- [15] Marin Study, platform aanvaring N05A, 32287-1-MO-rev0, november 2019;
- [16] Geo XYZ, Enquêtes, 2019 LU0022H-553-RR-04-2.1, LU0022H-553-RR-05-1.1, LU0022H-553-RR-02;
- [17] N05A-7-51-0-72510-01-03 - Algemene veldindelingstekening;
- [18] N05A-7-10-0-70031-01-01 - Route Selectie Rapport;

## 2. Samenvatting

In dit rapport worden de resultaten gepresenteerd van de risicobeoordelingen van de pijpleiding ten behoeve van de exportpijpleiding die het toekomstige ONE-Dyas platform N05A met NGT verbindt. Door het scheepvaartverkeer langs de zuidelijke scheepvaartroutes en het inkomende en uitgaande verkeer van de Eems-Dollard havens is de scheepsdichtheid in het hele gebied hoog.

De pijpleiding bedreigingen van derden die samenhangen met een hoge scheepsdichtheid, zoals afvallende en slepende ankers, vereisen extra maatregelen om de pijpleiding en de spoelen te beschermen.

Op 3 december 2019 is een RIE-workshop voor pijplijnen gehouden en de volgende lijst bevat in het kort de resultaten en hoogtepunten. Er wordt ook verwezen naar bijlage A en B.

- Bedreigingen voor de installatie, als gevolg van installatie-, sleuf- en aansluitingsmogelijkheden;
- Bedreigingen van derden. Veel voorkomende onderzeese pijpleidingbedreigingen zoals vallende voorwerpen, vallende en slepende ankers en impact van vistuig;
- Natuurlijke risico's, in verband met de stabiliteit op de bodem;

In dit verslag worden de bedreigingen van derden voor onderzeese pijpleidingen in detail geanalyseerd.

Het vallen en slepen van ankers is de meest dominante bedreiging. Tabel 1 toont het resultaat van de kans op beschadiging in verhouding tot de omslag ToP en de dichtheid van het scheepvaartverkeer langs de route.

Tabel 1: Overzicht van de waarschijnlijkheid van lekkage van pijpleidingen (losgelaten en slepende ankers)

| KP sectie   | Scheepsdichtheid /1000 km <sup>2</sup> | Begraven Dekking ToP  |                       |                       |                       | Onbegraven 140mm CWC  |
|-------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|             |  | 0.6 m                 | 0.7 m                 | 0.8m                  | 1.0 m                 |                       |
| 0.0 - 2.7   | 45                                     | 1.21·10 <sup>-6</sup> | 1.00·10 <sup>-6</sup> | 0.79·10 <sup>-6</sup> | 0.78·10 <sup>-6</sup> | 1.39·10 <sup>-6</sup> |
| 2.7 - 8.0   | 15                                     | 0.40·10 <sup>-6</sup> | 0.33·10 <sup>-6</sup> | 0.26·10 <sup>-6</sup> | 0.26·10 <sup>-6</sup> | 0.46·10 <sup>-6</sup> |
| 8.0 - 12.7  | 45                                     | 1.21·10 <sup>-6</sup> | 1.00·10 <sup>-6</sup> | 0.79·10 <sup>-6</sup> | 0.78·10 <sup>-6</sup> | 1.39·10 <sup>-6</sup> |
| 12.7 – 14.7 | 27                                     | 0.73·10 <sup>-6</sup> | 0.60·10 <sup>-6</sup> | 0.48·10 <sup>-6</sup> | 0.47·10 <sup>-6</sup> | 0.83·10 <sup>-6</sup> |

In gebieden met een hoge verkeersdichtheid moet de ToP van de pijpdekking van de pijpleiding 0,7 m bedragen om aan het aanvaardbare risiconiveau ( $\leq 1,00 \cdot 10^{-6}$ ) te voldoen. In gebieden met een lagere verkeersdichtheid zou een begraving met een ToP dekking van 0,6 of een onbegraven CWC-pijpleiding kunnen worden toegepast.

Verstoring van vistuig en het zinken van schepen worden als een laag risico beschouwd.

Het risico van vallende voorwerpen in de buurt van het platform wordt volledig beperkt met een rotsblokhoogte van 0,65 m boven de pijp. Dit risico wordt geanalyseerd in hoofdstuk 8.

### 3. Nederlandse autoriteit Veiligheidscriteria

Het beleid met betrekking tot de veiligheidscriteria voor offshore pijpleidingen is vastgelegd in [1], effectief 1987 en [3].

De Nederlandse autoriteiten eisen een minimale bodembedekking van 0,2 [m] voor pijpleidingen met een diameter kleiner dan 16 inch, gebaseerd op de maximale indringdiepte van sleepnetten in de zeebodem, zodat elk contact tussen vistuig en offshore-pijpleidingen wordt vermeden. Voor gebieden die zijn aangeduid als scheepvaartroutes en ankergebieden is een minimale afdekkingsdiepte van 0,6 [m] vereist.

Pijpleidingen met een buitendiameter van 400 mm of meer hoeven niet te worden begraven volgens de NEN 3656

Indien zich tijdens de gebruiksduur natuurlijke variaties van de zeebodem kunnen voordoen, moet aan de minimaal vereiste dekking een passende extra dekking worden toegevoegd.

In ieder geval moet aan de volgende voorwaarden zijn voldaan:

- De verwachte frequentie van schade aan pijpleidingen, te wijten aan derden en resulterend in een lek, moet minder dan  $10^{-6}$  per km pijpleiding per jaar bedragen;
- De resulterende lekkage van vloeibare koolwaterstoffen moet minder zijn dan  $100 \text{ m}^3$ ,  $400 \text{ m}^3$ ,  $700 \text{ m}^3$  voor een pijpleiding binnen respectievelijk 12 zeemijl uit de kust, tussen 12 mijl en 25 mijl uit de kust en meer dan 25 mijl uit de kust,

#### 3.1. NEN 3656

NEN 3656 geeft richtlijnen voor de risicobeoordeling van pijpleidingen, volgens de Nederlandse overheidsvoorschriften. De risico onderzoek en evaluatie (RIE) methodologie zoals voorgesteld door NEN 3656 [3] is toegepast. Verwezen wordt naar bijlage A en B.

## 4. Ontwerpgegevens

Alle ontwerpgegevens die in aanmerking zijn genomen voor de risico- en veiligheidsberekeningen voor de pijpleiding worden in de volgende subparagrafen gepresenteerd en zijn ontleend aan het basisontwerp van ref [14]. Men moet er op gewezen worden dat het ontwerp van de pijpleiding nog steeds voortduurt en dat de gegevens van de pijpleiding nog kunnen veranderen.

### 4.1. Gegevens pijpleiding

De bij de analyse in aanmerking genomen basisgegevens over het ontwerp van de pijpleiding zijn opgenomen in de onderstaande tabellen. In tabel 2 worden de gegevens van de pijpleiding gepresenteerd, terwijl tabel 3 de materiaaleigenschappen van het gebruikte staal bevat.

Tabel 2, Gegevens Pijpleiding

| Eigendom                                     | Waarde                                   |                 |
|--|--|-----------------|
| Getransporteerd product                      | Aardgas (gas met dauwpunt en condensaat) |                 |
| Ontwerp levensduur                           | 25 jaar                                  |                 |
| Geschatte lengte                             | 14.637 km                                |                 |
| Staal materiaal kwaliteit (ISO3183-NEN 3656) | L360 / X52                               |                 |
| Buitendiameter pijp                          | 508 mm.                                  |                 |
| Wanddikte                                    | 20,62 mm                                 |                 |
| Tolerantie wanddikte                         | -/+ 1.5mm (HFI)                          |                 |
| Corrosietoeslag                              | 5mm                                      |                 |
| Minimale onderzeese hete buig radius         | 2540 mm (5D)                             |                 |
| <b>Coatings en isolatie</b>                  |  |                 |
| Anti-corrosie coating                        | 3-laags polypropyleen                    |                 |
| Anti-corrosie coating dikte                  | 3 mm                                     |                 |
| Dichtheid anti-corrosie coating              | 900 kg/m <sup>3</sup>                    |                 |
| Warmte-isolatie                              | NA                                       |                 |
|  | <b>Onbegraven</b>                        | <b>Begraven</b> |
| Type buitencoating                           | Beton Gewicht Coating                    | geen            |
| Buitenste laagdikte                          | 140 mm                                   | -               |
| Dichtheid buitencoating                      | 3300 kg/m <sup>3</sup>                   | -               |

Tabel 3, Materiaaleigenschappen

| Eigendom  | Waarde                  |
|---|-------------------------|
| Materiaal (ISO 3183)                              | L360                    |
| Dichtheid (kg/m <sup>3</sup> )                    | 7850                    |
| Gespecificeerde minimale vloeigrens bij 20C (MPa) | 360                     |
| Gespecificeerde minimale vloeigrens bij 50C (MPa) | 360                     |
| Gespecificeerde minimum treksterkte bij (MPa)     | 460                     |
| Youngs Modulus (GPa)                              | 207                     |
| Vergif verhouding (-)                             | 0.3                     |
| Thermische uitzettingscoëfficiënt (m/m C)         | 1.17 x 10 <sup>-5</sup> |

Aanvullende lijn pijp eigenschappen.

NEN 3656, eisen een aantal mechanische eigenschappen van pijpleidingmateriaal. Deze niet-gekwantificeerde maatregelen zorgen voor extra veiligheidsmarges (plastisch, ductiliteit en scheurvorming) om de pijpleiding bestand te maken tegen beschadigingen en catastrofale breuken te voorkomen. Deze maatregelen zijn onder andere:

- Verhouding vloeitreksterkte  $\leq 0,90$ , om plasticiteitsmarge voor installatiedoeleinden toe te laten;
- Charpy-V-test als aanvulling op de code voor lijnpipen om ductiele voortplanting en broze breuk te voorkomen;
- Lage koolstofequivalenten in materiaalsamenstelling en laszones om hardheid te voorkomen en scheurgevoeligheid te verminderen.

#### 4.2. Belangrijke faciliteit coördinaten

De volgende platform- en doelwitlocaties zijn ontleend aan Ref. [17] en zijn opgenomen in tabel 4.

Tabel 4, coördinaten van de belangrijkste faciliteiten

| Item   | Noorderlengte (m) | Easting (m) |
|--|-------------------|-------------|
| N05A Platform  | 5 954 650         | 721 607     |
| NGT Plaats hot tap (directe verbinding met de NGT-leiding) | 5 940 532         | 718 766     |
| N05A Platform doelwit box                                  | 5 954 608         | 721 622     |
| NGT hot tap doelwit box                                    | 5 940 549         | 718 738     |
| Waterdiepte bij N05A Platform                              | Ca. 26 m LAT      |             |
| Waterdiepte bij NGT hot tap                                | 9,8 m LAT         |             |

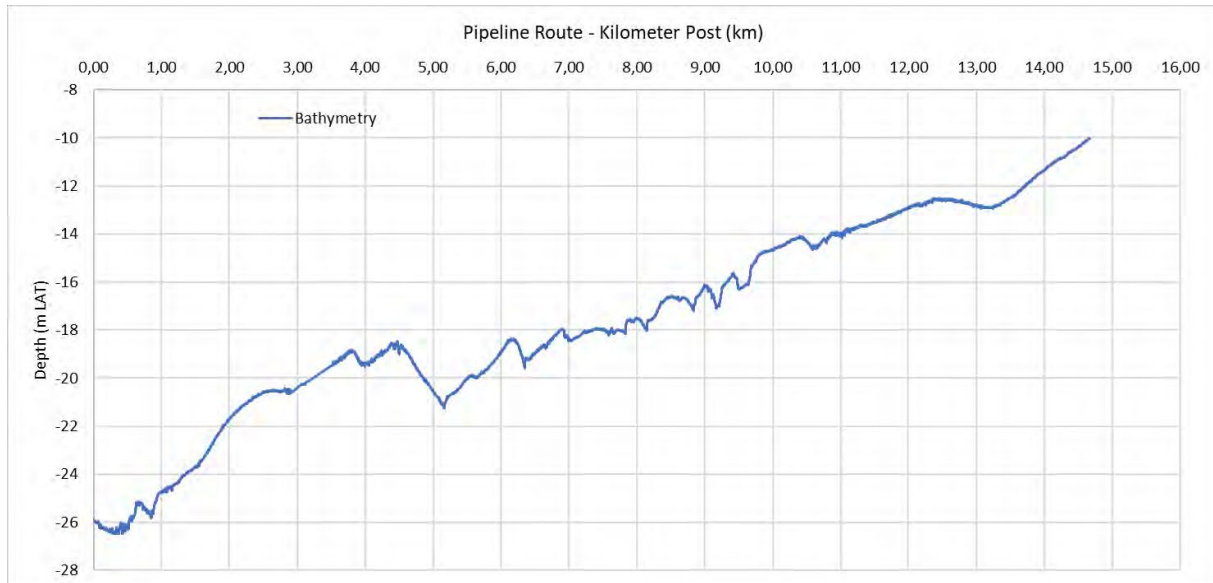
#### 4.3. Bathymetrie en pijpleiding route

De beoogde doelwit boxen op het ONE-Dyas platform en de NGT hot tap zijn weergegeven in figuur 2.



Figuur 2, Overzicht pijpleiding route





Figuur 3, Bathymetrisch profiel langs het voorgestelde pijpleiding route van platform N05A naar NGT hot tap, ref [18].

#### 4.4. Kenmerken van de zeebodem

De zeebodem is bedekt met fijn tot middelmatig korrelig ZAND dat in het algemeen dikker wordt naar het zuiden toe, ref [16]. Zand was afwezig (of minder dan 0,5 m dik) van KP 0,430 tot KP 0,450, KP 0,757 tot KP 1,045 en nabij KP 5,0 (kanaal), waar de ondergrond bestaat uit zand met kleilagen. De bodemeigenschappen zijn gebaseerd op aannames met verwijzing naar de geo-surveys rapporten, ref [16]. De 0,5 m toplaag bestaat uit beweeglijke en losse zandeigenschappen. De klei ontsluitingen worden beschouwd als harde grond en naar het zuiden toe worden de ondergrondse zanden verondersteld gemiddeld te zijn.

#### 4.5. Opvulling en steenstort eigenschappen

##### Opvulling.

De natuurlijke opvulling van de sleuf wordt verondersteld te bestaan uit los zand.

Tabel 5, eigenschappen van opvulmateriaal

| Eigendom                                 | Waarde |
|--|--------|
| Bodemtype                                | Zand   |
| Onderwatergewicht (kg/m <sup>3</sup> )   | 850    |
| Hoek van interne wrijving $\phi$ , [deg] | 28     |

##### Steenstortplaats.

De volgende eigenschappen worden in aanmerking genomen voor de rotsstortplaats, zoals aangegeven in tabel 6.

Tabel 6, Eigenschappen stortplaats

| Eigendom  | Waarde |
|---|--------|
| Rots dichtheid [kg/m <sup>3</sup> ]               | 2650   |
| Poreusheid [%]                                    | 30     |
| Onderwatergewicht $\gamma$ , [kN/m <sup>3</sup> ] | 11.4   |
| Hoek van interne wrijving $\phi$ , [deg]          | 40     |



## 5. Gevaren

De gevaren van de N05A pijpleiding zijn gekwalificeerd in de risicobeoordelingsworkshop (RIE). In de bijlagen A en B worden de workshopdeelnemers, de risicomatrix, het risicoregister en de actielijst gepresenteerd.

### 5.1. Gevaren

Onderzeese pijpleidingen zijn blootgesteld aan diverse gevaren, die in het algemeen in de volgende categorieën worden onderverdeeld:

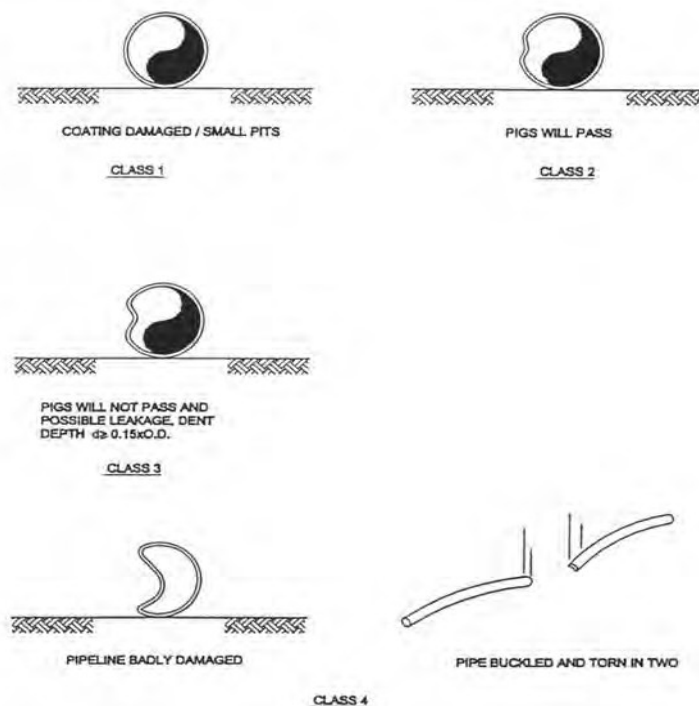
- Ontwerp, fabricage en installatie gevaren;
- Natuurlijke risico's (instabiliteit van hellingen, seismische activiteit, zware storm, erosie);
- Schade aan derden (navigatie, visserij);
- Corrosie bedreigingen;
- Structurele bedreigingen;
- Operationele en procesgevaren;

Tijdens de workshop zijn alle bedreigingen bekeken en is nagegaan of deze plausibel zijn, wat de mogelijke oorzaken ervan zijn en met welke mogelijke gevolgen, welke eerste belemmeringen in het ontwerp in aanmerking worden genomen, beoordeling van het risico, zijnde de combinatie van waarschijnlijkheid en ernst en de vraag welke controles en vrijwaringsmaatregelen zullen worden genomen om het risico tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen, dan wel of een ALARP-analyse vereist is.

Men dient er op gewezen te worden dat deze risicobeoordeling een "dynamisch" proces is dat moet worden geactualiseerd wanneer het project in de volgende fasen overgaat.

### 5.2. Indeling van de schade

Het potentiële effect van gevaren zal schade aan pijpleidingen zijn en uiteindelijk verlies van insluiting. Het hoofdonderwerp van dit rapport is schade aan derden en om analyses te kunnen uitvoeren, zijn de schades ingedeeld in vier klassen die variëren in ernst volgens [11], zie figuur 4.



Figuur 4, Schade classificatie

Alle gevolgen van bedreigingen door derden, zoals vallende voorwerpen en vallende en slepende ankers, worden zodanig gemodelleerd dat zij resulteren in één van de schadeklassen.

#### KLASSE 1:

Schade aan het coatingsysteem wordt aangeduid als klasse 1 schade. Dit type schade is niet ernstig op de korte termijn, in principe beperkt tot beschadiging van de coating van de pijpleiding. Op lange termijn kan dit ernstige gevolgen hebben, zoals overspanning of vermoeiing door overspanning, geforceerde corrosie door gelijktijdige beschadiging van de corrosiecoating of verlies van anodes en putjes in het staal. Dergelijke gebreken zullen echter tijdig worden ontdekt tijdens routine-inspecties van de pijpleiding.

#### KLASSE 2:

Kleine plastische vervormingen met deuken tot 15% van de pijpdiameter, 76 mm voor de 20-inch pijpleiding die voor dit project in aanmerking wordt genomen, worden als schade van klasse 2 aangeduid.

Deuken tot 10% van de pijpdiameter (50,8 mm) zijn moeilijk op te sporen en vereisen een schuifmaatpig om ze op te sporen. Meetpigs zullen dergelijke deuken passeren zonder vervormd te worden.

Deuken tot 15% van de pijpdiameter kunnen worden genomineerd als kleine plastische vervormingen, maar vormen zeker geen onmiddellijk gevaar voor de pijpleidingwerking en zullen niet leiden tot pijpleidingbeschadiging met lekkage tot gevolg.

#### KLASSE 3:

Plastische vervormingen met deuken van meer dan 76 mm (15 procent van de pijpdiameter voor de 20-inch pijpleiding) worden aangeduid als schade van klasse 3.

Dit soort schade wordt ernstig voor de exploitant, aangezien pigs het beschadigde gedeelte niet meer mogen passeren. Bovendien kan de mogelijkheid van een lek in de pijpleiding ten gevolge van de beschadiging niet worden uitgesloten. Een studie van Rijkswaterstaat, Directie Noordzee geeft aan dat bij vervormingen van meer dan 15% van de buitendiameter de kans op schade leidt tot een lekkage bij het laten vallen van ankers 1,0 is.[1]

#### KLASSE 4:

Schade van klasse 4 verwijst naar grote vervormingen van de pijpleiding en totale breuk van de pijpleiding.

Het is duidelijk dat schade van klasse 4 ernstiger is dan schade van klasse 3, zowel voor de exploitant als voor de controlerende instantie. Het ontstaan van een lek in de pijpleiding is zeer waarschijnlijk.

Doel van de risicobeoordeling is te bepalen hoe waarschijnlijk het is dat schade van klasse 3 optreedt door toedoen van derden en hoe groot de kans is dat schade aan een pijpleiding resulteert in een lek.

De veiligheid van de pijpleiding moet in overeenstemming zijn met de regels die door de Nederlandse autoriteiten zijn vastgesteld, zoals besproken in punt 3.

### 5.3. Indelingsmethode voor afgevallen objecten

Methodologie en objectclassificatie van vallende objecten is ontleend aan tabel 7, DNV RP-F107 [11]:

Tabel 7 Overzicht objectindeling

| Geen | Beschrijving    | Gewicht in lucht (mT) | Typische objecten  |
|------|-----------------|-----------------------|--|
| 1    | Plat/Langwerpig | < 2                   | Boorkraag/-behuizing/stellingen                                    |
| 2    |                 | 2 – 8                 | Boorkraag/behuizing  |
| 3    |                 | > 8                   | Boorpijler, kraanarm   |
| 4    | Doos/Ronde vorm | < 2                   | Container (voedsel, reserveonderdelen), platform basket, kraanblok |
| 5    |                 | 2 – 8                 | Container (reserveonderdelen), platform basket, kraanblok          |
| 6    |                 | > 8                   | Container (apparatuur), platform basket                            |
| 7    | Doos/ronde vorm | >> 8                  | Massieve objecten, b.v. BOP, pijprol, enz.                         |

Met de hydrodynamische eigenschappen zoals gespecificeerd in tabel 8..

Tabel 8, Overzicht hydrodynamische coëfficiënten

| Geen    | Beschrijving   | Slepen (Cd) | Traagheid (Ci) | Toegevoegde massa (Ca) |
|---------|----------------|-------------|----------------|------------------------|
| 1,2,3   | Slanke vorm    | 0.7 – 1.5   | 1.0            | 0.1 – 1.0              |
| 4,5,6,7 | Doosvormig     | 1.2 – 1.3   | 1.0            | 0.6 – 1.5              |
| Alle    | Diverse vormen | 0.6 – 2.0   | 1.0            | 1.0 – 2.0              |

De kraan op het N05A-platform bevindt zich aan de noordzijde van het platform, zie Bijlage G. Alle ladingbehandeling zal aan die kant plaatsvinden. De kraan kan echter ook de andere kant bereiken, maar met een verminderd hefvermogen van 5 mT. Er blijft een kleine kans op vallende objecten.

Objecten in de vorm van een doos, zoals containers, hebben een relatief groot frontaal oppervlak voor hun massa, wat resulteert in een lage botssnelheid. De meest waarschijnlijke objecten om de spoel te beschadigen zijn derhalve pijpvormige objecten. Een reeks van typische buisvormige en niet-buisvormige voorwerpen en de relevante eigenschappen staan vermeld in tabel 9.

Tabel 9, Eigenschappen van objecten

| Object                               | Eenheid           | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
|--------------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Buitendiameter, OD                   | [m]               | 0.47  | 0.54  | 0.6   | 0.64  | 2     |
| Massa voorwerp in lucht, M           | [kg]              | 650   | 1038  | 1495  | 5000  | 12000 |
| Lengte                               | [m]               | 0.74  | 0.85  | 0.95  | 1     | 1.2   |
| Volume staal, V <sub>staal</sub>     | [m <sup>3</sup> ] | 0.083 | 0.132 | 0.190 | 0.637 | 1.6   |
| Dwarsdoorsnede staal, A <sub>c</sub> | [m <sup>2</sup> ] | 0.112 | 0.156 | 0.200 | 0.637 | 1.274 |
| Wanddikte, WT                        | [m]               | 0.076 | 0.092 | 0.106 | 0.317 | 0.203 |
| Interne diameter, ID                 | [m]               | 0.318 | 0.357 | 0.387 | 0.416 | 1.6   |
| Toegevoegde massa, M <sub>a</sub>    | [kg]              | 84.9  | 135.5 | 195.2 | 783.4 | 1880  |

#### 5.4. Methodologie voor afvallende en slepende ankers

Alle schepen die de pijpleiding passeren, lopen het risico dat hun anker wordt gebruikt voor noodgevallen of voor regelmatige verankering. Het gewicht van de ankers heeft een min of meer bepaalde relatie met het DWT van de schepen. De schade wordt veroorzaakt door het direct op de pijpleiding laten vallen, vergelijkbaar met het laten vallen van objecten. De schade wordt veroorzaakt door slepen, waarbij het anker in de zeebodem dringt en door de kinetische energie van het schip en/of zijn voortstuwing wordt voortbewogen.

Beide beschadigingen kunnen leiden tot deuken en volgen de gepresenteerde schadeklassen. Haakankers, vooral voor blootliggende of ondiep ingegraven pijpleidingen, kunnen beschadigd raken door overbelasting, knikken en grote verplaatsingen. Het schadecriterium is een maximaal toelaatbare rek van 5%. Een gehaakte pijpleiding zal meerdere schadeverschijnselen vertonen, b.v. deuken en spanning.

## 6. Risicoanalyse van andere gevaren

In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de gevaren van interferentie door anderen dan derden.

Voor de gedetailleerde risicobeoordeling wordt verwezen naar Bijlage B.

Tijdens alle fasen van de pijpleiding moet een beheersysteem voor de integriteit van de pijpleiding (Pipeline Integrity Management System, PIMS) worden toegepast. In het algemeen is dit een risicogebaseerd systeem van inspecties en monitoring, waarbij door voortdurende verbetering de risiconiveaus binnen de acceptatieniveaus worden gehouden.

### 6.1. Ontwerp, fabricage en installatie (DFI)

Het ontwerp van de pijpleiding is gebaseerd op de pijpleidingcode, NEN 3656. Door te voldoen aan een code komen alle ontwerpaspecten aan bod en worden richtlijnen gegeven hoe de ontwerpanalyses moeten worden gemaakt. Het uiteindelijke ontwerp zal resulteren in een betrouwbare pijpleiding die de beoogde levensduur haalt.

Indien in een vroeg stadium wordt ingegrepen, zouden bedreigingen voor de DFI niet tot schade aan de pijpleiding mogen leiden. De belangrijkste bedreigingen houden verband met projectrisico's zoals vertraging en hogere kosten.

### 6.2. Natuurlijke risico's

Natuurlijke gevaren zoals liquefactie en erosie vereisen aandacht. Natuurlijke gevaren voor een pijpleiding zijn instabiliteit van hellingen, seismische activiteit, zware stormen en erosie.

De belangrijkste natuurlijke bedreigingen die in dit project in aanmerking worden genomen, houden verband met de door de golven veroorzaakte impact op de ondiepe waterdelen en de zandmobiliteit van het Eems-Dollard Estuary. De gevolgen van deze dynamiek moeten worden geanalyseerd.

Typische schade aan pijpleidingen als gevolg van natuurlijke gevaren zijn knikken en scheuren als gevolg van grote verplaatsingen. Vermoeiing kan een probleem zijn wanneer pijpleidingen bloot komen te liggen door schuren.

### 6.3. Corrosie

De vloeistof in de pijpleiding is nat gas met waterdauwpunt, waarbij vloeistoffen werden afgescheiden en alleen condensaat aan het gas werd toegevoegd voor uitvoer naar de wal. Corrosie-remming wordt overwogen.

Corrosie van pijpleidingen in het algemeen gaat gepaard met verschillende corrosiemorfologieën en de wijze van falen, van lokaal en algemeen metaalverlies tot scheurvorming.

Externe corrosie is hoofdzakelijk de blootstelling wanneer schade van derden optreedt die de pijpleidingcoating aantast en mogelijk leidt tot externe corrosiebedreigingen.

### 6.4. Structureel

Het klemmen van de stijgbuis is een veel voorkomende punt van aandacht. Een te hoge belasting van de steenstort kan leiden tot structurele bedreigingen. Vaak zijn structurele bedreigingen het gevolg van andere oorzaken.

### 6.5. Operationele/procesfout

Operationele gevaren zullen worden beheerst door algemene bedrijfsprocedures, vastgelegd in PIMS. Verstopping door hydraten kan een bedreiging zijn waarmee rekening moet worden gehouden.

## 7. Risicoanalyse van gevaren derden

### 7.1. Algemeen

Mogelijke schade aan de pijpleiding door scheepvaartverkeer kan worden veroorzaakt door de volgende gevaren:

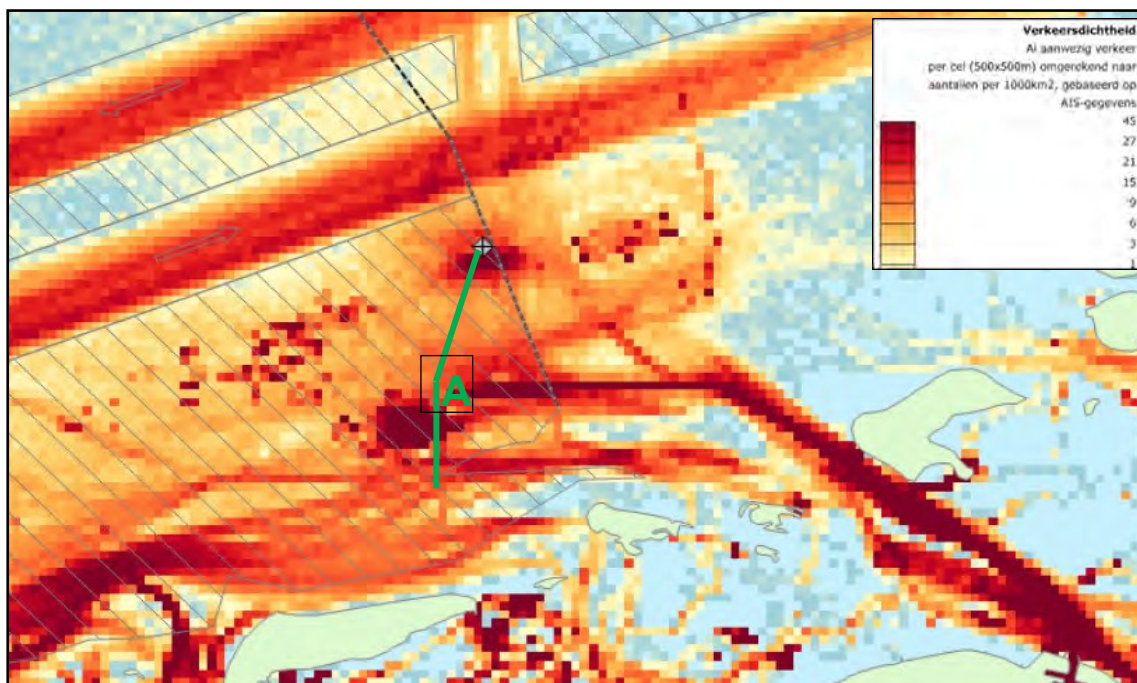
- Schade aan stijgbuis veroorzaakt door een botsing met het platform;
- Schade door het vistuig;
- Afvallende en slepende ankers;
- Het zinken van schepen;
- Schade door vallende objecten in de buurt van een platform;

De waarschijnlijkheid van deze bedreigingen hangt samen met de dichtheid van het scheepvaartverkeer op de locatie. Het gevolg van al deze impacts is dat de pijpleiding indeukt. Hierbij heeft een deuk van  $\geq 15\%$  van de pijpleidingdiameter een gevolgschade van klasse 3 en zal leiden tot verlies van insluiting.

De analyses worden in dit hoofdstuk uitgevoerd. De analyses beschouwen de bescherming van de pijpleiding door het onderzoeken van de weerstand van een enkele barrière of combinaties van blank staal van de pijpwand, CWC, zandbedekking en/of steenstort als beschermingsmaatregel.

### 7.2. Scheepvaartverkeer

Figuur 5 geeft de dichtheid van het scheepvaartverkeer weer. De kaart is afkomstig uit het Marin-rapport, ref [15] dat voor de studie van de platformaanvaring is gebruikt. De AIS-gegevens zijn verzameld over heel 2017 van alle schepen die zijn uitgerust met (actieve) AIS transponder. Voor schepen van meer dan 300 DWT en vissersvaartuigen > 15 m is de toepassing van de AIS-transponder verplicht.



Figuur 5, Kaarten van de scheepsdichtheid, gebaseerd op AIS over 2017 ref [15]], met platform en pijpleiding. Alle scheepsgroottes zijn weergegeven.

Voor de in dit verslag uitgevoerde analyses wordt de dichtheidskaart van figuur 5 gebruikt, aangezien de methodologie gebaseerd is op de scheepsdichtheid en op een voor de Nederlandse sector van de Noordzee typische samenstelling van het scheepsvermogen in DWT. Hierbij dient te worden opgemerkt

dat veel van de kleinere schepen dit gebied niet passeren. Zij blijven dicht bij de kust of nemen de routes ten zuiden van de Waddeneilanden.

De maximale scheepsdichtheid die in deze studie wordt toegepast is 45 per 1000 km<sup>2</sup>. Er wordt van uitgegaan dat de gemiddelde snelheid van de schepen 4,5 knopen. Schepen die het anker of de vaargeul binnenvaren, zullen een lagere snelheid hebben. Vertrekkende schepen zullen sneller zijn.

De N05A pijpleiding, van het platform in het noorden naar de NGT hot tap in het zuiden, ligt in het Eems-Dollard estuary dat een vaargeul heeft naar Nederlandse en Duitse havens. De vaargeul is een 200 m brede, gebaggerde en op ca. 14,5 m onder LAT gehouden vaargeul. De vaargeul is een sterk gereguleerde corridor, waar binnenkomende of uitgaande schepen worden geregeld door een verkeersbegeleidingscentrum. Er is een verplichting voor loods- en sleepboot assistentie van DWT  $\geq$  10.000. Het rendez-vous punt is daarbij punt A (figuur 5) aan de Noordzezijde van de vaargeul. Deze regeling heeft tot gevolg dat schepen in de loodswachtzone moeten wachten om toestemming te krijgen om de vaargeul binnen te varen.

Het huidige geplande pijpleidingroute ligt buiten de vaargeul, maar uit figuur 5 blijkt dat schepen wachten bij de ingang van de vaargeul.

### 7.3. Gegevens over de classificatie van schepen

Schepen worden ingedeeld volgens scheepsclassificatiesystemen.

Tabel 10, samenstelling van het schip

| Scheepsgrootte              | Ankergewicht | Percentage |
|-----------------------------|--------------|------------|
| DWT $\leq$ 3.000            | 625 kg       | 74.0       |
| 3.000 < DWT $\leq$ 10.000   | 2000 kg      | 6.3        |
| 10.000 < DWT $\leq$ 100.000 | 13500 kg     | 18.2       |
| DWT > 100.000               | 17000 kg     | 1.5        |
| Totaal                      |              | 100.0      |

Tabel 10 bevat de scheepsklassen en de samenstelling van de schepen die representatief worden geacht voor de Noordzee en voor dit gebied.

### 7.4. Scheepsongelukken

Tabel 11 geeft de aantallen incidenten , relevant voor de Nederlandse sector Noordzee , Ref[6].

Tabel 11, incidenten en noodnummers

| Incident  | Aantal incidenten |          |
|---|-------------------|----------|
|   | 2004-2012         | per jaar |
| Totaal 2004 - 2012: Zee en delta                              | 346               | 38,4     |
| Aantal visserij + scheepvaart + Veerboten totaal Nederland    | 534               | 59,3     |
| Totaal aantal scheepvaartincidenten                           | 834               | 93       |
| Aantal visserij + scheepvaart + veerboten totaal zee en Delta | 221,5             | 24,6     |
| Sinking   | 1,0               | 0,1      |

### 7.5. Schade aan stijgbuis door aanvaring met platform

Door Marin [15] is een studie uitgevoerd naar aanvaringen met platforms. In dit aanvaringsrapport is de aanvaringsfrequentie bepaald die wordt veroorzaakt door passerende schepen. Het hoge risico op aanvaringen wordt gedomineerd door de grote schepen die met hoge snelheid passeren in de zuidelijke hoofdvaarroutes, ten noorden van het platform. De aanvaring is bepaald op driftende en rammende schepen die het platform raken, wat resulteert in een totaal risico van 3,66 10<sup>-3</sup>/jaar of eens in de 273 jaar.



De studie heeft het gevolg van een aanvaring uitgesloten, maar stelt dat een energie-inslag van  $\geq 200$  MJ een catastrofaal effect heeft op het platform. Dit gebeurt  $1,04 \cdot 10^{-3}$  of eens in de 961 jaar.

Stijgbuizen volgen de pijpleidingcode, NEN 3656 en moeten voldoen aan de faalfrequentie van 10-6/jaar.

Zelfs indien de stijgbuizen zich binnen het omhulsel bevinden en tegen directe aanvaringen zijn afgeschermd, is het waarschijnlijk dat schade van klasse 3 zal optreden wanneer 200 MJ energie het platform treft.

Het platform is onderworpen aan risicobeperkende of ALARP-evaluaties waarvan de uitkomst nog niet beschikbaar is om in dit verslag te verwerken. Aangenomen wordt dat de stijgbuis samen met andere drukhoudende apparatuur in deze beoordelingen is opgenomen.

### 7.6. Risicoanalyse gevolgen vistuig

De impact van vistuig wordt beschouwd als een bedreiging door derden voor de niet-ingelegde pijpleiding en de coating van de pijpleiding. Het vormt ook een bedreiging voor het vistuig, het vaartuig en de bemanning.

Voor relatief grote pijpleidingen, met CWC, steenstort of met de zeebodem geïnstalleerde spoeling brengen de visserijactiviteiten geen risico's met zich mee. Voor pijpleidingen met een kleine diameter en vooral bij vrije overspanning bestaat het risico van deuken, trekken en aanhaken. Daarbij kan het aanhaken catastrofaal zijn voor de vissersvaartuigen.

De N05A 20" pijpleiding met 140 mm CWC zal de vistuigimpact energie weerstaan. De CWC zal alle energie absorberen die Nederlandse korbom visserij kunnen genereren. Hierbij wordt rekening gehouden met het gewicht van het vistuig, de snelheid van het schip en de maximale impacthoek, ref [13].

$$E_k = 0,5(M + Ma) \cdot v^2$$

- Waarbij M staat voor het gewicht van het stalen tandwiel met hydrodynamische toegevoegde massa, aangenomen ( $2 \times 5500$  kg);
- En vt vertegenwoordigt de effectieve aanvaringssnelheid van het schip, aangenomen 3,4 m/s;

De maximale kinetische energie die door het sleepnet wordt gegenereerd, bedraagt op basis van bovenstaande gegevens ca. 64 kJ. Terwijl de pijpleiding met 140 mm CWC een indicatief absorptievermogen heeft van 120 kJ, zie paragraaf 7.10.

### 7.7. Zinkende schepen

Het gemiddelde aantal gezonken schepen is 1 per 9 jaar volgens [6] en de totale door schepen afgelegde afstand is  $21,6 \times 10^6$  zeemijlen, de frequentie van zinkende schepen is 24,6/jaar. Bijgevolg is de kans dat een schip zinkt gelijk aan  $P_{accidental} = 5,14 \times 10^{-9}$  per gezeilde zeemijl per jaar.

Ongeveer 85% van alle gezonken schepen had een DWT van minder dan 500. Uitgaande van 500 DWT als gemiddelde, bedraagt de kenmerkende lengte van de schepen 50 m. De kritische corridor waarin een schip kan zinken en de pijpleiding kan raken is 100 m breed, met de pijpleiding in het midden.

De koers van een schip in een noodsituatie heeft een willekeurige oriëntatie, niet alle schepen die in de kritieke corridor zinken, zullen de pijpleiding raken. Slechts een fractie van  $1/\pi$  van de schepen die in het kritieke gebied zinken zal de pijpleiding raken.

Zoals vermeld in punt 7.2 wordt uitgegaan van een scheepvaartdichtheid van 45 schepen per  $1000 \text{ km}^2$  binnen het gebied van de Noordzee waar de pijpleiding zal worden aangelegd.

De gemiddelde vaarsnelheid is 4,5 zeemijl per uur, dit betekent dat een gemiddeld vaartuig  $24 \times 365 \times 4,5 = 39420$  zeemijlen per jaar. De bevaren afstand (Ls) binnen het gebied van  $1000 \text{ km}^2$  is dus gelijk aan het aantal zeemijlen per jaar vermenigvuldigd met de scheepsdichtheid:

$$L_s = 39420 \cdot 45 = 1,77 \cdot 10^6 \text{ nm}$$

De vaarafstand in de kritieke pijpleidingcorridor van 100 m per km pijpleidinglengte is gelijk aan

$$L_c = L_s \frac{0.1}{1000} = 177,4 \text{ nm}$$

De kans dat schepen op de pijpleiding zinken ( $p_s$ ) is gelijk aan de frequentie van het zinken van schepen,  $P_{accidental}$ , vermenigvuldigd met de gevaren zeemijlen in de kritieke pijpleidingcorridor  $L_c$ .

Bijgevolg zijn  $P_s = P_{accidental} \cdot L_c = 5,14 \cdot 10^{-9} \cdot 177,4 = 9,13 \cdot 10^{-7}$  ongevallen per km per jaar in de kritieke pijpleidingcorridor als gevolg van zinkende schepen. Rekening houdend met de toevallige directionaliteit is de kans op een zinkend schip bovenop de pijpleiding  $\frac{P_s}{\pi} = 2,90 \cdot 10^{-7}$  per km per jaar en ruim onder de NEN 3656

aanvaarding criterium van  $1,0 \times 10^{-6}$  /jaar.

Wanneer een schip zinkt, zal het uiteindelijk op de zeebodem tot stilstand komen. Indien dit vlak boven de pijpleiding gebeurt, zou het van de plaatselijke sterkte van de scheepshuid afhangen of de pijpleiding door lekkage zou worden ingedeukt of beschadigd.

Gezien de relatief lage verticale snelheid van het zinkende schip bij het raken van de pijpleiding kan men de belasting van de pijpleiding als quasi statisch beschouwen. De kinetische energie van een zinkend schip van 3000 DWT (74% van de schepen) ligt in de orde van grootte van 6kJ per m<sup>2</sup>. De energieweerstandscapaciteit van de onbegraven pijpleiding met CWC is indicatief 120kJ, zie paragraaf 7.10. Een gezonken schip zal waarschijnlijk een gelijkmatiger verdeling van de belasting opleveren.

Om een bedekking van 0,2 m te doorboren is ongeveer 30kJ kinetische energie per m<sup>2</sup> contactoppervlak nodig. Het is onwaarschijnlijk dat de ondergrondse pijpleiding met een bedekkingsdiepte van 0,6 m door een zinkend schip zal worden getroffen.

De niet-ingegraven pijpleiding met een CWC van 140 mm heeft een aanzienlijke slagvastheid. Impact kan echter niet worden uitgesloten.

### 7.8. Frequentie van het laten vallen en slepen van ankers

Het laten vallen van ankers in de buurt van de pijpleiding houdt een risico in, aangezien het de pijpleiding kan raken en beschadigen. Het voor anker gaan van werkschepen buiten de platformzones zal naar verwachting geen gevaar opleveren voor de pijpleiding, aangezien de bemanningen van dergelijke schepen zich altijd volledig bewust zijn van obstakels in hun werkgebied en het voor anker gaan zorgvuldig wordt gepland. Bovendien gebeurt het ankeren van een werkboot vaak met de hulp van een speciaal ankerschip.

Redenen voor verankering kunnen in twee groepen worden verdeeld, waaronder:

- Regelmatig voor anker gaan in afwachting van het aan boord gaan van een loods of toestemming om de haven binnen te varen en in afwachting van verdere vaarorders van de eigenaar of voor schoonmaak en onderhoud.
- Noodverankering na een ongeval zoals brand, motorstoring of aanvaring.

Wanneer een scheepskapitein regelmatig voor anker gaat zal hij zijn zeekaarten inspecteren, obstakels vermijden en bij voorkeur een gebied kiezen dat voor anker ligt. Daarom wordt regelmatig voor anker gaan niet beschouwd als een risicofactor voor de veilige exploitatie van een pijpleiding.

In geval van nood mag worden verwacht dat de meeste scheepskapiteins hun zeekaarten zullen inspecteren alvorens het anker uit te gooien. Bovendien geven veel kapiteins er de voorkeur aan om in noodsituaties helemaal niet voor anker te gaan.

Het is echter niet geheel uit te sluiten dat sommigen van hen impulsief besluiten een anker te laten vallen. Volgens deze redenering wordt er in deze studie van uitgegaan dat in 25 procent van de noodsituaties ankers worden uitgeworpen zonder voorafgaande inspectie van de zeekaarten. In dat geval wordt ervan uitgegaan dat de ankers willekeurig worden uitgeworpen; sommige van hen zullen in de nabijheid van de pijpleiding terecht komen en een kritieke situatie voor de pijpleiding kunnen creëren.

De kans dat het anker valt of dat het anker in de buurt van de pijpleiding wordt meegesleurd is afhankelijk van de volgende factoren:

- De kans dat een schip met een noodsituatie te maken krijgt.
- De breedte van de corridor, waarin het vallen of slepen van ankers een risicofactor wordt voor de pijpleiding.
- De lengte van de gevaarlijke zone die een functie is van de hoek tussen de koers van het schip en de pijpleiding.
- Verkeersdichtheid en samenstelling van het verkeer in de vastgestelde regio.
- Kritieke DWT van het schip die klasse 3 schade veroorzaakt in het geval van een val/sleep.
- Type en massa van het gebruikte anker.

De verkeersdichtheid/samenstelling en de kans dat een schip met een noodsituatie te maken krijgt is een functie van de geregistreerde ongevallen en noodsituaties ref.[6] en vermeld in de paragrafen 7.3 en 7.4.

De kans dat een schip bij een ongeval betrokken raakt of met een noodsituatie te maken krijgt hangt af van de afstand die een schip vaart. Aan de hand van de gegevens in ref. [6] is de cumulatieve door alle schepen per dag afgelegde afstand vastgesteld op 21,6 miljoen zeemijlen.

Rekening houdende met het totale aantal betrokken schepen minus de aan de grond gelopen schepen 24,5/jaar (24,6/jaar-gezonken 0,1 /jaar). De frequentie van een ongeval of noodgeval is:

$$P_{accidental} = \frac{24,6-0,1}{21,6 \cdot 10^6} = 1,13 \cdot 10^{-6} \text{ ongevallen per gevaren zeemijl per jaar.}$$

De maximale sleepafstand van een anker is afhankelijk van het type, de massa en de bodemgesteldheid. Voor kleinere ankers in zand is de sleepafstand minder dan 10 m, voor zwaardere ankers is dat 10-15 m. In deze studie wordt de kritische corridor voor alle ankers op 30 m genomen (15 m aan elke kant van de pijpleiding).

Wanneer het anker in het binnenste gedeelte van de kritische zone valt zal het de pijpleiding rechtstreeks raken. De breedte van deze ankervalsector is een functie van de ankerbreedte. De breedte van een groot anker wordt op 2,5 m genomen (zie ook Bijlage C voor ankermaten), hetgeen resulteert in een sectorbreedte voor ankerdaling van 5,0 m.

De kans dat een anker, wanneer het in de kritische zone valt, direct op de buis valt is dus 5/30. Bijgevolg is de waarschijnlijkheid dat het laten vallen van een anker in de kritische zone zal resulteren in ankersleep naar de pijplijn van 25/30.

De frequentie van de ongevallen per jaar die zich in de kritische zone voordoen wordt als volgt berekend:

Er wordt van uitgegaan dat in 25 procent van de gevallen waarin zich een ongeval voordoet een anker wordt uitgeworpen zonder eerst de kaarten te raadplegen, zoals hierboven besproken. Verder is aangetoond dat de kans dat een gevallen anker binnen de kritische zone direct de pijpleiding raakt 5/30 is. De frequentie van het direct raken van de pijpleiding per km per jaar kan dus worden berekend.

De richting van het slepende anker is variabel en het deel van de gevallen ankers dat naar de pijpleiding wordt gesleept wordt berekend door het totale aantal te vermenigvuldigen met een factor  $1/\pi$ .

De afgelegde afstand per jaar in de kritieke pijpleidingcorridor van 30 m per km pijpleidinglengte is gelijk aan:

$$L_c = L_s \frac{0,03}{1000} = 53,2 \text{ nm}$$

De kans op een ongeval door noodanker  $P_{anchor}$  per km per jaar in de corridor is gelijk aan de kans op ongevallen per gevaren zeemijl  $P_{acc}$  vermenigvuldigd met de gevaren zeemijl per jaar in de corridor  $L_c$  en de factoren 0,25 en 5/30 toegepast om rekening te houden met de kans op ankeruitval en ankers die direct op de pijp  $P_{drop}$  valt:

$$P_{anchor} = P_{accidental} \cdot L_c = 6,04 \cdot 10^{-5} \text{ noodverankering per kilometer per jaar}$$

$$P_{drop} = P_{anchor} \cdot \frac{5}{30} \cdot 0,25 = 2,52 \cdot 10^{-6} \text{ ankers die per kilometer per jaar op de pijpleiding vallen.}$$

De kans op een ongeval als gevolg van het slepen van ankers  $P_{drag}$  buiten de vaarroute is gelijk aan de kans op een noodanker vermenigvuldigd met 25/30, rekening houdend met de ankerssleeplengte van 25 m ten opzichte van de lengte van het kritieke gebied 30 m. Verdere factoren van  $1/\pi$  en 0,25 worden toegepast om rekening te houden met de richting en de waarschijnlijkheid van verankering.

$$P_{drag} = P_{anchor} \cdot \frac{25}{30} \cdot \frac{1}{\pi} \cdot 0,25 = 4,00 \cdot 10^{-6} \text{ ongevallen per kilometer van pijpleiding per jaar als gevolg van slepen van ankers.}$$

### 7.9. Schade door het laten vallen en slepen van ankers

Niet alle ankers die in de kritische zone vallen of worden gesleept, zullen tot lekkage leiden. Er zijn twee belangrijke factoren die hiertoe bijdragen. De eerste is de absorptie van energie door de grond die de pijpleiding bedekt, de tweede is de toelaatbare vervorming van de pijpleiding voordat lekkage optreedt.

Een anker dat vanaf een schip wordt uitgegooid, dringt eerst verticaal in de zeebodem door. De penetratiediepte is afhankelijk van het gewicht en de vorm van het anker en van de kenmerken van de zeebodem.

Als het schip blijft bewegen nadat het anker de zeebodem heeft bereikt, wordt de ankerketting gespannen en trekt het anker over totdat het een horizontale positie op de zeebodem heeft bereikt. Vanuit deze positie werken de pennen geleidelijk in de bodem totdat het ankerlichaam geheel of gedeeltelijk in de zeebodem is ingebed en het anker zijn maximale houdkracht bereikt.

Om het gehele scala aan ankers weer te geven, zijn in deze studie ankers met een massa van respectievelijk 1000 kg, 5000 kg, 10000 kg, en 15000 kg in aanmerking genomen. Typische ankerparameters worden gegeven in Bijlages C. Op basis van gepubliceerde testresultaten is een gemiddelde sleepafstand van 10 m gekozen als passend voor de afmetingen van de in aanmerking genomen ankers. [9]

De passieve bodemweerstand bepaalt de maximale houdkracht van een anker. Wanneer deze houdkracht wordt overschreden, slepen sommige ankers horizontaal door de grond, terwijl andere draaien en uitbreken en zich weer ingraven. Wanneer een anker zijn maximale houdkracht heeft bereikt aan het einde van het slepen, heeft het ook een bepaalde diepte onder de zeebodem.

Een pijpleiding, die in of op de zeebodem rust, wordt geraakt door een anker, hetzij verticaal wanneer het anker er bovenop valt, hetzij horizontaal wanneer het anker naar de zijkant van de pijpleiding wordt gesleept. Beide soorten belasting vervormen de pijpleiding op verschillende wijze en worden hieronder besproken.

### 7.10. Schade door het laten vallen van het anker

De kinetische energie van het vallende anker wordt geabsorbeerd door de grond en door vervorming van de pijpleiding. Om de plastische vervormingsenergie te visualiseren, wordt het model in Bijlage D gebruikt.

De energie die nodig is voor plastische vervorming is een functie van de kenmerken van de pijpleiding en de mate van vervorming, overeenkomstig de vergelijking:

waarin:

$$E_p = 2 \sigma t t_{EO}^2 \delta \sqrt{2},$$

$$t_{EO} = (1 - wtt) \cdot wt - t_{cor},$$

Waar

- $t_{EOL}$  de wanddikte van de pijpleiding aan het einde van de levensduur is;
- wtt de tolerantie voor de wanddikte is, zoals gedefinieerd in tabel 2 (50% in aanmerking genomen);
- $t_{cor}$  de interne corrosietoeslag is, zoals gedefinieerd in tabel 2 (50% in aanmerking genomen);
- $\delta$  15% van de OD van de pijpleiding, dus 41 [mm] is;

Voor de gegeven materiaaleigenschappen en wanddikte, zoals aangegeven in punt 4.1. Dit leidt tot een plastische energie van 26,1 [kJ]. Opgemerkt moet worden dat de niet-ondergronds gelegde pijpleiding een CWC van 140 mm heeft, hetgeen een extra energieabsorptieweerstand oplevert van 120 [kJ] (indicatief). Dit is gebaseerd op lineaire extrapolatie van de absorptie-energie van de betoncoating, zoals aangegeven in paragraaf 4.6 van ref[11].

De maximaal toelaatbare vervorming ( $\delta$ ) bedraagt 15 % van de diameter van de pijpleiding. Verdere vervorming wordt in verband gebracht met lekkage. Om de impactsnelheid van het anker vast te stellen is het noodzakelijk de impactsnelheid van het anker te bepalen wanneer het de zeebodem bereikt. Tijdens zijn afdaling naar de zeebodem wordt het anker onderworpen aan de krachten van de zwaartekracht en de weerstand. De weerstand kan worden berekend uit:

$$F_d = \frac{1}{2} \rho V^2 C_d A$$

Als het anker van voldoende hoogte wordt losgelaten, zullen weerstand en zwaartekracht in evenwicht zijn bij een bepaalde daalsnelheid, de eindsnelheid genoemd. De eindsnelheid kan worden berekend uit:

$$V_T = \frac{\sqrt{2 \cdot g \cdot (m - V \cdot \rho_{water})}}{\rho_{water} \cdot C_d \cdot A}$$

waarin:

- $m$  de massa van het gevallen object is;
- $g$  de constante zwaartekracht is;
- $V$  is het volume van het voorwerp (het volume van het verplaatste water);
- $\rho_{water}$  is de dichtheid van zeewater, 1025 [kg/m<sup>3</sup>];
- $C_d$  is de weerstandscoefficiënt, die een functie is van de vorm van het vallende object;
- $A$  is het geprojecteerde oppervlak van het voorwerp in de stroomrichting;
- $v_T$  is de eindsnelheid;

De kinetische energie van het anker wordt berekend uit

$$E_k = 0,5(M + M_a) \cdot v_T^2$$

Met de toegevoegde massa  
gegeven door

$$M_a = \rho_{water} \cdot V \cdot C_a$$

waarin:

- $C_a$  is de coëfficiënt van de toegevoegde massa, die een functie is van de vorm van het voorwerp;

De berekening van de kinetische energie als functie van de anker massa wordt gegeven in Bijlage E.

De absorptie van energie ( $E_{pen}$ ) door de zeebodem kan worden afgeleid met de Brinch-Hansen methode voor het draagvermogen van de bodem

$$E_{pen} = \int_0^{d_p} F(y) dy$$

Waar:

$y$  de penetratiediepte [m] is

$d_p$  de diepte van de bodembedekking boven de bovenkant van de pijpleiding [m] is

$F(y)$  het draagvermogen van de grond op een bepaalde diepte [N] is, gegeven door:

$$F(y) = A \cdot (c N_c S_c D_c + q_0 N_q S_q D_q + 0,5 \gamma B N_\gamma S_\gamma D_\gamma)$$

Waar:

- $A$  het frontale oppervlak van het anker [m<sup>2</sup>] is
- $c$  de cohesie van de grond [N/m<sup>2</sup>] is, voor het beschouwde project  $c = 0$  (ref. [14]);
- $q_0$  de dekbelasting op diepte is  $y$  [N/m<sup>2</sup>],  $q_0 = \gamma g y$
- $\gamma$  de submerse dichtheid van de bodem is [kg/m<sup>3</sup>], zoals gegeven in tabel 6 Tabel 5;
- $\phi$  de hoek van de inwendige wrijving van de bodem [deg] is, zoals gegeven in tabel 5;
- $B$  de breedte van het ankerfrontgebied [m] is;
- $L$  de lengte van het ankerfront [m] is;

$N$ ,  $S$  en  $D$  zijn dimensieloze factoren die respectievelijk betrekking hebben op het draagvermogen van de bodem, de vorm van het frontaal oppervlak en de diepte

$$N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \phi}$$

$$S_c = 1 + 0,2 \frac{B}{L}$$

$$D_c = 1 + 0,4 \operatorname{atan} \frac{y}{B}$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) F$$

$$S_q = 1 + \sin \phi \frac{B}{L}$$

$$D_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \operatorname{atan} \frac{y}{B}$$

$$N_\gamma = 2 (N_q - 1) \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0,4 \frac{B}{L}$$

$$D_\gamma = 1$$

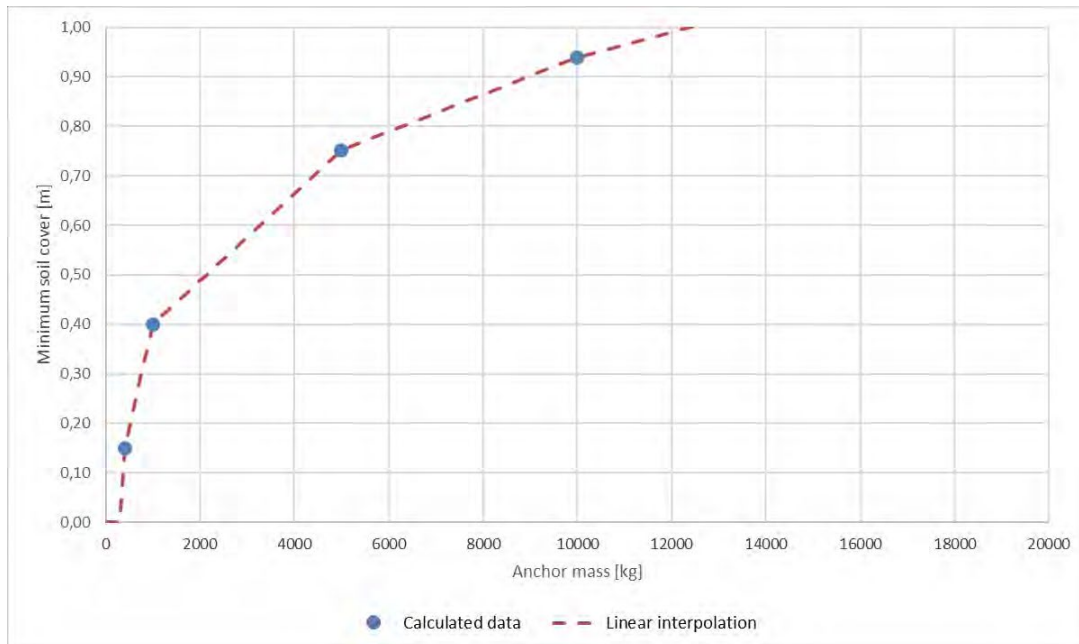
De schade zal groter zijn dan de 15 % aanvaardbare vervorming wanneer:

$$E_k - E_{pen} > E_p$$

Bijlage C toont een verband tussen de ankermassa en het frontale oppervlak van het anker.

De berekende absorptie-energie als functie van de bedekkingshoogte wordt gegeven in Bijlage E.

Aan de hand van een representatieve reeks ankermassa's werd een verband gelegd tussen de ankermassa en de vereiste minimale bodembedekking, zoals weergegeven in figuur 6.



Figuur 6 Vereiste minimum bodembedekking als functie van ankermassa (geldig > 1200kg)

De impact van vallende ankers begint bij 1200 kg voor pijpleidingen zonder CWC en 4500 kg voor pijpleidingen met 140 mm CWC (dit laatste cijfer is slechts indicatief).



### 7.11. Schade door ankerslepen

Indien de pijpleiding door een slepend anker wordt geraakt, ondergaat zij eerst een schokbelasting gevolgd door een aanhoudende belasting wanneer het anker achter de pijpleiding blijft haken en de ankerketting/kabel wordt rechtgetrokken.

De stootbelasting en het gevolg daarvan voor de pijpleiding kunnen uit de bovenstaande resultaten worden afgeleid. Het is logisch te verwachten dat de snelheid van het gesleepte anker zeer laag is en van dezelfde orde als de snelheid van de oppervlaktestroom die het schip zonder motorvermogen in beweging houdt. Met een ankersleepsnelheid van 1m/s is het effect van de impactbelasting verwaarloosbaar vanwege de ankersnelheid op het moment van een directe val.

Om die reden wordt de beoordeling van de schade aan de pijpleiding na een ankersleep alleen uitgevoerd voor de tweede belastingsfase, wanneer het anker zich vasthaakt en de pijpleiding begint te slepen. De uiteindelijke belasting waaraan de pijpleiding wordt blootgesteld wordt verondersteld gelijk te zijn aan de ontwerpbelasting van de ankerketting.

Indien een pijpleiding voldoende dekking heeft is het mogelijk dat het sleepanker deze niet bereikt. Deze dekkingsdiepte is gelijk aan de diepte van de verankering van het anker na het slepen min de helft van de leidingdiameter, aangezien een anker die de pijp op zijn bovenste helft raakt over de pijpleiding zal worden gesleept zonder ernstige schade te veroorzaken.

De penetratie- of verankeringsdiepte als functie van de anker grootte is afgebeeld in bijlage C. Deze relatie is geldig voor zanderige bodems zoals die voorkomen langs het beschouwde pijpleidingroute. Om de uniform ondersteunde pijpleiding blootgesteld aan een geconcentreerde belasting te onderzoeken wordt een mechanisch model geselecteerd op basis van de volgende veronderstellingen:

- De pijpleiding wordt ondersteund door grond die zal doorbuigen en daarom is de grondweerstand gelijk aan de uiteindelijke grondweerstand.
- Drie plastische scharnieren geven het vervormingspatroon van de pijpleiding weer.
- Het maximale draagvermogen van de pijpleiding wordt bereikt wanneer het spanningsniveau in de volledig plastische doorsnede de breuksterkte van staal bereikt.

Op basis van de bovenstaande veronderstellingen kan de maximale belastingscapaciteit worden bepaald door een energiebalans in aanmerking te nemen.

Het uiteindelijke draagvermogen ten gevolge van de door de plastische scharnieren en de grond geabsorbeerde energie is gelijk aan:

$$F = 4\sqrt{M_p R}$$

Waar:

$M_p$  het plastische moment [Nm] is,  $M_p = D^2 t \sigma_t$

$D$  de buitendiameter van de pijp [m] is

$t$  de buiswanddikte aan het einde van de levensduur [m] is

$\sigma_t$  de treksterkte van staal [N/m<sup>2</sup>] is

$R$  de weerstand van de grond achter de buis [N/m] is,

$$R = \gamma g z N_q D$$

$z$  de diepte van de middellijn van de buis is

$\gamma$  de submerse dichtheid van de bodem [kg/m<sup>3</sup>] is, zoals vermeld in tabel 4

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

De maximale ankertrekkkracht waaraan de pijpleiding wordt blootgesteld wordt geacht de helft van de breeksterkte van de ketting te zijn. Volgens Lloyd's register of Shipping is de massa van een anker gerelateerd

aan de breeksterkte van de ankerketting. Bijlage C toont een grafiek van deze relatie.

De spankracht in de ketting is gelijk aan de ankersleefkracht plus de weerstand van de ketting zelf op de zeebodem en de zwaarte krachtcomponent tot aan het bevestigingspunt van de scheepsankerketting. Om met deze krachten rekening te houden wordt de volgende benaderende lineaire relatie gebruikt:

$$T=K \cdot F$$

De factor K hangt af van het al dan niet begraven zijn van de pijpleiding en van het type anker dat in aanmerking wordt genomen. Voor ankers die op koopvaardij schepen worden gebruikt, geldt K = 1,1 voor een niet-ingegraven pijpleiding en K = 1,3 voor een ingegraven pijpleiding. Voor dit project wordt een ondergrondse pijpleiding in aanmerking genomen.

### 7.12. Waarschijnlijkheid van schade als gevolg van het laten vallen en slepen van ankers

Rekening houdend met het bijbehorende Dead Weight Tonnage (DWT) van de schepen is de kans bepaald dat een gevallen anker resulteert in onaanvaardbare schade. De verdeling van het scheepvaartverkeer over de vier groepen, zoals eerder in dit hoofdstuk besproken, is gebruikt om deze kans (in procenten) vast te stellen aan de hand van:

$$P(d) = 100 - \frac{DWT}{3000} P_{0,group1}; \text{ valid for } DWT < 3,000 \text{ mT}$$

$$P(d) = 100 - \frac{DWT-3000}{7000} P_{0,group2} - P_{0,group1}; \text{ valid for } 3,000 \text{ mT} < DWT < 10,000 \text{ mT}$$

$$P(d) = 100 - \frac{DWT-10000}{100000} P_{0,group3} - P_{0,group1} - P_{0,group2}; \text{ valid for } 10,000 \text{ mT} < DWT < 100,000 \text{ mT}$$

$$P(d) = P_{0,group4}; \text{ valid for } DWT > 100,000 \text{ mT}$$

### Afvallende ankers

Het DWT van de schepen die voor anker gaan kan schade van klasse 3 veroorzaken wanneer zij rechtstreeks op de pijpleiding vallen zijn berekend in paragraaf 7.9. Voor de bijbehorende DWT-bereiken kan het percentage van een groep dat schade veroorzaakt door een vallende anker worden bepaald, als gegeven in tabel 12 (berekening volgens Bijlage E)

Tabel 12: Waarschijnlijkheid van een lek als functie van de kritische ankermassa en de ToP-dekking

| ToP dekking [m] | Kritische ankermassa [m] | Kritische DWT [mT] | Verkeer > Crit. DWT [%] | Waarschijnlijkheid van lek X10-6 |
|-----------------|--------------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 0.4             | 3001.6                   | 1430.1             | 64.7%                   | 0.49                             |
| 0.6             | 3980.5                   | 1430.1             | 64.7%                   | 0.44                             |
| 0.8             | 7621.0                   | 40658.8            | 13.5%                   | 0.04                             |
| 1.0             | >>13500                  | >> 100000          | 1.5%                    | 0.04                             |

De onbegraven pijpleiding heeft 140 mm met CWC waardoor de absorptie-energie toeneemt (120 kJ). Aangezien er geen afdek ToP beschikbaar is, is de faalkans voor afvallende ankers 0,42 10-6/jaar, naar analogie van bijlage E.

### Slepende ankers

Het DWT van de schepen die voor anker gaan kan schade van klasse 3 veroorzaken wanneer zij rechtstreeks naar de pijpleiding worden geslept, werd berekend in paragraaf 7.9. De relevante eigenschappen die voor de ankerdruk zijn berekend, zijn te vinden in Bijlage F.

Tabel 13: Waarschijnlijkheid van een lek als functie van de kritische ankermassa en de dekkingsdiepte

| ToP dekking [m] | Kritische ankermassa [m] | Kritische DWT [mT] | Verkeer > Crit. DWT [%] | Waarschijnlijkheid van lek X10-6 |
|-----------------|--------------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 0.4             | 1887                     | 9435               | 22.1%                   | 0.79                             |
| 0.6             | 2226                     | 11235              | 19.5%                   | 0.77                             |
| 0.8             | 2543                     | 12955              | 19.1%                   | 0.76                             |
| 1.0             | 2832                     | 14547              | 18.8%                   | 0.74                             |
| 1.2             | 3111                     | 16107              | 18.5%                   | 0.73                             |
| 1.4             | 3383                     | 17648              | 18.2%                   | 0.72                             |

### 7.13. Gecumuleerde schade door afvallende en gesleepte ankers

De gecumuleerde waarschijnlijkheid is weergegeven in tabel 14.

Tabel 14, Cumulatieve waarschijnlijkheid van het werpen en slepen van anker voor ondergrondse pijpleiding

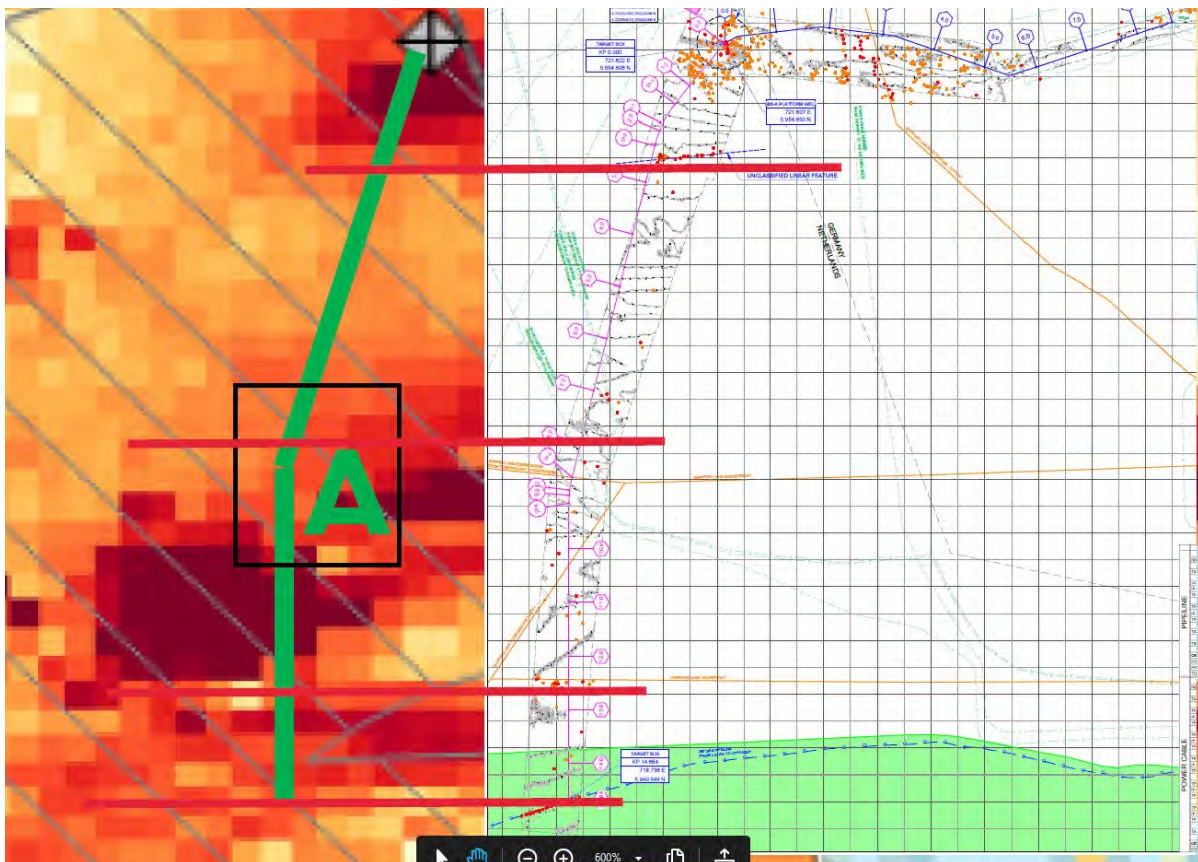
| ToP dekking [m] | Waarschijnlijkheid van lek: ankerdaling x10-6 | Waarschijnlijkheid van lek: ankersleep x10-6 | Totale kans op lekkage: (ankergat + ankersleep) x10-6 |
|-----------------|---|--|---|
| 0,4             | 0.49  | 0.79   | 1.28  |
| 0,6             | 0.44  | 0.77   | 1.21  |
| 0,7             | 0.24  | 0.76   | 1.00  |
| 0,8             | 0.04  | 0.76   | 0.80  |
| 1.0             | 0.04  | 0.74   | 0.78  |

De vereiste minimale bedekking ToP die leidt tot een kans  $\leq 1 \cdot 10^{-6}$  /jaar, op een klasse 3 schade is, 0,7 [m] is voldoende. Opgemerkt moet worden dat de berekende afdeckingsdiepte de werkelijke dikte ToP van de aangebrachte rugvulling is.

De gecumuleerde waarschijnlijkheid voor de onbegraven pijpleiding bedraagt  $1,39 \cdot 10^{-6}$ /jaar. Deze waarschijnlijkheid is onaanvaardbaar zonder verdere mitigerende maatregelen.

### 7.14. Verzendichtheden

Langs het gekozen pijpleiding route komen verschillende scheepvaartdichtheden voor. Het pijpleiding route is verdeeld in 4 secties waarvoor de hoogste scheepvaartdichtheid zal gelden, zie onderstaande figuur 7 en tabel 15.



Figuur 7 Scheepvaartdichtheid langs het pijpleidingtracé

Tabel 15 Scheepvaartdichtheden langs het pijpleiding route

| Van KP | Naar KP | Verzenddichtheid |
|--------|---------|------------------|
| 0.0    | 2.7     | 45               |
| 2.7    | 8.0     | 15               |
| 8.0    | 12.7    | 45               |
| 12.7   | 14.7    | 27               |

Om de invloed van de scheepsdichtheid te bepalen werden verschillende kansberekeningen uitgevoerd op het laten vallen van een anker en het slepen van een anker voor de gevallen van begraven en onbegraven pijpleidingen (zie tabel 16).

Er dient op gewezen te worden dat de CWC-dikte van de niet-ingegraven pijpleidingkoker reeds zijn maximale dikte heeft bereikt vanuit het oogpunt van fabricage, behandeling en installatie.

Tabel 16 Waarschijnlijkheid [1/(km-jaar)], Uitkomst voor verschillende scheepvaartdichtheden

| Scheepsdichtheid<br>/1000 km <sup>2</sup> | Begraven<br>Dekking<br>ToP |                       |                       |                       | onbegraven            |
|---|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|   | 0.6 m                      | 0.7 m                 | 0.8m                  | 1.0 m                 |                       |
| 45  | 1.21·10 <sup>-6</sup>      | 1.00·10 <sup>-6</sup> | 0.79·10 <sup>-6</sup> | 0.78·10 <sup>-6</sup> | 1.39·10 <sup>-6</sup> |
| 27  | 0.73·10 <sup>-6</sup>      | 0.60·10 <sup>-6</sup> | 0.48·10 <sup>-6</sup> | 0.47·10 <sup>-6</sup> | 0.83·10 <sup>-6</sup> |
| 15  | 0.40·10 <sup>-6</sup>      | 0.33·10 <sup>-6</sup> | 0.26·10 <sup>-6</sup> | 0.26·10 <sup>-6</sup> | 0.46·10 <sup>-6</sup> |
| 9   | 0.24·10 <sup>-6</sup>      | 0.20·10 <sup>-6</sup> | 0.16·10 <sup>-6</sup> | 0.16·10 <sup>-6</sup> | 0.28·10 <sup>-6</sup> |

## 8. Gevallen object analyse

In dit deel wordt de gebruikte methodologie beschreven voor het bepalen van de botsenergie van de afvallende voorwerpen en de hoeveelheid door de steenstort geabsorbeerde energie als functie van de hoogte ervan. Deze benadering sluit probabilistische gegevens uit en is slechts een vergelijking tussen de botsenergie van het gevallen object en de geabsorbeerde energie door de afdeklaag. Er wordt van uitgegaan dat de spoel dezelfde eigenschappen heeft als de pijpleiding, als gevolg daarvan is dezelfde aanvaardbare hoeveelheid plastische vervormingsenergie gebruikt.

De vereiste hoogte van de steenstortplaats in de buurt van de platforms en de tie-in, welke bedoeld is de botsenergie te kunnen weerstaan die wordt opgewekt door vallende objecten als gevolg van kraanhandeling van en op (naar) het platform/bevoorradingsschip (containers, apparatuur, leidingen enz.), wordt bepaald volgens DNV-RP-F107 [11].

### 8.1. botsenergie van het gevallen object

De berekening van de kinetische energie ( $E_k$ ) van een vallend object wordt uitgevoerd volgens dezelfde methode als beschreven in paragraaf 7.8. Zoals besproken in hoofdstuk 5.3 zijn buisvormige voorwerpen, zoals buiselementen de meest waarschijnlijke objecten om de pijpleiding te beschadigen.

Aan de hand van de in tabel 9 vermelde gegevens over typische gevallen objecten worden de eindsnelheid en de kinetische energie bij de inslag berekend; de resultaten staan in tabel 17. De maximale valhoogte ( $H_d$ ) in lucht is geschat op niet meer dan 50 [m].

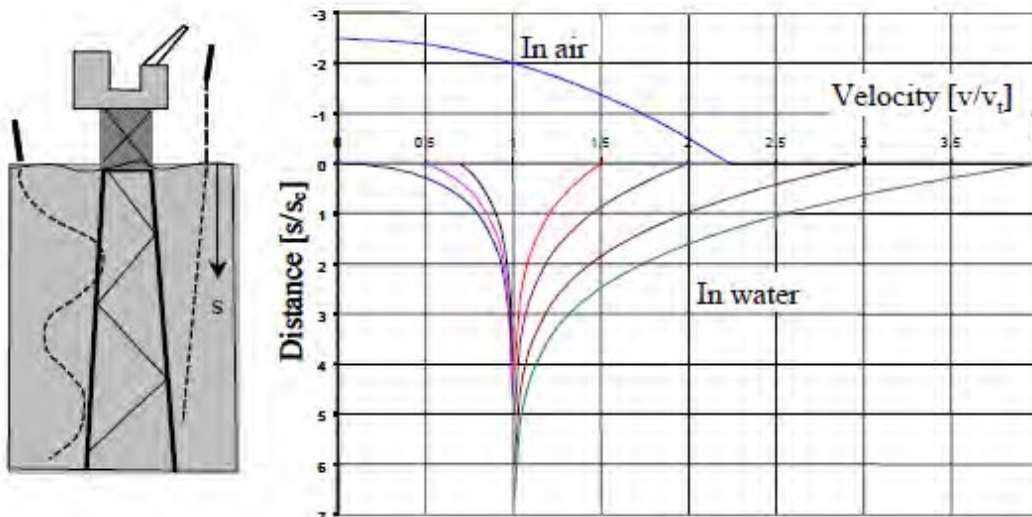
De botssnelheid op zeeniveau kan worden bepaald met behulp van deel 4 van ref. [12]:

$$v_{i,a} = \sqrt{2 \times g \times H_d}$$

De karakteristieke waterdiepte wordt bepaald met behulp van 4 van ref. [12]:

$$s_c = \frac{M + M_a}{\rho_w * C_d * A_p}$$

Wetende dat de minimale waterdiepte 28 [m], ( $s$ ) is en na het bepalen van de karakteristieke afstand ( $s_c$ ) en eindsnelheid ( $v_t$ ) voor een specifiek voorwerp kan de werkelijke botssnelheid onder water ( $v$ ) en dus de botsenergie worden berekend met behulp van de hierboven gegeven 8.



Figuur 8, Snelheidsprofiel voor voorwerpen die in water vallen [12]

Tabel 17 Kinetische botsenergieën voor ontworpen vallende voorwerpen

| Object                                       | Eenheid               | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           |
|--|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Effect $v_{i,a}$ op de waterlijn. $S_a=50$ m | [m/s]                 | 31.3        | 31.3        | 31.3        | 31.3        | 31.3        |
| eindsnelheid in water, vt. $S=26$ m          | [m/s]                 | 8.98        | 9.62        | 10.17       | 12.5        | 11.43       |
| Kinetische botsingsenergie, $E_k$            | [kJ]                  | 35.8        | 65.7        | 105.8       | 453.3       | 1097        |
| Draagvermogen, $p(h)$                        | [ton/m <sup>2</sup> ] | 41.8        | 65.7        | 58.7        | 108.6       | 108.2       |
| Absorptie-energie Rotsdump, (Epd)            | [kJ]                  | 36.4        | 65.2        | 105.0       | 443.1       | 1095.5      |
| Absorptie-energie Rock spoel, (Eps)          | [kJ]                  | 26.1        | 26.1        | 26.1        | 26.1        | 26.1        |
| $h_{kritisch}$                               | [m]                   | <b>0.24</b> | <b>0.28</b> | <b>0.32</b> | <b>0.65</b> | <b>0.43</b> |

Er zij op gewezen dat de absorptie-energie van de spoel, niet bijdraagt tot de totale absorptie-energie. De steenstort moet alle absorptie-energie leveren, zodat de pijpleiding volledig beschermd is en niet bijdraagt tot de absorptie.

## 8.2. Stortplaats energievermogen

De eigenschappen van de steenstort, zoals weergegeven in tabel 6, worden gebruikt als invoer voor de berekening van het vallende voorwerp. De draagkracht die door de steenstortplaats kan worden opgenomen, wordt berekend volgens de methode Brinch-Hansen.

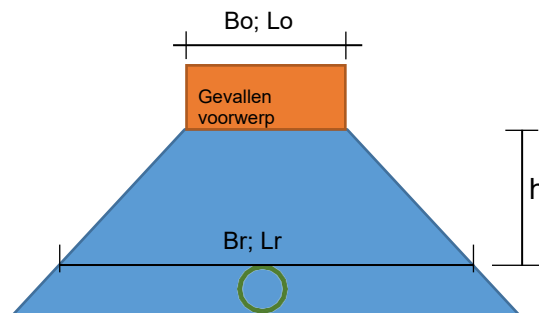
De energieabsorptiecapaciteit van een steenstortplaats wordt gedefinieerd door:

$$E_p = p \cdot g \cdot \left\{ \frac{1}{2} \cdot (B_r + B_o) \cdot \frac{1}{2} (L_r + L_o) \cdot h \right\}$$

Overwegende dat,  $B_r, L_r$ =breedte/lengte invloedzone steenstort aan bovenzijde pijp .

$$B_r = B_o + 2 \cdot h \cdot \tan(90 - \varphi)$$

$$L_r = L_o + 2 \cdot h \cdot \tan(90 - \varphi)$$



Figuur 9 Geometrische annotaties van stortplaatsen

Waarbij zowel  $B_r$  als  $L_r$  per object worden berekend, gebaseerd op de steenstorteigenschappen zoals gegeven in tabel 6 en de buisdiameter, die gelijk is aan  $B_o$  en  $L_o$ .

Cilindrische voorwerpen zullen een stabiele valorientatie vinden in een horizontale positie. Aangezien het langste voorwerp 1,2 m lang is en de breedte van de rotsbedekking gewoonlijk 2 meter bedraagt wordt aangenomen dat het voorwerp over zijn gehele lengte contact maakt met de rotsbedekking. Het contactoppervlak is dan gelijk aan de buitendiameter maal de lengte.

De absorptie-energie die is berekend voor de voorwerpen die op de en 20" zijn gevallen, zowel voor de steenstortplaats als voor de spoel is weergegeven in tabel 16, waarbij de maximumwaarde voor de steenstortplaats is aangegeven. De absorptie-energie van de spoel is identiek aan de absorptie-energie van de pijpleiding ( $E_p = 26,1$  [kJ]), zoals berekend in punt 7.10.

Zoals blijkt is object 4 het meest kritisch voor wat betreft de vereiste steenstorthoogte boven de pijpleiding die meer dan 0,65 m moet bedragen.



## 9. Conclusies

### Conclusies.

Het gebied van de Eems-Dollard naar de Noordzee is een druk scheepvaartverkeergebied met een hoge scheepsdichtheid. Over het algemeen leidt een hoge scheepsdichtheid tot hogere ongevallencijfers voor aanvaringen en zinken. Scheepsongelukken resulteren in hogere risico's voor ankers die vallen of slepen.

De schepen die de Eems-Dollard havens binnenvaren zijn over het algemeen kleinere schepen, omdat de Eems-Dollard havens de zeer grote schepen (max. diepgang ca. 14 m) niet ontvangen. Alle aankomst en vertrek van grotere schepen worden door een verkeerscentrale geregeld. Grotere schepen zullen de vaargeul binnenvaren of verlaten met de verplichte loodsdiens- en sleepbootassistentie.

De pijpleiding N05A heeft een relatief grote wanddikte en is omwille van de stabiliteit voorzien van een combinatie van maatregelen, zoals steenbermen, CWC en ingraving. Deze aanvullende maatregelen bieden extra bescherming tegen verstoring door derden.

### Vallende en slepende ankers

Over het algemeen zijn ankers die vallen of slepen de grootste bedreiging voor de pijpleiding. Alleen al het feit dat schepen in de smalle vaargeul moeten varen, betekent dat ankers in geval van nood gemakkelijk kunnen worden uitafvallende.

Voor de **ondergrondse pijpleiding** bedraagt de berekende bedekkingsdiepte 0,7 m. Om te voldoen aan de aanvaardingscriteria van 10-6/km/jaar.

In het **geval** van de **onbegraven pijpleiding** kan in de gebieden met een hoge scheepsdichtheid niet aan het aanvaardingscriterium worden voldaan.

Voorts zijn de in dit document vermelde energieabsorptiecapaciteiten van de CWC slechts indicatief en moeten zij worden bevestigd. Indien een onbegraven pijpleiding wordt toegepast lijkt een omleiding noodzakelijk en een geringer scheepsverkeer in dichtbevolkte gebieden moeten worden toegepast. Er zou een soort hotspot-bescherming met rotsrichels kunnen worden toegepast om de kans op schade plaatselijk tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen.

### Verloren objecten

De pijpleidingspools nabij platform N05A moeten volledig worden beschermd tegen vallende objecten. Dit wordt gedaan door middel van een rots berm met een vereiste rots berm hoogte van 0,65 m boven de spools.

### Vistuig en zinkende schepen

Storingen door vistuig en het zinken van schepen zijn beide relatief minder kritieke risico's voor pijpleidingen. De onbegraven pijpleiding is meer blootgesteld, maar het risico ligt nog steeds onder aanvaardbaar niveau.

### Gevolg van de schade

De berekende waarschijnlijkheden zijn voor schade 3 categorieën. Het betreft een verlies van insluiting van aardgas met een fractie condensaat. Met de maximale vloeibare insluiting van ongeveer 137 m<sup>3</sup> zou een deel van dit volume kunnen vrijkomen.



## A. Risico-onderzoek en -evaluatie

De volgende aanwezigen hebben deelgenomen aan de pijplijn RIE, gehouden op 3 december 2019 in One-Dyas kantoor Amsterdam

- Jan Willem in 't Anker IngenieursburoONEDyas
- Frits Gremmen Pijpleiding IngenieurONEDyas
- Michel van der Beek HSE IngenieurONEDyas
- Pascal Ferier Project ManagerEnersea
- Jan van den Berg Pijpleiding IngenieurEnersea

### Toegepaste risico-matrix

| Risk assessment matrix  |  |  |  |   |  |                      |                                      |  |   |
|---|--|--|--|---|--|----------------------|--------------------------------------|--|---|
| Potential consequences  |  |  |  |   | Never heard of in Industry   | Heard of in Industry | Has occurred in NL or UK EP Industry | Happens several times per year in NL or UK EP Industry | Happens several times per year in own company |
| Harm to People  | Environmental Impact   | Asset Damage                             | Reputation Impact                      |   |  |                      |                                      |  |   |
| P   | E  | A  | R                                      |   | A  | B                    | C                                    | D  | E   |
| No injuries or health effect  | No effect  | No damage                                | No impact                              | 0 | Low  | Low                  | Low                                  | Low  | Low   |
| Slight injuries not effecting daily life  | Slight impact  | Slight damage <10K €                     | Slight impact                          | 1 | Low  | Low                  | Low                                  | Low  | Low   |
| Minor injuries or health effect, restriction in work or life for 5 days   | Minor environmental damage, but self-reversible  | Minor damage 10K-100K €                  | Minor impact                           | 2 | Low  | Low                  | Low                                  | Medium   | Medium  |
| Major injuries or health effect, lost time or effect for more than 5 days   | Limited environmental damage that will persist or needs intervention                                     | Moderate damage 100K-1000K €             | Significant regional impact            | 3 | Low  | Low                  | Medium                               | Medium   | High  |
| Permanent total disability or up to 3 fatalities  | Severe Environmental damage that will require extensive measures to restore                              | Major damage 1-10x10 <sup>6</sup> €      | Major impact on national reputation    | 4 | Low  | Medium               | Medium                               | High   | High  |
| More than 3 fatalities  | Persistent severe Environmental damage that will lead to loss of use or natural resources over wide area | Massive damage over 10x10 <sup>6</sup> € | Major impact on Companywide reputation | 5 | Medium   | Medium               | High                                 | High   | High  |
| Score P, E, A, R, on Consequences and Likelihood. The highest score is valid for the registration and investigation. Example an incident with a score for either P,E,A,R in 3E makes it a High for Registration and Investigation |  |  |  |   | An incident can score different on P,E,A,R. An incident can happen with damage several times per year (score E on Asset), but hardly ever with Environmental damage (score B on Environment) |                      |                                      |  |   |

### RIE Resultaat, actielijst

| De volgende acties werden tijdens de workshop geregistreerd |   |   |             |       |
|---|---|---|-------------|-------|
|   | Actie   | antwoord  | Actiehouder | Datum |
|   | Ontwerp gebaseerd op gebrekkige metocean- en milieugegevens, of gebrekkige toepassing | Vergelijking met andere plaatsen  | OneDyas     |       |
|   | Installatie, aansluiting NGT defect   | afzonderlijke evaluatie van het risico vereist  | OneDyas     |       |
|   | Vloeibaarstelling   | ALARP. Kunnen we soortgelijke projecten vinden  | Enersea     |       |
|   | Uitsijting, verlies van dekking, blootstelling (vrije ruimte), drijfvermogen          | Gevangen in MER   | OneDyas     |       |
|   | Het anker is gevallen en sleept   | Neem contact op met RWS om legitimiteit verankeringszone te onderzoeken. ALARP. Beoordelen van doeltreffendheid van de maatregelen. | OneDyas     |       |
|   | Scheepsverkeer  | ALARP. Uit te voeren voor platform  | OneDyas     |       |
|   | Uitbaggeren waterweg  | Contact RWS   | OneDyas     |       |

**B. Risicoregister**

(3 pagina's)

| Algemeen gevaar  | Specifiek gevaar  | Doorsnede pijpleiding | Oorzaak   | Potentieel effect  | Initiële belemmeringen  | Initieel risico |   | Controle / Beveiliging | Referentiedocument  | Overblijvend risico |   |   | Actie |  |
|--|---|-----------------------|---|--|---|-----------------|---|------------------------|---|---------------------|---|---|-------|--|
|  |   |                       |   |  |   | S               | L |                        |   | RR                  | S | L |       | RR                                     |
| <b>DFI (ontwerp-, fabricage- en installatiefouten)</b> |   |                       |   |  |   |                 |   |                        |   |                     |   |   |       |  |
|  | Ontwerp en materiaal, specificeren eigenschappen                                      | algemeen              | Ontoereikende materiaaleigenschappen om aan de ontwerpvereisten te voldoen  | Niet-naleving van codes en voorschriften, vertragingen, kosten   | Ontwerpnormen,  | 2               | C | L                      | Ontwerpbeoordeling, verificatie door certificeerder   |                     | 2 | B | L     |  |
|  | Ontwerp en materiaal, breukcontrole   | algemeen              | Onvoldoende gespecificeerde brosse en taale hardheidseigenschappen.   | Niet-naleving van codes en voorschriften, vertragingen, kosten   | Ontwerpnormen,  | 2               | C | L                      | Ontwerpbeoordeling, verificatie door certificeerder   |                     | 2 | B | L     |  |
|  | Ontwerp op basis van foutieve procesparameters  | algemeen              | Procesparameters en -voorwaarden zijn onbevestigd, niet consistent  | Niet-naleving van codes en voorschriften, vertragingen, kosten   | Ontwerpnormen,  | 2               | C | L                      | Beoordeling van het ontwerp (door vakgenoten), verificatie door certificeerder  |                     | 2 | B | L     |  |
|  | Ontwerp gebaseerd op gebrekkige metocean en milieu gegevens, of gebrekkige toepassing | algemeen              | De waterdiepte varieert van 26,5 tot 9,5 m met aanzienlijk stabiliteitsprobleem. Slechte geotechnische interpretaties   | De stabiliteit van de pijpleiding is in gevaar. Niet-naleving van codes en voorschriften, vertragingen, kosten.          | Ontwerpnormen, Ontwerp richt zich specifiek op stabiliteit, metocean gegevens.  | 3               | C | M                      | (Intercollegiale) ontwerpbeoordeling, verificatie door certificeerder,  |                     | 3 | B | L     |  |
|  | Ontwerp- en materiaal fouten, ontwerplevensduur                                       | algemeen              | Vermoeiing, corrosiesnelheden, materiaaldegradatie.   | Verwachte levensduur van het ontwerp wordt niet gehaald. Niet-naleving van codes en voorschriften, vertragingen, kosten. | Ontwerpnormen. Het ontwerp omvat vermoeiingslevensduur, corrosiesnelheid, degradatievoorspellingen.   | 2               | C | L                      | Ontwerpbeoordeling, verificatie door certificeerder.  |                     | 2 | B | L     |  |
|  | Fabricage materiaal defecten, verkeerde eigenschappen van materialen                  | algemeen              | Fabricagefouten, ondeugdelijke materiaalinspectie en testprocedures   | Niet-naleving van codes en voorschriften/bedrijfspecificaties, vertragingen, kosten                                      | Ontwerpnormen, QA/QC beleid, bedrijfsnormen.  | 2               | C | L                      | Inspectie en toezicht   |                     | 2 | B | L     |  |
|  | Installatie, constructiefouten  |                       | Gebreken aan de installatie   | Pijpleiding knik, deuken, elk type van schade. Dat veroorzaakt vertragingen en kosten.                                   | Ontwerpnormen, installatieontwerp en -procedures, QA/QC-beleid  | 2               | C | L                      | Inspectie en toezicht   |                     | 2 | B | L     |  |
| Begraven   | Installatie sleuven probleem  | pijpleiding           | onvoldoende diepte van de sleuf, keien in de sleuf, UHB-risico, geschiktheid van de grond   | Niet-naleving van de vereiste begraafdiepte, vertragingen, kosten  | Ontwerpnormen, QA/QC-beleid, Plaatsonderzoeken: objecten op de zeebodem, zoals keien, wrakken en magnetische objecten worden geïnventariseerd en in het tracéontwerp opgenomen. | 3               | C | M                      | Uitvoeren van graaf- en installatiewerkzaamheden, bepalen van geschikt installatiemateriaal.  |                     | 3 | B | L     |  |
| Unburied   | Installatie stabiliteitsprobleem  | pijpleiding           | Onvoldoende onderwatergewicht (dikte staalwand en/of CWC)   | Niet-naleving van stabiliteitsvereisten, vertragingen, kosten  | Ontwerpnormen, QA/QC-beleid, bodemonderzoeken en metoceangegevens.  | 3               | B | L                      |   |                     | 3 | B | L     |  |
|  | Installatie (milieubeperkingen)   | pijpleiding           | Onvoorziene beperkingen   | Vertraging en kosten   | Pijpleiding maakt deel uit van de milieueffectbeoordeling (MER)   | 2               | C | L                      | Follow-up van MER resultaat   |                     | 2 | C | L     |  |
|  | Installatie botsing, fout   | op het platform       | Onvoorziene SIMPOS, verlies van controle, collision met platform, workover rig, Target box te dicht bij platform. Magnetische contacten dicht bij het platform. | Vertraging, kosten, veiligheid   | Planning, interfacebeheer. Ontwerp houdt rekening met potentiële botsingen of vermijdt obstakels.   | 3               | D | M                      | Beheren van belanghebbenden en interfaces. Uitvoeren haalbaarheid installatie<br>Beheer van contracten en installatiecontracten, om conflicten te voorkomen.  |                     | 3 | C | M     |  |
|  | Installatie, aansluiting NGT defect   | bij NGT Tie-in        | Niet in staat om de aansluiting tot stand te brengen. Onvoorziene problemen, bv. verminderde wanddikte op de plaats van de hete kraan, enz.                     | Niet-naleving van installatiespecificaties, vertragingen, kosten, verlies van insluiting.                                | Planning, interface management.   | 5               | C | H                      | Beheren van belanghebbenden en interfaces. Uitvoeren haalbaarheidsstudie.<br>Zal worden uitgevoerd door NGT. Wordt beheerd door contracteren van een gerenommeerde aannemer en zal afzonderlijk op risico's worden beoordeeld.  |                     | 5 | B | M     | Afzonderlijke risico-evaluatie vereist |
|  | Fout bij inbedrijfstelling  |                       | Elk falen in verband met het vooraf in bedrijf stellen van de pijpleiding. Onvoldoende schoonmaken en drogen  | Niet-naleving, vertragingen, kosten.   | Ontwerpnormen, QA/QC beleid   | 2               | C | L                      | Inspectie en toezicht, zoals beschreven   |                     | 2 | B | L     |  |
| <b>Natuurlijke gebeurtenissen/gevaren</b>              |   |                       |   |  |   |                 |   |                        |   |                     |   |   |       |  |
|  | Aardverschuiving, puinstroom  | algemeen              | Bodem- en hellingsinstabiliteit. Niet opgenomen in geotech rapporten  | breuk van de pijpleiding, grote verplaatsingen van de pijpleiding, resulterend in knikken en verlies van insluiting      | Geotech-gegevens geïnterpreteerd en geen significante blootstelling gevonden  | 2               | C | L                      | PIMS, uitvoeren van inspectie op basis van gebeurtenissen. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI) en scanning van de zeebodem (b.v. multibeam sonar)  |                     | 2 | C | L     |  |
|  | Seismische belasting, breuklijnen   | algemeen              | Seismische en breukbeweging   | pijpleiding overbelasting, knikken resulterend in verlies van insluiting   | Geotech-gegevens geïnterpreteerd en geen bekende seismische risico's gevonden   | 2               | C | L                      | PIMS, voer event-gebaseerde inspectie uit   |                     | 2 | C | L     |  |
|  | Verzakking  | platform              | Bodemdaling door putboringen, historische zandwinning   | onvoorziene verplaatsingen van pijpleidingen, resulterend in knikken en verlies van insluiting                           | Geotech gegevens geïnterpreteerd en geen verzakkingen verwacht  | 2               | C | L                      | PIMS, uitvoeren van op gebeurtenissen gebaseerde inspecties. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI) en scannen van de zeebodem (bv. multibeam sonar)  |                     | 2 | C | L     |  |
| Begraven   | Vloeibaarmaking   | pijpleiding           | Golf geïnduceerde liquefactie   | Drijven van pijpleiding, resulterend in knikken. Onderbreking van de productie   | Vul het materiaal goed aan. Breng een hoog soortelijk gewicht aan.  | 3               | C | M                      | PIMS, uitvoeren van inspecties. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI) en scannen van de zeebodem (bv. multibeam sonar).<br>Uitvoeren van analyses van sleuven en opvullingen.<br>Herstelwerkzaamheden (opnieuw graven van sleuven, opvullen van materiaal, bijv. storten van stenen) |                     | 3 | C | M     | ALARP                                  |

Pijpleiding RIE OneDyas

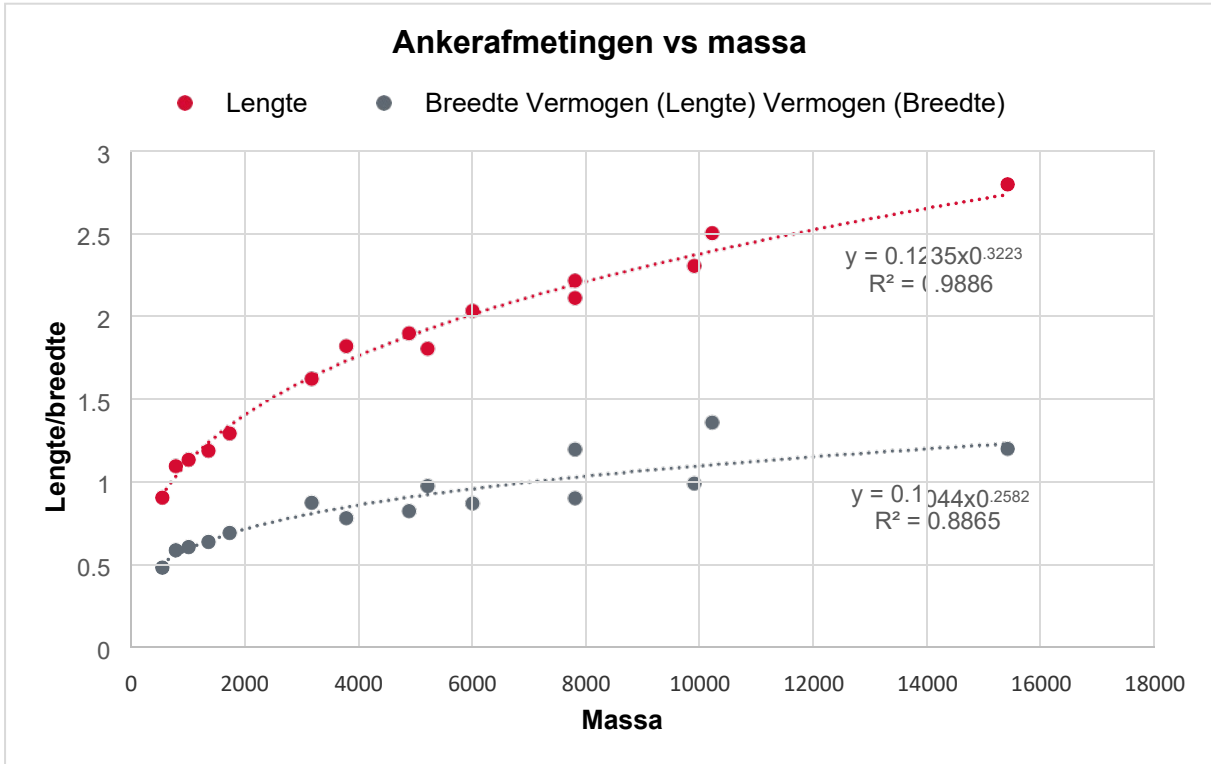
| Algemeen gevaar                         | Specifiek gevaar   | Doorsnede pijpleiding         | Oorzaak   | Potentieel effect  | Initiële belemmeringen  | Initieel risico |   |    | Controle / Beveiliging   | Referentiedocument   | Overblijvend risico |   |    | Actie  |
|---|--|-------------------------------|---|--|---|-----------------|---|----|--|--|---------------------|---|----|--|
|   |  |                               |   |  |   | S               | L | RR |  |  | S                   | L | RR |  |
| Begraven                                | Ongecontroleerde beweging van de pijpleiding (verticaal)                         | pijpleiding                   | Verlies van dekking, Verlies van stabiliteit                                | Overspanning, knikken, resulterend in verlies van insluiting   | Ontwerpnormen. Sleuven voor gecontroleerde stabiliteit van de pijpleiding. Diepte van de afdekking.   | 3               | C | M  | PIMS, uitvoeren van inspecties. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI), volgen van pijpleidingen en scannen van de zeebodem (bv. multibeam sonar). Uitvoeren van trenching en Opvulling analyses. Saneringswerkzaamheden (b.v. storten van stenen)                                   |  | 3                   | B | L  |  |
| Onbegraven                              | Ongecontroleerde pijpleidingbeweging (verticaal, lateraal)                       | pijpleiding                   | Verlies van stabiliteit   | Buitensporige verplaatsing, overbelasting, knikken, resulterend in verlies van insluiting  | Ontwerpnormen. Beton gewicht coating =140 mm,   | 3               | C | M  | PIMS, uitvoeren van inspecties. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI) en scanning van de zeebodem (bv. multibeam sonar). Uitvoeren van state-of-art stabiliteitsanalyses . Saneringswerkzaamheden (b.v. storten van stenen)   |  | 3                   | B | L  |  |
| Onbegraven                              | Schuring, verlies van dekking, blootstelling (vrije overspanning), drijfvermogen | pijpleiding                   | Mobiliteit van de zeebodem  | Het ontstaan van vrije overspanningen met als gevolg overbelasting, moeheid, vasthaken van vistuig, buitensporige verplaatsingen | Ontwerpnormen.  | 3               | C | M  | PIMS, inspecties uitvoeren. Geotechnisch/hydromorfologisch advies innemen. Saneringswerkzaamheden (b.v. storten van stenen)  |  | 3                   | B | L  | MER stelt een eis voor morfologisch onderzoek  |
|   | Zwaar weer   | pijpleiding                   | Onvoorspelbaar noodweer voorwaarden   | Enige schade   | Voldoende kennis van weer en milieugegevens   | 2               | C | L  | PIMS, voer event-gebaseerde inspectie uit.   |  | 2                   | C | L  |  |
| <b>Schade/interferentie door derden</b> |  |                               |   |  |   |                 |   |    |  |  |                     |   |    |  |
|   | Verloren voorwerpen  | dichtbij platform             | Van vaartuig/rig/platform gevallen voorwerp                                 | Schade aan coating en pijpleiding. Deuk. Verlies van insluiting. (effect kan zich uitbreiden tot platform)                       | De rots berm is ontworpen voor volledige bescherming tegen vallende voorwerpen (en tuig ankers) op spoelen. Hijswerkzaamheden aan de noordkant van het platform | 3               | D | M  | PIMS, onderhouden van procedures voor hijsen, benaderen en positioneren van schepen en booreiland. Periodiek visueel inspecteren van steenstort/bescherming of sidescan sonar. Herstelwerkzaamheden (b.v. storten van rotsblokken). Procedure voor het verlaten van het platform.  | Risicobeoordelingsstudie voor het opvangen van vallende voorwerpen           | 3                   | B | L  |  |
| begraven                                | Het anker is gevallen en sleept  | pijpleiding                   | Verlaten/slepend anker Pijpleidingroute kruist ankerzone.                   | Beschadiging coating en pijpleiding. Beschadiging van pijpleiding, breuk. Verlies van insluiting                                 | De sleuven en grote diameter verkleinen het risico op haken. Diepte van de afdekking = 1m.  | 4               | D | H  | PIMS, periodiek onderzoek naar het traceren van pijpleidingen en actieve AIS-monitoring. Voorschriften in vaargeul voor scheepvaartverkeer op Eems (loodsen en sleepbootassistentie). Herstelwerkzaamheden (bijv. storten van rotsen). Wettelijk vastgelegde beperking voor verankering buiten de aangewezen ankerzones. | Risicobeoordelingsstudie voor het vastleggen van vallende en slepende ankers | 4                   | C | M  | Neem contact op met RWS om de legitimiteit van de verankeringzone te onderzoeken. ALARP. Beoordeling van de doeltreffendheid van de maatregelen. |
| onbegraven                              | Het anker is gevallen en sleept  | pijpleiding                   | Verlaten/verlaten. Pijpleidingroute kruist ankerzone.                       | Beschadiging coating en pijpleiding. Beschadiging van pijpleiding, breuk. Verlies van insluiting                                 | Betongewichtcoating ( CWC=140 mm) vermindert enigszins het effect van indeuken of haken.  | 4               | D | H  | PIMS, periodiek onderzoek naar het traceren van pijpleidingen en actieve AIS-monitoring. Voorschriften in vaargeul voor scheepvaartverkeer op Eems (loodsen en sleepbootassistentie). Herstelwerkzaamheden (bijv. storten van rotsen). Wettelijk vastgelegde beperking voor verankering buiten de aangewezen ankerzones. | Risicobeoordelingsstudie voor het vastleggen van vallende en slepende ankers | 4                   | C | M  | Neem contact op met RWS om de legitimiteit van de verankeringzone te onderzoeken. ALARP. Beoordeling van de doeltreffendheid van de maatregelen. |
| begraven                                | Oprichting, schipbreuk   | pijpleiding (ondiep gedeelte) | Zinkend, strandend schip  | schade aan de pijpleiding, waarschijnlijk alleen knikken   | Loopgraven bieden enige kleine bescherming  | 3               | C | M  | PIMS, en actieve AIS-monitoring. Regeling voor scheepvaartverkeer op Eems (loods- en sleepdienst (verplicht DWT >10.000) ). Beschermingspijpleiding. Saneringswerkzaamheden (b.v. storten van stenen)  | Risicobeoordelingsstudie met betrekking tot zinkende schepen                 | 3                   | B | L  |  |
| onbegraven                              | Oprichting, schipbreuk   | pijpleiding (ondiep gedeelte) | Zinkend, strandend schip  | schade aan de pijpleiding, waarschijnlijk alleen knikken   |   | 3               | C | M  | PIMS, en actieve AIS-monitoring. Regeling voor scheepvaartverkeer op Eems (loods- en sleepdienst (verplicht DWT >10.000) ). Beschermingspijpleiding. Saneringswerkzaamheden (b.v. storten van stenen)  | Risicobeoordelingsstudie met betrekking tot zinkende schepen                 | 3                   | B | L  |  |
| begraven / onbegraven                   | Het anker is gevallen en sleept  | stijgbuis                     | Hoofdoorzaak zijn afgedreven schepen uit de hoofdvaartroute                 | Botsing met platform, beschadiging van riser. Schade aan riser, verlies van insluiting   | Platform is geprojecteerd in de nabijheid van scheepvaartroutes. Stijgbuis(s) gelegen binnen mantel   | 5               | C | H  | Beheer van de verboden zone, navigatiehulpmiddelen, actieve AIS-monitoring met mogelijkheid om schepen te waarschuwen, Onderzeese terugslagklep bij platform, platform stopzettingprocedure  | 32287-1-MO, Platform botsingsrapport   | 5                   | B | M  | ALARP. Uit te voeren voor platform   |
| begraven                                | Vistuig  | pijpleiding                   | trekken en vasthaken van pijpleiding  | Schade aan pijpleiding, deuken, verschuivingen   | Het graven van sleuven biedt voldoende bescherming tegen vistuig  | 2               | B | L  | PIMS. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI) en scanning van de zeebodem (bv. multibeam sonar)   |  | 2                   | B | L  |  |
| onbegraven                              | Vistuig  | pijpleiding                   | trekken en vasthaken van pijpleiding  | Schade aan pijpleiding, deuken, verschuivingen   | Beton gewicht coating = 140 mm. CWC bieden bescherming tegen indeuken. (CWC schade)   | 2               | C | L  | PIMS. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI) en scanning van de zeebodem (bv. multibeam sonar)   | Risicobeoordelingsstudie die visserij-interactie vastlegt                    | 2                   | B | L  |  |
| begraven/onbegraven                     | Niet-ontpofte munitie  | pijpleiding                   | onopgemerkte UXO  | schade aan pijpleiding, verlies van insluiting   | De onderzoeken bevatten magnetische anomalieën en er wordt een veiligheidsafstand van 200 m in acht genomen.  | 2               | C | L  | PIMS. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI) en scanning van de zeebodem (bv. multibeam sonar)   |  | 2                   | B | L  |  |
| begraven/onbegraven                     | Wrakken, keien en obstructies  | pijpleiding                   | Aanwezigheid van anomalieën.  | Mogelijke botsing en beschadiging van de pijpleiding, niet-naleving (ecologische/archeologische waarden)                         | Scheepswrakken en andere objecten worden geïdentificeerd en scheidingsafstanden worden aangehouden  | 2               | C | L  | PIMS. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI) en scanning van de zeebodem (bv. multibeam sonar)   | N05A-7-51-0-72510-01-01_Overzichtstekening van het veld                      | 2                   | B | L  |  |
| begraven/onbegraven                     | Mijnbouw, zandwinning, baggerwerken  | pijpleiding                   | Mijnbouw, zandwinning of baggeractiviteiten.                                | Mogelijke botsing en schade aan pijpleiding  | Er zijn geen botsingen voorzien   | 2               | C | L  | Beheer van belanghebbenden en recht van overpad. PIMS, inspecties uitvoeren  |  | 2                   | B | L  |  |
| begraven/onbegraven                     | Uitbaggeren waterweg   | pijpleiding vaargeul          | Toekomstige uitbreiding haveningang, met baggeren vaargeul                  | Niet-naleving, verlies van exploitatievergunning   | Verkrijgen en uitvoeren van vergunningsvoorwaarden voor de verlenging van de vaargeul/het scheepvaartkanaal.  | 4               | C | M  | PIMS, beheer van belanghebbenden en recht van overpad. Beheer van vergunningen.  | N05A-7-51-0-72510-01-01_Overzichtstekening van het veld                      | 4                   | B | M  | Contact RWS  |
| begraven/onbegraven                     | Sabotage   | algemeen                      | Sabotage  | schade aan pijpleiding   |   | 2               | C | L  |  |  | 2                   | C | L  |  |
|   | Pijpleiding (toekomstig) oversteekplaats(en)                                     | pijpleiding                   | ongunstig ontwerp   | Extra/overmatige belasting op pijpleidingsysteem.  | Ontwerpnormen.  | 2               | C | L  | PIMS, beheer van belanghebbenden en recht van overpad  |  | 2                   | B | L  |  |
| <b>Corrosie</b>                         |  |                               |   |  |   |                 |   |    |  |  |                     |   |    |  |
|   | Inwendige corrosie   | algemeen                      | Veranderende samenstelling van productievloeistoffen. Waterdauwpunt te hoog | Hogere corrosiesnelheid dan verwacht, levensduur niet gehaald, resulterend in verlies van insluiting                             | CA= 3mm, er wordt geen corrosie verwacht (behandelde en dauwpunt vloeistoffen)  | 2               | C | L  | PIMS, uitvoeren van inspecties en controles. Periodieke wanddiktemetingen. Controle van vloeistofeigenschappen, watergehalte en dauwpunt, inhibitiesnelheid.   |  | 2                   | B | L  |  |



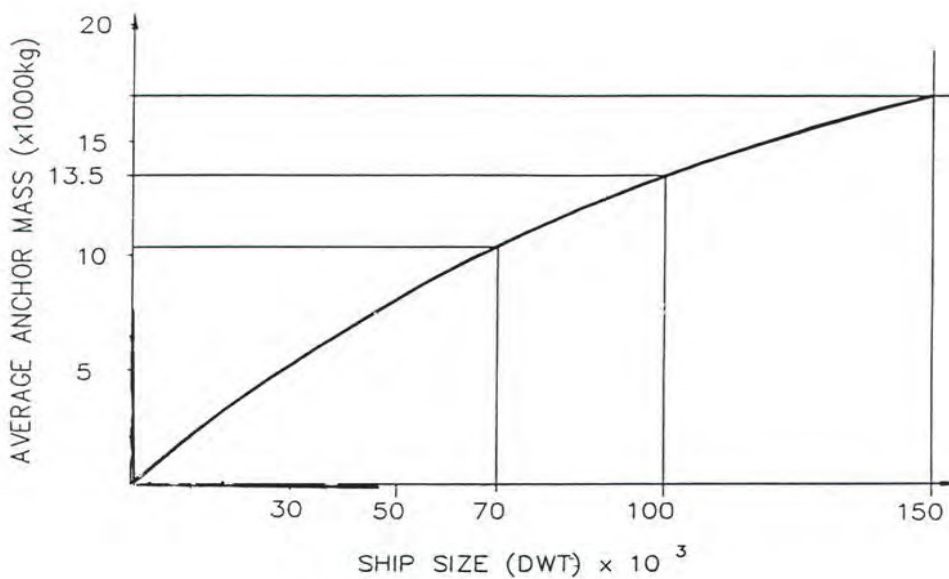
| Algemeen gevaar                     | Specifiek gevaar                                       | Pijpleidingssectie | Oorzaak   | Potentieel effect  | Initiële belemmeringen  | Initieel risico |   |    | Controle / Beveiliging   | Referentiedocument  | Overblijvend risico |   |    | Actie |
|-------------------------------------|--|--------------------|---|--|---|-----------------|---|----|--|---|---------------------|---|----|-------|
|                                     |  |                    |   |  |   | S               | L | RR |  |   | S                   | L | RR |       |
|                                     | Interne corrosie                                       | algemeen           | Onvoldoende remming.  | Ontoereikende inhibitie leidt tot een hogere corrosiesnelheid dan verwacht, waardoor de levensduur niet wordt gehaald                                  | CA= 3mm   | 2               | C | L  | PIMS, uitvoeren van inspecties en monitoring. Controle van de remmingsnelheid van de vloeistofeigenschappen en periodieke controle van de remmingsefficiëntie.   |   | 2                   | B | L  |       |
|                                     | Galvanische corrosie                                   | algemeen           | Verschillende materialen in pijpleidingsstelsel.  | Plaatselijke corrosie in de buurt van materiaalveranderingen, met verlies van insluiting tot gevolg  | Overgang door isolatie tussen verschillende metalen.  | 2               | C | L  | PIMS, inspecties en toezicht uitvoeren   |   | 2                   | B | L  |       |
|                                     | Externe corrosie (beschadiging coating)                | pijpleiding        | Beschadiging van de coating (bv. door vallende voorwerpen, slepende ankers)             | Plaatselijke corrosie, resulterend in verlies van insluiting   | CA= 3mm, 3LPE coating met anodes  | 3               | C | M  | PIMS, uitvoeren van inspecties. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI) en CP-steken.   |   | 3                   | B | L  |       |
|                                     | Externe corrosie (beschadiging coating)                | stijgbuis          | Beschadiging van de coating (bv. door vallende voorwerpen, impact van schepen)          | Hoge corrosiesnelheid in de spatzone, als gevolg van zuurstof en zeewater, met als gevolg verlies van insluiting                                       | CA= 3mm, neopreen (extra mechanische sterkte) in spatwaterzone  | 2               | C | L  | PIMS, uitvoeren van inspecties. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI) en CP-steken.   |   | 2                   | B | L  |       |
|                                     | Externe corrosie (CP defect)                           | algemeen           | Anode depletie, defecte contacten   | Te lage beschermingsniveaus resulteren in externe corrosie, met verlies van insluiting tot gevolg  | Anode ontwerp omvat onvoorziene omstandigheden.   | 2               | C | L  | PIMS, inspecties en toezicht uitvoeren   |   | 2                   | B | L  |       |
|                                     | Erosie   | algemeen           | deeltjes in productievloeistof  | Verlies van wanddikte, resulterend in verlies van insluiting   | Ontwerpnormen. CA= 3mm, zanddeeltjes en hoge vloeistofsnelheden zijn niet voorzien. Peer review.                        | 2               | C | L  | PIMS, uitvoeren van inspecties en monitoring. Wanddiktemetingen en vloeistofeigenschappen (snelheid en zanddeeltjes).  | TR-19018-ONE002 FA Analyse van de stabiele toestand CRS Stroomborging N05A Steady State PEER-evaluatie  | 2                   | B | L  |       |
|                                     | Moeheid  | pijpleiding        | Onvoorziene moeheid, vrije overspanningen.  | Scheuren in het materiaal, resulterend in verlies van insluiting   | Ontwerpnormen. Er moeten vermoeiingsanalyses worden uitgevoerd en aanvaardbare overspanningslengtes worden vastgesteld. | 2               | C | L  | PIMS, uitvoeren van inspecties. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI) en sonar met zijscan  |   | 2                   | B | L  |       |
|                                     | Moeheid  | stijgbuis          | Onvoorziene moeheid, losse klemmen/geleiders  | Scheuren in het materiaal, resulterend in verlies van insluiting   | Ontwerpnormen. Verziekt analyses die moeten worden uitgevoerd.  | 2               | C | L  | PIMS, inspecties uitvoeren. Periodieke visuele inspectie onderzee (algemene visuele inspectie (GVI).   |   | 2                   | B | L  |       |
|                                     | Brosse breuk   | algemeen           | Tijdens Cold-start-up of verandering van bedrijfsmodus.                                 | Brosse breuk leidt tot breuk en verlies van insluiting   | Min. materiaalontwerp temperatuur ingesteld op - 20 C voor Charpy-waarde.   | 2               | C | L  | PIMS, bewaking van de bedrijfsmodi. Procedures voor verandering van bedrijfsmodus (incl. koude start)  | TR-19018-ONE002 FA Analyse van de stabiele toestand CRS Stroomborging N05A Steady State PEER-evaluatie  | 2                   | B | L  |       |
| <b>Structurele bedreigingen</b>     |  |                    |   |  |   |                 |   |    |  |   |                     |   |    |       |
|                                     | Ongecontroleerde stijgbuis beweging                    | stijgbuis          | Verlies van klem of geleiding   | Overbelasting, niet-naleving van codes en voorschriften, verlies van insluiting  | Gevangen in design  | 3               | C | M  | PIMS, Procedures voor toezicht en periodieke inspecties (specifiek voor klemmen). Visuele inspecties en geïntegreerde (top rope) inspectie van de vastheid van de stijkklemmen tijdens de platforminspectie. Procedures voor toezicht en periodieke inspecties (specifiek voor vastklemmen). |   | 3                   | B | L  |       |
|                                     | Overmatige verplaatsing van de stijgbuis / belastingen | algemeen           | Te hoge temperatuur of druk.  | Overbelasting, niet-naleving van de operationele ontwerp grenzen   | Gevangen in ontwerp, nemen spoelen de uitbreiding   | 2               | B | L  | PIMS, uitvoeren van inspecties. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI) en scanning van de zeebodem (bv. multibeam sonar). Bewaken en analyseren van temperatuur- en drukschommelingen.   |   | 2                   | B | L  |       |
|                                     | Op bodemstabiliteit                                    | algemeen           | Enige oorzaak. Storing in CWC   | Grote verplaatsingen, overbelasting of knikken, niet-conform   | Gevangen in ontwerp, pijpleiding is begraven  | 2               | B | L  | PIMS, uitvoeren van inspecties. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI) en scannen van de zeebodem (bv. multibeam sonar).   |   | 2                   | B | L  |       |
|                                     | Statische overbelasting                                | algemeen           | Enige oorzaak. Te veel rotsdump.  | Overbelasting, niet-naleving van ontwerpomhullingen, verlies van omhulling   | Gevangen in design  | 2               | B | L  | PIMS, uitvoeren van inspecties. Periodieke visuele inspectie onder water (algemene visuele inspectie (GVI) en scannen van de zeebodem (bv. multibeam sonar).   |   | 2                   | B | L  |       |
|                                     | Moeheid  | algemeen           | Elke oorzaak. Te grote overspanningen, uitslijting.                                     | Overbelasting, niet voldoen aan ontwerpomhullingen, scheuren, breuk. Verlies van insluiting.   | Gevangen in design  | 2               | B | L  | PIMS, inspecties uitvoeren, druk- en temp-cycli controleren en analyseren.   |   | 2                   | B | L  |       |
| <b>Operationele en procesfouten</b> |  |                    |   |  |   |                 |   |    |  |   |                     |   |    |       |
|                                     | Uitvoer naar NGT                                       | algemeen           | Naleving of contractuele kwestie  | Niet-naleving/niet-naleving van overeenkomsten, probleem met de uitvoer van gas  | Tenuitvoerlegging van de contractvoorwaarden  | 2               | C | L  | PIMS, contractbeheer en beheer van belanghebbenden. Ontwikkeling van een procedure voor de periodieke uitwisseling van gegevens.   |   | 2                   | B | L  |       |
|                                     | Uitvoer naar NGT                                       | algemeen           | Gas, vloeistof in N05A pijpleiding.   | Niet-naleving/niet-conformiteit met technische voorschriften   | Gedefinieerde export vloeistofeigenschappen   | 2               | C | L  | PIMS, controle vloeistoffen en ontwikkelen off-spec vloeistof procedure. Ervoor zorgen dat de procesomhullingen in systemen (DCS) zijn ingesteld.  |   | 2                   | B | L  |       |
|                                     | Procesenveloppe  | algemeen           | Procesomstandigheden (en werking buiten de enveloppe)                                   | Niet-naleving/niet-conformiteit met overeengekomen procesomhullingen, hogere corrosiesnelheden dan voorzien, hydraatblokkering. Verlies van insluiting | Vastgestelde proces- en bedrijfsomstandigheden  | 3               | C | M  | PIMS, bewaken van vloeistoffen en inhibitie. Onderhouden van operationele procedures voor toepasselijke bedrijfsmodi. Ervoor zorgen dat de procesomhullingen in systemen (DCS) zijn ingesteld.   | TR-19018-ONE002 FA Analyse van de stabiele toestand. CRS Stroomborging N05A Steady State PEER-evaluatie | 3                   | B | L  |       |
|                                     | Omhullende procesparameters                            | algemeen           | Overschrijding van de ontwerpdruk ( DP = 111 barg) en temperaturen ( DT = - 20 en 50 C) | niet-naleving van ontwerpparameters, overbelasting, grotere verplaatsing dan voorzien. Verlies van insluiting  | Vastgestelde proces- en bedrijfsomstandigheden  | 2               | C | L  | PIMS, bewaak vloeistoffen en procedure. Handhaven van operationele procedures. Ervoor zorgen dat de procesomhullingen in systemen (DCS) zijn ingesteld.  |   | 2                   | B | L  |       |
|                                     | Fouten van de operator                                 | algemeen           | procedures en werksystemen niet kunnen volgen of ontoereikend zijn                      | Hoog risico, hoge kosten en bedreiging van de veiligheid   | Gevestigde exploitant   | 3               | C | M  | PIMS. Operationele bedrijfsnormen en -systemen. Periodieke controle en actualisering van procedures, nagaan geleerde lessen  |   | 3                   | B | L  |       |
|                                     | Fouten van de operator                                 | pijpleiding        | Ontoereikend en onjuist IRM   | Hoog risico, hoge kosten en bedreiging voor de veiligheid  | Gevestigde exploitant   | 3               | C | M  | PIMS. Operationele bedrijfsnormen en -systemen. Periodieke controle en actualisering van procedures, nagaan geleerde lessen  |   | 3                   | B | L  |       |

### C. Referentiegrafieken voor afvallende en geslepte ankers

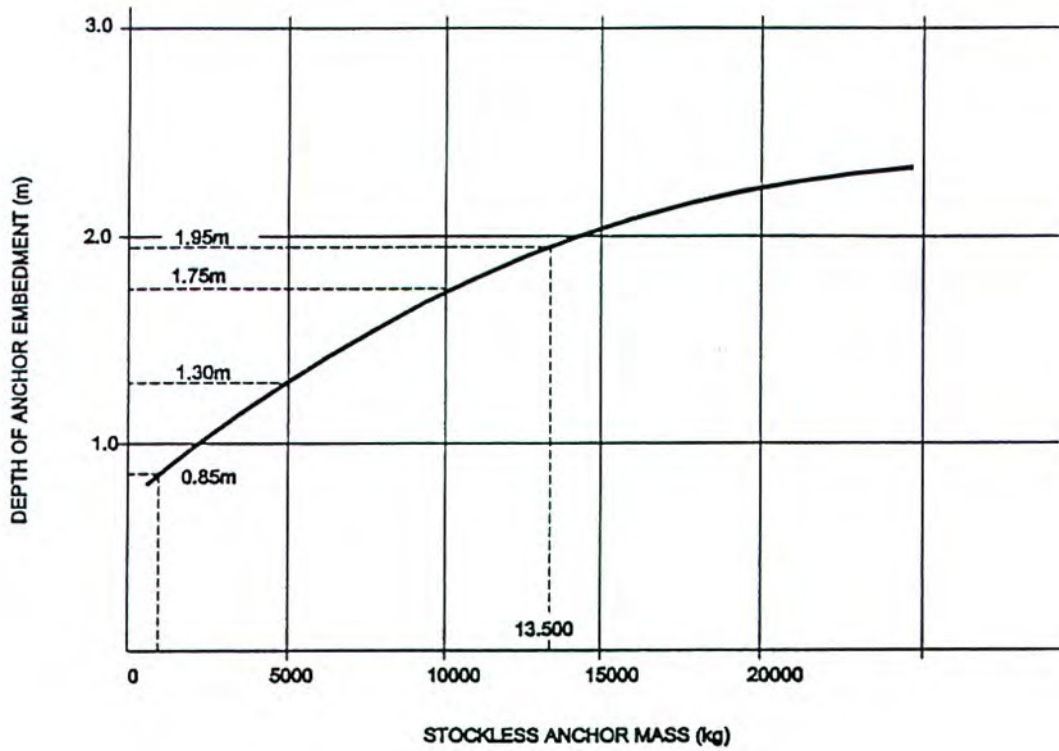
Er werden gegevens verzameld over verschillende soorten ankerconfiguraties (stockless en Baldt) in een massabereik van 550 tot 15400 kg. De lengte- en breedtemaat geprojecteerd op de aankomende stroming tijdens de afdaling naar de zeebodem werden verkregen. Een polynomiale curve werd door de gegevens getrokken en deze werd gebruikt om de afmetingen van een anker waarvoor alleen de massa was gespecificeerd.



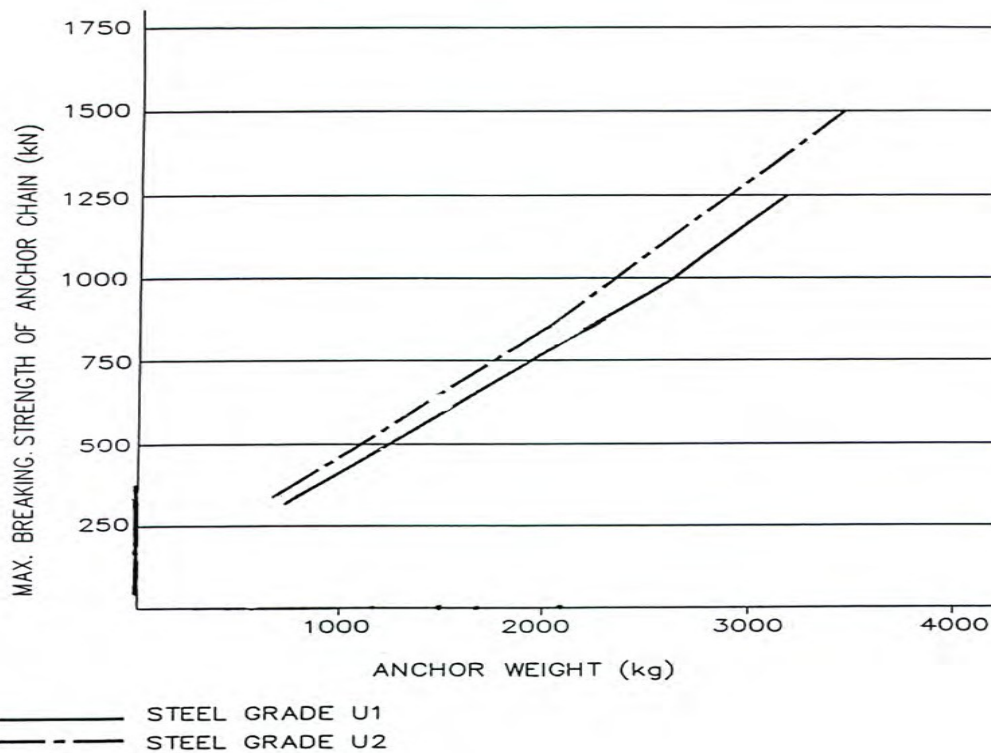
Figuur 7, bepaling van de ankermaat.



Figuur 8, A.Scheepsgrootte versus ankermassa



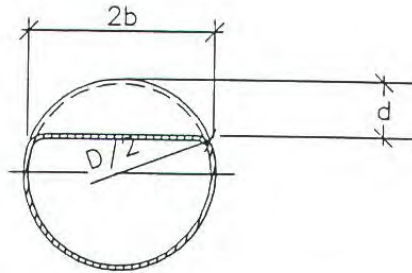
Figuur 9, A. Penetratiediepten als gevolg van ankerdruk versus anker grootte



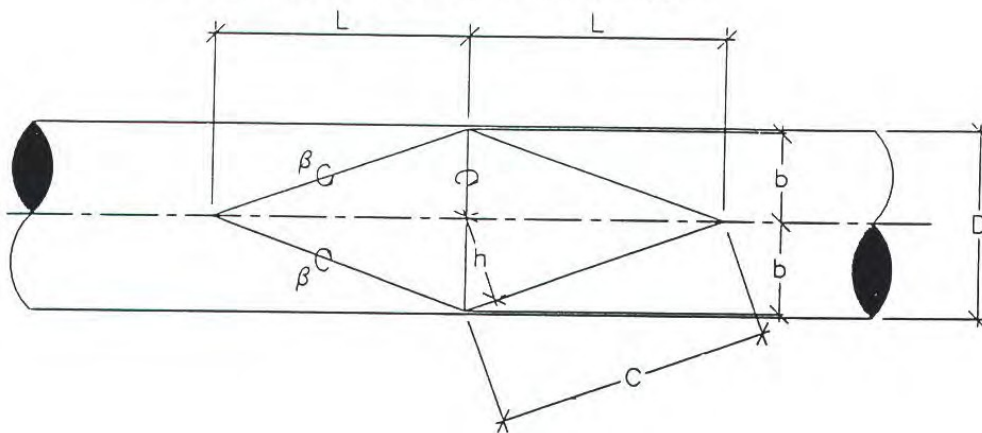
SOURCE: LLOYD'S "REGISTER OF SHIPS"

Figuur 10, A. Ankermassa versus maximale breuksterkte van de ankerketting

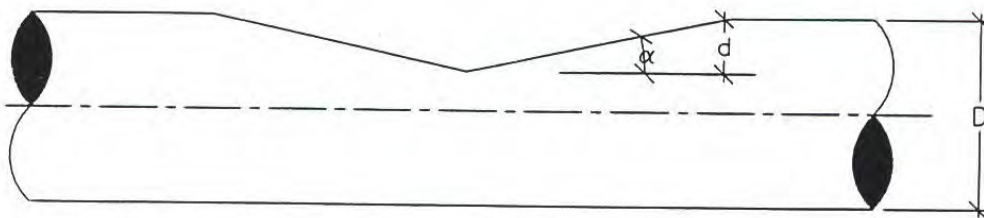
## D. Plastische vervormingsmodel



A. PIPE CROSS-SECTION THROUGH DENT



B. PLAN VIEW OF SIMPLIFIED DENT SHAPE



C. SIDE VIEW OF SIMPLIFIED DENT SHAPE

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= d/L \\ \tan \beta &= d/h \end{aligned}$$



## E. Berekeningen voor gevallen anker

Tabel 18, berekening van de kinetische energie per ankermassagroep

| Symbol  | Beschrijving              | unit             | Ankermassa 1 | Ankermassa 2 | Ankermassa 3 | Ankermassa 4 | Ankermassa 5 |
|---------|---------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| g       | grav. Versnelling         | m/s <sup>2</sup> | 9,81         | 9,81         | 9,81         | 9,81         | 9,81         |
| M       | ankermassa                | kg               | 400          | 1000         | 5000         | 10000        | 15000        |
| w       | breedte frontaal          | m                | 0,49         | 0,62         | 0,94         | 1,13         | 1,25         |
| B       | Breedte anker             | [m]              | 0,49         | 0,71         | 1,81         | 2,71         | 3,43         |
| L       | lengte frontaal           | m                | 0,85         | 1,14         | 1,92         | 2,40         | 2,74         |
| A       | anker frontale zone       | m <sup>2</sup>   | 0,42         | 0,71         | 1,81         | 2,71         | 3,43         |
| V anker | ankervolume               | m <sup>3</sup>   | 0,05         | 0,13         | 0,64         | 1,27         | 1,91         |
| vt      | eindsnelheid              | m/s              | 4,77         | 5,41         | 7,58         | 8,77         | 9,54         |
| Ma      | toegevoegde massa         | kg               | 52,23        | 130,57       | 652,87       | 1305,73      | 1958,60      |
| Ek      | kinetische energie totaal | kJ               | 5,1          | 16,5         | 162,4        | 434,3        | 772,3        |

Tabel 19: Berekening van de absorptie-energie als functie van de begravingsdiepte

| Symbol   | Beschrijving                              | unit | Ankermassa 1 | Ankermassa 2 | Ankermassa 3 | Ankermassa 4 | Ankermassa 5 |
|----------|---|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Nq       | Factor draagvermogen                      | [-]  | 14,72        | 14,72        | 14,72        | 14,72        | 14,72        |
| Nc       | Factor draagvermogen                      | [-]  | 25,80        | 25,80        | 25,80        | 25,80        | 25,80        |
| Sc       | Vormfactor                                | [-]  | 1,29         | 1,31         | 1,47         | 1,57         | 1,63         |
| Ng       | Factor draagvermogen                      | [-]  | 10,94        | 10,94        | 10,94        | 10,94        | 10,94        |
| Fy (z)   | Kracht op de zeebodem (z=0,0m)            | [N]  | 7,34E+03     | 1,81E+04     | 1,17E+05     | 2,62E+05     | 4,20E+05     |
| Epen (z) | geabsorbeerde kinetische energie (z=0,0m) | [kJ] | 1,47         | 3,62         | 23,47        | 52,48        | 84,03        |
|          | geabsorbeerde kinetische energie (z=0,2m) | [kJ] | 5,90         | 12,22        | 60,43        | 126,12       | 195,75       |
|          | geabsorbeerde kinetische energie (z=0,4m) | [kJ] | 13,29        | 25,79        | 110,89       | 220,94       | 335,15       |
|          | geabsorbeerde kinetische energie (z=0,6m) | [kJ] | 23,65        | 44,34        | 174,84       | 336,94       | 502,25       |
|          | geabsorbeerde kinetische energie (z=0,8m) | [kJ] | 36,98        | 67,86        | 252,30       | 474,10       | 697,03       |

| Bedekkings diepte | Ankermassa | Kritische DWT | P > Cr.DWT | Prob. Sleepanker   |
|-------------------|------------|---------------|------------|--------------------|
| [m]               | [kg]       |               |            | x 10 <sup>-6</sup> |
| 0.0               | 1235.3     | 6059.0        | 23%        | 0.58               |
| 0.2               | 1258.8     | 6178.5        | 23%        | 0.58               |
| 0.4               | 2360.8     | 11964.7       | 19%        | 0.49               |
| 0.6               | 4052.8     | 21550.0       | 17%        | 0.44               |
| 0.8               | 14471.3    | 113250.3      | 2%         | 0.04               |
| 1.0               | >>13500    | >> 100000     | 2%         | 0.04               |

Opmerkingen:

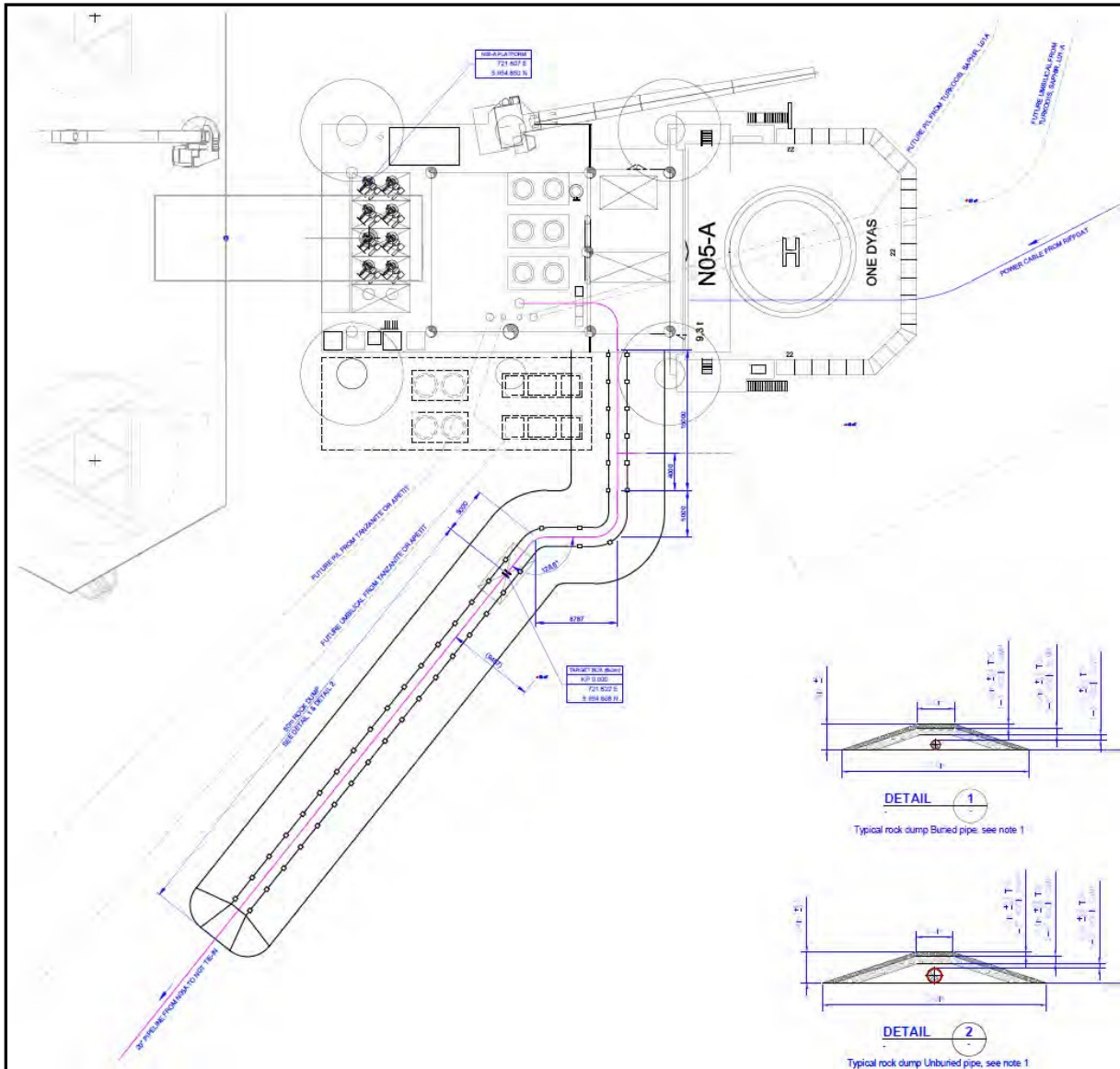
- Z is de indringdiepte en wordt verondersteld de dikte van het opvulmateriaal in de sleuf te zijn.
- Voor het niet ingegraven geval heeft de pijpleiding met een CWC van 140 mm een kinetische energie-absorptie van 120 kJ.

## F. Anker sleep berekeningen

Tabel 20, Kritisch ankergewicht als functie van de ToP-dekking

| Bedekkingshoogte<br>[m] | z<br>[m] | z/D<br>[-] | Nq<br>[-] | Qu<br>[N/m <sup>2</sup> ] | R<br>[N/m] | Mp<br>[N/m] | F<br>[N] | F<br>[kN] | T=K*F<br>[kN] | Tbreaking<br>(Tb=T)<br>[kN] | Anker<br>gewicht<br>[kg] | Crit.<br>DWT<br>[kg] | P>Cr.DWT<br>[%] | Prob<br>Sleepanker<br>x 10 <sup>-6</sup> |
|-------------------------|----------|------------|-----------|---------------------------|------------|-------------|----------|-----------|---------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|--|
| 0.0                     | 0.254    | 0.5        | 4.80      | 10156                     | 5159       | 1.70E+06    | 3.75E+05 | 375       | 488           | 488                         | 1170                     | 5729                 | 23.5            | 0.94                                     |
| 0.2                     | 0.454    | 0.9        | 5.15      | 19509                     | 9910       | 1.70E+06    | 5.20E+05 | 520       | 676           | 676                         | 1622                     | 8047                 | 21.5            | 0.86                                     |
| 0.4                     | 0.654    | 1.3        | 5.51      | 30056                     | 15269      | 1.70E+06    | 6.45E+05 | 645       | 839           | 839                         | 2013                     | 10102                | 19.7            | 0.79                                     |
| 0.6                     | 0.854    | 1.7        | 5.87      | 41799                     | 21234      | 1.70E+06    | 7.61E+05 | 761       | 989           | 989                         | 2374                     | 12038                | 19.3            | 0.77                                     |
| 0.8                     | 1.054    | 2.1        | 6.21      | 54579                     | 27726      | 1.70E+06    | 8.70E+05 | 870       | 1130          | 1130                        | 2713                     | 13889                | 18.9            | 0.76                                     |
| 1.0                     | 1.254    | 2.5        | 6.47      | 67694                     | 34389      | 1.70E+06    | 9.68E+05 | 968       | 1259          | 1259                        | 3022                     | 15604                | 18.6            | 0.74                                     |

### G. Platformbenadering



Figuur 11, N05A-7-50-0-72019-01, Aanpak bij N05A,



**BETTER SHIPS, BLUE OCEANS**

## **STUDIE NAAR HET RISICO VAN PLATFORMBOTSINGEN VOOR N5-A**

**MARIN-verslag nr.: 32287-1-MO-rev.1**

**Date : 12 december 2019**

**Versierev: .1**

**Eindverslag**

# STUDIE NAAR HET RISICO VAN PLATFORMBOTSINGEN VOOR N5-A

Besteld by : door ONE-Dyas  
B.V. UNStudio, 7<sup>e</sup>  
verdieping  
Parnassusweg 815  
1082 LP Amsterdam

HandtekeningManagement:

| Versie | Datum            | Beschrijving van de versie |
|--------|------------------|----------------------------|
| 0      | 20 november 2019 | Ontwerp                    |
| 1      | 12 december 2019 | Final                      |

*Dit document is een vertaling van het Engelse origineel. Waar er tegenstrijdigheden zijn met de oorspronkelijke tekst, is de oorspronkelijke tekst leidend.*

| <b>CONTENTS</b> |   | <b>PAGINA</b> |
|-----------------|---|---------------|
| 1               | INLEIDING .....   | 1             |
| 2               | DOELSTELLINGEN .....  | 2             |
| 3               | BESCHRIJVING VAN DE MODEL.....                                | 3             |
| 3.1             | AIS gegevens .....  | 3             |
| 3.2             | Verkeer model .....   | 3             |
| 3.3             | Schip - Platform botsing model.....                           | 4             |
| 3.3.1           | Berekeningen van waarschijnlijkheid .....                     | 4             |
| 3.3.2           | Kinetische energie klassen .....                              | 5             |
| 3.3.3           | Afschermingseffect andere objecten/platformen.....            | 5             |
| 4               | INPUT VOOR DE BEREKENINGEN VAN HET BOTSINGSRISICO .....       | 6             |
| 4.1             | Platform kenmerken .....                                      | 6             |
| 4.2             | Verkeer rond the de perrons.....                              | 6             |
| 4.2.1           | Dekking en volledigheid van AIS gegevens.....                 | 6             |
| 4.2.2           | Verkeersstromen rond het platform .....                       | 7             |
| 4.3             | Risicobeperkende maatregelen.....                             | 12            |
| 5               | RESULTATEN: BOTSINGSRISICO .....                              | 13            |
| 5.1             | Resultaten N5-A Minimum.....                                  | 13            |
| 5.2             | Vergelijk twee dimensions .....                               | 16            |
|                 | APPENDICES.....   | 19            |
| BIJLAGE 1       | BESCHRIJVING VAN HET SCHIP-VOORWERP CONTACTMODEL VAN SAMSON20 |               |
| BIJLAGE 2       | BEREKENING VOOR DE MAXIMUM SILHOUETTE.....                    | 25            |



## 1 INLEIDING

ONE-Dyas heeft MARIN gevraagd een studie uit te voeren naar het aanvaringsrisico voor een nieuwe platformlocatie op de Noordzee. In het verleden heeft MARIN het aanvaringsrisico voor offshore platformlocaties bepaald met behulp van het SAMSON-model. Het verkeer in dit model werd gemodelleerd volgens een netwerkbenadering, waarbij het verkeer werd toegewezen aan een waypoint- en linkstructuur. Recentelijk zijn de verkeers- en risicomodellen die worden gebruikt om het aanvaringsrisico te bepalen, aangepast en geactualiseerd. De meeste van deze wijzigingen hebben betrekking op het gebruik van AIS-gegevens. MARIN heeft een model ontwikkeld om het aanvaringsrisico voor een vast object, zoals een offshore-installatie, rechtstreeks uit de AIS-gegevens te bepalen. Vooral in een minder druk bevaren gebied heeft dit grote voordelen. De modellen die worden gebruikt om de aanvaringsfrequenties te bepalen in de aangepaste methode met gebruikmaking van AIS zijn nog steeds dezelfde en zijn gebaseerd op de methoden die in SAMSON worden gebruikt.

In dit rapport worden de uitgangspunten, de aanpak en de resultaten beschreven van de beoordeling van het aanvaringsrisico voor een nieuw offshoreplatform, locatie N-A. De berekeningen zijn uitgevoerd voor twee verschillende afmetingen van het platform.

De doelstellingen van de studie worden gegeven in hoofdstuk 2. Een korte beschrijving van het model wordt gegeven in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 bevat de verschillende invoerparameters en enkele verkeersbeelden. Tenslotte worden in hoofdstuk 5 de resultaten gepresenteerd.

## **2 DOELSTELLINGEN**

Het doel van deze studie is het risico van aanvaringen op de nieuwe perronlocatie te beoordelen.

Dit gebeurt door het bepalen van de aanvaringsfrequenties voor de offshore-installatie door passerende schepen (op basis van AIS). De aanvaringsfrequenties worden gegeven voor verschillende energieklassen, op basis van de kenmerken (grootte) van de botsende schepen.

Het bepalen van de gevolgen van een aanvaring voor het perron maakt geen deel uit van de studie.

### 3 BESCHRIJVING VAN HET MODEL

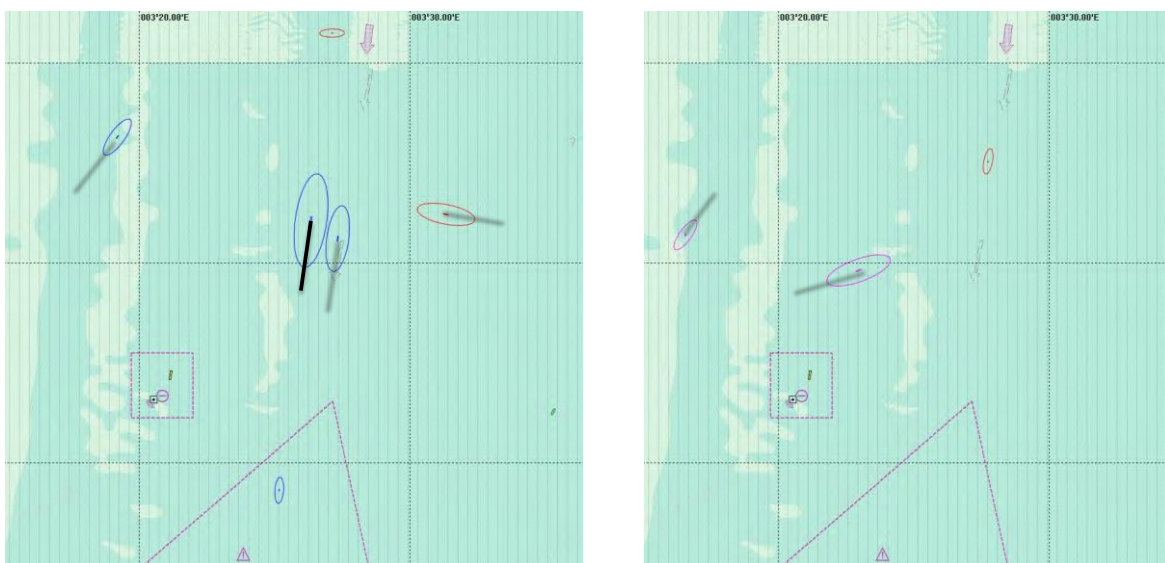
In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van het model dat is gebruikt om het aanvaringsrisico te bepalen. In het eerste deel wordt de algemene opzet van het model gepresenteerd. In het tweede deel wordt het deel van SAMSON beschreven dat wordt gebruikt om de frequenties en effecten van schip-platfoormaanvaringen te berekenen.

#### 3.1 AIS-gegevens

Sinds januari 2005 is het voor alle koopvaardij schepen van meer dan 300 Gross Tonnage (GT) verplicht AIS-berichten uit te zenden. Deze berichten bevatten informatie over het schip, zoals het Maritime Mobile Service Identity (MMSI)-nummer, het scheepstype, de scheepsgrootte en de positie van het schip. De berichten met de GPS-positie van het schip worden om de 2 tot 10 seconden uitgezonden. Dit systeem is ontwikkeld om aanvaringen te vermijden, maar het is ook een waardevolle bron van informatie over het gedrag van schepen. De AIS-gegevens worden ontvangen door basisstations van de Nederlandse Kustwacht langs de kust en op sommige offshore-platforms. Deze gegevens worden naar het Kustwachtcentrum in Den Helder gestuurd. MARIN mag de gegevens gebruiken voor onderzoekstoepassingen, bijvoorbeeld om het verkeersbeeld van de gehele Noordzee te verbeteren en/of op te bouwen. Daarnaast worden analyses van de gegevens uitgevoerd om de kennis over het gedrag van schepen op zee te verbeteren.

#### 3.2 Verkeersmodel

De AIS-gegevens worden gecombineerd met modules van het SAMSON-model: het Safety Assessment Model for Shipping and Offshore in the North Sea. Dit model is ontwikkeld in opdracht van het Nederlandse ministerie van Verkeer en Waterstaat en wordt gebruikt voor de berekening van frequenties en gevolgen van allerlei ongevallen op zee. Zie referenties [2] - [12]. Een belangrijke invoer voor SAMSON is het verkeersmodel. Deze input kan een verkeersdatabase zijn, bestaande uit waypoints en verbindende schakels. Voor elke verbinding (lijn) wordt het aantal bewegingen per jaar voor bepaalde scheepstypen en -grootten in de verkeersdatabank vastgelegd.



Figuur 3-1 Schematisch overzicht van het gebruik van AIS-gegevens om de aanvaringsfrequenties te bepalen

Met behulp van AIS-gegevens kan het verkeer rond bestaande offshore-installaties nauwkeurig worden gemodelleerd. Voor kleine tijdstappen wordt het risico voor alle op de Noordzee aanwezige schepen bepaald door de schepen te modelleren op hun werkelijke locatie en met hun werkelijke snelheid over de grond en koers over de grond. Bovendien worden voor elk schip specifieke slachtofferpercentages bepaald, gebaseerd op bijvoorbeeld het scheepstype, de grootte, de leeftijd en de vlag. Bij elke tijdstap wordt een verkeersdatabank samengesteld als input voor het schip-platformaanvaringsmodel van SAMSON, op basis van de AIS-gegevens van de op dat ogenblik aanwezige schepen. Een schematisch overzicht van de berekeningen wordt gegeven in figuur 3-1. In de figuur zijn verschillende schepen afgebeeld (kleine stippen met een ovale lijn er omheen), de zwarte lijnen geven de vaarrichting aan en de lengte van deze lijn de vaarsnelheid. De oranje gestippelde pijl geeft het mogelijke tracé voor de bepaalde platformlocatie aan.

Tenslotte hebben alle zwarte lijnen voor deze specifieke tijdstap de "verkeersdatabank" laten zien die is gebruikt om de aanvaringsfrequentie voor die tijdstap te berekenen. Tenslotte worden de frequenties over een heel jaar bij elkaar opgeteld om de jaarlijkse botsfrequenties te bepalen.

Het model voor botsingen tussen schepen en platforms van SAMSON wordt in de volgende sectie beschreven.

### 3.3 Schip - Platform botsingsmodel

In deze studie wordt het schip-platformaanvaringsmodel van SAMSON gebruikt. Dit is een van de slachtoffermodellen van SAMSON. Door verschillende oorzaken kan een schip in aanvaring komen met een platform of een boorplatform. In het SAMSON-model worden twee soorten aanvaringen met een object onderscheiden: rammende en drijvende aanvaringen. Beide worden hieronder kort beschreven:

- Een **rammende** aanvaring doet zich voor wanneer een schip tijdens normaal bedrijf op ramkoers ligt met een platform en er dan een navigatiefout optreedt. Deze fout wordt pas na het 'point of no return' ontdekt, waarna het schip in aanvaring komt met het platform. De aanvaring kan met hoge of lage snelheid plaatsvinden, afhankelijk van de tijd die verstrijkt tussen het "point of no return" en de uitvoering van een corrigerende maatregel na de ontdekking van de fout.
- Een **drijvende** aanvaring ontstaat wanneer een schip in de nabijheid van een platform/rig een storing in de voortstuwingsmotor of in de stuurinrichting ondervindt. Aangezien het schip langzaam onbestuurbaar wordt naarmate het snelheid verliest, kan het door het gecombineerde effect van wind, golven en stroming in de richting van het platform worden gevoerd. Indien ankeren niet helpt of niet praktisch is en de reparatietijd langer is dan de beschikbare tijd, kan het schip tegen het platform/rig aanvaren. Dit gebeurt meestal bij een lage snelheid.

Een theoretische beschrijving van het model is bijgevoegd in bijlage 1.

#### 3.3.1 Berekening van de waarschijnlijkheid

Voor beide soorten botsingen worden twee waarschijnlijkheden berekend:

- de waarschijnlijkheid van de initiële gebeurtenis die tot de botsing leidt
- de waarschijnlijkheid dat deze gebeurtenis inderdaad tot een botsing zal leiden

Het product van beide kansen is de kans op een aanvaring. In dit hoofdstuk wordt enige uitleg gegeven over de overwegingen bij het bepalen van de kansen.

Bij **rammende** aanvaringen is de initiële gebeurtenis een **navigatiefout** die leidt tot een situatie waarin het schip op ramkoers ligt met het platform. Een dergelijke fout kan zich bijvoorbeeld voordoen indien de navigator de brug heeft verlaten of een fout is gemaakt bij het bepalen van de koers, bijvoorbeeld door onjuiste instrumenten of aflezing daarvan. Hartaanval, dronkenschap en slaapttekort zijn factoren die bijdragen tot de navigatiefout. Andere niet vaak voorkomende factoren zijn strafbaar plichtsverzuim en suïcidaal gedrag. Het is ook bekend dat schepen de NAVAIDS op een platform gebruiken als een vaste waypoint: dit betekent dat een schip zich op de installatie richt met de

bedoeling ruim vóór aankomst op de locatie van de aanvaringskoers af te wijken.

Indien de fout op een grote afstand van het platform gebeurt, is het mogelijk dat de fout kan worden gecorrigeerd voordat het schip tegen het platform botst. Wanneer de navigator bijvoorbeeld de brug heeft verlaten en bij zijn terugkeer zijn schip op ramkoers aantreft, zal hij proberen de aanvaring te voorkomen door een "vol achteruit" te geven of door een noodbocht te initiëren. Dit kan de aanvaring voorkomen of tenminste de gevolgen verminderen.

In het geval van een *driftende* aanvaring is de eerste gebeurtenis een *motorstoring* die leidt tot een situatie waarin het schip op drift is en een aanvaring met het platform heeft. In dit geval is er een mogelijkheid dat de motor op tijd wordt gerepareerd en dat daardoor een aanvaring kan worden afgewend. Een andere mogelijkheid is dat het schip erin slaagt zijn anker te laten vallen voordat het het platform raakt. Het anker laten vallen is echter niet altijd mogelijk door de aanwezigheid van kabels en pijpleidingen. Bovendien is de succeskans van die actie, het laten vallen van het anker, sterk afhankelijk van de weersomstandigheden. Een aantal andere methoden zoals ballasten, gebruik van roer en boegschroeven kan worden gebruikt om een kleine verandering in de drijfrichting van het schip te verkrijgen.

### **3.3.2 Kinetische energie klassen**

Het resultaat van de berekeningen is de aanvaringsfrequentie per jaar, verdeeld over een aantal kinetische energieklassen. Op die manier kunnen aanvaringen met hoge en lage botsenergie worden onderscheiden. De kinetische energie van de rammende- en driftende aanvaring die in deze berekeningen is gebruikt, is de energiewaarde uitgaande van het slechtste geval als het contact met het platform of booreiland plaatsvindt in de richting van de beweging van het zwaartepunt van het schip. Dit is om de volgende redenen zeker niet altijd het geval:

- bij het rammen wordt een platform/rig niet altijd frontaal geraakt. Als gevolg daarvan zou een deel van de energie niet door het platform moeten worden weerstaan;
- voor het drijven kan het eerste contactpunt over de gehele lengte van het schip worden gespreid. De botsenergie benadert alleen de energiewaarde uit de berekeningen wanneer het eerste contactpunt in de buurt van het midden van het schip ligt.

### **3.3.3 Afschermingseffect andere objecten/platformen**

Bij de berekening wordt elk platformobject als een "op zichzelf staand" object behandeld. Dit betekent dat geen rekening wordt gehouden met de afschermende werking van een ander platform in de buurt. Dit betekent dat voor sommige locaties de berekende verwachte aanvaringsfrequenties een overschatting (worst case) zijn van de werkelijke verwachte frequenties.

## 4 INPUT VOOR DE BEREKENINGEN VAN HET BOTSINGSRISICO

### 4.1 Platform kenmerken

De aanvaringsfrequenties worden bepaald voor de locatie. Tabel 4-1 bevat de *minimale* en *maximale* eigenschappen van het platform zoals gebruikt bij de kansberekening, aangezien het definitieve silhouet van het platform nog onbekend is. Wat wel bekend is, is dat de maximale afmeting tijdelijk is (ongeveer 30 maanden) en het platform en de boorinstallatie omvat. De kleinere afmeting geldt voor de levensduur van de installatie (ongeveer 25 jaar). De oriëntatie van het platform is de hoek tussen het geografische noorden en de richting van de langste zijde van het platform.

Tabel 4-1 Bij de berekeningen gebruikte minimum- en maximumperronkenmerken

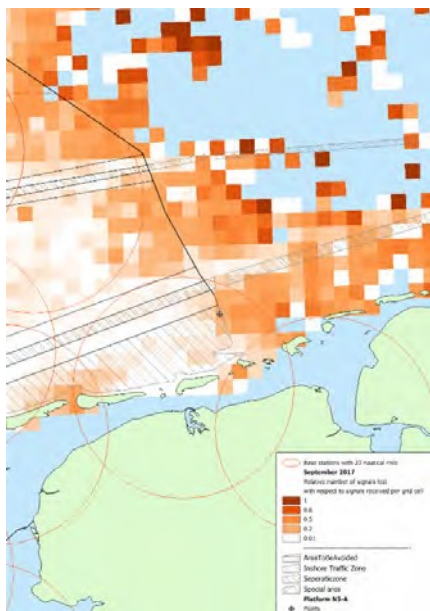
|              | Positie (WGS84) |             | Lengte (m) | Breedte (m) | Oriëntatie |
|--------------|-----------------|-------------|------------|-------------|------------|
|              | Breedte graad   | Lengtegraad |            |             |            |
| N5-A minimum | 53°41'29.742    | 6°21'18.497 | 62         | 35          | 270°       |
| N5-A maximum | 53°41'29.742    | 6°21'18.497 | 153        | 78          | 270°       |

### 4.2 Verkeer rond de perrons

Zoals beschreven in hoofdstuk 3 wordt het scheepsverkeer gemodelleerd aan de hand van de AIS-gegevens van 2017-2018. In hoofdstuk 4.2.1 wordt een indicatie gegeven van de dekking van de beschikbare AIS-gegevens. In hoofdstuk 4.2.2 wordt een overzicht gegeven van de verkeersstromen rond het platform.

#### 4.2.1 Dekking en volledigheid van AIS-gegevens

De AIS-berichten worden verzameld door basisstations langs de kust en op offshore-platforms. Deze basisstations bestrijken een gebied van ongeveer 20 zeemijl, afhankelijk van de atmosferische omstandigheden. Gebieden die niet volledig worden bestreken, kunnen worden geïdentificeerd door te kijken naar verdwijnende schepen, waarvan gedurende langere tijd geen AIS-berichten meer worden ontvangen. In figuur 4-1 is het aantal verdwenen signalen ten opzichte van het totale aantal waarnemingen weergegeven voor september 2017. Uit de figuur wordt duidelijk dat verder naar het oosten van de locatie de dekking van de AIS-gegevens zeer snel afneemt. Op de locatie van het geplande platform is de dekking echter voldoende om als input voor de berekeningen te worden gebruikt.



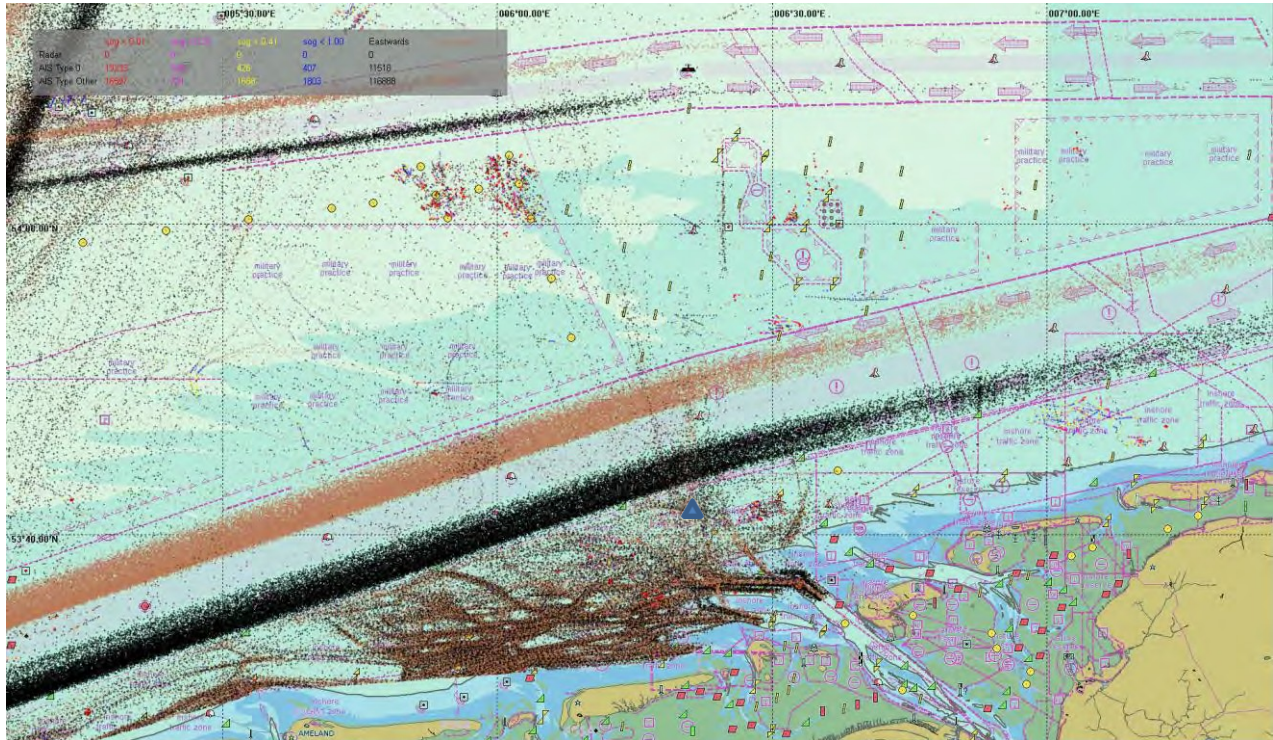
Figuur 4-1 Aantal verloren signalen in verhouding tot het totale aantal waarnemingen



#### 4.2.2 Verkeersstromen rond het perron

Op basis van de beschikbare AIS-gegevens wordt een overzicht gemaakt van de verkeerssituatie rond de verschillende locaties om enige achtergrondinformatie te verschaffen bij de uiteindelijke resultaten van de botsfrequenties.

Figuur 4-2 toont alle sporen (posities) van de in januari 2017 waargenomen vaartuigen, waarbij om de 6 minuten de positie van de vaartuigen wordt uitgezet.



*Figuur 4-2 Verkeerssituatie (alle schepen waargenomen met AIS) rond de wijde omgeving van het platform, januari 2017. De posities zijn uitgezet met intervallen van 6 minuten.*

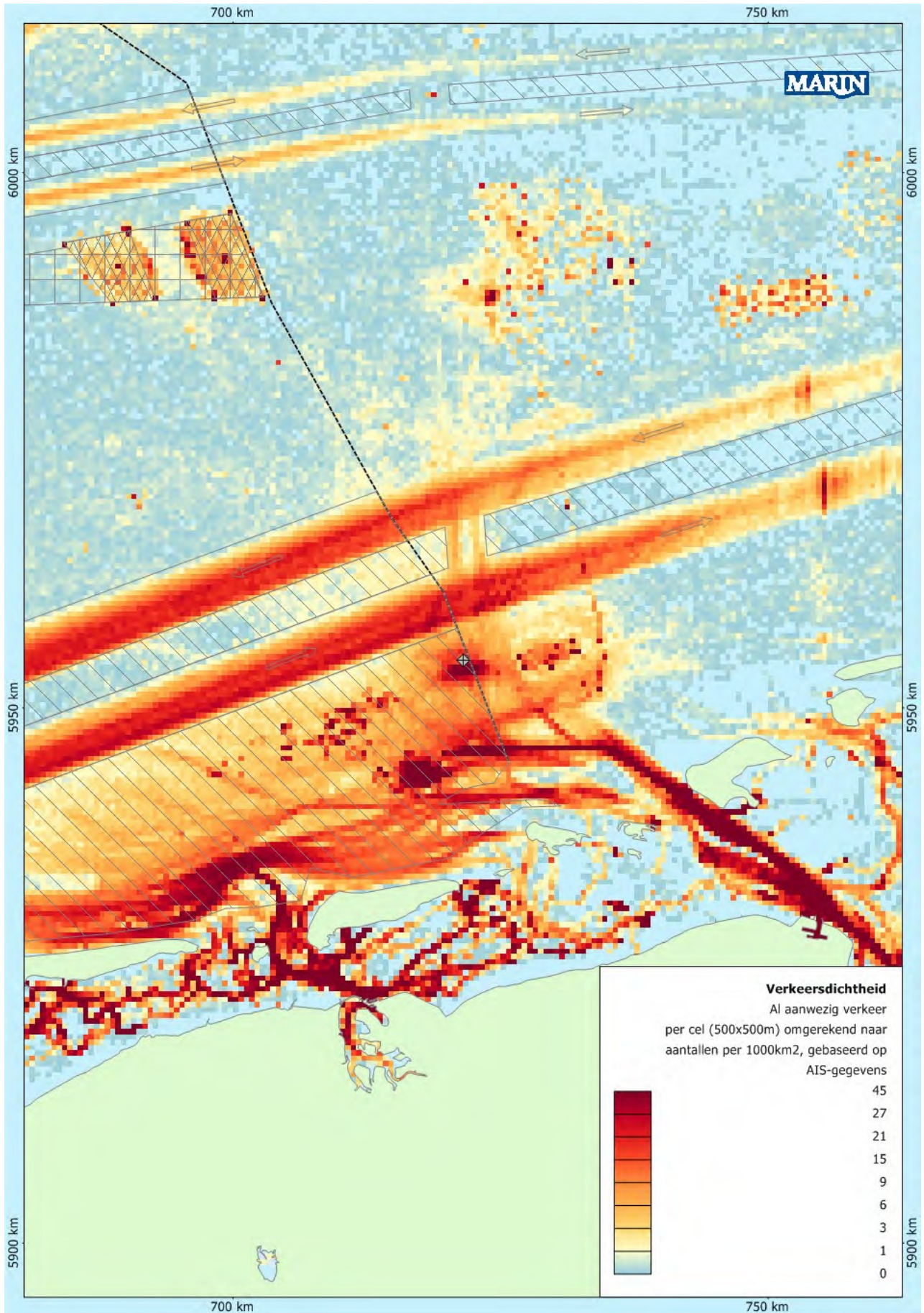
In Figuur 4-3 tot Figuur 4-6 worden op basis van AIS-gegevens over 2017 verschillende dichtheidsgrafieken getoond van de omgeving van de voorgestelde locatie van de platforms. In Figuur 4-3 wordt een dichtheidgrafiek getoond op basis van alle waargenomen schepen (niet-routegebonden en routegebonden samen). Figuur 4-4 toont een grafiek die alleen gebaseerd is op de routegebonden (koopvaardij)schepen. Duidelijk zichtbaar zijn de clearways aan de noordzijde van het platform en schepen die afslaan richting de haven van Ems.

Een zone met een hoge dichtheid is te vinden in het gebied rond de platformlocatie, zie Figuur 4-5. Op deze locatie houdt dit waarschijnlijk verband met offshore-activiteiten. Omdat werkschepen specifieke werkzaamheden uitvoeren, anders dan gewone vaarwerkzaamheden, zijn dit soort schepen buiten de analyse gelaten. De aantallen aanvaringsfrequenties zijn gebaseerd op de resultaten van de AIS-analyse zonder de schepen die als werkschip zijn opgenomen.

Bovendien is N5-A geen bestaand perron en houdt het huidige verkeer geen rekening met de geplande locatie. Al het andere verkeer in de bufferzone van 500 m is dus buiten beschouwing gelaten in de risicoanalyses.

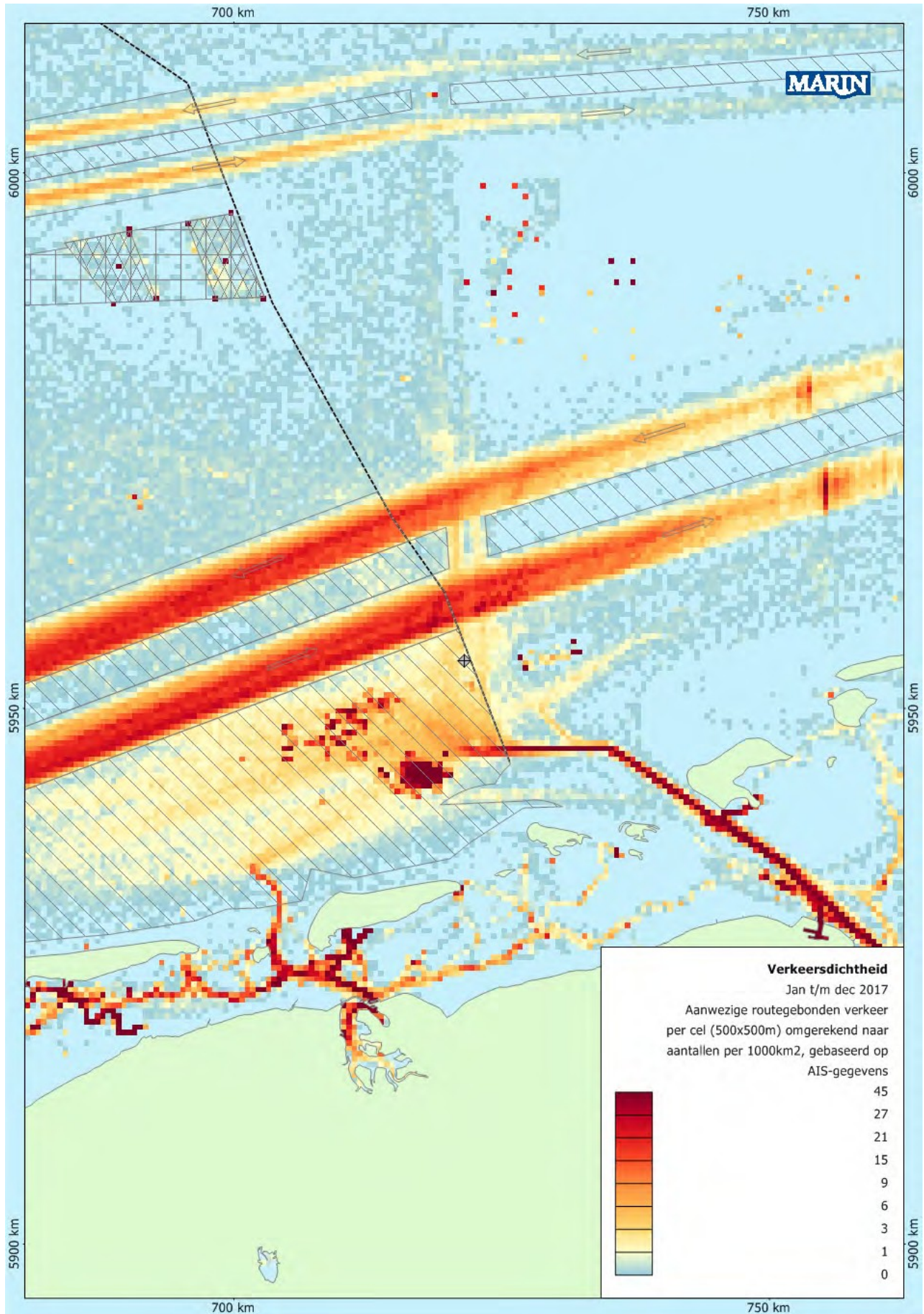
De dichtheid van alleen vissersvaartuigen, ten slotte, is te zien in Figuur 4-6.





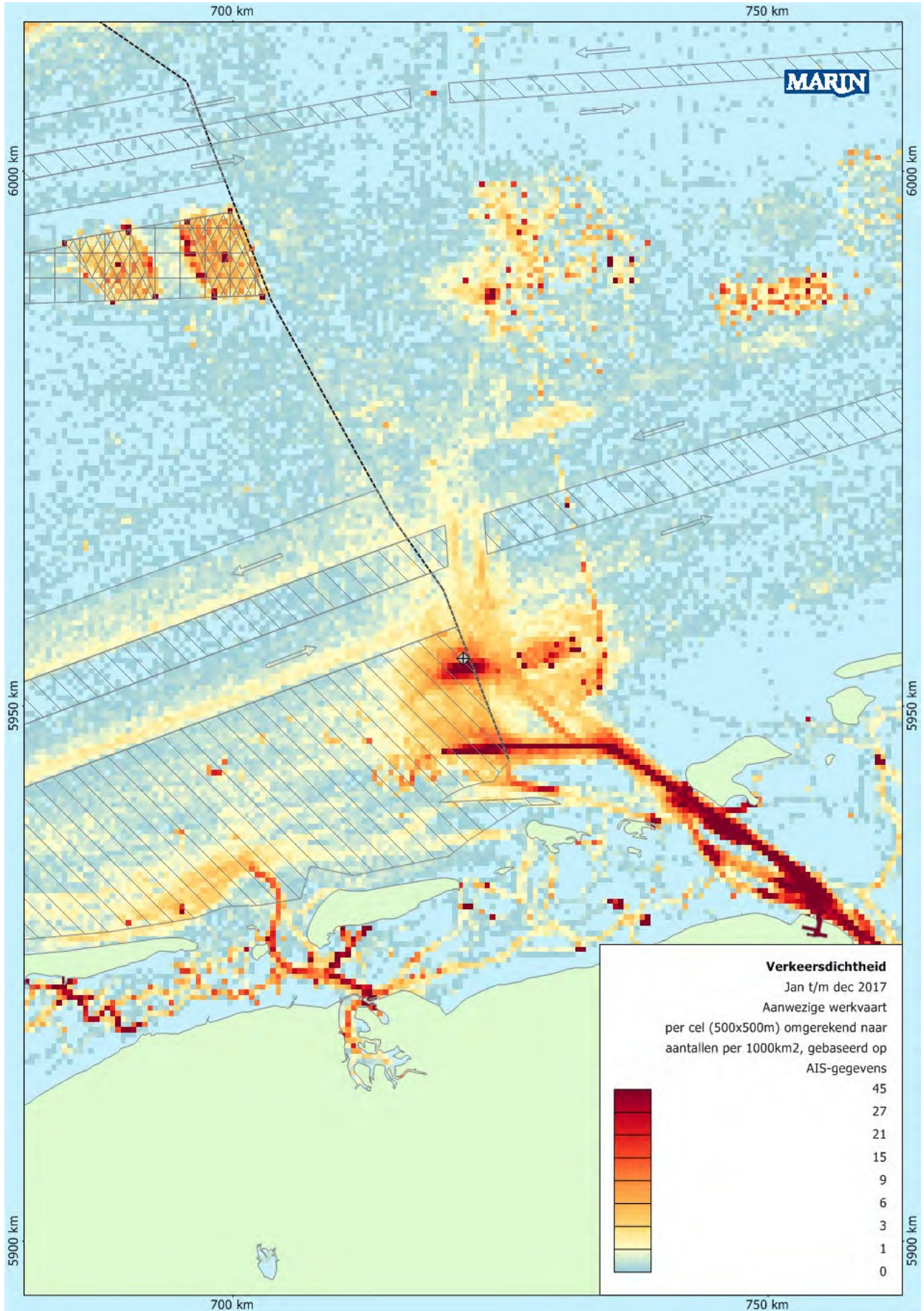
Figuur 4-3 Hittekaart van het verkeer rond het platform, op basis van AIS-gegevens over 2017, dichtheid voor alle scheepstypes (met AIS).





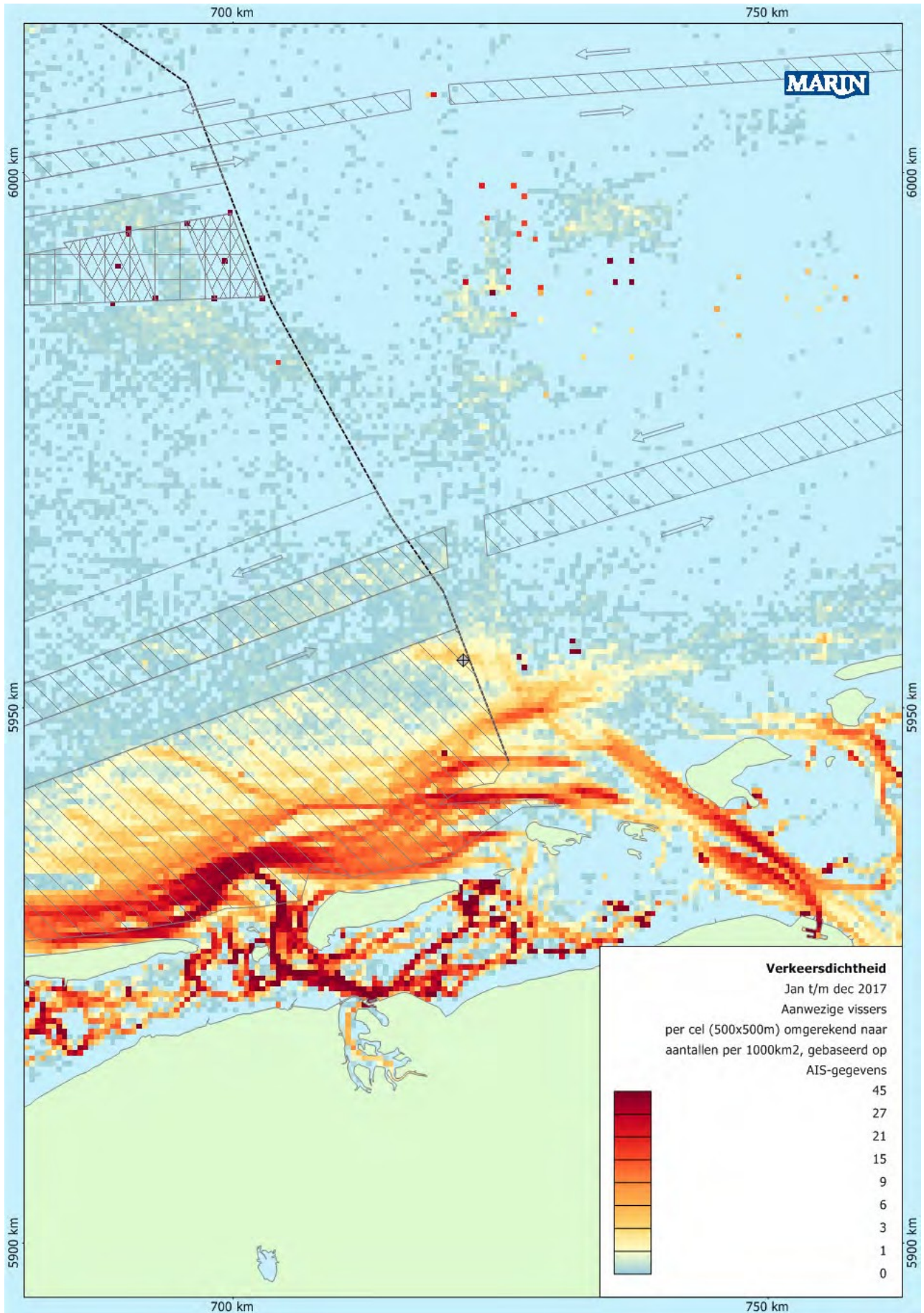
Figuur 4-4 Hittekaart van het verkeer rond het platform, op basis van AIS-gegevens over 2017, dichtheid voor routegebonden schepen (met AIS).





Figuur 4-5 Hittekaart van het verkeer rond het platform, op basis van AIS-gegevens over 2017, dichtheid voor alleen werkschepen (met AIS)





Figuur 4-6 Hittekaart van het verkeer rond het platform, op basis van AIS-gegevens over 2017, dichtheid voor alleen vissersvaartuigen (met AIS)

### 4.3 Risicobeperkende maatregelen

Bij de berekening van het risico in dit verslag is geen rekening gehouden met het risicoverlagende effect van de inzet van een noodsleepvaartuig (ETV). De Nederlandse Kustwacht exploiteert de Guardian, een noodsleepvaartuig dat stand-by is om in geval van nood bijstand te verlenen. Met de hulp van de Guardian neemt de kans op een driftende aanvaring af, omdat een drifter kan worden geholpen voordat hij een platform raakt. De Guardian kan een ramaanvaring niet voorkomen.

Aangezien het ETV in Den Helder is gestationeerd, wordt verwacht dat dit de kans op een driftende aanvaring op de beoordeelde platformlocatie niet zal verminderen. Naast de afstand is er geen garantie dat het ETV in de toekomst beschikbaar zal zijn. Om deze reden is het risicoverlagende effect van een ETV niet in de analyse meegenomen.

Tijdens speciale operaties zoals boren zal een ETV of stand-by vaartuig aanwezig zijn op de plaats van het platform. In deze analyses is de maximale omvang tijdelijk (ongeveer 30 maanden) en het omvat het platform en het booreiland (zie punt 4.1). Het risicoverlagende effect daarvan is in deze studie echter niet in aanmerking genomen. Dit betekent dat de gepresenteerde resultaten een *worst-case* scenario zijn

in het geval er een ETV aanwezig is.

Een andere risicobeperkende maatregel zou actief toezicht door een plaatselijk stand-by vaartuig of actief toezicht via AIS (vanaf de wal) kunnen zijn. Dit zou ramkoersincidenten kunnen voorkomen door passerende schepen preventief te waarschuwen wanneer zij op ramkoers liggen met een platform. Het is moeilijk om het werkelijke effect van de maatregel te "voorspellen", aangezien de afstand nog te klein zou kunnen zijn om alle ongevallen te voorkomen. In eerdere studies heeft het MARIN een reductiefactor van 30% op navigatiefouten gehanteerd voor de invoering van een VTS (Vessel Traffic Services) in een havengebied; dit was gebaseerd op een studie op basis van gegevens uit Rotterdam.

Actief toezicht op schepen in de nabijheid zou ook drijvende incidenten kunnen voorkomen, aangezien vroegtijdige detectie van deze drijvende schepen zou kunnen helpen voorkomen dat deze schepen op het platform reageren. Ook dit effect zal niet 100% zijn, aangezien de tijd om het op drift geraakte vaartuig te bereiken en het op drift geraakte vaartuig te "stoppen" veel groter kan zijn dan de tijd die het op drift geraakte vaartuig "nodig" heeft om het platform te bereiken.

## 5 RESULTATEN: AANVARIGSRISICO

In 5.1 worden de minimale karakteristieken van het N5-A platform minimum besproken (zie tabel 4-1). De tabellen voor het maximale silhouet (platform en booreiland) zijn opgenomen in de bijlage. In 5.2 worden de resultaten voor beide dimensies vergeleken.

### 5.1 Resultaten N5-A Minimum

De risicobeoordeling resulteert in frequenties van driftende- en rammende aanvaringen. Om enig inzicht te verschaffen in de gevolgen van de aanvaringen, worden de resultaten gepresenteerd per klasse van kinetische energie van de impact. De kinetische energie van het schip op het moment van de aanvaring wordt bepaald op basis van het scheepstype en de scheepsgrootte, alsmede de verwachte snelheid op het moment van de aanvaring. Deze snelheid wordt bepaald op basis van de AIS-gegevens op dat moment, met een reductie van 15% om rekening te houden met de *last minute* acties aan boord van de schepen. De driftsnelheid is afhankelijk van de wind- en stromingsomstandigheden, het scheepstype en de scheepssnelheid.

Tabel 5-1 bevat de frequenties per jaar voor het platform N5-A voor driftende en rammende energieklassen tot 200 MJoule. Boven deze waarde is de kinetische energie niet verder uitgesplitst, omdat verwacht wordt dat boven 200 MJ alle aanvaringen fatale gevolgen hebben voor het platform.

Uit de tabel volgt dat de totale aanvaringsfrequentie 0,00366 per jaar bedraagt. Dit betekent dat het platform naar verwachting eens in de 273 jaar in aanvaring zal komen. De tweede kolom toont de contactfrequentie als gevolg van een navigatiefout (rammende aanvaring) per energieklasse en de derde kolom toont de contactfrequentie als gevolg van een motorprobleem (driftende aanvaring). Hieruit blijkt dat de kans op een rammend-contact groter is dan die op een driftend-contact; een driftend-contact zal gemiddeld eens in de 711 jaar voorkomen en een rammend-contact eens in de 443 jaar.

In Tabel 5-1 wordt de totale frequentie van aanvaringen gegeven. Tabel 5-2 (rammen) en tabel 5-3 (driften) geven opnieuw de aanvaringsfrequenties, maar nu verdeeld over de verschillende scheepstypen. En tenslotte wordt de verdeling van de aanvaringsfrequentie over de scheepstypen en energieklassen gegeven in Tabel 5-4. Uit deze tabel blijkt dat 28% van alle rammingincidenten met koopvaardij-schepen (GDC/Bulk/ Container/Tanker) zal plaatsvinden met een aanvaring van meer dan 200 MJoule tot gevolg. Deze relatief hoge frequentie is een combinatie van de relatief grote schepen die de locatie passeren met de hogere snelheid van deze schepen en de korte afstand tussen de hoofdroutes en het platform. Dit betekent dat wanneer er aan boord iets fout gaat, de tijd om snelheid te minderen kort is, waardoor de snelheid bij impact nog steeds hoog is en dus ook de beschikbare kinetische energie.



Tabel 5-1 Botsingsfrequentie per jaar per energieklaas voor platform N5-A (62x35m)

| Energie Klasse [MJoules] | Rammen   | Drifting | Totaal   | Eens per ... jaar |
|--------------------------|----------|----------|----------|-------------------|
| <1                       | 5.43E-06 | 1.03E-03 | 1.03E-03 | 968               |
| 1-3                      | 7.54E-06 | 2.10E-04 | 2.17E-04 | 4599              |
| 3-5                      | 1.96E-05 | 3.82E-05 | 5.78E-05 | 17296             |
| 5-10                     | 4.59E-05 | 3.69E-05 | 8.28E-05 | 12080             |
| 10-15                    | 1.30E-05 | 2.41E-05 | 3.71E-05 | 26959             |
| 15-50                    | 3.48E-04 | 5.07E-05 | 3.99E-04 | 2507              |
| 50-100                   | 5.10E-04 | 1.35E-05 | 5.23E-04 | 1912              |
| 100-200                  | 2.70E-04 | 4.19E-06 | 2.75E-04 | 3642              |
| >200                     | 1.04E-03 | 3.79E-07 | 1.04E-03 | 965               |
| <b>Totaal</b>            | 2.26E-03 | 1.41E-03 | 3.66E-03 | 273               |
| <b>Eens per ... jaar</b> | 443      | 711      | 273      |                   |

Tabel 5-2 Vangfrequentie per jaar per sloopstypen en per energieklaas voor platform N5-A (62x35m)

| Energieklasse [MJoules]  | Rammen             |          |                     |          |          |
|--------------------------|--------------------|----------|---------------------|----------|----------|
|                          | GDC/Bulk/Container | Tanker   | Veer/Roro/Passagier | Vissen   | Totaal   |
| <1                       | 3.75E-06           | 4.98E-11 | 5.53E-08            | 1.63E-06 | 5.43E-06 |
| 1-3                      | 5.22E-06           | 6.52E-11 | 2.79E-07            | 2.04E-06 | 7.54E-06 |
| 3-5                      | 3.39E-07           | 6.13E-10 | 1.49E-08            | 1.93E-05 | 1.96E-05 |
| 5-10                     | 2.67E-05           | 1.67E-08 | 2.40E-07            | 1.90E-05 | 4.59E-05 |
| 10-15                    | 7.40E-06           | 9.22E-07 | 4.12E-07            | 4.29E-06 | 1.30E-05 |
| 15-50                    | 3.18E-04           | 1.20E-05 | 5.03E-06            | 1.27E-05 | 3.48E-04 |
| 50-100                   | 4.73E-04           | 3.07E-05 | 6.31E-06            | 5.96E-08 | 5.10E-04 |
| 100-200                  | 1.40E-04           | 1.03E-04 | 2.72E-05            | 0.00E+00 | 2.70E-04 |
| >200                     | 3.31E-04           | 2.98E-04 | 4.07E-04            | 2.42E-11 | 1.04E-03 |
| <b>Totaal</b>            | 1.31E-03           | 4.45E-04 | 4.46E-04            | 5.89E-05 | 2.26E-03 |
| <b>Eens per ... jaar</b> | 766                | 2248     | 2241                | 16974    | 443      |

Tabel 5-3 Frequentie van aanvaringen met drift per jaar per scheepstype en per energieklassen voor platform N5-A (62x35m)

| Energieklasse [MJoules]  | Drifting           |          |                         |          |          |
|--------------------------|--------------------|----------|-------------------------|----------|----------|
|                          | GDC/Bulk/Container | Tanker   | Veerboot/Roro/passagier | Vissen   | Totaal   |
| <1                       | 5.65E-04           | 1.90E-04 | 7.37E-05                | 2.00E-04 | 1.03E-03 |
| 1-3                      | 1.51E-04           | 3.22E-05 | 2.61E-05                | 3.63E-07 | 2.10E-04 |
| 3-5                      | 1.86E-05           | 1.34E-05 | 6.25E-06                | 1.62E-09 | 3.82E-05 |
| 5-10                     | 2.23E-05           | 5.57E-06 | 9.03E-06                | 0.00E+00 | 3.69E-05 |
| 10-15                    | 1.16E-05           | 2.34E-06 | 1.01E-05                | 0.00E+00 | 2.41E-05 |
| 15-50                    | 2.57E-05           | 3.81E-06 | 2.12E-05                | 0.00E+00 | 5.07E-05 |
| 50-100                   | 9.50E-06           | 1.79E-07 | 3.78E-06                | 0.00E+00 | 1.35E-05 |
| 100-200                  | 3.62E-06           | 3.16E-07 | 2.56E-07                | 0.00E+00 | 4.19E-06 |
| >200                     | 2.39E-07           | 1.38E-07 | 1.87E-09                | 0.00E+00 | 3.79E-07 |
| <b>Totaal</b>            | 8.07E-04           | 2.48E-04 | 1.50E-04                | 2.00E-04 | 1.41E-03 |
| <b>Eens per ... jaar</b> | 1239               | 4028     | 6650                    | 5003     | 711      |

Tabel 5-4 Verdeling van de aanvaringsfrequentie (ramming en drifting) over de verschillende energieklassen en scheepstypen voor het platform N5-A (62x35m)

| Energieklasse [MJoules] | % van alle rammen         |                         |        | % van alle driften        |                         |        |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------|--------|---------------------------|-------------------------|--------|
|                         | GDC/Bulk/Container/Tanker | Veerboot/Roro/passagier | Vissen | GDC/Bulk/Container/tanker | Veerboot/Roro/passagier | Vissen |
| <1                      | 0%                        | 0%                      | 0%     | 54%                       | 5%                      | 14%    |
| 1-3                     | 0%                        | 0%                      | 0%     | 13%                       | 2%                      | 0%     |
| 3-5                     | 0%                        | 0%                      | 1%     | 2%                        | 0%                      | 0%     |
| 5-10                    | 1%                        | 0%                      | 1%     | 2%                        | 1%                      | 0%     |
| 10-15                   | 0%                        | 0%                      | 0%     | 1%                        | 1%                      | 0%     |
| 15-50                   | 15%                       | 0%                      | 1%     | 2%                        | 2%                      | 0%     |
| 50-100                  | 22%                       | 0%                      | 0%     | 1%                        | 0%                      | 0%     |
| 100-200                 | 11%                       | 1%                      | 0%     | 0%                        | 0%                      | 0%     |
| >200                    | 28%                       | 18%                     | 0%     | 0%                        | 0%                      | 0%     |
| <b>Totaal</b>           | 78%                       | 20%                     | 3%     | 75%                       | 11%                     | 14%    |

Om enige informatie te verschaffen over de mogelijke gevolgen, is de totale aanvaringsfrequentie (rammen+driften) per platform bepaald per energieklassen (<50 MJoule en >50 MJoule). De resultaten zijn weergegeven in Tabel 5-5. Omdat het platform zich relatief dicht bij een scheepvaartroute bevindt, is de kans op een ramincident hiervoor de dominante aanvaringskans. Deze incidenten zullen met relatief hoge snelheid plaatsvinden en de passerende schepen zijn grotere schepen. Dit betekent dat de energie bij impact relatief groot is voor het platform. Dit resulteert in een aanvaringsfrequentie van eens in de 545 jaar bij grote impact (>50 MJoule) en eens in de 547 jaar voor kleinere impact (<50 MJoule).

Tabel 5-5 Totale aanvaringsfrequentie (ramming + drifting) per energieklassen en perronlocatie (62x35m).

| Plaats platform | Totale frequentie per jaar |             |          | Eens in de ... jaar |             |        |
|-----------------|----------------------------|-------------|----------|---------------------|-------------|--------|
|                 | <50 MJoules                | >50 MJoules | Totaal   | <50 MJoules         | >50 MJoules | Totaal |
| N5-A            | 1.83E-03                   | 1.83E-03    | 3.66E-03 | 547                 | 545         | 273    |

## 5.2 Vergelijk twee dimensies

In Tabel 5-6 worden het minimum- en maximumsilhouet van het platform N5-A vergeleken voor de totale frequentie per energieklassen. In het geval van de tijdelijk grotere afmeting (platform en booreiland) neemt het totale risico van ramming en drifting met bijna 50 procent toe.

Tabel 5-6 Totale aanvaringsfrequentie (ramming + drifting) per energieklassen en perronlocatie.

| Plaats platform | Lengte (m) | Breedte (m) | Totale frequentie per jaar |             |          | Eens in de ... jaar |             |        |
|-----------------|------------|-------------|----------------------------|-------------|----------|---------------------|-------------|--------|
|                 |            |             | <50 MJoules                | >50 MJoules | Totaal   | <50 MJoules         | >50 MJoules | Totaal |
| N5-A minimum    | 62         | 35          | 1.83E-03                   | 1.83E-03    | 3.66E-03 | 547                 | 545         | 273    |
| N5-A maximum    | 153        | 78          | 3.35E-03                   | 3.99E-03    | 7.35E-03 | 298                 | 250         | 136    |

**REFERENTIES**

- [1] Y. Koldenhof, C. van der Tak  
Botsingsrisico voor platform  
K1A  
MARIN, verslag 21056.620/1, juli 2006
- [2] C. van der Tak, C.C. Glansdorp  
Validatie en uitbouw MANS-scheepvaartmodel  
MSCN, OV040, februari 1994
- [3] M.J. Barratt, C. van der Tak  
Taak 1.1 Europese  
verkeersdatabank September 1993
- [4] C. van der Tak, P.R. Lyon, G.  
Trant Casualty Databank  
MSCN, OV001, juli 1994 EURET  
1.3 TAIE
- [5] C.C. Glansdorp, C. van der Tak  
Veiligheid van platforms in de  
Noordzee  
1<sup>e</sup> Wereldcongres over Veiligheid van Vervoer  
Delft, november 1992
- [6] C.C. Glansdorp, C. van der Tak  
Risicobeoordeling aanvaringen op zee (SOCRA)  
5<sup>e</sup> internationale conferentie Loss Prevention in the Oil and Gas Industry  
Aberdeen, UK 11-13 september 1995
- [7] W.E. Walker, M. Pöyhönen, C. van der Tak, J.H. de  
Jong POLSSS- - Beleid voor de veiligheid van de  
zeevaart  
RAND Europe / MARIN December 1998
- [8] C. van der Tak  
Bijwerking navigatiefoutenpercentage voor ramingen tegen  
platforms MARIN, 17159, Memo, juni 2001
- [9] C. van der Tak  
Bijwerking van het aantal slachtoffers  
in SAMSON MARIN, 18591.620/2,  
november 2003
- [10] Y. Koldenhof  
De uitdaging van risicobeoordeling op zee  
aangaan MARIN-verslag, nummer 100, augustus  
2010  
<http://www.marin.nl/web/News/News-items/Taking-on-the-challenge-of-risk-assessment-at-sea.htm>.
- [11] Y.Koldenhof, M.Hermans, C.van der Tak  
SAMSON: Technische Documentatie  
MARIN, 30751-4-MSCN-rev.0.2\_TechnischeDocumentatieSAMSON, maart 2019
- [12] <https://www.iala-aism.org/wiki/iwrap/index.php/SAMSON>

## AFKORTINGEN

|        |  |
|--------|--|
| AIS    | = Automatisch Identificatie Systeem                                  |
| ETV    | = Noodsleepvaartuig  |
| GPS    | = Global Positioning System  |
| GT     | = Brutotonnage   |
| LMIU   | = Lloyd's Marine Intelligence Unit                                   |
| MMSI   | = Maritime Mobile Service Identity                                   |
| SAMSON | = Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea |
| TSS    | = Verkeersscheidingsstelsel  |
| VTS    | = Vessel Traffic Services  |

# **BIJLAGEN**

**BIJLAGE 1      DESCRIPTION OF THE SHIP-OBJECT CONTACT MODEL  
VAN SAMSON**



## Beschrijving van het schip-voorwerp contactmodel

Bij de analyse van ongevallen vertonen zich twee oorzaken van contact tussen een schip en een voorwerp:

- een contact als gevolg van een navigatiefout,
- een contact ten gevolge van een mechanisch defect aan de motor of de stuurinrichting.

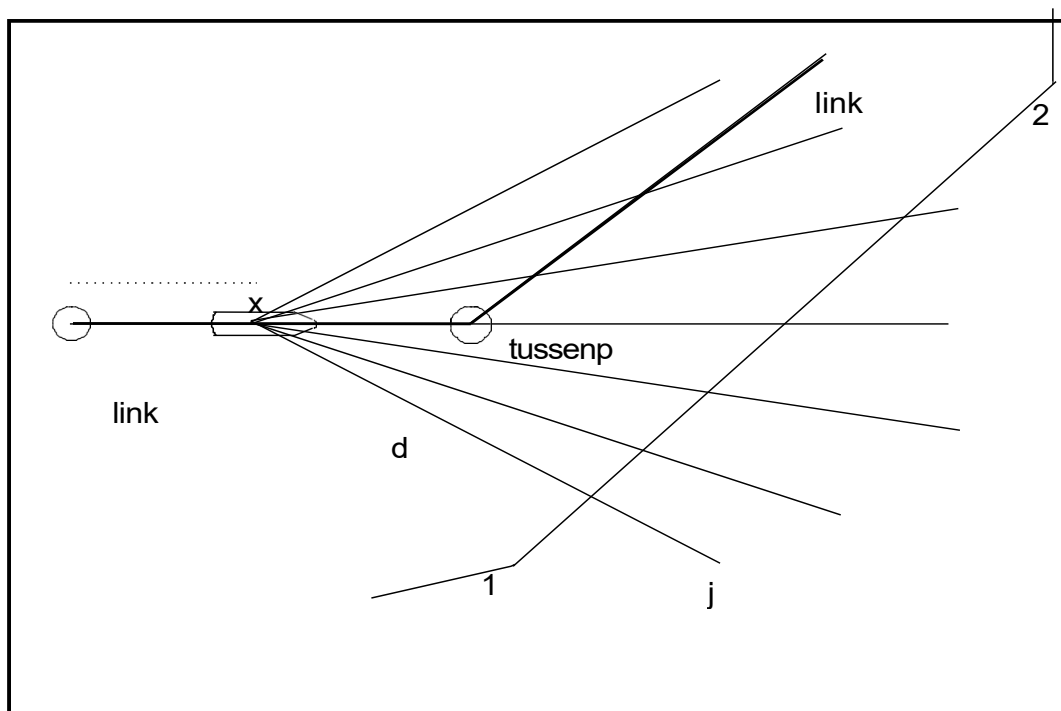
Het eerste type is het gevolg van een menselijk falen in de nabijheid van een voorwerp dat niet kan worden achterhaald of eerst wordt achterhaald na het "point of no return". In sommige gevallen is de overmacht te groot om met het vermogen aan boord te kunnen worden gecompenseerd. In deze gevallen heeft de navigator de fout gemaakt zich te dicht bij een object te bevinden en beschikt het schip over onvoldoende middelen om de situatie het hoofd te bieden.

Het tweede type is het gevolg van een stroomstoring in de buurt van een object.

Beide ongevalstypen hebben een gemeenschappelijk kenmerk: de vaartuigen bevinden zich dicht bij een object.

### Contact met een object ten gevolge van een navigatiefout (rammen)

In figuur B-1 is een vaartuig afgebeeld op een afstand  $x$  van het laatste waypoint. Het vaartuig gaat verder naar het volgende waypoint waar het vaartuig van koers moet veranderen. Voor een gegeven positie van het schip zijn 3 lijnen getekend aan weerszijden van het schipspoor met een interval van  $10^\circ$ . Het object nabij het schip wordt gedefinieerd als een selectie van rechte lijnen tussen verschillende punten. Deze rechte lijnen worden gekenmerkt door twee geografische posities. In de figuur worden zij aangeduid als 1 en 2.



Figuur B-1

Definitie van ramkans

Contact met het object (rammen) als gevolg van een navigatiefout kan op elke positie beginnen. De snelheid waarmee de navigatiefout optreedt wordt gelijk verondersteld aan de dienstnelheid. De afstand tot het object, die wordt uitgedrukt in het aantal scheepslengtes, wordt zowel voor de oorspronkelijke koerslijn als voor de zes nieuwe lijnen bepaald. De koerslijnen worden als volgt gewogen: 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.2, 0.1, 0.05. Het aantal scheepslengtes dat in elke richting naar het object beschikbaar is, geeft de beschikbare tijd aan die de navigator heeft om de gevolgen van zijn fout te beperken. De kans op een navigatiefout is als volgt gerelateerd aan de afstand:

$$p_{nav} = \int_{x_1}^{x_2} e^{-a \frac{d_\psi(x)}{L_i}} dx \quad (1)$$

met

|           |   |
|-----------|---|
| a         | = Gevaarlijke maatregel                                       |
| $d_\psi$  | = afstand van het schip op de link tot het object in richting |
| $L_i$     | = Schiplengte van klasse i                                    |
| x         | = Positie van het vaartuig op een verbinding                  |
| $p_{nav}$ | = waarschijnlijkheid van een navigatiefout                    |

De beste overeenkomst tussen het voorspelde aantal ongevallen en het waargenomen aantal werd gevonden voor  $a = 0,1$ . Dit betekent dat de kans op een contact door een navigatiefout op 6 scheepslengten meer dan 4 keer zo groot is als de kans na een navigatiefout op 20 scheepslengten afstand van het object.

De ramkans wordt nu gegeven door de volgende uitdrukking.

$$RO_k = \sum_{\psi} \sum_i p_\psi N_{ij} \int_{x_1}^{x_2} e^{-a \frac{d_\psi(x)}{L_i}} dx \quad (2)$$

met

|          |  |
|----------|--|
| $N_{ij}$ | = aantal vaartuigen dat verbinding j van vaartuigklasse i gebruikt |
| $p$      | = Waarschijnlijkheid van een koers in de richting                  |
| $RO_k$   | = Ramming kans voor een object op link k                           |

Het aantal contacten kan worden berekend wanneer de ramkans bekend is:

$$\#contacts_{NE} = CASRAT_{RO} \sum_k RO_k$$

met

|               |   |
|---------------|---|
| NE            | = navigatiefout   |
| $CASRAT_{RO}$ | = matrix met contactfrequentie voor contacten ten gevolge van een navigatiefout, 0.65 *10 <sup>-4</sup> voor elk schip. |

### Contact ten gevolge van een motorstoring (drifting)

Een contact met een voorwerp ten gevolge van een motorstoring kan in principe op elke plaats van het vaartuig worden geïnitieerd. Het vaartuig kan afdrijven in elke richting die door de omgevingsomstandigheden wordt aangegeven. De afstand tot de dichtstbijzijnde objectlijn is een maat voor de tijd die beschikbaar is om de motor te repareren. In dit model wordt ervan uitgegaan dat de drijfsnelheid afhankelijk is van de Beaufort-klasse.

De waarschijnlijkheid van een motorstoring met een bepaalde duur wordt bepaald aan de hand van de volgende gegevens:

- een storing tussen 2 en 6 uur heeft een frequentie van 3R
- een uitval van meer dan 6 uur heeft een frequentie van R

met

R = kans dat een vaartuig een motorstoring heeft van meer dan 6 uur (aantal/jaar)

De waarde van R wordt bepaald aan de hand van de Lloyds-slachtofferdatabank, waarbij ervan wordt uitgegaan dat alle schepen met een motorstoring van meer dan 6 uur worden bijgestaan door een sleepboot. Dit aantal is bekend. De overeenkomstige waarde van R is gelijk aan 10-6 /jaar.

Om te bepalen of het afdrijven resulteert in een contact met een voorwerp, moeten twee tijdstippen worden vergeleken:

1. de drifttijd: de tijd tussen het begin van de motorstoring en het moment dat het vaartuig een voorwerp raakt, en
2. de reparatietijd: de duur van de motorstoring.

Met andere woorden: er is sprake van een contact wanneer de reparatietijd van de motor

langer is dan de drifttijd. We veronderstellen dat het motorstoringspercentage kan worden

beschreven door een waarschijnlijkheidsfunctie als volgt:

$$p(t) = c e^{-t/T} \quad (4)$$

met

p(t) = waarschijnlijkheid van motorstoring op een bepaald tijdstip (t)

c = eerste motorstoring parameter

t = motor tijd falen

T = tweede motorstoring parameter

De parameters c en T worden berekend aan de hand van het aantal storingen met een duur van meer dan 6 uur en het aantal storingen tussen 2 en 6 uur.

$$c = 2.774R$$

$$T = 2.885$$

De waarschijnlijkheid dat de duur van de motorstoring groter is dan de drifttijd wordt als volgt gegeven:

$$P(t > t_s) = \int_{t_s}^{\infty} 2.774Re^{-t/2885} dt = 8Re^{-t_s/2885} \quad (5)$$

met  
 $t_s$  = afdrijftijd

Het aantal schepen dat het object op de gevarenmijl  $DM$  zal raken voor een gegeven verbinding  $k$  voor Beaufort schaal  $b$  kan worden bepaald door de bepaling van de *gevaarmijl*  $DM$ :

$$DM_{bk} = \sum_n \sum_{n\psi} \sum_i p_n p_{n\psi} N_{ik} \int_{x_1}^{x_2} P(t > d_{n\psi}(x) / v_{dbin}) dx \quad (6)$$

In this equation the following parameters are used:

$b$  = Beaufort klasse

$DM_{bk}$  = Gevaarmijlen voor schakel  $k$  en schaal van Beaufort  $b$

$d_n$  = afstand van een punt  $x$  op een schakel tot

het object  $i$  = scheepsklasse

$k$  = link

$n$  = beladingstoestand

$N_{ik}$  = Aantal vaartuigen van vaartuigklasse  $i$  op verbinding  $k$

$p_n$  = Waarschijnlijkheid van een windrichting

$p_{n\psi}$  = Waarschijnlijkheid van een beladingstoestand

$v_{dbin}$  = resulterende drijfsnelheid van schip  $i$  in beladingstoestand  $n$  bij schaalgetal

Beaufort  $b$

$X$  = De integratiegrenzen worden bepaald door de geografische beperkingen

$k, b, 8$

Het aantal contacten wordt bepaald door een sommatie van alle schakels, vermenigvuldigd met het motorstoringspercentage, en wel als volgt:

$$\#contacts_{EF} = CASRATE_{EF0-7} \sum_k \sum_{b=0}^7 p_b DM_{bk} + CASRATE_{EF8u}$$

$CASRATE_{F07}$  = Motorstoring voor 0-7 Beaufort

$CASRATE_{F8up}$  = Motorstoringspercentage voor 8-1 Beaufort

$p_b$  = Waarschijnlijkheid van Beaufort-klasse  $b$

## **BIJLAGE 2      BEREKENING VOOR HET MAXIMALE SILHOUET**

Tabel A-7 Botsingsfrequentie per jaar per energieklaas voor platform N5-A (153x78m)

| Energie Klasse [MJoules] | Rammen   | Drifing  | Totaal   | Eens per ... jaar |
|--------------------------|----------|----------|----------|-------------------|
| <1                       | 1.34E-05 | 1.86E-03 | 1.87E-03 | 535               |
| 1-3                      | 1.80E-05 | 3.39E-04 | 3.57E-04 | 2801              |
| 3-5                      | 5.80E-05 | 5.88E-05 | 1.17E-04 | 8562              |
| 5-10                     | 8.85E-05 | 5.47E-05 | 1.43E-04 | 6985              |
| 10-15                    | 3.57E-05 | 3.45E-05 | 7.01E-05 | 14258             |
| 15-50                    | 7.25E-04 | 6.95E-05 | 7.95E-04 | 1258              |
| 50-100                   | 1.16E-03 | 1.73E-05 | 1.18E-03 | 851               |
| 100-200                  | 6.29E-04 | 5.19E-06 | 6.34E-04 | 1576              |
| >200                     | 2.18E-03 | 4.70E-07 | 2.18E-03 | 458               |
| <b>Totaal</b>            | 4.91E-03 | 2.44E-03 | 7.35E-03 | 136               |
| <b>Eens per ... jaar</b> | 204      | 411      | 136      |                   |

Tabel A-8 Vangfrequentie per jaar per sloopstypen en per energieklaas voor platform N5-A (153x78m)

| Energieklasse [MJoules]  | Rammen             |          |                     |          | Totaal   |
|--------------------------|--------------------|----------|---------------------|----------|----------|
|                          | GDC/Bulk/Container | Tanker   | Veer/Roro/Passagier | Vissen   |          |
| <1                       | 8.81E-06           | 2.24E-10 | 1.13E-07            | 4.49E-06 | 1.34E-05 |
| 1-3                      | 6.55E-06           | 4.42E-09 | 3.53E-07            | 1.11E-05 | 1.80E-05 |
| 3-5                      | 1.14E-06           | 1.33E-09 | 1.07E-07            | 5.68E-05 | 5.80E-05 |
| 5-10                     | 3.93E-05           | 2.05E-08 | 8.12E-07            | 4.84E-05 | 8.85E-05 |
| 10-15                    | 2.05E-05           | 1.86E-06 | 3.24E-06            | 1.01E-05 | 3.57E-05 |
| 15-50                    | 6.49E-04           | 3.66E-05 | 1.05E-05            | 2.89E-05 | 7.25E-04 |
| 50-100                   | 1.05E-03           | 9.33E-05 | 1.46E-05            | 1.41E-07 | 1.16E-03 |
| 100-200                  | 3.73E-04           | 1.96E-04 | 5.94E-05            | 0.00E+00 | 6.29E-04 |
| >200                     | 7.73E-04           | 5.96E-04 | 8.16E-04            | 4.76E-11 | 2.18E-03 |
| <b>Totaal</b>            | 2.92E-03           | 9.24E-04 | 9.05E-04            | 1.60E-04 | 4.91E-03 |
| <b>Eens per ... jaar</b> | 342                | 1082     | 1105                | 6257     | 204      |

Tabel A-9 Frequentie van aanvaringen met drift per jaar per scheepstype en per energieklassen voor platform N5-A (153x78m)

| Energieklasse [MJoules]  | Drifting           |          |                         |          |          |
|--------------------------|--------------------|----------|-------------------------|----------|----------|
|                          | GDC/Bulk/Container | Tanker   | Veerboot/Roro/passagier | Vissen   | Totaal   |
| <1                       | 1.02E-03           | 3.34E-04 | 1.25E-04                | 3.80E-04 | 1.86E-03 |
| 1-3                      | 2.42E-04           | 5.03E-05 | 4.62E-05                | 6.66E-07 | 3.39E-04 |
| 3-5                      | 2.87E-05           | 2.02E-05 | 9.89E-06                | 2.66E-09 | 5.88E-05 |
| 5-10                     | 3.32E-05           | 8.25E-06 | 1.32E-05                | 0.00E+00 | 5.47E-05 |
| 10-15                    | 1.63E-05           | 3.36E-06 | 1.48E-05                | 0.00E+00 | 3.45E-05 |
| 15-50                    | 3.50E-05           | 5.38E-06 | 2.92E-05                | 0.00E+00 | 6.95E-05 |
| 50-100                   | 1.20E-05           | 2.29E-07 | 5.00E-06                | 0.00E+00 | 1.73E-05 |
| 100-200                  | 4.47E-06           | 3.99E-07 | 3.20E-07                | 0.00E+00 | 5.19E-06 |
| >200                     | 2.93E-07           | 1.75E-07 | 2.27E-09                | 0.00E+00 | 4.70E-07 |
| <b>Totaal</b>            | 1.39E-03           | 4.23E-04 | 2.43E-04                | 3.81E-04 | 2.44E-03 |
| <b>Eens per ... jaar</b> | 720                | 2367     | 4109                    | 2627     | 411      |

Tabel A-10 Verdeling van de aanvaringsfrequentie (ramming en drifting) over de verschillende energieklassen en scheepstypen voor het platform N5-A (153x78m)

| Energieklasse [MJoules] | % van alle rammen         |                         |        | % van alle driften        |                         |        |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------|--------|---------------------------|-------------------------|--------|
|                         | GDC/Bulk/Container/Tanker | Veerboot/Roro/passagier | Vissen | GDC/Bulk/Container/tanker | Veerboot/Roro/passagier | Vissen |
| <1                      | 0%                        | 0%                      | 0%     | 55%                       | 5%                      | 16%    |
| 1-3                     | 0%                        | 0%                      | 0%     | 12%                       | 2%                      | 0%     |
| 3-5                     | 0%                        | 0%                      | 1%     | 2%                        | 0%                      | 0%     |
| 5-10                    | 1%                        | 0%                      | 1%     | 2%                        | 1%                      | 0%     |
| 10-15                   | 0%                        | 0%                      | 0%     | 1%                        | 1%                      | 0%     |
| 15-50                   | 14%                       | 0%                      | 1%     | 2%                        | 1%                      | 0%     |
| 50-100                  | 23%                       | 0%                      | 0%     | 1%                        | 0%                      | 0%     |
| 100-200                 | 12%                       | 1%                      | 0%     | 0%                        | 0%                      | 0%     |
| >200                    | 28%                       | 17%                     | 0%     | 0%                        | 0%                      | 0%     |
| <b>Totaal</b>           | 78%                       | 18%                     | 3%     | 74%                       | 10%                     | 16%    |

Tabel A-11 Totale botsingsfrequentie (ramming + drifting) per energieklassen en perronlocatie (153x78m).

| Plaats platform | Totale frequentie per jaar |             |          | Eens in de ... jaar |             |        |
|-----------------|----------------------------|-------------|----------|---------------------|-------------|--------|
|                 | <50 MJoules                | >50 MJoules | Totaal   | <50 MJoules         | >50 MJoules | Totaal |
| N5-A            | 3.35E-03                   | 3.99E-03    | 7.35E-03 | 298                 | 250         | 136    |



