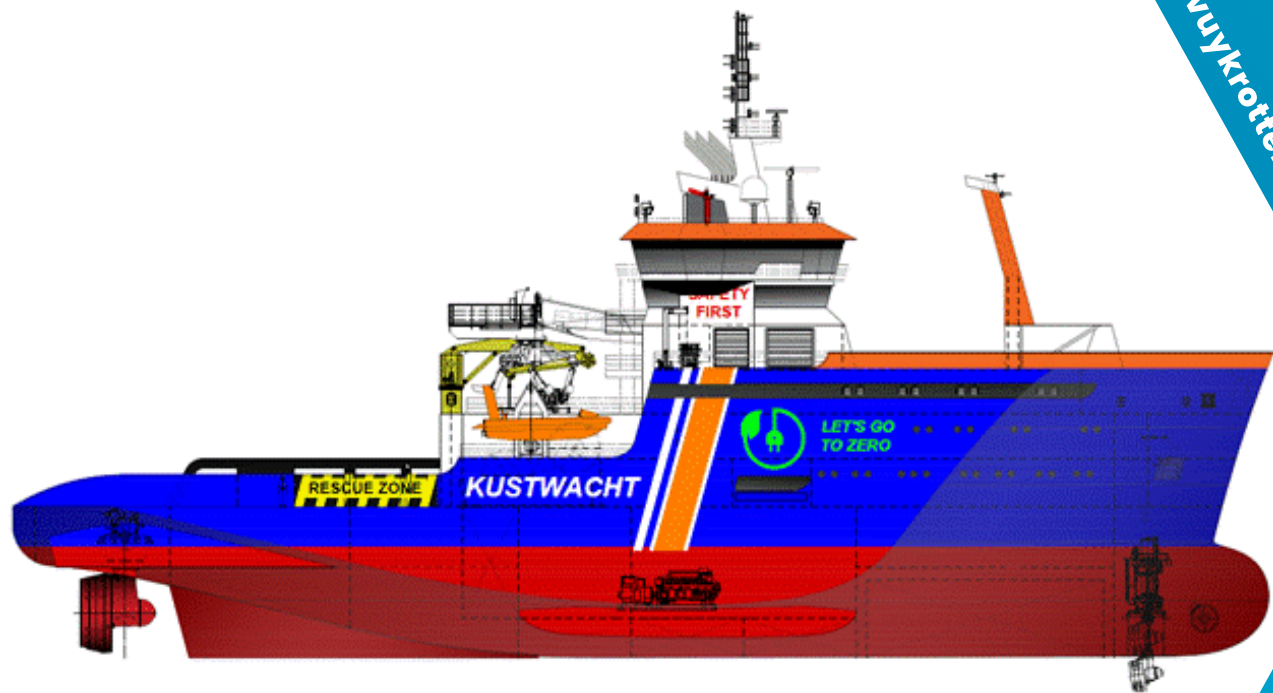


# Concept Ontwerp Rapportage

## ERTV 90% emissie vrij

### Rijksrederij



vuykrotterdam.com



# Concept Ontwerp Rapportage

ERTV 90% emissie vrij

prepared for  
**Rijksrederij**

document number  
**23153-ERTV Design Concept Rapport**

## Revision record

| revision | date        | status                  | from | checked | approved |
|----------|-------------|-------------------------|------|---------|----------|
| 00       | 24-May-2024 | For Client Review       | MdR  | LvdB    | LvdB     |
| 01       | 30-May-2024 | Updated client comments | LvdB | MdR     | MdR      |

### **Vuyk Engineering Rotterdam B.V.**

PO Box 4002, 3006 AA Rotterdam  
Lichtenauerlaan 2, 3062 ME Rotterdam  
The Netherlands

+31 (0)10 312 6400  
vuyk@vuykrotterdam.com  
www.vuykrotterdam.com



## Table of contents

|                   |                                                                  |           |
|-------------------|------------------------------------------------------------------|-----------|
| –                 | Revision record                                                  | 1         |
| <b>1</b>          | <b>Introductie</b>                                               | <b>3</b>  |
| 1.1               | Definities                                                       | 4         |
| 1.2               | Referenties                                                      | 4         |
| <b>2</b>          | <b>Basis Klanten Eisen</b>                                       | <b>5</b>  |
| <b>3</b>          | <b>Technische eisen Methanol als Accu systemen</b>               | <b>6</b>  |
| 3.1               | Bureau Veritas                                                   | 6         |
| 3.2               | Leverancier                                                      | 7         |
| <b>4</b>          | <b>Scheepsontwerp</b>                                            | <b>8</b>  |
| 4.1               | Inleiding                                                        | 8         |
| 4.2               | Hoofdafmetingen                                                  | 8         |
| 4.3               | Varende conditie-Maximale Snelheid                               | 11        |
| 4.4               | Gewichtsberekening;                                              | 12        |
| 4.5               | Hoofdafmetingen                                                  | 12        |
| 4.6               | Bollard pull                                                     | 12        |
| 4.7               | Energie opwekking                                                | 13        |
| 4.8               | Electrische Load balans                                          | 13        |
| 4.9               | Offshore E-charge installatie                                    | 13        |
| 4.10              | Voortstuwing                                                     | 14        |
| 4.11              | Methanol installatie                                             | 14        |
| 4.12              | Brandstoftank volume bepaling                                    | 14        |
| 4.13              | Ballast tanks                                                    | 15        |
| 4.14              | Overige ontwerp aspecten                                         | 16        |
| <b>5</b>          | <b>Overige Scheepsprestaties</b>                                 | <b>18</b> |
| 5.1               | DP prestaties                                                    | 18        |
| <b>Appendices</b> |                                                                  | <b>20</b> |
| Appendix A        | Besprekings verslagen – Offshore E-laad voorziening leveranciers | 21        |
| Appendix B        | Basis Klanten Eisen ERTV Rijksrederij                            | 38        |
| Appendix C        | Klasse Bureau Eisen– Methanol & Accu systemen                    | 46        |
| Appendix D        | Methanol equipment impressies                                    | 101       |
| Appendix E        | Thruster informatie                                              | 104       |



# 1 Introductie

De scheepvaart staat aan het begin van een belangrijke transitie wat betreft de voortstuwing van de schepen, het begin van een revolutie met een (gedeeltelijke) overstap naar alternatieve brandstoffen

Een belangrijk doel voor de Rijksrederij is om de emissie uitstoot significant te verlagen en om nieuwe ERTV-schepen te ontwikkelen die voor 90% emissievrij kunnen varen. Dit gedefinieerd als volgt;

- Ten minste 90 % van het energieverbruik van de schepen gedurende hun levensduur moet volledig elektrisch zijn.
- Het resterende energieverbruik moet afkomstig zijn van groene methanol, die voldoet aan de richtlijn hernieuwbare energie (Richtlijn (EU) 2018/2001).

In de rapportage aangegeven onder Ref. [01] is de haalbaarheid en het daarbij te verwachten operationele profiel vastgesteld voor het bovengenoemde doel. In de totstandkoming hiervan is duidelijk geworden dat de offshore laadvoorziening een cruciale factor hierin speelt. De haalbaarheid van het concept is direct hiervan afhankelijk. Bepalend is tot welke offshore weer en zee condities er nog gekoppeld kan blijven aan de laadvoorziening die zowel de accu van laadstroom voorziet als ook de lopende vermogens aan boord van de ERTV.

De hoofdconclusies van Ref. [01] zijn als volgt;

- De aangegeven doelstelling lijkt mogelijk wanneer er tot ca. 3.0 meter Hs aan een boei aangemeerd kan blijven en tot ca. 4.5m Hs op Dynamic Positioning de ERTV aangesloten kan blijven aan de laadvoorziening.
- De uitkomsten van berekeningen laten zien dat in dit scenario het realistisch mogelijk lijkt om voor ca. 88% op elektrische energie verbruik te functioneren.
- In geval van een hoger aandeel op Dynamic Positioning nabij de laad voorziening gekoppeld blijven, wat in enkele gevallen van laadsysteem uitvoeringen (volledig) van toepassing is, zal dit percentage verbeteren. In geval van volledig op Dynamic Positioning bedraagt het verwachte volledig elektrische energie verbruik aandeel ca. 94%.

In een aparte studie Ref. [02], is vastgesteld dat van verschillende alternatieve brandstoffen, Methanol als enige haalbare optie wordt gezien om toe te passen voor een ERTV-ontwerp.

Met bovenstaande resultaten vastgesteld is nagegaan of een concept ERTV-ontwerp mogelijk is waarin de benodigde elektrische als Methanol voorzieningen geïntegreerd kunnen worden. Beide energiedragers zijn in benodigde voorzieningen zeer afwijkend ten opzichte van de huidige diesel brandstof.

In deze rapportage wordt het ontwerpproces met analyses, keuzes, uitkomsten en conclusies vastgelegd.

De ontwerp eisen waar dit nieuwe ERTV-ontwerp aan dient te voldoen zijn ontvangen vanaf de Rijksrederij en in deze rapportage opgenomen in een apart hoofdstuk.



## 1.1 Definities

### 1.1.1 Afkortingen

|                     |                                                                                           |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dynamic Positioning | Het geautomatiseerd op positie blijven van een schip.                                     |
| ERTV                | Emergency Responce Towing Vessel                                                          |
| HAZID               | Hazard Identification (potentieel gevaar)                                                 |
| Hs                  | Significante golfhoogte; gemiddelde hoogte van hoogste derde deel van gemeten golven.     |
| LFF                 | Low Flashpoint Fuel; gaseous or liquid fuel having a flashpoint lower than 60°C or 140°F. |
| MPM                 | Most Probable Maximum                                                                     |
| PTI                 | Power Take In                                                                             |
| PTO                 | Power Take Off                                                                            |
| TBO                 | Time Between Overhaul                                                                     |

## 1.2 Referenties

### 1.2.1 Documenten

- [01] 23153-R01-Rev02-ERTV Concept Operationeel Profiel & Energie Consumptie studie.PDF
- [02] 23153-R02 Rev00-Study Alternatieve Brandstoffen (Energie Dragers) \_NL
- [03] 23153-R06 Rev00 Outline specification ERTV concept ontwerp
- [04] 23153-CN03-Weerstand en Vermogens berekening
- [05] 23153-012-004-Rev00-MeOH room Arrangements
- [06] 500-C01 Rev01 Electrical Load Balance
- [07] Basis Klanten Eisen ERTV-LV ontvangen per Email; Sat 10/28/2023 9:24 AM
- [08] 23153-R05-Rev00 Intact Stability



## 2 Basis Klanten Eisen

De Rijksrederij heeft als basis klanten eisen een overzicht ingezonden waarin alle voorwaarden, prestaties, limieten enz. in vermeldt staan.

Deze is opgenomen in Appendix-B.

Naderhand zijn enkele toelichtingen op minimale eisen via Email berichten ontvangen.

Deze zijn ook toegevoegd in de aangegeven Appendix.



## 3 Technische eisen Methanol als Accu systemen

### 3.1 Bureau Veritas

Het Beoogde ERTV ontwerp zal worden voorzien van een geheel andere uitvoering van energievoorziening dan de huidige operationele schepen.

Zowel de elektrische installatie met accu's als de Methanol brandstof vragen andere voorzieningen aan het scheepsontwerp welke vooral veiligheid 's gerelateerd zijn.

In Appendix-C zijn de Bureau Veritas Classificatie eisen gesteld bijgevoegd voor accu systemen als methanol systemen.

#### 3.1.1 ESS systeem

In geval voor het elektrische accu systeem betreft dit voornamelijk vereisten aan;

- De indeling als zeevast voorzieningen van accu opslag, ook in relatie tot de omvang van accucapaciteit die in dit ontwerp van toepassing is.
- De lucht en temperatuur condities in accu ruimtes.
- Veiligheidsvoorzieningen in geval van falende accu's, de zgn. "thermal-runaways".
- Voortstuwing op accu's; regelingen en veiligheid 's voorzieningen.

#### 3.1.2 Methanol

In geval van Methanol, wat geclassificeerd is als LFL type brandstof, betreft dit diverse veiligheid 's voorschriften & voorzieningen voor;

- Opslag van Methanol in tank(s).
- Leidingwerk & installaties van Methanol systemen.
- Motoren.
- Hazardous zones

#### 3.1.3 Design & safety statement

Ontwerpen voor Methanol en ESS gerelateerde opslag en systemen worden met de regelgeving dusdanig gemaakt om een haalbaar systeem ontwerp, indeling en benodigde voorzieningen zodanig te creëren waarbij veiligheid in operatie gegarandeerd wordt.

In een uiteindelijke ontwerp uitvoering wordt het geheel uiteindelijk via een zgn. HAZID studie geëvalueerd om zo de veiligheid te garanderen en eventuele aandachtspunten vooraf de bouw te mitigeren.

De belangrijkste ontwerpaspecten voor het opslag- en toevoersysteem voor methanol voor het ERTV-ontwerp worden aangegeven in de ref. [03]23153-R06 Rev00 Outline specification ERTV concept ontwerp hoofdstuk 720.

De belangrijkste ontwerpaspecten voor het batterijsysteem voor het ERTV-ontwerp worden aangegeven in de ref. [03]23153-R06 Rev00 Outline specification ERTV concept ontwerp hoofdstuk 502.2



## 3.2 Leverancier

Naast de eisen gesteld door Klasse Bureau bestaan er voor het ESS systeem aanvullende eisen dan wel aandachtspunten voor de accu systemen. Gedurende de uitwerking van het ERTV project zijn de volgende aangegeven;

- Minimale ruimte benodigd tussen de accu opstellingen voor onderhoud en eventueel verwisselen accu cellen bedraagt in geval van het EST Floatech Lite systeem 800 mm.
- Eventuele omvormers beter niet te voorzien in de ESS ruimtes, beter deze in de hoofdschakelbord ruimte op te stellen. Dit omdat deze (veel) meer warmte produceren dan de accu's waardoor benodigde ventilatie en HVAC sterk zouden moeten toenemen, terwijl deze in de hoofdschakelbord ruimtes al aanwezig zijn.
- Lucht verversing; Vaak wordt er afgeweken van de eisen gesteld door Classificatie omdat deze overmatig zijn waardoor de HVAC-voorzieningen overmatig groot uitgevoerd moeten worden. EST Floatech adviseert 2 à 3 luchtwisselingen per uur in plaats van de 8 gesteld door Klasse Bureau. De ervaring leert dat na overleg en afstemming deze aanpassing toegestaan worden.
- Uitvoering van luchtverversing dient een overdruk systeem toegepast te worden.
- Voor de lucht inlaten voor de ruimte ventilatie dienen zoutfilters toegepast te worden.
- Accu ruimtes dienen gesloten te zijn. Daardoor dienen er veiligheid 's protocollen in plaatst te zijn voor toegang aar deze ruimtes. Luchtkwaliteit dient gemonitord te worden.





## 4 Scheepson ontwerp

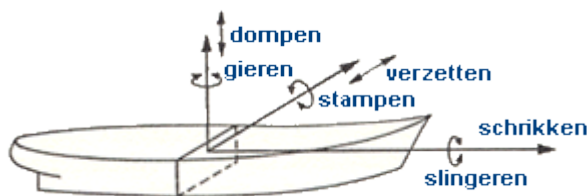
### 4.1 Inleiding

Vanuit de operationele studie uitgevoerd is vastgesteld dat het ERTV-ontwerp uitermate goede zeegangseigenschappen bij stand-by situatie dient te hebben om te kunnen voldoen aan de bepalende eis aan de laadvoorziening gekoppeld kunnen blijven tot een Hs. Van 4.5 m.

In deze meest extreme situatie aangenomen<sup>1</sup> dat voor elk offshore laadsysteem het mogelijk is dat de ERTV in een meest gunstige positie tegen de Weers en Zee invloeden zich kan positioneren wat in de praktijk zal inhouden dat het schip zich met de boeg gepositioneerd tegen de weers' en zee elementen.

Beperkte bewegingen en acceleraties hierbij cruciaal aangezien deze de haalbaarheid grotendeels bepalen.

Bewegingen zijn in geval van een schip op te delen naar zes (06) vrijheidsgraden. Dampen, gieren, stampen, verzetten, slingeren en schrikken.



Verzetten en schrikken voornamelijk gecontroleerd door het Dynamic Positioning systeem wat deze dient te controleren en te corrigeren om deze bewegingen binnen gestelde limieten dient te houden.

De prestaties van het Dynamic Positioning systeem spelen daarmee een zeer belangrijke factor om aangekoppeld te kunnen blijven aan de elektrische laadvoorziening.

Overige bewegingen zijn sterk afhankelijk van het scheepson ontwerp, qua gekozen hoofdafmetingen als eigenschappen van de scheepsromp.

Dit hoofdstuk beschrijft de uitwerking van verschillende ontwerp keuzes van het concept ERTV ontwerp, gebaseerd op uitkomsten uit analyses, dan wel op ervaring of literatuur.

### 4.2 Hoofdafmetingen

Dit hoofdstuk beschrijft alle aspecten die de hoofdafmetingen hebben bepaald van het Concept ERTV ontwerp.

#### 4.2.1 Stilliggend in stand-by modus

Vanuit de basis klant eisen gesteld; voor de bemanning een zo comfortabel mogelijk schip te creëren.

<sup>1</sup> Note; bevestigd door alle leveranciers betrokken en benadert bij dit project.



Zoals in de inleiding aangegeven speelt het scheepsontwerp een belangrijke rol in hoe het schip zich zal gedragen in de slechtere weer condities bij een stand-by conditie (stilliggend), daarbij aangesloten aan de laad voorziening.

Om een onderbouwde keuze van best mogelijke hoofdafmetingen te maken is een aparte analyse uitgevoerd waarbij vijf (05) verschillende scheepsvormen zijn beschouwd op te verwachten bewegingen.

Via systematische variaties is daarbij nagegaan wat de invloed is van korter/ breder/ langer /smaller vergeleken met een base case uitvoering.

De analyse is uitgevoerd in Ansys Aqwa software, welke gebruikt wordt voor diverse hydrodynamische analyses en effecten van golven, wind en stroming op drijvende en vaste offshore en mariene constructies. Verder informatie hierover kan gevonden worden op;

<https://www.inas.ro/en/ansys-structures-aqwa>

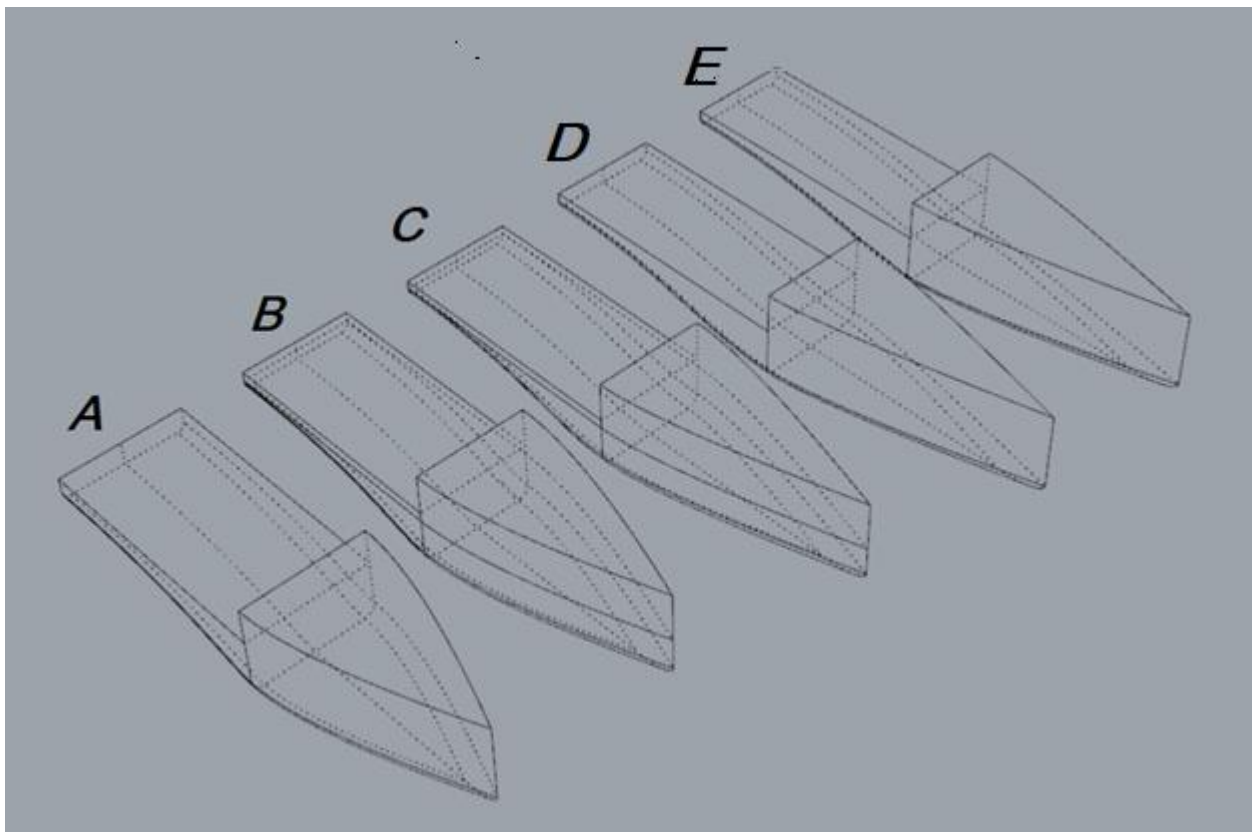
Voor elke uitvoering van ontwerp is een globale gewichtsberekening opgesteld waarbij de uitkomsten zijn aangepast op toegepaste afmetingen.

Daarnaast is voor elke afmeting een sterk versimpeld 3D lijnenplan gegenereerd welke voor elke uitvoering voldoen aan onderstaande hoofdgegevens. Daarmee zijn de uitkomsten niet 100% realistisch maar dienen ze (alleen) om onderlinge verschillen en prestaties tussen de verschillende rompen inzichtelijk te maken.

In onderstaande tabel een overzicht van hoofdgegevens, daarin aangegeven de gevolgde variaties (dik aangegeven) ten opzichte van elke romp ten opzichte van romp C.

|                               | Hull A       | Hull B       | Hull C | Hull D       | Hull E       |   |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------|--------------|--------------|---|
| Length overall                | 65.00        | <b>65.00</b> | 70.00  | <b>75.00</b> | 75.00        | m |
| Length between perpendiculars | 58.89        | 58.89        | 63.42  | 67.95        | 67.95        | m |
| Breadth moulded               | <b>16.80</b> | 15.50        | 15.50  | 15.50        | <b>14.50</b> | m |
| Depth moulded                 | 7.20         | 7.80         | 7.20   | 7.20         | 7.20         | m |
| Displacement                  | 3601         | 3601         | 3597   | 3638         | 3598         | t |
| Draught                       | 6.00         | <b>6.50</b>  | 6.00   | <b>5.70</b>  | 6.00         | m |
| LCB                           | 34.14        | 34.37        | 36.22  | 38.17        | 38.25        | m |
| VCG                           | 7.18         | 7.54         | 7.19   | 7.15         | 7.19         | m |

Onderstaand overzicht geeft de gebruikte rompvorm variaties aan.



De gevolgde globale benadering geeft de relatieve onderlinge verschillen in bewegingen.

Met de uitkomsten van deze analyse wordt duidelijk welke ontwerp richting qua hoofdafmetingen het beste gevolgd kan worden om te komen tot de meest gunstige beweging 's uitkomsten.

De verificatie is uitgevoerd onder de volgende omgeving 's condities;

|               |                |
|---------------|----------------|
| Hs            | 3.00 m         |
| Tp range      | 3.0 s - 27.0 s |
| Heading range | 0 - 180 deg    |

De hoofdconclusies uit deze uitgevoerde analyse zijn als volgt;

Verplaatsings acceleraties, beschouwd op zwaartepunts ligging;

- De langsscheepse en dwarsscheepse acceleraties zijn veruit het laagst bij romp model D en E.
  - Deze liggen op ca. 40% in vergelijking met de uitkomsten van de bredere varianten A en B welke de hoogste waardes vertonen.
- De verticale acceleratie ligt het laagst bij romp D en E.
  - Deze liggen in X richting op ca. 57% in vergelijking met de uitkomsten van de bredere varianten A en B, welke ook hierin de hoogste waardes vertonen.

De rol acceleraties zijn wederom veruit het laagst bij romp model D en E.

- Deze liggen tussen de 46% (Y) tot 58% (X) in vergelijking met de uitkomsten van de bredere varianten A en B, welke ook hierin de hoogste waardes vertonen.
- Voor de Z as ligt deze ca. op 50% in vergelijking met de uitkomsten van bredere varianten A en B.



#### 4.2.2 Conclusies;

- Vanuit de uitgevoerde variaties is vastgesteld dat een langere en smallere versie significante betere beweging 's waardes laat zien wat werkbaarheid en comfort aan boord aanzienlijk verhoogd.
- Aangezien de ERTV een zeer groot deel in stand-by situatie met de boeg tegen de weer en zee elementen gericht zal zijn, is de lengte invloed een belangrijkere parameter dan de breedte.

### 4.3 Varende conditie-Maximale Snelheid

Een belangrijke eigenschap voor het vernieuwde ERTV-ontwerp betreft de snelheid die het schip kan ontwikkelen. Het is van groot belang dat in geval van een noodsituatie of gevraagde inzet, er zo snel als mogelijk naar de plaats van benodigde hulp gevaren kan worden.

Dit in alle weersomstandigheden, ook (juist) in de meest slechte. De basis klanten eisen geven hierbij aan;

*"In slechtere weersomstandigheden, bijvoorbeeld bij Sea State 5-6, voldoende vaart kan blijven houden"*

In deze (uiterste) condities zodanig dat optredende bewegingen en acceleraties van het schip binnen operationele limieten vallen voor de schip & bemanning.

Een standaard AHTS-ontwerp bezit de bovenstaande eis niet en is hier niet specifiek op ontworpen. Tijdens (lange afstand) sleep operaties komt de snelheid van een dergelijk schip met sleep niet boven de ca. 8 à 10 kn, daarnaast kan er rekening gehouden met de gekozen vaarroute vanwege slechte(re) weersomstandigheden. In geval van een mobilisatie kan het schip de snelheid en route tijdelijk aanpassen naar de weer 's omstandigheden.

In geval van een ERTV-ontwerp is bovenstaande niet van toepassing, Er moet, wanneer nodig en in alle omstandigheden zo snel als mogelijk gereageerd kunnen worden.

Er is daarom gekozen om een aangepaste rompvorm toe te passen die betere eigenschappen geeft aan de ERTV-operaties, vooral bij slecht weer 's condities in stand-by dan wel vrijvarende condities.

Hierbij is gekozen om een (sterk) V-vormige type romp ontwerp toe te passen. Deze zorgt voor soepelere bewegingen in combinatie met hogere snelheden in ruwe, onstuimige zee condities. Een dergelijke rompvorm heeft daarnaast de eigenschap door water & golven te snijden (door de uitgesproken V vorm over de gehele lengte van de romp) in plaats dat, wanneer het uit de golven komt en weer terugvalt erop beukt (paaltje pikken). Wanneer dit effect optreedt, beperkt het de inzet van het schip enorm vanwege de piek acceleraties en als gevolg optredende belastingen naar schip & bemanning. Er dient dan snelheid te worden terug genomen om dit te voorkomen.

Naast bovenstaande toegepaste V-vormige bodem ontwerp is er gekozen om een hoge slanke boegvorm toe te passen die weinig uitwaaiing bezit. Dit heeft als effect dat door het hierdoor verminderde toenemende opdrijvend vermogen van het voorschip bij het in golven duiken, de opgaande beweging minder heftig wordt vertraagd wat een positief effect geeft op verminderde verticale acceleraties die hierbij optreden.

Voor het operationeel profiel moet het schip, in een noodgeval volgens de basis klanten eisen, een minimale snelheid kunnen halen van 15 knopen.

In de ontvangen basis klanten eisen aangegeven dat ERTV scheepsspecificaties dienen aan te tonen dat het schip, tevens onder mindere weersomstandigheden, bijvoorbeeld bij Sea State 5-6, voldoende vaart kan blijven houden.

Binnen de concept uitwerking is hier geen verdere analyse voor uitgevoerd<sup>3</sup>.



Echter, het is de verwachting dat het concept ontwerp met gekozen romp ontwerp in staat zal zijn om in slechtere weerscondities nog goede snelheid te kunnen houden.

De snelheid in vlak en diep water condities bedraagt 16.75 knopen, ruim boven de vereiste hierboven aangegeven waarde wat een ruime marge geeft naar het op snelheid varen in de slechtere weersconditie, dit echter ook sterk afhankelijk van de specifieke weersomstandigheden van toepassing.

#### 4.4 Gewichtsberekening;

Alle gewichten en zwaartepunt inschattingen zijn op basis van het concept algemeen plan met bijbehorende afmetingen, indelingen en equipment tot stand gekomen.

De diverse gewicht 's inschattingen zijn bepaald op basis van aanwezige statistische informatie voor constructies en systemen. Voor de diverse componenten zijn deze afgeschaald dan wel ingeschat vanaf informatie beschikbaar van diverse leveranciers.

De berekening is opgedeeld in totaal negen (09) hoofdgroepen die elk verder onderverdeeld worden naar specifieke subgroepen. Deze benadering van opsplitsing zorgt ervoor dat de uitkomst voor de concept fase van uitwerking een voldoende nauwkeurigheid bezit.

Elke individuele post heeft met deze benadering een beperkte invloed op de totaal uitkomst, bij een eventuele verandering of aanpassing is de invloed hiervan (zeer) beperkt.

#### 4.5 Hoofdafmetingen

Vanuit bovenstaande aspecten, analyses en overwegingen zijn onderstaande benodigde hoofdafmetingen vastgesteld.

|                   |   |         |
|-------------------|---|---------|
| Lengte over alles | : | 78.50 m |
| Lengte loodlijnen | : | 68.00 m |
| Breedte gemold    | : | 18.60 m |
| Holte             | : | 9.50 m  |
| Ontwerp diepgang  | : | 6.60 m  |
| Trim              | : | ca. 0 m |

#### 4.6 Bollard pull

De bollard pull is gebaseerd op Azimuth type thruster units. Binnen het concept ontwerp is de Kongsberg unit type US 60 gekozen.

Deze units leveren met een schroefdiameter van 4 meter, per stuk een (minimale) bollard pull van 90 ton bij 5500 kW ingaande vermogen.

Uitgangspunten verwerkt in het ontwerp bij het ERTV concept voor de bollard pull;

- Met 100% MCR werkende methanol generator sets kan een minimale bollard pull van ca. 150 ton gerealiseerd worden.
- Met support van het ESS systeem kan de bollard pull worden verhoogd tot 180 ton. De tijdsduur mogelijk is afhankelijk van beschikbare energieniveau binnen het ESS systeem.
  - Bij een volledig beschikbaar accu pakket bedraagt deze duur ca. 5.5 uur.



## 4.7 Energie opwekking

Voor de energieopwekking aan boord is er gekozen om 3 stuks MAN type generatorsets toe te passen die in zgn. Dual-Fuel uitvoering geschikt zijn voor methanol als brandstof.

De hoofdredenen voor de keuze als volgt;

- De verwachte jaarlijkse draaiuren voor deze motoren zullen significant laag zijn. In principe worden ze niet gebruikt, behalve tijdens ERTV inzet.
- Aspecten van stand tijden en TBO zijn in deze toepassing daarmee niet van (groot) belang.
- CAPEX, benodigde ruimte en gewicht zijn significant voordeliger bij de keuze van high speed type generator sets.
- DE gekozen generatorsets hebben het voordeel dat ze leverbaar worden in gelijkstroom uitvoering (DC) inclusief de mogelijkheid voor toeren variatie. Daarmee is het mogelijk dat wanneer in operatie deze sets in meest gunstige situatie draaien t.a.v. brandstof verbruik, dit in directe samenwerking met het ESS systeem en het power management systeem.
- Met het toepassen van drie sets kan er voldaan worden aan de minimale eis van 150 ton bollard pull.

## 4.8 Elektrische Load balans

In de elektrische load balans zijn alle elektrische verbruikers opgenomen, inclusief hun verwachte gemiddelde dan wel maximale (waar van toepassing) vermogens vraag. Hiermee zijn voor de elke bepalende operationele conditie apart de totale vermogens vastgesteld.

De volgende condities worden geheel door het ESS dan wel E-laad systeem van benodigd vermogen voorzien;

- |                                            |                   |
|--------------------------------------------|-------------------|
| ▪ Harbour Moored                           | Harbor E-charge   |
| ▪ Stand by/ Wait mode - favourable weather | Offshore E-Charge |
| ▪ Mobilization                             | ESS               |

Uitkomsten van benodigde vermogen in document ref [06] 500-C01 Rev01 Electrical Load Balance.

## 4.9 Offshore E-charge installatie

Vanuit alle gesprekken gevoerd (zie ook Appendix-A) is op dit moment nog niet vast te stellen welk type van offshore elektrische laadvoorziening er van toepassing zal zijn. Er zijn diverse leveranciers actief met elk eigen ontwerpen en uitvoeringen van systemen die nagenoeg allemaal zich nog in een ontwikkelingsfase bevinden.

In het algemeen plan zijn de verschillende uitvoeringen van koppelen aangegeven en is er voor een mogelijke boeg connectie rekening gehouden middels een apart dek huis met E- voorzieningen om de verwachte 11 of 6 KVa te transformeren naar 690V.



In de verdere ontwikkeling van het ERTV-project zal duidelijk worden welke voorziening er van toepassing zal worden en welke voorzieningen en locatie die vraagt.

#### 4.10 Voortstuwing

De voortstuwingsprestaties zijn afgeleid uit de bovengenoemde Azimuth thruster unit. De schroef eigenschappen van deze units zijn vastgesteld en op basis hiervan zijn de prestaties en benodigde vermogens afhankelijk van vrijvarende snelheid bepaald.

In het document ref [04] 23153-CN03-Weerstand en Vermogens berekening tonen de resultaten van berekening weerstand en voortstuwing analyse.

#### 4.11 Methanol installatie

Gebaseerd op informatie voor zo ver beschikbaar vanaf MAN.

Schematisch als indelingen technisch 1<sup>e</sup> opzet hiervan in tekening, zie ref. [05]23153-012-004-Rev00-MeOH room Arrangements.

Voorbeelden van equipment waarbij veel hiervan via zgn. skid uitvoeringen worden aangeleverd zijn voor impressie hiervan bijgevoegd in Appendix - D.

#### 4.12 Brandstoftank volume bepaling

De Methanol voorraad in het concept ontwerp voorzien is gebaseerd op de volgende uitgangspunten;

1. Minimaal mogelijk om 2 weken buitengaats te blijven volledig op Methanol.
2. Twee (02) scenario's waarbij de hoogste uitkomst bepalend is.

De meest bepalende uitkomst qua benodigde capaciteit is bepalend voor de te voorziene methanol voorraad.

Scenarion-1;

| Operational input data     |        | ERTV   | Standby | Mobilisation |
|----------------------------|--------|--------|---------|--------------|
| Nr of days                 | [days] | 2      | 11      | 1            |
| Nr. of hrs.                | [hrs.] | 48     | 264     | 24           |
| Average consumed power     | [kW]   | 13400  | 1400    | 1610         |
| Average consumed energy    | [kWh]  | 643200 | 369600  | 38640        |
| MeOH consumption           | [T]    | 226.4  | 130.0   | 13.6         |
| MGO consumption            | [T]    | 12.5   | 7.2     | 0.75         |
|                            |        |        |         |              |
| Safety value tank capacity | [%]    | 15%    |         |              |



| Operational input data |      | ERTV | Standby | Mobilisation |
|------------------------|------|------|---------|--------------|
| MeOH required capacity | [m3] | 535  |         |              |
| MGO required capacity  | [m3] | 27   |         |              |

Scenario-2;

| Operational input data     |        | ERTV   | Standby | Mobilisation |
|----------------------------|--------|--------|---------|--------------|
| Nr of days                 | [days] | 6      | 7       | 1            |
| Nr. of hrs.                | [hrs.] | 144    | 168     | 24           |
| Average consumed power     | [kW]   | 4550   | 1400    | 1610         |
| Average consumed energy    | [kWh]  | 655200 | 235200  | 38640        |
| MeOH consumption           | [T]    | 230.6  | 82.80   | 13.6         |
| MGO consumption            | [T]    | 12.7   | 4.6     | 0.75         |
|                            |        |        |         |              |
| Safety value tank capacity | [%]    | 15%    |         |              |
| MeOH required capacity     | [m3]   | 472    |         |              |
| MGO required capacity      | [m3]   | 24     |         |              |

Vanuit bovenstaande bedraagt de minimale benodigde capaciteit 535 m3 netto.

In het ontwerp toegepast is een capaciteit van 586 m3. (excl. Dag en afvoer tank)

#### 4.13 Ballast tanks

Om bij consumptie van alle brandstoffen als ook drinkwater, voldoende diepgang te behouden voor zeegang 's eigenschappen, om de schroeven voldoende onderwater te houden en te voldoen aan geldende stabiliteit eisen zijn ballasttanks in een sleepboot ontwerp een belangrijk hulpmiddel. Hiermee wordt verbruik gecompenseerd en bovengenoemde aspecten gewaarborgd. In het ontwerp zijn in totaal zes (06) ballasttanks voorzien in de bodem als achterschip constructie van het schip. Vanwege de toegepaste V-vormige bodem kunnen de tanks nagenoeg geheel leeg getrokken worden. Met behulp van de waterballast wordt ook de maximaal toelaatbare diepgang gecontroleerd welke niet meer dan 7 meter mag zijn vanuit operationele limieten.





## 4.14 Overige ontwerp aspecten

Onderstaand een overzicht van overige bepalende ontwerp aspecten bij de vaststelling van hoofdafmetingen;

- Uitvoering volledig elektrisch aangedreven voortstuwing;
  - Er is gekozen voor een ontwerp met volledig elektrisch voortstuwing.
    - Om te kunnen voldoen aan gestelde 90% emissie loze operatie eis, dient ook de mobilisatie van het schip volledig elektrisch uitgevoerd te worden. Deze conditie is bepalend voor het toe te passen accu systeem grootte. Er wordt hier geen voordeel behaald met een methanol directe voortstuwing 's systeem. De accu installatie benodigd, vereist significante elektrische installatie voorzieningen.
    - In geval van een methanol voortstuwing systeem zal, vanwege hierboven aangeven eis, er alsnog middels PTI-techniek in elektrische voorstuwing voorzien moeten worden. Dit vereist een significante elektrische installatie van minimaal ca. 2 MW vermogens capaciteit.
    - De jaarlijkse draaiuren van de methanol motoren in het ERTV-concept en bijbehorende operationele profiel zijn bijzonder (extreem) laag. Gezien dit aspect is bij een volledig elektrisch concept het mogelijk om zgn. high speed type generator sets (> 1800 rpm.) toe te passen met acceptabel TBO wat naar verwachting een gunstig effect geeft op de CAPEX in vergelijking met het toepassen van zgn. Medium speed (~900 a 1000 rpm) directe voortstuwing 's motoren.<sup>2</sup>
    - Boegschroeven; de twee (02) boegschroeven zijn elk ca. 1100 kW aandrijf vermogen, elektrisch aangedreven. In geval van ERTV inzet, in een methanol directe aandrijving uitvoering, dient dit vermogen dan wel door zgn. as generatoren (PTO) dan wel aparte methanol generator set(s) voorzien te worden. Dit vereist een zeer behoorlijke elektrische installatie van minimaal (inclusief rendements verliezen) ca. 2.4 a 2.5 MW vermogens capaciteit.
    - Toepassing azimuth hoofdvoortstuwing; uitmuntende Dynamic-Positioning eigenschappen welke voorwaarde is voor het in stand-by op positie kunnen blijven aan de laad voorziening tot zeer slechte weer en zeegang condities.
  - Met bovenstaande overwegingen is de verwachting dat de CAPEX-uitkomsten in vergelijking tussen een volledig elektrisch dan wel methanol direct aangedreven systeem, inclusief effecten op voortstuwing 's systemen globaal vergelijkbaar zullen zijn.
  - Volledig elektrische installatie;
    - Naar verwachting efficiënter, vooral gedurende ERTV inzet waarbij er weinig vermogen gevraagd wordt. Door meerdere generatorsets toe te passen kan er, afhankelijk van de vermogens vraag, het aantal benodigde sets ingezet worden, daarbij draaiend op meest efficiënte brandstof verbruik, mede ook door gebruik te maken van variabele toeren.
- Uitvoering Elektrisch/ Methanol;
  - Elektrisch;
    - Door de keuze van 90% energie verbruik door elektriciteit in combinatie met het operationele profiel van het schip, is er een ca. 20 MWh accucapaciteit benodigd.

---

<sup>2</sup> De combinatie van high speed directe voortstuwingsmotoren met ca. 4.0 meter schroefdiameter installatie daarbij ingeschat als technisch niet haalbaar gezien benodigde toerenreductie.



- In het ERTV is hiervoor een significante ruimte reservering benodigd, daarbij ook aspecten van ventilatie, HVAC als onderhoud 's ruimte in mee te nemen.
- Methanol;
  - In vergelijking met MDO als energiedrager, vraagt Methanol voor een vergelijkbare energie voorraad ca. 2.2 x zoveel opslagcapaciteit. Ondanks dat alleen ERTV inzet op Methanol wordt uitgevoerd vraagt dit nog steeds een aanzienlijke tank capaciteit in het ontwerp.
  - Voor alle methanol beschikbare motoren geldt dat er naast methanol ook diesel geïnjecteerd wordt. Deze dient als zgn. pilot fuel (onstekings brandstof). De benodigde hoeveelheid hiervan nodig hangt af van toegepaste motorenleverancier en varieert tussen minimaal 5% tot aan 30 à 40%. Binnen het ERTV-ontwerp is rekening gehouden met 30% capaciteit.
- De eerdergenoemde romp ontwerp keuzes geven de volgende effecten op de hoofdafmetingen van het ERTV-ontwerp.
  - De gekozen V-vorm geeft een verlies van waterverplaatsing, wanneer vergeleken met een vlakke bodem type ontwerp. Aan de onderzijde van de romp bevindt zich minder opdrijvend vermogen. Compensatie hiervan door aanpassing van hoofdafmetingen.
  - De V-rompvorm geeft wat verminderde stabiliteit 's prestaties dan een traditionelere scheepsvorm. Compensatie hiervan door aanpassing breedte.
- Gewicht zwaartepunt; effecten van uitvoeringen;
  - Accu pakket; totaalgewicht ruim ca. 200 ton, inclusief alle benodigde elektrische voorzieningen; permanent aanwezig, vanwege afmetingen systeem relatief hoog in het ontwerp geplaatst.
  - High Speed generator sets; relatief licht van gewicht wanneer vergeleken met medium speed type voortstuwingen 's motoren en bijbehorende voortstuwingen componenten zoals tandwielkast, schroefas, roeren en ondersteunende systemen. Positie, laag geplaatst in het schip.
  - Verhoogde dichte boeg ontwerp; ten opzichte van de operationele ERTV's, extra deklaag voorzien, daarmee geschikt voor ERTV inzet tijdens (zeer) slecht weer condities, voorkomen van overkomend groen water. Extra gewicht hoog geplaatst, mede hierdoor brug en dekhuis laag onder de brug, hoger geplaatst.
  - Walk to Work type voorziening, Ampelmann A-type unit; vanuit wensen Rijksrederij om inzet ERTV te vergroten alsmede dat enkele elektrische laad voorzieningen een motion compensated pick-up voorziening vragen, is deze in het ontwerp geïntegreerd. Deze unit weegt in totaal met benodigde voorzieningen ca. 25 ton en staat relatief hoog geplaatst op hartschip locatie.
- Stabiliteit 's Regelgeving;
  - Voor haven dan wel zeegaande sleepboten zijn er op 1 januari 2020 aanvullende stabiliteit eisen gesteld aan een ontwerp. Hierbij wordt de stabiliteit van een ontwerp getoetst aan de invloed van bollard pull die de sleepboot bezit (self tripping) dan wel de kracht opgewekt vanuit weerstand van de romp (tow-tripping) en het effect hiervan naar een slagzij moment wat hiermee opgewekt kan worden. De verwachting dan wel inschatting is dat dit verzwarende eisen stelt aan de stabiliteit 's prestaties van een ontwerp.
  - Deze eisen zijn preventief meegenomen in de stabiliteitsberekeningen in [08]23153-R05-Rev00 Intact Stability. Uit de stabiliteitsberekeningen blijkt dat het ontwerp voldoet aan deze extra eisen.



## 5 Overige Scheepsprestaties

### 5.1 DP prestaties

#### 5.1.1 Algemeen

Dynamische Positionering (DP) is een mogelijkheid voor schepen die wordt geboden door een integratie van verschillende individuele systemen en functies.

Een computerbesturingssysteem handhaaft automatisch de positie en koers van een schip door gebruik te maken van haar eigen schroeven.

Positie referentiesensoren, gecombineerd met windsensoren, bewegingssensoren en gyrokompassen, geven de computerinformatie over de positie van het schip en de grootte en richting van omgevingskrachten die de positie beïnvloeden.

Het computerprogramma bevat een wiskundig model van het schip dat informatie bevat over de wind- en stromingsweerstand van het schip en de locatie van de voortstuw units.

Deze informatie, gecombineerd met de sensorinformatie, stelt de computer in staat om de vereiste stuurhoek en thruster output voor elke thruster te berekenen. Dit maakt operaties op zee mogelijk waar aanmeren of verankeren niet mogelijk is zoals in geval van de ERTV liggend bij de offshore opklaad voorziening.

Dynamische positionering kan absoluut zijn, in die zin dat de positie is vergrendeld op een vast punt boven de bodem, of relatief ten opzichte van een bewegend object zoals een ander schip of een onderwatervoertuig. Het schip kan ook onder een gunstige hoek ten opzichte van wind, golven en stroming worden gepositioneerd.

#### 5.1.2 DP2

Het schip zal een DP2 notatie hebben, dit betekent dat het schip veilig zijn operatie af moet kunnen breken in het geval van een storing. Hierbij wordt gekeken naar de "Single Worst Failure". De SWF houdt in dat 1 onderdeel van het hele systeem kapot mag gaan en dat het schip dan nog steeds zijn positie moet kunnen houden.

De dieselelektrische installatie in combinatie met de ESS systemen is uitermate geschikt voor DP2. Daarnaast is de thruster opstelling ook geschikt voor DP2. De thrusters voor kunnen elkaar opvangen mocht er 1 uitvallen.

#### 5.1.3 ERTV prestaties

Er zijn voor het concept ontwerp geen aparte DP prestatie verificaties uitgevoerd.<sup>3</sup>

Indicatie van DP prestaties zijn daarmee nog onbekend. Echter, het mag verwacht worden dat met de gekozen uitvoeringen van thrusters en beschikbare vermogens er uitstekende prestaties van toepassing zullen zijn. De DP2 capaciteit zal berekent moeten worden om te bepalen tot welke weersomstandigheden veilig operaties uitgevoerd kunnen worden.

---

<sup>3</sup> Geen onderdeel van opdracht werkzaamheden



Voor het efficiënt op positie houden van het schip tegen wind en golven is een zgn. retractable type boegschroef thruster unit in het voorschip geïnstalleerd. In werking komt deze thruster unit onder het scheepsvlak uit en heeft de mogelijkheid om volledig 360° te roteren. Deze thruster qua uitvoering gekozen om tijdens het gekoppeld zijn aan de laadvoorziening het schip op positie te houden tegen de weer, wind en zeegang 's invloeden.

Het is de verwachting dat met alleen deze thruster operationeel, voor het grootste gedeelte van het jaar het schip in stand-by op positie gehouden kan worden en alleen in zeer slechte weerscondities de hoofd voortstuwing Azimuth units nodig zullen zijn om positie te behouden.

Deze thruster kan ingezet worden in geval van een walk to work of vergelijkbare type van operatie waarbij het schip zich dichtbij naast vaste offshore structuur zich moet positioneren en op positie moet blijven. Daarnaast kan deze thruster worden ingezet als boegschroef unit tijdens mobilisatie inclusief manoeuvreren in havens tijdens aan en afmeren. Voordeel van dit type thruster is de compacte bouw en de lage geluidsproductie.

Naast de aangegeven retractable unit is er een zgn. RIM type boegschroef voorzien. Deze wordt zowel gebruikt tijdens het manoeuvreren in de haven als de DP operaties waarbij deze een storing van de voorste thruster op moet kunnen vangen .

Informatie van bovenstaande als voortstuwings thrusters is opgenomen in Appendix-E.