



BETTER SHIPS, BLUE OCEANS

CONCEPTONTWERP HUB IN HET MARIPARK

Desk study

Eindrapport

Rapport Nr. : 36021-1-PO
Datum : juni 2025
Versie : 3.0

CONCEPTONTWERP HUB IN HET MARIPARK

Desk study

Eindrapport

MARIN opdrachtnr. : 36021
MARIN Project Manager : Jorrit-Jan Serraris

Aantal pagina's : 66

Opdrachtgever : Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Opdrachtverstrekking : Brief d.d. 15 november 2024
Referentie : 59101376

Auteurs : J.J. Serraris, J. van der Zanden
Gecontroleerd door : E.J de Ridder (MARIN), N. Berendsen (LVVN), P van der Wielen (I&W)

Versie	Datum	Omschrijving
1.1	December 2024	Draft
1.2	December 2024	Draft
2.0	Februari 2025	Draft na opmerkingen LVVN en I&W
3.0	Juni 2025	Definitief

INHOUDSOPGAVE**PAGINA**

OVERZICHT VAN TABELLEN, FIGUREN EN FOTO'S	IV
OMSCHRIJVINGEN	V
AFKORTINGEN	VI
1	INTRODUCTIE.....1
1.1	Achtergrond.....1
1.2	Uitgangspunten.....1
1.3	Doel.....1
1.4	Aanpak.....2
1.5	Kader.....2
1.6	Inhoud van dit rapport.....2
2	GEBRUIKERSEISEN.....3
2.1	Accommodatie.....3
2.2	Werkvaartuigen.....3
2.3	Werkdek.....3
2.3.1	Oppervlak.....3
2.3.2	Kraan.....3
2.4	Opslag onderdeks.....3
2.5	Overig.....4
2.6	Optioneel.....4
3	METROLOGISCHE EISEN.....5
3.1	Bestendigheid.....5
3.2	Werkbaarheid.....5
4	FUNCTIONELE ONTWERPEISEN.....6
4.1	Ondersteunende vaartuigen.....6
4.2	Aanlanden van vaartuigen.....7
4.3	Energetische infrastructuur.....8
4.3.1	Energie gebruik.....8
4.3.2	Energievoorziening.....8
4.3.3	Bunkeren van ondersteunende vaartuigen.....9
4.4	Reguliere verblijf en veiligheidsfuncties.....10
4.5	Veiligheidsmiddelen.....11
4.5.1	Werkfuncties.....12
4.6	Helikopterlandplaats.....13
4.7	Drone land- en dok plaatsen.....13
5	CONCEPTONTWERP VAN DE MARIPARK-HUB.....14
5.1	Selectie platform-typen.....14
5.2	Conceptontwerp afgemeerde barge.....15
5.2.1	Dok.....15
5.2.2	Afmeersysteem.....15
5.2.3	Hoofafmetingen en rompvorm.....16
5.2.4	Hydrodynamica.....16
5.2.5	Aansluiting op de energievoorziening uit het windpark.....17
5.2.6	Kranen.....17
6	NUL-SCENARIO (SOV/CSOV).....19
6.1	Overstappen.....19

6.2	Service Operation Vessel (SOV)	20
6.3	Commissioning Service Operation Vessel (CSOV).....	20
6.4	Investeringskosten (CAPEX)	21
6.5	Dagkosten.....	21
7	KOSTENSCHATTING MARIPARK-HUB	22
7.1	Investeringskosten (CAPEX)	22
7.1.1	Bakconstructie.....	22
7.1.2	Afmeersysteem, installatie en ontmanteling	23
7.1.3	Totale investering	23
7.2	Operationele kosten (OPEX)	24
7.2.1	Personeel	24
7.2.2	Energieverbruik	24
7.2.3	Onderhoud en reparatie	24
7.2.4	Kosten verband houdend met classificatie	24
7.2.5	Veerdienst naar wal	25
7.3	Indicatie totale dagkosten.....	25
8	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	26
	REFERENTIES	27
	TABELLEN	28
	FIGUREN	36
	FOTO'S	42
APPENDIX A	Platform-typen en beoordeling	
APPENDIX B	Maripark concepten opties voor afmeren van werkschepen	
APPENDIX C	Ondersteunende vaartuigen	

OVERZICHT VAN TABELLEN, FIGUREN EN FOTO'S

Tabellen in de tekst:

Tabel 7-1:	CAPEX barge	23
Tabel 7-2:	CAPEX afmeersysteem en installatie	23
Tabel 7-3:	Dagkosten berekening Maripark hub	25

Tabellen in de Tabellen sectie:

Tabel 1	Deelopdracht 1 – pakket van eisen.....	29
Tabel 2	Deelopdracht 1 – belangrijkheid	30
Tabel 3	Hoofdafmetingen & hydrostatica	31
Tabel 4	Metrologische condities.....	32
Tabel 5	Overzicht van turret mooring systemen	34
Tabel 6	Elektrische infrastructuur – regulier en Nood.....	35

Figuren in de tekst:

Figuur 4-1:	Mogelijkheden beschutten van ondersteunende vaartuigen	7
Figuur 4-2:	OHVS met drijvend kabel connectie naar maritieme infrastructuur (beyond-state-of-the-art)	9
Figuur 4-3:	CALM boei met yoke constructie (proven technology)	9
Figuur 4-4:	Laadstation voor elektrisch laden van schepen.....	10
Figuur 4-5:	Megawatt Charging System connector	10
Figuur 4-6:	Impressie 4,5 laags 16 x 30m accommodation module	11
Figuur 4-7:	Gesloten reddingsboot en Davit hijs systeem.....	11
Figuur 5-1:	Voorbeeld open dok	15
Figuur 5-2:	Voorbeeld dok, afgesloten met dek aan bovenzijde.....	15
Figuur 5-3:	Voorbeeld complexe turret tower met yoke	16
Figuur 5-4:	Voorbeeld CALM boei met yoke	16
Figuur 5-5:	Voorbeeld gantry kraan.....	18
Figuur 6-1:	Boatlanding aan de zijkant van een SOV	19
Figuur 6-2:	SOV	20
Figuur 6-3:	CSOV	21

Figuren in de Figuren sectie:

Figuur 1	Schematische tekening concept ontwerp	37
Figuur 2	Schets concept ontwerp.....	38
Figuur 3	RAO 400ft barge	39
Figuur 4	Knuckle boom crane lift karakterisistiek.....	40
Figuur 5	Voorbeeld Dek layout accommodatie module	41

Foto's in de Foto sectie:

Foto 1	Voorbeeld accommodatie module	43
--------	-------------------------------------	----

OMSCHRIJVINGEN

Begrip	Omschrijvingen
Maripark	Een knooppunt met basisinfrastructuur (zoals oplaadpunten, aanmeer- en opslagruimte, noodhulpvoorzieningen, en accommodaties) nabij of binnen een offshore windpark waar gebruikers diensten en goederen delen en gezamenlijk werken aan activiteiten die de realisatie van de transitie op de zee voor voedsel, natuur en energie bevorderen.
Gebiedspaspoort:	Zoals vastgelegd in een Handreiking Gebiedspaspoort welke is vastgesteld door het ministerie van BZK voor een specifiek windenergiegebied. (Min BZK 2020; Min I&W 2023, 2024)
(Maripark) Hub	Centrale infrastructuur waar meerdere medegebruikers van het Maripark gebruik van kunnen maken
Medegebruiker	Een ondernemer die productie- of onderzoeksactiviteiten ontplooit of energie opwekt in het Maripark
Gemeenschappelijke functies	Functies of diensten waar de meeste medegebruikers in een Maripark gebruik van maken
Bedrijfsafhankelijke functies	Functies of diensten die voor een specifieke gebruiker van belang zijn.

AFKORTINGEN

Afkorting	Omschrijving
CALM	Catenary Anchor Leg Mooring
CAPEX	Capital Expenditure
CSOV	Commissioning Service Operation Vessel
CTV	Crew Tender Vessel
EPCI	Engineering, Procurement, Construction and Installation
ERTV	Emergency Response Tug Vessel
H ₂	Hydrogen
H _s	Significante golfhoogte
HVDC	High Voltage Direct Current
IAC	Inter Array Cable
MGO	Marine Gas Oil
MUO	Multi Use Operator
OHVS	Offshore High Voltage Station
OPEX	Operational Expenditure
O&M	Operations & Maintenance
OWT	Offshore Wind Turbine
PSV	Platform Supply Vessel
RWS	RijksWaterStaat
SOV	Service Operations Vessel
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit
WFO	Wind Farm Operator

1 INTRODUCTIE

1.1 Achtergrond

Vanwege de grote ruimtelijke druk op de Noordzee en Baltische zee wordt slim omgaan met de ruimte steeds urgenter. Medegebruik binnen windparken op de Noordzee is reeds sinds langere tijd mogelijk. Voor een aantal winparken is hiervoor een gebiedspaspoort opgemaakt, die duiden waar ruimte is voor welk type functie/medegebruik binnen windparken. Tot op heden komt de ontwikkeling van medegebruik van windparken zeer moeizaam tot ontwikkeling. De windparken liggen relatief ver van de kust en havens af. Dit betekent dat initiatiefnemers geconfronteerd worden met aanzienlijke meerkosten om activiteiten te kunnen ontplooiën. Daarom wordt er door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) aandacht besteed aan de ontwikkeling van het Maripark. Het Maripark omvat een hub binnen het windpark voor het uitvoeren van activiteiten tijdens de operationele fase voor de verschillende medegebruikers.

De overheid is op zoek naar welke rol zij zou moeten innemen bij de ontwikkeling van een Maripark. In de initiatiefase van een Maripark kunnen meerdere scenario's (3 à 4) worden gevolgd over de mate van diensten van de overheid en de economische opbrengst (voedsel- en energiewinning). Het minimum scenario is dat de overheid alleen haar wettelijke taken (zoals een vergunning) uitvoert en het initiatief aan de markt laat. Het maximum scenario is dat de overheid maximaal faciliteert en voorziet in diensten zoals verzekering, infrastructuur (haven/aanlegplek/ankers), monitoring, onderzoek etc.

Om de rol van de overheid goed in beeld te kunnen brengen is het traject om te komen tot de 3 à 4 scenario's opgedeeld in 3 deelonderzoeken:

- I Inventarisatiestudie: Opstellen dienstenpallet en programma van eisen
- II Technisch concept en begroting voor de Maripark-hub
- III Rol van de overheid

De huidige studie beslaat deelopdracht II: een technisch conceptontwerp en begroting van de Maripark-hub.

1.2 Uitgangspunten

Bij de studie zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Uitvoering: het (Pilot) Maripark moet realiseerbaar zijn binnen 5 jaar. Om dit te realiseren wordt zoveel mogelijk uitgaan van bestaande technieken en methodes. Toegepaste technieken zijn “*proven technology*” of “*near market*”.
- Locatie: Windenergiegebied meer dan 30 *nautical miles* van de kust / 2 uur varen (binnen deze afstand is aannemelijk dat dagelijkse vaart tussen de wal en het windpark de meest kostenefficiënte aanpak is). Een locatie tussen Borssele III en IV, nabij platform Borssele Beta, komt in aanmerking voor een Maripark-hub.
- Deze studie gaat over een pilot Maripark-hub in de operationele fase. Er is niet uitgegaan van (tijdelijke) behoeftes van partijen tijdens de constructiefase.

1.3 Doel

Het doel van deze studie is:

- Tot een conceptontwerp te komen van de maritieme infrastructuur van een hub in het Maripark.
- Een indicatie te geven van de CAPEX/investeringskosten (orde van grootte is belangrijker dan het exacte bedrag). Hierin wordt uitgegaan van het een kostenschatting van de gehele EPCI.
- Een indicatie te geven van de OPEX per jaar (orde van grootte is belangrijker dan het exacte bedrag).

1.4 Aanpak

Dit rapport beslaat deelopdracht II): het uitwerken van een conceptontwerp. Hiervoor is de inventarisatiestudie (Winckers 2024) uit deelopdracht I) gebruikt als basis. De gebruikerseisen zijn geprojecteerd op bestaande maritieme platform typen. Hieruit is een selectie gemaakt van de twee meest geschikte platformtypen. Hierin zijn op conceptniveau de eisen verwerkt. Tenslotte is een kostenschatting gemaakt van zowel investerings- als operationele kosten (CAPEX/ EPCI en OPEX). Het conceptontwerp en de kostenschatting is gezamenlijk door MARIN en Marstrat uitgewerkt en tot stand gekomen op basis van kennis en ervaringen met maritieme constructies van MARIN en Marstrat.

1.5 Kader

Binnen het huidige conceptontwerp van de hub wordt wel uitgegaan van:

- Gebruikerseisen uit de inventarisatiestudie (Winckers 2024): Pakket van eisen, waaronder aanwezigheid van werkschepen en een veerdienst tussen de wal en het Maripark.
- Aansluiting van de hub op het OHVS-station binnen het windpark en leveringszekerheid van elektriciteit.
- Een grote CTV als veerdienst tussen de hub en de wal voor het vervoer van personen en onderdelen. Er is uitgegaan van 1 veerdienst per week. De frequentie kan nader worden afgestemd op de wensen van de gebruikers en/of gedurende het jaar variëren.

Het huidige conceptontwerp van de hub gaat niet uit van:

- Inzetbaarheid van de Maripark-hub tijdens de constructiefase van het windpark of medegebruiksfaciliteiten. Voor de constructie en aansluiting van medegebruiksfaciliteiten zijn mogelijk aanvullende werkschepen benodigd. De Maripark-hub is niet ontworpen voor ondersteuning van deze werkschepen. Wel kan, waar mogelijk, gebruik worden gemaakt van het Maripark.
- Afmeerconstructies of aansluitingen van de medegebruiksfaciliteiten. Deze zijn te divers om als generieke infrastructuur mee te nemen in het conceptontwerp van de hub. Uitgangspunt is dat gebruikers zelf zorg dragen voor de hun installaties en de installaties daarvan.
- Vaartuigen van de gebruikers. De vaartuigen worden door de gebruikers zelf aangeleverd.
- De compatibiliteit van de hub met het ERTV-concept van de Kustwacht. Zowel het ERTV-concept als het Maripark bevinden zich momenteel nog in de conceptontwerpfase. Wanneer beide conceptontwerpen afzonderlijk zijn uitgewerkt kan de mogelijkheid tot integratie van de ontwerpen worden beschouwd.

1.6 Inhoud van dit rapport

Dit rapport bestaat uit de volgende delen:

- Hoofdstuk 2 geeft een samenvatting van de gebruikerseisen uit de inventarisatiestudie.
- Hoofdstuk 3 geeft aanvullende metrologische eisen op basis van bestendigheid en werkbaarheid.
- Hoofdstuk 4 geeft eisen waar de hub vanuit diens functie aan dient te voldoen.
- Hoofdstuk 5 geeft het conceptontwerp van de hub en een reguliere SOV als nul-scenario.
- Hoofdstuk 7 behandelt de kosten van de hub en het nul-scenario.
- Hoofdstuk 8 geeft conclusies en aanbevelingen.

2 GEBRUIKERSEISEN

In de inventarisatiestudie (Winckers 2024) zijn de gebruikerseisen in kaart gebracht. De gebruikerseisen uit de inventarisatiestudie zijn overgenomen in Tabel 1 en hieronder kort toegelicht. De belangrijkheid bepaald in de inventarisatiestudie is weergegeven in Tabel 2.

2.1 Accommodatie

De accommodatie biedt onderdak aan 80 personen, waaronder technici (48), maritiem personeel (8), kwekers/ vissers (5), reserve (5) en bemanning van de hub (12).

Continue aanwezigheid van zo'n 56 technici en ondersteunend personeel is voorzien. Periodieke aanwezigheid van zo'n 10 personen is voorzien. Aangenomen is dat de bezetting in de voorjaar-, zomer- en najaarsperiode het grootst is en in de winter beperkt.

2.2 Werkvaartuigen

Op basis van de het pakket van eisen en aansluiting bij het Mariparkconcept is voorzien dat de volgende schepen gebruik zullen maken van de hub:

- 4 continue beschikbare werkschepen binnen het windpark en 2 extra schepen in bepaalde periodes. De gewenste schepen zijn volledig elektrisch en vereisen een minimale laadvermogen van 500 kW. Deze schepen worden ingezet voor het transport van personen en uitvoeren van operaties binnen het windpark, zoals het oogsten van teeltproducten. Deze schepen verblijven continue in het windpark en bij de hub. Deze schepen hebben een vaste aanlegconstructie op de hub.
- 1 veerdienst tussen de hub en de wal. Geschikt voor het vervoer van 24 personen en 4 TEU.

De compatibiliteit van de hub met het ERTV-concept van de Kustwacht is niet in het pakket van eisen opgenomen (alleen accommodatie en opslagfunctionaliteiten voor de Kustwacht op de hub).

2.3 Werkdek

2.3.1 Oppervlak

Het werkdek bedraagt minimaal 750 m², waaronder de mogelijkheid tot het plaatsen van 20 TEU.

2.3.2 Kraan

Het pakket van eisen stelt dat er kraancapaciteit van minimaal 25 ton (offshore rated) aanwezig dient te zijn om het gehele werkdek te bereiken.

2.4 Opslag onderdeks

Opslag onderdeks is minimaal 1600 m². Uitgangspunt voor het gebruik van opslagruimte is:

- Afsluitbare ruimtes die gehuurd kunnen worden voor opslag van materialen en (reserve-) onderdelen.
- Container plaatsen die gehuurd kunnen worden voor opslag van materialen en (reserve-) onderdelen en containerunits met behandel en verwerkingstoepassing. Inclusief mogelijkheid voor elektrische aansluiting voor verwerkings- of koeldiensten.

2.5 Overig

Overige vereiste functies van de hub zijn:

- Hospitaal (onderdeel van de accommodatie)
- Ruimte voor helikopteroperaties op dek
- Generatorset
- Aansluiting op mobiel netwerk/ internet
- Mogelijkheid en ruimte voor faciliteren van inspecties:
 - o Onderwater
 - o Bovenwater
 - o Drones (onder- en bovenwater)

2.6 Optioneel

Optionele functies zijn:

- Helidek
- Re-fueling voor heli's.

3 METROLOGISCHE EISEN

Naast de in de inventarisatiestudie (Winckers 2024) in kaart gebrachte gebruikerseisen is uitgegaan van metrologische eisen ten behoeve van bestendigheid en werkbaarheid.

3.1 Bestendigheid

Voor het ontwerp van bemande platformen wordt uitgegaan van bestendigheid van het platform in 100yr stormcondities. De 100yr stormconditie in Borssele III is overgenomen uit (Deltares 2015), zie Tabel 4-A, en bedraagt:

- Significante golfhoogte: $H_S = \sim 8.1$ m, $T_P = 12.8$ s
- Stroomsnelheid: $V_c = 1.2$ m/s
- Windsnelheid: $U_{10} = 30.1$ m/s

De hub dient tegen deze omstandigheden bestand te zijn en de veiligheid van de aanwezigen te kunnen garanderen.

Indien de hub wordt ingezet op andere locaties in de Noordzee dient rekening gehouden te worden met zwaardere stormcondities, zie Tabel 4-D. Het huidige conceptontwerp van de hub dient daarvoor te worden heroverwogen.

3.2 Werkbaarheid

Voor de werkbaarheid van de vaartuigen die in het Maripark gebruikt worden wordt uitgegaan van eenzelfde werkbaarheidsniveau als van CTV-operaties. CTV's worden tot een significante golfhoogte van $H_S = 1.5$ m (4 Bft) ingezet om aan te landen en personeel over te zetten naar windturbines. Deze limiet leidt tot een werkbaarheid van zo'n 70% werkbare tijd per jaar in Borssele III, zie Tabel 4-B.

Voor de werkbaarheid van de ondersteunende vaartuigen is uitgegaan van de volgende operationele limieten:

- Multi Cats¹ kunnen binnen het windpark worden ingezet en aanlanden bij de hub tot $H_S = 1.0$ m (3 Bft). Dit geeft een werkbaarheid van zo'n 45% werkbare tijd per jaar.
- Crew Tenders kunnen binnen het windpark worden ingezet, aanlanden bij windturbines en aanlanden bij de hub tot $H_S = 1.5$ m (4 Bft). Dit geeft een werkbaarheid van zo'n 70% werkbare tijd per jaar.
- De veerdienst e-CTV kan bij de hub aanlanden tot minimaal $H_S = 1.5$ m (4 Bft).

¹ 'Multi Cat' is een merknaam van Damen Shipyards, maar het is een algemeen gebruikte term geworden voor dit type werkschepen, welk type ook door andere scheepswerven wordt gebouwd, zoals Neptune Marine, die voor dit type de naam 'EuroCarrier' hanteert.

4 FUNCTIONELE ONTWERPEISEN

In deze sectie worden de functionele ontwerpeisen beschreven. Dit zijn technische aspecten waaraan de hub vanuit diens functie dient te voldoen en welke bepalend zijn voor conceptkeuzes.

4.1 Ondersteunende vaartuigen

De vaartuigen ingezet door de gebruikers binnen het windpark maken geen onderdeel uit van de infrastructuur van het Maripark. Deze worden door de gebruikers zelf aangeleverd. De hub faciliteert het veilig aanlanden en bunkeren van deze vaartuigen. Deze sectie beschrijft de vaartuigen waarvan wordt voorzien dat deze gebruik maken van het Maripark.

Als werk- en transportschepen worden er in de maritieme industrie diverse typen schepen ingezet. Voor het hubontwerp wordt uitgegaan van zoveel als mogelijk bestaande constructies om de realiseerbaarheid te verhogen en kosten beperkt te houden. Wel is al uitgegaan van 100% elektrische ondersteunende vaartuigen, uitgerust met batterijpakketten. Deze schepen bevinden zich nog in een ontwerpstadium, maar het is voorzien dat deze binnen 5 jaar op de markt beschikbaar zullen zijn. Het elektrisch laden van CTV's en Crew Tenders wordt gestimuleerd door de ambitie naar emissieloos varen vanuit de windpark operators. Het elektrisch laden van grotere scheepstypen zoals SOV's en ERTV's wordt gestimuleerd door de ambitie van RWS om e-ERTV's te ontwikkelen (maar is momenteel niet voorzien als onderdeel van het Maripark).

Gebruik van waterstof (H₂) als energiedrager ligt niet voor de hand en is niet voorzien binnen 5 jaar. Bunkeren van waterstof is niet voorzien in het conceptontwerp van de hub.

Typische kleinschalige werk- en transportschepen toegepast in de maritieme sector zijn weergegeven in Appendix C. Deze bestaan uit:

- Grote CTV ($L_{PP} = 25-30$ m) voor het transport van personen (doorgaans 24) en goederen (doorgaans 2 TEU).
Voor offshore wind O&M worden grote CTV's ingezet voor het transport van personen en goederen van de wal naar het windpark, zie Figuur C-1 en Figuur C-2. Een CTV vaart op dagelijkse basis van de wal naar het windpark (transit vaartijd 2 x 1 à 2 uur) en zet doorgaans 24 personen onderhoudspersoneel af op verschillende turbines.
Om slechts 1 maal per dag tussen de wal en het windpark te hoeven varen en personen en goederen af te zetten is een CTV relatief groot.
- Kleine CTV ($L_{PP} = \sim 20$ m) voor het transport van personen (12 tot 24). Een kleiner type CTV wordt ingezet voor transport van personen dicht bij de kust (transit vaartijd 2 x ~ 1 uur), zie of Figuur C-4.
Crew Tenders voor het transport van personen (8 tot 12). Voor transport van personen worden vaartuigen zoals pilot schepen en Crew Tenders ingezet, zie Figuur C-3. Deze schepen worden doorgaans ingezet voor kortere (transit vaartijd 2 x 0.5 tot 1 uur) en frequentere vaarbewegingen dan CTV's en bieden capaciteit aan zo'n 8 tot 12 personen.
- Multi Cats voor transport van goederen en uitvoeren van werkzaamheden.
Voor uitvoeren van kleinschalige offshore werkzaamheden, zoals het plaatsen van ankers, boeien en lijnen; het oogsten van kweekproducten of werkzaamheden aan alternatieve energie-opwekking worden Multi Cats toegepast, zie Figuur C-5.

Voor transport van personen en goederen binnen het windpark vanaf de hub en het uitvoeren van werkzaamheden wordt uitgegaan van de inzet van kleine, toegespitste vaartuigen. Dit kunnen Crew Tenders, Multi Cats of kleine CTV's zijn. Maximum afmeting is bijv. 20 m x 9 m en diepgang 2 m. Dit wordt gezien als de meeste kostenefficiënte oplossing. Grote CTV's worden gezien als relatief grote schepen en dure toepassing binnen het windpark.

Voor transport en uitvoeren van werkzaamheden binnen het windpark wordt uitgegaan van:

- 3 à 4 Crew Tenders of kleine CTV's, zoals Figuur C-3 of Figuur C-4.
- 2 Multi Cats, zoals Figuur C-5.

Deze kleine, toegespitste vaartuigen zijn tevens gemakkelijker te beschutten en af te meren binnen de hub. Dit is een functionele eis, zoals beschreven in Sectie 4.2.

Een grote CTV is geselecteerd als veerdienst tussen de hub en de wal voor het vervoer van personen en onderdelen. De CTV kan aanleggen in het dok om te laden en lossen in condities tot zo'n $H_s = 2.0$ m. Typische state-of-the-art CTV's bieden de mogelijkheid 24 personen en 2 TEU te vervoeren².

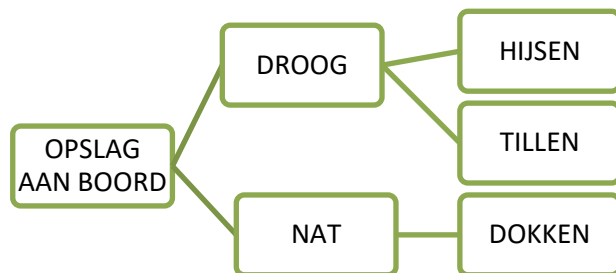
Het is voorzien dat toekomstige CTV's elektrisch zullen kunnen varen³. In het conceptontwerp van de elektrische laadinfrastructuur is een mogelijke aansluiting voor het laden van e-CTV's meegenomen, hoewel er voor regulier gebruik uitgegaan wordt van elektrisch laden aan de wal en voldoende capaciteit voor heen- en terugvaart.

Er is uitgegaan van 1 veerdienst per week. De frequentie kan nader worden afgestemd op de wensen van de gebruikers en/of gedurende het jaar variëren. Mogelijk kan in een nadere beschouwing van de veerdienst het transport van personen en goederen worden gesplitst, waarbij personen met een snelle veerdienst naar het Maripark kunnen worden gebracht en goederen met een trager Platform Support Vessel (PSV).

De veerdienst is opgenomen in de OPEX kostenschatting van het Maripark op basis van 1 dag lease per week.

4.2 Aanlanden van vaartuigen

Een van de grootste operationele uitdagingen van het hubontwerp is om de ondersteunende vaartuigen met hoge frequentie (meerdere malen per dag) te kunnen laten aanlanden om personeel van en naar de hub te transporteren. Aanlanden dient ook 's nachts en met slecht weer (tot 4 Bft) veilig te kunnen worden uitgevoerd. Hiervoor is beschutting nodig. Mogelijkheden toegepast in de maritieme industrie bestaan uit hijsen, tillen en dokken.



Figuur 4-1: Mogelijkheden beschutten van ondersteunende vaartuigen

Appendix B geeft een beschrijving van deze mogelijkheden, voorbeelden en de operationele mogelijkheden. Appendix B geeft de volgende hoofdconclusies en -aanbevelingen:

- **Hijsen** is geen optimale oplossing vanuit operationeel oogpunt en vanwege de specifieke interface tussen het schip en de kraan.
- **Tillen** is het schip (deels) uit het water brengen op een helling. Dit is gemakkelijker dan hijsen, doch vereist een speciaal werkschip en een helling voor ieder schip.
- Hijsen en tillen zijn operationeel beperkende operaties en vergen een scheepsspecifieke constructie. Uit het oogpunt van werkbaarheid en compatibiliteit is dit niet wenselijk voor de hub.

² <https://www.damen.com/vessels/offshore/fast-crew-suppliers/fast-crew-supplier-2710#specifications>

³ <https://www.damen.com/vessels/offshore/fast-crew-suppliers/fast-crew-supplier-3210-electric>

- **Dokken** is het binnenvaren en drijvend afgemeerd blijven liggen in een beschutte ruimte in het schip. Dokken is de geprefereerde aanpak voor aanlanden van ondersteunende vaartuigen bij de hub. Binnenvaren van een dok is operationeel goed en met hoge frequentie uitvoerbaar. Om klotsen in het dok te voorkomen dient het dok aan de lijzijde van de hub te liggen.

Dokken is de geprefereerde aanpak voor aanlanden van ondersteunende vaartuigen bij de hub. Dokken biedt de beste bescherming tegen golfslag en scheepsbewegingen en de hoogste werkbaarheid voor ondersteunende vaartuigen. Vanuit deze functionele ontwerpeis is een dok opgenomen in het ontwerp van de hub. Dokken sluit het gebruik van een conventionele jack-up toepassing uit.

Dokken sluit het gebruik van een conventionele jack-up toepassing uit. Er bestaan concepten voor dokken van vaartuigen met windturbinecomponenten in jack-up windturbine-installatieschepen. Deze aanpak is nog zeer conceptueel en daarom niet verder gevolgd voor het conceptontwerp van de hub gebaseerd op proven technologies.

4.3 Energetische infrastructuur

4.3.1 Energie gebruik

Er is aangenomen dat de hub en de ondersteunende vaartuigen volledig van elektrische energie gebruik zullen maken. Een overzicht van het energiegebruik van de hub en vaartuigen is gegeven in Tabel 6.

Als regulier gebruik is voorzien:

- Energiegebruik ten bate van accommodatie en hotelfuncties 82p x 75 kWh pp/ dag
- Werk en opslag 500 kW
- Kraangebruik gemiddeld 137 kW gedurende 0.5 hr
- Laadcapaciteit voor:
 - o 2 Multi Cats 2 x 1820 kWh x 0.125 (gelijktijdigheidsfactor)
 - o 3 Crew Tenders 3 x 700 kWh x 0.25 (gelijktijdigheidsfactor)
 - o 1 e-CTV 5500 kWh x 0.00 (gelijktijdigheidsfactor)

Het totale gebruik is zo'n 1600 kW. Dit wordt tijdens regulier gebruik aangeleverd vanaf het OHVS.

Voor de veerdienst e-CTV is uitgegaan dat deze zal laden bij de wal en voldoende bereik heeft om op en neer te kunnen varen tussen de wal en de hub. Desgewenst kan de e-CTV bijladen bij de hub.

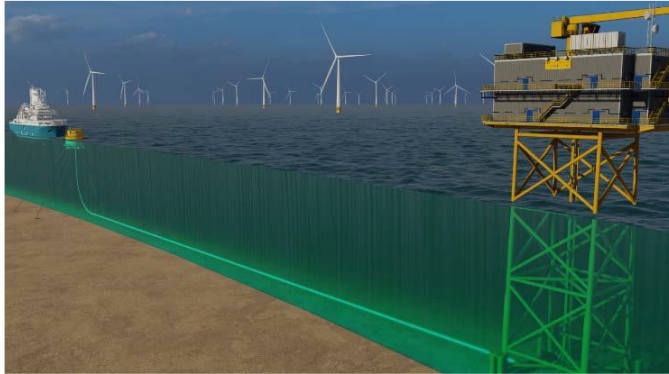
De kans op storing van het OHVS of elektrische kabels is zeer klein. Voor dit geval is de hub uitgerust met een nood-dieselgeneratorset. Deze levert stroom voor de accommodaties en (beperkt) voor de opslagfuncties. Deze noodgenerator heeft geen capaciteit voor het laden van vaartuigen en gebruik van de kranen. Een capaciteit van 1 x 400 kW is voorzien. Desgewenst kan als brandstof voor de noodgenerator worden gekozen voor methanol.

4.3.2 Energievoorziening

Er is uitgegaan van een aansluiting van de hub op de elektrische infrastructuur van het windpark. De TenneT 2GW HVDC-platformen bieden hiervoor 66kV klantaansluitingen waar, tegen betaling, gebruik van kan worden gemaakt⁴. De aansluiting zal zowel worden gebruikt voor eigen gebruik van de hub als voor het elektrisch laden van de in het Maripark aanwezige schepen. Er is uitgegaan van leveringszekerheid door het OHVS, ook op dagen dat het niet waait. Op dagen dat het niet waait zal via het OHVS elektriciteit vanaf land worden aangevoerd en aan de hub worden geleverd. Vanuit oogpunt van het voorkomen van emissies heeft het de voorkeur op dagen dat het niet waait elektriciteit via de OHVS vanaf land aan te voeren, boven het gebruik van een eigen dieselgeneratorset.

⁴ Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 24 oktober 2023. Informatiebijeenkomst ERTV en MPV.

De 66 kV zal op het OHVS omgevormd worden naar 22 kV om de benodigde kabelafmetingen te reduceren en het gebruik van high-voltage equipment aan boord van de hub te vermijden. Vanuit het HVDC zal een 22 kV IAC lopen naar de hub. In het conceptontwerp wordt uitgegaan van een lengte van de IAC van 5 km. De IAC-kabel kan worden verbonden met de hub door middel van een drijvende flexibele kabel en boei of via een vaste jacket en yokeconstructie op de zeebodem en een aerial kabel, zie onderstaande voorbeelden.



Figuur 4-2: OHVS met drijvende kabelconnectie naar maritieme infrastructuur (beyond-state-of-the-art)



Figuur 4-3: CALM boei met yoke constructie (proven technology)

De CALM boei en yoke worden reeds toegepast in de O&G sector, terwijl de drijvende flexibele kabel nog in ontwikkeling is. Voor het huidige conceptontwerp is gekozen voor de CALM boei en yoke constructie, zie Sectie 5.2.2.

De 22kV DC aansluiting zal aan boord van de hub worden omgevormd naar een 1000V DC boordnet voor onder meer het laden van elektrische vaartuigen, en naar 440V AC voor andere verbruikers. De hub beschikt over een beperkt batterijpakket voor “peak shaving” en terugleveren van de kraanoperaties.

Een samenvatting van de energievoorziening voorzien voor het Maripark is gegeven in Tabel 6.

4.3.3 Bunkeren van ondersteunende vaartuigen

Een vol-elektrische energievoorziening en -gebruik is voorzien voor de hub (m.u.v. de noodgeneratorset) en de ondersteunende vaartuigen. Voor de noodgenerator wordt een kleine hoeveelheid diesel in opslag gehouden. De hub biedt geen verder opslag- noch bunkercapaciteit voor fossiele of alternatieve energiedragers (methanol, ammoniak, waterstof), anders dan elektriciteit.

Er bestaan diverse concepten voor het elektrisch laden van schepen op open zee, met nadruk op concepten, daar deze systemen nog niet daadwerkelijk bestaan. Voorbeelden van concepten zijn:

- e-CTV On-Turbine Vessel Charging System van MJR Power & Automation ⁵
- SOV / ERTV offshore charging buoy ⁶

Lastigheid van deze concepten zijn de grote bewegingen van de schepen. De elektrische kabel dient zowel bestand te zijn tegen grote bewegingen, grote krachten als tegen vocht en zout. Verder is het operationeel aanhaken van de kabel operationeel uitdagend.

⁵ <https://youtu.be/3PMSioCF7Zk?si=rwygO10RAfS4xrRH>

⁶ <https://stillstrom.com/news/stillstrom-and-orsted-to-test-offshore-charging-buoy-to-reduce-vessel-emissions>

In het conceptontwerp van de Maripark-hub is voorzien dat wanneer de Crew Tenders gedokt en tegen golven beschermd zijn, gebruik kan worden gemaakt van een walstroom-achtige aansluiting. Een voorbeeld hiervan is gegeven in Figuur 4-4. Een alternatieve oplossing zou gebruik kunnen maken van de voor het wegvervoer ontwikkelde Megawatt Charging System (MCS) connector⁷, zie Figuur 4-5, die het voordeel biedt van geavanceerde load-charging over meerdere vaartuigen. De MCS standaard ondersteunt voltages tot 1250V DC en stroomsterktes tot 3000 Ampère, waarmee tot 3,5 MW kan worden geladen.



Figuur 4-4: Laadstation voor elektrisch laden van schepen.



Figuur 4-5: Megawatt Charging System connector

4.4 Reguliere verblijf en veiligheidsfuncties

Er is uitgegaan van de volgende reguliere verblijfsfuncties op de hub:

- Kombuis: 1
- Kantine: 1
- Wasserette: 1
- Recreatie ruimte: 2
- Fitness ruimte: 1
- Hospitaal: 1
- Kantoorruimtes: 1 per gebruiker (6)
- Vergaderruimtes: 4
- Kleedkamers: 4
- Accommodatie: 82 personen

⁷ <https://www.charin.global/technology/mcs/>

Deze functionaliteiten worden gehuisvest in een accommodatiemodule van 4 lagen op het dek. Er wordt uitgegaan van 1-persoons hutten voor alle opvarenden, waarvan oppervlak en daglicht toetreding minstens zal voldoen aan MLC 2006⁸ en met een comfortniveau equivalent aan het hoogste niveau van DNV's COMF-V en COMF-C standaarden.⁹

Een oppervlakte van zo'n 20 m x 30 m is voorzien en een hoogte per laag van 3 m is aangenomen. De gemeenschappelijke functionaliteiten zijn gehuisvest op de onderste laag, de hotelaccommodatie op de bovenste lagen.

Het accommodatieblok is qua sterkte voorbereid op het installeren van een helideck op de bovenste verdieping, doch het helikopterplatform zelf is niet voorzien.

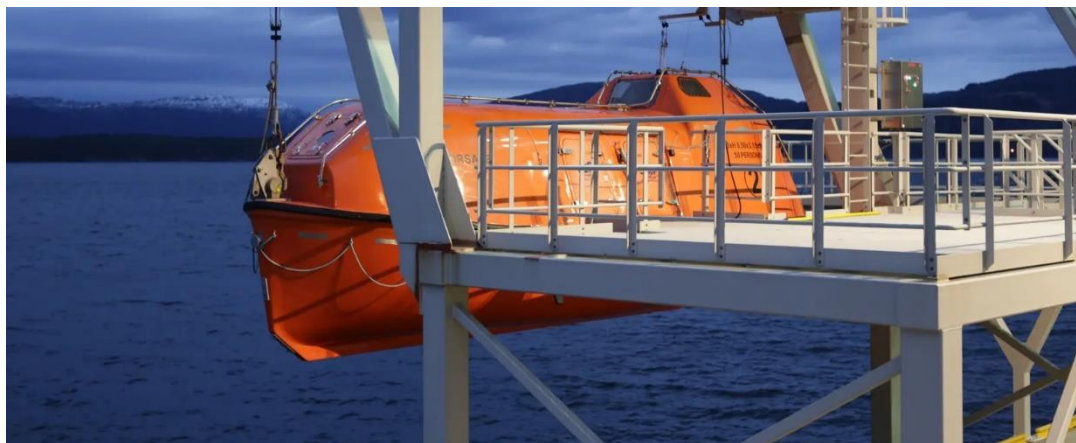
Een impressie van een accommodatiemodule is gegeven in Figuur 4-6. Een dek lay-out is gegeven in Figuur 5.



Figuur 4-6: Impressie 4,5 laags 16 x 30 m accommodatiemodule

4.5 Veiligheidsmiddelen

De Maripark-hub is voorzien van de benodigde veiligheidsmiddelen voor de aanwezigen volgens SOLAS Chapter III¹⁰ regelgeving. De hub is uitgerucht met 2 gesloten reddingsboten (1 aan stuurboord, 1 aan bakboord), welke te water kunnen worden gelaten met Davit hijssystemen. Een voorbeeld hiervan is gegeven in Figuur 4-7. Tevens is de hub uitgerust met een reddingsboot die permanent afgemeerd ligt in het dok.



Figuur 4-7: Gesloten reddingsboot en Davit hijssysteem

⁸ https://puc.overheid.nl/insi/doc/PUC_1201_14/2/

⁹ <https://www.dnv.com/services/class-notations-noise-and-vibration-4712>

¹⁰ <https://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/ConferencesMeetings/Pages/SOLAS.aspx>

4.5.1 Werkfuncties

De hub biedt ruimte voor opslag en/of overslag van materialen en producten. De behoefte die geïnterpreteerd is bestaat uit:

- Ruimte voor opslag van materialen en (reserve-) onderdelen.
- Ruimte voor behandeling en/of verwerking van (voedsel)producten.
- Ruimte voor op- en/of overslag van (voedsel)producten.

Omdat de invulling van de ruimte afhankelijk is van de specifieke aspecten behorend bij de bedrijfsvoering van de medegebruiker is ervoor gekozen om alleen de ruimte beschikbaar te stellen en dat elke medegebruiker naar behoefte en beschikbaarheid van deze ruimtes gebruik kan maken. De medegebruikers dienen dan de betreffende gecontaineriseerde units zelf aan te leveren.

Bovendekse ruimte

Uit de inventarisatiestudie (Winckers 2024) is de behoefte gesteld op minimaal 750 m² waarop minimaal 20 plaatsen voor 20' offshore containers voorbereid zijn.

De bovendekse ruimte bestaat uit twee lagen: een ter hoogte van het achterdek en een ter hoogte van het hoofddek. Zware goederen kunnen door middel van de dekkraan verticaal tussen achterdek en hoofddek worden verplaatst. Vanaf het achterdek kunnen goederen door middel van een vorklift horizontaal onderdeks worden verplaatst. Het achterdek heeft een oppervlakte van zo'n 600 m² en het hoofddek zo'n 600 m². De totale bovendekse ruimte bedraagt 1200 m².

De bovendekse ruimte is in eerste instantie beschikbaar voor de op- en/of overslag van (voedsel)producten. Dit kan op basis van 10' of 20' containers die uitgerust kunnen zijn als koel- of vriescontainers. Aan dek zijn aansluitingen voor elke containerplaats beschikbaar met een elektrische aansluiting van 440V/16A. Als er ruimte over is kunnen er ook containerunits geplaatst worden met behandel- en verwerkings-toepassing.

Onderdekse ruimte

Uit de inventarisatiestudie (Winckers 2024) is de behoefte gesteld op minimaal 1600 m². In het huidige ontwerp zijn 2 onderdekse lagen voorzien:

- Ruim 1: doorlopend van onder het achterdek tot onder de accommodatie. Afmeting 60 x 30 x 4.0 m.
- Ruim 2: in het verlengde van het achterdek, onder het hoofddek en de accommodatie. Afmeting 40 x 30 x 4.0 m.

In totaal is zo'n 3000 m² onderdekse ruimte beschikbaar. Een deel hiervan is benodigd voor het faciliteren van de hub. De onderdekse ruimte kan door de gebruikers op twee manieren gebruikt worden:

- Afsluitbare ruimtes die gehuurd kunnen worden voor opslag van materialen en (reserve-) onderdelen. Voor de afsluitbare ruimtes is geen krachtstroom voorzien.
- Containerplaatsen die gehuurd kunnen worden voor opslag van materialen en (reserve-) onderdelen en containerunits met behandel- en verwerkingstoepassing. Voor onderdekse opstelplaatsen worden meerdere punten voor aansluiting op het 440 V net voorzien.

Vanuit het onderdekse ruim is directe vorklifttoegang tot het achterdek en inwendige dok, voor overslag naar schepen.

Voor het verticaal transport van losse onderdelen naar de opslag op dek zijn er tevens liften voorzien die naar het hoofddek gaan. Zware goederen kunnen door middel van de dekkraan tussen achterdek en hoofddek worden verplaatst.

4.6 Helikopterlandplaats

Een helikopterlandplaats is opgenomen in het ontwerp van de hub voor noodgevallen, maar niet voor regulier gebruik.

De helideck kan gebruikt worden om in gevallen van nood personen van de hub te kunnen evacueren, of als uitvalsbasis voor search and rescue (SAR). Hierbij is aangetekend dat het landen met helikopter op een (drijvende) hub nabij een windpark in extreme weerscondities zeer uitdagend, en wellicht niet mogelijk, zal zijn. Bij I&W loopt onderzoek naar de mogelijkheden hiertoe.

Het optioneel gewenste helideck voor regulier gebruik is niet voorzien, vanwege hoge emissies van helikopters voor het transport van personeel en aanvullende eisen voor een operationeel helideck. Zo staat in het Programma Noordzee dat een mijnbouwplatform met helikopterlandingsplaats minimaal 5 nautische mijl verwijderd moet zijn van een windpark.

Optioneel gewenste re-fueling voor helikopters is niet opgenomen in het ontwerp, daar dit extra bunker, opslag en aanvoer capaciteit van helikopterbrandstof vereist.

4.7 Drone land- en dok plaatsen

Inzet van drones opererend in de lucht, onderwater en in het wateroppervlak is voorzien voor monitoring en inspectie van de windpark- en medegebruiksinfrastructuren. Aerial drones kunnen landen op het werkdek. Onderwater- en oppervlakedrones kunnen aanlanden in het dok en met behulp van de dekkraan aan dek worden gehesen.

5 CONCEPTONTWERP VAN DE MARIPARK-HUB

In deze sectie wordt het conceptontwerp van de hub uitgewerkt. In Sectie 5.1 wordt eerst wordt vanuit in de maritieme industrie toegepaste platform-typen een selectie gemaakt voor een geschikt platform. In Sectie 5.2 wordt daarna het conceptontwerp uitgewerkt op basis van dit platformtype en de ontwerpeisen uit Hoofdstuk 4.

Tenslotte is een SOV/ CSV beschouwd als nul-scenario. Het nul-scenario bestaat uit het niet toepassen van een toepassings specifieke hub, maar van een reguliere SOV voor O&M van windparken. De toepassing van een reguliere SOV/CSV is toegelicht in Hoofdstuk 6.

5.1 Selectie platform-typen

In de maritieme industrie wordt gebruik gemaakt van een breed scala aan platform-typen voor het faciliteren van woon- en werkfunctionaliteiten. Voor het conceptontwerp van de hub wordt uitgegaan van zoveel als mogelijk bestaande typen constructies om de realiseerbaarheid te verhogen en CAPEX beperkt te houden.

De geschiktheid als hub van de bestaande platform-typen is beoordeeld op basis van expertise van MARIN en Marstrat in Appendix A. Appendix A geeft een overzicht van beoordeelde platform-typen en beoordelingsparameters. In Appendix A worden de platform-typen en beoordelingsparameters allereerst beknopt toegelicht. De mate van geschiktheid om dienst te doen als Maripark-hub van ieder platform-type is door experts van MARIN en Marstrat beoordeeld. Deze beoordeling heeft geresulteerd in Tabel A-3.

De beoordeling toont de volgende 2 meest geschikte platform-typen (hoogste totale score en laagste standaard deviatie):

- Afgemeerde barge.
- Jack-up.

Ondanks dat een jack-up een geschikte kandidaat lijkt ontbreekt een cruciale eigenschap: de mogelijkheid om werkschepen efficiënt en veilig te kunnen beschutten. De functionele eisen om de hub uit te rusten met een dok voor aanlanden en beschutten van werkschepen is zeer lastig te realiseren met een jack-up. Momenteel is Wind Turbine Installation Vessel (WTIV) MSS Sturgeon¹¹ in aanbouw, welke een mating / docking-functionaliteit biedt. Dergelijke jack-up concept zou de docking-functie van de hub kunnen bieden. CAPEX van dergelijke jack-up wordt geschat in de orde van grootte van 1,000 MEuro. Deze kosten zijn een orde groter dan de kosten van een hub gebaseerd op een afgemeerde barge. De hub op basis van een jack-up is daarom niet verder uitgewerkt.

Het conceptontwerp van de hub is verder uitgewerkt op basis van een afgemeerde barge als platform in Sectie 5.2.

¹¹ <https://maerskoffshorewind.com/fleet/>

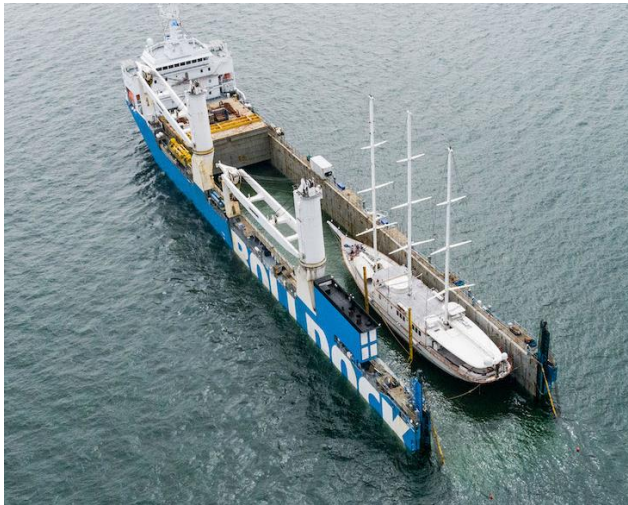
5.2 Conceptontwerp afgemeerde barge

5.2.1 Dok

Het conceptontwerp van het dok ziet er als volgt uit:

- Voor het afmeren van de 2 Multi Cats en 3 Crew Tenders is een dok van 45 m lang, 30 m breed en 2.5 m diep voorzien.
- Het dok heeft een semi permeabele bodem. Ten opzichte van een dichte bodem biedt de semi permeabele bodem extra damping om pitch (stampen) van de hub te verminderen en verkleint deze het effect via de open achterzijde binnenlopend water als gevolg van stampen. De bodem kan bestaan uit deels overlappende lamellen, waardoor water beperkt in en uit kan treden. Aan de bovenzijde worden de lamellen bedekt met hout of PE om eventueel staal op staal contact tussen de schepen tegen te gaan.
- Het dok heeft een open bovenkant. Hierdoor zijn er geen beperkingen aan de hoogte van de schepen en kan de kraan worden gebruikt om componenten over te kunnen slaan tussen de vaartuigen in het dok en de hub.
- Het dok heeft beschoeiing langs alle kanten.
- Het dok heeft 4 laadpunten voor elektrische laden van de schepen langs de rand van het dok.
- Het dok heeft een beweegbare klep aan de achterzijde om de open verbinding met zee af te kunnen sluiten. In stormcondities kan hiermee het dok worden afgesloten en de werkschepen tegen inkomende golven worden beschermd.

Impressies van dokken in drijvende schepen zijn gegeven in Figuur 5-1 en Figuur 5-2.



Figuur 5-1: Voorbeeld open dok



Figuur 5-2: Voorbeeld dok, afgesloten met dek aan bovenzijde.

5.2.2 Afmeersysteem

Afmeersystemen in de maritieme industrie zijn in te delen in:

- *Spread mooring* systemen: serie afmeerlijnen geplaatst op 4 hoekpunten van het platform, waardoor het platform een vaste oriëntatie opgelegd krijgt.
- *Weather vaning* systemen: serie afmeerlijnen naar een beknopt punt. Het platform kan door middel van lagering om het punt draaien. Het platform is vrij om om het punt te draaien en kan daardoor als windvaan in de actuele stroom, wind en golfrichting draaien, zogenoemd *weather vaning*.

In de Nederlandse Noordzee kunnen stormcondities voorkomen uit Zuid West en Noord tot Noord West. Zie Tabel 4-C. Om rollen van de hub te minimaliseren en de bestendigheid te maximaliseren is oriëntatie

van de boeg in de actuele wind- en golfrichting een pre. Verder is het een pre het dok te allen tijde aan de lijzijde van de hub te houden, waardoor de toegankelijkheid en werkbaarheid worden gemaximaliseerd. Op basis van deze bestendigheid- en werkbaarheidseis is een weather vaning systeem voor de hub geselecteerd. Hiervoor bestaan diverse ontwerpen, welke zijn weergegeven en beoordeeld in Tabel 5.

Voor het conceptontwerp is ofwel een *turret tower* met *yoke* (concept A, Figuur 5-3) voorzien, ofwel een CALM boei met *yoke* (concept B, Figuur 5-4). Voordeel van een CALM boei ten opzichte van een vaste turret is dat dit een kostenefficiëntere oplossing wordt geacht. Nadeel van deze constructie is dat in ondiep water grote afmeerkrachten op kunnen treden alsmede vermoeiing van de elektrische voedingskabel.

De realiseerbaarheid van een CALM boei in ondiep water, alsmede het ontwerp van het afmeersysteem verdient aandacht in verdere detaillering van het ontwerp in samenwerking met een afmeersysteem ontwerper. In de Capex schatting is uitgegaan van een simpele turret tower, niet van een CALM boei.



Figuur 5-3: Voorbeeld complexe turret tower met yoke



Figuur 5-4: Voorbeeld CALM boei met yoke

5.2.3 Hoofafmetingen en rompvorm

Schematische tekeningen van het conceptontwerp van de hub zijn weergegeven in Figuur 1. Een impressie schets is weergegeven in Figuur 2. De hoofdafmetingen van het platform zijn gegeven in Tabel 3. Figuur 1, Figuur 2 en Tabel 3 tonen:

- Lengte 118 m, waarvan 45 m dok, 40 m werkdek, 20 m accommodatie en 13 m boeg.
- Diepgang 4 m en waterdiepte in het dok 3.0 m.
- Holte midscheeps 13 m. Verlaagde holte aan achterzijde van 6.5m. Verhoogde boeg tot 19.5 m ten behoeve golfbreking en voorkomen van groen water in stormcondities.

5.2.4 Hydrodynamica

Een van de voornaamste zorgen van een scheepsachtige rompvorm is het bewegingsgedrag in golven. Een scheepsachtige rompvorm is vatbaar voor golven. Het conceptontwerp van de hub is kort, breed en licht wat doorgaans leidt tot een nadelig gedrag in golven. Een schatting van de hydrostatische parameters is opgenomen in Tabel 3. Schattingen van de domp (*heave*), rol (*roll*) en stamp (*pitch*) eigenperioden komen uit tussen 5 en 10 s. Dit is in het golf frequente regime van typische golven in de Noordzee. Aanzienlijke bewegingen in golven kunnen worden verwacht.

In dit stadium van het conceptontwerp zijn geen hydrodynamische berekeningen uitgevoerd. De overdrachtsfunctie (Response Amplitude Operator (RAO)) van een barge met soortgelijke afmeting als de hub ($L_{PP} = 400$ ft barge, diepgang zo'n 4 m, en displacement zo'n 12.000 ton, KG zo'n 8 m) is

weergegeven in Figuur 3. Tevens is op basis van algemene hydrodynamische kennis een inschatting gemaakt van het bewegingsgedrag. Het volgende bewegingsgedrag en mitigaties zijn voorzien:

- Door de vanende afmering draait de boeg van de hub zich naar de gemiddelde richting van de omgevingscondities. In geval van storm condities is de richting van de storm dominant en zal de hub voornamelijk domp- en stampgedrag vertonen. In geval van operationele condities kunnen combinaties van wind- en deiningsgolven worden verwacht en zal tevens rol optreden.
- Dampen (*heave*) zal in lange, stormgolven ($T > \sim 12$ s) de golfhoogte aannemen (RAO heave ($\omega < 0.5$) = 1 m/m) en in kortere golven beperkt zijn.
- Stampen (*pitch*) wordt gedomineerd door golfexcitatie. Voor golven tussen 6 s en 12 s is een pitch RAO van zo'n 1.5 deg/m te verwachten. Om het stampen te verminderen zijn lamellen aangenomen als bodem van het dok, zie Sectie 5.2.1. Door het stampen van de hub wordt water door de lamellen geperst, wat demping geeft.
- Rollen (*roll*) kan worden verwacht in gecombineerde golfcondities van wind en deiningsgolven. De hub vaant in de wind richting, terwijl deiningsgolven zijdeling binnen komen. Rollen wordt gedomineerd door resonantie nabij de geschatte rol eigenperiode van zo'n 8 s. Deze eigenperiode ligt in het regime van lange deiningsgolven. Het is aan te bevelen de rol eigenperiode te verhogen en/ of roldemping te maximaliseren.

5.2.5 Aansluiting op de energievoorziening uit het windpark

De hub wordt aangesloten op de 2GW transformator platform in het windpark. Vanuit dit OHVS zal een 22 kV IAC lopen naar de hub. De kabel wordt naar de hub geleid via de CALM boei en yoke met een flexibele kabel.

De kostenschatting van de IAC, yoke constructie, het boordnetwerk en generator sets zijn opgenomen in de CAPEX van de hub. De kosten voor het gebruik van de klantaansluiting op het OHVS zijn opgenomen in de OPEX.

5.2.6 Kranen

In de maritieme industrie wordt gebruik gemaakt van een breed scala aan kraan typen. Enkele typen, in toenemende mate van liftcapaciteit, zijn:

- Gantry crane
- Knuckle boom kraan
- Lattice boom kraan
- Pedestal mounted kraan
- Kingpost kraan
- Mast kraan

Het pakket van eisen stelt aanwezigheid van kraancapaciteit van 25 ton over het gehele werkdek. Dit is een lichte eis. In het ontwerp zijn de volgende kranen opgenomen:

- 1 grotere knuckle boom kraan: radius tot 40 m, capaciteit 30-70 t. Een voorbeeld van deze kraan en diens karakteristiek is gegeven in Figuur 4. Deze kraan is voorzien aan de achterzijde van het werkdek aan stuurboord, nabij spant 8. Met deze kraan kan het gehele werkdek worden bestreken, alsmede de voorzijde van het dok. Deze kraan biedt daardoor de mogelijkheid om de Crew Tenders uit het water te tillen en op het werkdek te plaatsen.
- 1 gantry kraan: over het dok en achterdek, capaciteit 25-50 t. Een voorbeeld van deze kraan is gegeven in Figuur 5-5. Deze kraan biedt daardoor de mogelijkheid om de Crew Tenders uit het water te tillen en op het werkdek te plaatsen.



Figuur 5-5: Voorbeeld gantry kraan

Het is voorzien dat de kranen volledig elektrisch werken, met een gemiddelde vermogensvraag van 137 kWh. De maximale vermogensvraag tijdens het moment van hijsen wordt geleverd vanuit een beperkt batterijpakket. Vermogen opgewekt uit het laten zakken van de last wordt teruggeleverd aan het batterijpakket.

6 NUL-SCENARIO (SOV/CSOV)

Het nul-scenario bestaat uit het niet toepassen van een toepassings specifieke hub, maar van een reguliere SOV voor O&M van windparken. Mogelijk kan een SOV geschikt worden gemaakt voor aanvullende functionaliteiten van het Maripark en als Maripark-hub geschikt worden gemaakt. Het herontwerp van een SOV als Maripark-hub is niet uitgewerkt binnen de huidige opdracht.

Voor offshore windparken die dicht bij de kust liggen (minder dan 30 nautical miles / 2 uur varen) is het gebruikelijk dat het onderhoud wordt gedaan vanaf de wal: kleine snelle CTV's varen overdag vanaf een nabijgelegen haven naar het windpark en varen in de avond weer terug. De technici overnachten aan de wal.

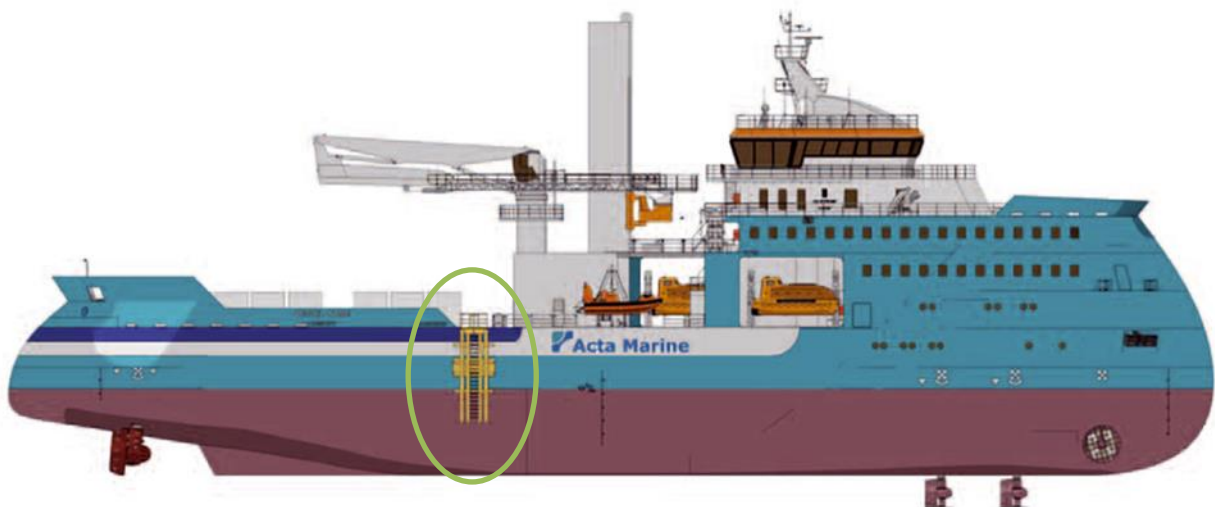
Voor windparken die ver op zee liggen (meer dan 30 nautical miles / 2 uur varen) is dit dagelijks vervoer te tijdrovend – hier wordt gebruik gemaakt van accommodatieschepen op zee. In windparken op zee zien we twee categorieën service vaartuigen die hoofdzakelijk gebruikt worden:

- *Service Operation Vessel* (SOV), gebruikt voor regulier onderhoud.
- *Commissioning Service Operation Vessel* (CSOV), gebruikt tijdens de constructie en ingebruikname fase van het windpark, maar ook tijdens grote onderhoudscampagnes.

Omdat de basis *modus operandi* van dit type schepen het direct afzetten van technici op turbines is, laat een SOV/ CSOV zich niet inzetten als vast afgemeerde hub en zal de inzet volledig gericht zijn op het windpark. Het is zeer onwaarschijnlijk dat medegebruik van het schip door anderen compatibel is met de primaire functie van het SOV/ CSOV.

6.1 Overstappen

SOV's zijn in staat om onderhoudspersoneel door middel van een *motion compensated gangway* direct af te zetten op het platform van een windturbine (ook wel 'walk-to-work' systemen genoemd). Het schip is hiertoe voorzien van een dynamisch positioneringssysteem – een samenstel van sensoren, roterende schroeven en een groot generator vermogen wat het schip in staat stelt op een gekozen positie stil te liggen, onafhankelijk van wind, stroming en golven. Het nadeel van zo'n DP-systeem is het grote energieverbruik, wat in de huidige vloot SOV's nog merendeel met fossiele brandstoffen wordt opgewekt.



Figuur 6-1: Boatlanding aan de zijkant van een SOV

Overzetten van personeel van een kleine CTV naar de SOV/ CSOV is mogelijk met behulp van een externe *boatlanding* aan de SOV/ CSOV, zie Figuur 6-1.

6.2 Service Operation Vessel (SOV)

Dit type vaartuig wordt veelal gebruikt tijdens de operationele fase van het windpark. Deze schepen hebben 60 man aan boord waarvan zo'n 20 man scheepsbemanning is en de overige 40 technici van het windpark. Verder zijn ze rond de 70 tot 90 m lang, hebben opslag ruimte aan boord en zijn uitgerust met een 'walk-to-work' systeem.

Wereldwijd zijn er 43 SOV's in gebruik, en 53 in aanbouw.¹²



Figuur 6-2: SOV

6.3 Commissioning Service Operation Vessel (CSOV)

Dit type vaartuig wordt veelal gebruikt tijdens de constructie fase van het windpark, en wanneer er groot onderhoud moet worden uitgevoerd. Deze schepen hebben tot zo'n 120 man aan boord waarvan zo'n 25 man scheepsbemanning is en de overige technici van het windpark zijn. Verder zijn ze rond de 90 tot 120 m lang, hebben opslagruimte aan boord, en zijn uitgerust met een 'walk-to-work' systeem. Deze schepen worden direct ingezet, maar worden ook vaak ondersteund door een of twee CTV's of crewtenders.

¹² <https://www.4coffshore.com/news/could-offshore-wind-developers-cut-o26m-costs-using-a-91m-di92-sized-sov-nid29570.html>



Figuur 6-3: CSOV

6.4 Investerings (CAPEX)

Recente marktberichten noemen €60-65 miljoen als aanschafprijzen voor grotere SOV's, na gerapporteerde prijsstijgingen van 40% over de afgelopen twee jaar.

6.5 Dagkosten

Deze schepen worden over het algemeen gebouwd en verhuurd, inclusief bemanning, door gespecialiseerde reders (scheepvaartbedrijven). De kosten die samenhangen met het gebruik door de charterer worden door de charterer betaald.

De huurkosten voor deze schepen fluctueren, en schommelen voor lange termijncontracten op dit moment rond een prijspeil van €35.000 per dag voor een SOV en €40-45.000 per dag voor een CSOV. Hierbij moeten nog opgeteld worden:

- Brandstofkosten
- Logies & maaltijden (€80-100 per man per dag)
- Havenkosten
- Communicatiekosten

Voor deze studie kan gesteld worden dat de kosten voor logies en maaltijden en de kosten voor communicatie, etc. ook gelden voor de Maripark-hub.

Het typisch brandstof gebruik voor SOV's / CSOV is 10 tot 12 ton per dag. De kosten voor Marine Gas Oil (MGO) is het laatste jaar gemiddeld \$731 per ton geweest met een range tussen \$610 en \$837 per ton (<https://shipandbunker.com/prices/emea/nwe/nl-rtm-rotterdam#MGO> bezocht op 5-12-2024).

Op basis van deze gegevens zijn de brandstofkosten €7.300 tot €8.800 per dag. Hiermee komen de dagkosten voor het schip inclusief brandstof op €42.300 voor een SOV tot €53.800 per dag voor een CSOV. Hierbij moeten nog de kosten opgeteld worden communicatie en voor logies en maaltijden voor de technici die geschat worden op €4.000 voor de SOV (40 technici) en €9.500 voor de CSOV (95 technici) waarmee de totale geschatte dagkosten komen op €46.300 voor een SOV tot €63.300 per dag voor een CSOV.

Deze vaartuigen worden over het algemeen ingehuurd door de windparkexploitant. Dit resulteert in een jaarlijkse operationele uitgave (OPEX) van €17 tot een kleine €23 miljoen voor de inzet van een SOV of SCOV.

7 KOSTENSCHATTING MARIPARK-HUB

In dit hoofdstuk kijken we naar de investeringskosten (CAPEX) en operationele kosten (OPEX) van de Maripark-hub. Uitgangspunten van de kostenschatting zijn:

- Budgetten zijn bepaald op de hedendaagse markt (december 2024).
- De budgetten zijn puur indicatief, en dienen om een orde van grootte aan te geven van de CAPEX en OPEX kosten van de maritieme infrastructuur.
- Indicatie van onzekerheid is +20%.
- Voor de levensduur van de Maripark-hub is 20 tot 30 jaar aangehouden.

De kosten voor financiering en afschrijving van de investering zijn niet uitgewerkt in dit rapport. Normaal gesproken wordt in de dagkosten van een maritiem vaartuig of object naast de operationele kosten (OPEX) ook een stuk afdracht voor aflossing, financieringskosten en winst opgenomen. In de huidige indicatie van de OPEX zijn geen dagkosten voor aflossing, financiering en winst opgenomen. Dit wordt overgelaten aan het vervolg rapport Deelrapport III omdat de wijze van financiering (publiek, privaat, met of zonder winstoogmerk) van grote invloed is op de dagkosten van het opereren van de Maripark-hub.

7.1 Investeringskosten (CAPEX)

7.1.1 Bakconstructie

Om tot een realistische CAPEX schatting te komen zijn twee alternatieve methodes gebruikt, die redelijk bleken te convergeren naar de onderstaande cijfers.

- Allereerst is uitgegaan van de schetsmatige hoofdafmetingen en is daarop een gewichtsberekening van de romp uitgevoerd, waarmee met kentallen voor scheepsbouwprizen, een kostprijs voor de romp is bepaald. Hierna zijn marktprijzen voor onder meer de accommodatie, elektrische systemen en andere uitrusting opgenomen.
- In de andere aanpak is uitgegaan van nieuwbouwprizen van recent opgeleverde SOV's en van SOV's die de komende jaren opgeleverd gaan worden. Hierbij valt het op dat de scheepsnieuwbouwmarkt de afgelopen vier jaar grote prijsstijgingen heeft laten zien.
Vanuit deze basis zijn correcties toegepast voor de grotere hoofdafmetingen van de hub, maar tevens zijn minderingen toegepast voor grote complexe systemen die de SOV nodig heeft (voortstuwing, navigatie, dynamisch positioneren en een *motion compensated walkway*) en die de hub niet zal hebben.

Er is aangenomen dat de hub in Europa wordt gebouwd, waarbij we uitgaan van cascobouw in Oost-Europa en afbouw in Nederland.

De resultaten convergeren redelijk goed naar cijfers zoals in onderstaande

Tabel 7-1.

Tabel 7-1: CAPEX barge

		MEuro	MEuro
HUB	HULL CONSTRUCTION & CONSERVATION	27.0	
	HULL BASED SYSTEMS	5.0	
	ELECTR. POWER DISTRIBUTION	3.5	
	ACCOMMODATION, FACILITIES, SAFETY	12.0	
	CRANE & FOUNDATIONS	<u>3.0</u>	
			50.5
PROJECT COST	DESIGN, VALIDATION & ENGINEERING	2.0	
	CLASSIFICATION	0.5	
	CONTINGENCY - HUB	<u>1.0</u>	
			3.5
TOTAL INVESTMENT COST, EPCI BASIS			54.0

7.1.2 Afmeersysteem, installatie en ontmanteling

Zoals beschreven in Sectie 5.2.2 , wordt uitgegaan van het permanent afmeren aan een simpele vaste ‘*turret*’ toren doormiddel van een scharnierende *yoke*. Een onderzeese kabel vanaf het OHVS zal de hub voorzien van energie, via een in de *turret* aangebrachte 360 graden roteerbare slipring.

Voor de schatting van de investeringskosten van *turret*, *yoke* en kabel, alsmede de offshore installatiekosten en kosten voor ontmanteling (decommissioning) is gebruik gemaakt van de ervaringscijfers van enkele vooraanstaande Nederlandse *offshore contractors*.

Tabel 7-2: CAPEX afmeersysteem en installatie

PERM. MOORING	ANCHOR PILE	4.0	
	YOKE + YOKE HINGES	7.0	
	ELECTR. RING CONNECTION	<u>2.0</u>	
			13.0
OFFSHORE WORKS	MOORING & HUB INSTALLATION	4.0	
	DECOMMISSIONING - END OF LIFE	2.5	
	ELEC FEED CABLE INSTALLATION	<u>4.0</u>	
			10.5
ADDITIONAL INSTALLATION COST			23.5

7.1.3 Totale investering

De totale EPCI kosten van de hub worden geschat op 77.5 MEuro, met een onzekerheidsmarge van +20%.

7.2 Operationele kosten (OPEX)

Voor deze studie zijn de operationele kosten (OPEX) opgebouwd uit de zuivere kosten voor het operationeel houden van de Maripark-hub. Deze kosten zijn opgebouwd als volgt:

- Personeelskosten
- Energieverbruik
- Onderhoud en reparatie
- Kosten verband houdend met classificatie

Kosten voor extra diensten aan de medegebruikers zullen aan de medegebruikers worden doorgerekend en zijn niet opgenomen in de OPEX van het operationeel houden van de hub.

De componenten van de dagkosten worden hieronder kort toegelicht en zijn geschat op basis van het huidige prijspeil. Hierin zijn geen dagkosten voor aflossing, financiering en winst opgenomen.

7.2.1 Personeel

Het personeel is gesplitst in twee delen: (1) de marine ploeg en (2) het hotelbedrijf. De Marine ploeg bestaat uit 4 personen: Een Offshore Installation Manager en zijn vervanger, en twee technici. Deze vier personen zorgen ervoor dat de hub technisch operationeel is.

Voor het hotelbedrijf zijn 8 personen voorzien: 1 hoofd, 3 koks, 3 personen voor het verzorgen van de hutten en 1 medicus.

Indien er dekpersoneel benodigd is dan is de aanname dat de kosten voor deze personeelsleden worden verdeeld over de gebruikers.

De geschatte jaarkosten zijn gebaseerd op een vaste roulatie van 2 weken op en 2 weken af.

7.2.2 Energieverbruik

Het energieverbruik is alleen gebaseerd op het eigen gebruik van de hub zijnde 306kW. De prijs van een kWh is aangenomen als €0,10.

Als gebruikers stroom verbruiken voor bijvoorbeeld het laden van de werkschepen dan worden de kosten daarvan doorbelast aan de gebruiker.

7.2.3 Onderhoud en reparatie

Hiervoor is een stelpost van €250.000 aangenomen voor onderdelen en specialistische monteurs.

7.2.4 Kosten verband houdend met classificatie

Een drijvend object als de Maripark-hub moet regelmatig geïnspecteerd worden volgens de geldende richtlijnen van een classificatiebureau. Normale schepen dienen ook om de 5 jaar droog gezet te worden om volledig geïnspecteerd te worden. Dit zou betekenen dat de Maripark-hub elke 5 jaar naar de haven gesleept dient te worden.

De mogelijkheid bestaat voor verankerde schepen om deze dokken 2x uit te stellen indien er tussentijds een inspectie van de romp op zee wordt uitgevoerd. Voor deze inspecties op zee en een dokken na 15 jaar is een budget gereserveerd van €4 miljoen.

7.2.5 Veerdienst naar wal

Voor de veerdienst naar de wal is een grotere CTV voorzien die ook deklading kan meenemen. Hiervoor kan een budget van €7.000,= per dag aangehouden worden. Dit komt in totaal neer op €2,6 miljoen per jaar.

7.3 Indicatie totale dagkosten

In Tabel 7-3 is de samenvatting gegeven van de totale geschatte dagelijkse kosten op basis van de schattingen en aannames in de voorgaande Secties 7.1 en 7.2. Naast dat er rekening is gehouden met deze kosten is er ook een schatting gemaakt op basis van het scenario dat de kosten +20% uitvallen.

Op basis van het hoge scenario +20% zijn de totale kosten geraamd op €838 per mandag. Voor vervolg beschouwingen die in deelopdracht 3 van dit onderzoek worden behandeld is het voorstel om uit te gaan van €850 per mandag. Als de kosten van de financiering buiten beschouwing gelaten worden dan zijn de kosten €350 per mandag.

In de tabel zijn de dagkosten omgeslagen per gast, waarbij ervan uitgegaan is dat er gemiddeld 60 gasten (werknemers van deelnemende medegebruikers) over het hele jaar aanwezig zijn. Deze dagkosten zijn all-in, inclusief gebruik van ferry, verblijf en voeding gasten, ruimte aan dek en afmeergefaciliteiten. Voor deze studie (met bijbehorende aannames) is deze benadering geschikt om een eerste budget te kunnen bepalen dat gebruikt kan worden voor meer gedetailleerde vervolgstudies door de verschillende potentiële deelnemers of exploitanten voor bepaling van de haalbaarheid en interesse in deelname aan een Maripark-hub. In de toekomst kan mede op basis van deze verdere analyses een meer gedetailleerde of gedifferentieerde tariefstelling ontwikkeld worden.

Tabel 7-3: Dagkosten berekening Maripark-hub

Kostensoort (12 pax vast + 60 gasten)	Kosten	Kosten per jaar	Kosten per jaar +20%	Kosten per dag	Kosten per dag +20%	Kosten per gast per dag	Kosten per gast per dag +20%
Investering (+20% scenario)	€ 77.500.000						
- Afschrijving in 15 jaar		€ 5.166.667	€ 6.200.000				
- Gemiddelde kosten voor rente (5%) en overige kosten (aannee +75%)		€ 3.875.000	€ 4.650.000				
CAPEX kosten		€ 9.041.667	€ 10.850.000	€ 24.772	€ 29.726	€ 413	€ 495
Personeel							
- Marine	€ 1.050.000 /jr	€ 1.050.000	€ 1.260.000				
- Hotel	€ 1.425.000 /jr	€ 1.425.000	€ 1.710.000				
Voeding (12 pax vast + 60 gasten)	€ 438.000 /jr	€ 438.000	€ 525.600				
Energie verbruik	€ 268.056 /jr	€ 268.056	€ 321.667				
Onderhoud en Reparatie	€ 250.000 /jr	€ 250.000	€ 300.000				
Kosten verbandhoudend met classificatie	€ 4.000.000 /15jr	€ 266.667	€ 320.000				
Veerdienst naar wal	€ 2.555.000 /jr	€ 2.555.000	€ 3.066.000				
OPEX kosten		€ 6.252.723	€ 7.503.267	€ 17.131	€ 20.557	€ 286	€ 343
		€ 15.294.389	€ 18.353.267	€ 41.902	€ 50.283	€ 699	€ 838

Uitgangspunten:

- Financiering over 15 jaar tegen 5% rente
- Gemiddelde bezetting is 60 gasten
- Kosten verdeeld naar gebruik / aanwezigheid gasten
- De dagkosten zijn momenteel all-in, inclusief gebruik van ferry, verblijf en voeding gasten, ruimte aan dek en afmeergefaciliteiten

8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Vanuit het pakket van eisen, metrologische eisen en functionele eisen is een conceptontwerp gemaakt van de Maripark-hub. Hoofdaspecten van het conceptontwerp van de hub zijn:

- Scheepsachtige rompvorm (barge) als platform. Dit type platform is geselecteerd vanwege de hoge toegankelijkheid, beschikbare ruimte voor accommodatie, werk en opslagruimtes en beperkte CAPEX.
- Een dok van 45 x 30m aan de lijzijde van de hub voor het aanlanden van ondersteunende vaartuigen. Dokken biedt de beste bescherming tegen golfslag en scheepsbewegingen en daarmee de hoogste werkbaarheid van ondersteunende vaartuigen. Het dok biedt mogelijkheid voor 2 kleine Multi Cats en 3 à 4 Crew Tenders om in aan te meren. Deze schepen zijn geen onderdeel van de Maripark infrastructuur en dienen door de medegebruikers te worden ingebracht.
- Volledig elektrisch systeem met aansluiting op de OHVS. Volledig elektrische aandrijving van hotel- en boordsystemen is *proven technology* en vrijwaart de hub van CO₂-emissies. Voorzien is dat de ondersteunende vaartuigen volledig elektrisch varen en laden bij de hub. Batterij-elektrische voorstuwing van werkvaartuigen is eveneens *proven technology*. Alleen voor noodgevallen is een beperkte dieselgeneratorset aanwezig.
- De hub wordt vanend verankerd door middel van een CALM boei en yoke. Hierdoor is de boeg van de hub georiënteerd in de gemiddelde omgevingsrichting, wat leidt tot de beste bestendigheid en gunstigst bewegingsgedrag van de hub. Verder bevindt het dok zich hierdoor aan de lijzijde, wat het risico op inkomende golven minimaliseert.

Aandachtspunten van het conceptontwerp, welke nadere studie behoeven, zijn:

- Het bewegingsgedrag van de hub op basis een scheepsachtige rompvorm is een punt van zorg. De eigenperioden vallen in het golf frequente regime. Wezenlijke scheepsbewegingen zijn voorzien. Berekeningen van het bewegingsgedrag en werkbaarheid zijn aanbevolen om uit te voeren in een verdere fase van het ontwerp.
- Het vanend afmeersysteem zal nader dienen te worden uitgewerkt in een robuust en kosten efficiënt systeem voor ondiep water ($WD = \sim 30$ m), hoge golven ($H_s = \sim 8$ m) en het doorvoeren van de elektrische kabel.

Kosten voorzien voor de hub zijn €77.5 miljoen CAPEX voor EPCI en €3,7 miljoen per jaar OPEX. Voor een veerdienst naar de wal moet ook rekening gehouden worden met €2,6 miljoen per jaar. Deze bedragen zijn geschat met een indicatieve nauwkeurigheid van +/-20%.

Op basis van het hoge scenario +20% zijn de totale kosten geraamd op €838 per mandag. Voor vervolgbeshouwingen die in deelopdracht 3 van dit onderzoek worden behandeld is het voorstel om uit te gaan van €850 per mandag, waarbij ervan uitgegaan is dat er gemiddeld 60 gasten (werknemers van deelnemende medegebruikers) over het hele jaar aanwezig zijn. Als de kosten van de financiering buiten beschouwing gelaten worden dan zijn de kosten €350 per mandag.

Als nul-scenario is beschouwd geen hub toe te passen voor O&M van OWT's, maar gebruik te maken van een reguliere SOV. OPEX van een reguliere SOV lopen van €17 miljoen tot een kleine €23 miljoen voor de inzet van een SOV of CSOV.

In het nul-scenario biedt de SOV geen aanvullende functionaliteiten aan het Maripark. Het is mogelijk dat een SOV wel de rol van hub en/ of bepaalde diensten in het Maripark kan vervullen. Deze mogelijkheid is niet uitgewerkt binnen de huidige studie en is aan te bevelen om nader te bestuderen.

Integratie van de hub met het ERTV-concept van de Kustwacht is niet uitgewerkt in het huidige conceptontwerp van de hub. Het is aan te bevelen integratie van beide concepten nader te bestuderen.

REFERENTIES

CEDA. 2024. 'Artificial islands: big risks, big payoffs'.

Deltares. 2015. 'Metocean study for the Borssele Wind Farm Zone'.

EY. 2024. 'Maripark Blueprint'.

Min BZK. 2020. 'Handreiking gebiedspaspoort Borssele'.

Min I&W. 2023. 'handreiking-gebiedspaspoort-hkz.pdf'.

Min I&W. 2024. 'handreiking-gebiedspaspoort-hkn.pdf'.

Winckers, Adriaen. 2024. 'Dienstenpallet en programma van eisen voor een Pilot Maripark in opdracht van'.

TABELLEN

TABEL 1 DEELOPDRACHT 1 – PAKKET VAN EISEN
PILOT MARIPARK
PAKKET VAN EISEN

Aanname deelnemers aan Pilot Maripark										
Onderdeel	Specificatie	Aantal	Offshorewindpak exploitant	Alternatieve energie opwekker Golvenenergieexploitant	Zonnepanelen	Scheepswerker	Passieve Visser	Overheid - Kustwacht	Wetenschap / Natuurontwikkeling	Notities
Accommodatie	Voor 80 personen	80 pers.								
Continue										
Technici		48	45	3				3		
Maritiem personeel		8	6	2				2		
In periodes										
Visser		3			3	3				Niet continue
Maritiem personeel		2			2	2				Niet continue
Reserve		5							5	
Bemannings										Op basis van 24/7 operationeel
OIM + Deputy		2								
Technicians		2								
Dekteam*		4								Afhankelijk wensen gebruikers
Catering		3								
Houskeeping		2								
Medic		1								
Werkvaartuigen	24m CTV / Dredgehelpers	6 st.								
Continue		4	3	1						Full Electric schepen
In periodes		2			1	1	1	1	1	Niet continue
Bunkers										
Elektrisch	minimaal 500 kW per voeding	6 st.								
Afmeten	Langszij / in ponton	6 st.								
Werkdek										
Oppervlak		750 m2	150	150	150	150	150			Incl. ruimte containers
Container plaatsen	20' Offshore Container	20 st.	4	4	4	4	4			
Kraan	25 ton over werkdek en over zijde, offshore rated									
Opslag onderdeks		1600 m2								
Opslagruimte		1600	1200	100	100	100	100			Ruimte voor losse opslag in afsluitbare ruimtes en 20'container plaatsen onderdeks met e-aansluiting
Overig										
Hospitaal										
Ruimte voor helikopter operatie op dek										
Havenset / noodagregaat										
Aansluiting op Mobiel netwerk / Internet										
Optioneel										
Helidek								1		
Re-fueling voor heli's								1		
VEERDIENST										
Passagiers		12 pers.								
Lading	20' Offshore Container	4 st.								
WALFACILITEITEN										
Opslag containers										
Bunker (laad) faciliteiten										

TABEL 2 DEELOPDRACHT 1 – BELANGRIJKHEID
PILOT MARIAPARK

DRAFT v0.4

BELANGRIJKHEID

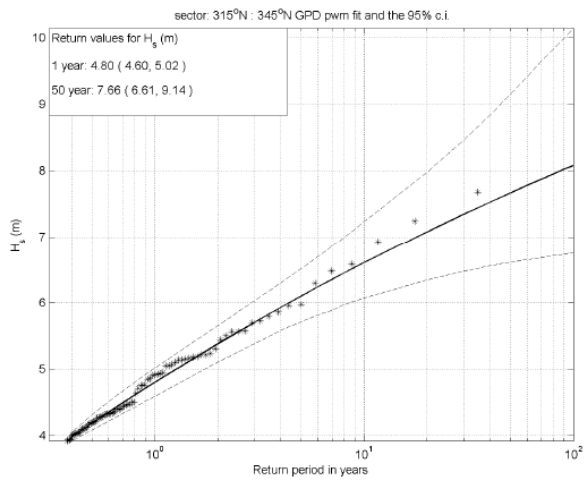
		Windenergie exploitant	Alternatieve energie exploitant 1	Alternatieve energie exploitant 2	Voedselproducent 1	Voedselproducent 2	Voedselproducent 3	GEMIDDELD	Kustwacht
GEMEENSCHAPPELIJKE FUNCTIES									
A	Monitoring								
	- Geofysisch onderzoek	1	5	5	1	3	5	3,3	
	- UXO onderzoek	1	5	3	1	3	5	3,0	
	- Monitoring ecosysteem	1	5	5	5	3	4	3,8	
B	Verblijf van offshore personeel	5	5	4	4	3	5	4,3	4
C	Ruimte voor activiteiten gerelateerd aan uw productie	1	2	4	1	3	5	2,7	
D	Ruimte voor opslag van producten / onderdelen	5	2	4	1	3	5	3,3	4
E	Afmeren van vaartuigen	5	2	4	4	3	5	3,8	5
F	Transport op hub								
	- Lossen werkschepen	5	3	4	1	3	5	3,5	
	- Intern vervoer	5	3	4	1	3	5	3,5	
G	Transport tussen hub en haven								
-	- Mensen	5	5	4	1	3	5	3,8	5
-	- Materialen / productie	5	5	4	1	3	5	3,8	
H	Faciliteiten aan de wal	5	2	5	1	3	3	3,2	
I	Aansluiting op (wind park) infrastructuur								
	- Meetdata		2	5	5	3	3	3,0	
	- Telecom netwerk	3	2	5	5	3	5	3,8	
J	Bunkeren bij hub	5	4	3	3	3	5	3,8	5
K									
L									
BEDRIJFSAFHANKELIJKE FUNCTIES									
		N/A							
a	Ankers / vermeringen		3	4			5	4	
b	Grit connectie		5	5				5	
c	Inspecties								
	- Onderwater		5	4				4,5	
	- Bovenwater		5	2				3,5	
d	- Drones						5		
-									

TABEL 3 HOOFDAFMETINGEN & HYDROSTATICA

Designation	Symbol	Unit	Magnitude
Lengte	L_{pp}	[m]	118
Breedte	B	[m]	36
Holte main dek	D	[m]	13
Holte achter dek	D_A	[m]	6.5
Diepgang	T	[m]	4.0
Displacement	Δ	[tonnes]	12,500
Ruimte aan dek	A_{dek}	[m ²]	1,200
Ruimte onderdeks	A_{opsalg}	[m ²]	3,000
Accom oppervlak	A_{deck}	[m ²]	2,700
Zwaartepunt hoogte	KG	[m]	~8
Metacentre hoogte	GM_t	[m]	~20
Metacentre lengte	GM_l	[m]	~250
Radius of inertia Roll (0.35.B)	K_{xx}	[m]	~13
Radius of inertia Pitch (0.25. L_{pp})	K_{yy}	[m]	~32
Radius of inertia Yaw (0.25. L_{pp})	K_{zz}	[m]	~32
Waterlijn oppervlak	A_{wl}	[m ²]	~2737
Hydrostatische stijfheid Heave ($\rho \cdot A_{wl} \cdot g$)	C_{33}	[kN/m]	~27524
Hydrostatische stijfheid Roll ($\Delta \cdot GM_t \cdot g$)	C_{44}	[kN.m/rad]	~2767406
Hydrostatische stijfheid Pitch ($\Delta \cdot GM_l \cdot g$)	C_{55}	[kN.m/rad]	~34592574
Eigenperiode Heave	T_{33}	[s]	6.4
Eigenperiode Roll	T_{44}	[s]	8.0
Eigenperiode Pitch	T_{55}	[s]	5.7

TABEL 4 METROLOGISCHE CONDITIES

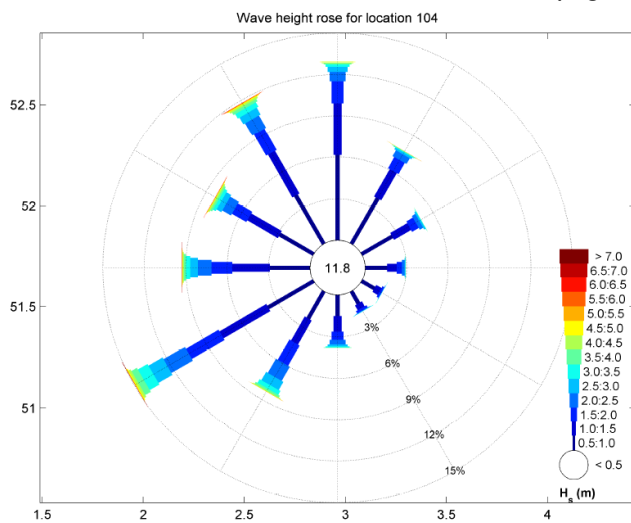
Tabel 4-A: Significant wave height return plot (Figure 4.9 from (Deltares 2015))



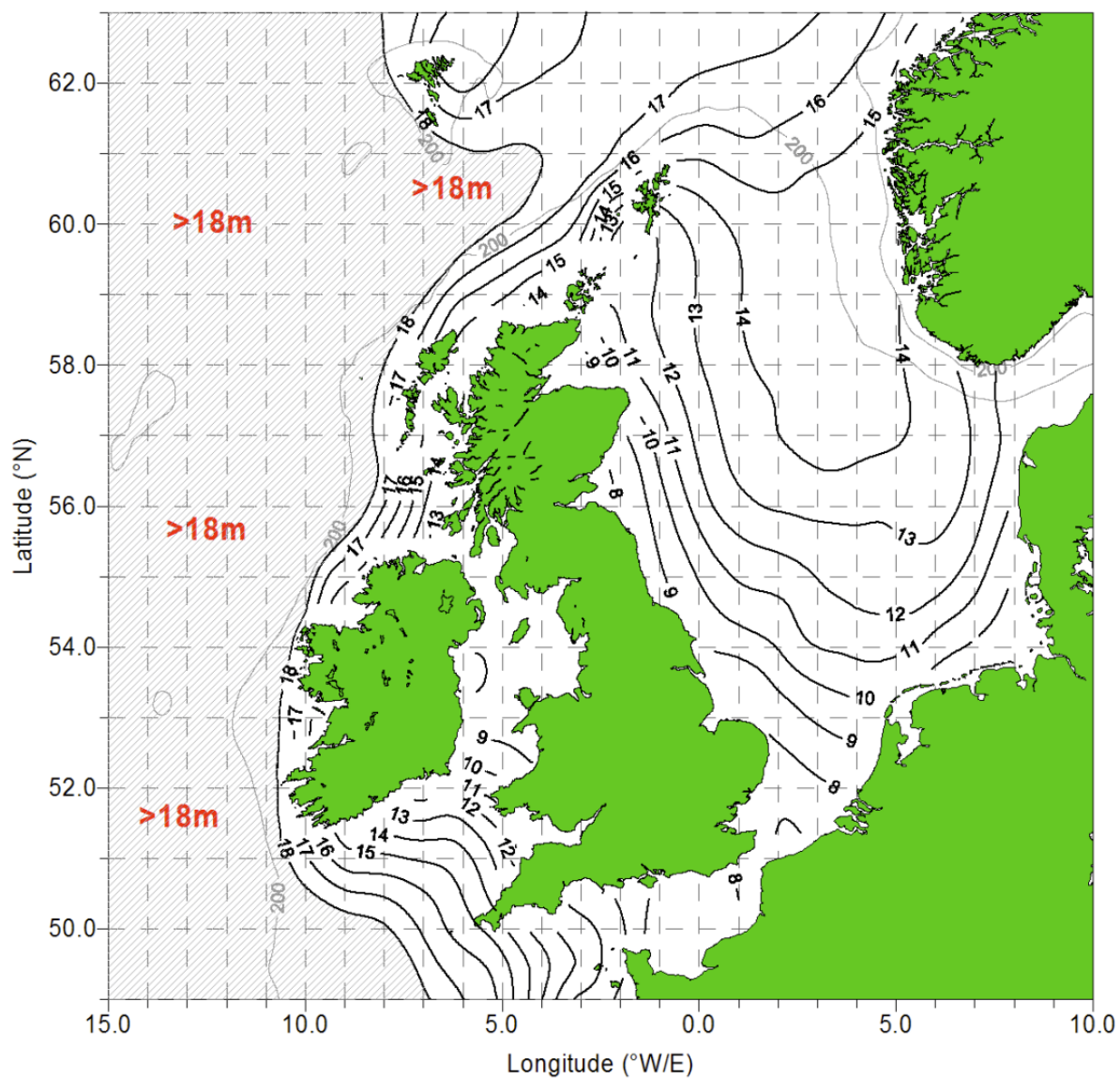
Tabel 4-B: Joint occurrence table of wave height versus wave direction (Table 4.4 from (Deltares 2015))

	345-15	15-45	45-75	75-105	105-135	135-165	165-195	195-225	225-255	255-285	285-315	315-345	
>7.0									0.00	0.00			0.00
6.5-7.0									0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
6.0-6.5									0.00	0.00	0.01	0.02	0.04
5.5-6.0	0.00								0.00	0.00	0.01	0.02	0.08
5.0-5.5	0.00	0.00							0.01	0.02	0.01	0.02	0.24
4.5-5.0	0.02	0.01							0.02	0.07	0.04	0.03	0.56
4.0-4.5	0.05	0.00							0.00	0.05	0.16	0.11	1.25
3.5-4.0	0.08	0.03	0.01	0.00					0.02	0.15	0.47	0.14	2.41
3.0-3.5	0.19	0.07	0.03	0.02	0.00	0.00	0.07	0.32	0.80	0.32	0.22	0.37	4.20
2.5-3.0	0.36	0.14	0.12	0.05	0.01	0.02	0.15	0.67	1.17	0.56	0.39	0.56	7.76
2.0-2.5	0.68	0.47	0.28	0.19	0.02	0.04	0.33	1.18	1.80	0.99	0.73	1.05	13.22
1.5-2.0	1.59	0.92	0.55	0.39	0.15	0.17	0.59	1.69	2.72	1.48	1.20	1.77	24.82
1.0-1.5	3.78	2.25	1.43	0.70	0.43	0.41	1.11	1.99	3.91	2.73	2.55	3.53	33.56
0.5-1.0	8.14	3.81	2.56	1.59	1.01	1.01	1.52	2.26	3.80	2.91	2.83	4.05	11.83
0.0-0.5	1.89	1.50	1.08	0.70	0.60	0.62	0.50	0.64	0.98	0.94	0.94	1.44	100.00
All year	14.76	9.19	6.05	3.63	2.30	2.27	4.30	8.98	15.92	10.22	9.16	13.24	Total

Tabel 4-C: Annual wave rose at Borssele III (Figure 4.5 from (Deltares 2015))

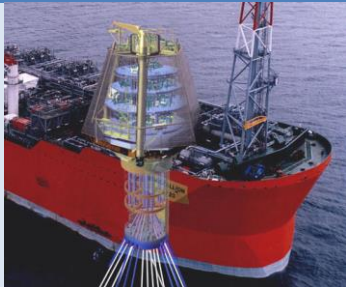


Tabel 4-D: Noordzee 100yr significante golfhoogte

**Figure 1:** 100 year extreme significant wave height (m)

Important note: the information displayed on this map is intended as a guide and should not be treated as a substitute for site specific study.

TABEL 5 OVERZICHT VAN TURRET MOORING SYSTEMEN

Eigenschap	Interne turret	Externe turret tower + yoke	CALM boei + hawser
			
Ondiep water ¹³	1	5	3
Doorvoer elektrische 33kV kabel ¹⁴	1	5	3
Proven Technology ¹⁵	5	5	2
CAPEX ¹⁶	2	2	3
Bestendigheid ¹⁷	5	3	3

Eigenschap	CALM boei + yoke
	
Ondiep water	3
Doorvoer elektrische 33kV kabel	4
Proven Technology	5
CAPEX	4
Bestendigheid	3

¹³ unsuitable (1), not preferred (2), adequate (3), suitable (4), very suitable (5)

¹⁴ unsuitable (1), not preferred (2), adequate (3), suitable (4), very suitable (5)

¹⁵ concept (1), design (2), prototype (3), limited applied (4), widely applied (5)

¹⁶ high costs (1), medium costs (3), low costs (5)

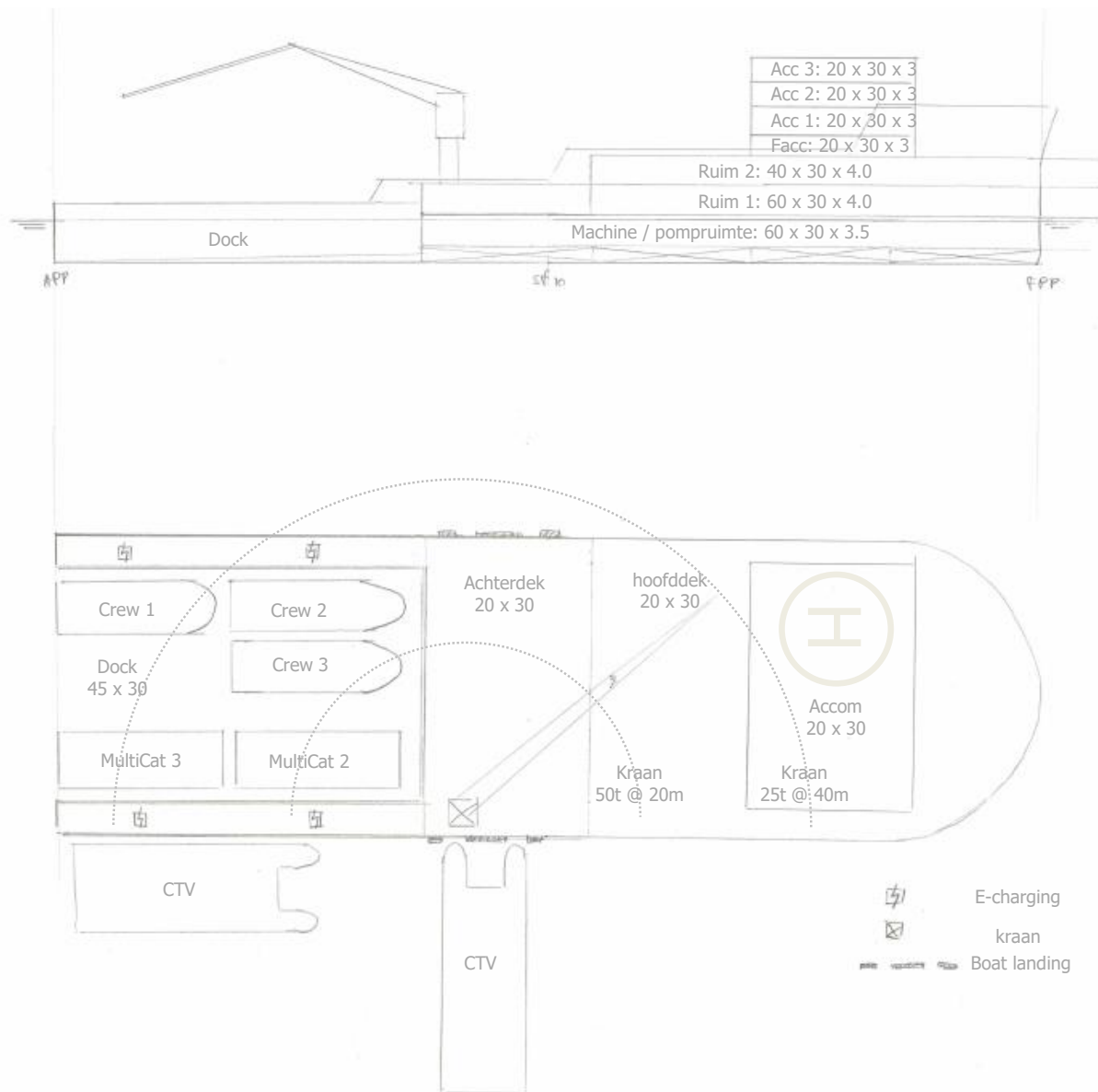
¹⁷ low (1), medium (3), high (5)

TABEL 6 ELEKTRISCHE INFRASTRUCTUUR – REGULIER EN NOOD

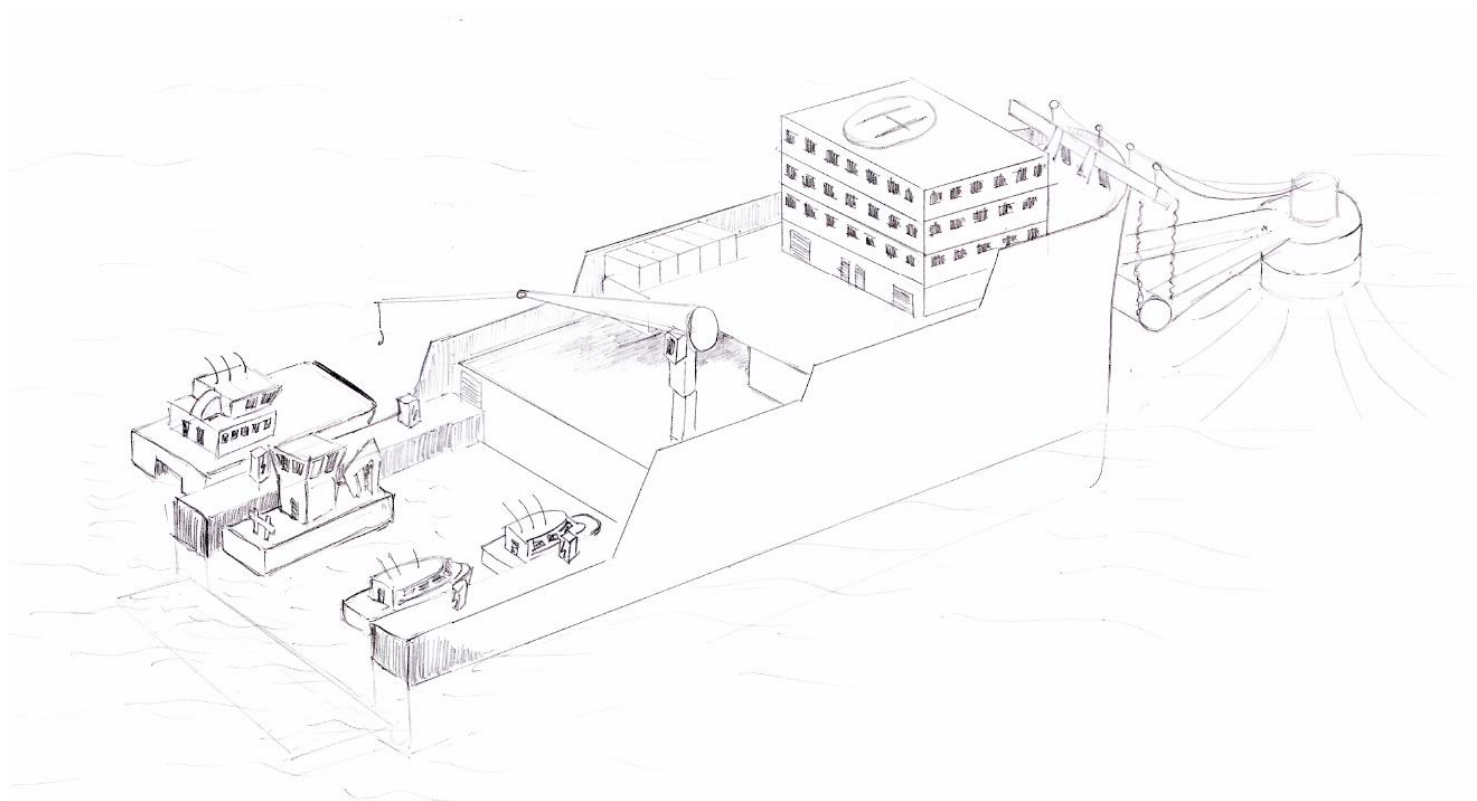
		Vermogensvraag		laadcapaciteit		(laad)vermogen		Aantal		gelijktijdigheidsfactor		opwekking	
		kWh	hr	kW	N	-						kW	
Energie gebruik		Regulier											1623
Maripark eigen gebruik													
Accomodatie	75kWh pp / day	6150	24	256				1				256	
Werk en opslag		500	1	500				0.5				250	
Kraan 45t	gemiddeld 137kW*0.5hr	68.5	0.5	137				1				137	
Laden van vaartuigen													
Charging stations (6 x)													
Multi Cat (2 x)		1820	1	3640				2	0.125			455	
Battery Pack 1.820kWh; endurance @ 6.5kn : 8hr / 100km													
e-Crew carriers (3 x)		700	1	2100				3	0.25			525	
Battery Pack 700kWh; endurance @ 20kn : 2hr; weight 11t													
e-CTV													
Battery Pack 5.500kWh; endurance @ 20kn : 2hr													
		5500	2	2750				1	0			0	
Energie voorziening		Regulier											
OHVS naar hub													
		22kV klantaansluiting											
		5km 22kV IAC											
		aerial kabels yoke											
Maripark hub boordnet 1000V													
		Converter 22kV DC / 1000 V DC											
		Switchboard											
		Battery pack tbv kraan											
		137	1	137									
Energie gebruik		Nood											306
Maripark eigen gebruik													
Accomodatie	75kWh pp / day	6150	24	256				1				256	
Werk en opslag		500	1	500				0.1				50	
Kraan 45t	gemiddeld 137kW*0.5hr	68.5	0.5	137				0				0	
Energie voorziening		Nood											
Nood generator set 1 x 400 kW diesel													
					400			1				400	

FIGUREN

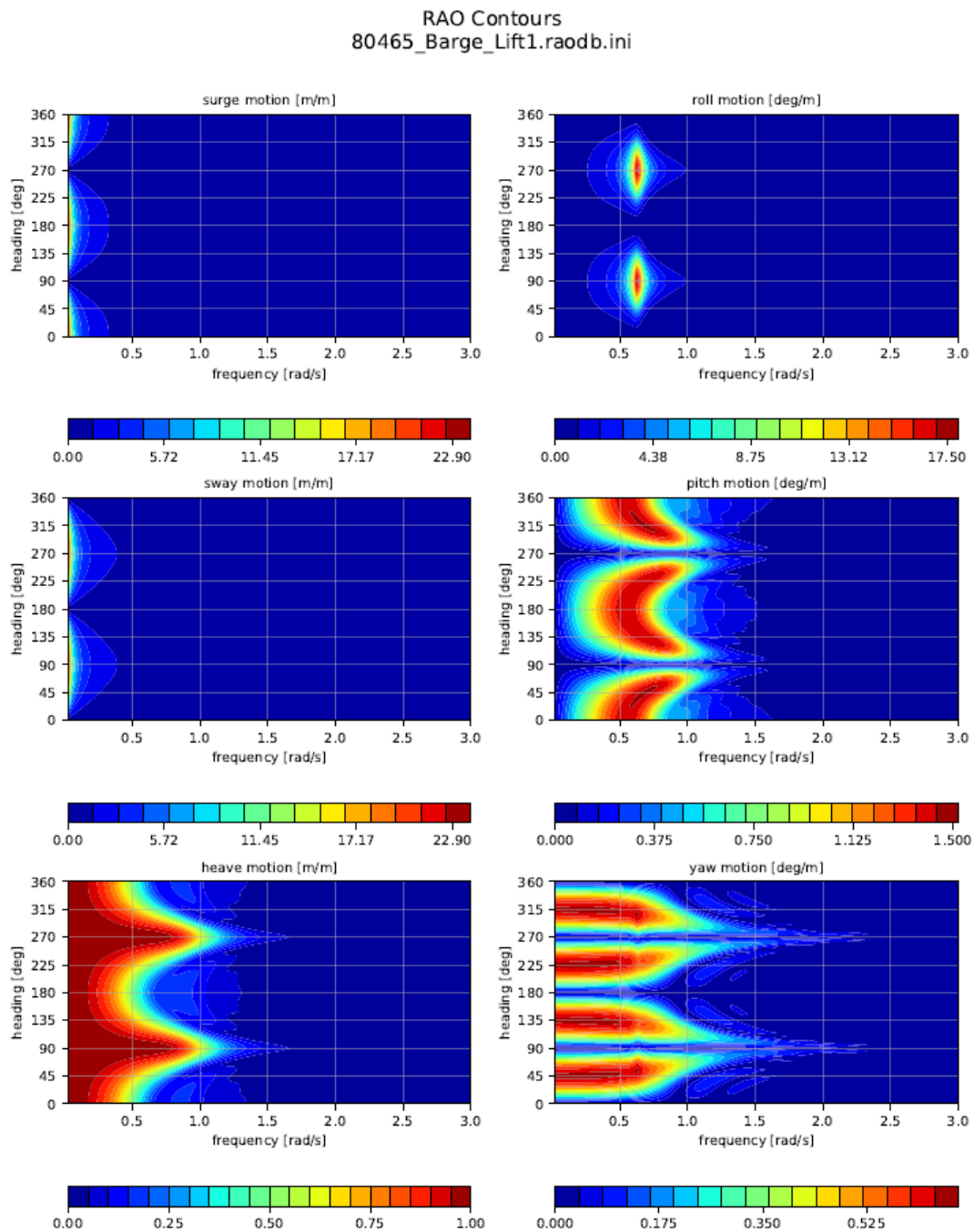
FIGUUR 1 SCHEMATISCHE TEKENING CONCEPTONTWERP



FIGUUR 2 SCHETS CONCEPTONTWERP



FIGUUR 3 RAO 400FT BARGE



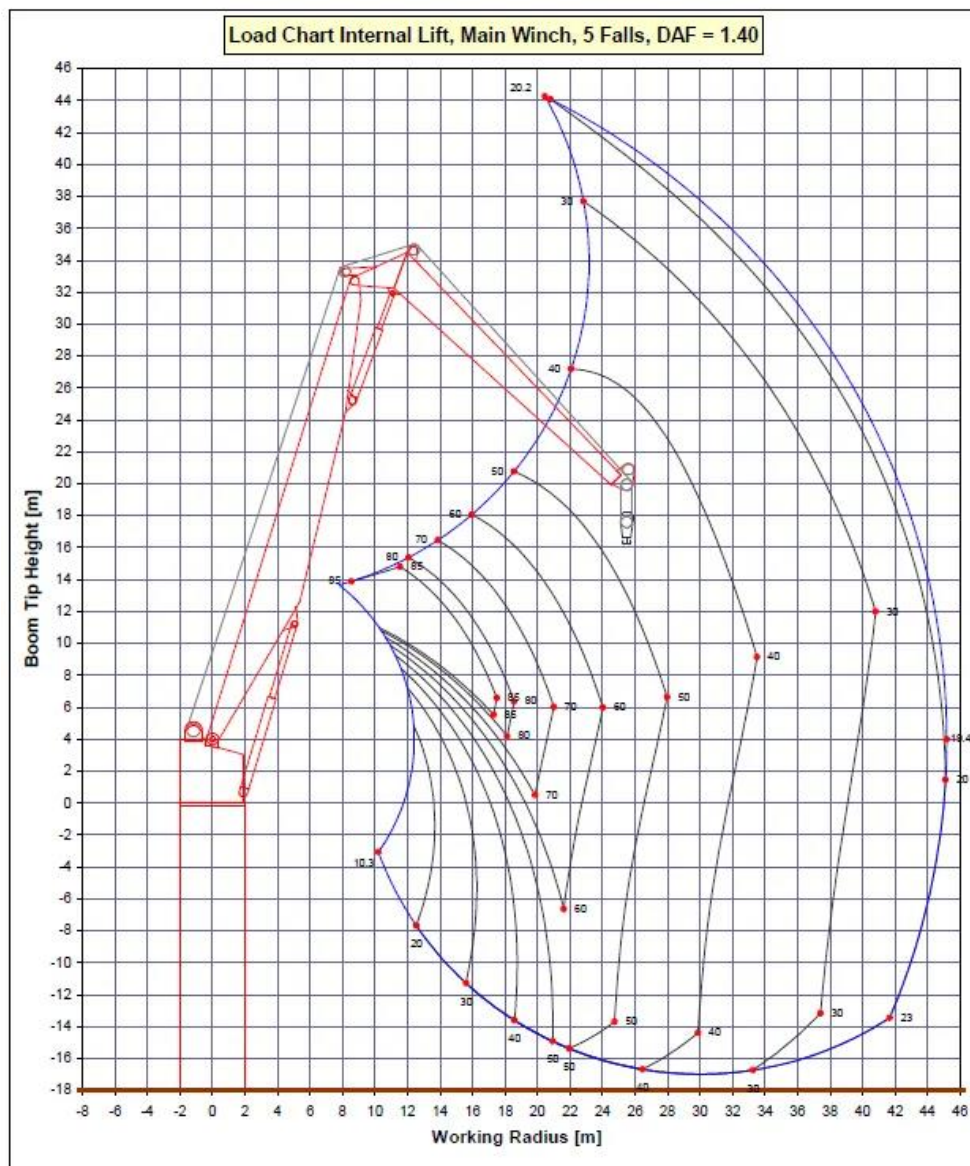
QA_Diffrac_v0.1.8

FIGUUR 4 KNUCKLE BOOM CRANE LIFT KARAKTERISISTIEK

(Huisman 120 ton knuckle boom kraan)

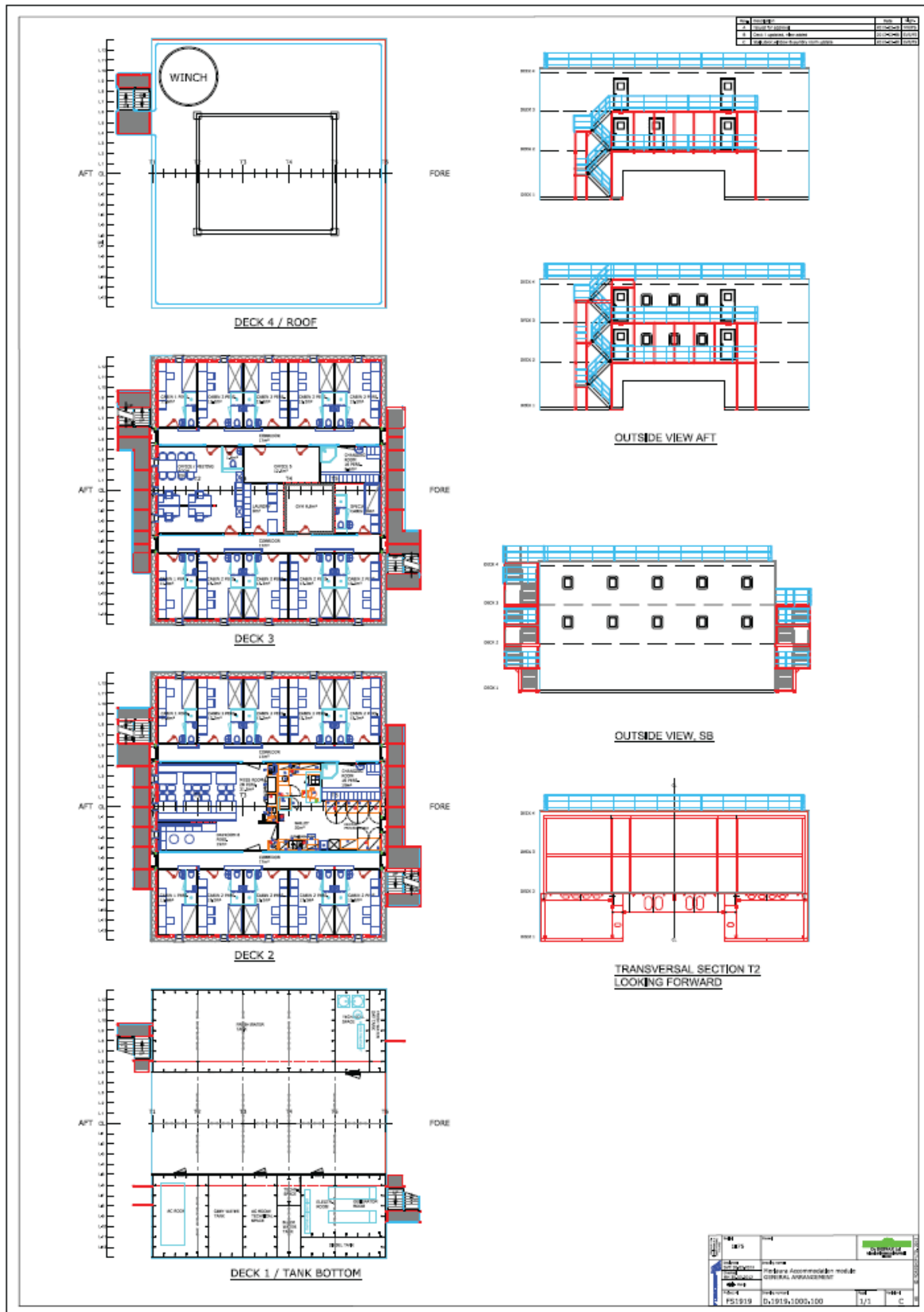


(NOV OC3932)



FIGUUR 5 VOORBEELD DEK LAYOUT ACCOMMODATIEMODULE

Accommodation unit 36 personen



FOTO'S

FOTO 1 VOORBEELD ACCOMMODATIE MODULE

CABINS AND PUBLIC AREAS



4 single cabins with toilet and shower. There is also satellite TV and data network connection in each cabin.



16 double cabins with toilet and shower. There is also a satellite TV and data network connection in each cabin.



A mess room with serving desks, fridges etc.



Mess room



A modern galley with food stores, stove, oven and CO2 extinguishing system.



Galley



Galley



A laundry with three industrial washing machines and dryers.



An isolated hospital cabin with toilet and shower



A big meeting office with data network, whiteboard, fridges etc.



A smaller office with data network.



Two changing rooms with a locker for every bed. Other one has emergency shower.

APPENDICES

APPENDIX A

Platform-typen en beoordeling

Revision	Date	Description of revision	Author
0	12 Nov 2024		J.W. Serraris

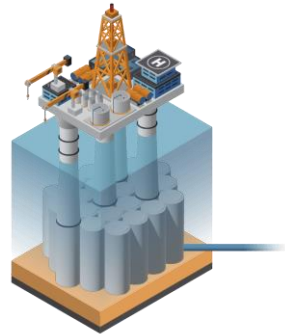
Platform typen

In de maritieme industrie wordt gebruik gemaakt van een breed scala aan platform-typen voor het faciliteren van woon- en werkfunctionaliteiten. De specifieke kenmerken van de deze platform-typen worden allereerst beknopt toegelicht.

Table A-1: Overzicht van platform typen toegepast op zee

Platform	Beknopte omschrijving	Impressie
SOV (DP)	Service Operation Vessel (SOV) ofwel Offshore Service Vessel (OSV) wordt veelvuldig gebruikt als mobiel woon en -werkschip binnen windparken meer dan 20-30 miles van de kust. Varend en positionerend m.b.v. Dynamic Positioning (DP) systeem. Werkbaarheid tot Hs=2.5m.	
Semi submersible (hybrid)	Wordt veelvuldig gebruikt in de maritieme industrie vanwege gunstig (= beperkt) bewegingsgedrag, als gevolg van beperkte waterlijn doorsnijding. Dek op grote hoogte boven water. Bestaand in diverse afmetingen als werkschip (heave lift vessel, boorplatform) of accommodatie schip. Kan worden afgemeerd of op posities blijven d.m.v. DP.	

Barge (afgemeerd)	Drijvende bak; simpele scheepsconstructie. Kostenefficiënte en toegankelijke structuur. Beweging als gevolg van golven.	
Barge (DP)	Scheepsconstructie met eigen voorstuwing. Beweging als gevolg van golven.	
Jack-up (hybrid)	Hefschip wat zichzelf uit het water heft en zodoende een vast platform vormt. Wordt veelvuldig toegepast voor tijdelijke installatie werkzaamheden waarbij bewegingen minimaal dienen te zijn.	

GBS	Gravity Based Structure wordt drijvend ter plaatse gebracht en door middel van afzinking gepositioneerd. Woon/ werkdek bovenop hoge fundering. Vaak uitgevoerd van beton.	
Monopile / jacket	Vaste fundering op een (monopile) of meerdere kolommen. Wordt met heien (monopile) en/ of heipalen (jacket) verankerd. Woon/ werkdek bovenop hoge fundering. Meestal van staal.	
Artificial island (drijvend)	Beyond state of the art drijvend werkeiland. Bijvoorbeeld ¹⁸	

¹⁸ <https://spaceatsea-project.eu>

Artificial island (vast)	Beyond state of the art werkeiland. Bijvoorbeeld (CEDA 2024)	
--------------------------	--	---

Beoordelingsparameters

De geschiktheid als Maripark-hub van de bestaande platform-typen is beoordeeld aan de hand van relevante beoordelingsparameters. De beoordelingsparameters zijn weer gegeven in onderstaande tabel en beknopt toegelicht. De beoordelingsparameters bestaan uit constructieve eigenschappen van het platform en operationele eigenschappen.

Table A-2: Omschrijving van beoordelingsparameters

Constructieve parameters	Toelichting	Beoordeling
Proven Technology	Mate waarin het platform-type reeds toegepast wordt	concept (1), design (2), prototype (3), limited applied (4), widely applied (5)
Werf non-NL / NL	Inschatting van mate in hoeverre het platform-type door de Nederlands maritieme industrie gebouwd zal kan worden. Geen onderdeel van huidige conceptontwerp (technisch + financieel).	0-20% NL (1), 20-40% NL (2), 40-60% NL (3), 60-80% NL (4), 80-100% NL (5)
Plaatsing	Flexibiliteit van de inzetbaarheid. Vaste constructie is permanent, drijvende constructie kan tijdelijk worden ingezet. Eigenschap van het platform, geen beoordelingsparameter.	vast, hybrid, drijvend

Verplaatsbaarheid	Hoe gemakkelijk is de constructie te verplaatsen voor vervanging/ opschaling, onderhoud of andere doeleinden.	unsuitable (1), not preferred (2), adequate (3), suitable (4), very suitable (5)
Schaalbaarheid	Hoe gemakkelijk is de constructie op te schalen wanneer meer gebruikers aanhaken en/ of voor andere windparken met andere gebruikerssamenstellingen/ bezetting	unsuitable (1), not preferred (2), adequate (3), suitable (4), very suitable (5)
Eigendom	Typische eigendomsconstructie: mate van flexibiliteit van de constructie. Een lease constructie kan na enkele jaren worden vervangen. Lease kosten worden gezien als CAPEX.	Lease / own
Safety case	Hoe gemakkelijk is veiligheid van de aanwezigen te waarborgen in extreme/ storm condities en tijdens operationeel gebruik.	unsuitable (1), not preferred (2), adequate (3), suitable (4), very suitable (5)
Capex: construction	Inschatting van hoogte van de bouwkosten	high costs (1), medium costs (3), low costs (5)
Capex: installation	Inschatting van de installatiekosten	high costs (1), medium costs (3), low costs (5)

Operationele parameters	Toelichting	Beoordeling
Bewegingen/ comfort	Hoe comfortabel is het bewegingsgedag, met oog op comfort/ zeeziekte van de aanwezigen.	unsuitable (1), not preferred (2), adequate (3), suitable (4), very suitable (5)
Toegankelijkheid	Hoe gemakkelijk kan crew aan/ van boord komen vanaf de ondersteunende vaartuigen.	unsuitable (1), not preferred (2), adequate (3), suitable (4), very suitable (5)
Dokking	Hoe gemakkelijk kan een CTV afgemeerd worden.	unsuitable (1), not preferred (2), adequate (3), suitable (4), very suitable (5)
OPEX	Inschatting van de kosten van dagelijks gebruik (niet zijnde lease kosten).	high costs (1), medium costs (3), low costs (5)
Electrificeerbaarheid	Hoe gemakkelijk is het de constructie te elektrificeren.	unsuitable (1), not preferred (2), adequate (3), suitable (4), very suitable (5)
Flexibiliteit van dekruimte	Hoe gemakkelijk is de ruimte op/ onder dek te gebruiken voor diverse doeleinden.	unsuitable (1), not preferred (2), adequate (3), suitable (4), very suitable (5)
Operationele emissies	Inschatting emissies. NB alleen operationele emissies zijn meegewogen, emissies als gevolg van bouw, transport en installatie zijn niet meegenomen.	high (1), medium (3), low (5)

Beoordeling

De mate van geschiktheid om dienst te doen als Maripark-hub van ieder platform-type is door MARIN en Marstrat experts op basis van kennis en ervaring beoordeeld. Deze beoordeling heeft geresulteerd in Table A-1. Het platform-type met de hoogste score en laagste standaard deviatie is het meest geschikt als Maripark-hub. Dit zijn de afgemeerde barge en jack-up.

Table A-3: Beoordeling geschiktheid platform typen als Maripark-hub

	SOV / IERTV	Semi Submersible	Barge (afgemterd)	Barge (DP)	GBS	Jack-up	jacket	eiland (drijvend)	eiland (vast)
Beoordeling parameters									
Constructieve parameters									
Proven Technology	4	3	5	3	2	4	2	0	0
Werf non-NL / NL	3	1	3	3	2	3	3	2	4
Plaatsing:	drijvend	hybrid	vast	drijvend	vast	hybrid	vast	drijvend	vast
Verplaatsbaarheid:	5	3	3	5	1	4	1	2	1
Schaalbaarheid	3	5	5	4	1	5	1	5	1
Eigendom	lease	lease	own/ lease	lease	own	own/ lease	own	own	own
Safety case	5	5	3	4	5	3	4	4	4
Capex: construction	3	3	5	3	3	4	3	2	2
Capex: installation	5	4	3	5	2	3	2	2	1
Operationele parameters									
Bewegingen/ comfort	3	4	3	3	5	5	5	5	5
Toegankelijkheid	4	2	4	4	2	3	2	5	5
CTV docking plaats	2	2	4	4	1	2	1	4	5
OPEX	2	2	5	3	4	4	4	2	2
Electrificeerbaarheid	2	3	4	2	5	4	5	3	5
Flexibiliteit van dekruimte	2	4	4	4	1	3	1	5	5
Operational emissions	1	1	4	1	3	3	3	3	3
Totale score	44	42	55	48	37	50	37	44	43
Standard deviation scores	1.2	1.3	0.8	1.0	1.5	0.8	1.4	1.5	1.8

APPENDIX B

Maripark concepten opties voor afmeren van werkschepen

Revision	Date	Description of revision	Author
0	1 Nov 2024		Meindert van Genderen

APPENDIX C

Ondersteunende vaartuigen

Revision	Date	Description of revision	Author
0	1 Nov 2024		Jorrit-Jan Serraris

CTV (veerdienst)

Parameter	FCS 2710 (state-of-art)	FCS 3210-E (beyond state-of-art)
Length (Lpp) [m]	27	32
Deck area [m2, TEU]	90, 2	90, 2
Pax	24	24
Displacement [ton]	~100	~300
Snelheid [knots]	~20	~20
Endurance @ max snelheid [hr]	-	2

Figuur C-1: CTV (DAMEN FCS 2710)



Figuur C-2: CTV (DAMEN FCS 3210)



Crew Tenders

Parameter	
Length (Lpp) [m]	18-19
Beam [m]	4.8
Deck area [m2, TEU]	0
Pax	12
Displacement [ton]	~30
Snelheid [knots]	20-30
Endurance @ max snelheid [hr]	2
Endurance @ 12 kn [hr]	8

Figuur C-3: Pilot vessel



Figuur C-4 WindCat 32



Foto 1 van 2

Multi Cat

Parameter	
Length (Lpp)	19
Beam [m]	8.4
Deck area [m2]	35
Crane [t at m]	5.8t at 12m
Displ dwt [ton]	~250
Snelheid [knots]	7.5
Endurance @ max 6.5 kn [hr]	8

Figuur C-5 e-Multi Cat¹⁹

¹⁹ <https://www.damen.com/vessels/workboats/multicats/multi-cat-1908-electric>

