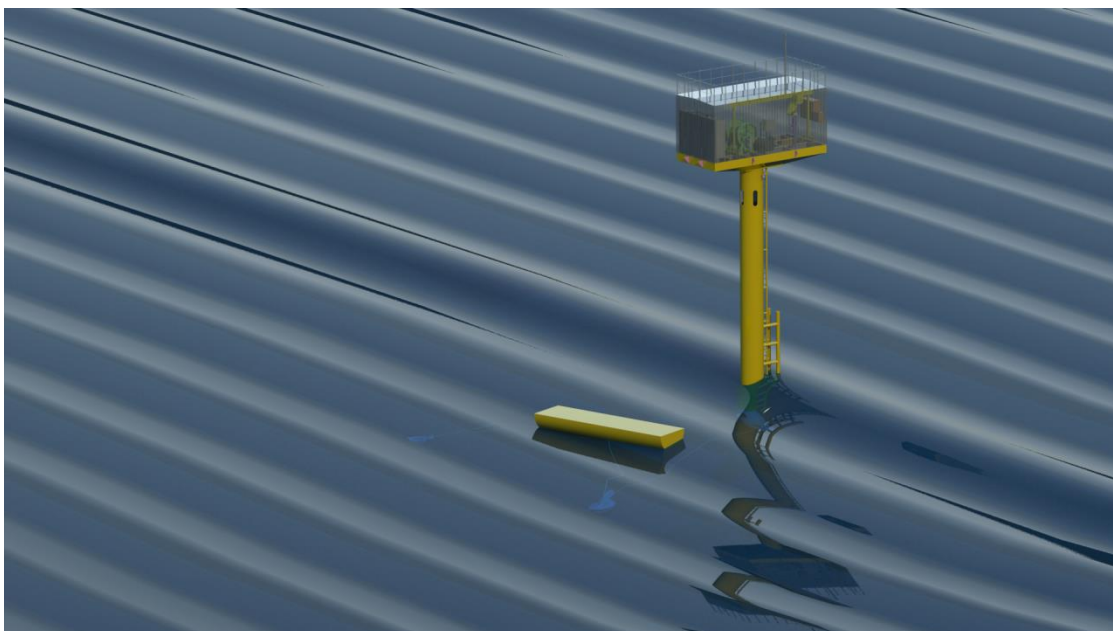




**Bouw van een tijdelijke testinstallatie
voor golfenergieconversie
nabij de haven van Oostende**



versie 1.0

13 december 2016

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1 Algemene projectinformatie	5
1.1 Aanvrager	5
1.2 Plan en doelstelling	5
1.3 Beschrijving van het bedrijf	5
1.4 Bedrijfsstructuur.....	6
1.5 Financiering	6
1.6 Technische bekwaamheid	7
1.7 Planning	7
1.8 Referenties	9
1.9 Projectpartners.....	10
2 Locatie	11
2.1 Installatie	11
2.2 Kabeltraject	11
2.3 Omgeving.....	12
3 Beschrijving van de installatie en de componenten.....	14
3.1 Fundering.....	14
3.2 Bovenstructuur.....	14
3.3 Drijver	17
3.4 Kabels en riem	18
3.5 Mechanische componenten	19
3.5.1 Onderwatercomponenten.....	19
3.5.2 Droge componenten.....	19
3.6 Elektrische componenten.....	19
3.6.1 Aansluiting op het elektriciteitsnet en opstelling elektrisch systeem.....	20
3.6.2 Onderzeese kabel	21
4 Bouw en aanleg	21
4.1 Bouw van de fundering	21
4.2 Aanleg van de constructie	21
4.2.1 Aanbrengen van de katrollen	22
4.3 Aanbrengen van de onderzeese kabel	22
4.3.1 Bescherming van de onderzeese kabel	22
4.3.2 Aansluiting van de onderzeese kabel aan de kustzijde	23
4.4 Aanbrengen van kabels en drijver	23

5	Gebruik en onderhoud	24
5.1	Normaal gebruik.....	24
5.2	Toegang voor onderhoud.....	25
6	Kwaliteit, gezondheid, veiligheid en omgeving.....	26
6.1	Kwaliteit.....	26
6.2	Scheepvaartsignalisatie.....	26
6.2.1	Algemene informatie.....	26
6.2.2	Toren	26
6.2.3	Boeien.....	27
6.2.4	Overige maatregelen.....	27
6.3	Brand	28
6.4	Elektrische veiligheid.....	28
6.5	Veiligheid.....	28
6.5.1	Veiligheid personen op NEMOS-vaartuigen.....	29
6.5.2	Veiligheid personen op NEMOS-installatie en in NEMOS-machinekamer.....	29
6.6	Faalscenario's (FMEA)	29
6.7	Noodreddingsplan (ERP).....	29
7	Impact van de testinstallatie	30
7.1	Veiligheid tijdens gebruik.....	30
7.1.1	Risico op botsing.....	30
7.1.2	Risico op losraken.....	31
7.2	Omgeving.....	32
7.2.1	Impact op zeezoogdieren	32
7.2.2	Impact van de installatie	36
7.2.3	Impact van de onderzeese kabel.....	37
7.2.4	Materialen en coatings.....	38
7.2.5	Smering.....	38
7.2.6	Schadelijke en giftige materialen	38
7.3	Visserij	38
7.4	Visuele impact	39
7.5	Vrijtijdsbesteding.....	47
7.5.1	Zwemmen.....	48
7.5.2	Surfen	48
7.5.3	Windsurfen en kitesurfen.....	48
7.5.4	Zeilen	48

7.5.5	Vissen.....	48
8	Ontmanteling.....	48
8.1	Ontmanteling van de toren	48
8.1.1	Optie A.....	49
8.1.2	Optie B.....	49
8.2	Verwijderen palen	49
8.3	Ontmantelen onderzeese kabel	49
8.4	Aannemers	49
9	Aansprakelijkheid	49
10	Referenties	50

1 Algemene projectinformatie

1.1 Aanvrager

De aanvrager van de voorgestelde installatie is het in Duitsland gevestigde bedrijf

NEMOS GmbH
Bismarckstraße 142
47057 Duisburg
Duitsland

Managing Director:
Ir. Jan Peckolt

1.2 Plan en doelstelling

NEMOS is van plan om vanaf Q1-Q2 2017 een tijdelijke testinstallatie voor golfenergie te bouwen nabij de haven van Oostende. Het betreft een onafhankelijk opererende energieopwekker met een capaciteit van 5 kW. Het doel van het project is om het concept te bewijzen en te demonstreren op middelgrote schaal, en het voorspelde niveau van efficiëntie na te meten. NEMOS is niet van plan om de installatie op enig moment commercieel te exploiteren. Echter voor een demonstratie van het volledige concept van energieconversie van golf tot stroom is het nodig dat de installatie wordt aangesloten op het lokale elektriciteitsnet. NEMOS ontvangt geen enkele financiële compensatie voor de energie die wordt opgewekt. Een kabelverbinding is tevens noodzakelijk voor een dataverbinding. Na een testfase van 3 jaar zullen installatie en kabel volledig worden ontmanteld en verwijderd.

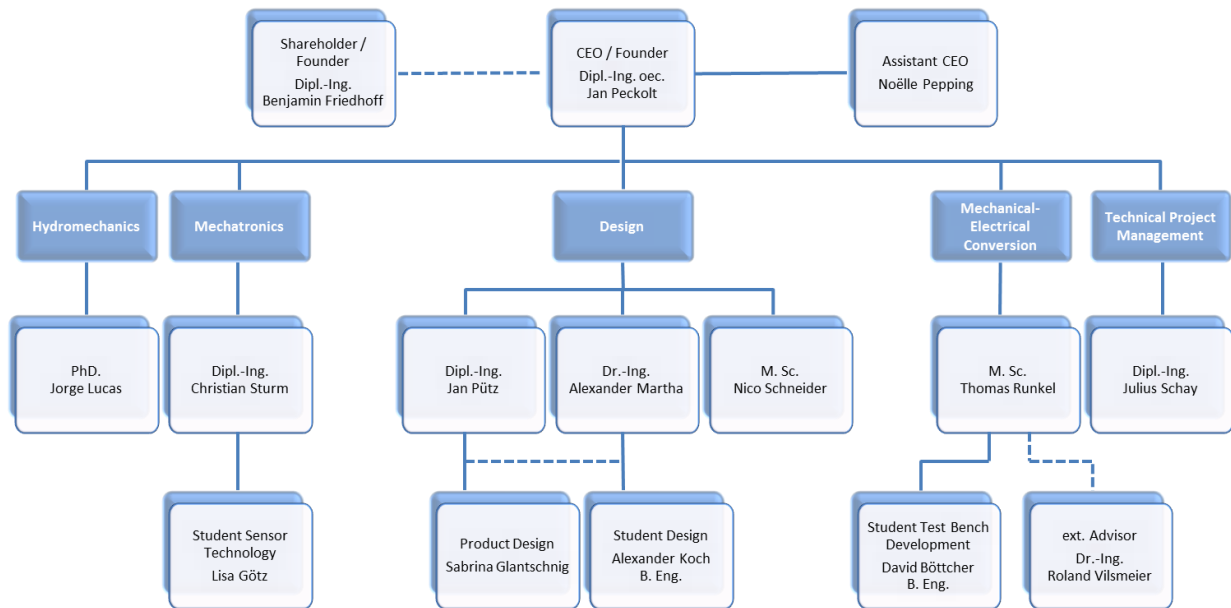
1.3 Beschrijving van het bedrijf

NEMOS is opgericht in 2012 met het doel een innovatief systeem voor het opwekken van energie uit oceaangolven te ontwikkelen. Uit onderzoek uit 2010 blijkt dat het systeem in staat is een hogere efficiëntie te behalen dan vergelijkbare systemen. Het kan tegen lagere kosten worden geïnstalleerd en is uitzonderlijk goed geschikt voor een combinatie met offshore windturbines.

Het NEMOS-systeem is een langwerpige drijver, verbonden met de zeebodem door middel van drie lijnen. Mechanische energie van golfslag wordt met behulp van kabels doorgegeven aan een generator in een toren, boven het hoogst mogelijke zeeniveau. Met behulp van nieuwe algoritmes voor de beheersing en beschrijving van golfbanen kan tot 80% van de binnenkomende golfenergie worden gebruikt voor omzetting in elektrische energie. Bij veranderende golfrichting wordt ook de oriëntatie van het drijver aangepast door een gepatenteerd besturingssysteem. In geval van zware storm en zware golfslag kan het drijver afdalen tot een diepte waar het golfklimaat rustiger is.

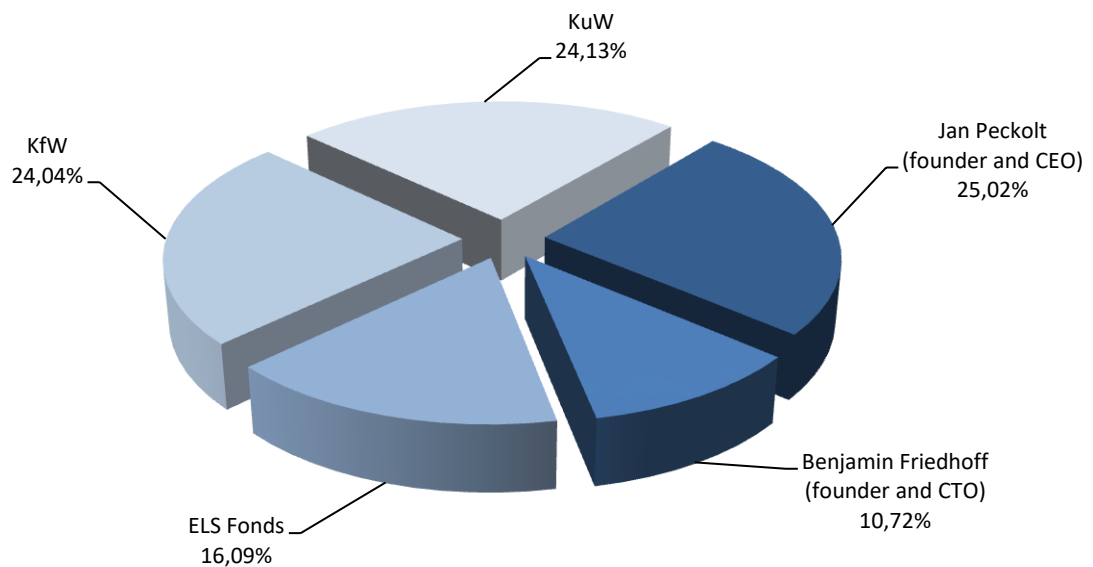
Het doel van het NEMOS-project is om de technologie klaar te maken voor marktintroductie. De ontwikkeling vindt plaats in samenwerking met partnerbedrijven uit verschillende sectoren, met het Development Centre for Ship Technology and Transport Systems (DST) en het Institut für Schiffstechnik, Meerestechnik und Transportsysteme (ISMT) aan de Universiteit Duisburg-Essen. Daarnaast is de Universiteit Gent betrokken voor de evaluatie van plaatselijke omstandigheden met betrekking tot golven en stroom.

1.4 Bedrijfsstructuur



Figuur 1: Organigram van NEMOS GmbH

1.5 Financiering



Figuur 2: Zetelverdeling NEMOS GmbH

Op dit moment wordt de basisfinanciering van NEMOS gewaarborgd door drie investeerders. De eerste financieringsronde van € 1,5 werd in september 2012 overeengekomen met ELS (Emscher-Lippe Seedfonds) voor € 750.000 en het ERP-Startfonds van de Duitse ontwikkelingsbank KfW voor ongeveer € 750.000. Daarnaast is ongeveer € 100.000 aan overheidsfinanciering ontvangen in de periode tot eind 2014. Voor de tweede financieringsronde, die eindigde in april 2015 werd de private investeerder Dhr. Wulf aangetrokken voor een belang in aandelen van € 1,25 miljoen. Ook hebben de

twee investeerders uit de eerste financieringsronde hun belang vergroot. De totale omvang van de tweede financieringsronde is € 2,1 miljoen. Een derde financieringsronde is gepland voor de periode tot 2019.

Daarnaast heeft NEMOS € 1,1 miljoen aan financiering ontvangen van het Duitse Ministerie van Economische Zaken en Energie (BMWi) en naar verwachting komt daar nog € 1,3 bij afronding van het testproject.

1.6 Technische bekwaamheid

Het kernteam van NEMOS bestaat uit tien zeer gemotiveerde en vaardige ingenieurs waaronder twee promovendi uit verschillende disciplines: mechanica, scheepsonwerp, electrotechniek, natuurkunde en geotechniek. Het kernteam wordt ondersteund door experts die het team adviseren, en door een aantal talentvolle student assistenten.

1.7 Planning

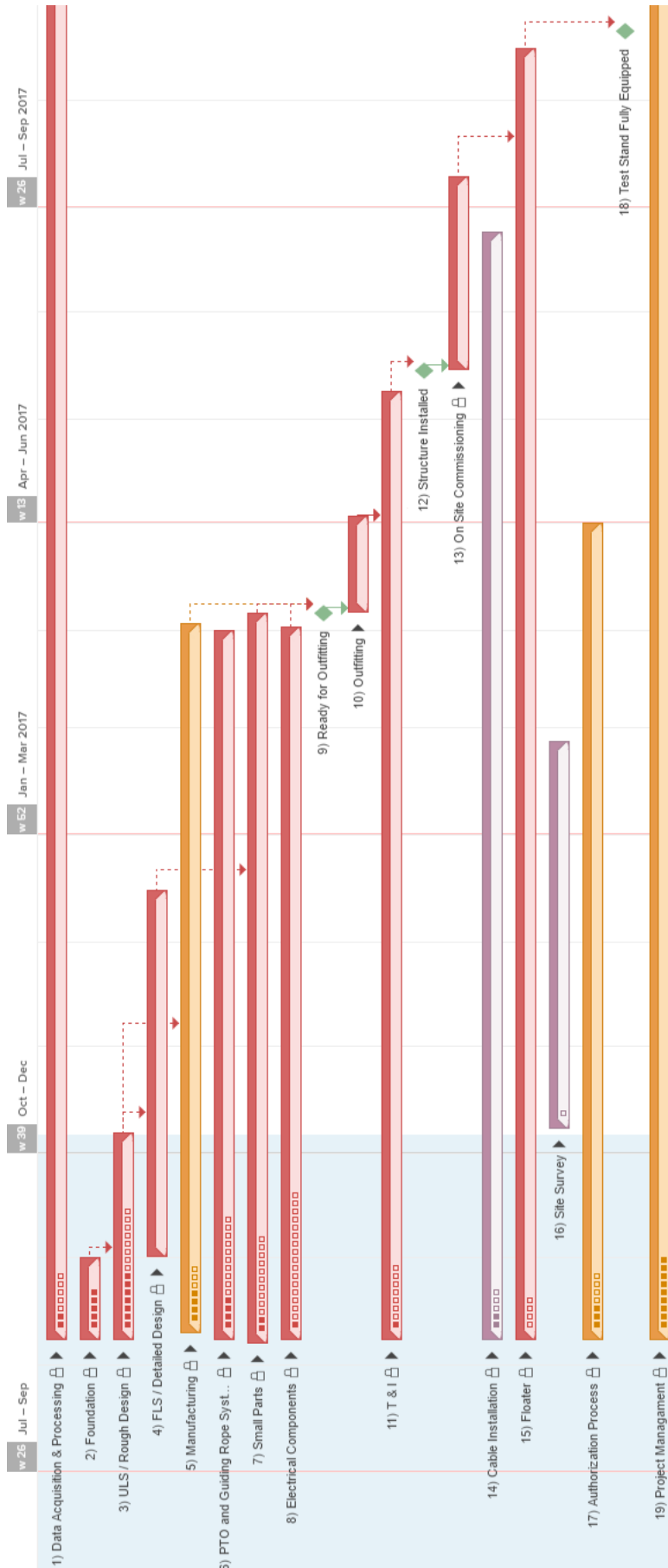
Alle componenten voor het systeem van energieomzetting worden momenteel getest in een testopstelling. Voor dit doel is een stalen constructie van 40 ton gebouwd (Power Take Off Unit testopstelling). De stalen constructie en de mechanische en elektrische onderdelen worden tussen oktober 2016 en februari 2017 gefabriceerd en geassembleerd. In maart en april 2017 worden de componenten op het droge getest en wordt de complete installatie voorbereid voor transport naar Oostende.

Voor de installatie van de testopstelling dienen de omgevingsomstandigheden zich tussen bepaalde grenswaarden te bevinden. Deze omstandigheden komen statistisch gezien het meest voor aan het einde van het voorjaar en het begin van de herfst, en dus heeft NEMOS de start voorzien in mei 2017.

De installatie zal op een hefplatform worden geplaatst, en met de funderingspalen naar de locatie in Oostende worden getransporteerd. Het heien van de funderingspalen en de installatie zelf op de locatie zal ongeveer 15 dagen in beslag nemen. Vervolgens wordt de kabel geïnstalleerd. Voor het aanbrengen en beschermen van de kabel zijn 12 dagen uitgetrokken. Na het aansluiten van de kabel kan het testen van de systemen beginnen. Dat duurt ongeveer twee maanden.

Na het testen van alle componenten en de kalibratie van het systeem begint de fase van het testen van de geautomatiseerde besturing. In deze fase volgt NEMOS de werking van het systeem en wordt het aangepast om een zo hoog mogelijke efficiëntie te bereiken. Daarnaast worden variaties van componenten getest (zoals van katrollen, kabels en banden).

Aan het einde van de operationele testfase in 2020 vindt ontmanteling en verwijdering van de testinstallatie plaats. De procedures worden nader omschreven in de volgende hoofdstukken.



Figuur 3: planning voor het project

1.8 Referenties

Gedurende de afgelopen jaren heeft NEMOS uitgebreide ervaring opgedaan met het bouwen, installeren en gebruiken van kleinschalige golfenergie-omzetters en testopstellingen voor componenten in laboratoria en daarbuiten. Een aantal daarvan worden hieronder vermeld.

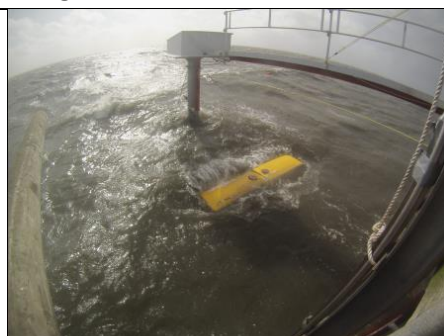
Proefopstelling in echte golven	
Naam van de installatie	DK1.0 – proefopstelling
In bedrijf	2013
Locatie	DanWEC testlocatie – Helligsø, Denemarken
Afmetingen	diameter drijver: 250 – 550mm schaal: 1:8
Rol van het bedrijf	projectontwikkeling en -management, bouw, installatie, gebruik en ontmanteling




Ontwerp als onafhankelijk systeem onder natuurlijke omstandigheden	
Naam van de installatie	DK2.0 – onafhankelijk systeem
In bedrijf	2014
Locatie	DanWEC testlocatie – Helligsø, Denemarken
Afmetingen: drijver	diameter drijver: 750mm lengte drijver: 3,500mm schaal: 1:5
Afmetingen: draagconstructie	diameter toren: 355.6mm hoogte toren: 6,000mm lengte driehoek balk: 4,000mm totaal gewicht: 1,100kg schaal: 1:5
Rol van het bedrijf	projectontwikkeling en -management, ontwerp, bouw, installatie en gebruik



Proefopstelling automatisering	
Naam van de installatie	DK3.0 – automatisering
In bedrijf	2015 – heden
Locatie	DanWEC testlocatie – Helligsø, Denemarken
Afmetingen: drijver	diameter: 750mm lengte: 3,500mm schaal: 1:5



Afmetingen: draagconstructie	diameter toren: 355.6mm hoogte tower: 6,000mm lengte driehoeks balk: 4,000mm totaal gewicht: 1,100kg schaal: 1:5	
Rol van het bedrijf	projectontwikkeling en - management, ontwerp, bouw, installatie, gebruik en onderhoud	

Power Take-Off Unit testopstelling op werkelijke grootte		
Naam van de installatie	Power Take-Off Unit testopstelling	
In bedrijf	2016	
Locatie	Universiteitslaboratorium UDE, Duisburg	
Afmetingen	hoogte: 9m totaal gewicht: 40t schaal: 1:1	
Rol van het bedrijf	projectontwikkeling en - management, ontwerp, bouw, installatie en gebruik	

1.9 Projectpartners

Voor de ontwikkeling van de NEMOS golfenergie-omzetter werkt NEMOS nauw samen met verschillende ervaren partners uit verschillende sectoren. In een aantal gevallen gaat het om een samenwerking specifiek voor de ontwikkeling van het NEMOS prototype, in andere gevallen gaat het om lange termijnpartners voor de ontwikkeling van specifieke onderdelen van het systeem.

Tabel 1: Projectpartners

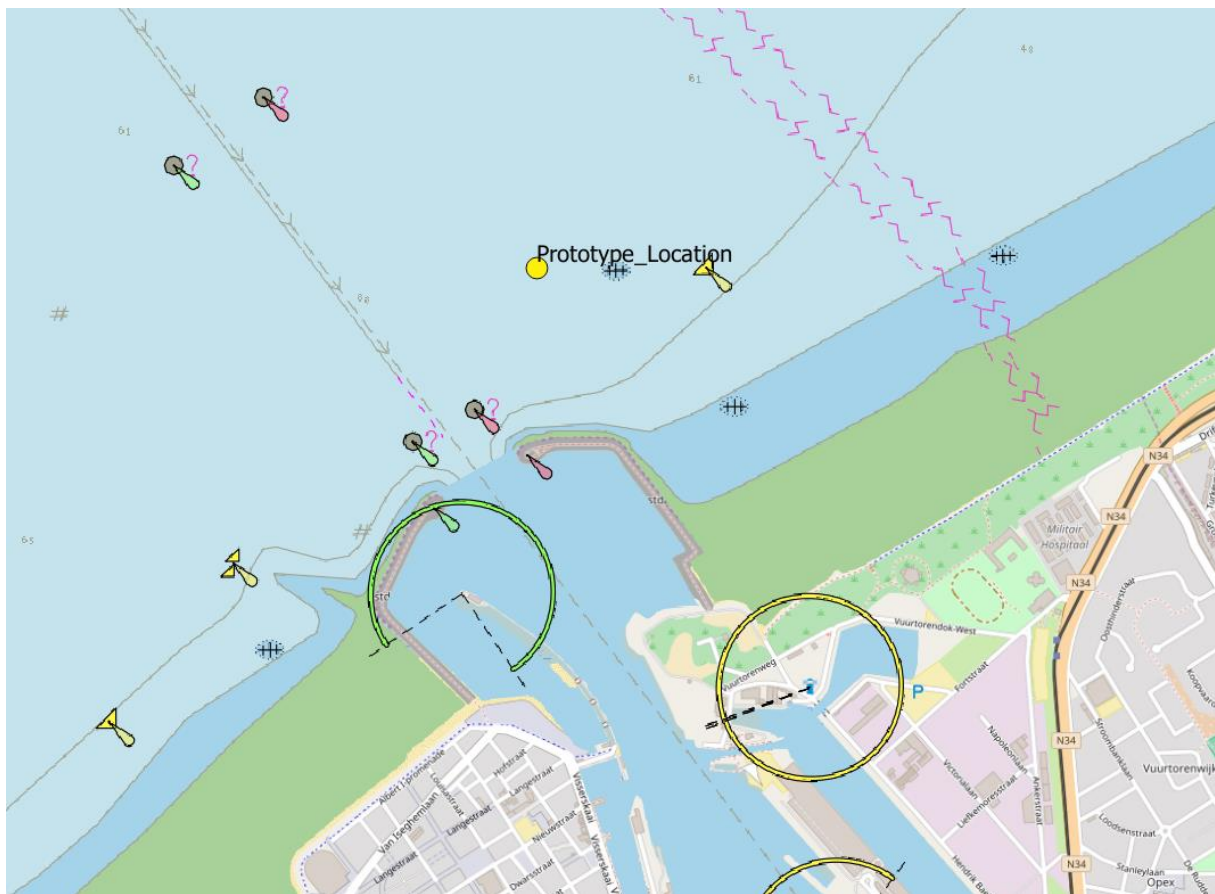
<i>Bedrijf/Organisatie</i>	<i>Contactperso(n)en</i>	<i>Taken/Velden</i>
Lokale Partners		
Universiteit Gent	Prof. Dr. Andreas Kortenhaus	Natuurlijke omgeving, prestatieverslagen, ontwikkeling van componenten
Haven van Oostende	Paul Gerard Capt. Mario Calbert Wim Stubbe	Lokale infrastructuur & netwerk, nautisch advies

2 Locatie

2.1 Installatie

De geplande locatie van de installatie is ongeveer 500 meter ten noorden van de oostelijke havendam van de haven van Oostende. De locatie is uitgekozen vanwege de waterdiepte, de golfomstandigheden, en het feit dat ook het Flansea golfenergieproject (een consortium met UGENT als hoofdspeler) en de golfenergieconvector van Laminaria in 2013 en 2015 op deze plek waren opgesteld. De coördinaten van de geplande installatie zijn:

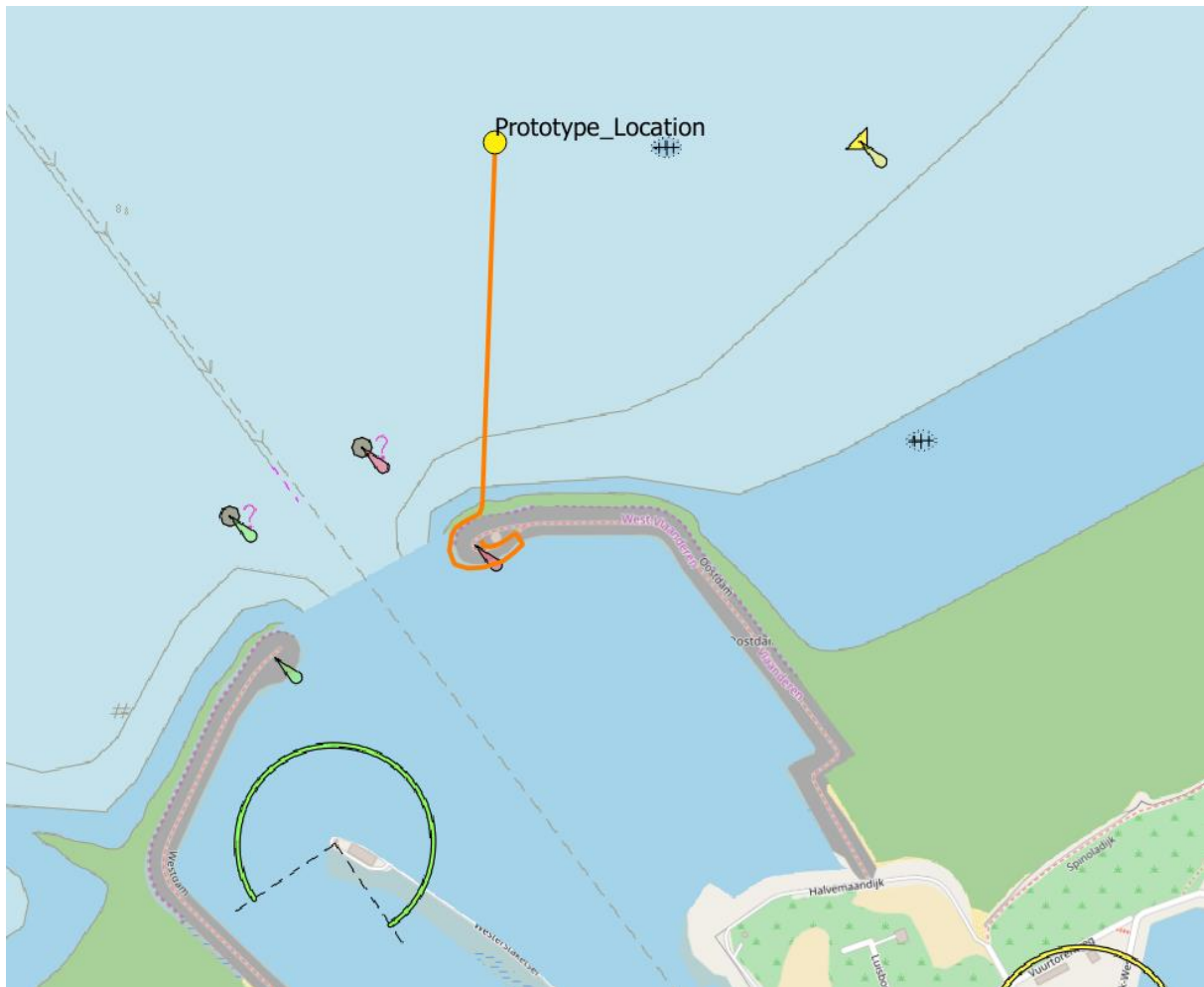
WGS84: 51° 14' 47" N, 02° 55' 12" O



Figuur 4: Geplande locatie

2.2 Kabeltraject

Zoals ook in de inleiding beschreven dient de NEMOS testinstallatie te worden aangesloten op het elektriciteitsnet. De goedkoopste oplossing voor een verbinding is het meest dichtbijzijnde aansluitpunt op de oostelijke havendam. In plaats van de havendam van zeezijde te benaderen wil NEMOS de kabel aan de havenzijde van de havendam aan land laten komen, om op die manier beweging van en belasting op de kabel door golfslag te verminderen. De kabel eindigt dan in de radartoren op de kop van de oostelijke strekdam waar hij wordt aangesloten op het elektriciteitsnet van de Vlaamse overheid.

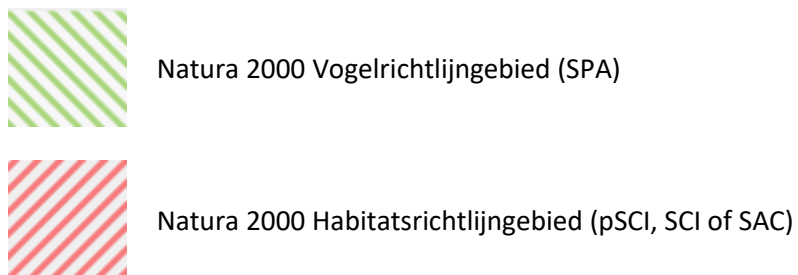


Figuur 5: Gepland traject kabel van testinstallatie naar radartoren

2.3 Omgeving

NEMOS is een bedrijf dat hernieuwbare energie levert en het is dan ook niet meer dan normaal voor NEMOS om netjes met de natuurlijke omgeving om te gaan. De geplande locatie ligt in een Natura 2000 Vogelrichtlijngebied (SPA). De installatie heeft geen bewegende delen boven water en er is dan ook geen mechanisch risico voor vogels. De elektrische verlichting van de installatie blijft beperkt tot wat benodigd is voor de veiligheid van de scheepvaart op zee.

Figuur 6 toont de geplande locatie van de NEMOS testinstallatie en het Natura 2000-gebied.



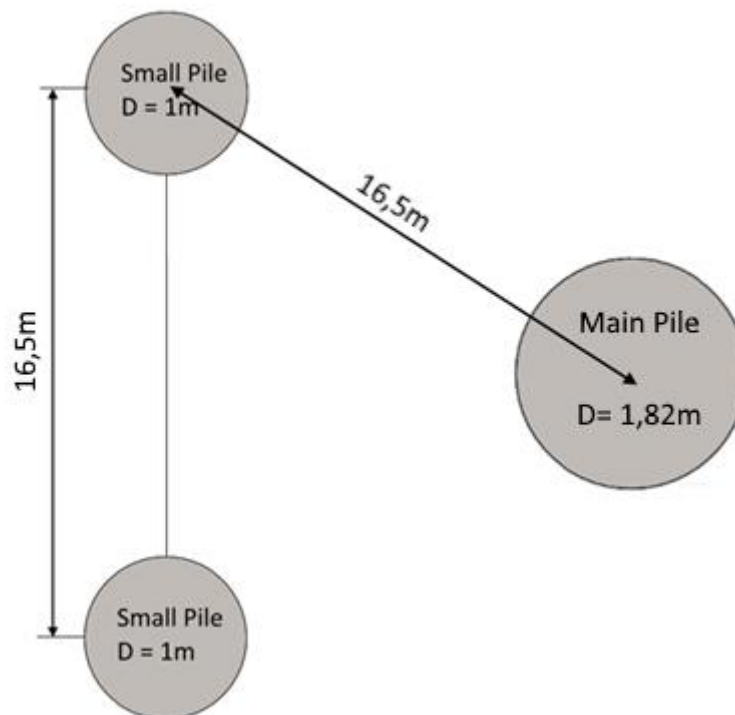


Figuur 6: Natura 2000-gebieden

3 Beschrijving van de installatie en de componenten

3.1 Fundering

De fundering van de NEMOS testinstallatie bestaat uit drie stalen palen die 18 meter de zeebodem in worden gedreven. De hoofdpaal heeft een diameter van 1,82m en een lengte van 18m. Bovenop de paal worden de NEMOS toren en de NEMOS machinekamer geplaatst. De twee kleinere palen hebben een diameter van 1,02m en een lengte van 15,25m. De twee kleinere palen worden geheid op een afstand van 16,5m vanaf de hoofdpaal. Op elk van beide kleinere palen wordt een katrol gemonteerd voor het geleiden van de kabels tussen de drijver en de hoofdpaal. De lay-out van de palen is weergegeven in figuur 7. Alle palen worden in de bodem gedreven totdat ze minder dan 1m uitsteken boven de zeebodem. Elke paal is uitgerust met een flensverbinding waarop de NEMOS-torenstructuur en de katrollen worden aangebracht. De maatvoering en het ontwerp van de fundering is het werk van ACP Grundbau. ACP Grundbau is een bekend Duits bedrijf op het gebied van geotechnische ontwerp voor offshore funderingen met een uitgebreide ervaring met het realiseren van uiteenlopende offshore funderingen voor windmolenparken. De contactpersoon bij ACP Grundbau, Dr. Klaus Thieken, heeft geadviseerd op het gebied van bodemonderzoek, wisselwerking tussen bodem en installatie, en de installatie van de palen.



Figuur 7: Palen lay-out

3.2 Bovenstructuur

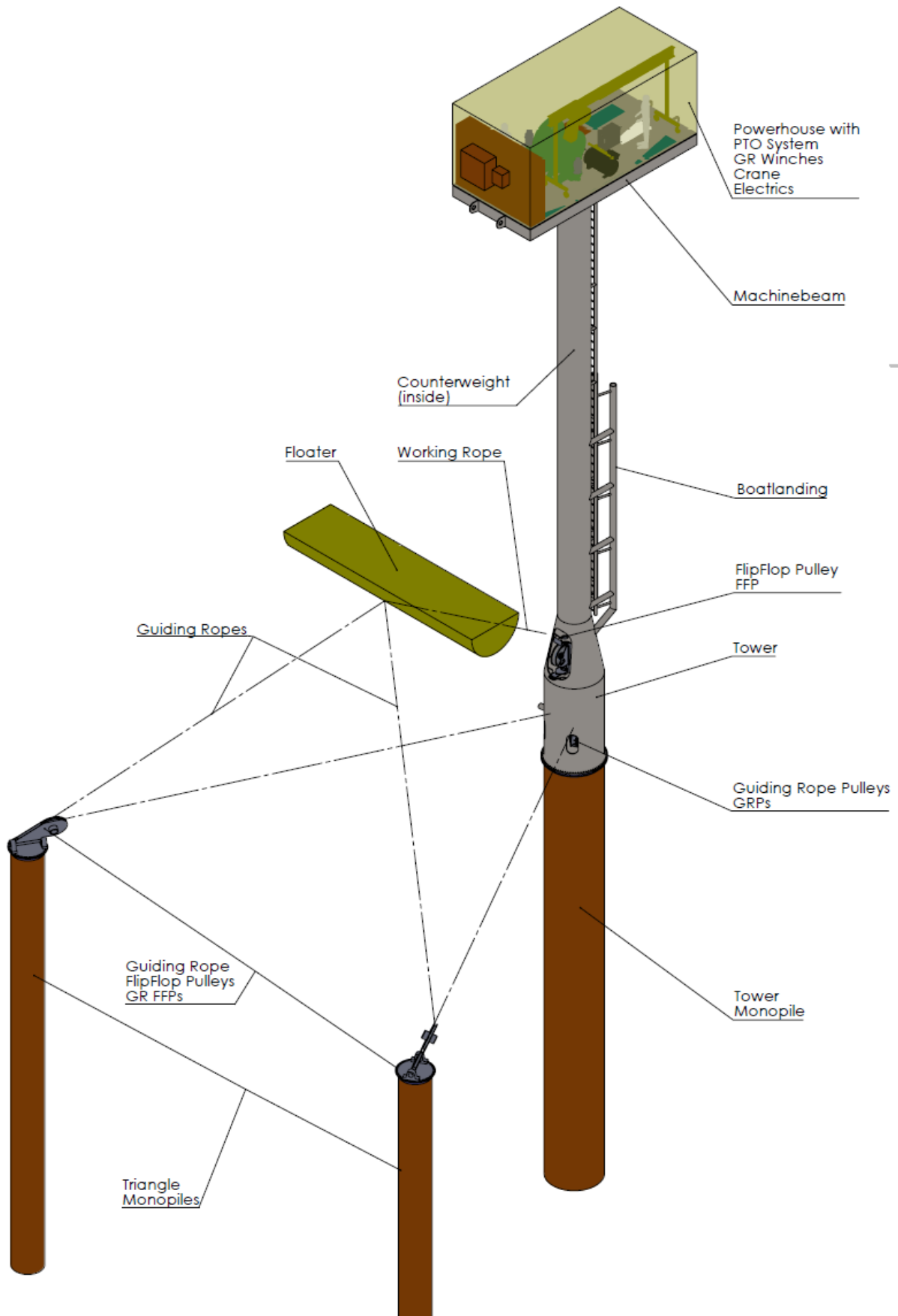
De stalen constructie van de NEMOS testinstallatie bestaat uit twee delen. Ten eerste een 21m lange toren die onder water op de hoofdpaal is geflensd. Zoals te zien in figuur 10 is de toren verdeeld in drie secties met verschillende diameters van 1,82m tot 1,02m en met een wanddikte van 16 tot

25mm. De breedste en diepste sectie bevat katrollen en de flens voor de verbinding met de hoofdpaal. De tweede sectie is een overgangsdeel tussen de grote en de kleine diameter. De derde sectie van de toren is het langste en smalste deel. De sectie bevat de flens voor het monteren van de aandrijving, en andere componenten van het NEMOS-systeem (zoals tegenwichten). Aan één zijde is de toren uitgerust met een aanlegplaats voor een boot, en een ladder om toegang te verschaffen tot de machinekamer.

Het tweede deel is de NEMOS machinekamer die boven op de toren is geflensd. De machinekamer bevat de mechanische en de elektrische componenten voor de omzetting van de energie. De afmetingen van de machinekamer zijn (LBH) 7,1m x 3,3m x 3,0m. Hiermee komt de hoogte op een totaal van 25,37m boven de zeebodem. Afhankelijk van de getijden resulteert dit in een hoogte van 13,22m tot 18,37m boven het zeeniveau, zoals te zien in figuur 10. Het totale gewicht van de toren en de machinekamer inclusief alle componenten is 36,1t.

De afmetingen en het ontwerp van de stalen constructie zijn uitgevoerd aan de hand van richtlijnen en aanbevelingen voor offshore windprojecten. Om die reden worden DNVGL, EuroCode en de gebruikelijke richtlijnen voor ontwerp en afmeting van machineonderdelen (schroeven, flensen etc.) gebruikt. Tijdens het ontwerp en het maatgevingsproces heeft ESOS GmbH (Dr. Galal en dhr. Dahms) geadviseerd op het gebied van offshore staalconstructies volgens vornoemde richtlijnen en een onafhankelijke verificatie uitgevoerd van alle berekening aangaande de sterkte van stalen constructies.

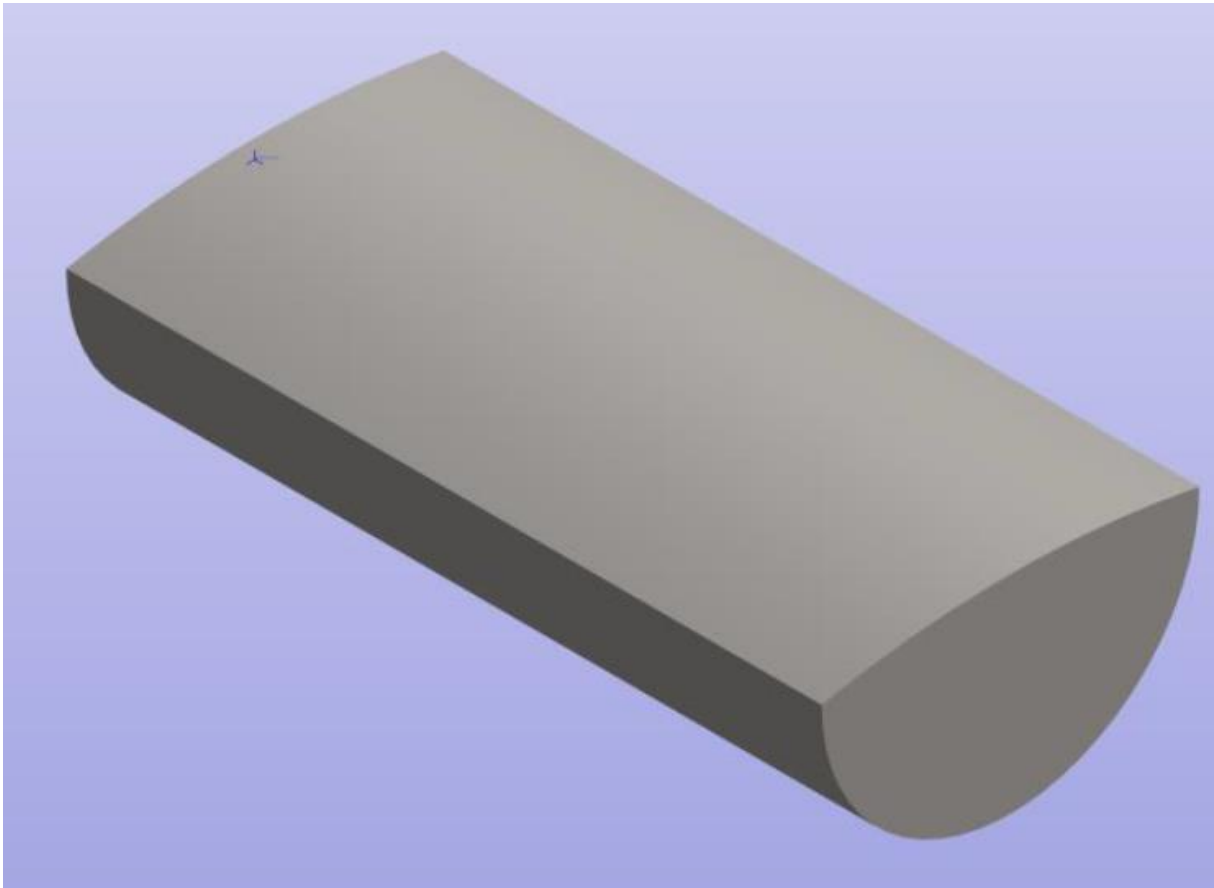
Bescherming tegen corrosie en het verven van het stalen bouwwerk zijn uitgevoerd volgens DNVGL vereisten en aanbevelingen. Om die reden zijn alle dragende delen ontworpen met een grotere materiaaldikte. Delen van de installatie die onder invloed staan van de getijden en van golfslag zijn bewerkt met zeewaterbestendige PU coatings. Alle delen die zich boven de zeespiegel bevinden zijn geel geverfd voor betere zichtbaarheid door scheepsverkeer. De materialen worden geleverd door 'SiKa'.



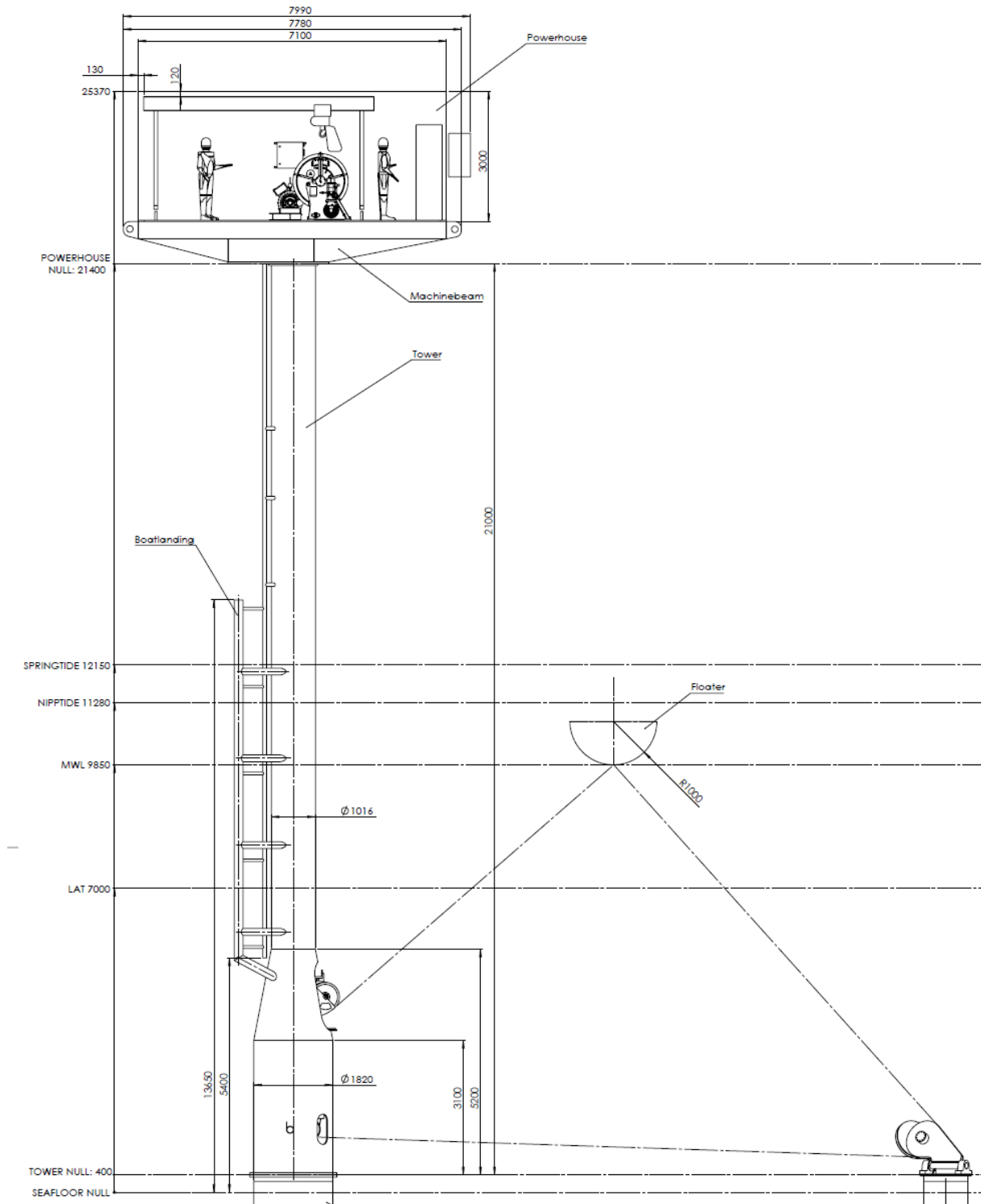
Figuur 8: Overzicht van fundering, bovenstructuur, machinekamer en componenten

3.3 Drijver

De drijver is een langwerpig object in de vorm van een halve cilinder. Het element is gemaakt van glasvezel composiet en het ontwerp volgt de standaard richtlijnen van scheepsontwerp. De lengte van de drijver is 8m met een straal van 1m. De drijver zal in standaard maritiem geel (RAL 1023) worden geverfd zodat hij te allen tijde goed zichtbaar is.



Figuur 9: Drijver



Figuur 10: Toren met funderingspalen en machinekamer

3.4 Kabels en riem

Het kabelsysteem is het resultaat van langdurige ontwikkeling samen met partner LIROS. De kabels zijn gemaakt van High Modulus Polyethyleen ontwikkeld en gepatenteerd door het Nederlandse bedrijf DSM onder het geregistreerde handelsmerk 'Dyneema'. De kabels zijn getest op buigmachines in zoutwateromstandigheden in testfaciliteiten van de Universiteit Stuttgart, om hun levensduur na te gaan.

In de NEMOS testinstallatie wordt een onderscheid gemaakt tussen twee verschillende kabeltoepassingen: begeleiden en werken. De begeleidende kabels verbinden de drijver met lieren in de machinekamer. Deze twee lieren kunnen onafhankelijk van elkaar worden bediend en worden gebruikt om de drijver precies op koers te houden, afhankelijk van de omstandigheden (golfhoogte, golfperiode, golfrichting en waterdiepte). De begeleidende kabels hebben een diameter van 38mm en een lengte van ongeveer 80m per stuk.

Een synchrone riem en de werkende kabel verbinden de drijver met de generator en het tegengewicht in de toren. Deze twee componenten brengen de mechanische energie over op de generator. De synchrone riem is ontwikkeld door onze partner ContiTech en getest op een door NEMOS gepatenteerde buigmachine om miljoenen cycli aan te kunnen. De riem heeft een kern van staaldraad en het buitenste materiaal is polyurethaan. De kabel heeft een diameter van 16mm en een lengte van ongeveer 40m. De synchrone riem heeft een breedte van 150mm en een lengte van ongeveer 18m.

3.5 Mechanische componenten

3.5.1 Onderwatercomponenten

De enige mechanische componenten onder water zijn de katrollen. Drie katrollen bevinden zich gedeeltelijk in de toren. Twee katrollen zijn gemonteerd bovenop de kleine palen, op afstand van de toren. De katrollen houden alle kabels en riemen die de drijver met de toren en de aandrijving verbinden op afstand. De bovenste katrol (genaamd de katrol voor de werkende kabel of de flip-flop katrol) kan om zijn verticale as draaien en heeft zodoende een groot werkbereik aan de voorzijde van de toren. Deze werkende kabelkatrol bevindt zich op ongeveer 4000mm boven de zeebodem. De twee onderste katrollen, genaamd 'leidende kabelkatrollen' zijn gefixeerd. Ze geleiden alleen de kabels die de toren binnenkomen. Deze katrollen zijn aangebracht op een hoogte van ongeveer 1000mm boven de zeebodem. Alle katrollen zijn ontworpen om te worden aangebracht en onderhouden door twee duikers met behulp van een klein dienstvaartuig. Dat kan het schip zijn dat in eigendom is van NEMOS of een gecharterd schip. Met het oog op service en onderhoud zijn openingen aangebracht in de toren.

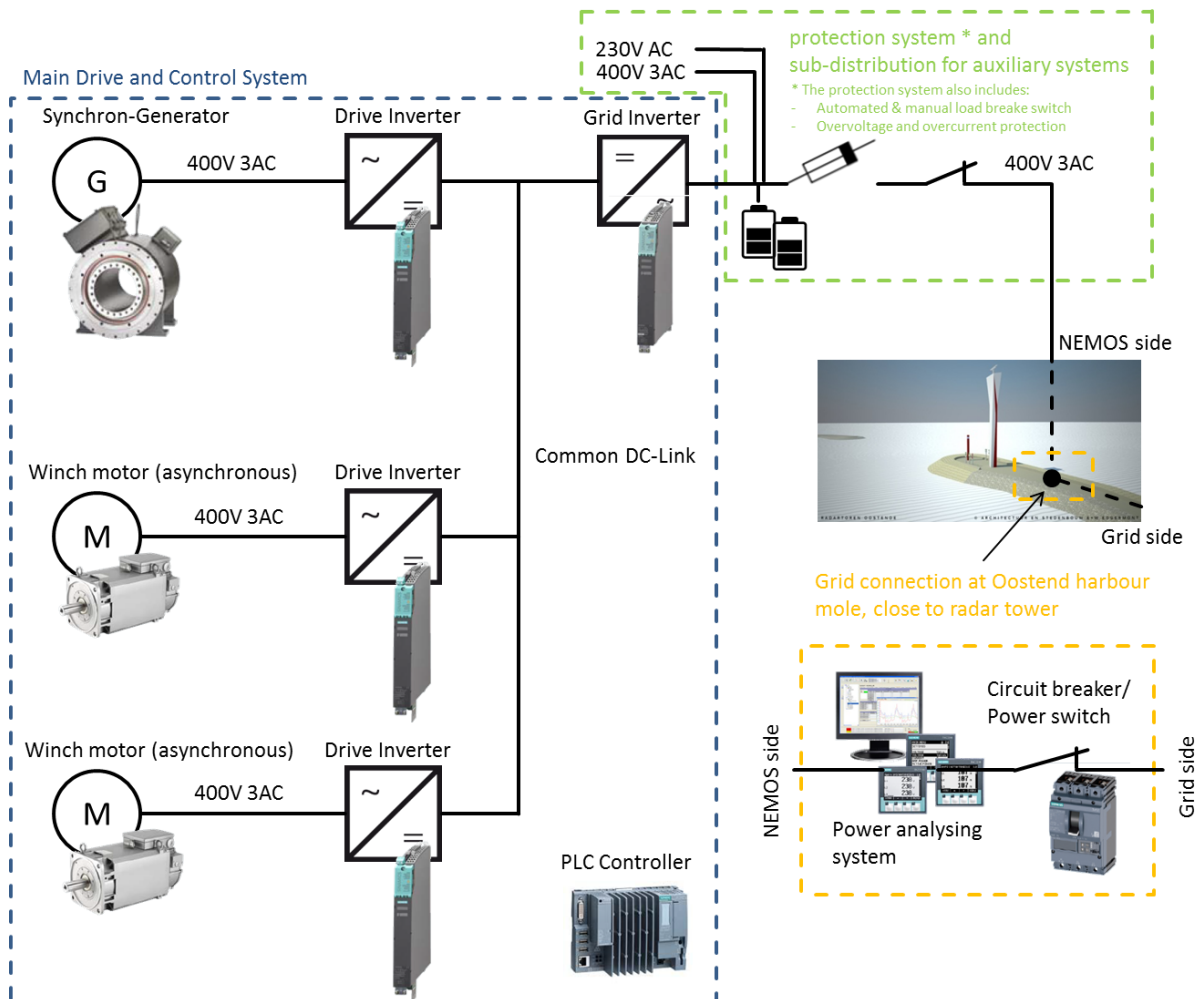
3.5.2 Droge componenten

Het grootste deel van de systeemcomponenten bevindt zich in droge en veilige positie in de machinekamer. Deze componenten zijn onder te verdelen in componenten voor mechanische omzetting van longitudinale bewegingen in elektrische energie (de zogenaamde Power Take Off System (PTO)-componenten) en componenten voor de positionering van de drijver (de begeleidende lieren). Een tegengewicht dat rechtstreeks met de werkende kabel is verbonden is in de toren aangebracht.

3.6 Elektrische componenten

De elektrische configuratie van de NEMOS is af te lezen op figuur 11. Het NEMOS-systeem bestaat uit een hoofdaandrijvings- en bedieningssysteem (400V 3AC) en elektrische hulpsystemen met parallelle 230V en 400V AC voeding. Met behulp van een onderzeese kabel (zie sectie 3.6.2) wordt de NEMOS testinstallatie elektrisch verbonden met het land. Het netaansluitpunt zal worden beschreven in sectie 3.6.1.

Het hoofdaandrijfsysteem bestaat uit een generator, motoren, frequentieomvormers, een energie afstemmingsysteem en een PLC bedieningssysteem van SIEMENS. Overige apparatuur wordt aangeduid als hulpsystemen: verlichting (binnen en buiten), brandblusinstallatie, radioapparatuur, noodstroomvoorziening systeem, etc.



Figuur 11: Elektrische opstelling van het NEMOS-systeem

3.6.1 Aansluiting op het elektriciteitsnet en opstelling elektrisch systeem

De NEMOS testinstallatie zal worden aangesloten op het lokale laagspanningsnet (400V 3AC). Het aansluitpunt zelf is voorzien op de havendam nabij de radartoren. De elektrische aansluiting is gepland met de lokale parallelle 120 kVA kabels, vóór controle- of schakelapparatuur van de radartoren.

De NEMOS testinstallatie heeft een uitgebreid elektrisch beschermings- en veiligheidssysteem op het testplatform zelf, zie paragraaf 6.4. Indien gewenst kunnen bij het netaansluitingspunt een geautomatiseerd controlesysteem en een geautomatiseerd en op afstand bestuurbare afsluitschakeling worden aangebracht. Dit netaansluitpunt is volledig toegankelijk voor controle door lokale overheden of radartorenoperators zodat de NEMOS testinstallatie indien nodig direct van het net afgesloten kan worden.

3.6.2 Onderzeese kabel

Het NEMOS-systeem vereist één kabel voor verschillende doeleinden. Een datatransmissiekabel is nodig om het systeem te controleren. Een stroom exportkabel is vereist om de omgezette energie van de golven aan wal te brengen. Daarnaast is een stroom importkabel vereist om de machines van stroom te voorzien wanneer er geen golven zijn. Aangezien de afstand naar de kust maar kort is heeft NEMOS besloten om stroom met een laag voltage van 380V te gebruiken. Voor het nominale vermogen van het NEMOS-systeem zijn drie geleiders van elke 35mm² benodigd. De gekozen kabel wordt geproduceerd door het Amerikaanse bedrijf General Cable bij hun Spaanse dochteronderneming. De kabel is gewapend met een laag gegalvaniseerde staaldraad ter bescherming tegen mechanische beschadiging door bijvoorbeeld rotsen en ankers. De totale diameter van de kabel is 60,8mm. De kabel is gedimensioneerd aan de hand van de meest recente aanbevelingen en is getest door externe deskundigen op het gebied van stroom- en datatransmissiekabels van Engie Fabricom. Over de beslissing werd advies uitgebracht door Deutsche Offshore Consult, de heer Jörg Engicht, en zijn advies is opgevolgd.

4 Bouw en aanleg

4.1 Bouw van de fundering

NEMOS is in gesprek met verscheidene Belgische bedrijven, potentiële partners met relevante kennis en ervaring voor samenwerking bij de installatie.

Voor de bouw van de fundering en de NEMOS testinstallatie is een hefplatform uitgerust met een kraan nodig. Deze combinatie is eerder gebruikt aan de Belgische kust. De drie palen, de NEMOS-toren en de machinekamer worden op het dek van het hefplatform geladen op een scheepswerf in Zeebrugge.

Voor het vervoer vanuit Zeebrugge naar Oostende wordt het hefplatform getrokken door een sleepboot. Met de hulp van de sleepboot wordt het hefplatform in positie gebracht op de locatie waarna de spudpoten worden neergelaten.

Als de spudpoten zijn vastgezet en het hefplatform in een veilige positie boven het waterniveau is pakt de kraan de hoofdpaal op en plaatst hem op de zeebodem met een trilblok. De paal wordt dan in de zeebodem getrild totdat minder dan 1 meter van de paal boven de zeebodem uitsteekt. De twee kleinere palen worden op dezelfde manier in de zeebodem gedreven.

De palen worden door een duikteam geïnspecteerd op correcte installatie.

4.2 Aanleg van de constructie

Als de palen in de grond zijn getrild wordt de toren met de kraan op de grote paal geplaatst. De toren is uitgerust met een oriëntatie- en geleidingssysteem om de inzet van het duikteam en een handmatige aanpassing van de aansluitflens tussen de toren en de pijler tot een minimum te beperken. Als de toren op zijn plaats staat zetten duikers alle bouten van de flens vast. De flens is zo ontworpen dat hij zijn lading en de belasting van de golven en wind opneemt zodra een paar bouten vastgezet. De kraan zal de toren loslaten als voldoende bouten zijn vastgedraaid met een vastgesteld koppel.

Na het aanbrengen van de toren krijgt een montageteam toegang tot de toren via de steiger. Het team is ervaren en gecertificeerd voor offshore werken op hoogte.

De flens tussen de machinekamer en de toren is uitgerust met een soortgelijk geleiding- en oriëntatiesysteem als de flens tussen de toren en pijler – om de handmatige inspanning van het montageteam te minimaliseren. Met de machinekamer op zijn plaats kan het montageteam de bouten aandraaien met het vastgesteld koppel.

4.2.1 Aanbrengen van de katrollen

Om de benodigde tijd voor duiken en offshore-installatie te minimaliseren worden alle katrollen op de toren vooraf gemonteerd op de productielocatie. De katrollen boven op de kleinere palen worden daarop aangesloten met flensverbindingen. Daarvoor kan een duikteam en een hefplatform worden gebruikt. De katrol wordt naar de zeebodem afgezonken met behulp van de kraan aan boord van het hefplatform. Duikers leiden de katrol naar zijn definitieve plaats en draaien de bouten aan. Tot slot wordt een laatste visuele controle van de flensverbinding, de constructie en het katrolmechanisme uitgevoerd.

4.3 Aanbrengen van de onderzeese kabel

NEMOS is momenteel in vergevorderde besprekingen met ervaren partners die de onderzeese kabelinstallatie uitvoeren. De voorgestelde methode voor de installatie wordt beschreven in dit hoofdstuk maar is voorlopig aangezien zij nog door de lokale autoriteiten moet worden goedgekeurd.

In de eerste stap wordt het kabelbeschermingssysteem (omhulsel van gietijzer) op de havendam in elkaar gezet. In het gietijzeren omhulsel wordt vooraf een hulplijn gemonteerd om de kabel naar binnen te kunnen trekken. Na montage wordt het kabelbeschermingssysteem voorzien van drijvers en in het water getild. In de haven komt een ponton voor anker te liggen met de kabel op een spoel. De kabel wordt aangesloten op de hulplijn en door het gietijzeren omhulsel getrokken in de richting van de havendam. Het trekken wordt gedaan met behulp van een elektrische lier op de havendam die de hulplijn oprolt. De kabel wordt vervolgens bevestigd aan de havendam.

In de tweede stap wordt het ponton door een sleepboot rond de havendam getrokken. De kabelbescherming is verbonden met het ponton om de spanning op de kabel te beperken. Tijdens deze stap wordt de kabelbescherming op zijn plaats gehouden door kleine werkschepen. Als het ponton uit de haven is gesleept en de kabelbescherming op zijn plaats is worden de drijvers verwijderd door duikers en de bemanning van de hulpschepen.

Vervolgens wordt het schip in de richting van de testinstallatie getrokken terwijl de kabel vanaf het dek in het water wordt gelaten. Het uiteinde van de kabel is voorzien van drijvers en de kabel zal volledig worden uitgerold vanaf het ponton. In de testinstallatie wordt een andere hulplijn aangebracht die door de volledige toren loopt en waaraan een drijver is bevestigd op het wateroppervlak. Het uiteinde van de kabel is aangesloten op de hulplijn op het wateroppervlak. De kabel wordt de toren ingetrokken door de hulplijn naar de top van de toren te trekken. Tegelijkertijd wordt de drijvers van de kabel afgehaald. Tot slot wordt de kabel bevestigd aan de bovenkant van de toren.

4.3.1 Bescherming van de onderzeese kabel

De methode voor het beschermen van de onderzeese kabel is met verschillende Belgische en Duitse experts besproken. Het doel is om de kabel tegen de krachten van de stroming en tegen

scheepsankers te beschermen. De kabel zal worden afgedekt met betonmatrassen of met stenen gevulde filterzakken.

4.3.2 Aansluiting van de onderzeese kabel aan de kustzijde

De elektrische installatie van de onderzeese kabel aan de zijde van de kust en aan de zijde van de testinstallatie wordt verzorgd door Engie Fabricom. Om te voldoen aan de Belgische wetgeving zal de verbinding worden gecontroleerd door een derde partij.

4.4 Aanbrengen van kabels en drijver

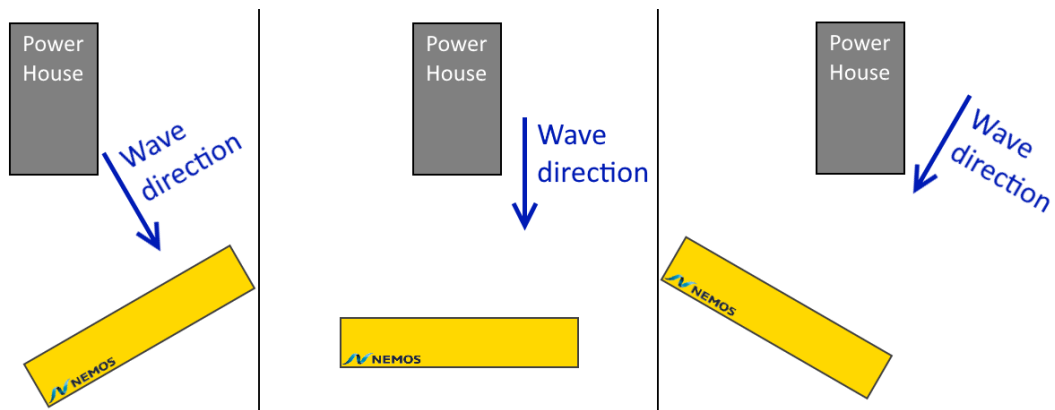
De geleidende kabels zijn tijdens de montage al op de lieren in de machinekamer gelegd. De hulpkabels en de katrollen om de geleidende kabels te trekken worden ook vooraf in de toren aangebracht. Duikers zullen de kabels in de richting van de katrollen voor geleidende kabels aan de losse palen trekken. Hulpschepen monteren een grote boei aan de kabels die de drijver vervangt tot het moment van de definitieve installatie. De werkende kabel wordt op dezelfde manier geïnstalleerd.

De drijver wordt geïnstalleerd als alle overige werkzaamheden zijn afgerond en een eerste testperiode van alle elektrische componenten succesvol is verlopen. De drijver wordt naar de testinstallatie gesleept met een kleine sleepboot of dienstvaartuig. Aldaar wordt de boei stapsgewijs van alle drie de kabels losgekoppeld. Elk losgekoppeld kabel wordt direct aangesloten op de drijver om een veilige overgang te bewerkstelligen en om te voorkomen dat kabel wordt verloren.

5 Gebruik en onderhoud

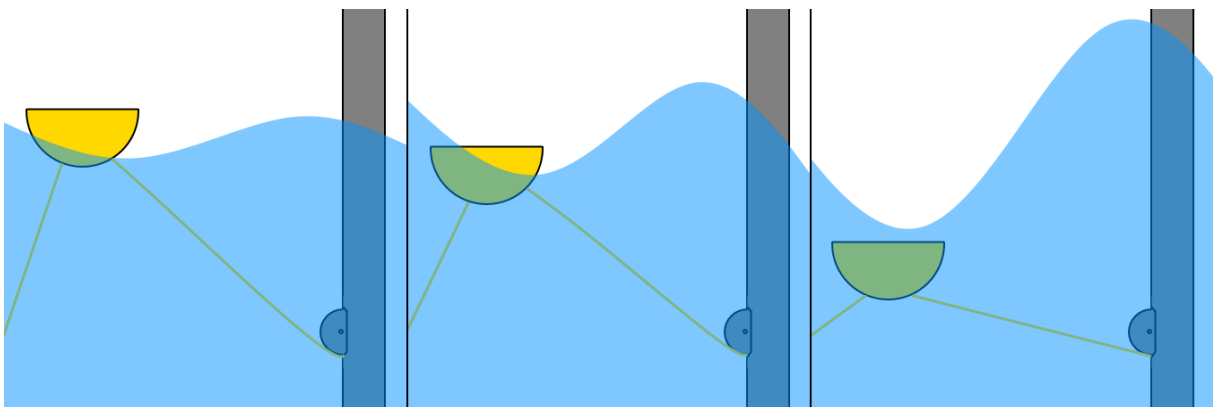
5.1 Normaal gebruik

Bij normaal functioneren werkt het systeem autonoom op basis van informatie van de sensoren. Verschillende sensoren meten omgevingsfactoren zoals golfhoogte, golfperiode, golfrichting en waterniveau. Deze gegevens worden verwerkt door een intelligent algoritme dat bepaalt wanneer een aanpassing van de oriëntatie van de drijver nodig is. De aanpassing van de positie van de drijver bij inkomende golf uit verschillende richtingen is afgebeeld in figuur 12.



Figuur 12: Systeem in gebruik met inkomende golven uit verschillende richting

Bij verschillende golfhoogtes en bij veranderingen in waterniveau wordt de diepgang van de drijver automatisch aangepast. Bij kleine golven blijft de drijver op het oppervlak en is hij slechts gedeeltelijk ondergedompeld. Bij grotere golven komt de drijver meer onder water te liggen tot volledige onderdompeling bij zeer grote golven, zoals weergegeven in figuur 13. Bij extreme golven buiten het functionele bereik wordt de drijver dicht naar de zeebodem getrokken waar de golfbeweging minimaal is om zo zowel droge als natte systeemcomponenten te beschermen.



Figuur 13: Verschillende onderwaterniveaus onder verschillende omstandigheden: kleine, middelgrote, grote golven

Alle omgevingsinformatie wordt bijgehouden en opgeslagen. Ook alle gegevens van de reacties van en krachten op de systemen worden bijgehouden met een hoge frequentie. Al deze informatie is continu beschikbaar voor operators op land. Hoewel de machine zelfstandig functioneert hebben operators de mogelijkheid om de machine handmatig te besturen om efficiency, hydrodynamisch gedrag en reactiekrachten te meten bij verschillende instellingen. Een veiligheidsuitschakelingsalgoritme zal worden geïnstalleerd om het systeem en de omgeving te beschermen.

5.2 Toegang voor onderhoud

Omdat alle onderdelen die aan slijtage onderhevig zijn ontworpen zijn voor een onderhoudscyclus van ten minste vijf jaar zal er geen onderhoud of vervanging plaatsvinden als gevolg van slijtage of einde levenscyclus. Tegelijkertijd is het de bedoeling om onderdelen te vervangen voor het verbeteren van de efficiëntie van het systeem zoals bijvoorbeeld:

1. Nieuwe katrollen voor werkende en begeleidende kabels
2. Verschillende kabels
3. Verschillende riemsystemen
4. Het testen van verschillende lagers voor katrollen en aandrijving

Deze werkzaamheden zijn gepland om te worden uitgevoerd door ervaren, goed opgeleid en gecertificeerd personeel van NEMOS, ondersteund door lokale aannemers. Voor toegang ten behoeve van onderhoud is de testinstallatie uitgerust met een bootlanding aan de loefzijde van de toren. De bootlanding is ontworpen voor offshore hulpschepen tot 15 ton waterverplaatsing. NEMOS bezit en exploiteert een eigen hulpschip dat voornamelijk zal worden gebruikt om toegang te krijgen tot de testinstallatie. Het hulpschip is een Zwitsers multifunctioneel schip type 'Lehmar 700'. Tijdens onderhoud zal het hulpschip voor anker liggen in de directe nabijheid van de NEMOS testinstallatie. Vanaf de bootlanding leidt een ladder naar de machinekamer die toegankelijk is voor personen via een luik. Voor het verplaatsen van apparatuur en gereedschappen van of naar de machinekamer wordt een kraan geïnstalleerd in de machinekamer met 25m ketting die kan dalen door een luik naar het hulpschip, voor het laden en lossen.

De toegang tot de NEMOS testinstallatie is afhankelijk van de weersomstandigheden en beperkt tot een golfhoogte van $H_s < 0,75$ m. Alle onderhoudswerkzaamheden en activiteiten op de NEMOS testinstallatie wordt vooraf gemeld aan het MRCC.

6 Kwaliteit, gezondheid, veiligheid en omgeving

6.1 Kwaliteit

NEMOS garandeert de kwaliteit en veiligheid van het ontwerp gedurende het ontwikkelingsproces door interne herberekeningen en controles door derden. Verschillende partners met grote kennis en ervaring in hun vakgebied adviseren over de meest geschikte en gemakkelijkste manier voor elk stap in het proces. Bovendien worden alle ontwerpprocessen uitgevoerd volgens de richtlijnen en gemeenschappelijke aanbevelingen en vereisten van classificatiebureaus (bijv. DNVGL).

6.2 Scheepvaartsignalisatie

6.2.1 Algemene informatie

De NEMOS testinstallatie wordt naar IALA aanbeveling O-139 aangemerkt als door de mens gemaakte offshore constructie. De geplande locatie van de installatie is:

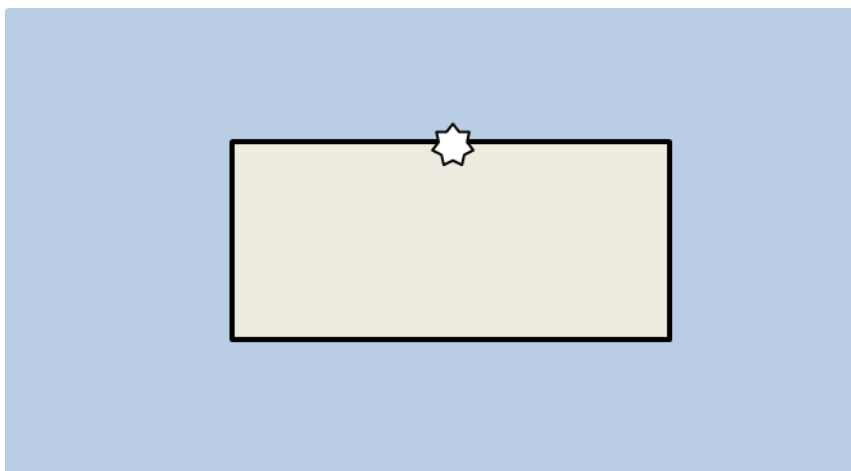
WGS84: 51° 14' 47" N, 02° 55' 12" O

Alle AtoNs die worden beschreven in dit document zullen gaan voldoen aan de aanbevelingen van de IALA, en hebben een beschikbaarheid van niet minder dan 99,0% (IALA categorie 2).

6.2.2 Toren

De toren zal rondom geel worden geschilderd (kleurcode RAL 1023) vanaf zeeniveau tot de bovenkant van de machinekamer (zie IALA aanbeveling O-139 paragraaf 2.4.1 onder 2e).

Aangezien het om een op zichzelf staand bouwwerk gaat dient de toren volgens paragraaf 2.4.1 onder 1 en 2.3.1 met een wit knipperend licht Mo (U) $W \leq 15s$ te worden uitgerust met een nominaal bereik van 10 nautische mijlen. Lichten op een paal van 3 meter hoogte boven de machinekamer worden aangebracht om een zichtbaarheid van 360° tot een afstand van 25 m te bewerkstelligen. De opstelling is weergegeven in figuur 14.

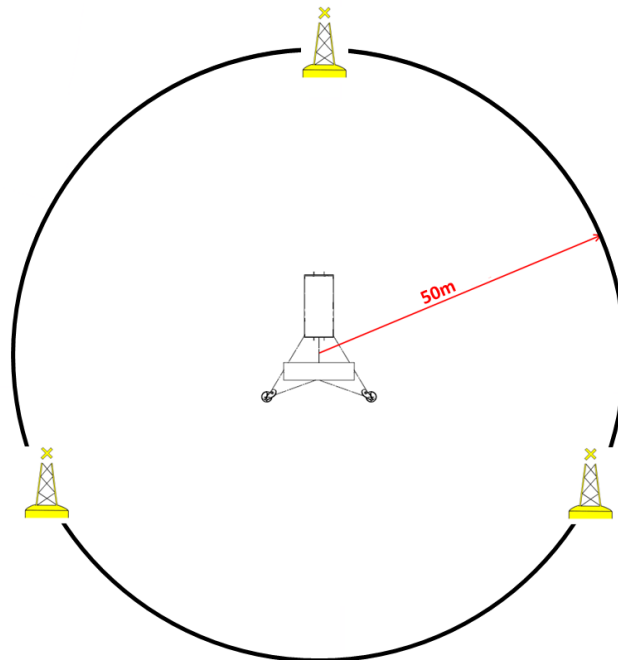


Figuur 14: De machinekamer van bovenaf

De lichten zijn zichtbaar van 15 minuten voor zonsondergang tot zonsopgang en bij meteorologisch zicht van 2 nautische mijl of minder in enige richting (conform https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/208141/Standard_Marking_Schedule.pdf). Hiertoe wordt een zichtbaarheidsmeter geïnstalleerd.

6.2.3 Boeien

Om het gebied van de drijver en de kabels met AtoNs veilig te stellen worden drie speciale markeringsboeien (LIT Y 3s 5NM) gepositioneerd in een cirkel met een straal van 50 meter rond de positie van de drijver (zie paragraaf 2.4.1 onder 6). Deze opstelling is afgebeeld in figuur 15. De boeien worden ook voorzien van radarreflectoren.



Figuur 15: Posities speciale boeimarkering

6.2.4 Overige maatregelen

Om mensen op de hoogte te brengen van de bouw van de installatie zullen er "Berichten aan zeevarenden" uitgaan. Daarin zijn de markering, de locatie en omvang van de installatie opgenomen. Daarnaast zal maritieme veiligheidsinformatie (MSI) worden afgegeven voorafgaand en tijdens de bouw van de structuur en de ontmanteling.

Om zeevarenden en anderen (bijvoorbeeld surfers) ervan te weerhouden de installatie binnen te gaan worden er waarschuwingsborden aan de toren bevestigd. De borden zullen zichtbaar zijn vanaf de drijver en vanaf de bootlanding. Het beoogde bord is weergegeven in figuur 16.



Figuur 16: Visuele waarschuwing op de installatie

6.3 Brand

Voor het geval er zich een noodsituatie voordoet die leidt tot brand zijn twee verschillende en onafhankelijke brandblusinstallaties gemonteerd in de machinekamer. Het eerste systeem is geïnstalleerd in de kasten voor eventuele branden binnenin deze kasten. Dit systeem werkt met CO₂. Het tweede systeem is geïnstalleerd in de machinekamer en is bedoeld voor het blussen van brand in de aandrijfkabels, lieren en andere brandbare componenten en materialen. Om veiligheidsredenen werkt het tweede systeem met een inert gas. Er zijn verschillende leveranciers van dergelijke systemen beschikbaar op de markt. Een definitieve beslissing voor een leverancier wordt in de loop van de komende maanden gemaakt.

6.4 Elektrische veiligheid

De elektrische verbinding tussen het stroomnetaansluitingspunt en de toren zal worden uitgevoerd met TN netwerkconfiguratie. Binnenin de machinekamer wordt netwerkconfiguratie TN-S gebruikt.

De aansluiting van de offshore-kabel op het net wordt gerealiseerd met een handmatige stroomonderbreker. Een spanning- en stroombeveiliging en isolatietester beschermen het net tegen elektrische storingen in de kabel of in de machinekamer. Er wordt een meetsysteem geïnstalleerd op de netaansluiting voor controle van spanning, stroom, vermogen en isolatie. Het netaansluitpunt wordt ontworpen en uitgevoerd in samenwerking met 'Engie Fabricom'.

In de machinekamer is elk elektrisch apparaat beschermd tegen aanraking. Een handmatige stroomonderbreker maakt ontkoppeling van de gehele elektrische installatie mogelijk. Aanvullende overspanning- en overstroombeveiligingen beschermen de gehele elektrische installatie. Een extra stroomonderbreker wordt bediend door de PLC (Programmable Logic Controllers) om een geautomatiseerde ontkoppeling te realiseren. Een derde stroomonderbreker is alleen van invloed op de elektrische hoofdcomponenten (generator, motoren, motorstuureenheid, frequentieregelaars, accu, voeding), waardoor het mogelijk is het Power Take Off-systeem uit te schakelen en tevens het besturingssysteem online te houden.

Na de hoofdstroomonderbreker wordt elke elektrische sub-eenheid elektrisch verzekerd door een individuele veiligheidsschakelaar en een aardlekschakelaar van het type A. De hoofdstroomonderbreker is elektrisch verzekerd met een aardlekschakelaar van het type B. De bescherming met zekeringen wordt selectief gerealiseerd van de hoofdschakelaar naar de randcomponenten.

De machinekamer zal worden uitgerust met een bliksemafleider. De hoofdstroomonderbreker is hiertoe ingesteld. Het hele elektrische systeem zal intensief worden gecontroleerd en getest in de opstartfase.

6.5 Veiligheid

Voor maximale veiligheid tijdens de installatie, bediening en onderhoud van het NEMOS-systeem worden een 'Failure Mode and Effect Analysis' en een noodreddingsplan ontworpen en uitgevoerd. Verder wordt de machinekamer zodanig ingericht en uitgerust dat een veilige werkomgeving is gegarandeerd. Alle medewerkers van NEMOS en aannemers die de NEMOS testinstallatie binnegaan dienen gecertificeerd en getraind te zijn voor het binnegaan van en werken op offshore bouwwerken.

6.5.1 Veiligheid personen op NEMOS-vaartuigen

Voor de veiligheid van personen aan boord en in de NEMOS machinekamer is in eerste hulp en redding van gewonden voorzien. Dat betekent dat EHBO-kits, gecertificeerde zwemvesten en - touwen, brandblusser en communicatieapparatuur te allen tijde aan boord van NEMOS schepen zijn.

6.5.2 Veiligheid personen op NEMOS-installatie en in NEMOS-machinekamer

Om een veilige werkomgeving op de NEMOS testinstallatie te bieden zijn er verschillende faciliteiten beschikbaar. Een bootlanding volgens offshore windenergienormen zorgt voor een veilige toegang tot de testinstallatie. Tijdens het beklimmen van de toren voorkomt een speciale offshore-valbeveiliging een val in het water. Uit veiligheidsoverwegingen mag slechts één persoon tegelijk de toren beklimmen. De machinekamer bevat meer veiligheidsmiddelen zoals noodluiken, EHBO verbanddozen, zwemvesten, een opblaasbare reddingsboot, een brandblusser en een hef- en reddingsinstallatie voor gewonde personen die de testinstallatie niet op eigen kracht kunnen verlaten. In de machinekamer zijn markeringen aangebracht om de plaats van de verschillende faciliteiten aan te geven. Alle draaiende onderdelen zijn compleet afgeschermd tijdens onderhoud zodat men er niet mee in aanraking kan komen op het moment dat zij in bedrijf zijn. Het binnengaan van de testinstallatie is bovendien verboden zolang die in bedrijf is.

Alle NEMOS-medewerkers die werken aan de testinstallatie en alle externe bezoekers en/of aannemers dienen te zijn gecertificeerd en opgeleid voor het werken op offshore constructies door het volgen van offshore veiligheidstrainingen. Deze training zal onder meer worden gegeven bij FALCK in Oostende.

6.6 Faalscenario's (FMEA)

Een evaluatie van alle mogelijke faalscenario's en hun effecten op de NEMOS testinstallatie is uitgevoerd in de vorm van een 'Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)'. De beoordeling van de verschillende faalscenario's gebeurt in verschillende categorieën met behulp van risicogetallen tussen 1 en 5 - waarschijnlijkheid van optreden, het niveau van de gevolgen, het niveau van detectie en risicocategorieën. Hoe hoger het risicogetal, hoe hoger het risico dat volgt op een falen. Het product van de risicogetallen is het 'uiteindelijke risicogetal' van elk scenario. Het uiteindelijke risicogetal varieert van 1 tot 125. Hoe hoger het getal, hoe hoger het risico op het betreffende faalscenario. De complete FMEA wordt voorafgaand aan de installatie in overleg met de autoriteiten afgerond.

6.7 Noodreddingsplan (ERP)

Op basis van de resultaten en de beschrijvingen van Failure Modes in het FMEA is een uitgebreid Noodreddingsplan (ERP) geschreven voor de installatie, inbedrijfstelling, bediening, onderhoud en ontmanteling van de NEMOS testinstallatie. In dit plan zijn alle relevante namen en telefoonnummers van contactpersonen en overheden opgenomen. Bovendien zijn gedetailleerde actieplannen voor alle typen noodgevallen opgenomen. Het ERP bevat gedetailleerde informatie over hoe te handelen in geval van nood en wat voor type speciale apparatuur, zoals EHBO-verbanddozen, zwemvesten etc. kunnen worden gevonden, en waar. Het complete ERP wordt voorafgaand aan de installatie in overleg met de autoriteiten afgerond.

7 Impact van de testinstallatie

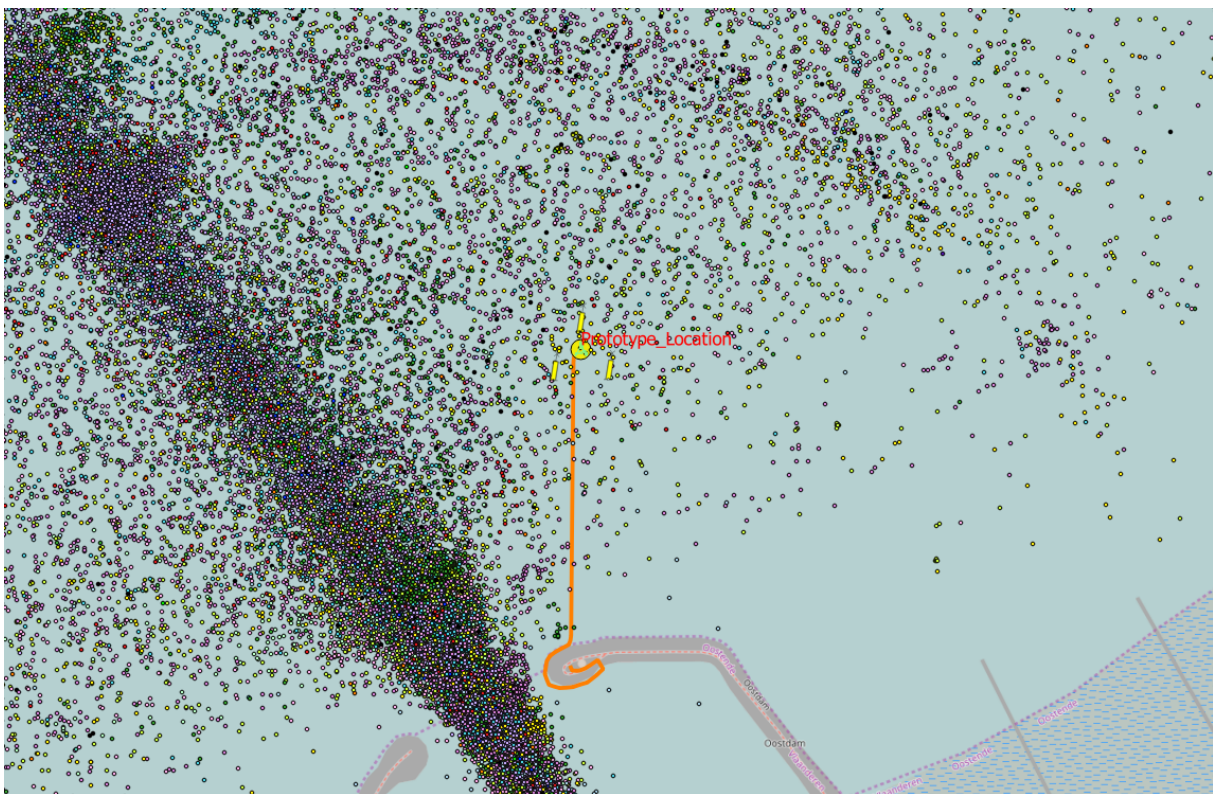
7.1 Veiligheid tijdens gebruik

7.1.1 Risico op botsing

De impact van de NEMOS testinstallatie op het scheepvaartverkeer komt van de installatie zelf en alle aangesloten componenten:

- Drijver
- Kabels
- Sensoren
- Elektrische zeekabel

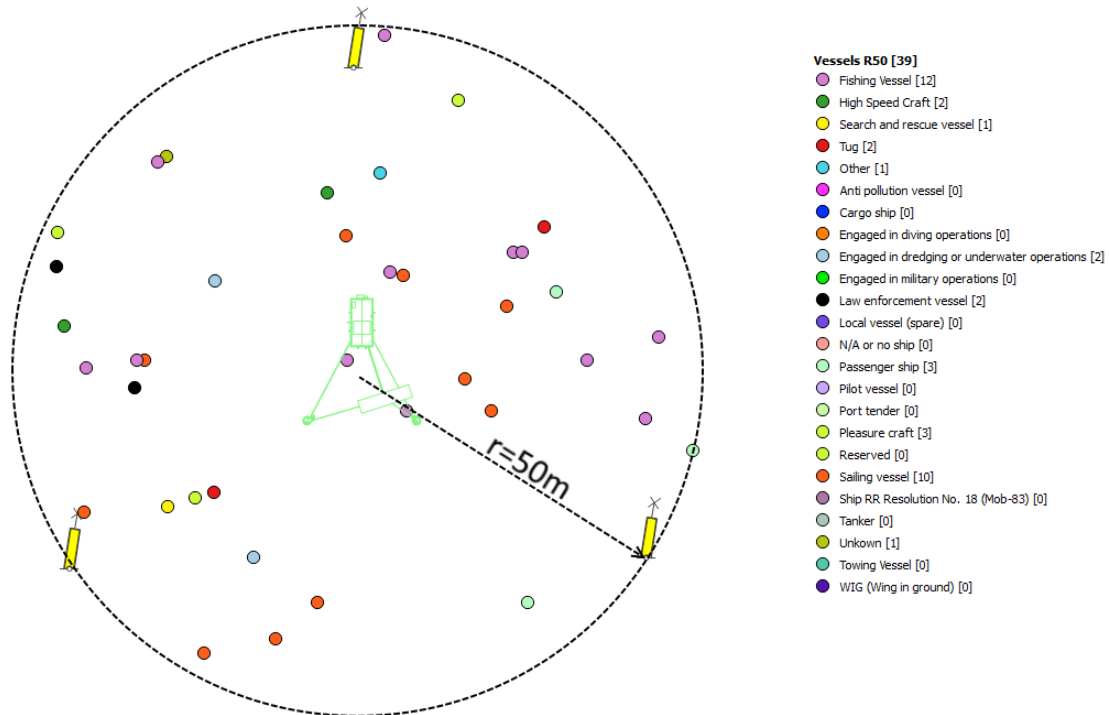
De toren, drijver, kabels en sensoren vallen binnen een gebied dat is gemarkeerd door boeien. Het betreft een gebied dat niet door vaartuigen wordt gefrequentieerd, zoals te zien in figuur 17 en figuur 18. Elk punt in de figuren is een positie van een schip zoals vastgelegd door het AIS (Automatic Identification System) gedurende een periode van een jaar (01/01/2015 – 01/01/2016). De gegevens zijn verstrekt door Vessel Traffic Services Schelde.



Figuur 17: Scheepsverkeer nabij de haven van Oostende

Figuur 18 toont een gedetailleerde weergave van de directe omgeving van de NEMOS testinstallatie en alle scheepsposities binnen een straal van 50 meter, door de drie boeien gemarkeerd. Een nadere omschrijving van scheepstypen wordt gegeven naast de afbeelding. Hier kan men uit opmaken dat vooral vissersvaartuigen (12) en zeilboot (10) werden geregistreerd op dit gebied, en geen tankers of vrachtschepen, aangezien de locatie buiten de belangrijkste scheepvaartroutes ligt. De testinstallatie zal op zeekaarten worden gemarkeerd en er zal een kennisgeving uitgaan aan zeelieden voorafgaand aan de installatie, zodat de kans op botsingen met schepen van elk type laag is.

Met betrekking tot de zeekabel zijn de belangrijkste risico's ankerende schepen en vissersboten met een sleepnet. De kabel zal op zeekaarten worden gemarkeerd en ankeren in de buurt zal worden verboden. Het gebied tussen de oostelijke strekdam en de locatie van de NEMOS testinstallatie is al gemarkeerd als een gebied waar beperkingen gelden op zeekaarten, en trawlvisserij is er verboden.



Figuur 18: AIS scheepsposities en –telling in de buurt (r=50m) van de NEMOS testinstallatie

In het algemeen is het risico op botsing klein vanwege het beperkte verkeer in de omgeving, de markeringen die zullen worden aangebracht en de goede zichtbaarheid van de installatie vanwege zijn omvang.

7.1.2 Risico op losraken

De fundering, de toren en de afmeerplaats van de drijver zijn ontworpen om de extreme belastingen te kunnen weerstaan die kunnen worden veroorzaakt door de golven die statistisch gezien maar eens in de 100 jaar voorkomen. Echter aangezien de drijver is afgemeerd met synthetische kabels bestaat het risico op breuk door drijvend vuil dat schade aanbrengt aan de vezels, risico op overbelasting veroorzaakt door vuil dat de hydrodynamische eigenschappen van de drijver verandert en zelfs risico als gevolg van seismische gebeurtenissen. De waarschijnlijkheid en de gevolgen van dergelijke incidenten zijn beschreven en geëvalueerd in het rapport 'Failure Mode en Effects Analysis' (FMEA).

Bij breken van één van de afmeerkabels wordt de drijver nog steeds in positie gehouden door de twee overige kabels. Alleen in het onwaarschijnlijke geval dat twee afmeerkabels breken komt de drijver in een onveilige positie terecht die niet kan worden gecompenseerd met de overblijvende kabel. In dit geval raakt de drijver waarschijnlijk los. Een losse drijver is een drijvende holle romp. Aangezien hij is gemaakt van versterkt glasvezel is hij gevoelig voor beschadiging door een botsing met stenen of andere objecten die de drijver zouden kunnen doen zinken. Een losse drijver zou ofwel zinken ofwel aanspoelen. Voor het eerste geval kan de drijver worden uitgerust met een akoestische middenfrequente pinger die wordt getriggerd door een lekkagesensor, waarmee de lokalisatie en

berging van de gezonken drijver wordt vergemakkelijkt. In het geval de drijver aanspoelt wordt hij gevonden op het strand.

7.2 Omgeving

De impact van de NEMOS testinstallatie op de natuurlijke omgeving is onderverdeeld in impact op zeezoogdieren als gevolg van geluidsemisatie in de bouwfase en tijdens de operationele fase, impact van de installatie als object, impact van de onderzeese kabel, van materialen en deklagen, van smering en van het gebruik van giftige materialen.

Lange termijntests met de kleinschalige golfenergieconvector in het Nissum Bredning Fjord in Denemarken hebben geen negatieve gevolgen of invloed op het mariene leven in de omgeving van de installatie met zich meegebracht. De installatie zelf creëerde een habitat voor zeeleven in de voor het overige grotendeels zandige onderwaterwereld.

7.2.1 Impact op zeezoogdieren

7.2.1.1 Bouwfase

De bouw van de NEMOS testinstallatie brengt trillen met zich mee. Zoals beschreven in paragraaf 3.1 bestaat de fundering van de installatie uit drie cilindrische stalen palen met een individuele lengte van ongeveer 18m en een diameter van 1,82m (hoofdpaal) en 1,016m (nevenpalen). Het trillen is gepland voor mei/juni 2017, buiten de seizoensgebonden beperking. Het trillen duurt ongeveer 20 minuten per paal en in verband met voorbereiding en positionering worden er twee dagen uitgetrokken voor de trilwerkzaamheden. Het trillen zelf zal alleen overdag plaatsvinden.

De palen worden in de grond gedreven vanaf een hefplatform met een trilhamer type PVE 110m of soortgelijk. Tabel 2 laat gemeten geluiddruk niveaus zien voor de verschillende palen bij gebruik van een trilhamer. Deze gegevens zijn samengesteld door James Reyff van Illinworth&Rodkin voor het California Department of Transportation op basis van metingen in het noorden van Californië tussen 2000 en 2007. De tabel toont brongeluidsniveau gemeten op tien meter afstand van een stalen paal van 1 meter (36 inch) die de 185 dB niet overschrijdt en dus kan worden verwacht dat het geluidsniveau de 185db re 1µPa niet zal overschrijden op 750 meter afstand van de bron tijdens het installeren van de 1 meter palen.

Type paal en grootte (bij benadering)	Relatieve waterdiepte	Gemiddelde geluidsdruk gemeten in dB		
		Piek	RMS*	SEL**
0,30 meter (12 inch) staal type H	<5 meter	165	150	150
0,30 meter (12 inch) stalen paal	<5 meter	171	155	155
1 meter (36 inch) stalen pijp – normaal	~5 meter	180	170	170
0,6 meter (24 inch) AZ stalen plaat – normaal	~15 meter	175	160	160
0,6 meter (24 inch) AZ stalen plaat – luid	~15 meter	182	165	165
1 meter (24 inch) stalen paal – luid	~5 meter	185	175	175
1,8 meter (72 inch) stalen paal – normaal	~5 meter	183	170	170
1,8 meter (72 inch) stalen paal – luid	~5 meter	195	180	180

* Impulsniveau (gemiddeld 35 ms.)

** SEL voor 1 seconde continu druk

Tabel 2: Samenvatting van metingen nabij de bron (10 meter) van ongedempte geluidsdruk golven voor aanbrengen van de paal in het water met een trilhamer/extractor [Illinworth & Rodkin, 2007]

Het rapport bevat ook informatie over een stalen paal van 1,8 meter (72-inch). Voor het aanbrengen van deze paal werden twee verschillende trilhamers gebruikt: de APE 400B en de APE 600. In Tabel 3 zijn de technische specificaties van deze twee trilhamers vergeleken met de technische specificaties

van de PVE 110M trilhamer die door NEMOS zal gebruikt worden voor het project. Zoals te zien is, is de PVE 110M een kleinere trilhamer met een momentum en centrifugale kracht van ongeveer twee derde van dat van de APE 400B.

		PVE 110M	APE 400B	APE 600
Momentum	Nm	1079	1470	2256,3
Centrifugale kracht	kN	2198	3203	3203
Frequentie	rpm	1350	1400	400 - 1400
Amplitude	mm	31	40	34
Trekkracht	kN	1200	2224	3720
Lengte	mm	3235	3050	4300
Breedte	mm	1088	660	900
Hoogte (met klem)	mm	3165	2440	2800

Tabel 3: Vergelijking tussen de geplande PVE52M trilhamer met de modellen APE400B en APE600 die zijn gebruikt tijdens de bouw in Richmond Inner Harbor

Tabel 4 toont geluidsdrumniveaus gemeten op verschillende afstanden tot de bron. Deze metingen geven aan dat de piekgeluidsdruk afneemt met ongeveer 7 dB per verdubbeling van de afstand. In de literatuur worden waarden van 4-6dB per verdubbeling van de afstand gevonden (referentie: Present and Future Civil Uses of Underwater Sound, p. 11), afhankelijk van de waterdiepte en de zeebodem.

Om de MSFD uit te voeren heeft België een tijdelijk criterium maximaal geluidsniveau (L0-p) van minder dan 185 dB re 1 μ Pa op 750 meter van de bron voor antropogene impulsgeluiden ingesteld [Anoniem, 2012]. Met de laagste te verwachten geluidsreductie van 4 dB per verdubbeling van de afstand zou een totale geluidsreductie van $6 \cdot 4 \text{ dB} = 24 \text{ dB}$ op 640m afstand worden bereikt. Dit leidt tot een maximaal piekgeluid van 171 dB de luidste meting bij Richmond Harbour van Tabel 4.

Pijler	Omstandigheden	Geluidsdruk in dB		
		Piek	RMS	SEL (1 seconde)
Dag 1	Trilhamer op 10 meter	183	170	170
-	Trilhamer op 20 meter	176	164	164
-	Trilhamer op 30 meter	172	160	160
Dag 2 – luid	Trilhamer op 10 meter	195	180	180
Dag 2 – normaal	Trilhamer op 10 meter	189	176	176
Dag 3	Trilhamer op 10 meter	181	167	167
-	Trilhamer op 20 meter	174	163	163

Tabel 4: Overzicht van geluidsdruk voor vibrerend aanbrengen van 82 inch stalen palen - Richmond, CA [Illinworth & Rodkin, 2007]

Aangezien de apparatuur die gebruikt wordt bij de testinstallatie kleiner is dan die in Richmond Harbour is de verwachting dat de geluidsniveaus de 171dB niet zullen overschrijden.

Op basis van de informatie die voorhanden is over de verwachte geluidsniveaus en de totale duur van de activiteiten voorziet NEMOS niet in een luchtgordijn of in andere maatregelen om het geluid te verminderen. Echter, indien nodig is NEMOS bereid om iemand te instrueren om voor en tijdens het trillen uit te kijken voor mariene zoogdieren, en activiteiten te onderbreken als er zoogdieren worden gespot in de omgeving.

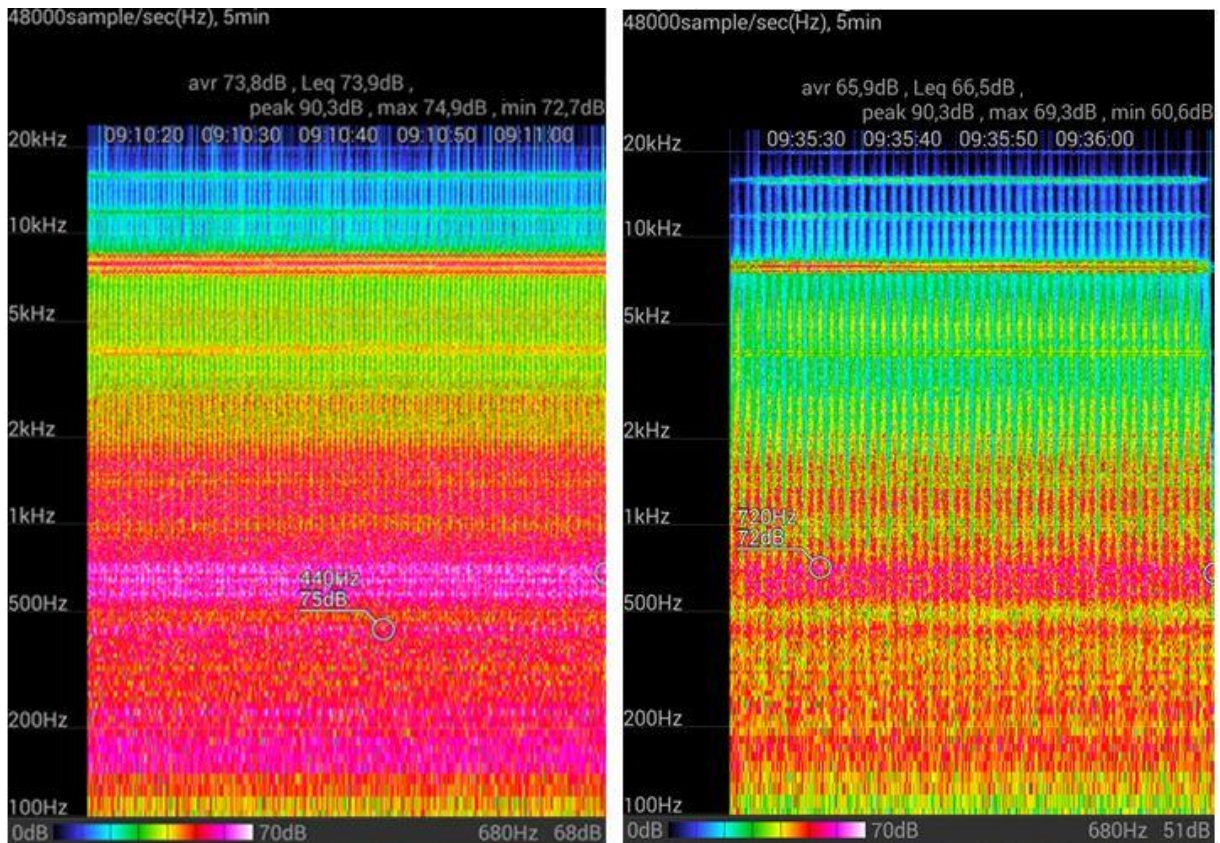
7.2.1.2 Operationele fase

De NEMOS testinstallatie heeft een aantal bewegende mechanische delen die geluid maken. Voorbeelden van die bewegende delen zijn riemen, katrollen, elektrische motoren en generatoren en het tegengewicht. De belangrijkste bron van geluid van de installatie is de beweging van de riem (specifiek het in elkaar grijpen van de tanden). De riem drijft boven water een tandwielas in de machinekamer aan die is aangesloten op een generator. Vandaar dat de bron van het geluid niet in het water is.

Omdat de testinstallatie een prototype is voor onderzoek is er geen ervaring met het geluidsniveau. NEMOS kan daarom geen exacte uitspraken doen over het verwachte lawaai. Een schatting van het geluidsniveau kan worden gemaakt door de ervaring die NEMOS heeft opgedaan bij de exploitatie van meerdere testopstellingen.

De testopstellingen voor de mechanische componenten van het systeem bevinden zich in Duisburg, Duitsland. De geluidsmetingen zijn uitgevoerd bij een riem testopstelling. Deze testopstelling voert buigcycli uit van de riem op een tandwielas met verschillende snelheden en belasting. De opstelling is ontworpen om de slijtage van de riem als gevolg van het grote aantal buigcycli te analyseren. De geteste riem is, afgezien van de breedte, even groot als de riem die wordt gebruikt in Oostende.

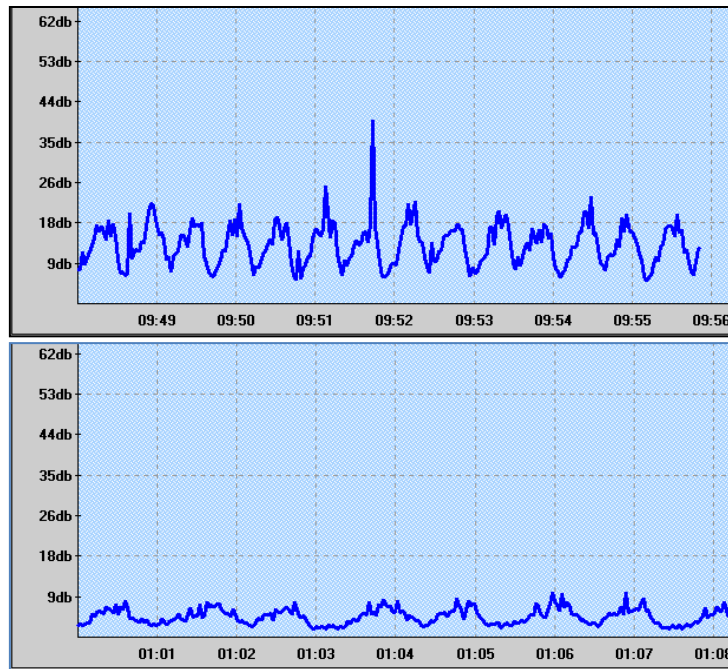
In augustus 2016 is een aantal geluidstests uitgevoerd op de testopstelling om het niveau van de geluidsemisatie te kwantificeren. Om het frequentiespectrum te bepalen is de geluidsemisatie van de riem gemeten direct naast de riem. Aangezien de testbank droog is hebben alle waarden betrekking op akoestische ruis in de lucht (dB re 20 μ Pa), niet in het water. De resultaten van beide metingen bij 1000 rpm (links) en 500 rpm (rechts) zijn weergegeven in figuur 19. De opgenomen frequenties zijn uitgezet op een logaritmische schaal als functie van de tijd. De amplitudes van de frequenties zijn aangeduid met een kleurenschaal. Bovenaan het diagram zijn aanvullende waarden zoals het gemiddelde en de piekamplitude gegeven.



Figuur 19: Frequentiespectrum van de testinstallatie op 1000 rpm (links) en 500 rpm (logaritmische schaal)

Het blijkt dat de belangrijkste geluidsemissies worden geproduceerd bij frequenties van minder dan 2 kHz. De totale geluidsoverlast wordt aanzienlijk verminderd bij lagere snelheden. Piekwaarden in beide tests zijn 90,3 dB re 20 μ Pa.

Een andere meting is uitgevoerd met een andere sensor die een frequentieband van 3 tot 32 kHz weergeeft met dezelfde testopstelling. In figuur 20 zijn de amplitudes van dezelfde twee snelheden uitgezet als functie van de tijd, met een hogere resolutie. De grafieken tonen dat de geluidsemissie in dit frequentiegebied veel kleiner is dan het geluid in het algemeen. De geluidsemissie bij lage snelheden zijn ook hier lager dan bij hoge snelheden.



Figuur 20: Amplituden van geluidsemissies bij 1000 rpm (boven) en 500 rpm (beneden)

Hoewel het moeilijk is deze bevindingen zonder meer toe te passen op de situatie rond de NEMOS testinstallatie in Oostende kunnen wel enkele schattingen worden gemaakt. Aangezien het doel van de testopstelling is een maximum aantal buigcycli op de riem toe te passen, gebeurt dat bij een hogere snelheid dan die waaronder de testinstallatie zal opereren, zodat verwacht wordt dat rondom de testinstallatie een lagere amplitude aan geluid hoorbaar zal zijn. De riem zal zeer weinig geluid maken bij hoge frequenties omdat hij hetzelfde gedrag vertoont als in de testopstelling. Een ander punt is dat de meting direct naast de riem bij de tandwielas is gedaan waar het geluid wordt geproduceerd terwijl de as van de testinstallatie zich in de machinekamer boven het water bevindt. De geluiden worden overgebracht naar het water door de riem en de staalconstructie, waardoor een zekere demping optreedt. Het kan worden aangenomen dat de geluidsemissies van een lagere amplitude zijn dan het gemeten geluid van de testopstelling. Het is echter niet mogelijk de verwachte emissies te kwantificeren.

Samengevat wordt verwacht dat het geluidsniveau binnen aanvaardbare grenzen zal liggen. Wij verwachten niet dat het effect op zeezoogdieren voor hen ondraaglijk zal zijn. NEMOS zal desalniettemin de geluidsemissies van de installatie meten tijdens de werking ervan, indien vereist.

7.2.2 Impact van de installatie

De installatie heeft een kleine impact op de maritieme omgeving. Door drie palen in de grond te trillen worden kleine stukken zeebodem vernietigd. Bovendien zullen putten rond de palen ontstaan als gevolg van bodemerosie. De putten zullen naar verwachting een diameter hebben die drie maal de diameter van de palen bedraagt en 1,5 meter diep zijn. Er is geen bescherming tegen erosie voorzien. Aangezien de installatie met inbegrip van de palen na de testperiode volledig zal worden verwijderd, is er geen sprake van blijvende schade.

Als de drijver in bedrijf is bewegen de riem en de kabels in het water met de snelheid van de golven. Bij de proeven op kleine schaal in Denemarken is geen hinder voor het mariene leven waargenomen.

7.2.2.1 Impact op vogels

Elke offshore installatie kan een gevaar vormen voor migrerende vogels of kustvogels. In tegenstelling tot windmolens heeft de NEMOS testinstallatie geen bewegende delen buiten het water behalve de drijver, en die beweegt nogal traag in vergelijking met de punt van een wiek van een windmolen. Een ander gevaar is botsing van vogels onder slechte weersomstandigheden. Dit risico is niet significant omdat de installatie verlicht is en zeer klein is in vergelijking met een boorplatform en andere dergelijke offshore installaties. Bovendien hebben uitgeputte trekvogels een plek om te rusten bovenop de machinekamer waar ze niet worden bedreigd door de installatie zelf.

7.2.2.2 Impact op benthos

Aangezien het grootste deel van de installatie niet beweegt biedt zij veel ruimte aan benthos. De ervaringen met het prototype op kleine schaal in Denemarken is dat het object als een 'kunstmatig rif' dienst doet waarop benthos in aantal toenemen. Bij de draaiende katrollen zal weinig tot niks groeien. Tot nu toe hebben wij in Denemarken geen gewonde mobiele benthos in de buurt van de bewegende delen waargenomen. Het naast elkaar bestaan van bodemdieren en de structuur is zichtbaar op figuur 21. De foto werd genomen in bij de kleinschalige golfenergieconverter in Denemarken in 2015.



Figuur 21: Paal met marine levensvorm

7.2.3 Impact van de onderzeese kabel

NEMOS is niet van plan om de onderzeese elektrische kabel te begraven in de grond. In plaats van begraven wordt de kabel gedeeltelijk bedekt om hem op zijn plaats te houden. Deze bedekking bestaat ofwel uit betonnen matrassen ofwel uit met rots gevulde filterzakken. Na de testperiode wordt de kabel en de bedekking in zijn geheel verwijderd van de zeebodem. Door sedimentatie

wordt de kabel mogelijk bedekt met zand. In dat geval worden mogelijk hogedrukspuiten of een baggermachine gebruikt om de kabel omhoog te halen.

7.2.4 Materialen en coatings

Om veiligheidsredenen worden uitsluitend materialen gebruikt die gecertificeerd en goedgekeurd zijn voor offshore toepassingen. De volledige installatie is gemaakt van staal (S355J2) en voldoet aan alle milieueisen. De drijver is gebouwd als een versterkte romp van glasvezel. De kabels zijn gemaakt van polyethyleen (Dyneema). De riemschijven bestaan uit polyoxymethyleen. Al deze materialen zijn niet oplosbaar, zodat vervuiling door vaste materialen is uitgesloten.

Om corrosie van metalen onderdelen van de installatie te voorkomen worden speciale coatings tegen corrosie gebruikt. Dus alleen gecertificeerde en voor offshore goedgekeurde verfsystemen die aan de huidige richtlijnen en voorschriften voldoen (DNVGL) worden gebruikt.

De coating die is voorzien bestaat uit een harssysteem uit meerdere lagen polyurethaan, met de volgende lagen:

Buitenkant:

- Basis: SikaCor Zinc R, grijs, 60 µm
- 1st laag: SikaCor SW-500, roodbruin, 300 µm
- 2nd laag: SikaCor SW-500, grijs-wit, 300 µm
- 3rd laag: SikaCor SP 2230 VHS, RAL1023 (geel), 80 µm

Binnenkant:

- Basis: SikaCor SW-500, roodbruin, 200 µm
- 1st laag: SikaCor SW-500, grijs-wit, 200 µm

7.2.5 Smering

Voor de smering van de lagers en de rollers wordt biologisch afbreekbaar vet genaamd 'Multipurpose bio vet SF09' geproduceerd door bedrijf 'Perma' gebruikt. Dit vet is biologisch afbreekbaar volgens de OECD 301 F-richtlijn.

7.2.6 Schadelijke en giftige materialen

NEMOS gebruikt geen schadelijke of giftige stoffen tijdens normaal gebruik of onderhoud. Om veiligheidsredenen is een lithium-ion back-up accu in de machinekamer geïnstalleerd. Om schade aan het milieu te voorkomen wordt de accu in een dubbelwandig vat geplaatst zodat er geen vloeistof kan lekken in het onwaarschijnlijke geval van een batterijlek.

7.3 Visserij

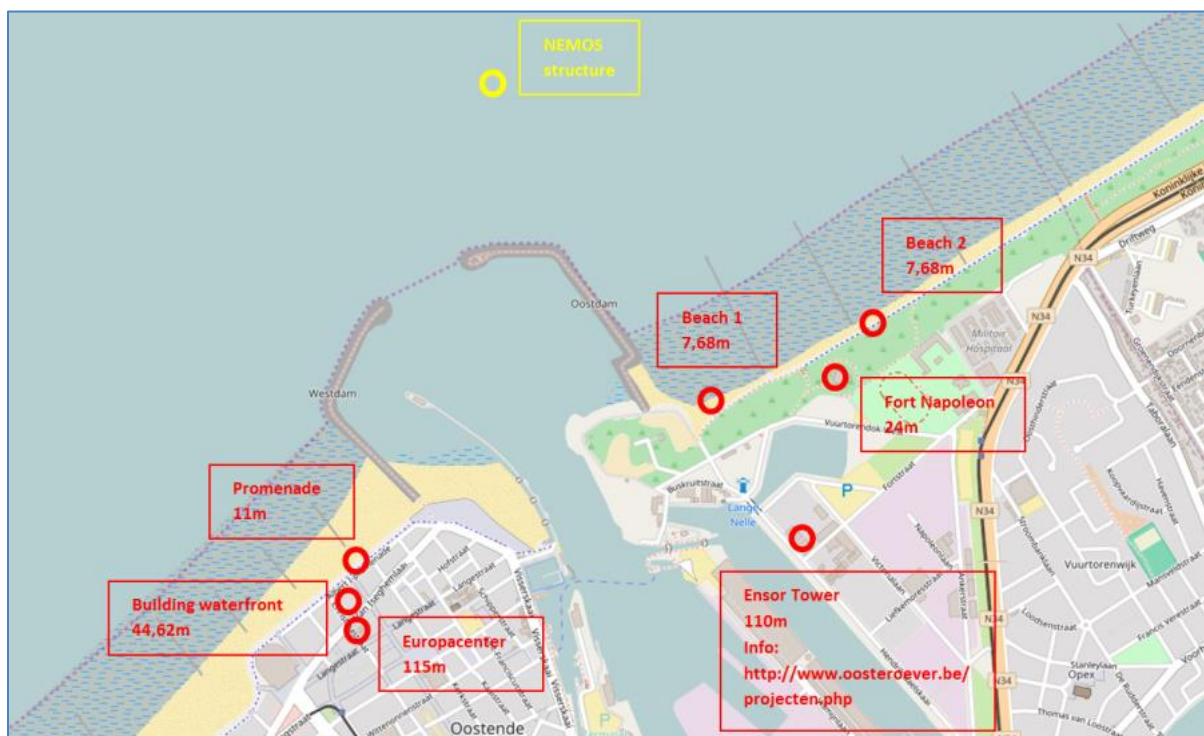
De impact op de visserij in het nabij kustgebied van Oostende is zeer klein. De afstand tot de kust is groot genoeg om een conflict tussen visser en de installatie te voorkomen. Commerciële visserij is niet toegestaan in het gebied van de NEMOS testinstallatie. Om veiligheidsredenen worden de installatie, de signalisatie en de kabelroute op de navigatiekaarten toegevoegd en zal een "Bericht aan zeevarenden" worden gepubliceerd.

7.4 Visuele impact

Om het optische effect van de NEMOS testinstallatie te beoordelen is het belangrijk om die in de globale context te beschouwen. Bij een gemiddeld zeeniveau (MSL) komt de volledige installatie 15,52 meter boven het wateroppervlak uit. Op het laagste punt van het astronomische getij (LAT) is het zichtbare deel van de installatie 18,37 meter en op het hoogste punt - bij springvloed - is dit 13,22 meter. De drijver zelf zal nauwelijks zichtbaar zijn vanaf de kust, omdat hij zich altijd gedeeltelijk onder water bevindt.

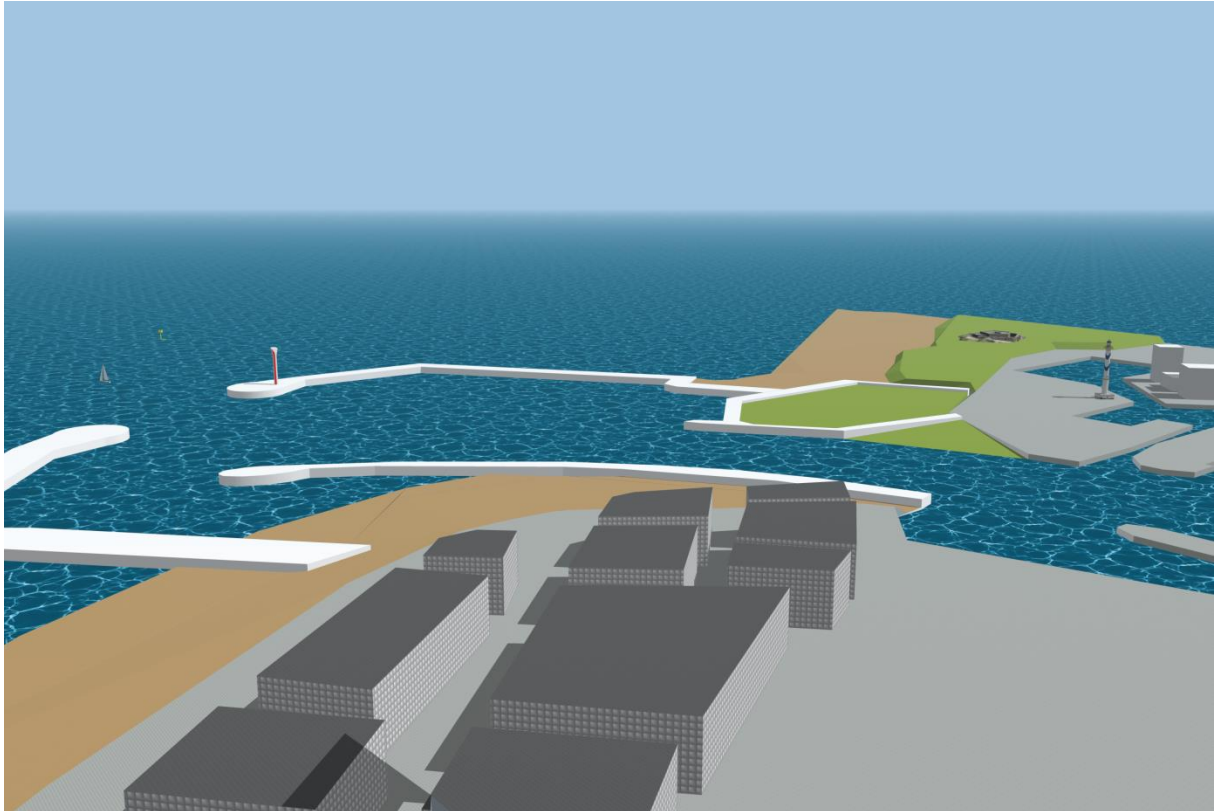
Andere installaties van de NEMOS testinstallatie zoals signalisatieboeien en de zeekabel zijn niet zichtbaar. Zoals beschreven in paragraaf 4.3 is de kabel alleen zichtbaar tijdens de aanleg. Na de installatie ziet de havendam er als oorspronkelijk uit.

Voor een betere indruk heeft NEMOS visuele simulaties gemaakt van de testinstallatie vanuit verschillende hoeken. Een 3D-model is gemaakt voor de visuele impact van de installatie vanuit verschillende gezichtspunten. In figuur 22 zijn verschillende locaties aangeduid met de corresponderende hoogte (TAW). Vanuit die posities zullen de mensen zien wat op de visuele simulaties weergegeven wordt..

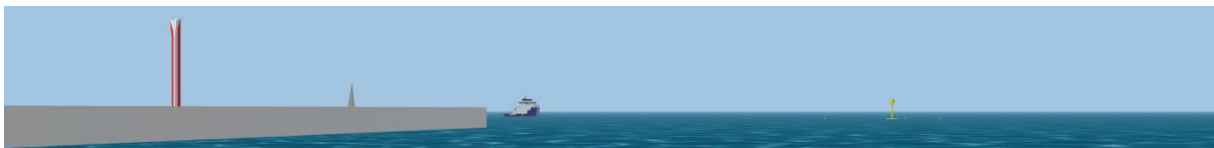


Figuur 22: Locaties van de simulaties met corresponderende hoogte (TAW) van het gezichtspunt

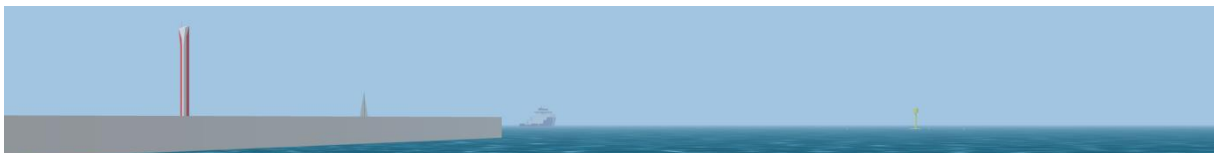
De simulaties worden getoond in de Figuur 23 tot en met Figuur 45. Voor een eenvoudige vergelijking zijn twee boten opgenomen in het 3D-model. Eén daarvan is een zeiljacht met een totale lengte van 16,8 meter en een hoogte boven de waterlijn van 24,7 meter. De andere is een sleepboot met een totale lengte van 95,5 meter en een hoogte boven de waterlijn van 22,3 meter. Op de achtergrond van de afbeeldingen op ongeveer 500 meter afstand van de strekdam kan men de NEMOS testinstallatie waarnemen.



Figuur 23: 3D-model van de haven van Oostende



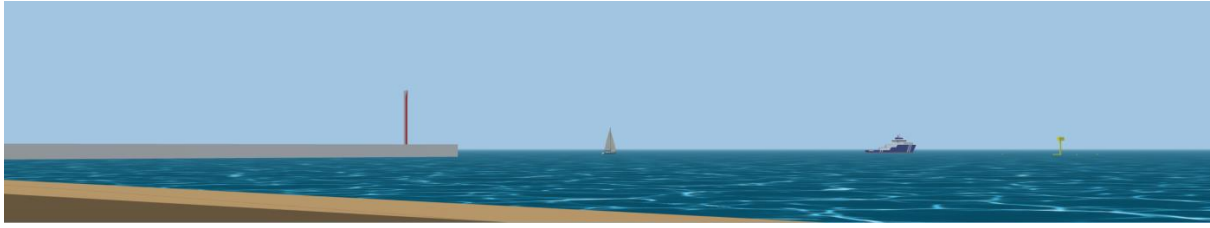
Figuur 24: Strand 1 (7,68m TAW), goed weer



Figuur 25: Strand 1 (7,68m TAW), slecht weer



Figuur 26: Strand 1 (7,68m TAW), slecht weer, avond



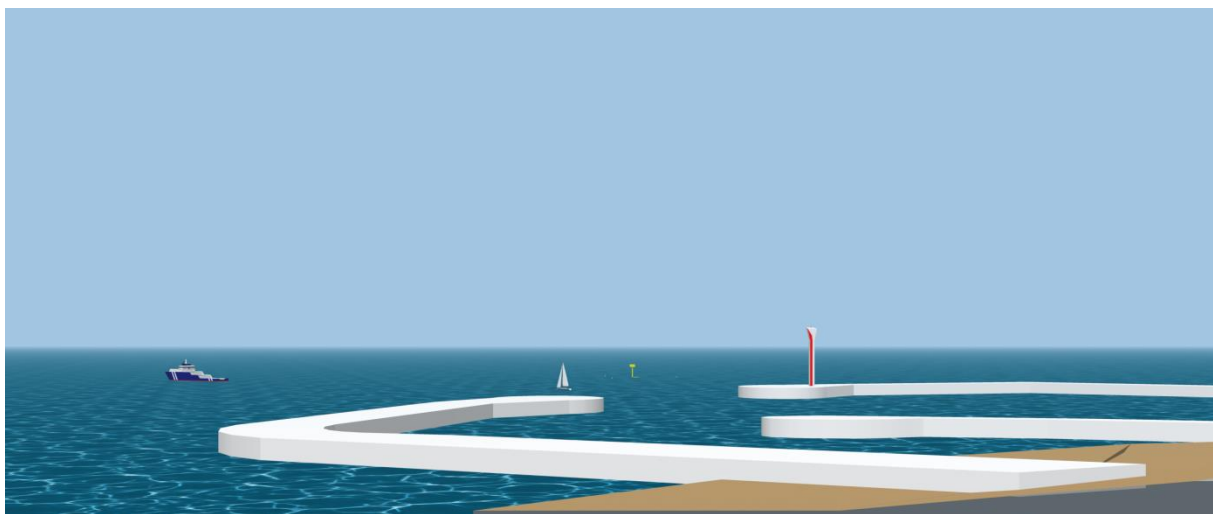
Figuur 27: Strand 2 (7,68m TAW), goed weer



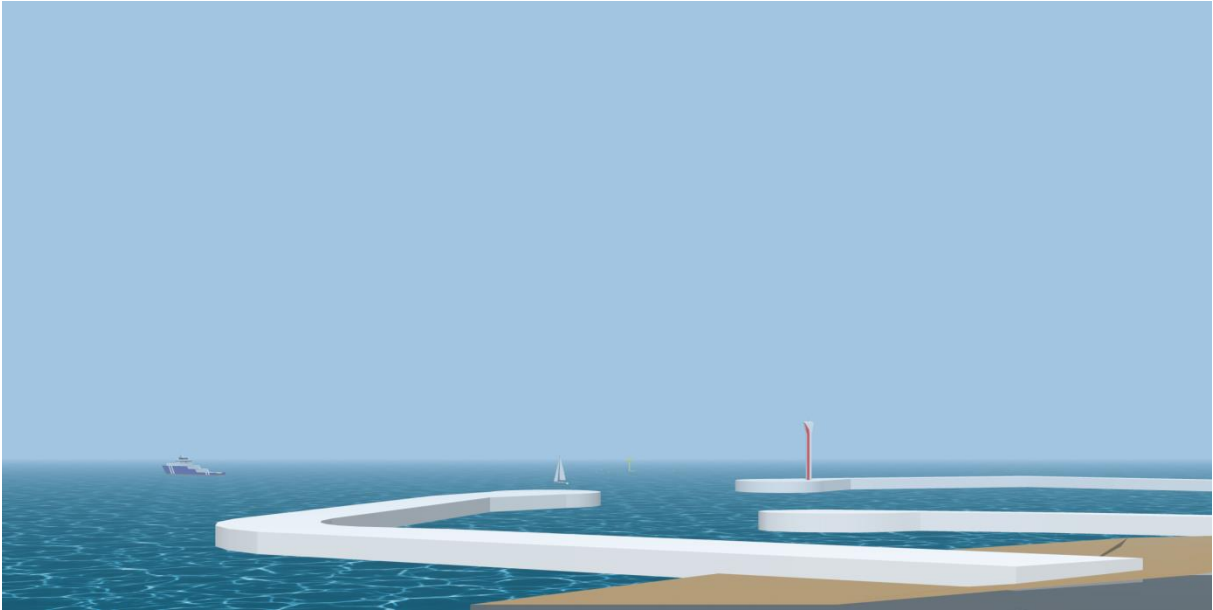
Figuur 28: Strand 2 (7,68m TAW), slecht weer



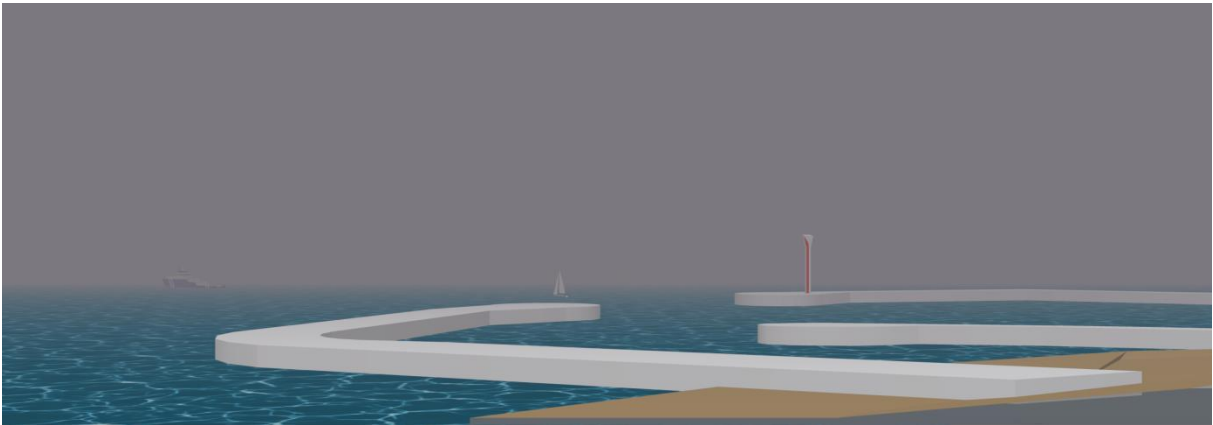
Figuur 29: Strand 2 (7,68m TAW), slecht weer, avond



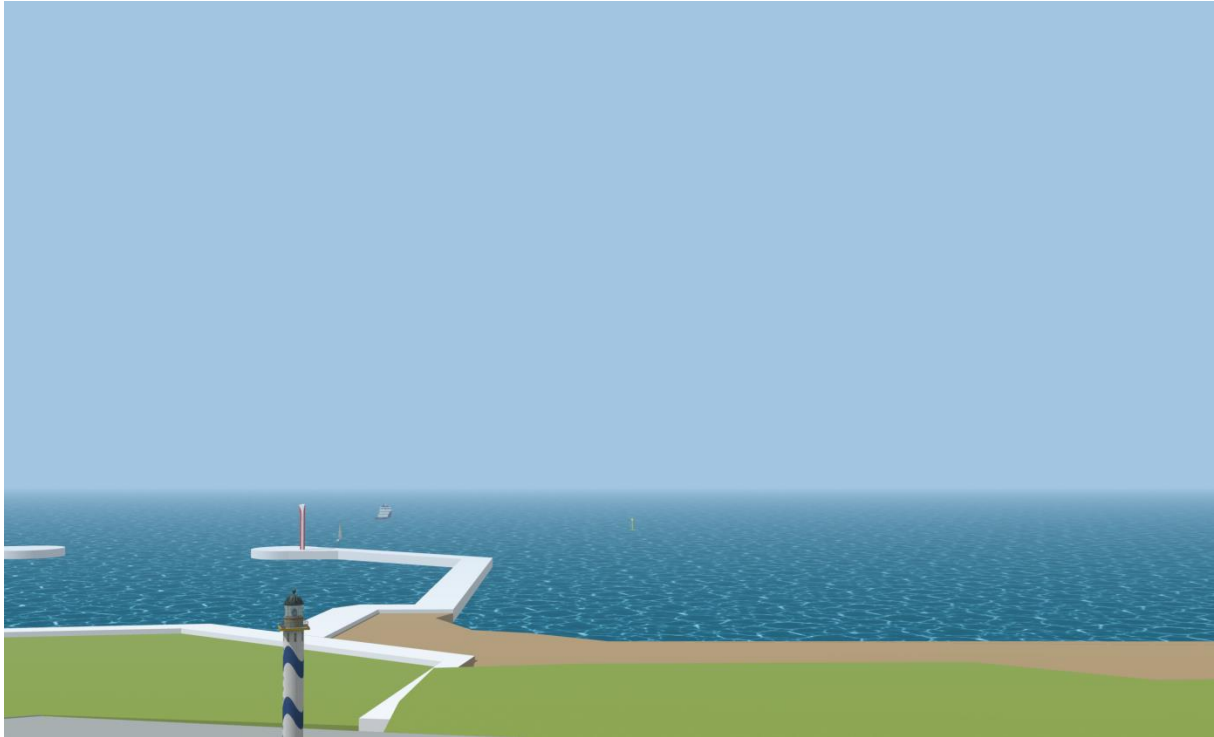
Figuur 30: Gebouw waterfront (44,62m TAW), goed weer



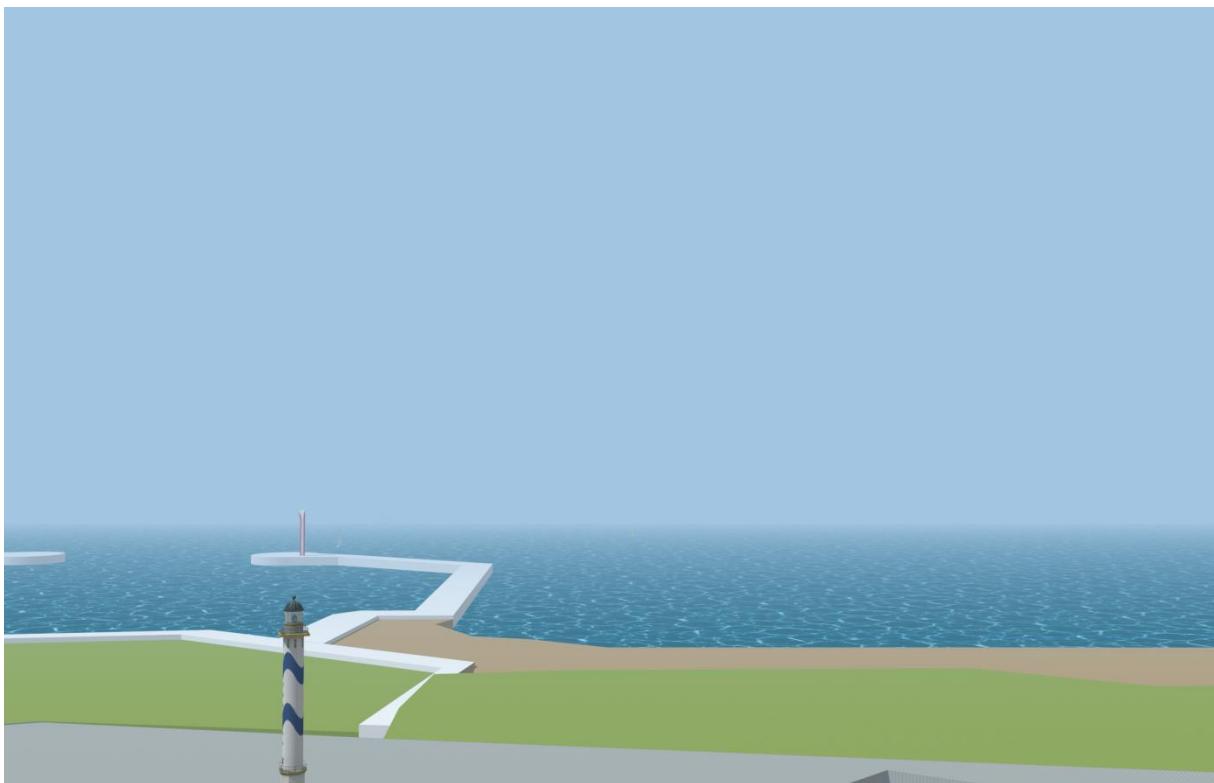
Figuur 31: Gebouw waterfront (44,62m TAW), slecht weer



Figuur 32: Gebouw waterfront (44,62m TAW), slecht weer, avond



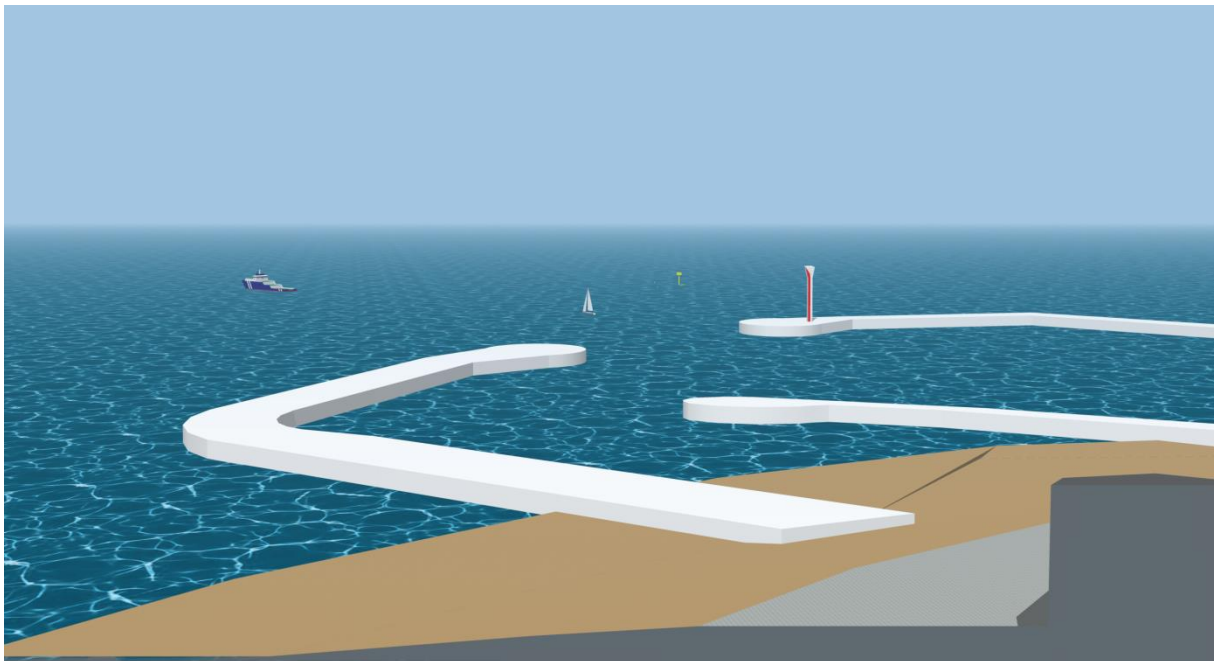
Figuur 33: Ensor Tower (110m TAW), goed weer



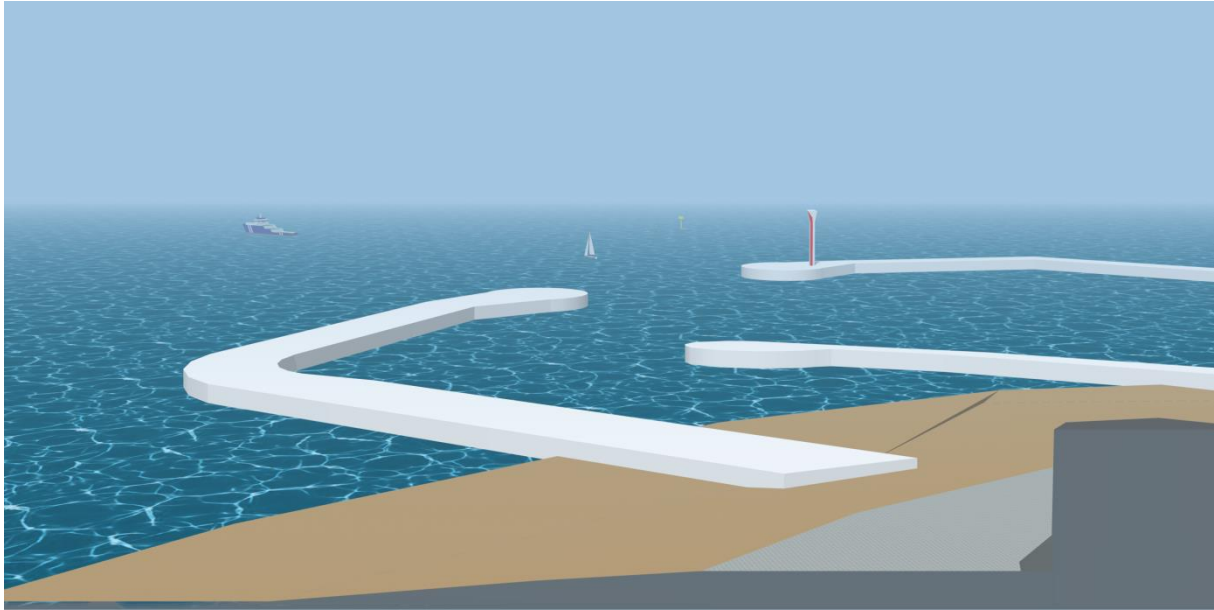
Figuur 34: Ensor Tower (110m TAW), slecht weer



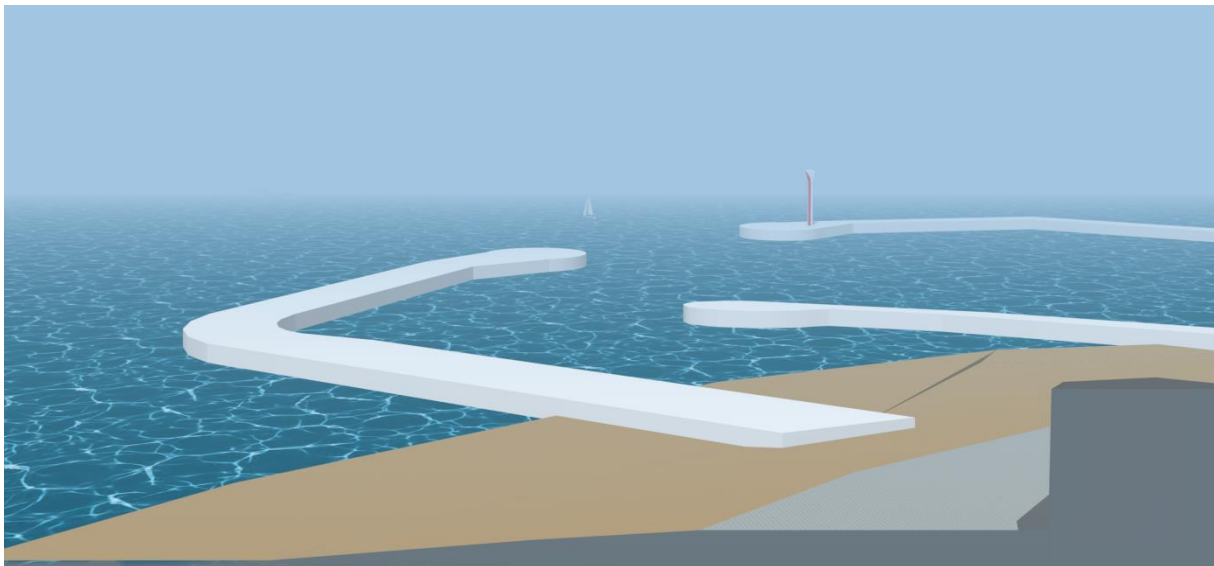
Figuur 35: Ensor Tower (110m TAW), slecht weer, avond



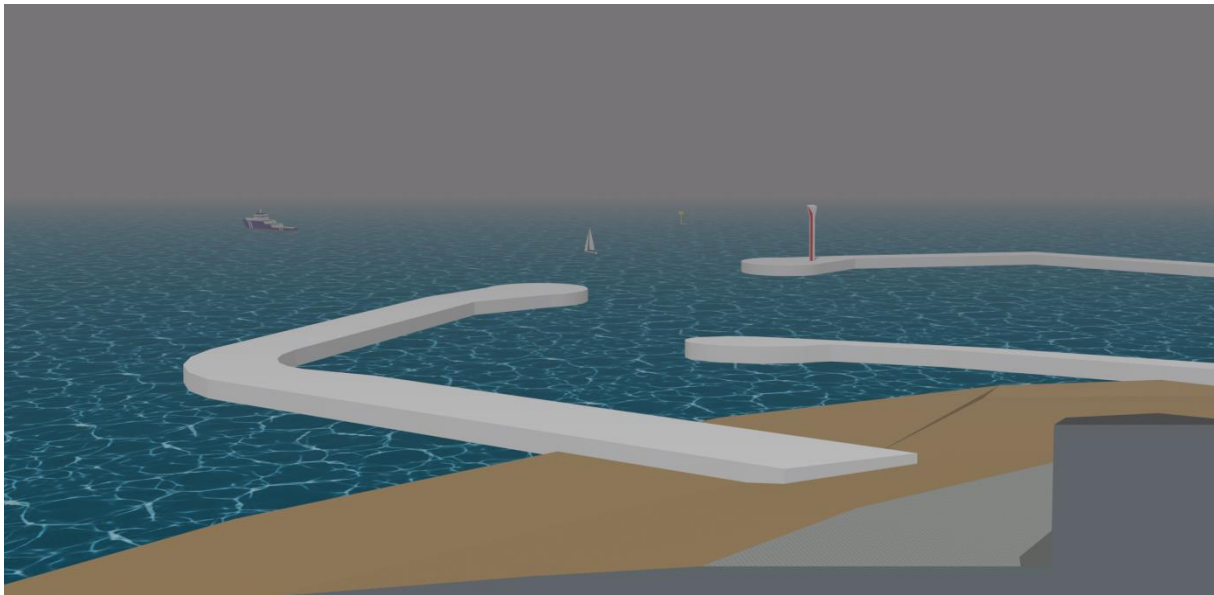
Figuur 36: Europacentrum (115m TAW), goed weer



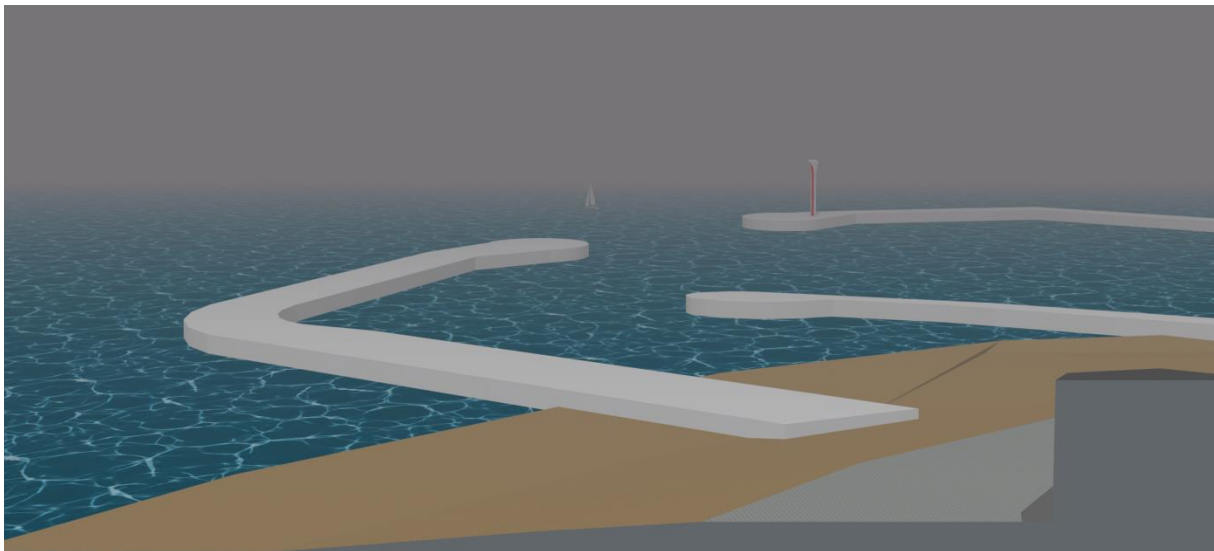
Figuur 37: Europacentrum (115m TAW), vrij slecht weer



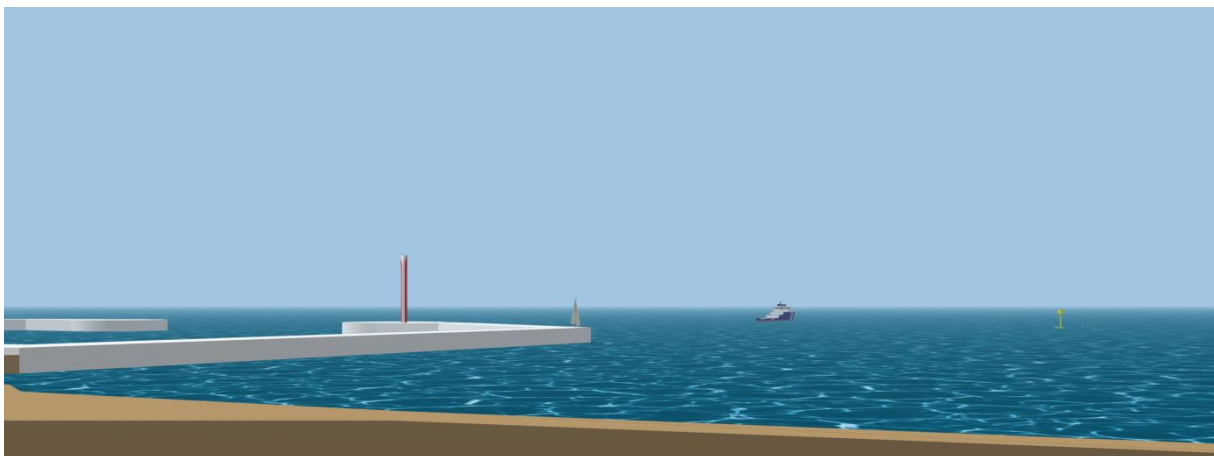
Figuur 38: Europacentrum (115m TAW), slecht weer



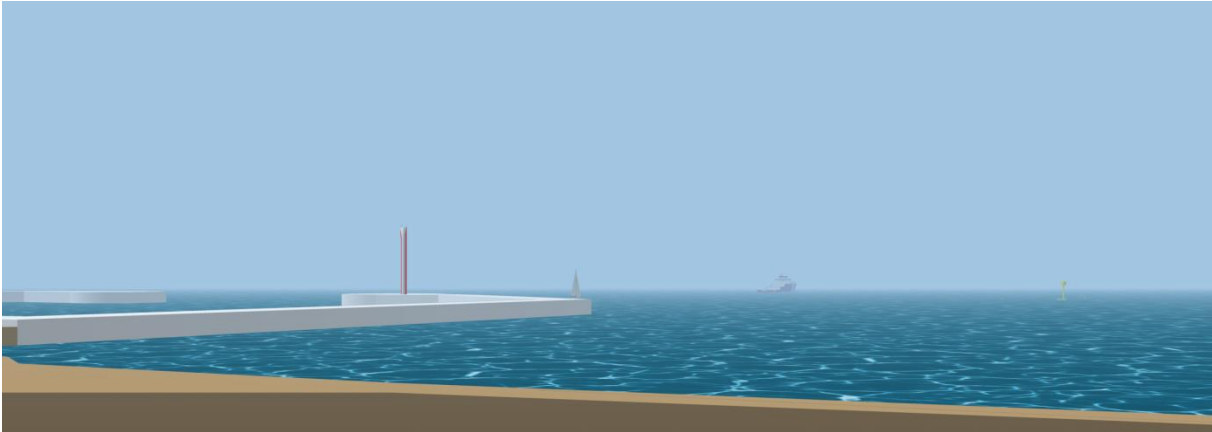
Figuur 39: Europacentrum (115m TAW), vrij slecht weer, avond



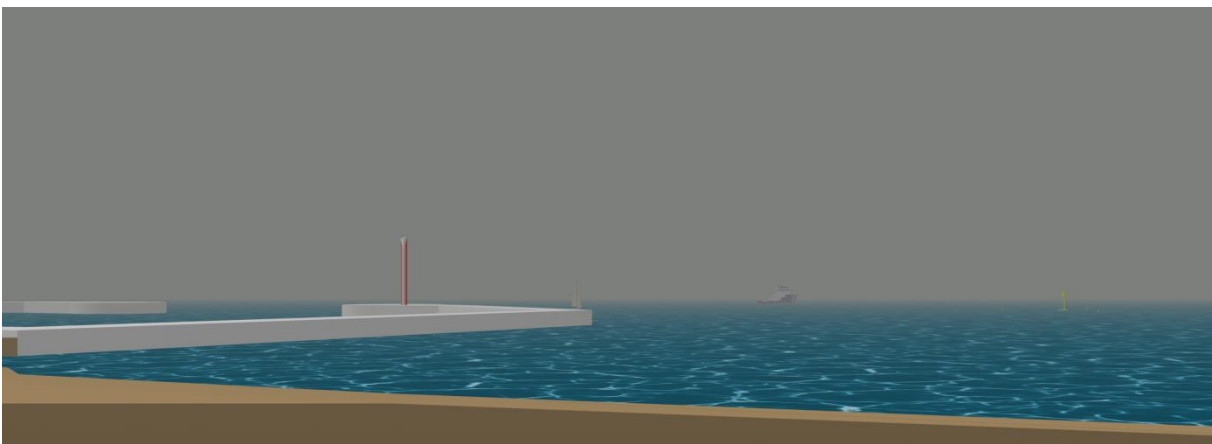
Figuur 40: Europacentrum (115m TAW), slecht weer, avond



Figuur 41: Fort Napoleon (24m TAW), goed weer



Figuur 42: Fort Napoleon (24m TAW), slecht weer



Figuur 43: Fort Napoleon (24m TAW), slecht weer, avond



Figuur 44: Promenade (11m TAW), goed weer



Figuur 45: Promenade (11m TAW), vrij slecht weer, avond

Het is duidelijk dat de installatie geen grote visuele impact zal hebben. Zelfs bij goed weer zal zij niet erg opvallen als gevolg van de grote afstand tot de kust. Aangezien Vlaanderen een regio is die zeer vooruitstrevend is op het gebied van groene energie zal de NEMOS testinstallatie het ecologisch bewustzijn voor toeristen en burgers in Oostende eerder illustreren.

7.5 Vrijtijdsbesteding

Aangezien Oostende een populaire stad is voor vakantie en recreatie dient de impact op een aantal activiteiten te worden geëvalueerd. Activiteiten die zouden kunnen worden beïnvloed door de plaatsing van de NEMOS testinstallatie zijn:

- Zwemmen

- Surfen
- Windsurfen en kitesurfen
- Zeilen
- Vissen

7.5.1 Zwemmen

Aangezien de NEMOS testinstallatie gelegen is op 1 km afstand van het strand wordt niet verwacht dat zwemmers aanwezig zullen zijn in de buurt van de installatie. Zwemmers kunnen echter van jachten springen en de installatie op die manier bereiken. Het betreden van de installatie is verboden, en er zijn waarschuwings- en verbodsborden aangebracht op de installatie. Alle luiken van de machinekamer zijn afgesloten en worden met camera's bewaakt.

7.5.2 Surfen

Dicht bij het strand waar de golven breken wordt gesurft. Aangezien de NEMOS testinstallatie op 1 km afstand van het strand gelegen is, waar de golven niet breken, wordt het surfen niet beïnvloed. .

7.5.3 Windsurfen en kitesurfen

Windsurfers en kitesurfers kunnen grote afstanden afleggen aangedreven door de wind. Zodoende is het mogelijk dat deze activiteiten de NEMOS testinstallatie bereiken. Het gebied waarbinnen het verboden is te komen is ongeveer 8000m² groot, terwijl de installatie zelf minder dan 200m² in beslag neemt. Vandaar dat de impact op routes voor windsurfers en kitesurfers klein is.

7.5.4 Zeilen

Zeilen is populair in Oostende. Zoals vermeld in paragraaf 7.1.1 zijn er in het verleden zeilschepen waargenomen in het gebied van de NEMOS testinstallatie. De routes voor zeilen wordt beïnvloed door zoneverboden rond de NEMOS testinstallatie. Zoals beschreven in paragraaf 7.5.3 is het gebied klein en zijn de gevolgen voor het zeilen beperkt. Om mensen bewust te maken van de aanwezigheid van de installatie en de kabel zal NEMOS de Yachtclubs van Oostende vragen om flyers te verdelen in hun clubhuizen.

7.5.5 Vissen

Vissers die op de havendam staan zullen geen last ondervinden van de NEMOS testinstallatie, aangezien de minimale afstand tussen de havendam en de installatie 450 meter bedraagt. Vissers die opereren vanaf boten worden beperkt door de verboden zone rond de testinstallatie. .

8 Ontmanteling

8.1 Ontmanteling van de toren

Voorafgaand aan de ontmanteling van de toren zal een duikonderzoek worden uitgevoerd. Tijdens dit onderzoek worden de onderwaterflenzen geïnspecteerd om hun conditie te bepalen. Verder wordt de hoeveelheid aangroei geïnspecteerd en verwijderd om het gewicht van de toren bij het optakelen te beperken. Op basis van dit onderzoek zal een beslissing worden genomen over de wijze waarop de toren van de paal wordt losgehaald, en hoe de katrollen van de palen zullen worden losgehaald. De twee mogelijkheden zijn hieronder vermeld.

Voor beide opties is een combinatie van een hefplatform en een kraan nodig. Het hefplatform zal in de buurt van de installatie voor anker gaan en in die positie worden versterkt met behulp van de

spudpoten. De kraan wordt aan de machinekamer bevestigd, voordat de flens wordt losgedraaid. Nadat de flens is losgeschroefd door een team van klimmers kan de machinekamer van de toren worden geheven en op het ponton worden gezet, waar hij zal worden vast gezet.

8.1.1 Optie A

In het geval dat de toestand van de flensverbindingen als goed wordt beoordeeld, wordt het demonteren van de toren gedaan in omgekeerde volgorde van de installatie. De toren wordt vastgemaakt aan de kraan terwijl duikers flensverbinding tussen de toren en de paal losschroeven. vervolgens wordt de toren op het ponton geplaatst, waar hij wordt vast gezet. Met een zekere hoeveelheid aan extra gewicht door niet verwijderde aangroei van organismen wordt rekening gehouden bij het ontwerp en de berekening van het werk en de voorzieningen voor de ontmanteling. De capaciteit van de kraan en het ponton zullen meer dan genoeg zijn.

De procedure voor de katrollen is dezelfde.

8.1.2 Optie B

Indien de flensverbindingen in slechte staat zijn zullen de toren en de katrollen worden losgekoppeld van de palen met behulp van een onderzeeknijptang. Dit is een veelgebruikte techniek bij diepzeetoepassingen, waarbij draadsnijgereedschap wordt afgezonken tot de paal en de paal met diamantdraad wordt doorgezaagd. Gedurende dit proces wordt de toren beveiligd door de kraan en opgeheven nadat de paal is doorgesneden.

De procedure voor de katrollen is dezelfde.

8.2 Verwijderen palen

Afhankelijk van de vereisten van de overheid worden de palen ofwel afgesneden ter hoogte van de zeebodem met behulp van een diamantdraad op de manier vermeld in 8.1.2 ofwel volledig verwijderd. Volledige verwijdering van de palen kan met de vibrerende extractiemethode.

8.3 Ontmantelen onderzeese kabel

Aangezien de onderzeese kabel niet in de zeebodem verzonken is, geschiedt het verwijderen van de kabel op dezelfde wijze als de installatie. Met het gebruik van een ponton met een lier wordt de kabel uit het water getrokken nadat hij is losgekoppeld van de installatie.

8.4 Aannemers

Aannemers voor de ontmanteling worden verondersteld dezelfde bedrijven te zijn als voor de installatie. Op die manier worden dezelfde schepen (of type schepen) en dezelfde apparatuur gebruikt en zijn alle partijen bekend met de NEMOS testinstallatie en de locatie.

9 Aansprakelijkheid

NEMOS GmbH is verantwoordelijk voor alle werkzaamheden en installaties uitgevoerd als onderdeel van het project van de 'NEMOS testinstallatie', gelegen voor de haven van Oostende. Tijdens het transport, de bouw, de exploitatie en de ontmanteling van de installatie worden geen werkzaamheden uitgevoerd door externe bedrijven en/of leveranciers zonder toezicht door een medewerker van NEMOS. Om er zeker van te zijn dat er geen onderhoud wordt uitgevoerd zonder toezicht door NEMOS zullen er permanent medewerkers van NEMOS gestationeerd zijn in Oostende.

In het geval van proces en/of systeemstoringen die leiden tot schade aan NEMOS en/of externe derden (bijv. boten, faciliteiten) is NEMOS verzekerd voor alle gevolgschade. Het bedrijf 'MARSH GmbH' in Hamburg, in de persoon van Martin Beck, verzorgt advies en vertegenwoordiging van NEMOS in dergelijke gevallen van aansprakelijkheid.

10 Referenties

- | | |
|--------------|--|
| IEC 60204 | Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen |
| IEC 60364 | Sicherheit von Elektrische Anlagen |
| VDE 0100-410 | Errichten von Niederspannungsanlagen |
| GL2012 IV | Part 2 - Guidelines for the Certification of Offshore Wind Turbines |
| GL2007 IV | Industrial Services – Part 6 – Section 10 – Marine Operations |
| DNV-OS-J101 | Offshore-Standard |
| DNV-RP-D102 | Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) |
| EWEA | Working the wind safely – Guidelines on emergency arrangements including first aid |
| EN-ISO-12944 | Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme |
| O-139 | IALA Recommendations on Marking of Man-Made Offshore Structures Edition 2 |
- Anonymous (2012): Omschrijving van Goede Milieutoestand en vaststelling van Milieudoelen voor de Belgische mariene wateren. Kaderrichtlijn Mariene Strategie – Art 9, 10. In: BMM, Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Brussel, België.
- Illinworth & Rodkin (2007): Compendium of Pile Driving Sound Data. Prepared for: The California Department of Transportation.