



Beschrijving onderzoeksfaciliteiten Vismigratierivier

Auteurs: A.B. Griffioen¹, L. Perk², T. Gerkema³, K. Röell² en H.V. Winter¹

Wageningen University &
Research rapport C019/23

Beschrijving onderzoeksfaciliteiten Vismigratierivier

Auteur(s):

A.B. Griffioen¹, L. Perk², T. Gerkema³, K. Röell² en H.V. Winter¹

Projectleiding en aanspreekpunten:

Katja Philippart (Waddenacademie) en Erik Bruins Slot (Provinsje Fryslân)

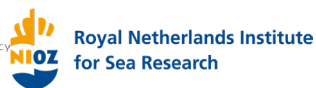
Begeleidingsgroep

Jan Kamman (Sportvisserij Nederland), Marjoke Muller, Suzan van Lieshout, Rosalie Heins, Jochem Hop, Koen Workel (allen RWS), Wilco de Bruijne (OAK) en Paul Westerbeek (Provinsje Fryslân).

1 Wageningen Marine Research

2 WaterProof

3 NIOZ



Wageningen Marine Research
IJmuiden, april 2023

Wageningen Marine Research rapport C019/23

Opdrachtgever: De Nieuwe Afsluitdijk
T.a.v.: Erik Bruins Slot
Sluisweg 1A
8752TR Kornwerderzand

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/629343>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door
Drs.ir. M.T. van Manen, directeur
bedrijfsvoering

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

A_4_3_1 V32 (2021)

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor
gevolg schade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
Marine Research. Opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden
zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

Inhoud

Samenvatting	4
1 Achtergrond en doelstelling	6
2 Overzichtskaart te plaatsen faciliteiten	8
2.1 Introductie	8
2.2 Totaal overzichtskaart	9
2.3 Overzichtskaart biotische monitoring	14
2.4 Overzichtskaart abiotische monitoring	15
3 Faciliteiten tbv biotische monitoring	16
3.1 Introductie	16
3.2 Deelgebied A: Ingang VMR	16
3.3 Deelgebied B: estuariëne gedeelte VMR	18
3.4 Deelgebied C en D: Rivier gedeelte VMR en Afsluitmiddel	19
4 Faciliteiten tbv abiotische monitoring	22
4.1 Introductie	22
4.2 Waterstandsmetingen	22
4.3 Stroomsnelheden	23
4.4 Zoutgehalte, temperatuur, waterdiepte en zuurstof	24
4.5 Troebelheid	26
4.6 Zandtransport	26
5 Algemene te plaatsen faciliteiten	28
5.1 Trailerhelling	28
5.2 Meetsteigers	28
5.3 Stroomvoorziening en data transfer kabels	29
5.4 Enkele meetpalen in de VMR voor tijdelijke metingen	30
6 Data-transmissie en beschikbaarheid data	31
Bijlage	32
7 Kwaliteitsborging	33
Verantwoording	34

Samenvatting

De aanleg van de 32 km lange Afsluitdijk in 1932 heeft grote gevolgen gehad voor de migratie van vis tussen de Noordzee, de toenmalige Zuiderzee en de aangrenzende rivieren. Waar eerst een natuurlijke overgang bestond van zoet en zout water, is een harde waterscheiding tussen het IJsselmeer en de Waddenzee ontstaan. De bouw van de Vismigratierivier (VMR) naast het spuicomples te Kornwerderzand heeft als doel de ecologische barrière die de Afsluitdijk voor trekvis vormt te verminderen. Dit rapport geeft een overzicht en opsomming van de aan te brengen fysieke onderzoeksfaciliteiten in die VMR. De fysiek nodige faciliteiten worden door een Europees geselecteerde toekomstige aannemer gedurende de bouw aangebracht om zowel biotische (door Onderzoek en Monitoringsteam) als abiotische metingen en daarop gebaseerde sturing van de Vismigratierivier (door de aannemer in combinatie met de beheerder) te kunnen doen indien de Vismigratierivier gereed is. Deze metingen zijn nodig om het functioneren van de VMR te toetsen, maar ook om te optimaliseren in een zogenaamde 'inregelfase'. Voor tijdens en na de 'inregelfase' zijn monitoring- en onderzoeksfaciliteiten nodig waarbij gedacht kan worden aan bekabeling, stroomvoorzieningen, steigers, verankeringsmateriaal, en voorzieningen waarop het netwerk van meetinstrumenten geplaatst moet worden die het functioneren van de VMR op abiotisch vlak meten. Het rapport bevat een overzichtskaart en tabel welke is te gebruiken voor de aannemer die de resterende delen van de Vismigratierivier gaan bouwen, en de inregelfase gaat uitvoeren.

Verantwoordelijkheden voor potentiële aannemers (inschrijvers) om rekening mee te houden in hun aanbieding zoals aangedragen door opdrachtgever (Provincie Fryslân) ten behoeve van de Europese tender voor de realisatie van het Werk Vismigratierivier

Voor deze aanbesteding wordt gevraagd om de voor de biotische en abiotische metingen noodzakelijke vooral fysieke faciliteiten nodig voor het doen van Wetenschappelijk Onderzoek & Monitoring in het ontwerp en de realisatie van dit deel van de VMR als onderdeel van het uitvoeringscontract aan te brengen cq te installeren. Provincie Fryslân stuurt aan op een verantwoordelijkheid van de aannemer dat het systeem VMR de eerste jaren (inregelfase) door de aannemer wordt aangestuurd en beheerd op zoutindringing en stroomsnelheid volgens gestelde eisen (geen ongewenste - onbeheerste zoutindringing in het IJsselmeer en een maximale waterstroomsnelheid waarbij het zand morfologisch stabiel is (geen zandverlies door te hoge stroomsnelheden) terwijl voor de hoofdfunctie vismigratie een maximale stroomsnelheden worden nagestreefd). Om dit te kunnen sturen en beheersen levert de aannemer daartoe alle fysieke maatregelen en apparatuur inclusief installatie (zie voorliggend rapport van WMR). De inschrijvers dienen te calculeren in de aanbieding:

1. Aanleg onderzoeksfaciliteiten abiotiek en biotiek door het hele systeem VMR (vanaf inzwemopeningen Waddenzee spuikom t/m Afsluitmiddel in het IJsselmeer)
2. Realisatie maatregelen om onderzoek & monitoring veilig mogelijk te maken.
3. Aanschaf, installatie, sturing – beheer (24/7 werking) & onderhoud meetinstrumenten abiotiek voor hele VMR
4. Inregelen beheerste hydrodynamiek (d.m.v. sturing toevoer zoetwater via afsluitmiddel, en door eventuele fysieke aanpassingen in de eerder gerealiseerde delen van de VMR. Zoals het riviergedeelte, estuariëne deel en Waddenzee deel) voor de hele VMR op basis van hun eigen onderzoek aan de hand van de door hen zelf geïnstalleerde en te onderhouden meetinstrumenten (waterstanden, temperatuur, zoutgehalte, zuurstof, druk, troebelheid en stroomsnelheden). Om gedurende 'de inregelfase' (zie rapport WMR) deze metingen te gebruiken voor Wetenschappelijk Onderzoek is het van belang dat deze gegevens beschikbaar worden gesteld aan de onderzoekers, beheerders zoals Provinciale Waterstaat, It Fryske Gea en de opdrachtgever.

Het voorliggende rapport van WMR geeft een overzicht van deze faciliteiten in Tabel 1. De gedetailleerde tabel geeft een overzicht van de diverse materialen, kenmerken en specifieke uitvraag aan aannemer. In de bijlage van het rapport is tevens een samenvattende tabel opgenomen ter aanvulling. Met de beoogde beheerders, Provinciale Waterstaat en It Fryske Gea, wordt het rapport van WMR gedurende de lopende Europese tender nog afgestemd. Daar kunnen nog wijzigingen uit voortkomen. Dit document is leidend voor de inschrijving. In bouwteamverband worden de nodige voorgestelde maatregelen verder uitgewerkt binnen het uitvoeringsontwerp. Dus gedetailleerd, gespecificeerd en gecalculeerd.

1 Achtergrond en doelstelling

De aanleg van de 32 km lange Afsluitdijk in 1932 heeft grote gevolgen gehad voor de migratie van vis tussen de Noordzee, de voormalige Zuiderzee en de aangrenzende rivieren. Waar eerst een natuurlijke overgang bestond van zoet en zout water, is een harde waterscheiding tussen het IJsselmeer en de Waddenzee ontstaan. Jaarlijks bieden zich, afhankelijk van de soort, enkele tientallen tot honderden miljoenen vissen aan bij het spuicomples bij Kornwerderzand. Deze vissen willen zoetwater bereiken en het IJsselmeer intrekken richting paai- of opgroeigebieden, maar de Afsluitdijk vormt een barrière en veroorzaakt daarmee vertraging en / of blokkering tijdens de intrek naar zoet water.

Om deze reden wordt de Vismigratierivier (VMR, zie Figuur 1-1) gebouwd naast het spuicomples te Kornwerderzand met als doel om de ecologische barrière die de Afsluitdijk voor trekvis vormt te verminderen. Het doel van het ontwerp en de operationalisering van de VMR is om zoveel mogelijk aan te sluiten bij het natuurlijke migratiegedrag van trekvis en daarmee een grote efficiëntie van migratie te behalen (hoge intrek, veel doortrek, hoge overleving). Zo zorgt de VMR door het unieke ontwerp ervoor dat de natuurlijke getijdencyclus wordt gebruikt om (met name de kleinere) vissen met het opkomende water richting het IJsselmeer te helpen, de zogenaamde getij-gedreven migratie van onder meer botlarven, glasaal, driedoornige stekelbaars en spiering. De VMR zorgt ervoor dat een brede groep trekvis, niet alleen de eerdere genoemde kleinere vissen maar ook soorten als houting en zalm, weer de ruimte krijgt om hun paai-, leef- en opgroeigebieden in het IJsselmeer, de Friese Meren, de Overijsselse Vecht, de IJssel en verder stroomopwaarts te bereiken. De VMR is een wereldwijd uniek project dat als Nederlands icoon bijdraagt aan "de Nieuwe Afsluitdijk".



Figuur 1-1 Artist impression van de VMR. Bron: Feddes/Olthof-landschapsarchitecten.

Inmiddels is de realisatie van de VMR al volop op gang en is de coupure (het "Doorlaatmiddel" in de Afsluitdijk, zie Fig. 1) als onderdeel van het Rijkscontract gereed. In de volgende fase wordt de bouw van het Waddendeel, het estuariëne deel en het riviergedeelte (inclusief het "Afsluitmiddel") van de VMR via een Europese tender openbaar aanbesteed, waarbij het uitvoeringsontwerp dient te worden vastgesteld, de beoogde uitvoering gerealiseerd en de gerealiseerde VMR als geheel voorzichtig in gebruik wordt gesteld en de werking ervan geoptimaliseerd (de "inregelfase").

Inregelfase

De 'inregelfase' is de fase waarin de VMR in gebruik wordt gesteld en wat betreft functioneren wordt geoptimaliseerd wat betreft hydrodynamiek als de interactie tussen het ontwerp van de VMR, de getijwerking vanuit de Waddenzee en de toevoer van zoetwater via het afsluitmiddel vanuit het IJsselmeer. Menselijke sturing op waterstanden, stroomsnelheden en zandtransport kan op twee locaties, namelijk m.b.v. de schuiven in het reeds gebouwde "Doorlaatmiddel" (in de Coupure, de verbinding tussen het Waddenzeedeel en het estuariene deel van de VMR) en het nog te bouwen "Afsluitmiddel" (de verbinding tussen het rivierdeel van de VMR en het IJsselmeer). In deze fase zijn daarom voornamelijk de meetinstrumenten van belang die de abiotiek meten (stroming, zoutintrusie, turbulentie, saliniteit, etc.). Tegelijkertijd zal er in deze fase ook al worden gemeten in hoeverre vis gebruik maakt van de VMR en onder welke (abiotische) omstandigheden. De werking van de biotiek (vismigratie) en de samenhang tussen biotiek en abiotiek zijn essentieel in het begrijpen van het functioneren van de VMR. Voor een goede beoordeling van het functioneren van de VMR is het van belang dat de noodzakelijke faciliteiten vooraf worden aangebracht.

Doel rapportage

Dit rapport geeft een overzicht en opsomming van de aan te brengen fysieke onderzoeksfaciliteiten zodat deze kunnen worden meegenomen in het ontwerp en de realisatie van het riviergedeelte (inclusief het Afsluitmiddel) van de VMR. De faciliteiten worden door een Europees geselecteerde toekomstige aannemer gedurende de bouw aangebracht om zowel biotische¹ als abiotische metingen te doen in de toekomstige 'inregel fase' als daarna. In de aankomende fase van de bouw van de WMR moeten monitoring en onderzoeksfaciliteiten meegenomen worden om het functioneren van de VMR te toetsen. Om dit te doen zijn faciliteiten nodig waarbij gedacht kan worden aan bekabeling, stroomvoorzieningen, steigers, verankeringsmateriaal, en voorzieningen waarop het netwerk van meetinstrumenten geplaatst moet worden die het functioneren van de VMR op abiotisch vlak meten. Hierdoor kan bijvoorbeeld worden voorkomen dat zoutintrusie vanuit de Waddenzee richting het IJsselmeer optreedt en dat te hoge stroomsnelheden tot onbeheerste zanderosie (zandverlies) leiden. Ook het valideren van eerdere meetmodellen kan hierdoor worden uitgevoerd waardoor uiteindelijk de kernfunctie van de VMR, vismigratie faciliteren, geoptimaliseerd kan worden. Het rapport bevat een overzichtskaart en tabel welke is te gebruiken voor aannemers die de Vismigratierivier gaan bouwen.

Aandachtspunt: Veiligheid

Nu en in de toekomst is het van belang om op een goede en veilige manier metingen uit te kunnen voeren. Hierbij is het goed om te realiseren dat de metingen veelal in de nacht plaatsvinden, in het voorjaar en het najaar en tijdens slecht weer condities, waardoor expliciet rekening gehouden moet worden met harde wind, weinig zicht en regen of sneeuw (slipgevaar). Bij onderzoeksfaciliteiten is het daarom wenselijk dat deze ruim voldoen aan de huidige (en, waar relevant, ook de toekomstige) wettelijke regelgeving omtrent veiligheidseisen (toezicht, antislip, reling, zekering, verlichting, etc.).

Projectbegeleiding

Dit project wordt geleid door Katja Philippart (Waddenacademie) en Erik Bruins Slot (Provinsje Fryslân), en de uitkomsten ervan zijn afgestemd en begeleid door: Jan Kamman (Sportvisserij Nederland), Marjoke Muller, Suzan van Lieshout, Rosalie Heins, Jochem Hop, Koen Workel (allen RWS), Wilco de Bruijne (OAK) en Paul Westerbeek (Provinsje Fryslân).

¹ In het uiteindelijke monitoringsplan voor de VMR worden aanvullende technieken en methoden beschreven die niet noodzakelijkerwijs nu met de bouw van de VMR hoeven meegenomen te worden.

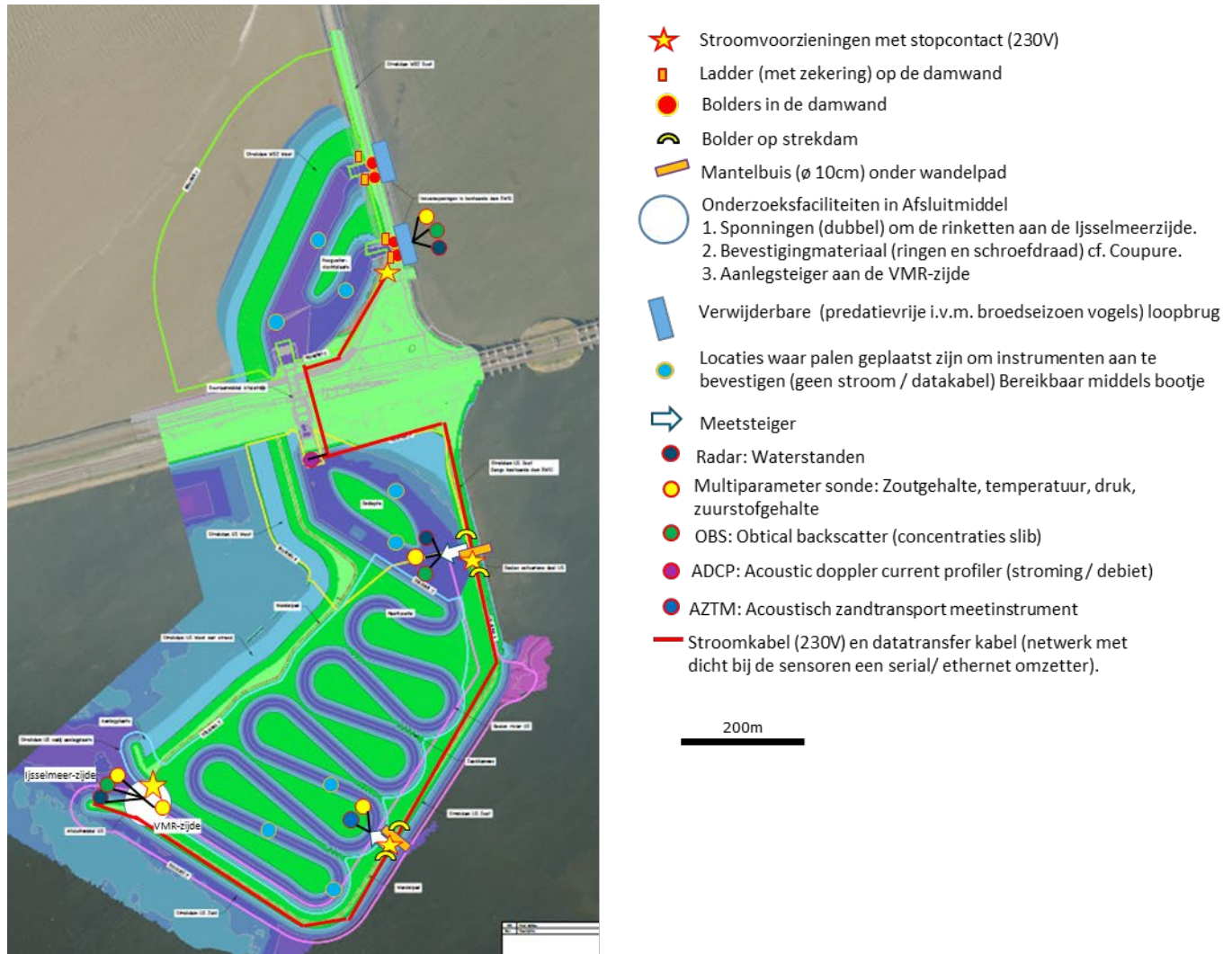
2 Overzichtsk kaart te plaatsen faciliteiten

2.1 Introductie

Voor de Vismigratierivier (VMR) zijn op voorhand een aantal monitoring- en onderzoeksfaciliteiten aangewezen om gedurende de bouw mee te nemen. Deze faciliteiten zijn nodig voor biotische en abiotische monitoring. In paragraaf 2.2, 2.3 en 2.4 zijn drie overzichtsk kaarten gegeven. Waarbij 2.2 een totaaloverzicht geeft (integratie van biotiek en abiotiek). Ook wordt er een overzicht tabel gegeven met alle gegevens van de te plaatsen faciliteiten of instrumenten. De meetlocaties en benodigde faciliteiten worden nader beschreven in hoofdstuk 3 (biotische metingen), hoofdstuk 4 (abiotische metingen) en hoofdstuk 5 (algemene te plaatsen faciliteiten).

2.2 Totaal overzichtskaart

In Figuur 2-2 is het overzicht gegeven van alle voorgestelde biotische en abiotische meetlocaties en te realiseren onderzoeksfaciliteiten. Tabel 1 geeft een overzicht van de diverse materialen en kenmerken voor de aan te leggen onderzoeksfaciliteiten. In de bijlage staat een samenvattende tabel.



Figuur 2-1: Overzichtskaart met biotische (2.3) en abiotische (2.4) monitoring- en onderzoeksfaciliteiten

Tabel 1 Overzichtstabel met meetapparatuur, kenmerken, specifieke uitvraag aan aannemer, databeheer, kostenindicatie en beheersfrequentie.

Onderzoeksfaciliteiten	Kenmerken	Aannemer uitvraag / eis	Kosten indicatie	Beheersfrequentie (indicatief)*
Loopbrug	<ol style="list-style-type: none"> De brug overspant de volledige inzwemopening en voldoet aan veilig werken (antislip, reling). Verwijderbaar Brug moet predatievrij (vos, rat) zijn. Te denken valt aan een ophaalplaat met een wildrooster. 	Maakt brug bij beide inzwemopeningen volgens kenmerken of komt met een functioneel alternatief. Zie Figuur 3-2	€ 50 k / stuk	
Ladder op de damwand	<ol style="list-style-type: none"> Verticale ladder om vanuit het water omhoog te klimmen. Aanwezigheid van zekering voor personeel tijdens beklimming Op elke damwand een ladder 	Plaats ladders bij beide inzwemopening (4x) op elke damwand 1 stuk. Zie Figuur 3-2	€ 5 k / stuk	
Bolder	<ol style="list-style-type: none"> Een bolder op de damwand om de inzwemopening te overspannen met een kabel t.b.v. fuikmonitoring. Deze bolder kan ook gebruikt worden om een boot tijdelijk vast te leggen. Bolder is bereikbaar met hoog en laagwater (of twee bolder onder elkaar) 	Plaats bolders in beide damwand van beide inzwemopeningen (op elke damwand 1 stuk). Zie Figuur 3-2	€ 500 k / stuk	
Stroompunt	<ol style="list-style-type: none"> Stroompunt met stopcontact (230V) 	Realiseert stroompunten met stopcontact nabij beide inzwemopeningen. Zie Figuur 3-2		
Mantelbuis onder looppad (2x)	<ol style="list-style-type: none"> De mantelbuis is circa ø10cm om een 32mm PE tylene waterslang doorheen te doen. De mantel buis kan vlak onder het wegondervlak worden gelegd 	Plaats twee mantelbuizen ø10cm onder het wandelpad bij het estuariene en riviergedeelte van de VMR. Zie Figuur 3-3.		
Bolders	<ol style="list-style-type: none"> Bolders om een vangtuig vast te leggen/ te verankeren (pontoon van 9m²) 	Plaats bolders nabij de mantelbuizen bij het estuariene en het riviergedeelte van de VMR. Zie Figuur 3-3.	€ 500 k / stuk	
Stroompunt met stopcontact	<ol style="list-style-type: none"> Een stroompunt met stopcontact om een klokpomp aan te sluiten. De klokpomp wat aan de IJsselmeer zijde (dus niet de VMR) geplaatst. 	Realiseert stroompunt met stopcontact (230V) nabij de mantelbuizen bij het estuariene en het riviergedeelte van de VMR. Dit stopcontact zit bij voorkeur aan de IJsselmeerzijde van de strekdam. Zie Figuur 3-3.		
Sponningen rondom rinketten	<ol style="list-style-type: none"> Sponningen voor plaatsing net en meetapparatuur rondom rinket. Het betreft een dubbele sponning met een diepte profiel van twee keer 8 cm. De sponning zit aan de IJsselmeerzijde 	Plaats sponningen rondom rinketten in het Afsluitmiddel aan de IJsselmeerzijde en de VMR-zijde van de deuren. Zie Figuur 3-5 en Figuur 3-6.	€ 25 k	
Camera's	<ol style="list-style-type: none"> Cameratoezicht t.b.v. veiligheid en handhaving 	Schaft aan, plaatst en beheert. Op logische punten in de VMR.		
Boot	<ol style="list-style-type: none"> Vb. Aluminium onderzoeksboot (circa 2.5m breed, 8m lang of vergelijkbaar) 	Beschikbaar stellen boot inclusief motor t.b.v. toekomstig onderhoud en onderzoek op locatie. Plaatsing boot kan bijvoorbeeld bij Afsluitmiddel.		
Ringen en bevestiging materiaal	<ol style="list-style-type: none"> Schroefdraad in de muur cf. Coupure Ringen op de muur cf. Coupure 	Realiseert schroefdraad in en ringen op de muur van het Afsluitmiddel. Zie Foto 4.	€ 200 / stuk	
Metten van de waterstanden	<p>Waterstandsmeters dienen zo onderhoudsvrij mogelijk te zijn => radar opstelling die boven hoogst voorkomende waterstanden geplaatst is.</p> <p>Voorbeeld meetinstrument: Obscape level gauge</p> <p>Waterstandsmetingen dienen 10-minuten gemiddelde waterstanden elke 10 minuten real-time aan de Provincie beschikbaar te stellen.</p> <p>Waterstandsmetingen + data overdracht dienen 99% van de tijd te functioneren.</p> <p>Op alle 3 de locaties dienen de instrumenten in tweevoud te meten (2 instrumenten per locatie).</p> <p>Onderhoudsfrequentie dient zodanig te zijn dat 99% eis gehaald wordt.</p> <p>De drukmetingen (CTD-sensoren) gelden als backup meting voor de radarinstrumenten. Op deze manier wordt voorkomen dat wanneer de radar instrumenten niet werken (tijdens energieke golfcondities waarin spray plaatsvindt) de waterstand toch bekend is en de VMR kan blijven functioneren (zie §4.2)</p>	<p>Aanschaffen, plaatsen en beheren / onderhouden waterstandsmeters op 3 locaties (zie Figuur 4-1):</p> <ol style="list-style-type: none"> Waddenzee nabij inzwemopening (zuidelijke wand) In het estuariene deel van de VMR In het Afsluitmiddel aan de IJsselmeerzijde (zuidelijke wand) 	Circa EUR 5000,- per instrument	1x 2 maanden

Onderzoeksfaciliteiten	Kenmerken	Aannemer uitvraag / eis	Kosten indicatie	Beheersfrequentie (Indicatief)*
Metten van temperatuur, zoutgehalte, zuurstof en druk	<p>Meetinstrument (bijvoorbeeld: multiparameter sonde) dient regelmatig onderhouden te worden zodat kwaliteit van de metingen geborgd blijft). De uitbreiding met een UV-lamp kan de onderhoudsfrequentie met een factor 3-6 reduceren. Voorbeeld meetinstrument: EXO3s Multiparameter sonde</p> <p>Waterkwaliteitsmetingen dienen meetprofielen over de waterkolom elke 10 minuten real-time aan de Provincie beschikbaar te stellen.</p> <p>Waterkwaliteitsmetingen + data overdracht dienen 99% van de tijd te functioneren.</p> <p>Metingen vinden plaats over de gehele waterkolom middels het automatisch op- en neer laten van het meetinstrument door een automatische lier (zie Figuur 5-3). Als alternatief voor een liersysteem kunnen ook per locatie 4 instrumenten in de waterkolom worden geplaatst (0,5 m, 1,5 m en 2,5 m boven de bodem en 1 systeem op 0,5 m onder het wateroppervlak) Nauwkeurigheid van de metingen voldoet aan geaccepteerde standaard (0.1 PSU, 0.1 graad Celsius)</p> <p>De drukmetingen gelden als backup meting voor de radarinstrumenten om tijdens energieke golfcondities waarin spray plaatsvindt de waterstand te meten (zie §4.2)</p>	<p>Aanschaffen, plaatsen en beheren / onderhouden druk, zout, temperatuur, zuurstofmeters op 5 locaties (zie Figuur 4-3):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Waddenzee nabij inzwemopening (zuidelijke wand) 2. In het estuariene deel van de VMR 3. In het rivierdeel van de VMR 3 bochten voor het Afsluitmiddel 4. In het afsluitmiddel aan de VMR-zijde (zuidelijke wand) 5. In het Afsluitmiddel aan de IJsselmeerzijde (zuidelijke wand) 	<p>Circa EUR 20.000,- per instrument</p>	<p>1x 4 weken (in de zomermaanden frequenter) (1x 2 maanden met UV-lamp)</p>
Metten van troebelheid	<p>Meetinstrument (bijvoorbeeld: optische turbidity sensor in multiparameter sonde) dient voorzien te zijn van automatische wiper.</p> <p>Dient regelmatig onderhouden te worden zodat kwaliteit van de metingen geborgd blijft.</p> <p>Troebelheidsmetingen vinden plaats over de gehele waterkolom middels het automatisch op- en neer laten van het meetinstrument door een automatische lier (zie Figuur 5-3).</p> <p>Nauwkeurigheid van de metingen voldoet aan geaccepteerde standaard. Kalibratiecurve (zie hieronder) wordt aan aannemer beschikbaar gesteld.</p> <p>Er dient bij elke onderhoudsronde per locatie 1 watermonster genomen te worden die worden geanalyseerd op concentraties zwevend stof om de sensor op te kalibreren (converteren FTE naar mg/l).</p>	<p>Aanschaffen, plaatsen en beheren / onderhouden turbiditeitsmeters op 5 locaties (zie Figuur 4-4):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Waddenzee nabij inzwemopening (zuidelijke wand) 2. In het estuariene deel van de VMR 3. In het rivierdeel van de VMR 3 bochten voor het Afsluitmiddel 4. In het afsluitmiddel aan de VMR-zijde (zuidelijke wand) 5. In het afsluitmiddel aan de IJsselmeerzijde (zuidelijke wand) 	<p>Circa EUR 5.000 per instrument & wiper</p>	<p>1x 4 weken</p>
Metten van stroomsnelheden	<p>10-minuten gemiddelde stroomsnelheden dienen middels een horizontale ADCP / Aquadopp elke 10 minuten gemeten te worden met maximale bin-grootte van 0,5 m.</p> <p>Het instrument dient zo hoog mogelijk in de waterkolom, maar altijd permanent onder het wateroppervlak aanwezig te zijn (circa NAP -1.8 m).</p> <p>Stroomsnelheden worden haaks op de hoofdstroomrichting vanaf de zijkant gemeten over de gehele breedte van de coupure, op 1 hoogte boven de bodem van de coupure met een nauwkeurigheid van +/-5%.</p> <p>Er dienen op een 2-tal dagen (doodtij en springtij) gedurende 1 geheel getij (13 uur) ook varende ADCP (verticale) metingen over de breedte van de coupure te worden uitgevoerd waarmee een relatie kan worden gelegd tussen de horizontaal gemeten stroomsnelheden en de verticale ADCP metingen. Hieruit kan dan een relatie bepaald worden tussen horizontale metingen en het doorstroomdebiet door de coupure. Het advies is om deze metingen uit te voeren met een vaartuig dat klein is t.o.v. de dimensies van de waterloop zodat je zoveel mogelijk van het doorstroomprofiel daadwerkelijk meet en zo weinig mogelijk extrapoleert.</p>	<p>Aanschaffen, plaatsen en beheren / onderhouden stroomsnelheidsmeter in de coupure aan de IJsselmeerkant (oostelijke wand, zie locatie Figuur 4-2)</p>	<p>Circa EUR 30.000 horizontale ADCP Circa EUR 20.000 voor eenmalige verticale metingen</p>	<p>1x 4 weken</p>
Metten van zandtransport	<p>Er is besloten de zandtransportmetingen door een gespecialiseerd nader te bepalen bedrijf uit te laten voeren. Er dienen voorzieningen aanwezig te zijn waarop dit instrument geplaatst kan worden / aangesloten kan worden Het instrument dient tussen 0,3 en 1,0 m boven de bodem geïnstalleerd te zijn.</p>	<p>Voorziening op een steiger in het rivierdeel van de VMR, 3 bochten voor het Afsluitmiddel (zie locatie in Figuur 4-5) waar het zandtransport-meetinstrument geplaatst kan worden</p>	<p>Circa EUR 500,-</p>	<p>n.v.t.</p>

Onderzoeksfaciliteiten	Kenmerken	Aannemer uitvraag / eis	Kosten indicatie	Beheersfrequentie (Indicatief)*
	Voorbeeld meetinstrument: Aquascap			
Bevestiging meet instrumenten (inzwemopening)	<p>De vastmaak-mogelijkheid in de zuidelijke inzwemopening is zodanig ontworpen dat er een verticale geleidebuis aan bevestigd kan worden waaraan de meetinstrumenten kunnen worden bevestigd.</p> <p>De locatie wordt voorzien van een automatische lier die de meetinstrumenten langs de geleidebuis elke 10 minuten op- en neer laten bewegen over de gehele waterkolom.</p> <p>Plaatsing en onderhoud van het instrument dient op een HSE veilige wijze uitgevoerd te kunnen worden.</p> <p>De vastmaak-mogelijkheid dient zo ontworpen te worden dat er geen drijvende onderdelen (bijv. waterplanten, drijfhout) aan blijven hangen die de het functioneren van de sensoren beïnvloeden.</p>	Opnemen van een vastmaakmogelijkheid voor meetinstrumenten in de zuidelijke en noordelijke inzwemopening (zie locatie in Figuur 4-3). Het liersysteem komt alleen bij de zuidelijke opening.	<p>Circa EUR 1000,- per vastmaak-mogelijkheid</p> <p>Circa EUR 5000,- per lier</p>	
Bevestiging meet instrumenten (coupure)	<p>De vastmaak-mogelijkheid voor de ADCP in het afsluitlet middel inzwemopening is zodanig ontworpen dat er een verticale geleidebuis aan bevestigd kan worden.</p> <p>Plaatsing en onderhoud van het instrument dient op een HSE veilige wijze uitgevoerd te kunnen worden.</p> <p>De ADCP dient voor onderhoud boven water te kunnen worden gehaald.</p> <p>De vastmaak-mogelijkheid dient zo ontworpen te worden dat er geen drijvende onderdelen (bijv. waterplanten, drijfhout) aan blijven hangen die de het functioneren van de sensoren beïnvloeden.</p>	Opnemen van een vastmaakmogelijkheid voor meetinstrumenten in de Coupure (zie locatie Figuur 4-2)	Circa EUR 1000,-	
Bevestiging meet instrumenten (afsluitlet middel)	<p>De vastmaak-mogelijkheid voor de meetinstrumenten in het Afsluitlet middel is zodanig ontworpen dat er een verticale geleidebuis aan bevestigd kan worden.</p> <p>De locaties worden voorzien van een automatische lier die de meetinstrumenten langs de geleidebuis elke 10 minuten op- en neer laten bewegen over de gehele waterkolom.</p> <p>Plaatsing en onderhoud van het instrument dient op een HSE veilige wijze uitgevoerd te kunnen worden.</p> <p>De instrumenten dienen voor onderhoud boven water te kunnen worden gehaald.</p> <p>De vastmaak-mogelijkheid dient zo ontworpen te worden dat er geen drijvende onderdelen (bijv. waterplanten, drijfhout) aan blijven hangen die de het functioneren van de sensoren beïnvloeden.</p> <p>Aan de IJsselmeerzijde dient ook een vastmaakmogelijkheid voor een radarinstrument boven het hoogst mogelijke waterstandsniveau geplaatst te kunnen worden.</p>	Opnemen van 2 vastmaakmogelijkheden inclusief liersystemen t.b.v. meetinstrumenten in het afsluitlet middel (zie locatie bijv. in Figuur 4-3), 1 aan de zuidelijke wand aan de VMR-zijde, en 1 aan de zuidelijke wand aan de IJsselmeerzijde van het Afsluitlet middel.	<p>Circa EUR 1000,- per vastmaak-mogelijkheid</p> <p>Circa EUR 5000,- per lier</p>	
Meetsteigers	<p>De steigers dienen vanaf de kant tot nabij het diepste punt van de geulen te reiken (zie Figuur 5-2).</p> <p>De steigerpalen zijn zodanig ontworpen dat deze het doorstroomoppervlak van de geulen minimaal beïnvloeden.</p> <p>De steigers worden uitgevoerd in natuurlijke materialen (hout)</p> <p>De steigers worden uitgerust met een geleidebuis systeem zodat de meetinstrumenten die bevestigd worden aan de steigers makkelijk op- en neer kunnen worden bewogen.</p> <p>De steigers worden voorzien van een automatische lier die de meetinstrumenten elke 10 minuten op- en neer laten bewegen over de gehele waterkolom.</p> <p>Er worden waterdichte meetkasten geplaatst op de steigers waar computers in kunnen worden geplaatst om de instrumenten op aan te sluiten.</p> <p>De meetkasten worden aangesloten op het netwerk van netstroom- en datatranferkabels (zie Figuur 2-3).</p>	<p>Ontwerpen, bouwen en beheren/ onderhouden van meetsteigers op 2 locaties in de VMR (zie locatie Figuur 2-3):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. In het estuariëne deel van de VMR 2. In het rivierdeel van de VMR 3 bochten voor het Afsluitlet middel 	<p>Circa EUR 50.000,- per steiger</p> <p>Circa EUR 5000,- per lier</p>	

Onderzoeksfaciliteiten	Kenmerken	Aannemer uitvraag / eis	Kosten indicatie	Beheersfrequentie (Indicatief)*
	De steigers dienen permanent en veilig betreedbaar te zijn. Dit betekent dat deze moeten uitsteken boven het hoogste water niveau (circa NAP +2 m).			
Trailerhelling	Een mogelijke locatie is in Figuur 5-1 ter indicatie aangegeven. De trailerhelling moet minimaal geschikt zijn voor een onderzoeksboot van circa 2.5m breed 8 meter land en een gewicht van 2500 kg.	Het aanleggen of vernieuwen van een bestaande trailerhelling op locatie zoals aangegeven in Figuur 5-1.	circa EUR 25.000,-	
Palen tbv flexibel meetnetwerk	De palen worden aan de onderzijde van het talud geplaatst waar de waterdiepte het grootst is (dus niet in het midden van de geul). De palen zijn bereikbaar middels een bootje. De palen zijn sterk genoeg om afmeerkrachten van een meetbootje te kunnen weerstaan. De palen worden uitgerust met een geleidebuis (zie Figuur 5-3) om meetinstrumenten gemakkelijk naar beneden en naar boven te kunnen bewegen voor metingen nabij de bodem.	Aanschaffen, plaatsen en beheren / onderhouden van palen voor een flexibel meetnetwerk op 8 locaties (zie Figuur 5-4): 1. In de noordelijke geul van het Waddenzeedeel 2. In de zuidelijke geul van het Waddenzeedeel 3. In het Waddenzeedeel nabij de coupure 4. In de noordelijke geul in het estuariene deel van de VMR 5. In de zuidelijke geul in het estuariene deel van de VMR 6. In het rivierdeel van de VMR op 4 rechte stukken van het afsluitmiddel 7. In het rivierdeel van de VMR op 2 rechte stukken van het afsluitmiddel 8. In het rivierdeel van de VMR in de laatste bocht voor het afsluitmiddel	Circa EUR 5.000,- per paal	
Stroompunten	De meetinstrumenten worden aangesloten op netstroom zodat ze permanent operationeel zijn.	Nabij alle meetlocaties worden 230V stroompunten aangebracht (zie overzichtskaart)	Circa EUR 1,50,- per meter	
Data connectie	Er wordt een data-transfer netwerk geïnstalleerd van ethernet-kabels die het centraal-gelegen data-coördinatiecentrum bij de coupure verbindt met de geïnstalleerde meetinstrumenten. Dit netwerk dient betrouwbaar te zijn zodat data die gewonnen wordt van met name van de sturende instrumenten gebruikt kan worden om de VMR aan te sturen.	Alle meetlocaties worden middels een datakabel verbonden met het data coördinatiecentrum die in de coupure is gelegen (zie overzichtskaart)	Circa EUR 0,40,- per meter	

*Indien niks ingevuld wordt ervanuit gegaan dat faciliteit wordt beheerd naar functioneren.

2.3 Overzichtsk kaart biotische monitoring

In Figuur 2-2 is het overzicht gegeven van de voorgestelde biotische metingen en locaties. Meer details over de metingen en locaties is gegeven in hoofdstuk 3.



Figuur 2-2: Overzichtsk kaart biotische metingen

2.4 Overzichtskaart abiotische monitoring

In Figuur 2-3 is het overzicht gegeven van de voorgestelde abiotische metingen en locaties. Meer details over de metingen en locaties is gegeven in hoofdstuk 4.



Figuur 2-3: Overzichtskaart abiotische metingen

3 Faciliteiten tbv biotische monitoring

3.1 Introductie

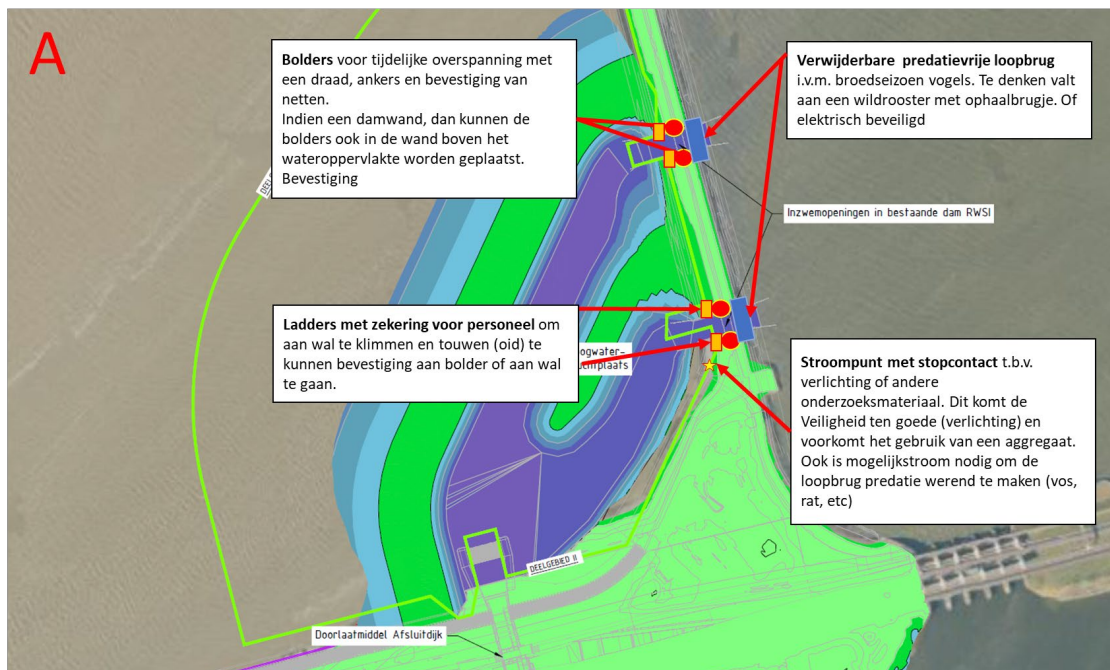
De faciliteiten t.b.v. de biotische metingen zijn beschreven voor 4 deelgebieden; A, B, C, D. De deelgebieden zijn weergegeven in Figuur 3-1 en nader beschreven in paragraaf 3.2 t/m 3.4.



Figuur 3-1: Overzichtskaart met deelgebieden van de VMR en de locatie (ter indicatie) van de trailer helling t.b.v. van kleine onderzoeksboot van circa 2.5m breed 8m lang met gewicht van circa 2500kg.

3.2 Deelgebied A: Ingang VMR

Bij de ingang van de VMR is het van belang dat er faciliteiten komen waar driftnetten aan vastgezet kunnen worden (Foto 1). Om dit te doen moeten bij de ingang van de VMR een spanband worden vastgezet aan beide zijden van de damwanden welke opgespannen moet worden. Deze spanband komt boven de wateroppervlakte. Vervolgens kunnen verticale lijnen gespannen worden met een anker (en eventueel een boei om de kruik van de fuik makkelijk op te halen). Om de spanband op te spannen zouden er dus stalen ringen of bolders (in de damwand) geplaatst moeten worden die voldoende de krachten kunnen waarborgen Figuur 3-2. Geschat wordt dat de spanning maximaal 5000N zal zijn. Om de horizontale lijn te bevestigen zal er ook een mogelijkheid moeten zijn om vanaf het water aan de wal te moeten komen. Dit kan een ladder zijn om de bolders/bevestigingspunten vanaf het water te bereiken (zie Foto 2 zoals aangebracht bij Coupure). Bolders in de damwand functioneren ook om veilig te werken en eventuele onderzoeksboten tijdelijk vast te leggen. Vangwege makkelijke toegankelijkheid en veilig werken is een (verwijderbare) loopbrug nodig. Deze brug gaat over de inzwemopeningen en moet voorzien zijn van preventie zodat vossen, ratten (predators) en andere dieren die een mogelijk gevaar vormen voor broedende vogels niet van deze brug gebruik kunnen maken. Een wildrooster of kleine ophaalbrug kan hierin mogelijk voorzien. Ook een stroompunt (230V) zal hier nodig zijn voor onderzoek, maar ook kan het nodig zijn voor predatorpreventie.



Figuur 3-2 Deelgebied A: De Waddenzee zijde van de VMR met de twee ingangen en aangewezen onderzoeksfaciliteiten. Steigers kunnen worden gecombineerd worden met abiotische metingen.



Foto 1. Foto's van de metingen zoals uitgevoerd bij de Afsluitdijk door ATKB (foto's ATKB)

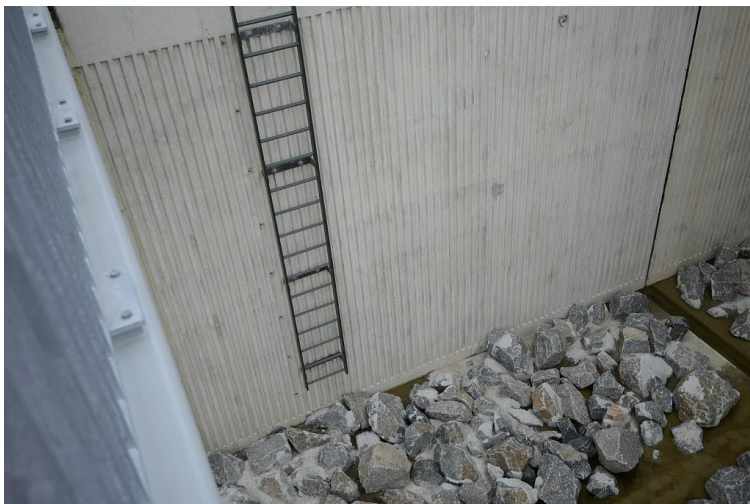
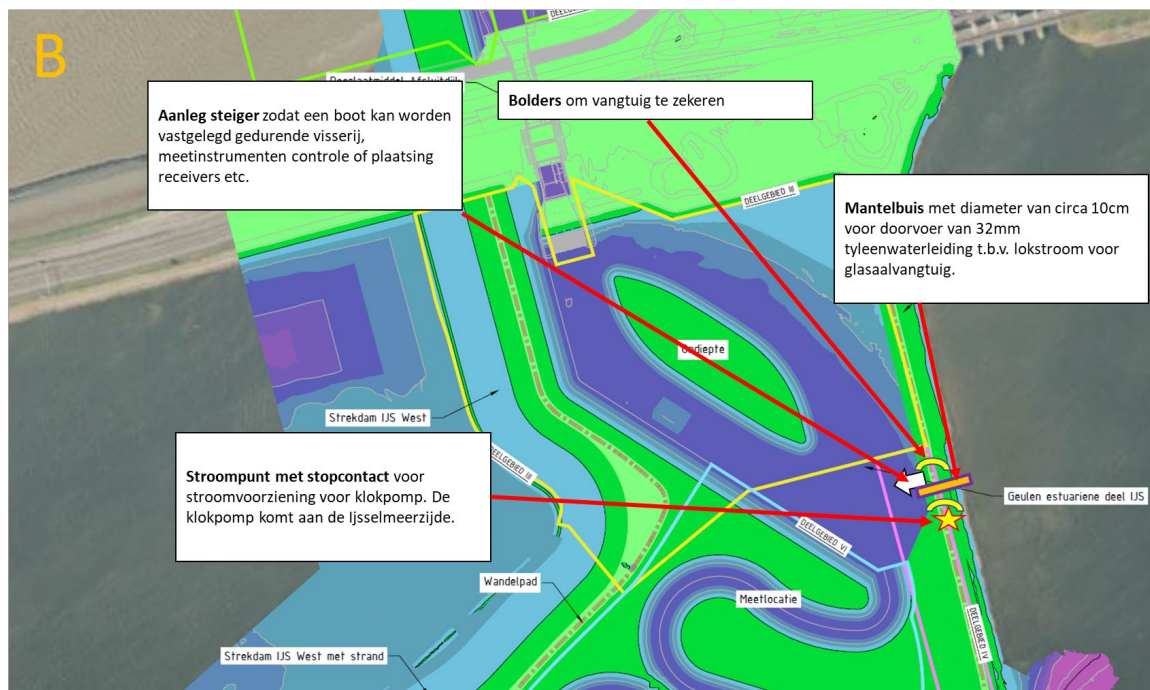


Foto 2. Foto van ladder zoals aangebracht bij Coupure.

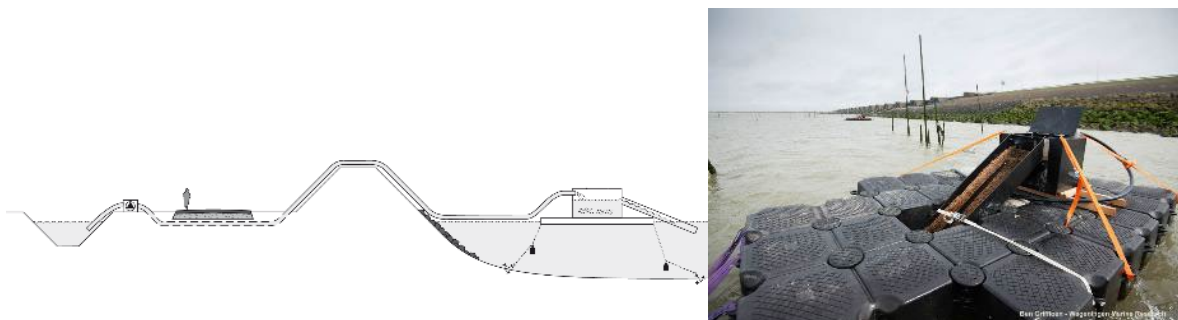
3.3 Deelgebied B: estuariëne gedeelte VMR

In het estuariëne gedeelte van de VMR aan de Waddenzeezijde moet een faciliteit komen waarmee op glasaal of driedoornige stekelbaars (of andere kleine diadrome vis) kan worden gevangen (Figuur 3-3). Dit is bijvoorbeeld een elverfinder (www.elverfinder.com, Figuur 3-4). Van de aannemer wordt niet verwacht deze te leveren, de foto is ter illustratie). Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een lokstroom. Deze lokstroom wordt gemaakt via een klokpomp aan de IJsselmeerzijde. De klokpomp heeft stroom nodig (230 volt) om een stekker in te doen. Vervolgens wordt het IJsselmeerwater via een 32mm PE tylene gepompt naar een fuikconstructie. De PE tylene slang kan mogelijk struikelgevaar opleveren en daarom is een ~80-100mm diameter mantelbuis nodig. Deze kan vlak onder het wegdek (dus boven waterpeil) worden gelegd. De elverfinder zelf kan geborgd worden met ankers in het water en bevestiging aan de wal. Dit laatste kan met een bolders gedaan worden of met een tijdelijke paal als een vaste bolder niet mogelijk is.

Voor het sorteren van de vangst en eventueel het tijdelijk vastleggen van een boot is op deze locatie ook een kleine aanlegsteiger handig.



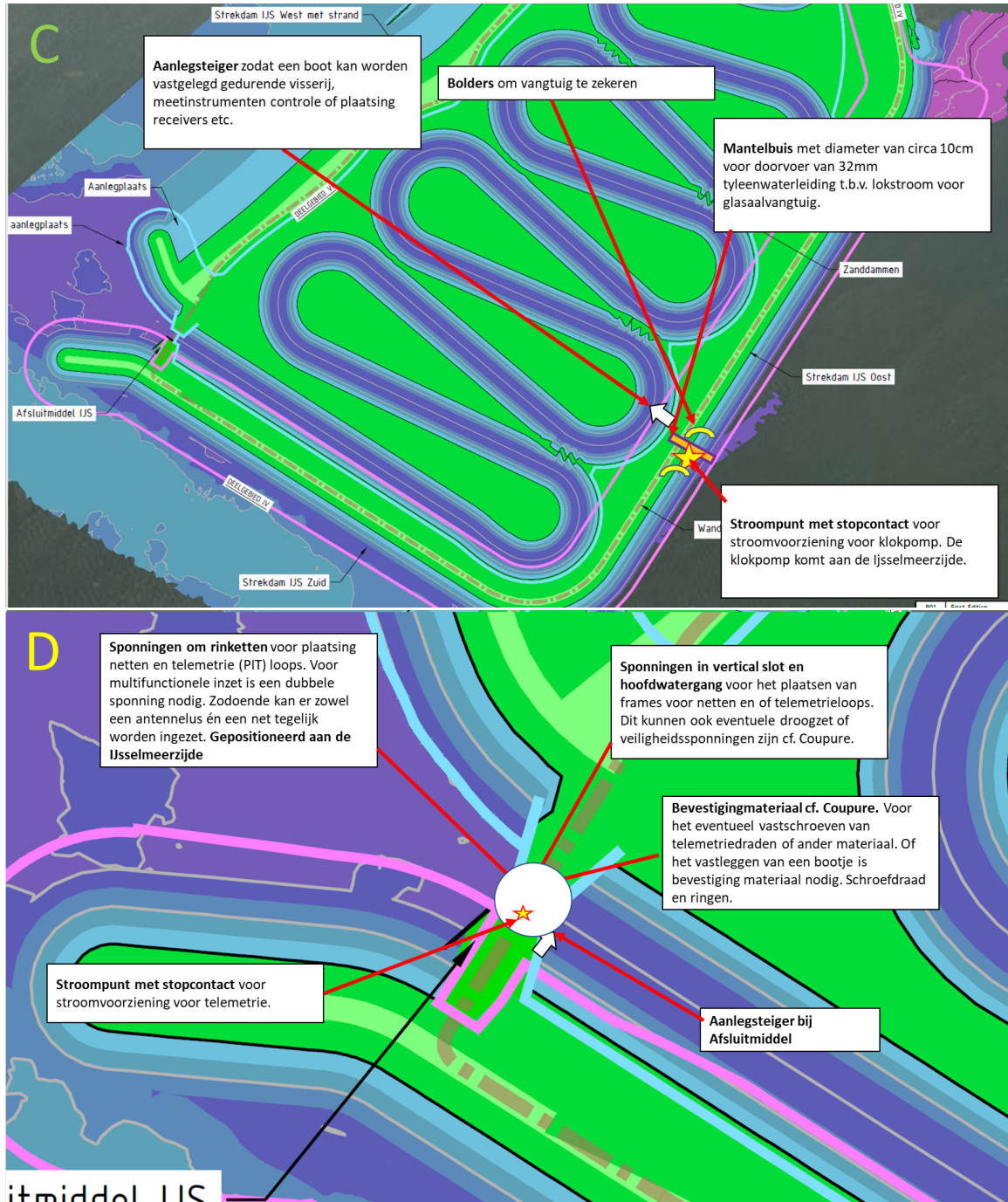
Figuur 3-3. Deelgebied B: Het estuariene gedeelte van de VMR aan de IJsselmeerzijde en de aangewezen onderzoeksfaciliteiten. Steigers kunnen worden gecombineerd worden met abiotische metingen.



Figuur 3-4. Schematische weergaven van een elverfinder (www.elverfinder.com)

3.4 Deelgebied C en D: Rivier gedeelte VMR en Afsluitemiddel

In het riviergedeelte van de VMR wordt ook met een elverfinder (of iets dergelijks) gevist (Figuur 3-5C). Hiervoor zijn ook een mantelbuis, stroom/stopcontact, een kleine aanlegsteiger en borgingpunten nodig. Daarnaast is een aanlegsteiger nabij het afsluitemiddel nodig voor het sorteren van de vangst of het vastleggen van een boot (Figuur 3-5D). Deze aanlegsteiger kan geïntegreerd worden met het Afsluitemiddel. Ook kan deze steiger gecombineerd worden met abiotische meetinstrumenten (zie hoofdstuk 4).

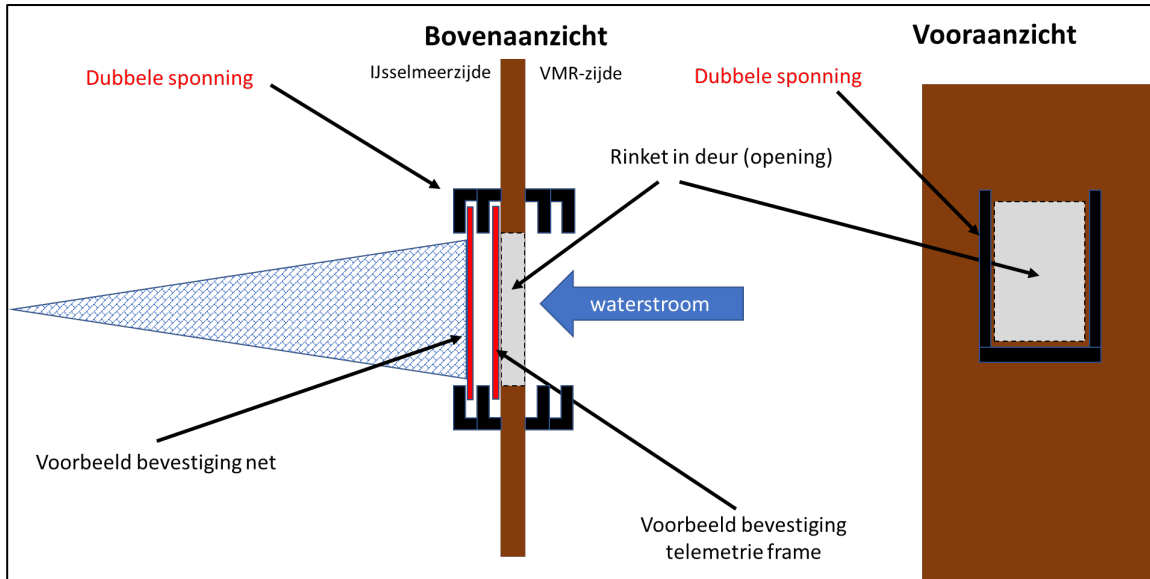


Figuur 3-5. Deelgebied C & D: Het technische gedeelte van de VMR inclusief het Afsluitemiddel (onder) aan de IJsselmeerzijde en de aangewezen onderzoeksfaciliteiten. Steigers kunnen worden gecombineerd worden met abiotische metingen.

In het afsluitemiddel gaat gevist worden met fijnmazige netten en zal er met telemetrie² visbeweging (Foto 3 voor voorbeelden) gemeten worden. Om deze reden is het nodig om dubbele sponning rondom

² Telemetrie: het op afstand meten van gedrag van vis door middel van zender of transponders in combinatie met antenne's of ontvangers.

de rinketten te hebben (Figuur 3-6). Deze moeten aan de IJsselmeer- én de VMR-zijde worden geplaatst. Door een dubbele sponning kan er zowel met telemetrie als met netten tegelijkertijd gemeten worden. Voor de PIT telemetrie is het noodzakelijk om een stroomvoorziening (230V) te hebben én faciliteit om loggers droog te stallen. Dit moet bij voorkeur binnen 20 meter van de rinketten gerealiseerd. Het stallen van de loggers kan ook met tijdelijke waterdichte koffers, maar een stroomvoorziening nabij de rinketten is noodzakelijk. Bij het Afsluitmiddel is het ook nodig om veilig met kruisnetten te vissen (Foto 3). Hiervoor is een veilig beloopbare brug met reling nodig. Dit zal dan aan de VMR-zijde moeten zijn om vissen in de VMR te kunnen vangen die voor de deur zich (eventueel) ophopen. Stroomvoorziening voor een lier en belichting is dan hier ook wenselijk.



Figuur 3-6. Voorbeeld van een dubbele sponning rondom een rinket van de sluisdeuren.

Om met grotere netten te vissen in de watergang of met een groter frame via telemetrie visbeweging te meten zijn grote sponningen nodig. Dit moet aan beide zijden van het Afsluitmiddel zijn. Eventuele droogzet sponningen kunnen hiervoor gebruikt worden zoals dat ook in de Coupure is gerealiseerd.



Foto 3. Van linksboven naar rechtsonder: Foto van fijnmazig net met een stalen frame voor bevestiging in een sponning. De 'kruik' wordt vastgezet met een fuikpaal. Foto van een bemonstering met een kruisnet. Foto's van Passive Integrated Transponder (PIT) tag telemetrie lussen bij gemaal kokers. De detectie frames zijn geplaatst in sponningen (droogzet sponningen).

Als laatste is het wenselijk om bevestigingsmateriaal te hebben (schroefdraad en ringen) zoals dat ook bij de Coupure is geplaatst (Foto 4).



Foto 4. Bevestigingsmateriaal zoals in de Coupure is aangebracht t.b.v. bevestiging onderzoeksmateriaal.

4 Faciliteiten tbv abiotische monitoring

4.1 Introductie

De benodigde faciliteiten ten behoeve van de abiotische monitoring worden in onderliggend hoofdstuk nader beschreven. Daarbij maken we onderscheid tussen waterstandsmetingen (§4.2), stroomsnelheden (§4.3), zout, druk, temperatuur en zuurstof (§4.4), troebelheid (§4.5) en zandtransporten (§4.6).

4.2 Waterstandsmetingen

Introductie

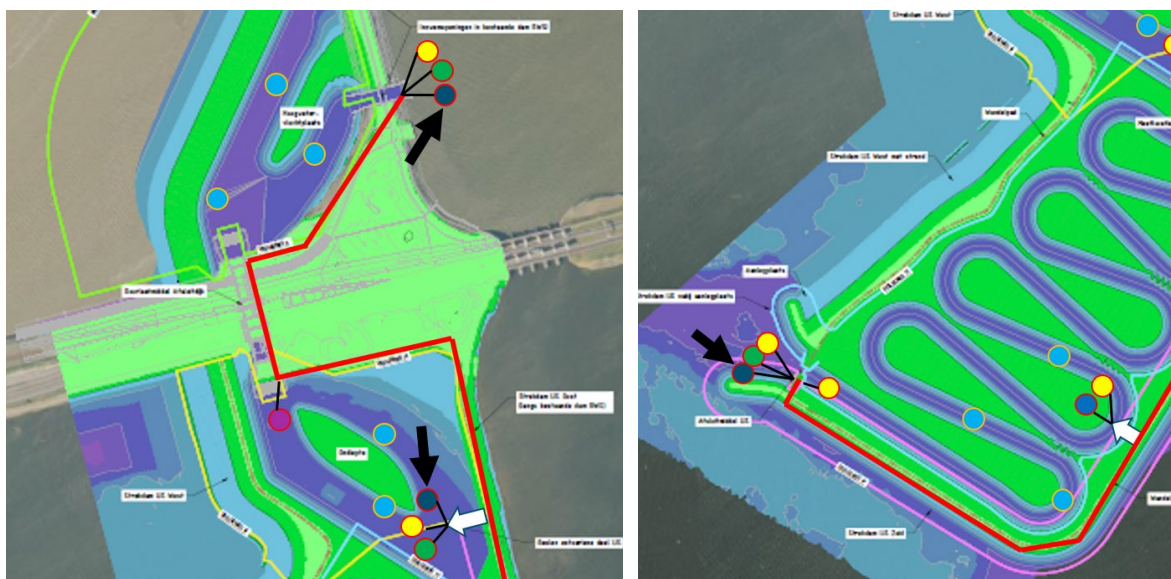
Met radarinstrumenten kan het waterniveau op enkele plekken langs de VMR bepaald worden. De waterstanden zijn essentieel om de coupure te sturen. Wanneer het verval te groot wordt, dienen de schuiven in de coupure gesloten te worden om de stroomsnelheden te beperken. Door de schuiven te sluiten of deels dicht te doen, kunnen de stroomsnelheden en gerelateerde zandtransporten in de VMR beperkt worden. Zo kan de VMR onder de meeste omstandigheden openblijven. De radar-instrumenten zijn dus de sturende sensoren voor de VMR.

De radar-instrumenten die de waterstand meten, dienen als sturende instrumenten voor de coupure, de CTD-sensoren (zie paragraaf 4.4), waarin de druk wordt gemeten en daarmee ook de waterstand bekend is, bieden daarnaast extra informatie over de waterstanden langs de VMR. Dit biedt nuttige extra informatie over de stromingsweerstand langs de VMR.

Locaties

Om de coupure adequaat te sturen zijn waterstandsmetingen en dus installatie van radarsystemen nodig op de volgende locaties (zie Figuur 4-1):

1. Waddenzee nabij inzwemopening (zuidelijke wand)
2. In het estuariene deel van de VMR
3. In het afsluitmiddel aan de IJsselmeerzijde (zuidelijke wand)



Figuur 4-1: De 3 radar locaties in de VMR

Montage

De radarsystemen om de waterstand te meten dienen boven het niveau van hoogwater geïnstalleerd te worden. In de Waddenzee kunnen door stormen extra hoge waterstanden optreden. Een veilige installatiehoogte is op NAP +4,5 in het Waddenzeegedeelte en NAP +2,5 m in de VMR.

Omdat de radarsystemen boven water hangen, hebben deze weinig onderhoud nodig. De systemen dienen aan een solide paal gemonteerd te kunnen worden niet beweegt tijdens harde windcondities.

Om de schuiven in de coupure succesvol te sturen, dienen de radar-instrumenten betrouwbaar te zijn. We adviseren om op elke voorgestelde locatie 2 instrumenten te installeren. Zo kan de coupure openblijven ook in geval van mogelijk falen van een van de instrumenten. In de inzwemopening kunnen hoge golven tijdens harde windcondities voorkomen die tot opspattend en opstuivend water lijden. Dit kan de radarinstrumenten enigszins verstoren. De CTD-sensoren worden daarom als back-up (na correctie van de luchtdruk) gebruikt om de waterstand te bepalen aan de hand van de gemeten druk (zie §4.4 voor meer informatie over de CTD's).

Er bestaan systemen die direct de metingen via 4g uploaden waardoor "real-time" via een portaal de metingen zijn uit te lezen. Toch adviseren we daarnaast ook een data-kabel naar de systemen aan te leggen.

In het kort zijn de montage-eisen:

- De ophangingshoogte dient minimaal te zijn NAP +4.5 m (Waddenzeedeel) en +2.5 m (in de VMR).
- Bevestiging aan een solide paal/buis die niet beweegt bij hoge windsnelheden.
- Verbonden met netstroom (230 V) + data-kabels (ethernet).
- 2 instrumenten per locatie.

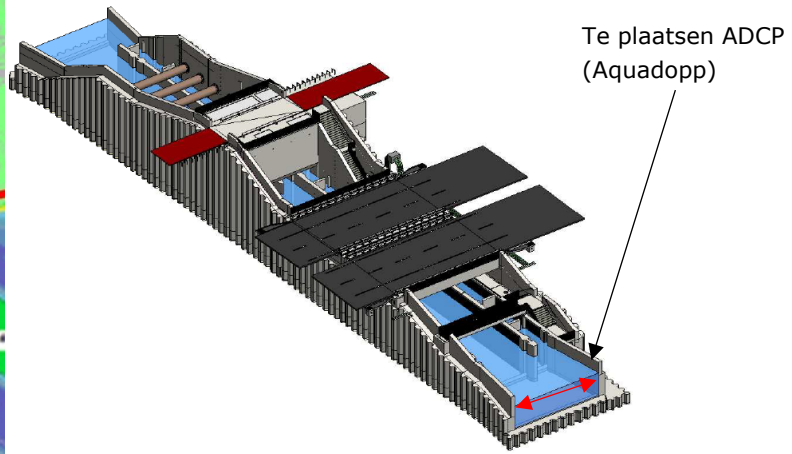
4.3 Stroomsnelheden

Introductie

ACDP staat voor Acoustic Doppler Current Profiler. Dit zijn sensoren die de stroomsnelheid- en richting meten in de richting van de sensor en is door de Dopplerverschuiving ook op verschillende afstanden van het instrument te bepalen. Om een goed beeld te krijgen van de stroomsnelheden en het debiet in de coupure dient een ADCP geplaatst te worden net zuidelijk van de coupure. De sensor meet de stroomsnelheden om zo Q-h (debiet-waterdiepte) relaties te bepalen. Dit is bruikbare informatie om de hoogte van de schuiven te relateren aan debieten (en stroomsnelheden) en zo de juiste hoeveelheid water door de coupure te laten stromen. Door het instrument horizontaal te plaatsen kunnen de debieten door de 3 individuele openingen bepaald worden. Een voorbeeld van een dergelijk instrument en deze methodiek is te vinden op <https://river-insight.com/en/solution>. Lucht in de waterkolom limiteert de nauwkeurigheid van de metingen van ADCP's. Naar verwachting is de turbulentie nabij het instrument beperkt en zal dit effect verwaarloosbaar zijn.

Locaties

De coupure wordt gebruikt om het debiet te bepalen. Het instrument wordt aan de oostelijke zijwand van de coupure gepositioneerd aan de IJsselmeerzijde van de coupure. De ADCP wordt geplaatst op een hoogte van NAP -2.0 m om te garanderen dat ook bij lage waterstanden gemeten kan worden.



Figuur 4-2: De enkele ADCP locatie aan de IJsselmeerkant van de coupure op 1 van de betonnen muren waardoor de ADCP de gehele breedte van de VMR kan bemeten.

Montage

De montage-eisen zijn:

- ADCP (type Aquadopp met 2 beams) bevestigd op een verticale slee aan de zuidoostwand van de coupure (zie Figuur 4-2).
- Gericht dwars op de stroomrichting over de breedte van de VMR.
- Verbonden met netstroom (230 V) + data-kabels (ethernet).
- Bevestigd op een hoogte van NAP -2,0m
- Het instrument op de slee dient voor onderhoud middels kabels boven water gehaald kunnen worden

4.4 Zoutgehalte, temperatuur, waterdiepte en zuurstof

Introductie

Conductivity, Temperature & Depth (CTD) sensoren worden gebruikt om het zoutgehalte, de temperatuur, de druk en de waterstand te meten. Wanneer een multi-parameter sonde wordt gebruikt kan ook een O₂ sensor worden opgenomen om het zuurstofgehalte te meten.

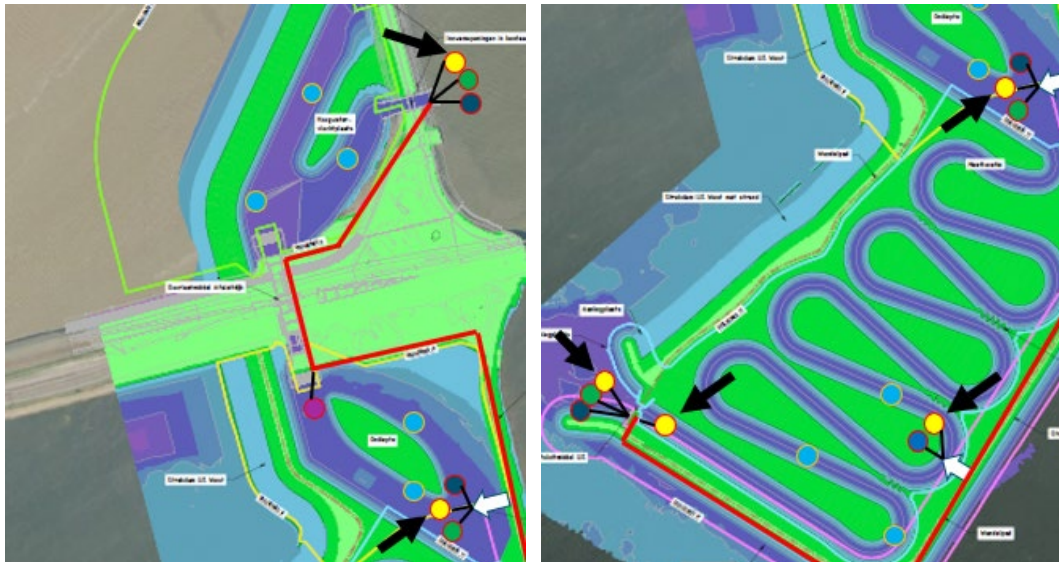
Het is met name belangrijk om zoutgehalte in combinatie met de waterstand te meten om het gedrag van het zoutfront in de VMR te kunnen bepalen tijdens verschillende getijdecondities. De zoutgradiënt dient zodanig te zijn dat zout water het IJsselmeer niet kan bereiken. De CTD zijn dus ook sturende sensoren want wanneer het zoutgehalte te hoog wordt dient het Afsluitmiddel gesloten te worden. Daarnaast dienen de CTD's als back-up voor de waterstandsmetingen met radar (zie §4.2)

De CTD-sensors worden ook uitgerust met zuurstof-sensoren die bepalen hoeveel opgelost zuurstof er in het water zit. Dit geeft een beeld van de ecologische omstandigheden in de VMR onder invloed van verschillende condities.

Locaties

De volgende locaties zijn aangewezen om CTD- en zuurstofsensors te installeren (zie Figuur 4-3):

1. Waddenzee nabij inzwemopening (zuidelijke wand)
2. In het estuariene deel van de VMR
3. In het rivierdeel van de VMR 3 bochten voor het afsluitmiddel
4. In het afsluitmiddel aan de VMR-zijde (zuidelijke wand)
5. In het afsluitmiddel aan de IJsselmeerzijde (zuidelijke wand)



Figuur 4-3 De 5 CTD- en zuurstofsensoren locaties.

De meetlocatie in het rivierdeel van de VMR dient als laatste meetpunt om eventueel het afsluitmiddel te sluiten indien zoutwaardes boven het toegestaan niveau (0.4 PSU) komen. De andere meetpunten in de bocht van het rivierdeel en het estuariene deel dienen om het zout- en zuurstofgedrag langs de VMR zelf te bepalen.

Montage

De CTD- en zuurstofsensoren dienen bevestigd te worden aan een stabiel frame aan de steigers. De CTD-sensoren moeten frequent (eens per twee weken) onderhouden en gekalibreerd worden. Daarom dienen de instrumenten bereikbaar te zijn via een loopsteiger (zie paragraaf 5.2).

Voor de monitoring dient er op 1 meter boven de bodem gemeten te worden. Nabij de bodem zijn de zoutgehalten het hoogste. Omdat de sensoren frequent schoongemaakt dienen te worden dienen de steigers voorzien te zijn van een geleidebuis/hijsmechanisme om de instrumenten eenvoudig vanaf de steiger naar boven te halen.

Als alternatief kan op de steigers ook een liersysteem worden geplaatst die automatisch elke 10 minuten het instrument omlaag laat zakken en weer omhooghaalt. Op die manier komen er elke 10 minuten profielen van zout, temperatuur en zuurstof beschikbaar. Bijkomend voordeel is dat de instrumenten voor het grootste deel van de tijd boven water hangen en daarmee de aangroei (en benodigd onderhoud) verminderd. De instrumenten hebben een zekere inregeltijd in het water nodig voordat deze accuraat kunnen meten. Hier moet rekening mee gehouden worden.

De CTD-sensoren kunnen in combinatie met een UV-lamp geïnstalleerd worden. Het UV-licht kan de onderhoudsfrequentie reduceren met een factor 3 tot 6. Dit is vooral nuttig wanneer geen liersysteem wordt toegepast maar er 4 vaste instrumenten over de verticaal worden geplaatst (die dus altijd onder water staan).

De montage-eisen in het kort zijn:

- Bevestiging aan geleidebuis/hijsmechanisme/liersysteem aan een loopsteiger die loopt tot het diepste deel van de geul.
- Verbonden met netstroom (230 V) + data-kabels (ethernet).
- Keuze: 4 sensoren op 0,5 m, 1,5 m en 2,5 m boven de bodem en 0,5m onder het wateroppervlak, of een liersysteem voor profielmetingen over de diepte.
- Keuze: sensors uitrusten met UV-lamp om onderhoudsfrequentie te reduceren

4.5 Troebelheid

Introductie

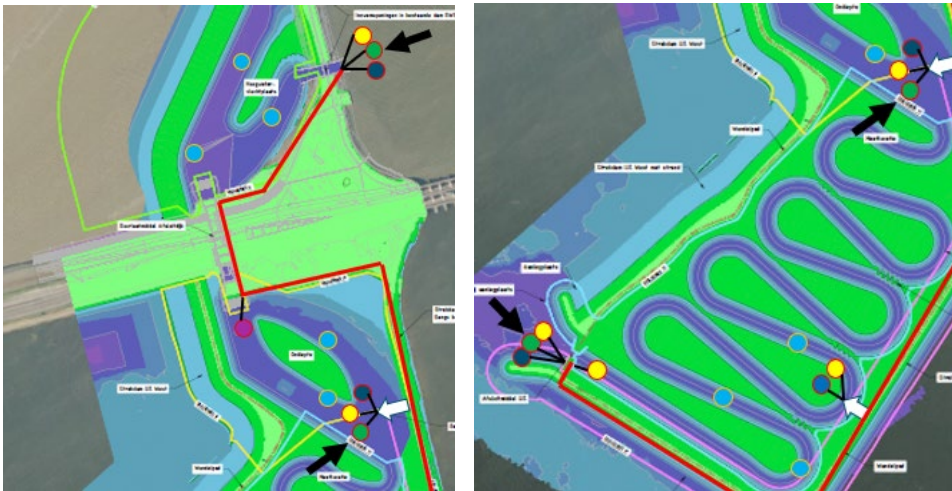
OBS staat voor Optical Backscatter Sensor. Deze sensoren worden gebruikt om de troebelheid van het water te meten en om zo de concentraties van sediment in suspensie te bepalen in het water. Via de metingen kunnen de verschillen in slibgehalten tussen het IJsselmeer en de Waddenzee bepaald en het verloop in de VMR bepaald worden. Dit is nuttig om de juiste condities te creëren voor vissen. Bovendien bieden de metingen informatie over de slibimport in- of doorvoer van de VMR.

Locaties

De volgende locaties zijn aangewezen om OBS-sensoren te installeren (zie Figuur 4-4):

1. Waddenzee nabij inzwemopening (zuidelijke wand)
2. In het estuariene deel van de VMR
3. In het afsluitmiddel aan de IJsselmeerzijde (zuidelijke wand)

De drie aangewezen locaties komen overeen met drie van de vijf locaties van de CTD-sensoren.



Figuur 4-4: Locaties van de OBS-sensoren.

Montage

Eveneens dienen deze instrumenten bevestigd te worden aan solide frames op de steigers. Er dienen wipers toegepast worden om de OBS schoon te houden. Net als de CTD-sensoren, dienen de OBS-instrumenten eens in de twee tot vier weken onderhouden/schoongemaakt te worden. De verwachting is dat de troebelheid redelijk homogeen is verdeeld over de waterkolom. De installatie van 1 instrument per locatie op een diepte van circa de halve waterdiepte is voldoende. De OBS-instrumenten moeten aan een logger (bijvoorbeeld CTD-sensoren of opgenomen in de multiparameter sonde) aangesloten te zijn.

De montage-eisen zijn:

- Bevestiging aan geleidebuis/hijsmechanisme/liersysteem aan een loopsteiger in het diepste deel van de geul.
- Er dienen wipers toegepast te worden op de OBS-sensoren.
- Verbonden met netstroom (230 V) + data-kabels (ethernet).
- Bevestigd op 50% van de waterdiepte.

4.6 Zandtransport

Introductie

Zeker in de beginfase zijn het bodemprofiel (bijvoorbeeld taludhellingen) en de waterbeweging in de VMR niet in een evenwichtstoestand. Hierdoor zullen er netto zandtransporten in de VMR plaatsvinden. Het tempo waarmee dit gebeurt zal naar verwachting in de tijd afnemen wanneer een meer stabiele evenwichtstoestand wordt bereikt.

In de inregelfase van de VMR worden de stroomsnelheden in de VMR zodanig ingesteld (d.m.v. openen/sluiten schuiven in de coupure) dat de transporten beperkt blijven. Toch zal zandtransport, zeker in de beginfase optreden.

Er is gekozen om de zandtransportmetingen door een gespecialiseerd bedrijf te laten uitvoeren. Wel dient de locatie beschikbaar te zijn voor het plaatsen van een zandtransportmeetinstrument die in de onderste meter van de waterkolom de transporten kan meten.

Locaties

De locatie voor de ASTM is (zie Figuur 4-5):

1. In het rivierdeel van de VMR 3 bochten voor het afsluitmiddel



Figuur 4-5: Locatie waar een zandtransportmeetinstrument (ASTM) geplaatst moet kunnen worden.

Montage

De ASTM berust op akoestiek en dient circa op 0.3 tot 1.0 m boven de bodem geplaatst te worden om de zandtransporten nabij de bodem te meten. Hiervoor is een meetpaal of steiger nodig. Bovendien moeten de transporten bij voorkeur in het diepe deel van de geul gemeten worden waar de stroomsnelheden het hoogst zijn en sediment dus als eerste in beweging komt. In het kort zijn de montage-eisen:

- Bevestiging aan geleidebuis/hijsmechanisme aan een loopsteiger in het diepste deel van de geul.
- Verbonden met netstroom (230 V) + data-kabels (ethernet).
- Afhankelijk van instrument op 0.3 tot 1.0 m boven de bodem.

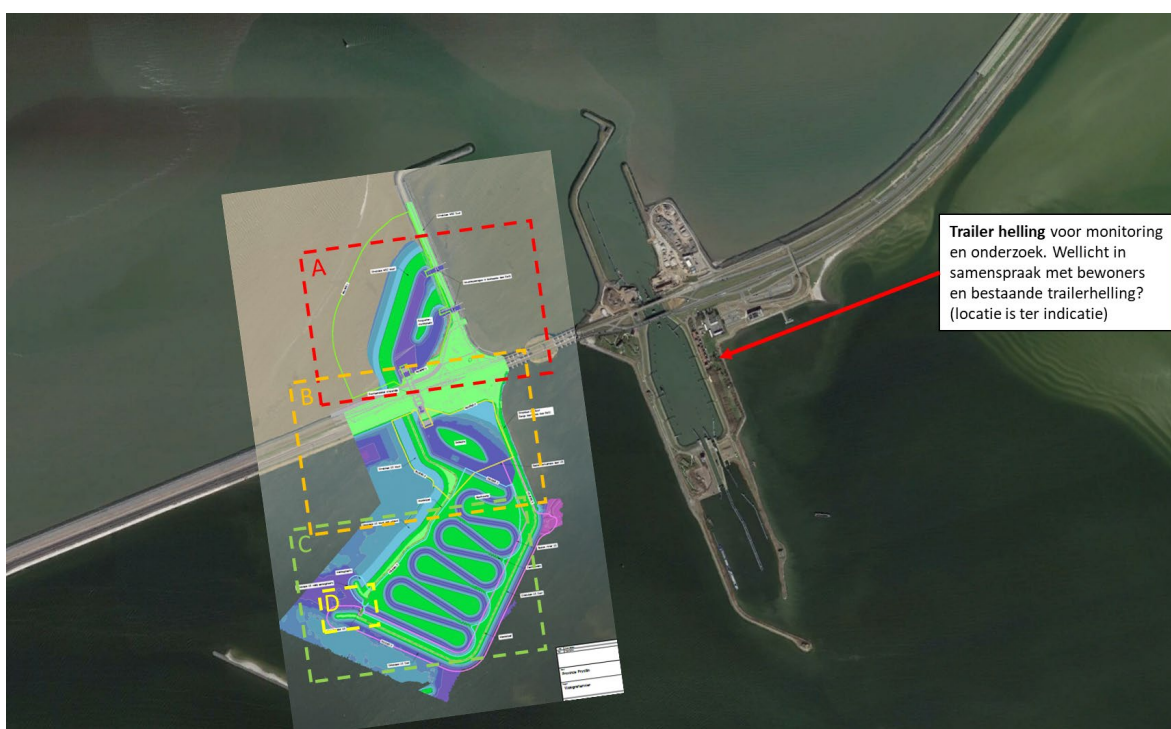
5 Algemene te plaatsen faciliteiten

Introductie

Het meetnetwerk heeft naast de instrumenten zelf ook ondersteunende faciliteiten (meetsteigers, bekabeling, etc.). In dit hoofdstuk geven we een korte beschrijving van deze faciliteiten.

5.1 Trailerhelling

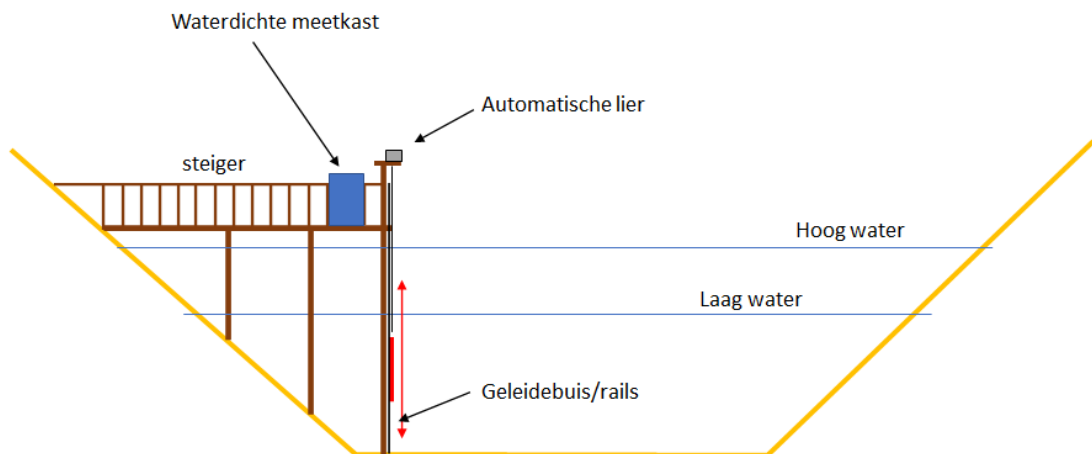
Om bij de VMR te komen en onderhoud te kunnen plegen aan de instrumenten vanaf het water is een trailerhelling dicht bij de VMR noodzakelijk. Een mogelijke locatie is in Figuur 5-1 ter indicatie aangegeven. De trailerhelling moet minimaal geschikt zijn voor een onderzoeksboot van circa 2.5m breed 8 meter land en een gewicht van 2500 kg.



Figuur 5-1: Overzichtsk kaart met deelgebieden van de VMR en de locatie (ter indicatie) van de trailer helling.

5.2 Meetsteigers

De CTD-sensors, de OBS-instrumenten en de ASTM moeten relatief vaak onderhouden worden. Daarom is het van belang dat deze makkelijk bereikbaar zijn. De instrumenten dienen aan het einde van een meetsteigers geplaatst te worden die vanaf de oostelijke en zuidelijke dam bereikbaar zijn, zie Figuur 5-2 voor een schematisch voorbeeld opgenomen.



Figuur 5-2: Schematische weergave van te plaatsen meetsteigers

Omdat de instrumenten boven water gehaald moeten kunnen worden voor dit onderhoud, is een geleidebuis of hijsmechanisme nodig aan de steigers (Figuur 5-3).



Figuur 5-3: Liersysteem (links) en geleidebuis (rechts) om de meetinstrumenten naar boven te kunnen halen voor onderhoud.

5.3 Stroomvoorziening en data transfer kabels

De instrumenten moeten aangesloten worden op netstroom (230 V). Daarnaast moeten de sturende instrumenten zoals deze in de volgende hoofdstukken benoemd zijn, aangesloten worden via een ethernet-bekabeling zodat de data gebruikt kan worden om de coupure en Afsluitmiddel aan te sturen. Alle meetsteigers zijn op die manier met elkaar verbonden. De stroom- en data-kabels zijn nu

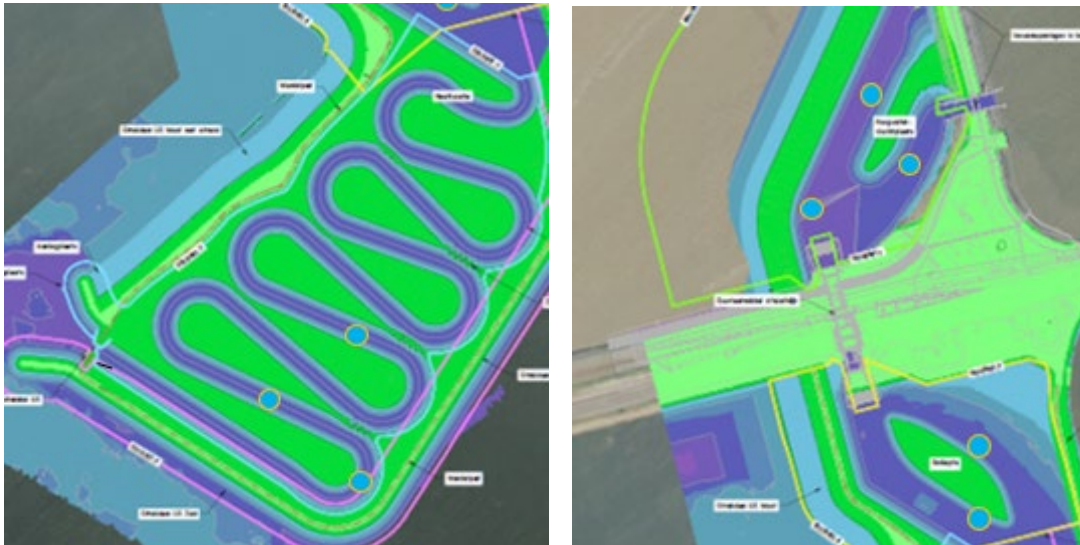
ingetekend via de westelijke en zuidelijke dijk (zie rode lijn in Figuur 2-3). De gekozen route is zo ontworpen dat deze makkelijk langs de weg geïnstalleerd kan worden.

Een alternatief voor de stroomvoorziening is om zonnepanelen toe te passen. Er dient dan onderzocht te worden hoeveel zonnepanelen en batterijen benodigd zijn.

5.4 Enkele meetpalen in de VMR voor tijdelijke metingen

Introductie

Om tijdelijk extra metingen uit te kunnen voeren langs de VMR, is er ook een netwerk van palen opgesteld waar tijdelijk instrumenten aan opgehangen kunnen worden. Tijdelijke metingen kunnen interessant zijn om inzage te krijgen in de lokale processen en het verloop van processen langs de rivier. Het tijdelijke netwerk kan bijvoorbeeld tijdens specifieke hydrodynamische condities ingezet worden.



Figuur 5-4: Locaties van de meetpalen van het tijdelijke netwerk.

Montage

Het netwerk dient te bestaan uit stevige houten of metalen palen. Net als voor de steigers geldt dat deze bij voorkeur in de diepste delen van de geul geplaatst worden. De tijdelijke instrumenten behoeven geen stroomvoorziening omdat deze op accu's werken. De palen zijn bereikbaar middels een bootje. De montage-eisen voor het tijdelijke meetframe-netwerk zijn:

- Solide palen aan de zijkant van de geul (zodat een boot erlangs kan varen) maar nog net wel in het diepste deel van de geul.
- Er dient aan de paal een geleidebuis/geleiderails geplaatst te zijn
- Bereikbaar met een bootje, sterk genoeg om met een klein bootje aan vast te meren.

6 Data-transmissie en beschikbaarheid data

De data van de sturende instrumenten (radar- en CTD-sensoren) komt via datakabels (zie sectie 5.3) centraal binnen bij data-coördinatiecentrum in de coupure. Om de VMR effectief en op afstand aan te kunnen sturen is het van belang dat de data vanaf hier terechtkomt bij Provincie Friesland. Hiervoor is een verbinding nodig op het datanet om de data die elke 10 minuten ingewonnen wordt over te brengen. Aansluiting op een 5G-netwerk is hierbij ook een optie. Deze data-transmissie dient 24/7 en op betrouwbare wijze te gebeuren. Hiermee is de VMR maximaal in gebruik en vinden er geen verzilting in het IJsselmeer en zanduitspoeling in de VMR plaats. Om gedurende de inregelfase deze metingen te gebruiken voor onderzoek is het van belang dat deze gegevens beschikbaar worden gesteld voor onderzoekers.

Bijlage

Onderzoeksfaciliteit	Inzwemopeningen	Waddenzee deel	Coupure / Doorlaatmid del	Estuariene deel	Rivierdeel	Afsluitmidde l (VMR-zijde)	Afsluitmidde l (IJsselmeer zijde)	Buiten VMR	SOM
Mobiele loopbruggen	opening)								2
Vaste loopbrug							het gehele Afsluitmiddel		1
Ladders	damwand)								4
Bolders in damwand	damwand)								4
Bolders op strekdam				2x	2x				4
Ringen & Geleiderails	1x (zuidelijke opening)		(IJsselmeerk ant)			1x	1x		4
Meetinstrumenten				1x	1x				2
Meetsteigers		3x (2 geulen & nabij coupure)		2x (beide geulen)	3x (verdeeld over rivierdeel)				8
Meetpalen				1x	1x				2
Mantelbuis									
Sponningen rinketten						Dubbele sponning om elke rinket	Dubbele sponning om elke rinket		
Boot						Basislocatie	Basislocatie		1
Aanlegsteiger boot							1x		1
Trailerhelling voor boot								1	1
Waterstandsmeters	2x (zuidelijke opening)			2x			2x		6
Temp, zout, druk & zuurstofmeters	1x (zuidelijke opening)			1x	1x	1x	1x		5
Troebelheidsmeters	1x (zuidelijke opening)			1x	1x	1x	1x		5
Stroomsnelheidsmeters			(IJsselmeerk ant)						1
Stroompunten & verbindingen	1x (zuidelijke opening)			1x (mantelbuis & meetsteiger)	1x (mantelbuis & meetsteiger)	1x	1x		5
Datapunten & verbindingen	1x (zuidelijke opening)			1x (meetsteiger)	1x (meetsteiger)	1x	1x		5
Camera's	Naar eigen inzicht	Naar eigen inzicht	Naar eigen inzicht	Naar eigen inzicht	Naar eigen inzicht	Naar eigen inzicht	Naar eigen inzicht	Naar eigen inzicht	

7 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV.

Verantwoording

Rapport C019/23

Projectnummer: 4316100317

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: Dr. J. van Rijssel
Onderzoeker

Handtekening:

Datum: 19 april 2023

Akkoord: Dr. T. Bult
Director

Handtekening:

Datum: 19 april 2023

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 70 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Bezoekers adres:

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.



Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'