Deltares

Enabling Delta Life

Gebiedsbeschrijving Westerscheldemonding en overzicht databeschikbaarheid, versie 2019

Deltares

Gebiedsbeschrijving Westerscheldemonding en overzicht databeschikbaarheid, versie 2019

Deze rapportage is mede tot stand gekomen door IMMERSE (Implementing Measures for Sustainable Estuaries), onderdeel van het Noordzeeprogramma van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling van de Europese Unie.

© Deltares, 2019

Deltares

Titel
Gebiedsbeschrijving Westerscheldemonding en overzicht databeschikbaarheid, versie 2019

Project	Kenmerk	Pagina's
11203725-000	11203725-000-ZKS-0010	32

Trefwoorden
Westerscheldemonding, Mondingsgebied, Gebiedsbeschrijving, Data, Voordelta, Morfologie, Metingen, Sedimentbeheer

Samenvatting
Deze overzichtsrapportage is onderdeel van een beoogd kennisprogramma rond het sedimentbeheer in het mondingsgebied van de Westerschelde. In dat kennisprogramma wordt een sedimentpilot opgenomen om de sedimentdynamiek in het mondingsgebied en de uitwisseling met het Westerschelde estuarium beter te gaan begrijpen. Deze rapportage bevat een algemene gebiedsbeschrijving en een overzicht van relevante data die over dit gebied beschikbaar is.

In de gebiedsbeschrijving wordt onder meer aandacht besteed aan de aanwezige infrastructuur, het beheer en onderhoud en de morfodynamica. Daarnaast worden de ecologische waarden en karakteristieken besproken aan de hand van studies uit de afgelopen decennia. Daarbij worden de beschikbare ecologische datasets toegelicht.

Ook wordt een overzicht gegeven van relevante data die is verkregen door projectmetingen of in het kader van monitoringsprogramma's. Zowel in het Nederlandse als in het Vlaamse deel van de Westerscheldemonding zijn meetpalen en golfboeien aanwezig. Data die relevant is voor het begrip van de hydrodynamica, de morfologie en de sedimentbalans wordt in deze rapportage besproken.

Voor het tot stand komen van deze rapportage zijn geen nieuwe studies uitgevoerd, omdat het doel is om een overzicht te geven door de beschikbare informatie te bundelen. De informatie die in deze rapportage is opgenomen is aan veranderingen onderhevig en waarschijnlijk verre van volledig. Deze rapportage is daarom opgeleverd als *versie 2019*.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
0.1	december 2019	Roy van Weerdenburg Harriëtte Holzhauer	RvW	Edwin Elias		Toon Segeren	

Status
definitief

Inhoud

1 Introductie **1**
1.1 Doelstelling 1
1.2 Leeswijzer 1

2 Gebiedsbeschrijving **3**
2.1 Gebiedsindeling en begrenzing 3
2.2 Infrastructuur 5
2.2.1 Vaargeulen en onderhoud 5
2.2.2 Kust en kustonderhoud 7
2.2.3 Kabels en leidingen 8
2.2.4 Windparken 9
2.3 Natura-2000 gebieden 10
2.4 Morfodynamica 10

3 Beschikbare metingen **13**
3.1 Hydrodynamica 13
3.1.1 Waterstanden 13
3.1.2 Golven 13
3.1.3 Stroomsnelheden en debietraaien 14
3.1.4 Saliniteit 15
3.2 Meetcampagnes 16
3.2.1 Vlakte van de Raan (2014) 16
3.2.2 MOMO campagne 17
3.3 Bodemdata en sedimentbalans 18
3.3.1 Bodemligging 18
3.3.2 Bodemsamenstelling 19
3.3.3 Ingrepen sedimentbalans 19

4 Ecologie **21**
4.1 Inleiding 21
4.2 Typeringen en kenmerken 21
4.2.1 Bodemdieren 21
4.2.2 Zeezoogdieren 25
4.2.3 Zeevogels 25
4.3 Datasets Westerscheldemonding 25
4.4 Andere relevante datasets 28

5 Referenties **31**

Bijlage(n)

A Observatiepunten hydrodynamica **A-1**

1 Introductie

1.1 Doelstelling

Dit rapport is opgesteld om een actueel overzicht te geven van beschikbare kennis en informatie over het mondingsgebied van de Westerschelde. Dit overzicht is gemaakt in het kader van het vooronderzoek naar een sedimentpilot in het mondingsgebied van de Westerschelde. De mogelijkheid tot een dergelijke pilot is opgenomen in de 'Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW)'. De sedimentpilot beoogt ook bij te dragen aan meerdere beleids- en beheersvragen uit de onderzoeksagenda van de Vlaams Nederlandse Schelde Commissie (VNSC). Deze wil het sedimentbeheer integraal kunnen uitvoeren en laten bijdragen aan een robuust estuarium en mondingsgebied, dat bestand is tegen klimaatverandering.

1.2 Leeswijzer

Het eerste deel van dit rapport betreft een algemene gebiedsbeschrijving over het mondingsgebied van de Westerschelde, opgenomen in Hoofdstuk 2. Hierin is algemene informatie over het gebied en de aanwezige infrastructuur opgenomen en worden eerdere studies betreffende kustonderhoud en de morfodynamica van het mondingsgebied toegelicht.

In Hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van metingen die in het mondingsgebied worden uitgevoerd binnen de verschillende meetnetwerken en van relevante en recente projectmetingen. Hierin zijn metingen opgenomen die relevant zijn betreffende de hydrodynamica (Paragraaf 3.1 en Paragraaf 3.2) en de sedimentbalans (Paragraaf 3.3). Hierbij is de oorsprong van data opgenomen wanneer die bekend is en wordt vaak verwezen naar waar de data te vinden is.

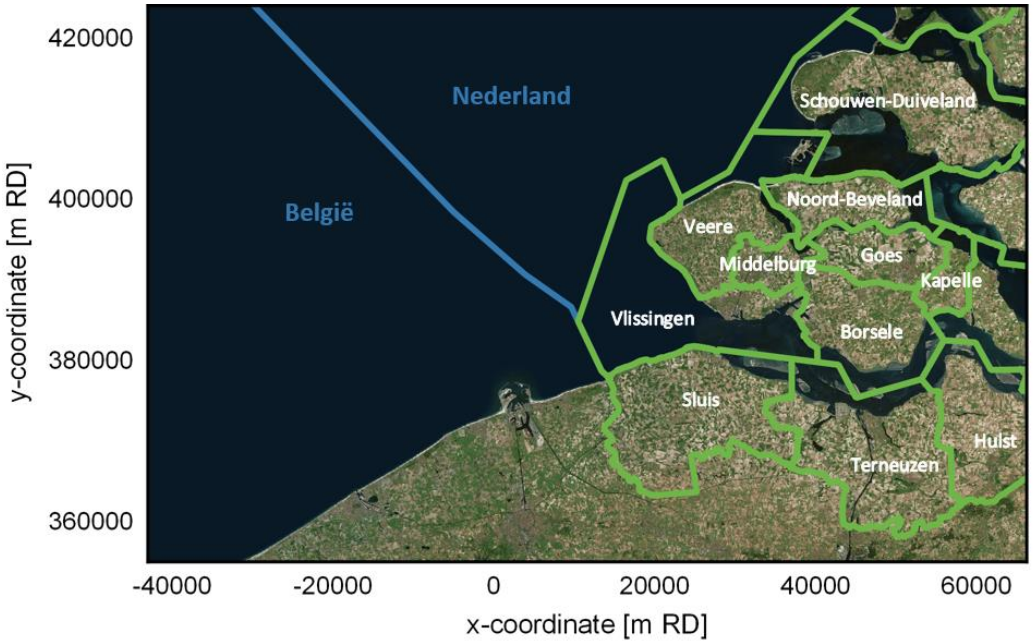
In Hoofdstuk 4 worden zowel de ecologische eigenschappen en kenmerken van het gebied als de beschikbare ecologische datasets besproken.

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Gebiedsindeling en begrenzing

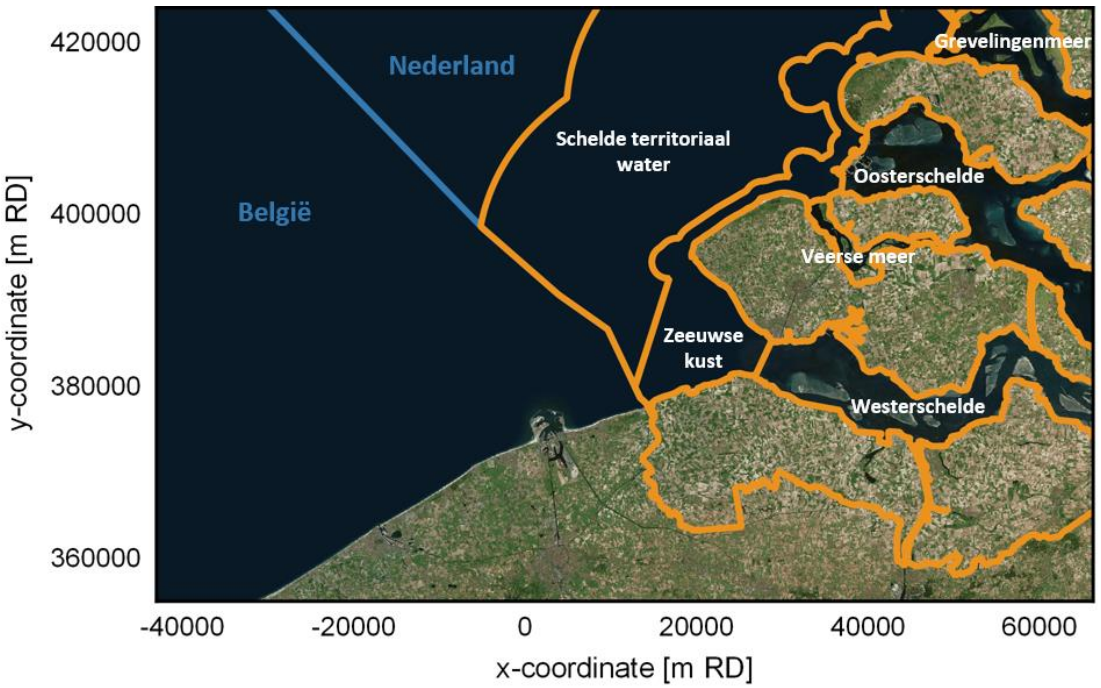
Het mondingsgebied van de Westerschelde vormt het zuidelijkste deel van de zogenaamde Voordelta, een ondiepte gevormd door de vier aan elkaar grenzende mondingsgebieden van de Westerschelde, Oosterschelde, Grevelingen en het Haringvliet. De Voordelta is aangewezen als Natura-2000 gebied en wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een gevarieerd en dynamisch milieu van kustwateren, intergetijdengebied en stranden. Het mondingsgebied van de Westerschelde vormt de buitendelta van de Westerschelde en wordt ook vaak de Vlakte van de Raan genoemd, naar de belangrijkste ondiepte in het gebied. De Vlakte van de Raan is apart van de Voordelta aangewezen als Natura-2000 gebied. In zuidelijke richting gaat de Westerscheldemonding over in de Vlaamse banken. In Noordelijke richting, nabij de meest westelijke punt van Walcheren, gaat de Westerscheldemonding over in de buitendelta van de Oosterschelde. Als landwaartse grens van de Westerscheldemonding wordt vaak de denkbeeldige lijn tussen Vlissingen en Breskens aangehouden (Elias & van der Spek, 2015).

Figuur 2.1 toont een satellietfoto van een groot deel van het Schelde estuarium met een centrale plaats voor de Westerscheldemonding. De grens tussen Nederland en België is daarop aangegeven. De landsgrens kan worden aangehouden als begrenzing van de Westerscheldemonding, alhoewel er in werkelijkheid geen duidelijke grens is aan te wijzen tussen de buitendelta van de Westerschelde en de Vlaamse banken. Ook toont Figuur 2.1 de gemeentegrenzen van Nederlandse gemeentes rondom het mondingsgebied. Het mondingsgebied van de Westerschelde bevindt zich grotendeels binnen de gemeentegrens van Vlissingen. De begrenzingen zoals getoond in Figuur 2.1 zijn gebaseerd op data van het Nationaal Georegister (toegankelijk via http://www.nationaalgeoregister.nl/).

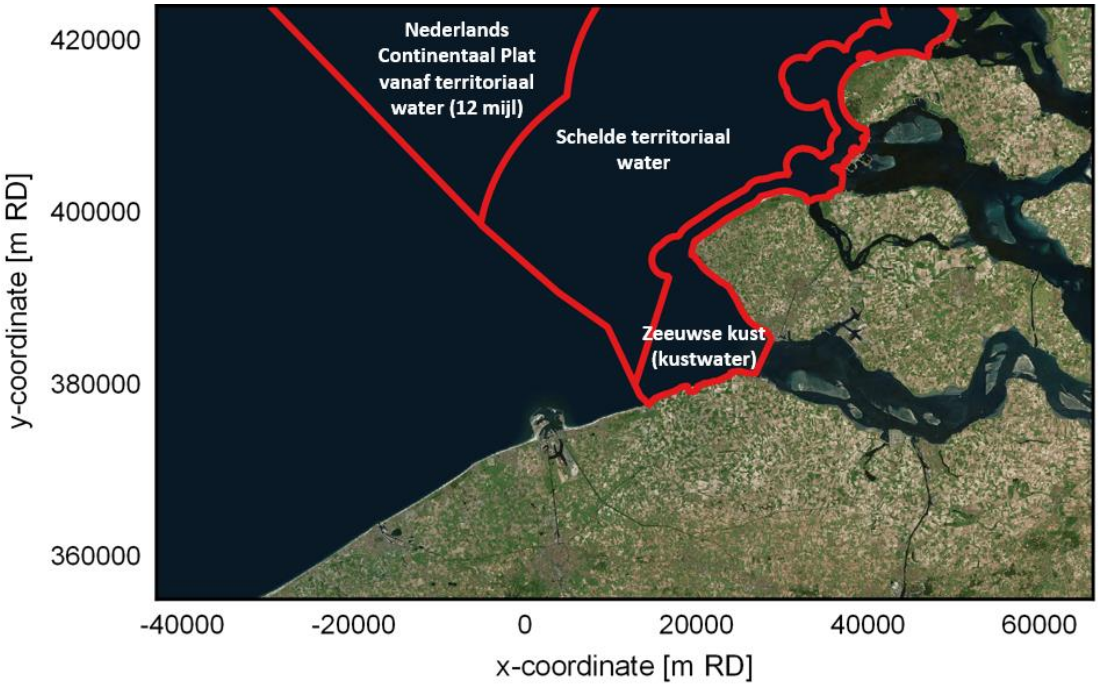


Figuur 2.1 Satellietfoto van het mondingsgebied van de Westerschelde met daarop aangegeven de landsgrens tussen Nederland en België (in blauw) en gemeentegrenzen in Nederland (in groen). Ten noorden van het mondingsgebied ligt het schiereiland Walcheren, ten zuiden ligt Zeeuws Vlaanderen.

De gebiedsindeling die word aangehouden binnen de Kaderrichtlijn Water (KRW) is te zien in Figuur 2.2. De Westerscheldemonding is volgens die indeling onderdeel van het deelgebied Zeeuwse kust en - afhankelijk van waar men de zeewaartse rand van het mondingsgebied definieert - het deelgebied Schelde territoriaal water. Voor de kustregio worden identieke deelgebieden aangehouden binnen de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM), zoals weergegeven in Figuur 2.3.



Figuur 2.2 Gebiedsindeling van oppervlaktewaterlichamen die in beheer zijn bij Rijkswaterstaat zoals gebruikt binnen Kaderrichtlijn Water (KRW).



Figuur 2.3 Gebiedsindeling van kustwateren volgens de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM).

2.2 Infrastructuur

In deze paragraaf wordt de aanwezige infrastructuur in het mondingsgebied van de Westerschelde toegelicht.

2.2.1 Vaargeulen en onderhoud

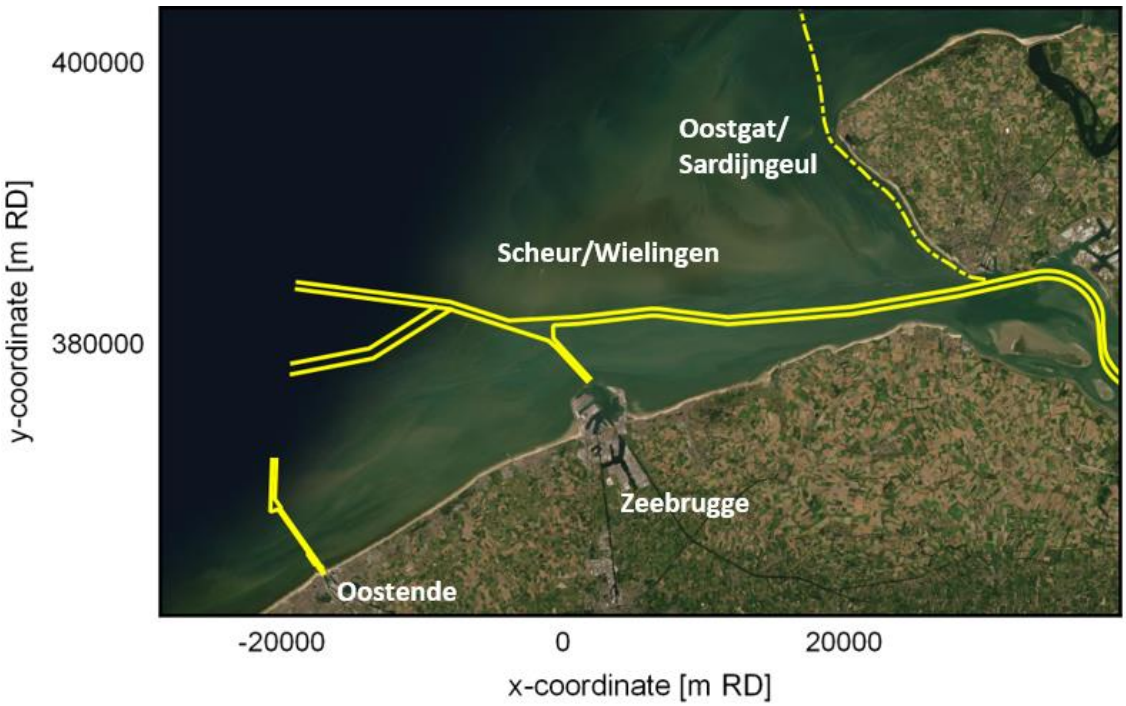
In de Westerscheldemonding worden twee vaargeulen richting de Westerschelde onderhouden (Scheur/Wielingen en Oostgat/Sardijngeul). De vaargeul in de Westerschelde biedt doorgang richting de havens van Vlissingen, Terneuzen, Gent en Antwerpen. De ligging van de vaargeulen is opgenomen in Figuur 2.4. Er is een aftakking van de vaargeul Scheur/Wielingen richting de haven van Zeebrugge. Ook is in Figuur 2.4 de vaargeul richting de haven van Oostende te zien. De vaargeul Oostgat/Sardijngeul wordt dynamisch betond: de exacte ligging van de vaargeul is niet vastgesteld en afhankelijk van de actuele diepte. De meest actuele kaart met daarop de vaarwegmarkeringen is toegankelijk via Rijkswaterstaat Geoservices (https://geoservices.rijkswaterstaat.nl/arcgis2/rest/services/GDR).

Ten behoeve van de scheepvaart zijn er inmiddels drie verruimingen van de vaargeul in het Westerschelde estuarium en het mondingsgebied uitgevoerd. Deze vonden plaats aan het begin van de jaren ’70, aan het eind van de jaren ’90 en in 2010. Deze verruimingen worden doorgevoerd als een verandering van de breedte en/of streefdieptes in de baggerzones. Vervolgens worden deze door baggerwerkzaamheden onderhouden.

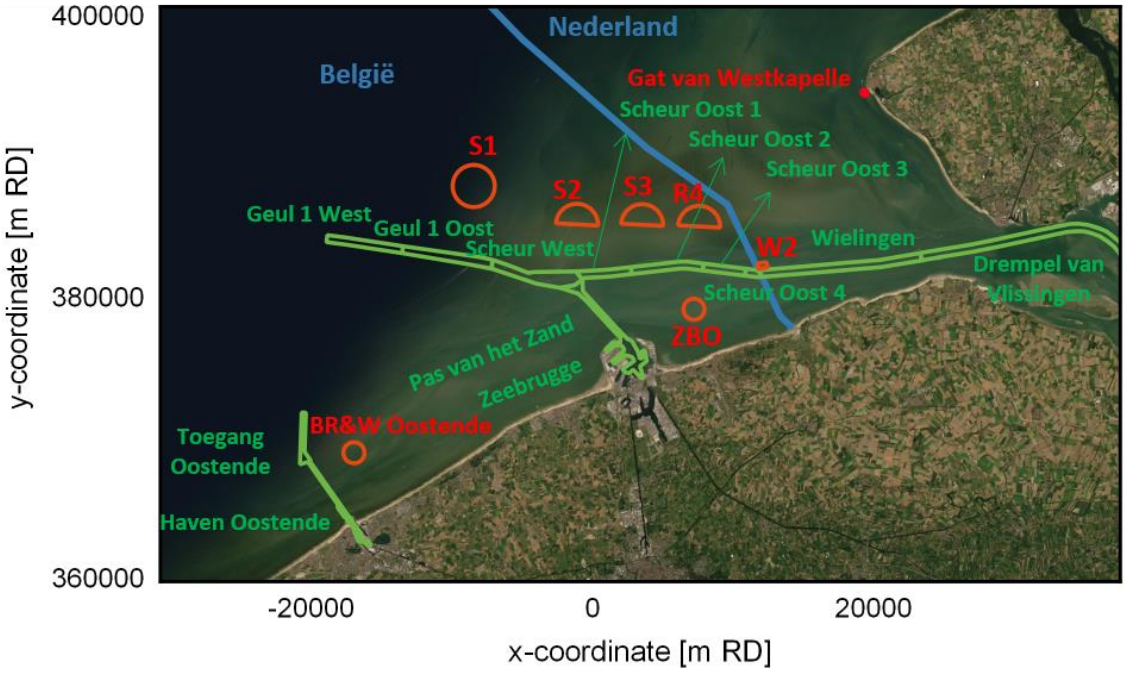
De afdeling Maritieme Toegang van het Departement Mobiliteit en Openbare Werken van de Vlaamse overheid voert de baggerwerkzaamheden in de hoofdgeul van de Westerschelde en in het mondingsgebied uit. Dit gebeurt ten behoeve van het onderhouden van de vaargeul op basis van vergunningen van Rijkswaterstaat Zee en Delta en het ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij. De ligging van de vergunde bagger- en stortzones in de Westerscheldemonding en de naamgeving zoals opgenomen in de vergunning is te zien in Figuur 2.5. Daarnaast zijn er stortvakken langs de Vlaamse kust ten behoeve van het onderhoud aan de vaargeulen naar Zeebrugge en Oostende. Deze stortvakken zijn tevens opgenomen in Figuur 2.5.

De vaarroute Oostgat-Sardijngeul, langs de zuidwestelijke kust van Walcheren, wordt gebruikt voor scheepvaart richting het noorden op het traject tussen Vlissingen en Dishoek. Jaarlijks worden er in opdracht van Rijkswaterstaat baggerwerkzaamheden uitgevoerd om deze vaargeul toegankelijk te houden. De baggerspecie wordt vervolgens gestort in het Gat van Westkapelle (zie Figuur 2.5; zie o.a. Kater et al. (2017)).

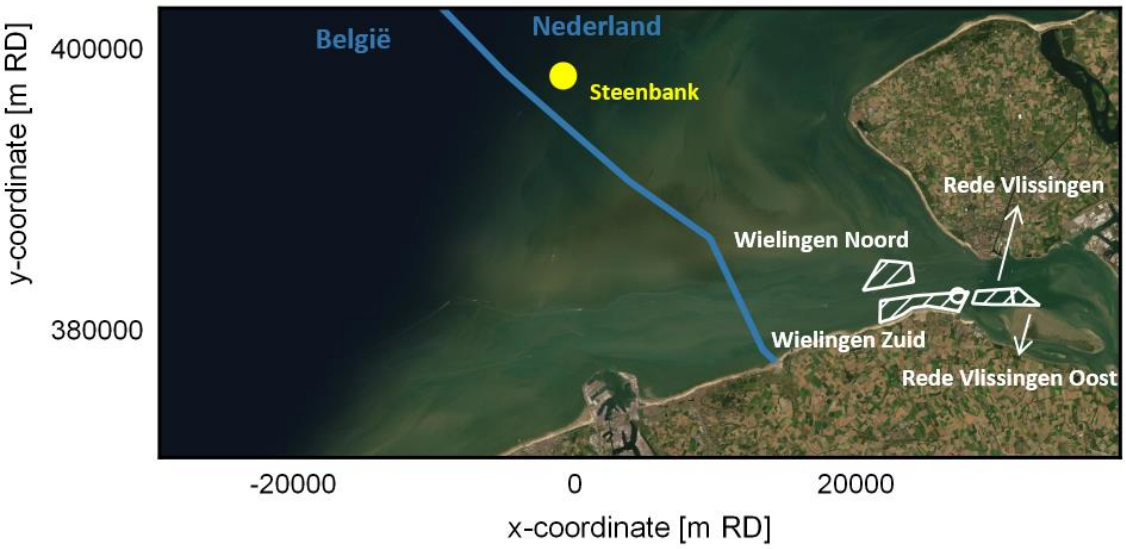
Ten behoeve van de scheepvaart zijn ankergebieden aangewezen binnen het mondingsgebied. Deze liggen langs de vaargeul Wielingen (zie Figuur 2.5). De locaties van de ankergebieden en de gebruikte naamgeving is opgenomen in Figuur 2.6. Deze figuur toont ook de locatie van één van de twee loodskruisposten voor inkomende scheepvaart (afkomstig van Loodswezen Scheldemonden). Loodskruispost Wandelaar is niet opgenomen in de genoemde figuur. Deze post ligt op de grens van België en Frankrijk.



Figuur 2.4 Ligging van de onderhouden vaargeulen van de Noordzee richting de Westerschelde en richting de havens van Zeebrugge en Oostende. Oostgat/Sardijngeul is gestippeld aangegeven gezien deze vaargeul dynamisch betond wordt. De ligging van de vaargeulen is gebaseerd op informatie die verkregen is van de afdeling Maritieme Toegang van MOW Vlaanderen en van Rijkswaterstaat Geoservices.



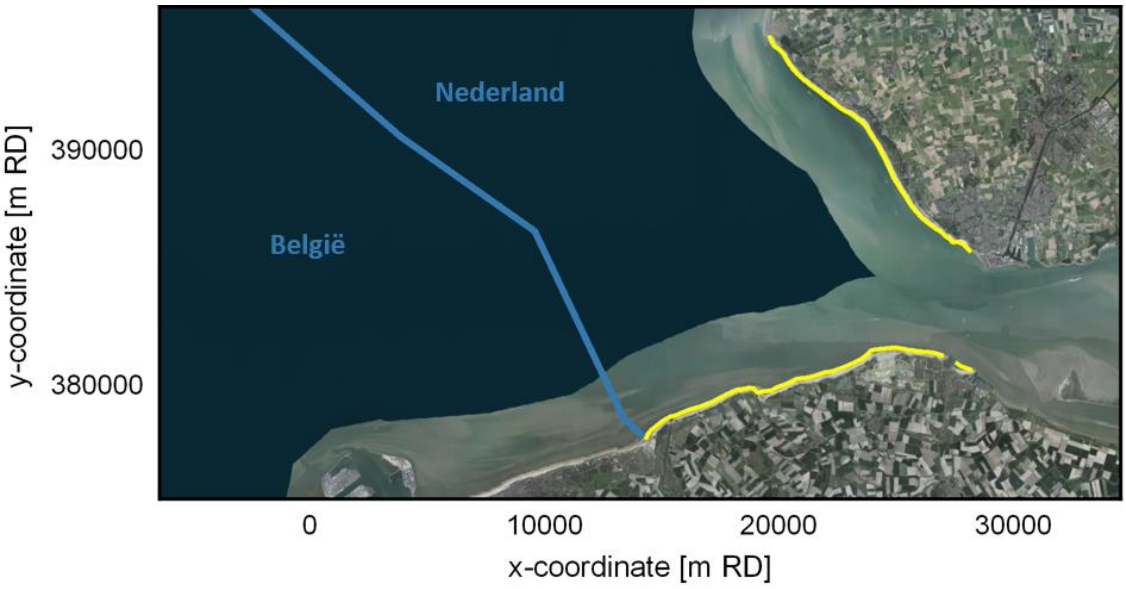
Figuur 2.5 Locatieaanduiding en naamgeving van bagger- (in groen) en stortzones (in rood) in de Westerscheldemonding en langs vaargeulen. De landsgrens is weergegeven in blauw.



Figuur 2.6 Locaties en naamgeving van ankergebieden langs vaargeul Wielingen in het mondingsgebied. Met een gele stip is de locatie van loodskruispost Steenbank aangegeven.

2.2.2 Kust en kustonderhoud

Langs de kust van Walcheren en Zeeuws Vlaanderen is er sprake van dynamisch handhaven van de Nederlandse kust. De Basiskustlijn (BKL) wordt gebruikt als referentielijn voor de positie van de kustlijn die moet worden onderhouden volgens Kustlijnzorg (zie Figuur 2.7). De positie van de Basiskustlijn is beschikbaar via het Nationaal Georegister. De data en visualisaties daarvan zijn ook beschikbaar via de Deltares Kustviewer (toegankelijk via https://publicwiki.deltares.nl/display/KV/).



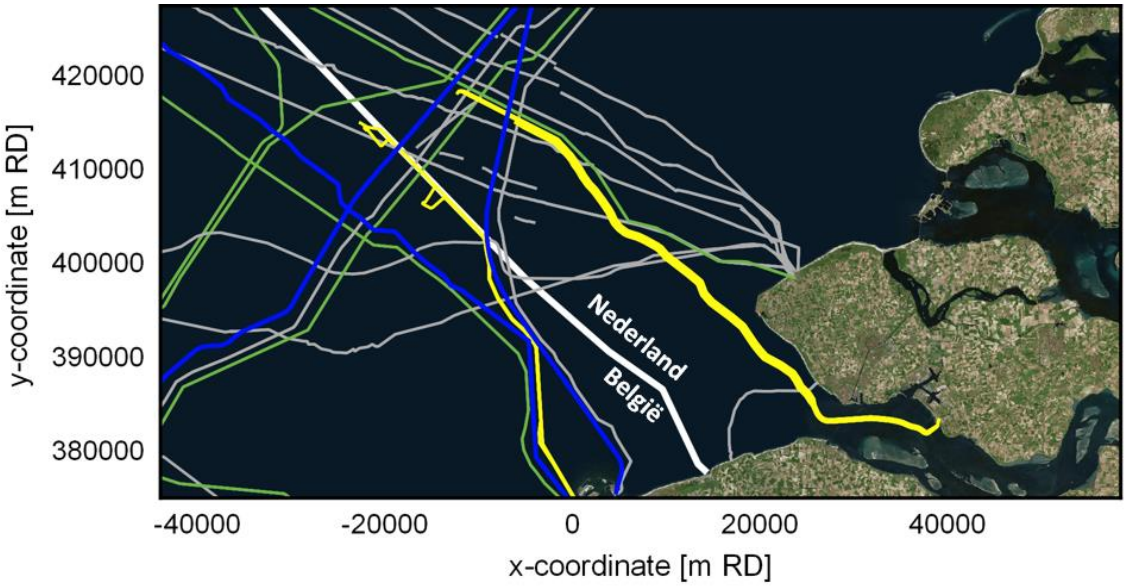
Figuur 2.7 Satellietfoto van het mondingsgebied van de Westerschelde met daarop in geel aangegeven de ligging van de basiskustlijn van Walcheren en Zeeuws-Vlaanderen.

Bij Walcheren zijn in de afgelopen decennia strandsuppleties, geulwandsuppleties, vooroeversuppleties en een enkele duinverzwaring uitgevoerd ten behoeven van de handhaving van de Basiskustlijn. Een uitgebreid overzicht van het kustonderhoud bij Walcheren is opgenomen in de Beheerbibliotheek Walcheren (Mastbergen et al., 2017). De kust van Zeeuws-Vlaanderen is de afgelopen jaren onderhouden door strandsuppleties en strand-duinsuppleties. In 2009 en 2010 is ook een geulwandsuppletie uitgevoerd. Achtergrond over de handhaving van de Basiskustlijn van Zeeuws-Vlaanderen is opgenomen in de Beheerbibliotheek Zeeuws-Vlaanderen (Kuijper et al., 2016).

2.2.3 Kabels en leidingen

Verschillende tracés voor kabels en pijpleidingen in de Noordzee liggen binnen het interessegebied Westerscheldemonding. Deze tracés zijn te zien in Figuur 2.8 en gebaseerd op informatie uit het dataportaal van Rijkswaterstaat. De pijpleidingen in het gebied betreffen operationele gasleidingen. Een aanzienlijk deel van de kabels voor telecommunicatie in het gebied is niet langer in gebruik. Deze kabels zijn in grijs aangegeven in Figuur 2.8.

Een belangrijk deel van de operationele kabels in de Westerscheldemonding is ten behoeve van windmolenparken op zee. Deze windmolenparken worden toegelicht in de volgende paragraaf. De kabeltracés voor deze windmolenparken richting Borssele en Zeebrugge zijn in geel opgenomen in Figuur 2.8.



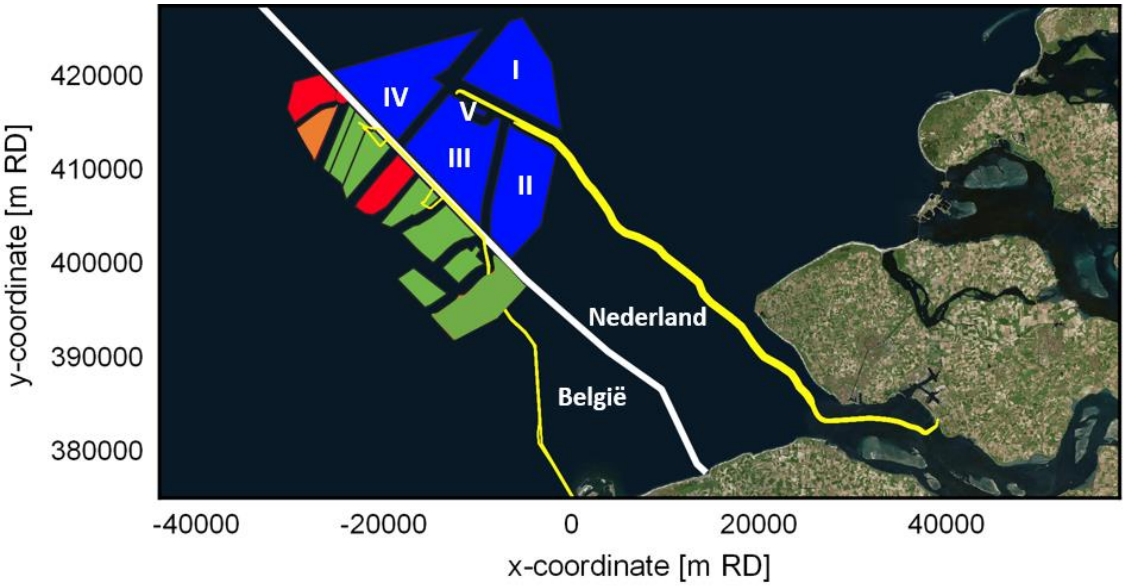
Figuur 2.8 Ligging van kabels en leidingen in de Westerscheldemonding. De landsgrens tussen Nederland en België is aangegeven in wit. Blauwe lijnen tonen pijpleidingen. Groene en grijze lijnen tonen kabels ten behoeve van telecommunicatie, waarbij de kabels getoond in grijze lijnen niet langer operationeel zijn. Gele lijnen tonen elektriciteitskabels richting windmolenparken op zee.

2.2.4 Windparken

Op de Noordzee is, nabij de Westerscheldemonding, Windpark Borssele in ontwikkeling. De aanbesteding van dit project vond plaats in 2016. De locaties van vergunde windparken binnen windpark Borssele zijn te zien in Figuur 2.9. Het windpark bestaat uit vier operationele delen en een kleiner deel (deel V) dat beschikbaar wordt gesteld ten behoeve van de ontwikkeling van innovatieve technologieën. Delen I en II zijn eigendom van Ørsted en worden in 2020 in gebruik genomen. TenneT is verantwoordelijk voor het transformatorplatform op zee. Delen III en IV zijn eigendom van een consortium van Shell en Eneco. Deze delen worden verwacht operationeel te zijn in 2021. Deel V wordt ontwikkeld en beheerd door het consortium Two Towers B.V.

Voor eventuele ingrepen in de Westerscheldemonding is ook de ligging van kabeltracés ten behoeve van het windpark Borssele van belang. De kabels tussen Windpark Borssele en Borssele zijn eigendom van en worden beheerd door TenneT.

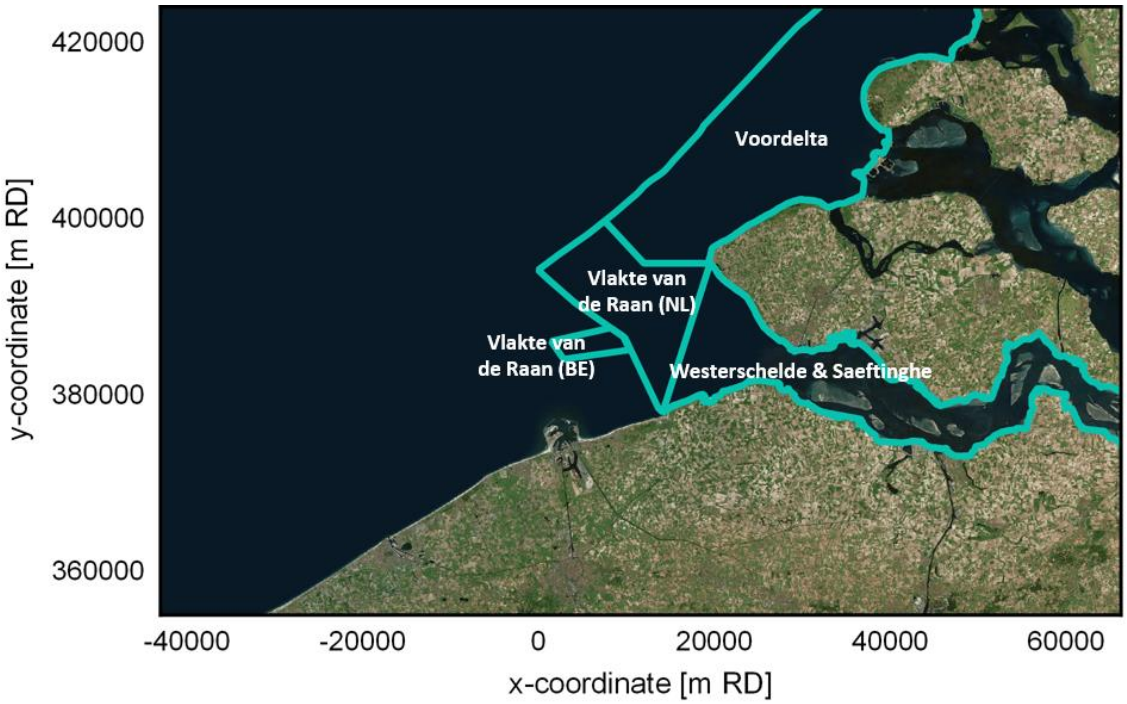
Zoals te zien is in Figuur 2.9 ligt windpark Borssele tegen de Nederlands-Belgische grens op de Noordzee. Aan de Belgische kant van deze grens is ook een windmolenpark in ontwikkeling. De ontwikkeling van delen van dit windpark bevindt zich in verschillende stadia, aangegeven met verschillende kleuren in Figuur 2.9 (augustus 2019). Kabeltracés lopen vanaf dit windmolenpark naar Zeebrugge. De hier opgenomen informatie over de ligging van windparken op Belgisch grondgebied is afkomstig van de Operationele Directie Natuurlijk Milieu (OD Natuur).



Figuur 2.9 Locatie van windpark Borssele (in blauw) en het Belgische windpark ten opzichte van de Westerscheldemonding. In het Belgische deel geeft een groene kleur aan dat dit deel operationeel is. Een oranje kleur geeft aan dat dit deel in aanbouw is en een rode kleur geeft aan dat de procedures voorafgaand aan de realisatie in behandeling zijn (augustus 2019).

2.3 Natura-2000 gebieden

Ter bescherming van de biodiversiteit (soortenrijkdom) is de kustzone rondom de Westerscheldemonding aangewezen als Natura 2000 gebied. In deze zone zijn vier gebieden gelegen; Voordelta, Westerschelde & Saeftinghe, een Nederlands deel van de Vlakte van de Raan en een Belgisch deel van de Vlakte van de Raan. Binnen het Natura 2000 aanwijzingsbesluit is de Vlakte van de Raan dus geen onderdeel van de Voordelta, terwijl dat in veel geologische en morfologische studies wel het geval is. Voor elk van de Natura 2000 gebieden is een afzonderlijk beheerplan opgesteld. De ligging van de vier genoemde Natura-2000 gebieden is te zien in Figuur 2.10. Informatie over de Natura 2000 gebieden en de beheerplannen zijn te vinden via het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000).

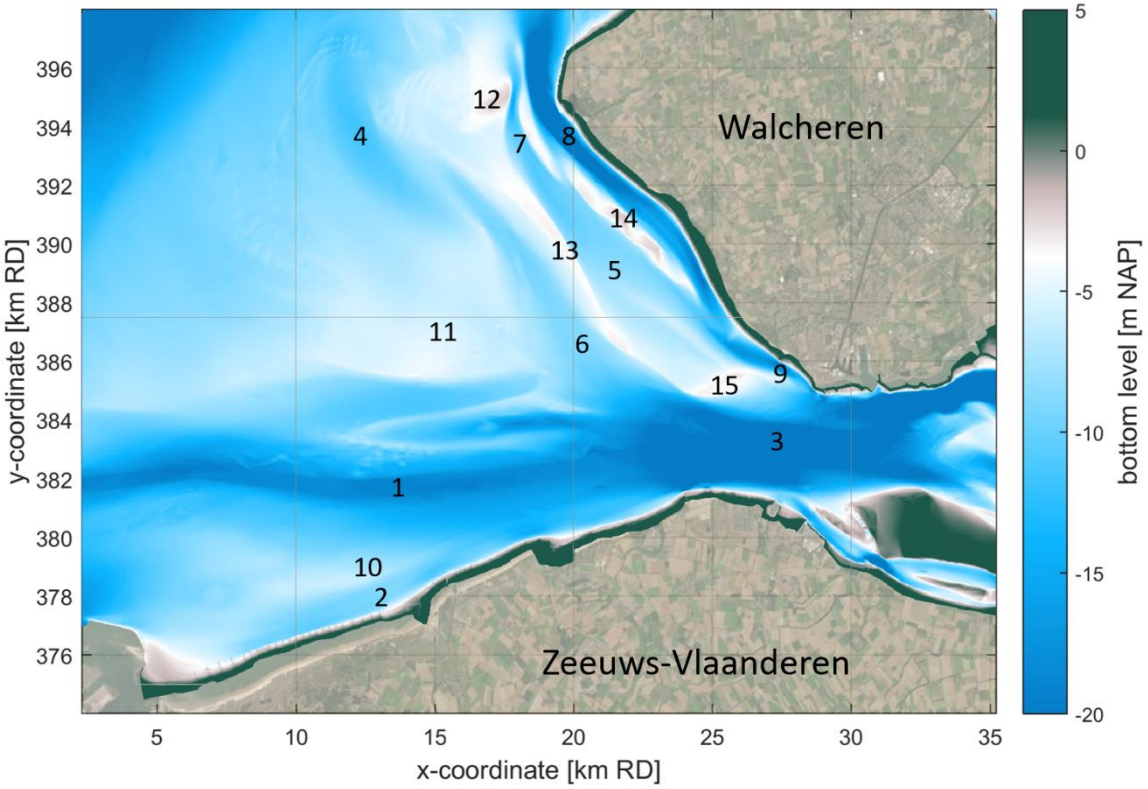


Figuur 2.10 Ligging van Natura 2000 gebieden Voordelta, Westerschelde & Saeftinghe, Vlakte van de Raan (NL) en Vlakte van de Raan (BE).

2.4 Morfodynamica

Figuur 2.11 toon de belangrijkste geulen en platen in het mondingsgebied van de Westerschelde. Onderstaande beschrijving, grotendeels overgenomen van Vroom et al. (2016), benoemt de geulen en platen in Figuur 2.11.

De belangrijkste vaargeul door het mondingsgebied naar de Westerschelde en de haven van Antwerpen wordt gevormd door Scheur (1) en de Wielingen (3). Ten zuiden van Scheur ligt de ondiepte Paardenmarkt (10) die van de kust gescheiden is door de ebgeul Appelzak (2). Langs de zuidwestkust van Walcheren lopen de geulen Oostgat (8) en Sardijngeul (9). Het Bankje van Zoutelande (14) scheidt het Oostgat van de Geul van de Rassen (7) in het noorden en Deurloo-Oost (5) in het zuiden. Oorspronkelijk liep de geul Deurloo ten zuiden van de ondiepte Rassen (12) naar het westen, maar door de vorming van de noordwest-zuidoost georiënteerde langgerekte ondiepte Elleboog (13) is deze in tweeën gesplitst. De Rassen, Elleboog en Nolleplaat (15) vormen momenteel een aaneengesloten ondiepte. Het westelijke gedeelte, Deurloo-West (4), staat nu in verbinding met de Geul van de Walvischstaart (6). Ten westen hiervan ligt de grote ondiepte Vlakte van de Raan (11).



Figuur 2.11 Bodemligging van de Scheldemonding in 2015 ten opzichte van NAP met daarop aangegeven de belangrijkste geulen en platen. 1: Scheur, 2: Appelzak, 3: Wielingen, 4: Deurloo-West, 5: Deurloo-Oost, 6: Geul van de Walvischstaart, 7: Geul van de Rassen, 8: Oostgat, 9: Sardijngeul, 10: Bollen van Heist, 11: Vlakte van de Raan, 12: Rassen, 13: Elleboog, 14: Bankje van Zoutelande, 15: Nolleplaat.

De grootschalige waterbeweging in de Westerscheldemonding wordt gekenmerkt door een kustlangse getijbeweging in combinatie met een kustdwarse getijbeweging via de Wielingen richting de Westerschelde. De interactie van deze twee getijbewegingen leidt tot twee hoofdstromen in de richting van de Wielingen en in de richting van het Oostgat (Vroom et al., 2016).

In Elias et al. (2016) worden schattingen voor de volumeveranderingen van de Westerscheldemonding over de periode 1964-2011 gegeven. De analyse die daarop volgt wijst uit dat er relatief weinig morfologische verandering heeft opgetreden in de Westerscheldemonding over de periode 1964-2011. Rondom de geul Scheur/Wielingen worden de dominante veranderingen gestuurd door bagger- en stortwerkzaamheden. Volgens de analyse van Elias et al. (2016) nam het volume van het Nederlandse deel van het mondingsgebied iets toe tot 1980, gevolgd door een vrij constante afname tot 2008. De onnauwkeurigheid van datasets maakt het opstellen van een sedimentbalans voor de Westerscheldemonding niet triviaal.

Een overzicht van studies betreffende de morfologische ontwikkeling van en sedimenttransporten in het mondingsgebied is ook opgenomen in Vroom et al. (2016).

3 Beschikbare metingen

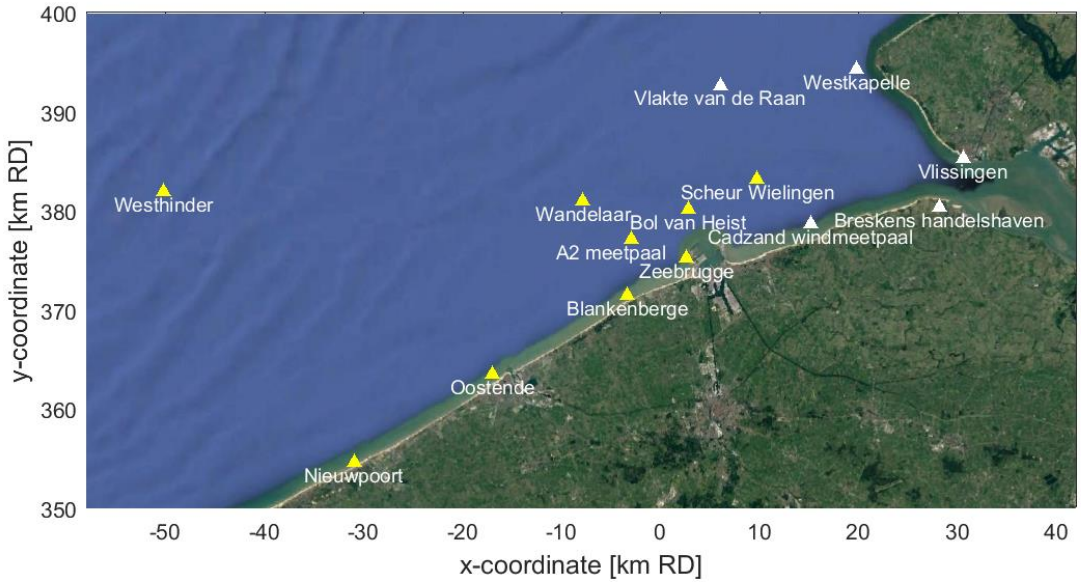
In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van metingen die periodiek worden uitgevoerd in het mondingsgebied of die voor specifieke projecten zijn ingewonnen. Met het oog op een eventuele pilotsuppletie in het mondingsgebied is dit overzicht een opsomming van de velddata die beschikbaar is. De beschikbare velddata kan dan aangevuld worden met project gerelateerde metingen.

3.1 Hydrodynamica

In deze paragraaf worden hydrodynamische metingen besproken die permanent worden uitgevoerd. Hydrodynamische metingen die zijn ingewonnen tijdens incidentele meetcampagnes zijn opgenomen in Paragraaf 3.2.

3.1.1 Waterstanden

Een overzicht van permanente meetstations voor waterstanden in en nabij de Scheldemonding is gegeven in Figuur 3.1. Dit overzicht bevat observatiepunten die in beheer zijn van Nederland (in wit) en van België (in geel). De exacte locaties van deze meetstations zijn opgenomen in Bijlage A. Meetreeksen van Nederlandse stations zijn beschikbaar via https://waterinfo.rws.nl/. Meetreeksen van Belgische stations zijn beschikbaar via https://meetnetvlaamsebanken.be/.



Figuur 3.1 Permanente meetstations voor waterstanden in de Scheldemonding en langs de Belgische kust. Nederlandse meetstations zijn aangegeven in wit en Belgische meetstations zijn aangegeven in geel. De coördinaten van observatiepunten zijn opgenomen in Bijlage A.

3.1.2 Golven

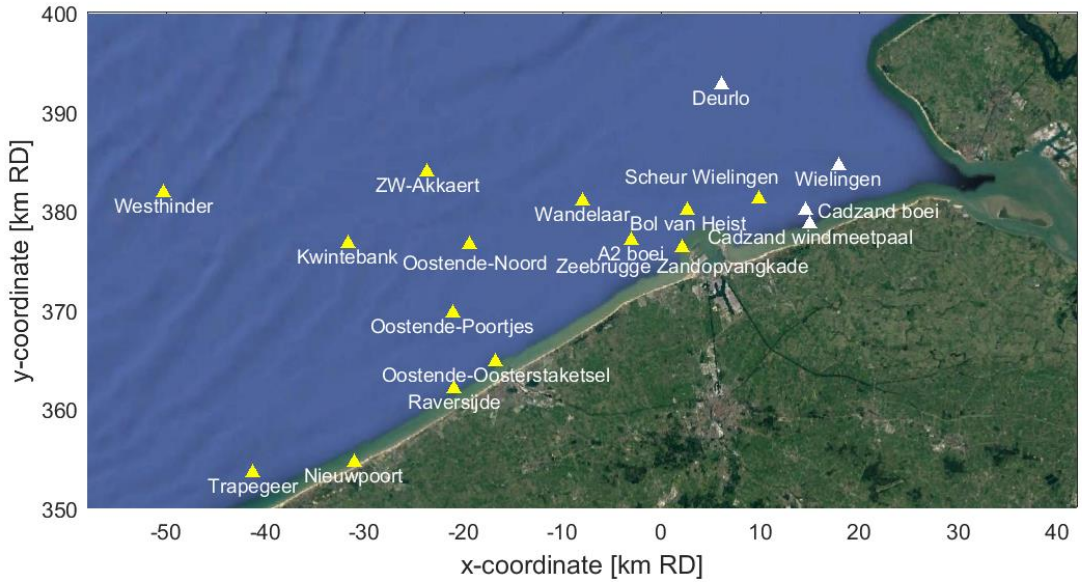
Een overzicht van permanente meetstations voor golven is opgenomen in Figuur 3.2. Ook hier geldt dat data van Nederlandse observatiepunten te verkrijgen is via https://waterinfo.rws.nl/ en dat data van Belgische observatiepunten te verkrijgen is via https://meetnetvlaamsebanken.be/.

Bij de vier Nederlandse observatiepunten wordt de volgende reeks aan grootheden geregistreerd:

- de significante golfhoogte in het spectrale domein;
- de gemiddelde hoogte van het hoogste 1/3 deel van de golven (tijdsdomein);
- de significante deiningshoogte in het spectrale domein;
- de deiningsenergie in het spectrale domein;
- de gemiddelde golfperiode van het langste 1/3 deel van de golven;
- de golfperiode bepaald uit de spectrale momenten m0 en m2;
- de golffrequentie bij het maximum van het variantiedichtheidsspectrum.

Daarnaast worden bij de observatiepunten Deurloo en Cadzand boei ook de gemiddelde golfrichting in het spectrale domein en de gemiddelde richting van de deining in het spectrale domein geregistreerd.

Bij Belgische observatiepunten worden gewoonlijk de hoogte van de 10% hoogste golven, de gemiddelde golfperiode, de golfhoogte en de hoogte van de deining geregistreerd. Bij Nieuwpoort en Wandelaar wordt ook de hoogte van de 1% hoogste golven geregistreerd. Een lijst met coördinaten van de observatiepunten is opgenomen in Bijlage A.



Figuur 3.2 Permanente meetstations voor golven in de Scheldemonding en langs de Belgische kust. Nederlandse meetstations zijn aangegeven in wit en Belgische meetstations zijn aangegeven in geel. De coördinaten van observatiepunten zijn opgenomen in Bijlage A.

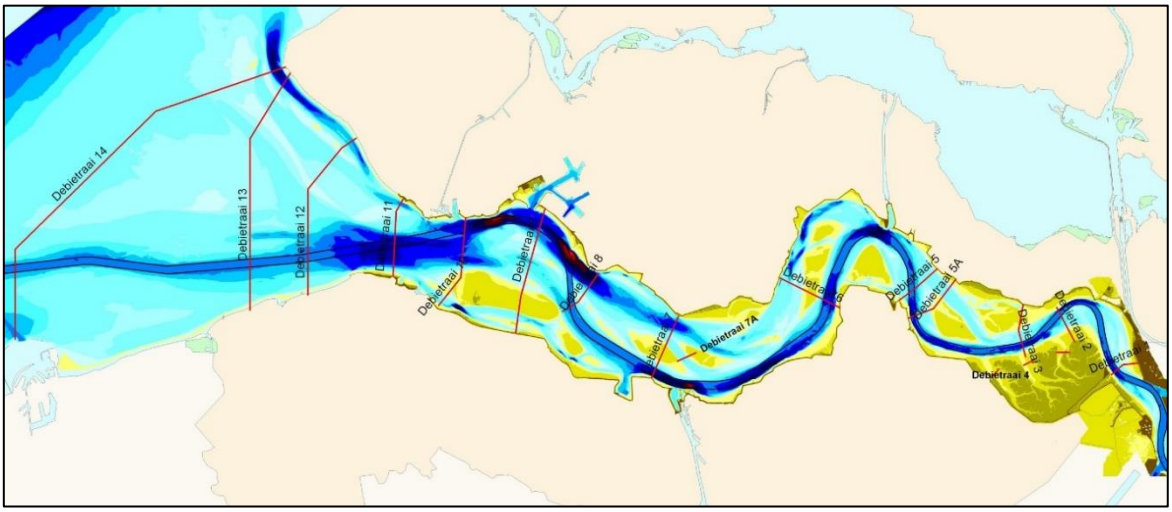
3.1.3 Stroomsnelheden en debietraaien

In beheer van het Meetnet Vlaamse Banken worden stroomsnelheden gemeten bij meetstations Wandelaar, Scheur Wielingen en Bol van Heist (zie Figuur 3.1). Dit wordt halverwege de waterkolom gedaan met akoestische instrumenten. Meetreeksen bevatten de gemiddelde stroomrichting en de gemiddelde stroomsnelheid over een tijdsinterval van 10 minuten. De data is beschikbaar via https://meetnetvlaamsebanken.be/. Daar is ook te zien voor welke perioden de data beschikbaar is, waarbij hier wordt opgemerkt dat de meetreeks soms gaten bevat met een duur van enkele maanden.

Figuur 3.3 toont de locatie van debietraaien in de Westerschelde en het mondingsgebied. Tijdens het inmeten van debietraaien wordt het snelheidsprofiel langs de in Figuur 3.3 aangegeven doorsnedeprofielen gemeten. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de debietraaien in het mondingsgebied van de Westerschelde en de frequentie waarmee deze raaien worden gevaren. Ook is het jaartal van de meest recent uitgevoerde meting opgenomen. De data die wordt verkregen met deze metingen kan worden opgevraagd via de Servicedesk Water van Rijkswaterstaat.

Tabel 3.1 Meetfrequentie en meest recente meting van debietraaien in het mondingsgebied van de Westerschelde (zie Figuur 3.3).

	Meetfrequentie	***Meest recente meting***
Raai 11	eens per 3 jaar	2018
Raai 12	eens per 6 jaar	2017
Raai 13	niet langer uitgevoerd	
Raai 14	eens per 6 jaar	2015



Figuur 3.3 Locatieaanduiding van debietraaien in de Westerschelde en het mondingsgebied van de Westerschelde. Voor dit overzicht zijn debietraaien 11 tot 14 van belang.

3.1.4 Saliniteit

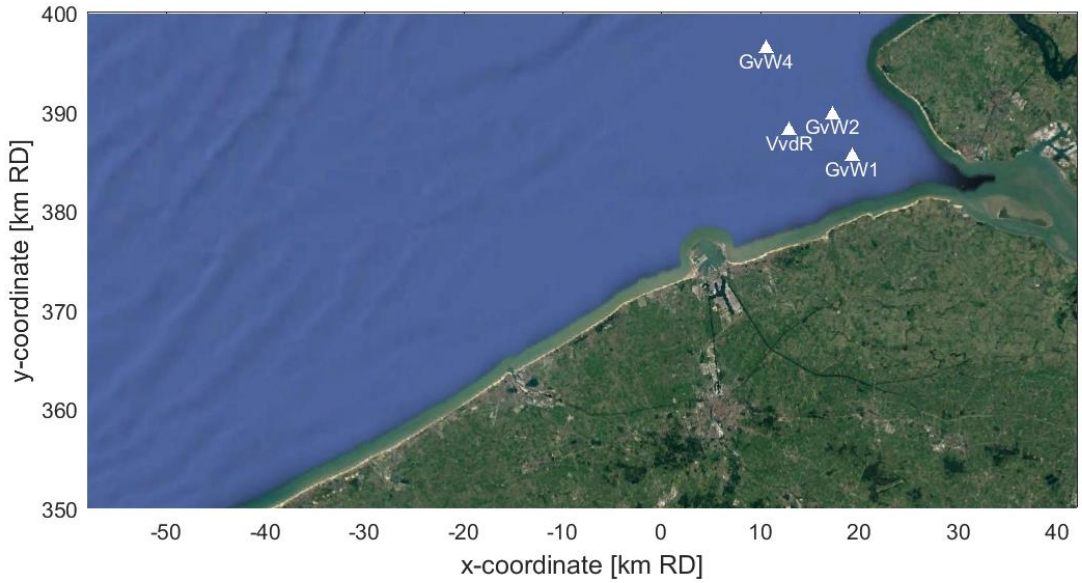
In het Nederlandse deel van de Scheldemonding wordt de saliniteit gemeten bij meetstation Vlakte van de Raan (zie Figuur 3.1). Dit gebeurt op twee niveaus in de waterkolom, namelijk op -3.25 m NAP en op -9.00 m NAP. Meetreeksen met een temporele resolutie van 10 minuten zijn te verkrijgen via https://waterinfo.rws.nl/.

Daarnaast wordt de saliniteit van het oppervlaktewater tijdens periodieke vaartochten gemeten op drie locaties in de Scheldemonding (MWTL metingen). Daartoe worden monsters van het oppervlaktewater genomen. Dit gebeurt op locaties bij Vlissingen (Vlissingen boei SSVH, VLISSGBISSVH) en 2 en 20 km uit de kust bij Walcheren (WALCRN2 en WALCRN20). De data en een relatief eenvoudige analyse hiervan worden gepresenteerd in de Eerstelijnsrapportage Westerschelde, welke elk jaar wordt opgesteld. De meest recente versie van deze rapportage is opgeleverd in 2018 en beschrijft metingen in de periode 1996 tot en met 2017 (Kleissen, 2018).

3.2 Meetcampagnes

3.2.1 Vlakte van de Raan (2014)

Van 8 augustus tot 4 september 2014 is door het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) van het Departement Mobiliteit en Openbare Werken van de Vlaamse Overheid een intensieve meetcampagne uitgevoerd op de Vlakte van de Raan. Voor deze meetcampagne zijn 3 meetframes (GvW1, GvW2 en VvdR) uitgerust door WL en is een vierde meetframe (GvW4) uitgerust door de Operationele Directie Natuurlijk Milieu (het vroegere BMM). De vier meetlocaties zijn weergegeven in Figuur 3.4 en de locaties van deze punten zijn opgenomen in Bijlage A. De opzet van de campagne en de uitgevoerde metingen zijn in detail beschreven door Plancke et al. (2014).



Figuur 3.4 Locatieaanduiding van meetpunten tijdens de meetcampange op de Vlakte van de Raan in 2014. GvW = Geul van de Walvischstaart | VvdR = Vlakte van de Raan.

Op elk van de vier locaties is het stromingsprofiel gemeten. Op locaties GvW1, GvW2 en VvdR is dat gedaan met een Aquadopp instrument voor het onderste gedeelte van de waterkolom en een AWAC (Acoustic Wave And Current meter) instrument voor het bovenste gedeelte van de waterkolom. Volgens Vroom et al. (2016) zijn de metingen van stroomsnelheden in het onderste gedeelte van de waterkolom met Aquadopp instrumenten van onvoldoende kwaliteit: de gemeten stroomsnelheden in het onderste gedeelte van de waterkolom zijn veel lager dan in het bovenste gedeelte van de waterkolom.

Tijdens de meetcampagne zijn sedimentconcentratiemetingen uitgevoerd met OBS instrumenten op de locaties GvW1, GvW2 en VvdR. Op elk van de drie locaties waren 3 OBS instrumenten gemonteerd op de frames, telkens op 80, 60 en 40 cm boven de bodem (Plancke et al., 2014). Door aangroei van algen op de OBS meetinstrumenten zijn de sedimentconcentraties die tijdens de meetcampagne op de Vlakte van de Raan zijn uitgevoerd van beperkte kwaliteit (Vroom et al., 2016). Eventueel zou de backscatter van ADCP instrumenten gebruikt kunnen worden als alternatief om sedimentconcentraties te bepalen (Plancke et al., 2014).

Op locatie GvW4 is de stroomsnelheid in het bovenste gedeelte van de waterkolom gemeten met een ADCP instrument en in het onderste gedeelte van de waterkolom met een Aquadopp instrument. Daarnaast waren er een ADV instrument en een LISST instrument gemonteerd aan het frame op deze locatie.

Stationaire 13-uursmetingen
Tijdens 13-uursmetingen werden op 3 locaties (GvW1 (09/09), GvW2 (10/09) en VvdR (11/09)) sedimenttransport- en stroomsnelheidsmetingen uitgevoerd vanaf een voor anker liggend meetschip. Een beschrijving van de uitgevoerde metingen en een eerste analyse van de resultaten is opgenomen in Plancke et al. (2014).

Stroomsnelheden werden op ca. 3 m onder het wateroppervlak gemeten door een Aanderaa RCM-9 instrument op basis van het Doppler principe. Daarnaast was dit instrument uitgerust met een turbiditeitsensor. Een stroomsnelheidsprofiel werd gedurende de periode van 13 uur gemeten met een ADCP instrument dat was ingebouwd in de romp van het meetschip. Verder werden op elk van de drie locaties met een Delftse fles het sedimenttransport gemeten op 20 cm, 40 cm, 1 m en 2 m boven de bodem. Ook werden met een Van Veen grijper bodemmonsters genomen.

3.2.2 MOMO campagne

Een andere meetcampagne nabij de Scheldemonding is bekend als de MOMO campagne, ook uitgevoerd door WL. Deze campagne focust op de monitoring van het cohesieve sedimenttransport, en daarvoor zijn in verschillende jaren metingen uitgevoerd van hydrodynamica en sediment transporten. Meetlocaties voor deze campagne bevinden zich langs de Belgische kust, voornamelijk rond de haven van Zeebrugge (zie Figuur 3.4). Een uitgebreide beschrijving van de meetactiviteiten is te vinden in onder andere De Maerschalck et al. (2012).

Frames met meetinstrumenten werden voor deze meetcampagne op verschillende plekken geplaatst. Vervolgens werden voor minimaal één doodtij-springtij cyclus metingen uitgevoerd. De campagne omvat stroomsnelheidsmetingen op locaties Blighbank (jun-jul 2009, mei-jun 2010), Gootebank (jun-jul 2009, okt-dec 2009), Blankenberge (nov-dec 2006, jan-feb 2008, mrt-apr 2008, apr-jun 2008, mei-jun 2008), Wandelaar/MOW0 (jun-jul 2008), WZ boei (gefragmenteerd in 2013) en A2/MOW1 (periode 2005-2013, zie Fettweis et al. (2015)). Daarnaast zijn er sedimentmetingen uitgevoerd op locaties A2/MOW1 en WZ-boei. De sedimentconcentratie werden daar gemeten op 0.2 m en op 2.2 m vanaf de bodem. Op locatie WZ boei is gefragmenteerd gemeten in 2013. Daarnaast is de sedimentconcentratie bij Blankenberge gemeten gedurende kortere periodes in 2006-2009. Een analyse van deze meetresultaten is opgenomen in De Maerschalck et al. (2013).

Figuur 3.5 Meetlocaties tijdens de MOMO meetcampagne (oranje punten) en meetpunten binnen het Meetnet Vlaamse Banken (gele markers, zie ook Figuur 3.1). Figuur afkomstig uit De Maerschalck et al. (2013).

3.3 Bodemdata en sedimentbalans

3.3.1 Bodemligging

Vlakdekkende data betreffende de bodemligging is beschikbaar in de Vaklodingen dataset, toegankelijk via de Servicedesk Data van Rijkswaterstaat. De eerste opname van de bathymetrie in de Westerscheldemonding in de Vaklodingen dataset dateert uit 1964. Sinds 1970 wordt de bodemligging in de Westerscheldemonding elke één tot drie jaar ingemeten. Een morphodynamische analyse van historische Vaklodingen in de Westerscheldemonding is opgenomen in Elias & Van der Spek (2015) en in Elias et al. (2016). In die studies wordt ook de meetonnauwkeurigheid van de Vaklodingen data besproken.

In de verwerking van de ingemeten bathymetrie in de Vaklodingen dataset worden missende punten aangevuld met data uit omliggende jaren. Dit zorgt ervoor dat de Vaklodingen data uit een bepaald jaar ‘vervuild’ is met meetpunten uit andere jaren. De originele kaartbladen van Rijkswaterstaat Zee & Delta bevatten deze fout niet. Voor onderzoeksdoeleinden kan het daarom wenselijk zijn om de originele kaartbladen te gebruiken.

De JarKus metingen bevatten hoogtedata langs kustprofielen. De profielmetingen worden jaarlijks opgenomen met een tussenafstand van 200-250 m en een lengte van 800-1200 m vanaf de RijksStrandPalen (RSP-lijn). De JarKus data wordt beheerd door Rijkswaterstaat (Servicedesk Data), maar een overzicht van de beschikbare data is ook opgenomen in de Deltares Kustviewer (toegankelijk via https://publicwiki.deltares.nl/display/KV/).

3.3.2 Bodemsamenstelling

De bodemsamenstelling in de Scheldemonding is alleen projectmatig gemeten. Hier worden de in dit kader relevante projecten genoemd en welk instituut de metingen heeft geïnitieerd.

Voor de periode 1989 – 2011 is een analyse van monsternames in en langs de vaargeul in de Scheldemonding uitgevoerd door de VMM (Santermans, 2013). Een presentatie van deze data is ook opgenomen in Vroom & Schrijvershof (2015).

Tijdens de meetcampagne op de Vlakte van de Raan in 2014 (zie ook Paragraaf 3.2) zijn vibrocore metingen uitgevoerd door MOW. Ook deze data wordt gepresenteerd in de overzichtsrapportage door Vroom & Schrijvershof (2015).

Thematische kaarten van de bodemsamenstelling langs de Belgische kust zijn opgenomen in Van Lancker et al. (2007). Deze kaarten tonen de mediaan korreldiameter, het percentage silt en klei in de bodem en het percentage grind en grof zand. De analyse die heeft geleidt tot deze kaarten is beschreven in Verfaillie et al. (2005).

3.3.3 Ingrepen sedimentbalans

Ten behoeve van de scheepvaart en zandwinning worden baggerwerkzaamheden uitgevoerd in de vaargeul Scheur/Wielingen. De beschikbare data hierover wordt beheerd door het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) van de Vlaamse Overheid. Een overzicht van menselijke ingrepen in de sedimentbalans van de Westerscheldemonding in de periode 1985-2014 wordt gepresenteerd door Vroom & Schrijvershof (2015). De baggerdata die gebruikt is in deze studie is beschikbaar gesteld door bij WL.

Per jaar is geregistreerd hoeveel ton droge stof is gebaggerd per baggerzone en in welke stortzone de baggerspecie uiteindelijk is gestort. Deze informatie leidt tot een jaarlijks overzicht van de sedimentverplaatsing van baggerzones naar stortzones. De samenstelling van het gebaggerde materiaal in de monding blijft onbekend. De locaties van bagger- en stortzones in het mondingsgebied van de Westerschelde zijn opgenomen in Figuur 2.5. Daarnaast worden de drempels in de vaarroute Oostgat-Sardijngeul jaarlijks gebaggerd. Deze baggerspecie wordt gestort in het Gat van Westkapelle. De hoeveelheid baggerspecie die jaarlijks uit deze vaargeul gebaggerd moet worden is geschat tussen de 100.000 en 150.000 m^3 (Kater et al., 2017).

Voor het onderhouden van de Basiskustlijn (BKL) worden suppleties uitgevoerd langs de kust van Walcheren en Zeeuws-Vlaanderen. Een overzicht en een analyse van de uitgevoerde suppleties langs de kust van Zeeuws-Vlaanderen in de periode 1971-2013 is opgenomen in de Beheerbibliotheek Zeuws-Vlaanderen (Kuijper et al., 2016). Een overzicht, een analyse en een evaluatie van de uitgevoerde suppleties langs de kust van Walcheren in de periode 1952-2016 is opgenomen in de Beheerbibliotheek Walcheren (Mastbergen et al., 2017).
Suppleties voor kustonderhoud worden ook geregistreerd in de suppletiedatabase (toegankelijk via http://opendap.deltares.nl/thredds/catalog/opendap/rijkswaterstaat/suppleties/catalog.html) en inzichtelijk gemaakt met de Deltares Kustviewer (toegankelijk via https://publicwiki.deltares.nl/display/KV/).

4 Ecologie

4.1 Inleiding

Het open zeegebied van de Vlakte van de Raan valt geheel onder het habitattype '*Permanent overstroomde zandbanken*' (H1110B) en is aangewezen als Natura2000 gebied. Achtergrondinformatie ten behoeve van de aanwijzing als Natura2000 gebied is opgenomen in Bos et al. (2008). De Vlakte van de Raan is de enige buitendelta in de Voordelta die nog een geheel natuurlijke/open verbinding heeft met het achterliggende estuarium. Voor de Vlakte van de Raan zijn twaalf typische soorten aangewezen, zoals opgenomen in de documentatie van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij (2008, 2014). Daarnaast zijn er ten behoeve van de Kaderrichtlijn Marien zes slimme indicatorsoorten aangewezen, waarvan vier soorten ook al als typische soort waren aangewezen (Wijnhoven, et al., 2013). De typische soorten en de slimme indicatorsoorten voor de Vlakte van de Raan zijn opgenomen in Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Typische soorten (TS) aangewezen voor de Vlakte van de Raan onder de aanwijzing als Habitatrichtlijn gebied en Slimme indicator soorten (SI) aangemerkt in het kader van de Kaderrichtlijn Marien. Ca = indicator abiotische structuur, Cb = indicator biotische structuur, K= karakteristiek voor habitat

TS/SI	Soort	Indicatie typische soorten	Indicatie slimme indicatorsoort
TS	Spiophanes bombyx	Cab	
TS	Nephtys cirrosa	Cab	
TS	Ophelia borealis	Cab	
TS	Bathyporeia elegans	Cab	
TS	Urothoe poseidonis	Cab	
TS	Euspira pulchella	Cab	
TS+SI	Macoma balthica	K+Cab	Aanmerking als karakteristiek
TS	Angulus fabulus	Cab	
TS+SI	Lanice conchilega	Cab	Aangewezen o.b.v. expert beoordeling
TS+SI	Echinocardium cordatum	Cab	Hoge score
TS	Buccinum undatum	Cab	
TS+SI	Spisula subtruncata	K+Cab	Aanmerking als karakteristiek
SI	Pagurus bernhardus		Hoge score
SI	Ophiura ophiura		Hoge score

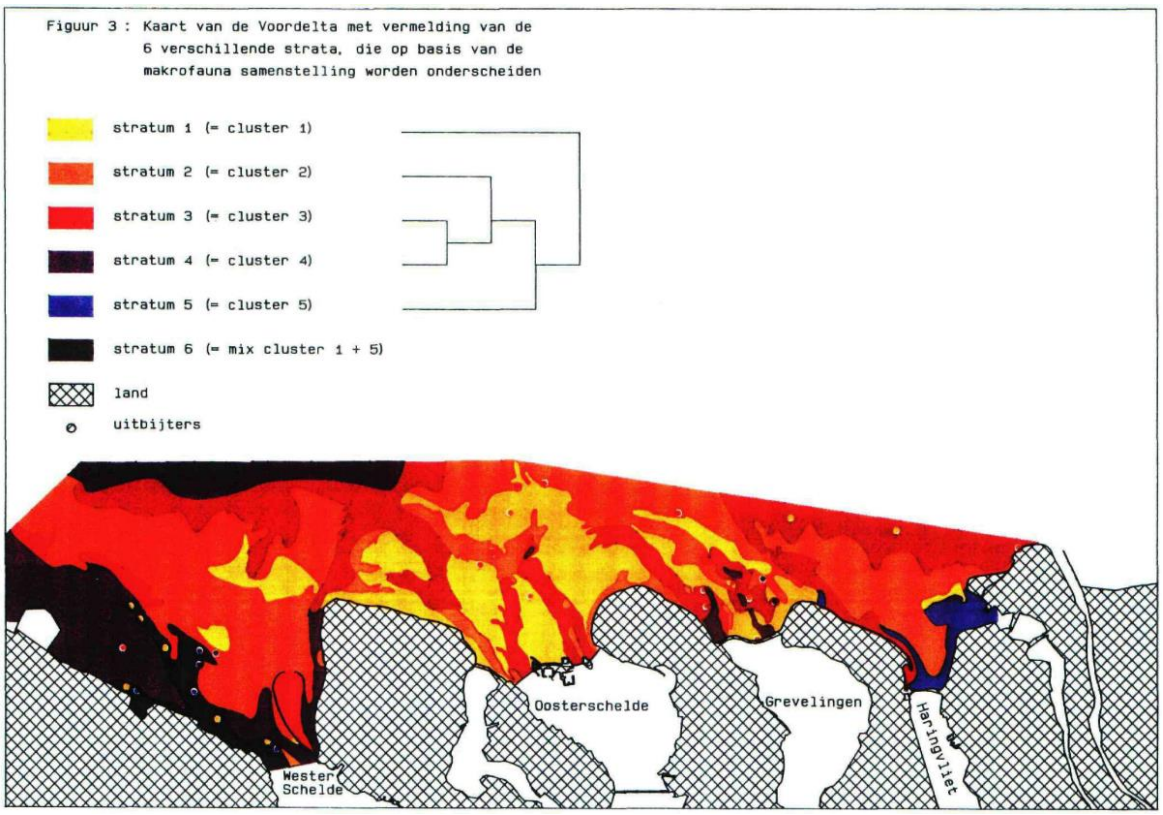
4.2 Typeringen en kenmerken

4.2.1 Bodemdieren

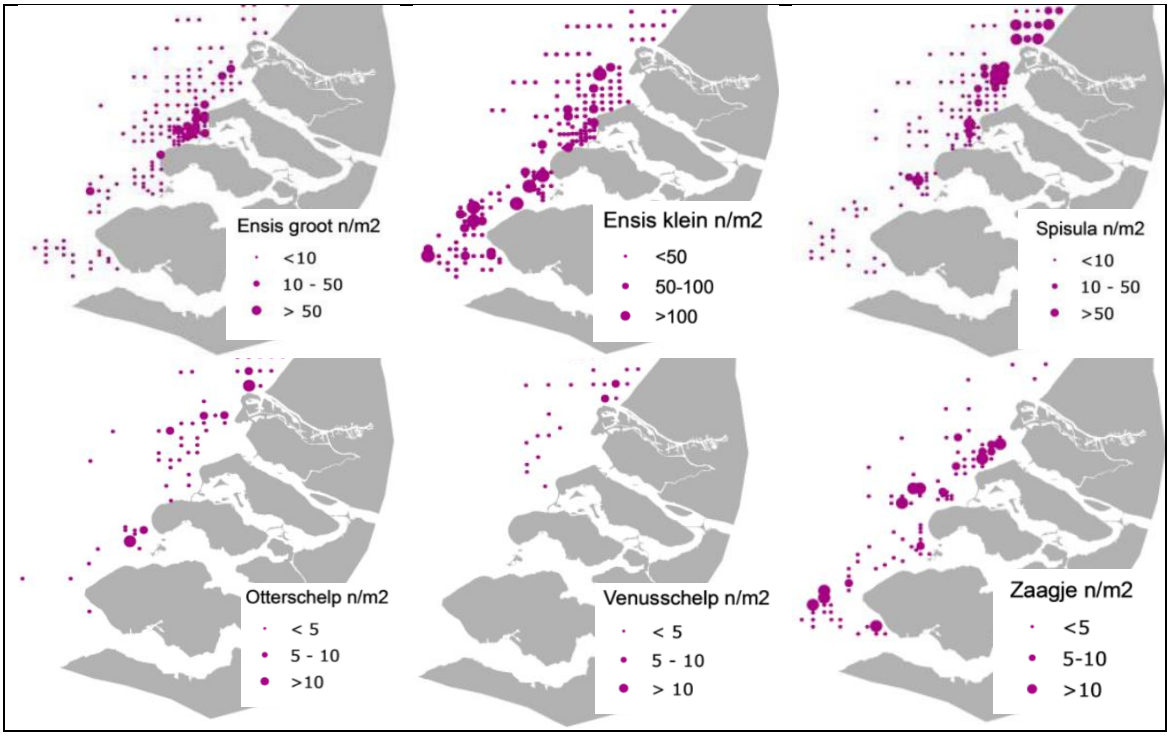
Bodemdieren hebben als voedsel voor vogels en vissen een belangrijke functie in de voedselketen. Bodemdieren zijn daarnaast verantwoordelijk voor verschillende processen waarbij het bodemmateriaal wordt omgewoeld, verplaatst of vastgeplakt of waarbij het indringen van water en zuurstof in de bodem wordt beïnvloed (Reise, 2002). Op de Vlakte van de Raan wordt hoofdzakelijk een bodemdiergemeenschap aangetroffen die geassocieerd wordt met fijn zand. Daarnaast bestaat ook een gemeenschap die geassocieerd wordt met grof zand (De Mesel et al., 2011).

Bodemdieren in de Voordelta zijn tussen 1984 en 1986 bemonsterd. De Voordelta wordt aangemerkt als een typische overgangszone tussen de open zee en het estuarium (Craeymeersch et al., 1990). Tijdens de bemonstering werden 150 soorten macrobenthos (bodemdieren groter dan 1 mm) aangetroffen. Dit waren voornamelijk wormen, maar daarnaast ook kleine kreeftjes, schelpdieren en stekelhuidigen. Naast macrobenthos is ook meiofauna en hyperbenthos bemonsterd. Op basis van de macrobenthosgemeenschap is de Voordelta getypeerd in 6 strata die vijf clusters van bodemdiergemeenschappen huisvesten (zie Figuur 4.1).

De monding van de Westerschelde en de Vlakte van de Raan worden getypeerd door stratum 1, 2 en 3 (Figuur 4.1). Cluster 1 is een arm gebied waar *Bathyporeia* (knikspriet kreeftje) als kensoort wordt aangemerkt. Cluster 1 heeft het kleinste aantal soorten en de laagste dichtheid. Het overgangsgebied (Cluster 2) wordt gekenmerkt door Nepthys cirrosa (borstelwormen). Het diepere deel (Cluster 3) wordt gekenmerkt door *Nephtys hombergi* en *Pectinaria koreni* (borstelwormen) en heeft de meeste soorten en grootste aantal individuen. Verder naar buiten (Cluster 4) nemen de dichtheden en biomassa sterk af. Gesteld wordt dat de hoogste dichtheden worden gevonden op de overgangen van platen naar geulen en naar dieper zeegebied (Craeymeersch et al., 1990). In het mondingsgebied van de Westerschelde zijn de dichtheden lager dan in andere delen van de Voordelta. Toch is de gemiddelde biomassa vergelijkbaar met de andere delen van de Voordelta (Wijnhoven et al., 2006).



Figuur 4.1 Verdeling van de bodemgemeenschappen aan de hand van bemonsteringen die werden uitgevoerd tussen 1984 en 1986. Figuur afkomstig uit Craeymeersch et al. (1990).



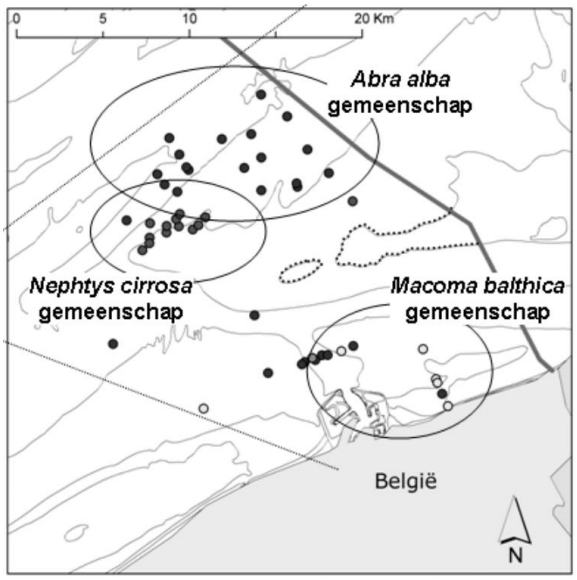
Figuur 4.2 Dichtheden aan schelpdieren in de WOT-survey van 2015 (Troost et al., 2015).

Een monitoringsprogramma voor schelpdierbestanden in de Nederlandse kustwateren wordt als onderdeel van de Wettelijke OnderzoeksTaken (WOT) uitgevoerd door Wageningen Marine Research. Dit project is gestart in 2008 en loopt tot het einde van 2019 (Troost et al., 2015). Resultaten van de bemonstering geven een beeld van de dichtheid van soorten, zoals in Figuur 4.2 wordt getoond voor 2015.

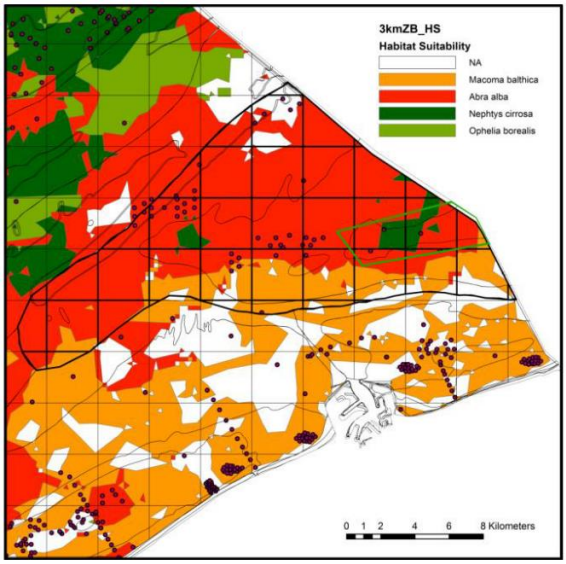
De bemonstering van schelpdieren op de Vlakte van de Raan in 2013 ten behoeve van VIBEG (Effecten van Visserij in beschermde gebieden) vermeldt dat er binnen de aangewezen gesloten gebieden (zie Figuur 4.8) geen Spisula subtruncata (halfgeknotte strandschelp) was gevonden. Ensis werd slechts op een aantal locaties gevonden. Dit terwijl beide soorten op de locaties in het open gebied meer werden aangetroffen (Troost et al., 2014). Het meest zeewaarts gelegen monstergebied Westpit wordt, in overeenstemming met de hogere rijkdom die werd aangegeven door Craeymeersch et al. (1990), aangemerkt als het rijkste gebied.

Voor het Belgische deel van de Vlakte van de Raan zijn monsters genomen in de nabijheid van de Vlakte van de Raan. Opgemerkt wordt dat veel van deze monsters nabij stortlocaties voor baggerspecie liggen. Op basis van de bemonsterde locaties worden er in de nabijheid van de Vlakte van de Raan drie gemeenschappen geïdentificeerd: de Abra alba (witte dunschalen) gemeenschap, de Nephtys cirrosa (borstelworden) gemeenschap en de Macoma balthica (nonnetje) gemeenschap (zie Figuur 4.3) (Degraer et al., 2006). De Abra alba gemeenschap wordt gezien als de rijkste biotoop binnen het Belgische deel van de Noordzee (Van Hoey et al., 2004).

Naast bemonsteringen zijn er op basis van de sedimenteigenschappen en het geschiktheidsmodel van Degrear et al. (2008) ook modelschattingen van de gemeenschappen gemaakt (zie Figuur 4.4). De modelschattingen komen vrij goed overeen met het beeld uit de monsters (zie Figuur 4.1) en sluit aan op de Nepthys hombergi gemeenschap gedefinieerd door Creaymeersch et al. (1990). Tot slot wordt in een assessment van de ecologische waarde van het Belgische deel van de Vlakte van de Raan het gebied omschreven als een mozaïek van lage tot gemiddelde ecologische waarden met enkele elementen met een hoge ecologische waarde (Degraer & Hostens, 2016).



Figuur 4.3 Gemeenschappen in de nabijheid van de Vlakte van de Raan aan de hand van bodemmonsters die zijn genomen vanaf 1994. Figuur afkomstig uit Degraer et al. (2006).



Figuur 4.4 Gemodelleerde distributie van benthische biotopen op het Belgische deel van de Vlakte van de Raan. Figuur afkomstig uit Degraer et al. (2008).

4.2.2 Zeezoogdieren

Op de Vlakte van de Raan worden wel bruinvissen waargenomen, maar niet in dergelijke hoeveelheden dat het gebied een belangrijke waarde voor bruinvissen zou vertegenwoordigen (Courtens et al., 2006).

4.2.3 Zeevogels

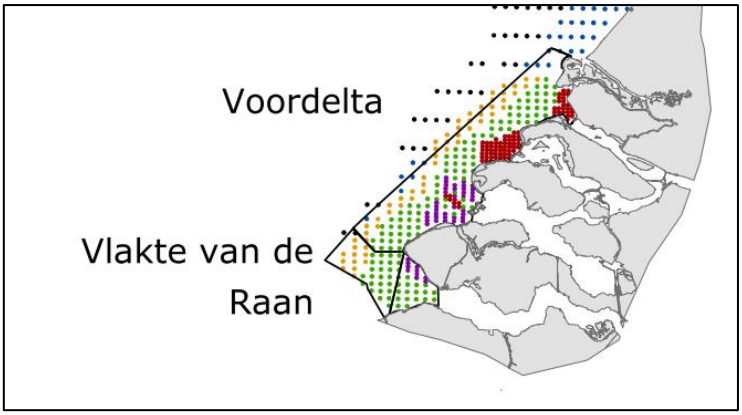
Aan de hand van tellingen tussen 1992 en 2004 op het Belgische deel van de Vlakte van de Raan blijkt dat de Vlakte van de Raan wordt gedomineerd door grote meeuwen en dat het een aantrekkelijk gebied is voor duikende zeevogels. Duikende vogels zoals de visdief en de grote stern broeden in nabijgelegen gebieden zoals de voorhaven van Zeebrugge en de Hooge Platen en foerageren bij de Vlakte van de Raan op vis. In de winter komen viseters als de roodkeelduiker en de fuut voor. Ook heeft de Vlakte van de Raan een functie als migratiecorridor, vooral voor de dwergmeeuw, de kleine mantelmeeuw, de visdief en de grote stern (Courtens et al., 2006).

4.3 Datasets Westerscheldemonding

In deze paragraaf worden relevante datasets betreffende de ecologische toestand van de Vlakte van de Raan en de Voordelta besproken.

WOT (Wettelijke Onderzoeks Taken)

Het WOT-schelpdiersurvey programma is gericht op het in kaart brengen van de bestanden aan commercieel interessante schelpdieren en de ontwikkelingen daarvan in de kustzone van de Noordzee. De bemonstering loopt sinds 1993 in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en wordt overwegend met een schaaf uitgevoerd. Het programma omvat 862 monsterlocaties die zijn uitgezet volgens een stratified design, gericht op de gebieden met de naar verwachting hoogste schelpdier dichtheden. De locaties liggen allen binnen de 20-m diepte contour. Naast de commercieel interessante soorten als de Mossel (Mytilus edulis), de Kokkel (Cerastoderma edule), de Halfgeknotte strandschelp (Spisula subtruncata) en de Amerikaanse zwaardschede (Ensis directus), worden momenteel ook al andere grotere soorten geteld. Op de Vlakte van de Raan liggen 38 WOT-locaties (zie Figuur 4.5). Gegevens en data van de WOT-surveys zijn digitaal beschikbaar via het Informatiehuis Marien (https://www.informatiehuismarien.nl/).

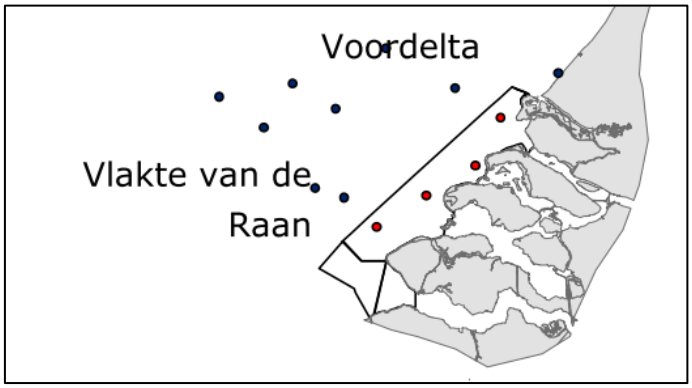


Figuur 4.5 Ligging van monsterlocaties in het WOT-scheldiersurvey programma. De kleuren geven de dichtheid van de locaties ten opzichte van elkaar weer met rood als het meest dicht bemonsterde gebied en zwart als het minst dicht bemonsterde gebied. Figuur afkomstig uit Troost et al. (2013).

MWTL (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands)

In het kader van de MWTL worden jaarlijks 100 boxcore monsters genomen verspreidt over het gehele Nederlands Continentaal Plat (NCP). De bemonstering wordt uitgevoerd in opdracht van Rijkswaterstaat en dient voor de beschrijving van ontwikkelingen in benthos gemeenschappen op het NCP. De bemonstering wordt sinds 1991 uitgevoerd. De monsters worden verzameld met een Reineck Boxcorer (0.078m², minimale diepte van 15 cm) en gezeefd over een zeef met een maaswijdte van 1mm. Voorheen waren er geen MWTL-locaties op de Vlakte van de Raan, maar wel op andere delen van de Voordelta (zie Figuur 4.6). In het kader van VIBEG zijn sinds 2013 extra punten toegevoegd aan de MWTL metingen, waardoor ook meetpunten op de Vlakte van de Raan liggen (zie Figuur 4.7).

Gegevens van de MWTL-surveys zijn digitaal beschikbaar via het Informatiehuis Marien (https://www.informatiehuismarien.nl/).

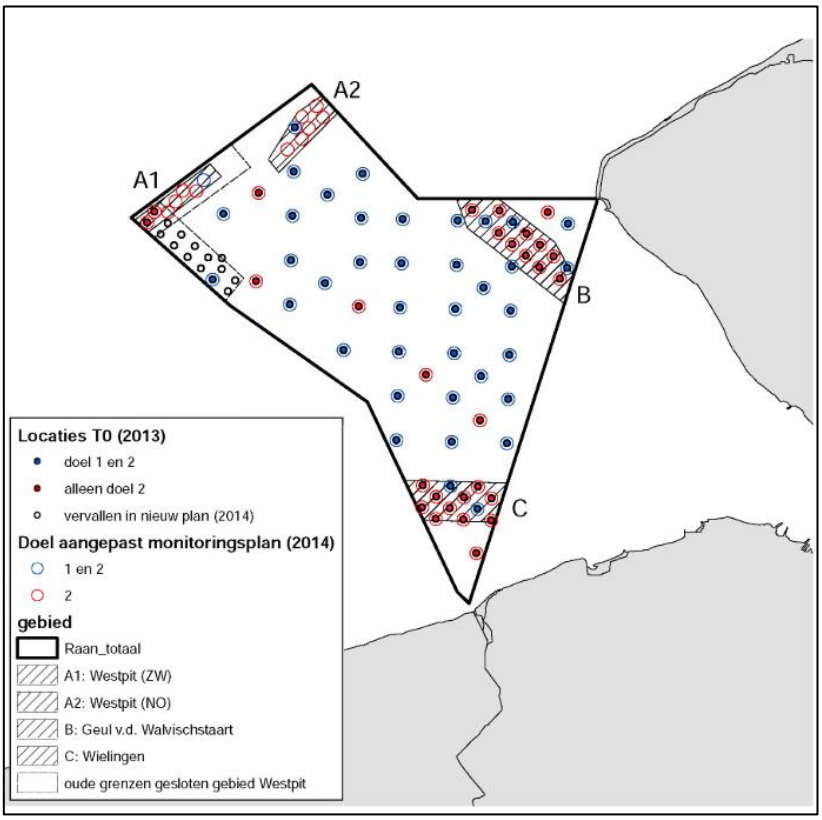


Figuur 4.6 Locaties van monsterpunten op de Voordelta die al decennia zijn opgenomen in het MWTL meetnet. Figuur afkomstig uit Troost et al. (2013).

Figuur 4.7 Locaties van meetpunten op en nabij de Vlakte van de Raan in het MWTL meetnet. Figuur afkomstig van https://www.informatiehuismarien.nl/open-data/.

VIBEG (Visserij in Beschermde Gebieden)

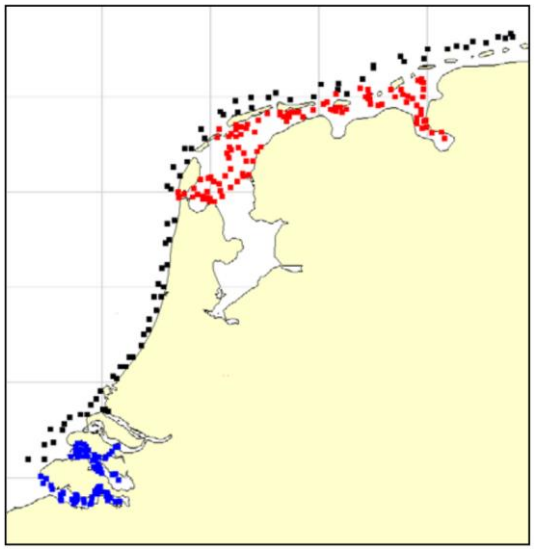
In het kader van VIBEG is op de Vlakte van de Raan een bemonstering uitgevoerd in voor visserij gesloten en open gebieden (zie Figuur 4.8). De T0-bemonstering heeft in 2013 plaatsgevonden. In totaal zijn er 78 stations waarvan er 39 in de gesloten gebieden liggen en 30 in het open gebied. 31 stations vallen onder de reguliere WOT-bemonstering.



Figuur 4.8 Ligging van de voor visserij gesloten gebieden (A, B en C) en monsterlocaties (uitgevoerd in 2013 en gepland voor 2014) ten behoeve van VIBEG. Gebied A is na de T0-meting gekanteld en opgesplitst in twee kleinere gebieden (A1 en A2). Figuur afkomstig uit Troost et al., (2014).

DFS (Demersal Fish Survey)

Iedere nazomer (in september of oktober) wordt de DFS survey uitgevoerd. Het doel van de survey is het monitoren van bodemvis en epi-benthos in ondiepe kustwateren. De survey is oorspronkelijk ontworpen voor het schatten van de dichtheid jonge schol, jonge tong en garnalen en loopt al meer dan 40 jaar. De meetpunten zijn te zien in Figuur 4.9.



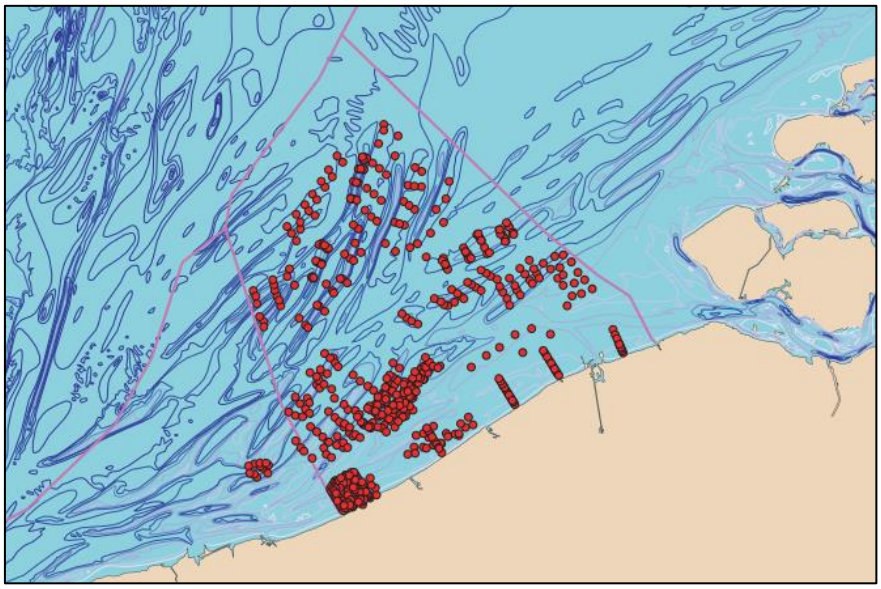
Figuur 4.9 Ligging van de trekken in de DFS. De kustgebieden zijn aangegeven in zwart, de estuaria in blauw en de Waddenzee in rood. Figuur afkomstig uit Tulp (2015).

4.4 Andere relevante datasets

De twee onderstaande datasets bevatten geen monsterlocaties of datapunten in het mondingsgebied van de Westerschelde, maar kunnen toch relevante ecologische data bevatten voor studies in dat gebied.

Bodemmonsters BPNS

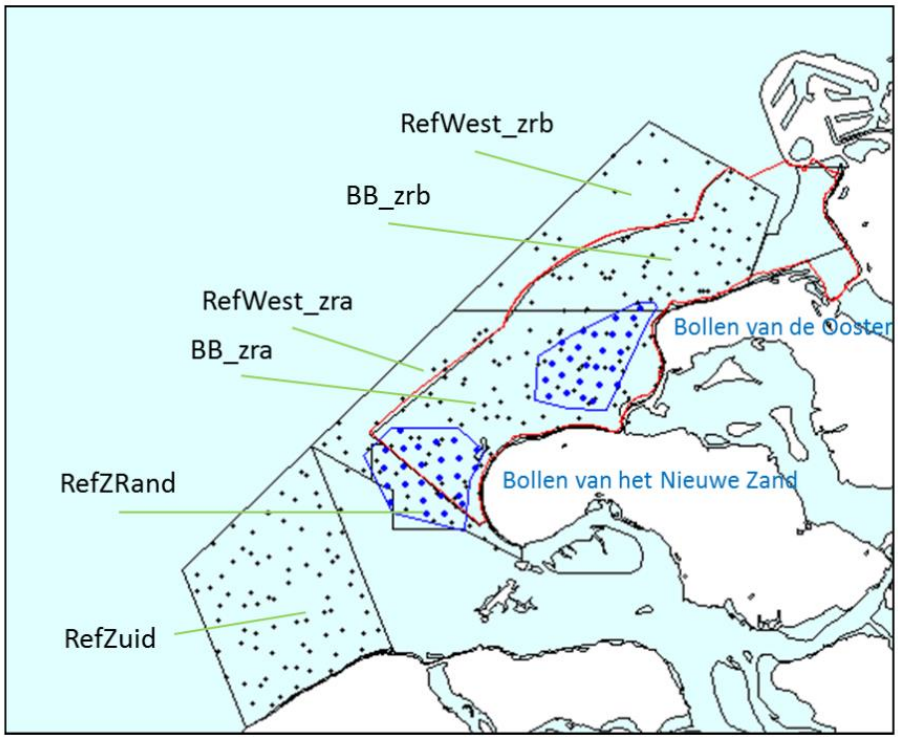
In het kader van verschillende projecten werden bodemmonsters genomen op het Belgische deel van de Noordzee. Door de focusgebieden van de verschillende projecten is de verdeling van de monsterlocaties inhomogeen (zie Figuur 4.10). Alle bodemmonsters die in dit kader zijn opgenomen worden genomen met een Van Veen-happer. De bemonstering wordt toegelicht door Degraer et al. (2006).



Figuur 4.10 647 monsterlocaties op het Belgische deel van de Noordzee waar macrobenthos werd bemonsterd in de periode 1994-2001. Figuur afkomstig uit Degraer et al. (2006).

PMR (Project Mainportontwikkeling Rotterdam)

In het kader van de aanleg van de 2de Maasvlakte bij de haven van Rotterdam is een gebied in de Voordelta aangewezen waar ter compensatie geen boomkor visserij meer mag plaatsvinden. Om het effect van de instelling van het bodembeschermingsgebied te kunnen evalueren zijn in de periode 2004-2007 metingen verricht om de nulsituatie vast te leggen. Vervolgens is er van 2009 tot 2014 jaarlijks gemonitord op ongeveer 400 locaties (zie Figuur 4.11). Het bodembeschermingsgebied is onderverdeeld op basis van de bemonstering van de gehele Voordelta in 1998. Er worden twee geomorfologische gebieden onderscheiden; open wateren Voordelta (BB_zrb) en ondiepe zandbanken (BB_zra). Het referentiegebied ten westen van het bodembeschermingsgebied behoort deels tot de ondiepe zandbanken (RefWest_zra) en deels tot de open wateren (RefWest_zrb). Aan de zuidelijke rand van het bodembeschermingsgebied ligt deelgebied RefZRand. Een vierde referentiegebied ligt zuidelijker (RefZuid) (zie Figuur 4.11).



Figuur 4.11 Ligging van monsterlocaties t.b.v. PMR-NC. De blauwe punten zijn de extra monsterpunten in de rustgebieden Bollen van het Nieuwe Zand en Bollen van de Ooster. In rood is het bodembeschermingsgebied aangegeven. Zowel het bodembeschermingsgebied als de referentiegebieden zijn in een aantal deelgebieden verdeeld. Figuur afkomstig uit Craeymeersch et al. (2017).

5 Referenties

Bos, O., Dijkman, E., & Cremer, J. (2008). *Gegevens voor aanmelding van mariene Habitatrichtlijngebieden: Doggerssbank, Klaverbank, Noordzeekustzone, Vlakte van de Raan.* Rapport Wageningen IMARES C081/08.

Courtens, W., Stienen, E., & Vanermen, N. (2006). Zeevogels en zoogdieren van de Vlakte van de Raan. In *Vlakte van de Raan van onder het stof gehaald* (pp. 59-72).

Craeymeersch, J., Hamerlynk, O., Hostens, K., Vanreusel, A., & Vincx, M. (1990). *De ekologische ontwikkeling van de Voordelta. Deelrapport 1: De huidige ekologische situatie van de Voordelta.* Rapport Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke & Instituut voor Dierkunde, Gent .

Craeymeersch, J., Perdon, J., Jol, J., Brummelhuis, E., & van Asch, M. (2017). *PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta-bodemdieren. Datarapport campagne bodemschaaf 2005 - Multivariate analyse 2014-2013.* Rapport IMARES Wageningen UR.

De Maerschalck, B., Vanlede, J., & Mostaert, F. (2012). *Sediment Transport Model for the Port of Zeebrugge: Report 1 - Factual Data Report MUMM tripod measurements: SonTek ADP, ADVOcean and OBS data.* Version 1.2. WL Rapporten, 753_17. Flanders Hydraulics Research: Antwerp, Belgium.

De Maerschalck, B., Vanlede, J., & Mostaert, F. (2013). *Sediment Transport Model for the Port of Zeebrugge: Analysis of the MUMM Tripod measurements.* Version 1.1. WL Rapporten, 00_067. Flanders Hydraulics Research: Antwerp, Belgium.

De Mesel, I., Craeymeersch, J., Schellekens, T., van Zweeden, C., Wijsman, J., Leopold, M., . . . Cronin, K. (2011). *Kansenkaarten voor schelpdieren op basis van abiotiek en hun relatie tot het voorkomen van zwarte zee-eenden.* Rapport IMARES.

Degraer, S., & Hostens, K. (2016). *Assessment of the conservation value of the Vlakte van de Raan Site of Community Interests.* MARECO report 02 .

Degraer, S., Verfailie, E., & Vincx, M. (2006). Het macrobenthos van het Belgische deel van de vlakte van de Raan in een ruimer perspectief. In *Vlakte van de Raan van onder het stof gehaald* (pp. 106-115).

Degraer, S., Verfaillie, E., Willems, W., Adriaens, E., Vincx, M., & Van Lancker, V. (2008). Habitat suitability modelling as a mapping tool for macrobenthic communities: An example from the Belgian part of the North Sea. *Continental Shelf Research, 28*, 369-379.

Degraer, S., Wittoeck, J., Appeltans, W., Cooreman, K., Deprez, T., Hillewaert, H., . . . Vincx, M. (2006). *The Macrobenthos atlas of the Belgian part of the North Sea.* Belgian Science Policy .

Elias, E., & van der Spek, A. (2015). *Uitwerking sedimentbudget van de Westerscheldemonding.* Deltares rapport 1210301-012.

Elias, E., Van der Spek, A., & Lazar, M. (2016). The 'Voordelta', the contiguous ebb-tidal deltas in the SW Netherlands: large-scale morphological changes and sediment budget 1965-2013; impacts of large-scale engineering. *Netherlands Journal of Geosciences - Geologie en Mijnbouw*, 1-27. doi:10.1017/njg.2016.37

Fettweis, M., Baeye, M., & Francken, F. (2015). *MOnitoring en MOdellering van het cohesieve sedimenttransport en evaluatie van de effecten op het mariene ecosysteem ten gevolge van bagger- en stortoperatie (MOMO).* Activiteitsrapport (1 juli 2014 - 31 december 2014). KBIN-OD Natuur - BMM rapport .

Kater, B., Cleveringa, J., & Van Onselen, E. (2017). *Voortoets onderhoud vaargeul Oostgat-Sardijngeul - Baggeren en verspreiden specie.* Arcadis rapport.

Kleissen, F. (2018). *Eerstelijnsrapportage Westerschelde 2017.* Deltares rapport 11202233-183.

Kuijper, K., Nederhoff, K., & Vergouwen, S. (2016). *Beheerbibliotheek Zeeuws-Vlaanderen.* Deltares rapport 1220040-002.

Mastbergen, D., Nederhoff, K., Van der Valk, B., & Maarse, M. (2017). *Beheerbiliotheek Walcheren - Beschrijvingen van het kustvak ter ondersteuning van het beheer en onderhoud van de kust.* Deltares rapport 11200538-002.

Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij. (2008). *Profiel Habitattype 1110 - Permanent overstroomde zandbanken, versie 18 dec 2008.*

Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij. (2014). *Profiel Habitattype 1110 - Permanent overstroomde zandbanken, versie sep 2014.*

Plancke, Y., Vereecken, H., Claeys, S., Verwaest, T., & Mostaert, F. (2014). *Hydro- en sedimentdynamica in het mondingsgebied van het Schelde estuarium. Deelrapport 1 - Factual data rapport frame- en puntmetingen periode augustus 2014.* Waterbouwkundig Laboratorium rapport 14_083.

Reise, K. (2002). Sediment mediated species interactions in coastal waters. *Journal of Sea Research, 48*, 127-141.

Santermans, J. (2013). *Achtergrondgrapport Baggeren en Storten. Analyse van sedimenteigenschappen, baggerstatistiek, stortintensiteitskaarten en zandwinning in de Wester- en Beneden-Zeeschelde.* Achtergronddocument. 23 september 2013 - versie 2.0. LTV V&T rapport A-31.

Troost, K., Goudswaard, P., & van Asch, M. (2014). *Monitoring VIBEG voor bodemdieren Vlakte van de Raan. T0 in 2013.* Rapport IMARES.

Troost, K., Perdon, K., Jol, J., van Asch, M., & van den Ende, D. (2015). *Bestanden van mesheften, halfgeknotte strandschepen en andere schelpdieren in de Nederlandse kustwateren in 2015.* Rapport IMARES.

Troost, K., van Asch, M., Craeymeersch, J., Duineveld, G., Escaravage, V., Goudsewaard, P., . . . Wijnhoven, S. (2013). *Monitoringsplan T0 VHR gebieden Noordzee.* Rapport IMARES.

Tulp, I. (2015). *Analyse visgegevens DFS (Demersal Fish Survey) ten behoeve van de compensatiemonitoring Maasvlakte 2.* Rapport IMARES C080/15.

Van Hoey, G., Degraer, S., & Vincx, M. (2004). Macrobenthic community structure of soft-bottom sediments at the Belgian Continental Shelf. (59, Ed.) *Estuarine and Coastal Shelf Science*, 599-613.

Van Lancker, V., Du Four, I., Verfaillie, E., Deleu, S., Schelfaut, K., Fettweis, M., . . . Degraer, S. (2007). *Management, research and budgetting of aggregates in shelf seas related to end-users (Marebasse).* Final Scientific Report. Belgian Science Policy, 139 pp.

Verfaillie, E., Van Lancker, V., & Van Meirvenne, M. (2005). *Multivariate geostatistics for the predictive modelling of the surficial sand distribution in shelf seas.* Continental Shelf Research 26 (19); 2454-2468.

Vroom, J., & Schrijvershof, R. (2015). *Overzicht van menselijke ingrepen in de Westerschelde en haar mondingsgebied in de periode 1985-2014.* Deltares memo 1210301-001-ZKS-0005.

Vroom, J., van Maren, B., van der Werf, J., & van Rooijen, A. (2016). *Zand-slib modellering voor het mondingsgebied van het Schelde-estuarium.* Deltares rapport 1210301-002.

Wijnhoven, S., Duineveld, G., Lavaleye, M., Craeymeersch, J., Troost, K., & van Asch, M. (2013). *Kaderrichtlijn Marien indicatoren Noordzee: naar een uitgebalanceerde selectie van indicator soorten ter evaluatie van habitats en gebieden en scenario's hoe die te monitoren.* Rapport NIOZ, Yerseke.

Wijnhoven, S., Sistermans, W., & Escaravage, V. (2006). *Historische waarnemingen van infana uit het Voordelta gebied.* Rapport NIOO-CEME.

A Observatiepunten hydrodynamica

In deze bijlage worden de coördinaten gegeven van permanente observatiepunten die genoemd zijn in Hoofdstuk 3. Deze zijn opgenomen voor de volledigheid van deze rapportage. Voor Nederlandse meetstations zijn de locaties opgenomen in zowel Rijksdriehoekcoördinaten (EPSG:28992) als in WGS84 coördinaten (EPSG:4978).

Waterstanden

Tabel A.1 Locaties van permanente meetstations voor waterstanden in het Nederlandse deel van de Westerscheldemonding

Station	X	Y	Breedtegraad	Lengtegraad
Breskens handelshaven	28206	380396	51.39846	3.56510
Cadzand windmeetpaal	15205	378670	51.37989	3.37905
Vlakte van de Raan	6075	392714	51.50372	3.24205
Vlissingen	30575	385290	51.44296	3.59740
Westkapelle	19860	394300	51.52145	3.43989

Tabel A.2 Locaties van permanente meetstations voor waterstanden langs de Belgische kust nabij de Westerscheldemonding

Station	Breedtegraad	Lengtegraad
A2 meetpaal	51.36056	3.11806
Blankenberge	51.31056	3.11639
Bol van Heist	51.38944	3.19833
Nieuwpoort	51.15056	2.72806
Oostende	51.23417	2.92667
Scheur Wielingen	51.41806	3.29833
Wandelaar	51.39417	3.04556
Westhinder	51.38833	2.43778
Zeebrugge	51.34639	3.20028

Golven

Tabel A.3 Locaties van permanente meetstations voor golven in het Nederlandse deel van de Westerscheldemonding

Station	X	Y	Breedtegraad	Lengtegraad
Cadzand boei	14800	379250	51.38500	3.37301
Cadzand windmeetpaal	15205	378670	51.37989	3.37905
Deurloo	6071	392601	51.50270	3.24204
Wielingen	17641	383875	51.42725	3.41200

Tabel A.4 Locaties van permanente meetstations voor golven langs de Belgische kust nabij de Westerscheldemonding

Station	***Breedtegraad***	***Lengtegraad***
A2 boei	51.35944	3.11944
Bol van Heist	51.39167	3.20056
Kwintebank	51.34917	2.70556
Nieuwpoort	51.16139	2.69056
Oostende Noord	51.35222	2.88333
Oostende Oosterstaketsel	51.24667	2.92750
Oostende Poortjes	51.28917	2.86306
Raversijde	51.22028	2.86917
Scheur Wielingen	51.40139	3.30194
Thorntonbank Zuid	51.56472	2.98667
Trapegeer	51.13750	2.58306
Wandelaar	51.39194	3.05056
Westhinder	51.38083	2.43556
Zeebrugge Zandopvangkade	51.35556	3.19278
ZW-Akkaert	51.41583	2.81833
Zwin Hoofdgeul	51.37167	3.35833