

Het effect van baggerwerkzaamheden t.b.v. de verruiming op de kokkelbestanden in de Westerschelde

Jeroen Wijsman en Joke Kesteloo

Rapport C081/07



Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Wageningen **IMARES**

Opdrachtgever: Consortium ARCADIS Technum
Postbus 161
6800 AD Arnhem

Publicatiedatum: Augustus 2007

- Wageningen **IMARES** levert kennis die nodig is voor het duurzaam beschermen, oogsten en ruimte gebruik van zee- en zilte kustgebieden (Marine Living Resource Management).
- Wageningen **IMARES** is daarin de kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties voor wie marine living resources van belang zijn.
- Wageningen **IMARES** doet daarvoor strategisch en toegepast ecologisch onderzoek in perspectief van ecologische en economische ontwikkelingen.

© 2007 Wageningen **IMARES**

Wageningen IMARES is een samenwerkingsverband tussen Wageningen UR en TNO.
Wij zijn geregistreerd in het Handelsregister
Amsterdam nr. 34135929,
BTW nr. NL 811383696B04.



A_4_3_1-V2

De Directie van Wageningen IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen IMARES; opdrachtgever vrijwaart Wageningen IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
Summary	5
1. Inleiding	6
1. Aanpak en beschrijving scenario's	7
1.1 Aanpak.....	7
1.2 Scenario's	7
2. Ecotopenkaarten.....	9
2.1 Ecotopenindeling	9
2.2 Ecotooptypen	10
2.3 Effecten baggerscenario's op verdeling van de ecotopen.....	11
3. Schelpdierbestanden.....	16
3.1 Monstername	16
3.2 Selectie van de gegevens.....	16
3.3 Biomassa kokkels en nonnetjes per type ecotoop.....	17
3.4 Kokkelbestanden	23
3.4.1 Berekening totale bestand	23
3.4.2 Resultaten	23
3.4.3 Doorvertaling kokkelbiomassa's naar scholeksters	29
4. Discussie.....	31
5. Referenties	34
6. Verantwoording.....	35

Samenvatting

Als onderdeel van het MER baggerwerkzaamheden Westerschelde zijn de effecten op de kokkelbestanden van twee bagger- en stort scenario's vergeleken met het nulalternatief (voortzetting van het huidige beheer) voor de jaren 2010 en 2015. Uit de resultaten van deze studie is gebleken dat er op korte en middellange termijn (> 5 jaar) weinig effecten worden verwacht voor de kokkelbestanden. Voor het jaar 2010 zullen de kokkelbestanden afnemen met 0.2% tot 0.3% ten opzichte van het nulalternatief. Voor het jaar 2015 wordt er juist een lichte toename van de kokkelbestanden verwacht van 0.4% tot 3% ten opzichte van het nulalternatief. Deze veranderingen zijn minimaal in vergelijking tot de grote jaarlijkse variatie van de kokkelbestanden in de Westerschelde (variatiecoëfficiënt ≈ 0.6).

De kokkelbestanden zijn uitgerekend op basis van de verwachte veranderingen in ecotopen. Uit de analyses blijkt dat de gebruikte ecopenindeling het redelijk goed doet als schatter van de gemiddelde kokkelbiomassa. De meeste kokkels komen voor in het middelhoog en de laaggelegen delen van de laagdynamische slikken en platen. In het oostelijke deel van de Westerschelde worden vrijwel geen kokkels aangetroffen vanwege de lage zoutgehaltes.

Summary

This study is part of the Environmental Impact Assessment (EIA) on the dredging activities in the Westerschelde. In this study the impact of two dredging and dumping scenarios on the cockle stocks are compared to the zero-alternative (continuation of the present situation). The calculations have been done for the short term (2010) and midterm (2015). The study shows that the impact on the total cockle stocks is minor. It is expected that the potential for the cockle stocks in 2010 will be decreased by 0.2% to 0.3% compared to the zero alternative. For 2015 an increase in potential for cockle stocks of 0.4% to 3% is expected. These expected changes are minor compared to the natural year to year fluctuations of the cockle stocks in the Westerschelde (coefficient of variation ≈ 0.6).

The potential cockle stocks are calculated based on the expected changes in ecotope types. The analysis shows that the present ecotope classification is a fairly good indicator for the average cockle biomass at a specific location. The highest cockle biomass in general occurs at the intermediate and lower parts of the intertidal flats with low dynamics. Cockles are almost absent in the eastern part of the Westerschelde due to the low saline conditions in this area.

1. Inleiding

Om de haven van Antwerpen ook in de toekomst bereikbaar te houden zullen er drempels worden uitgebaggerd, waarbij het vrijkomende slib zal worden gestort op stortlocaties. Als gevolg hiervan zal de morfologie van de slikken en platen in de Westerschelde veranderen. Dit kan gevolgen hebben voor de schelpdierbestanden in de Westerschelde en daarmee ook voor vogels die foerageren op deze schelpdieren zoals scholeksters.

Voor de milieueffect rapportage (MER) baggerwerkzaamheden Westerschelde die wordt uitgevoerd door een consortium onder leiding van Arcadis-Technum, in opdracht van Projectdirectie uitvoering ontwikkelingsschets Schelde-estuarium (PROSES), is er behoefte om de effecten op scholeksters kwantitatief door te rekenen met het WEBTICS model (Rappoldt et al. 2004). Een belangrijke randvoorwaarde van het WEBTICS model is een schatting van bestand aan kokkels en nonnetjes op de droogvallende slikken en platen in de Westerschelde dat door de scholeksters kan worden benut. In de onderhavige studie zijn de verwachte bestanden aan kokkels in de Westerschelde berekend voor verschillende bagger en stortscenario's. De resultaten van de berekeningen zijn gebruikt voor de scholekster berekeningen op een vergelijkbare wijze zoals is gedaan bij de studie van de effecten van zandhonger in de Oosterschelde (Rappoldt et al. 2006, Wijsman 2007).

De bagger- en stortwerkzaamheden die gaan worden uitgevoerd kunnen de kokkelbestanden op diverse manieren beïnvloeden. Op korte termijn zullen de effecten vooral worden veroorzaakt door het begraven van kokkels onder een laag baggerspecie en de vertroebeling van het water wat effect kan hebben op de voedselbeschikbaarheid voor de kokkels. Op langere termijn zullen de effecten voornamelijk worden veroorzaakt door een verandering in (de kwaliteit van) het habitat (leefomgeving). De onderhavige studie beperkt zich tot de effecten die worden veroorzaakt door de veranderingen in habitat type. De genoemde korte termijn effecten zijn geen onderdeel van deze studie. Habitat modellen verklaren doorgaans slechts een beperkt deel van de variatie in de kokkelbiomassa's (Steenbergen & Meesters 2006). Een groot deel van de restvariatie wordt bepaald door de populatiedynamiek van de kokkels als gevolg van rekrutering, groei en sterfte. Deze processen worden sterk beïnvloed door factoren als troebelheid, voedselbeschikbaarheid en temperatuur, en kunnen dus deels beïnvloed worden door de baggerwerkzaamheden. Deze populatiedynamische processen worden niet meegenomen in het hier voorgestelde onderzoek.

In deze studie is ervoor gekozen om de veranderingen in kokkelbestanden berekend op basis van een ecotopenbenadering, waarbij gebruik is gemaakt van ecotopenkaarten die in het kader van de MER studie zijn gemaakt door Alkyon. In hoofdstuk 1 wordt de algemene aanpak van dit onderzoek beschreven en er wordt een overzicht gegeven van de verschillende bagger- en stort scenario's die zijn doorgerekend. De klasse-indelingen die zijn gebruikt voor het maken van de ecotopenkaarten zijn gegeven in hoofdstuk 2. In dit hoofdstuk worden ook de ecotopenkaarten die zijn gebruikt in deze studie gepresenteerd. Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de schelpdiergegevens. Er wordt aangegeven welke selectie er is gemaakt uit de database. Vervolgens zijn de gemiddelde biomassa's kokkels (en nonnetjes) per type ecotoop berekend. Deze gegevens zijn gebruikt om de door Alkyon berekende veranderingen in ecotoopverdelingen te vertalen naar veranderingen in kokkelbestanden voor de verschillende scenario's. In hoofdstuk 4 tenslotte worden de resultaten van deze studie bediscussieerd.

Dank gaat uit naar Kees Rappoldt en Floor Heinis voor de goede samenwerking tijdens de voorbereiding en uitvoering van dit onderzoek. Michiel van Reen en Gijs van Banning (Alkyon) hebben in belangrijke mate bijgedragen aan dit project door het tijdig beschikbaar stellen van de benodigde ecotopenkaarten. Tenslotte danken wij Johan Craeymeersch en Floor Heinis voor hun nuttige commentaar op eerdere versies van dit rapport.

1. Aanpak en beschrijving scenario's

1.1 Aanpak

In deze studie wordt het voorkomen van kokkels in de Westerschelde in de toekomst voorspeld door middel van een ecotopenbenadering. Uitgangspunt bij de ecotopenbenadering is dat het type ecotoop¹ een belangrijke parameter is voor de kwaliteit van een habitat en daarmee een verklarende variabele is voor het potentiële voorkomen van allerlei levensgemeenschappen (Bouma et al. 2005). De ecotopen zijn gebaseerd op diverse omgevingscondities (e.g. bodemhoogte, stroomsnelheden, zoutgehalte, sedimentsamenstelling) die van invloed zijn op het voorkomen van kokkels en nonnetjes (Steenbergen & Meesters 2006).

Metingen van kokkels uit verschillende jaren zijn "geprikt" op de ecotopenkaart. Voor ieder type ecotoop is berekend wat de gemiddelde kokkelbiomassa (en spreiding in de kokkelbiomassa) is. Aangenomen is dat deze gemiddelde kokkelbiomassa representatief is voor het betreffende ecotooptype. De voorspelde veranderingen in ecotooptypes (berekend door Alkyon) als gevolg van de geplande baggerwerkzaamheden kunnen daardoor rechtstreeks vertaald worden naar potentiële veranderingen in kokkelbiomassa's.

1.2 Scenario's

Door Alkyon zijn de effecten van diverse scenario's doorgerekend met behulp van hydrodynamische- en morfologische modellen. In onderhavig rapport zijn van drie van deze scenario's de effecten op kokkels berekend:

- **Nul alternatief:** Niet (extra) baggeren en voortzetting van het huidige beheer.
- **Projectalternatief P4N:** Baggeren en de bagger tijdens de aanleg uitsluitend in de nevengeulen deponeren en tijdens het onderhoud deels ook in de hoofdgeul deponeren.
- **Projectalternatief P4P:** Baggeren en de bagger bij aanleg uitsluitend op de randen van de platen onder de laagwaterlijn deponeren en tijdens het onderhoud zoveel mogelijk op de randen van de platen onder de laagwaterlijn deponeren.

De effecten op de morfologische veranderingen en de hieraan gerelateerde veranderingen in stroomsnelheden en zoutgehalten van de drie scenario's zijn met modellen doorgerekend voor de jaren 2010 (effecten van aanleg van de verruimde vaargeul), 2015 en 2030 (resp. korte en middellange termijn effecten van aanwezigheid en onderhoud van de verruimde vaargeul). In de onderhavige studie zijn alleen de berekeningen van de drie scenario's voor de jaren 2010 en 2015 gebruikt, omdat de effecten ten opzichte van het nulalternatief in deze jaren over het algemeen het grootst waren. Naast deze scenarioberekeningen is er ook een modelberekening voor de huidige situatie (2005) uitgevoerd (zie Tabel 1).

¹ Een ecotoop is een ruimtelijk te begrenzen ecologische eenheid waarvan de samenstelling en ontwikkeling worden bepaald door abiotische, biotische en antropogene condities ter plaatse. Een ecotoop is een herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheid (Bouma H, Lievaart MA, De Jong DJ (2002) Stand van zaken ontwikkeling pelagisch ecotopenstelsel december 2002. Report No. RIKZ/OS/2002.840x, RIKZ, Middelburg

Tabel 1 Overzicht van de verschillende berekeningen die zijn gebruikt in onderhavige studie

Berekening	Code	Omschrijving
1	hs_nal05n	Huidige situatie 2005
2	na_nal10n	Nul alternatief in 2010
3	na_nal15n	Nul alternatief in 2015
4	p4n_nal10n	Project alternatief P4N in 2010
5	p4n_nal15n	Project alternatief P4N in 2015
6	p4p_nal10n	Project alternatief P4P in 2010
7	p4p2_nal15n	Project alternatief P4P in 2015

2. Ecotopenkaarten

2.1 Ecotopenindeling

Voor de Westerschelde is een ecotopenindeling gemaakt, gebaseerd op de ZES (Zoute wateren EcotopenStelsel) classificatie (Bouma et al. 2005). De classificatie die hier is gebruikt is een hiërarchische classificatie gebaseerd op de parameters zoutgehalte (Tabel 2), diepte (Tabel 3) en hydrodynamiek (Tabel 4). Daarnaast is er in onderhavige studie nog onderscheid gemaakt in ecotopen gelegen in de verschillende deelgebieden van de Westerschelde (Figuur 1) omdat deze duidelijke verschillen hebben in kokkelbiomassa's. In het Oostelijk deel van de Westerschelde worden vrijwel geen kokkels aangetroffen terwijl in het Westelijk deel de kokkelbiomassa's het grootst zijn.

Tabel 2 Classificatie op basis van zoutgehalte bepaald uit modelberekeningen bij hoogwater tijdens doottij-springtij cyclus met een gemiddelde zoetwateraanvoer.

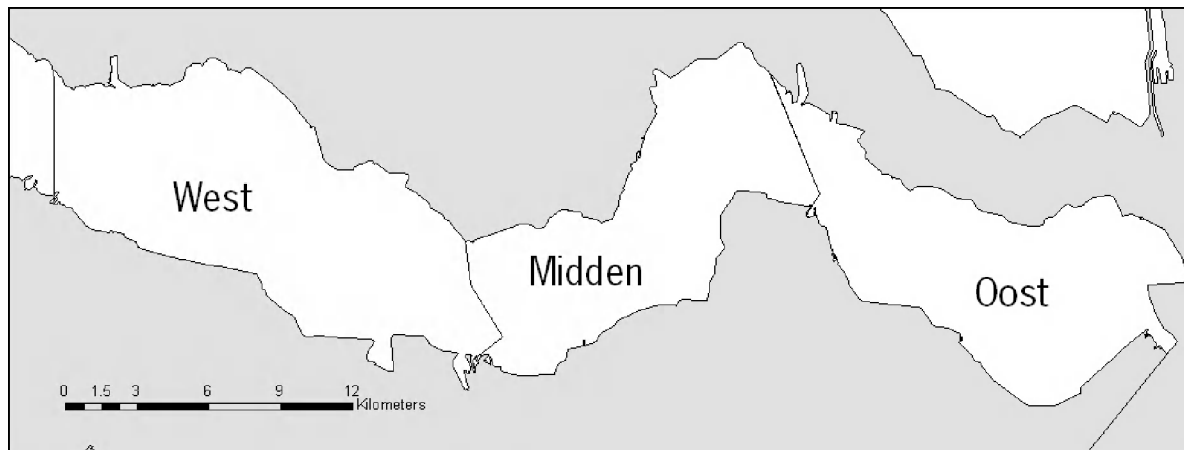
Klasse	Zoutgehalte
Brak	5.4 - 16.3
Zout	>16.3

Tabel 3 Classificatie op basis van waterdiepte en droogvalduur. GLWS staat voor gemiddeld laagwater tijdens springtij en GHWD staat voor gemiddeld hoogwater tijdens doottij.

Klasse	Waterdiepte
sublitoraal diep	Dieper dan 5 meter onder GLWS
sublitoraal vrijdiep	Tussen 2 en 5 meter onder GLWS
sublitoraal ondiep	Tussen 0 en 2 meter onder GLWS
litoraal laag	Boven GLWS en minder dan 25% droogvallend
litoraal middelhoog	Tussen 25% en 75% droogvallend
litoraal hoog	Onder GHWD en meer dan 75% droogvallend
supralitoraal	Boven GHWD

Tabel 4 Classificatie op basis van gemiddelde stroomsnelheden bepaald uit modelberekeningen over een doottij-springtij cyclus.

Klasse	Stroomsnelheid (m s ⁻¹)
Laagdynamisch	< 0.65
Hoogdynamisch	> 0.65



Figuur 1 Deelgebieden west, midden en oost in de Westerschelde

2.2 Ecotooptypen

Op basis van de genoemde parameters zijn er ecotopenkaarten gemaakt voor de Westerschelde. In totaal zijn er 24 ecotopen onderscheiden (Tabel 5). Ieder ecotoop heeft zijn unieke code (B.xxx of Z.xxx). Daarnaast hebben de ecotopen nog een of meer nummers die betrekking hebben op een lager hiërarchisch niveau.

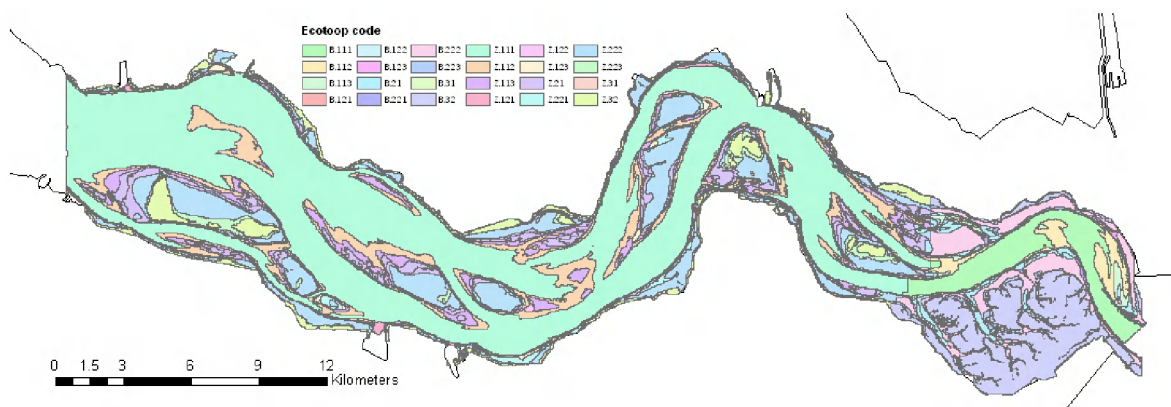
Voor de hoogdynamische litorale ecotopen (B.21 en Z.21) is geen verdere opsplitsing gemaakt op basis van droogvalduur. Voor de berekening van de kokkelbiomassa's is deze opsplitsing wel gemaakt. Ecotoopnummers 242 en 243 zijn litoraal laag (< 25% droogvallend), ecotoopnummers 252 en 253 zijn litoraal midden (25% - 75% droogvallend) en ecotoopnummers 262 en 263 zijn litoraal hoog (> 75% droogvallend).

Tabel 5 Ecotopen indeling die is gebruikt in de onderhavige studie.

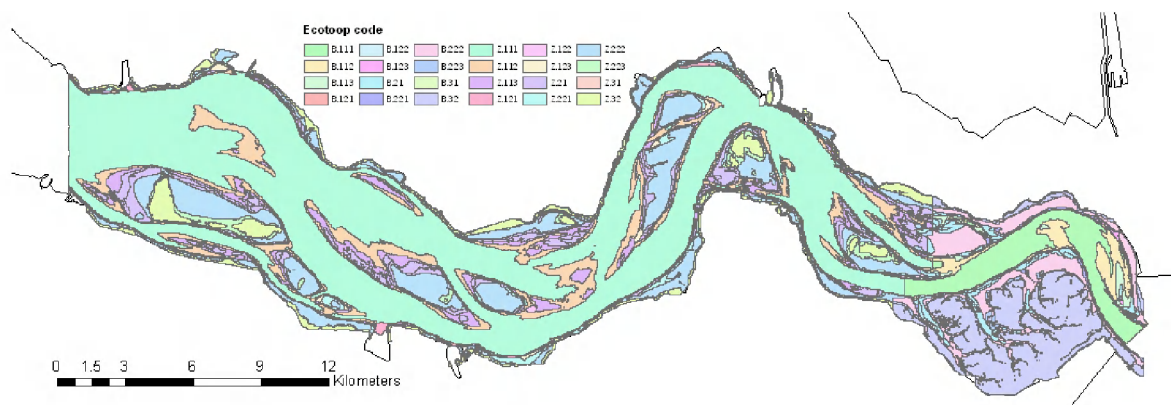
Beschrijving	Code	Nummer
brak sublitoraal diep hoogdynamisch	B.111	212
brak sublitoraal vrijdiep hoogdynamisch	B.112	222
brak sublitoraal ondiep hoogdynamisch	B.113	232
brak sublitoraal diep laagdynamisch	B.121	112
brak sublitoraal vrijdiep laagdynamisch	B.122	122
brak ondiep sublitoraal laagdynamisch	B.123	132
brak litoraal hoogdynamisch	B.21	242, 252, 262
brak litoraal laag laagdynamisch	B.221	142
brak litoraal middelhoog laagdynamisch	B.222	152
brak litoraal hoog laagdynamisch	B.223	162
brak supralitoraal hoogdynamisch	B.31	272
brak supralitoraal laagdynamisch	B.32	172
zout sublitoraal diep hoogdynamisch	Z.111	213
zout sublitoraal vrijdiep hoogdynamisch	Z.112	223
zout sublitoraal ondiep hoogdynamisch	Z.113	233
zout sublitoraal diep laagdynamisch	Z.121	113
zout sublitoraal vrijdiep laagdynamisch	Z.122	123
zout sublitoraal ondiep laagdynamisch	Z.123	133
zout litoraal hoogdynamisch	Z.21	243, 253, 263
zout litoraal laag laagdynamisch	Z.221	143
zout litoraal middelhoog laagdynamisch	Z.222	153
zout litoraal hoog laagdynamisch	Z.223	163
zout supralitoraal hoogdynamisch	Z.31	273
zout supralitoraal laagdynamisch	Z.32	173

2.3 Effecten baggerscenario's op verdeling van de ecotopen

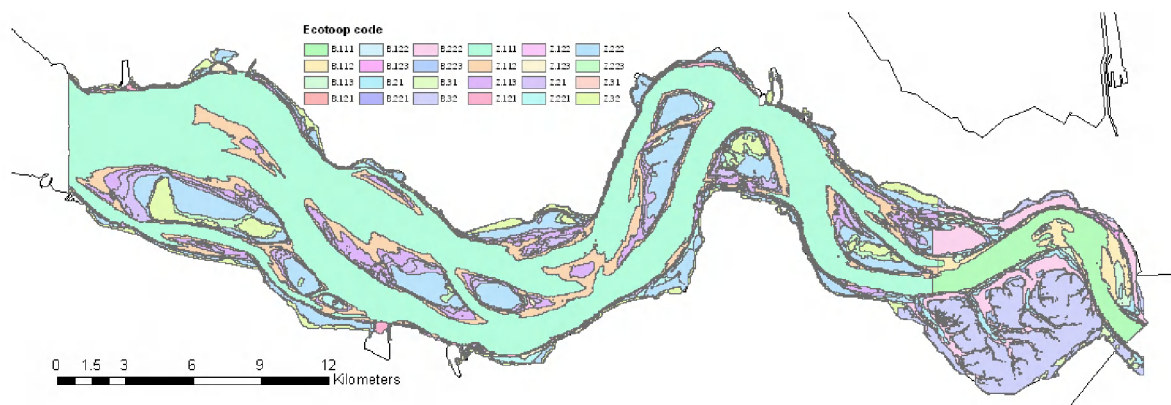
De door Alkyon berekende ecotopenkaarten voor de verschillende modelberekeningen, die zijn gebruikt in deze studie, zijn weergegeven in Figuur 2 tot en met Figuur 8. De berekende oppervlakten van de diverse ecotopen zijn weergegeven in Tabel 6.



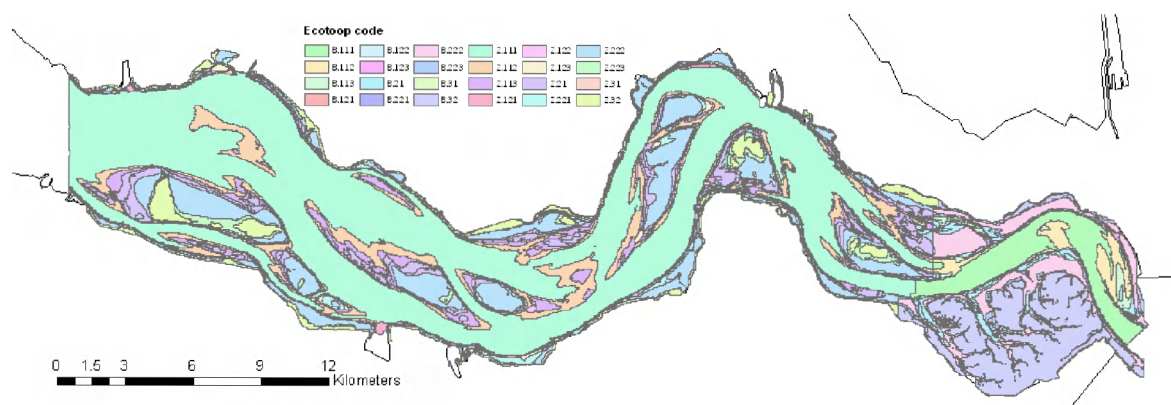
Figuur 2 Ecotopenkaart huidige situatie (2005) (Data Alkyon)



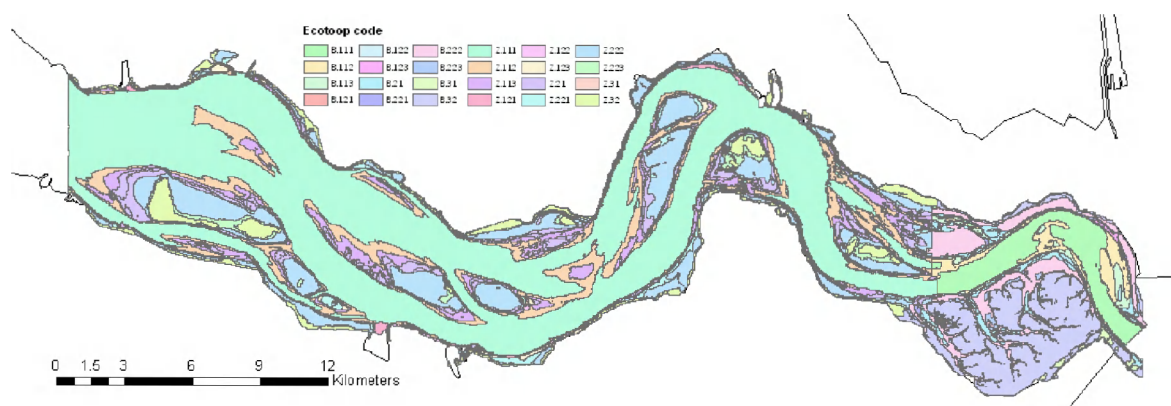
Figuur 3 Ecotopenkaart nulalternatief (2010) (Data Alkyon)



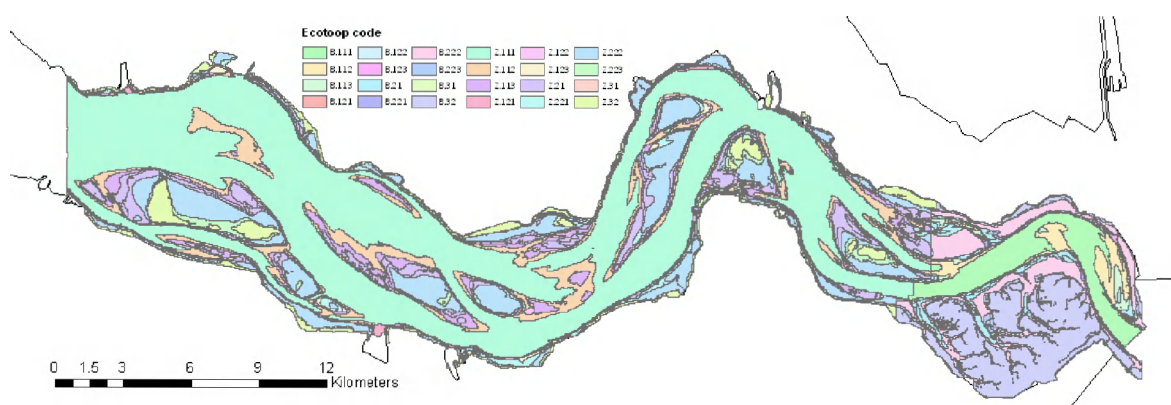
Figuur 4 Ecotopenkaart nulalternatief (2015) (Data Alkyon)



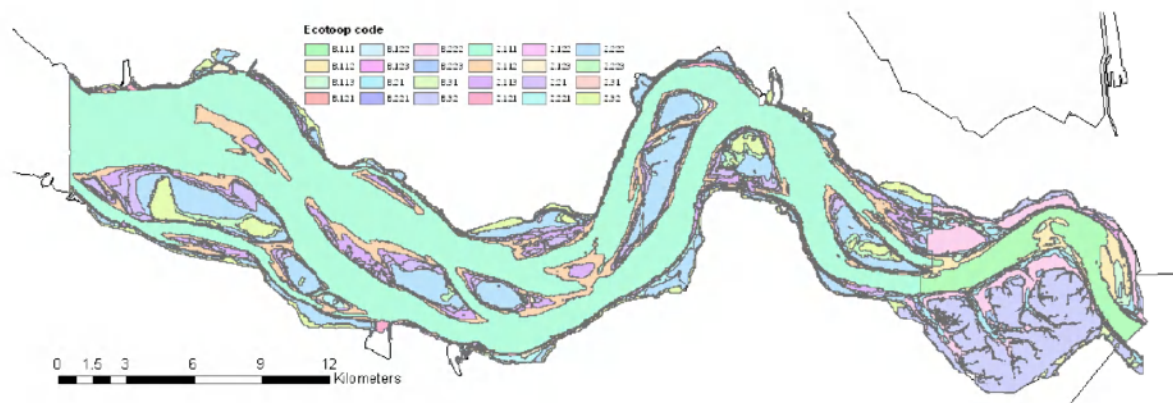
Figuur 5 Ecotopenkaart projectalternatief P4N (2010) (Data Alkyon)



Figuur 6 Ecotopenkaart projectalternatief P4N (2015) (Data Alkyon)



Figuur 7 Ecotopenkaart projectalternatief P4P (2010) (Data Alkyon)



Figuur 8 Ecotopenkaart projectalternatief P4P (2015) (Data Alkyon)

Tabel 6 Oppervlakten van de diverse ecotooptypen berekend voor de verschillende situaties (Data Alkyon).

	2005	2010			2015		
	Huidlge situatie	Nul alternatief	Proj. alternatief P4N	Proj. alternatief P4P	Nul alternatief	Proj. alternatief P4N	Proj. alternatief P4P
	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]
B.111	1228	1217	1202	1202	1179	1148	1210
B.112	428	425	421	420	431	448	454
B.113	154	150	147	147	193	192	205
B.121	0	0	0	0	0	0	1
B.122	1	1	1	1	6	7	7
B.123	24	23	23	23	44	44	46
B.21	497	505	474	474	388	399	413
B.221	92	91	89	89	77	72	78
B.222	1108	1091	1102	1102	1026	1035	1063
B.223	160	160	158	158	147	148	149
B.31	4	5	4	4	36	36	37
B.32	2178	2169	2156	2156	2103	2098	2111
Z.111	13790	13827	13814	13829	13896	13839	13831
Z.112	2623	2620	2648	2502	2727	2768	2542
Z.113	1431	1439	1462	1401	1651	1685	1543
Z.121	49	48	45	45	54	59	60
Z.122	57	56	54	53	72	68	76
Z.123	190	190	188	177	219	215	226
Z.21	1704	1724	1755	1947	1552	1541	1529
Z.221	451	454	449	461	441	441	471
Z.222	3119	3120	3101	3101	3064	3052	3266
Z.223	381	388	392	392	367	365	380
Z.31	4	4	4	4	5	6	5
Z.32	712	681	697	697	707	719	684
Totaal	30386	30386	30386	30386	30386	30386	30386

Op het eerste gezicht zit er niet veel verschil in de ruimtelijke verdelingen van de ecotopen voor de verschillende berekeningen. De verschillen zijn vooral lokaal, langs de randen van de slikken en platen. De grootste effecten van de ingreep ten opzichte van het nulalternatief zijn te zien in het hoogdynamische diep sublitoraal (Z.111), vrijdiep sublitoraal (Z.112), en ondiep sublitoraal (Z.113) (gemiddelde afname van 20 tot 60 ha), het litoraal hoogdynamisch (Z.21) en het middelhoog litoraal laagdynamisch (Z.222). Dit zijn dan ook de ecotopen met de grootste oppervlakten.

3. Schelpdierbestanden

3.1 Monsternamen

Sinds 1990 wordt er door IMARES in opdracht van het ministerie van LNV jaarlijks het kokkelbestand in de Oosterschelde en Waddenzee geïnventariseerd. In de Westerschelde vindt deze jaarlijkse inventarisatie plaats sinds 1992. Deze bestandsopnamen vinden plaats in de maand mei. In de Westerschelde wordt er op vaste locaties, gelegen op raaien van zuid naar noord bemonsterd met behulp van de steekbuis of kokkelschuif (Figuur 9). De inventarisatie is vooral gericht op de droogvallende slikken en platen. De afstand tussen de raaien is 0.5 geografische minuut (ca. 555 meter). In het Oostelijk deel van de Westerschelde is de afstand tussen de raaien 1 geografische minuut (ca. 1110 meter). De afstand tussen de monsterpunten binnen de raaien is altijd 0.25 geografische minuut (ca. 460 meter). Na 2001 is er overgestapt van een monstergrid gebaseerd op het ED50 (European Datum 1950) coördinatenstelsel naar een grid gebaseerd op WGS84 (World Geodetic System 1984). Als gevolg hiervan zijn de monsterpunten een 127 meter naar het noord-oosten verschoven. De onderlinge afstand tussen de punten is niet veranderd.

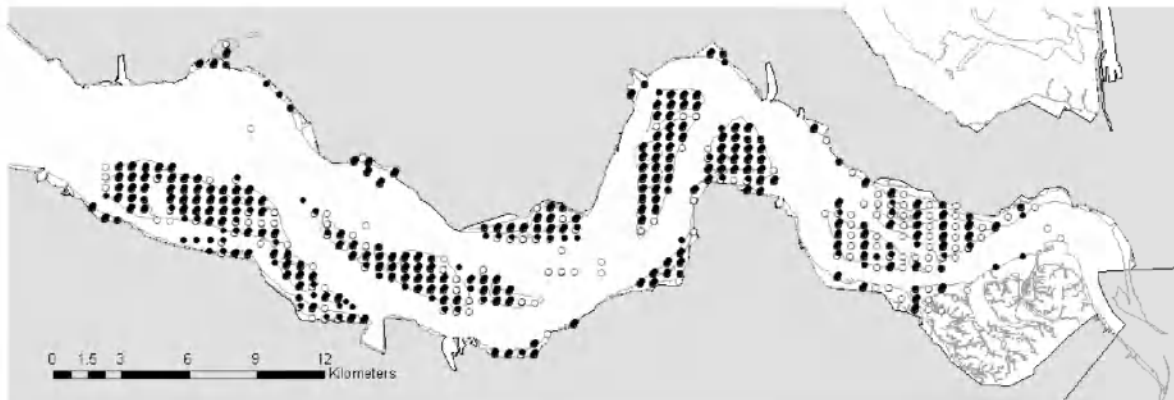


Figuur 9 Steekbuis (links) en kokkelschuif (rechts) die worden gebruikt voor de IMARES-survey (Bult et al. 2004)

Jaarlijks worden er zo'n 250 stations bemonsterd. Het litoraal van de Westerschelde is daarmee volledig gedekt. De verzamelde monsters worden in het veld gezeefd en uitgezocht. Indien nodig wordt een deelmonster genomen op basis van het volume. De aanwezige kokkels worden gesorteerd naar leeftijd (1-jarig, 2-jarig en meerjarig), geteld en gewogen (g versgewicht) (Kesteloo et al. 2005). De nonnetjes die in de monsters zijn aangetroffen worden ook geteld en gewogen (g versgewicht). Alle gegevens worden ingevoerd in een centrale database. Voor een uitgebreidere beschrijving van de opname wordt verwezen naar Bult et al. (2004).

3.2 Selectie van de gegevens

Zoals hierboven beschreven wordt de schelpdiersurvey in de Westerschelde al uitgevoerd sinds 1992. Voor de huidige studie zijn alleen de gegevens gebruikt die zijn verzameld in de jaren 2001 tot en met 2006 om te "prikken" op de ecotopenkaart huidige situatie 2005. Het argument hierbij is dat de gegevens van voor 2001 te oud zijn om met enige zekerheid te kunnen relateren aan de ecotopenkaart uit 2005. In Figuur 10 wordt een overzicht gegeven van alle locaties die zijn bemonsterd sinds 1992. De zwarte bolletjes geven aan welke locaties in de periode 2001 tot en met 2006 zijn bemonsterd en welke dus gebruikt zijn in deze studie. In totaal zijn er ten behoeve van de jaarlijkse kokkelinventarisatie 3859 monsters genomen in de Westerschelde (tot en met 2006), waarvan 1457 in de periode 2001 tot en met 2006 en welke zijn gebruikt in deze studie.



Figuur 10 Monsterlocaties kokkels in de Westerschelde. De open rondjes zijn alleen bemonsterd in de periode 1992 t/m 2000 en zijn niet gebruikt in onderhavige studie. De zwarte punten zijn bemonsterd in de periode 2001 t/m 2006 en zijn wel gebruikt in onderhavige studie

3.3 Biomassa kokkels en nonnetjes per type ecotoop.

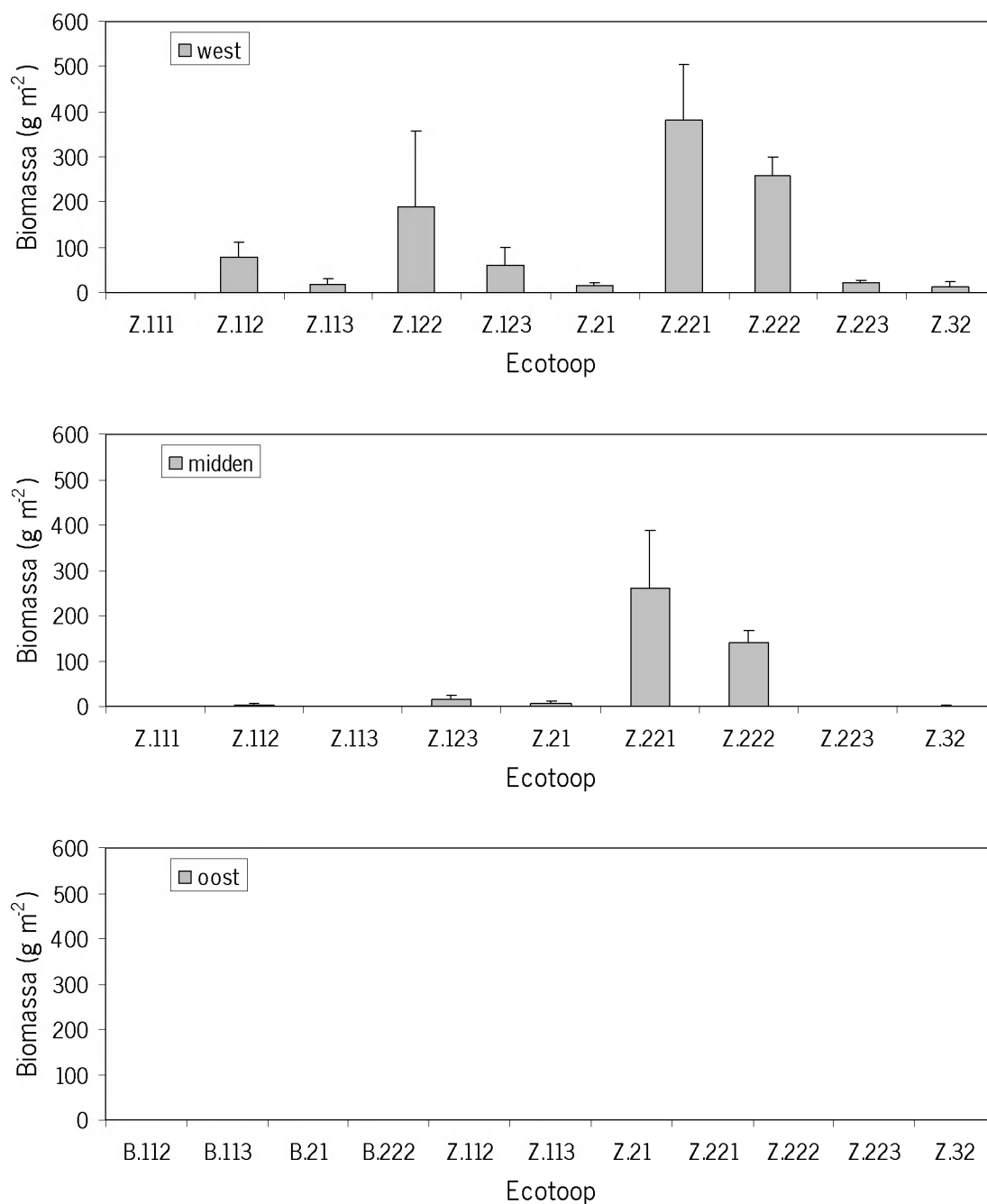
De geselecteerde 1457 monsterpunten zijn “geprikt” op de ecotopenkaart “huidige situatie 2005” (Figuur 2). Het monitoringsprogramma is niet gestratificeerd opgezet met betrekking tot verdeling van de ecotopen. Hierdoor is er in sommige ecotooptypen niet, of slechts in beperkte mate bemonsterd (Tabel 7). Dit geldt vooral voor de diepe delen van de Westerschelde (ecotooptypen X.111; diep, hoogdynamisch en X.121; diep laagdynamisch) maar ook voor de ecotooptypen met een beperkt oppervlakte zoals het hoogdynamische supralitoraal (X.31) en het laagdynamisch sublitoraal (X.121, X.122 en X.123). Per ecotooptype (zowel voor de codes als voor de nummers) is de gemiddelde biomassa en standaarddeviatie aan kokkels berekend die in de corresponderende monsterpunten is aangetroffen (Tabel 8).

Tabel 7 Aantal monsterlocaties (2001 t/m 2006) binnen de verschillende ecotootypen per deelgebied

Code	Nummer	West	Midden	Oost	Totaal
B.111	212	-	-	-	-
B.112	222	-	-	1	1
B.113	232	-	-	9	9
B.121	112	-	-	-	-
B.122	122	-	-	-	-
B.123	132	-	-	-	-
B.21	242	-	-	21	21
	252	-	-	18	18
	262	-	-	-	-
B.221	142	-	-	-	-
B.222	152	-	-	34	34
B.223	162	-	-	-	-
B.31	272	-	-	-	-
B.32	172	-	-	-	-
Z.111	213	11	2	-	13
Z.112	223	44	34	11	89
Z.113	233	87	21	25	133
Z.121	113	-	-	-	-
Z.122	123	5	-	-	5
Z.123	133	12	27	-	39
Z.21	243	80	54	8	142
	253	67	71	12	150
	263	-	-	-	-
Z.221	143	44	48	12	104
Z.222	153	262	283	52	597
Z.223	163	29	33	5	67
Z.31	273	-	-	-	-
Z.32	173	14	15	6	35
Totaal		655	588	214	1457

Tabel 8 Gemiddelde kokkelbiomassa (2001 t/m 2006) en standaarddeviatie binnen de verschillende ecotootypen per deelgebied

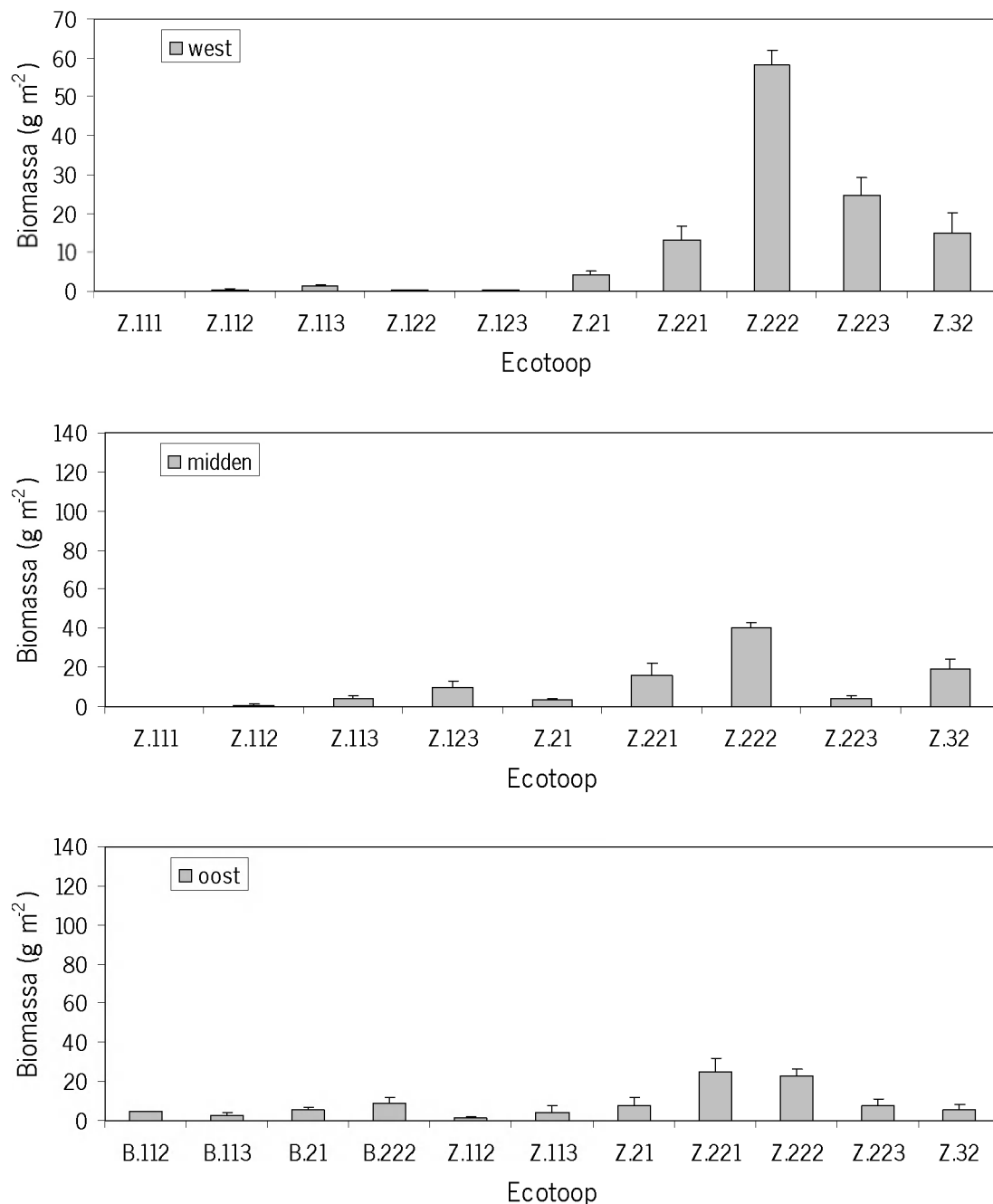
Code	Nummer	West		Midden		Oost		Totaal	
		gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev	gem	stdev
B.111	212	-							
B.112	222	-	-	-	-	0.00	-	0.00	-
B.113	232	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00
B.121	112	-	-	-	-	-	-	-	-
B.122	122	-	-	-	-	-	-	-	-
B.123	132	-	-	-	-	-	-	-	-
B.21	242	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00
	252	-	-	-	-	0.11	0.47	0.11	0.47
	262	-	-	-	-	-	-	-	-
B.221	142	-	-	-	-	-	-	-	-
B.222	152	-	-	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00
B.223	162	-	-	-	-	-	-	-	-
B.31	272	-	-	-	-	-	-	-	-
B.32	172	-	-	-	-	-	-	-	-
Z.111	213	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00
Z.112	223	79.15	223.22	4.36	18.17	0.00	0.00	40.80	161.02
Z.113	233	19.18	90.54	0.00	0.00	0.00	0.00	12.55	73.65
Z.121	113	-	-	-	-	-	-	-	-
Z.122	123	188.60	421.72	-	-	-	-	188.60	421.72
Z.123	133	58.83	145.30	16.00	35.59	-	-	29.18	85.90
Z.21	243	18.84	93.15	0.15	1.07	0.00	0.00	10.67	70.34
	253	9.25	31.41	11.09	85.50	0.00	0.00	9.39	62.28
	263	-	-	-	-	-	-	-	-
Z.221	143	379.72	841.79	259.08	912.32	0.00	0.00	280.22	830.19
Z.222	153	256.99	683.52	139.55	455.86	0.00	0.00	178.94	555.99
Z.223	163	20.99	40.87	0.00	0.00	0.00	0.00	9.09	28.61
Z.31	273	-	-	-	-	-	-	-	-
Z.32	173	13.03	48.06	0.78	3.04	0.00	0.00	5.55	30.42



Figuur 11 Gemiddelde biomassa kokkels per ecotooptype in de Westerschelde. Foutenbalk geeft de standaardfout (SEM) aan. Ecotooptypes zonder waarnemingen zijn niet weergegeven

In Figuur 11 is te zien dat het type ecotoop een redelijke voorspelling geeft voor de kokkelbiomassa. De meeste kokkels komen voor in het middelhoog en de laaggelegen delen van de laagdynamische slikken en platen (Z.221 en Z.222). In het westelijke deel van de Westerschelde zijn er ook nog relatief hoge kokkelbiomassa's gevonden in het laagdynamische deel van het ondiep en vrijdiep sublitoraal (Z.122 en Z.123) en hoogdynamische vrijdiepe sublitoraal (Z.112). In het oostelijk deel van de Westerschelde worden vrijwel geen kokkels gevonden. Er moet

hierbij worden opgemerkt dat sommige ecotooptypes niet zijn bemonsterd, waardoor er over deze ecotopen geen uitspraak gedaan kan worden. Ook zijn er ecotooptypen slechts in beperkte mate bemonsterd, waardoor de geldigheid van de uitspraken beperkt is (zie Tabel 7). Zo zijn er voor ecotooptype Z.122 (zout sublitoraal, vrijdiep, laagdynamisch) slechts 5 waarnemingen in het westelijk deelgebied. Voor het type Z.123 (zout sublitoraal, ondiep, laagdynamisch) slechts 12 in het westelijk deelgebied en Z.32 (supralitoraal laagdynamisch) slechts 14 waarnemingen in het westelijk deelgebied.



Figuur 12 Gemiddelde biomassa nonnetjes per ecotooptype in de Westerschelde. Foutenbalk geeft de standaardfout (SEM) aan. Ecotooptypes zonder waarnemingen zijn niet weergegeven

Naast de kokkels worden tijdens de bestandsopnames ook de nonnetjes meegenomen en opgenomen in de database. Deze gegevens zijn, net zoals voor de kokkels, “geprikt” op de ecotopenkaart en de gemiddelde biomassa’s zijn berekend. In Figuur 12 is te zien dat de nonnen in vergelijking tot de kokkels homogener verspreid zijn over de verschillende ecotopen en over de deelgebieden. Er kan dan ook worden gesteld dat de gehanteerde ecotopenindeling een betere voorspelling geeft voor de kokkels dan voor de nonnetjes. In het oostelijk deel van de Westerschelde, waar vrijwel geen kokkels worden aangetroffen worden wel nonnetjes gevonden, zij het dat de gemiddelde biomassa iets lager is dan in het midden en het westelijke deelgebied. De grootste biomassa aan nonnetjes worden gevonden op de droogvallende delen van de laagdynamische platen tot in het supralitoraal.

3.4 Kokkelbestanden

3.4.1 Berekening totale bestand

Op basis van de gemiddelde kokkelbiomassa per type ecotoop en de door Alkyon voorspelde veranderingen in ecotopen zijn de verwachte veranderingen in kokkelbiomassa's berekend. Hiertoe zijn de ecotopenkaarten (met als waarde het ecotoopnummer, zie Tabel 5) omgezet naar ASCII-grid bestanden met dimensies:

- Ncols 2419
- Nrows 830
- Xllcorner 27877
- Yllcorner 371012
- Cellsize 20

De ecotoopkaarten zijn omgezet naar biomassa kaarten waarbij het ecotoopnummer is vervangen door het bijbehorende kokkelbiomassa voor het betreffende deelgebied volgens Tabel 8. Voor alle niet bestaande ecotopen (B.xxx ecotopen in het westelijk- en midden deel van de Westerschelde en Z.xxx ecotopen in het Oostelijk deel van de Westerschelde) is een gemiddelde kokkelbiomassa van 0 g m⁻² aangenomen (iedere andere keuze was ook mogelijk en zou geen effect hebben op de verdere berekeningen). Voor alle ecotopen in het brakke gedeelte van de Westerschelde (B.xxx), waar geen metingen van kokkels beschikbaar waren is aangenomen dat de gemiddelde kokkelbiomassa 0 g m⁻² is. Ook in de zoute, diepe sublitorale ecotopen (Z.111 en Z.121) is een gemiddelde kokkelbiomassa van 0 g m⁻² verondersteld. Voor de supralitorale ecotopen (B.31 en Z.31 nummer 262 alsmede Z.21 nummer 263) wordt eveneens een gemiddelde biomassa van 0 g m⁻² verondersteld. In deze gebieden komen doorgaans weinig tot geen kokkels voor. Daarbij zijn de oppervlaktes van deze ecotopen zeer laag (<7 ha) waardoor een verkeerde inschatting weinig gevolgen zal hebben voor het berekende totale bestand aan kokkels.

De totale kokkelbiomassa is berekend voor iedere ecotopenkaart door de gemiddelde biomassa per gridcel te vermenigvuldigen met het oppervlakte van de gridcel (400 m²) en te sommeren over het hele gebied:

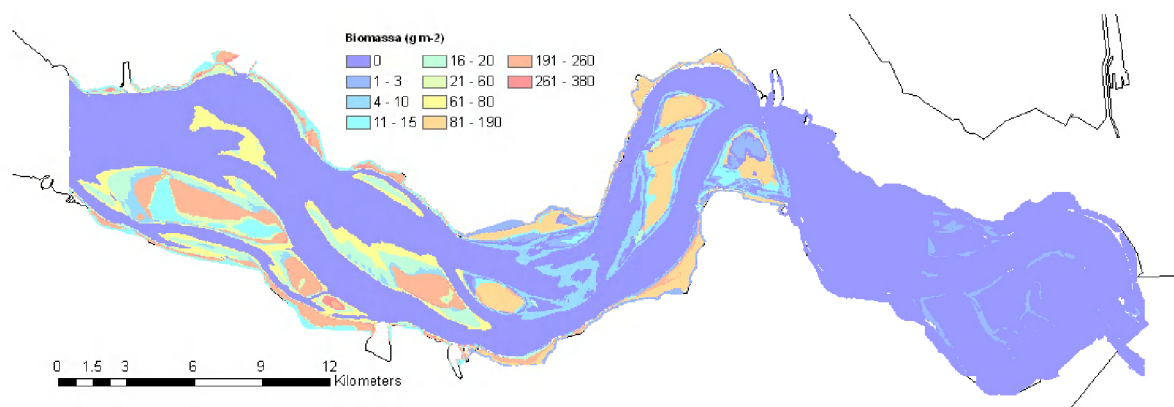
$$S = \sum_{i=1}^n (B_i \cdot a) \cdot 10^{-9}$$

Waarbij:

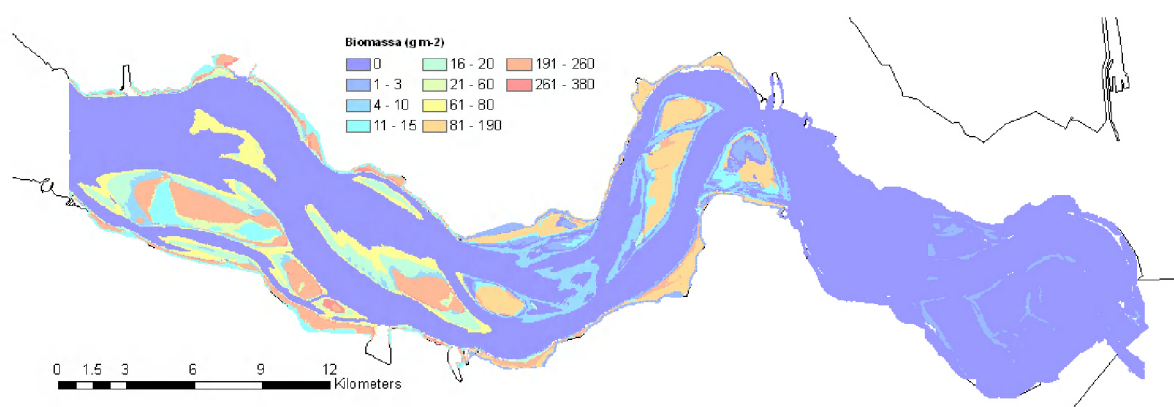
- S = kokkelbestand (miljoen kg versgewicht)
- B_i = gemiddelde kokkelbiomassa per gridcel i (g versgewicht m⁻²)
- a = oppervlakte gridcel (400 m²)
- n = aantal gridcellen (2 007 770)

3.4.2 Resultaten

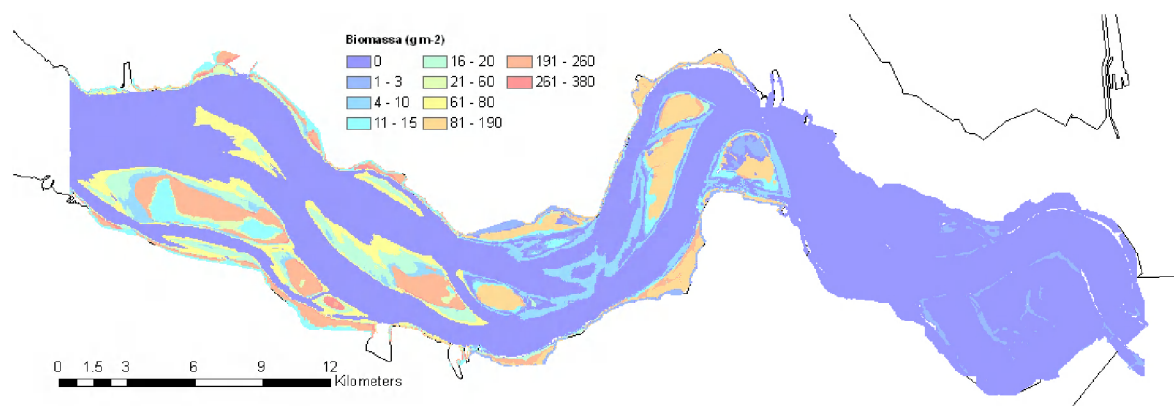
De ruimtelijke verdeling van de kokkelbiomassa's zijn weergegeven in Figuur 13 tot en met Figuur 19. Deze verdeling komt overeen met de verdeling van de ecotopen. Uit deze figuren komt duidelijk de indeling van de Westerschelde in de deelgebieden west, midden en oost naar boven. De ecotopen in het oostelijk deelgebied bevatten vrijwel geen kokkels. De hoogste gemiddelde kokkelbiomassa's zijn terug te vinden in ecotoop Z.221 (laagdynamische, laaggelegen delen van de droogvallende slikken en platen) in het westelijk deel van de Westerschelde.



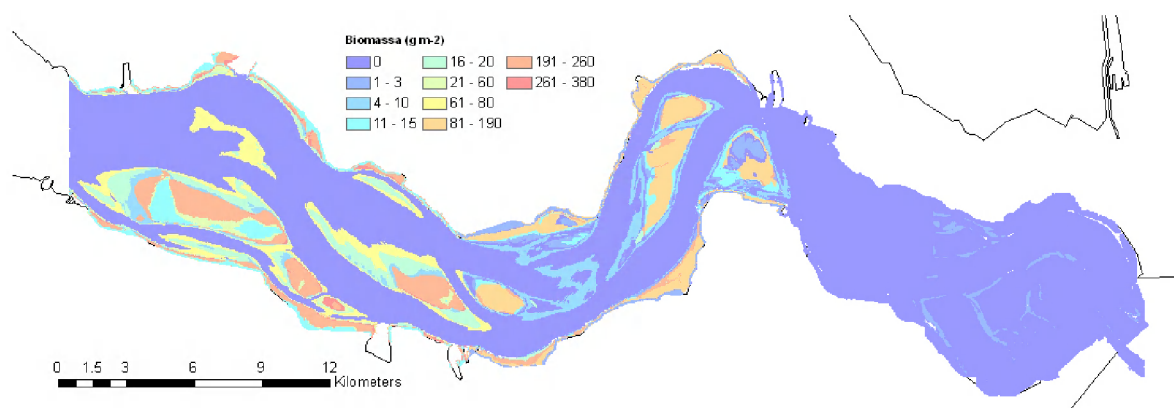
Figuur 13 Ruimtelijke verspreiding kokkelbiomassa op basis van de ecotopenverdeling in de huidige situatie (2005)



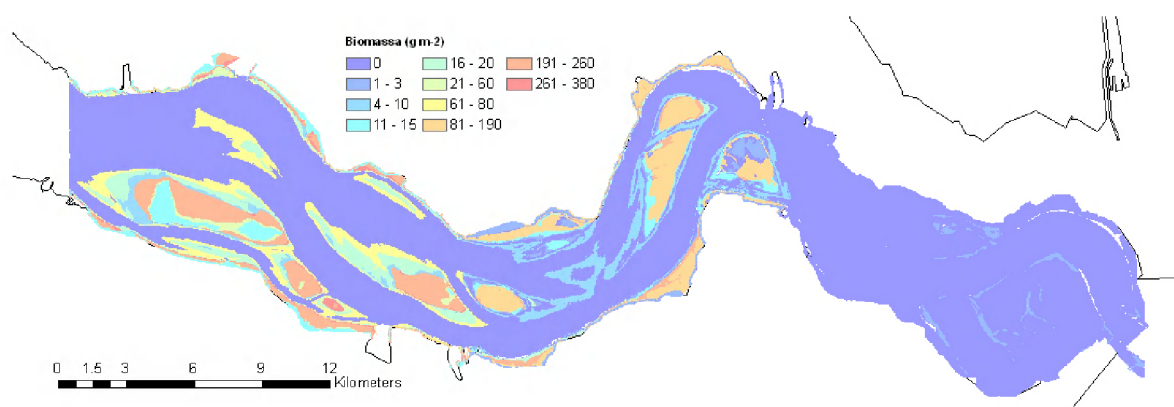
Figuur 14 Ruimtelijke verspreiding kokkelbiomassa op basis van de ecotopenverdeling voor het nulalternatief in 2010



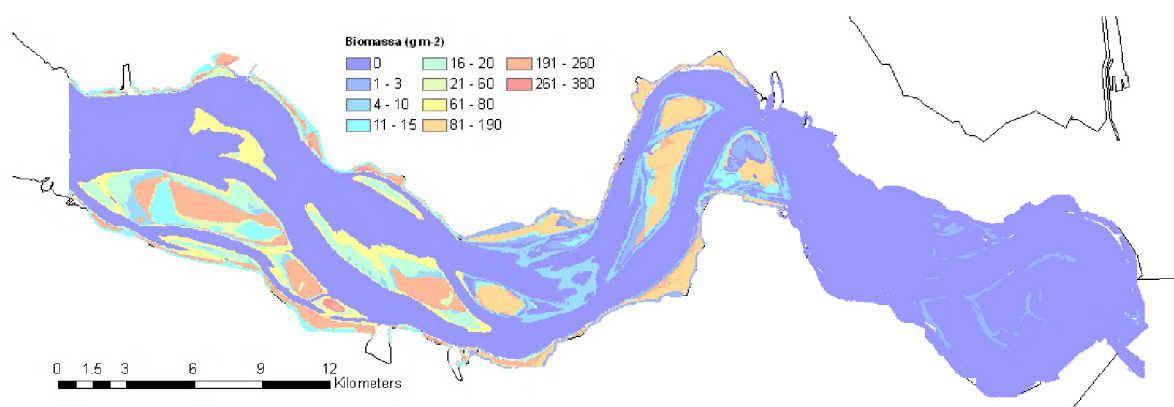
Figuur 15 Ruimtelijke verspreiding kokkelbiomassa op basis van de ecotopenverdeling voor het nulalternatief in 2015



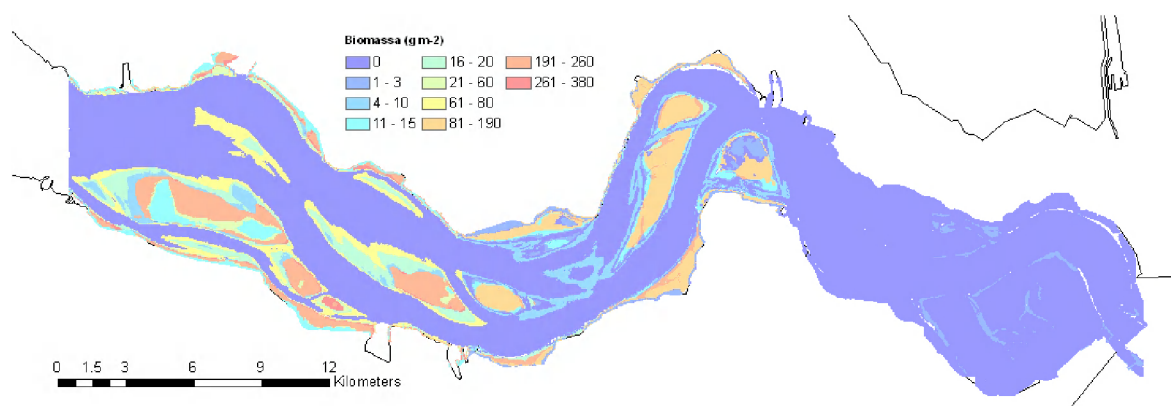
Figuur 16 Ruimtelijke verspreiding kokkelbiomassa op basis van de ecotopenverdeling voor het projectalternatief P4N in 2010



Figuur 17 Ruimtelijke verspreiding kokkelbiomassa op basis van de ecotopenverdeling voor het projectalternatief P4N in 2015



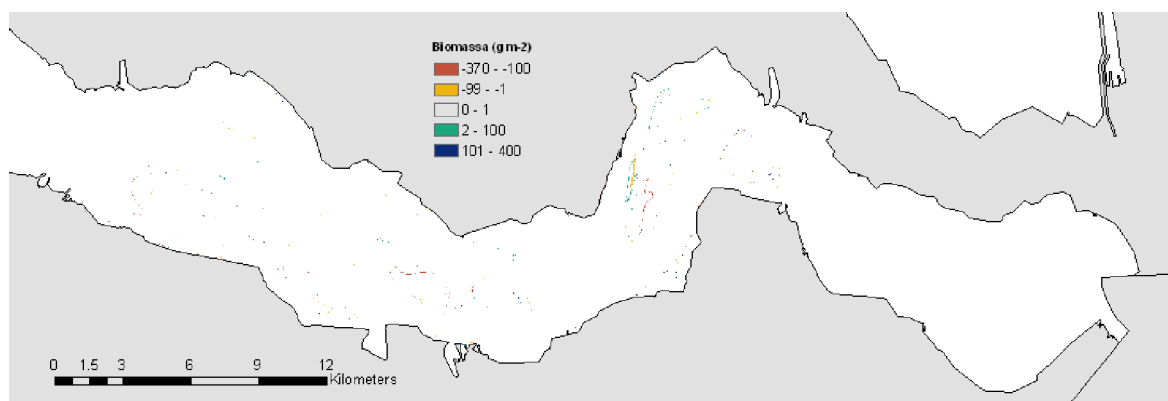
Figuur 18 Ruimtelijke verspreiding kokkelbiomassa op basis van de ecotopenverdeling voor het projectalternatief P4P in 2010



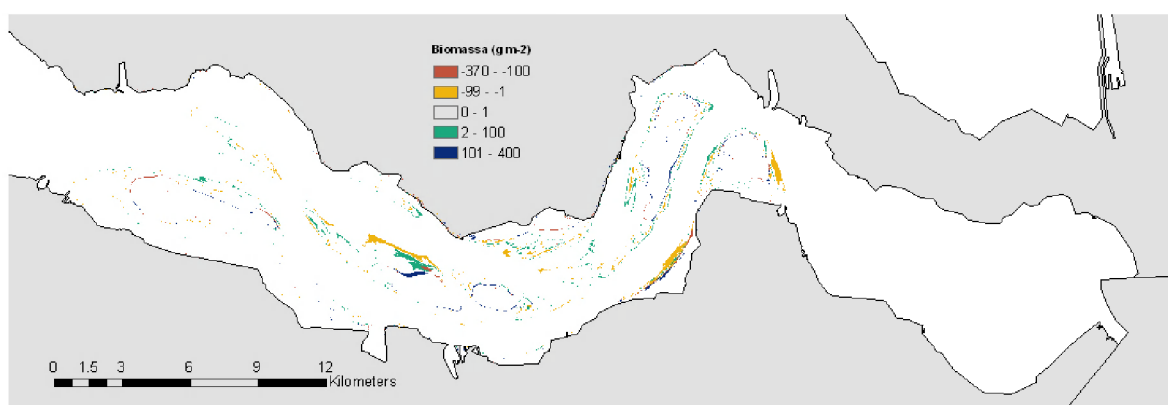
Figuur 19 Ruimtelijke verspreiding kokkelbiomassa op basis van de ecotopenverdeling voor het projectalternatief P4P in 2015

Op basis van bovenstaande figuren is het moeilijk veranderingen te observeren. Dit komt doordat de verwachte gemiddelde biomassa per type ecotoop gelijk is gebleven. Als gevolg van de geplande ingrepen treden er wel veranderingen op langs de randen van de ecotopen maar komt het niet of slechts in beperkte mate voor dat een ecotooptype over een groter oppervlakte verdwijnt.

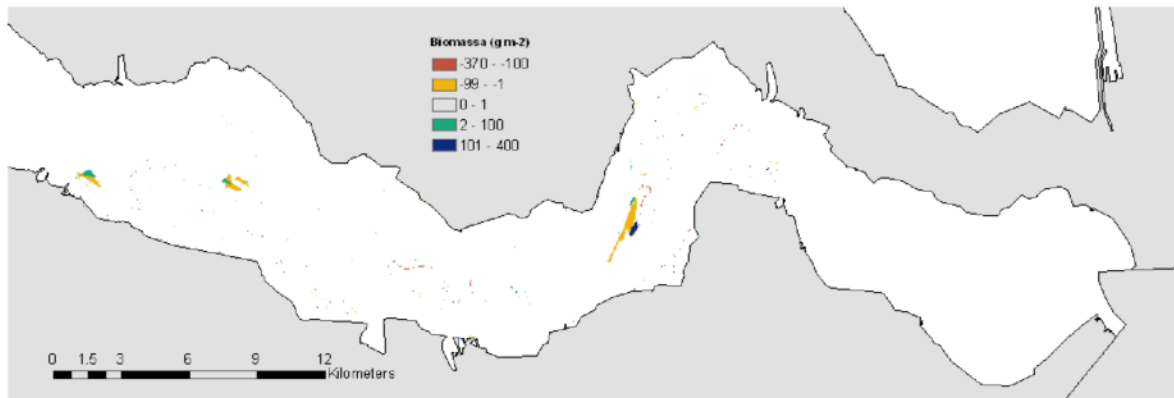
In Figuur 20 tot en met Figuur 23 worden de effecten van de alternatieven weergegeven in de vorm van verschilplaatjes. Voor de scenario's P4N en P4P is het verschil in verwachte kokkelbiomassa berekend ten opzichte van het nulalternatief voor de jaren 2010 en 2015. Uit de figuren is duidelijk dat de effecten van scenario P4P groter zijn dan P4N, vooral in het jaar 2015. In 2010 zijn de effecten van scenario P4N ten opzichte van het nulalternatief zeer beperkt. Het projectalternatief P4P leidt tot een afname van de verwachte kokkelbiomassa op de rug van Baarland in 2010 ten opzichte van het nulalternatief. Ook ten westen van de Hooge platen en ten noorden van de Hooge Springer. Voor het jaar 2015 zijn de effecten meer uitgesproken. Het scenario P4N heeft vooral effect aan de noordkant van de Middelplaat waar de kokkels zich naar het zuiden verplaatsen. Ook bij de platen van Hulst en ten westen van de plaat van Ossenisie verandert de geschiktheid voor de kokkels. Het project alternatief P4P laat voor het jaar 2015 de grootste verschillen zien. Vooral op de rug van Baarland is er een duidelijke toename in kokkelbiomassa doordat het gebied onder het nulalternatief behoort tot de relatief kokkelarme ecotooptypen Z.31 en Z.113, terwijl het gebied in het geval van het projectalternatief P4P gaat behoren tot het kokkelrijke ecotoop Z.222. Tevens zijn er verschuivingen te zien ten westen van de Hooge platen, ten noorden van de Hooge Springer, op de Spijkerplaat, de Middelplaat, de platen van Hulst en ten westen van de Plaat van Ossenisie. Dit zijn echter voornamelijk verschuivingen in verwachte kokkelbiomassa's en hebben daardoor weinig effect op de totale kokkelbestanden in de Westerschelde.



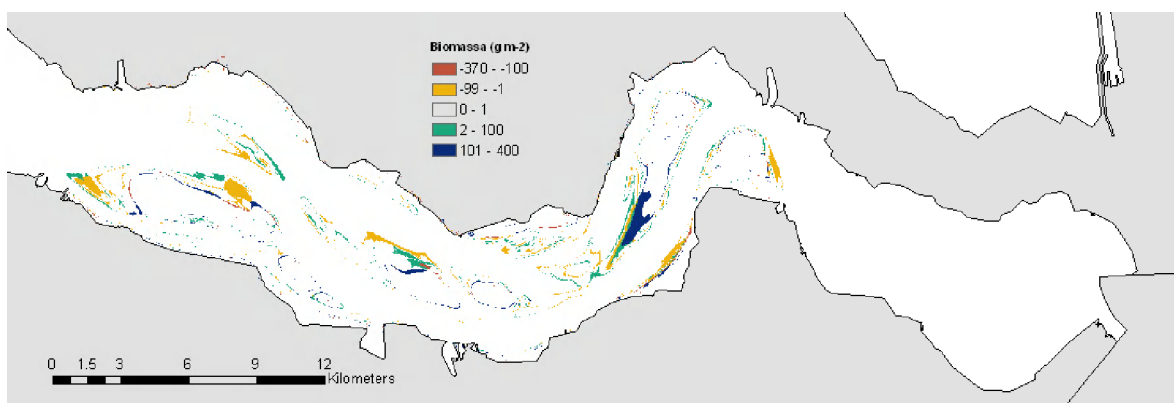
Figuur 20 Verwachte effecten van scenario P4N op de kokkelbiomassa ten opzichte van het nulalternatief voor het jaar 2010. Positieve getallen (groen en blauw) zijn toename en negatieve getallen (oranje en rood) zijn een afname ten opzichte van het nulalternatief



Figuur 21 Verwachte effecten van scenario P4N op de kokkelbiomassa ten opzichte van het nulalternatief voor het jaar 2015. Positieve getallen (groen en blauw) zijn toename en negatieve getallen (oranje en rood) zijn een afname ten opzichte van het nulalternatief

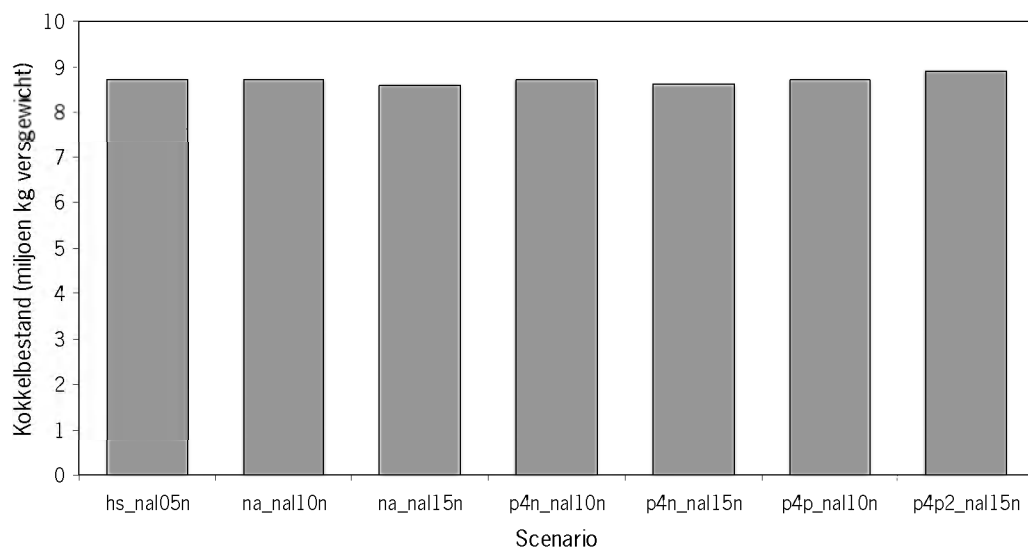


Figuur 22 Verwachte effecten van scenario P4P op de kokkelbiomassa ten opzichte van het nulalternatief voor het jaar 2010. Positieve getallen (groen en blauw) zijn toename en negatieve getallen (oranje en rood) zijn een afname ten opzichte van het nulalternatief



Figuur 23 Verwachte effecten van scenario P4P op de kokkelbiomassa ten opzichte van het nulalternatief voor het jaar 2015. Positieve getallen (groen en blauw) zijn toename en negatieve getallen (oranje en rood) zijn een afname ten opzichte van het nulalternatief

Als gevolg van de beperkte verandering in de ecotopen is er ook weinig verandering te zien in de berekende kokkelbestanden tussen de verschillende scenarioberekeningen (Figuur 24). De grootste kokkelbiomassa is berekend voor het projectalternatief P4P in het jaar 2015 (8.88 miljoen kg versgewicht) en het laagste bestand voor het nulalternatief in 2015 (8.59 miljoen kg versgewicht). De verschillen worden voornamelijk bepaald door veranderingen de ecotopen Z.221 en Z.222 (laag respectievelijk middelhoog laagdynamisch) in het midden en westelijk deelgebied.

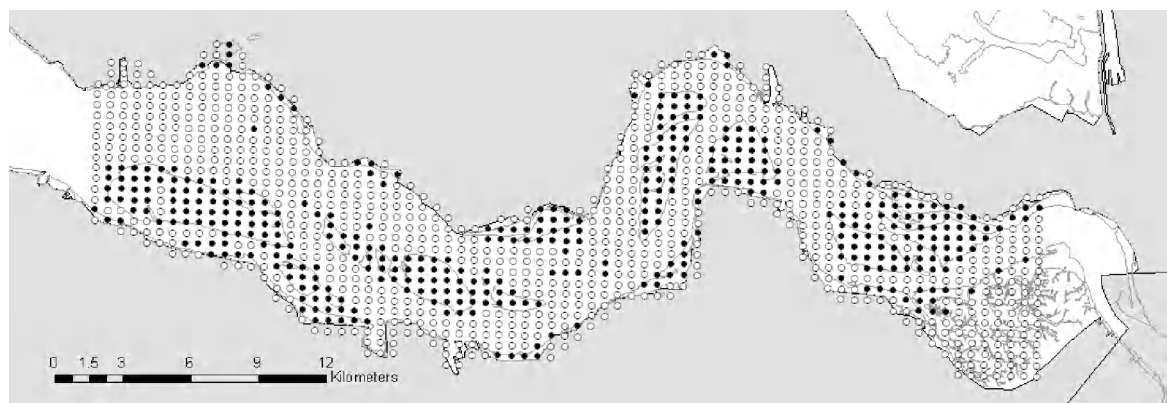


Figuur 24 Berekende kokkelbestanden voor de verschillende scenario's op basis van de ecotopenverdeling in de Westerschelde. Voor een beschrijving van de berekeningen wordt verwezen naar paragraaf 1.2

3.4.3 Doorvertaling kokkelbiomassa's naar scholeksters

De berekende kokkelbiomassa's zijn gebruikt als invoer voor het simulatiemodel WEBTICS (Rappoldt et al. 2004), waarmee de effecten op scholeksters zijn berekend. Voor het WEBTICS model wordt gebruik gemaakt van een grovere schematisatie dan het 20×20 meter grid dat is gebruikt in deze studie.

Voor de WEBTICS berekeningen is gebruik gemaakt van het monstergrid voor de Westerschelde, aangevuld met de tussenliggende locaties waar geen bemonsteringen zijn uitgevoerd, maar waar op basis van de ecotopenkaart wel het kokkelbestand kan worden berekend. In afwijking van de studie die is uitgevoerd voor de Oosterschelde in het kader van de zandhonger studie (Rappoldt et al. 2006, Wijsman 2007) is het WEBTICS grid dat gebruikt is in onderhavige studie wel gebiedsdekkend voor de Westerschelde (zie Figuur 25).



Figuur 25 Locaties WEBTICS grid in de Westerschelde. Zwarte punten zijn locaties waar bemonstering heeft plaatsgevonden en witte punten zijn de tussenliggende locaties

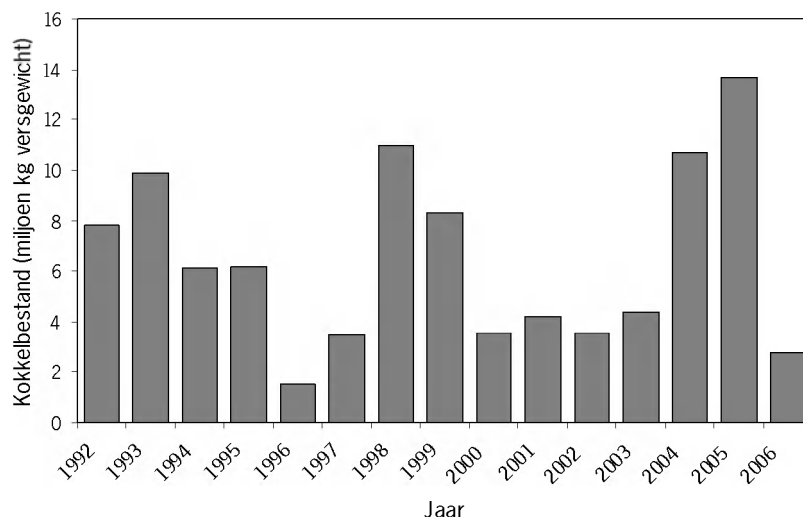
Voor iedere gridcel van het WEBTICS grid is per berekening (Tabel 1) de gemiddelde kokkelbiomassa berekend door het WEBTICS grid (555×460 meter) te leggen over de berekende kokkelbiomassa's gebaseerd op de voorspelde ecotopenverdelingen. (Delen van) gridcellen waar de berekende kokkelbiomassa ontbreekt omdat er geen ecotoop informatie is (bijvoorbeeld voor gebieden op land) zijn buiten beschouwing gelaten. Op vergelijkbare manier is per WEBTICS gridcel een inschatting gemaakt van de gemiddelde droogvalduur. De gegevens (gemiddelde biomassa en gemiddelde droogvalduur per gridcel alsmede het percentage van het oppervlak van de gridcel waarvoor gegevens beschikbaar zijn) is aangeleverd aan Ecocurves voor de berekeningen met het WEBTICS model (Rappoldt & Ens 2007), en de resultaten worden verder in dit rapport niet beschreven.

4. Discussie

In deze studie zijn de verwachte kokkelbiomassa's berekend op basis van veranderingen in ecotopen (ligging en totaal areaal). Hierbij is aangenomen dat de bestanden alleen beïnvloed worden door verschillen in het type ecotoop. Alle andere processen die het kokkelbestand beïnvloeden (zoals broedval, groei en sterfte) worden verondersteld gelijk te zijn aan de gemiddelde situatie in de periode 2001 tot en met 2006. De in deze studie berekende kokkelbestanden zijn daardoor niet de werkelijke bestanden die in de toekomst (2010 en 2015) zullen worden aangetroffen. Wel is het hierdoor mogelijk om op basis van de verschillen tussen de berekeningen de relatieve verschillen tussen de diverse alternatieven in kaart te brengen.

De effecten van de geplande baggerwerkzaamheden ten behoeve van de verruiming van de Westerschelde zijn op de langere termijn beperkt voor het totale bestand aan kokkels. Het verschil tussen het maximale en minimale kokkelbestand is slechts 3%. De hoogste kokkelbestanden worden berekend voor het projectalternatief P4P in het jaar 2015. De laagste bestanden worden berekend voor het nul alternatief en het projectalternatief P4N in het jaar 2015. Deze relatief lage bestanden zijn waarschijnlijk het gevolg van de verwachte zeespiegelstijging, die is meegenomen in de door Alkyon uitgevoerde modelberekeningen.

De effecten zijn beperkt gezien de jaarlijkse fluctuaties van het totale bestand in de Westerschelde (Figuur 26). Hoewel de kokkels duidelijk een voorkeur hebben voor bepaalde ecotooptypen (laagdynamische, middelhoog tot laag gelegen delen van de droogvallende slikken en platen in het midden en westelijk deelgebied van de Westerschelde) is het beschikbare areaal van deze voorkeurs ecotopen blijkbaar niet beperkend voor het totale kokkelbestand. Het kokkelbestand wordt meer bepaald door populatiedynamische processen (broedval, groei en sterfte) dan door de beschikbaarheid van de geschikte ecotopen. De stort van baggerspecie kan door begraving en vertroebeling effect hebben op deze populatiedynamische processen en zo de kokkelbestanden beïnvloeden. In deze studie zijn deze processen niet meegenomen.



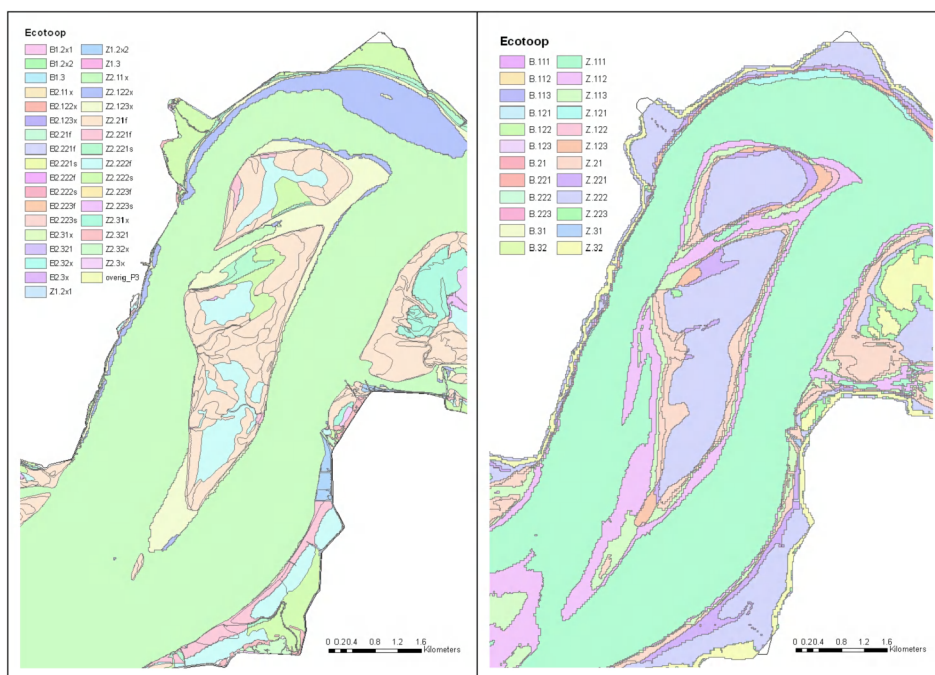
Figuur 26 Gemeten kokkelbestanden in de Westerschelde op basis van de jaarlijkse survey gegevens (1992 – 2006)

Het ZES ecotopenstelsel is ontwikkeld met het doel een generieke parameter te hebben die informatie geeft over het voorkomen van ondermeer de bodemdiergemeenschap. Er zijn diverse validaties uitgevoerd van ecotopenindelingen aan de hand van bodemdiergegevens (Wijsman 2003a, b, Wijnhoven et al. 2006).

De gebruikte ecotopenindeling blijkt een redelijk goede voorspeller te zijn voor het voorkomen van kokkels en in iets mindere mate, van nonnetjes in de Westerschelde. Het is duidelijk dat de hoogste kokkelbiomassa's worden gevonden in de ecotopen Z.221 en Z.222, maar de spreiding is relatief groot. Deze spreiding wordt veroorzaakt door de heterogene verspreiding van kokkels en de variatie van jaar tot jaar (zie Figuur 26).

In deze studie is de kokkelbiomassa gerelateerd aan het type ecotoop door de kokkelbemonsteringen te "prikken" op de ecotopenkaart. De bemonsteringen zijn echter gebaseerd op een regelmatig grid op en in de buurt van de slikken en platen in de Westerschelde. Voor het doel van deze studie zou een statistisch betere aanpak zijn de bemonstering gestratificeerd over de verschillende ecotopen uit te voeren zodat voor ieder ecotooptype een betrouwbare schatting voorhanden is van de gemiddelde kokkelbiomassa. Met de huidige aanpak worden sommige ecotooptypes niet of slechts in beperkte mate bemonsterd, waardoor de onzekerheid toeneemt.

De ecotopenkaarten die zijn gebruikt in deze studie zijn onder andere gebaseerd op hydrodynamische modelberekeningen. Deze modelberekeningen zijn doorgaans gekalibreerd op de grootschalige watertransporten en stroomsnelheden in de dieper gelegen delen. Hierdoor zijn de berekende stroomsnelheden van deze modellen minder nauwkeurig in de ondiepe en droogvallende delen, die juist van belang zijn in deze studie. Dynamiek (hoogdynamisch versus laagdynamisch) is in deze studie gebaseerd op de door het model berekende stroomsnelheden, terwijl de dynamiek op de droogvallende slikken en platen in de ecotopenindeling is gebaseerd op de geomorfologie (Van Eck & Holzhauer 2007). Hierdoor zijn er aanzienlijke verschillen in de ecotopenindeling, voornamelijk op de droogvallende slikken en platen (Figuur 27). De ruimtelijke variatie op de toppen van de slikken en platen is hierdoor veel beperkter. De gebruikte aanpak lijkt het goed te doen voor de kokkels en ook voor de nonnetjes. Er zou moeten worden gekeken of, en zo ja hoeveel beter de ZES ecotopenindeling, gebaseerd op de geomorfologische kaart het voorkomen van kokkels beter verklaart dan de ecotopenindeling die is gebruikt in deze studie. Een nadeel van het gebruik van de geomorfologische kaart is dat het niet eenvoudig is toekomstvoorspellingen te doen.



Figuur 27 Detailopname van de ecotopenindeling van de Molenplaat en de rug van Baarland, waarbij links de dynamiek is gebaseerd op de geomorfologie voor het jaar 2004 (Van Eck & Holzhauer 2007) en rechts de indeling die is gebruikt in deze studie (hs_nal05n), waarbij de dynamiek op de droogvallende delen is gebaseerd op de met het model berekende stroomsnelheden. N.B de gebruikte kleurcodering is niet dezelfde voor beide

Een alternatieve aanpak zou zijn om gebruik te maken van habitatmodellen (Kater et al. 2003, Steenbergen & Meesters 2006, Wijsman 2007), die gebaseerd zijn op continue toestandsvariabelen. De kokkel is een typische soort van het intergetijdengebied. Droogvalduur is dan ook een belangrijke verklarende variabele voor het voorkomen van kokkels (Ysebaert & Meire 1999, Steenbergen & Meesters 2006). Bij de ecotopenbenadering wordt de kokkelbiomassa homogeen verdeeld over de droogvalduren 0-25%, 25-75% en 75-100% binnen hetzelfde deelgebied, hydrodynamiek en zoutgehalte klasse. Verschuivingen in droogvalduur van bijvoorbeeld 70% naar 30% hebben daardoor geen effect op kokkels, terwijl verschuivingen van 30% naar 20% wel effect kan hebben. Hierdoor treden de verschuivingen vooral op langs de grenzen van de ecotopen (zie Figuur 20 tot en met Figuur 23). Bij habitatmodellen zijn verschuivingen in toestandsvariabelen directer terug te vinden in het voorkomen van kokkels.

5. Referenties

- Bouma H, De Jong DJ, Twisk F, Wolfstein K (2005) Zoute wateren Ecotopenstelsel (ZES. 1) Voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. Report No. RIKZ/2005.024, RIKZ, Middelburg
- Bouma H, Lievaart MA, De Jong DJ (2002) Stand van zaken ontwikkeling pelagisch ecotopenstelsel december 2002. Report No. RIKZ/OS/2002.840x, RIKZ, Middelburg
- Bult TP, Ens BJ, Baars D, Kats R, Leopold MF (2004) Evaluatie van de meting van het beschikbare voedselaanbod voor vogels die grote schelpdieren eten. Report No. C018/04, RIVO, Yerseke
- Kater BJ, Brinkman AG, Baars JMDD, Aarts G (2003) Kokkelhabitatkaarten voor de Oosterschelde en de Waddenzee, RIVO, Yerseke
- Kesteloo JJ, Van Stralen MR, Jol J, Craeymeersch JA (2005) Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2005. Report No. C050/05, Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) / MarinX, Yerseke
- Rappoldt C, Ens BJ (2007) Scholeksters en de verruiming van de Westerschelde. Modelberekeningen voor de periode 1992-2015 aan het effect van de voorgenomen verruiming van de vaargeul op het aantal scholeksters. Report No. 5, Ecocurves
- Rappoldt C, Ens BJ, Kersten MAJM, Dijkman EM (2004) Wader energy balance & tidal cycle simulator WEBTICS. Technical documentation version 1.1. Report No. 869, Alterra, Wageningen
- Rappoldt C, Kersten M, Ens BJ (2006) Scholeksters en de droogvalduur van kokkels in de Oosterschelde. Modelberekeningen voor de periode 1990-2045 aan het effect van zandhonger en zeespiegelstijging op het aantal scholeksters. Report No. 2, EcoCurves
- Steenbergen J, Meesters E (2006) Habitatmodellen in het beheer: Zijn state-of-the-art modellen voor kokkels in de Westerschelde bruikbaar voor beheer en beleidsbesluiten? Report No. C091/06, IMARES, Yerseke
- Van Eck BTM, Holzhauer H (2007) Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43'. MOVE eindrapport 2006, RWS/RIKZ, Middelburg
- Wijnhoven S, Van Hoey G, Sijstermans WCH, Escavara V (2006) Validatie ecotopenstelsel Westerschelde, N IOO-CEME, Yerseke
- Wijsman JWM (2003a) MOVE bodemdieren: Effecten van verruiming op de biomassa bodemdieren in de Westerschelde 1990-2001. Report No. RIKZ/AB/2003.806x, RIKZ Middelburg
- Wijsman JWM (2003b) Verkennde studie voor de validatie van het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES) aan de hand van bodemdiergegevens. Report No. Z3670, WL I Delft Hydraulics
- Wijsman JWM (2007) Effecten van zandhonger in de Oosterschelde op kokkels, oesters en de kweek van oesters en mosselen. Report No. C002/07, IMARES, Yerseke
- Ysebaert T, Meire PM (1999) Macrobenthos of the Schelde estuary: predicting macrobenthic species responses in the estuarine environment. A statistical analysis of the Schelde estuary macrobenthos within the ECOFLAT project. Report No. IN 99/19, Institute of Nature Conservation, Brussels, Belgium

6. Verantwoording

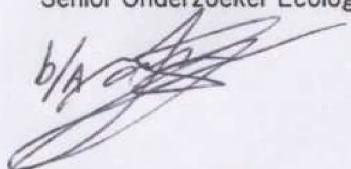
Rapport C081/07

Projectnummer: 439.42003.01

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en beoordeeld door of namens het Wetenschapsteam van Wageningen IMARES.

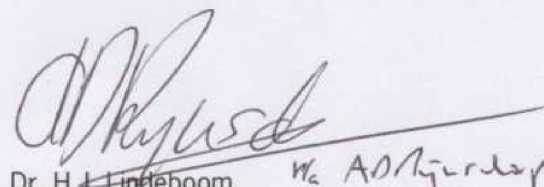
Akkoord: Dr. J.A. Craeymeersch
Senior Onderzoeker Ecologie

Handtekening:



Datum: 28 augustus 2007

Akkoord:



Dr. H.J. Lindeboom *W. A. O. J. Lindeboom*
Directielid Wetenschap

Handtekening:

Datum: 28 augustus 2007

Aantal exemplaren:	30
Aantal pagina's:	35
Aantal tabellen:	8
Aantal figuren:	27
Aantal bijlagen:	0