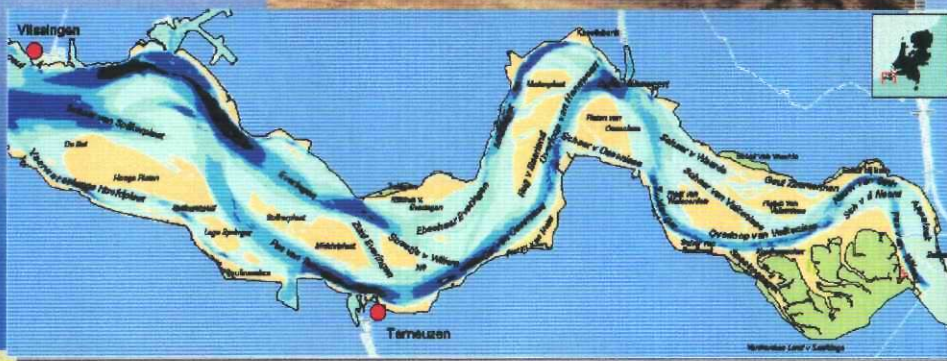


GISsen naar habitat- en ecotopenkaarten

voor de Westerschelde



Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ
van Hall Instituut

Middelburg, juni 1998

Jeroen Verschoore de la Houssaye

C-14119 981

GISsen naar Habitat- en Ecotopenkaarten

voor de Westerschelde

Jeroen Verschoore de la Houssaye
Middelburg Juli 1998
Afstudeeropdracht
RIKZ
Van Hall Instituut

VOORWOORD

Voor u ligt het rapport over het maken van habitat- en ecotopenkaarten van de Westerschelde. Dit rapport is geschreven in het kader van mijn afstudeeropdracht voor de opleiding milieukunde aan het Van Hall Instituut in Groningen.

Vanaf deze plaats wil ik Dick de Jong bedanken voor de opbouwende discussies, de vele hulp en het creëren van deze opdracht. Verder wil ik de volgende personen bedanken: Herman de Haan voor de vele hulp bij het GIS werk, Ed Stikvoort voor het vele werk wat hij gedaan heeft voor om deze opdracht tot een goed eind te brengen en de vele bruikbare adviezen ten aanzien van de bodemdieren. Peter Meininger, Cor Berrevoets en de medewerkers van Delta Project Management, voor de hulp en adviezen wat betreft de vogel gegevens, Kees van der Male voor de toelichting bij de verschillende modellen, Johan Ruiters voor de vele hulp bij het draaiend krijgen van de applicatie Habimap, Marien de Bakker en Martin Jansen, die de begeleiding van uit het Van Hall Instituut verzorgde, en tenslotte alle ander mensen die direct of indirect mee geholpen hebben.

Middelburg, 18 juni 1998

Jeroen Verschoore de la Houssaye

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
ABSTRACT	4
1. INLEIDING.....	7
1.1 Onderzoekskader	7
1.2 Gebruik van de kaarten.....	8
1.3 Doel van deze studie.....	9
1.4 Opbouw van het verslag	10
2. MATERIAAL EN METHODE.....	11
2.1 Standaard GIS procedure.....	11
2.2 Begripsomschrijving.....	12
2.3 Het onderzoeksgebied	13
2.3.1 De historie	13
2.3.2 De huidige Westerschelde	13
2.4 De relatie tussen abiotische milieuomstandigheden en biota	15
2.5 Overzicht beschikbare data.....	16
2.5.1 Basisdijlijn:.....	17
2.5.2 Dieptekaart:	17
2.5.3 Glw-lijn.....	18
2.5.4 Droogvalduurkaart.....	18
2.5.5 Geomorfologische kaart	19
2.5.6 Chloridengehalte kaart.....	20
2.5.7 Slibkaart 96.....	21
2.5.8 Stroomsnelhedenkaarten.....	23
2.5.9 De MOVE-veldcampagne	24
2.5.10 Vogelgegevens	26
2.5.11 Diatomeeëngegevens	27
2.6 Methodiek.....	27
3. UITVOERING EN RESULTATEN.....	32
3.1 Invoer en gebruiksklaarmaken abiotische basiskaarten.....	32
3.2 Vergelijking abiotische gegevens veldonderzoek met GIS-kaarten	32
3.2.1. Voorbereiding voor het vergelijken van de veldgegevens met de basiskaart gegevens	32
3.2.2 Uitvoering van de vergelijking tussen de veldgegevens en de Geomorfologiekaart.....	34
3.2.3 Resultaten van de vergelijking tussen de veldgegevens en de Geomorfologiekaart	35
3.2.4 Uitvoering van de vergelijking tussen de veldgegevens en de Slibkaart.....	38
3.2.5 Resultaten van de vergelijking tussen de veldgegevens en de Slibkaart	39
3.3 Valideren van "quick and dirty" onderzoek met steekbuisgegevens.....	42
3.3.1 Uitvoering validatie Q & D	42
3.3.2 Resultaten validatie Q & D.....	43
3.4 Habitatkaarten bodemdieren.....	44
3.4.1 Uitgevoerde stappen om tot de habitatkaarten voor bodemdieren te komen.....	44
3.4.2 Resultaten habitatkaarten bodemdieren	45
3.5 Bodemdierlevensgemeenschappenindeling.....	54
3.5.1 uitvoering bodemdierlevensgemeenschappenindeling	54
3.5.2 Resultaten bodemdierlevensgemeenschappenindeling	55
3.6 Habitatbeschrijving vogels	57
3.6.1 Uitvoering habitatbeschrijving vogels.....	57
3.6.2 Resultaten habitatkaarten vogels	58
3.7 Habitatkaart diatomeeën	65

3.7.1 Uitvoering habitatkaart diatomeeën.....	65
3.7.2 Resultaten habitatkaart diatomeeën.....	67
3.8 Habitatkaart Zeegras.....	69
3.7.1 Uitvoering habitatkaart Zeegras.....	69
3.7.2 Resultaten habitatkaart Zeegras.....	69
3.9 Algemene ecotopenkaart.....	72
4. DISCUSSIE.....	73
4.1 Kwaliteit GIS-kaarten.....	73
4.1.1 Droogvalduurkaart.....	73
4.1.2 Geomorfologische kaart.....	73
4.1.3 Chloridgehalte kaart.....	73
4.1.4 Slibkaart.....	74
4.1.5 Stroomsnelhedenkaarten.....	74
4.2 Vergelijking abiotische gegevens veldonderzoek met GIS-kaarten.....	75
4.3 MOVE quick & dirty onderzoek.....	75
4.4 Kwaliteit habitatkaarten bodemdieren.....	76
4.5 Kwaliteit habitatkaarten vogels.....	77
4.6 Kwaliteit habitatkaarten diatomeeën.....	78
4.7 Kwaliteit habitatkaarten Zeegras.....	79
4.8 Kwaliteit ecotopenkaart.....	79
5. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN.....	80
LITERATUURLIJST.....	83
VERKLARENDE WOORDENLIJST.....	87
Bijlage I	De abiotische basiskaarten
Bijlage II	Geomorfologie legenda
Bijlage III	Uitgebreid flowdiagram
Bijlage IV	Slibstabiliteitskaart
Bijlage V	Grafieken valideren Q & D-methoden met de steekbuisgegevens
Bijlage VI	Bodemdierhabitatkaarten
Bijlage VII	Twinspan tabellen
Bijlage VIII	Bodemdierclustering
Bijlage IX	Habitatkaarten vogels
Bijlage X	Diatomeeën verspreidings- en jaarverloopkaart
Bijlage XI	Habitatkaart Diatomeeën
Bijlage XII	Voorbeeld monoparametrische geschiktheidskaarten
Bijlage XIII	Habitatkaart Zeegras
Bijlage XV	Algemene ecotopenkaart

SAMENVATTING

De Westerschelde is van grote economische waarde maar heeft daarnaast ook veel natuurwaarden. Om de Antwerpse havens toegankelijk te maken voor de modernste zeeschepen moet de vaargeul dieper gemaakt worden.

Om de gevolgen van de verdieping voor de natuur in beeld te brengen is het project MOVE opgezet. Één van de manieren om de gevolgen van de verdieping vast te leggen is het weergeven van de veranderingen in het areaal aan verschillende soorten planten en dieren. Het karteren van planten en dieren is veel werk, een eenvoudiger manier is het maken van habitat- en ecotopenkaarten. Het voorkomen van veel planten en dieren wordt primair bepaald door de abiotische omstandigheden. Met behulp van de relaties tussen biota en abiota is het mogelijk om op basis van abiotische kaarten habitat- en ecotopenkaarten te maken. Habitatkaarten geven het voorkomen van één enkele soort weer, ecotopenkaarten geven het voorkomen van een levensgemeenschappen weer. De (belangrijkste) relaties tussen de biota en de abiota zullen bepaald moeten worden. Voor het maken van ecotopenkaarten zal er een classificatie van soorten gemaakt moeten worden.

In deze studie is een algemeen bruikbare methode opgesteld om tot habitat- en ecotopenkaarten te komen. De resultaten van het toepassen van deze methode, met name de gehanteerde responsie curven, zijn alleen bruikbaar voor de Westerschelde.

Abiotische parameters, zijn doorgaans goed in kaartbeelden te vatten. Op basis van veldmetingen, remote sensing en / of modelberekeningen zijn de volgende kaarten gemaakt: Dieptekaart, Droogvalduurkaart, Geomorfologische kaart, Chloridegehalte kaart, Slibkaart 96 en een Stroomsnelhedenkaarten

Om te komen tot habitat- en ecotopenkaarten voor de uitgangssituatie van de verdieping zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- 1 De basiskaarten zijn aangepast dat ze zoveel mogelijk hetzelfde gebied beslaan.
- 2 De relaties tussen de geselecteerde biota en de beschikbare abiota zijn bepaald en weergegeven in responsiecurven.
- 3 Op basis van de responsiecurven zijn habitatkaarten voor elke soort gemaakt, die door deskundigen vergeleken zijn met het werkelijk voorkomen van de soort.
- 4 Er zijn drie clusteringen van bodemdiergegevens gemaakt (gegevens uit de MOVE database, de bodemdiergegevens uit 1994 / 1995 en de combinatie van de voorgaande twee). Uit deze drie clusteringen is een voorstel voor een vaste bodemdierlevensgemeenschappen indeling opgesteld.
- 5 Voor elke bodemdierenlevensgemeenschap zijn de abiotische randvoorwaarden bepaald. Op basis hiervan, de habitatkaarten en kennis is een algemene ecotopenkaart gemaakt.

Om de gegevens te valideren is er een vergelijking tussen kaart- en veldgegevens gemaakt. Uit deze vergelijking blijkt dat er een verschil bestaat in het indelen van hoog dynamische vlakken gebieden bij de geomorfologische kaart en de veldgegevens. Voor een aantal monsterpunten wordt een aanzienlijk verschil in slibgehalte gevonden. Dit verschil kan verklaard worden door 1) de storende reflectie van vocht op het sediment, 2) het verschil in monstertijd tussen de veldgegevens en de kaartgegevens in combinatie met seizoensverschillen in slibgehalte en 3) het algoritme waarmee de waarde (voor de reflectie) in het satellietbeeld is omgerekend naar een slibgehalte. Deze is namelijk bepaald aan de hand

van monsters die genomen zijn tot een diepte van 5 cm terwijl de reflectie van het sediment alleen door de oppervlakte van het sediment wordt bepaald.

Uit de vergelijking van de Quick and Dirty gegevens (MOVE-veldtelling bodemdieren) met de steekbuisgegevens blijkt dat er geen enkele relatie tussen deze twee bestaat.

Habitatkaarten

Op basis van de relevante abiotische kaarten en responsiecurven zijn voor de Kokkel, Bathyporeia pilosa, Corophium, Scholekster, Kluut en Drieteenstrandloper habitatkaarten gemaakt waarop is aangegeven waar de potentiële leefgebieden zijn. Op basis van veldkennis bieden de kaarten een redelijk goed beeld, toch kunnen er enkele kanttekeningen bij gemaakt worden betreffende de gebruikte abiotische kaarten.

- Op de habitatkaarten is het gebied beneden de gemiddeld laagwaterlijn niet gekleurd omdat de gebruikte slibkaart slechts het gebied boven de GLW-lijn bevat.
- Bodemdynamiek is een belangrijke abiotische parameter die het voorkomen van bodemgebonden organismen bepaald. De bodemdynamiek wordt in grote mate bepaald door de golfwerking en de stroomsnelheid. Door het ontbreken van een golvenkaart is nu alleen de stroomsnelheid gebruikt als maat voor de dynamiek.
- O.a. de Hoge Platen zijn als slibrijker gekarteerd dan ze globaal genomen zijn. Dit heeft effect op de verschillende habitatkaarten. Dit effect is het grootst voor vogels.
- Gebieden die door betreding, visserij etc. minder geschikt zijn als habitat, zijn niet uitgesloten, door het ontbreken van een goede verstoringskaart.

Ecotopenkaart

De ecotopenkaart is gemaakt op basis van de stroomsnelhedenkaart, droogvalduurkaart en de winterzoutkaart. De dynamiek wordt in deze kaart gereflecteerd door de stroomsnelheid tijdens vloed. De levensgemeenschappen indeling die de basis vormt voor deze kaart is gebaseerd op slechts 120 monsterpunten; sommige clusters bestonden slechts uit een tiental monsters waardoor het erg moeilijk was om voor deze bodemdierlevensgemeenschappen een goede relatie te vinden. De algemene ecotopenkaart is dan ook vooral gebaseerd op de habitatkaarten van de verschillende kensoorten.

Discussie

de kwaliteit van de gebruikte abiotische basiskaarten is nog niet optimaal, waardoor de nauwkeurigheid van de huidige habitat- en ecotopenkaarten vrij gering is. Toch geven deze kaarten een aardig beeld van de ruimtelijke verspreiding van de verschillende soorten. De huidige kaarten laten vooral zien wat er mogelijk is als de kwaliteit van de abiotische basiskaarten verbeterd wordt. Voor sommige abiotische

basiskaarten is een kwaliteitsverbetering redelijk "eenvoudig" te verkrijgen, door het beschikbaar komen van nieuwe en betrouwbaarder modellen. Voor andere kaarten zal het verbeteren veel inspanning vergen.

Door de meetfout die ook in het meest nauwkeurige meetsysteem aanwezig is, zullen de kaarten nooit bruikbaar zijn om tot op de hectare nauwkeurig aan te geven waar welke hoeveelheden aan organismen voorkomen. Gezien de grootte van de rastercellen is de minimale nauwkeurigheid 25 ha. De kaarten geven aan waar de kans het grootst is om een soort in grote aantallen aan te treffen.

ABSTRACT

The Westerschelde estuary (situated in the SW of the Netherlands) is of great economical importance to the port of Antwerp. The Westerschelde has high natural values as well. To keep the port of Antwerp accessible for the most modern ocean-going ships, the shipping channel needs deeper dredging.

To monitor the effects of the dredging on nature a monitoring project (MOVE) has been started. One way to establish the effect of dredging is to measure the alteration in the spatial dimensions of a species habitat. To measure the alterations maps of the distribution of the species have to be made. The problem is to make proper distribution maps. In a dynamic system like the Westerschelde it is almost impossible to make this type of maps. Many species live in the soil and are not visible at the surface. A solution to this problem is to make habitat-maps and ecotope maps. Habitat-maps represent the distribution of a species based on the relation of that species with the abiotic environment. Ecotope-maps represent the distribution of clusters of species.

In general, maps with abiotic information are fairly easy to make. Based on field measurements, remote sensing and / or model calculations the following maps have been made: a depth-chart, a map with the length of time the intertidal area is clear of water, a geomorphologic-map, a salinity map, a silt content map and a current intensity-map.

The occurrence of plants and animals is determined primarily by the relation between abiotic environmental factors and the species. This relation between biotic and the abiotic environmental factors makes it possible to make biotic distribution maps based on abiotic-maps. The (most important) relations between the biotic and the abiotic environmental factors have to be known. To make ecotope-maps a classification of species has to be made. To compare ecotope-maps of different years the classification has to be static.

To make habitat- and ecotope-maps of the starting point of the new dredging operations the following activities have been done:

1. The abiotic-maps are all fit to the line of the dike and, if necessary, to the M.L.W.-line. This has to be done to be sure that always the same area has been analysed.
2. The relation between the biotic and the abiotic environmental factors is specific and displayed in response-curves.
3. Based on the response-curves, habitat-maps for different species are made. Field-experts have compared the maps to the distribution of the different species in the field.
4. Clusters of macro benthos have been made based on the MOVE-database, the macro benthos data of 1994 / 1995 and the combination of both. Out of these three clusterings one proposal of a static clustering has been made.
5. The relation between the abiotic environment and the species of all macro benthos clusters is specific. Based on this abiotic relations and the habitat-maps an ecotope-map has been made.
6. A habitat-map of seagrass has been made based on fieldknowledge and knowledge out of literature of D.J. de Jong.

The quality of the abiotic-data has been evaluated by a comparison between the abiotic maps and field-data has been. The following conclusions can be drawn:

1. There is a difference between the classification of high dynamic areas in the field and on the geomorphological-map.
2. There is a difference in the amount of silt between the field samples and the geomorphological map in some locations. This difference is caused by the disturbing reflection of water on the surface and the difference between the time of sampling in combination with the seasonal difference in the silt contents.
3. There is a difference between the silt contents of the silt- map and the field samples. The cause is a combination of problems:
 - a. Different analysis techniques have been used to measure the samples.
 - b. The algorithm to calculate the silt contents from the reflection value in the satellite image is specific of samples of the upper 5-cm of the sediment. The amount of reflection of the sediment depends only on the surface.
 - c. The difference between the time of sampling in combination with the seasonal difference in the silt contents.

Habitat-maps

The part of the Westerschelde that has no colour on the habitat-maps is the part below the MLW-line. Because the silt-map contains no information below this line. This area is not a good habitat for most birds, diatoms or seagrass, but many macro benthos species can live below the low tide line.

Soil dynamics is an important abiotic parameter for the distribution of macro and micro benthos. The soil dynamics are caused by velocity of the current and wave intensity. Because there is no wave intensity map only the intensity of the current has been used. The feeling exists that for some species waves are an important controlling variable.

The seasonal difference in the silt contents has large effects locally on the habitat-maps, especially for birds. The very thin silt layer is of no importance to birds, thus the maps may tell us that it is too muddy for the birds, but the birds can feel the sand under the silt and are not bothered by the silt.

Locations that are not suitable for birds (and other species) because of the disturbance by fishing etc. are not excluded because there is no good map of the disturbance. The number of birds in the Westerschelde is not only controlled by the number of good foraging habitats in the Westerschelde but also by the number of breeding habitats and the foraging habitats in other parts of the world. Whether a species in the field will be found depends on competition, coincidence, predation etc.

Ecotope-map

The ecotope map is based on the intensity of the current, the length of time the intertidal area is clear of water and the salinity. The classification of the species is made of 120 samples; Some clusters have less than ten samples in it. which makes it very hard to obtain a good relation between the biotic and

abiotic environmental factors. The general ecotope map is mostly based on the habitat maps of the most important species of that cluster.

Discussion

The quality of the used abiotic maps is rather uneven. To make useful habitat- and ecotope-maps the quality of the abiotic-maps has to be improved. The habitat- and ecotope-maps may have a low quality but they still give a good idea of the spatial distribution of the different species. The maps show the potential chances of the habitat- and ecotope-maps if the quality of the abiotic maps and the response curves will be improved. The quality of some abiotic maps can be improved reasonably simple, because of new models. To improve the other maps a lot of energy will be necessary.

The quality of the response curves is improved as well as possible bij expert knowledge. But when there are new abiotic maps and more field data the response curves can be improved in a proper way. Because of errors, the habitat and ecotope-maps will never be good enough to predict the number of one species exactly on the dot. Or to predict where which species will occur and in which numbers. Because coincidence plays always a important part the maps are not meant to show where a species occurs, but to show where the chance to find the specie in large numbers is biggest.

1. INLEIDING

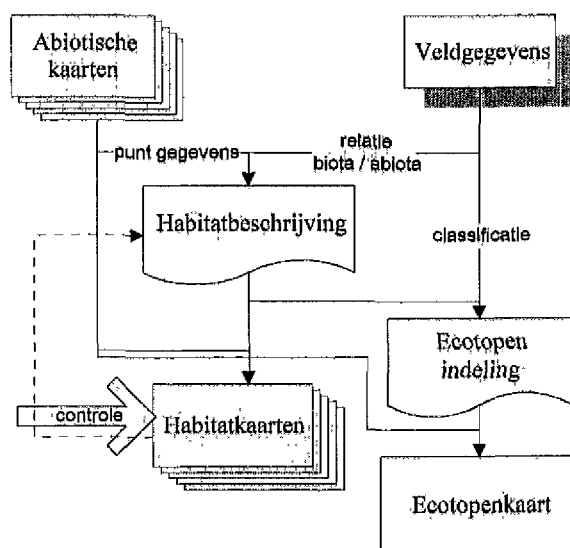
1.1 Onderzoekskader

Jaarlijks wordt ongeveer 10 miljoen m³ slib gebaggerd om de Westerschelde op de huidige diepte te houden. Om de Antwerpse havens toegankelijk te maken voor de modernste zeeschepen moet de vaargeul dieper gemaakt worden. De Nederlandse en Vlaamse overheid hebben in januari 1995 een verdrag gesloten over de verdieping van de Westerschelde. Dit verdrag resulteert in een omvangrijke toename in het baggerverzet. Een achttal ondiepe drempels zal worden verlaagd, waarbij de baggerspecie voornamelijk in het westelijk-deel van de Westerschelde zal worden teruggestort. Dat dit grote gevolgen heeft voor de natuur in het gebied is wel duidelijk. Op basis van de huidige kennis zijn voorspellingen over deze gevolgen gemaakt. Om deze voorspellingen te toetsen is het project MOVE (MONitoring VERdieping Westerschelde) opgezet. Dit project omvat een uitgebreid meetprogramma waarbij voor en tijdens de verdieping zoveel mogelijk parameters gemeten worden. Als onderdeel van dit programma is in 1996 een grote veldcampagne gehouden waarbij zoveel mogelijk gegevens verzameld zijn omtrent allerlei abiotische parameters zoals slibgehalte, bodemhoogte, diepte etc. Daarnaast is zoveel mogelijk informatie verzameld over het voorkomen van bepaalde planten en dieren. Deze gegevens dienen voor het vastleggen van de Ausgangssituatie (T0) (rapport RIKZ – 97.049). Met de metingen van de komende jaren moeten de veranderingen als gevolg van de verdiepingswerkzaamheden vastgelegd worden en de gedane voorspellingen getoetst worden.

Één van de manieren om de Ausgangssituatie vast te leggen is het maken van kaarten met daarop weergegeven (van uit waarnemingen) het voorkomen van planten en dieren. Het vastleggen van de huidige verspreiding van planten en dieren en het volgen van de veranderingen in het areaal van de weergegeven soorten is een manier om de gevolgen van de verdieping weer te geven. Op land worden vaak vegetatiekaarten of soortenverspreidingskaarten gebruikt voor het vastleggen van een situatie en het volgen van veranderingen. Het probleem is echter dat het karteren van alle flora en fauna in een dynamisch en ontoegankelijk systeem als de Westerschelde welhaast ondoenlijk is.

Een oplossing voor de problemen bij het karteren van flora en fauna in een kustgebied is het maken van ecotopenkaarten en habitatkaarten. Habitatkaarten geven het voorkomen van één enkele soort weer (soortverspreidingskaart op basis van geschiktheid) gebaseerd op abiotische parameters. Om habitatkaarten te kunnen maken moet er, voor de soort die in de kaart weergegeven wordt, relaties bepaald worden met de abiotische milieu-omstandigheden, zoals deze in de abiotische kaarten zijn vastgelegd (figuur 1). Ecotopenkaarten geven het voorkomen van levensgemeenschappen weer. Om bruikbare ecotopenkaarten te maken zal er, net als voor terrestische ecosystemen gebeurd is, een vaste classificatie van soorten gemaakt moeten worden. Deze classificatie is gebaseerd op de onderlinge verhoudingen tussen de soorten en de abiotische parameters die het voorkomen van de soorten sturen. Er moet dus een vaste en karteerbare indeling van soorten gemaakt worden om de levensgemeenschappen vast te stellen. Voor elke levensgemeenschap zal er, net als bij de habitatkaarten, een relatie gevonden moeten worden met de abiotische milieuomstandigheden die het voorkomen van de levensgemeenschappen bepalen (figuur 1).

Ecotopenkaarten en habitatkaarten zijn gebaseerd op abiotische parameters, die doorgaans wel goed te meten en te karteren zijn. In het kader van het MOVE-project zijn veel metingen gedaan aan abiotische parameters in de Westerschelde. Op basis van deze veldgegevens en gegevens verkregen uit modelberekeningen zijn, per abiotische parameter, kaarten gemaakt (de zogenaamde monoparametrische abiotische basiskaarten of kortweg abiotische kaarten). Op basis van deze monoparametrische abiotische basiskaarten kan de nulsituatie in de vorm van ecotopen- en habitatkaarten gepresenteerd worden. Op deze manier is het mogelijk om ecologische gegevens op een relatief eenvoudige en reproduceerbare wijze in te zetten voor beleid en onderzoek



figuur 1 methodiek voor het maken van habitat- en ecotopenkaarten

Op basis van veldgegevens kan het voorkomen van een soort in verband gebracht worden met de abiotische omstandigheden op de locatie van bemonstering. De abiotische omstandigheden op de monsterlocatie kunnen verkregen worden uit de abiotische kaarten en / of uit veldmetingen. Op basis van deze gegevens kan een habitatbeschrijving gemaakt worden voor de soort waarna op basis van de abiotische kaarten een habitatkaart gemaakt kan worden.

Door soorten die in een gelijksoortig milieu leven in te delen in een levensgemeenschap kan op basis van de abiotische kaarten een ecotopenkaart gemaakt worden.

1.2 Gebruik van de kaarten

Het maken van habitat- en ecotopenkaarten dient echter nog meer doelen dan alleen het vast leggen van de Ausgangssituatie voor de verdieping van de Westerschelde. Habitat- en ecotopenkaarten kunnen voor zowel onderzoeks- als beleidsdoelstellingen gebruikt worden. Beleidsmatig zijn deze kaarten bruikbaar voor het bepalen van gevoelige gebieden voor bepaalde ingrepen, het maken van een MER, het afgeven van vergunning en het beantwoorden van beleidsvoorbereidende vragen zoals wat zijn de effecten van de

tweede Maasvlakte en een vliegveld in zee. Onderzoeksmatig kunnen habitat- en ecotopenkaarten helpen bij het doen van efficiënt onderzoek.

De Natuurdoeltypen (zoals gebruikt door het Min. Van LNV) zijn voor zoute getijden wateren nog zeer summier uitgewerkt. Bij het verder uitwerken van de Natuurdoeltypen voor zoute wateren kan zeer goed gebruik gemaakt worden van de ecotopenkaarten.

Doordat elke vraag eigenlijk specifieke eisen aan een kaart stelt zou voor elke onderzoeks- of beleidsvraag een nieuwe kaart gemaakt moeten worden, met een voor die vraag relevante indeling. Doordat er steeds meer kennis beschikbaar komt zouden deze kaarten regelmatig aangepast moeten worden op de laatste nieuwe inzichten. Daarom is het handiger om niet eenmalig vaste kaarten te maken maar om een systeem te ontwikkelen waarbij voor elke vraag eenvoudig een specifieke kaart gemaakt kan worden op basis van in het systeem aanwezige abiotische kaarten en tot dan toe bekende kennis over de relaties tussen abiota en biota. Momenteel wordt er hard gewerkt aan een GIS applicatie die voor dit doel geschikt is. Deze applicatie heet Habimap (Ruiter, 19..).

1.3 Doel van deze studie

Het doel van deze studie is tweeledig:

- 1) Het maken van een ecotopenindeling voor de Westerschelde op basis van biotische en abiotische gegevens.
 - 1.1) Om een goed onderbouwde kaart te krijgen moet eerst de relatie tussen de biota en de abiota en de biota onderling, zoals deze in de Westerschelde voorkomen, bepaald worden.
 - 1.2) Op basis van de relaties met de abiotische omstandigheden kunnen habitatkaarten gemaakt worden.
 - 1.3) Op basis van de habitatkaarten en de veldgegevens wordt een clustering gemaakt voor het indelen van de ecotopen (figuur 1)
 - 1.4) Op basis van de ecotopen indeling en de abiotische basiskaarten uit 1996 wordt een ecotopenkaart gemaakt. Deze kaart geeft dus de ecotopen in 1996 weer zijnde de uitgangssituatie voor de monitoring van de verdieping van de Westerschelde.
- 2) Het opbouwen van kaartbestanden en kennis over relaties tussen biota en abiota t.b.v. de applicatie "Habimap". Hierbij kan dan tevens geïnventariseerd worden welke data en kennis nog niet voorhanden zijn. (Deze data en kennis zouden vervolgens door gerichte studies verkregen kunnen worden, om de ecotopenkaart later verder te kunnen verbeteren). Om een oordeel over de kwaliteit (validatie) van de verschillende basiskaarten te kunnen geven zal er een vergelijking gemaakt worden tussen de abiotische gegevens uit de kaarten en de abiotische gegevens uit verschillende veldmetingen. Vervolgens kunnen de abiotische kaarten in Habimap gebruikt worden.

1.4 Opbouw van het verslag

Het maken van de habitat- en ecotopenkaarten is gebeurd volgens een algemene GIS-procedure. Deze standaard GIS-procedure is in de eerste paragraaf van het tweede hoofdstuk beschreven. Omdat er geen eenduidige definities bestaan voor de gebruikte begrippen, is om verwarring over de resultaten te voorkomen, in paragraaf 2.2 een beschrijving van de begrippen gegeven (zie ook verklarende woorden lijst). In paragraaf 2.3 wordt een beschrijving van het onderzoeks gebied gegeven. Habitat- en ecotopenkaarten zijn gebaseerd op abiotische kaarten en de relaties tussen de biota en de abiota. In de vierde paragraaf van hoofdstuk 2 wordt een korte toelichting gegeven op deze relaties tussen de biota en de abiota. In de vierde paragraaf wordt de beschikbare data beschreven. Voor wat betreft de abiotische kaarten wordt hier ingegaan op hoe deze kaart tot stand zijn gekomen, de schaal van de kaart, de herkomst van de gegevens en de kwaliteit, betrouwbaarheid. Voor de veldgegevens wordt ingegaan op de manier zoals deze gegevens verkregen zijn en de inhoud van de gegevens. Dit kan gezien worden als een beschrijving van de ingrediënten die nodig zijn voor het recept (de methodiek) zoals dat in de zesde paragraaf beschreven wordt.

Vervolgens wordt in het derde hoofdstuk ingegaan op de gevolgde werkwijze het eigenlijke 'kookproces'. De paragrafen van dit hoofdstuk zijn ingedeeld naar de stappen zoals deze in par 2.6 de methodiek beschreven zijn. Er is voor gekozen om bij elke uitgevoerde stap van de methodiek gelijk de resultaten weer te geven, omdat met deze resultaten in de volgende stappen is verder gewerkt. Van af paragraaf 3.3 van dit hoofdstuk zijn de paragrafen daarom opgedeeld in twee sub paragrafen. In de eerste sub paragraaf staat de gevolgde procedure beschreven en in de tweede sub paragraaf staan de resultaten van deze procedure.

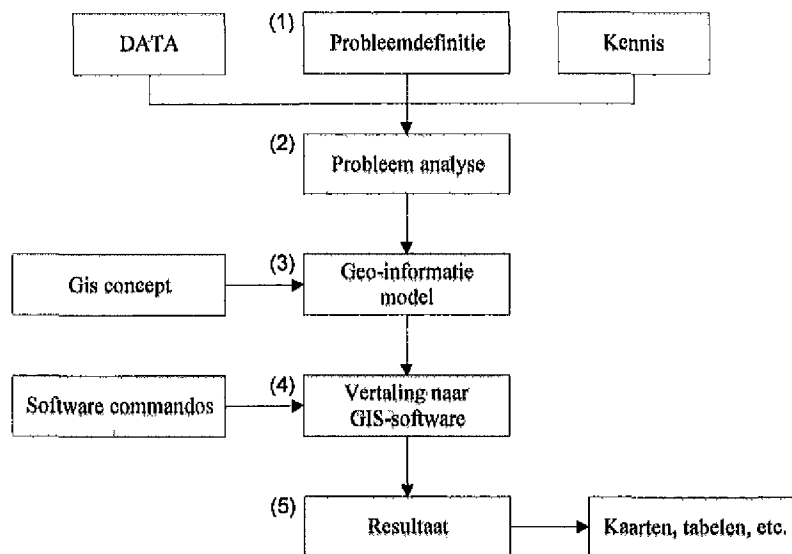
In het vierde hoofdstuk staat de discussie weergegeven, waarin de abiotische basiskaarten en de resultaten kritische beschouwd worden als zijnde een smaakbeoordeling van verschillende gerechten. In het vijfde hoofdstuk worden de conclusie en aanbevelingen weergegeven als zijnde de verbeteringen van recept en ingrediënten, die nodig is om het gerecht aan gasten te kunnen serveren.

2. MATERIAAL EN METHODE

Dit hoofdstuk begint met een algemene procedure voor een GIS-case-study. Daarna worden de gebruikte begrippen omschreven gevolgd door een beschrijving van het onderzoeksgebied en een beschrijving van de gebruikte basis gegevens. Als laatste wordt aangegeven volgens welke methodiek van de verschillende basis gegevens tot de uiteindelijke habitat en ecotopenkaart gekomen wordt.

2.1 Standaard GIS procedure

GIS is een uitstekend hulpmiddel bij het onderzoek naar ruimtelijke problemen. Door de complexe structuur en de vele mogelijkheden die GIS biedt, is er echter een reële kans op “verdwalen”. GIS is dan al snel een doel op zich geworden en het oorspronkelijke doel is volkomen verloren gegaan. Om te zorgen dat het gewenste resultaat bereikt wordt is het, meer nog dan bij elk ander onderzoek, raadzaam om volgens een duidelijke procedure (methodiek) naar het vooraf bepaalde doel toe te werken. Anders blijkt pas aan het eind van de studie dat het resultaat niet voldoet om de vraag van de opdrachtgever te beantwoorden. Door een goede heldere structuur te volgen is het ook mogelijk om een reproduceerbaar en kwalitatief goed resultaat te bereiken. In figuur 2 is een algemeen stappenplan weergegeven zoals dat gevolgd is.



figuur 2 GIS procedure (Giacomini & Verschoore 1997)

1. Het uitvoeren van een GIS-case-study start altijd met het maken van een omschrijving van het eigenlijke probleem. Uit deze beschrijving volgt zoals bij elk onderzoek een onderzoeksvraag en een doel van het onderzoek (zie inleiding).

2. *Als de vraagstelling van het onderzoek duidelijk is kan er begonnen worden met het inventariseren van de beschikbare data en de eventueel nog benodigde data. Hiervoor is uiteraard kennis van het onderwerp noodzakelijk (paragraaf 2.5).*
3. *Als vervolgens alle inputdata bekend is kan er een algemene werkwijze worden gemaakt (paragraaf 2.6).*
4. *Als vervolgens alle inputdata verzameld, en in het juiste formaat beschikbaar is kan er begonnen worden om de algemene werkwijze te vertalen naar software commando's.*
5. *Aan de hand hiervan kan vervolgens met een GIS-softwarepakket begonnen worden aan de uiteindelijke berekeningen en de presentatie van de resultaten.*

2.2 Begripsomschrijving

Zoals reeds in de inleiding is aangegeven worden er verschillende begrippen gebruikt voor het aangeven van biotische eenheden. Veel gebruikte begrippen zijn: habitat, ecotope, ecoserie en fysiotop. Voor deze begrippen bestaan veel verschillende definities. Voor elk gebruik is er een passende definitie te bedenken, maar een alles dekkende definitie is helaas niet te geven. In deze studie is vooral gewerkt met de begrippen habitat en ecotope. Hieronder staan de werksomschrijvingen van de genoemde begrippen zoals die voor deze studie gebruikt zijn:

- **Habitat:**

Een habitat is het soortspecifieke potentiële leefgebied van een organisme in een bepaald gebied. Een soort kan meerdere habitats nodig hebben, b.v. een broedhabitat, een foerageerhabitat en een rusthabitat of een aparte habitat voor het doorbrengen van het juveniele levensstadium en een apart habitat voor het adulte levensstadium. Deze verschillende habitats kunnen in één gebied gelegen zijn of over de hele wereld verspreid liggen. Een habitat voor een soort wordt onderscheiden op basis van de relatie van de soort met de abiotische milieuomstandigheden van dat gebied.

- **Ecotope:**

Een ecotope is het potentiële leefgebied van een levensgemeenschap (groep organismen die in een onderlinge samenhang in een bepaald gebied leven). Een ecotope wordt bepaald aan de hand van de abiotische en biotische parameters van een gebied. Een ecotope wordt in eerste instantie ingedeeld aan de hand van de onderlinge verhoudingen van de biota en vervolgens weergegeven aan de hand van de relaties van deze levensgemeenschap met de abiotische gebiedsparameters. Één organisme kan, doordat deze in meerdere levensgemeenschappen kan voorkomen, ook in meerdere ecotopen voorkomen.

- **Ecoserie:**

Een ecoserie is een verzameling van ecotopen. Een ecoserie is een indeling gemaakt op basis van verhoudingen in de biota, die wordt weergegeven op basis van abiotische relaties met de omgeving. Het betreft een indeling op een hoger hiërarchische niveau dan ecotopen.

- **Fysiotoop:**
Fysiotopen zijn gebieden met overeenkomstige abiotische omstandigheden. Het betreft een indeling op basis van hoofdzakelijk fysische parameters. Er wordt hier onderscheid gemaakt in: geulen, ondiepwatergebieden, platen, slikken en schorren.

2.3 Het onderzoeksgebied

2.3.1 De historie

Reeds in het Holoceen stroomde de Schelde samen met de Maas en de Rijn naar zee, waar zij, samen met de Theems, bij de huidige Doggersbank uitmondde in de Noordzee. Tot in de elfde eeuw is de Schelde een smalle rivier geweest die zijn eigen loop bepaalde. Daarna is de mens zich met de loop van de rivier gaan bemoeien. Tussen 1350 en 1600 ging veel land verloren door stormvloed en oorlogshandelingen. Hierdoor ontstond een breed estuarium. Aan het eind van de 17^{de} eeuw werd met nieuwe technieken, begonnen aan het inpolderen van het verloren land. De Westerschelde krijgt in die tijd langzaam zijn huidige vorm. Tot ver in de jaren 50 van deze eeuw worden er nog stukken schor ingepolderd. In de loop van de 19^{de} eeuw krijgt de Westerschelde zijn functie als scheepvaartroute en aan het begin van de 20^{ste} eeuw begint men met de baggerwerkzaamheden eerst op relatief kleine schaal, later op grote schaal (Verschoore de la Houssaye, 1998).

2.3.2 De huidige Westerschelde

De rivier de Schelde ontspringt in Noord Frankrijk op 355 km vanaf zee, op een hoogte van 100 meter. Vanaf Gent tot de Nederlands/Vlaamse grens heet de rivier 'de Zeeschelde', vanaf de grens tot aan Vlissingen de Westerschelde. De Westerschelde vormt samen met de Vlaamse Zeeschelde het Schelde-estuarium. Het bijzondere aan het Schelde-estuarium is het zeer ver (160 km) landinwaarts dringen van het getij. Het getij trekt als een langgerekte golf het estuarium binnen. Door de geringer wordende diepte en het nauwer worden van het estuarium ondergaat het vloedwater een opstuwing. Het getijdenverschil neemt hierdoor toe van ongeveer 3,8 m bij Vlissingen tot 5,2 m vlak voor Antwerpen. Daarna neemt het getijdenverschil, door de toenemende weerstand, weer af tot 2 meter bij Gent. Doordat verder landinwaarts steeds minder water door het getij verplaatst wordt, neemt de schaal van de geulen en het oppervlak aan intergetijdengebied steeds verder af. De Schelde is een typische regenrivier. Afhankelijk van de regenval stroomt er via de Schelde ruim 10 miljoen m³ water per etmaal de Westerschelde in. Bij elke vloed stroomt er bij Vlissingen een honderdmaal grotere hoeveelheid zeewater de Westerschelde in. Het is dit samenspel van zoet- en zoutwater dat het unieke karakter van het Schelde-estuarium bepaald. Door het continue sterke mixen van de twee watertypen door het getij ontstaat er een zeer egale longitudinale zout gradiënt.

De bodemsamenstelling van de Westerschelde varieert van grof zand tot fijn slib. Midden in de Westerschelde liggen grote zandplaten waar het water met grote snelheid overheen stroomt. Hier vindt men stroomribbels tot wel twee meter hoog. De platen kennen ook rustigere gedeelten, die vlakker en rijker aan slib zijn. Langs de oevers komen, in rustiger gedeelten, zeer lutumrijke slikken voor.

De belangrijkste ecoseries zijn de waterkolom, de platen en slikken en de schorren. In Tabel 1 is de oppervlakte verdeling van de verschillende ecoseries te zien.

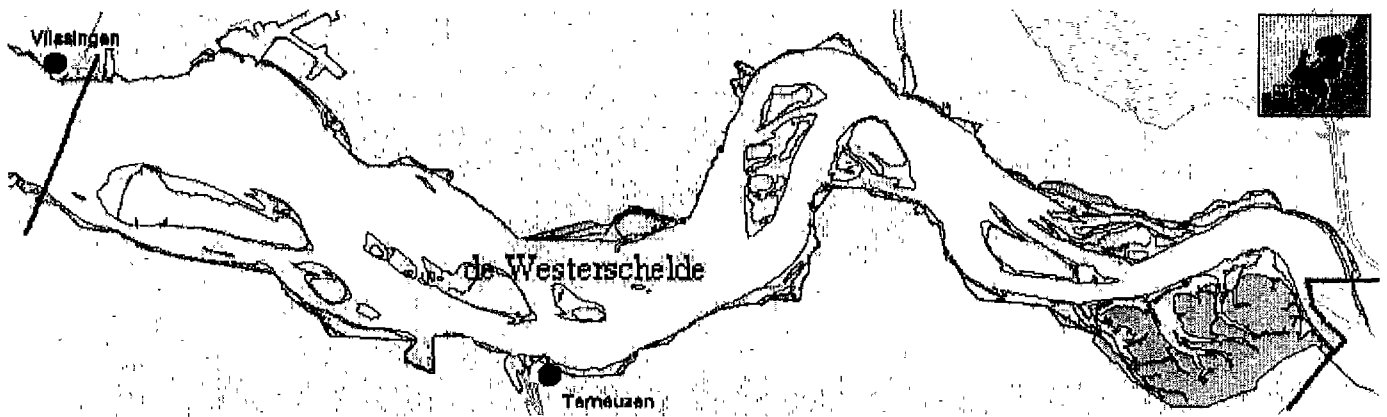
Tabel 1 oppervlakte in ha per ecoserie (Meire et. al., 1995)

	Water	Slik	Schor	Totaal
Zeeschelde	3000	656	518	4174
Westerschelde	17598	10581	3175	31354
Totaal	20598	11237	3693	35528

In 1800 had de Westerschelde een oppervlakte van ongeveer 45000 ha. Heden ten dagen beslaat de Westerschelde ruim 31000 ha (Meire et. al., 1995).

In een estuarium komen door de grote gradiënten zeer veel verschillende organismen op een kleine oppervlakte voor. Op de slikken en platen leven geheel andere planten en dieren dan op de schorren en in de geulen. Maar ook de invloed van het rivierwater zorgt voor verschillende leefgemeenschappen. Met het veranderen van het zoutgehalte verandert ook de soortensamenstelling in de verschillende ecoseries.

Door de aanvoer van rivierwater is het nutriënten aanbod en dus de primaire productie hoog. Door het ondiepe water, het droogvallen van de platen en slikken en de hoge productie leven er veel bodemdieren in de Westerschelde. Deze bodemdieren zijn een belangrijke voedselbron voor o.a. vogels. In de winter is de Westerschelde een belangrijk overwinteringsgebied voor vele vogels, die op de droogvallende platen en slikken naar voedsel zoeken en op de schorren of in binnendijkse gebieden rusten. Door het rustige ondiepwater en het grote voedselaanbod is de Westerschelde ook een belangrijke kraamkamer voor vissen (Verschoore de la Houssaye, 1998).

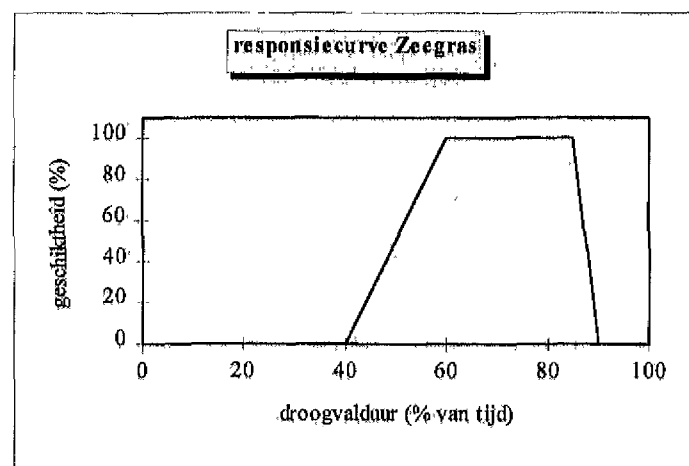


figuur 3 De Westerschelde, het onderzoeksgebied

Het gedeelte van de Westerschelde dat in deze studie is onderzocht is het wite gebied tussen de twee dikke zwarte lijnen. De dunne zwarte lijnen geven de gemiddeld laagwaterlijn weer, de grens van het intergetijden gebied.

2.4 De relatie tussen abiotische milieuomstandigheden en biota

Het voorkomen van planten en dieren wordt primair bepaald door de abiotische milieufactoren. Elke soort heeft een bepaalde optimale milieusituatie. Een soort kan alleen daar overleven waar de milieuomstandigheden niet te ver van het optimum van die soort afwijken. De relatie tussen één abiotische parameter en de groeimogelijkheden voor een bepaalde soort kan weergegeven worden in een responsiecurve ook wel relatiecurve genoemd (figuur 4). Elke soort heeft voor elke abiotische factor een specifieke curve. Het kan ook best zijn dat een abiotische factor, binnen het leefgebied van een soort, in een kleinere range varieert dan waar de soort gevoelig voor is. Deze factor is dan niet discriminerend voor het voorkomen van de soort. De responsie curve is in zo'n geval een rechte lijn op honderd procent geschiktheid.



figuur 4 Voorbeeld van een responsiecurve

In deze responsiecurve is aangegeven bij welke droogvalduur zeegras kan voorkomen. Een te lange droogval duur leidt tot uit droging, een te korte tijd geeft problemen door licht limitatie.

Om de habitat van een soort te beschrijven is het nodig om de relatie met elke afzonderlijke abiotische parameter te kennen. Daarbij kunnen voor sommige abiotische factoren de responsiecurven afhangen van de waarde van andere abiotische factoren. Bijvoorbeeld een soort zal sneller uitdrogen op een zandbodem dan op een slibrijke bodem. De droogvalduur die een soort kan overleven zal op een slibrijke bodem dus hoger kunnen zijn. Voor geen enkele soort zijn al deze relaties met de abiotische omstandigheden exact bekend. Het is van groot belang om in ieder geval de responsiecurven voor de belangrijkste parameters zo goed mogelijk te kennen. De verspreiding van veel soorten wordt echter niet alleen door de milieuomstandigheden bepaald maar ook door de onderlinge concurrentie om op de beste locatie te kunnen leven. Veel soorten leven hierdoor niet alleen precies op de plaatsen met de optimale milieuomstandigheden maar ook aan de rand van hun specifieke optimum. Om dus de verspreiding van een soort aan de hand van abiotische parameters te beschrijven zouden eventueel in het laboratorium bepaalde responsiecurven van deze soort zo nodig gecorrigeerd moeten worden voor de concurrentie tussen de soorten onderling. Of wel; zowel de relaties tussen de abiota en biota als die tussen de biota onderling, zoals deze in het veld voorkomen, zullen moeten worden bepaald. De responsiecurven kunnen dus eigenlijk alleen door intensief veldwerk in samenhang met laboratorium onderzoek worden vastgesteld omdat hiermee de 'gecorrigeerde' habitatbeschrijving wordt verkregen.

Voor het maken van ecotopenkaarten moet er bepaald worden welke organismen samen een levensgemeenschap vormen. De soorten moeten geclusterd worden tot een levensgemeenschap. Welke soorten vormen nu samen een leefgemeenschap, en is er een vaste verhouding binnen een leefgemeenschap of kan deze variëren? Doordat er elk jaar meer kennis beschikbaar komt veranderen de inzichten over habitateisen en levensgemeenschappen. Zowel een habitatkaart als een ecotopenkaart zullen door het veranderen van de inzichten weer aangepast en verbeterd moeten worden.

2.5 Overzicht beschikbare data

Als tweede stap in een GIS procedure (figuur 2) wordt er een inventarisatie van de aanwezige data gemaakt. Op basis van deze inventarisatie en de probleemstelling kan dan een algemene werkwijze worden gemaakt. In deze paragraaf is de gebruikte data beschreven.: De monoparametrische abiotische kaarten en de biotische databases. De basiskaarten zijn verkregen uit veldmetingen, remote sensing en / of modelberekening. De kaarten zijn beschikbaar als GIS-bestanden (bijlagen I). De ecotopenindeling is verkregen uit biotische en abiotische velddata aangevuld met uit de kaarten geëxtraheerde abiotische gegevens. Deze veldgegevens zijn wat betreft de bodemdieren verkregen uit de MOVE-veldcampagne. Naast deze MOVE-database zijn ook veldgegevens geëxtraheerd uit de diatomeeëndatabase en de vogeldatabase. In deze paragraaf worden eerst de gebruikte GIS-bestanden kort beschreven gevolgd door de gebruikte databases met veldgegevens.

De volgende kaarten zijn beschikbaar:

1. Basisdijklijn
2. Dieptekaart
3. Gemiddelde laagwaterlijn
4. Droogvalduurkaart
5. Geomorfologische kaart

6. Chloridengehalte kaart
7. Slibkaart 96
8. Stroomsnelhedenkaarten

2.5.1 Basisdijklijn

Deze basisdijklijn is gemaakt op basis van de meest recente topografische kaarten (1:10.000) afkomstig van het TOP-10 vectorbestand van de TD. De dijklijn is handmatig geselecteerd in het top-10 vector bestand. Het dijklijnbestand geeft de dijklijn weer van de lijn Vlissingen / Breskens tot aan de Nederlands Vlaamse grens. Deze kaart is gebruikt om de overige kaarten gebiedsdekkend te krijgen. Dat wil zeggen dat deze dijklijnskaart is gebruikt om alle andere kaarten bij te werken zodat elke kaart hetzelfde gebied beslaat. Dit is nodig omdat er anders delen van de Westerschelde ongeanalyseerd blijven.

De geometrische nauwkeurigheid van het top-10 vectorbestand is $\pm 1,8$ meter (TD, Emmen)

2.5.2 Dieptekaart

De dieptekaart is gemaakt op basis van vaklodingen die gedaan zijn in 1996. De lodingen zijn uitgevoerd tot ca. NAP +1 m. De hogere delen zijn door middel van dGPS tot op 5 cm hoogte nauwkeurig ingemeten (Nanninga, 1985, Jonkers 1991). Voor het uitvoeren van lodingen is de Westerschelde opgedeeld in zes vakken. De hoogtegegevens voor elk van deze zes vakken zijn met behulp van het interpolatieprogramma DIGIPOL geïnterpoleerd (Munster & van Antwerpen, 1994). Deze geïnterpoleerde digitale vaklodingsbladen zijn beschikbaar in Arc/Info (GIS) in de vorm van hoogtegrijs. Per vak is een hoogtegrids gegenereerd, vervolgens zijn de hoogtegrijs van de verschillende vakken aan elkaar gekoppeld. De celgrootte van deze grids bedraagt 20 * 20 meter.

De nauwkeurigheid van de dieptekaart hangt af van de nauwkeurigheid van de metingen en van de interpolatie.

Mogelijke fouten bij hoogtemetingen:

- De echolodingsapparatuur heeft bepaalde afwijking
- De plaatsbepalingsapparatuur van het lodingsschip heeft een bepaalde afwijking
- Er wordt gecorrigeerd voor de waterstand, de gebruikte waterstand kan afwijken van de werkelijke waterstand
- De afronding van de verschillende getallen levert een fout op.

De totale fout kan per gebied verschillen. Er kan onderscheid gemaakt worden in intergetijdengebied, geulen/hellingen, geulbodems en vlakke gebieden. In tabel 1 staat de geschatte fout per gebied weergegeven (Nanninga 1985; Jonkers 1991).

**Tabel 2 De totale systematische en stochastische fouten in de dieptelodingen
(van Vooren, 1997)**

gebied	totale fout (m)
intergetijde gebieden	-0,20 ± 0,23
hellingen plaat/geul (>5%)	-0,25 ± 0,39
geulbodems/vlakke gebieden	-0,10 ± 0,19

Nadeel van de interpolatieprogramma DIGIPOL is dat er geen maat van betrouwbaarheid van de interpolatie wordt verkregen.

2.5.3 Glw-lijn

De gemiddelde laagwaterstand (GLW) verschilt van plaats tot plaats doordat het getij zich als een golf door het Westerscheldebekken beweegt. Met behulp van de waterstandsgegevens van de laatste tien jaar van de meetstations Bath, Hansweert, Terneuzen en Vlissingen is een gemiddelde getidekromme per meetstation bepaald. Uit deze gegevens is voor elk van de zes lodingvakken een gemiddelde laag- en hoogwaterstand over tien jaar bepaald (zie Tabel 3). Met behulp van de lodinggegevens en de gemiddelde laagwaterstanden is met behulp van interpolatie voor elk lodingvak een laagwaterlijn bepaald. Deze laagwaterlijn is dus in wezen een dieptelijn (contour). Vervolgens zijn de afzonderlijk glw-lijnen van elk van de zes lodingvakken aan elkaar gekoppeld tot één gebiedsdekkende glw-lijn. De glw-lijn (vectorkaart) is gebruikt om de beneden rand van het intergetijden gebied aan te geven. De GLW-lijn is weergegeven in figuur 3.

Tabel 3 waarden voor droogvalpercentage berekening in cm

	glw-stand t.o.v. NAP (cm)	ghw-stand t.o.v. NAP (cm)	hg (cm)	ha (cm)
vak 1 (Bath)	-211.0	272.0	30.50	241.50
vak 2	-208.5	257.0	24.25	232.75
vak 3	-200.0	246.2	23.10	223.10
vak 4 (Terneuzen)	-190.0	229.0	19.50	209.50
vak 5	-185.5	217.0	15.75	201.25
vak 6	-183.0	210.6	13.80	196.80

(hg: de gemiddelde waterstand;

ha = de amplitude van de waterstand; zie droogvalduurkaart)

2.5.4 Droogvalduurkaart

Het voorkomen van specifieke groepen bodemdieren en vegetatietypen op een bepaalde slik- of plaatlocatie is onder andere afhankelijk van de droogvalduur op die locatie (Huijs,

1995). De droogvalduur van een locatie is afhankelijk van de absolute hoogte t.o.v NAP (zoals deze in de diepte kaart is weergegeven) in relatie tot de getijamplitude. Doordat de getijamplitude door het bekken heen veranderd, is de droogvalduur bij een bepaald NAP niveau (b.v 1 m + NAP) bij Vlissingen anders dan bij Bath. Omdat het voorkomen van een organisme niet door de absolute hoogte wordt bepaald maar door de droogvalduur die hier uit volgt is de diepte kaart omgezet in een droogvalduurkaart met behulp van de onderstaande formule (Mulder, 1996). Het hoogtegrid van de dieptekaart is omgezet in een grid met het percentage van de tijdsduur dat het land droog staat.

$$\text{Droogvalpercentage} = 1 - \left(\frac{a \cos \left(\frac{\text{hoogte grid} - hg}{ha} \right)}{\pi} \right) * 100 \%$$

hg = de gemiddelde waterstand (zie Tabel 3)

ha = de amplitude van de waterstand (zie Tabel 3)

Dit grid is omgezet in een coverage met een interval van 5 % in droogvaltijd. De uiteindelijke coverage is aangepast op de basisdijklijn. Waar geen droogvalduurgegevens bekend waren is handmatig een droogvalduurpercentage ingevoerd. Dit is gebeurd door in te 'zomen' op de betreffende gebieden en vervolgens de ontbrekende cel(len) een waarde toe te kennen die bestond uit de gemiddelde waarde van de omringende cellen. De uiteindelijke droogvalduurkaart is opgenomen in bijlage I.

De methode om de droogvalduur en de glw-lijn te bepalen is vrij grof. Er wordt gebruik gemaakt van maar vier meetpunten (Bath, Hansweert, Terneuzen en Vlissingen). Desondanks bereikt deze methode een resultaat dat niet ver van de werkelijkheid afligt (van der Male, 1997). Dit komt omdat het verschil tussen de gemiddelde laagwaterstanden tussen de verschillende vakken onderling vrij klein is. Dit geldt ook voor de gemiddelde hoogwaterstanden. Een nauwkeuriger bepaling is ook in verband met de nauwkeurigheid van de hoogtegegevens niet zinvol.

De nauwkeurigheid van de droogvalduurkaart is afhankelijk van de nauwkeurigheid van de dieptekaart en van de bepaling van de gemiddelde getijdekromme.

2.5.5 Geomorfologische kaart

De geomorfologische kaart is gemaakt op basis van false-colour luchtfoto's van het intergetijdengebied in de Westerschelde, d.w.z. alle platen, slikken en schorren van

dijkvoet tot dijkvoet. De Meetkundige Dienst heeft deze false-colour luchtfoto's, schaal 1 : 10.000, en zwart wit luchtfoto's, schaal 1:30.000, op 6 en 17 juni 1996 gemaakt. Na geometrische correctie van de false-colour luchtfoto's door middel van de zwart wit foto's en topografische kaarten, zijn met behulp van stereoscopische analyse de voornaamste geomorfologische klassen gekarteerd (b.v. Pla1, S1 etc. werkdocument MDGAT-97.52). Interpretatie heeft plaatsgevonden aan de hand van de door het RIKZ aangeleverde legenda (bijlage II) (de Jong, 1996).

Aan de hand van veldwaarnemingen, uitgevoerd in week 40 en 42, september en oktober 1996, is de foto-interpretatie gecontroleerd. Aan de hand van de veldgegevens zijn enkele aanpassingen doorgevoerd. Deze aanpassing hebben vooral betrekking op het onderscheid tussen de eenheden Pla1, Pla2 en Pla3: verschillen tussen zandige, slibrijke en zeer slibrijke, vlakke, laag-energetische plaat- / slikdelen.

Het uiteindelijke digitale bestand dat het RIKZ van de Meetkundige Dienst ontvangen heeft, is gecorrigeerd op de basisdijklijn (zie droogvalduurkaart). Daarna is de geomorfologische kaart gecorrigeerd op de glw-lijn. Op de luchtfoto's die gebruikt zijn voor het maken van de geomorfologische kaart bleek de waterlijn niet precies overeen te komen met de gemiddeld laagwaterlijn. Door het optreden van onder andere windeffecten en doodtij-springtij cycli treedt een verschil op van de waterlijn met de gemiddeld laagwaterlijn. In sommige gebieden lag de waterlijn iets lager dan de gemiddeld laagwaterlijn, waardoor bepaalde gebieden gecodeerd werden terwijl deze eigenlijk onder de glw-lijn liggen. Bij het corrigeren op de glw-lijn zijn deze gebieden verwijderd. In andere gebieden lag de waterlijn op de foto iets hoger dan de gemiddeld laagwaterlijn. Ongeveer 240 hectare intergetijden gebied bleef hierdoor ongecodeerd. Dergelijke ongecodeerde gebieden zijn alsnog gecodeerd aan de hand van de geomorfologische codes van de omringende gebieden. De uiteindelijke geomorfologische kaart is opgenomen in bijlage I.

De nauwkeurigheid van het uiteindelijke bestand kan omschreven worden aan de hand van mogelijke fouten die tijdens het productieproces onderscheiden kunnen worden.

Dat zijn:

1. Lijnnauwkeurigheidfouten
 - fotogrammetrische fouten
 - digitaliseerfouten
 - transformeerfouten
2. Interpretatiefouten
3. Seizoenseffecten

In het algemeen zal de standaardafwijking ten gevolge van de eerste serie fouten ongeveer 5 meter bedragen. Hierbij is geen rekening gehouden met interpretatiefouten en seizoenseffecten (Huijs, 1995).

2.5.6 Chloridengehalte kaart

Het Chloride gehalte in de monding van de Westerschelde is gelijk aan het gehalte van zeewater en wordt stroomopwaarts lager. Deze zoutgradiënt wordt veroorzaakt en in stand gehouden door de aanvoer van zoet rivierwater in hoofdzaak afkomstig uit de Schelde en de Rupel. Variatie in de grootte van de rivierafvoer veroorzaakt een verplaatsing van de gradiënt. De variaties in de afvoer zijn al na enkele dagen merkbaar op het Chloride gehalte (van der Male, 1997).

De kaart is gemaakt op basis van modelberekeningen uitgevoerd met behulp van het model Scaldis 400 (van der Male, 1997). Het model wordt gestuurd door de waterbeweging aan de zeezijde. In het model zijn als zoetwaterlozingspunten de Schelde, de Rupel, De Antwerpse havendokken, het Batsche spuikanaal en het kanaal Gent / Terneuzen opgenomen. De saliniteit is bepaald voor twee afvoersituaties. Gekozen zijn de maximale en minimale afvoer met een overschrijdingskans van 10 %. Deze waarden komen overeen met een rivierafvoer van de Schelde- en Rupel van respectievelijk 232 m³/s en 47 m³/s. Er is gebruik gemaakt van de maximale en minimale rivierafvoer als maat voor het verschil tussen de winter en de zomer. De rivierafvoerwaarden zijn bepaald over de periode 1988-1996. De periode waarover de berekening is uitgevoerd is 1 december 1989 tot en met 18 juni 1990. Binnen deze periode zijn drie getijcycli geselecteerd waarvan uitvoer is gegenereerd. Om de getij-invloed uit te filteren is per gridcel (400*400 meter) de gemiddelde waarde bepaald. Op deze manier zijn zowel de eb/vloed- als de doottij/springtij-invloeden geminimaliseerd (van der Male, 1997).

Het grid met saliniteitsgegevens is omgezet in een grid met chloride gehalten. Dat is gedaan door het saliniteitsgrid te delen door 1.8. Dit is een door het RIKZ algemeen aanvaarde methode. Op bepaalde plekken in het grid werden cellen aangetroffen waar de gegevens ontbraken (NODATA). Deze cellen hebben handmatig een waarde toegekend gekregen aan de hand van waarden van omliggende cellen. Dit is gebeurd door in te zoomen op de betreffende gebieden en vervolgens de ontbrekende cel(len) een waarde toe te kennen die bestond uit de gemiddelde waarde van de omringende cellen. De uiteindelijke chloridgehaltekaart is opgenomen in bijlage I.

De fout in het model is ongeveer 1,6 g/l voor het chloride gehalte. Deze fout is over het gehele gebied gelijk (van Vooren, 1997).

2.5.7 Slibkaart 96

De slibkaart is gemaakt op basis van Landsat Thematic Mapper remote sensing gegevens van 7 september 1993 en een bodembemonstering (methode de McLaren) van augustus/september 1993 en 1994. De McLaren monsters zijn genomen op de snijpunten van een vierkant rooster met ribben van 500 m. In gebieden met een verwachte of bekende hoge dynamiek is de afstand tussen de monsters terug gebracht naar 250 m. De Landsat satelliet Thematic Mapper unit heeft een resolutie van 30 m x 30 m en registreert in zeven brede spectrale banden (Kokke, 1996). De banden rlsb1 (blauwe deel spectrum) en rlsb2 (rode deel spectrum) zijn gebruikt voor het bepalen van de correlatie tussen de satellietbeelden en de McLaren monsters, omdat uit multivariate analyse bleek dat deze

banden de beste correlatie gaven en de banden onderling slecht gecorreleerd waren (van Essen & Hartholt, 1998).

De satellietbeelden zijn geometrisch gecorrigeerd en vervolgens zijn de pixels die corresponderen met de monsternummers van de McLaren bemonstering geselecteerd (Kokke, 1996). Het slib-percentages algoritme is voor de geselecteerde pixels via multivariate regressie bepaald (van Essen & Hartholt, 1998). Per plaat is een relatie opgesteld die vervolgens per plaat is uitgewerkt naar een slibkaart.

Over de digitale satelliet foto is het basisdijklijn bestand heen gelegd om de binnendijkse gebieden te selecteren en buiten de omrekening te houden. Door middel van band 5 (Landsat TM) is bepaald wat tijdens de opnamen onderwater gelegen gebied was. Door gebruik te maken van de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) is onderscheid gemaakt in kale bodem en begroeide bodem (schorren). Begroeide bodem is verder buiten de omrekening gehouden.

Door het toepassen van het slibpercentage algoritme is per pixel een geschat slibpercentage bepaald. Als laatste is de glw-lijn toegevoegd en zijn de pixels die onder de glw-lijn liggen verwijderd. Door de zeer lage waterstand bij het opnemen van het satellietbeeld (7-9-1993 $\pm$ 11.10 MET) liggen vrijwel geen pixels onderwater die boven de glw-lijn liggen. Daar waar dit wel het geval was hebben de pixels de waarden van de naast liggende pixels gekregen. De uiteindelijke slibkaart is opgenomen in bijlage I.

De nauwkeurigheid van het uiteindelijke bestand kan omschreven worden aan de hand van mogelijke fouten die tijdens het productieproces onderscheiden kunnen worden. Dat zijn:

1. Pixels waarin een scheidingslijn aanwezig is tussen b.v. kale bodem en vegetatie of zand en slib worden veelal verkeerd gekarteerd. Dit is inherent aan de kartering met remote sensing beelden (Kokke, 1996).
2. Het geometrisch gecorrigeerde satellietbeeld en de basis dijklijn passen niet perfect op elkaar, hierdoor zijn er langs de dijklijn 1 tot maximaal 2 pixels verkeerd gekarteerd (Kokke, 1996)
3. Het algoritme dat digitale beeld informatie omzet in een schatting van het slibpercentage is geconstrueerd op basis van een koppeling van bodemonsterresultaten en digitale informatie. Vanwege het relatief grote formaat van de pixels, kan de spectrale informatie van een pixel niet met zekerheid beschouwd worden als representatief voor de bijbehorende bemonsteringsresultaten; pinnen een pixel oppervlak kan variatie in slibpercentage optreden. Daarnaast is er bemonsterd tot 5 cm diepte terwijl de satelliet enkel naar de oppervlakte 'kijkt'; een dunne oppervlakte-sliblaag zal door de satelliet als slib gezien worden terwijl het bemonsteringsresultaten een meer zandig beeld geeft (Kokke, 1996).
4. Vocht dat aanwezig kan zijn op het sediment geeft een verstoring in de reflectie van licht. Hierdoor krijgen pixels met een hoog vocht gehalte een verkeerd, te hoog, slibgehalte toebedeeld (Kokke, 1996).

5. Het slibgehalte kan in de verschillende seizoenen variëren. In het late voorjaar kan bij rustig weer lokaal een plotselinge sterke bezinking van slib op treden. Dit slib blijft vaak in de zomer op de platen aanwezig, om met de eerste herfststorm weer van de platen af te spoelen (resuspenderen). De tijd van monsternamen en de tijd van de satellietopname zijn dus bepalend voor het gekarteerde slibgehalte. Een verschil in tijd tussen het verkrijgen van de twee gegevensbronnen kan een discrepantie in slibgehalte voor bepaalde locaties opleveren, waardoor het algoritme onzuiverder wordt.

De grootte van de fout in het slibgehalte op de kaart is door de onbekendheid met de mate van optreden van de verschillende fouten niet kwantitatief aan te geven. Wel kan gezegd worden dat het optreden van seizoensverschillen in het slibgehalte tussen zomer en winter enorm groot kunnen zijn; slibgehalten van 10 % in de winter kunnen lokaal door het bezinken van een dunne sliblaag in de zomer oplopen tot 80 % of meer.

Voor het maken van de Kokkelhabitatkaart voor het gehele bekken, litoraal en sublitoraal, is gebruik gemaakt van de "oude" slibkaart. Deze kaart is gemaakt door een interpolatie (Kriging). Op de McLaren monsterset uit te voeren. De details van deze kaart worden hier verder niet besproken, wel is nog een vergelijking tussen de oude en nieuwe kaart uitgevoerd. (zie par 3.2.4)

2.5.8 Stroomsnelhedenkaarten

De waterbeweging in de Schelde wordt hoofdzakelijk gestuurd door het getij. De stroomsnelhedenkaarten zijn gemaakt op basis van modelberekeningen uitgevoerd met behulp van het model Scaldis 100 (van der Male, 1997). Het model wordt gestuurd door de waterbeweging aan de zeezijde.

De stroomsnelheden zijn bepaald voor twee situaties: Maximale stroomsnelheden tijdens eb en maximale stroomsnelheden tijdens vloed. Gesimuleerd is het gemiddelde getij over de perioden 1981-1990 (van der Male, 1997). Dit getij is met stappen van 5 minuten door gerekend. Uit deze tijdsreeks zijn vervolgens de minimale en maximale stroomsnelheden tijdens eb en vloed geselecteerd.

Voor punten die op een zodanige locatie liggen dat ze tijdens afgaand water droog vallen kan de maximale snelheid die bepaald is te hoog uit vallen. Dit wordt veroorzaakt door de snelheidspiek die in het model optreedt bij het onder water lopen of droogvallen van de plaat.

In het algemeen kan gezegd worden dat de berekende stroomsnelheid zo'n 20 % kan afwijking van veldmetingen. Op plaatsen waar een sterke gradiënt in de bodemligging aanwezig is en in ondiepe droogvallende gebieden kan de afwijking nog groter zijn. Op dergelijke plaatsen spelen lokale invloeden en meteorologische effecten vaak een belangrijke rol (van der Male, 1997).

De uiteindelijke kaart is ingedeeld in 8 stroomsnelheidsklassen (bijlage 1)

2.5.9 De MOVE-veldcampagne

De veldgegevens zijn wat betreft de bodemdieren verkregen uit de veldcampagne die in het najaar van 1996 is gehouden in het kader van het project MOVE (Monitoring Verdieping Westerschelde). De bedoeling van deze campagne was om zoveel mogelijk abiotische en biotische gegevens vast te leggen (de nulsituatie). De abiotische gegevens zijn onder andere bedoeld voor het interpreteren van de luchtfoto's die gebruikt worden voor het maken van de geomorfologische kaart. De biotische gegevens zijn vooral bedoeld voor het bepalen van de habitats van de verschillende soorten. De campagne bestond uit twee delen:

1. Grootschalige veldcampagne (habitat) op "quick and dirty" wijze
2. Kleinschalige veldcampagne op "nauwkeurige" wijze en op "quick and dirty" wijze

Grootschalige veldcampagne

Vrijwel alle slikken en platen van de lijn Breskens - Vlissingen tot aan de Nederlands-Vlaamse grens zijn bemonsterd. In totaal zijn er 509 locaties bezocht. De allerkleinste platen werden niet bezocht, evenals kleine stukjes (smalle) slikken. Deze veldcampagne heeft plaats gevonden in de periode 30 september t/m 18 oktober 1996.

Tijdens deze 'habitat'-campagne werden, op "quick and dirty" wijze, data verzameld ten aanzien van verschillende aspecten van de oppervlakte/morfologie van de bodem, het voorkomen van vegetatie en diatomeeën, de vochtigheid, de opbouw van de bodem en het voorkomen van bodemdieren. Op "quick and dirty" wijze houdt in dit geval in dat er geen monsters mee genomen zijn voor nauwkeurige laboratoriumanalyse. Alle gegevens zijn ter plekke door ervaren veldmedewerkers bepaald. De gegevens werden op daarvoor bedoelde opnameformulieren genoteerd (Stikvoort & Rueda, 1996).

De veldwaarnemingen concentreren zich in de "laag dynamische" gebieden. Hoog dynamische gebieden kunnen met voldoende zekerheid op de false-colour foto's worden onderscheiden (zie geomorfologische kaart); daarbij wordt er vanuit gegaan dat de bodem in deze gebieden uit zand bestaat en de bodemfauna bekend is (arm, slechts enkele mobiele soorten).

Opslag meetgegevens

Voor de opslag van de meetgegevens zijn twee bestanden aangemaakt:

1. Een databasebestand met de gegevens die slaan op de uiterlijke kenmerken van de bodem, het voorkomen van vegetatie en diatomeeën, de hoeveelheid water op het oppervlak, het voorkomen van een aantal bodemdiersoorten en de diepte waarop de gereduceerde laag begint. De meeste gegevens zijn ingedeeld in klassen, voor elke klassen, is een aparte kolom in het bestand opgenomen waarin, door middel van 0 en 1 is aangegeven welke klasse in het veld is aangetroffen. De klasse "geen" is niet aparte opgenomen. Als de overige kolommen van een soort de waarde nul hebben is de soort niet aangetroffen ofwel klasse "geen". Sommige gegevens; zoals de diepte van de gereduceerde laag en het aantal van bepaalde soorten bodemdieren, zijn als numerieke waarden opgenomen.
2. Een spreadsheetbestand met de coördinaten zoals die werden uitgelezen door de plaatsbepalingsapparatuur, de RDV coördinaten (lengte en breedte afstand t.o.v. Parijs), en de gegevens van de bodemprofielen.

Kleinschalige veldcampagne

Tijdens de tweede, kleinschaliger, veldcampagne zijn in de periode 28 oktober t/m 19 november, 64 andere locaties bezocht. Deze locaties zijn met een tweeledig doel bezocht:

1. Op deze locaties werden op dezelfde "quick & dirty" wijze als tijdens de 'habitat'-campagne kwalitatieve en/of semi-kwantitatieve gegevens ten aanzien van de bodemdieren en bodemkenmerken verzameld.
2. Op deze locaties zijn door middel van een steekbuis ($\varnothing$ 8 cm) bodemdierenmonsters voor nauwkeurige analyse verzameld

Deze veldopnames vormen niet alleen een uitbreiding van het aantal opnamepunten ten behoeve van de 'habitat'-campagne, maar geven tezamen met de resultaten van de analyses van de bodemdierenmonsters een mogelijkheid om de veldgegevens verzameld met de grootschalige campagne nader te kwantificeren. De steekbuis monsters zijn op de bodemdierlaboratoria van het NIOO CEMO en het RIKZ uitgezocht. De verschillende soorten, en soms ondersoorten, werden uit de monsters geselecteerd en geteld; vervolgens werd de lengte gemeten, het gewicht en het asvrij drooggewicht bepaald. Bij Kokkels werd aan de hand van de schelp de leeftijd van het dier bepaald. Bij de overige soorten is geen onderscheid gemaakt in leeftijd of een juveniel dan wel adult levensstadium.

Opslag meetgegevens

Voor de opslag van de "quick and dirty" gegevens zijn twee bestanden aangemaakt met dezelfde structuur als de bestanden van de grootschalige campagne. De resultaten van de bodemdierenmonsters zijn als numerieke waarden in de MOVE-database opgeslagen.

Fouten in de MOVE-database

Bij het uitvoeren van de veldcampagnes is een grote groep medewerkers betrokken geweest. Hierdoor zijn er soms verschillen in de interpretatie ontstaan. Daarnaast zijn formulieren niet altijd goed ingevuld, de juiste waarde was niet altijd te achterhalen waardoor gegevens verloren zijn gegaan. Een aantal monsterpunten zijn toch in "hoog-dynamische" gebieden terechtgekomen.

Bij de campagne werd gebruik gemaakt van 2 soorten plaatsbepalingsapparaten, dGPS-apparatuur van Meetdienst Zeeland en een Syledis-apparaat van RIKZ. Tijdens het veldwerk bleek de dGPS-apparatuur zeer betrouwbaar te zijn (afwijking 1 á 2 meter). Het Syledis-apparaat gaf meer problemen ten gevolge van een technische storing in het apparaat. De indruk bestaat dat de absolute meetfout van de Syledis-apparaat in de ordegrootte van 10 tot 20 (30?) meter ligt (Stikvoort & Rueda, 1996).

In augustus 1996 is een vrij uitgebreide verkenning gehouden, als voorbereiding op de kartering. Ten opzichte van die verkenning zijn tijdens de habitatkartering enkele zaken opgevallen. Ten eerste leken de platen in het najaar soms minder slibrijk te zijn geworden. Dit was met name het geval op zandige platen die in augustus bedekt werden door een slibrijke (zandige) toplaag (een zgn. 'vettige' toplaag). Opvallende voorbeelden hiervan zijn het centrale hoog gelegen deel van de plaat van Walsoorden en een deel van de Rug van Baarland. Tijdens de verkenning werden hier grote 'velden' aangetroffen met een 'vette' bovenlaag. Terwijl tijdens de kartering het slibgehalte aanmerkelijk lager was. Ook delen die in augustus echt slibrijk waren bleken in oktober minder slibrijk te zijn. Delen van de Molenplaat zijn hier een voorbeeld van. Wellicht speelt het moment in de springtij-doodtij-cyclus hier een rol in of afvoer van slib door windgolven. Ten tweede leek het benthos minder talrijk dan in augustus. Met name adulte Platte Slijkgapers en jonge Strandgapers werden behoorlijk minder gezien. Vooral in het oostelijke deel van Saeftingse viel dat op. Het lijkt er dus op dat het moment van opnemen invloed heeft op het uiteindelijke resultaat. Doordat de luchtfoto's voor de geomorfologische kaart al in juli genomen zijn kan er ook enig verschil optreden tussen de geomorfologische kaart / luchtfoto's en de in september oktober aangetroffen situatie.

2.5.10 Vogelgegevens

De gebruikte veldgegevens zijn verkregen uit de vogeldatabase van de vogelwerkgroep van het RIKZ in Middelburg. Deze vogeldatabase is gevuld met alle vogeltelgegevens zoals deze in de afgelopen 20 jaar verzameld zijn. Maandelijks wordt er een telling uitgevoerd van alle watervogels op de HVP's (hoogwater vluchtplaatsen) in het Deltagebied; daarnaast wordt jaarlijks het aantal broedvogels in het gehele Deltagebied geteld. Voor deze studie is alleen gekeken naar het aantal niet broedende watervogels in de Westerschelde.

Tellingen van watervogels worden uitgevoerd in en rond het weekend zo dicht mogelijk bij het midden van de maand, waarbij het tijdstip van hoogwater op het midden van de dag valt. De tellingen worden uitgevoerd door professionele vogeltellers en vrijwilligers, de organisatie en de verwerking gebeurt door de professionele tellers van Delta Project Management, in opdracht van het RIKZ. De vrijwilligers tellen in het weekend, de professionele tellers tellen kort voor en na het telweekend (vaak ook als vrijwilliger in het telweekend). Er wordt geteld van twee uur voor hoogwater tot twee uur na hoogwater. Gestreefd wordt naar het simultaan uitvoeren van tellingen in gebieden waartussen regelmatig verplaatsingen plaats vinden. De tellingen worden uitgevoerd vanaf de oever, met uitzondering van de Hoge Platen waar vanaf een boot geteld wordt simultaan met een telling vanaf de oever. Kleine aantallen vogels worden individueel geteld, grotere groepen worden geschat op tientallen of honderdtallen. Voor een bespreking van de nauwkeurigheid wordt verwezen naar Rappoldt et. al. (1984). De vogeltellingen worden sinds 1979 jaarlijks gepubliceerd (Meiniger et. al. 1996). Voor locaties die in een bepaalde maand door wat voor reden dan ook niet geteld, of slecht geteld konden worden zijn de ontbrekende gegevens berekend aan de hand van seizoenspatronen en trends in andere delen van het Deltagebied (per bekken) (Underhill & Prys-Jones, 1994).

2.5.11 Diatomeeëngegevens

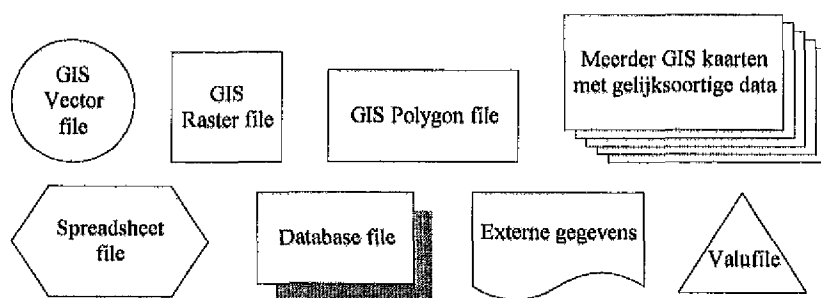
De veldgegevens zijn voor wat betreft de diatomeeën verkregen uit de Diatoms-database. Deze database is gevuld met chlorofyl-a-gegevens en bodemgegevens van de diatomeeënmonitoring zoals die in het kader van het project biomonitoring en MOVE zijn en worden verzameld. Sinds 1993 worden op 9 platen en 11 slikken in de Westerschelde monsters genomen waarin het chlorofyl-a gehalte bepaald wordt als maat voor de biomassa aan diatomeeën. Per plaat of slik zijn één of een aantal raaien uitgezet waarop in totaal 115 (1996) gemarkeerde monsterpunten liggen. Maandelijks wordt één monster genomen bestaande uit vijf steken van de bovenste cm van het sediment. Het nemen van monsters geschiedt met een perspex steker met een diameter van 20,9 mm. In het voor- en najaar wordt op deze locaties het slibgehalte tot 10 cm diepte bemonsterd. Sinds het begin van de bemonstering is het aantal locaties sterk uitgebreid. Een aantal punten uit de begin periode zijn komen te vervallen. Het gehalte ($\mu\text{g/g}$) aan chlorofyl-a in het sediment is bepaald door middel van HPLC-analyse op het laboratorium van het RIKZ in Middelburg. Het gehalte aan chlorofyl-a is vervolgens via de dichtheid van het sediment omgerekend naar een hoeveelheid chlorofyl-a per oppervlakte (mg/m^2). Het slibgehalte wordt via de standaard RIKZ-methode (den Hartog & Spronk, 1997) bepaald. In de database is het genormaliseerde percentage kleiner dan $63 \mu\text{m}$ en de d_{50} opgenomen.

2.6 Methodiek

Na de analyse van het probleem en de inventarisatie van de beschikbare data is een algemene opzet voor de werkwijze gemaakt. Deze opzet is gevisualiseerd in een flowdiagram (figuur 6). Dit flowdiagram is opgenomen om de lezer een handvat te bieden voor het volgen van de structuur in de volgende hoofdstukken.

In een flowdiagram is de verschillende inputdata weergegeven door verschillende symbolen. De relatie tussen de verschillende data is aangegeven door lijnen. Bij deze lijnen is een eventuele bewerking weergegeven. Resultaten van bewerkingen worden vervolgens weergegeven als nieuwe data, geschikt voor verdere bewerking.

In het overzichtsfowdiagram (figuur 6) en het uitgebreide flowdiagram (bijlage III) zijn een aantal symbolen gebruikt die aangeven in wat voor format de informatie is opgeslagen (figuur 5).



figuur 5 Legenda flowdiagram

Beschrijving symbolen (figuur 5)

GIS Vector file:	Een digitale kaart met daarop alleen lijn informatie
GIS Raster file:	Een digitale kaart met daarop informatie over oppervlakte weergegeven door een raster (blokjes op de kaart) met bepaalde waarden
GIS Polygon file:	Een digitale kaart met daarop oppervlakte informatie weergegeven door polygonen die gebieden met dezelfde waarden omsluiten.
Meerdere GIS kaarten:	Dit is geen bestand maar een vereenvoudigde weergave voor een serie van bovengenoemde bestanden
Spreadsheetfile:	Excel versie 6 bestand met daarin numerieke waarden of klasse indelingen, worden door middel van een PRN-bestand gekoppeld met de GIS kaarten
Database file:	Access versie 7 bestand met daarin de resultaten van veldonderzoek
Externe gegevens:	Tekstbestanden eventueel met waarden tabellen; deze worden handmatig ingevoerd in Arc / Info om mee te kunnen werken
Valuefile:	Een eenvoudige tabel, volgens welke een herclassificatie plaats vindt

Beschrijving overzichtsfowdiagram

De Romeinse nummers in figuur 6 en in bijlage III corresponderen met de nummers in deze paragraaf. De verschillende abiotische kaarten zijn weergegeven als één symbool van op elkaar liggende kaarten.

I Invoer en gebruiksklaar maken basiskaartgegevens

Om de verschillende abiotische kaarten te kunnen gebruiken moeten deze in de gebruikte applicatie ingevoerd worden. De kaarten moeten ook zodanig aangepast worden dat ze allemaal gebiedsdekkend zijn. Dit om te voorkomen dat er oppervlaktes ongecodeerd blijven en er geen vergelijking gemaakt kan worden tussen verschillende kaarten. Het aanpassen van de kaarten gebeurt aan de hand van de standaarddijklijn en de glw-lijn.

II Habitatbeschrijving bodemdieren

Om habitatkaarten voor de bodemdieren te maken moet er eerst inzicht verkregen worden in de eisen die een soort stelt aan zijn leefgebied. Daarom wordt er voor elke soort die in deze studie bekeken is een habitatbeschrijving opgesteld. Dit gebeurt door de biotische gegevens uit de MOVE-database te vergelijken met de abiotische gegevens uit de MOVE-database en de abiotische gegevens uit de abiotische basiskaarten. Op basis van deze vergelijking, literatuurgegevens en kennis wordt de habitatbeschrijving opgesteld.

Om inzicht te krijgen in de kwaliteit van de abiotische gegevens wordt er een vergelijking gemaakt tussen de abiotische gegevens zoals die voor de MOVE-monsterpunten uit de basiskaarten zijn geëxtraheerd en de abiotische gegevens uit de MOVE-database (validatie kaarten).

III Habitatkaarten bodemdieren

Op basis van de bodemdierhabitatbeschrijvingen (punt II) worden er habitatkaarten voor elke soort gemaakt. De habitatkaarten voor de bodemdieren worden bekeken door velddeskundigen, indien het werkelijke voorkomen en de kaarten niet of onvoldoende overeenkomen kan dit leiden tot correcties in de bodemdierhabitatbeschrijvingen.

IV Bodemdierlevensgemeenschappen indeling

De biotische gegevens uit de MOVE database worden door middel van Twinspan geclusterd om een indeling in de bodemdieren te krijgen. Daarnaast wordt hetzelfde gedaan met de bodemdiergegevens uit voorgaande jaren (1994 / 1995) en voor het totaal aan bodemdiergegevens (MOVE + 1994/1995). De drie clusteringen worden onderling vergeleken om te kijken of er een vast patroon in aanwezig is. Of wel: kunnen er vaste bodemdierenlevensgemeenschappen onderscheiden worden.

V Ecotopenindeling bodemdieren

Bij elk bodemdierenlevensgemeenschap worden de abiotische randvoorwaarden gezocht op basis van de abiotische gegevens van de geclusterde monsterpunten, de habitatgegevens van de onderliggende soorten en de kennis van deskundige. Op basis hiervan kan er een bodemdieren ecotopenkaart gemaakt worden.

VI Habitatbeschrijving vogels

Op basis van de vogelgegevens, literatuur en kennis wordt een habitatbeschrijving van een aantal belangrijke vogelsoorten gemaakt. Op basis van deze habitatbeschrijvingen en de abiotische basiskaarten wordt er per soort een potentiële habitatkaart gemaakt. De habitatkaarten wordt door velddeskundigen bekeken; indien de kaarten niet of onvoldoende overeenkomen met het werkelijke voorkomen kunnen de habitatbeschrijvingen gecorrigeerd worden.

VII Habitatbeschrijving diatomeeën

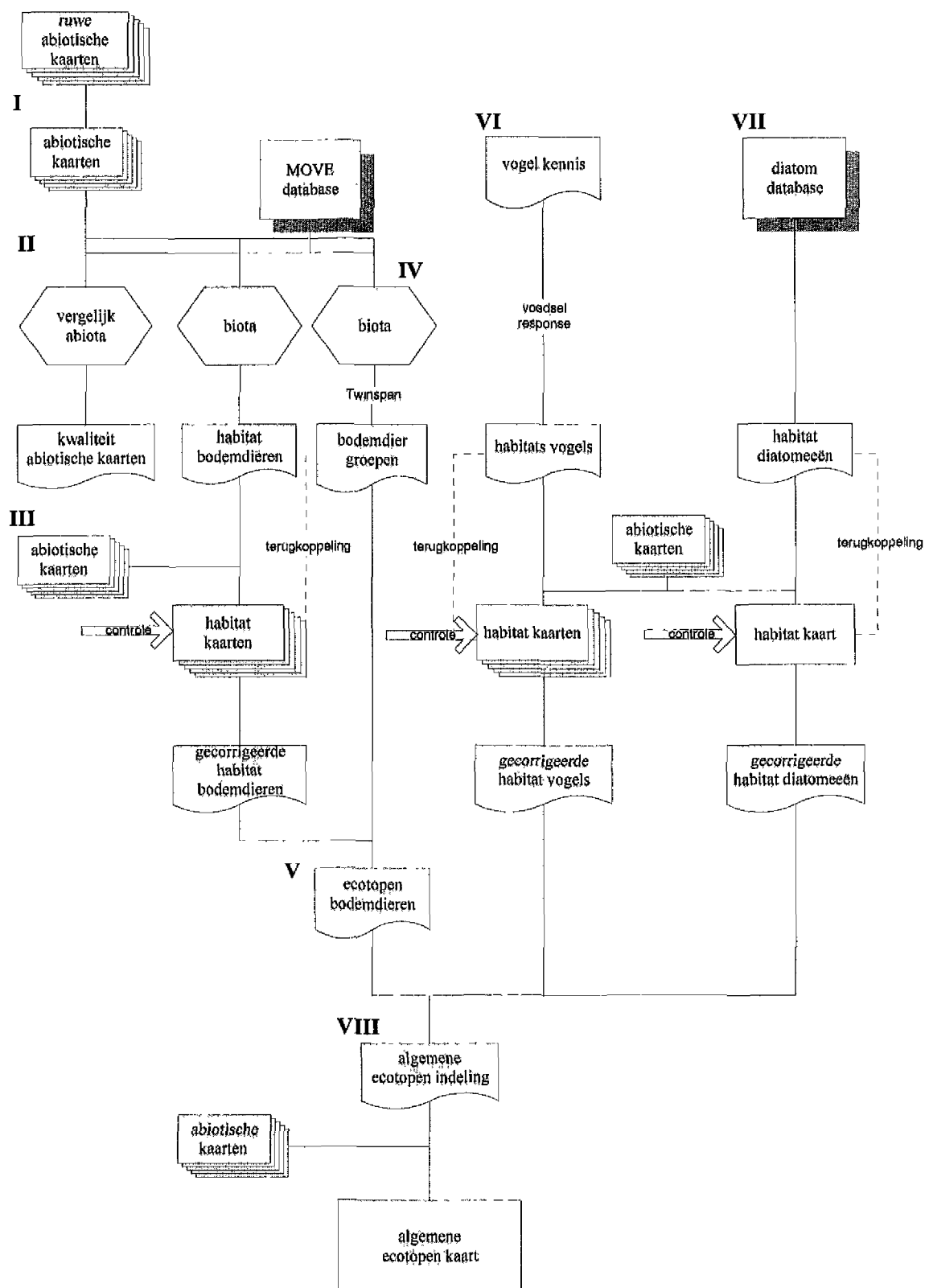
Op basis van de diatomeeëndatabase (jaargemiddelde chlorofyl-a), literatuur en veldkennis wordt een habitatbeschrijving voor diatomeeën gemaakt. Op basis van de diatomeeënhabitatbeschrijving wordt er een habitatkaart voor diatomeeën gemaakt. Deze kaart wordt vergeleken met het werkelijk voorkomen van de diatomeeën in de Westerschelde. Indien de kaart niet of onvoldoende overeenkomt met de werkelijkheid wordt de habitatbeschrijving gecorrigeerd, waarna opnieuw een habitatkaart gemaakt wordt.

VIII Algemene ecotopenkaart

Op basis van de bodemdierecotopenkaart en de habitatkaarten van de vogels en de bodemdiatomeeën wordt een algemene ecotopenindeling gemaakt. Op basis van de abiotische kaarten wordt de algemene ecotopenindeling weergegeven in een ecotopenkaart voor de Westerschelde.

IX Zeegras habitatkaart

Als toegift is op basis van veld en literatuur kennis van D.J. de Jong een zeegras habitatkaart gemaakt. Deze procedure is niet opgenomen in het flowdiagram, maar zou naast de diatomeeënlijn moeten komen. Deze kaart is gemaakt uit nieuwsgierigheid naar de zeegrashabitat, omdat zeegras in de Westerschelde zeer zeldzaam is.



figuur 6 Overzichtsflydgram van de gevolgde methodiek

3. UITVOERING EN RESULTATEN

In dit hoofdstuk is beschreven welke stappen zijn uitgevoerd en wat de resultaten daarvan waren. De paragrafen zijn ingedeeld volgens de Romeinse cijfers in het algemene flowdiagram (figuur 6). Elke paragraaf is opgedeeld in een uitvoeringsgedeelte en een resultaten gedeelte. De nummers zoals die bij de uitvoeringsparagrafen in de kantlijn staan verwijzen naar het meer uitgebreide flowdiagram (bijlage III). De paragrafen waarin beschreven is hoe de verschillende habitatkaarten (bodemdieren, vogels, diatomeeën) gemaakt zijn, zijn zodanig geschreven dat ze als zelfstandig deel te lezen zijn. Mensen die alleen geïnteresseerd zijn in hoe de habitatkaarten voor b.v. vogels gemaakt zijn kunnen volstaan met het lezen van deze ene paragraaf.

3.1 Invoer en gebruiksklaarmaken abiotische basiskaarten

De eerste vijf stappen in het flowdiagram (Romeinse I) hebben te samen geleid tot de abiotische basiskaarten (par 2.4 en bijlage I) en zullen in dit hoofdstuk verder niet besproken worden.

3.2 Vergelijking abiotische gegevens veldonderzoek met GIS-kaarten

3.2.1. Voorbereiding voor het vergelijken van de veldgegevens met de basiskaart gegevens

- 5) Van de file met x-y coördinaten van de monsterlocaties (MOVE campagne) is een coverage gemaakt. Deze coverage is 'ge-overlaid' met elk van de abiotische kaarten via 'Generate', een AML geschreven door Herman de Haan. Generate extraheert voor elk X-Y-punt de waarden van de abiotische parameters. Aan de monsterpunten file wordt vervolgens voor elke abiotische parameter een kolom toegevoegd waarin de bij de betreffende locaties horende waarden voor de abiotische parameters staan vermeld. Dit bestand is opgeslagen als 'prn' bestand en geïmporteerd in een spreadsheetbestand.
- 6) De originele MOVE-database bestaat uit één kolom per klasse. Deze manier van gegevensopslag is niet geschikt om mee verder te rekenen en daarom is deze database opnieuw ingedeeld. Daartoe is de MOVE database gesplitst in een abiotisch- en een biotisch gedeelte. Het abiotische gedeelte is ingedeeld volgens Tabel 4, het biotische gedeelte volgens Tabel 5. Na de herindeling zijn de gegevens opgeslagen in twee spreadsheetbestanden.

Tabel 4 Herindeling abiota

Aanwezige kolommen	Klasse							
uniek nr.	Elke monsterlocatie heeft een uniek nr. gekregen en is opgenomen in een aparte rij in het spreadsheetbestand							
Bodem type	1 = zand	2 = klei zand	3 = klei prut	4 = klei stevig	5 = veen	6 = schelpen	7 = zand + schelpen	8 = klei/zand + schelpen
Bodem oppervlak	1 = vlak	2 = vlak + golfribbels	3 = golfribbels	4 = bulten en laagte	5 = bulten en laagte + golfribbels			
Vocht	1 = geen	2 = < 10 %	3 = 10 < x < 35 %	4 = 35 < x < 70 %	5 = > 70 %			

Tabel 5 Herindeling biota

Aanwezige kolommen	Klasse				
uniek nr.					
datum					
diatomeeën	1 = geen	2 = weinig	3 = vlek	4 = mat	5 = diato vauc
VEG-WIER	% bedekking				
VEG-SPARTINA	% bedekking				
VEG-ZEEKRAAL	% bedekking				
VEG-'ZEEGRAS'	% bedekking				
KOKKEL-ADULT	aantal				
KOKKEL-BROED	aantal				
WADPIER	aantal				
WADSLAKJE	aantal				
mac-juv	1 = geen	2 = weinig	3 = veel		
mac-ad	1 = geen	2 = weinig	3 = veel		
scro-juv	1 = geen	2 = weinig	3 = veel		
scro-ad	1 = geen	2 = weinig	3 = veel		
mya-juv	1 = geen	2 = weinig	3 = veel		
neris	1 = geen	2 = weinig	3 = veel		
coro	1 = geen	2 = weinig	3 = matig	4 = veel	
hetero	1 = geen	2 = weinig	3 = matig	4 = veel	
NEPHTYS	0 = geen	1 = wel			
SCOLOPLOS	0 = geen	1 = wel			

De steekbuisgegevens zijn als numerieke waarde aan de MOVE-database toegevoegd en verder niet geherclassificeerd maar direct geëxtraheerd en als spreadsheetbestand opgeslagen.

- Om inzicht te krijgen in de kwaliteit van de abiotische gegeven is een vergelijking gemaakt tussen de verschillende abiotische gegevensbestanden. Hiertoe zijn de abiotische gegevens uit de MOVE-database (punt 6) en de abiotische gegevens zoals deze uit de abiotische basiskaarten zijn geëxtraheerd (punt 5) in een spreadsheetbestand samengebracht, omdat niet alle abiotische parameters in vergelijkbare vorm in beide bestanden voorkwamen is er uiteindelijk alleen voor de geomorfologiekaart en de slibkaart een vergelijking met de veldwaarnemingen van de MOVE campagne gemaakt. (In een ideaal geval zouden de veldwaarnemingen overeen moeten komen met de gegevens zoals deze in de GIS-bestanden voorkomen. In beide gegevensreeksen zit een spreiding, hoe kleiner deze spreiding zal zijn hoe beter beide methoden bij elkaar aansluiten. Dit wordt als maat voor de kwaliteit van de basisgegevens gezien).

3.2.2 Uitvoering van de vergelijking tussen de veldgegevens en de Geomorfologiekaart

Zowel de bodemtypen als de typen bodemoppervlak uit de veldwaarnemingen zijn vergeleken met de geomorfologische klassen uit het GIS-bestand.

- A. Eerst is gekeken welk percentage van de veldwaarnemingen in een bepaalde bodemtype (MOVE) vallen.
- B. Daarna is gekeken hoe de waarnemingen overeenkomen met de verschillende geomorfologische codes. Hierbij is onderscheid gemaakt in het bodemtype waarin de waarneming valt. De bodemtypen 1 (zand), 2 (zand/klei) en 3 (klei), zouden overeen moeten komen met respectievelijk de geomorfologische codes P1a1, P1a2 en P1a3 (bijlagen II). De bodemtype 4 'stevige klei' was bedoeld als harde klei banken en zou dientengevolge net als bodemtype 5 'veen' overeen moeten komen met de geomorfologische code H1(hard substraat).
- C. Het geomorfologische GIS-bestand is, zoals vermeld, op basis van false-colour foto's gemaakt. Daardoor zou vocht voor een verstorende reflectie kunnen zorgen met als gevolg dat nat zand als P1a2 of P1a3 wordt gecodeerd (deze codes staan voor slibrijker) in plaats van P1a1. Daarom is eerst het aantal waarnemingen per vochtklassen bepaald.
- D. Vervolgens zijn de bodemtype "slib prut" en "slib stevig" in één klasse (bodemtype = 3*) samengevoegd. Voor bodemtype 1 (zand), de bodemtype 2 (klei/zand) en bodemtype 3* (zie boven) is vervolgens het aantal waarnemingen per vochtklassen bepaald.
- E. De veldwaarnemingen zijn uitgevoerd in oktober terwijl de luchtfoto's in juli zijn genomen. Door stormen zou de opbouw van het sediment beïnvloed kunnen worden. Als in de zomer een sliblaagje wordt afgezet op het zand kan met de eerste herfststorm dit sliblaagje weer verdwijnen. Als het zomerse sliblaagje inderdaad verdwenen is, is er een verschil ontstaan tussen de twee soorten slibgegevens zoals die beschikbaar zijn. Om te kijken of dit het geval is geweest en of er een ruimtelijke spreiding is, in de eventuele discrepantie tussen de veldwaarnemingen en de geomorfologiekaart, is een kaart gemaakt (Slibstabiël genaamd; bijlage IV) waarin het verschil in slibklasse tussen de geomorfologiekaart en de veldgegevens is weergegeven. Een eventuele ruimtelijke spreiding in de verschillen tussen de twee slibgegevens kan er op duiden dat er op die betreffende locatie een tijdelijk sliblaagje aanwezig was bij het maken van de luchtfoto's, waardoor de slibkaart voor deze locaties een overschatting in het slibgehalte te zien geeft. Om deze kaart te maken is het bestand met daarin de MOVE- en basiskaartgegevens geherclassificeerd. De bodemtypen "klei prut" (3), "klei stevig" (4) en "zand/slib" (2) uit de MOVE database zijn samengevoegd in één klasse (slib totaal). Voor de geomorfologische code P1a1 (zand), P1a2 (klei/zand) en code P1a3 (slib) is vervolgens een vergelijking gemaakt met MOVE bodemtypen. Via een "als dan" procedure zijn per punt de geomorfologische code en de MOVE bodemtype vergeleken en werd via de indeling vermeld in Tabel 6 een nieuwe code toegevoegd aan het bestand. De kolom met de nieuwe code is samen met de kolom 'punt_id' naar een ASCII bestand gekopieerd. Dit ASCII bestand is ingelezen in GIS en via de X-Y-coördinaten zijn de verschillende meetpunten met de nieuwe code uit Tabel 6 weergegeven in een kaart (bijlage IV)

Tabel 6 herclassificatie t.b.v slibstabil (voor geomorfologische klassen zie bijlage II)

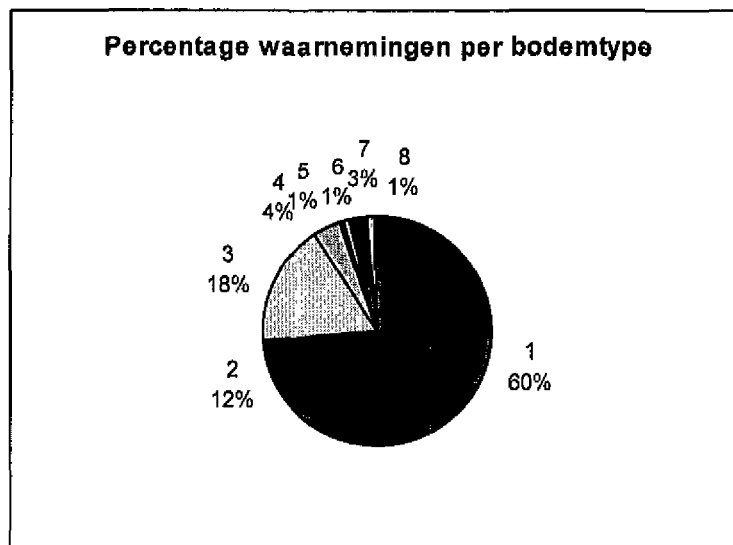
Geomorfologie code	Move bodemtype	nieuwe code	klasse naam
P1a1 + K2a1	= 1	1	stabiel zand
P1a3 + K2a3	= 3	2	stabiel slib
P1a2 + K2a2	= 2	3	zand/slib
P1a1 + K2a1	= 3	4	onstabiel slib
P1a3 + K2a3	= 1	5	onstabiel zand
H	= 4 of 5	6	hard substraat
H	≠ 4 of 5	7	hard substraat met zand slib
overige		0	Overige

Als een bepaald punt in de MOVE campagne als bodemtype 1 (zand) geclassificeerd is, en vervolgens op de geomorfologische kaart als P1a1 (zand) dan krijgt dit punt als nieuwe code 1 te weten zand in beide gegevens bestanden. Is een bepaald punt in de MOVE campagne als bodemtype 3 (klei) geclassificeerd en vervolgens op de geomorfologische kaart als P1a1 (zand) dan krijgt dit punt als nieuwe code 4 te weten een slibrijke bodem die niet in beide gegevens bestanden gelijk geclassificeerd is.

3.2.3 Resultaten van de vergelijking tussen de veldgegevens en de Geomorfologiekaart

- A. Tijdens de MOVE-veldcampagne is, door voelen en kijken, de bodemsoort bepaald. Hierbij is er onderscheid gemaakt in 8 bodemtypes. In figuur 7 is de verdeling van het aantal waarnemingen (MOVE-veldcampagne) over de verschillende bodemtype weergegeven. In Tabel 4 zijn de legenda eenheden terug te vinden. Het overgrote deel 94% valt in de eerste vier bodemtype, zodat fouten in de overige bodemtype niet zwaar zullen meewegen.

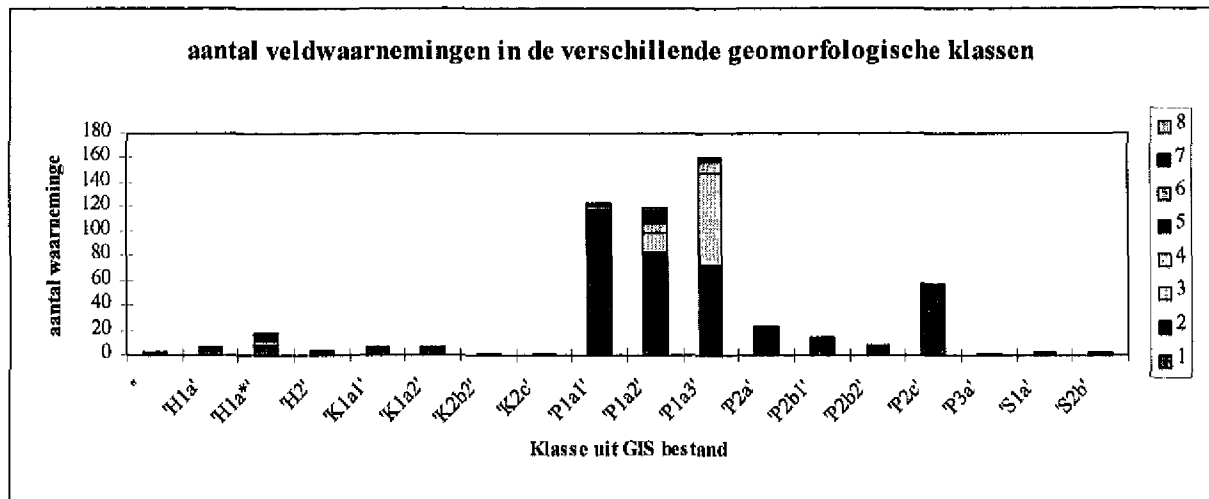
- 1 = zand
- 2 = klei zand
- 3 = klei prut
- 4 = klei stevig
- 5 = veen
- 6 = schelpen
- 7 = zand / schelpen
- 8 = klei/zand/schelpen



figuur 7 Verdeling van de bodemtype uit de MOVE campagne

- B. De MOVE-veldcampagne is in principe uitgevoerd op laag dynamische stukken zodat alle waarnemingen, op de klei en veen banken na, overeen moeten komen met de geomorfologische

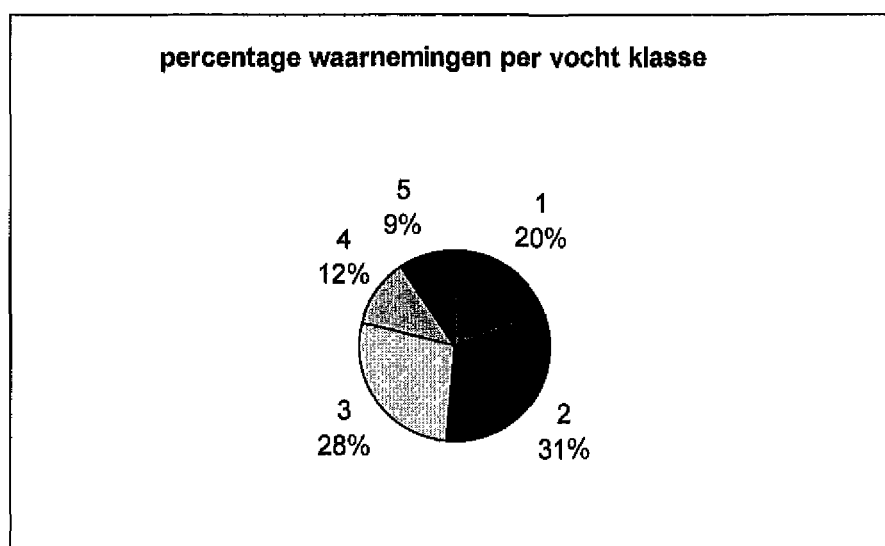
code 'P1a' of 'K1a'. Om te controleren of dit het geval is, is in figuur 8 het aantal waarnemingen per geomorfologische code uitgezet.



figuur 8 Vergelijking geomorfologische klassen en bodemtype
voor legenda eenheden zie bijlage II (x-as) en Tabel 4 (y-as)

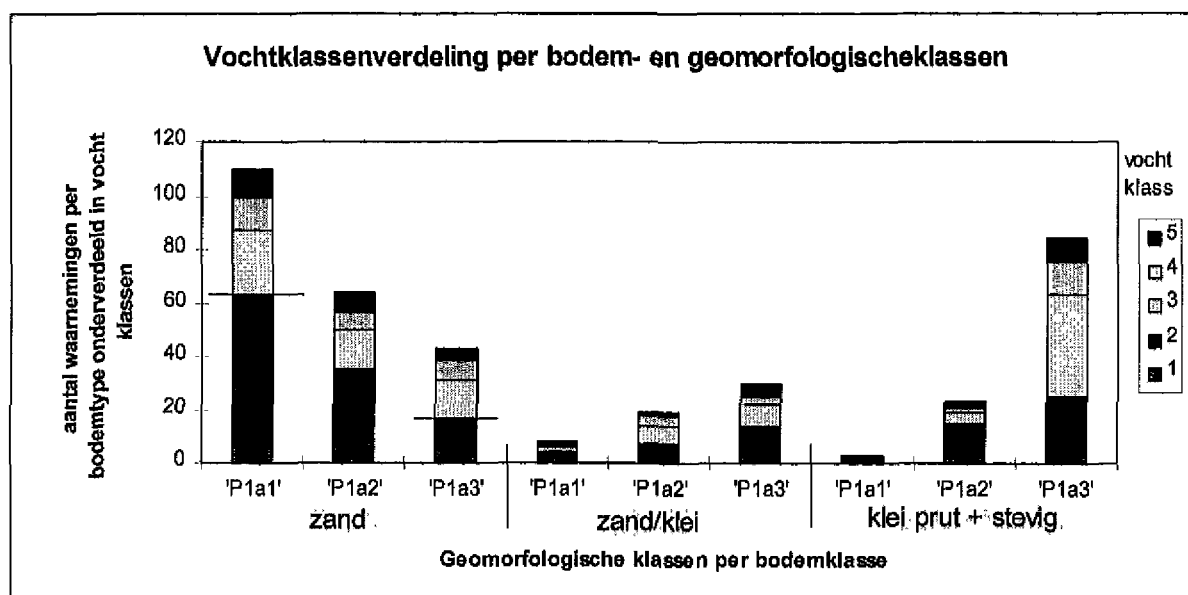
In figuur 8 is te zien dat de meeste waarnemingen inderdaad in de geomorfologische klasse 'P1' vallen. De waarnemingen van veen zijn allemaal als 'H1' gecodeerd; dat er weinig waarnemingen in deze klasse vallen wordt bevestigd door (figuur 7). Slechts een klein deel van de waarnemingen is anders dan de vorige twee codes, gecodeerd en dan nog hoofdzakelijk als 'P2c'. Deze code staat voor 'hoog dynamisch vlak'; in het veld erg moeilijk te onderscheiden van 'laag dynamisch vlak'.

- C. Tijdens de MOVE-veldcampagne is er gekeken naar de hoeveelheid vocht die zich op het sediment bevond. Hierbij is er onderscheid gemaakt in 5 klassen. In figuur 9 is de verdeling van het aantal waarnemingen (MOVE-veldcampagne) over de verschillende vochtklassen weergegeven. In tabel 5 zijn de legenda eenheden terug te vinden. De erg natte klasse 4 en 5 zijn zoals verwacht minder vaak aangetroffen.



figuur 9 Verdeling van de waarnemingen over de verschillende vocht klasse

D. Vocht heeft een versturende reflectie op de false-colour luchtfoto's. Om te kijken of zand dat op de geomorfologische kaart als slibrijk gekarteerd is veel vocht bevatten zijn voor de drie belangrijkste bodemtype, per geomorfologische code het aantal waarnemingen per vochtklasse uitgezet.



figuur 10 Het aantal waarnemingen, opgedeeld naar vocht klasse voor de verschillende geomorfologische klassen, die gegroepeerd zijn naar de veldwaarnemingen (MOVE-veldcampagne) voor legenda zie bijlage II (x-as) en Tabel 4 (y-as)

In figuur 10 is voor de drie belangrijkste bodemttypen ("zand", "zand/klei" en "klei prut + klei stevig") de verdeling over de vochtklasse weergegeven, opgesplitst in geomorfologische codes.

Aan de hand van deze figuur is te zien of "zand"-waarnemingen die in de geomorfologische kaart de code voor slibrijk materiaal gekregen hebben een andere vochtverdeling hebben dan het zand of slib wat wel de juiste code gekregen heeft.

Het blijkt dat MOVE-punten die als bodemtype 1 (zand) geclassificeerd zijn en in het geomorfologische kaart gekarteerd zijn als slibrijk (code P1a3), meestal iets vochtiger zijn dan zand dat ook als zand (code P1a1) is gekarteerd. Van P1a1/ zand valt $\pm 60\%$ van de waarnemingen in vochtklasse 1 en 2. Voor P1a3 / zand (fout) valt 60% in vochtklasse 3, 4 en 5. Er is dus wel enig verschil maar dit is niet groot genoeg om de enige verklaring voor de "missers" te kunnen zijn.

In figuur 10 is tevens te zien dat monsterpunten die tijdens de MOVE-veldcampagne als slibrijke beoordeeld zijn, vrijwel allemaal ook als slibrijk gekarteerd zijn. Voor monsterpunten die tijdens de MOVE-veldcampagne als zand zijn beoordeeld is duidelijk te zien dat deze monsterpunten voor een deel ook als slib gekarteerd zijn.

- E. Om de ruimtelijke spreiding in de afwijking tussen de MOVE-slibgegevens en de slibgegevens in de Geomorfologische basiskaart te bepalen is er een kaart (bijlage IV) gemaakt met daarop de MOVE-punten en de afwijking in de twee slibgegevens. Uit deze kaart blijkt dat de afwijkingen, op een paar verdwaalde fouten na, sterk gegroepeerd zijn. Het grootste cluster aan punten bevindt zich op de Hoge Platen. Dit bevestigt het sterke vermoeden van velddeskundige dat het slibgehalte op het hoge deel van deze plaat door het jaar heen sterk verschilt.

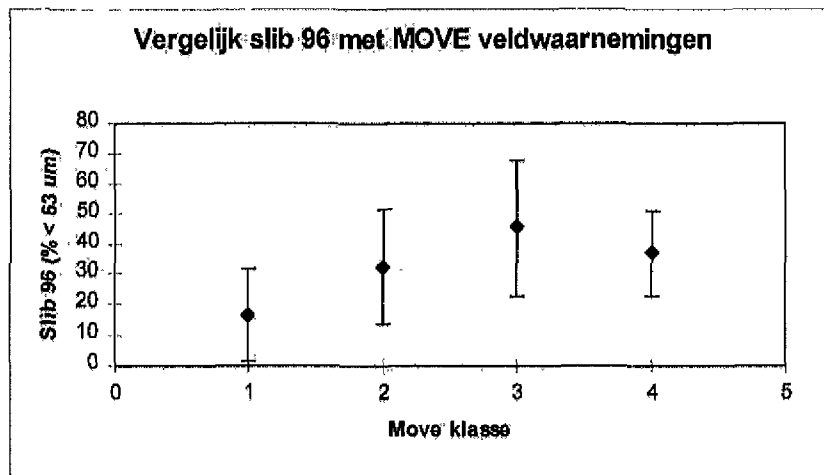
3.2.4 Uitvoering van de vergelijking tussen de veldgegevens en de Slibkaart

- A. In de MOVE-veldcampagne is door voelen en kijken de bodem in een aantal bodemtypen van verschillende slibrijkheid ingedeeld. Om te kijken of er veel verschil zit tussen de slibkaart 96 en de MOVE-veldwaarnemingen, is voor 511 MOVE monsterpunten de waarden die uit de slibkaart zijn geëxtraheerd vergeleken met de veldwaarnemingen op deze punten. Vervolgens is per bodemtype uit de MOVE database (Tabel 4) het gemiddelde slibgehalte en de standaardafwijking bepaald. Hiervan is een X-Y grafiek gemaakt.
- B. Van de diatomeeën-punten (zie punt 20 flowdiagram bijlage) is voor meerdere jaren het slibgehalte bekend. Als aanvulling op de vergelijking van de abiotische basiskaarten met de MOVE database zijn deze diatomeeën-slib-gegevens vergeleken met de slibgegevens uit de slibkaart. Uit de Diatoms-database zijn de slibgehalten voor 1994, 1995 en 1996 geselecteerd en via het punt_id gekoppeld aan de slibgegevens uit de slibkaart. Voor elk van de bovengenoemde jaren is een X-Y grafiek gemaakt waarin de gemeten slibgehalten zijn uitgezet tegen de slibgehalten uit de kaart. Om te kijken of er een groot verschil in gemeten slibgehalte zit tussen de verschillende jaren zijn de waarden uit 1995 uitgezet tegen die uit de jaren 1994 en 1996.
- C. Als laatste is een vergelijking gemaakt tussen de oude en de nieuwe slibkaart. Uit de hierboven beschreven vergelijkingen zijn twee sets met getallen verkregen uit zowel de oude als de nieuwe

kaart. De geëxtraheerde slibgegevens van de diatomeeën punten, uit de oude en nieuwe slibkaart zijn tegen elkaar uitgezet in een X-Y grafiek. Dit zelfde is gedaan voor de MOVE punten.

3.2.5 Resultaten van de vergelijking tussen de veldgegevens en de Slibkaart

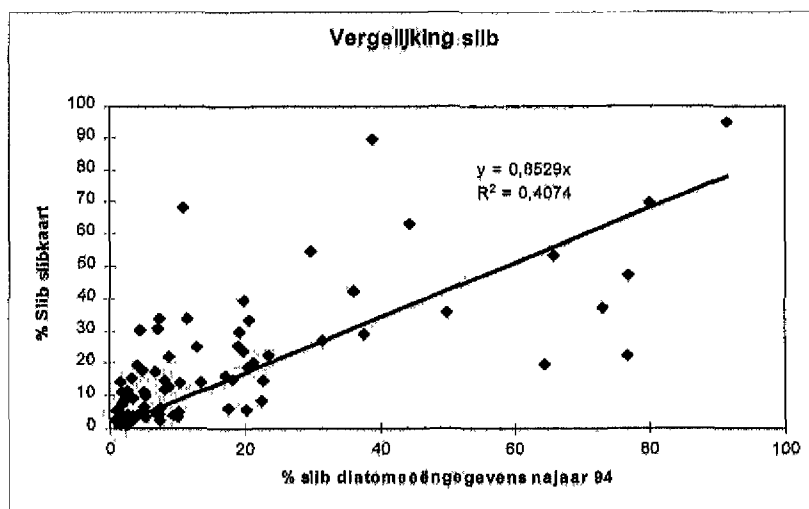
- A. Om te kijken of er veel verschil zit tussen de slibkaart 96 en de MOVE-veldwaarnemingen, is onderstaande grafiek gemaakt.



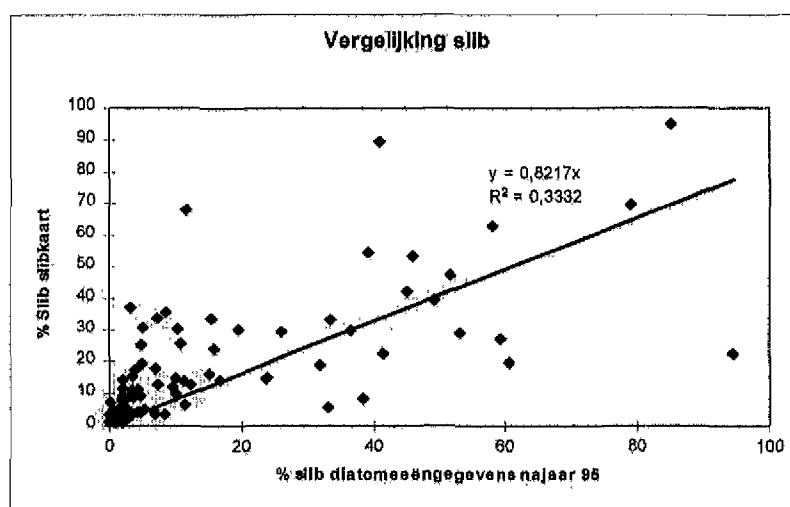
figuur 11 Vergelijking veldwaarnemingen met de slibkaart 96 voor legenda x-as zie Tabel 4

Uit figuur 11 blijkt dat de bodemtypen zoals die in het veld bepaald zijn, redelijk goed overeenkomen met de slibgehalten in de slibkaart al is er wel een grote spreiding rond het gemiddelde. Klasse 3 en 4 staan beide voor slibrijk (Tabel 4) en het gemiddelde van de slibgehalte uit de slibkaart is dus logischerwijs hetzelfde voor de beide bodemtypen. De slibkaart maakt namelijk geen onderscheid in de stevigheid van de bodem.

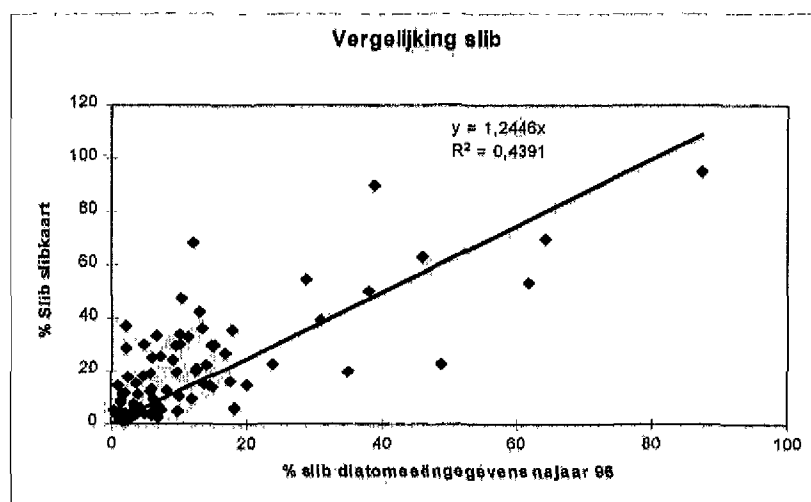
- B. De MOVE-bodemtypen zijn vrij breed gedefinieerd. Om de slibkaart met nauwkeuriger veldgegevens te vergelijken zijn de diatomeeën slibgegevens van 1994, 1995 en 1996 in verband gebracht met de slibgehalten uit de slibkaart. De diatomeeënslibgegevens zijn d.m.v laboratorium analyse (Malvern) bepaald.



figuur 12 Vergelijking slibmonsters 94 met de slibkaart 96



figuur 13 Vergelijking slib monsters 95 met de slibkaart 96

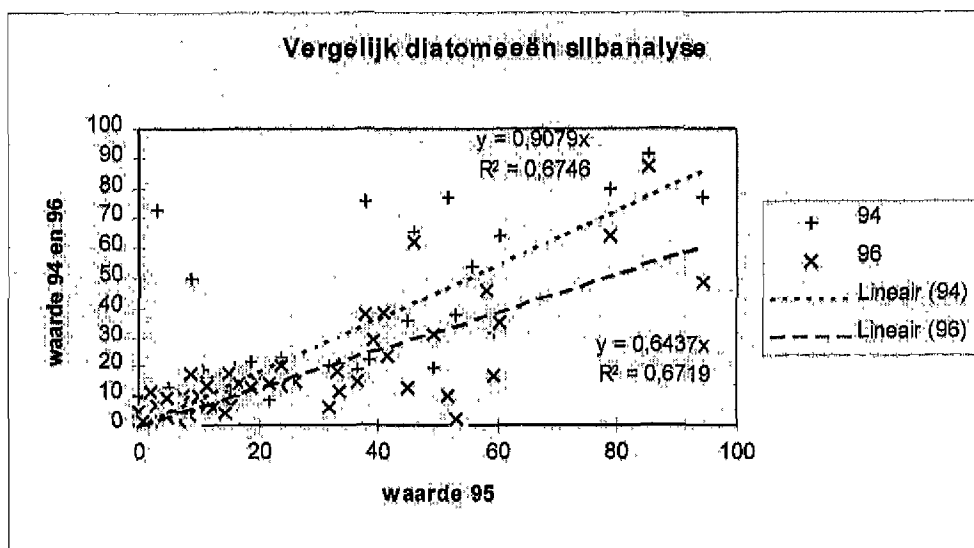


figuur 14 Vergelijking slibmonsters 1996 met de slib kaart 96

Uit figuur 12 en figuur 13 blijkt dat de slibkaart gemiddeld over het hele gebied een lager slibgehalte heeft dan de veldmetingen van 1994 en 1995 uit de 'Diatoms'-database. Dit zou veroorzaakt kunnen worden door het verschil in analysetechniek tussen de diatomeeën slibgegevens (standaard RIKZ methoden) en de slibgegevens gebruikt voor de slibkaart (McLaren monsters).

Belangrijk verschil bij de McLaren bodemanalyse t.o.v de RIKZ standaard methode is dat bij de McLaren methode het monster niet wordt gemalen waardoor samengeklitte slibdeeltjes niet los komen. Dit kan leiden tot lagere percentages slib in deze monsterresultaten.

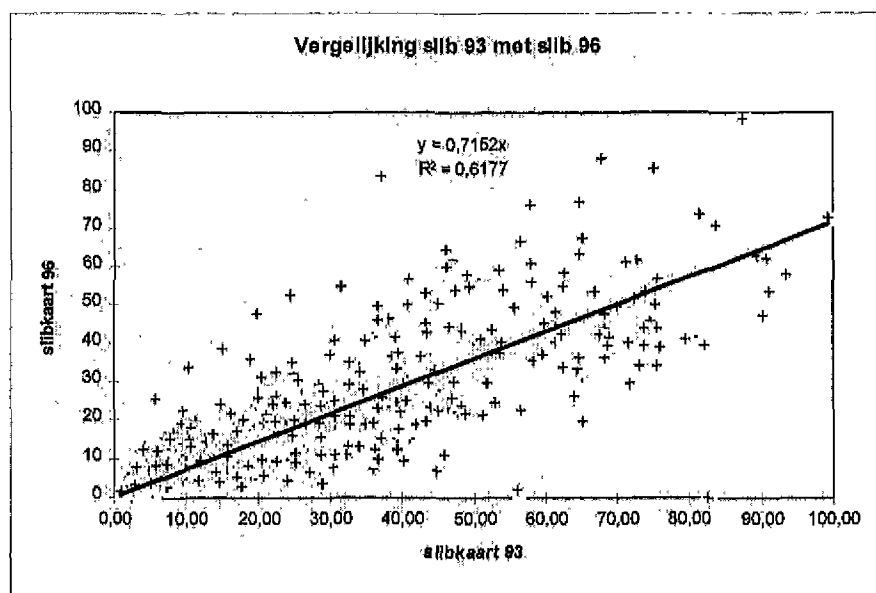
Uit figuur 14 blijkt juist dat voor de veldmetingen van 1996 de slibkaart een hoger slibgehalte weergeeft dan de veldmetingen (diatomeeën slibgegevens). Om te kijken of er een groot verschil in slibgehalte bestaat tussen de verschillende jaren is 1995 als basisjaar gekozen en zijn de jaren 1994 en 1996 hier tegen uitgezet.



figuur 15 vergelijking van de slibmonsters van 94, 95 en 96

Uit figuur 15 blijkt dat de jaren 1994 en 1995 niet veel verschillen in slibgehalte. Het jaar 1996 blijkt duidelijk lagere slibgehalten te hebben. Uit de windgegevens van het KNMI blijkt dat voor de monsternamen in september/oktober 1996 een storm is opgetreden waardoor mogelijk op veel punten de bovenste sliblaag verdwenen is. Dit zou verklaren waarom 1996 als enige een lager slibgehalte te zien geeft dan de slibkaart.

- C. Om te zien of er een afwijking in slibgehalte zit tussen de oude en de nieuwe (gebruikte) slibkaart is er een vergelijking gemaakt tussen de beide slibkaarten. Van de MOVE-monsterpunten zijn de slibgehalten uit de oude kaart uitgezet tegen de waarden van de nieuwe kaart.



figuur 16 Vergelijking slibkaart oud (93) en slibkaart nieuw (96) voor de MOVE punten

Uit figuur 16 blijkt dat er een redelijke spreiding zit tussen de twee slibkaarten. Dit is te verklaren uit de veel fijnmazigere interpolatie van de nieuwe slibkaart door de gebruikmaking van de Landsat TM foto's. De oude slibkaart was gemaakt met een kriging interpolatie tussen de McLaren monsterspunten. Het lijkt er op dat de nieuwe slibkaart gemiddeld lagere slibgehalte weer geeft dan de oude slibkaart. Een oorzaak van dit fenomeen is (nog) niet bekend.

3.3 Valideren van "quick and dirty" onderzoek met steekbuisgegevens

3.3.1 Uitvoering validatie

- 8) Er is geprobeerd een relatie te leggen tussen het "Quick and Dirty" onderzoek (waarbij dichtheden uit het veld zijn geschat) en het aanvullend nauwkeurige onderzoek (kleinschalige MOVE campagne) waarbij de aantallen bodemdieren zijn bepaald.

Voor een aantal organismen is bij de Q & D methode onderscheid gemaakt tussen juveniel (broed) en adult (volwassen) (Tabel 5). Bij het analyseren van monsters van de kleinschalige MOVE-campagne is de grootte, het gewicht etc. van het organisme bepaald, maar is geen onderscheid gemaakt in juveniel of adult. Met behulp van gegevens van het NIOO CEMO met betrekking tot de lengte van organismen (zie Tabel 7) is de verhouding tussen broed en volwassen dieren in de steekbuismonsters bepaald. Via deze verhouding kon het aantal juveniele en adulte dieren in de verschillende monsters bepaald worden.

Tabel 7 Criteria voor het bepalen van broed in de steekbuismonsters

Soort	lengte criteria
Mya broed	< 3 mm
<i>Macoma balthica</i> broed	< 8 mm
<i>Scrobicularia</i> broed	<1.5 mm
Kokkel broed	jonger dan 1996

Bij de Wadpier, Wadslak en Kokkel werd tijdens de Quick and Dirty campagne het aantal per oppervlakte geschat (Stikvoort & Rueda, 1996). Deze aantallen zijn omgerekend in aantallen per vierkante meter.

Voor de soorten die bij de "Quick and Dirty" methode zijn geteld, zijn de Q & D-gegevens in een X-Y-grafiek uitgezet tegen de steekbuisgegevens. Daarna is door de verkregen puntenwolk een regressielijn getrokken om een eventuele relatie tussen de twee methoden te bepalen.

Voor de soorten die bij de Q & D-methode in klassen zijn ingedeeld (Tabel 5) is op een iets ander manier een vergelijking gemaakt. Per MOVE klasse zijn de punten in deze klasse samen met hun dichtheden uit de steekbuismonsters geselecteerd. Vervolgens is gekeken hoe de dichtheden per organisme binnen die klasse cumulatief verdeeld zijn. Per soort is vervolgens een X-Y grafiek gemaakt met daarin per MOVE-klasse een lijn. Voor elke soort die in de Q & D-analyse onderscheiden is, is een grafiek gemaakt (bijlage V) op de x-as is de steekbuisdichtheid uitgezet en op de y-as is per klasse cumulatief het deel van de monsters aangegeven wat onder het maximum van die klasse zit. Voor elke klasse aan bodemdieren is een aparte lijn weergegeven

3.3.2 Resultaten validatie Q & D

Uit de grafieken in bijlage blijkt dat het in het veld erg moeilijk is om de hoeveelheden aan bodemdieren goed te schatten, de MOVE klasse weinig, matig en veel zijn op basis van de steekbuisgegevens nauwelijks te onderscheiden. De klasse geen is, met enige goede wil, wel te onderscheiden. De Q & D-gegevens blijken dus niet in verband gebracht te kunnen worden met dichtheden of zelfs biomassa van de steekbuis gegevens.

Tijdens de Q & D-monstername zijn de Wadpier, Wadslak en de Kokkel geteld. Deze dichtheden zijn omgerekend en uitgezet tegen de dichtheden van de steekbuisgegevens. De correlatie is over het algemeen zeer slecht (bijlage V).

3.4 Habitatkaarten bodemdieren

3.4.1 Uitgevoerde stappen om tot de habitatkaarten voor bodemdieren te komen

- 9) Vanwege de matige correlatie van de Q & D-monsters (grootschalige MOVE campagne) met de steekbuismonsters (kleinschalige campagne) zijn de Q & D-monsters buiten beschouwing gelaten bij het bepalen van de responsiecurven.
- 10) In de beschikbare tijd was het niet mogelijk om voor alle soorten uit de MOVE database een habitatkaart te maken. Daarom zijn er drie soorten geselecteerd; Kokkel, Corophium, en Bathyporeia. De geselecteerde soorten zijn gekozen omdat ze representatief geacht worden voor een grotere levensgemeenschap aan bodemdieren (punt 14). Deze soorten kunnen later in het proces ook een belangrijke rol spelen in de ecotopenindeling.

Uit de file met steekbuisgegevens van de kleinschalige MOVE campagne zijn voor de bovengenoemde drie soorten de aantalsgegevens geëxtraheerd. Deze aantalsgegevens zijn gekoppeld aan de abiotische gegevens zoals die onder punt 5 verkregen zijn. Voor elke abiotische parameter is een X-Y grafiek gemaakt, waarbij op de X-as de waarde of klasse van de abiotische parameter werd geplott en op de Y-as het aantal bodemdieren.

Op basis van deze grafieken samen met literatuurgegevens en kennis van bodemdierspecialisten is een habitatbeschrijving gemaakt in de vorm van responsiecurven voor de abiotische parameters die in Habimap beschikbaar zijn. Responsiecurven geven aan bij welke waarden van een abiotische parameter de soort het best kan voorkomen. Op de X-as staan de waarden van de abiotische parameter uitgezet zoals die in het gebied voorkomen. Op de Y-as staat de mate van geschiktheid voor de betreffende soort in procenten weergegeven. Responsiecurven zijn alleen opgesteld voor die abiotische parameters waarvan abiotische basiskaarten beschikbaar zijn.

- 11) Voor elke van de geselecteerde bodemdieren is op basis van de responsiecurven (punt 10) een habitatkaart gemaakt met behulp van de applicatie Habimap. De van belang zijnde abiotische monoparametrische kaarten zijn geselecteerd en per kaart is de responsiecurve (punt 10) ingevoerd. Elke abiotische basiskaart, die van belang is, wordt door middel van de responsiecurven omgewerkt naar een monoparametrische geschiktheidskaart. Dit gebeurt door voor elke raster cel in de abiotische basiskaart de waarden te vergelijken met de X-as van de responsiecurven en vervolgens de bijbehorende waarden van de Y-as in te vullen in de rastercel. Op deze manier ontstaat een serie geschiktheidskaarten die per abiotische parameter de geschiktheid van 0 tot 100 % weergeven (bijlage XII). De monoparametrische geschiktheidskaarten worden door Habimap over elkaar heen gelegd (ge'overlayed') om tot een habitatkaart te komen. Als de verschillende monoparametrische geschiktheidskaarten over elkaar heen gelegd zijn wordt er in elke rastercel gekeken wat de minimale mate van geschiktheid voor de betreffende abiotische parameters is. De abiotische parameter met de laagste waarden in een bepaalde rastercel wordt dus als maatgevend gebruikt voor de geschiktheid van die betreffende rastercel als habitat voor de onderzochte soort. Eventuele relaties tussen de verschillende parameters worden niet meegenomen.

- 12) De verkregen responsiecurven, monoparametrische geschiktheidskaarten en de habitatkaarten zijn voorgelegd aan bodemdierdeskundigen. Na het vergelijken van de verschillende kaarten met het werkelijk voorkomen van de soorten, zoals dat bij de deskundige bekend is, zijn in overleg met de deskundigen, de responsiecurven aangepast. Op basis van de aangepaste responsiecurven zijn nieuwe habitatkaarten gemaakt (bijlage VI).

3.4.2 Resultaten habitatkaarten bodemdieren

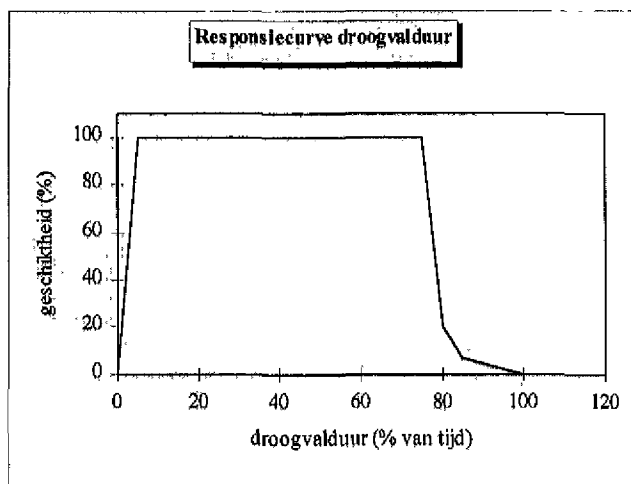
KOKKEL

De Kokkel leeft ondiep ingegraven in de bodem, vooral op met laagwater droogvallende platen. De Kokkel komt meestal niet regelmatig verspreid voor maar geconcentreerd in zogenaamde Kokkelbanken. De hoeveelheid Kokkels vertoont grote jaarlijkse verschillen. Strengere winters, ijsgang en een tijdelijk verlaagd zoutgehalte hebben veel negatieve invloed op de hoeveelheid Kokkels. Daarnaast wordt er ook intensief op Kokkels gevestigd waardoor er een sterke reductie in het Kokkelbestand optreedt (Tydeman, 1996). De habitatkaart geeft aan waar een kokkel zou kunnen leven; of de kokkel hier ook werkelijk voorkomt hangt dus sterk van het 'toeval' af.

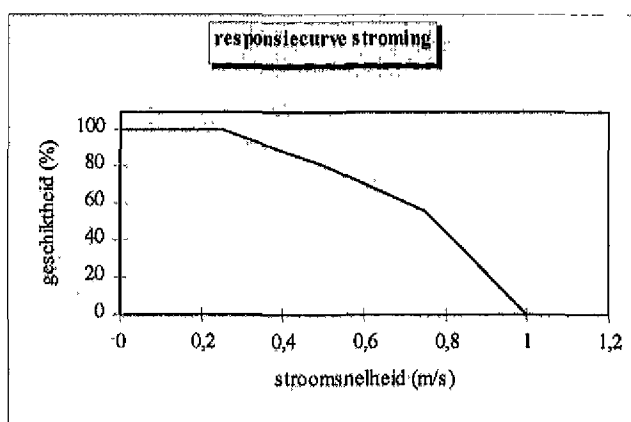
Bij een te lange droogvalduur is de tijd om te foerageren op een bepaald moment te kort om aan voldoende voedsel te komen (Dankers & Beukema; 1981; Zwart 1988). Het merendeel van de Kokkels leeft in het litoraal maar Kokkels kunnen ook in het sublitoraal voorkomen. In de Westerschelde is echter de ervaring dat de Kokkel nauwelijks onder de GLW-lijn voorkomt. Waarom is niet duidelijk. De Kokkel stelt niet erg specifieke eisen aan de bodemgesteldheid. Juveniele Kokkels komen echter gemiddeld in iets slibrijkere monsters voor dan adulte Kokkels; (Wolff, 1973) een te hoog slibgehalte kan echter zorgen dat de Kokkel geen contact met het oppervlakte kan houden en stikt. Een Kokkel kan niet in stilstaand water leven omdat de aanvoer van voedsel daar te gering is. Een te hoge stroomsnelheid zorgt echter voor een te grote sedimentdynamiek en doet de Kokkel uitspoelen (Verwey, 1981; Wolff, 1973). Een Kokkel is erg gevoelig voor een te laag zoutgehalte. Het minimale zoutgehalte is dus bepalend voor het kunnen voorkomen van Kokkels. In de winter is het zoutgehalte het laagst. In extreme situaties kan het zoutgehalte in de winter nog lager zijn dan de huidige winterkaart aangeeft waardoor tijdelijk de grens waar Kokkels kunnen voorkomen nog verder in westelijke richting kan opschuiven. In de zomer kunnen juveniele Kokkeltjes wel verder oostwaarts voorkomen omdat in de zomer, als het Kokkelbroed zich vestigt het zoutgehalte tot ver oostwaarts hoog genoeg is voor de Kokkel. Ten gevolge van het lagere zoutgehalte in de winter verdwijnen deze jonge Kokkels daar weer.

Kokkel responsiecurven
Kok4-hab-tot

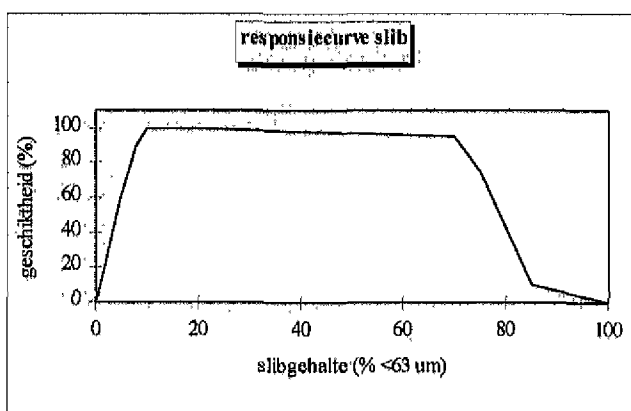
Droogvalduur	% geschiktheid
0	0
5	100
20	100
45	100
60	100
65	100
75	20
80	7
85	0
100	0



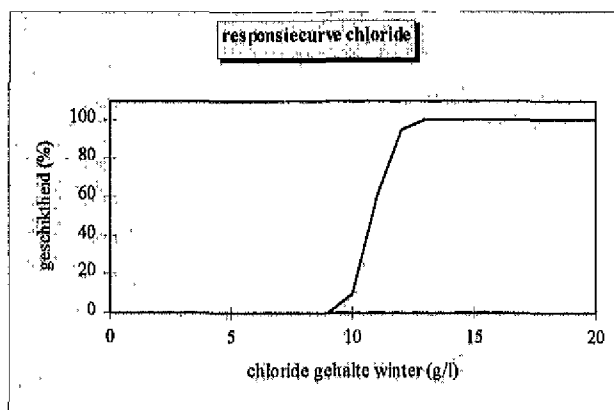
Stroming	% geschiktheid
0	100
0,25	100
0,5	80
0,75	56
1	0



slib 96	% geschiktheid
0	0
1	10
5	60
8	90
10	100
20	100
70	95
75	75
85	10
100	0



chloride winter	% geschiktheid
0	0
8	0
9	0
10	10
11	60
12	95
13	100
14	100
16	100
20	100



De habitatkaart zoals deze berekend is door Habimap is te zien in bijlage VI

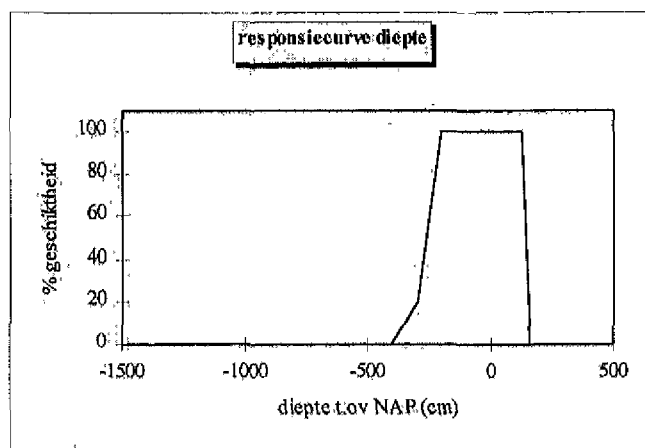
In totaal is 9681 ha in het litoraal geanalyseerd met de volgende geschiktheidsverdeling

Klasse	Oppervlakte (ha)	oppervlakte (%)
ongeschikt 1	5028	52
2	366	4
3	610	6
4	313	3
5	337	3
6	273	3
7	1074	11
8	142	1
9	135	1
geschikt 10	1403	14
Totaal	9681	100

Het gedeelte van de Westerschelde dat niet gekleurd is op de kaart "kok4-hab-tot" betreft het gebied beneden de laagwaterlijn. Omdat de kokkel ook in het sublitoraal kan voorkomen is een tweede kaart gemaakt: "kok5-hab-tot". Doordat de nieuwe slibkaart alleen het litoraal bestrijkt zijn er geen nieuwe slib gegevens voor het sublitorale gebied. Dit is opgelost door de oude slibkaart te gebruiken die wel gegevens beneden de laagwaterlijn bevat te gebruiken. Door de lagere betrouwbaarheid van de oude slibkaart is dit echter wel een habitatkaart met een lagere betrouwbaarheid. De oude slibkaart is met dezelfde responsie curven geherclasificeerd als de nieuwe slibkaart bij Kok4-hab-tot. Omdat de droogvalduur uiteraard alleen het litoraal bestrijkt is voor deze habitatkaart de dieptekaart gebruikt. Voor de betrouwbaarheid heeft dit geen invloed (zie par 2.4). De overige parameters zijn hetzelfde gehouden als bij Kok4-hab-tot.

Kok 5-hab-tot

diepte / hoogte	% geschiktheid
200	0
160	0
130	100
50	100
0	100
-200	100
-300	20
-400	0
-800	0
-1200	0



De habitatkaart zoals deze berekend is door Habimap voor de Kokkel in het gehele bekken is te zien in bijlage VI. In totaal is in het litoraal en sublitoraal (kok5-hab-tot) 26853 ha geanalyseerd met de volgende geschiktheidsverdeling:

Klasse	Oppervlakte (ha)	oppervlakte (%)
1	21716	81
2	546	2
3	809	3
4	319	1
5	273	1
6	237	1
7	1225	5
8	117	0
9	115	0
10	1496	6
Totaal	26853	100

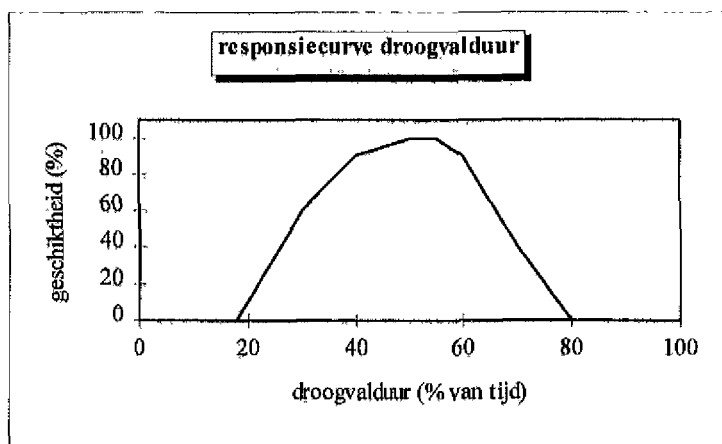
BATHYPOREIA PILOSA

Bathyporeia pilosa is een zeer mobiel bodemdier dat leeft in de meer dynamische gebieden. Een te hoge stroomsnelheid kan echter ook Bathyporeia niet overleven. De soort komt alleen voor in de zandiger sedimenten, dit is inherent aan het meer dynamische gebied wat Bathyporeia prefereert. De soort leeft op de hogere delen van de plaatranden; vandaar dat er een vrij gekromde droogvalduur responsiecurve ontstaat.

Bathyporeia pilosa responsiecurven
Bat1-hab-tot

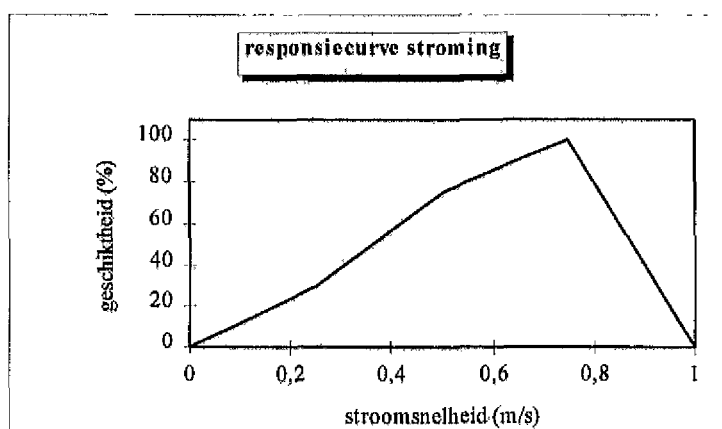
Droogvalduur % geschiktheid

0	0
18	0
30	60
40	90
50	100
55	100
60	90
70	40
80	0
100	0



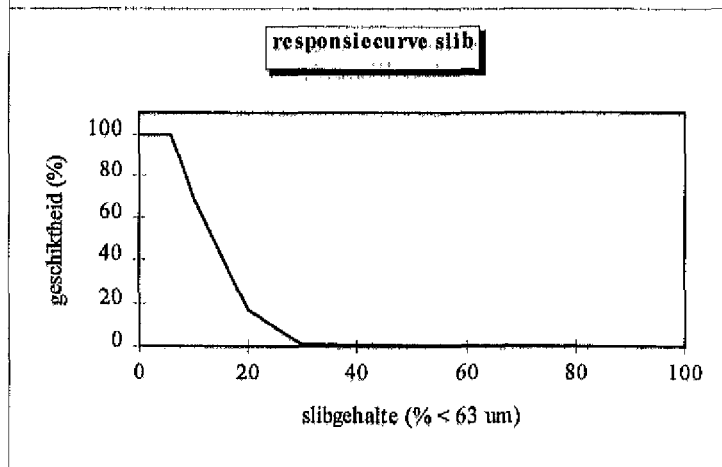
Stroming % geschiktheid

0	0
0,25	30
0,5	75
0,75	100
1	0

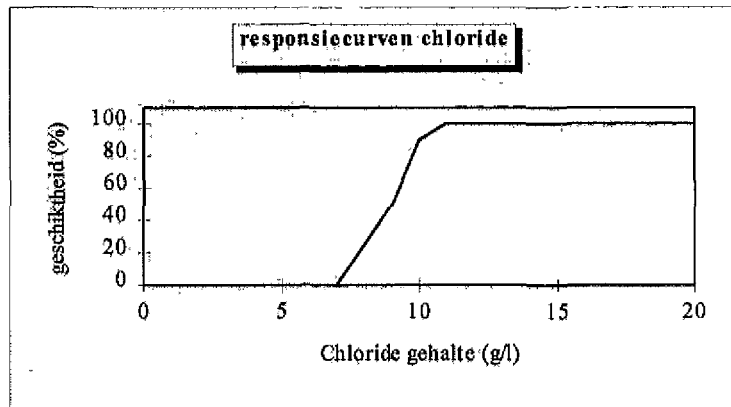


slib 96 % geschiktheid

0	100
1	100
2	100
3	100
4	100
6	100
10	70
20	17
30	1
100	0



chloride winter	% geschiktheid
0	0
7	0
9	50
10	90
11	100
12	100
13	100
14	100
16	100
20	100



De habitatkaart zoals deze berekend is door Habimap is te zien in bijlage VI
In totaal is 8740 ha in het litoraal geanalyseerd met de volgende geschiktheid

Klasse	Oppervlakte (ha)	oppervlakte (%)
1	4793	55
2	1125	13
3	575	7
4	427	5
5	338	4
6	1086	12
7	84	1
8	77	1
9	237	3
10	0	0
Totaal	8742	100

COROPHIUM

In de Westerschelde komen twee soorten in grotere aantallen voor. *Corophium arenarium* en *C. volutator*. Van beide soorten is een afzonderlijke habitatkaart gemaakt, daarnaast is ook een habitatkaart gemaakt voor beide soorten samen.

Corophium (Slijkgarnaal) leeft in een U-vormige gang, op een diepte van 1 tot 6 cm in het sediment (Linke 1939). *Corophium volutator* prefereert slibrijke bodems op beschutte plaatsen. *Corophium arenarium* geeft de voorkeur aan wat grover zandiger bodems (Wolff, 1973). De verspreiding van de soorten wordt in grote mate bepaald door de stabiliteit van het sediment. (Reise, 1985). *Corophium arenarium* komt alleen in het zoutere gedeelte voor bij een chloride gehalte van 11 g/l of hoger (Wolff, 1973). *Corophium volutator* komt veel verder in het brakker gebied voor (Wolff, 1973).

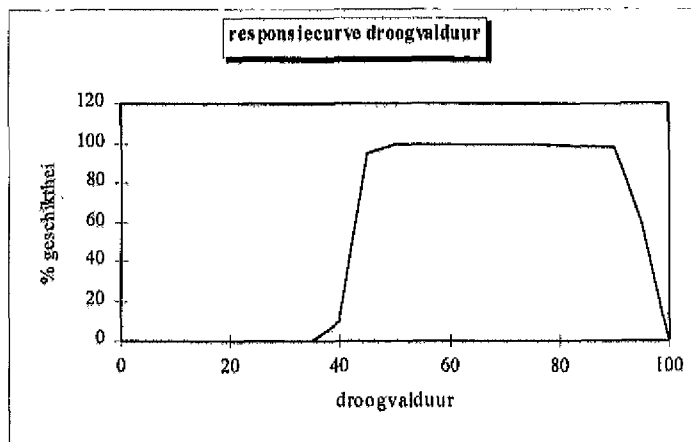
Er bestaat een grote overlap in de habitats van beide soorten van *Corophium*. In de gebieden die voor beide ondersoorten geschikt zijn is er een sterke onderlinge concurrentie. Uit veldexperimenten in de Deense Waddenzee blijkt dat *Corophium volutator* het in de meeste gevallen wint van *Corophium arenarium*. In de gebieden die voor beiden soorten geschikt zijn als

habitat zal naar alle waarschijnlijkheid *Corophium volutator* het meest voorkomen (Jensen & Kristensen, 1990).

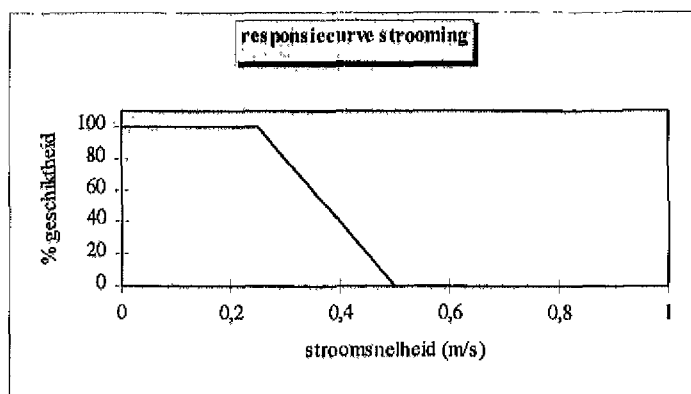
COROPHIUM ARENARIA

Coa3-hab-tot

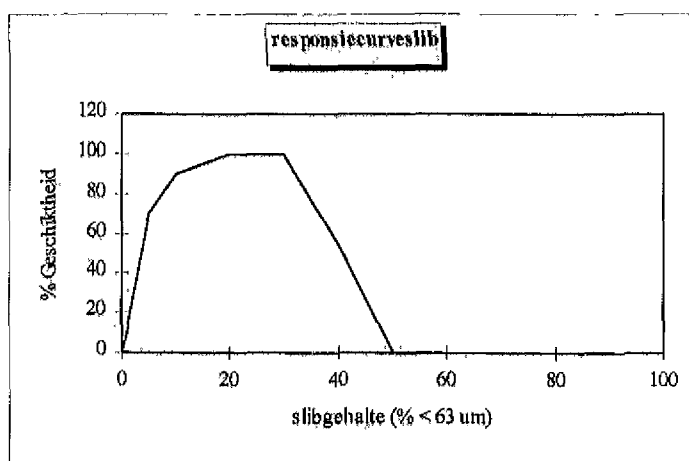
Droogvalduur	% geschiktheid
0	0
25	0
35	0
40	10
45	95
50	100
75	100
90	98
95	60
98	0



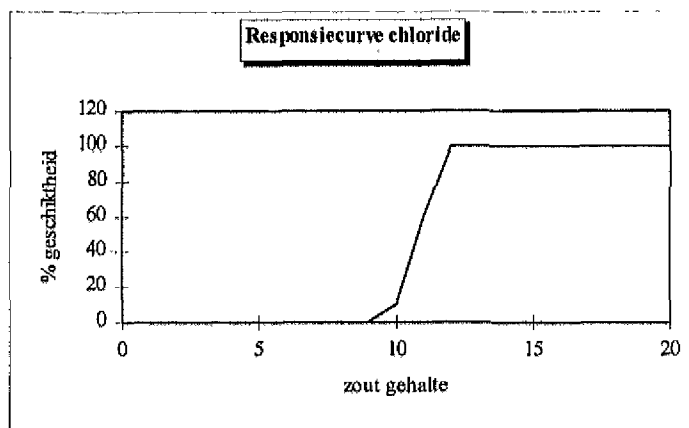
Stroming	% geschiktheid
0	100
0,25	100
0,5	0
0,75	0
1	0



slib 96	% geschiktheid
0	0
1	10
5	70
10	90
20	100
30	100
40	55
50	0
55	0
100	0



chloride winter	% geschiktheid
0	0
8	0
9	0
10	10
11	60
12	100
13	100
14	100
16	100
20	100



De habitatkaart zoals deze berekend is door Habimap is te zien in bijlage VI

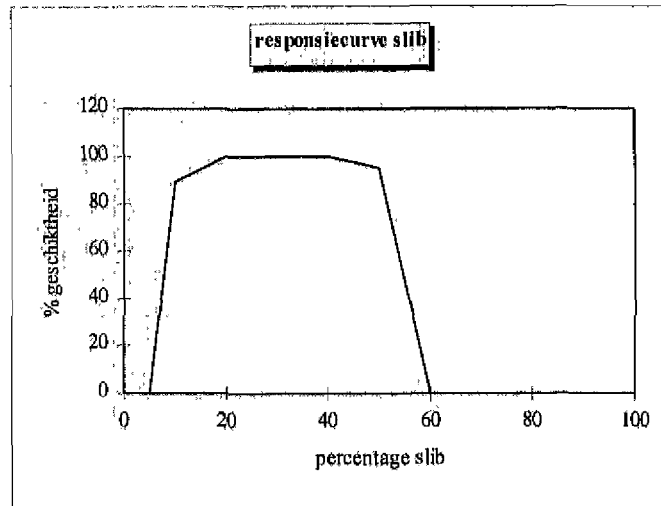
klasse	Oppervlakte (ha)	oppervlakte (%)
1	7544	78
2	123	1
3	1606	17
4	23	0
5	28	0
6	34	0
7	44	0
8	278	3
9	0	0
10	0	0
totaal	9680	100

COROPHIUM VOLUTATOR

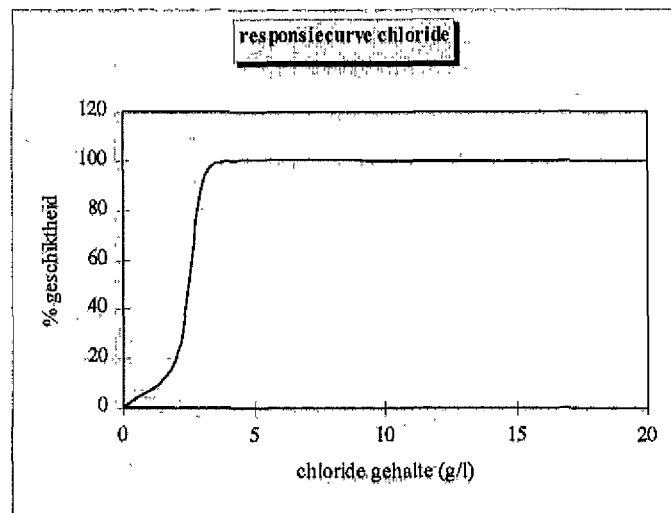
Corophium volutator verschilt alleen wat betreft slijbgehalte en zoutgehalte van Corophium arenaria.

Cov3-hab-tot
slijb 96

	% geschiktheid
0	0
1	0
5	0
10	90
20	100
30	100
40	100
50	95
60	0
65	0



chloride winter	% geschiktheid
0	0
2	20
3	90
4	100
11	100
12	100
13	100
14	100
16	100
20	100



De habitatkaart zoals deze berekend zijn door Habimap is te zien in bijlage VI.

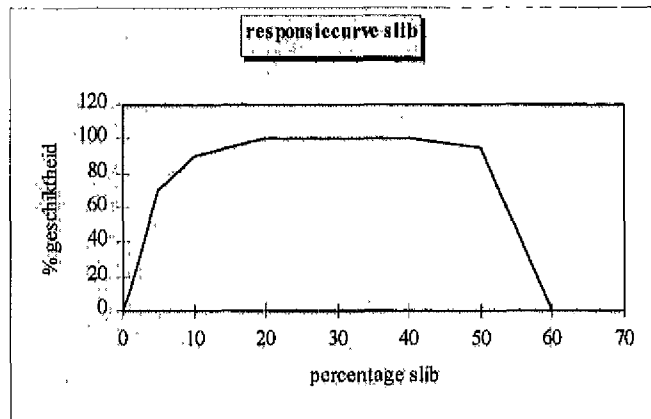
Klasse	Oppervlakte (ha)	oppervlakte (%)
1	5491	57
2	119	1
3	2823	29
4	23	0
5	57	1
6	78	1
7	129	1
8	961	10
9	0	0
10	0	0
Totaal	9681	100

COROPHIUM TOTAAL

Corophium volutator heeft een grotere zout tolerantie dan Corophium arenaria. Corophium totaal verschilt daardoor alleen wat betreft slibgehalte van Corophium volutator

Cot3-hab-tot

slib 96	% geschiktheid
0	0
1	10
5	70
10	90
20	100
30	100
40	100
50	95
60	0
65	0



De habitatkaart zoals deze berekend is door Habimap is te zien in bijlagen VI.

Klasse	Oppervlakte (ha)	oppervlakte (%)
1	4164	43
2	207	2
3	1369	14
4	138	1
5	214	2
6	234	2
7	305	3
8	2314	24
9	135	1
10	601	6
Totaal	9681	100

3.5 Bodemdierlevensgemeenschappenindeling

3.5.1 uitvoering bodemdierlevensgemeenschappenindeling

- 13) De dichtheids- en biomassagegevens verkregen uit de steekbuisgegevens (kleinschalige MOVE veldcampagne) zijn samen met biomonitoringgegevens van 1994 t/m 1996 onderworpen aan Twinspan analyses. Twinspan is een statistisch pakket om multivariate ordinaties te maken. Op basis van overeenkomsten in soortensamenstelling en een "hoeveelheids"-parameter (b.v. dichtheid of biomassa) maakt Twinspan een cluster indeling. Deze indeling wordt gemaakt door de dataset 'top

down' te gaan splitsen op basis van overeenkomsten en verschillen tussen de verschillende monsters. De monsters met de meeste overeenkomst worden het laatste gesplitst (Hill, 1979).

De biomonitoringgegevens bestaan uit 30 monsters per jaar (1994 en 1995), genomen op verschillende locaties verspreid over het gehele litoraal van de Westerschelde. De MOVE gegevens en de biomonitoringgegevens van 1996 zijn samen gevoegd (30 + 34 monsters). In totaal zijn er met het programma TWINSPAN 6 runs uitgevoerd, 3 runs met dichtheden als invoer en 3 runs met biomassa's als invoer. De drie runs per dichtheden en biomassa's werden gedraaid op de data van 1994 + 1995, de data van 1996, en alle data (1994-1996). De punten zonder bodemdiergegevens zijn voor de Twinspan analyse buiten beschouwing gelaten. Twinspan werd default gedraaid met 9 cutlevels. Deze cutlevels zijn gekozen aan de hand van de verdeling van de waarden, zodanig dat ieder interval ongeveer evenveel 'items' heeft. Voor de analyses met de dichtheden zijn de volgende cutlevels toegepast: 0, 25, 50, 75, 150, 300, 600, 1500 en 5000 ind./m². Voor de analyses met de biomassawaarden zijn de volgende cutlevels toegepast: 0, 0,0075, 0,02, 0,05, 0,12, 0,3, 0,7, 1,5 en 4 gram asvrij drooggewicht per m².

- 14) De drie Twinspan-analyses zijn onderling vergeleken, om te zien of er consistentie tussen de verschillende groeperingen is. Of wel zijn de indelingen die Twinspan onderscheidt, consistent en daarmee zinvolle/betekenisvolle levensgemeenschappen. Aan de hand van veldkennis en de verschillende Twinspan-analyses, is de Twinspan tabel voor biomassa (alle analyses) bewerkt tot een levensgemeenschappen indeling (bijlage VIII).
- 15) De monsterpunten zoals die bij de verschillende onderscheiden levensgemeenschappen horen zijn gegroepeerd, en abiotische gegevens zoals die onder punt 5 verkregen zijn, zijn hier aan gekoppeld. Voor elke abiotische parameter is een X-Y grafiek gemaakt, waarbij op de X-as de levensgemeenschap staat en op de Y-as het gemiddelde en de standaarddeviatie van de abiotische parameter. Op basis van deze grafieken, de habitatbeschrijvingen voor de verschillende kensoorten, literatuurgegevens en kennis van bodemdierspecialisten is een ecotopenindeling gemaakt in de vorm van een indeling in abiotische klassen.
- 16) Op basis van deze abiotische grenzen is met behulp van de applicatie Habimap een ecotopenkaart gemaakt.

3.5.2 Resultaten bodemdierlevensgemeenschappenindeling

De resultaten van de verschillende Twinspan analyse zijn in de vorm van Twinspan-diagrammen in bijlage VII weergegeven. Op grond van de opdeling in de diagrammen werden telkens 5 of 6 clusters onderscheiden, die op het oog zinvol leken (expert judgement). Tabel 8 en Tabel 9 tonen de verdeling van de aantallen monsterpunten per cluster van de verschillende deelanalyses (data 94/95 of 96) ten opzichte van de analyse met alle data.

Tabel 8: Scoretabel van de verschillende Twinspan-analyses op grond van de dichtheden-data van 1994/95 respectievelijk 1996 ten opzichte van de analyses met alle data

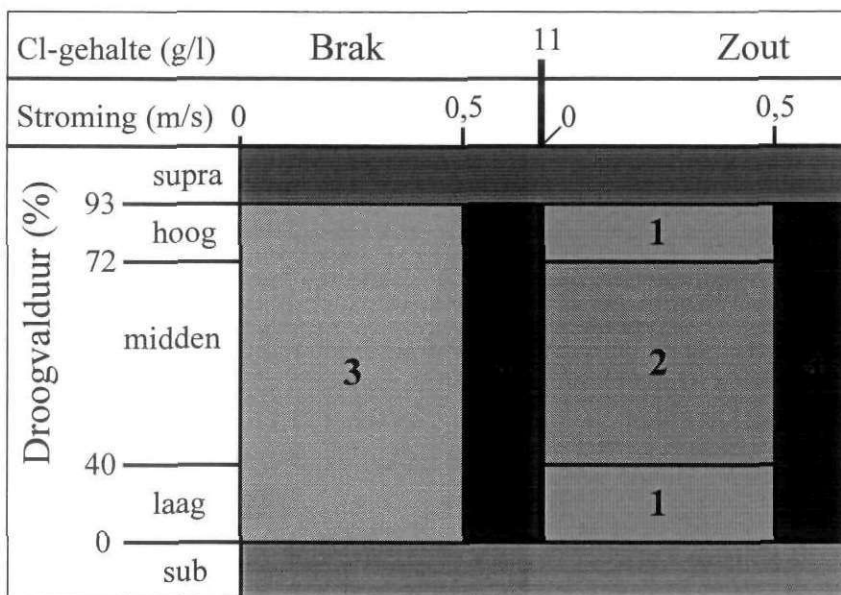
Alle data	Gegevens najaar 1994 en 1995						gegevens najaar 1996				
Cluster	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
1	6										
2											
3	1				1					2	
4											
5											
6	1										

Tabel 9: Scoretabel van de verschillende Twinspan-analyses op grond van de biomassa-data van 1994/95 respectievelijk 1996 ten opzichte van de analyse met alle data

Alle data	Gegevens najaar 1994 en 1995						gegevens najaar 1996				
Cluster	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
1	6			1							
2											
3											
4	1										1
5	1										
6	2				14	1			1		

Op grond van beide tabellen komt er één levensgemeenschap bij alle analyses consistent naar voren, cluster 6 van de analyses met alle data (zowel bij dichtheden als biomassa's als invoer). In de tabellen zijn de cellen die op deze levensgemeenschap slaan met een onderbroken lijn omrand. Uit de bijlagen blijkt dat het hier gaat om de levensgemeenschap die voorkomt in de geëxponeerde/hoog-dynamische delen van het litoraal. Kensoort bij de analyses is steeds *Bathyporeia pilosa*. Geassocieerde soorten zijn *Haustorius arenarius*, andere *Bathyporeia* soorten, *Eurydice pulchra* en *Scolecopsis squamata*. De overige clusters blijken veel minder consistent. Na verdere bestudering van de Twinspan-tabel van de biomassa indeling, zijn een aantal monsters naar andere clusters geschoven en zijn een aantal clusters samengevoegd (bijlage VIII). Cluster 2 en 3 zijn samen gevoegd tot één levensgemeenschap. Cluster 1 en 4 vormen samen een levensgemeenschap, die qua soorten niet veel van cluster 2 + 3 afwijkt maar wel andere verhoudingen tussen de soorten kent en een veel lagere biomassa's heeft. Cluster 5 blijft dan over als aparte levensgemeenschap.

Op basis van de X-Y grafieken van de levensgemeenschappen en de abiotische parameters, de habitat-beschrijvingen (punt 11) van de kensoorten uit de verschillende clusters, literatuurgegevens en kennis van bodemdierspecialisten is de volgende ecotopenindeling gemaakt (figuur 17).



figuur 17 ecotopen indeling op basis van abiotische parameters

Opbasis van bovenstaande figuur is een ecotopenkaart gemaakt die in bijlage XV is opgenomen. De nummers in figuur 17 verwijzen naar de verschillende bodemdierclusters zoals deze opgenomen zijn in bijlage VIII. Cluster 2 is de meest biomassarijke groep met onder andere de Kokkel. Cluster 1 is een variant van cluster 2 maar door de minder gunstige droogvalduur armer aan biomassa; hier ontbreekt b.v. de Kokkel. Cluster 3 is een cluster met een kleiner aantal soorten dan cluster 2, doordat een aantal biomassa rijke soorten niet in het brakke gebied voorkomen. Cluster 4 wordt gedomineerd door *Bathyporeia* en komt voor daar waar andere clusters door de hoge dynamiek het veld moeten ruimen.

3.6 Habitatbeschrijving vogels

3.6.1 Uitvoering habitatbeschrijving vogels

- 17) In overleg met de vogelwerkgroep van het RIKZ zijn er drie vogelsoorten geselecteerd, te weten: Kluut, Scholekster en Drieteenstrandloper. Op basis van de vogeldatabase, kennis en literatuur zijn er globale verspreidingskaarten gemaakt. Deze verspreidingskaarten zijn later gebruikt bij het vergelijken van de habitatkaarten met het werkelijke voorkomen. Op basis van het overleg met de Vogelwerkgroep en literatuur is er een beschrijving opgesteld van het foerageer habitat en het voedsel van de betreffende soorten. Op basis van het voedsel en randvoorwaarden die de soort aan de omgeving stelt zijn responsiecurven opgesteld. Het voorkomen van voedsel is als belangrijkste randvoorwaarden gezien. De responsiecurven van de belangrijkste prooi soorten zijn dan ook gebruikt als uitgangspunt voor de responsiecurven van de verschillende vogelsoorten. Waar relevant zijn deze curven aangepast aan specifieke vogelrandvoorwaarden. B.v. de diepte relaties zijn afgekapt op de GLW-lijn omdat deze vogelsoorten hieronder niet kunnen foerageren. Responsiecurven geven aan bij welke waarden van een abiotische parameter de soort het best kan

voorkomen. Op de X-as staan de waarden van de abiotische parameter uitgezet zoals die in het gebied voorkomen. Op de Y-as staat de mate van geschiktheid voor de betreffende soort in procenten weergegeven. Responsiecurven zijn alleen opgesteld voor die abiotische parameters waarvan abiotische basiskaarten beschikbaar zijn.

- 18) Op basis van de responsiecurven (punt 17) zijn doormiddel van de applicatie Habimap habitatkaarten gemaakt. Elke abiotische basiskaart, die van belang is, wordt door middel van de responsiecurven omgewerkt naar een monoparametrische geschiktheidskaart. Dit gebeurt door voor elke rastercel in de abiotische basiskaart de waarden te vergelijken met de X-as van de responsiecurven en vervolgens de bijbehorende waarden van de Y-as in te vullen in de rastercel. Op deze manier ontstaat een serie geschiktheidskaarten die per abiotische parameter de geschiktheid weergeven (zie bijlage XII). De monoparametrische geschiktheidskaarten worden door Habimap over elkaar heen gelegd (ge'overlayed') om tot een habitatkaart te komen. Als de verschillende monoparametrische geschiktheidskaarten over elkaar heen gelegd zijn wordt er in elke kaart gekeken wat de mate van geschiktheid voor die betreffende abiotische parameter is. Daar waar een van de abiotische parameters ongeschikt is voor het voorkomen van de soort wordt er van uitgegaan dat de soort er niet voor kan komen ondanks dat andere parameters wel geschikt zijn. De abiotische parameter met de laagste waarden in een bepaalde rastercel wordt dus als maatgevend gebruikt voor de geschiktheid van die betreffende rastercel als habitat voor de onderzochte soort.
- 19) De verkregen habitatkaarten worden vergeleken met verspreidingskaartjes en met de vogelwerkgroep besproken. Op basis van de vergelijking en de gesprekken zijn de responsiecurven waar mogelijk verbeterd. Op basis van deze verbeterde responsiecurven zijn nieuwe habitatkaarten gemaakt welke zijn opgenomen in bijlage IX.

3.6.2 Resultaten habitatkaarten vogels

Kluut

De Kluut is gekozen voor deze studie omdat de Kluut één van de typerende broedvogels van de Nederlandse kustmilieus is. De soort stelt zeer specifieke eisen aan zijn broedgebied. Een groot deel van de Noord Europese Klutenpopulatie broedt in Nederland. De belangrijkste stuurvariabele in Nederland is het areaal aan broedbiotoop, de winter sterfte is nauwelijks van belang. Belangrijke doodsoorzaken voor adulte Kluten zijn de jacht in Frankrijk, Spanje en Portugal, botulisme, verkeer en hoogspanningskabels en vervuiling met olie (A. Arts & L. Meininger, 1997). Het foerageergebied moet dicht bij het broedgebied liggen omdat de jongen vanaf de eerste dag na het uitkomen het nest verlaten op zoek naar voedsel (Cramp & Simmons 1983; Ruitenbeek, 1985) Voor de jongen is enige bescherming tegen wind en predatoren noodzakelijk.

In deze studie wordt alleen gekeken naar het foerageerhabitat van de volwassen vogels. De Kluut foerageert vooral op Nereis, Borstelwormen, Zeeduizendpoot en andere kleine wormen of kleine kreeftachtige (Slijkgarnaal). De Kluut foerageert in ondiep water of onbegroeide natte slikkige delen met een zeer slibrijke bodem met weinig schelpen. Bij het foerageren gaat de Kluut

waarschijnlijk het afgaande water vooruit. Platen met verschillende hoogtes strekt tot de aanbeveling. (Meininger, 1986).

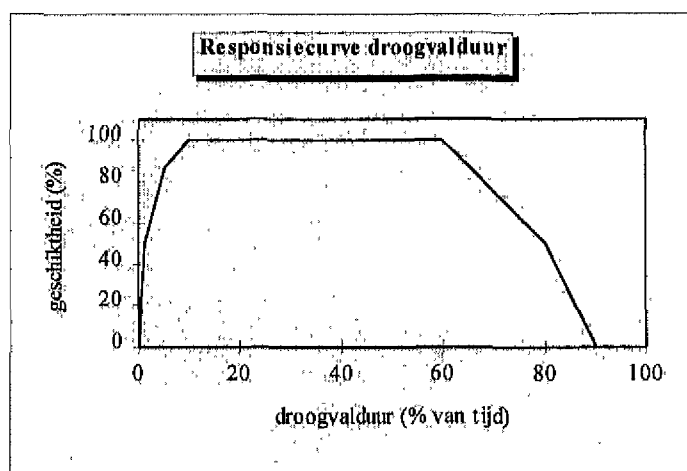
De geschiktheid van een gebied als foerageerlocatie wordt vooral bepaald door het voorkomen van prooidieren. Daarnaast is het van belang dat de bodem een zachte structuur heeft in verband met de manier van voedsel zoeken. Kluten maaïen namelijk met hun lange dunne snavel door de bodem op zoek naar voedsel. In harde zandige sedimenten is dit niet mogelijk, vandaar dat de bodem voldoende slikkig moet zijn. Kluten in de Westerschelde foerageren vooral rond de waterlijn, het hele intergetijden gebied is dus geschikt en zelfs beneden de laagwaterlijn is er nog geschikt foerageergebied. Echter gebieden die zeer lang droogvallen zijn minder geschikt doordat de bodem hier te hard is en er begroeiing gaat optreden. Erg laaggelegen gebieden zijn minder geschikt omdat de foerageertijd daar te kort is.

Responsie curven kluut

Klt1-hab-tot

Droogvalduur % geschiktheid

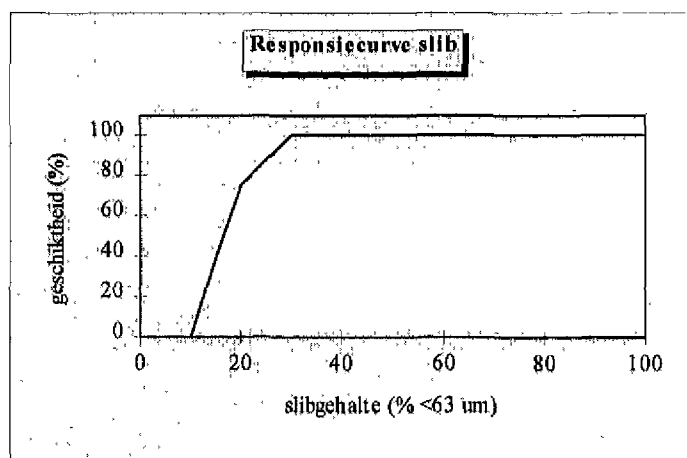
0	0
1	50
5	87
10	100
30	100
50	100
60	100
80	50
90	0
100	0



slib 96

% geschiktheid

0	0
10	0
15	41
20	75
30	100
40	100
50	100
60	100
90	100
100	100



De uiteindelijke habitatkaart is te zien in bijlage IX

klasse	Oppervlakte (ha)	oppervlakte (%)
1	6584	62
2	268	3
3	236	2

4	216	2
5	245	2
6	284	3
7	334	3
8	409	4
9	454	4
10	1513	14
totaal	10543	100

Scholekster

De Scholekster is voor deze studie gekozen, omdat het de meest voorkomende steltloper in de Nederlandse kustwateren is waarvan ook vrij veel bekend is. Van augustus tot maart zit vrijwel de gehele Nederlandse populatie in de kustgebieden; in de zomer broeden ze verspreid over heel Nederland. Buiten het broedseizoen zijn de Oosterschelde en Westerschelde de belangrijkste gebieden in de Zeeuwse delta. De Scholekster is representatief voor de draagkracht van het zoute intergetijdengebied (Arts et. al. 1997).

Foerageren doet de Scholekster primair op Kokkels (10-22 mm) en Mossels. In de Westerschelde komen echter geen Mossels voor zodat de scholekster hier op Kokkels is aangewezen. De optimale foerageerlocatie bevat tussen de 100 en 200 Kokkels m² (Arts, et. al., 1997). Wanneer er te weinig Kokkels beschikbaar zijn, stapt de Scholekster over op andere soorten zoals: het Nonnetje, Zee-duizendpoot, Platte Slikgaper of binnendijs op regenwormen, deze soorten leveren echter minder energie op (Beukema, 1993). Als de Scholekster over moet stappen op minder energierijk voedsel is de kans op wintersterfte groter. In gebieden waarop Kokkels wordt gevestigd is in de laatste tientallen jaren het Scholeksterbestand fors achteruit gegaan. In gebieden waar niet op Kokkels wordt gevestigd is het aantal Scholeksters gelijk gebleven. De afname in de beviste gebieden trad vooral op in de strenge winters van 1985-87, 1996 en 1997 (Meininger et. al. 1991; Arts et. al. 1997). De Scholekster foerageert vooral op slibhoudende en slibrijkere plaatsen. Een te hoog slibgehalte op een locatie wordt echter niet op prijs gesteld omdat de vogel door zijn hoge gewicht te ver in het slib zou zakken. De Scholekster foerageert het liefst in de buurt van water om dat het voedsel dan gewassen kan worden. Ook moet er een vrij uitzicht aanwezig zijn, Spartina pollen worden dan ook gemeden. De voorkeur gaat uit naar gebieden die niet langer dan 6 uur droogvallen (Arts et. al. 1997). De oorzaak hiervoor moet waarschijnlijk gezocht worden in het feit dat Kokkels in de hoge gebieden zeldzamer en klein zijn door de beperkte foerageertijd die een Kokkel in de hoge gebieden heeft.

Er is dus een duidelijke negatieve voedselrespons waar te nemen. Mossel- en Kokkelvisserij zijn sterk bepalend voor het voedselaanbod. Daarnaast is ook het beschikbaar oppervlak aan intergetijden gebied van belangrijk voor het aantal scholeksters wat in een gebied kan voorkomen. Zijn er te veel Scholeksters in een gebied dan wijkt een aantal vogels uit naar minder geschikte gebieden, wat de kans op sterfte weer doet toenemen (Arts et. al. 1997).

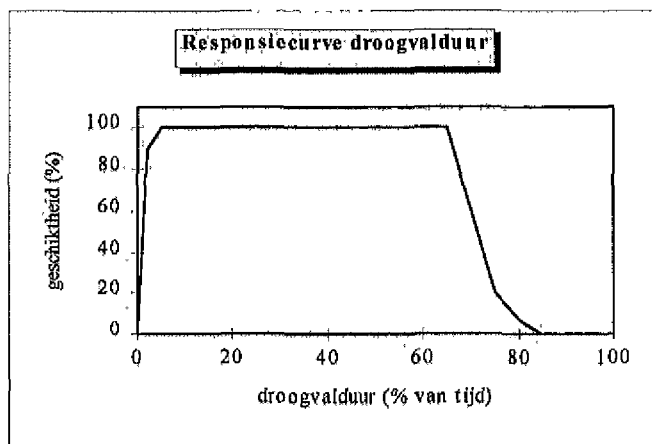
De HVP's (hoogwater vlucht plaatsen) van de Scholekster bevinden zich vaak op schorren, dijken, inlagen en karrevelden. De HVP moet binnen 10 km van de foerageerlocatie liggen. (Arts et. al. 1997).

Het voorkomen van de Scholekster wordt dus bepaald door meer dan alleen de onderstaande responsie curven. De responsiecurven voor droogvalduur en stroomsnelheid zijn rechtstreeks afkomstig van de Kokkel; immers als de er geen voedsel voorkomt is een gebied ongeschikt als foerageerlocatie. Een Scholekster is een vrij zware vogel, te slikkige locaties worden dan ook het liefst gemeden omdat de vogel daar te diep in het slib weg zakt. De responsiecurven voor het chloride gehalte is afkomstig van de Kokkel, daar waar het echter te zoet is voor de Kokkel schakelt de Scholekster over op ander voedsel onder ander Nerius. Deze soorten leveren veel minder energie dan de Kokkel, waardoor dit soort gebieden toch minder geschikt zijn dan gebieden met Kokkels.

Responsiecurven Scholekster sch3-hab-tot

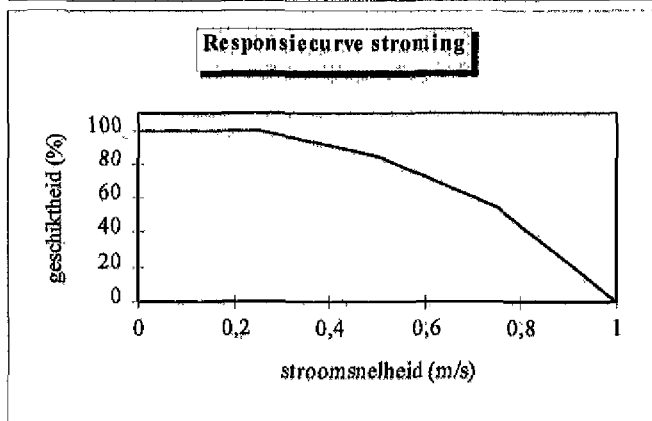
Droogvalduur % geschiktheid

0	0
2	90
5	100
45	100
50	100
60	100
65	100
75	20
80	7
85	0

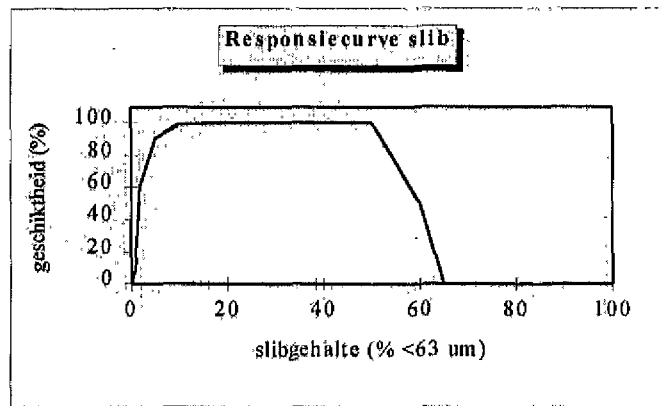


Stroming % geschiktheid

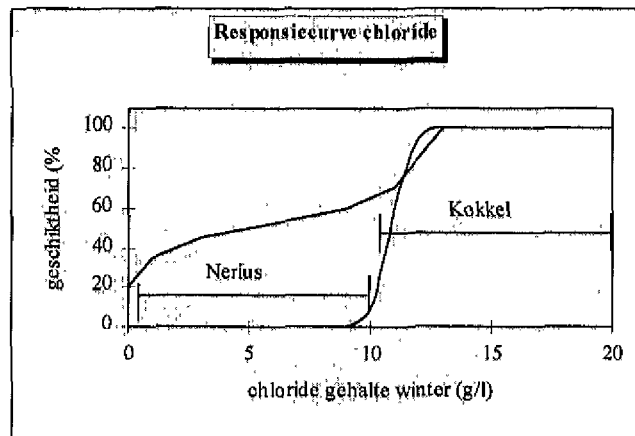
0	100
0,25	100
0,5	84
0,75	55
1	0



slib 96	% geschiktheid
0	0
1	10
2	60
5	90
10	99
20	100
50	100
60	50
65	0
100	0



chloride winter	% geschiktheid
0	20
1	35
3	45
6	55
9	60
10	65
11	70
12	95
13	100
20	100



De uiteindelijke habitatkaart is te zien in bijlage IX

klasse	Oppervlakte (ha)	oppervlakte (%)
1	2366	24
2	386	4
3	871	9
4	216	2
5	242	2
6	1659	17
7	2070	21
8	231	2
9	188	2
10	1452	15
totaal	9681	100

Drieteenstrandloper

In de Westerschelde worden twee ondersoorten van de Drieteenstrandloper waargenomen, die qua gedrag gelijk zijn. De twee ondersoorten die in de Westerschelde voorkomen zijn:

1. De Siberische Drieteenstrandloper; doortrek in voor- en najaar
2. Canadese Drieteenstrandloper; overwinteren in het Deltagebied en ruien in de Oosterschelde maar waarschijnlijk niet in de Westerschelde

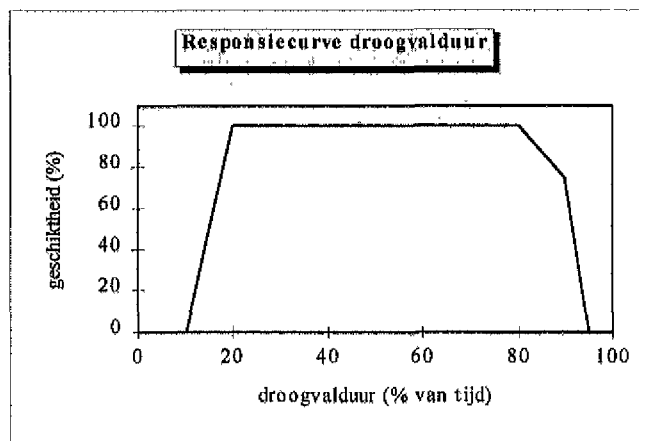
In de Westerschelde foerageert de Drieteenstrandloper op Slijkgarnalen, Strandvlooien, kleine kreeftjes en kleine wormen. Op het strand foerageert de soort langs de waterlijn. Op de platen in de Westerschelde is dit minder duidelijk; hier foerageert de soort ook op langer droogliggende stukken, bijvoorbeeld op een niet al te slikkige bodem. De Drieteenstrandloper komt voor ten westen van de lijn Hansweert-Ossenisse. Het voorkomen van de Drieteenstrandloper lijkt niet af te hangen van de aanwezigheid van een goede hoogwatervluchtplaats; de soort kan vrij grote afstanden tot een HVP overbruggen. De soort leeft in vrij grote groepen. Een hinderings-effect door te grote aantallen zal zeker in de Westerschelde niet optreden. De aantallen die hier voorkomen hangen vooral af van het broedsucces in het buitenland. Daarnaast is er een duidelijke negatieve voedselrespons waar te nemen.

De doortrekkende soorten foerageren op andere locaties dan de overwinterende soorten. Dit heeft onder andere te maken met de afwezigheid van een aantal voedselsoorten in de winter. Bij het maken van de habitatkaarten wordt er geen rekening gehouden met seizoenseffecten, simpelweg omdat de abiotische basiskaarten moment opnamen zijn en er, op de zoutkaart na, geen seizoensvariaties in kaartbeelden beschikbaar zijn.

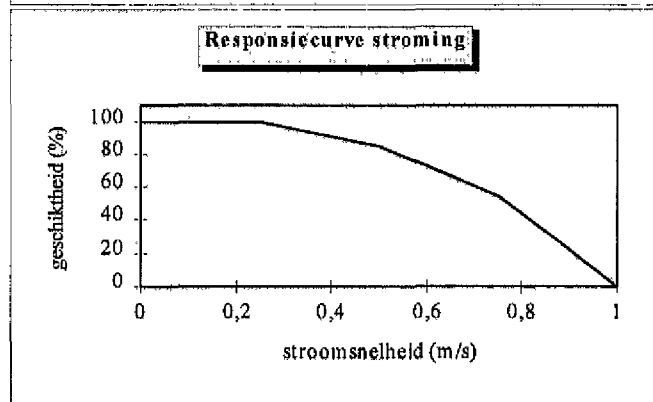
De Drieteenstrandloper wordt niet in het oostelijke, brakke gedeelte van het estuarium aangetroffen. Vandaar een zoutcurve die het zoetere gedeelte uitsluit. De Drieteenstrandloper geeft de voorkeur aan zandiger substraten van wegen zijn bouw, vandaar dat de responsiecurve bij het meer slibrijke gedeelte naar nul afbuigt. Stroming en droogvalduur hebben vooral met het voorkomen van voedsel te maken, bij te hoge stroomsnelheden en te lange droogvalduur neemt het aantal bodemdieren sterk af.

Responsiecurven Drieteenstrandloper
drt2-hab-tot

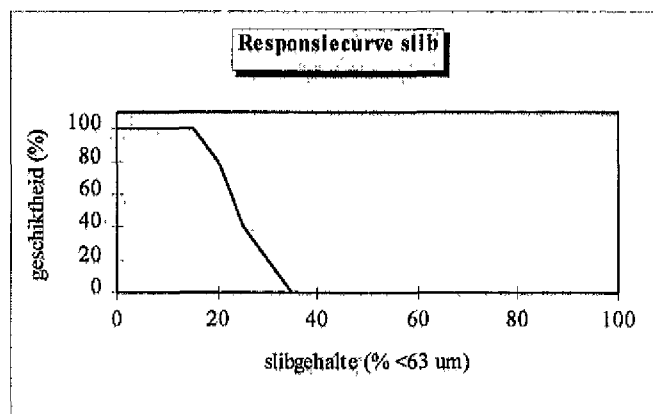
Droogvalduur	% geschiktheid
0	0
10	0
20	100
45	100
50	100
60	100
80	100
90	75
95	0
100	0



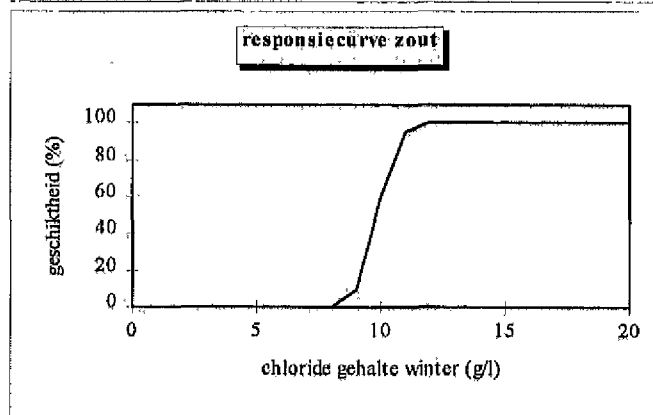
Stroming	% geschiktheid
0	100
0,25	100
0,5	84
0,75	55
1	0



slib 96	% geschiktheid
0	100
5	100
10	100
15	100
20	80
25	40
35	0
60	0
65	0
100	0



chloride winter	% geschiktheid
0	0
7	0
8	0
9	10
10	60
11	95
12	100
14	100
16	100
20	100



De uiteindelijke habitatkaart is te zien in bijlage IX

klasse	Oppervlakte (ha)	oppervlakte (%)
1	5263	54
2	676	7
3	617	6
4	228	2
5	92	1
6	89	1
7	1289	13
8	62	1
9	138	1
10	1227	13
totaal	9681	100

3.7 Habitatkaart diatomeeën

3.7.1 Uitvoering habitatkaartdiatomeeën

20) Van 108 diatomeeënplots zijn uit de diatomeeëndatabase de x-y coördinaten geselecteerd en in een ASCII file opgeslagen. Uit de diatomeeëndatabase zijn alle chlorofyl-a waarden van de bovenste cm in de Westerschelde, bemonsterd tussen 1-1-1993 en 1-1-1997 geselecteerd. Vervolgens zijn deze (maandelijkse) waarden per punt gemiddeld tot één meerjarengemiddelde. Deze meerjarengemiddelde zijn via het punt_id aan de ASCII-file toegevoegd. Het jaarverloop van het chlorofyl-a gehalte zoals dat per punt door Stapel en de Jong (in prep.) is bepaald, is handmatig ingedeeld in vier klassen:

1. Het jaar rond hoog
2. Het jaar rond laag
3. Een smalle zomerpiek
4. Een brede zomer piek

Deze klasse indeling is toegevoegd aan de ASCII-file. De ASCII-file is ingelezen in ARC-INFO. Van de x-y coördinaten van alle punten is een coverage gemaakt genaamd Diatomcove.

- 21) Met behulp van de coverage Diatomcove zijn twee kaarten gemaakt, een diatomeeënverspreidingskaart en een kaart met het soort jaarverloop (bijlage X).
- 22) De coverage Diatomcove is 'ge-overlaid' met elk van de abiotische kaarten. Uit de tabel van de verkregen kaarten zijn voor elk punt_id de abiotische parameters geëxtraheerd en als ASCII bestand opgeslagen. Van alle abiotische parameters die beschikbaar zijn is op deze manier een ASCII bestand verkregen. De ASCII-bestanden zijn geconverteerd naar Access tabellen en vervolgens via het punt_id samengevoegd.

Daarna zijn uit de abiotische basiskaartgegevens en de jaargemiddelde-gegevens monoparametrische responsiecurven gemaakt. Voor elke abiotische parameter is een X-Y grafiek gemaakt, waarbij op de X-as de waarden of klasse van de abiotische parameter werd geplot en op de Y-as het jaargemiddelde. De bovengrens van de zo verkregen puntenwolk diende als basis voor de responsiecurven. De uiteindelijke responsiecurven (zie resultaten) zijn gemaakt op basis van literatuurgegevens, de relaties uit de diatomeeëndatabase en de en veldkennis van deskundige.

- 23) De responsiecurven zijn gebruikt om door middel van de applicatie Habimap een habitatkaart te maken. De van belang zijnde abiotische monoparametrische kaarten zijn geselecteerd en per kaart is de responsiecurve (punt 21) ingevoerd. Responsiecurven geven aan bij welke waarden van een abiotische parameter de soort het best kan voorkomen. Op de X-as staan de waarden van de abiotische parameter uitgezet zoals die in het gebied voorkomen. Op de Y-as staat de mate van geschiktheid voor de betreffende soort in procenten weergegeven. Elke abiotische basiskaart wordt door middel van de responsiecurven omgewerkt naar een monoparametrische geschiktheidskaart. Dit gebeurt door voor elke raster cel in de abiotische basiskaart de waarden te vergelijken met de X-as van de responsiecurven en vervolgens de bijbehorende waarden van de Y-as in te vullen in de rastercel. Op deze manier ontstaat een serie geschiktheidskaarten die per abiotische parameter de geschiktheid weergeven (zie bijlage XII). De monoparametrische geschiktheidskaarten worden door Habimap over elkaar heen gelegd (ge'overlayed') om tot een habitatkaart te komen. Als de verschillende monoparametrische geschiktheidskaarten over elkaar heen gelegd zijn wordt er in elke kaart gekeken wat de mate van geschiktheid voor die betreffende abiotische parameter is. De abiotische parameter met de laagste waarden in een bepaalde rastercel wordt als maatgevend gebruikt voor de geschiktheid van die betreffende rastercel als habitat. Deze habitatkaart is visueel door deskundige beoordeeld. Op basis hiervan zijn de responsiecurven (punt 26) bijgesteld en is er een verbeterende habitatkaart gemaakt (punt 27).

3.7.2 Resultaten habitatkaart diatomeeën

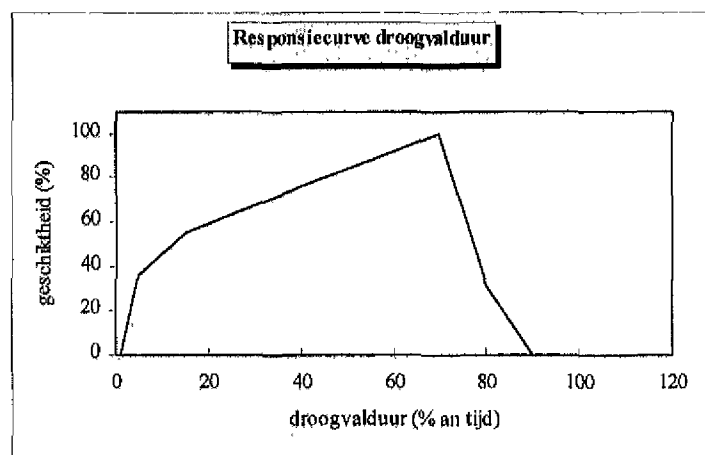
Door het troebele water van de Westerschelde is er voor diatomeeën geen mogelijkheid om te groeien onder water (Stapel & de Jong, in prep.) Hoe langer de droogvalduur hoe meer tijd een diatomee heeft om te produceren en hoe hoger de biomassa in zo'n gebied kan zijn. Een te lange droogvalduur maakt een gebied echter ongeschikt omdat de diatomeeën problemen krijgen met de vocht- en nutriënten huishouding. Het slibgehalte geeft een duidelijke correlatie te zien met de biomassa aan diatomeeën (Sabbe & Vyverman, 1991). Deze correlatie wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat slib een afgeleide is van de hydrodynamiek (Stapel & de Jong, in prep. Verschoore de la Houssaye, in prep.). Een te grote hydrodynamiek zorgt er voor dat de afvoer van diatomeeën groter wordt dan de productie. Er is geen onderscheid gemaakt in zoutgehalte omdat dit alleen op soorten niveau enige discriminatie oplevert maar niet in hoeveelheid diatomeeën (Sabbe & Vyverman, 1991). Uit de relatie abiotische parameters – jaargemiddelde biomassa en literatuurgegevens zijn de onderstaande responsiecurven opgesteld en in Habimap ingevoerd.

In de Westerschelde treedt verschil op in het seizoensverloop van de biomassa aan diatomeeën (jaarrond hoog of laag, smalle of brede zomer piek). Er was geen relatie aan te tonen tussen het seizoensverloop en één van de abiotische parameters. De oorzaak voor dit verschil in seizoensverloop van de biomassa zal dan ook in een andere richting gezocht moeten worden bijvoorbeeld in de vorm van begrazing of golfwerking (Verschoore de la Houssaye in prep.)

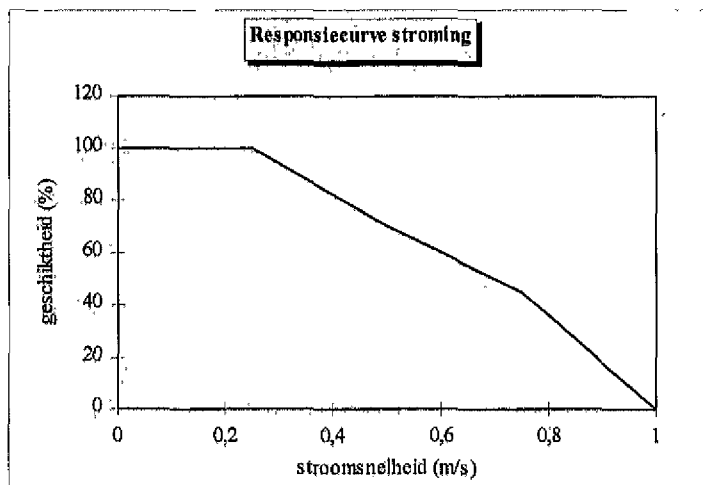
Responsie curven diatomeeën
dia3-hab-tot

Droogvalduur % geschiktheid

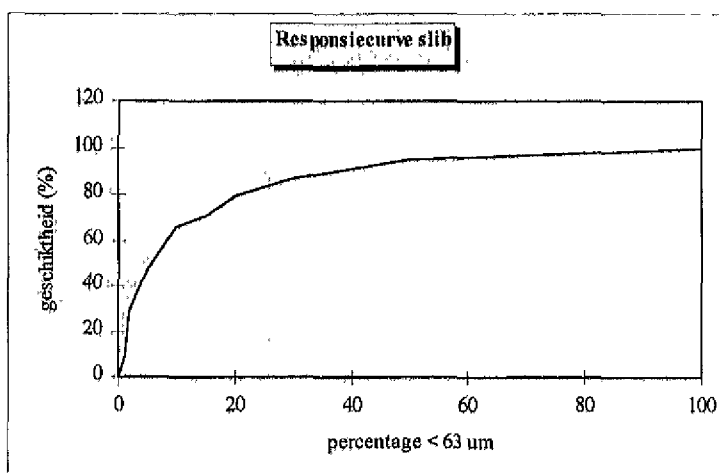
0	0
1	0
5	36
15	55
40	76
60	92
70	100
80	32
90	0
100	0



Stroming	% Geschiktheid
0	100
0,25	100
0,50	70
0,75	45
1,00	0



Slib 96	% geschiktheid
0	0
1	9
2	29
5	47
10	66
15	71
20	79
30	87
50	95
100	100



De habitatkaart zoals deze berekend zijn door Habimap is te zien in bijlage XI

Het gedeelte van de Westerschelde dat niet gekleurd is betreft het gebied beneden de laagwaterlijn. Doordat er geen gegevens in de slibkaart 96 voor dit gebied beschikbaar zijn is hier geen analyse op uitgevoerd. Dit gebied is voor diatomeeën echter ook niet van belang.

In totaal is 8804 ha geanalyseerd met de volgende geschiktheid

klasse	Oppervlakte in ha	percentage van totaal
1	1711	19
2	253	3
3	819	9
4	692	8
5	851	10
6	1498	17
7	913	10
8	812	9
9	1132	13
10	123	1
totaal	8804	100

3.8 Habitatkaart Zeegras

3.7.1 Uitvoering habitatkaart Zeegras

Als extra toevoeging (niet opgenomen in de flowdiagrammen) is op basis van de literatuur en veldkennis van Dick de Jong (RIKZ Middelburg) een aantal responsiecurven voor zeegras opgesteld. Op basis van deze responsiecurven is door middel van de applicatie Habimap een habitatkaart gemaakt. De van belang zijnde abiotische monoparameterische kaarten zijn geselecteerd en per kaart is de responsiecurve ingevoerd. Elke kaart is vermenigvuldigd met de bijbehorende responsiecurve om de geschikte gebieden te selecteren. De monoparametrische-selectie-kaarten zijn over elkaar heen gelegd om tot een habitatkaart te komen. Bij deze overlay actie is de kleinste waarde in een cel als maatgevend genomen (punt 11).

De verkregen responsie curven, monoparametrische-selectie-kaarten en de habitatkaarten zijn voorgelegd aan deskundigen, aan de hand van het commentaar zijn de responsiecurven iets aangepast en is een nieuwe habitatkaart gemaakt.

3.7.2 Resultaten habitatkaart Zeegras

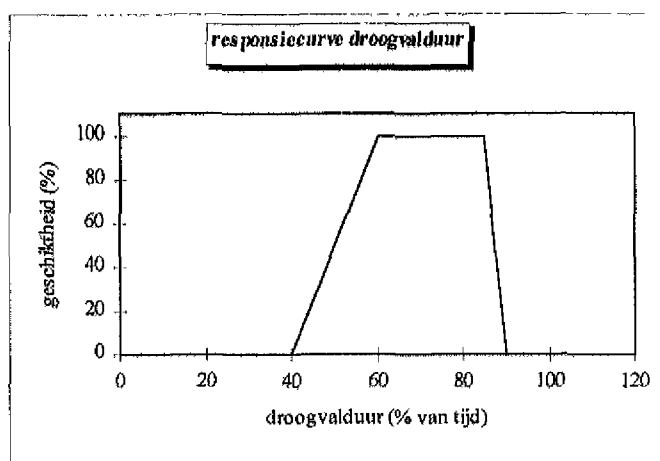
Zeegras is een hoger plant die leeft in het intergetijden gebied. Door de dunne slappe bladeren kan de plant goed in het water overleven. De plant kan in de Westerschelde, net als diatomeeën, niet onder water produceren vanwege een gebrek aan licht. Een te lange droogvalduur is echter ook weer nadelig omdat de plant dan uitdroogt (mondelinge mededeling D. J. de Jong). Doordat de bladeren kwetsbaar zijn mag de stroomsnelheid en de golfwerking niet te hoog zijn. Het slibgehalte mag niet te hoog zijn vanwege de bewortelbaarheid van de bodem. Als het zoutgehalte te laag is wordt het zeegras weg geconcentreerd door andere soorten. Bij een te hoog zoutgehalte wordt er ook geen zeegras gevonden omdat boven de 16,5 á 17 g Cl/l de planten slecht groeien en niet meer kunnen kiemen.

Momenteel wordt er in de Westerschelde slechts in de Sloehaven Zeegras gevonden en een enkele 'verdwaalde' plant elders. Er is geen golfkaart gebruikt voor het maken van de habitatkaart, terwijl dit wel een belangrijke stuurvariabele is; de habitatkaart is dus op dit punt nog niet volledig. Sommige gebieden die nu geschikt lijken kunnen dat op basis van de golfwerking op dit gebied wel eens niet zijn.

Responsiecurven Zeegras Zeg2-hab-tot

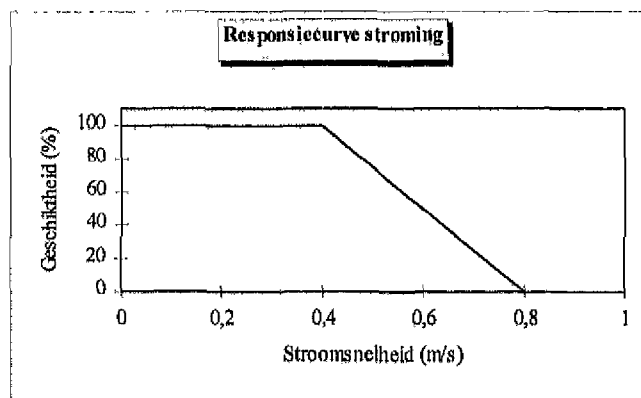
Droogvalduur % geschiktheid

0	0
30	0
40	0
50	50
60	100
70	100
80	100
85	100
90	0
100	0

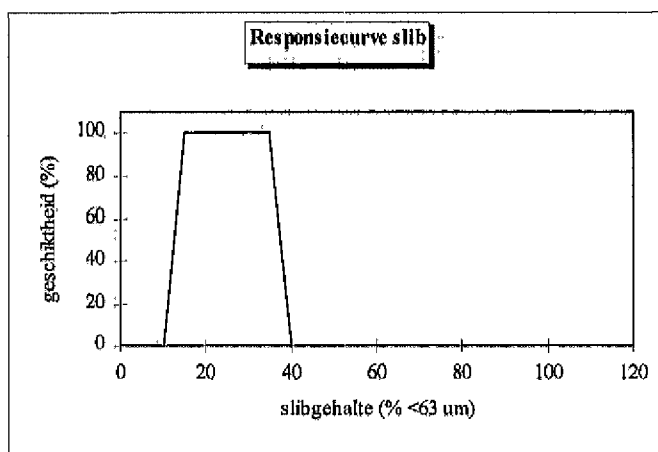


Stroming % geschiktheid

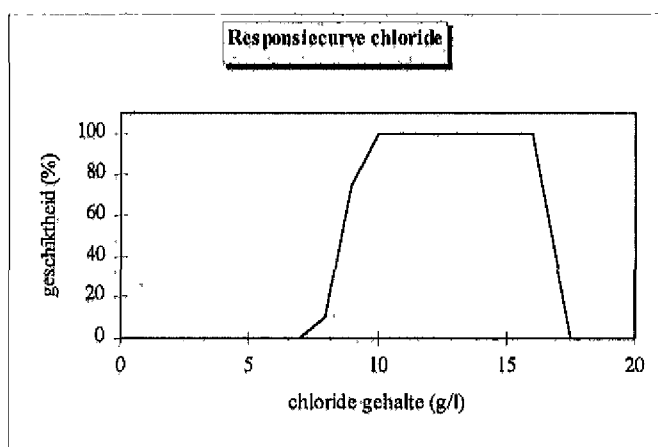
0	100
0,25	100
0,4	100
0,6	50
0,8	0



slib 96	% geschiktheid
0	0
10	0
15	100
20	100
30	100
35	100
40	0
50	0
80	0
100	0



Chloride zomer	% geschiktheid
0	0
6	0
7	0
8	10
9	75
10	100
15	100
16	100
17,5	0
19	0



klasse	Oppervlakte (ha)	oppervlakte (%)
1	7765	80
2	195	2
3	208	2
4	216	2
5	336	3
6	174	2
7	121	1
8	160	2
9	92	1
10	419	4
totaal	9686	100

3.9 Algemene ecotopenkaart

- 25) Wegens tijdgebrek is er geen ecotopenkaart gemaakt waarin naast de bodemdieren ook de vogels, diatomeeën en zeegras zijn opgenomen. Zover de huidige habitatbeschrijvingen van deze soorten dat nu toe laten kunnen een aantal soorten wel in de huidige ecotopen ingedeeld worden. De Scholekster zal bijvoorbeeld vooral in ecotoop 2 en deels in ecotoop 3 aangetroffen worden.
- 26) Zie punt 25

4. DISCUSSIE

4.1 Kwaliteit GIS-kaarten

In deze paragraaf wordt de kwaliteit van de verschillende basiskaarten kort besproken. Nog niet alle kaarten zijn momenteel voldoende gebiedsdekkend, daarom is het mogelijk dat als één van de basiskaarten niet in de analyse meegenomen wordt dat er gebieden wel of juist niet mee genomen worden in de analyse. Dit is met name in het land van Saeftingen het geval. Met name de schorren moeten dus nog uit de basiskaarten "geknipt" worden.

4.1.1 Droogvalduurkaart

De droogvalduurkaart is een van de meest nauwkeurige en betrouwbare kaarten. De gebruikte technieken (Echolodgingen en waterpassing) zijn zeer goed geoptimaliseerd. Voor het maken van habitat- en ecotopenkaarten is de droogvalduurkaart dan ook zeer goed te gebruiken. Desondanks ligt de afwijking in de droogvalduurkaart in de orde grootte van 1-2 decimeter. Op een vlak gedeelte van een plaat kan een afwijking van 20 cm in verticale richting een afwijking van tientallen meters in het horizontale vlak opleveren. Over het hele gebied van de Westerschelde kan dan ook een aanzienlijke fout in de oppervlakte van de verschillende habitat's / ecotopen optreden.

4.1.2 Geomorfologische kaart

De geomorfologische kaart is voor het maken van de habitat- en ecotopenkaarten niet gebruikt omdat deze te laat beschikbaar kwam in een bruikbare vorm voor Habimap. Wel is de geomorfologische kaart gebruikt bij de vergelijking van de MOVE-gegevens met de kaartgegevens.

Er is gebleken dat de geomorfologische kaart in dit geval alleen bruikbaar is om de hoog dynamische gebieden uit te sluiten, en dan eigenlijk alleen de hoog dynamische gebieden met megaribbels, deze zijn goed op de luchtfoto's te onderscheiden; hoog dynamische vlakke gebieden zijn veel moeilijker te onderscheiden. Doordat de bodemdynamiek afhangt van de stroomsnelheid en golfwerking is het aan te bevelen om met een nauwkeurige stroomsnelhedenkaart en golfkaart te werken.

4.1.3 Chloridengehalte kaart

De chloridengehalte kaart is gemaakt met het model Scaldis 400. Dit is een vrij oud model met een zeer grote rastercelmaat van 400 x 400 m. Door de zeer egale longitudinale mixing van het zeewater met het rivierwater is er een zeer geleidelijke gradiënt in het zout gehalte. De fout in het chloridengehalte is dan gering. Een aantal kleinere zoetwaterlozingspunten (gemalen) ontbreekt in het model, waardoor zeer lokaal andere zout gehalten kunnen optreden. Op dit soort punten kan er dus een afwijking optreden in de habitat- en ecotopenkaart. De oppervlakte hiervan zal echter gering zijn.

4.1.4 Slibkaart

De slibkaart was op het moment van het maken van de habitat- en ecotopenkaarten nog niet volledig klaar. De kaart besloeg alleen het litoraal; het sublitorale gedeelte ontbrak nog volledig. De slibkaart is gemaakt op basis van de McLaren bemonstering uit 1993. Deze bemonstering was bedoeld om slibtransportbanen te bepalen, en dus niet voor het maken van een slibkaart. Het raster dat gebruikt is voor de bemonstering, is dus niet bedoeld voor het maken van een kaart, en daardoor is de verspreiding van de monsters niet optimaal.

De monsternamen heeft, evenals de satellietopnamen plaatsgevonden in het begin van de herfst. De reflectie die de satelliet meet wordt alleen door de oppervlakte van het sediment bepaald, terwijl de monsters tot een diepte van 5 cm zijn genomen. Een overgang in slibgehalte in de bovenste cm wordt door de satelliet niet gemeten. In de monsternamen wordt er een gemiddelde over de bovenste 5 cm bepaald. Het algoritme waarmee de satellietgegevens worden omgerekend naar slibgegevens zal hierdoor een zekere afwijking hebben. Horizontaal kunnen er zeer scherpe overgangen in het slibgehalte voorkomen. Door het grote raster van de McLaren monsters worden deze overgangen hiermee volledig gemist. De satellietbeelden leveren een gemiddelde waarde per rastercel van 30 x 30 m op; als er een scherpe overgang door zo'n cel loopt, wordt deze weggemiddeld. De slibkaart kan lokaal dus een vrij grote afwijking hebben.

Een tweede groot probleem bij het maken van de slibkaart is het seizoenseffect. Uit veldwaarnemingen blijkt dat het slibgehalte door het jaar heen kan variëren (Stikvoort & Rueda, 1996). Bij rustig weer in het voorjaar kan er lokaal slib gaan bezinken, waardoor op een zandige bodem een dun laagje slib komt te liggen. Op de satellietbeelden wordt zo'n gebied als slibrijk gekarteerd, terwijl het een zandbodem, met een dun laagje slib betreft. Voor sommige soorten organisme zal het sliblaagje geen enkel effect hebben, omdat het te dun is, andere soorten kunnen er wel degelijk last of voordeel van hebben. Door het tijdelijke van dit effect is het zeer moeilijk in kaartbeelden te vangen. Het seizoenseffect, heeft er o.a. voor gezorgd dat de hoge delen van de Hoge Platen als slibrijk gekarteerd zijn, terwijl dit gebied door deskundigen juist als meer zandig wordt gekenmerkt. Voor sommige vogels en bodemdieren heeft dit een aanzienlijke fout in de oppervlakte aan habitat tot gevolg.

4.1.5 Stroomsnelhedenkaarten

De stroomsnelhedenkaarten zijn gemaakt met het model Scaldis 100. Dit model is gevoed met jongere gegevens dan het Scaldis 400 model, maar ook deze gegevens zijn tamelijk gedateerd. Dit model heeft een rastercel maat van 100 x 100 m. het is gemaakt om de stroomsnelheden in de geulen te bepalen, daarom is het niet afgeregeld op de platen en slikken. Het gevolg hiervan is dat de stroomsnelheden op de platen en slikken aanzienlijk kunnen afwijken. Juist de platen en slikken zijn in deze studie onderzocht, waardoor een aanzienlijke afwijking kan optreden.

De stroomsnelhedenkaarten zijn momenteel in een beperkt aantal van acht klasse ingedeeld. In de kaarten zijn, per rastercel, de ondergrens van de klasse opgeslagen. De responsiecurven voor stroomsnelheid zijn bij de verschillende onderzochte organismen dus enigszins verschoven. De stroomsnelhedenkaarten zijn dus weinig gedetailleerd en vrij onnauwkeurig.

4.2 Vergelijking abiotische gegevens veldonderzoek met GIS-kaarten

Een deel van de MOVE-monsterpunten is op de geomorfologische kaart als hoog dynamische vlak gekarteerd. In het veld is het verschil tussen laag dynamische delen en hoog dynamisch vlakke delen vaak niet met het oog te herkennen. Er zit dus een verschil tussen de veldgegevens en de kaartgegevens. De vraag is hoe goed deze hoog dynamische gebieden op de geomorfologische kaart gekarteerd zijn, of wel hoe veel hoog dynamische gebieden op de kaart zijn eigenlijk gewoon laag dynamisch. Dit onderzoek geeft daar helaas geen antwoord op. Doordat de geomorfologische kaart niet gebruikt is voor het maken van de habitat- en ecotopenkaarten heeft deze eventuele fout geen invloed op het uiteindelijke resultaat. Bij het bepalen van de responsiecurven bleek dat de geomorfologische klassen ook geen enkel discriminerend effect hadden op het voorkomen van de bodemdieren een reden hiervoor kan zijn dat de meeste waarnemingen in één klasse vallen P1a (laag dynamische bijlage II). Dat de monsterpunten die als P2c (hoogdynamische vlak; bijlage II) gekarteerd zijn niet onderscheiden kunnen worden, zou er op kunnen duiden dat deze 'hoog' dynamische vlakke gebieden voor de bodemdieren niet als echt hoog dynamisch gelden, maar eerder een overgangsgebied vormen.

Uit de vergelijking van de slibveldgegevens en de geomorfologische kaart blijkt dat er voor een aantal punten een aanzienlijk verschil in slibgehalte optreedt. Deels kan dit verschil verklaard worden door de storende reflectie van vocht op het sediment. Een ander deel van het verschil kan verklaard worden uit het verschil in monstertijd tussen de veldgegevens en de kaartgegevens in combinatie met het seizoensverschil in slibgehalte (zie discussie slibkaart). Aangezien er voor de slibkaart geen verschil in de monsternamen zit tussen de verschillende gegevens treedt dit verschil hier minder zichtbaar op.

Uit de vergelijking van de slibkaart met de veldgegevens blijkt dat er verschil bestaat tussen de slibgehalten van de kaart en de veldmetingen. Omdat de slibveldgegevens per jaar verschillen is de afwijking tussen de slibkaart en de veldgegevens niet constant. De oorzaak voor dit verschil is de combinatie van drie problemen: Er is gebruik gemaakt van verschillende analysetechnieken voor het meten van de monsters voor de slibkaart en de diatomeeënslibgegevens. Daarnaast is het algoritme waarmee de waarden (voor de reflectie) in het satellietbeeld zijn omgerekend naar een slibgehalte, bepaald aan de hand van monsters die genomen zijn tot een diepte van 5 cm. De reflectie van het sediment wordt echter alleen door de oppervlakte van het sediment bepaald, waardoor er een structurele afwijking in het algoritme kan zitten en dus in de slibkaart. Tenslotte is er ook een verschil in het moment waarop het zomerse sliblaagje verdwijnt in de verschillende jaren, waardoor het ene jaar bodemonsters worden genomen terwijl het laagje er nog ligt, terwijl het andere jaar het sliblaagje al weg is t.g.v een vroege storm. Deze onzekerheden maken het gebruik van een bodemkaart, en van bodemgegevens in het algemeen, in een dergelijk dynamische gebied erg moeilijk.

4.3 MOVE quick & dirty onderzoek

Uit de vergelijking van de Q & D gegevens met de steekbuisgegevens blijkt dat er geen enkele relatie tussen deze twee bestaat. Het blijkt dat het erg moeilijk is om in het veld de aantallen van een bepaalde soort te schatten. Het is nog net mogelijk om te zien of een soort aan- of afwezig is, maar zodra er geschat moet worden of er matig, veel, heel veel dan wel weinig exemplaren van de soort aanwezig zijn gaat het mis. Aan de ene kant is 'veel' voor de ene waarnemer slechts 'matig' voor de ander. Daarbij komt dat bodemdieren de nare eigenschap hebben om zodra ze aan de oppervlakte komen zo snel mogelijk weer de bodem in te verdwijnen, waardoor schatten erg moeilijk wordt.

Een ander probleem is dat de steekbuisgegevens slechts een zeer klein oppervlakte omvatten. Wordt er toevallig naast een individu van een bepaalde soort gestoken dan komt deze soort niet in het monster voor, bij de omrekening naar vierkante meters wordt de soort dan als afwezig bepaald terwijl deze wel degelijk aanwezig zou zijn geweest indien 1 m² zou zijn onderzocht. De trefkans bepaalt dus in grote mate de aangetroffen aantallen van een soort. Ook de verspreiding van de soort speelt hier bij mee; komt de soort in groepjes, clusters of nesten voor of egaal verspreid. Steekt men een monster toevallig in een groep dan scoort deze soort zeer hoog terwijl hij 10 cm verder op niet aanwezig is.

Door de slechte correlatie tussen de Q & D-gegevens en de steekbuisgegevens is er voor gekozen om de Q & D-gegevens buiten beschouwing te laten en verder te gaan met de steekbuisgegevens. De steekbuismethode is een wijd verspreid gebruikte en aanvaarde methode terwijl de Q & D methode dat niet is. Van de steekbuisgegevens zijn derhalve ook meerdere jaargangen en (voor een later stadium) ook meer gebieden beschikbaar.

4.4 Kwaliteit habitatkaarten bodemdieren

Het gedeelte van de Westerschelde dat niet gekleurd is betreft het gebied beneden de gemiddeld laagwaterlijn. Doordat er geen gegevens in de slibkaart 96 voor dit gebied beschikbaar zijn is hier geen analyse op uitgevoerd. Alleen voor de Kokkel is in verband hiermee een 2^e bodemkaart gebruikt die ook onder de gemiddeld laagwaterlijn informatie bevat.

De gebruikte responsiecurven zijn gebaseerd op de huidige kennis over de Westerschelde. Van de meeste soorten zijn in de literatuur geen echte responsiecurven te vinden voor het al dan niet voorkomen, maar alleen zeer vage beschrijvingen. Op basis van een aantal grote datasets en kennis van deskundigen is in deze studie geprobeerd om responsiecurven op te stellen. De gebruikte responsiecurven (zie hoofdstuk resultaten) zijn zo goed mogelijk geoptimaliseerd, maar verder onderzoek zal zeker nog voor een verder verbetering kunnen zorgen. De curven moeten dan ook niet als absoluut gezien worden maar als een stap in de discussie die tot de uiteindelijke algemeen bruikbare responsiecurven moet leiden.

Er is slechts voor een beperkt aantal abiotische factoren een responsiecurve opgesteld. De opgestelde responsiecurven lijken met de huidige kennis, de meest belangrijke curven te zijn. Doordat er nog geen golfgegevens beschikbaar zijn konden er ook geen responsiecurven voor golfinvloeden opgesteld worden. Voor een aantal soorten bestaat echter het vermoeden dat ook golven zeer belangrijk zijn voor

het al dan niet voorkomen van de soort. Het is echter goed mogelijk dat er nog meer relaties tussen biota en abiota zijn, die bepalend zijn voor het wel / of niet voorkomen. Het is ook goed mogelijk dat een of meerdere van de opgestelde responsiecurven eigenlijk een afgeleide relatie weergeeft. Of dat het een toevallige of wel schijnrelatie betreft. In het geval van een afgeleide relatie is b.v. niet de diepte sturend maar de hoeveelheid licht die de soort ontvangt of niet het slibgehalte is van belang maar de hardheid van de bodem. De responsiecurven zijn, zoals gezegd, opgesteld aan de hand van gegevens uit de Westerschelde. Doordat de stroomsnelhedenkaart ingedeeld is in klassen, waarbij de rastercellen de waarden van de ondergrens van de klasse hebben gekregen zijn voor soorten zoals de kokkel die afhankelijk zijn van stroming (Wolff, 1973) de stroomsnelheidsresponsiecurven verschoven. Voor de kokkel b.v. is een stroomsnelheid van 0 m/s eigenlijk ongeschikt maar 0,20 m/s is uitstekend geschikt bij voedselrijk water. Deze waarden zitten allemaal in klasse 1 die in de kaart stroomsnelheid 0 m/s heeft gekregen. Gezien de afwijking van de slibkaart en de verschuiving in de stroomsnelhedenkaart kunnen de responsiecurven niet zonder meer in een ander gebied gebruikt worden.

De habitatkaarten geven aan of een soort ergens **kan** voorkomen en hoe goed de levensmogelijkheden ter plaatsen zijn. Dit laatste kan een indicatie zijn voor aantallen die er potentieel kunnen voorkomen. Of een soort ook werkelijk voorkomt op een locatie en zo ja de aantallen waarmee hij voorkomt hangt onder andere af van concurrentie, toeval, predatie, klimatologische omstandigheden etc.

4.5 Kwaliteit habitatkaarten vogels

De witte gebieden op de kaarten liggen allemaal in het sublitoraal en zijn niet geanalyseerd van wegen het ontbreken van goede slibgegevens. Dit gebied zou voor de Kluut nog een kleine oppervlakte aan foerageerhabitat kunnen op leveren. Door de korte tijd dat dit gebied bereikbaar is zal dit niet van al te veel belang zijn.

Zowel de Drieteenstrandloper als de Scholekster komen niet in dynamische gebieden voor. De stroomsnelheid is gebruikt als maat voor de dynamiek. Dit levert echter twee problemen op:

- 1 De stroomsnelheid is niet alleen verantwoordelijk voor de bodemdynamiek, ook de golfwerking is hier verantwoordelijk voor.
- 2 De stroomsnelheden kaart is een klassenkaart met slechts een beperkt aantal klassen. Een kaart met absolute getallen in plaats van klassen geeft een veel grotere mate van nauwkeurigheid.

Omdat de Kluut alleen in slibrijke delen voorkomt treedt bij deze soort dit probleem niet op.

Het seizoenseffect van slib, waardoor b.v. de Hoge Platen als te slibrijk gekarteerd zijn, heeft voor vogels een vrij groot effect. Voor vogels zijn zulke gebieden niet slibrijk maar gewoon zandig, omdat de sliblaag veel te dun is om effect te hebben op de vogel. Voor de Kluut zullen de Hoge Platen dan ook minder oppervlakte aan geschikt habitat bevatten, voor de Drieteenstrandloper zal dit juist meer zijn.

Gebieden die door betreding, visserij etc. minder geschikt zijn voor vogels zijn niet geëlimineerd, puur en alleen door het ontbreken van een goede verstoringskaart.

De monoparametrische geschiktheidskaarten worden door Habimap over elkaar heen gelegd (ge'overlayed') om tot een habitatkaart te komen. Als de verschillende monoparametrische geschiktheidskaarten over elkaar heen gelegd zijn wordt er in elke rastercel gekeken wat de minimale mate van geschiktheid voor de betreffende abiotische parameters is. De abiotische parameter met de laagste waarden in een bepaalde rastercel wordt dus als maatgevend gebruikt voor de geschiktheid van die betreffende rastercel als habitat voor de onderzochte soort. Voor vogels die zeer dynamisch zijn, lijkt dit een minder goede oplossing. Een gebied met alle parameters goed en één parameter zeer slecht kan altijd nog beter zijn dan een gebied waarin alle parameters een matige waarde hebben. De interactie tussen de verschillende parameters wordt door deskundigen als een betere maat gezien. Echter dan zal deze interactie wel te bepalen moeten zijn. Doordat de geschiktheid van een gebied als foerageerlocatie vooral wordt bepaald door het voorkomen van prooidieren, is er voorlopig van uitgegaan dat als de responsiecurven voor bodemdieren gebruikt worden, aangevuld met specifieke vogeleisen, deze interactieterm is te verwaarlozen. Voor bodemdieren blijkt namelijk dat de interactie tussen de mate van geschiktheid van de verschillende abiotische parameters weinig tot geen invloed op het voorkomen heeft.

Het mag duidelijk zijn dat het voorkomen van de verschillende vogels door veel meer dan alleen de gebruikte responsiecurven voor de geschiktheid van de foerageerlocatie. Ook de hoeveelheid broedhabitat, rusthabitat en b.v. de jacht in de door trekgebieden zijn van groot belang.

4.6 Kwaliteit habitatkaarten diatomeeën

Het gedeelte van de Westerschelde dat niet gekleurd is betreft het gebied beneden de laagwaterlijn. Doordat er geen gegevens in de slibkaart 96 voor dit gebied beschikbaar zijn is hier geen analyse op uitgevoerd. Dit gebied is evenwel voor diatomeeën ongeschikt als habitat, zodat dit geen grote fouten oplevert.

Diatomeeën lijken erg gevoelig te zijn voor golven (Stapel & de Jong in prep.; Verschoore de la Houssaye, 1998). Het ontbreken van golfgegevens heeft waarschijnlijk dan ook vrij veel effect op de diatomeeënhabitatkaart. De afwijking in de slibkaart ten gevolge van het lokaal variëren van de slibgehalte heeft waarschijnlijk ook vrij veel invloed op de oppervlakte aan geschikt habitat. Bij het wegspoelen van de zomerse sliblaag zullen waarschijnlijk ook de diatomeeën verdwijnen. Het hangt dan van de nieuwe situatie af (slibgehalte van de onderlaag en de dynamiek) hoe geschikt de locatie als habitat voor diatomeeën is.

4.7 Kwaliteit habitatkaarten Zeegras

Het gedeelte van de Westerschelde dat niet gekleurd is betreft het gebied beneden de laagwaterlijn. Doordat er geen gegevens in de slibkaart 96 voor dit gebied beschikbaar zijn, is hier geen analyse op uitgevoerd. Dit gebied is voor zeegras evenwel, ongeschikt als habitat, zodat dit geen grote fout oplevert.

Momenteel wordt er in de Westerschelde slechts in de Sloehaven Zeegras gevonden en een enkele 'verdwaalde' plant elders. Er kon geen golfkaart gebruikt worden voor het maken van de zeegrashabitatkaart, terwijl dit wel een belangrijke stuurvariabele is; dit maakt de habitatkaart dus niet volledig. Sommige gebieden die nu geschikt lijken kunnen dat op basis van de golfwerking in dit gebied wel eens niet zijn.

4.8 Kwaliteit ecotopenkaart

De ecotopenkaart is gemaakt op basis van de stroomsnelhedenkaart voor een vloed situatie, de droogvalduurkaart en de zoutkaart voor de wintersituatie. Omdat in de rest van de studie het sublitoraal buiten beschouwing is gelaten, is ook in de ecotopenkaart geen onderscheid in het sublitoraal gemaakt; hetzelfde geldt voor het supralitoraal (> 93 % droogvalduur). Het litoraal is in vier ecotopen ingedeeld gebaseerd op de Twinspan clustering van de verschillende bodemdiergegevens. Doordat de Q & D-gegevens buiten beschouwing gelaten moesten worden is er slechts voor 120 monsterpunten informatie beschikbaar. Sommige clusters bestaan slechts uit een tiental monsters waardoor het erg moeilijk is om voor deze clusters een goede relatie te bepalen met de abiotische milieuparameters. Doordat toeval een belangrijke rol speelt bij het nemen van steekbuismonsters is het een vereiste een groot aantal monsters te gebruiken voor een clustering. De clusters zoals die nu gedefinieerd zijn, zijn dan ook niet altijd even hard onderbouwd. Om deze problemen enigzins te ondervangen is veel waarde gehecht aan een aantal kenmerkende soorten binnen een cluster. Van deze soorten is de habitatbeschrijving gebruikt om de grenzen te verifiëren. Op basis van veldkennis kan gezegd worden dat de kaart toch een redelijk beeld geeft van de verschillende ecotopen.

Afgezien van het sublitoraal is het waarschijnlijk niet zinvol om veel meer ecotopen te onderscheiden dan momenteel gedaan is. Bij een verdere verfijning van de ecotopen zouden de achterliggende bodemdierclusters niet meer onderbouwd kunnen worden. De verhouding tussen de verschillende soorten in een cluster kan van jaar tot jaar verschillen door allerlei factoren als het optreden van strenge winters, verstoring door visserij etc. Als een soort afneemt in aantal door het optreden van een strenge winter of verstoring wordt de rol van het afgenomen / verdwenen organisme binnen het cluster overgenomen door een andere soort. Bij het te ver doorvoeren van de clustering zou er in zo'n geval een nieuw ecotoop op die lokatie verschijnen terwijl alleen de verhoudingen binnen het ecotoop veranderd zijn.

5. CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Een klein aantal bodemdiermonsters van minder dan een vierkante meter per stuk waren tot nu toe de enige bron van informatie over de ruimtelijke spreiding van bodemdieren. De bodemdiermonsters besloegen samen slechts ongeveer 30 m² op een onderzoeksgebied van ongeveer 31 km². Deze getallen geven aan dat eigenlijk niets over de spreiding van de bodemdieren over het hele systeem gezegd kan worden, waardoor het schatten van totale hoeveelheden en biomassa's over het hele bekken eigenlijk slechts giswerk is. Habitat- en ecotopenkaarten geven een beeld van de ruimtelijke verspreiding van de verschillende soorten. Door de combinatie van veldmonsters en habitat- / ecotopenkaarten is veel meer te zeggen over de verspreiding en de totaal te verwachte biomassa. Voor vogels geldt dat de aantallen die in het bekken aanwezig zijn, zeer goed bekend zijn, maar dat weinig tot niets bekend is over waar de vogels foerageren en waarom ze dat daar en niet ergens anders doen.

Habitat- en ecotopenkaarten kunnen een bijdragen leveren aan allerlei beleidsmatige vragen zoals welk gebied is het meest gevoelig voor lozing van bepaalde stoffen of welk gebied is het meest kwetsbaar voor verstoring door b.v. baggerwerkzaamheden. Door het gebruikersvriendelijk automatiseren van de invoer-interface, zoals dat in de applicatie Habimap gedaan is, kunnen betrekkelijk snel nieuwe kaarten gemaakt worden. Hierdoor kunnen onderzoekers veel voordeel van habitat- en ecotopenkaarten hebben. Als het leefgebied van een soort of levensgemeenschap bekend is, kan gezocht worden naar de 'belangrijkste' abiotische factoren die het voorkomen van de soort of levensgemeenschap beïnvloeden. Door het veranderen van steeds een andere abiotische parameter kan de invloed van de afzonderlijke abiotische parameters ingeschat worden. Als bekend is waar een bepaalde soort voorkomt, kan aan de hand van de abiotische kaarten geprobeerd worden om te bepalen waarom een soort juist daar en niet ergens anders voorkomt.

Als de veranderingen in het abiotische milieu ten gevolge van een ingreep bekend zijn, door bijvoorbeeld modelberekeningen, kan op basis van nieuwe abiotische basiskaarten, waarin de effecten van de ingreep verwerkt zijn, bepaald worden wat de effecten zijn van de ingreep voor de biota in het bewuste gebied. Het systeem Habimap functioneert zo als een deel van een ruimtelijk ecologisch model.

De nauwkeurigheid van de huidige habitat- en ecotopenkaarten is helaas nog vrij gering, als gevolg van de nog niet optimale kwaliteit van de basiskaarten plus nog onvoldoende inzicht in de precieze relaties tussen biota en abiota. Daardoor zijn de kaarten nu nog niet bruikbaar als ondersteuning bij het beleid. Toch geven ook deze kaarten al een aardig beeld van de ruimtelijke verspreiding van de verschillende soorten. De huidige kaarten laten vooral zien wat er mogelijk is als de kwaliteit van de abiotische basiskaarten en de relaties verbeterd worden. Voor sommige abiotische basiskaarten is een kwaliteitsverbetering redelijk "eenvoudig" te verkrijgen, door het beschikbaar komen van nieuwe en betrouwbaarder modellen. Voor andere kaarten zal het verbeteren zeer veel inspanning vergen.

De gebruikte responsiecurven zijn zo ver als mogelijk geoptimaliseerd, maar omdat er veel gebruik gemaakt is van abiotische gegevens uit de kaarten, kunnen de responsiecurven, met het beschikbaar komen van meer en betere kaarten ook zeker verder verbeterd worden. Het toevoegen van meer veldmonsters, zal een grotere spreiding aan abiotische milieuomstandigheden opleveren. Dit zal weer resulteren in een scherpere afbakening van de randen van de responsiecurven.

Door de meetfout die ook in het meest nauwkeurige meetsysteem aanwezig is, zullen de kaarten nooit bruikbaar zijn om tot op de hectare nauwkeurig aan te geven waar welke hoeveelheden aan organismen voorkomen. Gezien de grootte van de rastercellen is de maximaal haalbare nauwkeurigheid ongeveer 25 ha. Omdat het "toeval" altijd een grote rol zal blijven spelen, zijn de kaarten niet bedoeld om aan te geven waar de soort voorkomt, maar geven de kaarten aan waar de kans het grootst is om een soort in grote aantallen aan te treffen.

Aanbevelingen

Momenteel is er geen golfkaart beschikbaar en is de stroomsnelhedenkaart van lage kwaliteit. Het maken van goede basiskaarten zal een grote stap voorwaarts zijn in de kwaliteit van de habitat- en ecotopenkaarten. De chloridengehalte kaart heeft nu een veel grover raster dan de andere kaarten waardoor veel informatie verloren gaat. Het maken van een chloridengehalte kaart met een fijner raster is dan ook aan te bevelen.

Momenteel zijn de eerste resultaten beschikbaar gekomen van het nieuwe stromings- en transportmodel Scalwest. Dit model kan met een grote nauwkeurigheid de stroomsnelheden voorspellen. Als dit model voor de platen en slikken goed afgeregeld wordt zouden er verschillende goede stroomsnelhedenkaarten gemaakt kunnen worden. Een probleem hierbij is dat Scalwest met een kromlijngraster werkt, en de overige kaarten een rechthoekig raster hebben er zal dan ook een extra interpolatie stap nodig zijn om deze kaarten te kunnen gebruiken. Met dit model kan ook een chloridengehalte kaart met een kleinere rastercelmaat gemaakt worden, zodat er in de uiteindelijke habitatkaarten minder verlies aan informatie optreedt.

De slibkaart zoals die nu voor het litoraal beschikbaar is zal binnen afzienbare tijd ook voor het sublitoraal beschikbaar komen. Vanaf dat moment kunnen ook habitatkaarten voor het sublitorale deel gemaakt worden (b.v. voor vissen en onderwater levende bodemdieren). De slibkaart geeft, ondanks de doorgevoerde verbetering, nog steeds wat problemen. Er zal dan ook veel energie nodig zijn om een volgende verbeterde slibkaart te kunnen maken.

De schorren moeten uit de verschillende basiskaarten "geknipt" worden. Bij het maken van nieuwe kaarten moet er dan ook nogmaals goed gekeken worden naar de grenzen waarop de kaarten passend gemaakt worden. In schorren vinden namelijk hele andere processen plaats, waardoor veel van de gebruikte technieken om de basiskaarten te maken niet geschikt zijn voor het maken van basiskaarten van de schorregebieden.

Zodra de nieuwe stroomsnelheden- en golfkaarten beschikbaar zijn, kunnen er nieuwe responsiecurven bepalen worden voor hydrodynamiek. Dit geldt ook voor eventueel andere nieuwe basiskaarten. Door bij deze actie meer (biomonitorings)gegevens te betrekken kunnen de responsiecurven en dus de habitat- en ecotopenkaarten, verder verbeterd worden.

Het voorkomen van soorten wordt mede bepaald door verstoringen die optreden in het habitat van de soort. Om gebieden die op basis van de abiotische parameters als geschikt habitat gelden, maar door verstoring ongeschikt geworden zijn te elimineren, moet er een goede verstoringskaart komen.

Om meer zekerheid te krijgen over de mate van betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van de verschillende habitat- en ecotopenkaarten zou er met ruimtelijke statistiek naar de verschillende kaarten gekeken moeten worden.

LITERATUURLIJST

- Anonymus (1994):
Handleiding DGPS-ontvanger. RWS Meetkundige dienst GAT 1994a.
- Anonymus (1997):
Toelichting bij de Geomorfologische kartering van de Westerschelde 1996. Op basis van false-colour luchtfoto's 1:10.000. Werkdocument MDGAT-97.52. RWS meetkundige dienstafdeling GAT. Delft. Wrknummer g7186
- Arts, F. L. & P.L. Meininger, (1997):
Ecologische profiel van de Kluut. Recurvirostra avosetta. Bureau Waardenburg, rapport 97.24. Werkdokument RIKZ OS-97.861X, Culemborg/Middelburg.
- Arts, F. L., P.L. Meininger. & M. Zekhuis (1997):
Ecologische profiel van de Scholekster. Haematopus ostralegus. Bureau Waardenburg, rapport 97.25. Werkdokument RIKZ OS-97.862X, Culemborg/Middelburg.
- Beukema, J. J. (1993):
Increased mortality in alternative bivalve prey during a period when the tidal flats of the Dutch Wadden Sea were devoid of mussels. *Neth. J. Sea Res.* 31:395-406
- Cramp, S. & K.E.L. Simmons (1983)
The birds of the Western Palearctic 3. Oxford University Press, Oxford.
- Danker, N. & Beukema, J. J. (1981):
Distributional patters of macrozoöbenthic species in relation to some environmental factors. In: Dankers, N. ;Kühl, H.; Wolff, W. J. (Eds.): Invertebrates of the Wadden Sea, Balkema, Rotterdam. P 96-103
- Essen, K. van & H. Hartholt (1998):
Kartering van het slibpercentage in de Westerschelde. Met behulp van verschillende interpolatie technieken. Werkdocument RIKZ /OS-**.*** in prep.
- Giacomini, D. & J. Verschoore de la Houssaye (1997)
Possibilities for nature reserves in the Reest area. Verslag module M27 van Hall Instituut Groningen. (ongepubliceerd)
- Glutz von Blotzheim, U. N., K. M. Bauer & E. Bezzel. (1975):
Handbuch der Vögel Mitteleuropas. 6. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- Hartog, G. den & G. Spronk (1997):
Deeltjesgrootte bepaling met voorbehandeling (RIKZ-methode) en zonder voorbehandeling (McLaren-methode). Werkdocument RIKZ/97.0807
- Hill, M. O. (1979):
Twinspan. A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, N. Y. , 90pp
- Huijs, S. W. E. (1995):
Geomorfologische ontwikkeling van het intergetijdengebied in de Westerschelde 1935-1989, 57 pp

- Jensen, K. Th. & L. D. Kristensen (1990):
A field experiment on competition between *Corophium volutator* (Pallas) and *Corophium Arenarium* Crawford (Crustacea: Amphipoda): Effects on survival, reproduction and recruitment. Aarhus, Denmark
- Jong, D. J. de (1996):
Uniforme legenda tbv geomorfologische karteringen van intergetijden gebieden.
Werkdocument RIKZ/OS-96.818x
- Jonkers, W. (1991):
De problematiek omtrent de basisgegevens voor morfologische onderzoek naar
geulveranderingen in de Oosterscheldebekken na 1987. RWS Notitie GWAO-91.13039
- Kokke, J. M. M. (1996):
Kartering van het percentage slib op de droogvallende delen in de Westerschelde met landst
thematic mapper. Rapport MD-GAT 9617 / MD-GAR 9618. Rijkswaterstaat Meetkundige
Dienst. Delft
- Linke, P. (1939):
Die Biota des Jadebusenwattes. Helgolander wiss. Meeresunters. I:201-348.
- Male, K. van der (1997):
WAQUA-berekeningen voor de MER-baggerstort. Werkdocument RIKZ/AB 97.841x
- Meininger, P.L. (1986):
Kluut (*Recurvirostra avosetta*), Plevier (*Charadrius*) en Sterns (*Sterna*) als broedvogels in het
Deltagebied in 1979-85. *Limosa* 59: 1-14.
- Meininger, P.L., Berrevoets C. M. & Strucker R.C.W. (1997):
Watervogels in de zoute Delta, 1995/1996. Rapport RIKZ-97.001. Rijksinstituut voor Kust en
Zee, Middelburg.
- Meininger, P.L., A. M. Blomert & E.C.L. Martijn (1991):
Watervogelsterfte in het Deltagebied, ZW-Nederland, gedurende de drie koude winters van
1985, 1986 en 1987. *Limosa* 64: 89-102.
- Meire, P., M. Hoffmann & T. Ysebaert (1995):
De Schelde een stroom natuurtalent. Instituut voor Natuurbehoud, Hasselt: rapport 95.10.
- Mol, G., A. M. van Berchum & G. M. Krijger (1997):
De toestand van de Westerschelde aan het begin van de verdieping 48'/ 43'. MOVE Rapport 1
rapport RIKZ - 97.049
- Mulder, H. P. J. (1996):
Eenvoudige berekeningsmethode voor de droogliggingsduur. Werkdocument RIKZ/OS-
96.625x
- Munster, R. J. & G. Van Antwerpen (1994):
Concept Handleiding DIGIPOL. Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst. Delft
- Nanninga, M. (1985):
The accuracy of echo sounding. Description in a mathematical model. RWS Nota WWKZ
85.h016.

- Rappoldt, C., Kersten M. & Smit C. (1984):
Errors in large scale shore bird counts. *Ardea* 73: 13-24.
- Reise, K. (1985):
Tidal Flat ecology. An Experimental approach to species interactions. Springer Verlag Berlin.
- Ruitenbeek, W. (1985):
De kluut (*Recurvirostra avosetta*). Wetensch. Meded. Kon. Ned. Natuurh. Ver. 169, Hooghoud.
- Sabbe K. & W. Vyverman (1991)
Distribution of benthic diatom assemblages in the Westerschelde (Zeeland, the Netherlands).
Belg J Bot 124: 91-101
- Stapel, J. & D. J. de Jong (in prep.):
Microfytobenthos Oosterschelde -- Westerschelde 1981-1996. Rapportage van chlorofyl-a gegevens in het kader van het project Delta Rapportage (DELRAP) Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg
- Stikvoort, E.C. & J. Rueda, (1996):
Verslag van 'habitat'-campagne najaar 1996. Werkdocument. RIKZ/AB-96.865x
- Stikvoort, E.C. (1997a):
Verslag 'habitat-verkenning slikken en platen Westerschelde'. Werkdocument. RIKZ/AB-97.807x
- Stikvoort, E.C. (1997b):
Aanvullende gegevens. Werkdocument. RIKZ/AB-97.818x
- Tydemann, P. (1996):
Ecologische profiel van de litorale kokkelbanken (*Cerastoderma edule*)
Watersysteemverkenningen 1996; Rapport RIKZ 96.025, Den Haag
- Underhill, L. G. & R. P. Prys-Jones (1994):
Index numbers for waterbirds populations. I. Review and methodology. *J. Appl. Ecol.* 31:463-480.
- Verschoore de la Houssaye, J. (1998)
De invloed van windgolven en stroming op de seizoensvariatie van benthische diatomeeën in de Westerschelde. Rijksinstituut voor kust en Zee, RIKZ, Middelburg
- Verway, J. (1981):
The Cockle (*Cerastoderma edule*). Life histories of some important Wadden Sea invertebrates. In: Dankers, N.; Kühl, H.; Wolff, W. J. (Eds.): *Invertebrates of the Wadden Sea*, Balkema, Rotterdam. P 155-116
- Vooren, G. M. van (1997):
Het voorkomen van Kokkels in de Westerschelde. Modelleren van groeimogelijkhedenkaart met Monte Carlo Simulatie. Werkdocument RIKZ/OS 97.843.x
- Wolff, W. J. (1973):
The estuary as a habitat. *Zoöl. Verh. (leiden)* 126, 242 pp.

Zwart, L. (1988):

De bodemfauna van de Fries-Groningse waddenkust. R.IJ.P. flevovericht nr 294. 195 pp.

VERKLARENDE WOORDENLIJST

Abiotische milieufactoren (parameters) .	De chemische en fysische parameters waarmee een locatie beschreven kan worden
Chlorofyl-a	Bladgroen, in de diatoms-database een maat voor de biomassa aan benthische diatomeeën
Diatomeeënplots	Zie meetplot
Dynamiek	Zie geomorfologische dynamiek
Eb	Het proces van het zakken van het water ook wel afgaand water genoemd
Ecotopenkaarten	Kaart met daar op aangegeven de locaties waar mogelijk bepaalde levensgemeenschappen voorkomen op basis van abiotische parameters
Flora / fauna.....	Totaal aantal planten-/diersoorten dat in een bepaald gebied kan leven
GIS.....	Geografisch Informatie Systeem
Geomorfologische dynamiek.....	De snelheid van bodemverandering qua hoogte en/of textuur in een bepaald gebied
Geulen	Niet droogvallende gebieden die voor de aan- en afvoer van water zorgen
Habitat	De plaats in een gebied waar een bepaald organisme op basis van abiotische parameters zou kunnen leven
Habitatkaarten.....	Kaarten met daarop aangegeven op welke locatie mogelijk een soort voor kan komen, en hoe goed de levensmogelijkheden op die locatie zijn (geschiktheid en / of kansen)
Hoogwater	Hoogste waterstand tussen vloed en eb
Hydrodynamiek	De dynamiek of bodembeweging veroorzaakt door golven en stroming
Intergetijdengebied.....	Het gedeelte van een estuarium dat bij hoogwater onder water staat en bij laagwater droogvalt
Kombergend vermogen.....	De hoeveelheid water die in een gebied geborgen kan worden, ofwel het maximale volume aan water in een gebied.
Laagwater	laagste waterstand tussen eb en vloed
Levensgemeenschap	Een groep organismen die samen in één habitat leven
Limitatie	Beperking; b.v. van een organisme in zijn groei

Macrozoöbenthos	(Ook wel afgekort tot zoöbenthos) bodemdieren die met het blote oog goed te zien zijn (> 1mm), zoals schelpen, pieren etc.
Meetplot.....	Een gemarkeerd punt op een plaat of slik, dat met een bepaalde regelmaat (vaak over meerdere jaren) bemonsterd wordt.
MER	Milieu Effect Rapportage
Microdynamiek	Dynamiek op kleine schaal, de zogenaamde wind - en stroomribbels
Monoparametrische kaarten	Kaarten waarop informatie over één abiotische parameter is afgebeeld.
(geo)Morfologie	De vorm van de bodem
Platen	Bij laagwater droogvallend gebied dat aan alle zijden is omgeven door water
Plots	Zie meetplot
Primaire producenten.....	Planten die anorganisch materiaal omzetten in organische stof
Primaire productie	De aanmaak van plantaardig materiaal door het vastleggen van koolstof
Resuspensie	Het terug in de waterkolom gaan van bezonken materiaal
Responsiecurve.....	Een grafiek met daarin aangegeven de waarde van één abiotische parameter (x-as), met daar tegen uitgezet (y-as) de geschiktheid van de waarde van die parameter voor een bepaald organisme om te kunnen leven.
Saliniteit.....	Het gehalte aan NaCl
Schorren.....	Buitendijkse gebieden die zo hoog zijn opgeslibd dat ze alleen met springvloed of storm onderwater lopen; ze zijn begroeid met hogere planten
Slib.....	De fractie bodemmateriaal kleiner dan 63 µm
Slikken.....	Bij laagwater droogvallend gebied dat aan minstens één zijde door land wordt begrensd.
Vegetatiekaarten	Kaarten met daarop aangegeven het voorkomen van soorten of groepen planten.
Voedselweb	Het onderlinge verband tussen organismen wat de afhankelijkheid wat betreft voeding laat zien
Vloed	Het proces van het stijgen van het water ook wel opkomend water genoemd

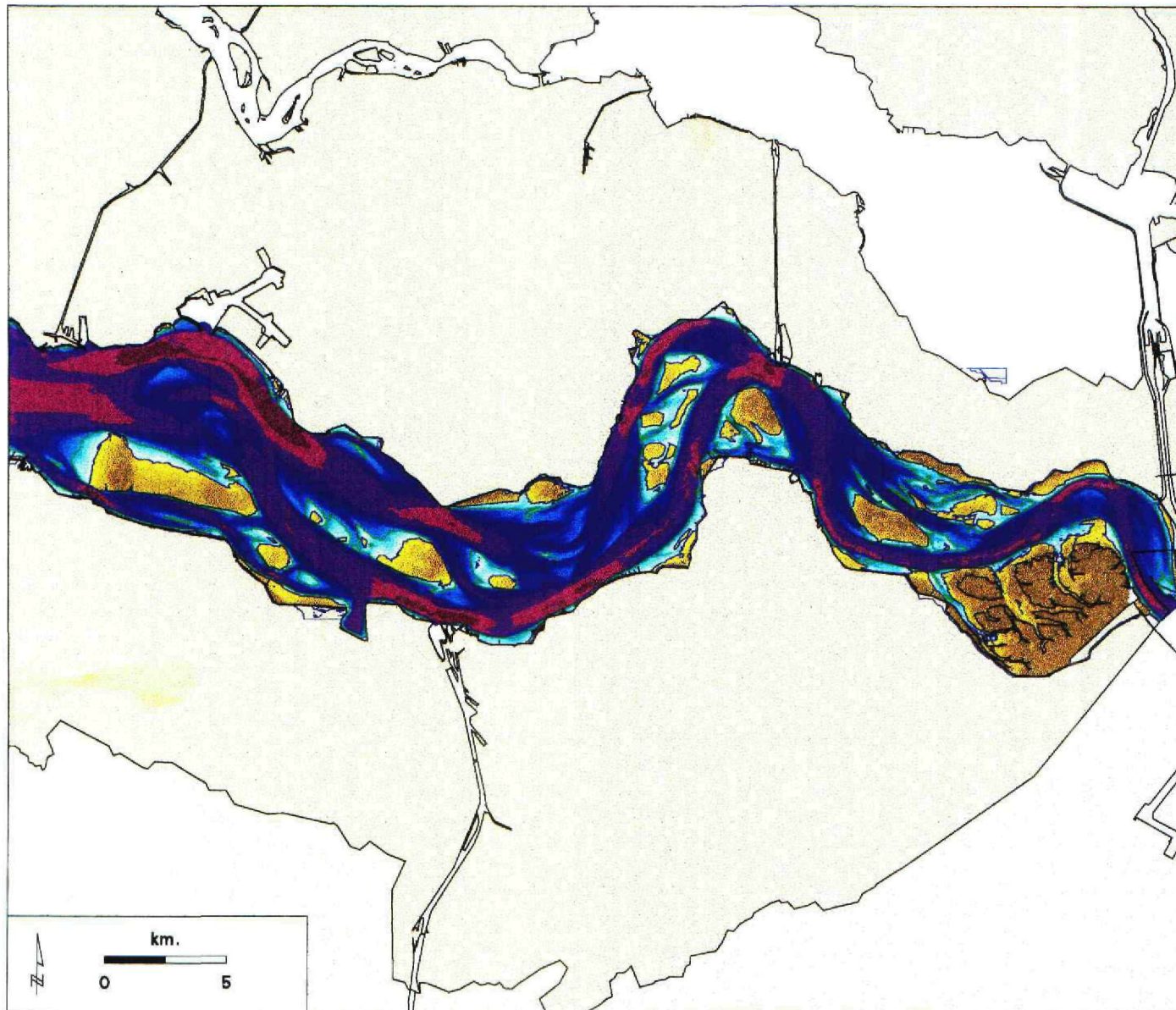
Uitgangssituatie De situatie van de Westerschelde bij aanvang van de
baggerwerkzaamheden in 1996.

Bijlage I

De abiotische basiskaarten

Dieptekaart

abiotische basiskaart



Westerschelde

op basis van vaklodingen 1996

Legenda

Diepte/hoogte

	20 - 40 dm + NAP
	15 - 20 dm
	10 - 15 dm
	5 - 10 dm
	0 - 5 dm + NAP
	0 - 5 dm - NAP
	5 - 10 dm
	10 - 15 dm
	15 - 20 dm
	20 - 30 dm
	30 - 40 dm
	40 - 50 dm
	50 - 75 dm
	75 - 100 dm
	100 - 150 dm
	150 - 200 dm
	200 - 700 dm - NAP

Dieptelijnen.

	GLW-lijn
	NAP-lijn
	Dijk-lijn

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap

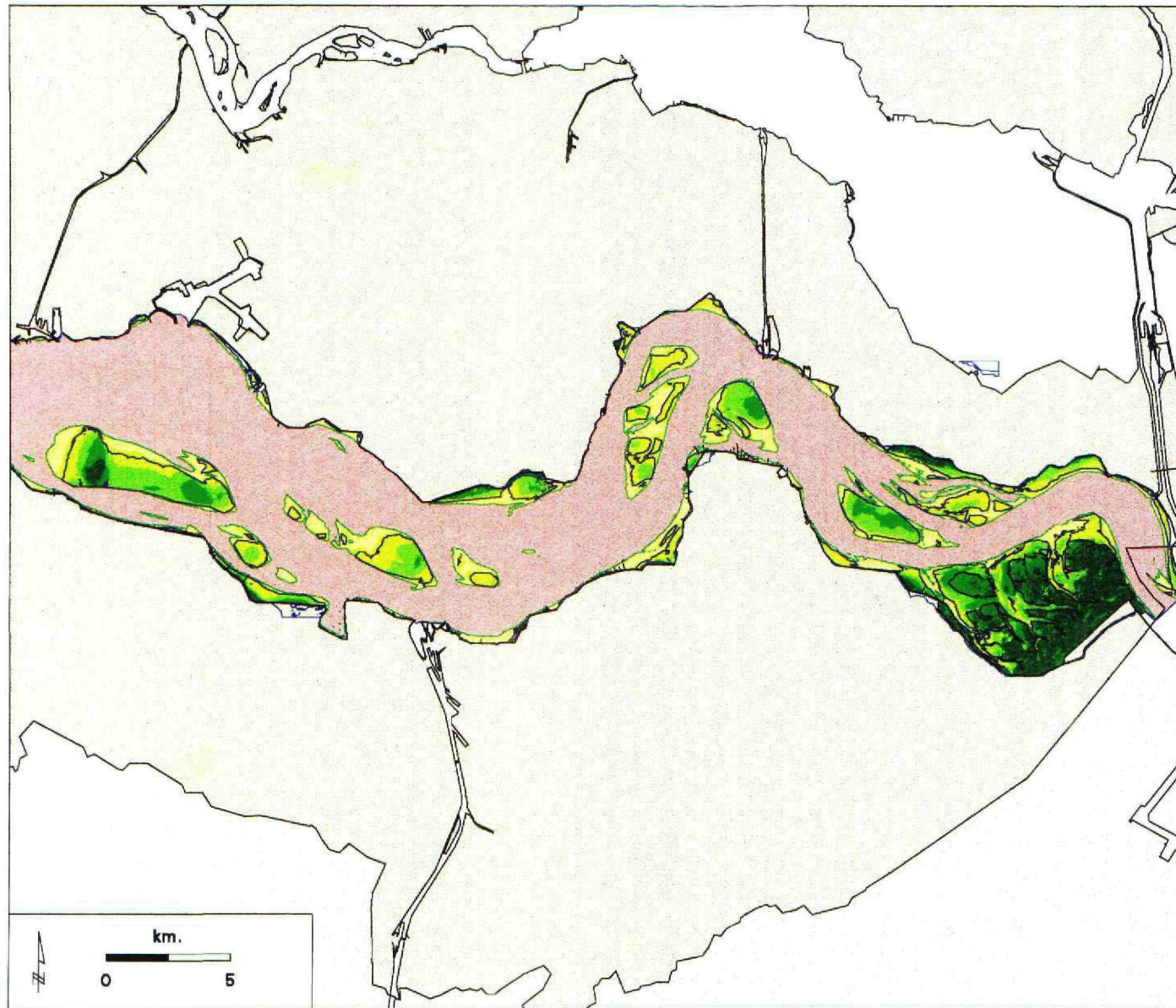


Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

Droogvalduurkaart

abiotische basiskaart

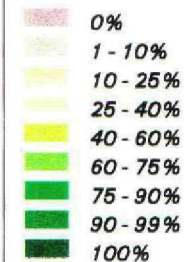


Westerschelde

op basis van dieptekaart

Legenda

Droogvalduur in perc.



Dieptelijnen.



Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap

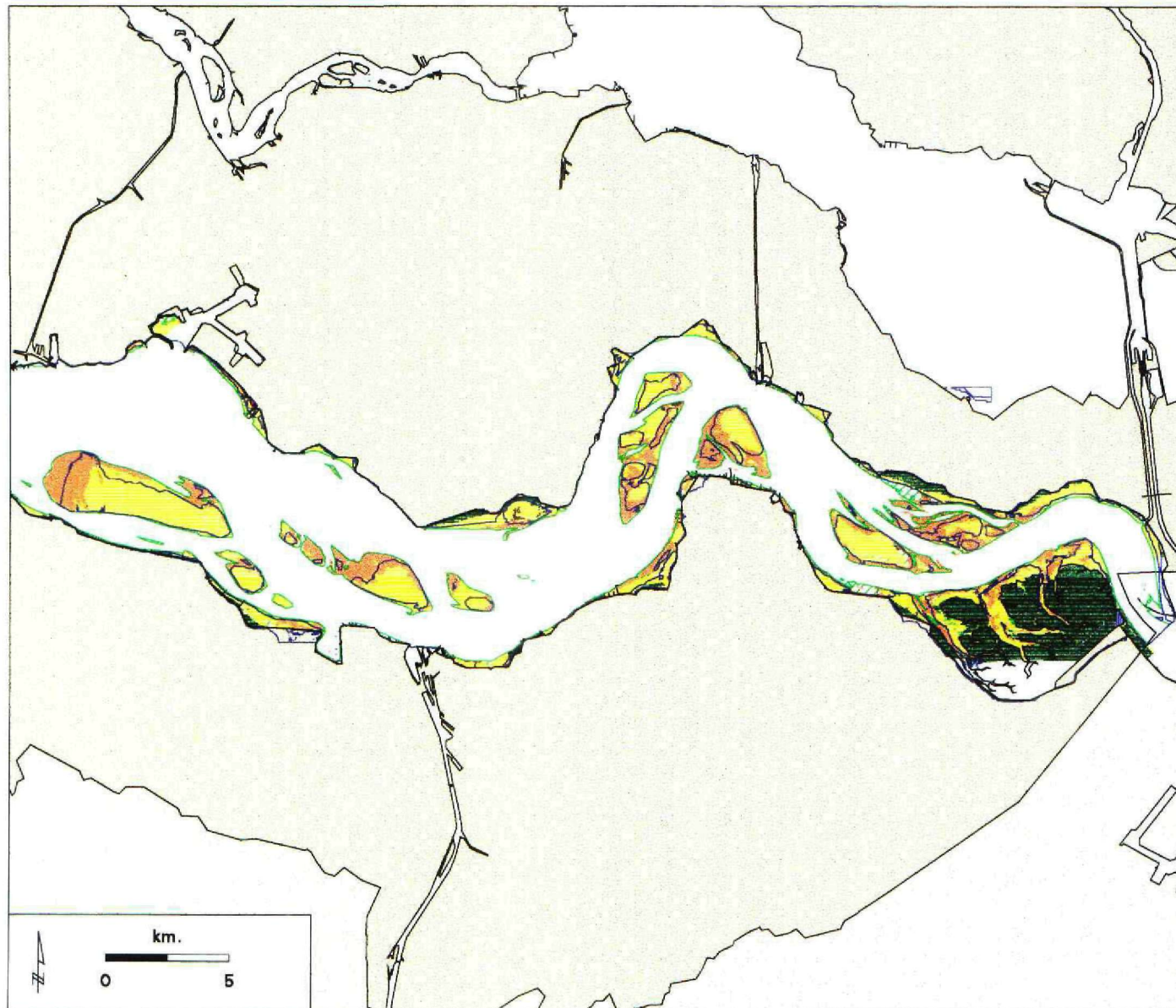


Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

Geomorfologische kaart

abiotische basiskaart



Westerschelde

Op basis van
false colour luchtfoto's

Legenda

Morfologie

- Schor
- Primair Schor
- Pollen
- Platen, laag dynamisch
- Platen, hoog dynamisch
- Hard substraat
- Duin

Dieptelijnen.

- GLW-lijn
- NAP-lijn
- Dijk-lijn

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap

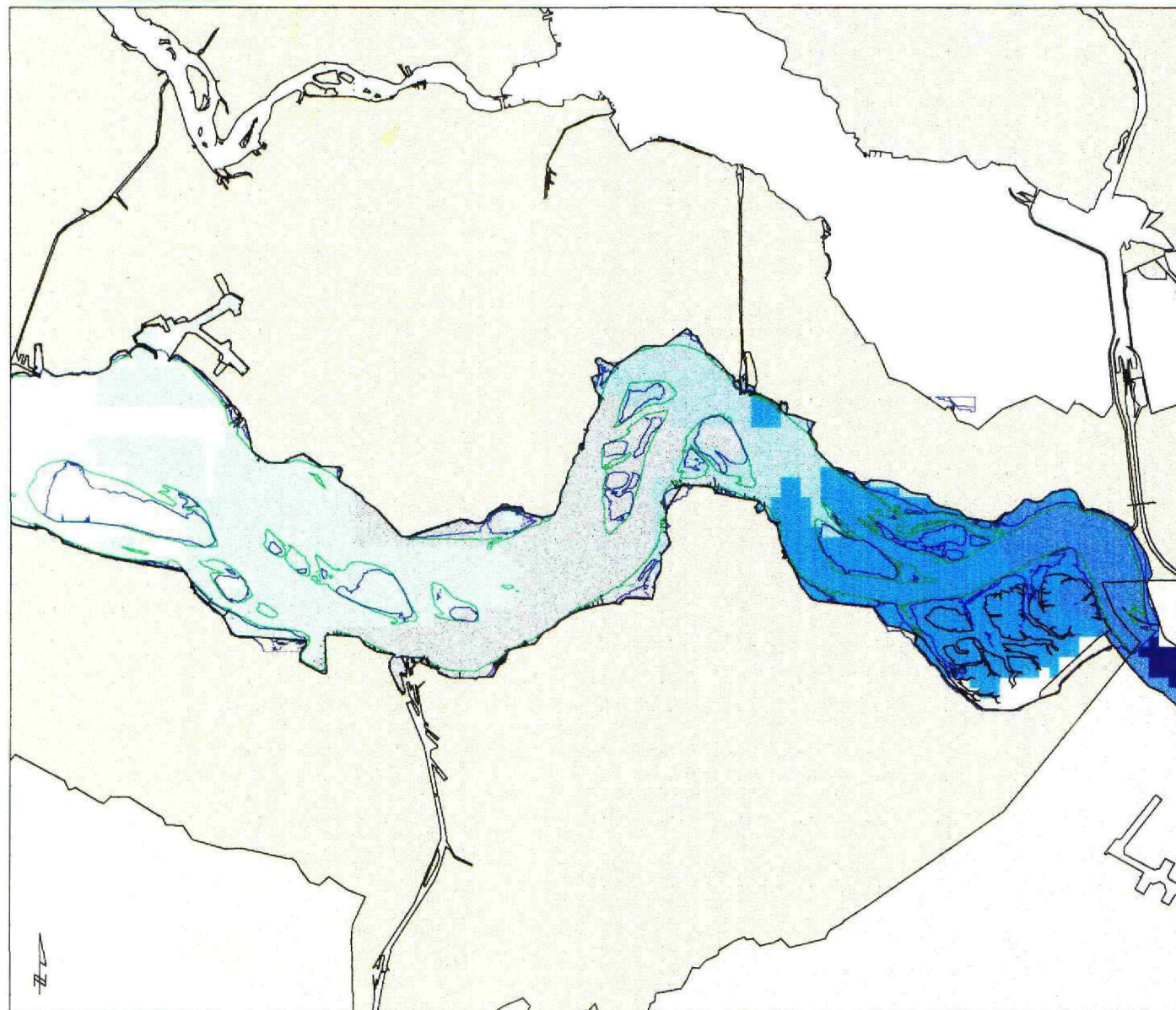


Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

Chloridegehalte kaart winter

Abiotische basiskaart



Westerschelde

op basis van:
Scaldis 400

Legenda

Chloride gehalte winter

- 0 - 4 g/l
- 4 - 7 g/l
- 7 - 10 g/l
- 10 - 12 g/l
- 12 - 14 g/l
- 14 - 16 g/l
- 16 - 18 g/l
- > 18 g/l

Dieptelijnen.

- GLW-lijn
- NAP-lijn
- Dijk-lijn

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap



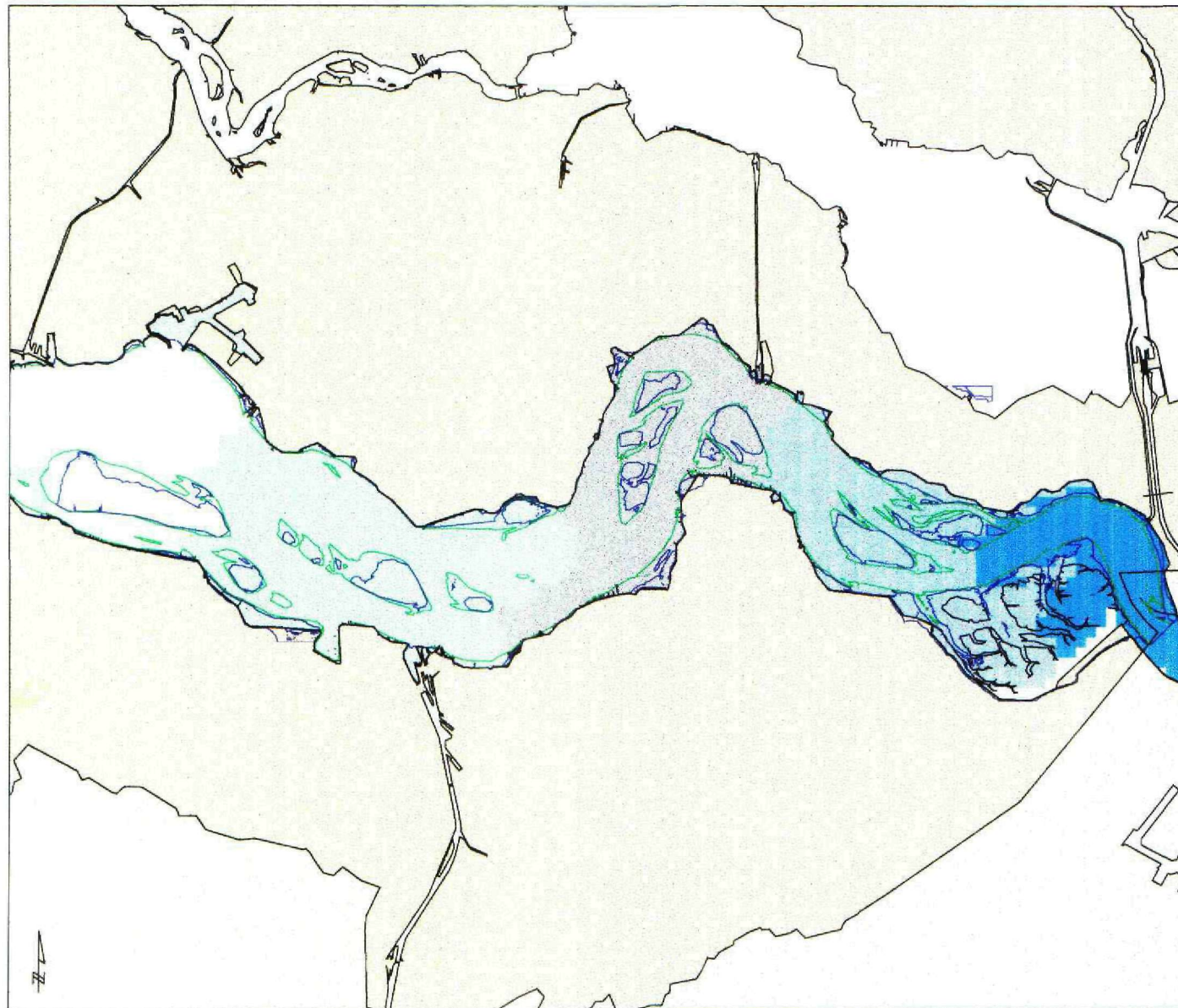
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 4-6-1998

Chloridegehalte kaart zomer

Abiotische basiskaart



Westerschelde

op basis van:
Scaldis 400

Legenda

Chloride gehalte zomer

- 0 - 4 g/l
- 4 - 7 g/l
- 7 - 10 g/l
- 10 - 12 g/l
- 12 - 14 g/l
- 14 - 16 g/l
- 16 - 18 g/l
- > 18 g/l

Dieptelijnen.

- GLW-lijn
- NAP-lijn
- Dijk-lijn

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap



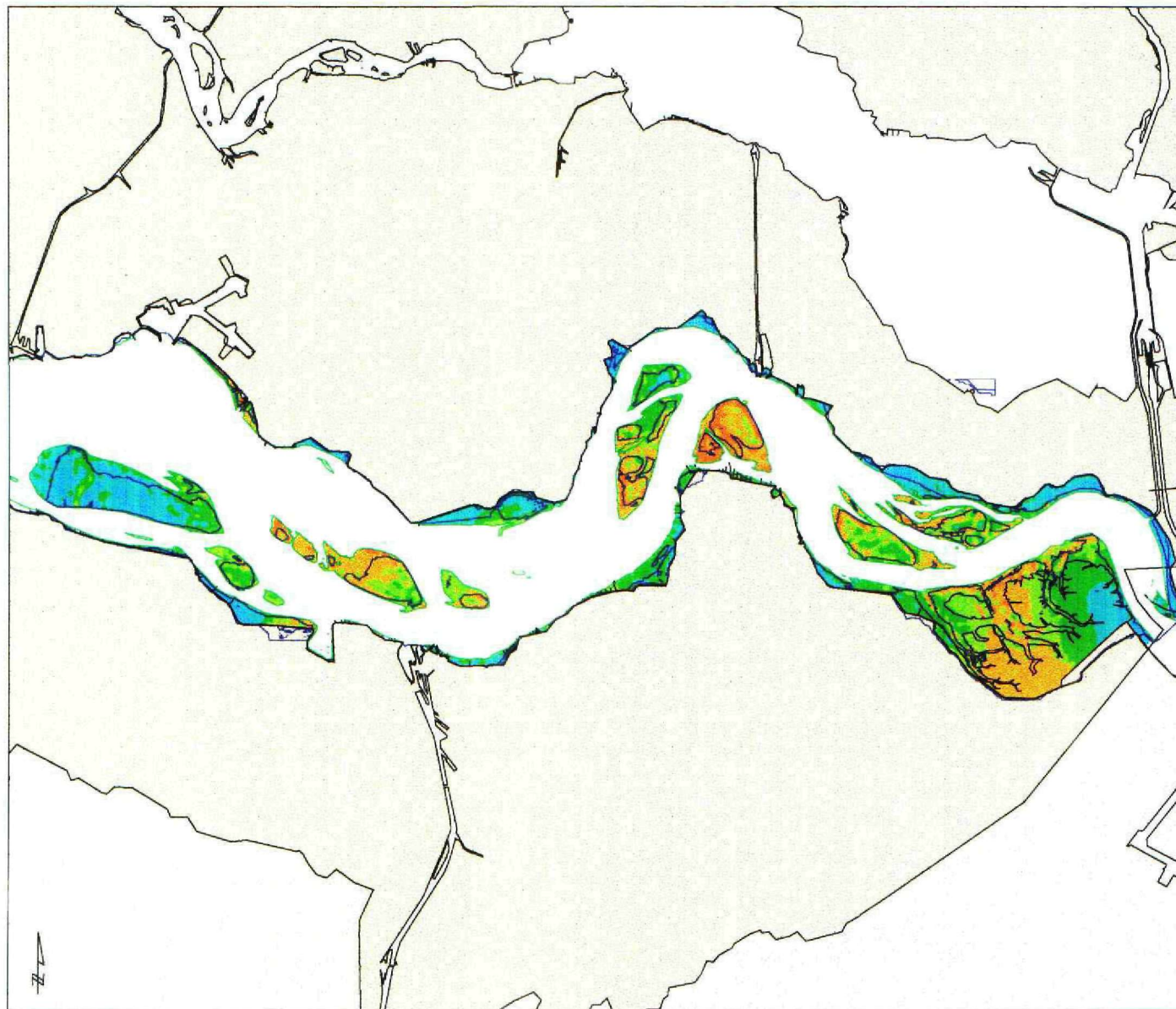
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 4-6-1998

Slib kaart 96

Abiotische basiskaart



Westerschelde

op basis van:
McLaren monsters; landsatbeeld

Legenda

Slib(64 mu)gehalte2

0 - 2 %
2 - 5 %
5 - 10 %
10 - 25 %
25 - 50 %
50 - 100 %

Dieptelijnen.

GLW-lijn
NAP-lijn
Dijk-lijn

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap



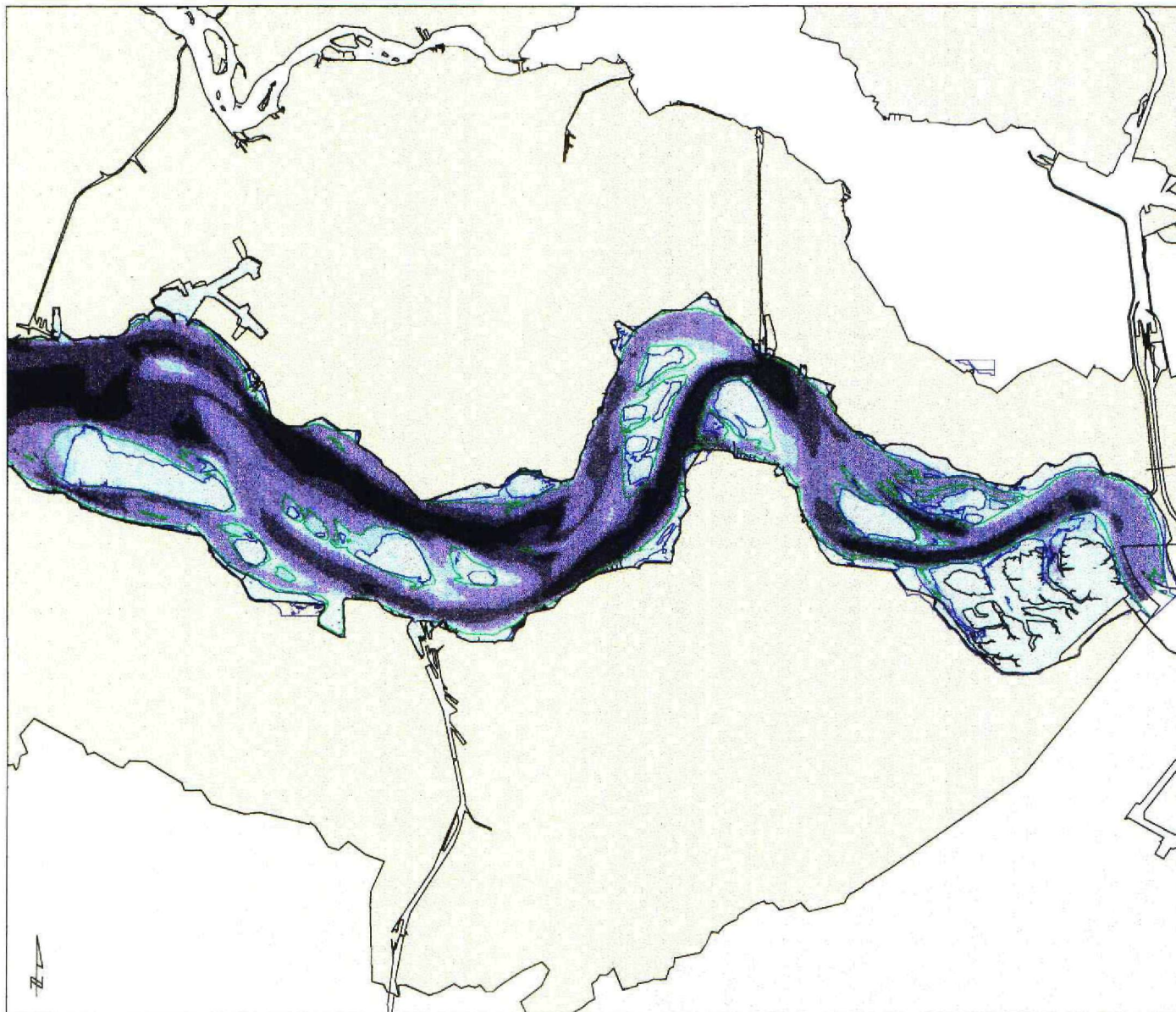
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 4-6-1998

Stoomsnelhedenkaart vloed

Abiotische basiskaart



Westerschelde

op basis van:
Scaldis 100

Legenda

Stroomsnelheid (vloed)

	0 - 0.25 m/sec
	0.25 - 0.5 m/sec
	0.5 - 0.75 m/sec
	0.75 - 1 m/sec
	1 - 1.25 m/sec
	1.25 - 1.5 m/sec
	1.5 - 1.75 m/sec
	> 1.75 m/sec

Dieptelijnen.

	GLW-lijn
	NAP-lijn
	Dijk-lijn

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap



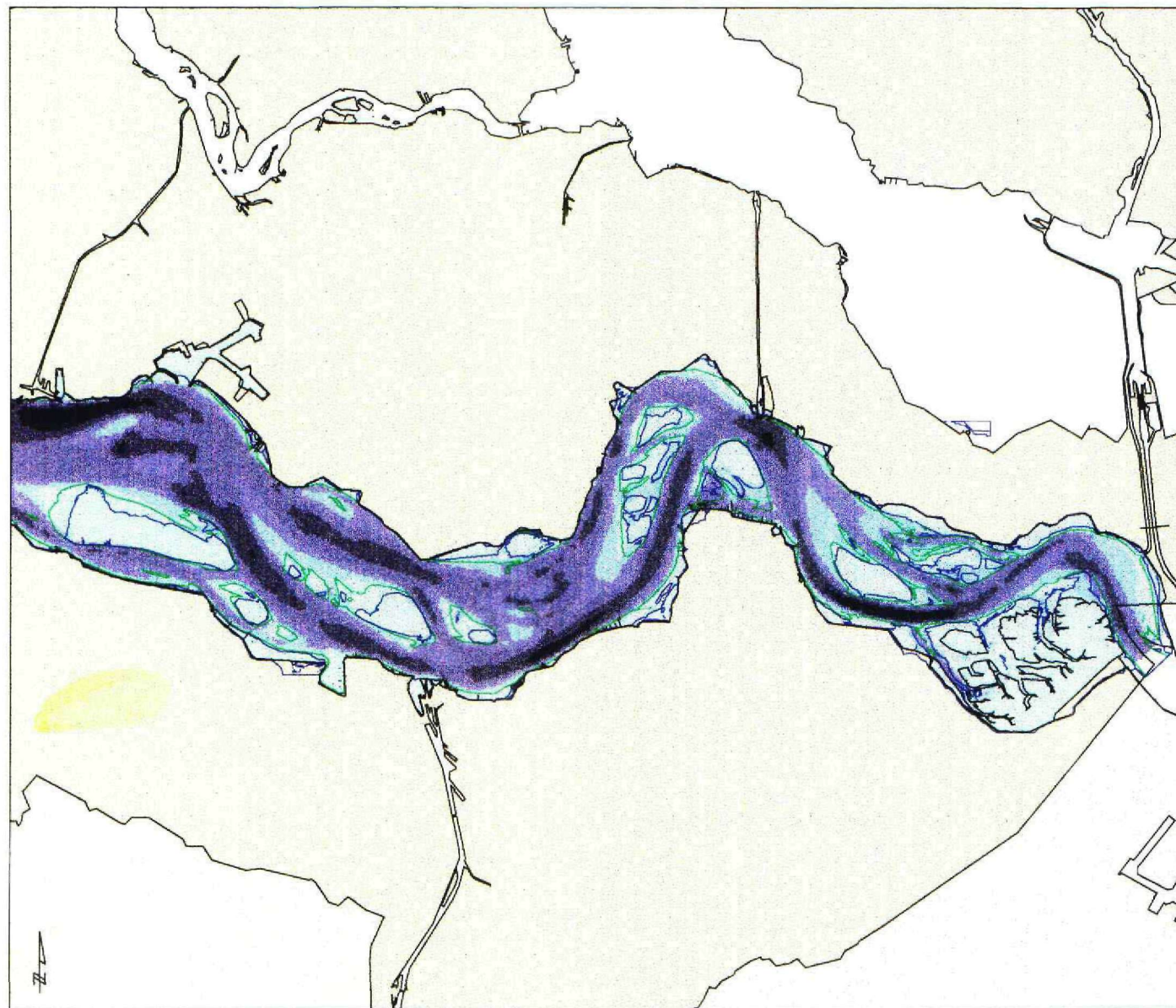
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 4-6-1998

Stoomsnelhedenkaart eb

Abiotische basiskaart



Westerschelde

op basis van:
Scaldis 100

Legenda

Stroomsnelheid (eb)

	0 - 0.25 m/sec
	0.25 - 0.5 m/sec
	0.5 - 0.75 m/sec
	0.75 - 1 m/sec
	1 - 1.25 m/sec
	1.25 - 1.5 m/sec
	1.5 - 1.75 m/sec
	> 1.75 m/sec

Dieptelijnen.

	GLW-lijn
	NAP-lijn
	Dijk-lijn

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap



Rijkswaterstaat

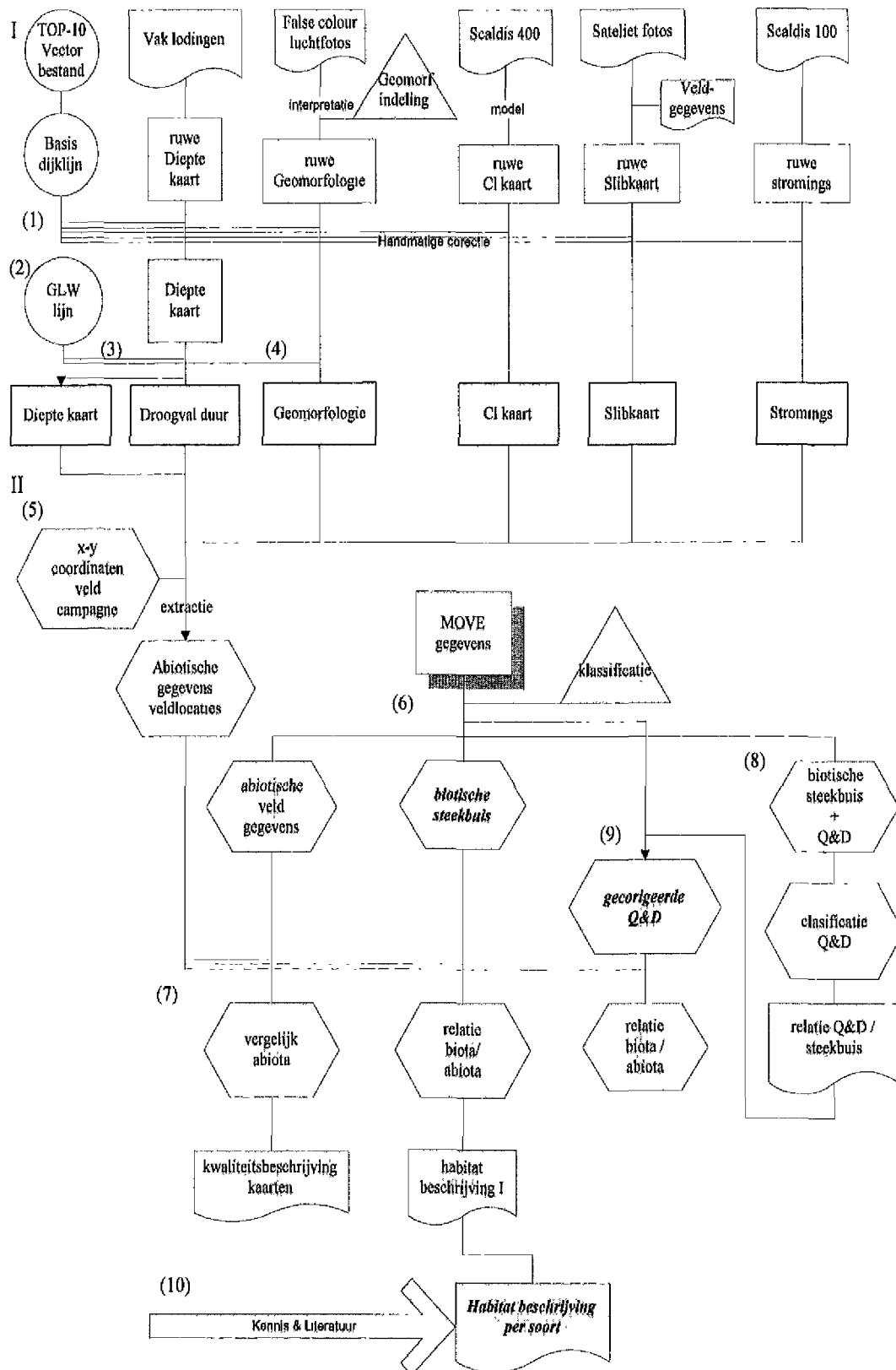
Rijksinstituut voor Kust en Zee

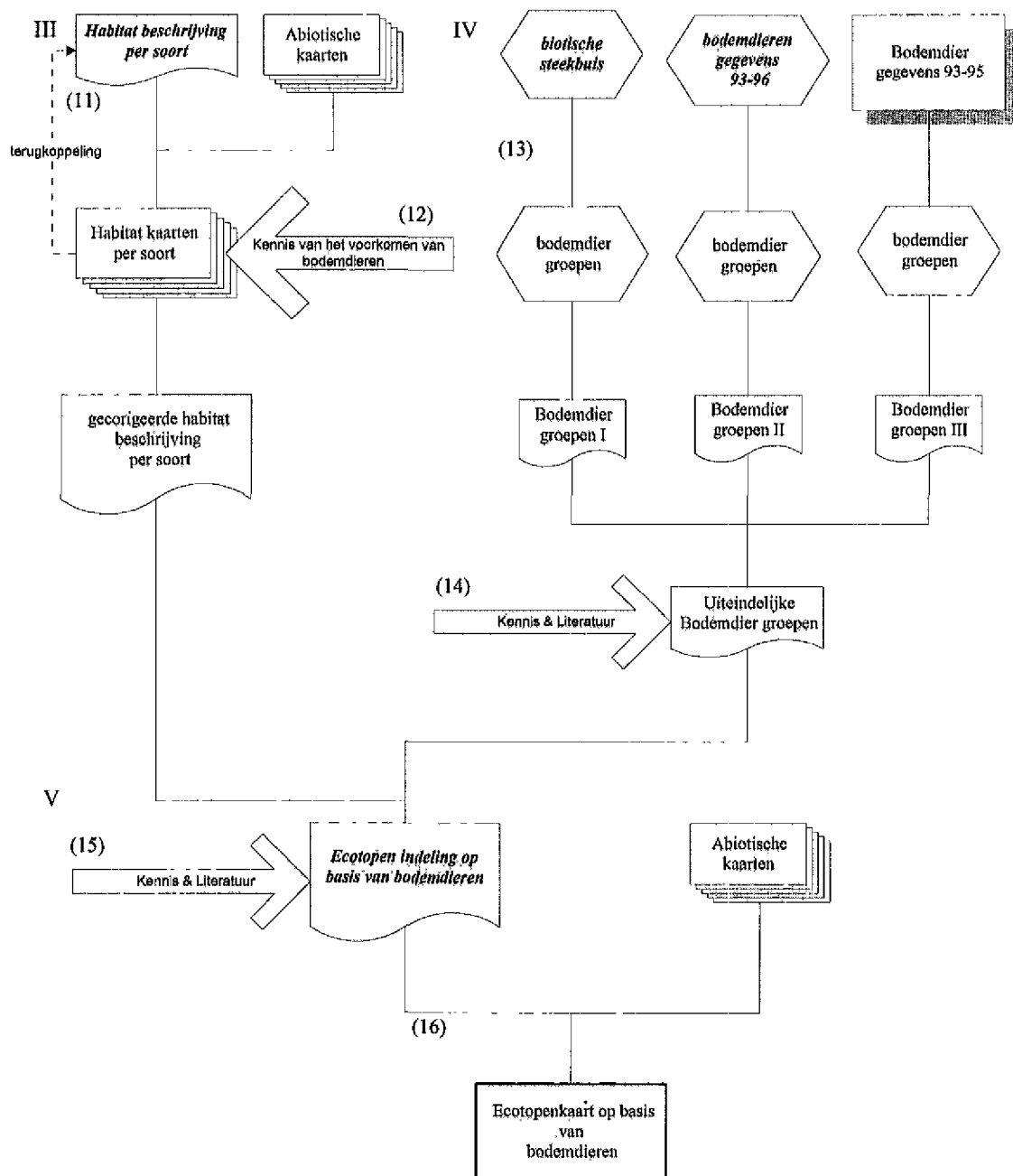
J. Verschoore 4-6-1998

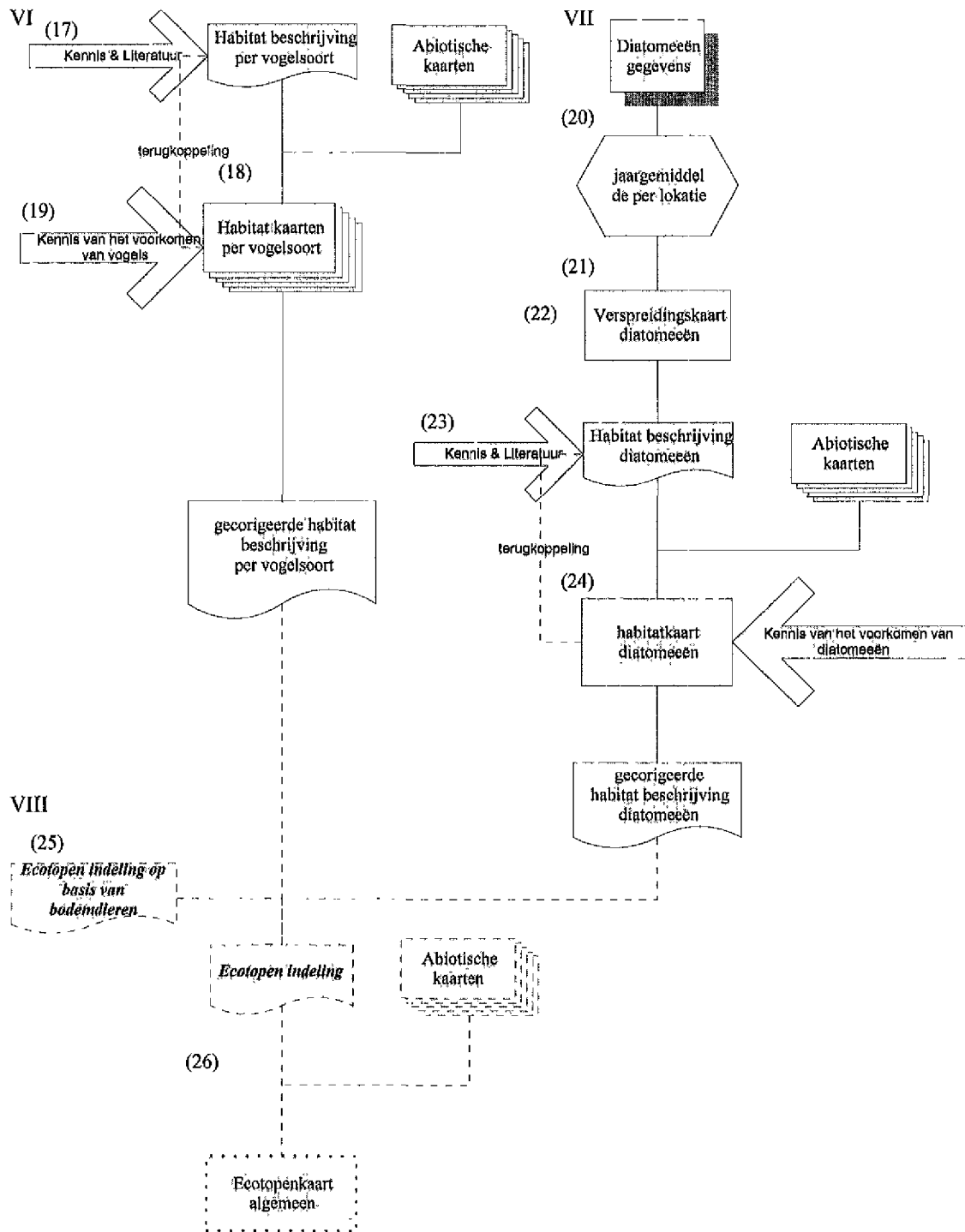
Bijlage II Geomorfologische legenda

Niveau	2	3	4
S: Schor/kwelder	1: gesloten vegetatie 2: open vegetatie 3: schorkreek, indifferent	a: natuurlijke schorren b: kwelderwerken a: primair schor ($10 \leq B < 50 \%$) b: pollen ($B < 10 \%$, > 10 pollen / ha)	
K: Kreek	1: laag dynamische 2: hoogdynamische 3: ruggen 4: water (stagnant binnen K)	a: vlak a: gegolfd b: megaribbels c: vlak a: zand b: schelpen	
P: Plaat / slik	1: laag energetische 2: hoogenergetische 3: ruggen	a: vlak b: mosselbank c: kwelderwerk, kaal a: gegolfd ($H < 0,25m$, $L > 10m$) b: megaribbels ($H > 0,25$) c: vlak a: zandruggen b: schelpenruggen	1: opp. zandig 2: opp. slibrijk 3: opp. zeer slibrijk 1: natuurlijk 2: cultuurperceel 1: 2-dimensionaal 2: 3-dimensionaal
H: Hardsubstraat	1: natuurlijk veen-kleibanken 2: cultureel glooiing/krib	a: $< 25 \%$ zandbedekking b: $> 25 \%$ en $< 90 \%$ zandbedekking	
D: duinen	1: Natuurlijk 2: cultureel		
O: Overige			

Bijlage III uitgebreid Flowdiagram







Beschrijving flowdiagram

De Romeinse cijfers en Arabische cijfers in het flowschema corresponderen met de nummers in de onderstaande tekst. De Romeinse nummers corresponderen tevens met de nummers van het overzichtsflowdiagram in figuur 6. De verschillende abiotische kaarten zijn in dit uitgebreidere flowdiagram vanaf punt III weergegeven als één symbool van op elkaar liggende kaarten. De symbolen waarin de tekst cursief en in vet staat afgedrukt geven resultaten weer die in een volgend deel van het flowdiagram opnieuw gebruikt worden. Invoerdata in vet afgedrukt is dus afkomstig uit een eerder deel van het flowdiagram. Bij symbolen met een verdikte rand zijn de bijbehorende data opgenomen in de bijlagen.

I Invoer en gebruiksklaar maken basiskaart gegevens

- 1 Alle kaarten worden handmatig gecorrigeerd op de standaarddijklijn om ze gebiedsdekkend te krijgen. Ontbrekende informatie wordt aan de hand van de omgevingswaarde ingevuld.
- 2 Op basis van de gemiddelde getijkrommen van de meetstations in de Westerschelde wordt een gemiddelde laagwaterlijn bepaald.
- 3 De dieptekaart wordt door middel van de gemiddelde getijkrommen omgewerkt naar een droogvalduurkaart.
- 4 De geomorfologische kaart (die alleen voor het intergetijden gebied geldt) wordt gecorrigeerd op de gemiddelde laagwaterlijn. Ontbrekende gegevens worden weer handmatig ingevuld.

II Habitatbeschrijving bodemdieren

- 5 Voor alle monsterpunten van de veldcampagne is door middel van dGPS de locatie bepaald. Voor deze punten worden de abiotische gegevens uit de basiskaarten geëxtraheerd.
- 6 De MOVE-database wordt geherclassificeerd en in een biotisch en abiotisch deel gesplitst.
- 7 De abiotische gegevens uit de basiskaarten wordt vergeleken met de abiotische gegevens uit de complete (groot- en kleinschalige) veldcampagne om een inzicht te krijgen in de kwaliteit van de beide gegevens (validatie kaarten).
- 8 De gegevens van de grootschalige campagne (Quik & Dirty biotische gegevens uit de MOVE database) worden vergeleken met de gegevens van de kleinschalige campagne (steekbuisgegevens uit de MOVE database). Op deze manier kan hopelijk de klasse indeling van de Quik & Dirty methode gekoppeld worden aan de numerieke aantallen van de steekbuis gegevens.
- 9 De gecorrigeerde biotische gegevens uit de grootschalige campagne (Quik & Dirty) en de abiotische gegevens uit de basiskaarten worden gekoppeld om de abiota te onderzoeken op eenduidige relaties met elk van de abiotische gegevens uit de kaarten. Vanwege de matige correlatie van de Q & D monsters (grootschalige MOVE campagne) met de steekbuismonsters (kleinschalige campagne) zijn de Q & D monsters uiteindelijk buiten beschouwing gelaten bij het bepalen van de responsiecurven.
- 10 De steekbuis aantallen worden gekoppeld aan de abiotische waarden van de monsterpunten in de vorm van grafieken. Op basis van deze grafieken, literatuurgegevens en kennis wordt er voor elke van de bodemdieren in de MOVE database een habitatbeschrijving gemaakt op basis van abiotische parameters.

III Habitatkaarten bodemdieren

- 11 Op basis van de bodemdierhabitatbeschrijvingen (punt 10) worden er habitatkaarten voor elke soort gemaakt.
- 12 De habitatkaarten voor de bodemdieren worden vergeleken met het werkelijk voorkomen van deze bodemdieren in de Westerschelde. Indien het werkelijke voorkomen en de kaarten niet overeenkomen kan dit leiden tot een correcties in de bodemdierhabitatbeschrijvingen, waarna opnieuw habitatkaarten gemaakt worden.

IV Bodemdierlevensgemeenschappen indeling

- 13 De biotische steekbuis gegevens uit de MOVE database worden door middel van Twinspan geclusterd om een indeling in de bodemdieren te krijgen. De bodemdiergegevens uit voorgaande jaren worden door middel van Twinspan-analyse in groepen ingedeeld. Uiteindelijk worden bovengenoemde bodemdiermonsters samengevoegd en wordt op deze set monsters ook een Twinspan-analyse uitgevoerd. Er bestaan nu drie Twinspan indelingen voor bodemdieren in de Westerschelde. Deze drie clusteringen worden onderling vergeleken om te kijken of er een vast patroon in aanwezig is. Of wel: kan er één vaste bodemdierengroepenindeling gemaakt worden.
- 14 Op basis van de Twinspan analyses, literatuur en kennis over bodemdieren in de Westerschelde wordt er een clustering gemaakt in vaste groepen bodemdieren; bodemdierlevensgemeenschappen.

V Ecotopen indeling bodemdieren

- 15 Bij elk bodemdierenlevensgemeenschap worden de abiotische randvoorwaarden gezocht op basis van de habitatgegevens van de onderlinge soorten en de veldkennis die beschikbaar is.
- 16 *Op basis van deze bodemdierenlevensgemeenschapbeschrijvingen kan er een bodemdieren ecotopenkaart gemaakt worden, op basis van de aanwezige abiotische kaarten*

VI Habitatbeschrijving vogels

- 17 Op basis van literatuur en kennis wordt een habitatbeschrijving van een aantal belangrijke vogelsoorten gemaakt.
- 18 Op basis van deze habitatbeschrijving en de abiotische basiskaarten wordt er per soort een habitatkaart gemaakt.
- 19 De habitatkaarten wordt door velddeskundige bekeken indien de kaart niet overeen komt met het werkelijke voorkomen kan de habitatbeschrijving gecorrigeerd worden, waarna een nieuwe habitatkaarten gemaakt wordt.

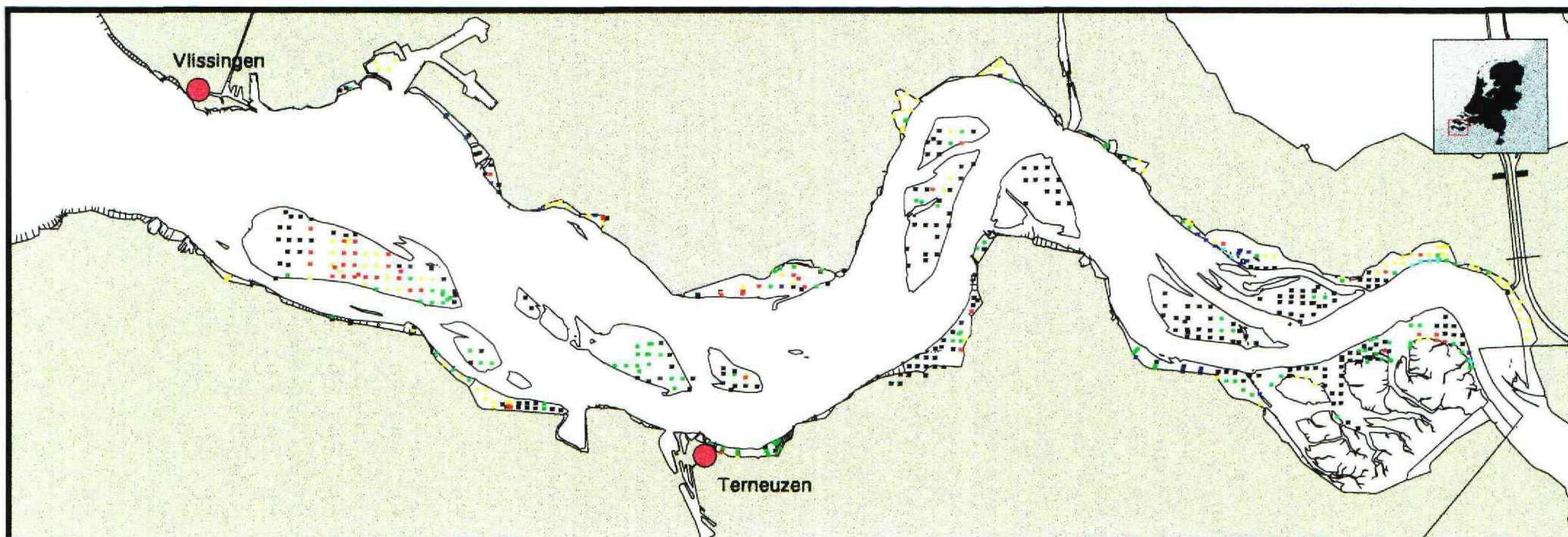
VII Habitatbeschrijving diatomeeën

- 20 Uit de diatomeeëndatabase worden de jaargemiddelde aan chlorofyl-a gehalte per onderzoekslocatie berekend en het type seizoensverloop bepaald.
- 21 Op basis van deze diatomeeëngegevens (jaargemiddelde en seizoensverloop) wordt een verspreidingskaart en jaarverloopkaart voor diatomeeën gemaakt.
- 22 Op basis van literatuur, de diatomeeëngegevens, kennis en de verspreidingskaarten wordt geprobeerd een habitatbeschrijving voor diatomeeën te maken.
- 23 Op basis van de diatomeeënhabitatbeschrijving (punt 22) wordt er een habitatkaart voor *diatomeeën* gemaakt.
- 24 De habitatkaart voor de diatomeeën wordt vergeleken met het werkelijk voorkomen van de diatomeeën in de Westerschelde (Verspreidingskaart). Indien de kaart niet overeenkomt met de werkelijkheid wordt de habitatbeschrijving gecorrigeerd, waarna opnieuw een habitatkaart gemaakt wordt

VIII Algemene ecotopenkaart

- 25 Aan de ecotopen indeling van de bodemdierlevensgemeenschappen worden op basis van de voedselbron, en de abiotische habitatbeschrijving de vogels toegevoegd. Vervolgens worden op basis van de diatomeeënhabitatbeschrijving ook de diatomeeën aan de ecotopen indeling toe gevoegd.
- 26 Op basis van de abiotische kaarten en de nieuwe ecotopenindeling, waarin bodemdieren, vogels, en diatomeeën verwerkt zijn, wordt een uitgebreide "algemene ecotopenkaart" gemaakt.

Bijlage IV Slibstabil kaart



- | | | |
|---|--|---|
|  stabiel zand |  onstabiel slib |  hard substraat met zand en slib |
|  satbiel slib |  onstabiel zand |  overige |
|  zand/slib |  hard substraat | |

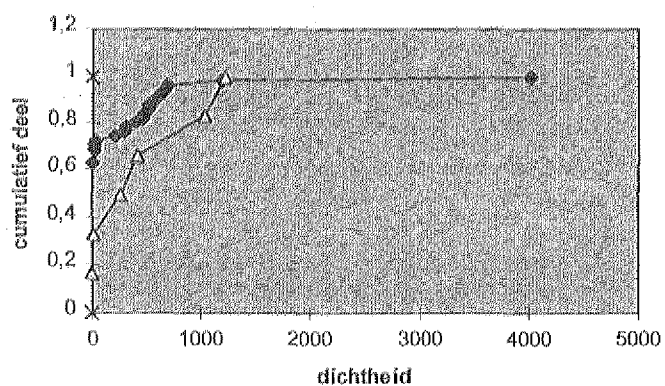
MONSTERPUNTEN stabiel WESTERSCHELDE



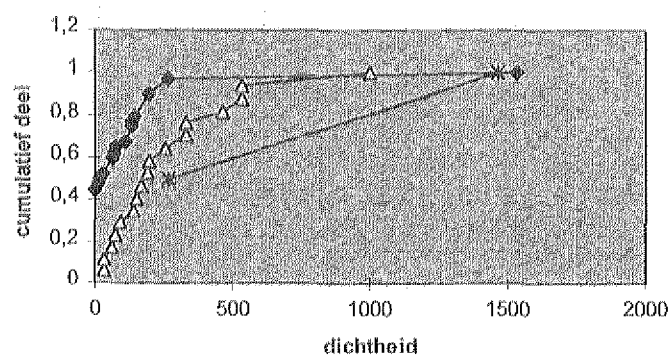
Ing. H.T. de Haan
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijkswaterstaat voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

Bijlage V Grafieken valideren van Q&D methoden met de steekbuisgegevens

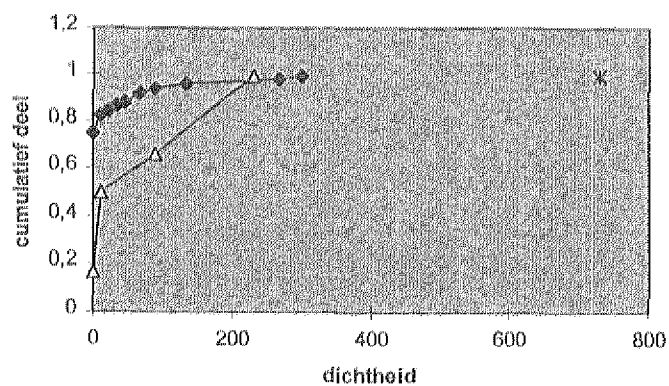
MAC-juv



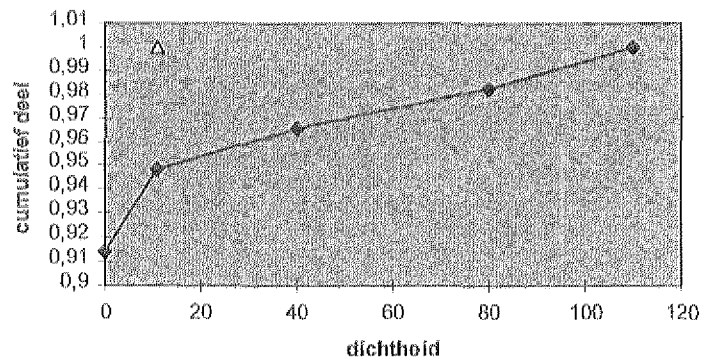
MAC-ad



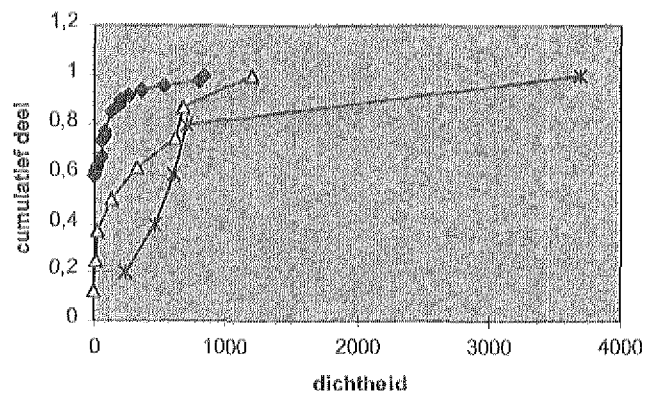
Scro-juv



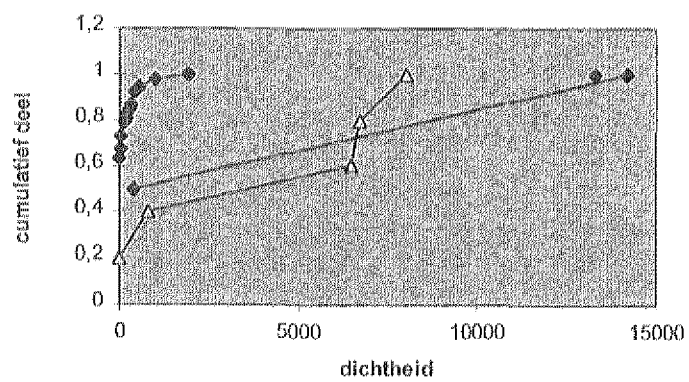
mya-juv



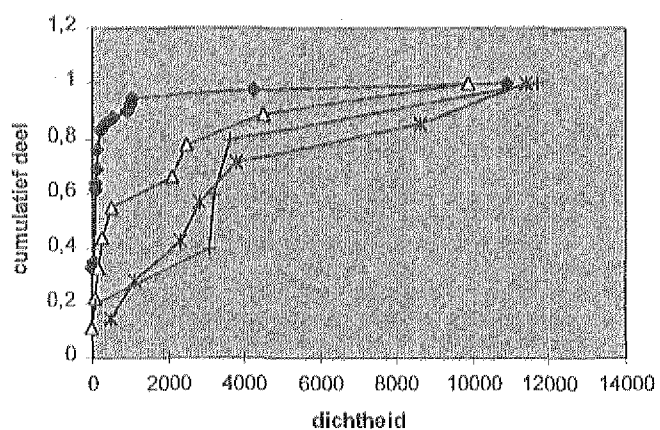
Nereis



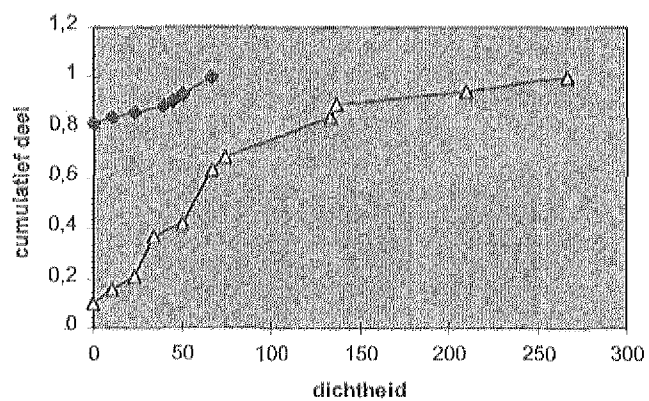
Corophium



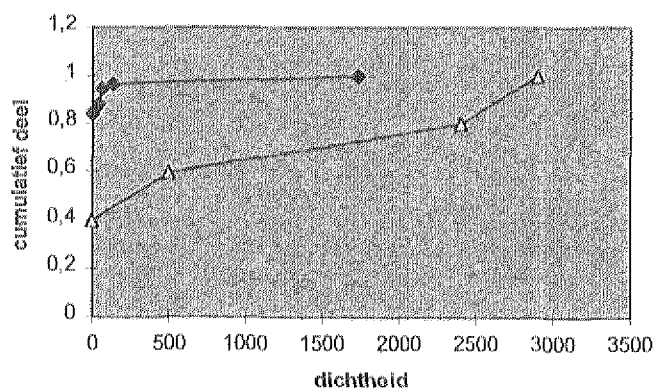
Heteromastus



Nephtys

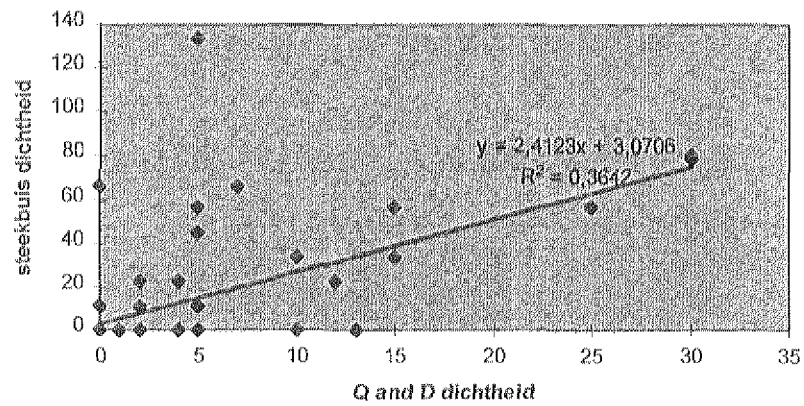


Scolopos

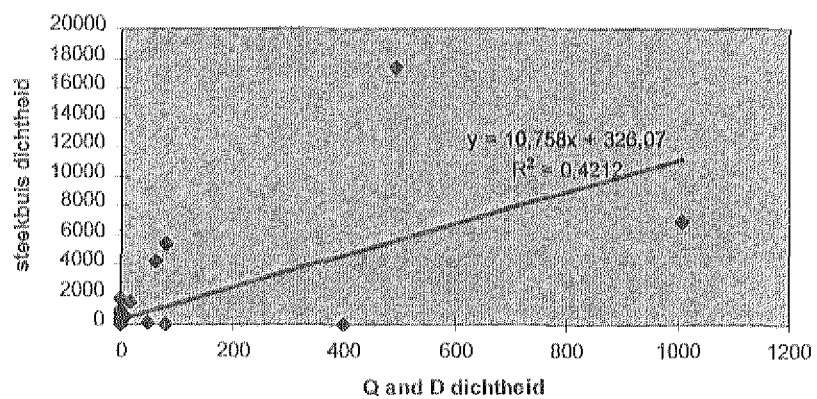


Voor de wadpier, wadslak en de kokkel zijn de dichtheden die bepaald zijn in het grootschalige en in het kleinschalige onderzoek tegen elkaar uitgezet.

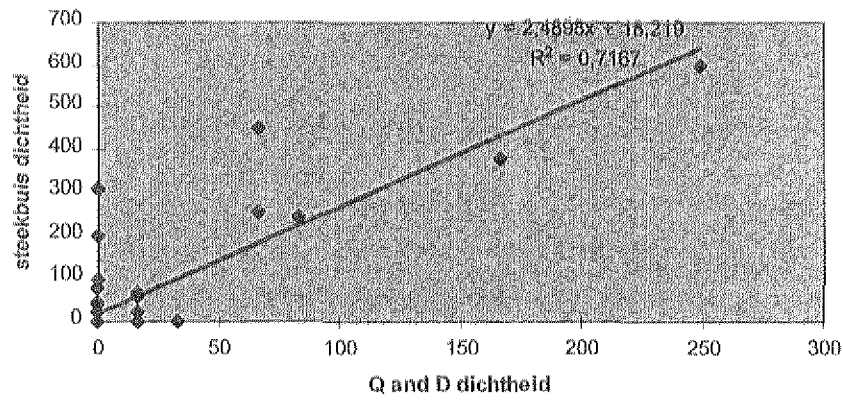
WADPIER



WADSLAK



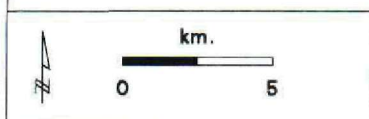
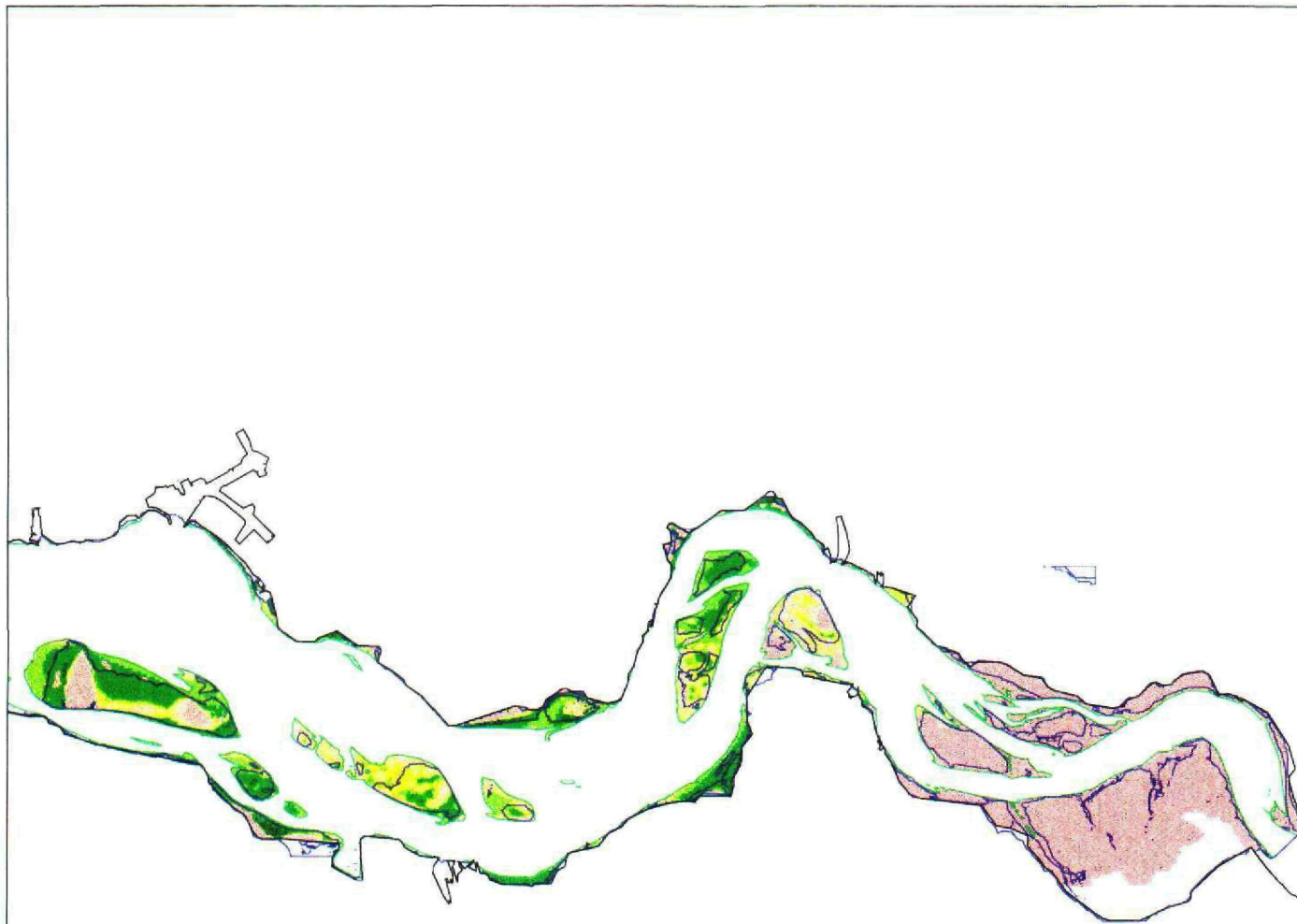
KOKKEL BROED



Bijlage VI bodemdierhabitatkaarten

Kokkel

habitatkaart



kok4-hab-tot

op basis van:
droogval; slib96; stroom; Chl

Legenda

Geschiktheid.



Dieptelijnen.



Kartering:
Veldwerk:
Kaartproductie: RIKZ-Haren
Applicatie: Habimap

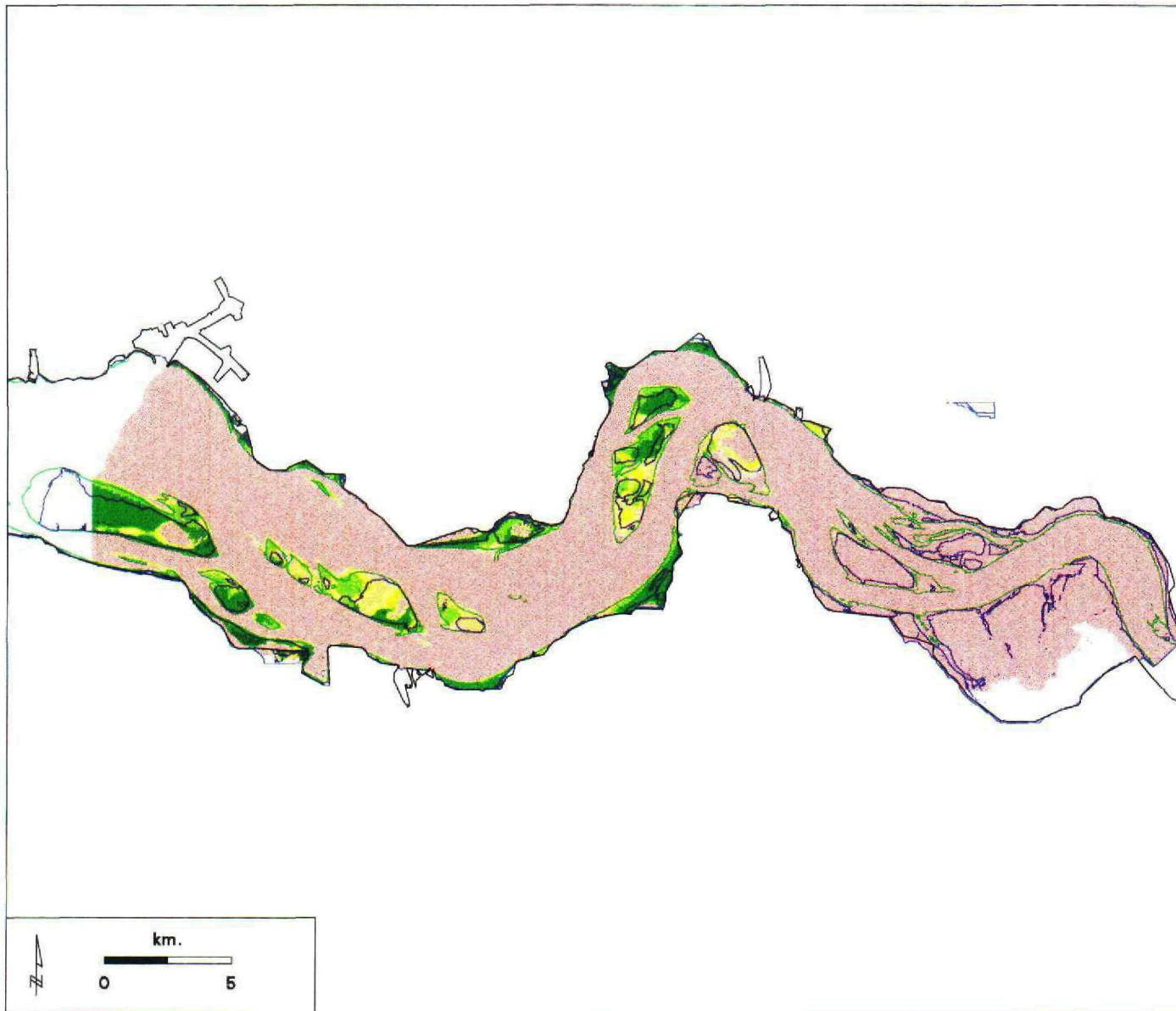


Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 5-6-1998

Kokkel

habitatkaart



kok5-hab-tot

op basis van:
diepte; slib93; stroom; Chl

Legenda

Geschiktheid.

Ongechikt

Geschiktheid

Geschiktheid

Geschiktheid

Geschiktheid

Geschiktheid

Geschiktheid

Geschiktheid

Optimaal geschikt

Dieptelijnen.

GLW-lijn

NAP-lijn

Dijk-lijn

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap



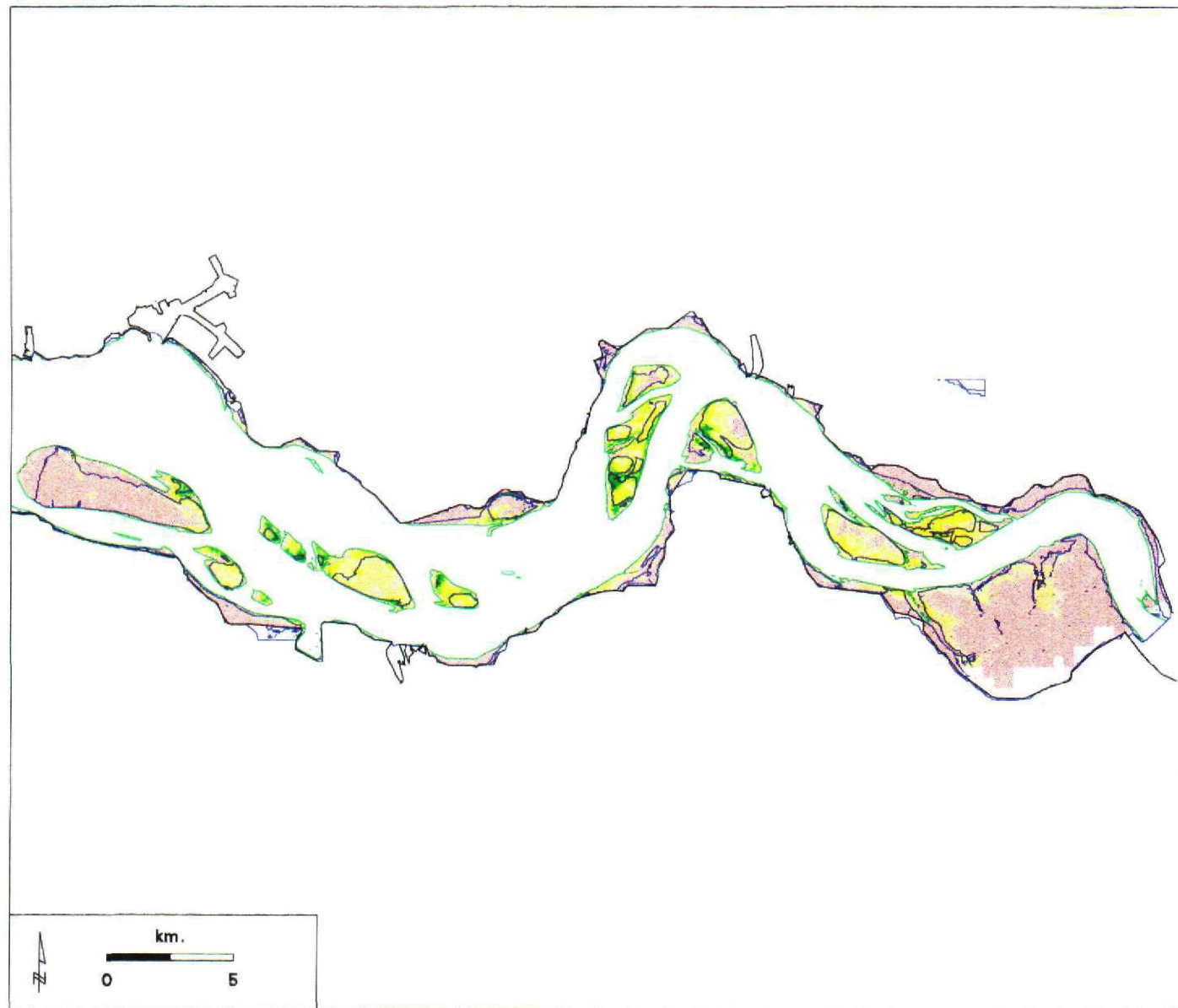
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 5-6-1998

Bathyporeia pilosa

Habitatkaart

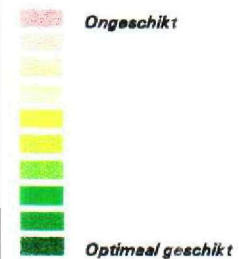


bat1-hab-tot

op basis van:
droogval; stroom; slib96; CI

Legenda

Geschiktheid.



Dieptelijnen.



Kartering:
Veldwerk:
Kaartproductie: RIKZ-Haren
Applicatie: Habimap

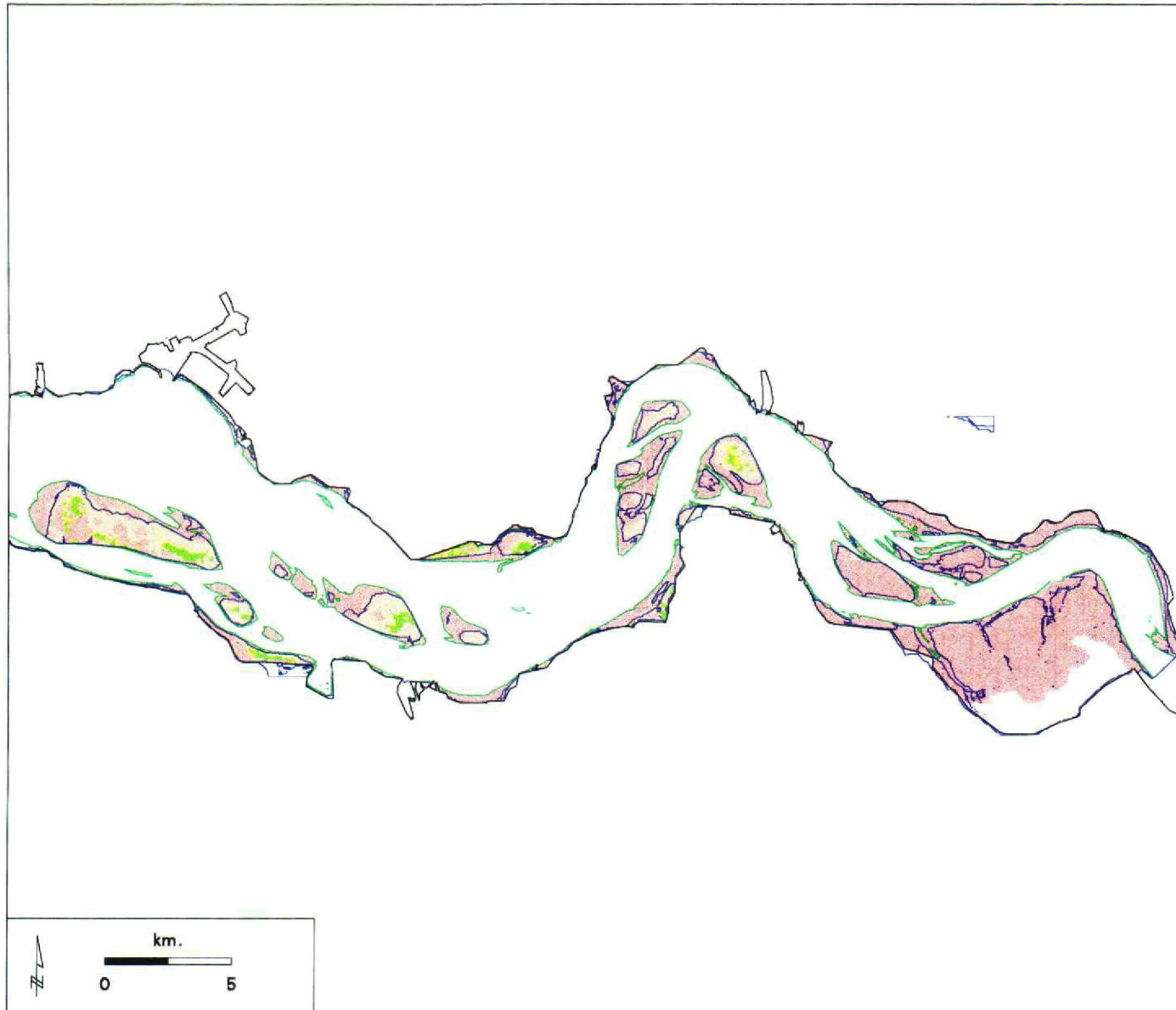


Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 10-6-1998

Corophium arenarium

habitatkaart

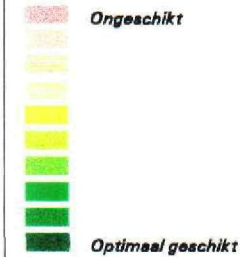


coa3-hab-tot

op basis van:
droogval; slib96; stroom; Chl

Legenda

Geschiktheid.



Dieptelijnen.



Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap



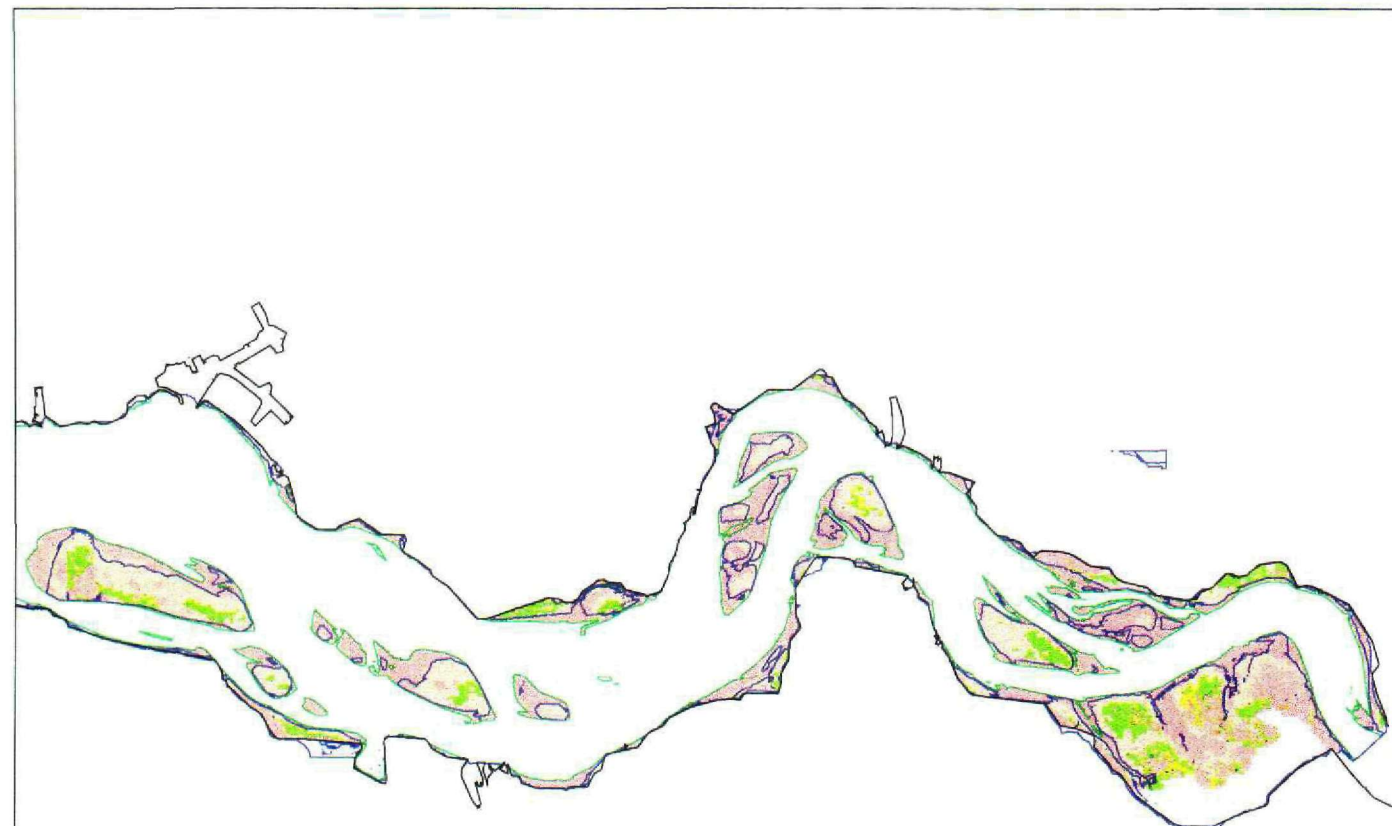
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 5-6-1998

Corophium volutator

habitatkaart



km.

0 5

cov3-hab-tot

op basis van:
droogval; slib96; stroom; Chl

Legenda

Geschiktheid.

Ongeëschikt

NAP-lijn

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Optimaal geschikt

Dieptelijnen.

GLW-lijn

NAP-lijn

Dijk-lijn

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap



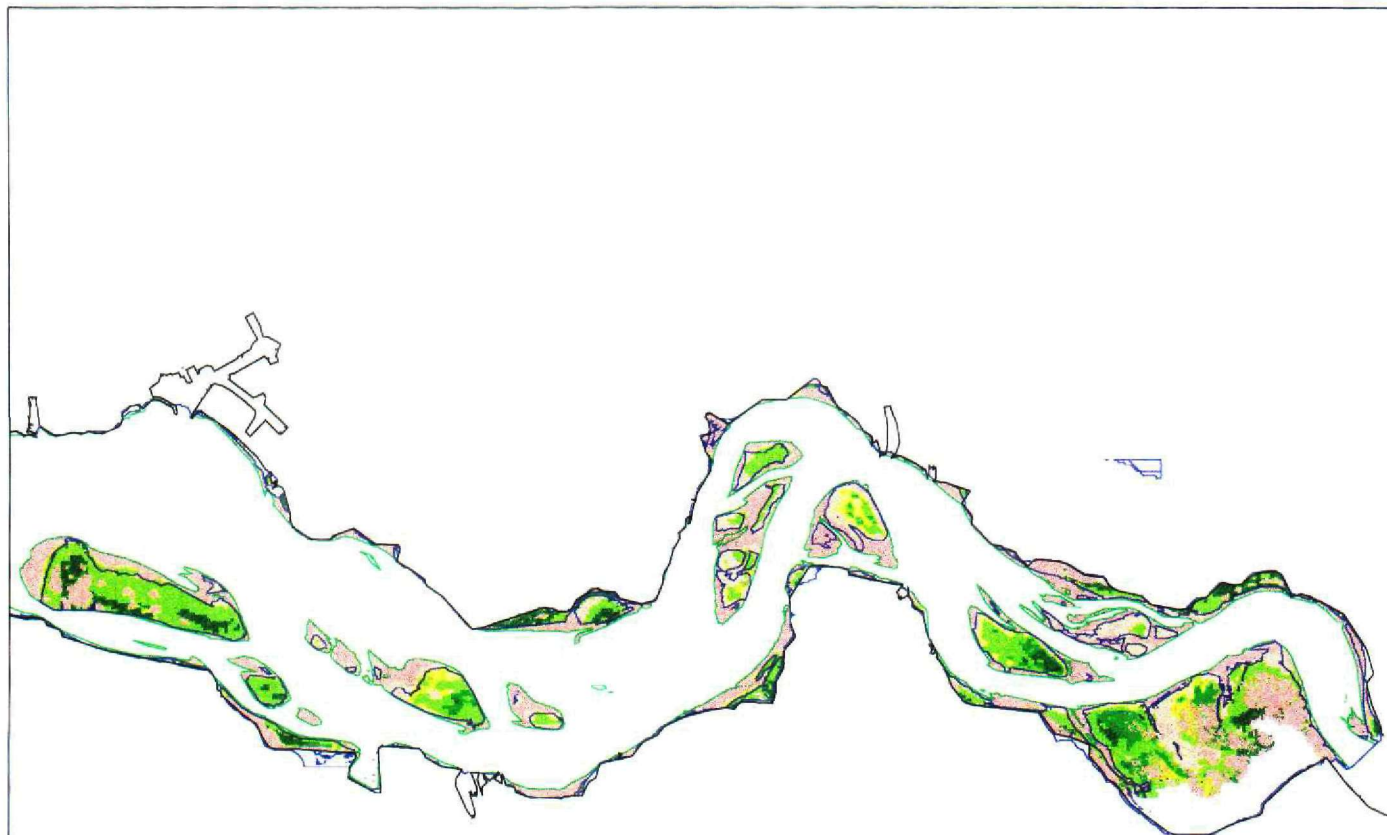
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 5-6-1998

Corophium totaal

habitatkaart



cot3-hab-tot

op basis van:
droogval; slib96; stroom; Chl

Legenda

Geschiktheid.



Dieptelijnen.



Kartering:
Veldwerk:
Kaartproductie: RIKZ-Haren
Applicatie: Habimap



Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 5-6-1998

Bijlage VII Twinspan tabellen

TWINSpan-diagram analyse dichtheden najaren 1994 en 1995

Scolarmi	----	33-344-	---	3-3----	-----	33	-----	3-	-----	-	0000
Corospec	-----	3-	---	4-----	-----	-----	-----	-----	-----	-	000100
Capicapi	---	3---	5---	33	-----	-----	-----	-----	-----	-	000101
Spionart	----	335-8733	-7-	6-35----	-3-	-----	-----	-----	-----	-	000101
Capitell	-----	3-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-	000110
Nephcirr	-----	33-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-	000110
Tellspec	-----	3-	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-	000110
Nephhomb	3----	433--3	-----	3-----	-3----	5-----	-----	-----	-----	-	000111
Tharmari	-----	4-----	-6-	3-87----	86-83--	8787--	6-	-----	-----	-	001000
Arenmari	-----	3-4-----	---	33-----	3-----	3-----	-----	-----	-----	-	001001
Mysebide	-----	4-----	---	3-----	-----	-----	-----	-----	-----	-	001001
Nerespec	-----	434---	3-----	---	3-----	64	-----	-----	-----	-	001001
Oligocha	-----	3-----	---	5-884-	3867-74-	8-----	---	5-	-----	-	001001
Parafulg	-----	5-----	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-	001001
Polyspec	-----	3-----	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-	001001
Neredive	-----	-----	---	354443	-86767837533544	4-3-578	-----	3-----	-----	-	00101
Corovol	-----	-----	---	6-----	---	3339	-----	-----	-----	-	001100
Cyatcari	-----	-----	---	33-----	4-----	3-----	-----	-----	-----	-	001100
Ensispec	-----	-----	---	3-----	---	3-----	-----	-----	-----	-	001100
Gammispec	-----	-----	---	3-----	---	3-----	-----	-----	-----	-	001100
Neresucc	-----	6---	3---	387-4--	4534-5-	-----	---	-----	-----	-	001100
Polygign	-----	4-4---	679835--	44--3--	-----	-----	---	-----	-----	-	001100
Caromaen	-----	3-----	---	3-----	---	-----	---	-----	-----	-	001101
Ensidire	-----	3-----	---	3-----	---	-----	---	-----	-----	-	001101
Glycspec	-----	3-----	---	3-----	---	-----	---	-----	-----	-	001101
Mya aren	-----	---	3-----	8638--	-----	-----	---	-----	-----	-	001101
Petrphol	-----	---	3-----	3-----	---	-----	---	-----	-----	-	001101
Scroplan	-----	---	54637479-4333-	-----	---	-----	---	-----	-----	-	001101
Telltenu	-----	---	3-----	3-----	---	-----	---	-----	-----	-	001101
Ceraedul	-----	3-	-----	-7-874-9798-758	-----	---	3-----	-----	-----	-	00111
Hydrulva	-----	6---	9---	667-877--	---	5---	---	4-5---	---	-	0100
Eteospec	-----	5-----	---	33	-7545--	443-3-4-	---	33-----	---	-	010100
Macobalt	-----	34-3-	3-----	5---86	488687577765776	-666437	-33555-	4---	---	-	010101
Pygoeleg	-----	338-3-	7657-4443566	-77598895857976	645-3--	-5635-	33---	---	---	-	010110
Crancran	-----	3--3-	4---	3--3--36	---	3-----	---	4-----	---	-	010111
Hetefili	-3333335-	5876896-	37	887976-89999987	9937998	--434-6333-	---	---	---	-	011
Coroaren	-----	44--97798	-4-	3--4-3----	---	3-----	-45-55-3--4---	---	---	-	100
Nemertin	-----	3-3-	345---	---	3-----	3-----	-4--3-----	---	3	-	101
Gastspin	-----	3-----	---	3-----	---	-----	---	36	-	-	110000
Bathspec	-----	3---	3-----	---	---	---	-6-4364345-	---	---	-	110001
Hausaren	-----	3-----	---	3-----	---	---	-4-----55664	---	---	-	110010
Opherath	-----	---	---	---	---	---	---	3	---	-	110010
Bathpilo	-----	53	-----	8	---	36-7	--55---	68989876888686	5	-	110011
Eurypulc	-----	---	---	---	---	3-----	-3-343--35-4-3-	---	---	-	11010
Scoisqua	3-----	---	---	---	---	---	-4-----	---	---	-	11011
Bathsars	----	4-----	---	---	---	---	---	3	111	-	

cluster 1 2 3 4 5 6

TWINSpan-diagram analyse biomassa's najaren 1994 en 1995

Scolarmi	--557-72--	-----5-----	2-----5-	-----7	-----4-	00000
Capicapl	---33---	1--3-----	-----	-----	-----	000010
Corospec	--1-----	-----	-----	-----1	-----	000010
Nephcirr	--54-----	-----	-----	-----	-----	000010
Spiomart	-2436222--	4-----	-1-----22	-----1	-----	000010
Capitell	-2-----	-----	-----	-----	-----	000011
Nephhomb	55--5--77-	-----	-8-----7--6-	-----	-----	000011
Arenmari	--9-----	-----5-----	-86-----7-8	-----	-----	00010
Nerespec	--3-----	21--2-----	4-----4-----	-3-----	-----	00011
Tellispec	-----	-----	-----	-----1	-----	001000
Neredive	-----	-----363-584-47	8989683868-68-	77569-2	-----	001001
Oligocha	-----2-	-----	-635-4-6--1-3-	3-544-	-----	001001
Corovol	-----	-----1-94-22	-----	-----	-----	001010
Cyatcari	-----	-----5-4--	3-----3	-----	-----	001010
Gammispec	-----	-----1-----	-----	-----	-----	001010
Neresucc	-----	-----4--34-6-6	---4---34788--	-----	-----	001010
Parafulg	-----	---3-----	-----	-----	-----	001010
Polyspec	-----	3-----	-----	-----	-----	001010
Polyligh	-----	-----3-242-	-2-2--4439-6--	-----	-----	001010
Carcmaen	-----	-----	---4-----	-----	-----	001011
Ensispec	-----	-----1-----	6-----	-----	-----	001011
Ensidire	-----	-----	-----8-----	-----	-----	001011
Glycspec	-----	-----	-----3-----	-----	-----	001011
Mya aren	-----	-----1-----	-7--79-5--	-----	-----	001011
Mysebide	-----	-----	---4-----3	-----	-----	001011
Petrphol	-----	-----	-----1-----	-----	-----	001011
Scroplan	-----	-----2-----	895939587--8--	-----7-	-----	001011
Tellitenu	-----	-----	-----6-----	-----	-----	001011
Tharmari	--2--5--	3-----	33-71-65-65446	-----	-----	001011
Cheraedul	-----	-----9-----	79-9828379-9--	-----4	-----6--	00110
Eteospec	---4-----	-----2-3--	46545-34-2--	3-----	---1-----3-	00111
Hydrulva	-----	-----4-3-	-----555-96--	---55-	3-----4-----	0100
Crancran	-----5--	-----3-----	---6--5--3--	---344	-----3-----	010100
Macobait	---8---7-	---4-8898-77833	9999989989998-	8--53	---238774--	010101
Pygoeleg	--4-5--11-	42-3-244-3-321-	3332656265-232	412342	---23-3222--	01011
Hetefili	--4-422243	878555668989999	89898799998979	5-----	563-3-4-33--	011
Bathsars	-----4---	-----	-----	-----	-----3	100
Scolsqua	5-----	-----	-----	-----6	-----	10100
Eurypule	-----	-----3---	-----	-----2--2-33-233-2	---	101010
Bathspec	--2-----	-----	-----2	-----432---32-233-	---	101011
Gastspin	-----	-----	-----3	-----	-----26	101011
Hausaren	-----	-----3-----	-----	-----666664	---	101011
Bathpilo	-3-----	-----3564--3--	-----4-----	-----3	6545767675364	44 10110
Opherath	-----	-----	-----	-----	-----1	10111
Coroaren	--3-----	--2-3-6-----	-2-2-2-2-2----	8845--	--243343-----	110
Nemertin	---2-----	-----3-----	---4--4--6-	-55--4	-5-2-----	111
	0000000000	00000000000000	00000000000000	000000	11111111111111	11
	0000000000	11111111111111	11111111111111	111111	00000000000000	11
	0011111111	00000000000000	00000000000000	111111	00000000111111	01
	0100000111	00000000000000	11111111111111	000001	0001111100001	
	01111011	00000111111111	00000000000011	00011	011011110011	
	0111 01	00011000011111	00000000011101	01101	01 01110101	

cluster	1	2	3	4	5	6
---------	---	---	---	---	---	---

TWINSPAN-diagram analyse dichtheden najaar 1996

Eurypule	-24-----	-----2-----	-3--3--3-3-	----	353---87	111
Scolsqua	-----	-----	-----3--	3---	-----3	1101
Hausaren	-----	-----3-----	-----	333-	3-----	11001
Bathpilo	-2--4-----55	-----98978789--44--2--	-----2---3-	6565	88877798	11000
Hetefili	3789898983--	457338-84-4759988453886675	-33-3-2--533	6-46	3433----	101
Nemertin	-----	-----2-----5-4-----	-----3--	3---	-----2	100
Macobalt	--1232156547	-45667156-78577-7676586776	574--77633535	53-4	-13-----	0111
Oligocha	---5224-86-8	-3-----8-94-----9-9495588567	-----3--	---	-----2	01101
Coroaren	-----8--24789	---87-946--44--59-54--62-7	-43---2-----	---3	-----	011001
Pygoeleg	-65584796358	---535828747378-9885-99777	37--59983----	---	-----5	011000
Hydrulva	-----97974---	---875-4953469468-84-462--	-53-3756-6---	5---	-----2-	011000
Corospec	-----4-----	---5-----4-----	-----	---	-----	010111
Neredive	---44178-4-	-3---34-1--3-5657-14476446	-----231----	---	-----	010110
Nephcirr	-2-----	-----	-----2-3-3	---	-----	010110
Eteospec	-624454-2332	---5-5-562-73475724454542-	-----542----	---	-----	010110
Mysebide	---2-----	-----22-----	-----	---	-----	010101
Tharmari	-2--869----	-----8986443467995	-----6-----	---	-----	010100
Myaarena	-1-1-1-41--2	---1-----441-----	-----1-3----	---	-----	01001
Polyliqn	-----57-----	-----2-4-----	-----	---	-----	010001
Petrphol	61-1-----	-----	-----	---	-----	010001
Neresucc	7577475-----	-----3-4-3-----	-----3----	---	-----	010001
Littlitt	-----2-----	-----	-----	---	-----	010001
Cyatcarl	-4--4-484---	-----3-5-----	-----	---	-----	010000
Corovoln	66-799-69997	-3-----5-----	-----	---	-----	010000
Carcmean	--12--21---	-----1-----11-----	-----1-----	---	-----	010000
Crancran	---2-----	3---2-----4232-----	-----2-3----	---	-----	001111
Ceraedul	---2364-----	---3-4--6-36456-5173-2331-	-6---3663----	---	-----	001110
Bathsars	-----3---	-----2-----2-5-----	-----2-246---	---	-----	001110
Nephomb	-----	-3-----2-3-333-1254-1112-	-4-342233----	-4	-----	001101
Anaimuco	-----	-----22---53--4523	-43--6573----	---	-----	001101
Spicomb	-----	-----3-----	-----4-----	---	-----	001100
Scolarmi	-----	---3-----22-----	---388684433	---	-----	001100
Pontalta	-----	-----	-----3-----	---	-----	001100
Nephcaec	-----	-----	-----3-----	---	-----	001100
Nephspec	-----	-----2-----	-----2---3	---	-----	001100
Scroplan	---11-2----	---341--2---67-5-13-15-45	---141-3---	---	-----	001011
Arenmari	---1-----	3---4-32--3-4--313-41-11-	---221-----	---	-----	001010
Nerespec	-----	---5-----3-----	-----	---	-----	001001
Bathspec	-----	---3-----3-----	-----	---	-----	001001
Abtratenu	-----	---3-----	-----	---	-----	001001
Mytiedul	-----	-----2-----	-----	---	-----	001000
Malafuli	-----	-----7-----8-----	-----	---	-----	001000
Gammspec	-----	-----6-----	-----	---	-----	001000
Eumisang	-----	-----3-----	-----	---	-----	001000
Capicapi	-----	-----85-3-4657-	--3---44--333	6---	-----	0001
Spiomart	-----	-3-----23-----63	-----36	3---	-----	0000

```

000000000000 000000000000000000000000 000000000000 1111 11111111
000000000000 111111111111111111111111 111111111111 0000 11111111
000000011111 000000000000000000000000 111111111111 0111 00000011
011111101111 000000000000011111111111 000000000011 011 00011101
000111 0111 000111111111000011111111 0000000001001 01 011011
011001 001 0110011111110001000011111 000001111 01 01

```

cluster	1	2	3	4	5
---------	---	---	---	---	---

TWINSpan-diagram analyse biomassa's najaar 1996

Bathsars	----	-2-----	-----2----	1332----	3-----	-----5	-----	--	000000
GammSpec	----	-----	-----	-----	3-----	-----	-----	--	000000
Mytiedul	----	-----	-----	-----	-----	1-----	-----	--	000000
NephSpec	----	-----	-----	-----	1-----	1-----	1-----	--	000000
Nephcaec	----	-----	-----	-----	-----	-----	6-----	--	000000
Pontalta	----	-----	-----	-----	-----	-----	1-----	--	000000
Scolarmi	----	-----	-----	-----	3	868-9-45-	3-7764	----	000000
Splobomb	----	-----	-----	-----	1-----	-----	5-----	--	000000
Anaimuco	----	-----	4-----	5-541--	673-6554-	6-----	4-----	--	000001
Nephomb	----	-----	4-----	555578--	76768667-	688-856--	8--	----	000001
Arenmari	----	-----	6--7--	87-7-988-8--	88-599987	-----	-----	----	000010
Ceraedul	----	-1	-----	89589-3499979-7-	99729899-	97-6-	-----	----	000010
Crancran	----	-----	45-46--	21-----	4-6-----	7-----	-----	----	000011
Nerespec	----	-----	-----	3	-----	-----	2-----	----	000011
Tharmari	-1--	-----	2-25-746-447-423--	-----	1-187-	-----	4--	----	000100
Scroplan	----	-----	7267-8--	499797969	42--88-7-	-----	3	----	000101
Abtratenu	----	-----	-----	4--	-----	-----	-----	----	000110
Bathspec	----	-----	-----	1-2	-----	-----	-----	----	000110
Corospec	----	2-----	-----	1-----	3	-----	-----	----	000110
Malafull	----	-----	-----	5-5-	-----	-----	-----	----	000110
Eumisanq	----	-----	-----	1-----	-----	-----	-----	----	000111
Littlitt	----	-----	-----	4-----	-----	-----	-----	----	000111
Polyign	----	-----	5--4--	21-----	-----	-----	-----	----	000111
Nephcirr	-4--	-----	-----	-----	4-----	-----	6-1	----	001000
Myaarena	-7-8	1--	3-87-7-2--	6-----	6-----	-----	2-----	----	001001
Mysebide	----	-1	-----	-----	2-----	-----	1-----	----	001001
Neresucc	8577	-----	72-7534-	-----	-----	-----	5	----	001001
Petrphol	96-2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	001001
Corovol	54-5	5993-7-598-	-----	-----	-----	3-----	-----	----	001010
Cyatcari	-2--	-----	2-6-2-25-2-	-----	-----	-----	-----	----	001010
Carcmean	----	5	-----	5-7-7-7-4-----	-----	45-	-----	----	001011
Eteospec	-414	3325-45-4444446376575-4-	52-23231-	-----	3-----	-----	-----	-1	001011
Neredive	----	5--	98725546417885756--	53--5365--	7-----	-----	-----	4-	0011
Heteffili	3578	-6-779999888888999586732	---	435784-75674-34736-	5461-32----	----	----	--	01000
Pygoeleg	-232	5121-2-615233-3784662311	55137534-2-21-1-2-----	-----	-----	1	43	----	010010
Macobalt	-23	8556795877969-9989899989	99569999-799998--49788	6--852----	2-	010011	----	----	010011
Coroaren	----	846233-1-6--	33-6-344565	-2--31----	2-3--3----	7-	01010	----	01010
Oligocha	----	1	44--54-11-1--	5886635--	-----	2-633--2-----	2--	-----	01011
Hydrulva	----	2-1-55839744273855-76	74--681----	32-3-23--5	3-----	1-	5	----	011
Capicapi	----	-----	14--21--	-1-31-23-	-----	1412-	3-----	--	100
Spiomart	----	-----	2--	-----	3--1-1-----	32-	2-----	-1	101
Nemertin	----	-----	2-2-----	-----	3-----	3--	4-----	2	11000
Scolsqua	----	-----	-----	-----	5--	3-----	4	----	11001
Eurypulc	-13-	-----	1-----	-----	1-----	2--56	--22-5--	65	1101
Hausaren	----	-----	-----	-----	3-----	456-3-	-----	-----	1110
Bathpilo	-1--	3-373----	27--52--4-----	212-----	4-7-----	3-	44553655466	66	1111
0000	000000000000000000000000	0000000000000000000000	111111111111	11	----	----	----	----	----
0000	111111111111111111111111	1111111111111111111111	000000000000	11	----	----	----	----	----
0001	000000000000000000000000	1111111111111111111111	000001111111	01	----	----	----	----	----
001	000000011111111111111111	0000000001111111111111	01111000011	----	----	----	----	----	----
01	000111100000000111111111	000000010000000001111	0011011101	----	----	----	----	----	----
	011001100111111000000011	00011111 0000000010011	0101 011	----	----	----	----	----	----

cluster 1

2

3

4

5

[illegible]

cluster	1	2	3	4	5	6
---------	---	---	---	---	---	---

Bijlage 6:

cluster

1

2

3

4

7

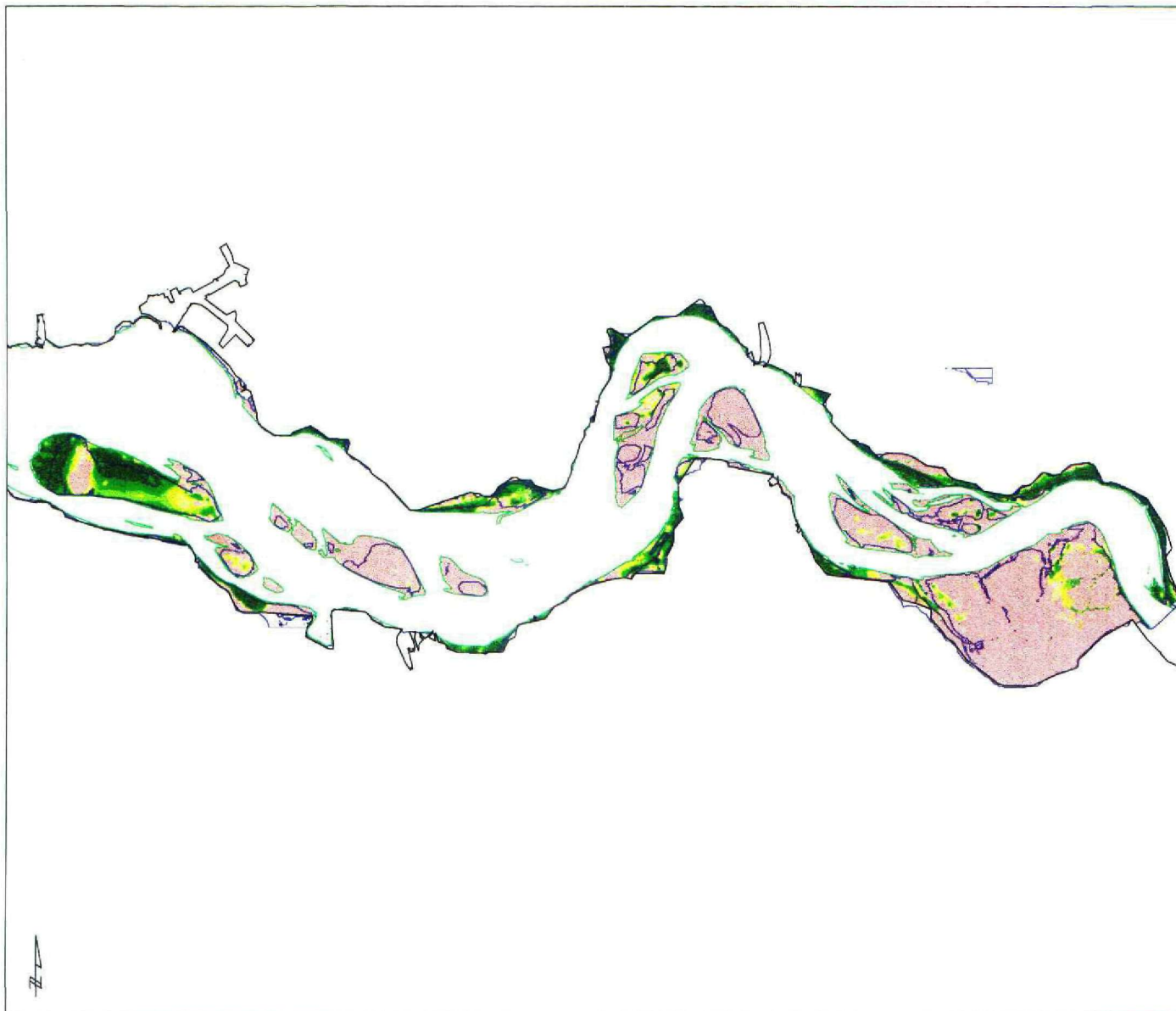
9

Cluster-nr.
biomass[illegible]

Bijlage IX Habitatkaarten vogels

Kluut

habitatkaart



klt1-hab-tot

op basis van:
droogval; slib96; stroom; chl

Legenda

Geschiktheid.



Dieptelijnen.



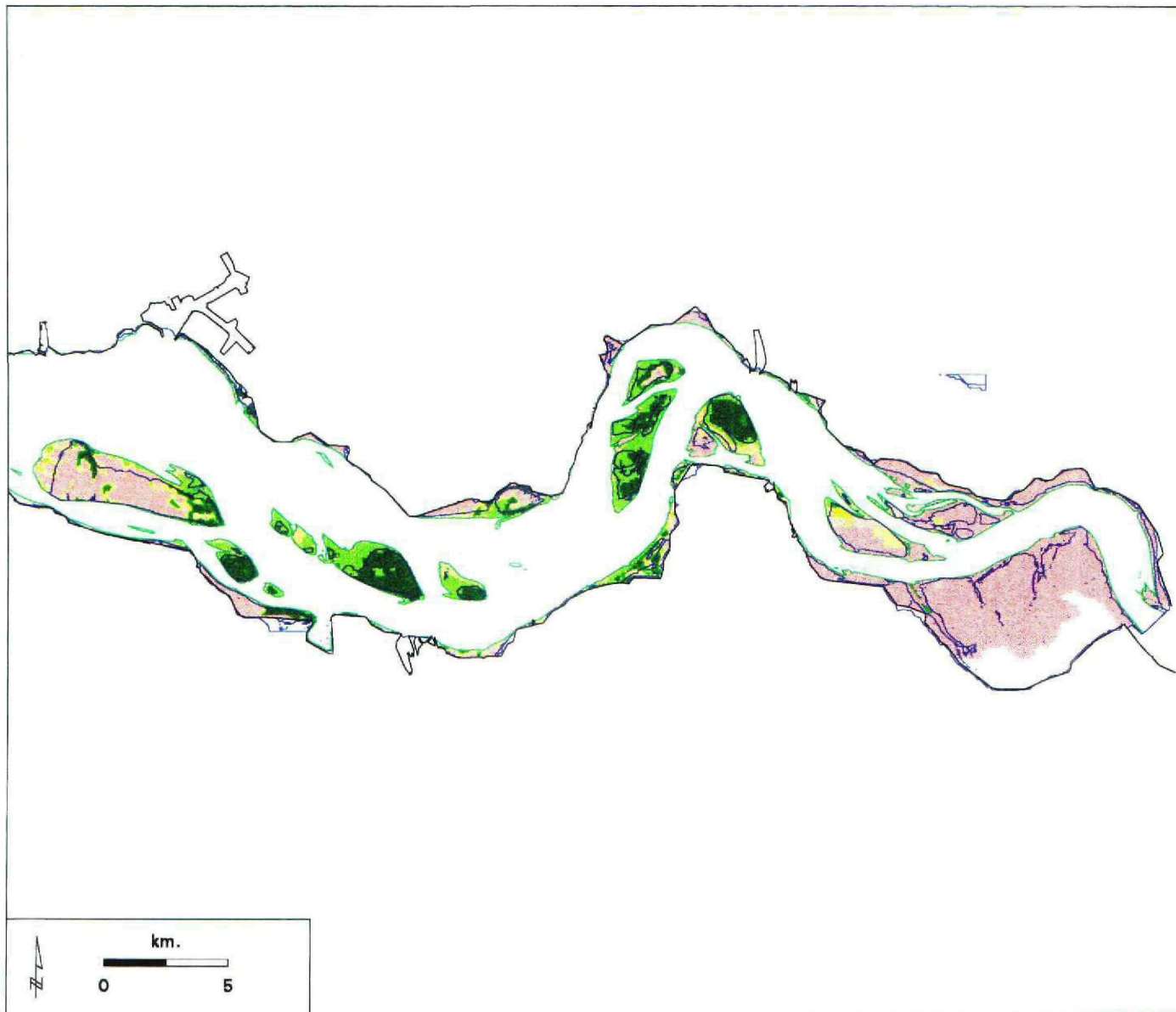
Kartering:
Veldwerk:
Kaartproductie: RIKZ-Haren
Applicatie: Habimap



J. Verschoore 4-6-1998

Drieteenstrandloper

habitatkaart



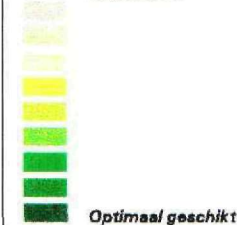
drt2-hab-tot

op basis van:
droogval; slib96; stroom; Chl

Legenda

Geschiktheid.

Ongechikt



Dieptelijnen.

GLW-lijn
NAP-lijn
Dijk-lijn

Kartering:
Veldwerk:
Kaartproductie: RIKZ-Haren
Applicatie: Habimap

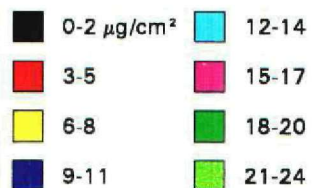
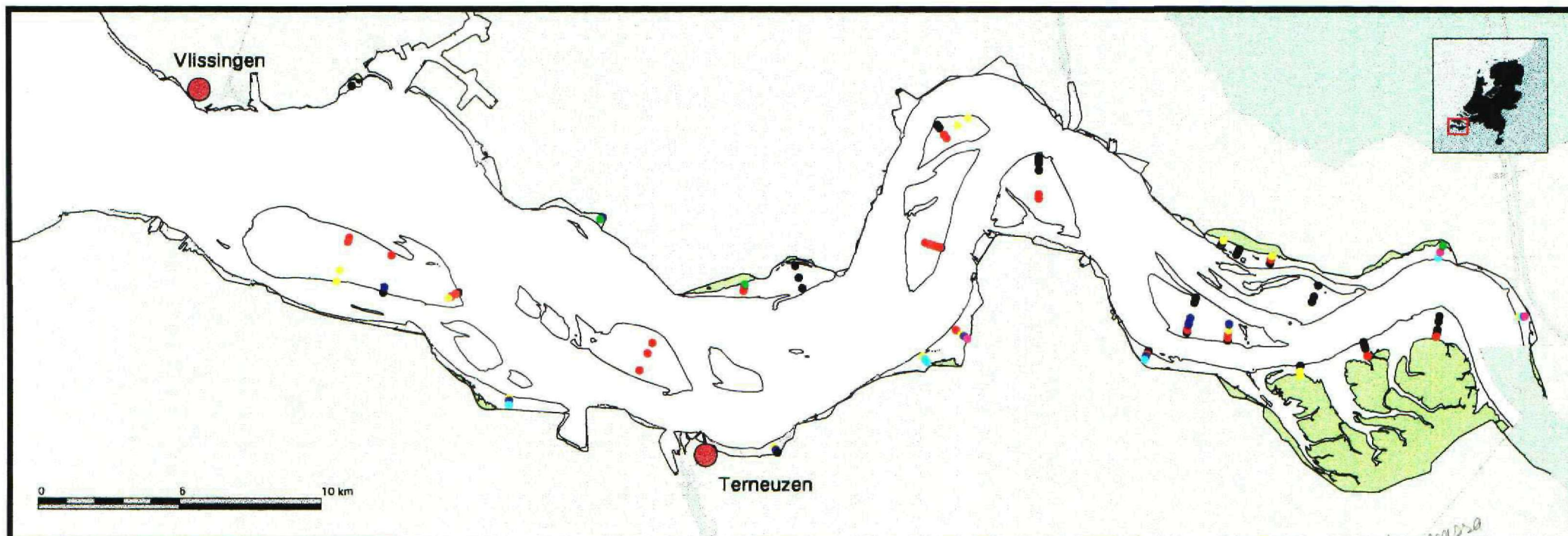


Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 8-6-1998

Bijlage X Diatomeeën verspreidings- en jaarverloopkaart

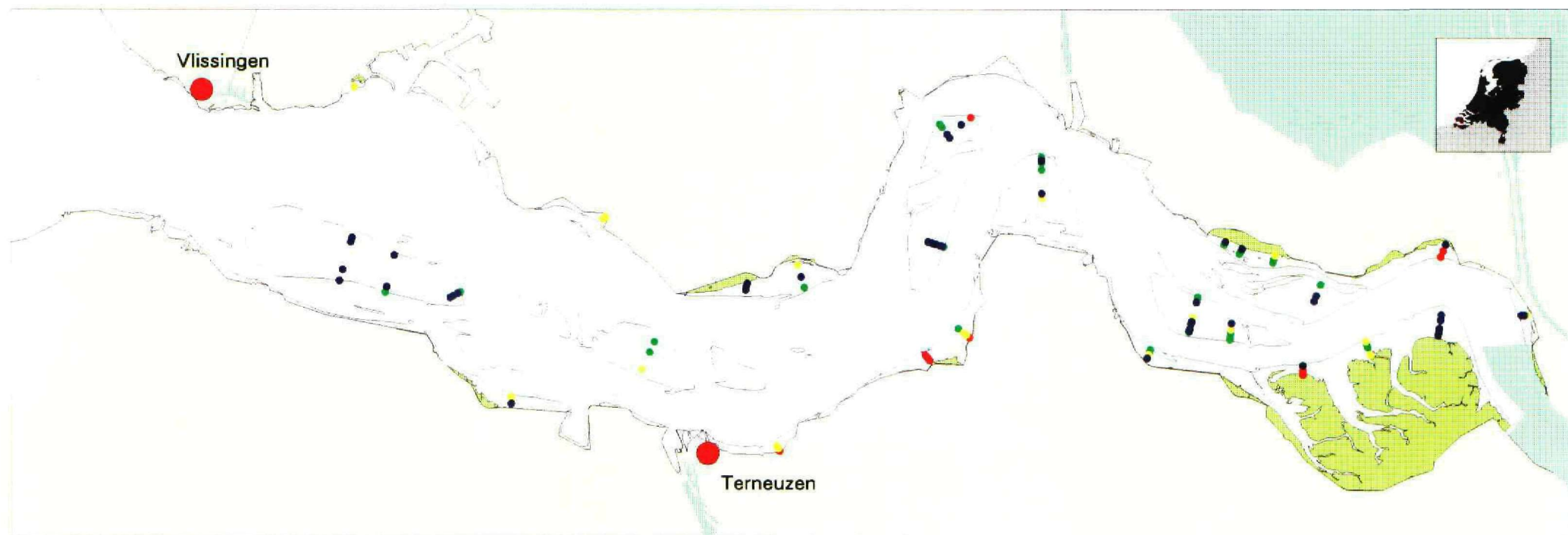


Jaargemiddelde diatomeeën
WESTERSCHELDE

Datum: 03-JUN-1998



H.T. de Haan
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg



- het jaar rond hoog
- een brede zomerpiek
- het jaar rond laag
- een smalle zomerpiek

Diatomee jaarverloop WESTERSCHELDE



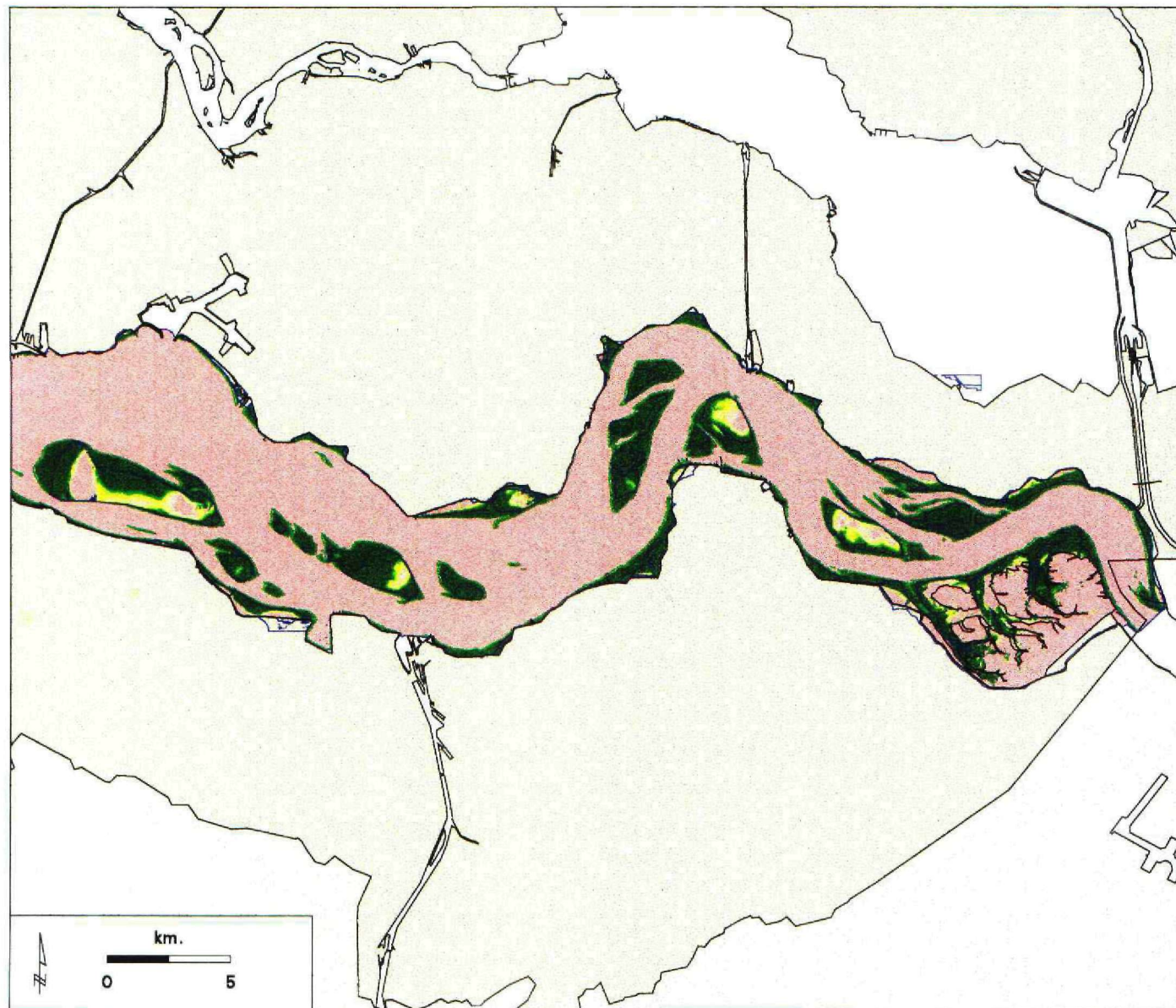
Ing. H.T. de Haan
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee / RIKZ Middelburg

Bijlage XI Habitatkaart diatomeeën

Bijlage XII Monoparametrische geschiktheidskaarten

Kokkel

monoparametrische geschiktheidskaart



kok4-hab-chl

op basis van:
droogvalduur

Legenda

Geschiktheid.



Dieptelijnen.



Kartering:
Veldwerk:
Kaartproductie: RIKZ-Haren
Applicatie: Habimap



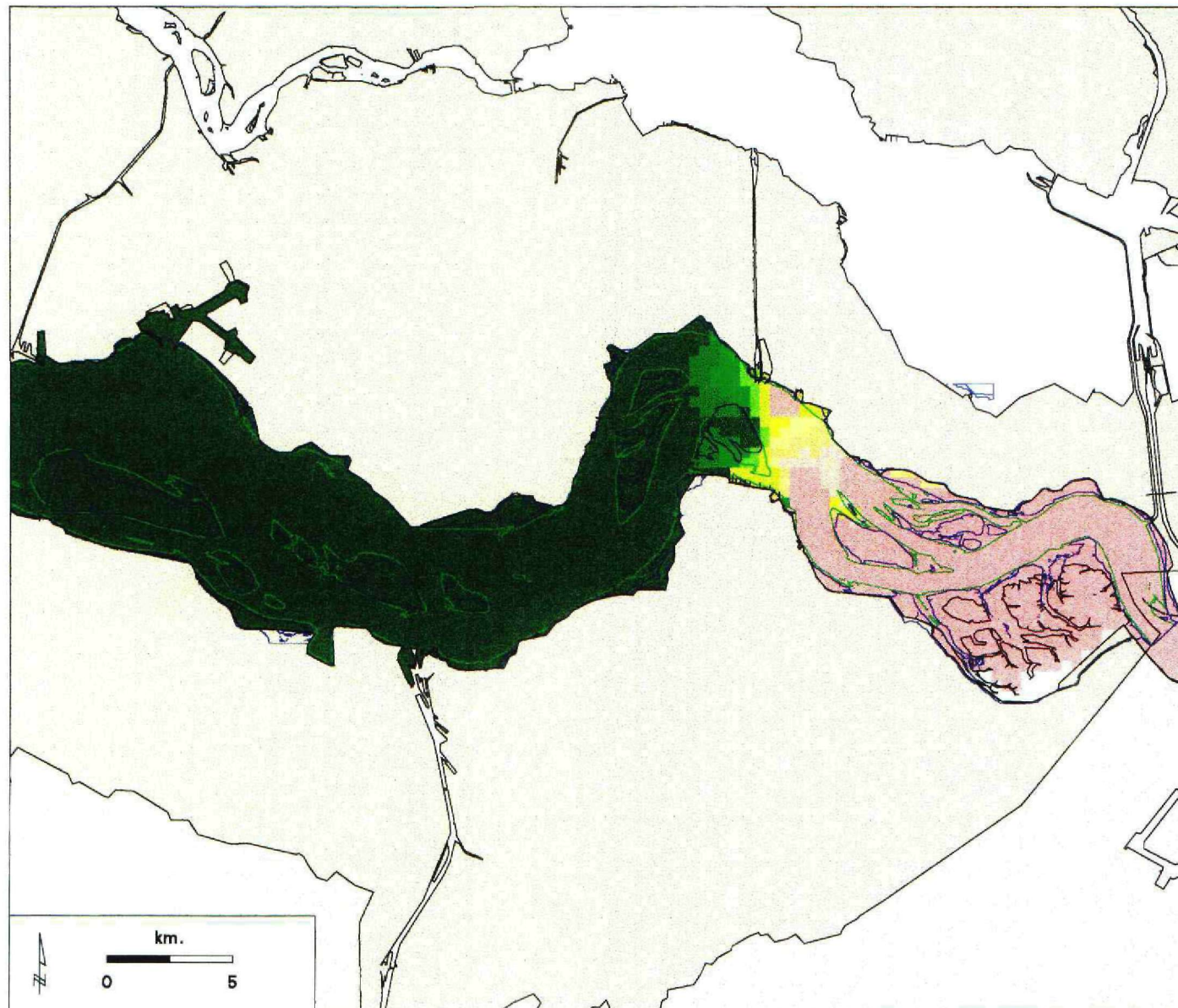
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 5-6-1998

Kokkel

monoparametrische geschiktheidskaart



kok4-hab-chl

op basis van:
chloride

Legenda

Geschiktheid.



Dieptelijnen.



Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap



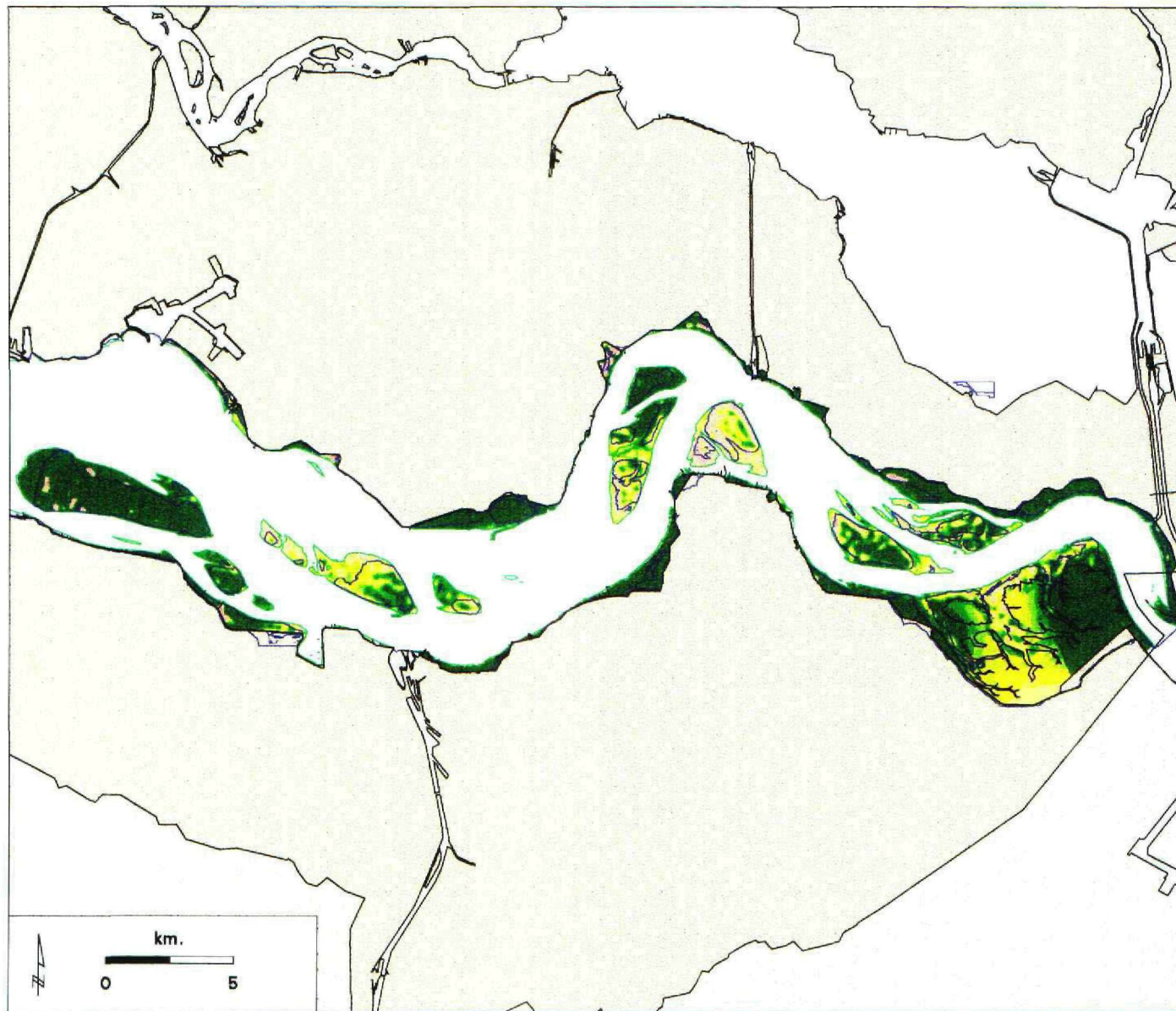
Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 5-6-1998

Kokkel

monoparametrische geschiktheidskaart



kok4-hab-chl

op basis van:
slib

Legenda

Geschiktheid.

Ongeschikt

Optimaal geschikt

Dieptelijnen.

GLW-lijn

NAP-lijn

Dijk-lijn

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap



Rijkswaterstaat

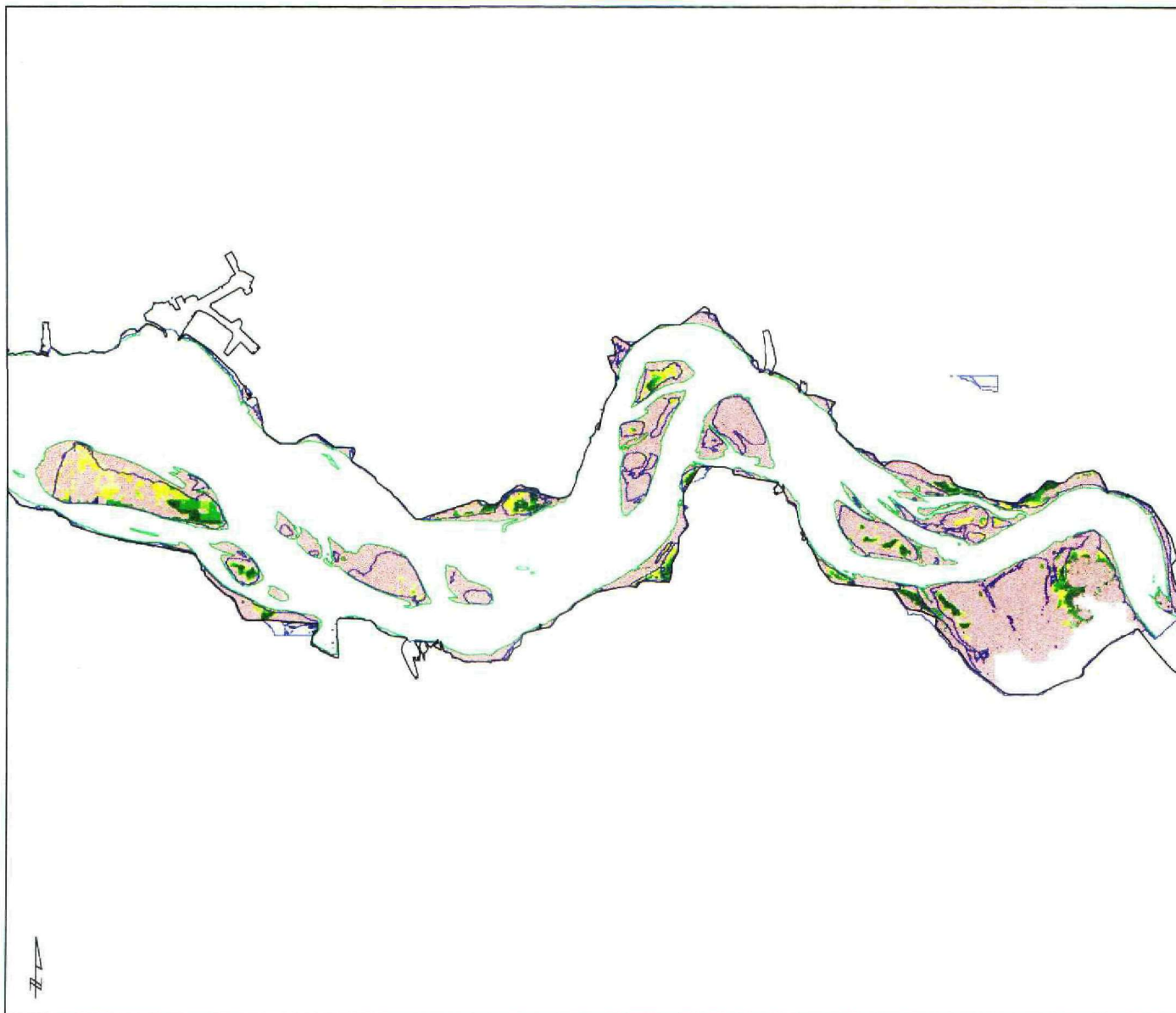
Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 5-6-1998

Bijlage XIII Habitatkaart Zeegras

Zeegras

habitatkaart



zeg3-hab-tot

op basis van:
droogval; stroom; slib96; Chl

Legenda

Geschiktheid.



Dieptelijnen.



Kartering:
Veldwerk:
Kaartproductie: RIKZ-Haren
Applicatie: Habimap



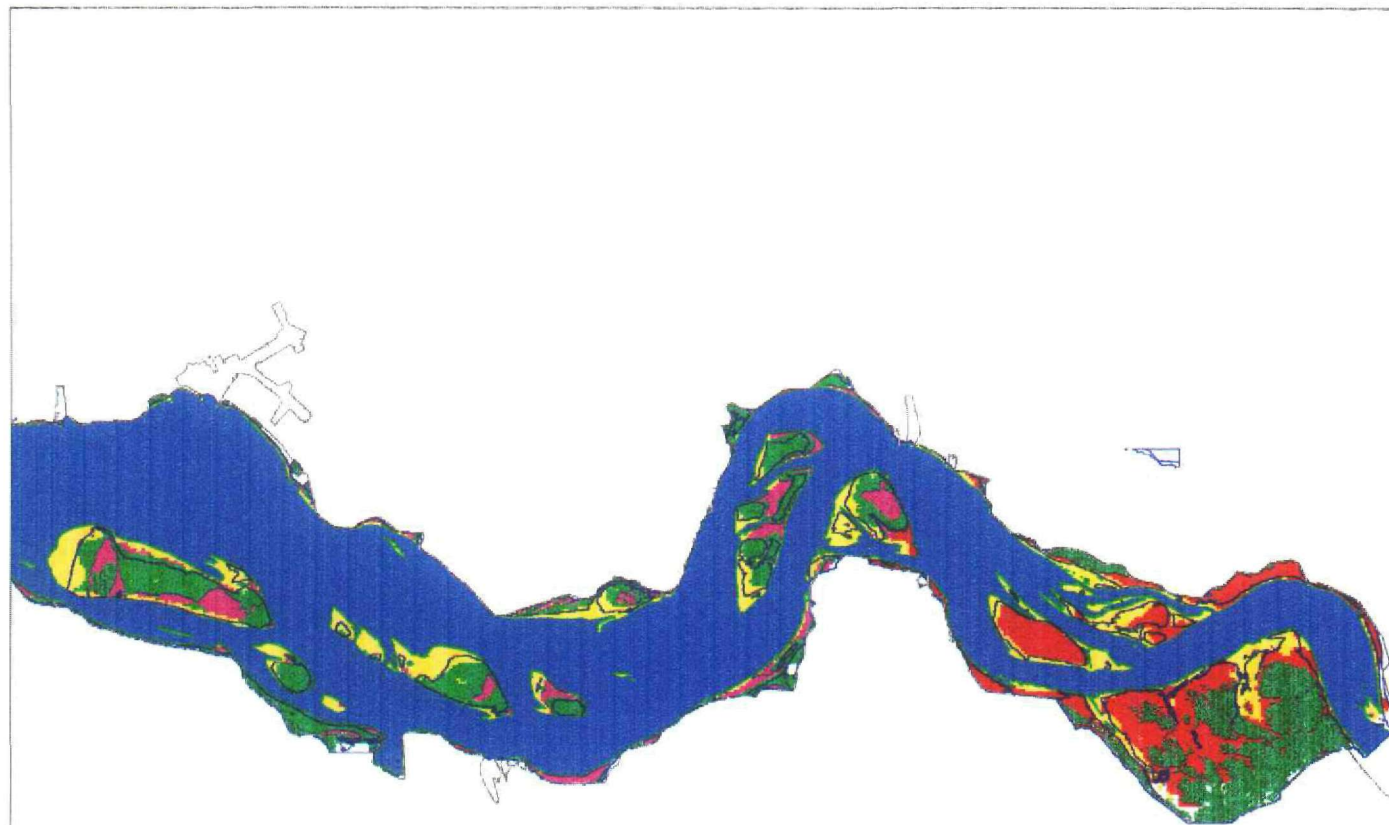
Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 4-6-1998

Bijlage XV Algemene ecotopenkaart

Ecotopenkaart

eco9-fin



Westerschelde

op basis van:
CI-winter; stroom; droogval

Legenda

Ecotopen.

-  *sub littoraal*
-  *laag en midden littoraal, hoog dynamisch*
Bathyporeia-groep (4)
-  *laag en hoog littoraal, laag dynamisch*
Heteromastus en Macoma-groep (1)
-  *midden littoraal, laag dynamisch*
Kokkel-groep (2)
-  *heel littoraal, laag dynamisch*
Corophium en Nereis-groep (3)
-  *Supralittoraal*

Dieptelijnen.

-  *GLW-lijn*
-  *NAP-lijn*
-  *Dijk-lijn*

Kartering:

Veldwerk:

Kaartproductie: RIKZ-Haren

Applicatie: Habimap



Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Kust en Zee

J. Verschoore 16-6-1998