Opdrachtgever:

RIKZ Middelburg

Toepassing van het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES) voor de Waddenzee met behulp van HABITAT

Verslag

december 2004

Z3891

WL | delft hydraulics

Opdrachtgever:

RIKZ Middelburg

Toepassing van het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES) voor de Waddenzee met behulp van HABITAT

Jeroen Wijsman, Lou Verhage

Verslag

december 2004

WL | delft hydraulics

OPDRACHTGEVER:	Rijkswaterstaat / RIKZ
TITEL:	Toepassing van het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES) voor de Waddenzee met behulp van HABITAT

SAMENVATTING:

Door RIKZ is recentelijk het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES) ontwikkeld. Het ZES is onderdeel van het RijksWateren Ecotopen Stelsel (RWES), waarin voor alle soorten rijkswateren (meren, rivieren, kanalen, etc.) ecotopenstelsels zijn uitgewerkt en beschreven. Het ZES ecotopenstelsel kan gebruikt worden als beleidsinstrument om het voorkomen van levensgemeenschappen in en op de bodem van zoute en brakke wateren te voorspellen en te verklaren.

In dit technisch rapport wordt de ZES ecotopenklassificatie uitgewerkt voor de Waddenzee met behulp van HABITAT. Er wordt beschreven hoe de ArcView bestanden dienen te worden bewerkt om te komen tot de basis bestanden (in het *.bil-format) die als invoer kunnen worden gebruikt voor HABITAT. Tevens wordt er uitgebreid beschreven hoe de basiskaarten binnen HABITAT kunnen worden bewerkt om als invoer te dienen voor de ecotopenclassificatie. Ten slotte wordt de Ecotopenkaart van de Waddenzee gepresenteerd en worden de berekende oppervlaktes van de diverse ecotooptypen weergegeven.

Van het totale geclassificeerde 110 885 ha intergetijdengebied in de Waddenzee (zonder vegetatie) wordt 21% gekarakteriseerd als brak en 79% als zoutwater. Bijna 35% van het intergetijdengebied van de Waddenzee behoort (volgens de gehanteerde criteria) tot hoogdynamisch. Deze gebieden liggen voornamelijk aan de randen van de platen langs de geulen. Van de totale Waddenzee oppervlakte van 292 509 ha, kon 12 956 niet aan een habitat worden toegekend omdat de achterliggende gegevens ontbraken. Het betreft hier vooral bathymetriegegevens (en dus ook droogvalduurgegevens) van de hoge delen van het wad waar geen dieptelodingen zijn uitgevoerd. Deze ontbrekende gegevens zouden mogelijk grotendeels kunnen worden opgevuld met de hoogtegegevens uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN)

REFERENTIES:	Opdrachtnummer: 67041317

VER	AUTEUR		DATUM	OPMERK.	REVIEW		GOEDKEURING	
2	Jeroen Wijsman		13 December	Concept	Hans Los		Tom Schilperoort	
	Lou Verhage							

PROJECTNUMMER:	Z3891
TREFWOORDEN:	Ecotopenkaart, Waddenzee, Zoute wateren, HABITAT
AANTAL BLADZIJDEN:	26
VERTROUWELIJK:	☐ JA, tot (datum) ☒ NEE
STATUS:	☐ VOORLOPIG ☐ CONCEPT ☒ DEFINITIEF

Inhoud

1 Inleiding 1

1.1 Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES) 1

1.2 ZES Ecotopenindeling Waddenzee 2

1.3 Gebruik van HABITAT 3

1.4 Leeswijzer 3

2 Kaarten 4

2.1 Basis kaarten 4

2.2 Bewerkingen binnen ArcView 4

2.2.1 Codering van karakter informatie 4

2.2.2 Vastleggen van het rekengebied 5

2.3 Transformaties 6

2.4 Overzicht naamgeving 7

2.5 Kaarten in Habitat 7

2.5.1 Zout 8

2.5.2 Dynamiek 9

2.5.3 Vegetatie 10

2.5.4 Begrenzing 11

2.5.5 Diepte 12

2.5.6 Droogvalduur 13

3 Implementatie in HABITAT 14

3.1 Case Landboundary 14

3.2 Case Vegetatie 15

3.3 Case Zout 17

3.4 Case Hydrodynamiek 18

3.5 Case DiepteDroogval 21

4 Ecotopenkaart Waddenzee 22

5 Referenties 26

1 Inleiding

1.1 Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES)

Door het RIKZ is recentelijk het Zoute wateren EcotopenStelsel[1] (ZES) ontwikkeld. Het ZES is onderdeel van het RijksWateren Ecotopen Stelsel (RWES), waarin voor alle soorten rijkswateren (meren, rivieren, kanalen, etc.) ecotopenstelsels zijn uitgewerkt en beschreven. Het ZES omvat de brakke en zoute rijkswateren: Noordzee, Waddenzee, Eems-Dollard, Westerschelde, Oosterschelde, Noordrand (o.m. Nieuwe Waterweg), het Grevelingenmeer en het Veerse Meer.

De doelstelling van het ontwikkelen van het Zoute wateren EcotopenStelsel is het vervaardigen van een (beleids-)instrument waarmee het voorkomen van levensgemeenschappen in, en vlak boven, de bodem brakke en zoute Rijkswateren
1. in kaart kan worden gebracht
2. voorspeld kan worden wanneer veranderingen in de verdeling van ecotopen zullen optreden als gevolg van inrichtings- en beheersmaatregelen
3. vergeleken kan worden met een situatie in het verleden, bijvoorbeeld bij evaluaties van de effecten van inrichtings- en beheersmaatregelen

De belangrijkste abiotische indelingskenmerken die in het ZES worden gebruikt zijn:
1. Diepte
2. Droogvalduur
3. Dynamiek
4. Sedimentsamenstelling
5. Zoutgehalte

Additioneel kan er informatie worden opgenomen over de ligging en bedekking van schorren, kwelders en zeegrasvelden. Ook kan de locatie van mossel en oesterbanken worden meegenomen.

In de afgelopen jaren is door WL | Delft Hydraulics, in samenwerking met RIKZ en RIZA, het GIS instrument HABITAT ontwikkelt voor het maken van habitat- en ecotopenkaarten. In het kader van het lopende project "Pelagisch Ecotopenstelsel", wil RIKZ ecotopenkaarten maken voor de Waddenzee (inclusief Dollard) de Noordzee (NCP) en de Oosterschelde met behulp van HABITAT (WL | Delft Hydraulics, 2003).

In dit project is een eerste opzet gemaakt voor het maken van ecotopenkaarten voor de Waddenzee.

---

[1] *Een **Ecotopenstelsel** is een classificatiesysteem van ecotopen waarin de van belang zijnde ecotopen in een gebied (watersysteem) op een overzichtelijke wijze gerangschikt zijn. Kenmerkend voor een ecotopenstelsel is dat de indelingskenmerken van het stelsel zijn gekoppeld aan beleids- en beheersmeetregelen. **Ecotopen** zijn ruimtelijk te begrenzen ecologische eenheden, waarvan de samenstelling en ontwikkeling worden bepaald door abitotische, biotische en antropogene condities ter plaatse. Een ecotoop is een herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheid.*

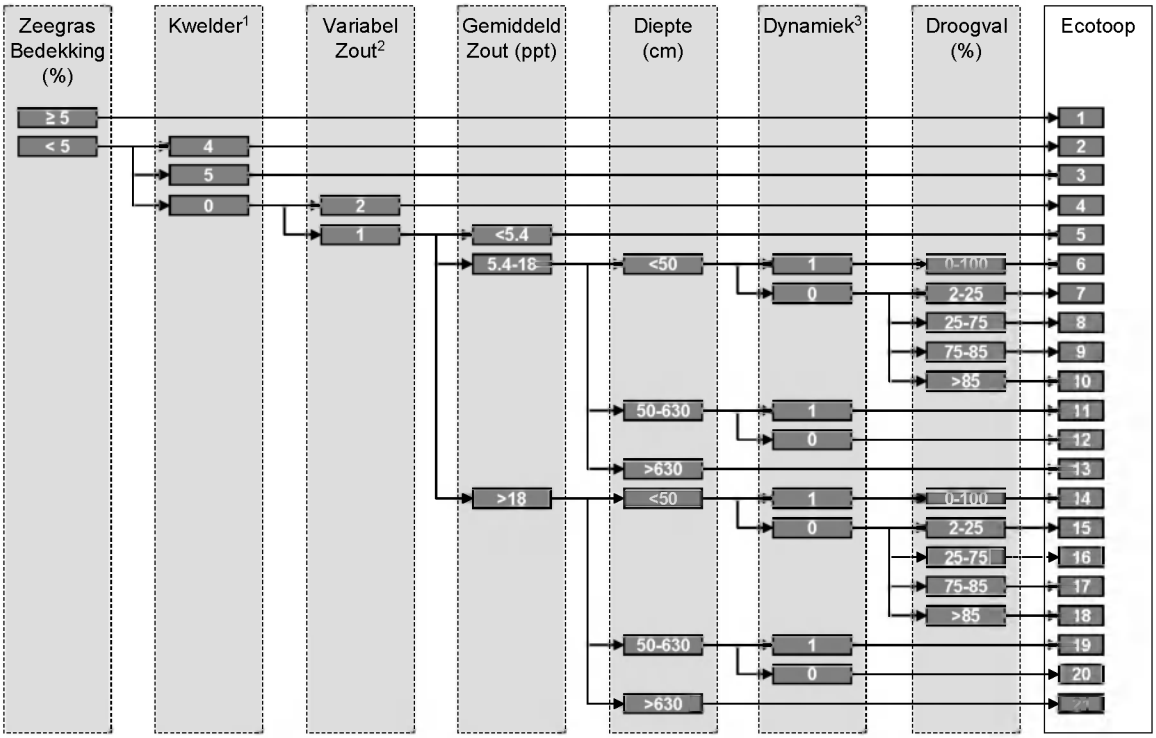
1.2 ZES Ecotopenindeling Waddenzee

Idealiter kan een ecotopenkaart, geclassificeerd volgens het ZES worden gemaakt op basis van 5 onderliggende kaarten met abiotische omgevingscondities:

1. Diepte
2. Droogvalduur
3. Dynamiek
4. Sedimentsamenstelling
5. Zoutgehalte

Voor de Waddenzee zijn deze kaarten niet allemaal direct beschikbaar. De kaart voor dynamiek dient te worden geconstrueerd uit kaarten met modelberekeningen voor stroomsnelheden en golfdynamiek. De slibkaart voor de Waddenzee is zeer "patchy" als gevolg van de beperkte ruimtelijke resolutie en de gebruikte interpolatiemethode om de kaart dekkend te maken voor de gehele Waddenzee. Alternatieven, zoals geomorfologische kaarten om de bodemsamenstelling te reconstrueren zijn voor de Waddenzee niet beschikbaar. Er is daarom in overleg met RIKZ besloten om sedimentsamenstelling vooralsnog niet mee te nemen bij de berekening van de Ecotopenkaart voor de Waddenzee.

De volgende Ecotopenindeling is opgemaakt voor de Waddenzee. In totaal worden er 21 ecotopen onderscheiden.



[1] 4= kwelder, 5 = pionier, 0 = rest
[2] 2 = variabel zout; 1 = weinig variabel zout
[3] 1 = Hoogdynamisch; 0 = Laagdynamisch

Figuur 1 Schematisch overzicht toegepaste ecotopenindeling Waddenzee

1.3 Gebruik van HABITAT

De ecotopenindeling is gemaakt binnen HABITAT versie 1.3.1. In deze versie van HABITAT zitten nog enkele onvolkomenheden die tot problemen leiden bij het maken van ecotopenkaarten. In de nieuwe versie die binnenkort gaat uitkomen zullen deze onvolkomenheden zijn opgelost. Bij de huidige versie (1.3.1) kan een ecotopenindeling slechts een maal gemaakt worden. Als je veranderingen wilt toepassen nadat een ecotopenindeling is opgeslagen krijg je de foutmelding: *expect element 'bp_0' to include element 'VARIABELE'*. Verder kan een ecotopenindeling maximaal bestaan uit 20 regels. In deze huidige classificatie bestaat de indeling uit 51 regels. In deze studie is de ecotopenindeling daarom opgesplitst in drie delen. De drie ecotopenkaarten worden vervolgens samengevoegd tot een ecotopenkaart. Het is ook niet mogelijk om binnen een case de resultaten van een model te gebruiken als invoer voor een tweede model (bijvoorbeeld de resultaten van de zoutberekening als invoer voor de ecotopen indeling). Er is daarom besloten om ieder model in een aparte case te zetten.

HABITAT maakt gebruik van *.bil files als invoer. Dit zijn binaire gridbestanden. Oorspronkelijk was de bedoeling de berekeningen uit te voeren op een 20×20 meter grid. Het gehele rekengebied beslaat in dat geval dan $3.6\ 10^7$ gridcellen, en de *.bil bestanden $4 \times 3.6\ 10^7 = 144$ Mb per stuk. Om de Ecotopenindeling te volbrengen is er 27×144 Mb is er bijna 4 Gb aan ruimte nodig op de harde schijf. Ook vraagt de indeling veel van het geheugen van de pc, waardoor de berekeningen niet op een eenvoudige desktop PC zijn uit ge voeren. Om deze problemen te overkomen zijn de berekening uitgevoerd op een 100×100 meter grid.

Zodra de nieuwe versie van HABITAT gereed en getest is, zal het XML-bestand van deze ecotopenklassificatie worden aangepast en kunnen worden geïnstalleerd bij RIKZ in Middelburg.

1.4 Leeswijzer

Het huidige rapport is een technisch document. Het doel van dit document is een overzicht te geven van de stappen en de keuzes die zijn gemaakt bij het maken van de ecotopenkaarten voor de Waddenzee met behulp van HABITAT. In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven hoe de basiskaarten die zijn gemaakt. In hoofdstuk 3 wordt uitgelegd hoe de ecotopenindeling uit Figuur 1 is geïmplementeerd in HABITAT. Ten slotte wordt in hoofdstuk 4 het resultaat van de ecotopenindeling gepresenteerd.

2 Kaarten

2.1 Basis kaarten

Door RIKZ zijn diverse kaarten aangeleverd die aan de basis staan van de ecotopenclassificatie. De bestanden zijn onder te verdelen in Grid bestanden en Coverages (polygonen). Alle kaarten zijn in ArcView ingelezen en omgezet naar ASCII-grid bestanden:

Tabel 1: Overzicht van de GIS-bestanden die door RIKZ zijn aangeleverd

Naam	Omschrijving	Soort
b88_clnn	Zoutkaart voor nat jaar, natte periode (modelberekening)	Grid
b92g_cldd	Zoutkaart voor droog jaar, droge periode (modelberekening)	Grid
golfwad2003	Golf energie (modelberekening)	Grid
grokwe2003nn	Bedekkingsgraad zeegras op de Groningse kwelders (cartering)	Coverage
honpap2003	Bedekkingsgraad zeegras op de Hond-Paap (cartering)	Coverage
hoorn_2003	Bedekkingsgraad zeegras bij Terschelling (cartering)	Coverage
Nederland3	Topografische kaart Nederland	Coverage
Stroomwad2003	Stroomsnelheden (modelberekening)	Grid
Wad02_drog20	% droogvalduurkaart (modelberekening, gebaseerd op dieptekaart wadgrd_9702)	Grid
wadgrd_9702	Diepte kaart voor 1997-2002 (cartereing), interpolatie van de lodingsgegevens	Grid
kwelwadtot	Vegetatiekaart van de kwelders	Shape file

De Gridkaarten beslaan niet hetzelfde gebied en hebben niet dezelfde resolutie (of gridgrootte). Hieronder zijn links, rechts, boven en onder de begrenzingen weergegeven in het gebruikte coördinatenstelsel. Tevens is de celgrootte weergegeven.

Tabel 2: Overzicht van de gebiedsgrenzen en celdimensies van de grid bestanden uit Tabel 1

Naam	Begrenzing				Cel
	Links	rechts	boven	onder	grootte(m)
b88_clnn	97065.3594	279765.35	642812.437	541912.4373	100
b92g_cldd	97065.3594	279765.35	642812.437	541912.4373	100
golfwad2003	100000.0	280000.0	620000.0	540000.0	100
Stroomwad2003	100000.0	280000.0	620000.0	540000.0	500
Wad02_drog20	100000.0	280000.0	640000.0	537500.0	20
wadgrd_9702	100000.0	280000.0	640000.0	537500.0	20

2.2 Bewerkingen binnen ArcView

2.2.1 Codering van karakter informatie

In de **.bil* bestanden binnen HABITAT kan alleen met numerieke waarden worden gewerkt. In twee informatie bronnen *Nederland3* en *Kwelwadtot* is karakter informatie aanwezig. In ArcView zijn de tabellen uitgebreid met een nieuw veld waarin codering is opgenomen. Deze codering is gebruikt voor de informatie in het afgeleide grid.

In Tabel 3 en Tabel 4 zijn de numerieke coderingen aangegeven van de informatie in respectievelijk *Nederland3* en *Kwelwadtot*

Tabel 3: Codering van de karakter informatie naar numerieke informatie van Nederland3

Topologie	Nrtopo
België	0
binnenwater	1
buitenwater	2
Duitsland	3
kwelder	4
Nederland	5
plaat	6
stad	7

Tabel 4: Codering van de karakter informatie naar numerieke informatie van "*Kwelwadtot*"

kwelder	type
leeg	0
duin	1
gras	2
kaal	3
kwelder	4
pionier	5
strand	6
vallei	7
water	8

In twee zeegras coverages, honpap2003 en hoorn_2003, is geen directe informatie beschikbaar over de bedekkinggraad van zeegras. In de coverage grokwe2003nm is dat wel beschikbaar in het veld *Zostot*. Door RIKZ is een tabel geleverd (Tabel 5) waarmee de codes voor Bzeegr in honpap2003 en hoorn_2003 zijn om te zetten in bedekkingsgraad Deze omzetting is gedaan in ArcView.

Tabel 5: Codering van de parameter *Bzeegr* naar *bedekkingsgraad*.

Bzeegr	Bedekkingsgraad (%)
0	0
1	3.5
2	12.5
3	30
4	50
5	70
6	90

2.2.2 Vastleggen van het rekengebied

Alle informatie staat in een rechthoekig grid, echter het interesse gebied, de Waddenzee, is geen rechthoekig gebied. Om in HABITAT de berekeningen te beperkten tot het doelgebied (de Waddenzee) is er een bestand aangemaakt die de contouren van de Waddenzee aangeeft.

De volgende acties zijn hiervoor uitgevoerd:
Er is aan de tabel van *Nederland3* een veld toegevoegd met de naam *Wad*. In dit veld is een 1 geplaatst als de polygoon tot het wad behoort en -999 als het niet tot het wad behoort. Tot het wad behoren de volgende soorten uit het veld *Topologie*:

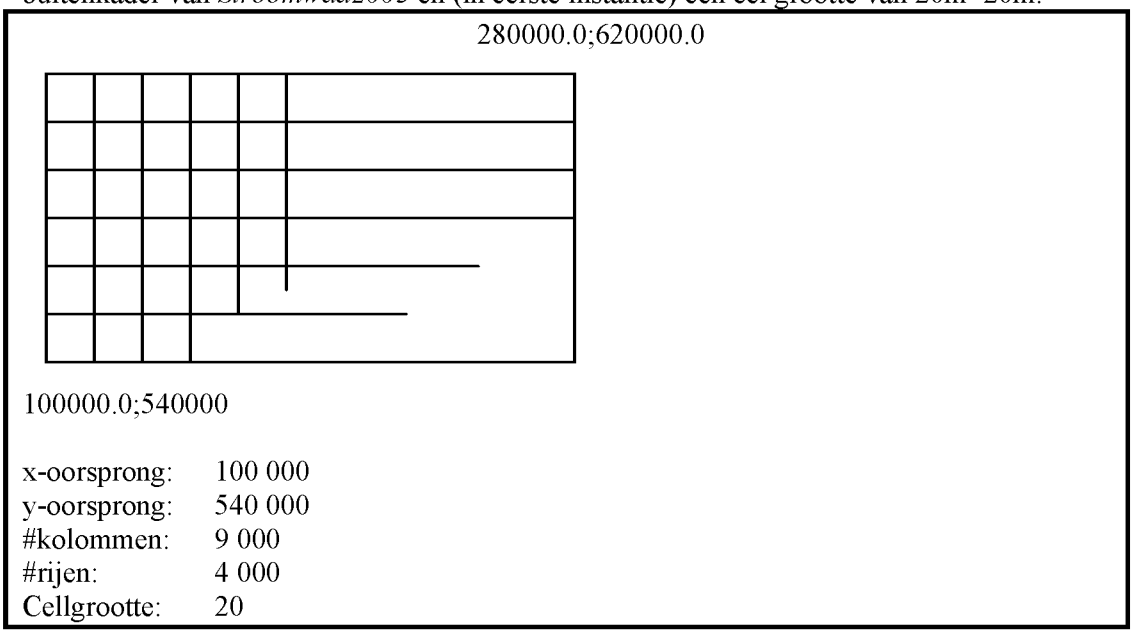
- buitenwater
- plaat
- kwelder

Vervolgens is er in ArcView een thema toegevoegd waarin een polygoon is getekend die grofweg de Waddenzee bevat en waar speciale aandacht is besteed aan de gaten tussen de eilanden door hier de polygoon zo nauwkeurig mogelijk te tekenen. Vervolgens is aan de binnenkant van de polygoon de waarde 1 toegekend; alles daarbuiten heeft automatisch de nodata waarde. Dit thema is bewaard als een shape file met de naam *Landbound*.
Vervolgens zijn twee vergriddingen uitgevoerd naar het basis grid voor het veld *Wad* in *Nederland3* en voor het veld *Id* in *Landbound*.

Deze twee zijn weer omgezet naar bil files zoals eerder beschreven voor coverages en shape files. De namen hiervan zijn respectievelijk: *Ned1.bil* en *Wad.bil*.

2.3 Transformaties

In HABITAT moet alle informatie voor berekeningen op hetzelfde grid zijn afgebeeld (zelfde oorsprong ofwel lower left corner en dezelfde celgrootte). Gekozen is voor het buitenkader van *Stroomwad2003* en (in eerste instantie) een cel grootte van 20m×20m.



Figuur 2 Schematisch overzicht van het gekozen basisgrid

Om gebruikt te kunnen worden binnen HABITAT dienen de basiskaarten te worden omgezet naar het bovenstaande basisgrid. Daarvoor zijn diverse transformaties nodig.

Coverages en shape file omzetten naar Grids
De Coverages en de shape file zijn omgezet naar een Ascii-gridbestand met behulp van de ArcView functie “Convert to Grid”, waarbij het buitenkader van *Stroomwad2003* is gebruikt en een cel grootte 20.

Grids omzetten naar ASCII files
Alle informatie is nu beschikbaar in grids die vervolgens zijn geëxporteerd binnen ArcView naar files van het type ASCII: filename.asc. De informatie die in een coverage of een shape file is toegeleverd zijn nu afgebeeld op het basisgrid. De kaarten die als Grid bestanden zijn aangeleverd zijn niet afgebeeld op het basisgrid en dienen nog te worden getransformeerd. Deze transformatie is uitgevoerd met behulp van het programma *HabitoolGridCreate* om de informatie af te beelden op het basis grid.

ASCII files omzetten naar bil files
Voor alle bestanden zijn nu ASCII-gridfiles beschikbaar, gebaseerd op het standaardgrid. Deze kaarten zijn omgezet in binaire gridbestanden (filename.bil) met behulp van de menu-optie "Tools>Kaartomzetting" binnen HABITAT. De basis invoerkaarten zijn nu beschikbaar voor HABITAT om te worden gebruikt binnen de classificatie.

In HABITAT is een berekening uitgevoerd met deze twee bil files (*Ned1.bil* en *Wad.bil*) waaruit het definitieve begrenzingsgebied: *Landboundary.bil* is ontstaan.

2.4 Overzicht naamgeving

In de verschillende stadia van de transformaties en bij de speciale acties zijn allerlei files ontstaan. In deze paragraaf wordt de naamgeving hiervan overzichtelijk weergegeven.
Als een coverage of een shape file in ArcView wordt vergrid dan worden de waarden van 1 veld gebruikt, de gebruiker bepaald dat zelf. In het overzicht wordt dit veld genoemd.

Tabel 6: Overzicht van de naamgevingen die gebruikt zijn bij het maken van de basiskaarten.

basis	**vergridden**		**Met ArcView naar ASCII**	**met Habitoolgridcreate naar ASCII**	**bil**
naam	naam	veld	naam	naam	naam
b88_clnn	-	-	b88_clnn	b88	b88
b92g_cldd	-	-	b92g_cldd	b92g	b92g
golfwad2003	-	-	golfwad2003	golfwad	golfwad
grokwe2003nn	grokwe1	Zostot	grokwe1	-	grokwe1
honpap2003	honpap1	Zostot	honpap1	-	honpap1
hoorn_2003	hoorn1	Zostot	hoorn1	-	hoorn1
Nederland3	Ned1	wad	Ned1	-	Ned1
Stroomwad2003	-	-	Stroomwad2003	stroomwad	stroomwad
Wad02_drog20	-	-	Wad02_drog20	wad02	wad02
wadgrd_9702	-	-	wadgrd_9702	wadgrd	wadgrd
kwelwadtot	kwelwadtot	type	kwelwad2	-	kwelwad2
landbound	landboundary	id	wad	-	wad

2.5 Kaarten in Habitat

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de basiskaarten zoals ze gebruikt worden in HABITAT.

Tabel 7: Basiskaarten die gebruikt worden als invoer voor HABITAT. Voor iedere kaart is de onder en bovengrens van de waarde aangegeven

basis informatie	ondergrens	bovengrens
wad02_drog20	0	100
wadgrd_9702[1]	-2732	5126
stroomwad2003	.009	2.054
golfwad2003	-.01	1.59
b88_clnn	-1	34.901
b92g_cldd	-1	34.9
hoorn_2003	3.5	90
honpap_2003	3.5	30
grokwe2003nm	1	60
Wad	1	1
Ned1	1	1
Kwelwad2	0	8

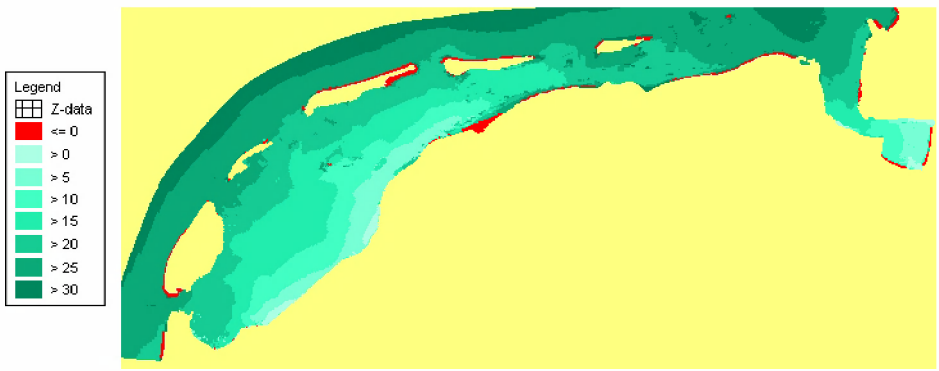
[1] negatieve waarden: boven NAP, positieve waarden onder NAP.

Alle basis .bil bestanden zijn in met behulp van HABITAT gevisualiseerd. In de volgende paragrafen wordt er een overzicht gegeven van de basis bestanden.

2.5.1 Zout

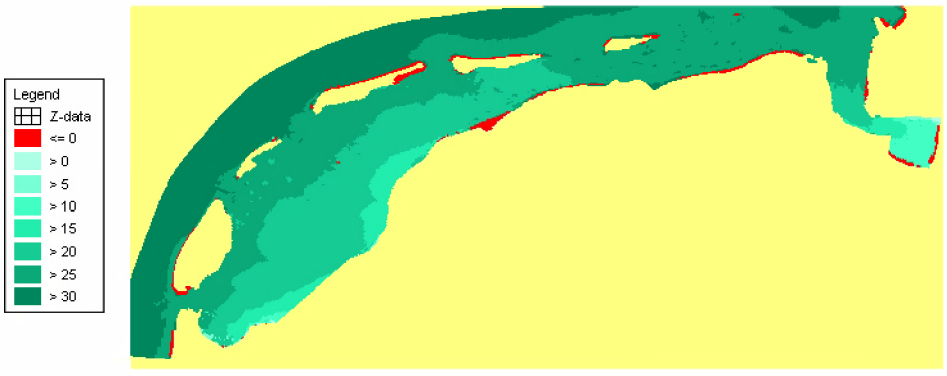
Voor zout zijn er 2 basiskaarten (zie: Jager & Bartels, 2002): Een zoutkaart met het gemiddelde zoutgehalte in een natte periode in een nat jaar (*B88.bil*) en een zoutkaart voor een droge periode in een droog jaar (*B92g.bil*). In beide kaarten zijn gebieden waar negatieve (-1) zoutconcentraties zijn berekend (weergegeven in rood).Deze negatieve waarden zijn in de ecotopenclassificatie opgevat als ontbrekende waarden. In geel zijn de overige ontbrekende waarden weergegeven.

Zoutkaart nat jaar, natte periode



Figuur 3 B88.bil. Zoutconcentratie in een natte periode van een nat jaar. Alle gele cellen zijn missing values.

Zoutkaart droog jaar, droge periode

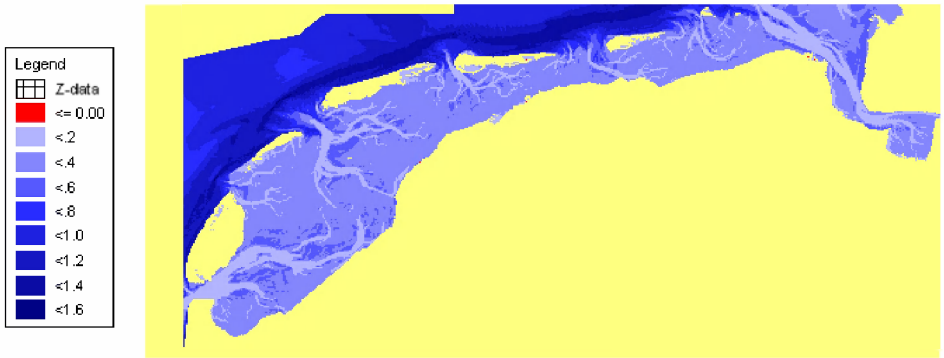


Figuur 4 B92g.bil. Zoutconcentratie in een droge periode van een droog jaar. Alle gele cellen zijn missing values.

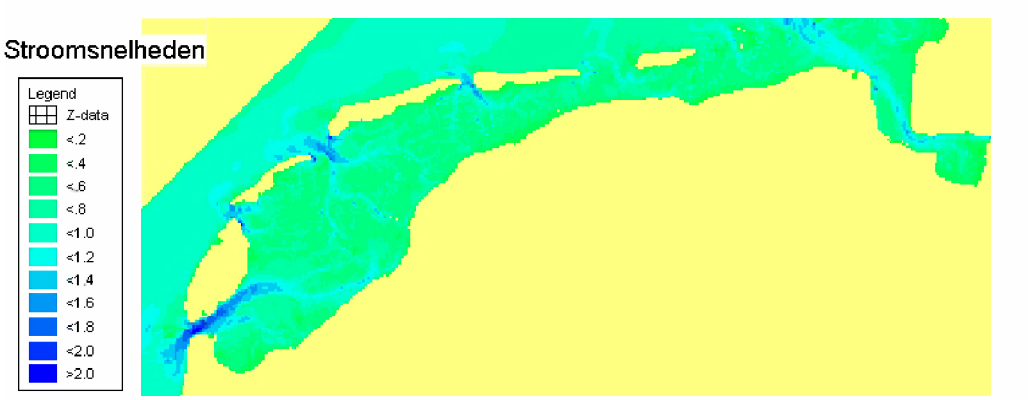
2.5.2 Dynamiek

Er zijn twee kaarten die betrekking hebben op de hydrodynamische condities in de Waddenzee: Golfdynamiek (*golfwad.bil*) en stroomsnelheden (*stroomwad.bil*). Beide kaarten zijn berekend voor stormomstandigheden met wind uit 4 richtingen, zoudwest (Beaufort 9), west (Beaufort 9), noordwest (Beaufort 8) en noordoost (Beaufort 7).

Golfenergie



Figuur 5 Golfwad.bil. Golfenergie in de Waddenzee. Golfenergie in de Waddenzee is aanzienlijk lager dan op de Noordzee. Binnen de Waddenzee is de golfenergie in de geulen lager dan aan de rand van de geulen.



Figuur 6 Stroomwad.bil. Stroomsnelheden in de Waddenzee. Op de platen zijn de stroomsnelheden lager dan in de geulen.

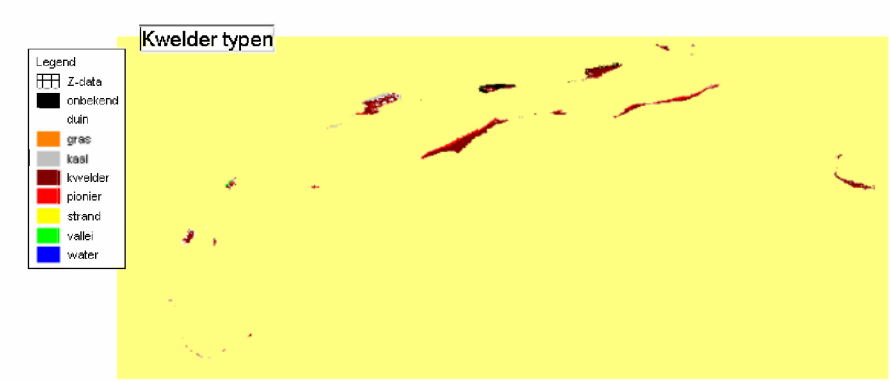
2.5.3 Vegetatie

Er zijn twee type vegetatiekaarten opgenomen in de ecotopenindeling: Zeegras en Kwelders. Voor zeegras zijn er 3 kaarten die aangeven waar zeegras in de Waddenzee voorkomt: beschikbaar *Hoorn1.bil*, *Grokwe1.bil* en *Honpap.bil*. Deze kaarten geven het percentage bedekking met zeegras weer. De kwelders zijn opgenomen in de kaart *Kwelwad2.bil*. Kwelders zijn weergegeven met code 4 en pioniervegetatie is weergegeven met code 5. De kaarten zijn gekarteerd op basis van luchtfoto-interpretatie en veldwerk in het kader van het Biologisch Monitorprogramma van RWS, MWTL. De zeegraskaart is uit 2003, de kwelderkaart is gebaseerd op meerdere jaren.

Figuur 7 Grokwe1.bil. Bedekking (%) zeegras op de Groninger Kwelders in 2003.

Figuur 8 Honpap1.bil. Bedekking (%) zeegras op de Hond-Paap in 2003.

Figuur 9 Hoorn1.bil. Bedekking (%) zeegras bij Terschelling in 2003.



Figuur 10 Kwelwad2.bil.Kaart met Kweldertypen in de WaddenzeeBedekking (%) zeegras bij Terschelling in 2003.

2.5.4 Begrenzing

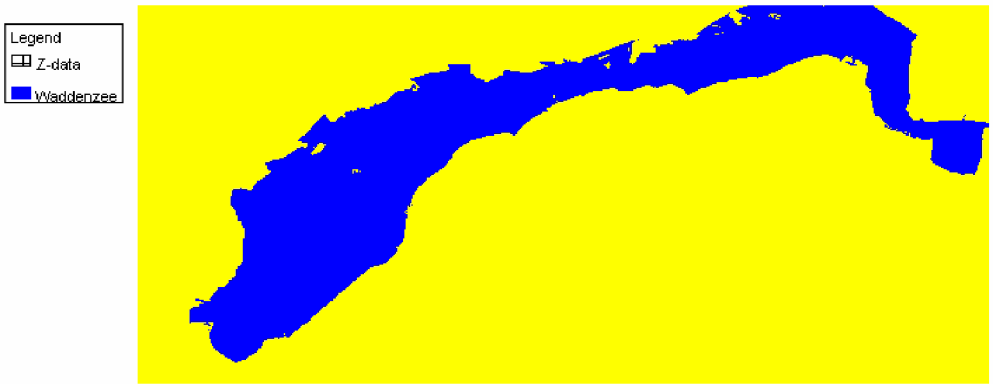
De volgende acties zijn uitgevoerd om tot de begrenzing van de Waddenzee te komen. Aan de tabel van *Nederland3* een veld toegevoegd met de naam *Wad*. In dit veld is een 1 geplaatst als de polygoon tot het wad behoort en -999 als het niet tot het wad behoort. Tot het wad behoren de volgende soorten uit het veld *Topologie*:

- buitenwater
- plaat
- kwelder

Vervolgens is er in ArcView een thema toegevoegd waarin een polygoon is getekend die grofweg de Waddenzee bevat en waar speciale aandacht is besteed aan de gaten tussen de eilanden door hier de polygoon zo nauwkeurig mogelijk te tekenen. Vervolgens is aan de binnenkant van de polygoon de waarde 1 toegekend; alles daarbuiten heeft automatisch de nodata waarde. Dit thema is bewaard als een shape file met de naam *Landbound*. Vervolgens zijn twee vergriddingen uitgevoerd naar het basis grid voor het veld *Wad* in *Nederland3* en voor het veld *Id* in *Landbound*.

Deze twee zijn weer omgezet naar bil files zoals eerder beschreven voor coverages en shape files. De namen hiervan zijn respectievelijk: *Ned1.bil* en *Wad.bil*. De uiteindelijke begrenzing van de Waddenzee (Landboundary.bil) is gemaakt door combinatie (vermenigvuldiging) van *Wad.bil* en *Ned1.bil*.

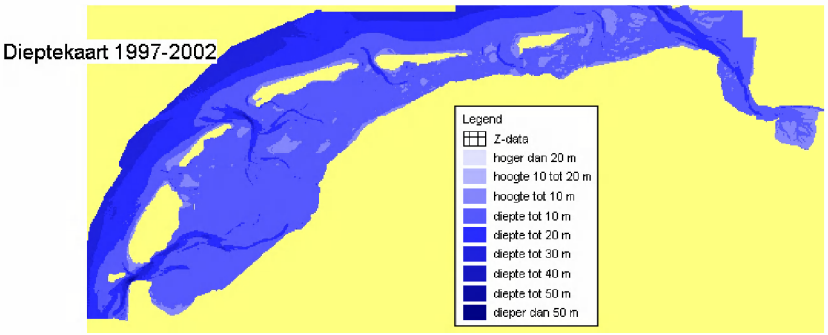
Landboundary Waddenzee



Figuur 11 Landboundary.bil.Kaart met de begrenzing van de Waddenzee. Deze kaart is gemaakt door combinatie van wad.bil en ned1.bil.

2.5.5 Diepte

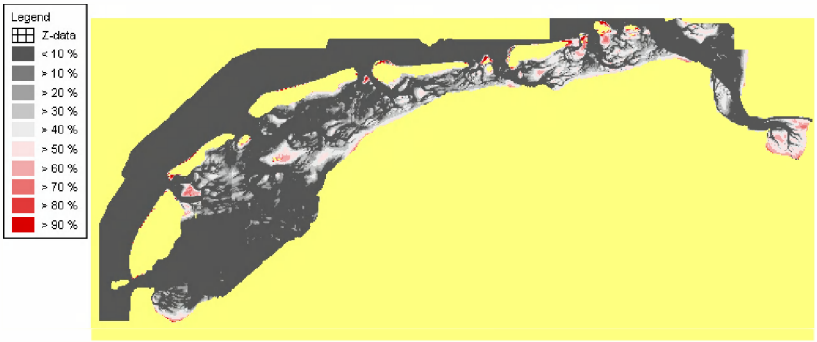
De diepte kaart is gebaseerd op lodingen van RWS in de periode 1997-2002, waarna de lodingsgegevens zijn geïnterpoleerd met behulp van het programma digipol.



Figuur 12 Wadgrd.bil.Kaart met dieptes (cm t.o.v NAP) in de Waddenzee.

2.5.6 Droogvalduur

De droogvalduur kaart die door RIKZ is aangeleverd is gebaseerd op de dieptekaart 1997-2002 waarbij de droogvalduur (%) is berekend voor gemiddeld getij met behulp van een sinus functie.



Figuur 13 Wad02.bil.Kaart met droogvalduur (%) in de Waddenzee.

3 Implementatie in HABITAT

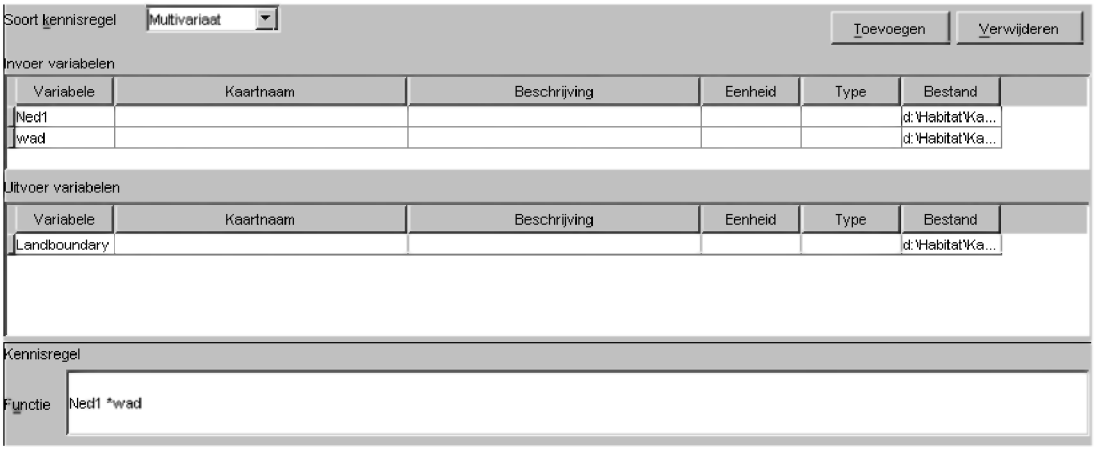
Om uiteindelijk een ecotopenclassificatie te kunnen maken zijn er voorbewerkingen nodig op de nu beschikbare basiskaarten. Deze voorbewerkingen worden uitgevoerd binnen HABITAT. In dit hoofdstuk worden deze bewerkingen op een rij gezet. De kaarten die het resultaat zijn van deze bewerkingen zijn in de directory \Tussenkaarten\ geplaatst.

De voorbewerkingen zijn in HABITAT gedefinieerd in 5 cases:
1. Landboundary
2. Vegetatie
3. Zout
4. Hydrodynamiek
5. DiepteDroogval

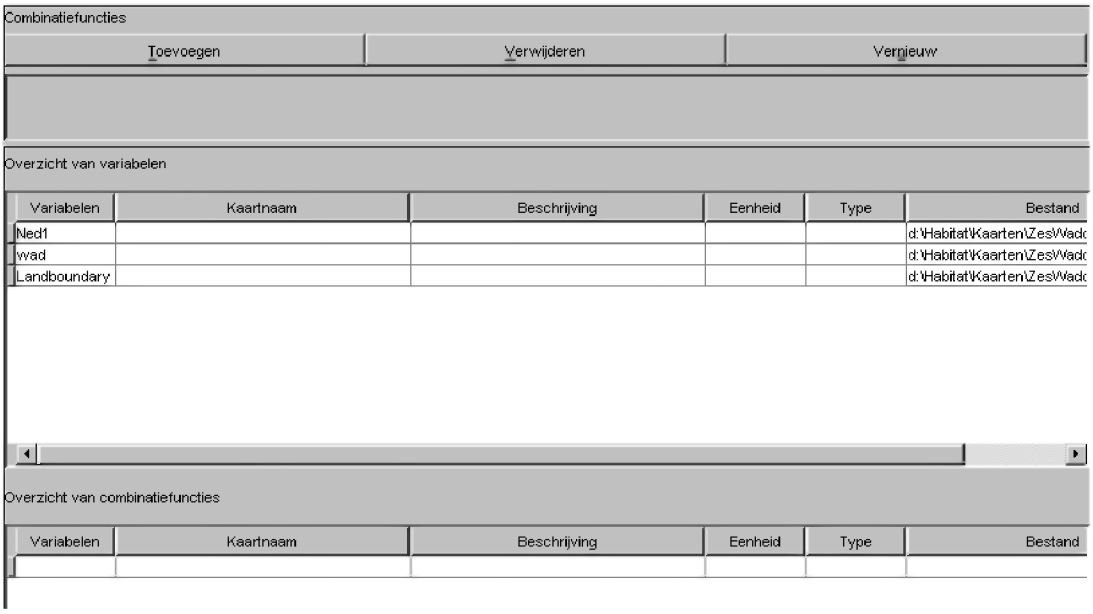
Iedere case bestaat uit 1 of meerdere modellen en ieder model bestaat weer uit een of meer kennisregels. In de volgende paragrafen worden voor iedere case eerst de kennisregels beschreven en vervolgens de modellen waarin de kennisregel al dan niet worden gecombineerd.

3.1 Case Landboundary

De gebiedsbegrenzing is berekend binnen de case "*Landboundary*" Het model Wadden bestaat uit een kennisregel (Wadkaarten) De Kaarten *Ned1.bil* en *wad.bil* worden hiertoe met elkaar vermenigvuldigd.



Figuur 14 Screendump HABITAT. Kennisregel "Wadkaarten" binnen het model "Wadden".



Figuur 15 Screendump HABITAT model Waddenzee

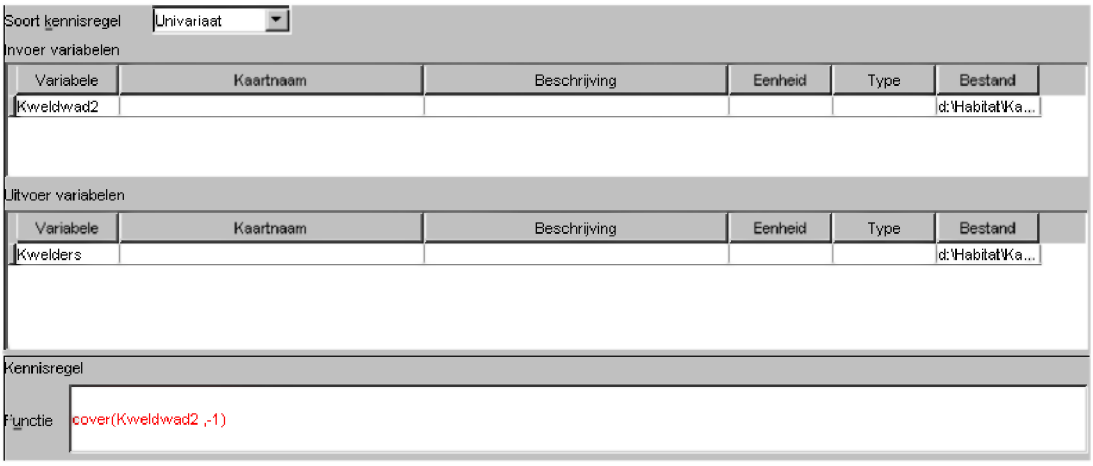
3.2 Case Vegetatie

De Case Vegetatie bestaat uit twee modellen: Zeegras en Kwelder.

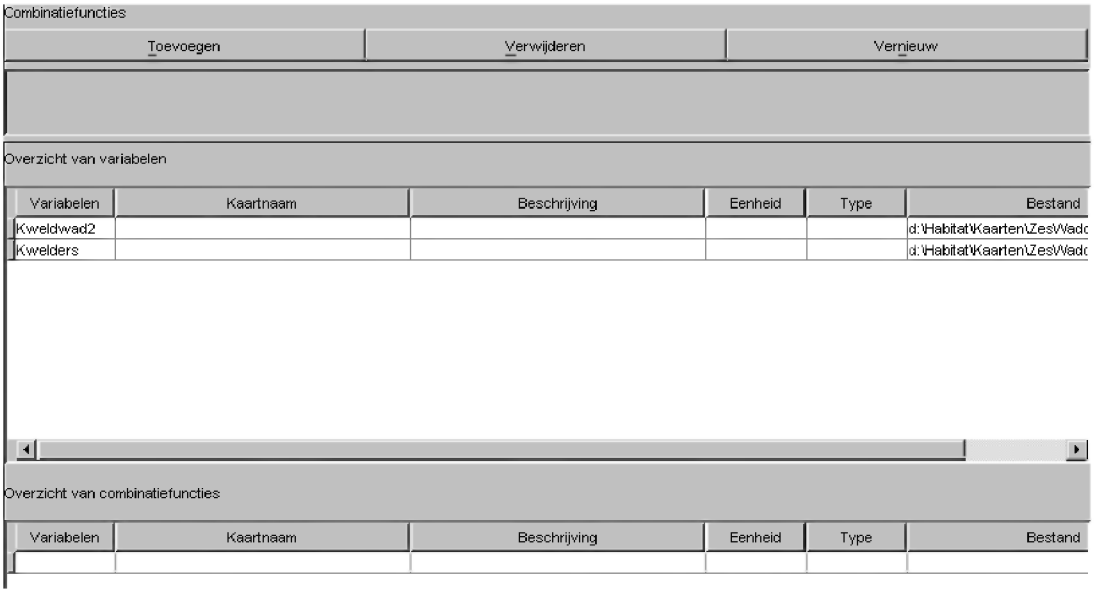
Kwelder
De kaart *kwelwad2.bil* heeft kleine delen die tot het kweldergebied horen, de rest heeft de nodata waarde. Om toch goed met deze kaart te kunnen werken is deze omgezet naar de kaart *kwelders* waarin deze nodata waarde is vervangen door de waarde -1 met de volgende functie:

cover(kwelwad2,-1)

Het model Kwelder bestaat uit een kennisregel (GeenND). Deze kennisregel heeft tot functie dat alle ontbrekende waarden (-999) worden omgezet in het getal -1.



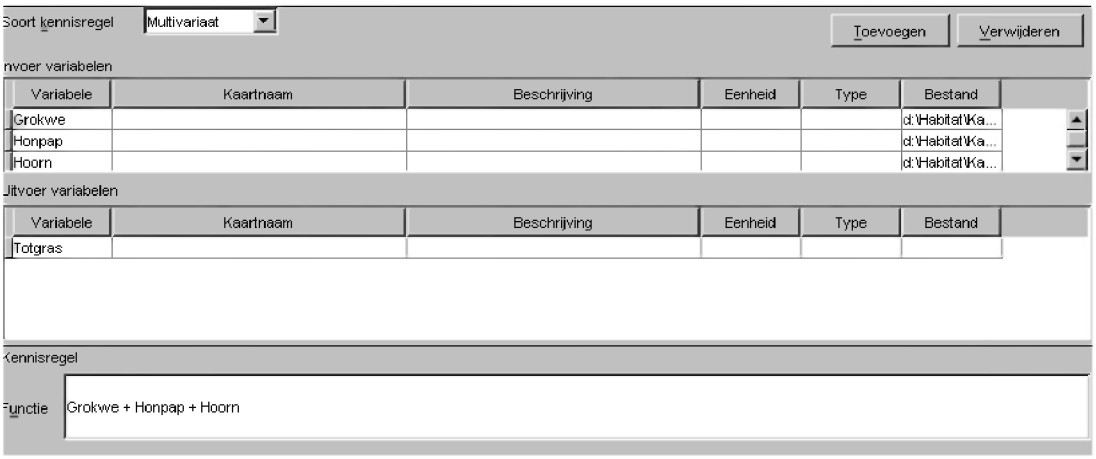
Figuur 16 Screendump HABITAT. Kennisregel “GeenND” binnen het model “Kwelder”.



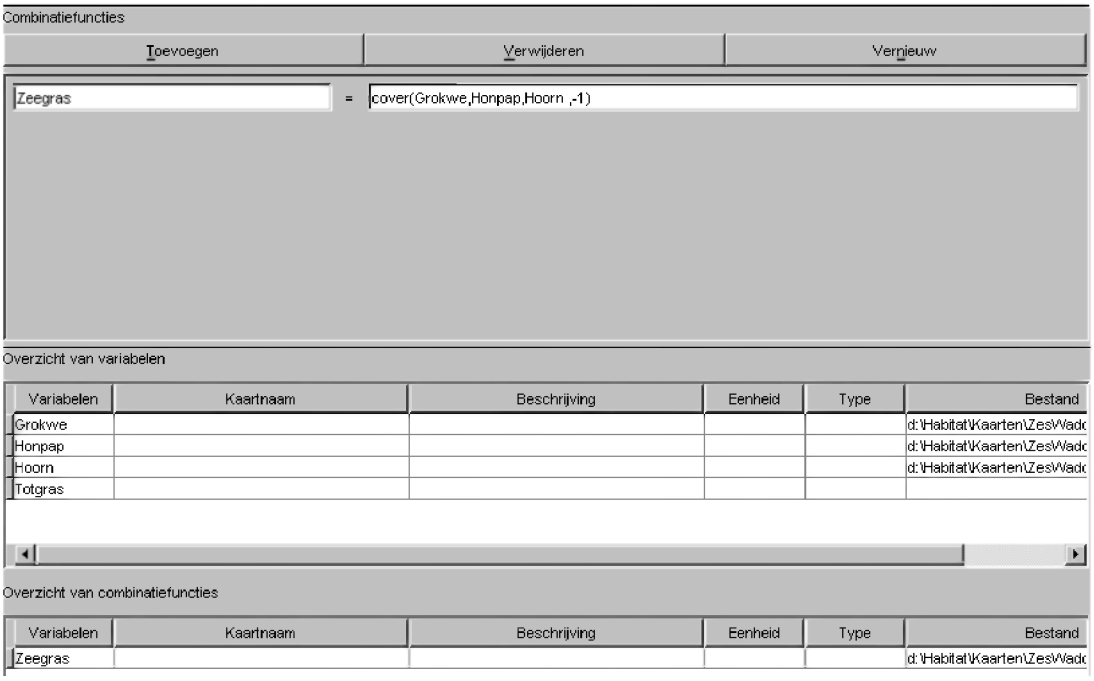
Figuur 17 Screendump HABITAT. Model “Kwelder”

Zeegras

Er zijn drie zeegraskaarten: (*grokwe1.bil, honpap1.bil en hoorn1.bil*). Deze zijn in het model Zeegras gecombineerd tot 1 kaart (*zeegras.bil*). Hiervoor is de volgende PCRaster functie gebruikt: *cover(Grokwe ,Honpap ,Hoorn ,-1).* De functie heeft tot gevolg dat alle zeegras gebieden nu in een kaart staan en dat de nodata waarde is vervangen door de waarde -1 (PCRaster, 1996). Merk op dat er in het model zeegras in principe hetzelfde wordt gedaan als in het model Kwelder. In het model Kwelder vindt de berekening plaats op het niveau van de kennisregel. In het model Zeegras vindt de berekening plaats op modelniveau. De kennisregel heeft hier allen tot doel dat de variabelen gekend zijn voor de combinatiefunctie in het model. Dit illustreert dat er meerdere manieren zijn om hetzelfde te bereiken. De kennisregel “combineer” waarbij de variabele Totgras wordt berekend heeft in dit geval alleen tot doel de kaarten (Grokwe, Honpap en Hoorn) bekend te maken zodat ze gebruikt kunnen worden in het model Zeegras (bij de huidige versie van HABITAT kunnen er alleen variabelen in een model worden gebruikt waarvoor ook een kennisregel is gedefinieerd). De variabele Totgras heeft hierbij geen enkele betekenis en wordt verder dan ook niet meer gebruikt.



Figuur 18 Screendump HABITAT. Kennisregel “Combineer” binnen het model “Zeegras”.



Figuur 19 Screendump HABITAT. Model "Zeegras". De functie cover() zoals die hier is gebruikt heeft als resultaat dat alle missing values worden vervangen door de waarde -1 (PCRaster, 1996).

3.3 Case Zout

Voor de ectopenindeling zijn twee zoutkaarten van belang. Een kaart die het gemiddelde zoutgehalte aangeeft een kaart die aangeeft welke locaties variabele zoutgehalten hebben. In Habitat worden deze kaarten berekend in de Case *Zout*. Deze case bestaat uit een model (Zoutvar) die gebruik maakt van een kennisregel (Verschil).

Hiervoor zijn twee kaarten beschikbaar: b88.bil (*NatJaar*) en b92g.bil (*DroogJaar*). De kaart *b88.bil* is representatief voor de minimale zoutconcentraties en de kaart *b92g.bil* staat model voor de maximale zoutconcentraties.

Verschil is het verschil in zout concentratie in een droog jaar tegen een nat jaar
Verschil = DroogJaar – NatJaar

Zoutgemiddeld is het gemiddelde tussen *b92g* en *b88*
Zoutgemiddeld = (DroogJaar + NatJaar) /2

Over een jaar gezien is voor de ecotopen van belang of de zout situatie "variabel" of "weinig variabel" is. Een locatie is variabel in zoutgehalte als het verschil in zoutgehalte groter is dan de gemiddelde zoutconcentratie. Een locatie is weinig variabel als de variatie in zoutgehalte kleiner is dan het gemiddelde zoutgehalte.

variabel: *verschil > zoutgemiddeld*
weinig variabel: *verschil <= zoutgemiddeld*

Variabel is berekend als *verschil – zoutgemiddeld*. Negatieve waarden geven de weinig variable gebieden aan en positieve waarden geven de variabele gebieden aan.

In de onderstaande screendumps is aangegeven hoe de kaarten *variabel.bil* en *zoutgemiddeld.bil* worden berekend.

Soort kennisregel: Multivariaat
Toevoegen | Verwijderen

Invoer variabelen

Variabele	Kaartnaam	Beschrijving	Eenheid	Type	Bestand
NatJaar					d:\Habitat\Ka...
DroogJaar					d:\Habitat\Ka...

Uitvoer variabelen

Variabele	Kaartnaam	Beschrijving	Eenheid	Type	Bestand
verschil					d:\Habitat\Ka...

Kennisregel

Functie: DroogJaar - NatJaar

Figuur 20 Screendump HABITAT. Kennisregel "Verschil" binnen het model "Zoutvar". Deze kennisregel berekent het verschil in zoutconcentatie tussen het NatJaar en DroogJaar.

Combinatiefuncties

Toevoegen | Verwijderen | Vernieuw

Zoutgemiddeld	=	cover((NatJaar + DroogJaar)/2,-1000)
Variabel	=	cover((verschil - Zoutgemiddeld),-1000)

Overzicht van variabelen

Variabelen	Kaartnaam	Beschrijving	Eenheid	Type	Bestand
NatJaar					d:\Habitat\Kaarten\Zes\Wadc
DroogJaar					d:\Habitat\Kaarten\Zes\Wadc
verschil					d:\Habitat\Kaarten\Zes\Wadc

Overzicht van combinatiefuncties

Variabelen	Kaartnaam	Beschrijving	Eenheid	Type	Bestand
Zoutgemiddeld					d:\Habitat\Kaarten\Zes\Wadc
Variabel					d:\Habitat\Kaarten\Zes\Wadc

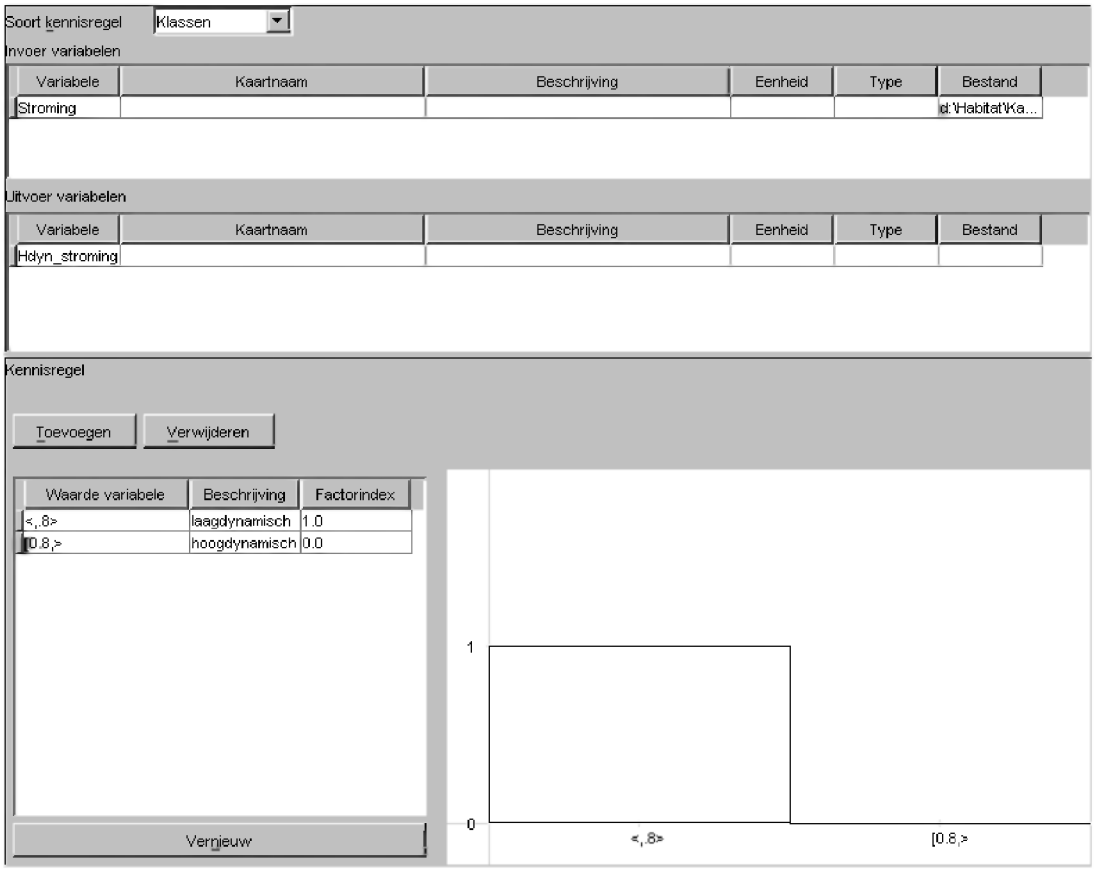
Figuur 21 Screendump HABITAT. Model "Zoutvar". De functie cover() heeft als resultaat dat alle missing values worden vervangen door de waarde -1000 (PCRaster, 1996).

3.4 Case Hydrodynamiek

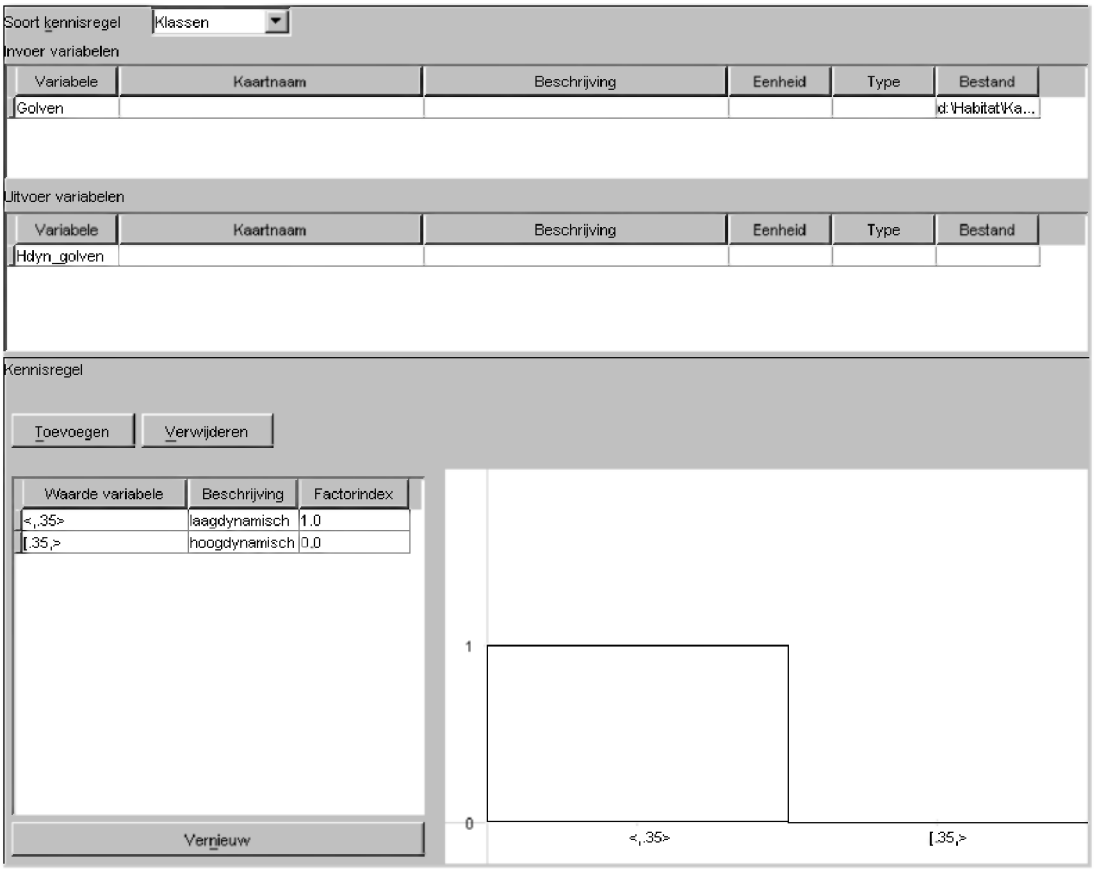
Twee kaarten bepalen de dynamiek op een bepaalde locatie: golfdynamiek (*golfwad.bil*) en de stroomdynamiek (*stroomwad.bil*). De kaarten zijn met elkaar gecombineerd tot een overall dynamiek kaart in de case "*Dynamiek*". De case dynamiek bestaat uit een model dynamiek, die bestaat uit twee kennisregels: Stroming en Golven. In deze kennisregels

worden de criteria voor respectievelijk stroming en golven waarop een locatie kan worden gekarakteriseerd als hoog- dan wel laagdynamisch

golfwad: *< .35 laagdynamisch, >=.35 hoogdynamisch*
Stroomwad: *<0.8 laag dynamisch, >0.8 hoogdynamisch*



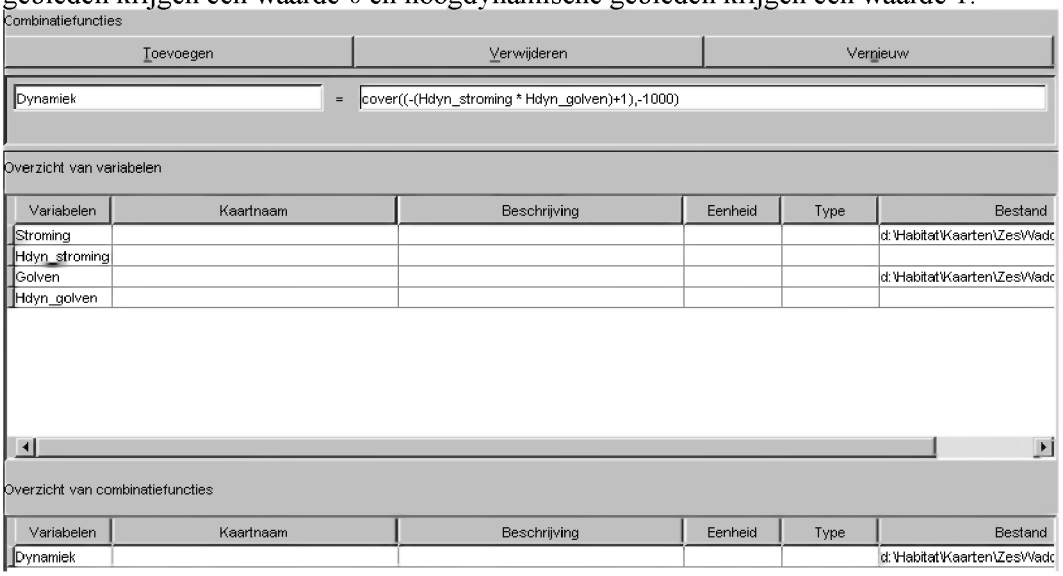
Figuur 22 Screendump HABITAT. Kennisregel “Stroming” binnen het model “Dynamiek”. Gebieden met lage stroomsnelheden krijgen de waarde 1 voor Hdyn_stroming en gebieden met hoge stroomsnelheden krijgen de waarde 0.



Figuur 23 Screendump HABITAT. Kennisregel "Golven" binnen het model "Dynamiek". Gebieden met lage golfdynamiek krijgen de waarde 1 voor Hdyn_golven en gebieden met hoge golfdynamiek krijgen de waarde 0.

Een locatie wordt beschouwd als laagdynamisch als deze zowel op basis van de golven als de stroming wordt gekarakteriseerd als laagdynamisch. Als een (of twee) van de twee variabelen hoogdynamisch zijn is de locatie hoogdynamisch.

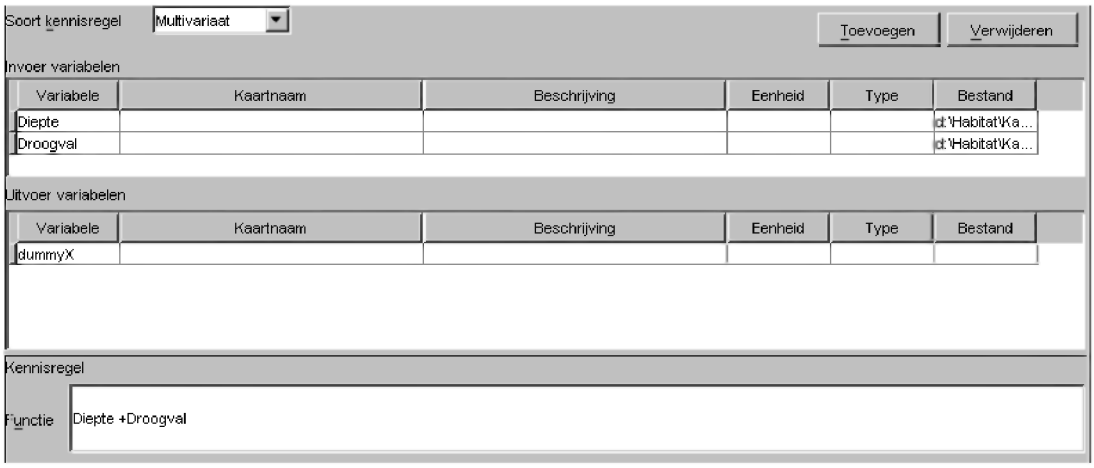
In het model Dynamiek wordt de resultaatkaart "*dynamiek.bil*" berekend. Laagdynamische gebieden krijgen een waarde 0 en hoogdynamische gebieden krijgen een waarde 1.



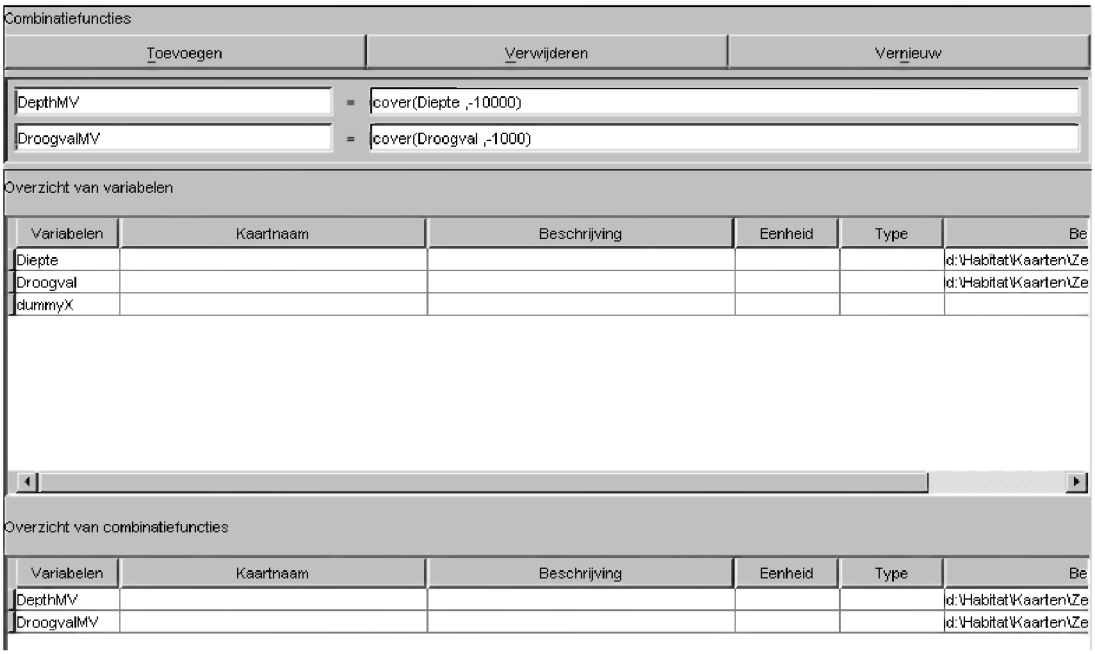
Figuur 24 Screendump HABITAT. Model "Dynamiek". De functie cover() heeft als resultaat dat alle missing values worden vervangen door de waarde -1000 (PCRaster, 1996).

3.5 Case DiepteDroogval

De kaarten diepte en droogval hebben een groot aantal gebieden met ontbrekende waarden. Om toch ecotopen te kunnen bepalen in deze gebieden zijn in het model VerwijderMV en de bijbehorende kennisregel dieptedroogval de ontbrekende gegevens (-999) omgezet in de waarde -10000 voor diepte en -1000 voor droogval.



Figuur 25 Screendump HABITAT. Kennisregel “Dieptedroogval” binnen het model “VerwijderMV”.



Figuur 26 Screendump HABITAT. Model “VerwijderMV”.

4 Ecotopenkaart Waddenzee

De kaarten zijn nu geschikt om gebruikt te worden binnen de ecotopenklassificatie. Wegens de problemen in HABITAT (zie paragraaf 1.3), wordt de classificatie in 4 stappen uitgevoerd. Eerst worden 3 (deel)ecotoopkaarten berekend. Deelkaart 1 omvat de ecotopen 1 tot en met 9, Deelkaart 2 omvat de ecotopen 10 tot en met 16 en Deelkaart 3 omvat de ecotopen 16 tot en met 21. De deelkaarten worden in de case ecotopen gecombineerd tot een kaart.

Om te komen tot een indeling in ecotopen volgens Figuur 1 is de volgende structuur opgezet (Tabel 8). In deze tabel worden voor iedere variabele de ranges opgegeven van waarden die tot het betreffende ecotoop behoren. Bij deze notatie is de volgende syntax gebruikt:

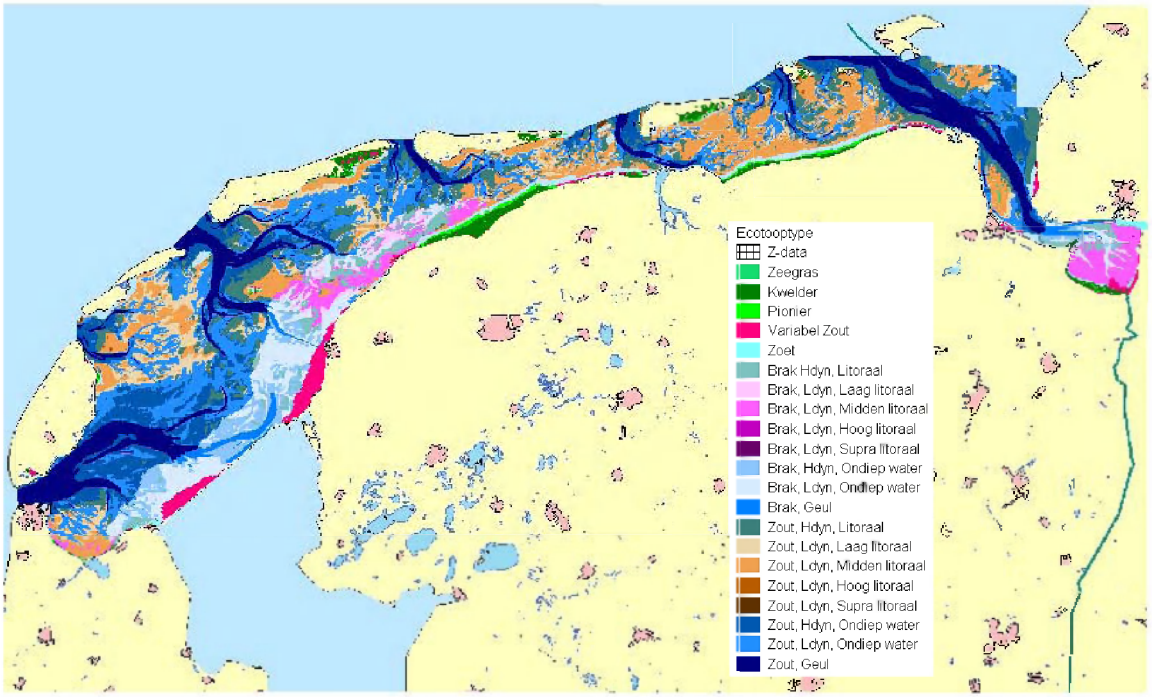
- <,> Alle waarden
- [5,> Alle waarden groter en gelijk aan 5
- <18,> Alle waarden groter dan 18
- <,5> Alle waarden kleiner dan 5
- <,3] Alle waarden kleiner en gelijk aan 3
- [0,5.4] Alle waarden tussen 0 en 5,4 (inclusief 0 en 5.4)
- <-1000,0> Alle waarden tussen -1000 en 0 (exclusief -1000 en 0)
- <2,25] Alle waarden tussen 2 en 25 (exclusief 2, inclusief 25)

Tabel 8: Ecotopenclassificatie zoals is gebruikt is in HABITAT.

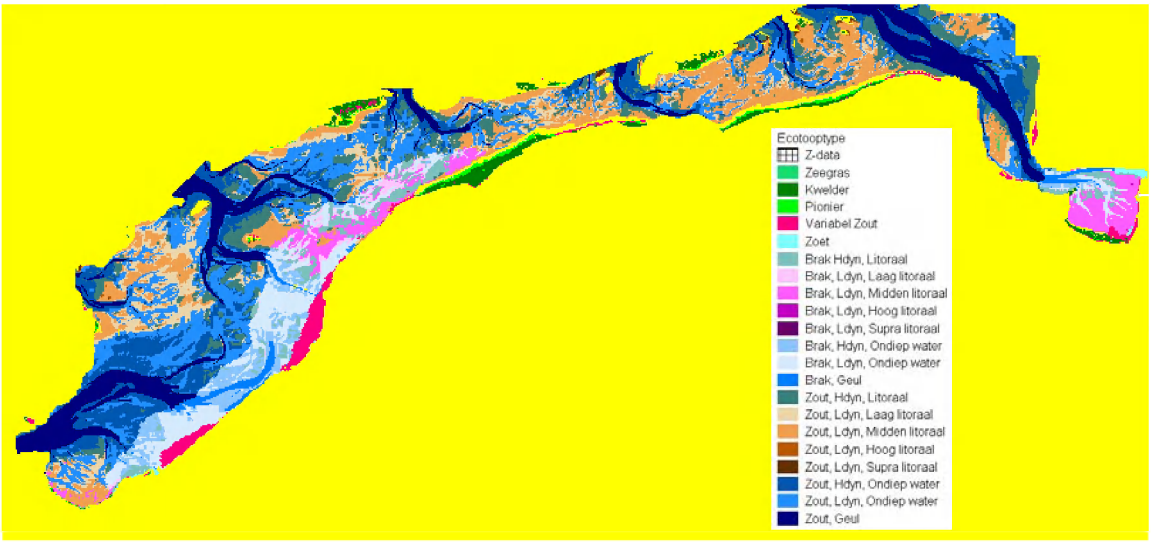
Ecotoop	zeegras	kwelder	zoutvar	zoutgem	diepte	hydrodyn	droogvald	Land-boundary
1	[5,>	<,>	<,>	<,>	<,>	<,>	<,>	1
2	<,5>	4	<,>	<,>	<,>	<,>	<,>	1
3	<,5>	5	<,>	<,>	<,>	<,>	<,>	1
4	<,5>	[6,>	[0,>	<,>	<,>	<,>	<,>	1
4	<,5>	<,3]	[0,>	<,>	<,>	<,>	<,>	1
5	<,5>	[6,>	<-1000,0>	[0,5.4]	<,>	<,>	<,>	1
5	<,5>	<,3]	<-1000,0>	[0,5.4]	<,>	<,>	<,>	1
6	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<5.4,18]	<,>	1	<0,100]	1
6	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<5.4,18]	<,>	1	<0,100]	1
7	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<5.4,18]	<,>	0	<2,25]	1
7	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<5.4,18]	<,>	0	<2,25]	1
8	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<5.4,18]	<,>	0	<25,75]	1
8	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<5.4,18]	<,>	0	<25,75]	1
9	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<5.4,18]	<,>	0	<75,85]	1
9	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<5.4,18]	<,>	0	<75,85]	1
10	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<5.4,18]	<,>	0	<85,>	1
10	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<5.4,18]	<,>	0	<85,>	1
11	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<5.4,18]	<50,630]	1	<,>	1
11	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<5.4,18]	<50,630]	1	<,>	1
12	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<5.4,18]	<50,630]	0	<,>	1
12	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<5.4,18]	<50,630]	0	<,>	1
13	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<5.4,18]	<630,>	<,>	<,>	1
13	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<5.4,18]	<630,>	<,>	<,>	1
14	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<18,>	<,>	1	<0,100]	1
14	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<18,>	<,>	1	<0,100]	1
15	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<18,>	<,>	0	<2,25]	1
15	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<18,>	<,>	0	<2,25]	1
16	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<18,>	<,>	0	<25,75]	1
16	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<18,>	<,>	0	<25,75]	1
17	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<18,>	<,>	0	<75,85]	1
17	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<18,>	<,>	0	<75,85]	1
18	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<18,>	<,>	0	<85,>	1
18	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<18,>	<,>	0	<85,>	1
19	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<18,>	<50,630]	1	<,>	1

19	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<18,>	<50,630]	1	<,>	1
20	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<18,>	<50,630]	0	<,>	1
20	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<18,>	<50,630]	0	<,>	1
21	<,5>	[6,>	<-1000,0>	<18,>	<630,>	<,>	<,>	1
21	<,5>	<,3]	<-1000,0>	<18,>	<630,>	<,>	<,>	1

De ecotopenklassificatie is uitgevoerd op een 100 x 100 meter grid. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 27. Figuur 28 is dezelfde classificatie als Figuur 27, alleen zijn hier de ontbrekende waarden niet transparant gemaakt, maar geel. Op deze manier is er goed te zien dat er voor een deel van de Waddenzee Waddenzee (o.a. smalle strook langs de kwelders van de Groninger kust, Friese Kwelders, Rottomeroog en Griend) gegevens ontbreken voor de ecotopenclassificatie. In deze gebieden ontbreken gegevens over diepte en/of droogvalduur waardoor er geen ecotoop kan worden toegekend. Voor een deel betreft dit supra litoraal (met name Griend en Rottumeroog) en voor een deel hoog litoraal laagdnamisch(met name de kwelders / kwelderwerken). De ontbrekende waarden kunnen waarschijnlijk (grotendeels) worden aangevuld uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN), zodat zowel hoogte als droogvalduur compleet kunnen worden gemaakt.



Figuur 27 Ecotopenindeling Waddenzee volgens het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES).



Figuur 28 Ecotopenindeling Waddenzee volgens het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES). In deze weergave zijn de ontbrekende waarden weergegeven in het geel.

De oppervlakten van de ecotopen zijn weergegeven in Tabel 9. Van het totale geclassificeerde 110 885 ha intergetijdengebied in de Waddenzee (zonder vegetatie) wordt 21% gekarakteriseerd als brak en 79% als zoutwater. Bijna 35% van het intergetijdengebied van de Waddenzee behoort (volgens de gehanteerde criteria) tot hoogdynamisch. Deze gebieden liggen voornamelijk aan de randen van de platen langs de geulen. Van de totale Waddenzee oppervlakte van 292 509 ha, kon 12 956 niet aan een habitat worden toegekend omdat de achterliggende gegevens ontbraken. Het betreft hier vooral bathymetriegegevens (en dus ook droogvalduurgegevens) van de hoge delen van het wad waar geen dieptelodingen zijn uitgevoerd. Deze ontbrekende gegevens zouden mogelijk grotendeels kunnen worden opgevuld met de hoogtegegevens uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN)

Tabel 9: Oppervlakte (ha) van de gedefinieerde ecotooptypen in de Waddenzee.

EcotoopNr	Beschrijving	Oppervlakte (ha)
1	Zeegras	144
2	Kwelder	6609
3	Pionier	2143
4	Variabel Zout	6454
5	Zoet	578
6	Brak, Hdyn, Litoraal	8017
7	Brak, Ldyn, Laag litoraal	3241
8	Brak, Ldyn, Midden litoraal	11590
9	Brak, Ldyn, Hoog litoraal	27
10	Brak, Ldyn, Supra litoraal	8
11	Brak, Hdyn, Ondiep water	9661
12	Brak, Ldyn, Ondiep water	17163
13	Brak, Geul	3803
14	Zout, Hdyn, Litoraal	28664
15	Zout, Ldyn, Laag litoraal	21106
16	Zout, Ldyn, Midden litoraal	37597
17	Zout, Ldyn, Hoog litoraal	267
18	Zout, Ldyn, Supra litoraal	368
19	Zout, Hdyn, Ondiep water	37601
20	Zout, Ldyn, Ondiep water	48876
21	Zout, Geul	35636
-999	N.D.	12956
	Totaal	**292509**

5 Referenties

Jager, Z., Bartels, W. (2002) Optimale zoetwaterafvoer naar de Waddenzee. Werkdocument RIKZ: RIKZ/AB/2002.604x.

PCRaster (1996). PCRaster version 2 Manual. Department of Physical Geography, Utrecht University, March 1996

WL | Delft Hydraulics (2003) Handleiding HABITAT.