

**Effecten natuurwaarden
benedenrivierengebied als gevolg van
klimaatmaatregelen**

Met een doorvertaling naar de effecten op de ecologische KRW-
doelen



Effecten natuurwaarden benedenrivierengebied als gevolg van klimaatmaatregelen

Met een doorvertaling naar de effecten op de ecologische KRW-doelen

Victor Beumer
Ronald Vernimmen
Harriette Holzhauer

Titel

Effecten natuurwaarden benedenrivierengebied als gevolg van klimaatmaatregelen

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat

Pagina's

57

Trefwoorden

Klimaatverandering, benedenrivierengebied, ecologische KRW-doelen

Samenvatting

Bij het ontwerpen van maatregelen om Nederland klimaatbestendig te maken wordt gebruik gemaakt van klimaatscenario's. In deze studie worden de effecten van klimaatmaatregelvarianten, zoals een open Haringvliet of Nieuwe Waterweg, op de natuurwaarden langs de benedenrivieren verkend met een inschatting van de eventuele gevolgen hiervan voor de ecologische doelen zoals gesteld in de Kaderrichtlijn Water.

Bij een voorzetting van het huidige beleid is de verwachting dat de waterstand binnen het Haringvliet stijgt waardoor het areaal droogvallend en permanent droog gebied afneemt en lokaal kan verdwijnen. Het areaal diep en ondiep water neemt toe. De stroomsnelheden, getijslag en zoutintrusie zal weinig veranderen. Het wel of niet installeren van een dam in de Nieuwe Waterweg heeft weinig invloed op het Haringvliet en de achterliggende wateren. Wel ontstaan er in de Nieuwe waterweg meer mogelijkheden voor zoete natuur. Het openzetten van het Haringvliet met een stormvloedkering en het afsluiten van de Nieuwe Waterweg met een dam brengt de grootste veranderingen teweeg. In de noordelijke tak neemt de getijslag en de stroomsnelheid af terwijl deze in de zuidelijke tak beide toenemen, zelfs tot in de Biesbosch. De zoutintrusie kan bij een lage rivierafvoer tot in het Hollands Diep komen. De veranderingen hebben voornamelijk betrekking op het Haringvliet, Hollands Diep en de Biesbosch en kunnen tot gevolg hebben dat er andere soorten vissen (meer mogelijkheden voor trekvis) en planten (meer soorten) gaan voorkomen en het ecosysteem verandert.

Referenties

Projectplan 2009, TO Verkenning klimaat: 'Klimaatbestendigheid van Nederland Waterland', 1200163

Projectplan 2009, TO lange termijn watermanagement: 'Implementatie KRW', 1200212

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	Dec 2009	Victor Beumer		Ad Jeuken		Toon Segeren	
		Ronald Vernimmen		Miguel Dionisio			
		Harriette Holzhauer					

Status

definitief

Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Studiegebied	3
1.2	Doel en afbakening	4
1.3	Aanpak	4
2	Klimaatverandering	5
2.1	KNMI klimaatscenario's	5
2.1.1	Temperatuur	6
2.1.2	Rivierafvoer	6
2.1.3	Zeespiegelstijging	6
2.2	Maatregel varianten	6
3	Methodiek	9
3.1	Methode	9
3.2	Modelimplementatie SOBEK	9
3.2.1	Randvoorwaarden model	10
3.2.2	Sobek uitvoer naar Habitat	10
3.3	HABITAT analyse	11
3.4	Koppeling KRW-maatlatten aan de ecozones	13
3.4.1	Fytoplankton	14
3.4.2	Vegetatie	14
3.4.3	Vissen	15
4	Resultaten	17
4.1	Haringvliet	17
4.1.1	Huidige situatie	17
4.1.2	Overzicht verwachte ecozones	17
4.1.3	Getijdeninvloed en waterdiepte	19
4.1.4	Zoutintrusie	20
4.1.5	Stroomsnelheid	21
4.2	Hollands Diep	22
4.2.1	Huidige situatie	22
4.2.2	Overzicht verwachte ecozones	22
4.2.3	Getij invloed en waterdiepte	24
4.2.4	Zoutintrusie	25
4.2.5	Stroomsnelheid	25
4.3	Biesbosch	26
4.3.1	Huidige situatie	26
4.3.2	Overzicht verwachte ecozones	27
4.3.3	Getijdeninvloed en waterdiepte	29
4.3.4	Zoutintrusie	31
4.3.5	Stroomsnelheid	31
4.4	Nieuwe Waterweg	31
4.4.1	Huidige situatie	31
4.4.2	Overzicht verwachte ecozones	32
4.4.3	Getijdeninvloed en waterdiepte	33
4.4.4	Zoutintrusie	34

Deltares

4.4.5	Stroomsnelheid	35
5	Verwachtingen van effecten van maatregelen op KRW-doelen	37
5.1	Watertype toekenning	37
5.2	Fytobenthos en macrofauna	37
5.3	Haringvliet en Hollands Diep	38
5.3.1	Effecten op vissen:	38
5.3.2	Effecten op planten in het Haringvliet	39
5.3.3	Effecten op planten in Hollands Diep	39
5.4	Biesbosch	40
5.4.1	Effecten op vissen	40
5.4.2	Effecten op planten	41
5.5	Nieuwe Waterweg	42
5.5.1	Effecten op vissen	42
5.5.2	Effecten op planten	42
5.6	Conclusies	43
6	Conclusies en aanbevelingen	47
6.1	Wat gebeurt er met de standplaatskenmerken?	47
6.2	Wat gebeurt er met de ecologische KRW-beoordeling?	47
6.2.1	Haringvliet	48
6.2.2	Hollands Diep	48
6.2.3	Biesbosch	48
6.2.4	Nieuwe Waterweg	48
6.2.5	Algemeen	48
6.3	Aanbevelingen	48
7	Referenties	51

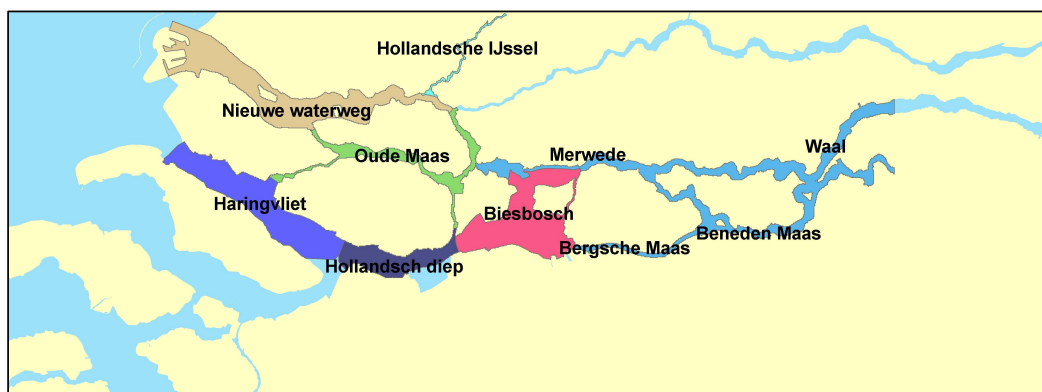
1 Inleiding

In het kader van het project *klimaatbestendigheid van Nederland Waterland* zijn een viertal inrichtingsvarianten geformuleerd waarin verschillende maatregelen worden verondersteld om de effecten van klimaatverandering tegen te gaan. In deze studie zijn de effecten van deze maatregelen op de natuurwaarden langs de benedenrivieren verkend. In het kader van het toegepast onderzoeksproject *Landelijke taken implementatie Kaderrichtlijn Water* is het effect van deze maatregelen op de natuurwaarden verder doorvertaald naar effecten op de ecologische doelen van de KRW voor de benedenrivieren.

Bij het ontwerpen van maatregelen om Nederland klimaatbestendig te maken wordt gebruik gemaakt van klimaatscenario's. Op basis van deze scenario's worden de effecten op fysische randvoorwaarden voor het waterbeheer en -beleid bepaald. Klimaatscenario's zijn echter met grote onzekerheden omgeven en geven slechts een mogelijke bandbreedte van effecten weer. Een verandering in inzicht zorgt er tevens voor dat de effecten opnieuw berekend moeten worden. Daarom is er in de studie *Klimaatbestendigheid van Nederland Waterland* voor een andere invalshoek gekozen. Niet de effecten van een klimaatscenario staan centraal maar de robuustheid van het beleid en beheer. In 2008 is er gezocht naar het moment waarop de gevolgen van de klimaatverandering, zoals zeespiegelstijging, verandering in extreme rivierafvoeren en temperatuuroename, zo groot zijn geworden dat de huidige strategieën niet langer voldoen en alternatieven noodzakelijk zijn (Kwadijk et al, 2008). In vervolg hierop zijn verschillende alternatieven geformuleerd waarmee het bereiken van de knikpunten naar verwachting kan worden voorkomen. In deze studie worden de alternatieven nader bekeken en de effecten op de natuurwaarden langs de benedenrivieren verkend. Vervolgens wordt een inschatting gemaakt van de eventuele gevolgen van deze maatregelen voor de ecologische doelen zoals gesteld in de Kaderrichtlijn Water voor deze gebieden.

1.1 Studiegebied

Het benedenrivierengebied in deze studie beslaat het Haringvliet, Hollands Diep, Biesbosch, Bergse Maas, Beneden Maas tot Lith, Nieuwe Waterweg, Oude Maas, Hollandse IJssel tot Moordrecht, Nieuwe Maas, Beneden en Boven Merwede en de Waal tot Tiel. De Lek is buiten beschouwing gelaten, omdat hiervan geen goede bathymetrie beschikbaar was.



Figuur 1.1 Overzicht studiegebied, benedenrivieren

1.2 Doel en afbakening

In deze studie ligt de focus op de benedenrivieren. De effecten van maatregelen, om de effecten van klimaatverandering op te vangen, op de natuurwaarden in het benedenrivierengebied worden verkend. Als gevolg van de maatregelen treden er veranderingen op in de waterstand, overspoeling van de oevergebieden, de stroomsnelheid en het zoutgehalte. Deze veranderingen kunnen grote gevolgen hebben voor de natuurwaarden in het benedenrivierengebied.

De effecten van klimaatverandering en de klimaatmaatregelen worden doorvertaald naar gevolgen voor de ecologische doelstellingen gesteld in de Kaderrichtlijn Water voor de Rijksovergangswateren. De effecten van klimaatverandering op de waterkwaliteit en ecologische toestand van watersystemen zijn onder te verdelen in een drietal categorieën: directe (fysische), (fysisch-)chemische en ecologische effecten.

1.3 Aanpak

Het project is opgedeeld in een aantal verschillende stappen

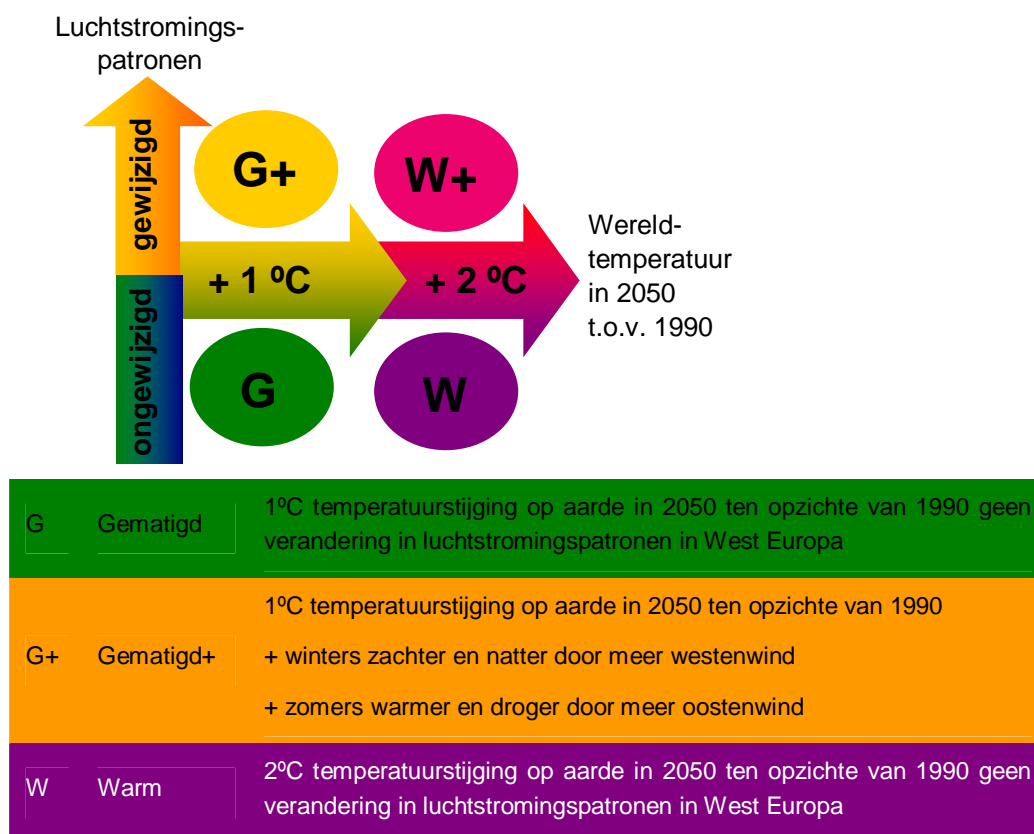
- 1 Sobek-analyse ontwikkeling in waterstanden, stroomsnelheid en zoutgehalte bij verschillende maatregelvarianten en de huidige situatie voor het benedenrivierengebied.
- 2 Analyse met Habitat van de huidige situatie en maatregelvarianten benedenrivieren.
- 3 Effectbeschrijving van de maatregelvarianten.
- 4 Beschrijving type watersysteem en ecologische KRW-doelen
- 5 Doorvertaling effecten van de maatregelvarianten voor het type watersysteem en de ecologische KRW-doelen van het benedenrivierengebied op basis van de habitatanalyses en bestaande literatuur.

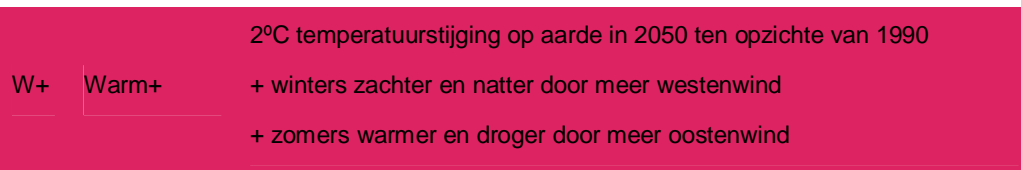
2 Klimaatverandering

2.1 KNMI klimaatscenario's

Het klimaat verandert. Hoe het verandert is vooral afhankelijk van de wereldwijde temperatuurstijging en van de verandering in de stromingspatronen van de lucht in onze omgeving en daarmee samenhangende veranderingen in de wind. Op basis van de meest recente resultaten van klimaatonderzoek zijn er vier nieuwe klimaatscenario's opgesteld. Ze vervangen de scenario's die in 2000 zijn opgesteld voor de Commissie Waterbeheer 21^{ste} eeuw. Klimaatscenario's geven het gemiddelde weer en de kans op extreem weer in de toekomst. De KNMI'06 scenario's geven een beeld van de veranderingen in temperatuur, neerslag, wind en zeespiegel voor een klimatologische periode van 30 jaar. De scenario's voor 2050 zijn dus representatief voor het klimaat in de periode rond dat jaar (tussen 2036 en 2065). Evenzo is het klimaat in het gekozen basisjaar 1990 beschreven met gegevens van 1976 tot en met 2005 (KNMI 2006).

Hieruit blijkt in het algemeen dat de opwarming doorzet waardoor er sprake zal zijn van zachtere winters en warmere zomers. Daarnaast worden de winters gemiddeld natter en worden de extreme neerslaghoeveelheden groter. De hevigheid van de extreme regenbuien in de zomer zal ook toenemen terwijl het aantal zomerse regendagen juist afneemt. Wat betreft de wind zijn de berekende veranderingen in het windklimaat klein ten opzichte van de natuurlijke grilligheid. Tot slot blijft de zeespiegel stijgen. In Figuur 2.1 zijn de vier klimaatscenario's schematisch weergegeven. Voor deze studie wordt uitgegaan van het W+ scenario voor het zichtjaar 2100





Figuur 2.1 KNMI'06 Klimaatscenario's

2.1.1 Temperatuur

In Nederland is de gemiddelde temperatuur sinds 1900 met gemiddeld 1,2 °C gestegen. De stijging van de temperatuur heeft invloed op de neerslag en de verdamping. Hierdoor is het aantal vorstdagen afgenomen en het aantal zomerse dagen toegenomen. De stijging van de temperatuur is snel en nog niet volledig begrepen (KNMI 2009).

Door de hogere temperaturen in de winter en in het voorjaar start het groeiseizoen van bijvoorbeeld veel planten eerder. De afstemming tussen de ontwikkelstadia van verschillende planten en dieren veranderen als gevolg van de temperatuurstijging.

2.1.2 Rivierafvoer

Een veranderingen in neerslag- en verdampingspatronen heeft ook invloed op de rivierafvoeren. Globaal nemen in het W+ 2100 scenario de afvoeren in de winter licht toe en in de zomer en nazomer flink af. Voor de Rijnafvoer en Maasafvoer is met behulp van modellen Rhineflow en Meuseflow de impact van het W+ klimaatscenario op de rivierafvoeren gekwantificeerd. Dit is in meer detail beschreven in Prinsen (2009).

2.1.3 Zeespiegelstijging

Waarnemingen in de kustgebieden over de hele wereld geven aan dat de zee met gemiddelde 1 a 2 mm per jaar is gestegen sinds 1990. Vooral tussen 1930 en 1960 was de stijging relatief groot. Vanaf 1993 is er een wereldwijde zeespiegelstijging waargenomen van ongeveer 3 mm per jaar. Dit komt overeen met waarnemingen in Nederland. Deze waterstand wordt niet alleen bepaald door de zeespiegelstijging in de Atlantische Oceaan (inclusief de Noordzee) maar ook door veranderingen in de opstuwung van het water in de Noordzee. Voor de zeespiegelstijging gaan de KNMI-scenario's uit van een voor de verschillende scenario's waarschijnlijke stijging met 30-85 cm in 2100. De Commissie Veerman gaat uit van een maximale stijging van 1,3 m in 2100.

Voor alle alternatieven is een zeespiegelstijging van 1,3 meter gehanteerd. De keuze voor het gebruik van deze mate van zeespiegelstijging is centraal in het project Klimaatbestendigheid van Nederland Waterland gemaakt en gerelateerd aan het advies van de Deltacommissie. De invloed van de zeespiegelstijging op oppervlaktewaterpeilen landinwaarts is afhankelijk van het alternatief.

2.2 Maatregel varianten

In het kader van het project klimaatbestendigheid van Nederland waterland zijn er maatregelvarianten afgeleid om de effecten van klimaatverandering tegen te gaan (Van Oostrom en Jeuken, 2009). De maatregelvarianten zijn geen daadwerkelijk uit te voeren maatregelen maar geven inzicht in de effecten van mogelijke maatregelen. De maatregelen zijn afgeleid uit drie perspectieven: de *milieudenker*, *controlist* en *marktoptimist* (Jeuken en van Waveren et al. 2008).

Uit de voorgaande studie (Kwadijk et al, 2008) is gebleken dat de Nieuwe Waterweg, het Haringvliet en het IJsselmeer de belangrijkste sleutelgebieden zijn voor het watersysteem van Nederland. Deze gebieden fungeren als het ware als 'draaiknoppen'. Keuzes in deze gebieden leveren een viertal onderscheidende maatregelvarianten op plus een nulvariant.

Nul	Autonoom, logische voortzetting van huidig beleid
I	Maximale zoetwatervoorziening
II	Zee-invloed maximaal buiten houden
III	Maximale spui mogelijkheden
IV	Rijnmondring en 'open' Zuidwestelijke Delta.

De maatregelvarianten zijn uitgewerkt voor zes gebieden. Deze gebieden zijn *Noord-Nederland, Midden-West Nederland, IJsselmeer, Nieuwe Waterweg (Rijn Maas Monding), Zeeland en het Rivierengebied*. Waarbij het gebied Zeeland wordt gezien als de Zeeuwse wateren plus de Grevelingen.

De effecten van deze maatregelvarianten op de waterstand, stroomsnelheid en het zoutgehalte in de verschillende gebieden is berekend met behulp van een SOBEK (Noordelijk Deltabekken model) modellering. Alle maatregelvarianten zijn berekend voor het klimaatscenario W+ voor het zichtjaar 2100. Voor de zeespiegelstijging is uitgegaan van 1,3 meter. De modelberekeningen zijn in detail beschreven in Prinsen et al. (2009).

In Tabel 2.1 is de invulling van de maatregelvarianten voor de zes gebieden voor heel Nederland weergegeven. Voor analyse van de effecten van klimaatmaatregelen op de natuurwaarden in het benedenrivierengebied zijn de ingrepen in het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg het meest van belang. Deze zijn gearceerd weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 2.1 Overzicht maatregelvarianten. VKZ = Volkerak-Zoommeer

Variant	Nieuwe Waterweg	Haringvliet	IJsselmeer	Riviertakken	Zeeland	Midden-West Nederland	Noord Nederland
NUL	Stormvloedkering	Spui-beheer gericht op zoet houden	Spuien (+1,1m meestijgen)	Geen regelwerk	VKZ zout Inlaat Haringvliet	Verhogen zoutnorm Gouda. KWA behouden	Voldoende vanuit IJsselmeer
I	Stormvloedkering	Spui-beheer gericht op zoet houden	Spuien (+1,1m meestijgen)	Geen regelwerk	VKZ zoet	Gouda verzit. Aanvoerroute creëren KWA behouden	Voldoende vanuit IJsselmeer
II	Dam met pomp	Spui-beheer gericht op zoet houden	Pompen Peil + 20 cm	Zomer: max. via IJssel Winter: IJsselafvoer aftoppen	Volkerak-Zoommeer zoet Berging in Zeeuwse bekkens	Gouda behouden KWA behouden Inlaat Nieuwe Waterweg	Beperkt vanuit IJsselmeer
III	Spuisluizen	Spui-beheer gericht op zoet houden	Spuien (+1,1m meestijgen)	Zomer: max. via Waal/Haringvliet Winter: IJsselafvoer aftoppen	VKZ zout Inlaat Nieuwe Waterweg en Haringvliet Berging in de Zeeuwse bekkens	Gouda behouden KWA behouden Inlaat Nieuwe Waterweg Tolhuissluisroute provisorisch	Voldoende vanuit IJsselmeer
IV	Dam met pomp Rijnmondring Lekafvoer afleiden via groene rivier	Stormvloedkering	Pompen Peil + 20 cm	Geen regelwerk	VKZ zout Inlaat Nieuwe Waterweg	Inlaat Nieuwe Waterweg Doorspoelen diepe polders loslaten	Beperkt vanuit IJsselmeer

3 Methodiek

3.1 Methode

In deze studie worden met Habitat de resultaten van Sobek berekeningen aan elkaar gekoppeld. De Sobek berekeningen resulteren in kaarten met datapunten. In Habitat kunnen deze kaarten omgezet worden in landsdekkende kaarten. Er kunnen kaarten gemaakt worden met: waterstanden bij verschillende afvoeren, getijslag, zoutgehalte en stroomsnelheid. Met behulp van de AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland) kunnen hier de waterdiepte, en seizoensgebonden en dagelijkse overstromingsduur worden berekend. De AHN (m NAP) wordt van de waterstanden (m NAP) afgetrokken waardoor de waterdiepte voor alle plekken is berekend. De overstromingsduren kunnen worden berekend omdat we ook de seizoensgebonden en dagelijkse wisselingen in waterstanden weten. De kaarten kunnen over elkaar heen worden gelegd waardoor er zones met verschillende standplaatskenmerken zichtbaar worden. Deze zones kunnen verschillen in de bovengenoemde standplaatskenmerken. In de studie 'Effecten van klimaatverandering op ecotopen van rijkswateren' (Haasnoot et al 2003) is deze methodiek ook toegepast.

In 2008 is de knikpuntenstudie uitgevoerd waar milieuzones zijn bepaald op basis van, met het Nationale Sobek model, gemodelleerde waterstanden voor zowel het Boven als het Benedenrivierengebied. Tijdens de 2008 knikpuntenstudie zijn stroomsnelheid, zoutconcentratie en getijdenwerking niet meegenomen in de indeling (Het Nationale Sobek model is een Sobek Rural model waarin nog geen zoutfunctionaliteit is geïmplementeerd). De resultaten van de 2008-studie zijn als niet-getijde ecozones weergegeven voor het Haringvliet en de Biesbosch.

De knikpuntenstudie van 2008 laat zien dat het Haringvliet een groot areaal aan diep, matig diep en ondiep water bevat. Met zowel het 'W'- als het 'W+'-scenario zullen deze arealen 7-8% groeien. Het areaal aan hardhoutzone en hoogwatervrije zone nemen in beide scenario's ongeveer 35% af. Beide scenario's laten een omslag zien van droogvallende gebieden naar permanente wateren. In de Biesbosch laten beide scenario's eenzelfde beeld zien: een grote, absolute afname van de Hardhoutzone en de Hoogwatervrije zone. In het 'W'-scenario zal de ondiep water zone flink toenemen alsmede de droogvallende zone. In scenario W+ is het juist andersom, de droogvallende zone zal flink toenemen en in mindere mate ook de ondiep water zone. Ook hier zien we dus dat beide klimaatscenario's een waterpeilstijging laten zien die tot gevolg hebben dat de gebieden areaal verliezen van zone met overstroming, terwijl permanente of af en toe droogvallende wateren toenemen.

Doordat we in deze vervolgstudie stroomsnelheid, getijdenwerking en zoutconcentratie wel wilden meenemen is er gekozen om het Noordelijk Delta Bekken model te gebruiken (Sobek RE). Dit model is verder ook gebruikt om zoutconcentraties te berekenen voor het werkpakket Watervoorziening (zoutconcentraties worden in het Distributie Model gebruikt als inlaattoets voor zoet water naar West Nederland en de Zeeuwse Eilanden).

3.2 Modelimplementatie SOBEEK

Voor de bepaling van de milieuzones in het benedenrivierengebied is gebruik gemaakt van het Sobek RE model. De hydrologische invoer en randvoorwaarden zijn hier weergegeven. Het benedenrivierengebied beslaat (in alfabetische volgorde) de afgedamde Maas, Bergse Maas, Beneden Merwede, Boven Merwede, Dordtse Kil, Hartelkanaal, Haringvliet, Hollands

Diep, Hollandse IJssel, Lek, Maas, Maasmond, Nieuwe Maas, Nieuwe Merwede, Nieuwe Waterweg, Oude Maas, Spui, Waal.

3.2.1 Randvoorwaarden model

Het Noordelijk Delta Bekken model is gerund voor drie varianten: Variant Nul, 3 en 4 en een run van de huidige situatie. Iedere model run is gedraaid met tijdstappen van 10 minuten voor een periode van 3 maanden.

Getij

Als benedenrandvoorwaarde is het gemiddelde getij genomen volgens de zogenaamde gemiddelde getijkromme 1991.0. De getijkrommen zijn vervolgens nog gecorrigeerd voor een bodemdaling van 7 cm over de periode 1991 – heden. Daarbovenop is dan de 1.30 m zeespiegelstijging gezet. Aangenomen is dat de amplitude hetzelfde zal blijven.

Afvoer

De rivier waterstanden in het gehele rivierengebied die optreden bij verschillende ecologisch relevante afvoeren zijn berekend met het nationale Sobek model. Als bovenrandvoorwaarde is voor iedere run een constante afvoer opgelegd (behorende bij een overstromingsduur van 2, 50, 150 dan wel 365 dagen) op de Lek bij Hagestein, op de Waal bij Tiel en op de Maas bij Lith. De afvoeren zijn afgeleid met behulp van de Afvoerverdeling Rijntakken 1996.0 en de afvoer bij Lobith zoals die optreedt bij verschillende overstromingsduren onder het W+ scenario en het jaar 2100 (vergelijkbaar met de 2008 knikpuntenstudie). Voor Variant III is de aangepaste afvoerverdeling zoals die staat beschreven in het rapport van werkpakket Watervoorziening (Prinsen et al 2009) gebruikt om de afvoer bij Hagestein en Tiel af te leiden. In onderstaande tabel zijn de opgelegde bovenstroomse afvoeren weergegeven.

Tabel 3.1 Afvoer (m^3/s) bij Lobith, Hagestein, Tiel en Lith voor verschillende ecologisch relevante overstromingsduren voor het KNMI 2006, W+ 2100 scenario voor verschillende alternatieven.

Variant	Overstromingsduur (dagen)	Lobith (m^3/s)	Hagestein (m^3/s)	Tiel (m^3/s)	Lith (m^3/s)
Nul	365	301	13	276	28
	150	1948	286	1373	211
	50	3861	722	2606	654
	2	10042	2087	6497	2105
III	365	301	13	257	28
	150	1948	30	1718	211
	50	3861	710	2603	654
	2	10042	1334	7701	2105
IV	365	301	13	276	28
	150	1948	286	1373	211
	50	3861	722	2606	654
	2	10042	2087	6497	2105

3.2.2 Sobek uitvoer naar Habitat

Na een aantal testruns bleek dat 3 maanden draaien van het model voldoende was om constante waterstanden en zoutconcentraties te verkrijgen op de verschillende rekenpunten (afgezien van het effect van het getij). Uitvoer is weggeschreven voor de laatste 2 weken van de rekenperiode op 10 minuten tijdstap basis. Deze uitvoer is verder nabewerkt met enkele

hulpprogramma's (SubSetHis.exe en AggregateHis.exe) zodanig dat voor ieder gewenst rekenpunt een minimale en maximale waterstand, een maximale stroomsnelheid en een maximale zoutconcentratie werd uitgevoerd die vervolgens in ArcGIS per overstromingsduur en alternatief zijn omgezet in ASCII files die door Habitat als invoerkaarten zijn gebruikt.

Naast de eerder beschreven runs is er ook nog een Sobek run gedraaid onder huidige omstandigheden, zonder zeespiegelstijging en met gemiddelde afvoeren (overeenkomend met een overstromingsduur van 150 dagen). Deze run is gebruikt om de huidige getij amplitude te bepalen van het intergetijdengebied (net ten oosten van de Biesbosch). Deze bleek 30 cm te zijn, overeenkomend met de algemene normering (RWES aquatisch, Van der Molen et al 2000). Deze amplitude is verder gebruikt voor de bepaling van het intergetijdengebied voor de verschillende varianten.

3.3 HABITAT analyse

Met behulp van de tool HABITAT wordt een vlakdekkend beeld genereert met verschillende ecozones, gebaseerd op abiotische randvoorwaarden. De ecozone-indeling voor de rivieren zonder getij invloed zijn gebaseerd op Klijn et al. (2002), waarin 6 verschillende inrichtingsscenario's voor het rivierengebied zijn getest. Het voordeel van deze indeling is: 1) het is een korte krachtige lijst, 2) het is toegepast de knikpuntenanalyse (Haasnoot en Vernimmen 2008), en 3) ook Alterra maakt gebruik van deze indeling. De laatste twee punten versterkt de nationale uniformiteit van ecozones voor het (beneden)rivierengebied in Nederland. De ecozones met getijinvloed en/of zoutinvloed zijn gebaseerd op de indelingen RWES aquatisch (Van der Molen et al 2000) en ZES.1 (Bouma et al 2005). De ecozones worden onderscheiden op grond van overstromingsduur, getijslag, waterdiepte, zoutgehalte en stroomsnelheid.

Klassegrenzen standplaatskenmerken			
Stroomsnelheid [m/s]			
zoet/licht brak getijde	1	Laagdynamisch	<0,0.42]
	2	Dynamisch	<0.42,1]
	3	Zeer sterk dynamisch	<1,>
brak/zout getijde	4	Laagdynamisch	<0,0.5]
	5	Hoogdynamisch	<0.5,>
Zoutconcentratie [mg l⁻¹ Cl]			
1	Zoet	[0,300>	
2	Licht brak	[300,1000>	
3	Brak	[1000,3000>	
4	Zout	[3000,>	
Waterdiepte [m]			
niet-getijde	1	Ondiep	<0,0.2]
	2	Diep	<0.2, >
zoet/licht brak getijde	3	Ondiep	<0,1>
	4	Matig diep	[1,3>
	5	Diep	[3,10>
	6	Zeer diep	[10,>
brak/zout getijde	7	Ondiep	<0,5>
	8	Diep	[5,15>
	9	Zeer diep	[15,>
Getijslag [cm]			
1	Niet-getijde	[0,30>	
2	Getijde	[30, >	

Overstromingsduur			
Getijde	1	Sublitoraal	100 %
	2	Laaggelegen litoraal	[75,100> %
	3	Middelhooggelegen litoraal	[25,75> %
	4	Hooggelegen litoraal	[15,25> %
	5	Supralitoraal	<0,15> %
niet-getijde	6		<0,2] dagen
	7		<2,50] dagen
	8		<50,150] dagen
	9		<150,365> dagen
	10		365 dagen

Na de berekening van de standplaatskenmerken is er nog een filter van landgebruik over de kaarten gelegd, zodat het werkelijk beschikbare areaal voor de ecozones is berekend. Hieronder een overzicht van landgebruiken en de interpretatie ervan in deze studie.

Tabel 3.2 Overzicht LGN minimalisatie landgebruiken

Originele LGN	Deze studie	Originele LGN	Deze studie	Originele LGN	Deze studie
Gras		Maïs			
Loofbos		Aardappelen			
Licht naaldbos		(Suiker)bieten	Landbouw, dus <u>niet</u>	Glastuinbouw	Bebouwd, dus <u>niet</u>
Natte natuur	<u>Beschikbaar</u>	Granen	<u>beschikbaar</u>	Stedelijk	<u>beschikbaar</u>
Droge natuur	voor natuur	Overige landbouw	voor natuur		voor natuur
Kale grond		Boomteelt			
Donker naaldbos		Boomgaard			
Zoet water		Bollen			
Zout water					

Door deze klassen te combineren worden de uiteindelijke ecozones gevormd. In de onderstaande tabel staat een overzicht van deze ecozones.

Tabel 3.3 Overzicht afgeleide ecozones

Ecozones		Zoutklasse	Getijdeninvloed	Overstromingsduur	Waterdiepte	Stroomsnelheid	LGN
	Niet beschikbaar gebied	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	2-3
	Niet overstromd gebied	nvt	nvt	nvt	< 0 cm	nvt	1
Zoet	Drijfplanten- en waterplantenzone	1	1	10	2	nvt	1
	Helofytenzone	1	1	10	1	nvt	1
	Zone met seizoensgebonden droogval	1	1	9	nvt	nvt	1
	Zachthoutzone	1	1	8	nvt	nvt	1
	Hardhoutzone	1	1	7	nvt	nvt	1
	Hoogwatervrije zone	1	1	6	nvt	nvt	1
Zoet	Ondiepe hoogdynamische getijdenwateren	1	2	1	3	2-3	1
	Ondiepe laagdynamische getijdenwateren	1	2	1	3	1	1
	Matig diepe hoogdynamische getijdenwateren	1	2	1	4	2-3	1

	Matig diepe laagdynamische getijdenwateren	1	2	1	4	1	1
	Diepe hoogdynamische getijdenwateren	1	2	1	5	2-3	1
	Diepe laagdynamische getijdenwateren	1	2	1	5	1	1
	Zeer diepe hoogdynamische getijdenwateren	1	2	1	6	2-3	1
	Zeer diepe laagdynamische getijdenwateren	1	2	1	6	1	1
	Laagdynamische krekens	1	2	2-5	nvt	1	1
	Hoogdynamische krekens	1	2	2-5	nvt	2-3	1
	Ondiepe hoogdynamische getijdenwateren	2	2	1	3	2-3	1
	Ondiepe laagdynamische getijdenwateren	2	2	1	3	1	1
	Matig diepe hoogdynamische getijdenwateren	2	2	1	4	2-3	1
	Matig diepe laagdynamische getijdenwateren	2	2	1	4	1	1
Licht brak	Diepe hoogdynamische getijdenwateren	2	2	1	5	2-3	1
	Diepe laagdynamische getijdenwateren	2	2	1	5	1	1
	Zeer diepe hoogdynamische getijdenwateren	2	2	1	6	2-3	1
	Zeer diepe laagdynamische getijdenwateren	2	2	1	6	1	1
	Laagdynamische krekens	2	2	2-5	nvt	1	1
	Hoogdynamische krekens	2	2	2-5	nvt	2-3	1
	Hoogdynamische getijdengebieden	3	2	2-5	nvt	5	1
	Laagdynamische supralitorale getijdengebieden	3	2	5	nvt	4	1
	Hooggelegen laagdynamische getijdengebieden	3	2	4	nvt	4	1
Brak	Laag- tot middelhooggelegen laagdynamische getijdengebieden	3	2	2-3	nvt	4	1
	Hoogdynamische getijdenwateren	3	2	1	3-6	5	1
	Ondiepe laagdynamische getijdenwateren	3	2	1	7	4	1
	Diepe laagdynamische getijdenwateren	3	2	1	8-9	4	1
	Hoogdynamische getijdengebieden	4	2	2-5	nvt	5	1
	Laagdynamische supralitorale getijdengebieden	4	2	5	nvt	4	1
	Hooggelegen laagdynamische getijdengebieden	4	2	4	nvt	4	1
Zout	Laag- tot middelhooggelegen laagdynamische getijdengebieden	4	2	2-3	nvt	4	1
	Hoogdynamische getijdenwateren	4	2	1	3-6	5	1
	Ondiepe laagdynamische getijdenwateren	4	2	1	7	4	1
	Diepe laagdynamische getijdenwateren	4	2	1	8-9	4	1

3.4 Koppeling KRW-maatlatten aan de ecozones

De Kaderrichtlijn Water heeft tot doel de oppervlaktewateren en het grondwater in de Europese Unie te beschermen en te verbeteren en het duurzaam gebruik van water te bevorderen. De richtlijn bepaald dat alle wateren per 2015 in een zogenoemde 'goede chemische én ecologische toestand' (GET) moet verkeren. Voor zwaar gemodificeerde wateren geldt dat deze in 2015 een 'goede ecologisch potentieel' (GEP) moeten hebben gehaald. De goede ecologische toestand is weer onderverdeeld in een goede biologische toestand en eisen ten aanzien van hydromorfologie, algemeen fysisch-chemisch en geloosde overige verontreinigende stoffen.

Voor het bepalen van de GET of GEP zijn soortgroepen gedefinieerd welke model staan voor een biologisch goed functionerend watersysteem. Er zijn vier categorieën aan de hand waarvan de ecologische toestand wordt beoordeeld (zg. maatlatten): *fytoplankton*, *vegetatie*, *macrofauna* en *vissen*. Een water wordt als goed beoordeeld wanneer in alle vier de categorieën goed gescoord wordt ('one out, all out' principe). Voor enkele watertypen is een categorie niet relevant en wordt deze niet meegenomen in de beoordeling. Zo telt voor de rivieren het fytoplankton niet mee en tellen in de kustwateren de vissen niet mee. In de

onderstaande tabel (Tabel 3.4) zijn de parameters weergegeven op basis waarvan de ecologische beoordeling van de verschillende watertypen plaats vindt.

Tabel 3.4 Te toetsen parameters voor de ecologische beoordeling

Fytoplankton	Vegetatie		Fyto-benthos	Macrofauna		Vis
	Meren en rivieren	Kust en overgangswater + zoute meren		Meren en rivieren	Kust en overgangswater	
- Samenstelling en abundantie algen - Bloei	- Samenstelling en abundantie - Areaal naar groeivorm	- Samenstelling en abundantie - Areaal schor en zeegras - Kwaliteit schor en zeegras	- Samenstelling en abundantie	- Samenstelling en abundantie - Aantal kenmerkende, dominante en negatieve soorten	- Samenstelling en abundantie - Primaire productie - Areaal ecotopen - Biomassa - Aantal soorten	- Samenstelling, abundantie en leeftijdsopbouw - Aantallen naar gilde

3.4.1 Fytoplankton

De algen in het water zijn in deze studie niet gekoppeld aan ecotopen. De omstandigheden waaronder de algen groeien en bloeien zijn voornamelijk afhankelijk van o.a. het verloop van de zomer (temperatuur, verblijftijden ed). Binnen deze studie wordt er gewerkt met een jaargemiddelde situatie voor de verschillende varianten in 2100. Dit maakt dat de effecten op fytoplankton niet goed in beeld gebracht kunnen worden. Dit betekent echter niet dat de maatregelen geen effect hebben op het fytoplankton. Een goed voorbeeld hiervan zijn de studies rond het verzilten van het Volkerak-zoommeer

3.4.2 Vegetatie

Voor de planten gelden soortengroepen gebaseerd op andere kenmerken. In de rivieren (zoet) worden de deelmaatlatten als volgt gekoppeld aan de ecozones. De submerse en drijvende soorten worden gekoppeld aan de drijf- en waterplantenzone van de niet-getijdenwateren en aan matig diep, getijdenwater. De emerse soorten worden juist gekoppeld aan de helofytenzone (ondiep niet-getijdenwater) en aan ondiep getijdenwater. De kroossoorten worden gekoppeld aan laagdynamisch water, omdat ze anders weggespoeld worden. Als laatste worden de oeverplanten gekoppeld aan getijdenkreeken (omdat ze dagelijks droogvallen), de droogvallende, de zachthout-, en de hardhoutzone van het niet-getijdengebied. Het soortenaantal is alleen te relateren aan de verhouding van de arealen van verschillende ecozones binnen één gebied. Bij een gelijke verdeling zal er een optimum in soortenaantal kunnen worden bereikt.

De KRW beoordeling met planten in overgangswateren wordt bepaald door de laagste score van 5 deelmaatlatten: areaal kwelder, kwelderkwaliteit, areaal zeegras, zeegras kwaliteit en areaal zeewier. Hier worden de deelmaatlatten als volgt gekoppeld aan ecozones. De brakke en zoute supralitorale gebieden worden gekoppeld aan het kwelderareaal en de verhouding tussen de arealen geven een indicatie van de kwaliteit van het kwelderareaal. Een goede verdeling geeft een optimale beoordeling. De zeegrasvelden zijn typisch voor laagdynamische, zoute en brakke getijdengebieden en voor ondiepe, laagdynamische, zoute en brakke getijdewateren. De kwaliteit van het zeegrasareaal wordt op dezelfde manier bepaald als bij het kwelderareaal. Uiteindelijk wordt het areaal aan zeewier gekoppeld aan laagdynamische, brakke of zoute, litorale ecozones, maar het is met de berekeningen van dit project niet te schatten wat de dichtheid van de zeewiervelden zal zijn.

3.4.3 Vissen

De vissen worden binnen de KRW beoordeeld op soortgroepen. De rheofiele vissen worden hierbij gekoppeld aan wateren met hoge dynamiek (voor zoet > 0.42 m/s en voor zout > 0.5 m/s). Limnofiele vissen worden juist gekoppeld aan laag- of gemiddelde dynamiek (voor zoet < 0.42 m/s en voor zout < 0.5 m/s). Terwijl de diadrome soorten worden gekoppeld aan een goede bereikbaarheid van zoet water (waarbij 'open verbinding' > 'spuibeheer' > 'dam') en dus niet direct aan een areaal van bepaalde ecozones.

Evenzo bij de mariene juvenielen en de mariene seizoensgasten. De mariene juvenielen hebben een goede bereikbaarheid vanaf zee nodig en een stabiel zoutgehalte en getijdenwerking. De mariene seizoensgasten kunnen ook met periodieke zoutintrusie goed uit de voeten. De estuariene residenten worden gekoppeld aan het areaal permanent zout getijdenwater.

4 Resultaten

4.1 Haringvliet

4.1.1 Huidige situatie

Het Haringvliet beslaat ongeveer 102 km² en bestaat voornamelijk uit het R8 watertype (Zoet getijdenwater) met een getijverschil van ongeveer 30 cm. Het peil wordt beïnvloed door de Haringvlietsluizen en de bovenstroomse stuwen. De sluizen staan open bij laagwater en staan dicht bij hoogwater. Langs de oevers van het Haringvliet bevinden zich buitendijkse zones die af en toe onder water komen.

Het water is voornamelijk zoet behalve dicht bij de Haringvlietsluizen waar er wat zoutinvloed optreedt vanaf de Noordzee. Het beleid voor de Haringvlietsluizen is dat deze binnenkort op een kier komen te staan waardoor er een meer geleidelijke overgang tussen het zoute Noordzeewater en het zoete Haringvlietwater kan ontstaan. In de KRW typering wordt hier al rekening mee gehouden en wordt deze zone reeds gekenmerkt als O2 watertype (Overgangswater).

In het kader van de KRW is de huidige status voor de vissen, het fytoplankton en de macrofauna in het overgangswater als goed beoordeeld. In het R8-watertype scoren zowel de planten, als de vissen en de macrofauna in de huidige situatie matig.



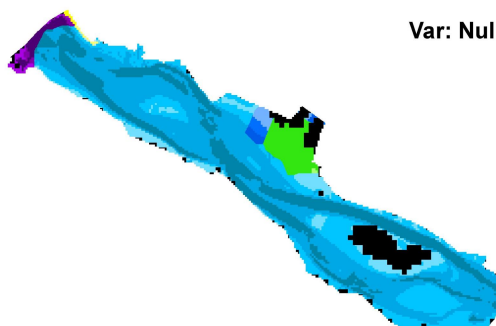
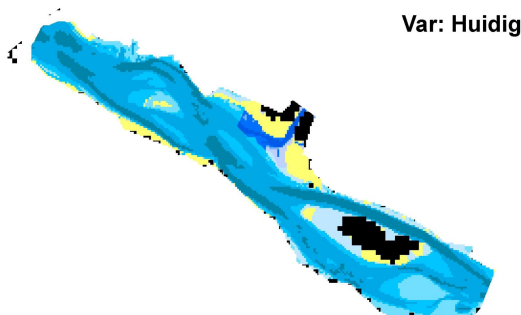
Foto 4.1 Links de Haringvlietsluizen en rechts aanliggend overstromingsgebied.

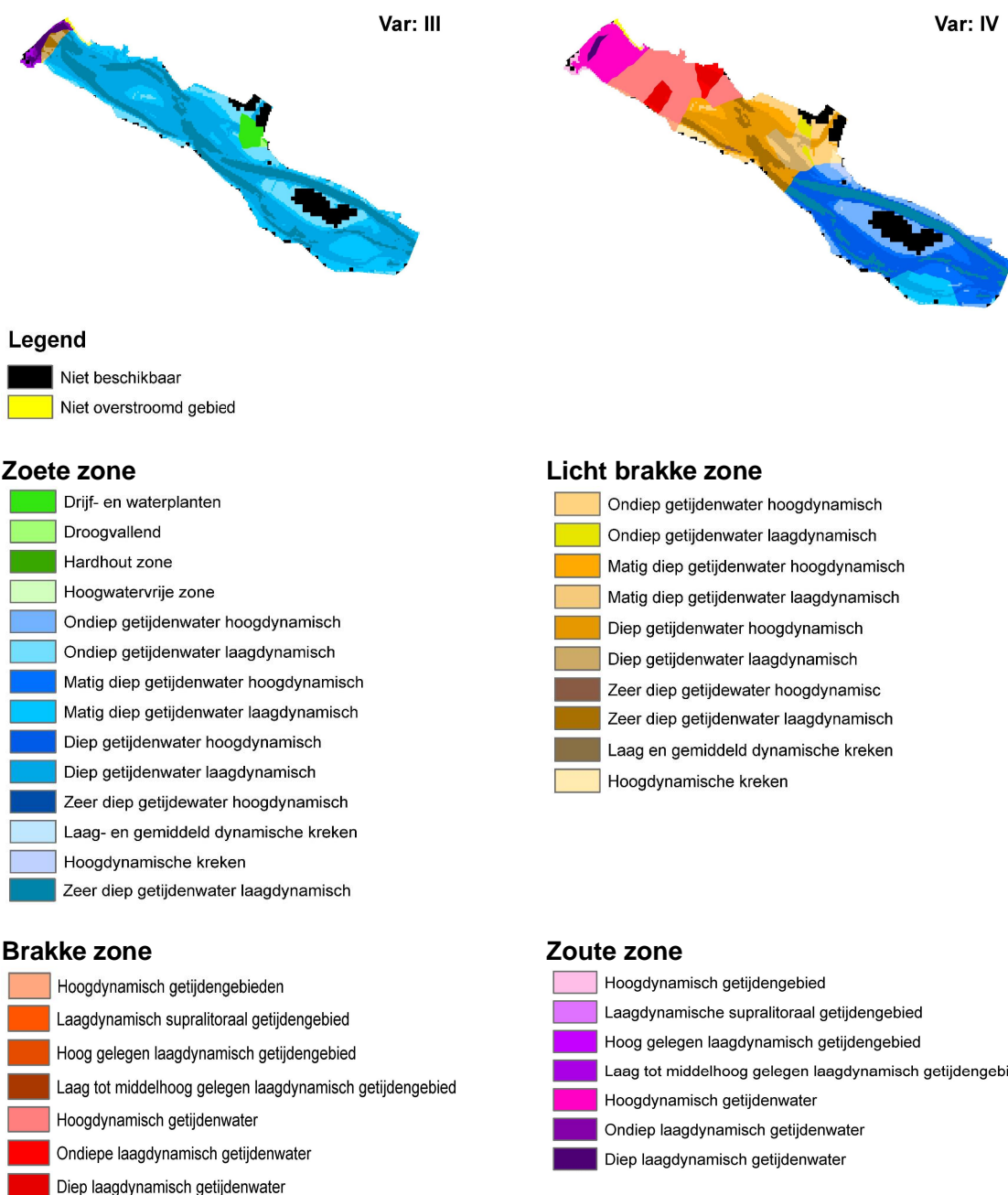
4.1.2 Overzicht verwachte ecozones

Het Haringvliet kan een paar belangrijke veranderingen ondergaan wanneer de verschillende maatregelpakketten in het kader van de klimaatbestendigheid worden doorgevoerd, hierbij zullen maatregelen in het eigen gebied de grootste effecten met zich meebrengen. Vooral de zoutintrusie en de stroomsnelheid van het water kunnen het gebied gaan veranderen waardoor ecozones met langzaamstromend water of met zoet water omknikken naar ecozones met snelstromend water of met zout water met andere kenmerkende planten- en diersoorten. Dit zou grote negatieve effecten kunnen hebben op bijvoorbeeld Kleine lisdodde, Spindotterbloem, Driekantige bies, Bittere veldkers, maar ook de Snoek en de Brasem zullen achteruitgaan. Voor Zeebies, Klein zeegras, Groot zeegras, Spiering, Fint, Puitaal en Bot zal de verandering juist positief zijn.

Tabel 4.1 Areaal in km² per verwachte ecozone in het Haringvliet voor de huidige situatie en drie maatregelpakketten.

Ecozones van Haringvliet		Huidige situatie	Huidig beheer in 2100	Maximaal spuien	Rijnmondring
Niet beschikbaar		8.2	8.2	8.2	8.2
Niet overstroomd gebied		8.8	0.4	0.4	0.3
Niet getijde	Drijfplanten- en waterplantenzone		4.8	2.6	
	Zone met seizoensgebonden droogval		0.1	0.2	
Zoet	Getijde	Ondiepe getijdenwateren hoogdynamisch	0.1	0.7	9.4
		Ondiepe getijdenwateren laagdynamisch	8.5	6.8	12.1
		Matig diepe getijdenwateren hoogdynamisch	1.3	0.6	7.5
	Getijde	Matig diepe getijdenwateren laagdynamisch	15.3	21.9	20.1
		Diepe getijdenwateren hoogdynamisch	1.2	0.5	15.8
		Diepe getijdenwateren laagdynamisch	40.4	40.9	41.2
		Zeer diepe getijdenwateren laagdynamisch	15.9	23.1	21.8
		Laag- en gemiddeld dynamische krekens	7.3		
		Hoogdynamische krekens	0.9		0.5
Licht brak	Getijde	Ondiepe getijdenwateren hoogdynamisch			4.7
		Ondiepe getijdenwateren laagdynamisch			0.9
		Matig diepe getijdenwateren hoogdynamisch			3.5
		Matig diepe getijdenwateren laagdynamisch			1.6
		Diepe getijdenwateren hoogdynamisch			10.0
		Diepe getijdenwateren laagdynamisch		0.8	2.4
		Zeer diepe getijdenwateren hoogdynamisch			0.1
		Zeer diepe getijdenwateren laagdynamisch		0.7	4.1
Hoogdynamische krekens			1.1		
Brak	Getijde	Hoogdynamische getijdengebieden			0.5
		Hoogdynamische getijdenwateren			13.4
		Ondiepe laagdynamische getijdenwateren			1.1
Zout	Getijde	Diepe laagdynamische getijdenwateren			2.5
		Hoogdynamische getijdengebieden			0.7
		Laag tot middelhoog gelegen laagdynamische getijdengebieden		0.6	0.6
		Hoogdynamische getijdenwateren			7.0
		Ondiepe laagdynamische getijdenwateren		0.4	0.4
		Diepe laagdynamische getijdenwateren		1.3	1.3
0.5					
Permanent overstroomd gebied		82.8	101.1	101.0	98.8
Droogvallend (dagelijks en/of seizoensgebonden) gebied		8.1	0.7	0.8	4.4
Zoet water		90.9	99.5	98.0	47.6
Licht brak water				1.5	28.4
Brak water					17.5
Zout water			2.3	2.3	8.3
Laag- en gemiddeld dynamisch water		87.4	95.1	99.0	27.5
Hoogdynamisch water		3.5	1.9	0.0	74.3





Figuur 4.1 Resultaten Haringvliet

4.1.3 Getijdeninvloed en waterdiepte

De verwachte zeespiegelstijging heeft tot gevolg dat in het jaar 2100 de waterstanden in het Haringvliet met ongeveer 125 cm zullen stijgen, maar de getijslag zal ongeveer gelijk blijven. Bij maximaal spuibeheer bij de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet zullen de waterstanden ongeveer 115 cm stijgen, terwijl de getijslag gemiddeld 20 cm kleiner wordt. En bij het installeren van de Rijnmondtring zal er een stijging van ongeveer 70 cm voor de waterstanden en 95 cm voor de getijslag te verwachten zijn ten opzichte van de huidige situatie.

Het algemene effect van de stijging van de zeespiegel is dat permanent buitendijkse droge gebieden nagenoeg verdwijnen en het areaal droogvallende gebieden afneemt. Droge gebieden worden inter-getijde gebied en inter-getijde gebied komt permanente onder water te staan.

De getijslag verandert niet in die mate dat het de ecozones wezenlijk verandert. Alleen bij de verwachte zeespiegelstijging en het spui-beheer bij het Haringvliet zal bij de monding van de Spui de getijslag net onder de 30 cm komen waardoor daar een niet-getijde gebied ontstaat (3-5 km²).

In de huidige situatie is er nog 8.8 km² aan permanent droog gebied (= 'niet overstroomd') en wanneer we deze situatie doorrekenen naar 2100 zal er nog maar 0.4 km² over zijn. Het toepassen van spui-beheer bij de Nieuwe Waterweg zal hier niets aan veranderen, het effect van het spui-beheer bij de Nieuwe Waterweg is dus minimaal. Het 'openen' van het Haringvliet door middel van een stormvloedkering gecombineerd met het sluiten van de Nieuwe Waterweg middels een dam, geeft eenzelfde beeld en heeft als gevolg dat het areaal droog gebied tot 0.3 km² daalt. Deze berekeningen zijn uitgevoerd bij gemiddelde afvoeren en bij hoge waterafvoeren van de rivier zal er nog meer stijging van het waterpeil zijn.

Droogvallende plekken (dagelijks of seizoensgebonden) hebben in de huidige situatie nog 8.2 km² aan areaal (licht brakke kreken), maar in 2100 zal dat nog maar 0.7 km² en bij combinatie met spui-beheer bij de Nieuwe Waterweg 0.8 km² zijn (in beide varianten zoete zone met seizoensgebonden droogval en zout getijdengebied). Wanneer het Haringvliet open wordt gezet en de Nieuwe Waterweg dicht zal het minder ver afnemen; in deze situatie vermindert het areaal slechts tot 2.8 km² (zowel de zoete, licht brakke, brakke als zoute getijdengebieden). Dus minder areaal aan droogvallend gebied, maar wel meer variatie in ecozones.

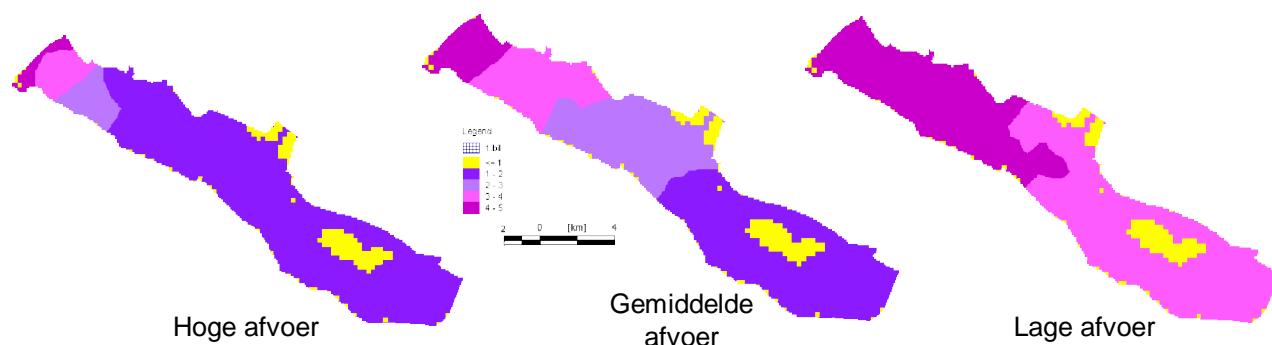
Het stijgen van de gemiddelde waterstand heeft consequenties voor buitendijkse gebieden die permanent droog zijn, maar ook voor de droogvallende gebieden. De dijk beperkt het bereik van het water zodat er geen nieuwe gebieden onder invloed van het water komen te staan. Hierdoor vallen belangrijke habitats voor specifieke planten- en diersoorten weg. Overstromingsgevoelige planten- en diersoorten die droge plekken nodig hebben zullen verdwijnen.

4.1.4 Zoutintrusie

De zoutconcentratie zal aan de oostkant nauwelijks veranderen bij de zeespiegelstijging en de voorgestelde maatregelpakketten. Aan de Noordzeekant daarentegen zal er bij de installatie van de Rijnmondring een stijging van ongeveer 5800 mg/l Cl te verwachten zijn. Bij alleen de zeespiegelstijging en aanhoudend spui-beheer bij het Haringvliet zal er slechts 30-60 mg/l Cl stijging te verwachten zijn.

In de huidige situatie is het Haringvliet volledig zoet. Maar het spui-beheer bij het Haringvliet zorgt voor een kleine zone onder de invloed van zout water. De zoutintrusie in het Haringvliet wordt voornamelijk bepaald door het beheer van de Haringvlietspui-sluisen. In de huidige situatie is het beheer van de Haringvlietspui-sluisen gericht op het zoethouden van het water in het Haringvliet. Tijdens eb staan de sluisen open en kunnen vissen vrij heen en weer zwemmen en wordt tegelijkertijd het overtollige rivierwater afgevoerd naar zee. Bij vloed gaan de sluisen dicht zodat het zoute zeewater zoveel mogelijk buiten houden wordt. Wanneer het spui-beheer gericht op zoet houden los gelaten zou worden en de sluisen bijvoorbeeld

permanent op een kier zouden staan heeft dit gevolgen voor de zoutintrusie in het Haringvliet. Berekeningen hebben aangetoond dat het zout bij een gemiddelde rivierafvoer niet veel verder zal doordringen dan de lijn Middelharnis – monding van het Spui (Figuur 4.2).



Figuur 4.2 Zoutintrusie bij een lage, gemiddelde en hoge afvoer in Variant IV

Wanneer de Haringvlietsluizen vervangen worden door een stormvloedkering, welke alleen sluit bij extreem hoge waterstanden, kan er zowel tijdens eb als vloed zeewater in en uitstromen. Dit heeft grote gevolgen voor de zoutintrusie in het Haringvliet. We zien dat de zoutintrusie in de Haringvliet verder oostwaarts komt te liggen en tijdens lage rivierafvoeren zelfs tot in het Hollands Diep reikt. Naar verwachting zullen hier nieuwe licht brakke en brakke ecozones ontstaan.

Zoutgevoelige planten- en diersoorten zullen bij het openen van het haringvliet door middel van een stormvloedkering niet kunnen blijven bestaan. Wel ontstaan in deze situatie nieuwe brakke en licht brakke ecozones die minder vaak voorkomen in Nederland dan de zoete equivalenten.

4.1.5 Stroomsnelheid

De stroomsnelheid zal bij de verwachte zeespiegelstijging nauwelijks veranderen. Ook bij het maatregelenpakket voor maximaal spuibeheer zal er niets veranderen (er wordt hierbij alleen maar extra spuibeheer toegepast bij de Nieuwe Waterweg ten opzichte van de huidige situatie). Maar bij het installeren van een stormvloedkering in het Haringvliet gaan de stroomsnelheden met 25-60 cm toenemen.

In de huidige situatie wordt het Haringvliet gekenmerkt door een lage of gemiddelde stroomsnelheid. Wanneer het spuibeheer in Haringvliet niet wordt gewijzigd maar het peil wel meestijgt met de zeespiegelstijging neemt de stroomsnelheid af. Wordt daarbij ook bij de Nieuwe Waterweg spuibeheer toegepast dan neemt de stroomsnelheid nog verder af. Echter bij het openstellen van het Haringvliet door het installeren van een stormvloedkering worden de stroomsnelheden hoger. In de huidige situatie is er 87.4 km² gebied met lage stroomsnelheid en 3.5 km² met een hogere stroomsnelheid (dynamisch en zeer sterk dynamisch), terwijl er na de installatie van een stormvloedkering nog maar 27.5 km² met lage stroomsnelheid en maar liefst 73.4 km² met hogere stroomsnelheid zal zijn. In de huidige situatie is er meer areaal aan niet overstromd gebied dat het verschil in areaal met stroomsnelheid verklaart. Dit is van invloed op het type habitat en de planten- en diersoorten die hierin voorkomen. Bij de maatregelenpakketten waarbij het afsluiten van het Haringvliet op spuien is ingesteld verandert er weinig aan de stroomsnelheid (bij de toevoeging van

spuibeheer bij de Nieuwe Waterweg verdwijnt wel het kleine beetje areaal aan hoogdynamisch water).

Een grotere stroomsnelheid heeft invloed op de troebelheid van het water, het slibgehalte in de bodem, de mogelijkheid voor planten, dieren en algen om zich te vestigen en de begaanbaarheid voor dieren (vanwege hogere energiekosten en weinig rustplekken).

4.2 Hollands Diep

4.2.1 Huidige situatie

Het Hollands Diep bestaat geheel uit het R8 watertype,; zoet getijdenwater. Het Hollands Diep ligt direct in het verlengde van het Haringvliet en ondervindt daardoor dezelfde getijdenwerking bij het spuibeheer als bij het Haringvliet. Het Hollands Diep is een Natura2000 gebied met de Esscheplaat, de Zeehondenplaat en de Sasseplaat.

De KRW-beoordeling van het R8 watertype is dezelfde als die van het Haringvliet omdat deze in de beoordeling zijn samengenomen. Zowel de planten, als de vissen en de macrofauna in de huidige situatie scoren matig.



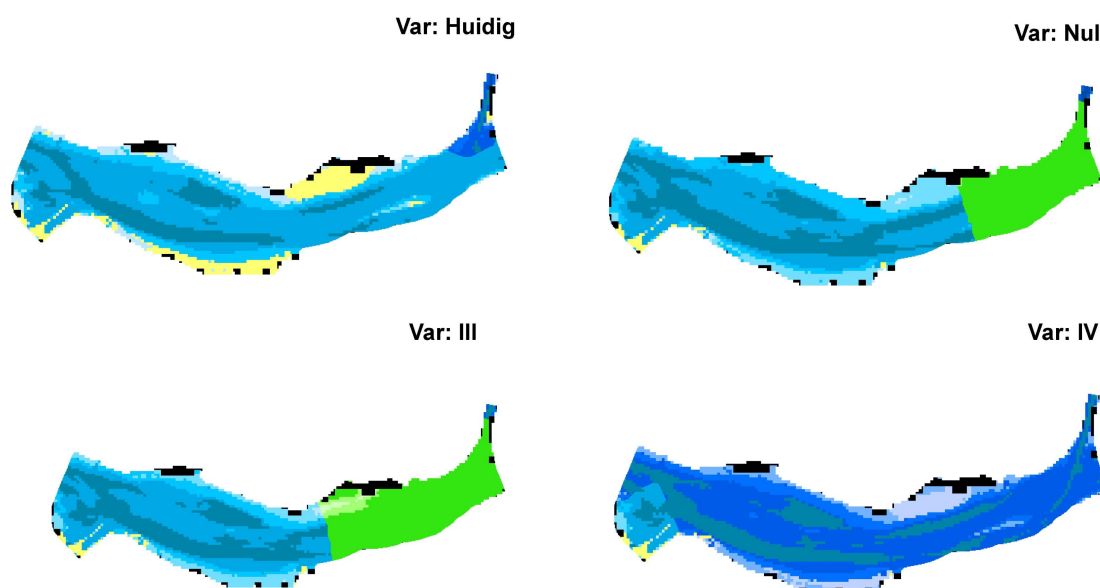
Foto 4.2 *Het Hollands Diep met zowel natuur als industrie*

4.2.2 Overzicht verwachte ecozones

Het Hollands Diep zal een paar belangrijke veranderingen ondergaan wanneer de verschillende maatregelen in het kader van de klimaatbestendigheid worden doorgevoerd. Vooral de maatregelen in het Haringvliet hebben effect. De afwezigheid van getijdewerking en de toename van stroomsnelheid van het water kunnen het gebied gaan veranderen waardoor ecozones met langzaamstromend water omknikken naar ecozones met snelstromend water met andere kenmerkende planten- en diersoorten. De omslag van zoet naar zout geldt in mindere mate voor Hollands Diep dan voor het Haringvliet. Er zouden grote negatieve effecten kunnen zijn voor bijvoorbeeld Kleine lisdodde, Spindotterbloem, Driekantige bies, Bittere veldkers en allerlei kroossoorten, maar ook de Snoek en de Brasem kunnen achteruitgaan. Voor Zeebies, Klein zeegras, Groot zeegras, Spiering en Fint zal de verandering juist positief zijn.

Tabel 4.2 Areeal in km² per verwachte ecozone in het Hollands Diep voor de huidige situatie en drie maatregelpakketten.

		Huidige situatie	Huidig beheer in 2100	Maximaal spuien	Rijnmondring
Ecozones van Hollands diep					
Niet beschikbaar		2.0	2.0	2.0	2.0
Niet overstroomd gebied		4.3	0.5	0.8	0.4
Niet-getijde	Drijfplanten- en waterplantenzone		9.5	13.0	
	Zone met seizoensgebonden droogval			0.8	
Zoet	Getijde	Ondiepe getijdenwateren hoogdynamisch			3.6
		Ondiepe getijdenwateren laagdynamisch	0.6	3.8	3.8
	Matig diepe getijdenwateren hoogdynamisch	0.3			5.9
	Matig diepe getijdenwateren laagdynamisch	6.8	5.4	4.1	0.2
	Diepe getijdenwateren hoogdynamisch	1.0	0.1	0.1	19.7
	Diepe getijdenwateren laagdynamisch	22.1	14.2	12.5	2.2
	Zeer diepe getijdenwateren hoogdynamisch	0.1	0.1		
	Kreken laagdynamisch	2.5	0.1	0.1	
	Hoogdynamische kreken	0.1			2.7
	Zeer diepe getijdenwateren laagdynamisch	7.3	11.2	9.6	10.0
Permanent overstroomd gebied		38.1	44.4	43.3	41.8
Droogvallend (dagelijks en/of seizoensgebonden) gebied		2.5	0.2	0.9	2.8
Zoet water		40.7	44.5	44.5	44.6
Licht brak water					
Brak water					
Zout water					
Laag- en gemiddeld dynamisch water		39.2	34.8	30.2	12.7
Hoogdynamisch water		1.4	0.2	0.1	31.9



Legend

- Niet beschikbaar
- Niet overstroomd gebied

Zoete zone

- Drijf- en waterplanten
- Droogvallend
- Hardhout zone
- Hoogwaterrijke zone
- Ondiep getijdenwater hoogdynamisch
- Ondiep getijdenwater laagdynamisch
- Matig diep getijdenwater hoogdynamisch
- Matig diep getijdenwater laagdynamisch
- Diep getijdenwater hoogdynamisch
- Diep getijdenwater laagdynamisch
- Zeer diep getijdewater hoogdynamisch
- Laag- en gemiddeld dynamische kreken
- Hoogdynamische kreken
- Zeer diep getijdenwater laagdynamisch

Licht brakke zone

- Ondiep getijdenwater hoogdynamisch
- Ondiep getijdenwater laagdynamisch
- Matig diep getijdenwater hoogdynamisch
- Matig diep getijdenwater laagdynamisch
- Diep getijdenwater hoogdynamisch
- Diep getijdenwater laagdynamisch
- Zeer diep getijdewater hoogdynamisch
- Zeer diep getijdenwater laagdynamisch
- Laag en gemiddeld dynamische kreken
- Hoogdynamische kreken

Brakke zone

- Hoogdynamisch getijdengebieden
- Laagdynamisch supralitoraal getijdengebied
- Hoog gelegen laagdynamisch getijdengebied
- Laag tot middelhoog gelegen laagdynamisch getijdengebied
- Hoogdynamisch getijdenwater
- Ondiepe laagdynamisch getijdenwater
- Diep laagdynamisch getijdenwater

Zoute zone

- Hoogdynamisch getijdengebied
- Laagdynamische supralitoraal getijdengebied
- Hoog gelegen laagdynamisch getijdengebied
- Laag tot middelhoog gelegen laagdynamisch getijdengebied
- Hoogdynamisch getijdenwater
- Ondiep laagdynamisch getijdenwater
- Diep laagdynamisch getijdenwater

Figuur 4.3 Resultaten Hollands Diep

4.2.3 Getij invloed en waterdiepte

In het Hollands Diep gelden dezelfde verwachtingen als in het Haringvliet. De verwachte zeespiegelstijging heeft tot gevolg dat in 2100 de waterstanden met ongeveer 125 cm zullen stijgen, maar de getijslag zal ongeveer gelijk blijven. Bij maximaal spuibeheer bij Nieuwe Waterweg en het Haringvliet zullen de waterstanden ongeveer 115 cm stijgen, terwijl de getijslag gemiddeld 15 cm kleiner wordt. En bij het installeren van de Rijnmondring zal er een stijging van ongeveer 70 cm voor de waterstanden en 90 cm voor de getijslag te verwachten zijn ten opzichte van de huidige situatie.

Een verandering door de verwachte zeespiegelstijging is net als in het Haringvliet de afname van het areaal aan permanent droge gebieden en het nagenoeg verdwijnen van kreken. In de huidige situatie is er 4.3 km² aan permanent droog gebied (= 'niet overstroomd') en wanneer we deze situatie doorrekenen naar 2100 zal er nog maar 0.5 km² over zijn. Dit is naar verhouding een minder sterke daling dan verwacht in het Haringvliet. Het toepassen van spuibeheer bij de Nieuwe Waterweg zal ook hier geen ander beeld opleveren.

Deze afnamen (vanwege de verhoogde zeespiegel) kunnen een belangrijk gevolg zijn, omdat benodigde habitats voor specifieke planten- en diersoorten wegvallen (zie ook paragraaf

5.1.3). Overstromingsgevoelige plantensoorten en diersoorten die juist droge plekken nodig hebben kunnen verdwijnen.

Droogvallende plekken (dagelijks of seizoensgebonden) hebben in de huidige situatie nog 2.6 km² aan areaal, maar in het jaar 2100 zal dat met het aanhoudende spuibeheer bij het Haringvliet nog maar 0.1 km² zijn. Het toevoegen van spuibeheer bij de Nieuwe Waterweg zal het areaal iets doen stijgen naar 0.9 km², maar dit komt vooral door het ontstaan van niet-getijde gebieden (zone met seizoensgebonden droogval). Het is nog onduidelijk hoe dit komt. Het areaal aan kreken in de huidige situatie blijven kreken als naast het spuibeheer bij de Nieuwe Waterweg het Haringvliet wordt geopend (van 2.6 naar 2.7 km²). Hierdoor kunnen we stellen dat het areaal aan droogvallend gebied in die situatie ongeveer gelijk blijft.

Zoals gezegd ontstaan er niet-getijdengebieden bij het gecombineerde spuibeheer bij het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg. Maar dit wordt niet verwacht als het Haringvliet open staat door de installatie van een stormvloedkering. Het open zetten van het Haringvliet zorgt voor een toename in getijslag van bijna 1 meter. Wanneer bij het Haringvliet spuibeheer blijft kunnen er niet-getijdenwateren (drijf- en waterplanten zone) ontstaan (9.5 km² en 13 km² als er ook spuibeheer bij de Nieuwe Waterweg wordt toegepast) die starten vanuit de oostgrens van het Hollands Diep en komen tot en met de 'Sassenplaat' of de 'Plaat van het Land van Essche'. Dit gaat hoofdzakelijk ten koste van de laagdynamische diepe getijdenwateren. Wanneer de Nieuwe Waterweg spuibeheer krijgt zal er zelfs een zone met seizoensgebonden droogval en een hoogwatervrije zone ontstaan bij de 'Zeehondenplaat'. De 'Zeehondenplaat' zal wezenlijk veranderen.

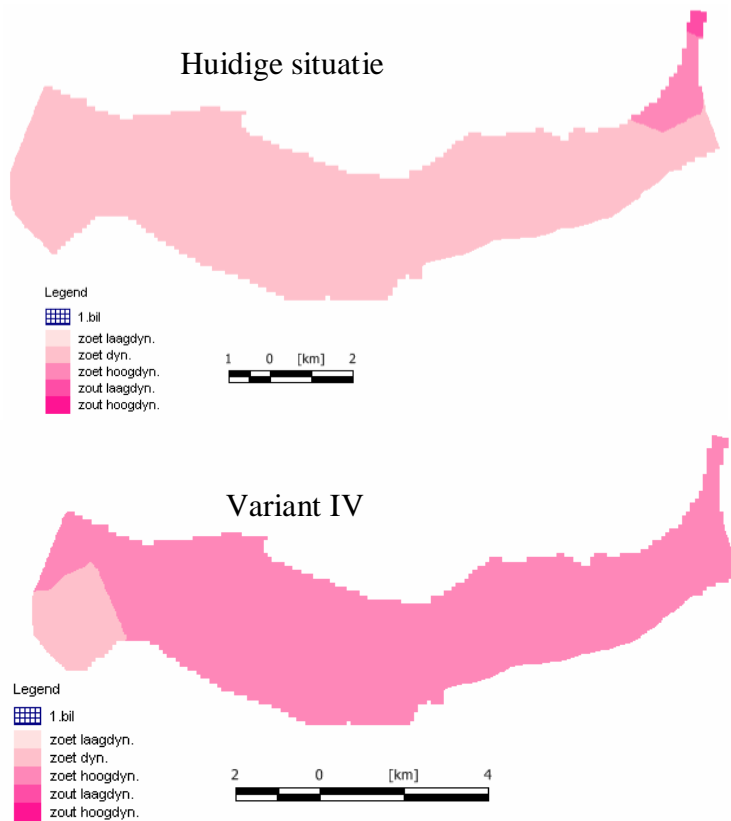
4.2.4 Zoutintrusie

Er wordt geen zoutintrusie verwacht bij gemiddelde afvoeren en dus geen veranderingen in zoutgehalten. Ook het openstellen van het Haringvliet zal dit niet veroorzaken. Slechts bij lage rivierafvoeren zullen er brakke ecozones kunnen ontstaan tot halverwege het Hollands Diep tot aan de 'Plaat van het Land van Essche'.

4.2.5 Stroomsnelheid

De stroomsnelheid zal bij de verwachte zeespiegelstijging nauwelijks veranderen (slechts 5 cm/s langzamer). Ook bij het maatregelenpakket voor maximaal spuibeheer zal er maar 10 cm/s afname in de stroomsnelheid zijn. Na het installeren van een stormvloedkering in het Haringvliet gaan de stroomsnelheden met 45-50 cm/s toenemen.

In de huidige situatie wordt het Hollands Diep gekenmerkt door ecozones met een gemiddelde stroomsnelheid (dynamisch), maar bij het openstellen van het Haringvliet (installatie stormvloedkering) en dichtzetten van de Nieuwe Waterweg slaan deze stroomsnelheden om naar hogere stroomsnelheden (zie ook Haringvliet, paragraaf 4.1.5). In de huidige situatie is er 39.2 km² aan gebieden met lage stroomsnelheid en 1.4 km² met een hogere stroomsnelheid, terwijl er na de de installatie van een stormvloedkering nog maar 12.7 km² met lage stroomsnelheid en 31.9 km² met hogere stroomsnelheid kan ontstaan. De planten- en diersoorten die hier voorkomen zullen grote effecten ondervinden, omdat een grotere stroomsnelheid invloed heeft op de troebelheid van het water, de mogelijkheid voor planten om zich te vestigen en de begaanbaarheid voor dieren (kost meer energie en geeft weinig rustplekken). Bij de maatregelenpakketten waarbij het afsluiten van het Haringvliet op spuien is ingesteld verandert er weinig aan de stroomsnelheid in het Hollands Diep.



Figuur 4.4 Stroomsnelheid Hollands Diep voor variant IV en de huidige situatie

4.3 Biesbosch

4.3.1 Huidige situatie

De Biesbosch is een nat gebied waar grote groepen watervogels dekking, voedsel en nestgelegenheid vinden. Door verruiging en het open graven van polders ontwikkelt zich geleidelijk een zoetwatermoeras met een enorme soortenrijkdom. Het gebied bestaat uit drie delen: de Sliedrechtse en Dortsche Biesbosch ten noorden van de Merwede en de Brabantse Biesbosch ten zuiden ervan. Alleen in de Sliedrechtse Biesbosch resteert nog een getijdenverschil van ongeveer 70 centimeter door de open verbinding met de Oude Maas.

In 1970 werden de Haringvlietsluizen geïnstalleerd, waardoor de situatie met twee meter getijdenverschil verloren ging. Hierdoor verdwenen ook biezen-, riet- en griendculturen en kwamen steeds meer ruigteplanten het gebied in. Er werd vroeger honderden hectaren griend onderhouden. Tegenwoordig is dit nog zo'n 20 tot 25 hectare. Het merendeel van de grienden verruigt. Aan de Zuidhollandse kant van de Biesbosch bevinden zich nog zogenaamde getijdengrienden Het lange riet werd voor de afsluiting jaarlijks met de riethaak gesneden. Na 1970 verdroogden de rietgorzen en kregen woekeraars zoals haagwinde de overhand. Tegenwoordig wordt nog maar op enkele plaatsen riet gesneden. In het najaar worden een aantal graslandpolders onder water gezet door middel van het inlaten van water. Hierbij wordt gepoogd een dusdanig peil te bereiken waarbij greppels en ondiepten vol water komen te staan en de wat hogere delen net droog blijven. Hierdoor is het gebied geschikt voor overwinterend waterwild zoals de slobbeend, pijlstaart, krakeend en wintertaling.

Er zijn plannen om rondom de Biesbosch op termijn 2100 hectare aan de landbouw te onttrekken en als natuurgebied aan het Nationaal Park de Biesbosch toe te voegen. Het op een kier zetten van de Haringvlietsluizen heeft ook invloed op de Biesbosch. Het water wordt gedeeltelijk brak en delen vallen droog bij eb. Hierdoor krijgt slikvegetatie een kans. Belangrijk voor het achterland is de opheffing van een onneembare barrière voor trekvisen als zalm en zeeforel. De verwachting is dat ook de vissoorten fint, spiering en driedoornige stekelbaars in aantal toenemen, wat gunstig is voor vogels als het visdiefje en de lepelaar.

De Biesbosch is in het geheel gekarakteriseerd als R8 watertype: zoet getijdenwater. Verbindingen naar de zee verlopen via het Hollands Diep enerzijds en via de Dordsche Kil, Oude Maas en Nieuwe Waterweg anderzijds. De KRW-beoordeling van de Biesbosch geldt voor de vissen als matig. Ook de planten in het zuidwestelijke deel scoren matig. In het oostelijke en noordelijke deel scoren de planten juist goed. De macrofauna doet het nog slechter, hier wordt een matig en ontoereikend gescoord.



Foto 4.3 Biesbosch

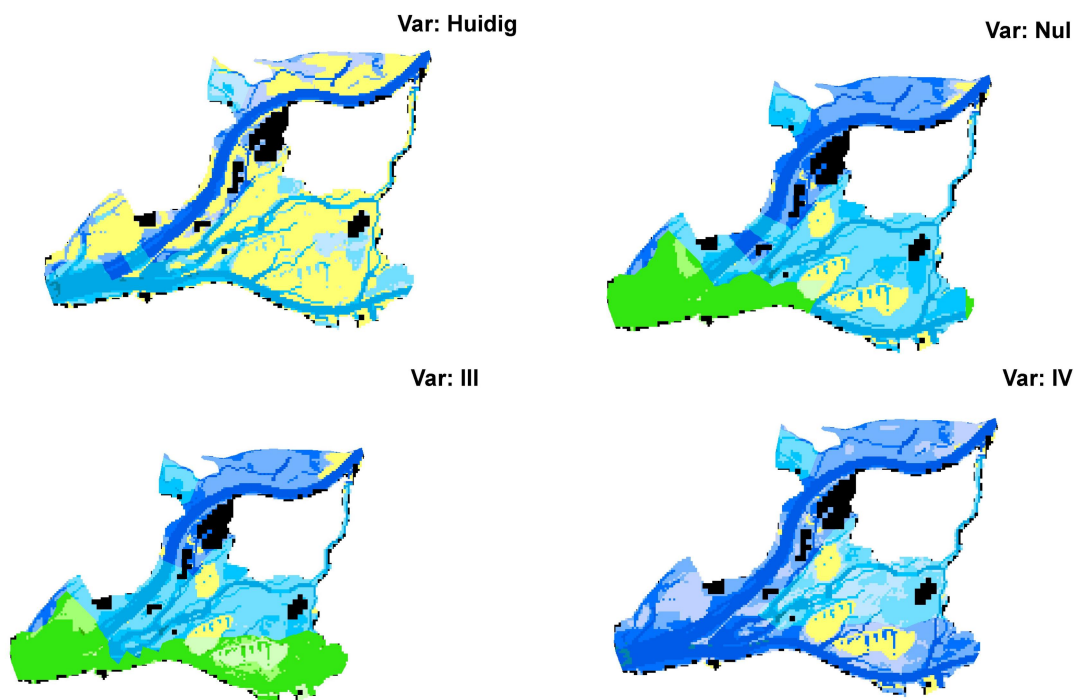


4.3.2 Overzicht verwachte ecozones

De Biesbosch kan enkele veranderingen ondergaan wanneer de verschillende maatregelen in het kader van de klimaatbestendigheid worden doorgevoerd. Vooral de waterstanden en de getijdenslag kunnen het gebied gaan veranderen waardoor getijdenecozones omknikken naar ecozones zonder getij of oeverzones, waarin andere kenmerkende planten- en diersoorten aanwezig zijn. Er zouden grote positieve effecten kunnen zijn voor bijvoorbeeld Kleine lisdodde, Spindotterbloem, Driekantige bies en Bittere veldkers bij spuibeheer bij het Haringvliet, maar minder positief bij het open zetten van het Haringvliet. Voor Spiering en Fint zal de verandering juist positief zijn, omdat de bereikbaarheid van de Biesbosch juist wordt verhoogd.

Tabel 4.3 Areaal in km² per verwachte ecozone in de Biesbosch voor de huidige situatie en drie maatregelpakketten.

Ecozones van Biesbosch		Huidige situatie	Huidig beheer in 2100	Maximaal spuien	Rijnmondring	
	Niet beschikbaar	7.5	7.5	7.5	7.5	
	Niet overstromd	43.6	8.3	8.9	7.5	
Niet-getijde	Drijfplanten- en waterplantenzone		18.7	26.9		
	Droogvallende zone		1.1	3.9		
	Hardhoutzone			0.1		
Zoet	Getijde	Ondiepe getijdenwateren hoogdynamisch	4.3	11.2	10.5	20.1
		Ondiepe getijdenwateren laagdynamisch	7.4	23.2	19.5	11.1
		Matig diepe getijdenwateren hoogdynamisch	3.9	5.5	4.6	11.5
	Niet-getijde	Matig diepe getijdenwateren laagdynamisch	6.4	11.3	8.8	4.3
		Diepe getijdenwateren hoogdynamisch	9.0	8.2	6.7	22.8
		Diepe getijdenwateren laagdynamisch	14.4	10.5	8.4	3.0
		Zeer diepe getijdenwateren laagdynamisch	0.3	0.1	0.2	0.5
		Kreken laagdynamisch	4.9	0.2	0.2	6.7
		Hoogdynamische kreken	4.5	0.6	0.2	11.3
	Permanent overstromd gebied	45.7	88.7	85.5	73.3	
	Droogvallend (dagelijks en/of seizoensgebonden) gebied	9.5	1.9	4.4	18.0	
	Zoet water	55.2	91.4	94.6	91.3	
	Licht brak water					
	Brak water					
	Zout water					
	Laag- en gemiddeld dynamisch water	33.4	45.2	37.0	25.6	
	Hoogdynamisch water	21.8	25.6	22.1	65.7	



Legend

- Niet beschikbaar
- Niet overstroomd gebied

Zoete zone

- Drijf- en waterplanten
- Droogvallend
- Hardhout zone
- Hoogwatervrije zone
- Ondiep getijdenwater hoogdynamisch
- Ondiep getijdenwater laagdynamisch
- Matig diep getijdenwater hoogdynamisch
- Matig diep getijdenwater laagdynamisch
- Diep getijdenwater hoogdynamisch
- Diep getijdenwater laagdynamisch
- Zeer diep getijdewater hoogdynamisch
- Laag- en gemiddeld dynamische krekens
- Hoogdynamische krekens
- Zeer diep getijdenwater laagdynamisch

Licht brakke zone

- Ondiep getijdenwater hoogdynamisch
- Ondiep getijdenwater laagdynamisch
- Matig diep getijdenwater hoogdynamisch
- Matig diep getijdenwater laagdynamisch
- Diep getijdenwater hoogdynamisch
- Diep getijdenwater laagdynamisch
- Zeer diep getijdewater hoogdynamisch
- Zeer diep getijdenwater laagdynamisch
- Laag en gemiddeld dynamische krekens
- Hoogdynamische krekens

Brakke zone

- Hoogdynamisch getijdengebieden
- Laagdynamisch supralitoraal getijdengebied
- Hoog gelegen laagdynamisch getijdengebied
- Laag tot middelhoog gelegen laagdynamisch getijdengebied
- Hoogdynamisch getijdenwater
- Ondiepe laagdynamisch getijdenwater
- Diep laagdynamisch getijdenwater

Zoute zone

- Hoogdynamisch getijdengebied
- Laagdynamische supralitoraal getijdengebied
- Hoog gelegen laagdynamisch getijdengebied
- Laag tot middelhoog gelegen laagdynamisch getijdengebied
- Hoogdynamisch getijdenwater
- Ondiep laagdynamisch getijdenwater
- Diep laagdynamisch getijdenwater

Figuur 4.5 Resultaten Biesbosch

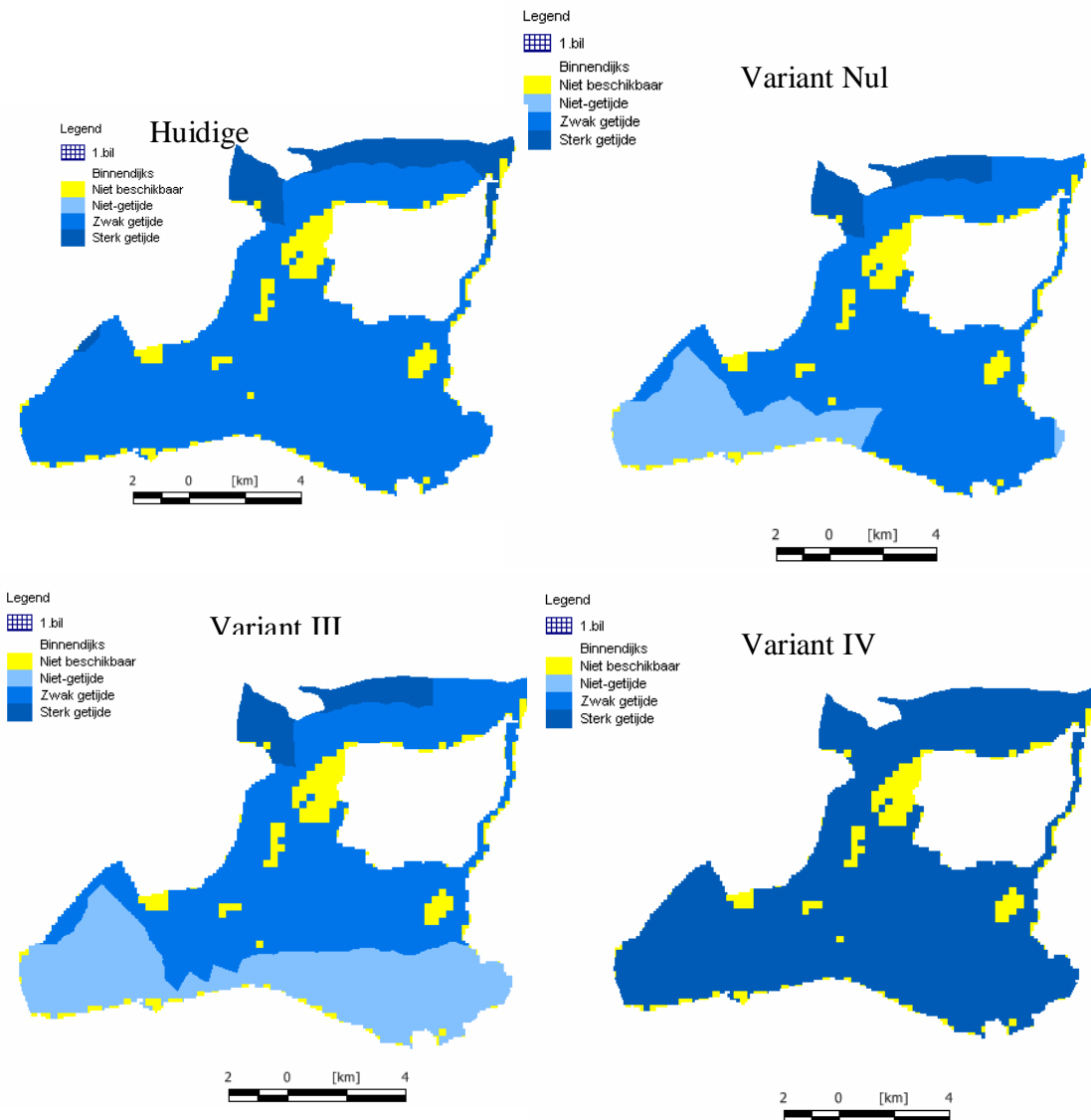
4.3.3 Getijdeninvloed en waterdiepte

De verwachte zeespiegelstijging heeft tot gevolg dat in het jaar 2100 de waterstanden net als in het Haringvliet en het Hollands Diep met ongeveer 125 cm zullen stijgen en de getijslag zal ongeveer gelijk blijven. Bij maximaal spui-beheer bij Nieuwe Waterweg en het Haringvliet zullen de waterstanden ongeveer 120 cm stijgen, terwijl de getijslag gemiddeld 15 cm kleiner wordt. En bij het installeren van de Rijnmondtring zal er een stijging van ongeveer 70 cm voor de waterstanden en 80-85 cm voor de getijslag te verwachten zijn ten opzichte van de huidige situatie.

Met de stijging van de zeespiegel kan het areaal aan niet-overstroomde gebieden behoorlijk afnemen: in de huidige situatie is er nog 43.6 km² terwijl in 2100 er nog maar 8.2 km² valt te verwachten. De meeste van deze gebieden worden ondiep getijdenwater en vallen dus niet meer droog. Het toepassen van spui-beheer bij ook de Nieuwe Waterweg zal het areaal niet-overstroomd gebied niet verder doen afnemen (8.9 km²). Het openen van het Haringvliet door een stormvloedkering te plaatsen zal het areaal droog gebied nog iets verder doen dalen, tot 7.5 km². Dit verandert voornamelijk in hoogdynamisch zoet getijdenwater. Bij deze maatregelen zien we ook een stijging van het areaal aan zoete krekens tot 18 km² (zowel laag-

Deltares

als hoogdynamisch). Bij voortzetting van de huidige situatie zal dit in 2100 vooral zoet, ondiep getijdenwater of drijf- en waterplantenzone zijn.



Figuur 4.6 Getijslag Biesbosch

De voortzetting van de huidige maatregelen in 2100 en additioneel het sluiten van de Nieuwe Waterweg laten de getijdenslag afnemen in de zuidwestelijke hoek en de gehele zuid zone van de Biesbosch. In het eerste geval kan er 18.7 km² drijf- en waterplantenzone ontstaan, terwijl bij het tweede geval er wel 26.9 km² aan drijf- en waterplantenzone kan ontstaan. Wanneer er spuibeheer bij de Nieuwe Waterweg wordt toegepast wordt er zelfs een aanzienlijk areaal aan droogvallende zone (3.9 km²) gevormd. Dit is vooral te vinden rondom het spaarbekken De Gijster, en bij de Noordplaat en het Keetstuk. Wanneer het Haringvliet open wordt gehouden en de Nieuwe Waterweg dicht wordt gezet zal er juist geen niet-getijden water ontstaan.

4.3.4 Zoutintrusie

Er wordt geen zoutintrusie verwacht bij gemiddelde afvoeren en dus geen veranderingen in zoutgehaltes. Ook het openstellen van het Haringvliet zal dit niet veroorzaken. Slechts bij lage rivierafvoeren zal er een licht brakke invloed zijn in de zuidelijke zone tot het spaarbekken Petrusplaat als het Haringvliet wordt opengesteld.

4.3.5 Stroomsnelheid

De stroomsnelheid zal bij de verwachte zeespiegelstijging in 2100 nauwelijks veranderen (slechts 5 cm/s langzamer). Ook bij het maatregelenpakket voor maximaal spuibeheer zal er maar 10 cm/s afname in stroomsnelheid zijn. Na het installeren van een stormvloedkering in het Haringvliet gaan in 2100 de stroomsnelheden gemiddeld toenemen met 25-30 cm/s.

In de huidige situatie wordt de Biesbosch gekenmerkt door ecozones met een lage, gemiddelde en hoge stroomsnelheden (33.4 km² areaal met laag en 21.8 km² met gemiddelde en hoge snelheden). Bij het voortzetten van de huidige maatregelen zal rond 2100 het areaal aan getijdengebieden met lage stroomsnelheden toenemen tot 45.2 km², maar in combinatie met het spuibeheer bij de Nieuwe Waterweg zal dit groeien tot maar 37 km². In de huidige situatie waren dit voornamelijk niet-overstroomde gebieden, terwijl bij het openzetten van het Haringvliet en dichtzetten van de Nieuwe Waterweg dit voor een gedeelte zoete kreken kunnen worden. Met deze maatregelen zien we ook dat het areaal aan getijdenwateren met hoge stroomsnelheden toeneemt tot maar liefst 65.7 km². Dit is meer dan de helft van het totale oppervlakte van de Biesbosch.

4.4 Nieuwe Waterweg

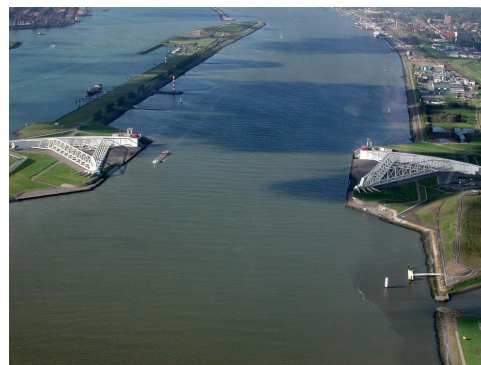
4.4.1 Huidige situatie

De Nieuwe Waterweg bestaat geheel uit het O2 watertype: overgangswater. De Nieuwe Waterweg ligt direct in verbinding met de Noordzee en ondervindt daardoor dezelfde getijdenwerking (er is een stormvloedkering die alleen bij noodweer dicht gaat). Zout water kan vrij naar binnen stromen totdat het door het zoete water van de rivieren wordt teruggedrongen. Langs de Nieuwe Waterweg liggen de havens van Rotterdam en zodoende wordt deze route drukbevaren.

De KRW-beoordeling van de Nieuwe Waterweg is matig voor vissen en macrofauna. Het fytoplankton scoort goed, maar de waterplanten zijn niet beoordeeld.



Foto 4.4 Nieuwe Waterweg

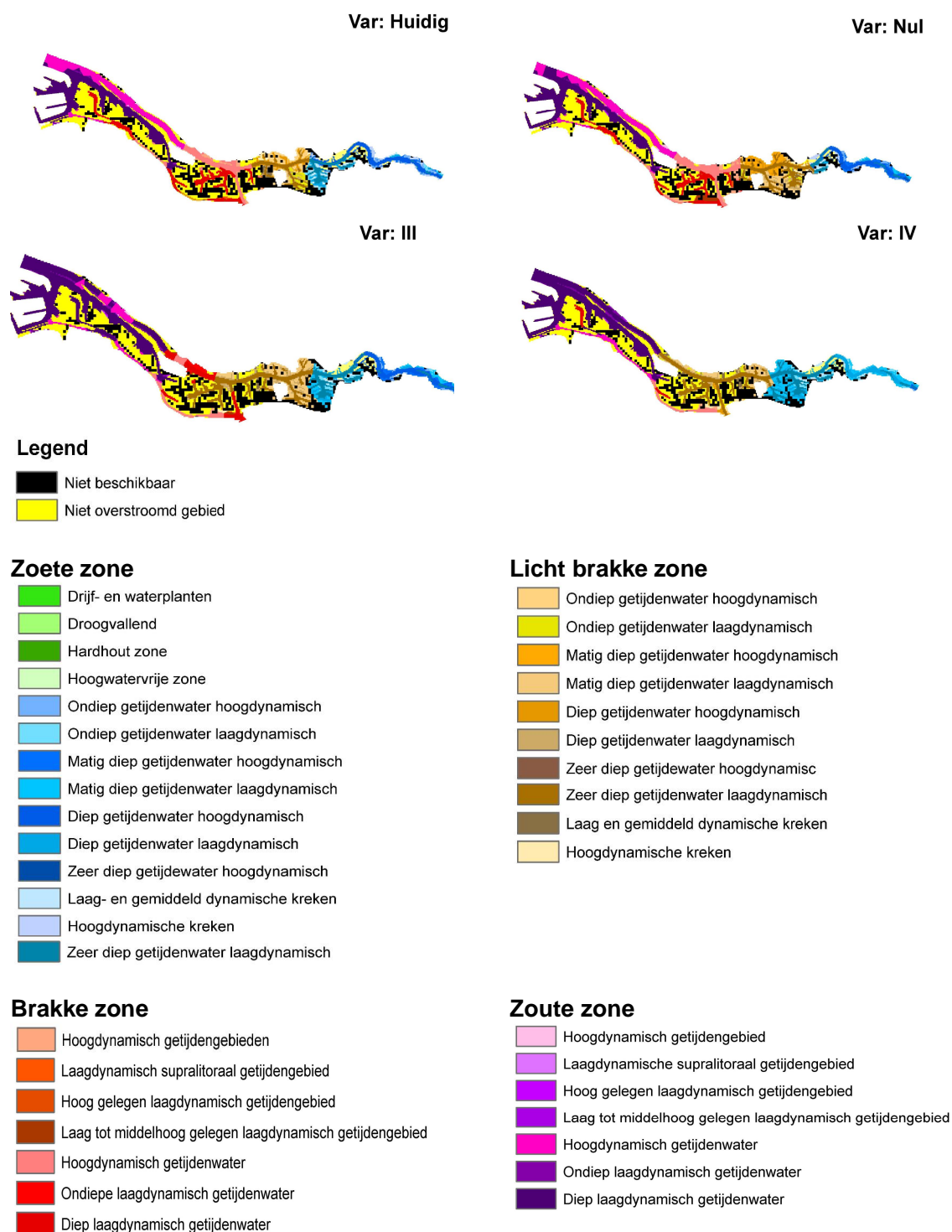


4.4.2 Overzicht verwachte ecozones

De Nieuwe Waterweg kan enkele veranderingen ondergaan wanneer de verschillende maatregelen in het kader van de klimaatbestendigheid worden doorgevoerd. Vooral maatregelen in het eigen gebied zorgen voor effecten. De mate van zoutintrusie en de stroomsnelheid van het water kunnen het gebied gaan veranderen waardoor bijvoorbeeld snelstromende ecozones omknikken naar langzaamstromende ecozones met andere kenmerkende planten- en diersoorten. Bij afsluiting van de Nieuwe Waterweg zullen de Puitaal, Bot, Schol en Haring minder gaan voorkomen.

Tabel 4.4 Areaal in km² per verwachte ecozone in de Nieuwe Waterweg voor de huidige situatie en drie maatregelpakketten.

		Huidige situatie	Huidig beheer in 2100	Maximaal spuien	Rijnmondring	
Ecozones van de Nieuwe waterweg						
Niet beschikbaar		24.0	24.0	24.0	24.0	
Niet overstromd zoet getijde gebied		31.9	26.6	29.6	28.4	
Zoet	Getijde	Ondiepe getijdenwateren hoogdynamisch	1.1	1.0	0.7	0.1
		Ondiepe getijdenwateren laagdynamisch	0.9	0.2	1.0	1.7
		Matig diepe getijdenwateren hoogdynamisch	0.5	1.7	1.6	0.0
		Matig diepe getijdenwateren laagdynamisch	0.1	0.4	2.0	6.6
		Diepe getijdenwateren hoogdynamisch	5.2	4.3	4.1	0.2
		Diepe getijdenwateren laagdynamisch	1.8	0.6	1.9	6.6
		Zeer diepe getijdenwateren	0.1	0.1	0.0	0.0
		Zeer diepe getijdenwateren laagdynamisch	3.3	1.5	4.8	7.2
		Kreken laagdynamisch	1.4	0.3	0.5	1.2
		Hoogdynamische kreken	1.7	1.0	0.2	0.0
Licht brak	Getijde	Ondiepe getijdenwateren hoogdyn.	2.9	0.3	0.0	0.2
		Ondiepe getijdenwateren laagdynamisch	1.5	0.7	0.8	1.0
		Matig diepe getijdenwateren hoogdyn.	0.1	3.1	0.0	0.1
		Matig diepe getijdenwateren laagdyn.	0.4	3.0	5.9	3.3
		Diepe getijdenwateren hoogdynamisch	2.5	1.6	0.0	0.6
		Diepe getijdenwateren laagdynamisch	0.7	1.4	2.7	2.5
		Zeer diepe getijdenwateren laagdynamisch	3.9	7.2	9.7	10.1
		Kreken laagdynamisch	0.4	0.3	0.4	0.9
Brak	Getijde	Hoogdynamische getijdengebieden	1.1	2.1	0.3	0.5
		Laagdyn. supralitorale getijdengebieden	0.2	0.2	0.0	0.0
		Hoog gelegen laagdyn. getijdengebieden	0.1	0.1	0.1	0.0
		Lg tot midhg gelegen laagdyn. getijdengebieden	0.1	0.9	0.3	0.0
		Hoogdynamische getijdenwateren	6.5	8.4	2.8	2.1
		Ondiepe laagdynamische getijdenwateren	1.0	0.5	1.2	0.0
Zout	Getijde	Diepe laagdynamische getijdenwateren	7.6	8.0	3.8	1.4
		Hoogdynamische getijdengebieden	0.3	0.4	0.2	0.1
		Laagdynamische supralitorale getijdengebieden	0.0	0.1	0.1	0.1
		Hoog gelegen laagdyn. getijdengebieden	0.0	0.1	0.1	0.1
		Lg tot midhg gelegen laagdyn. getijdengebieden	0.1	0.1	0.1	0.2
		Hoogdynamische getijdenwateren	12.2	11.6	4.5	2.9
		Ondiepe laagdynamische getijdenwateren	0.7	0.6	1.6	2.1
		Diepe laagdynamische getijdenwateren	19.1	20.7	28.9	29.3
Permanent overstromd gebied		71.9	76.8	78.0	77.9	
Droogvallend (dagelijks en/of seizoensgebonden) gebied		6.5	7.2	3.0	3.9	
Zoet water		16.1	11.1	16.7	23.4	
Licht brak water		13.0	18.2	19.7	19.3	
Brak water		16.5	20.3	8.5	4.0	
Zout water		32.4	33.6	35.6	34.9	
Laag- en gemiddeld dynamisch water		43.2	47.0	66.0	74.2	
Hoogdynamisch water		34.7	36.4	14.6	7.6	



Figuur 4.7 Resultaten Nieuwe Waterweg

4.4.3 Getijdeninvloed en waterdiepte

De verwachte zeespiegelstijging heeft tot gevolg dat in 2100 de waterstanden net als in het Haringvliet en Hollands Diep met ongeveer 130-135 cm zullen stijgen en de getijslag tot 10 cm kleiner zal worden. Bij maximaal spuibeheer bij Nieuwe Waterweg en het Haringvliet zullen de waterstanden ongeveer met 130 cm stijgen aan de Noordzeekant en met ongeveer

160 cm aan de oostkant. De getijslag wordt in deze situatie gemiddeld 110 cm kleiner (bij vloed gaat de Nieuwe Waterweg dicht). En bij het installeren van de Rijnmondring (afsluiten van de Nieuwe Waterweg) zal er nog steeds een waterstandstijging van ongeveer 130-160 cm kunnen worden verwacht. De getijslag zal ongeveer 95 cm afnemen ten opzichte van de huidige situatie.

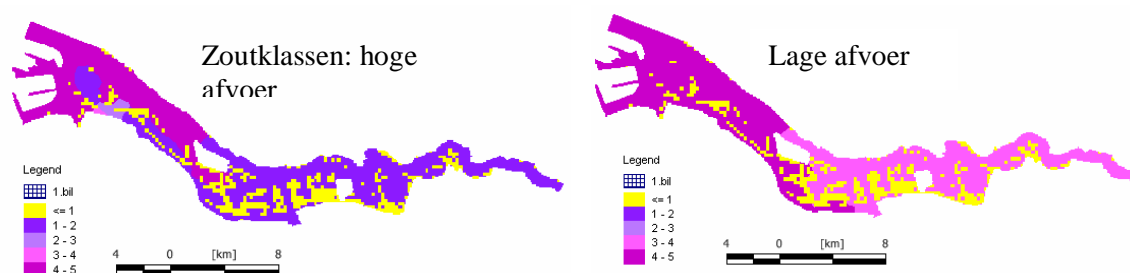
Het algemene effect van de stijging van de zeespiegel resulteert in 2100 in de Nieuwe Waterweg niet in grote veranderingen qua droog, droogvallend of permanent onderwaterstaand areaal. De zeespiegelstijging zorgt er in een verder onveranderde situatie wel voor dat iets areaal aan droog gebied overgaat in gebied dat permanent onder water staat (+/- 5 km²). Het matige verschil zal vooral komen doordat het gebied van de Nieuwe Waterweg te vergelijken is met een kom, met een nauw talud. De verandering van droog naar permanent overstroomd vindt vooral plaats ter hoogte van Vlaardingen en ter hoogte van de Euromast. Bij het toepassen van spui-beheer of het dichtzetten van de Nieuwe Waterweg laat het areaal aan dagelijks droogvallend gebied een lichte daling zien. De getijslag zal variëren tussen de 1.5 en 1.9 meter, maar bij het openen van het Haringvliet en afsluiten van de Nieuwe Waterweg zal het getijslag dalen tot 0.9-1.3 meter. Hoe dan ook, het gehele gebied zal in alle gevallen getijdenwater of –gebied blijven (getijslag > 30 cm).

4.4.4 Zoutintrusie

De zoutconcentratie zal aan de oostkant slechts met 120 mg/l Cl en aan de Noordzeekant met 700 mg/l Cl stijgen bij de verwachte zeespiegelstijging tot 2100. Het toepassen van spui-beheer bij de Nieuwe Waterweg of het afsluiten ervan zal voor de oostkant van de Nieuwe Waterweg geen verschil met de huidige situatie opleveren. Maar aan de Noordzeekant kunnen we respectievelijk 1700 en 1400 mg/l Cl afname verwachten. De afnamen aan de Noordzeekant zorgen er niet voor dat de concentraties niet meer binnen de zoutklasse vallen.

In de huidige situatie is er vanuit de zee een zoutintrusie zodat er zoute ecozones strekken tot aan Rozenburg. Dit zal met alle voorgestelde maatregelen zo blijven en het areaal schommelt tussen 32-35 km². De zeespiegelstijging met het huidige beheer tot 2100 zal ten koste gaan van het zoete areaal, maar licht brak en brak komen ervoor terug. De zonegrenzen van de zoutklassen schuiven enkele kilometers door naar het oosten, waardoor zoet water een kleiner areaal krijgt. Het brakke en licht brakke areaal nemen vooral toe, mede doordat meer gebied onder invloed van het water komt te staan (door de stijgende zeespiegel). Wanneer er wordt gespuid bij de Nieuwe Waterweg of deze wordt dichtgezet, dan krijgt het zoete water weer iets meer terrein vergeleken bij alleen een zeespiegelstijging met het huidige beheer.

Het is duidelijk dat een hoge afvoer of een lage afvoer een groot verschil zal maken voor de zoutintrusie. Wanneer de Nieuwe Waterweg is afgesloten zal bij een hoge afvoer de zoutintrusie teruggedrongen kunnen worden tot Rozenburg, terwijl bij een lage afvoer het brakke water tot voorbij Krimpen aan de Lek kan reiken. Dit houdt dus in dat bij het sluiten van de Nieuwe Waterweg het gehele traject van Rozenburg tot Krimpen aan de Lek gedeelten van het jaar zoet is, maar ook brak. In de zomer zal het voornamelijk brak zijn en in de winter zoet.



Figuur 4.8 Zoutvariatie Nieuwe Waterweg

4.4.5 Stroomsnelheid

De stroomsnelheid zal bij de verwachte zeespiegelstijging in 2100 niet veranderen. Ook bij het maatregelenpakket voor maximaal spuibeheer zal er aan de Noordzeekant geen verandering optreden, maar aan de oostkant kan de stroomsnelheid wel met 30 cm/s afnemen. Als er een stormvloedkering wordt geïnstalleerd in het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg wordt afgesloten gaan de stroomsnelheden met 0-50 cm/s naar beneden.

In de huidige situatie wordt de Nieuwe Waterweg gekenmerkt door ecozones met een lage stroomsnelheid en een hoge stroomsnelheid. Er is 43.2 km² aan laagdynamisch areaal en 34.7 km² aan hoogdynamisch areaal. Met het stijgen van de zeespiegel bij het huidige beheer zal dit weinig veranderen (respectievelijk 47 km² en 36.4 km²). Grotere veranderingen treden pas op als de Nieuwe Waterweg wordt afgesloten of er spuibeheer wordt toegepast. In tegenstelling tot de andere deelgebieden zal hier het areaal aan laagdynamisch juist toenemen (tot 66 km²) en het areaal aan hoogdynamisch getijdenwater zal dan afnemen tot 14.6 km². Het sluiten van de Nieuwe Waterweg zal voor een gemiddelde afname van de stroomsnelheid zorgen, waardoor nieuwe ecozones ontstaan. In combinatie met het openen van het Haringvliet zal er nog meer laagdynamisch water ontstaan (72.2 km²) en minder hoogdynamisch water (7.6 km²), hoewel dit waarschijnlijk meer te wijten is aan het volledig afsluiten van de Nieuwe Waterweg.

5 Verwachtingen van effecten van maatregelen op KRW-doelen

5.1 Watertype toekenning

Bij alleen zeespiegelstijging en het aanhoudend huidig beheer blijven het Haringvliet en het Hollands Diep R8 watertypen (zoet getijdenwater). Bij de monding van de Spui wordt er iets areaal aan R8 watertype verloren, omdat hier de getijslag onder de 30 cm duikt. En in het oostelijke deel van Hollands Diep is het getijslag ook onder de 30 cm en kan het dus ook niet meer tot R8 gerekend worden. Hier moeten aan de gebieden het watertype R7 (Langzaam stromende rivier) worden toegekend. Bij de sluisen in het Haringvliet kan er nog een stuk tot O2 (Overgangswater) gerekend worden vanwege de zoutinvloed.

De zeespiegelstijging in combinatie met het spuibeheer bij de Nieuwe Waterweg levert weinig verschil met de voorgaande situatie. Alleen wordt hier het oostelijke deel van Hollands Diep dat tot R7 gerekend moet worden groter.

De zeespiegelstijging in combinatie met het openzetten van het Haringvliet en het dichtzetten van de Nieuwe Waterweg levert grote verschuivingen op in watertypen. Zowel Haringvliet (geheel) als Hollands Diep (tot aan 'Plaat van het land van Essche') zal als het O2 watertype moeten worden ingedeeld, dit wordt veroorzaakt door de zoutintrusie. De oostelijke helft van het Hollands Diep zal R8 blijven gezien de getijslag en het zoete karakter.

De Biesbosch is in huidige toestand een R8 watertype. Bij het aanhoudende spuibeheer bij het Haringvliet in combinatie met de verwachte zeespiegelstijging blijft de Biesbosch voornamelijk R8, maar wordt het zuidelijke deel R7 watertype. Dit komt door een verwachte daling in de getijslag. Bij het dichtzetten van de Nieuwe Waterweg en het open zetten van het Haringvliet zal de Biesbosch een R8 watertype blijven.

De Nieuwe Waterweg heeft in de huidige situatie een O2 watertype toegekend gekregen door het zoute karakter en de getijslag. De getijslag blijft bij alle maatregelen groter dan 30 cm en zoutinvloeden blijven aanwezig bij lage rivierafvoeren. Dus er wordt geen verandering in watertype verwacht in de Nieuwe Waterweg.

5.2 Fytobenthos en macrofauna

Fytobenthos is één van de deelmaatlaten die gebruikt wordt bij de KRW-beoordeling op basis van planten. In deze studie zijn de Habitat resultaten niet te koppelen aan de toestand van de soorten fytobenthos. Fytobenthos soorten kunnen zowel in snelstromend als in langzaamstromend water hoge abundanties halen, en zowel in droogvallend als in permanente wateren (STOWA 2007). In het schatten van de KRW-beoordeling in 2100 laten we in deze studie de fytobenthos achterwege.

Macrofauna is ook lastig te koppelen aan de ecozones zoals we die in deze studie formuleren. Macrofauna zou in alle zones kunnen voorkomen, maar in mindere mate in de diepe wateren. De KRW-beoordeling berust al op drie deelmaatlaten, waarbinnen één daarvan de koppeling met ecozones kan worden meegenomen. Dit levert een te onzekere schatting van de algehele beoordeling op basis van de resultaten uit deze studie. In het schatten van de KRW-beoordeling in 2100 laten we in deze studie de macrofauna achterwege.

5.3 Haringvliet en Hollands Diep

5.3.1 Effecten op vissen:

Rheofiele soorten

Zolang er spui-beheer bij het Haringvliet blijft zal het aantal rheofiele vissen en aantal rheofiele vissoorten waarschijnlijk gelijk blijven (stroomsnelheden variëren van 0 tot 0.15 m/s in Haringvliet en van 0.15 tot 0.3 m/s in Hollands Diep, dit levert lokaal stilstaand water op en ietwat sneller stromend water, afhankelijk van lokaal reliëf). Zodra Haringvliet open gaat kan er een toename in rheofiele soorten worden verwacht (stroomsnelheden variëren van 0.5 tot 0.8 m/s in Haringvliet en Hollands Diep, dit levert snelstromend water op en lokaal zeer sterk snelstromend water, afhankelijk van lokaal reliëf).

Limnofiele soorten

De limnofiele vissoorten zullen zich gespiegeld met de rheofiele vissen gedragen. Bij zeespiegelverhoging blijven ze ongeveer gelijk. Het sluiten van de Nieuwe Waterweg zal ook geen invloed hierop uitoefenen. Pas wanneer het Haringvliet open gaat zal het aantal limnofiele soorten waarschijnlijk gaan afnemen. Er kan een grotere afname in Haringvliet worden verwacht omdat daar de huidige stroomsnelheden het laagst zijn.

Diadrome soorten

Met het dichthouden door spui-beheer van het Haringvliet kunnen diadrome soorten alleen nog doorgang vinden tijdens eb. Wellicht kan er een visdoorgang geïnstalleerd worden zodat vissen altijd vrij de Haringvlietssluisen kunnen passeren. Door het zoete karakter van het Haringvliet kunnen diadrome soorten hier al paaien in plaats van door te trekken naar de Biesbosch. Pas bij de installatie van een stormvloedkering gaat het Haringvliet helemaal open. Vissen kunnen dan volledig vrij passeren. De vissen kunnen via het Spui of via Hollands Diep naar zoet water trekken. Dus naar verwachting zal bij het openen van het Haringvliet het aantal diadrome soorten toenemen ten opzicht van de andere situaties.

Estuariene residenten

Deze soorten worden in ogenschouw genomen, omdat bij het openen van het Haringvliet het watertype grotendeels in O2 verandert. Hierbij is alleen het westelijke deel permanent zout en er is voldoende getijslag (> 30 cm). De estuariene residenten zullen zich het beter doen ten opzichte van de huidige situatie.

Mariene juvenielen

Deze soorten worden in ogenschouw genomen, omdat bij het openen van het Haringvliet het watertype grotendeels in O2 verandert. Er zou een toename kunnen worden verwacht gezien het getij en zoutgehalte. De ecozones van het Haringvliet en Hollands Diep zullen waarschijnlijk geschikter voor de kinderkamerfunctie zijn dan bij de andere maatregelen, omdat er dan geen zoutinrusie is te verwachten. Zeker in de zomer reiken de zoute ecozones tot ver in het Hollands Diep. Deze deelmaatlat zal bij het openen van het Haringvliet voor een verhoging van de KRW-beoordeling zorgen.

Mariene seizoensgasten

Deze soorten worden in ogenschouw genomen, omdat bij het openen van het Haringvliet het watertype deels in O2 verandert. Er wordt een toename verwacht gezien het getij en zoutgehalte. Deze soorten hoeven maar korte tijd in het estuarium te verblijven en de omstandigheden zijn in de zomer het meest gunstig (zoutinrusie het meest landinwaarts). De

soorten met de bedoeling om te paaien zullen waarschijnlijk wat afnemen. Hier vindt dus geen verbetering van de KRW plaats.

5.3.2 Effecten op planten in het Haringvliet

Abundantie

Bij de verwachte zeespiegelstijging in 2100 zien we een toename in areaal geschikt voor submerse, drijvende en kroossoorten, terwijl er bijna geen areaal overblijft dat geschikt is voor oeverplanten. Combineren we de zeespiegelstijging met een maximaal spuibeheer (zowel bij Nieuwe Waterweg als bij Haringvliet), dan zien we nog steeds een toename in geschikt areaal voor drijvende en submerse plantensoorten. Maar het areaal dat geschikt wordt geacht voor kroossoorten beslaat bijna het gehele Haringvliet. Bij sluiting van de Nieuwe Waterweg met een stormvloedkering in het Haringvliet zien we juist een daling van het geschikte areaal voor kroos-, drijvende en submerse soorten. Dit zal vooral te wijten zijn aan de zoutinvasie en de omslag naar hoogdynamische ecozones.

Tabel 5.1 *Het aandeel van de plantensoortengroepen in het Haringvliet bij de verschillende maatregelen voor klimaatbestendigheid van de benedenrivieren. Rood = afname ten opzichte van de huidige situatie, groen = toename ten opzichte van de huidige situatie.*

Percentage areaal	Huidige situatie	Huidig beheer in 2010	Maximaal spuien	Rijnmondring
Submerse soorten	16.7	26.7	22.2	10.5
Drijvende soorten	16.7	26.7	22.2	10.5
Emerse soorten	8.7	7.4	11.8	9.5
Kroossoorten	80.3	90.9	93.2	14.1
Oeversorten	8.1	0.1	0.2	0.5

Soortenaantal

Het soortenaantal is alleen te relateren aan de verhouding van de verschillende ecozones. Bij een gelijke verdeling zal er een optimum in soortenaantal kunnen worden bereikt. In het doorgetrokken huidige beheer met de zeespiegelstijging van 2100 ontstaan er de meeste ecozones die geschikt zijn voor de bovengenoemde soortengroepen. Er is niet alleen de meest areaal beschikbaar maar ook de beste verdeling daartussen. Daarna geven de huidige situatie en de situatie met de Rijnmondring een goede verdeling.

5.3.3 Effecten op planten in Hollands Diep

Abundantie

In de huidige situatie is er bijna geen areaal dat geschikt is voor emerse soorten. Na de verwachte zeespiegelstijging kunnen we een toename verwachten in areaal geschikt voor submerse, drijvende en emerse soorten. Het areaal voor de oeversorten neemt af tot er bijna niets over is. Dit komt voor namelijk door de waterpeilstijging. Combineren we deze zeespiegelstijging met spuibeheer bij de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet dan zelfs nog meer stijging voor de drijvende en submerse soorten, maar een verlies aan areaal voor de

kroossoorten. Bij afsluiten van de Nieuwe Waterweg en het openen van het Haringvliet zien we een nog grotere daling in geschikt kroossoorten areaal. De arealen voor de andere soortengroepen blijven ongeveer zoals in de huidige situatie.

Tabel 5.2 *Het aandeel van de plantensoortengroepen in het Hollands Diep bij de verschillende maatregelen voor klimaatbestendigheid van de benedenrivieren. Rood = afname ten opzichte van de huidige situatie, groen = toename ten opzichte van de huidige situatie.*

Percentage areaal	Huidige situatie	Huidig beheer in 2010	Maximaal spuien	Rijnmondring
Submerse soorten	15.7	33.2	38.2	13.4
Drijvende soorten	15.7	33.2	38.2	13.4
Emerse soorten	1.5	8.5	8.5	8.6
Kroossoorten	81.7	77.1	67.0	28.1
Oeversorten	5.6	0.4	2.1	6.2

Soortenaantal

Het soortenaantal is alleen te relateren aan de verhouding van de verschillende ecozones. Bij een gelijke verdeling zal er een optimum in soortenaantal kunnen worden bereikt. In de huidige situatie zijn er 10 verschillende ecozones, waarvan er 3 zeer weinig areaal beslaan. In de andere situaties ontstaan er 9 ecozones en bij de situatie met de aangelegde Rijnmondring hebben de ecozones het minst lage percentage areaal. De verschillen zijn klein en het is de vraag of dit tot uiting komt in de algehele beoordeling.

5.4 Biesbosch

5.4.1 Effecten op vissen

Rheofiele soorten

Zolang bij het Haringvliet spuibehoor wordt toegepast zal het aantal rheofiele vissoorten waarschijnlijk gelijk blijven (stroomsnelheden variëren van 0.15 tot 0.6 m/s, dit levert een verscheidenheid aan ecozones met verschillende stroomsnelheden). Zodra Haringvliet open gaat en de Nieuwe Waterweg dicht kan er een toename in rheofiele soorten worden verwacht (stroomsnelheden variëren van 0.5 tot 0.9 m/s en er ontstaat maar liefst 65.7 km² aan beschikbaar hoogdynamisch areaal).

Limnofiele soorten

De limnofiele vissoorten zullen zich redelijk gespiegeld met de rheofiele vissen gedragen, maar er lijkt minder teruggang te zijn in het areaal met laag en gemiddelde stroomsnelheid dan dat de toename aan areaal met hoogdynamisch water doet vermoeden. Bij zeespiegelverhoging zien we juist een toename in areaal met laag- en gemiddeld dynamisch water. Pas bij het sluiten van de Nieuwe Waterweg zien we een kleine daling in areaal laag- of gemiddeld dynamisch water. De limnofiele vissoorten zullen dan ook enige teruggang hebben.

Diadrome soorten

De Biesbosch blijft zoet bij alle maatregelen en er komt veel areaal aan water bij. Er blijft ook een grote verscheidenheid aan ecozones bestaan, dus zullen er waarschijnlijk voldoende paaiplekken blijven bestaan. De toename of afname van de diadrome soorten zal vooral door de bereikbaarheid van de Biesbosch worden bepaald. Een open Haringvliet is waarschijnlijk de gemakkelijkste toegang voor vissen, aangezien de Nieuwe Waterweg en de havens drukbevaren worden. Met deze aanname zou het betekenen dat met de installatie van een stormvloedkering in het Haringvliet er de hoogste waardering voor de toestand van diadrome vissoorten zal zijn.

5.4.2 Effecten op planten

Abundantie

Er is een stijging in totaal areaal bij de verwachte zeespiegelstijging. Dit komt doordat er meer waterareaal ontstaat dat weer door verhoogde waterpeilen ontstaat. Dit is gunstig voor zowel submerse, als drijvende, emerse en kroossoorten, maar de oeversoorten verliezen juist aan areaal. Wanneer er een spui-beheer wordt toegepast bij de Nieuwe Waterweg heeft dit nog steeds stijgende arealen tot resultaat, maar de emerse en kroossoorten stijgen minder veel dan bij alleen een zeespiegelverhoging. Bij de afsluiting van de Nieuwe Waterweg zien we maar een lichte stijging van areaal bij de submerse en drijvende soorten, maar een daling van de kroossoorten. Dit laatste komt door de omslag van laag- naar hoogdynamische ecozones. Ook de oever- en emerse soorten zullen flink stijgen in areaal.

Tabel 5.3 *Het aandeel van de plantensoortengroepen in de Biesbosch bij de verschillende maatregelen voor klimaatbestendigheid van de benedenrivieren. Rood = afname ten opzichte van de huidige situatie, groen = toename ten opzichte van de huidige situatie.*

	Huidige situatie	Huidig beheer in 2010	Maximaal spuien	Rijnmondring
Percentage areaal				
Submerse soorten	10.4	36.0	40.7	15.9
Drijvende soorten	10.4	36.0	40.7	15.9
Emerse soorten	11.9	34.8	30.4	31.6
Kroossoorten	28.8	45.6	37.3	19.1
Oeversoorten	9.6	1.9	4.4	18.2

Soortenaantal

Het soortenaantal is alleen te relateren aan de verhouding van de verschillende ecozones. Bij een gelijke verdeling zal er een optimum in soortenaantal kunnen worden bereikt. In de huidige situatie en bij de aanleg van de Rijnmondring lijkt er het meest tot een optimum aan ecozone verdeling te komen. Er zijn wel meer ecozones wanneer er maximaal gespuid wordt, maar hierbij bestaan 4 ecozones uit maar 0.2 of 0.1 km².

5.5 Nieuwe Waterweg

5.5.1 Effecten op vissen

Diadrome soorten

Bij de verwachte zeespiegelstijging zal er geen verandering in diadrome soorten worden verwacht. De diadrome soorten zullen de Nieuwe Waterweg blijven gebruiken om naar de zoete wateren van de Biesbosch en verder oostelijk te trekken. Bij het toepassen van spui-beheer bij de Nieuwe Waterweg zal er een lichte afname kunnen worden verwacht, vanwege de ietwat beperktere doorgang van de Nieuwe Waterweg monding. Dit naast de aanhoudende aantrekkelijkheid van de Biesbosch voor deze diadrome vissoorten. Pas wanneer de Nieuwe Waterweg wordt dichtgezet zal er een teruggang van diadrome vissoorten kunnen worden verwacht. In combinatie met de dichtzetting van de Nieuwe Waterweg gaat het Haringvliet geheel open, maar de diadrome vissoorten zullen vooral via het Hollands Diep naar de Biesbosch trekken. De route via de Spui zal niet aantrekkelijker zijn, vanwege het zoute karakter van de Nieuwe Waterweg.

Estuariene residenten

Deze vissoorten zullen vooral effect ondervinden van veranderde getijslag en zout/zoet gradiënten. Bij alle maatregelen vinden er geen drastische veranderingen plaats in getijslag en/of de zoet/zout gradiënten. Hierom zullen er weinig veranderingen worden verwacht voor de estuariene residenten.

Mariene juvenielen

Het is onduidelijk hoe de toestand van de mariene juvenielen zich zal verhouden bij een zeespiegelstijging zoals verwacht in 2100. De bereikbaarheid van de Nieuwe Waterweg zal niet veranderen, dus zal een verandering in de beoordeling van de toestand afhangen van de geschiktheid van de ecozones. Het areaal van de verschillende ecozones verandert weinig bij de zeespiegelstijging, dus zullen de mariene juvenielen ten opzichte van de huidige situatie weinig veranderen. Er komt tevens weinig nieuw areaal aan ecozones bij. Pas bij het toepassen van spui-beheer en sluiten van de Nieuwe Waterweg zal de bereikbaarheid drastisch afnemen. We zien ook een omslag van hoogdynamisch naar laag- en gemiddeld dynamisch water, wat wellicht betere kraamomstandigheden voor deze juvenielen zijn. Aangezien het afsluiten van de Nieuwe Waterweg geen mariene juvenielen uit zee meer toelaat, zal dit tot een slechte beoordeling voor de KRW leiden. De hoogste beoordeling kunnen we verwachten bij spui-beheer bij de Nieuwe Waterweg vanwege een toename in geschikte ecozones.

Mariene seizoensgasten

Hier geldt eenzelfde verwachting als bij de mariene juvenielen. Bereikbaarheid en geschiktheid van de ecozones zijn belangrijk.

5.5.2 Effecten op planten

Kwelderareaal

De brakke en zoute supralitorale gebieden (kwelders) zijn in de huidige situatie matig aanwezig (0.2 km²). De zeespiegelverhoging zal een lichte toename teweeg brengen doordat er meer zout en brak areaal wordt verwacht. Het areaal aan kwelders zal toenemen tot 0.3 km². Bij het toepassen van spui-beheer bij de Nieuwe Waterweg zullen de brakke kwelders verdwijnen doordat deze gebieden licht brak worden en zal het totaal op 0.1 km² komen te

staan. Het afsluiten van de Nieuwe Waterweg heeft hetzelfde effect, er blijft 0.1 km² areaal aan kwelders over.

Kwelderkwaliteit

De kwelderkwaliteit wordt geschat op basis van de verdeling van de verschillende ecozones binnen het kwelderareaal. Aangezien het totale areaal aan kwelders nog geen 0.3 % bedraagt, zal de beoordeling hiervan slecht scoren

Zeegrasareaal

Zeegrasvelden zijn typisch voor laagdynamische, zoute en brakke getijdengebieden en in ondiepe, laagdynamische, zoute en brakke getijdewateren. In de huidige situatie heeft de Nieuwe Waterweg 2.0 km² aan typisch zeegrasareaal. Bij de verwachte zeespiegelstijging stijgt dit naar 2.3 km². Wordt hierbij spui-beheer in de Nieuwe Waterweg toegepast, dan zien we een stijging in typisch zeegrasareaal ontstaan. Het areaal wordt dan 3.4 km² dat vooral te danken is aan de stijging van de ondiepe getijdewateren bij Zwartewaal, tussen de Nieuwe Waterweg en het Calandkanaal en tussen Vlaardingen en Maassluis.

Zeegraskwaliteit

De kwelderkwaliteit is met de berekeningen van dit project niet in te schatten.

Zeewierareaal

Het areaal aan zeewier wordt gekoppeld aan laagdynamische, brakke of zoute, litorale ecozones. In de huidige situatie komt er 0.3 km² areaal in aanmerking voor zeewierhabitat. Met de verwachte stijging van de zeespiegel zal dat stijgen naar 1.2 km² (1% van het totaal). Wordt hierbij een spui-beheer toegepast bij de Nieuwe Waterweg dan zal het maar stijgen tot 0.6 km². Sluiten we de Nieuwe Waterweg af bij de verwachte zeespiegelstijging, dan zal het areaal gelijk blijven, maar wordt dit wel allemaal zout.

5.6 Conclusies

Haringvliet en Hollands Diep

Bij de inschatting van de KRW-beoordeling voor R8- en R7-typen kunnen we rheofiele en limnofiele soorten tegen elkaar wegstrepen, omdat er met een gemiddelde wordt gerekend en deze soortgroepen elkaar in evenwicht houden. Maar hier zullen wel grote verschuivingen kunnen worden verwacht gezien de omslag in stroomsnelheden. Het gemiddelde van de individuele deelmaatlat-beoordelingen zal dus vooral afhangen van de beoordeling van de diadrome soorten. In het Haringvliet kunnen we weinig zeggen over de KRW-beoordeling bij het dichthouden van het Haringvliet, omdat het geen wezenlijke verandering oplevert voor diadrome soorten. Wellicht zal de KRW-beoordeling hoger uitvallen wanneer de Nieuwe Waterweg open is dan wanneer het dicht is, omdat diadrome soorten dan ook nog via de Spui het Haringvliet kunnen bereiken. Wanneer het Haringvliet open is dan zal in het oostelijke deel van het Hollands Diep nog een R7 watertype zijn die hoog aantrekkelijk is voor diadrome soorten die via het Haringvliet het Holland diep kunnen bereiken. Zowel het Haringvliet als het Hollands Diep zullen vermoedelijk de hoogste KRW beoordeling krijgen wanneer het Haringvliet volledig open staat (Variant IV). Bij het O2 gedeelte van Hollands Diep en het Haringvliet is geen goede uitspraak te doen over de te verwachten KRW-beoordeling, want er is alleen een voorgaande O2-beoordeling van het uiterste westelijke gedeelte van het Haringvliet. Naar verwachting zijn, bij de opening van het Haringvliet, de ecozones niet beperkend voor de vissoorten en zal er een goede beoordeling zijn gezien de reeds goede beoordeling van het westelijke stukje in de huidige situatie.

De KRW-beoordeling met planten in het Haringvliet wordt bepaald door het gemiddelde van (in deze studie) 2 deelmaatlatten: bedekking van 5 plantengroepen (submerse, drijvende, emerse, kroos- en oeversoorten) en het soortenaantal. In de huidige situatie is er een matige KRW-beoordeling. Als het huidige beheer wordt aangehouden bij de verwachte zeespiegelstijging van 2100 dan zal de KRW-beoordeling waarschijnlijk gelijk blijven, omdat de oeversoorten bijna geheel wegvallen, maar de soortenaantallen het best lijken te scoren. Bij de maatregelen om maximaal te spuien zal er een slechtere beoordeling komen als in de huidige situatie, want ook hier zal de bedekking voor oeversoorten nihil zijn en komt er een slechtere score voor bedekking. Maar de soortenaantallen gaan het ook slechter doen, dat zal resulteren in een algehele slechte beoordeling. Ook de maatregelen van de Rijnmondring zullen een slechtere beoordeling dan matig gaan veroorzaken. Hier dalen alle soortgroepen (of blijven gelijk) in bedekking en verdwijnen de oeversoorten bijna in geheel. De prognose voor de soortenaantallen zien er gelijkwaardig aan de huidige situatie uit.

De KRW beoordeling met planten in het Hollands Diep wordt bepaald door het gemiddelde van (in deze studie) 2 deelmaatlatten: bedekking van 5 plantengroepen (submerse, drijvende, emerse, kroos- en oeversoorten) en het soortenaantal. Voor de huidige situatie was er een matige beoordeling. Wanneer het huidig beheer wordt aangehouden bij de verwachte zeespiegelstijging dan zal de KRW-beoordeling waarschijnlijk slechter uitvallen, omdat de oeversoorten bijna geheel wegvallen. Bij de maatregelen om maximaal te spuien zal ongeveer eenzelfde beoordeling komen als in de huidige situatie, want hier zal de bedekking voor oeversoorten misschien minder slecht scoren, maar alle andere groepen doen het juist beter. Bij de maatregelen van de Rijnmondring kunnen we wellicht een betere beoordeling dan matig verwachten. Hier stijgen alle soortgroepen (of blijven gelijk) in bedekking, op de kroossoorten na, maar deze blijven een hoog percentage aan geschikt areaal houden. Ook de prognose voor de soortenaantallen zien er goed uit, omdat deze situatie wellicht een optimalere verdeling heeft van de individuele ecozones.

Biesbosch

Wanneer de gebieden een R8 watertype zijn toegekend geldt het gemiddelde van de toestanden van rheofiele, diadrome en limnofiele visgilden. Indien het huidige beheer wordt doorgezet tot in 2100 zal de KRW beoordeling waarschijnlijk iets hoger uitvallen dan in de huidige situatie, omdat de limnofiele soorten een groter areaal aan leefomgeving krijgen terwijl rheofiele en diadrome soorten ongeveer gelijk zullen blijven. Wanneer naast spui-beheer bij het Haringvliet ook spui-beheer wordt toegepast bij de Nieuwe Waterweg, dan zal er waarschijnlijk weinig verandering in de KRW beoordeling komen. Dit omdat rheofiele en limnofiele vissoorten weinig zullen veranderen. Misschien zal er een lichte achteruitgang plaatsvinden van diadrome soorten door een beperktere doorgang bij de Nieuwe Waterweg, waardoor de algehele beoordeling ook iets terugvalt. Bij het afsluiten van de Nieuwe Waterweg en het openzetten van het Haringvliet is er een verandering van de KRW beoordeling te verwachten. Naar verhouding zullen rheofiele vissoorten meer toenemen dan de limnofiele achteruitgaan en daarnaast kunnen de diadrome soorten zich ook verbeteren. Dit zal dan resulteren in een verbetering van de algehele beoordeling.

De KRW beoordeling met planten wordt bepaald door het gemiddelde van (in deze studie) 2 deelmaatlatten: bedekking van 5 plantengroepen (submerse, drijvende, emerse, Kroos- en oeversoorten) en het soortenaantal. Voor de huidige situatie was er een matig tot goede beoordeling. Wanneer het huidig beheer wordt aangehouden bij de verwachte zeespiegelstijging dan zal de KRW-beoordeling waarschijnlijk slechter uitvallen, omdat de oeversoorten bijna geheel wegvallen. Bij de maatregelen om maximaal te spuien zal

ongeveer eenzelfde beoordeling komen, want hier zal de bedekking misschien minder slecht scoren, het soortenaantal zal ook achteruitgaan. Pas bij de maatregelen van de Rijnmondring kunnen we wellicht een goede beoordeling verwachten. Hier stijgen alle soortgroepen in bedekking, op de kroossoorten na, maar deze blijven een hoog percentage aan geschikt areaal houden. Ook de prognose voor de soortenaantallen zien er goed uit omdat in deze situatie er een optimale verdeling is van de individuele ecozones.

Nieuwe Waterweg

Wanneer er een O2 type geldt hangt de KRW waardering van de visgilde met de laagste waardering af. Hierbij worden diadrome soorten, mariene juvenielen, estuariene residenten en mariene seizoensgasten beoordeeld. De huidige beoordeling van de Nieuwe Waterweg is matig voor vissen. Bij het doorzetten van het huidige beheer zal er geen verandering optreden in de toestand van de vissen en zal de beoordeling dus matig blijven. Het toepassen van spuibeheer bij de Nieuwe Waterweg zal een licht negatieve invloed hebben op de mariene juvenielen en mariene seizoensgasten, waardoor de algehele beoordeling nog matiger zal worden. Bij de afsluiting van de Nieuwe Waterweg kunnen we een drastische afname verwachten van de mariene juvenielen en mariene seizoensgasten, waardoor de KRW beoordeling slecht zal worden. Dit kan wellicht worden voorkomen door goede vispassages.

De KRW beoordeling met planten wordt bepaald door de laagste score van 5 deelmaatlaten: areaal kwelder, kwelderkwaliteit, areaal zeegras, zeegras kwaliteit en areaal zeewier. Voor de huidige situatie was er geen beoordeling, maar omdat het areaal aan kwelder bij geen van de maatregelen en ook niet in de huidige situatie boven de 0.3% totaal areaal komt, zal het waarschijnlijk slecht gaan scoren. Onder alle voorgelegde situaties, inclusief de huidige, zal er dus een slechte KRW-beoordeling komen.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Wat gebeurt er met de standplaatskenmerken?

Door het laten stijgen van de zeespiegel zonder daar extra maatregelen voor te treffen, en dus het huidige spuibeheer bij het Haringvliet aan te houden, zullen de waterstanden stijgen. Hierdoor zal het areaal aan droogvallend en niet-overstroomd gebied gaan afnemen en lokaal zelfs verdwijnen. Daarnaast zal het areaal aan diep en ondiep water gaan toenemen. Stroomsnelheden zullen weinig veranderen. Ook zal de getijslag en de zoutintrusie weinig veranderen.

Wanneer we naast het spuibeheer bij het Haringvliet ook spuibeheer toepassen bij de Nieuwe Waterweg (tevens zal ook hier de zeespiegel stijgen), komen dezelfde veranderingen naar voren als bij het niets doen. Enig verschil is dat, met name binnenlands, de getijslag en de stroomsnelheid iets afnemen.

Het openzetten van het Haringvliet door een stormvloedkering en het afsluiten van de Nieuwe Waterweg brengt de grootste veranderingen teweeg. In noordelijke wateren zal de getijslag afnemen, terwijl deze in de zuidelijke wateren toeneemt, zelfs tot in de Biesbosch. De zoutintrusie kan tot in het Hollands Diep komen, maar dit is wel bij lage rivierafvoeren. Er is dus een verschil in situatie tussen de seizoenen. Een groot en belangrijk verschil is de omslag van lage stroomsnelheden naar hogere stroomsnelheden. Dit speelt vooral bij de zuidelijke wateren. In de noordelijke wateren zien we juist het tegenovergestelde. Deze verandering binnen een standplaatskenmerk kan tot gevolg hebben dat er andere soorten vissen en planten gaan voorkomen en het ecosysteem verandert.

6.2 Wat gebeurt er met de ecologische KRW-beoordeling?

Hieronder volgt een tabel met de samenvatting van de effecten op de KRW-beoordelingen per deelgebied.

Tabel 6.1 Samenvatting effect maatregelen op de ecologische KRW-beoordeling. Pijl omhoog (groen) = KRW-beoordeling wordt hoger, Pijl omlaag (rood) = KRW-beoordeling wordt lager, Golvend gelijkteken (grijs) = KRW-beoordeling blijft min of meer gelijk

Samenvatting conclusies		Huidige situatie	Huidig beheer in 2010	Maximaal spuien	Rijnmondring
Haringvliet	Vissen	Matig-goed	≈	≈	↑
	Planten	Matig	≈	↓	↓
Hollands Diep	Vissen	Matig	≈	≈	↑
	Planten	Matig	↓	≈	↑
Biesbosch	Vissen	Matig	↑	≈	↑
	Planten	Matig-goed	↓	≈	↑
Nieuwe Waterweg	Vissen	Matig	≈	↓	↓
	Planten	? Slecht ?	≈	≈	≈

6.2.1 Haringvliet

Voor het Haringvliet lijken de maatregelen die horen bij het installeren van de Rijnmondring het beste effect te hebben op de KRW-beoordeling van dit gebied. Als het Haringvliet open wordt gezet zal een groot deel van het gebied O2 type worden en met die betreffende maatregelen moeten worden beoordeeld. Voor de vissen zal dit een betere beoordeling geven. De planten gaan er wel in beoordeling op achteruit. Als men achteruitgang van de beoordeling wil voorkomen kan men het huidige beheer aanhouden. De KRW-beoordeling zal dan naar verwachting gelijk blijven.

6.2.2 Hollands Diep

Het Hollands Diep heeft zowel voor de vissen als voor de planten een matige KRW-beoordeling. De installatie van de Rijnmondring zal voor beide groepen een verbetering van de KRW-beoordeling betekenen. Het openstellen van het Haringvliet heeft een positief effect op de bedekking en soortenaantallen van de plantengroepen. Het huidige spuibeheer aanhouden in het Haringvliet bij de verwachte zeespiegelstijging zal een negatieve invloed hebben op de plantengroepen, omdat de oeversoorten het slecht zullen gaan doen.

6.2.3 Biesbosch

Ook voor de Biesbosch heeft de installatie van de Rijnmondring de meest positieve invloed op de KRW-beoordeling. Naar verwachting zullen de rheofiele en diadrome vissoorten meer gaan voorkomen en zullen alle plantengroepen een redelijk areaal tot hun beschikking hebben met een goede heterogeniteit van de standplaatsen.

6.2.4 Nieuwe Waterweg

In de Nieuwe Waterweg zal bij alle maatregelpakketten een slechte KRW-beoordeling volgen voor de planten, maar deze zouden volgens dezelfde gedachtegang ook al een slechte KRW-beoordeling krijgen in de huidige situatie. Het aanhouden van het huidige beheer (stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg) zal eenzelfde matige beoordeling voor de vissen geven als in de huidige situatie. Dus niets veranderen zou voor de Nieuwe Waterweg het minst negatieve resultaat geven.

6.2.5 Algemeen

Zowel het Haringvliet als Hollands Diep en de Biesbosch zijn Natura2000-gebieden. Voor deze drie gebieden lijkt het afsluiten van de Nieuwe Waterweg en het openstellen van het Haringvliet middels een stormvloedkering het meest positieve maatregelpakket om een betere KRW-beoordeling in het jaar 2100 te krijgen. Hiervoor lijken we de Nieuwe Waterweg voor op te geven. Wellicht kunnen er specifieke maatregelen getroffen worden om ook de Nieuwe Waterweg een positieve impuls te geven. Een groot nadeel zullen deze maatregelen opleveren voor scheepvaart die gebruik maakt van de Nieuwe Waterweg en wellicht zal dit een aantasting van het havenverkeer, en daarmee de regionale en nationale economie, betekenen.

6.3 Aanbevelingen

Ten aanzien van de kwaliteit van de natuur in de benedenrivieren dient het de aanbeveling om het maatregelenpakket behorende bij de installatie van de Rijnmondring uit te voeren. Om de te verwachten nadelen van het afsluiten van de Nieuwe Waterweg tegen te gaan zullen

extra maatregelen moeten worden getroffen. De nadelige effecten zullen zijn dat de scheepvaart (en dus het havengebied) een vertraagde doorgang in de Nieuwe Waterweg hebben, en dat de natuurwaarden van de Nieuwe Waterweg verder zullen verslechteren.

Om de scheepvaart minder hinder te geven bij de afsluiting moeten de mogelijkheden worden onderzocht om het scheepvaart om te leiden via het Haringvliet en de Spui. Ook kan gezocht worden naar een versnelde doorgang door de afsluiting van de Nieuwe Waterweg.

De verslechterde natuurwaarden in de Nieuwe Waterweg worden vooral veroorzaakt doordat visgroepen de wateren slecht kunnen bereiken. Gezocht moet worden naar methoden om vissen zo min mogelijk hinder te geven bij het binnenkomen van de Nieuwe Waterweg. Wellicht kunnen meer onderdelen van de Nieuwe Waterweg of aanliggende wateren een minder intensieve scheepvaart toegewezen krijgen, waardoor het water geschikter wordt voor vispopulaties. Het aanbrengen van een breder talud (en dus minder steil) langs de kanten kan de plantengroei bevorderen.

De ecozones zijn nu onderscheiden op grond van overstromingsduur, getijslag stroming, diepte en zoutgehalte. Binnen de ecozones is het mogelijk om te differentieren tot het niveau van vegetatietype (of groepen vegetatietypen) op basis grondwaterpeil (zie volgende alinea) en enkele kenmerken aanvullende omgevingskenmerken zoals grondsoort en voedselrijkdom.

Er zijn talloze andere abiotische kenmerken die voor een differentiatie binnen ecozones kunnen zorgen, maar het grondwaterpeil is zeer belangrijk. Het grondwaterpeil geeft vaak het verschil tussen vegetatietypen met hoge natuurwaarden en lage natuurwaarden en is dus belangrijk voor nationale en Europese richtlijnen. Op dit moment vormt de nauwkeurigheid van de grondwatermodellen zoals het NHI (grid van 250x250 meter) nog wel een knelpunt. De verschillen in grondwaterpeil moeten goed kunnen worden weergegeven over een gebied dat soms niet meer dan 100 meter breed is en waarin 1 of meerdere ecozones liggen.

Er zijn echter ook regionale grondwatermodellen met een grid van 25x25 meter. Deze zouden uitstekend geschikt zijn. Naar verwachting zou zelfs een 50x50 meter grid nog voldoende differentiatie kunnen leveren, waardoor een beter zicht komt op de verdeling van gebieden met hoge natuurwaarden en gebieden met lage natuurwaarden.

7 Referenties

Bouma, H., D.J. de Jong, F. Twisk, K. Wolfstein (2005). Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1). Voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. Rapport RIKZ/2005.024. Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.

Jeuken, A., en H. van Waveren et al. (2008). Drie perspectieven voor een klimaatbestendig Nederland. Tussentijdse rapportage t.b.v. de Deltacommissie van het project ' De klimaatbestendigheid van Nederland Waterland. Rijkswaterstaat waterdienst en Deltares.

Kwadijk, J., A. Jeuken, H. van Waveren (2008). De klimaatbestendigheid van Nederland Waterland. Verkenning van knikpunten in beheer en beleid voor het hoofdwatersysteem. T2447. Deltares, Delft.

Oostrom, N. van, A. Jeuken (2009). De klimaatbestendigheid van Nederland Waterland. Beschrijving alternatieven. Deltares, Delft.

Prinsen, G., J. Delsman, R. Vernimmen, J. Hunink, M. Hoogvliet (2009). Modelling alternatieven watervoorziening. Klimaatbestendigheid van Nederland Waterland. Deltares, Delft.

STOWA (2005). De KRW voor het (water)leven. Brochure