

Eerste generatie oplossingen voor de lange termijn waterveiligheid in de Rijn-Maasmonding

Deelrapport verkenning van effecten op natuur

Maaïke Maarse

Met medewerking van:

Victor Beumer

Frans Klijn

Lineke Woelders

Johan van Zetten

1204302-000

Titel

Eerste generatie oplossingen voor de lange termijn waterveiligheid in de Rijn-Maasmonding

Opdrachtgever

Deltaprogramma Rijnmond-
Drechtsteden

Project

1204302-000

Kenmerk

1204302-000-VEB-0017

Pagina's

45

Trefwoorden

Deltaprogramma, Rijnmond-Drechtsteden, Rijn-Maasmonding, natuur, HABITAT, getijdenwater,

Samenvatting

Deze studie is een eerste verkenning naar de effecten van de verschillende oplossingsrichtingen binnen Deelprogramma Rijnmond Drechtsteden op de natuur in de Rijn-Maasmonding. Met behulp van waterstands- en ecologische modelleringen (SOBEK en HABITAT) is voor alle oplossingsrichting een vlakdekkend beeld met ecoseries gegenereerd. Vervolgens zijn alle oplossingsrichtingen gescoord voor de criteria *natuurlijkheid*, *diversiteit en connectiviteit*. Geconcludeerd wordt dat de effecten van de oplossingsrichtingen de effecten van klimaatverandering overheersen. Vanuit het oogpunt natuur scoren de 'gesloten' oplossingsrichtingen het meest negatief vanwege het verlies aan getijdewateren en het ontstaan van brak water, de 'open' variant scoort het meest positief vanwege het herstel van de getijdendynamiek. De variant met een gesloten Nieuwe Waterweg en open Haringvliet scoort positief vanwege het herstel van dynamiek in het Haringvliet en negatief vanwege de afsluiting van de Nieuwe Waterweg.

Er wordt aanbevolen om met de tweede-generatie-oplossingsrichtingen brak stagnant water zoveel mogelijk te voorkomen, te zorgen voor zoveel mogelijk getijdendynamiek en zout-zoet overgangen en te zoeken naar mogelijkheden om natuur en hoogwaterbescherming te combineren. Daarnaast wordt ook aanbevolen om in het vervolgtraject meer onderzoek te doen naar de geomorfologische aspecten, de ecoseries beter ecologisch te onderbouwen en te koppelen aan soorten en meer onderzoek te doen naar de gevoeligheid van ecosystemen en soorten voor 'events'.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	jul. 2011	M.J. Maarse		A.Jeuken			

Status

definitief

Inhoud

1 Inleiding	3
1.1 Achtergrond	3
1.2 Hoekpunten en scenario's	3
1.3 Vraagstelling en afbakening	4
1.4 Opzet/leeswijzer	5
2 Huidige situatie en doelstellingen natuurbeleid	6
2.1 Ten geleide	6
2.2 Huidige situatie	6
2.3 Deelgebieden	7
2.3.1 Haringvliet en Hollandsch Diep	7
2.3.2 Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas en Oude Maas	10
2.3.3 Biesbosch	10
2.3.4 Rivieren	11
3 Methode effectbepaling	13
3.1 Algemeen	13
3.2 Beoordelingscriteria	13
3.2.1 Natuurlijkheid	13
3.2.2 Diversiteit	14
3.2.3 Connectiviteit	14
3.3 Modellerings	15
3.3.1 HABITAT	15
3.3.2 Bodemhoogtekaarten	15
3.3.3 SOBEK invoer	17
3.3.4 Overzicht modellerings	17
4 Resultaten	19
4.1 Zoutconcentratie en waterstandfluctuaties	19
4.2 Oplossingsrichting 1: afsluitbaar open aan zeezijde (continueren huidig beheer)	22
4.3 Oplossingsrichting 2: Afsluitbaar open aan zee- en rivierzijde	23
4.4 Oplossingsrichting 3a: gesloten zee- en rivierzijde	24
4.5 Oplossingsrichting 3b: gesloten Nieuwe Waterweg, open Haringvliet	25
4.6 Oplossingsrichting 3c: gesloten zeezijde	26
4.7 Oplossingsrichting 4: Open	27
4.8 Overzicht	29
4.8.1 Haringvliet en Hollandsch Diep	30
4.8.2 Oude Maas	31
4.8.3 Biesbosch	32
4.8.4 Rivieren	33
4.9 Eindbeoordeling: scorekaart	34
4.9.1 Natuurlijkheid	34
4.9.2 Diversiteit	34
4.9.3 Connectiviteit	35
5 Conclusies en aanbevelingen	37
5.1 Algemeen	37

5.2	Conclusies en beoordeling per oplossingsrichting	37
5.3	Aanbevelingen voor tweede-generatie-oplossingsrichtingen	38
5.4	Aanbevelingen voor verder onderzoek	38
Referenties		39
 Bijlage(n)		
A Resultaten HABITAT / ecoseries in kaarten		A-1
B Resultaten ecoseries in cijfers		B-1

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Voor het deelprogramma Rijnmond-Drechtsteden zijn eerste generatie oplossingsrichtingen gedefinieerd, ook wel hoekpunten genoemd. Van deze oplossingsrichtingen worden de gevolgen voor overstromingsrisico's binnen- en buitendijs, zoetwatervoorziening, ruimtelijke kwaliteit en natuur in beeld gebracht. Ook wordt een Kentallen Kosten Baten Analyse (KKBA) uitgevoerd.

Dit rapport gaat over de gevolgen van de oplossingsrichtingen voor de natuur in het benedenrivierengebied en levert toe aan de KKBA.



Figuur 1.1 Studiegebied

1.2 Hoekpunten en scenario's

Deze studie kijkt naar de effecten van zes alternatieve oplossingsrichtingen en twee klimaatscenario's. In Tabel 1.1 en Figuur 1.2 is een overzicht gegeven van deze oplossingsrichtingen. Voor een volledige beschrijving wordt verwezen naar Jeuken et al. (2011). De klimaatscenario's waar in deze studie naar gekeken wordt zijn G en W+ in het zichtjaar 2100, met een zeespiegelstijging van respectievelijk 35 en 85 centimeter en rivierafvoer en landgebruik conform de deltascenario's (Bruggeman et al., 2011).

Tabel 1.1 Oplossingsrichtingen en scenario's, combinaties met een X zijn in deze studie doorgerekend.

Oplossingsrichting 2 is niet doorgerekend omdat aangenomen is dat de gemiddelde omstandigheden gelijk zijn aan 1.

	Oplossingsrichting/klimaatscenario	0	G	W+
1	Continuering huidig, afsluitbaar open zeezijde	x	x	x
2	Afsluitbaar open zee- en rivierzijde		x	x
3a1	Gesloten zee- en rivierzijde		x	x
3b	Gesloten Nieuwe Waterweg, open Haringvliet		x	x
3c	Gesloten zeezijde		x	x
4	Open		x	x

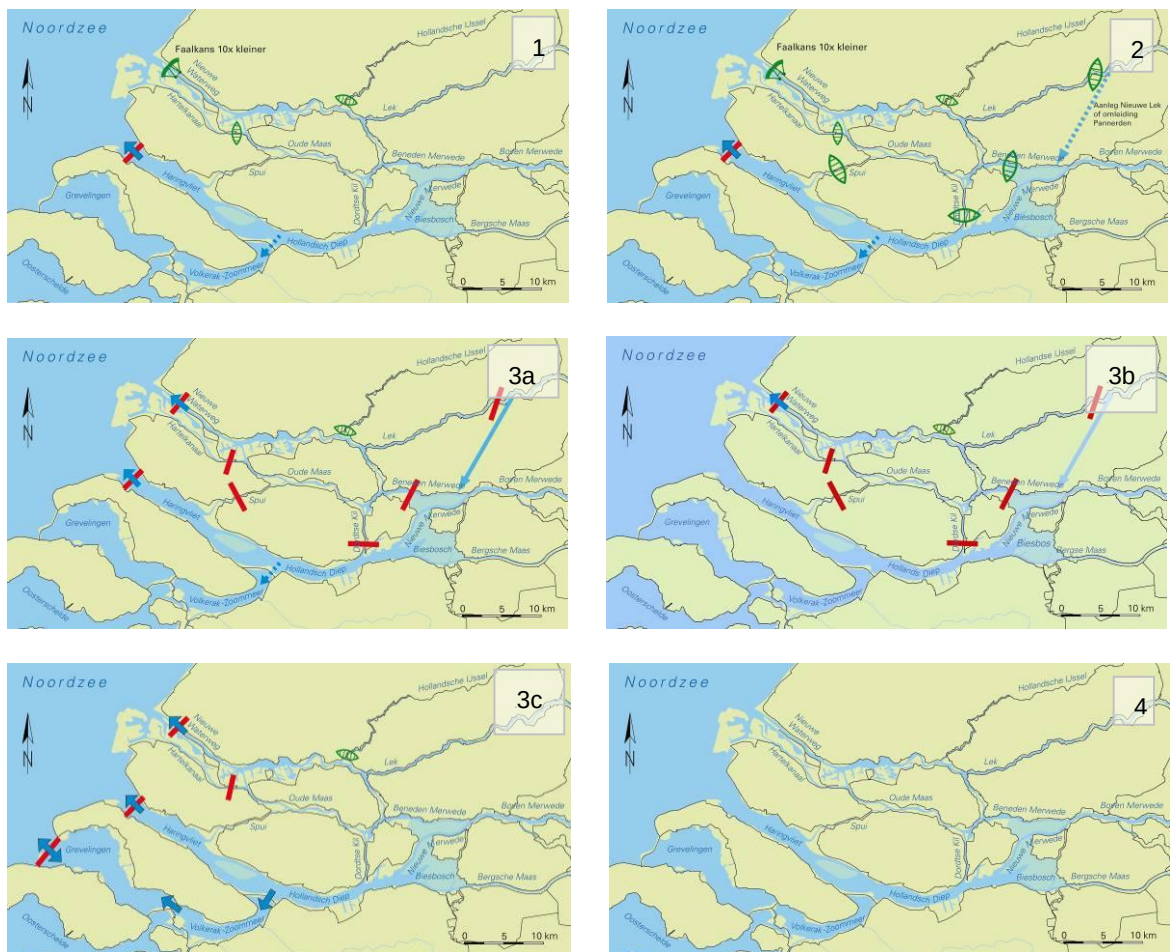
1.3 Vraagstelling en afbakening

In deze studie staat de volgende vraag centraal:

Wat zijn de effecten van de verschillende oplossingsrichtingen op de natuur en natuurontwikkelingsmogelijkheden in het buitendijkse Rijnmond- Maasmondgebied?

Natuur kan hierbij meerdere betekenissen hebben. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen de natuur als ecosysteem, natuurdoelen in het kader van natuurwetgeving en natuur als randvoorwaarde voor menselijk gebruik zoals recreatie.

Deze verkenning kijkt naar de effecten van de alternatieve oplossingsrichtingen zoals die zijn gedefinieerd binnen Deelprogramma Rijnmond-Drechtsteden op de *buitendijkse* natuur in het Rijn-Maasmond gebied. Het binnendijks gebied is in deze studie buiten beschouwing gelaten. De milieufactoren waar deze oplossingsrichtingen invloed op hebben zijn waterstanden, getijdenbeweging, zoutconcentratie en stroomsnelheid. Er wordt hierbij gekeken naar de verandering in gemiddelde omstandigheden omdat die ecologisch doorslaggevend zijn. En hoewel geomorfologische veranderingen een belangrijke rol kunnen spelen zijn deze in deze verkenning van eerste generatie oplossingsrichtingen niet meegenomen. Over deze veranderingen is gerapporteerd door Mulder et al. (2010). Het gaat hier om een globale beoordeling van de effecten op grote (gebieds)schaal.



Figuur 1.2 De verschillende oplossingsrichtingen

1.4 Opzet/leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een korte beschrijving gegeven van de natuur in het buitendijkse deel van het studiegebied. Tevens worden de vigerende beleidsdoelstellingen kort genoemd.

Hoofdstuk 3 is gewijd aan een korte beschrijving van de beoordelingscriteria en de gebruikte methoden en gegevens.

In hoofdstuk 4 geven we de resultaten en bespreken we de kaarten van te verwachten milieutypes in 2100; deze bepalen de natuurontwikkelingsmogelijkheden.

Hoofdstuk 5 vat de belangrijkste conclusies over de nu verkende oplossingsrichtingen samen. Tevens geven we enkele suggesties voor de tweede generatie oplossingsrichtingen en de kwantificering van natuureffecten in vervolgfases.

2 Huidige situatie en doelstellingen natuurbeleid

2.1 Ten geleide

Het benedenrivierengebied behoort grotendeels tot de Ecologische Hoofdstructuur. Het buitendijkse terrestrische gedeelte valt voor een deel onder de Vogel- en Habitatrichtlijn (Natura2000), het aquatische deel valt zowel onder Natura2000 als onder de Kader Richtlijn Water (KRW). Deze wetgeving bepaalt dat alle ingrepen in het gebied die negatieve effecten hebben zullen worden moeten worden gecompenseerd.

De Natura 2000 contourennotitie stelt dat *“in beginsel de bestaande kwaliteit en omvang in Nederland en in concrete gebieden gehandhaafd moet worden en waar nodig in een gunstige staat van instandhouding moet worden gebracht”*. Daarbij komt dat een hogere inzet wordt nagestreefd voor soorten en habitattypen waar Nederland relatief belangrijk voor is en/of voor habitattypen en soorten die sterk onder druk staan. Daar staat tegenover dat een minder hoge inzet wordt nagestreefd als van Nederland redelijkerwijs niet verwacht kan worden dat een bepaalde soort of habitatype (op die plaats) op de langere termijn in een gunstige staat van instandhouding gebracht kan worden.

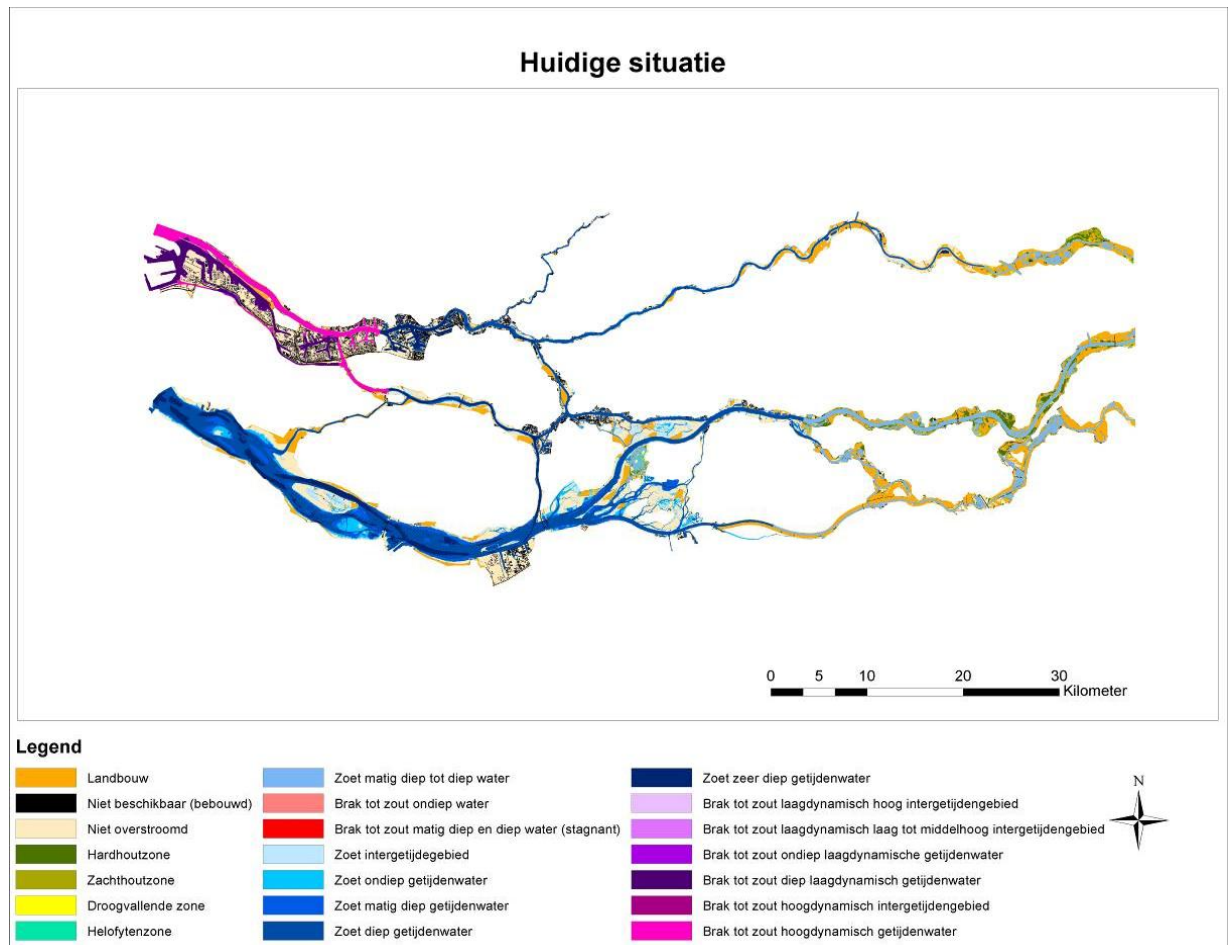
(Bron: Natura2000 doelendocument – hoofddocument)

In dit hoofdstuk worden de huidige situatie en de belangrijkste natuurdoelen per deelgebied beschreven.

2.2 Huidige situatie

De huidige situatie (Figuur 2.1) wordt gekenmerkt door een gesloten Haringvliet met spuisluizen en een open Nieuwe Waterweg. Daardoor is er invloed van getijden tot aan Gorinchem en Culemborg via de Nieuwe Waterweg en is er een waterstandsfluctuatie door het spuuregime op het Haringvliet. Van het totale studiegebied is 40% zoetwatergetijdegebied.

Het zoute water komt gemiddeld tot en met Vlaardingen en Spijkenisse. Daardoor is ca 8% van het totale gebied te karakteriseren als zoutwatergetijdegebied. De resterende 52% is zoetwater niet-getijdegebied.



Figuur 2.1 Natuur (ecotopen en ecoseries) in het benedenrivierengebied in de huidige situatie

2.3 Deelgebieden

2.3.1 Haringvliet en Hollandsch Diep

Het Haringvliet en het Hollandsch Diep hebben een 'getijverschil' van ongeveer 30 cm. Het waterpeil wordt beïnvloed door het spuiregime van de Haringvlietssluisen. De sluisen staan open bij eb en dicht bij vloed.

Langs de oevers bevinden zich buitendijkse zones die af en toe onder water komen. Het water is overwegend zoet behalve dicht bij de Haringvlietssluisen waar enige zoutlekage optreedt vanaf de Noordzee. In de oeverzone ligt een groot areaal aan slikken en gorzen. Door de afsluiting zijn grote delen van de slikken en gorzen echter verdwenen door oeverafslag en is vismigratie bemoeilijkt. Slechts kleine aantallen trekvisen weten het Haringvliet te bereiken tijdens het spuien.

Om dit te ondervangen is het kierbesluit genomen. Ingevolge dit besluit worden de Haringvlietssluisen op een kier gezet waardoor er een geleidelijkere overgang tussen het zoute Noordzeewater en het zoete Haringvlietwater kan ontstaan.

KRW doelen

Het Haringvliet en het Hollandsch Diep worden voor de KRW geclassificeerd als Zoet Getijdenwater. In de KRW typering werd al met het kierbesluit rekening gehouden en het Haringvliet is reeds gekenmerkt als Overgangswater.

In de KRW zijn voor alle watertypen maatlatten opgesteld voor de beoordeling van vis, waterflora en macrofauna.

Natura2000 doelen

Het Haringvliet is een Natura2000 gebied in de categorie Noordzee, Waddenzee en Delta. Het Hollandsch Diep valt in de Natura 2000 categorie Rivierengebied. Habitattypen die van belang zijn in deze categorie zijn permanent overstroomde zandbanken, slik- en zandplaten en het habitatype grote baaien. Zowel binnendijs als buitendijs komen de habitattypen zilte pionierbegroeiingen, schorren en zilte graslanden en ruigten en zomen voor. Het is gebied is van belang voor trekvis, de Noordse woelmuis en Kruipend moerasscherm.

Het gebied herbergt ook een groot aantal karakteristieke Nederlandse broedvogels, waarvoor Nederland in Europees verband een belangrijke rol speelt. Zij broeden veelal op schaars begroeide zandplaten, schorren en kwelders. De intergetijdengebieden zijn ook van grote internationale betekenis als voedselgebied voor niet-broedvogels en de kwelders en schorren zijn van grote betekenis voor planteneters. Het open water is van belang voor duikende schelpdiereters.

Het Haringvliet en het Hollandsch Diep hebben door de afsluiting een groot deel van deze kenmerkende habitattypen verloren.

De kernopgaven voor Natura2000 voor het Haringvliet zijn:

- Herstel van zout-waterinvloed, voornamelijk voor trekvis zoals zeepril, elft, fint en zalm en mede voor de brakke variant van ruigten en zomen (Harig wilgenroosje) en schorren en zilte graslanden buitendijs. De genoemde vis zijn van groot internationaal belang, het Haringvliet is potentieel de belangrijkste toegangspoort voor de Rijn en de Maas. Ook de ruigten zijn van internationaal belang vanwege de centrale ligging en hebben een groot aandeel binnen Europa.
- Behoud van voortplantingshabitat en leefgebied voor de Noordse Woelmuis, dit is een prioritaire Natura2000 soort.
- Behoud van broedgelegenheid en foerageergebied voor Grote stern, Dwergstern, Vissie, Lepelaar en ganzen.

Kernopgaven voor Natura2000 voor het Hollandsch diep zijn:

- Trekvis (Zalm, Zeepril, Rivierpril en Elft). Internationaal is Nederland van belang als toegangspoort tot Europa, via Rijn en Maas.
- Behoud van open water als foerageergebied en uitwijkmogelijkheid bij vorst voor soorten zoals Kuifeend. Nederland herbergt van veel soorten watervogels meer dan 1% van de internationale populaties.
- Kwaliteitsverbetering van zoetwatergetijdengebied ten behoeve van vochtige alluviale bossen (zachthouthoibossen, ruigten en zomen (Harig wilgenroosje), slikkige rivieroever, Fint, Noordse woelmuis, Tonghaarmuts en Bever.



Foto 2.1 Noordse Woelmuis I



Foto 2.2 Tonghaarmuts, BLWG, Laurens Sparrius



Foto 2.3 Harig Wilgenroosje, biopix.nl

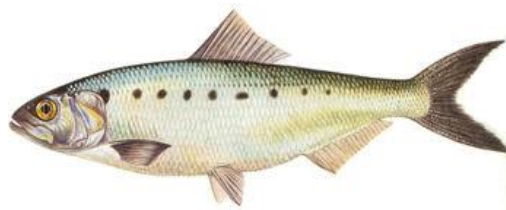


Foto 2.4 Fint, janenhelma.nl



Foto 2.5 Zeeprik



Foto 2.6 bever

2.3.2 Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas en Oude Maas

De Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas en Oude Maas staan onder directe invloed van het getij en hebben een getijslag tot 2 meter. De buitendijkse gebieden langs de Nieuwe Waterweg zijn voornamelijk industriegebied en die langs de Nieuwe Maas zijn overwegend bebouwd.

Langs de Oude Maas liggen buitendijkse gebieden met een natuurlijker karakter, waarvan een aantal zijn aangewezen als Natura2000 gebied. De Oude Maas is een zoetwatergetijdenzone met een gemiddelde getijslag van 1,0 tot 1,5 meter. Door de aanleg van de Haringvlietsluizen is deze getijdenbeweging afgenomen. Hogere delen van het gebied worden daarom niet meer regelmatig overstroomd. De oeverlanden bestaan uit grienden, wilgenbossen en terreinen met riet- en ruigtevegetatie (KIWA, 2007).

KRW-doelen

De Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas zijn voor de KRW geclassificeerd als Overgangswater. De Oude Maas is getypeerd als Zoet Getijdenwater.

Natura2000-doelen

De kernopgave voor de gebieden langs de Oude Maas is:

- Kwaliteitsverbetering van zoetwatergetijdengebied ten behoeve van vochtige alluviale bossen (zachthouthooibossen), ruigten en zomen (Harig wilgeroosje), slikkige rivieroever, Fint, Noordse woelmuis, Tonghaarmuts en Bever.

2.3.3 Biesbosch

De Biesbosch is een zoetwatergetijdengebied waar grote groepen watervogels dekking, voedsel en nestgelegenheid vinden. Door verruiging en het opengraven van polders ontwikkelt zich geleidelijk een zoetwatermoeras met een grote soortenrijkdom. Het gebied bestaat uit drie delen: de Sliedrechtse en Dortsche Biesbosch ten noorden van de Merwede en de Brabantse Biesbosch ten zuiden ervan.

Door de aanleg van de Haringvlietsluizen is de situatie met circa twee meter getijverschil verloren gegaan. Alleen in de Sliedrechtse Biesbosch resteert nog een getijverschil van ongeveer 70 centimeter door de open verbinding met de Oude Maas. Het zuidelijker deel kent een getijverschil van 30 tot 40 centimeter.

KRW-doelen

De Biesbosch is voor de KRW getypeerd als Zoet Getijdenwater.

Natura2000-doelen

De kernopgaven voor Natura2000 zijn:

- Kwaliteitsverbetering zoetwatergetijdengebied, ten behoeve van vochtige alluviale bossen (zachthouthooibossen), ruigten en zomen (Harig wilgeroosje), slikkige rivieroever, Fint,

Noordse woelmuis, Tonghaarmuts en Bever. Biesbosch vormt het grootste zoetwatergetijdengebied van Europa.

- Behoud van rietmoeras met de daarbij behorende broedvogels (Roerdomp, Grote karekiet), en Noordse woelmuis.
- Kwaliteitsverbetering en uitbreiding areaal van stroomdalgraslanden en glanshaver- en vossestaartheuvels.

2.3.4 Rivieren

Een aantal gebieden langs de Lek, Waal en Neder-Rijn zijn aangewezen als Natura2000 gebied. Voor deze gebieden gelden de volgende kernopgaven:

- Uiterwaarden Lek
 - Kwaliteitsverbetering en uitbreiding van stroomdalgraslanden, glanshaver- en vossestaartheuvels. Stroomdalgraslanden zijn van internationaal belang in de Atlantische regio door de centrale ligging en het grote aandeel en van nationaal belang voor bedreigde plantensoorten.
- Uiterwaarden Waal
 - Behoud en uitbreiding van slikkige rivieroeveren en grindbanken met pioniervegetaties
 - Uitbreiding van vochtige alluviale bossen (zachthoutoebossen en essen-iepenbossen, mede ten behoeve van de Bever.
 - Behoud van voldoende slaapplekken- en foerageergebied voor grasetende watervogels zoals ganzen, kleine zwanen, wilde zwanen en smienten. Deze graslanden zijn internationaal en nationaal van belang voor trekkende watervogels.
- Uiterwaarden Neder-Rijn
 - Herstel van glanshaver – en vossenstaartheuvels en blauwgraslanden.
 - Behoud en uitbreiding van areaal plas-drassituaties en ondiep water voor eenden, Kwartelkoning, Porseleinhoen en steltlopers vanwege internationaal belang voor trekkende watervogels.
 - Kwaliteitsverbetering en uitbreiding van stroomdalgraslanden, glanshaver- en vossestaartheuvels. Stroomdalgraslanden zijn van internationaal belang in de Atlantische regio door de centrale ligging en het grote aandeel en van nationaal belang voor bedreigde plantensoorten.
 - Ontwikkeling van droge hardhouthoutoebossen, grotere oppervlakte en kwaliteitsverbetering.

3 Methode effectbepaling

3.1 Algemeen

De ingrepen in het watersysteem bij de verschillende oplossingsrichtingen leiden tot veranderingen in factoren die bepalend zijn voor natuurbehoud en de natuurontwikkelingsmogelijkheden. Zo betekent meer of minder getijde een verandering in droogval en is ook het zoutgehalte bepalend voor het wel of niet kunnen voorkomen van bepaalde soorten.

Deze verkenning richt zich op het in beeld brengen van veranderingen in deze factoren die uiteindelijk bepalen welke typen natuur in de Rijn-Maasmonding voor kunnen komen. Om de effecten te kunnen beoordelen is gezocht naar criteria op basis waarvan een uitspraak gedaan kan worden over de potentiële kwaliteit van de natuur in het gebied. Gezien het zichtjaar 2100 en de vele onzekerheden die daarmee gepaard gaan ligt de focus niet op de beoordeling aan de hand van de doelen die in de huidige natuurwetgeving zijn vastgelegd, zoals Natura2000 en de Kader Richtlijn Water. Dit mede omdat grootschalige ingrepen in het watersysteem tot veranderingen van watertype of milieutype kunnen leiden, waar die specifieke beleidsdoelstellingen juist zijn toegesneden op de huidige watertypen en milieus. Veranderingen die natuurontwikkeling in nieuwe milieus mogelijk maken kunnen soms juist als gunstig worden beoordeeld, waar het huidige doelenstelsel veeleer behoud van de *status quo* beoogt.

In dit hoofdstuk worden kort de gebruikte beoordelingscriteria beschreven, evenals de wijze waarop de beoordeling tot stand is gekomen.

3.2 Beoordelingscriteria

Om tot een beoordeling van de effecten van de verschillende oplossingsrichtingen te komen worden voor verschillende criteria de effecten bekeken. Behalve kwantitatieve effecten op natuurtypen (uitgedrukt in oppervlakte 'ecoseries', zie 3.3.2) zijn ook kwalitatieve effecten van belang.

Voor elk van de oplossingsrichtingen wordt een beoordeling gegeven van de gevolgen van de verschillende oplossingsrichtingen voor de volgende drie criteria, die iets zeggen over de kwaliteit en/of ontwikkelingsmogelijkheden van de natuur in het gebied, nu en op lange termijn:

- Natuurlijkheid
- Diversiteit
- Connectiviteit

3.2.1 Natuurlijkheid

Om de mate van natuurlijkheid te beoordelen wordt onderscheid gemaakt tussen de natuurlijkheid van processen en daarmee samenhangend de natuurlijkheid van resulterende patronen. Voor de natuurlijkheid van processen zijn juist in dit gebied die processen van belang die wel worden samengevat onder de noemer estuariene dynamiek.

Deze estuariene dynamiek kan bestaan uit:

- hydrodynamiek – waterstandsverschillen, stroming en golfslag.
- morfodynamiek - erosie, transport en afzetting van sediment.
- zoutdynamiek – wisseling van zoutgehalte.

De combinatie van deze processen bepaalt welke verschillende natuurtypen in het gebied ontstaan en het patroon van voorkomen hiervan. Aan de hand van de resultaten van berekeningen met het oppervlaktewatermodel SOBEK (zie paragraaf 3.3.3) kan een uitspraak gedaan worden over de hydrodynamiek (getijdenbeweging) en de zoutdynamiek in de verschillende oplossingsrichtingen en over de vraag in hoeverre deze verbeteren of verslechteren ten opzichte van de huidige situatie.

De veranderingen in de morfodynamiek als gevolg van de ingrepen in het watersysteem worden in deze eerste verkenning niet meegenomen, omdat dat geavanceerder modellering vergt.

3.2.2 Diversiteit

Een grotere dynamiek leidt tot meer gradiënten en een grotere diversiteit aan milieutypen en soorten in het gebied. In deze studie wordt de milieudiversiteit beoordeeld op basis van (de diversiteit aan) ecoseries. Dat zijn ecologisch relevante ruimtelijke eenheden ('milieutypen') die homogeen zijn voor wat betreft de belangrijkste abiotische milieufactoren die voor plantengroei en diergemeenschappen van belang zijn (naar Klijn, 1989).

Behalve een kwantitatieve analyse van de resulterende arealen van verschillende ecoseries bij de verschillende oplossingsrichtingen wordt ook gekeken naar hun ruimtelijke verdeling. Sommige ecoseries zijn waardevoller vanwege hun grote zeldzaamheid. Wereldwijd en in Nederland zijn bijvoorbeeld intergetijdegebieden schaars en met het behouden of creëren van deze gebieden wordt bijgedragen aan de diversiteit lokaal, maar ook op grotere schaal.

3.2.3 Connectiviteit

Sommige oplossingsrichtingen hebben door de toepassing van dammen en keringen grote invloed op de migratiemogelijkheden voor verschillende soorten migrerende vis, zeezoogdieren en andere aquatische organismen.

Een grote mate van connectiviteit is van belang voor het voortbestaan van levensvatbare populaties van (zeldzame of bedreigde) soorten. Het benedenrivierengebied is voor trekvis van belang om van zoete naar zoute wateren te trekken en omgekeerd. Mogelijkheden voor vis om te migreren zijn niet alleen van belang voor de visstand in Nederland maar voor het gehele stroomgebied.

De connectiviteit wordt bevorderd door het voorkomen van grote oppervlakten van verschillende natuurtypen en door het opheffen van barrières (keringen e.d.).

3.3 Modellingering

Om de gevolgen van de oplossingsrichtingen voor de hydrologie en de zoutconcentratie in beeld te brengen is een hydrologische modellering gedaan met SOBEK. Om de gevolgen van deze veranderingen in termen van milieutypen – en daarmee voor de natuur en natuurontwikkelingsmogelijkheden – in beeld te brengen is vervolgens een ecologische effectmodellering gedaan met het model HABITAT. De uitvoer bestaat uit kaarten met ecoseries. Tevens is de toe- of afname van arealen in tabellen en/of histogrammen weergegeven, zodat de oppervlaktes met elkaar kunnen worden vergeleken.

3.3.1 HABITAT

Er is gebruik gemaakt van een HABITAT-model. HABITAT is een ruimtelijk analyse-instrument dat gebruikt wordt voor ecologische effectstudies. Het kan worden gebruikt om de beschikbaarheid en de geschiktheid van leefgebieden voor individuele soorten te analyseren, maar ook om ruimtelijke eenheden (bijv. ecoseries) en de veranderingen in potentiële habitatgeschiktheid in respons op menselijke ingrepen in kaart te brengen.

Er is voor deze analyse voortgebouwd op een bestaand HABITAT-model voor het benedenrivierengebied dat in 2009 is gebruikt voor verkennende berekeningen met verschillende klimaatscenario's voor een aantal oplossingsrichtingen voor het Rijn-Maasmondbied (Beumer, 2009).

Met het HABITAT-model is van alle ecoseries een vlakdekkend beeld gegenereerd en wordt de toe- of afname per ecoserie weergegeven in km². De classificatie van ecoseries is gebaseerd op enerzijds Klijn et al. (2002) voor de rivieren zonder getijdeninvloed en anderzijds op de indeling van het Rijkswateren-Ecotopenstelsel (RWES, Van der Molen et al 2000) voor de gebieden met getijden- en/of zoutinvloed.

De ecoseries zijn in eerste instantie ingedeeld op basis van zoutconcentratie, getijslag/overstromingsduur, stroomsnelheid, waterdiepte en landgebruik (Figuur 2.1). Landbouwgronden zijn op dit moment formeel niet beschikbaar voor natuurontwikkeling, maar kennen vaak wel een nevendoelelstelling natuur. Omdat het denkbaar is dat uiteindelijk alle buitendijkse gebieden onder Natura2000 worden gebracht is ook voor landbouwgronden gekeken naar de natuurontwikkelingsmogelijkheden. Bovendien heeft landbouwgrond ook nog natuurwaarde (bijvoorbeeld door beheersovereenkomsten). Daar is in de analyse vanuit gegaan. De uiteindelijk gebruikte indeling van de ecoseries is weergegeven in Tabel 3.1.

3.3.2 Bodemhoogtekaarten

Voor het bepalen van nieuwe waterdieptes zijn bodemhoogtekaarten nodig. Voor de hoogtekaart is de kaart gebruikt zoals deze gemaakt is voor het Deelprogramma Zoetwatervoorziening (Beumer 2011). De bodemhoogtegegevens die gebruikt zijn voor dit project zijn:

- Het hoogtemodel (TIN) zonder Vlaamse ingrepen gemaakt door Deltares voor het ROLT-project voor de Maas

- Het hoogtemodel MOD2015_4_1a (TIN) gemaakt in 2010 door CSO voor het ROLT-project voor de Rijn.
- Hoogtemodel van de Rijn-Maasmonding uit het model J09_05. Dit model is in ArcGIS omgezet naar raster en ASCII (resolutie 25x25m). Het geeft de situatie van 1/1/2010 weer, en bevat dus geen PKB-maatregelen.

Deze TIN's zijn met behulp van ArcGIS geconverteerd naar raster en ASCII (resolutie 25x25m). In deze bodemhoogtekaart zijn alle PKB maatregelen al doorgevoerd, behalve de ontpoldering van de Noordwaard. Dit betekent dat de gevolgen die we nu voor de Biesbosch in beeld gebracht hebben een groter oppervlak kunnen betreffen.

Tabel 3.1 Indeling van ecoseries voor deze studie op basis van standplaatskenmerken

Ecserie	Landgebruik	Zoutconcentratie (mg/l)	Getijde (cm)	Overstromingsduur (dagen)	Percentage overstroomd	Stroomsnelheid (m/s)	Waterdiepte (m)
Niet beschikbaar (landbouw)	Landbouw	-	-	-	-	-	-
Niet beschikbaar (bebouwd)	Bebouwing	-	-	-	-	-	-
Niet overstroomd (rivier)	Natuur	-	-	0 dagen	-	-	-
Hardhoutzone	Natuur	0 – 1000	0-30	2 dgn	Niet getij	-	-
Zachthoutzone	Natuur	0 - 1000	0-30	50 dgn	Niet getij	-	-
Droogvallende zone	Natuur	0 - 1000	0-30	150 dgn	Niet getij	-	-
Helofytenzone	Natuur	0 - 1000	0-30	365 dgn	Niet getij	-	< 0,2
Zoet, matig diep tot diep water	Natuur	0 - 1000	0-30	365 dgn	Niet getij	-	> 0,2
Brak tot zoute droogvallende zone	Natuur	> 1000	0-30	150 dgn	Niet getij	-	-
Brak tot zout ondiep water	Natuur	> 1000	0-30	365 dgn	Niet getij	-	< 0,2
Brak tot zout matig diep en diep water	Natuur	> 1000	0-30	365 dgn	Niet getij	-	> 0,2
Zoet intergetijdengebied	Natuur	0-1000	>30cm	Getijde	0-75%	-	-
Zoet ondiep getijdenwater	Natuur	0-1000	>30cm	Getijde	100%	-	0 - 1
Zoet matig diep getijdenwater	Natuur	0-1000	>30cm	Getijde	100%	-	1 - 3
Zoet diepe getijdenwater	Natuur	0-1000	>30cm	Getijde	100%	-	3 -10
Zoet zeer diep getijdenwater	Natuur	0-1000	>30cm	Getijde	100%	-	> 10
Brak tot zout laagdynamisch hoog intergetijdengebied	Natuur	>1000	>30cm	Getijde	0 - 25%	0 - 0,5	-
Brak tot zout laagdynamisch laag tot middelhoog intergetijdengebied	Natuur	>1000	>30cm	Getijde	25 - 100%	0 - 0,5	-
Brak tot zout ondiep laagdynamisch getijdenwater	Natuur	>1000	>30cm	Getijde	100%	0 - 0,5	0 - 5
Brak tot zout diep laagdynamisch getijdenwater	Natuur	>1000	>30cm	Getijde	100%	0 - 0,5	> 5
Brak tot zout hoogdynamisch intergetijdengebied	Natuur	>1000	>30cm	Getijde	0 - 100%	> 0,5	-
Brak tot zout hoogdynamisch getijdenwater	Natuur	>1000	>30cm	Getijde	100%	> 0,5	-

3.3.3 SOBEK invoer

Om de HABITAT-berekeningen te kunnen doen zijn per oplossingsrichting invoergegevens nodig over:

- Laagste waterstand
- Hoogste waterstand
- Maximale stroomsnelheid
- Maximale zoutconcentratie

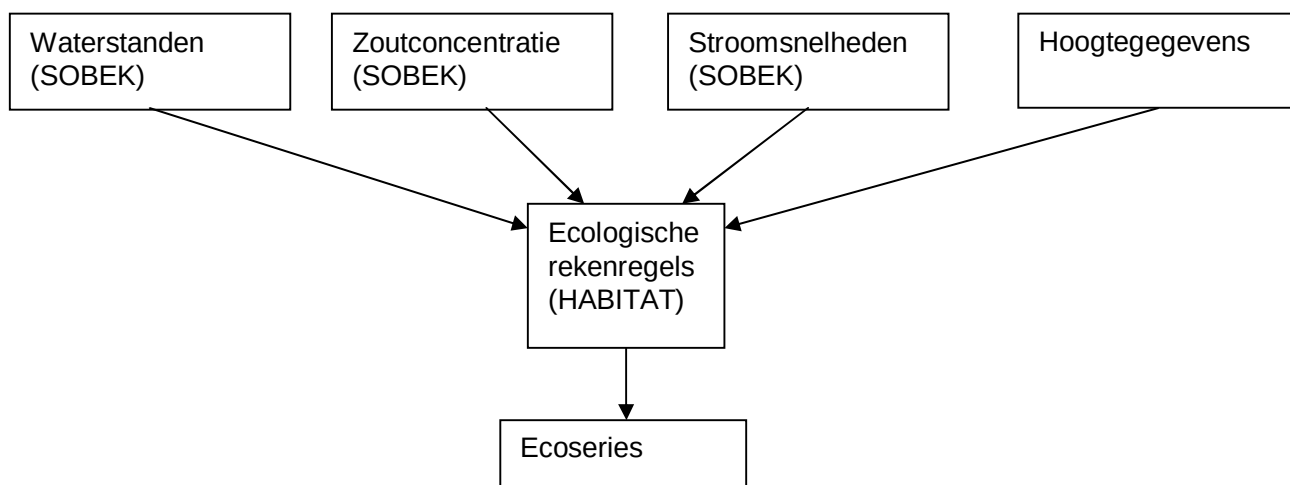
Daartoe zijn steeds per oplossingsrichting voor twee klimaatscenario's (G en W+) SOBEK-sommen gemaakt voor een overstromingsduur van 2, 50, 150 en 365 dagen, uitgaande van een gemiddeld jaar.

SOBEK is een numeriek programma voor het simuleren van waterbeweging, sedimentbeweging, waterkwaliteit en zoutbeweging in 1 dimensie in geschematiseerde open waterlopen.

Voor het gebied is uitvoer van het SOBEK-RE model gebruikt. Er is uitgegaan van gemiddeld getij (1991.0). Voor de opening van de Haringvlietsluizen is in het algemeen uitgegaan van LPH'84 (LozingsProgramma Haringvlietsluizen). Dit lozingsprogramma is echter aangepast voor oplossingsrichtingen met een gesloten Nieuwe Waterweg.

Voor de Rijn en de Maas zijn de gegevens geleverd voor de momenten waarop de afvoer bij respectievelijk Lobith en Borgharen 2, 50, 150 en 364 dagen wordt overschreden. Voor de stroomsnelheid en chlorideconcentratie zijn alleen de waarden behorend bij de afvoer bij Borgharen en Lobith die 150 keer per jaar wordt overschreden gebruikt. Dit om een gemiddelde waarde te simuleren.

3.3.4 Overzicht modellering



4 Resultaten

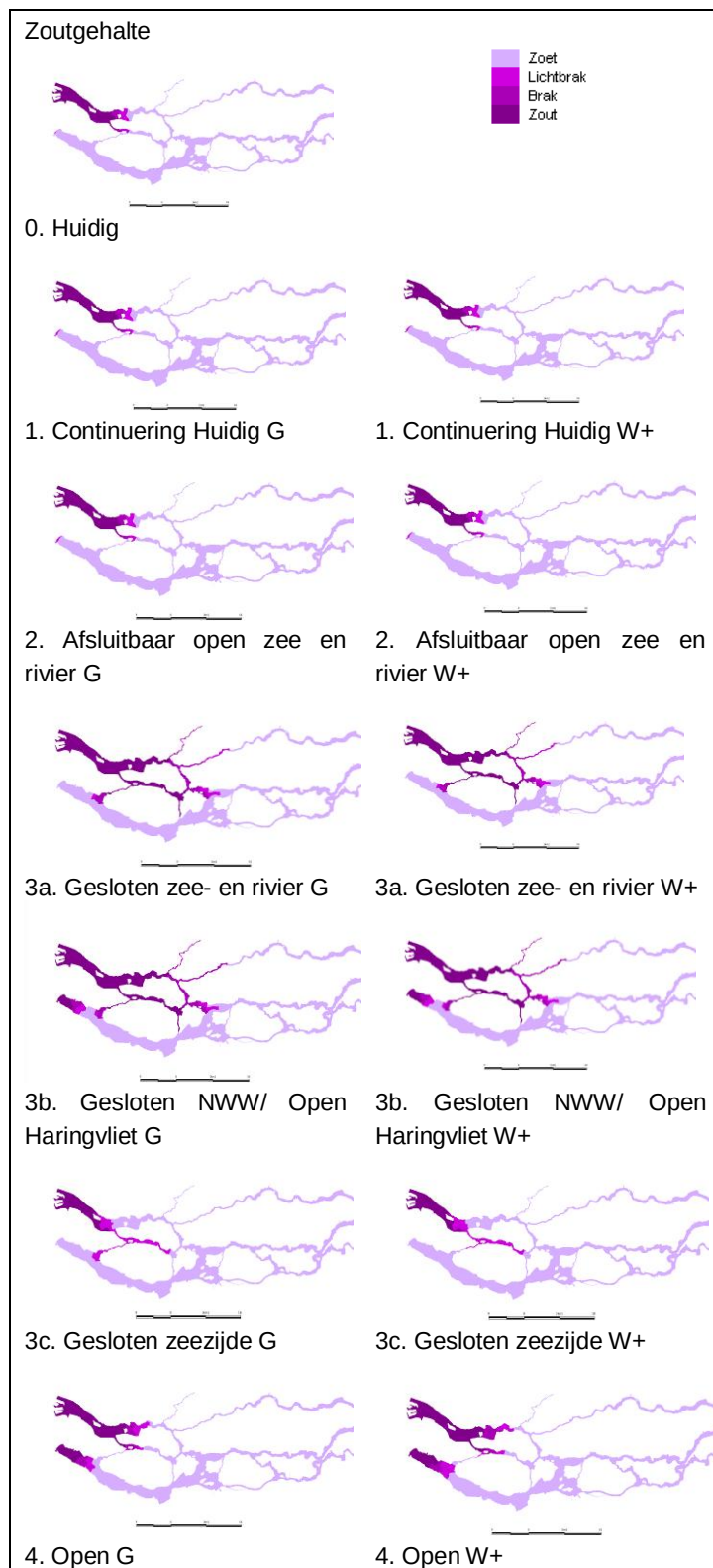
In dit hoofdstuk worden aan de hand van de modelresultaten de effecten op de natuur beschreven. Eerst wordt er gekeken naar de algemene effecten van de veranderingen in zoutconcentratie en waterstandsfluctuaties, daarna worden per oplossingsrichting de effecten besproken. Tot slot worden de deze uitkomsten beoordeeld voor de drie beoordelingscriteria en wordt er per oplossingsrichting een score gegeven.

4.1 Zoutconcentratie en waterstandfluctuaties

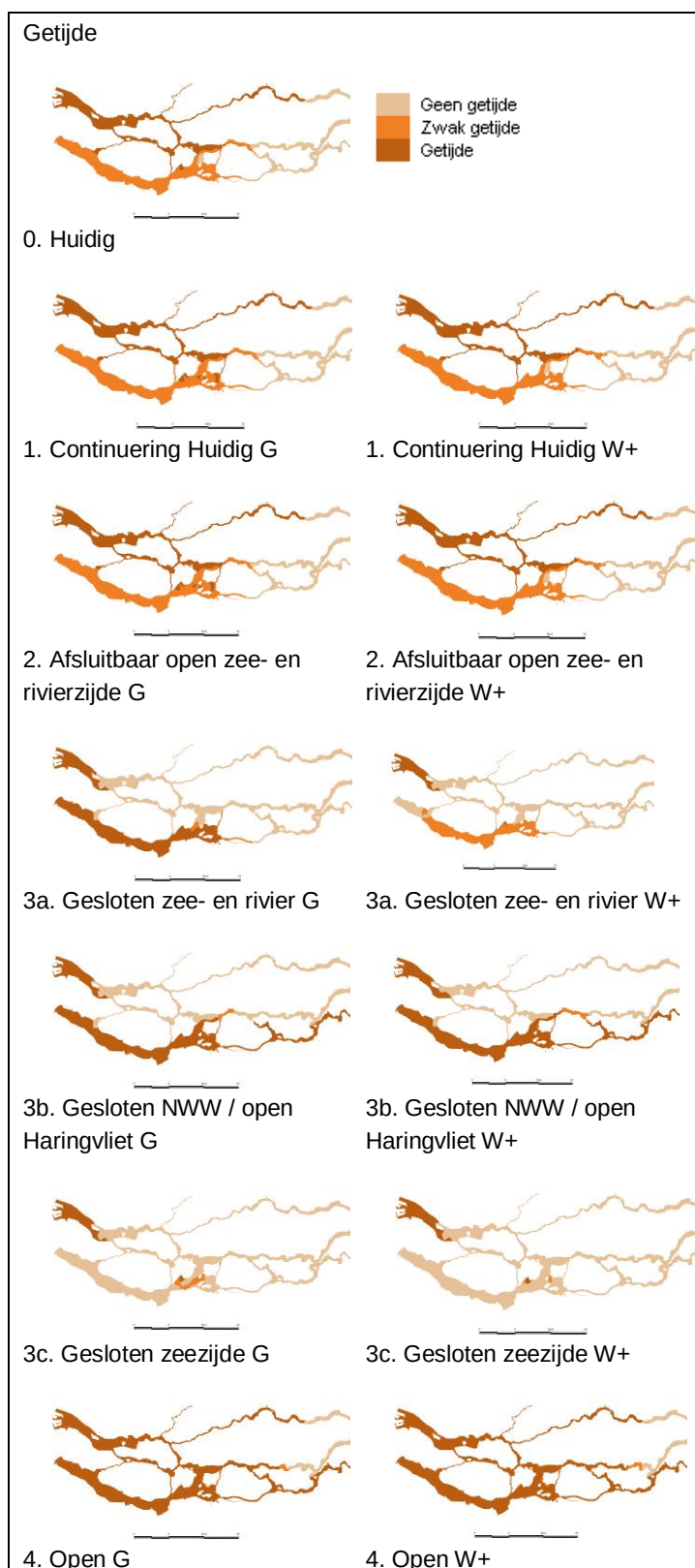
De oplossingsrichtingen beïnvloeden vooral de invloed van de zee in termen van getijdeslag en zoutindringing, en de waterstandsverschillen die door de rivierafvoer in interactie met het spuiregime van keringen worden veroorzaakt. Daarom wordt eerst gekeken hoe de zoutconcentraties en de waterstandfluctuaties in de oplossingsrichtingen verschillen van die in de huidige situatie.

In Figuur 4.1 zijn voor alle oplossingsrichtingen de gemiddelde zoutconcentraties weergegeven in klimaatscenario's G en W+ in 2100. De combinatie van een gesloten zee- en rivierzijde (3a en 3b) is voornamelijk van invloed op de zoutconcentraties op de Oude en Nieuwe Maas. De zoutconcentratie op het Haringvliet loopt alleen op in oplossingsrichtingen waarin het openen van het Haringvliet is voorzien (3b en 4). Bij een gesloten oplossingrichting met open rivieren (3c) loopt de zoutconcentratie in de Oude Maas wel op, maar minder dan in de gesloten varianten met afgesloten rivieren. De invloed van de verschillende klimaatscenario's is nauwelijks zichtbaar: er zijn slechts kleine verschillen te zien.

In Figuur 4.2 is getoond welke waterstandsfluctuaties in welke deelgebieden optreden. De Figuur laat zien dat het eveneens afsluiten van de Nieuwe Waterweg – in combinatie met de Haringvlietafsluiting – leidt tot een sterke afname van getij op de Nieuwe Waterweg, Hollandsche IJssel, Nieuwe Maas, Merwede en Biesbosch (3a, 3b en 3c). De 'getijslag' die is weergegeven voor het Haringvliet bij 3a is eigenlijk een waterstandfluctuatie die nog net geclassificeerd wordt als "getijde" (meer dan 30cm dagelijks waterstandsverschil), maar wordt veroorzaakt door het spuiregime van de Haringvlietstuizen. Tijdens vloed zorgt dit door de opstuwning vanuit de rivieren voor een waterstandsverhoging op het Haringvliet en Hollandsch Diep. Deze waterstandfluctuatie voornamelijk zichtbaar in de variant met gesloten zee- en rivierzijde, omdat het rivierwater in deze oplossingsrichting over een kleiner oppervlak verdeeld wordt. Het verschil tussen 3a G en 3a W+ kan dan ook verklaard worden door een andere rivierafvoer in scenario W+. Alleen in de open variant (4) is er een volledige getijdenbeweging te zien die ver landinwaarts doorwerkt: Haringvliet, Hollandsch Diep, Biesbosch en Maas krijgen met een forse toename van de verticale getijslag te maken.



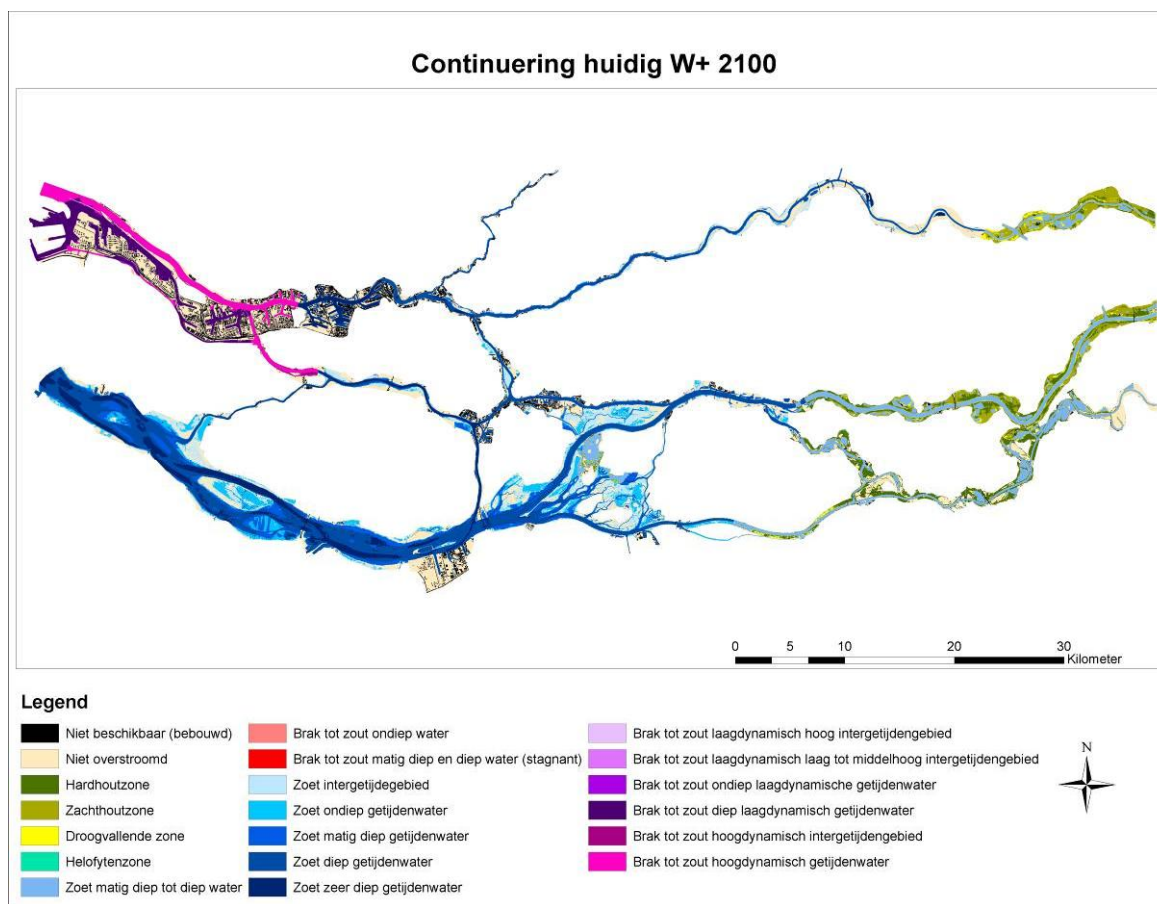
Figuur 4.1 Overzicht van de zoutklassen voor alle oplossingsrichtingen en scenario's. Op basis van chloridegehalte; zoet: 0-300 mg/l, licht brak: 300-1000 mg/l, brak: 1000-3000 mg/l, zout: >3000 mg/l.



Figuur 4.2 Overzicht van de getijdeklassen voor alle oplossingsrichtingen en scenario's. Op basis van dagelijkse waterstandfluctuaties; geen getijde: 0-30cm, zwak getijde: 30-40 cm, getijde: >30 cm.

4.2 Oplossingsrichting 1: afsluitbaar open aan zeezijde (continueren huidig beheer)

Oplossingsrichtingen 1 en 2 bevatten weliswaar nieuwe maatregelen voor veiligheid onder extreme omstandigheden, omdat de gemiddelde omstandigheden niet wijzigen komt dit voor natuur neer op voortzetting van het huidige beleid. Met de modellering van de oplossingsrichting afsluitbaar open aan zeezijde ("continueren huidig beleid") krijgen we daarom vooral inzicht in het effect van de klimaatscenario's. In Figuur 4.3 zijn de resultaten voor de ecoseries behorend bij deze oplossingsrichting weergegeven met het klimaatscenario W+. De kaart met het klimaatscenario G is te vinden in de bijlage. Het studiegebied - de buitendijkse gebieden vanaf zee tot aan tot aan ongeveer Tiel - heeft een totale oppervlakte van circa 67.000 ha.



Figuur 4.3 Volgens HABITAT te verwachten ecoseries bij continuering van huidig beleid onder klimaatscenario W+ (2100).

Het effect van klimaatverandering is voornamelijk zichtbaar in een toename van overstromd gebied. Tevens neemt het percentage van het studiegebied dat onder invloed staat van getijde toe van de huidige 47% tot 50% in G en tot 53% in W+.

De toename van getijdengebied is vooral terug te vinden in het aandeel zoet getijdengebied. De toename van overstroomd gebied heeft tot gevolg dat de hardhoutzone en vooral de helyfytenzone (riet) sterk afnemen (met 53% in G en 83% in W+). Hiervoor in de plaats komen voornamelijk zachthoutzone en droogvallende zone. De procentuele afname van de helofytenzone is groot, maar ten opzichte van de totale oppervlakte (0,14% in huidige situatie) gaat het maar om een klein percentage (deze is daarom ook niet terug te vinden in de figuren).

De toename van overstroomd gebied en de afname van de hardhout- en helofytenzone treedt voornamelijk op in de Biesbosch. Er is een toename te zien van zoet intergetijdengebied en van zoet getijdenwater (ondiep tot diep). In Figuur 4.4 is een uitvergroting te zien van de resultaten voor de Biesbosch bij verschillende klimaatscenario's.



Figuur 4.4 Uitvergroting van de resultaten voor de Biesbosch, van links naar rechts: Huidig, G en W+ (voor legenda zie Figuur 4.3)

Klimaatverandering

Uit de modelresultaten blijkt dat de verschillen tussen de klimaatscenario's relatief klein zijn ten opzichte van de verschillen veroorzaakt door de maatregelen in de verschillende oplossingsrichtingen. Daarom worden niet voor alle oplossingsrichtingen beide kaartbeelden getoond, maar volstaan we met steeds de bespreking van het kaartbeeld bij klimaatscenario G in 2100.

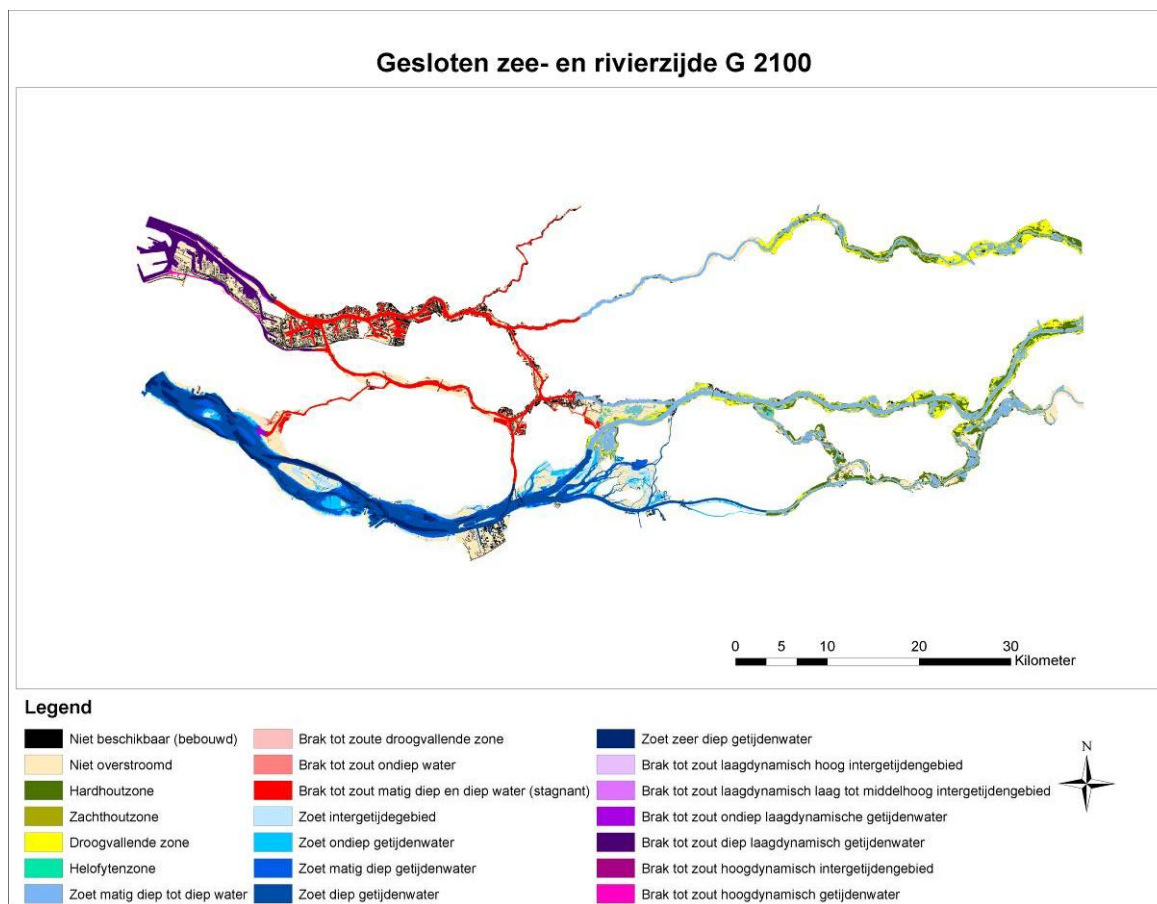
4.3 Oplossingsrichting 2: Afsluitbaar open aan zee- en rivierzijde

Het verschil tussen deze oplossingsrichting en de huidige situatie is de mogelijkheid bij hoogwater ook de rivieren af te sluiten. Omdat zo'n afsluiting alleen plaatsvindt in extreme situaties is deze oplossingsrichting niet gemodelleerd, omdat er naar verwachting geen andere gemiddelde situaties optreden.

De effecten van deze oplossingsrichting zijn dan ook hetzelfde als die van het continueren van het huidig beleid (oplossingsrichting 1).

4.4 Oplossingsrichting 3a: gesloten zee- en rivierzijde

In deze oplossingsrichting wordt de Nieuwe Waterweg afgesloten door een dam met schutsluizen. Tevens worden er dammen aangelegd in de Lek, het Spui, de Dordtse Kil en de Beneden-Merwede. Het beheer van de Haringvlietssluis heeft een ander spuiprogramma maar blijft gericht op het zoethouden van het Haringvliet. De wateren binnen de aldus ontstane ring worden 'peilbeheerst'. De afsluiting van de Nieuwe Waterweg betekent dat er geen water meer via de Nieuwe Waterweg loopt en er een grotere rivierafvoer via het Haringvliet ontstaat.



Figuur 4.5: Volgens HABITAT te verwachten ecoseries bij oplossingsrichting gesloten zee- en rivierzijde onder klimaatscenario G (2100).

Door de afsluitingen ontstaat er in het noordelijke gedeelte van het studiegebied een afgesloten boezemgebied, wat door een zoutlek in de zeesluizen leidt tot brak tot zout stagnant water (zonder getijde). Er zijn in deze oplossingsvariant geen maatregelen genomen om het water zoet te houden. Het percentage getijdegebied is in het G scenario nog slechts 32% en in W+ 24%. Het klimaatscenario W+ laat een grotere afname van 'getijdegebied' zien dan G doordat delen van het Haringvliet in W+ een waterstandsfluctuatie van net onder de 30 cm hebben.

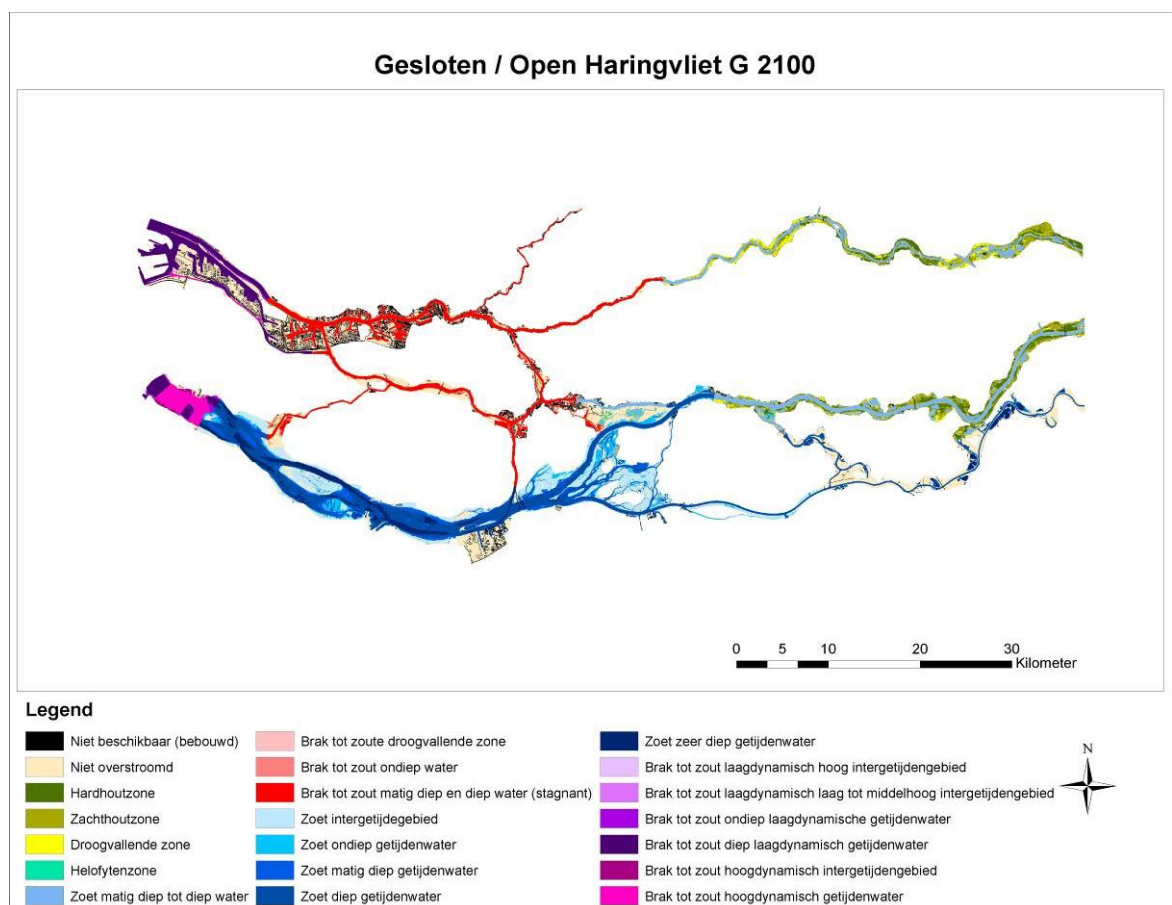
Ecologisch gezien is een situatie met brak water zonder getijde niet gunstig. In het verleden heeft het Veerse Meer laten zien dat dit erg veel problemen met de waterkwaliteit geeft. De belangrijke Natura 2000 gebieden langs de Oude Maas verliezen door de afsluiting van de Nieuwe Waterweg de invloed van getijden.

Doordat het beheer van de Haringvlietdam- en sluizen gehandhaafd blijft is de situatie in het zuidelijke deel ongeveer hetzelfde als in de huidige situatie. Het Haringvliet heeft een dagelijks waterstandsverschil van rond de 45 cm in G en rond de 30cm in W+, veroorzaakt door het openen en sluiten van de Haringvlietsluizen. Dit is een fluctuatie die nauwelijks in de Biesbosch doordringt en de Dortse Biesbosch helemaal niet meer bereikt.

4.5 Oplossingsrichting 3b: gesloten Nieuwe Waterweg, open Haringvliet

Deze oplossingsrichting bestaat uit een afgesloten Nieuwe Waterweg (dam met schutsluizen) en een weer volledig opengemaakt Haringvliet.

In de Nieuwe Waterweg, Hollandsche IJssel en Oude Maas verdwijnt de getijdeninvloed daardoor vrijwel geheel en vanwege de oplading van het systeem door schutverliezen in de zeesluizen wordt het water brak (tot zout). De getijslag in het Haringvliet, Hollandsch Diep en in de Biesbosch neemt door de opening van het Haringvliet toe tot een maximum van rond de 1,3 meter. Het getij werkt ver stroomopwaarts op de Maas door, tot oostelijk van het studiegebied.

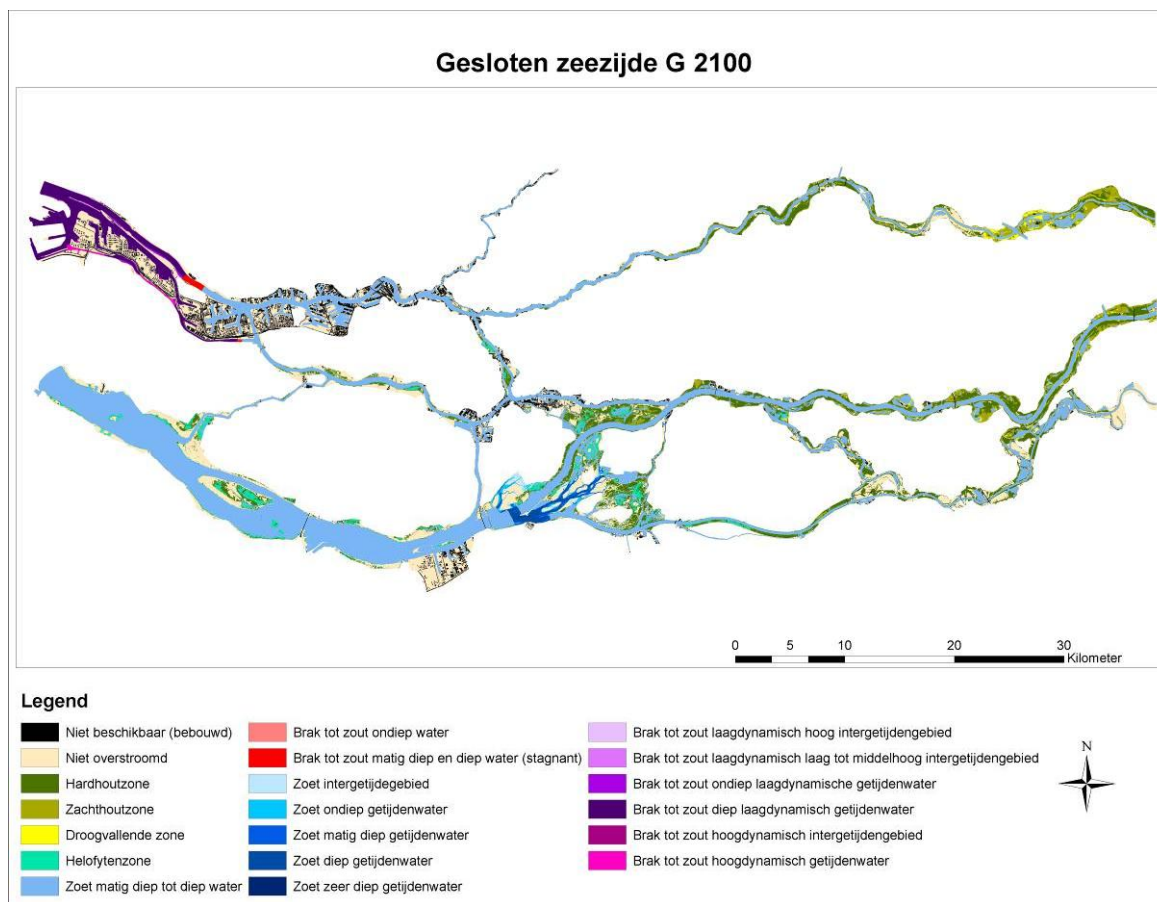


Figuur 4.6 Volgens HABITAT te verwachten ecoseries bij oplossingsrichting ópen Nieuwe Waterweg, open Haringvliet onder klimaatscenario G (2100).

Door de afsluiting van de Nieuwe Waterweg verdwijnt er in deze oplossingsrichting getijdenwater. Door het openen van het Haringvliet komt er in het zuidelijke gedeelte echter weer getijdenwater bij. Het uiteindelijke percentage getijdenwater is 43% in G en 46% in W+. Dit is iets minder dan het percentage getijdenwater in de huidige situatie (47%), echter de locatie van het getijdenwater is gewijzigd en ligt nu voornamelijk in het zuidelijk deel van het studiegebied – waar de Biesbosch deel van uitmaakt – en langs de Maas.

4.6 Oplossingsrichting 3c: gesloten zeezijde

In deze oplossingsrichting is alleen de Nieuwe Waterweg afgesloten met een dam met schutsluizen en is het beheer van de Haringvlietluizen gelijk aan de huidige situatie. De rivieren zijn niet afgesloten zoals in oplossingrichting 3a, er vindt daardoor geen oplading met zout plaats omdat er doorspoeling vanuit de rivieren optreedt.

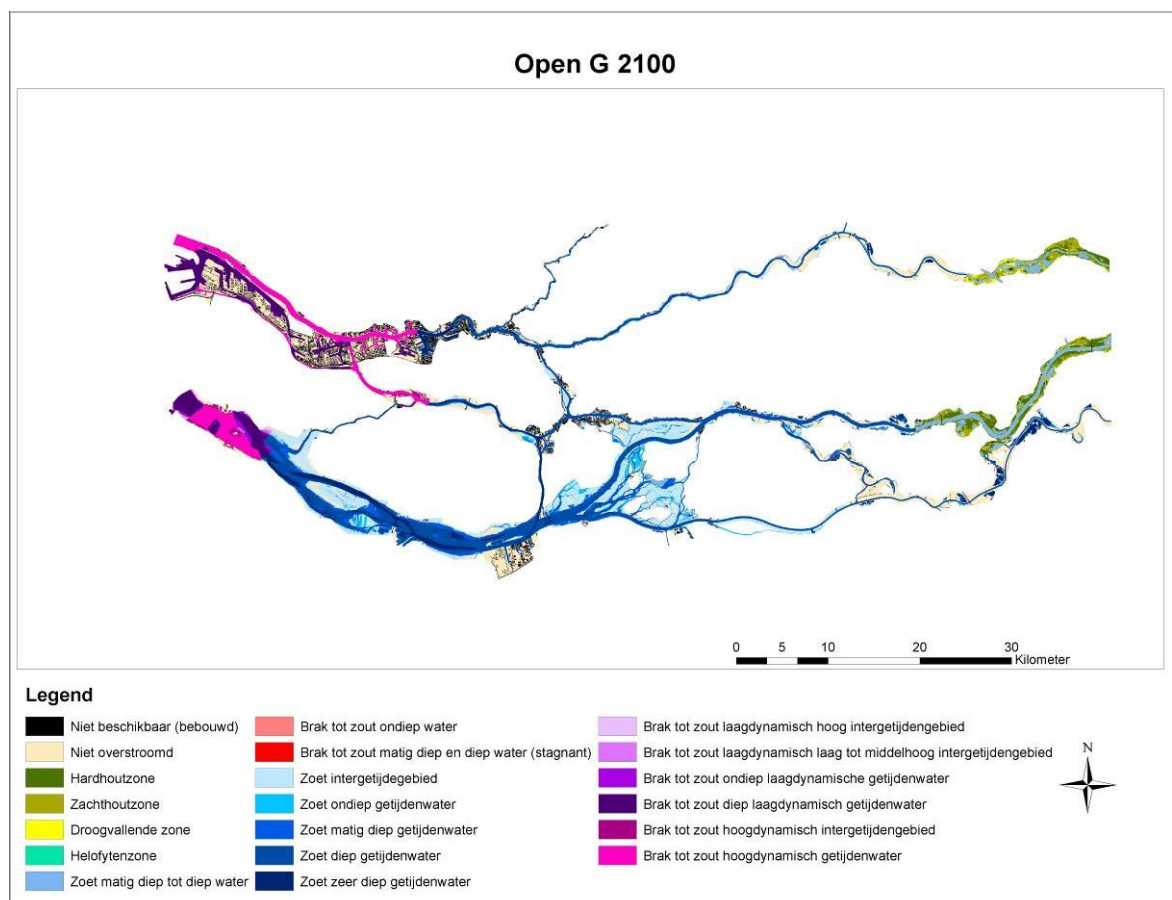


Figuur 4.7 Volgens HABITAT te verwachten ecoseries bij oplossingsrichting gesloten zeezijde onder klimaatscenario G (2100).

Doordat bij de sluiting van de Haringvlietsluizen de afvoer vanuit de rivier over een groter oppervlak wordt verdeeld dan in oplossingsrichting 3a, ontstaat er een kleinere waterstandsfluctuatie (net onder de 30cm) en valt deze niet meer in de categorie (schijn)getijdenwater. In dit hoekpunt neemt daardoor het aandeel getijdenwater af tot 7% in G en 6% in W+, in vergelijking met 47% in de huidige situatie. Hierdoor verdwijnt de dagelijkse waterstandswisseling in de Oude Maas, Biesbosch, Haringvliet en Biesbosch volledig. Bijna al het zoete getijdenwater wordt in deze oplossingsrichting vervangen door zoet matig diep tot diep water zonder getijde. Daarnaast is er een toename van de hardhout-, zachthout- en helofytenzone te zien.

4.7 Oplossingsrichting 4: Open

In deze variant zijn alle dammen en keringen weggehaald. Dit heeft tot gevolg dat het aandeel getijdewater toeneemt naar 60% in G en 63% in W+. Hiervan is 14-15% zout getijdewater. Dit betekent een toename van 32% van zoet getijdenwater en bijna een verdubbeling van het areaal zout getijdenwater (ten opzichte van huidig). De getijdeslag op het Hollandsch Diep neemt tot 1,3m, in de Biesbosch kan deze zelfs oplopen tot 1,5 m.



Figuur 4.8 Volgens HABITAT te verwachten ecoseries bij oplossingsrichting open onder klimaatscenario G (2100).

De aandelen niet-overstroomd gebied en hardhoutzone nemen af. Hier komt voornamelijk zoet intergetijdengebied voor terug. De toename van zoet intergetijdengebied is vooral te zien in de Biesbosch, de afname van de hardhoutzone vindt vooral plaats in het rivierengebied.

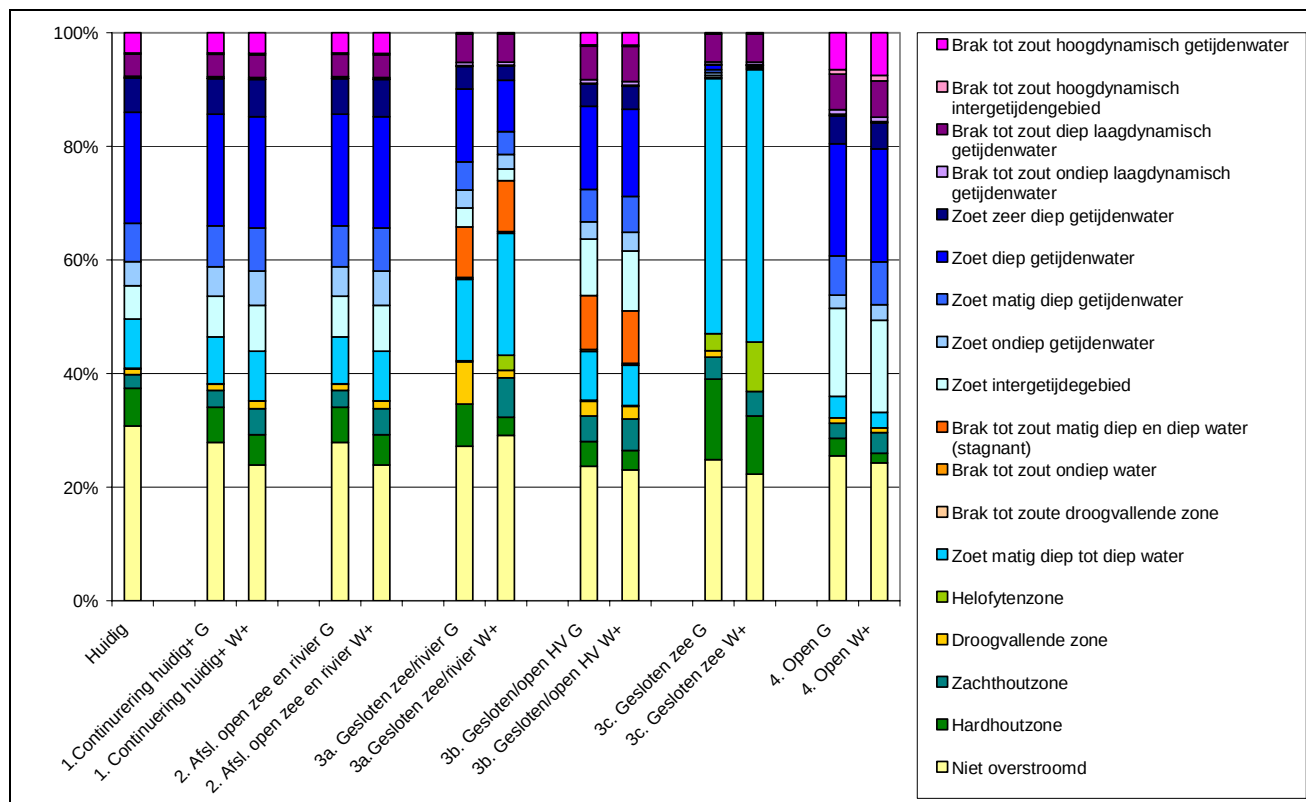
4.8 Overzicht

In Figuur 4.9 zijn de resultaten weergegeven in relatieve oppervlaktes per ecoserie, voor het gehele gebied. In de figuren hierna is de verdeling voor een aantal belangrijke deelgebieden in histogrammen weergegeven. Het meest bepalend voor het eindbeeld zijn de verschillende invloeden van getijde en zoutgradiënten.

Zo is ten eerste te zien dat in gesloten varianten 3a en 3c het hoogdynamische getijdewater verdwijnt, en het totaal aandeel getijdenwater als geheel sterk afneemt. In variant 3c verdwijnt het zelfs bijna helemaal. Variant 3b houdt een groter aandeel getijdenwater vanwege de opening van het Haringvliet.

Variant 3a en 3b vallen op omdat ze een groot areaal brak water zonder getijde krijgen. Variant 3b lijkt wat betreft ecoseriesamenstelling iets meer op de huidige situatie dan 3a, maar heeft ook een aanzienlijk aandeel brak niet-getijdenwater. Variant 3c verliest het meest aan diversiteit door het bijna volledig verdwijnen van het getij.

In de open variant 4 is te zien dat het aandeel getijdewater sterk toeneemt. Dat betreft voornamelijk zout getijdewater en zoet intergetijdengebied.

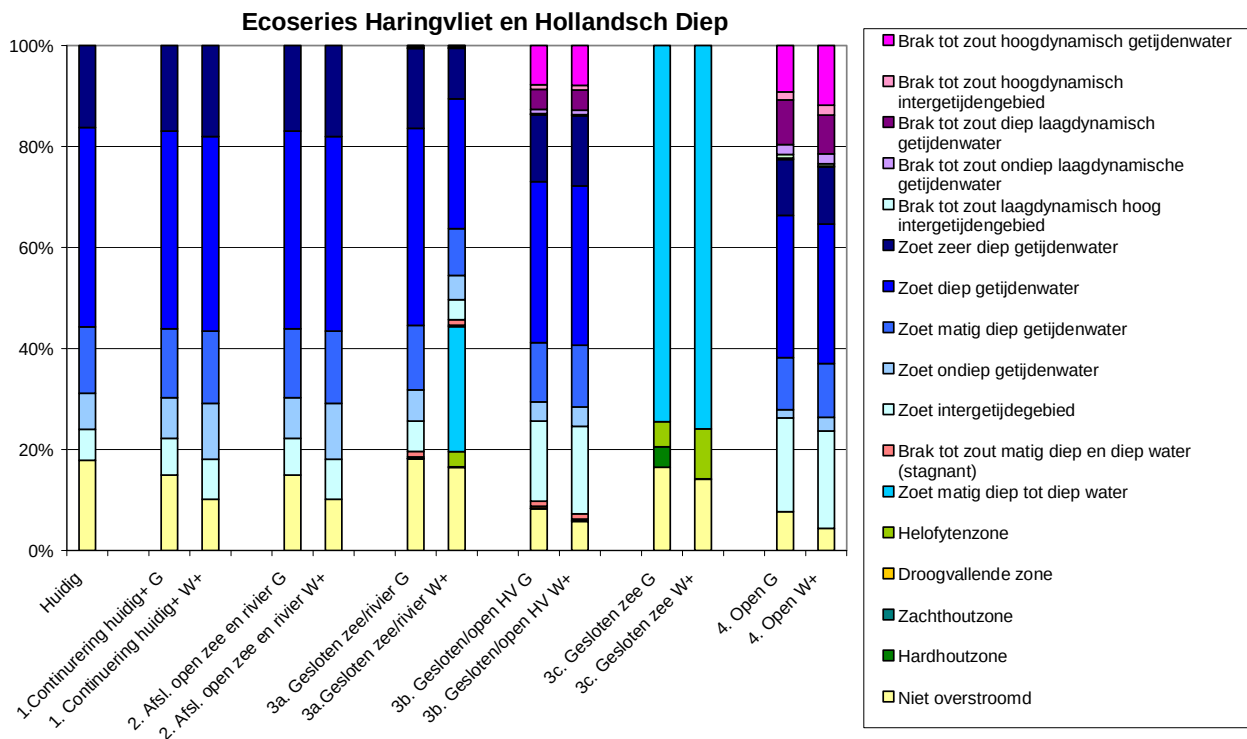


Figuur 4.9 Procentuele verdeling van arealen over de verschillende ecoserietypen (natuurontwikkelingsmogelijkheden) in 2100 per oplosrichting voor steeds 2 klimaatscenario's, in vergelijking met de huidige situatie (linkerzijde). De volgorde in de legenda is dezelfde als in de staafdiagrammen.

4.8.1 Haringvliet en Hollandsch Diep

In Figuur 4.10 is de grove verdeling van ecoseries te zien voor het Haringvliet en Hollandsch Diep. In deze figuur is te zien dat voornamelijk oplossingsrichting 3c zich sterk onderscheidt van de rest door de volledige afname van (zoetwater)getijdenwater. In oplossingsrichtingen 3b en 4 wordt er met de opening van de Haringvlietssluisen een gedeelte zoet getijdenwater vervangen door zout getijdenwater. Betreft doelstellingen voor het haringvliet –herstel zout waterinvloed, behoud van leefgebied Noordse woelmuis en broedgelegenheid en foerageergebied voor vogels- zijn voornamelijk de oplossingsrichtingen met een open Haringvliet gunstig voor dit deelgebied. Oplossingsvariant 3c is sterk negatief voor de doelstellingen vanwege het verlies aan getijdenwater, al wordt dit beeld versterkt doordat de waterstandsfluctuaties in 3c net onder de klassengrenzen voor getijde valt.

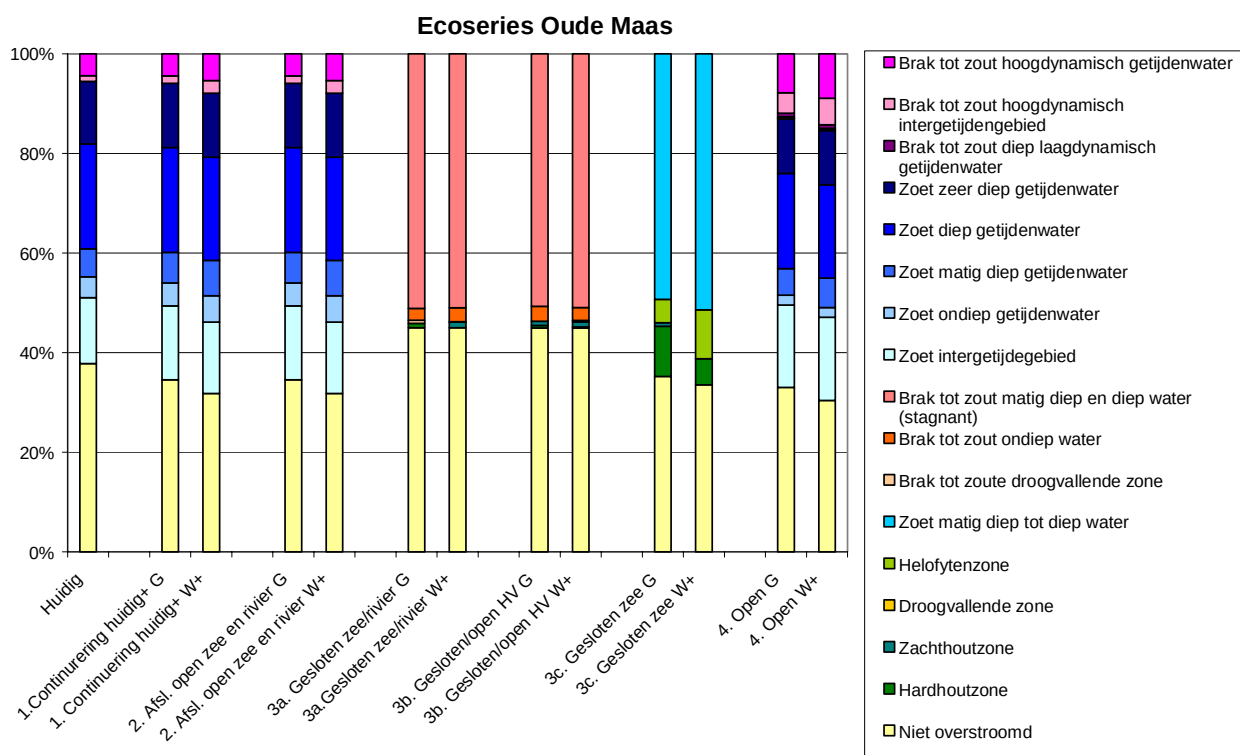
Aan de kernopgave voor het Hollandsch Diep als belangrijke functie voor trekvis wordt in de varianten met een open Haringvliet voldaan, in de overige varianten blijft de situatie voor trekvis gelijk aan huidig. De functie “open water” –als foerageergebied en uitwijkmogelijkheid bij vorst- blijft in alle oplossingsrichtingen bestaan.



Figuur 4.10 Procentuele verdeling van arealen over de verschillende ecoserietypen (natuurontwikkelingsmogelijkheden) in het Haringvliet en Hollandsch Diep in 2100 per oplossingsrichting voor steeds 2 klimaatscenario's, in vergelijking met de huidige situatie (linkerzijde). De volgorde in de legenda is dezelfde als in de staafdiagrammen.

4.8.2 Oude Maas

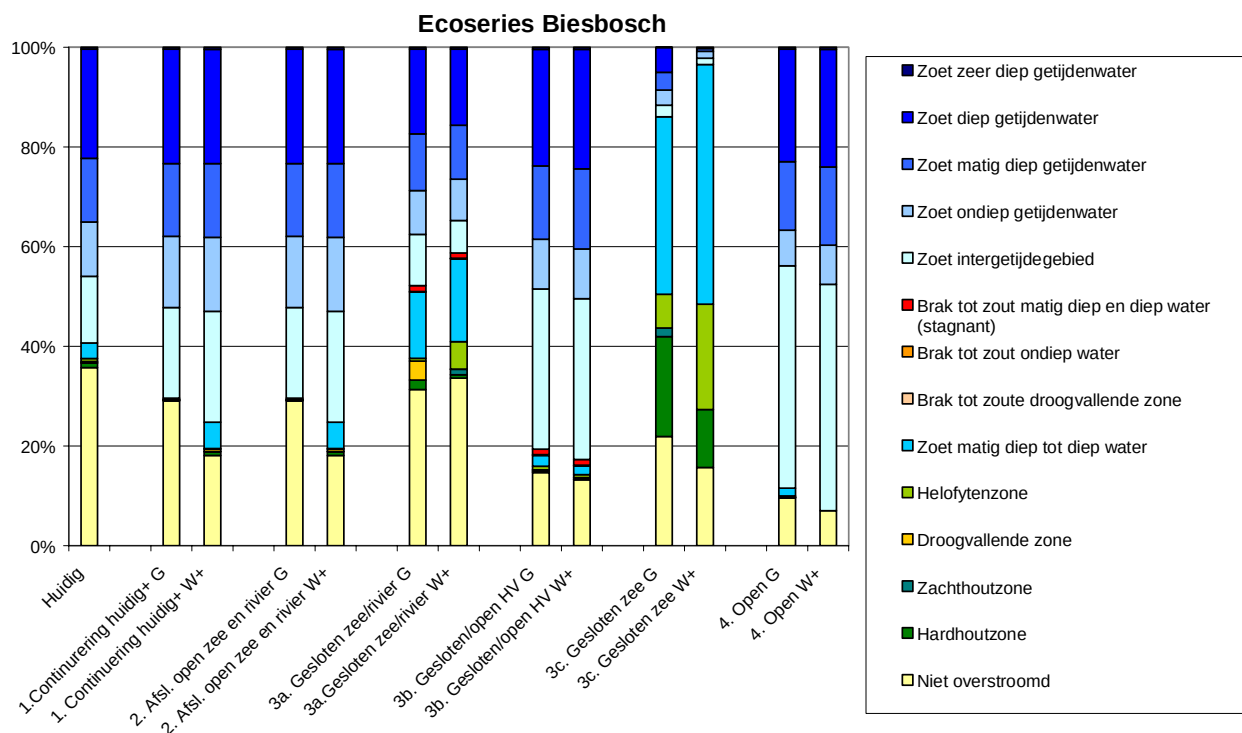
In Figuur 4.11 is de verdeling van ecoseries in de Oude Maas te zien. Voornamelijk de gesloten varianten onderscheiden zich sterk van de rest door het geheel afnemen van getijde en in varianten 3a en 3b gaat dit gepaard met brak water. De gesloten varianten voldoen hiermee niet aan de Natura2000 kernopgave voor de Oude Maas die een kwaliteitsverbetering van zoetwatergetijdengebied voorschrijft. Er treedt verlies op van habitattypen gerelateerd aan getijdenwater.



Figuur 4.11 Procentuele verdeling van arealen over de verschillende ecoserietypen (natuurontwikkelingsmogelijkheden) in de Oude Maas in 2100 per oplossingsrichting voor steeds 2 klimaatscenario's, in vergelijking met de huidige situatie (linkerzijde). De volgorde in de legenda is dezelfde als in de staafdiagrammen.

4.8.3 Biesbosch

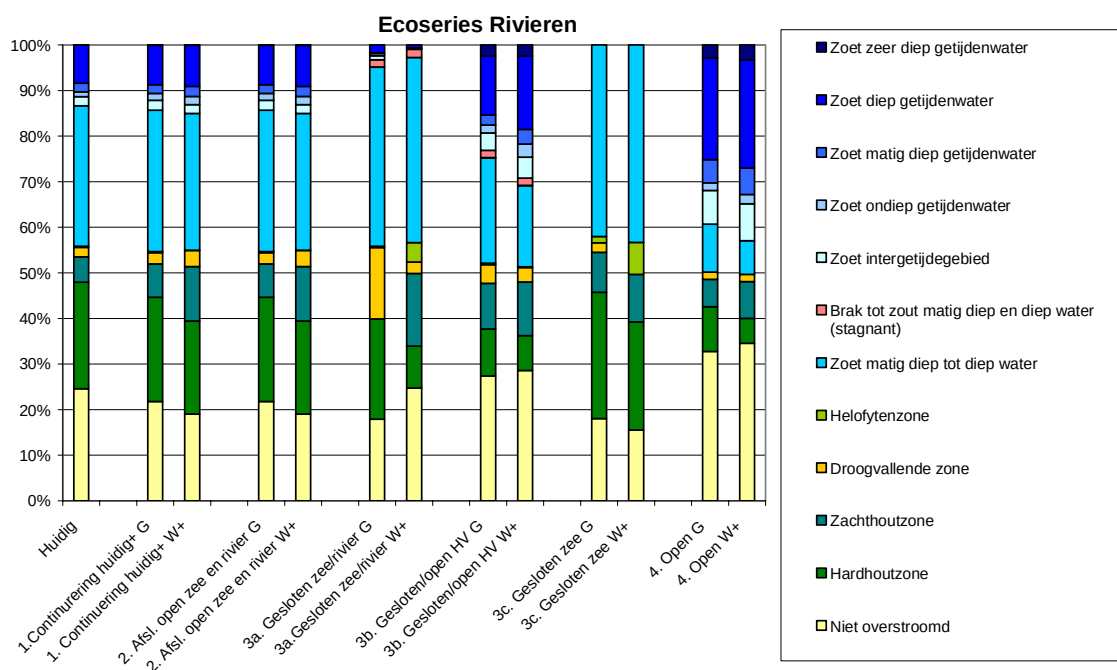
In Figuur 4.12 is de verdeling van ecoseries in de Biesbosch te zien. Variant 3c is de enige waar het getijde (bijna) geheel verdwijnt, in plaats van zoet intergetijdengebied komen er voornamelijk helofyten- en hardzoutzones. In oplossingsrichting 3a neemt de getijdeslag in de Biesbosch af en daarmee ook het aandeel getijdenwater en intergetijdengebied. In oplossingsrichting 3b neemt de getijdeslag juist toe door de opening van het Haringvliet. In de open variant (4) is de grootste toename van intergetijdengebied te zien, er is hier sprake van 'verdrinking' van niet-overstroomd gebied. Het is onbekend hoe snel opslibbing zal gaan. Wat betreft Natura2000 zou 3c op het eerste gezicht goed scoren vanwege de toename van de helofyten- en hardhout- zones. Echter, deze ecoseries zijn niet aan getijdenwater verbonden en het verdwijnen van getijdenwater is niet gunstig gezien de internationale waarde van dit zoetwatergetijdengebied.



Figuur 4.12 Procentuele verdeling van arealen over de verschillende ecoserietypen (natuurontwikkelingsmogelijkheden) in de Biesbosch in 2100 per oplossingsrichting voor steeds 2 klimaatscenario's, in vergelijking met de huidige situatie (linkerzijde). De volgorde in de legenda is dezelfde als in de staafdiagrammen.

4.8.4 Rivieren

In Figuur 4.13 is te zien dat de verdeling van droge en natte zones wel verschilt maar niet heel sterk. Van het natte gedeelte wisselt met name het aandeel getijde en niet-getijde, Van het droge gedeelte varieert de samenstelling van droogval, zacht- en hardhoutzone en niet overstromde zones.



Figuur 4.13 Procentuele verdeling van arealen over de verschillende ecoserietypen (natuurontwikkelingsmogelijkheden) in het Rivierengebied in 2100 per oplossingsrichting voor steeds 2 klimaatscenario's, in vergelijking met de huidige situatie (linkerzijde). De volgorde in de legenda is dezelfde als in de staafdiagrammen.

4.9 Eindbeoordeling: scorekaart

Voor alle oplossingsrichtingen is op basis van de besproken HABITAT-analyses en een expertbijeenkomst met vertegenwoordigers van het ministerie van EL&I en Rijkswaterstaat een score gegeven voor de drie beoordelingscriteria.

Daarbij wordt de huidige situatie als referentie gebruikt en wordt het verschil ten opzichte van de referentie gescoord. Omdat het effect van de verschillende klimaatscenario's nauwelijks onderscheidend is wordt hiertussen geen onderscheid gemaakt.

De scores zijn weergegeven in Tabel 4.1

Tabel 4.1 Scorekaart met semi-kwantitative scores voor de beoordelingscriteria, voor alle oplossingsrichtingen ten opzichte van huidig.

	Huidig (referentie)	1. Continuering huidig	2. Afsluitbaar open zee- rivierzijde	3a. Gesloten zee- en rivierzijde	3b. Gesloten NWW /open HV	3c. Gesloten zeezijde	4. Open
Natuurlijkheid	0	0	0	--	-/+	--	++
Diversiteit	0	+	+	--	-/+	--	+/-
Connectiviteit	0	0	0	--	+	-	++

4.9.1 Natuurlijkheid

- *Continuering huidig* scoort neutraal omdat de estuariene dynamiek overeen komt met die in huidige situatie en de patronen nauwelijks veranderen.
- *Afsluitbaar open zee- en rivierzijde* scoort neutraal omdat de natuurlijkheid overeen komt met die in de huidige situatie.
- *Gesloten zee- en rivier* scoort sterk negatief vanwege het verlies van dynamiek in het gebied. Minder getijdenbeweging, geen morfologische dynamiek meer en geen zoutgradiënt.
- *Gesloten NWW / open Haringvliet* scoort zowel negatief als positief: negatief vanwege het verdwijnen van de dynamiek in de Nieuwe Waterweg, maar positief vanwege het volledige herstel van de oorspronkelijke dynamiek in Haringvliet, Hollands Diep en Biesbosch.
- *Gesloten zeezijde* scoort sterk negatief vanwege het verlies aan alle dynamiek in het gebied. Geen getijdenbeweging, geen morfologische dynamiek en geen zoutgradiënt.
- *Open* scoort sterk positief vanwege het herstel van estuariene dynamiek in het hele benedenrivierengebied.

4.9.2 Diversiteit

- *Continuering huidig beleid* scoort licht positief op diversiteit vanwege de toename van het aandeel getijdenwateren door klimaatverandering.
- *Afsluitbaar open zee- en rivierzijde* komt overeen met continuering huidig beleid, scoort dus licht positief op diversiteit.

- *Gesloten zee- en rivierzijde* scoort sterk negatief vanwege het verlies van getijdenwateren en de (mogelijke) sterke toename van brak tot zout water zonder getijde.
- *Gesloten NWW / open Haringvliet* scoort negatief vanwege het verlies van getijde in de Nieuwe Waterweg, Hollandsche IJssel en de Oude Maas en toename van zout tot brak water (zonder getijde), maar scoort positief vanwege de toename van mogelijkheden voor getijdenatuur in de Haringvliet- Biesboschcorridor.
- *Gesloten zeezijde* scoort negatief vanwege de grote afname van getijdewateren.
- *Open* scoort positief vanwege de toename van getijdenatuur in het hele gebied, maar leidt ook tot het verlies van nu bestaande natuur die heeft ontwikkeld onder de huidige omstandigheden.

4.9.3 Connectiviteit

- *Continuering huidig beleid* scoort neutraal omdat de connectiviteit overeenkomt met de huidige situatie.
- *Afsluitbaar open zee- en rivierzijde* scoort neutraal omdat de connectiviteit overeenkomt met de huidige situatie.
- *Gesloten zee- en rivier* scoort sterk negatief vanwege de sterk beperkte mogelijkheden voor migrerende vis om stroomop- en afwaarts te komen. De gesloten Haringvliet en Nieuwe Waterweg zijn de eerste barrière, de afgesloten rivieren vormen een tweede barrière stroomopwaarts.
- *Gesloten NWW/open Haringvliet* scoort positief vanwege de goede mogelijkheden voor vis om via de geopende Haringvliet stroomopwaarts en -afwaarts te komen. Ondanks de afsluiting van de Nieuwe Waterweg levert deze oplossingsrichting een sterke verbetering ten opzichte van huidig omdat de Haringvliet een grotere opening biedt in een natuurlijke omgeving in plaats van in een havengebied
- *Gesloten zeezijde* scoort negatief vanwege de barrière in de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet die migrerende vis een ongestoorde doorgang verhinderen .
- *Open* scoort sterk positief vanwege de opening van zowel de Nieuwe Waterweg als het Haringvliet en de daarmee samenhangende mogelijkheden voor migrerende vis.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Algemeen

Deze studie is een eerste verkenning naar de effecten van de verschillende oplossingsrichtingen voor hoogwaterbescherming in de Rijn-Maasmonding op de natuur, in het bijzonder de natuurontwikkelingsmogelijkheden bij twee verschillende klimaatscenario's.

De verkenningen wezen uit dat de effecten van de oplossingsrichtingen potentieel groot zijn en sterk verschillen. Het effect van de oplossingsrichtingen op de natuur domineert het effect van klimaatverandering volledig; reden om aan de verschillen tussen de klimaatscenario's niet teveel aandacht te besteden.

5.2 Conclusies en beoordeling per oplossingsrichting

- Oplossingsrichting 1: afsluitbaar open aan zeezijde (continuering huidig beleid)
 - Scoort neutraal vanwege overeenkomsten met huidige situatie.
 - De zeespiegelstijging leidt tot een toename van het aandeel getijdenwateren en een afname van niet-overstroomd gebied ('verdrinking').
- Oplossingsrichting 2: afsluitbaar open aan zee- en rivierzijde
 - Scoort gelijk aan oplossingsrichting 1 vanwege de geringe invloed van de maatregelen op de gemiddelde milieuomstandigheden in het gebied. Daarmee is deze oplossingsrichting wat betreft effecten op natuur niet onderscheidend.
- Oplossingsrichting 3a: gesloten aan zee- en rivierzijde
 - Scoort sterk negatief vanwege de afsluitingen en de daarmee gepaard gaande oplading met zout (in combinatie met verlies aan getijde).
 - Scoort sterk negatief vanwege verlies aan getijdendynamiek en oppervlakte aan getijdenwateren.
 - Scoort sterk negatief vanwege beperkte migratiemogelijkheden voor vis.
- Oplossingsrichting 3b: gesloten Nieuwe Waterweg, open Haringvliet
 - Scoort negatief vanwege de afsluiting van de Nieuwe Waterweg en het daarmee gepaard gaande verlies aan getijdendynamiek en het ontstaan van brakke zones.
 - Scoort positief vanwege de opening van het Haringvliet de vergroting van de getijdendynamiek op het Haringvliet, Hollandsch Diep en Biesbosch.
 - Scoort positief vanwege de vergroting van migratiemogelijkheden voor vis.
- Oplossingsrichting 3c: gesloten zeezijde
 - Scoort sterk negatief vanwege verlies van getijdendynamiek en daarmee gepaard gaande verlies aan diversiteit.
 - Scoort negatief vanwege beperkte migratiemogelijkheden voor vis.
- Oplossingsrichting 4: open
 - Scoort positief vanwege volledig herstel van de getijdendynamiek.
 - Scoort negatief vanwege verlies van bestaande natuurtypen.

- Scoort positief vanwege herstel van migratiemogelijkheden voor trekvis.

5.3 Aanbevelingen voor tweede-generatie-oplossingsrichtingen

Als de ontwikkeling van natuur – als onderdeel van ruimtelijke kwaliteit en mede met het oog op van de ruimtelijke kwaliteit afhankelijke gebruiksfuncties, zoals recreatie – tot neven doel van het deelprogramma zou worden verklaard, of als belangrijk beoordelingscriterium bij de afweging zou worden betrokken, dan kunnen enkele aanbevelingen worden gedaan om positieve effecten te bewerkstelligen. Voor de tweede-generatie-oplossingsrichtingen kunnen dan de volgende aanbevelingen worden meegegeven:

- Voorkom brak stagnant water door te zorgen voor voldoende doorspoeling: liever zoet stagnant water dan brak water zonder getijde. Voorkom, kortom, volledig stagnant water.
- Zorg voor zoveel mogelijk getijdendynamiek, deze is sterk bepalend voor de kwaliteit van de natuur in het benedenrivierengebied.
- Overweeg bij 'afgesloten' varianten de mogelijkheden voor zout-zoetovergangen door de afsluiting te beperken tot hoogwatersituaties: afsluitbaar, in plaats van permanent dicht.
- In plaats van een open Haringvliet kan een afsluitbaar Haringvliet ('stormvloedkeringsvariant') bijvoorbeeld een vergelijkbare estuariene dynamiek waarborgen, zonder dat zeer hoge dijken nodig zijn: een variant op 3b, dus..
- Zoek naar mogelijkheden om natuur en hoogwaterbescherming te combineren. Hierbij kan met denken aan golfremmende vooroevers.

5.4 Aanbevelingen voor verder onderzoek

In deze studie zijn geomorfologische aspecten buiten beschouwing gelaten, mede door een gebrek aan kennis, gegevens en bruikbaar modelinstrumentarium. Door de mogelijke afsluiting en opening van gebieden en de daarmee veranderende getijdendynamiek kan de sedimentbalans echter fors veranderen en kan erosie of juist aanslibbing optreden. Dit kan leiden tot een verlies van bestaande natuurgebieden maar juist ook verdrinking tegengaan doordat de sedimentatie dit proces compenseert. Er wordt aanbevolen bij de uitwerking en effectbepaling van tweede- (of derde) generatie-oplossingsrichtingen geomorfologische processen wel te betrekken.

Ten tweede wordt aanbevolen om gedetailleerder onderzoek te doen naar de effecten van de tweede-generatie-oplossingsrichtingen voor natuurbeleidsdoelstellingen in termen van habitats en soorten. Hiervoor is het onder andere nodig de effecten van hydrologische veranderingen gedetailleerder te bekijken en de indeling van ecoseries beter ecologisch te onderbouwen en te koppelen aan soorten.

In deze studie is niet naar het frequenter optreden van extreem hoge en lage waterstanden en tijdelijk sterk verhoogde zoutconcentraties gekeken. Gezien de verwachting dat deze extremen in de toekomst met klimaatverandering vaker gaan voorkomen verdient het aanbeveling meer kennis te ontwikkelen over de invloed van deze extremen. Hierbij kan met denken aan onderzoek naar de gevoeligheid van ecosystemen en soorten voor 'events'.

Referenties

Beumer, V., Vernimmen, R., Holzhauer, 2009. H. Effecten natuurwaarden benedenrivierengebied als gevolg van klimaatregelen. Deltares rapport 120163

Beumer, V., Woelders, L., 2011, Knelpuntenanalyse Zoetwatervoorziening: effecten op aquatische natuur. Interne memo Deltares 2011.

Bruggeman, W., Haasnoot, M., Hommes, S., Linde, A. te, Brugge, R. van der, Rijken, B., Dammers, E., Born, G.J. van den, 2011. Deltascenario's. Verkenning van mogelijke fysieke en sociaaleconomische ontwikkelingen in de 21ste eeuw op basis van KNMI'06 en WLO-scenario's, voor gebruik in het Deltaprogramma 2011 – 2012. Deltares rapport 1204151.002

Kiwa Water Research & EGG (2007), Knelpunten- en kansenanalyse Natura 2000-gebieden. Kiwa Water Research, Nieuwegein/ EGG, Groningen.

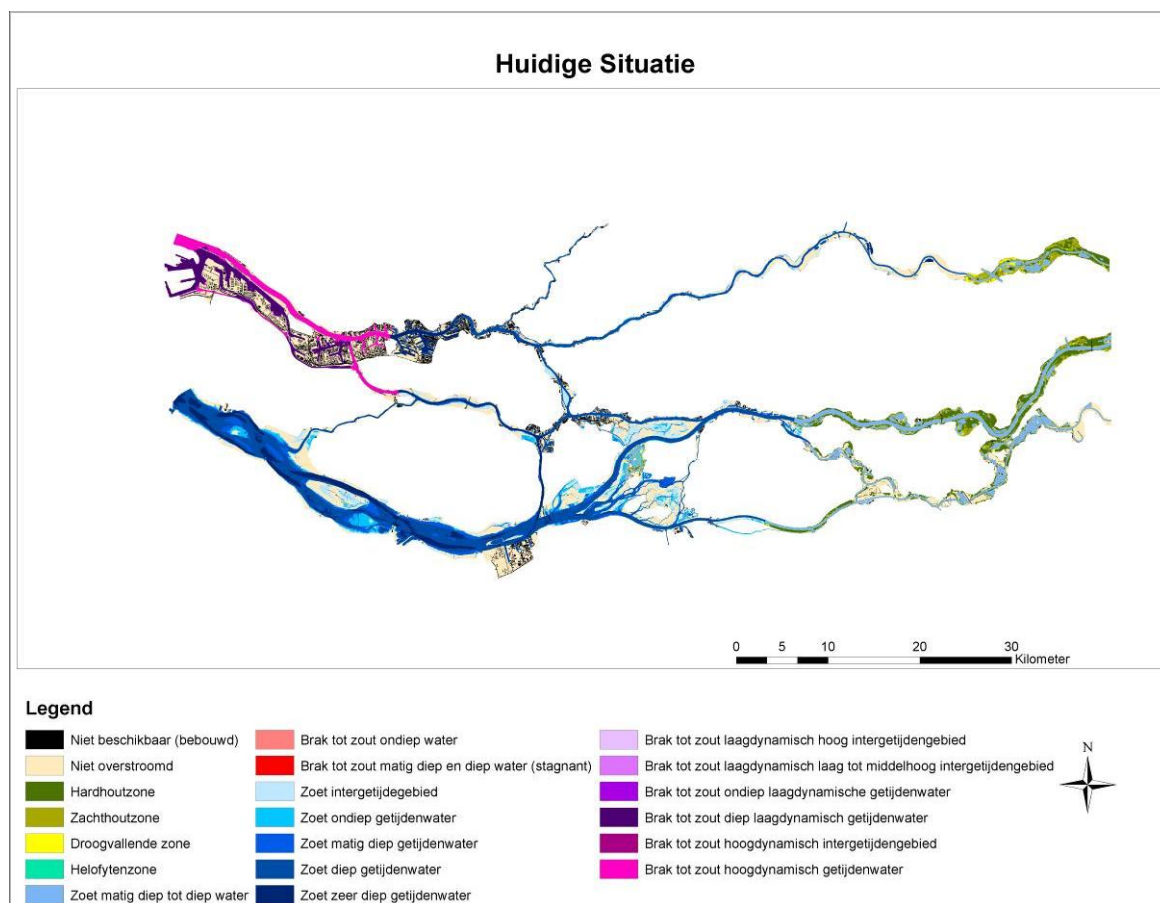
Klijn, F., 1989, Ecoseries, een aanzet tot een standplaatstypologie. Centrum voor Milieukunde, Rijksuniversiteit Leiden.

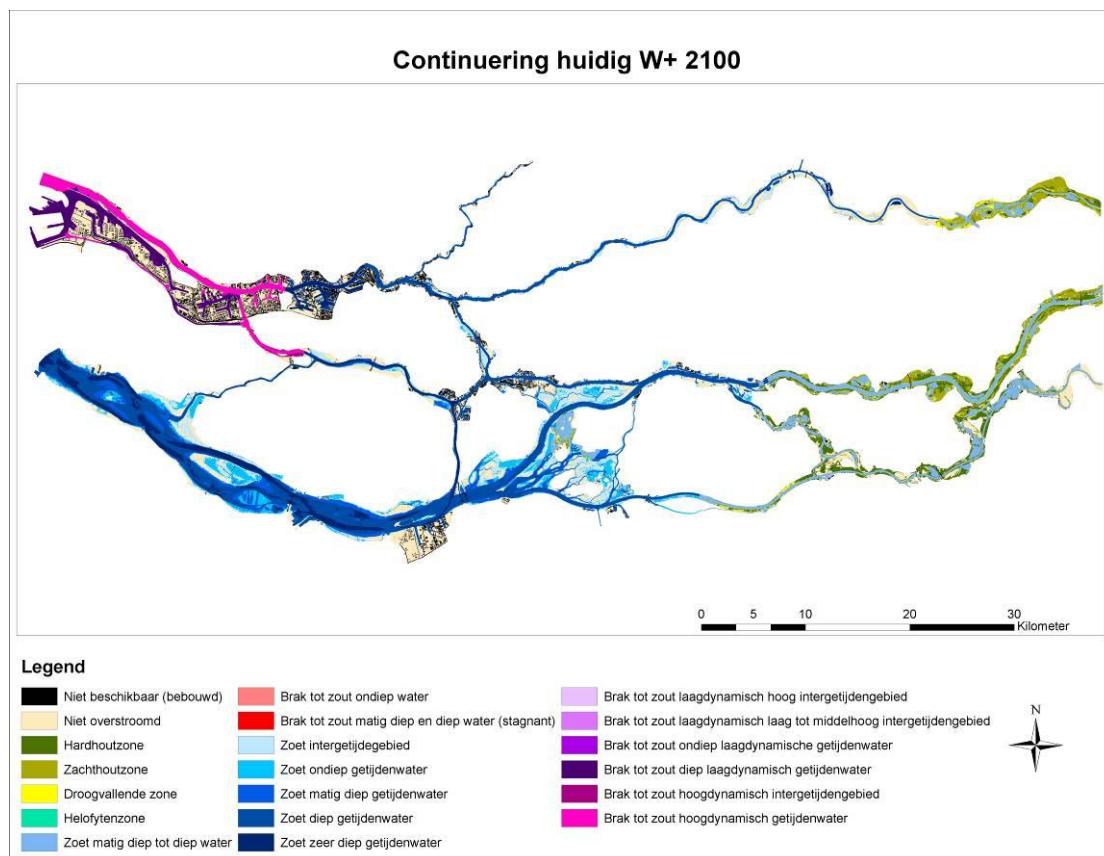
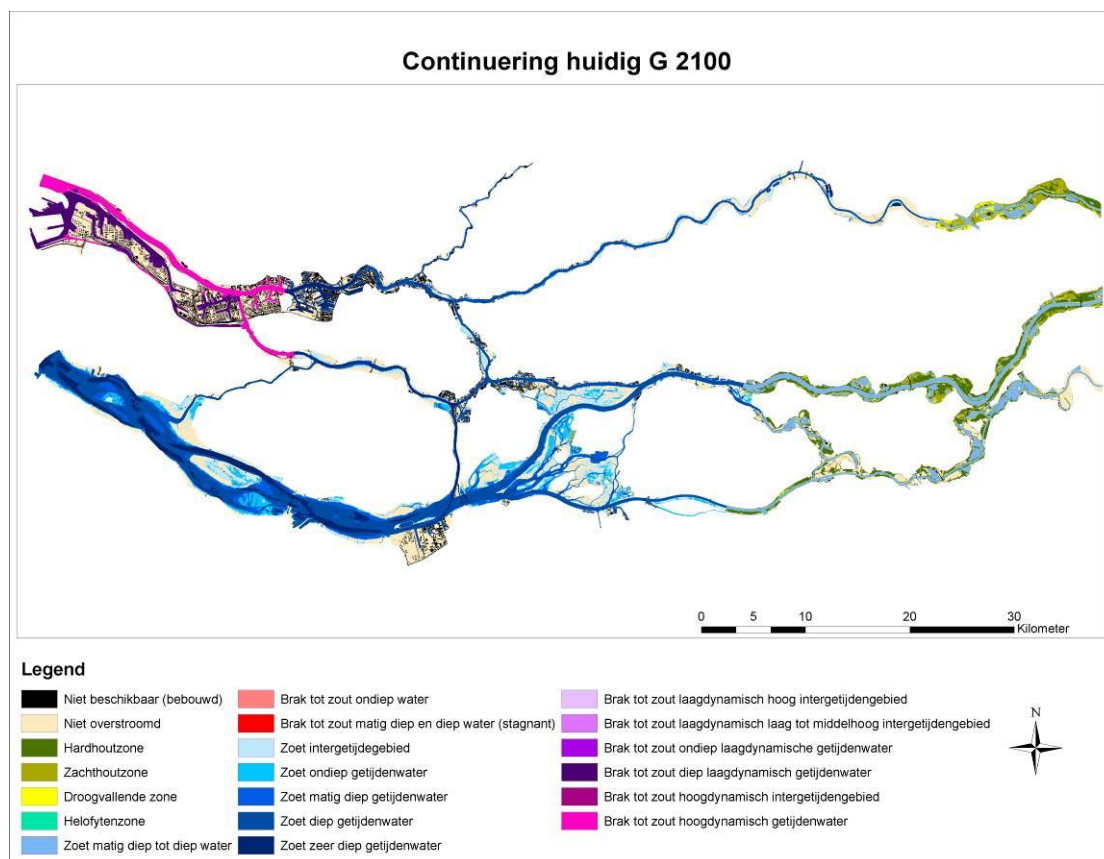
Klijn, F., Rooij, S.A.M van, Haasnoot, M., Higler, B.L.W.G, Nijhof, B.S.J., 2002, Ruimte voor de Rivier, Ruimte voor de Natuur? Fasen 2 en 3: analyse van alternatieven en contouren van een lange-termijnvisie. Alterra-rapport 513, WL-rapport Q2824.10

LNv, 2006, Natura2000 doelendocument – hoofddocument. Ministerie van LNv, juni 2006.

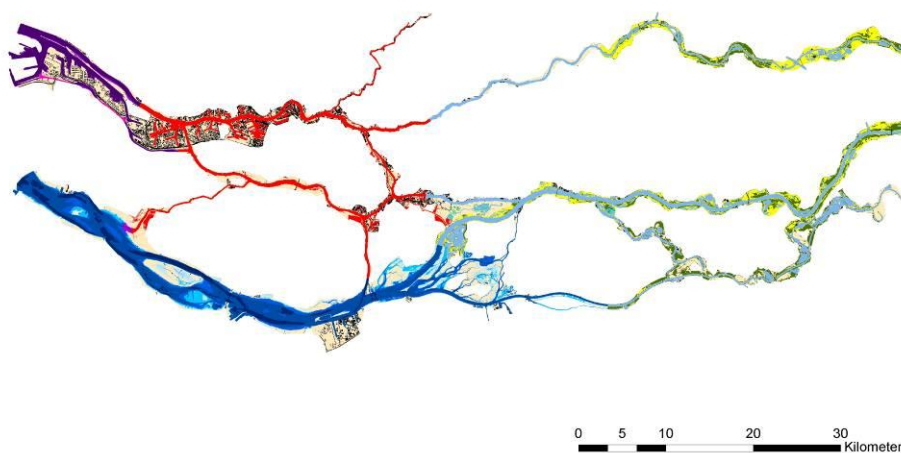
Mulder, J.P.M., J. Cleveringa, M.D. Taal, B.K. van Wesenbeeck & F. Klijn, 2010 . Sedimentperspectief op de Zuidwestelijke Delta. Deltares-rapport 1203404, Delft.

A Resultaten HABITAT / ecoseries in kaarten





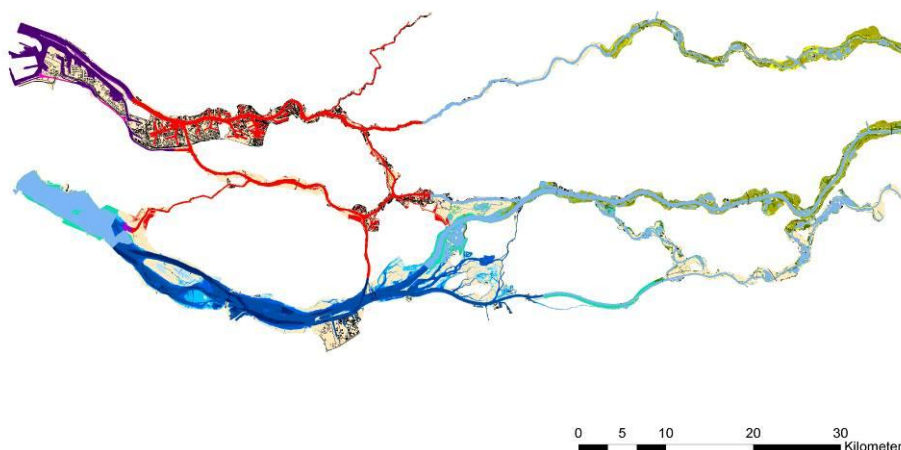
Gesloten zee- en rivierzijde G 2100



Legend

Niet beschikbaar (bebouwd)	Brak tot zoute droogvallende zone	Zoet zeer diep getijdenwater
Niet overstroomd	Brak tot zout ondiep water	Brak tot zout laagdynamisch hoog intergetijdengebied
Hardhoutzone	Brak tot zout matig diep en diep water (stagnant)	Brak tot zout laagdynamisch laag tot middelhoog intergetijdengebied
Zachthoutzone	Zoet intergetijdengebied	Brak tot zout ondiep laagdynamische getijdenwater
Droogvallende zone	Zoet ondiep getijdenwater	Brak tot zout diep laagdynamisch getijdenwater
Helofytenzone	Zoet matig diep getijdenwater	Brak tot zout hoogdynamisch intergetijdengebied
Zoet matig diep tot diep water	Zoet diep getijdenwater	Brak tot zout hoogdynamisch getijdenwater

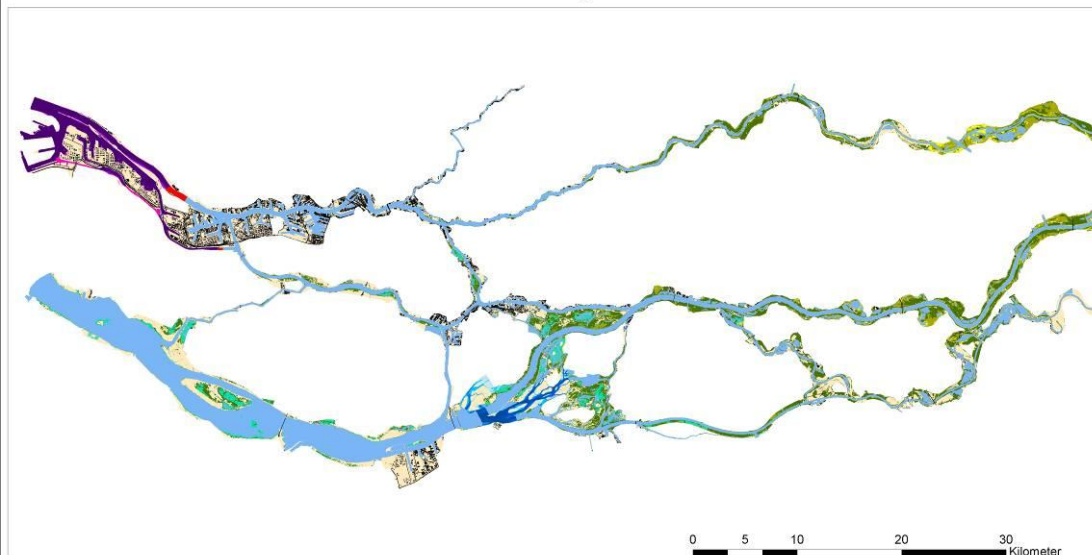
Gesloten zee- en rivierzijde W+ 2100



Legend

Niet beschikbaar (bebouwd)	Brak tot zoute droogvallende zone	Zoet zeer diep getijdenwater
Niet overstroomd	Brak tot zout ondiep water	Brak tot zout laagdynamisch hoog intergetijdengebied
Hardhoutzone	Brak tot zout matig diep en diep water (stagnant)	Brak tot zout laagdynamisch laag tot middelhoog intergetijdengebied
Zachthoutzone	Zoet intergetijdengebied	Brak tot zout ondiep laagdynamische getijdenwater
Droogvallende zone	Zoet ondiep getijdenwater	Brak tot zout diep laagdynamisch getijdenwater
Helofytenzone	Zoet matig diep getijdenwater	Brak tot zout hoogdynamisch intergetijdengebied
Zoet matig diep tot diep water	Zoet diep getijdenwater	Brak tot zout hoogdynamisch getijdenwater

Gesloten zeezijde G 2100



Legend

Niet beschikbaar (bebouwd)	Brak tot zout ondiep water	Brak tot zout laagdynamisch hoog intergetijdengebied
Niet overstroomd	Brak tot zout matig diep en diep water (stagnant)	Brak tot zout laagdynamisch laag tot middelhoog intergetijdengebied
Hardhoutzone	Zoet intergetijdengebied	Brak tot zout ondiep laagdynamische getijdenwater
Zachthoutzone	Zoet ondiep getijdenwater	Brak tot zout diep laagdynamisch getijdenwater
Droogvallende zone	Zoet matig diep getijdenwater	Brak tot zout hoogdynamisch intergetijdengebied
Helofytenzone	Zoet diep getijdenwater	Brak tot zout hoogdynamisch getijdenwater
Zoet matig diep tot diep water	Zoet zeer diep getijdenwater	



Gesloten zeezijde W+ 2100

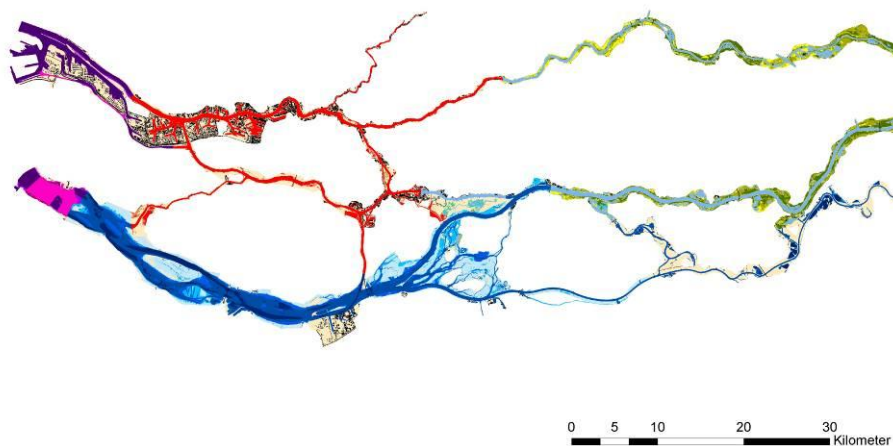


Legend

Niet beschikbaar (bebouwd)	Brak tot zout ondiep water	Brak tot zout laagdynamisch hoog intergetijdengebied
Niet overstroomd	Brak tot zout matig diep en diep water (stagnant)	Brak tot zout laagdynamisch laag tot middelhoog intergetijdengebied
Hardhoutzone	Zoet intergetijdengebied	Brak tot zout ondiep laagdynamische getijdenwater
Zachthoutzone	Zoet ondiep getijdenwater	Brak tot zout diep laagdynamisch getijdenwater
Droogvallende zone	Zoet matig diep getijdenwater	Brak tot zout hoogdynamisch intergetijdengebied
Helofytenzone	Zoet diep getijdenwater	Brak tot zout hoogdynamisch getijdenwater
Zoet matig diep tot diep water	Zoet zeer diep getijdenwater	



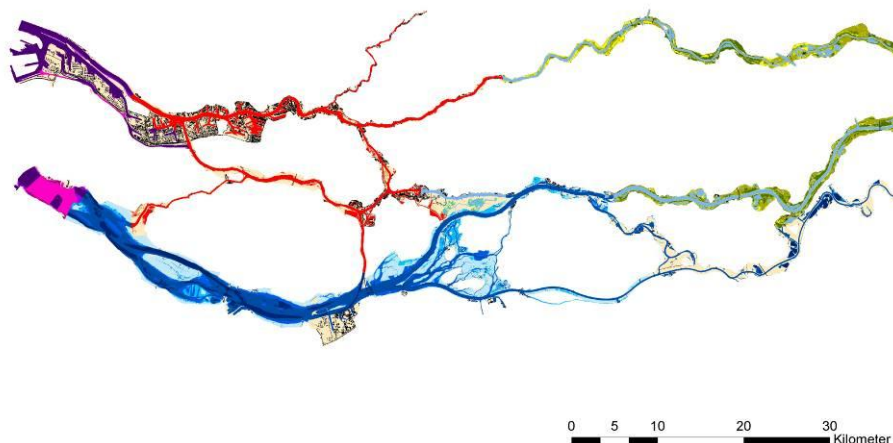
Gesloten / Open Haringvliet G 2100



Legend

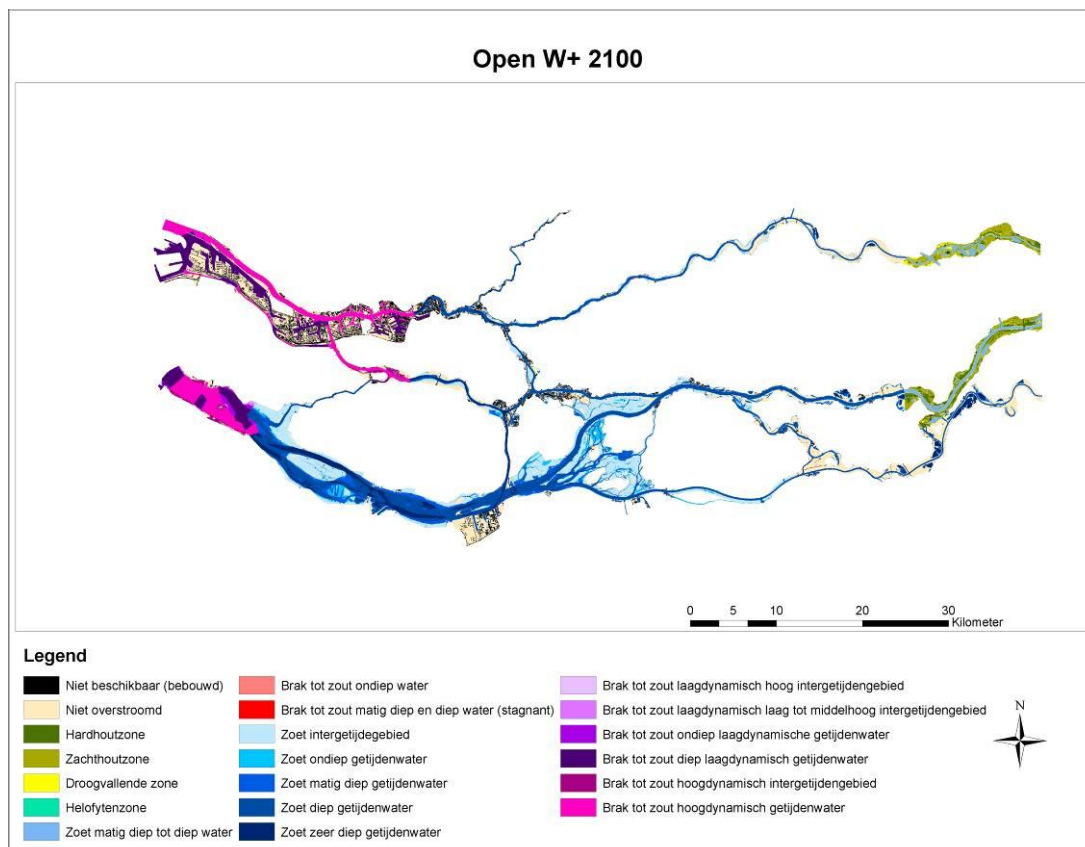
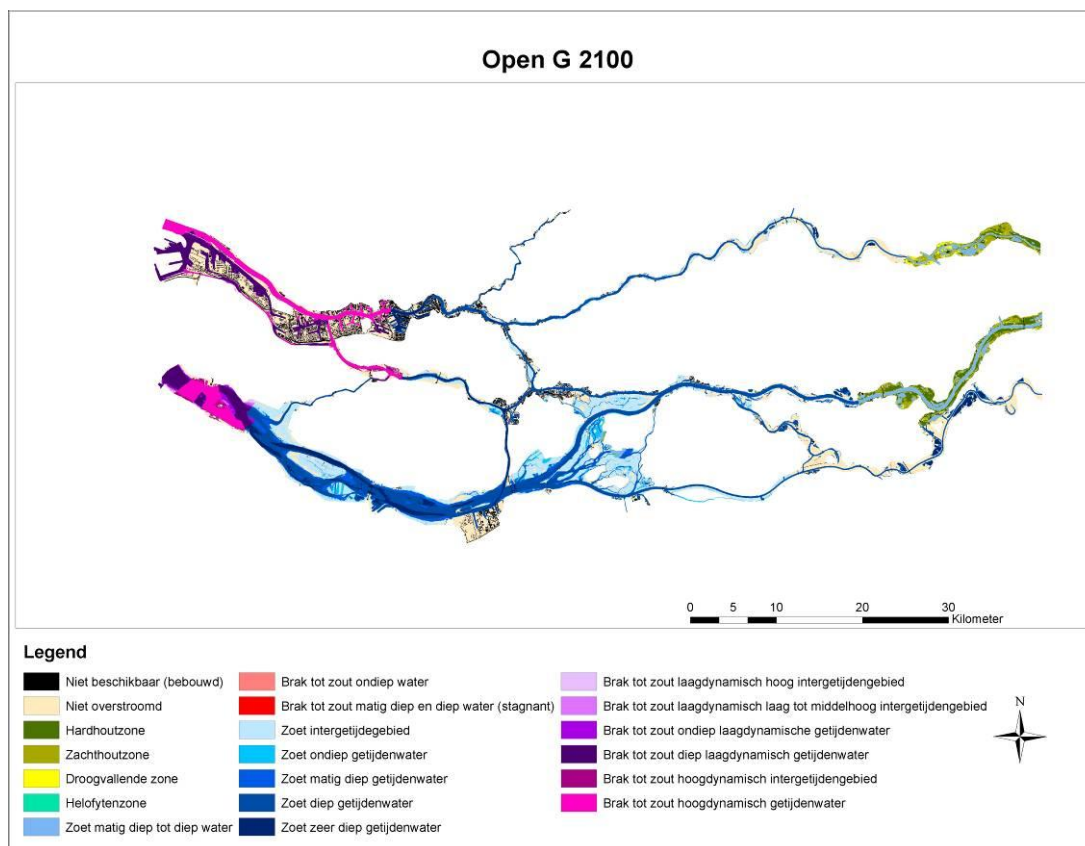
■ Niet beschikbaar (bebouwd)	■ Brak tot zoute droogvallende zone	■ Zoet zeer diep getijdenwater
■ Niet overstroomd	■ Brak tot zout ondiep water	■ Brak tot zout laagdynamisch hoog intergetijdengebied
■ Hardhoutzone	■ Brak tot zout matig diep en diep water (stagnant)	■ Brak tot zout laagdynamisch laag tot middelhoog intergetijdengebied
■ Zachthoutzone	■ Zoet intergetijdengebied	■ Brak tot zout ondiep laagdynamische getijdenwater
■ Droogvallende zone	■ Zoet ondiep getijdenwater	■ Brak tot zout diep laagdynamisch getijdenwater
■ Helofytenzone	■ Zoet matig diep getijdenwater	■ Brak tot zout hoogdynamisch intergetijdengebied
■ Zoet matig diep tot diep water	■ Zoet diep getijdenwater	■ Brak tot zout hoogdynamisch getijdenwater

Gesloten / Open Haringvliet W+ 2100



Legend

■ Niet beschikbaar (bebouwd)	■ Brak tot zoute droogvallende zone	■ Zoet zeer diep getijdenwater
■ Niet overstroomd	■ Brak tot zout ondiep water	■ Brak tot zout laagdynamisch hoog intergetijdengebied
■ Hardhoutzone	■ Brak tot zout matig diep en diep water (stagnant)	■ Brak tot zout laagdynamisch laag tot middelhoog intergetijdengebied
■ Zachthoutzone	■ Zoet intergetijdengebied	■ Brak tot zout ondiep laagdynamische getijdenwater
■ Droogvallende zone	■ Zoet ondiep getijdenwater	■ Brak tot zout diep laagdynamisch getijdenwater
■ Helofytenzone	■ Zoet matig diep getijdenwater	■ Brak tot zout hoogdynamisch intergetijdengebied
■ Zoet matig diep tot diep water	■ Zoet diep getijdenwater	■ Brak tot zout hoogdynamisch getijdenwater



B Resultaten ecoseries in cijfers

Tabel B1: verdeling van ecoseries per oplossingsrichting (in %) In groen een toename en in rood een afname ten opzichte van huidig.

	Huidig	Huidig G	Huidig W+	2 G	2 W+	3a G	3a W+	3b G	3b W+	3c G	3W+	Open G	Open W+
Niet beschikbaar (landbouw)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Niet beschikbaar (bebouwd)	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14
Niet overstroomd	28.87	26.18	22.42	26.18	22.42	25.55	27.32	23.30	20.92	22.23	21.62	23.96	22.78
Hardhoutzone	6.24	5.79	5.03	5.79	5.03	6.97	3.00	13.31	9.63	4.09	3.22	2.88	1.59
Zachthoutzone	2.27	2.77	4.28	2.77	4.28	0.00	6.52	3.65	4.02	4.23	5.21	2.49	3.43
Droogvallende zone	0.89	1.05	1.28	1.05	1.28	6.97	1.23	1.06	0.00	2.42	2.07	0.87	0.78
Helofytenzone	0.14	0.06	0.02	0.06	0.02	0.17	2.49	2.79	8.20	0.18	0.13	0.03	0.00
Zoet matig diep tot diep water	8.14	7.75	8.19	7.75	8.19	13.47	20.15	42.17	45.01	8.04	6.69	3.54	2.54
Brak tot zoute droogvallende zone	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
Brak tot zout ondiep water	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.29	0.00	0.00	0.33	0.28	0.00	0.00
Brak tot zout matig diep en diep water (stagnant)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.36	8.42	0.18	0.21	8.91	8.66	0.00	0.00
Zoet intergetijdengebied	5.51	6.74	7.60	6.74	7.60	3.13	1.94	0.35	0.19	9.34	9.90	14.56	15.22
Zoet ondiep getijdenwater	3.98	4.83	5.67	4.83	5.67	2.95	2.38	0.45	0.20	2.84	3.10	2.18	2.58
Zoet matig diep getijdenwater	6.35	6.78	7.11	6.78	7.11	4.67	3.77	0.52	0.08	5.36	5.91	6.49	7.06
Zoet diep getijdenwater	18.32	18.47	18.39	18.47	18.39	12.04	8.49	0.73	0.03	13.74	14.40	18.53	18.68
Zoet zeer diep getijdenwater	5.65	5.87	6.16	5.87	6.16	3.71	2.37	0.01	0.00	3.64	3.81	4.60	4.29
Brak tot zout laagdynamisch hoog intergetijdengebied	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.09	0.06
Brak tot zout laagdynamisch laag tot middelhoog intergetijdengebied	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.11	0.10	0.09	0.09	0.13	0.13	0.21	0.16
Brak tot zout ondiep laagdynamisch getijdenwater	0.26	0.26	0.24	0.26	0.24	0.51	0.49	0.41	0.39	0.60	0.61	0.73	0.73
Brak tot zout diep laagdynamisch getijdenwater	3.65	3.69	3.71	3.69	3.71	4.68	4.63	4.59	4.62	5.51	5.79	5.88	6.01
Brak tot zout hoogdynamisch intergetijdengebied	0.17	0.19	0.26	0.19	0.26	0.01	0.01	0.01	0.01	0.21	0.23	0.72	0.90
Brak tot zout hoogdynamisch getijdenwater	3.35	3.36	3.42	3.36	3.42	0.22	0.22	0.22	0.22	2.01	2.03	6.11	7.05