Deltares

Effect van peilstijging op de ecologie in het IJsselmeer

Valesca Harezlak
Maaike Maarse

© Deltares, 2009

Deltares

Titel
Effect van peilstijging op de ecologie in het IJsselmeer

Project	Kenmerk	Pagina's
1200163-004	1200163-004-VEB-0001	62

Trefwoorden
--

Samenvatting
In deze studie is onderzoek gedaan naar de effecten op de natuur in het IJsselmeer als gevolg van een verandering van het meerpeil. De berekeningen zijn uitgevoerd met het modelinstrumentarium HABITAT.
Het blijkt dat in de varianten waarbij het zomerpeil iets lager is dan het huidige peil (-25 cm en -46 cm NAP in de varianten tegen -20 cm NAP in de huidige situatie), in combinatie met een seizoensgebonden peil, resulteren in een toename van het areaal waardevolle ecotopen en doel- en sleutelsoorten voor het IJsselmeer. Vooral voor riet en kranswieren is de toename in areaal groot.
Wanneer het IJsselmeer te maken krijgt met groot peilopzet (+70 en +110 cm NAP), verdwijnt een groot deel van de ondieptes, welke juist van belang zijn voor de doel- en sleutelsoorten. De diversiteit aan verschillende habitats, gepresenteerd in de vorm van ecotopen, neemt daardoor sterk af. Een belangrijke aanname die hierbij gedaan is, is dat er geen extra bescherming wordt aangelegd in de vorm van dijken en kades rondom gebieden die nu buitendijks liggen. Hierdoor kunnen bijvoorbeeld de Makkumer Noordwaard en de polder Geele met peilopzet onder water komen te staan. Dit wordt dan, zoals uit de resultaten blijkt, bij peilopzet een zeer waardevol gebied. Om negatieve effecten bij een peilopzet te verkleinen, kunnen er ondiepten gecreëerd worden. Met 16 miljoen m^3 zand kan hier een flinke aanzet voor gedaan worden.
Wanneer het IJsselmeer in droge jaren ook daadwerkelijk zoetwater gaat leveren, dan veroorzaakt droogval van arealen door (sporadisch) veel wateronttrekking een afname in kwantiteit en kwaliteit van de habitats van waterplanten. Deze afname vertaalt zich door in de voedselbeschikbaarheid van waterplantetende vogels. Voor bodemfauna-etende soorten kan het voedsel juist beter bereikbaar worden, doordat bijvoorbeeld driehoeksmosselen op minder grote diepte liggen.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	30-07-2009	Valesca Harezlak		Marjolijn Haasnoot			
		Maaike Maarse					
	12-09-2009	Maaike Maarse		Marjolijn Haasnoot		Kees Bons	

Status
definitief

Inhoud

1 Inleiding **1**
1.1 Aanleiding/context 1
1.2 Doelstelling 1
1.3 Aanpak en afbakening 1
1.4 Activiteiten 2
1.5 Leeswijzer 2

2 Methode **3**
2.1 Varianten 3
2.2 Stuurvariabelen, effectrelaties en indicatoren 8
2.3 Invoerkaarten 9

3 Resultaten **11**
3.1 Variant I: opzetten peil met 150 cm 11
3.2 Extreem droog jaar variant I (I-extreem) 13
3.3 Variant III: opzetten peil met 110 cm 14
3.4 Extreem droog jaar variant III (III-extreem) 15
3.5 Variant II: kleine opzet voorjaar en seizoensgebonden peil 16
3.6 Variant IV: geen opzet, wel seizoensgebonden peil 17
3.7 Resultatenoverzicht 18

4 Conclusie, discussie en aanbevelingen **21**
4.1 Conclusie 21
4.2 Discussie 21
4.3 Aanbevelingen 23

5 Referenties **25**

6 Bijlagen **27**
6.1 HABITAT instrument 27
6.2 Vogelgroepen 29
6.3 Invoerkaarten 30
6.4 Uitvoerkaarten 34
6.5 Statistiek varianten 46
6.6 Uivoerkaarten mitigerende maatregel 52
6.7 Statistiek mitigerende maatregel 54

1 Inleiding

1.1 Aanleiding/context

In de studie “De klimaatbestendigheid van Nederland Waterland” zijn de grenzen van het huidige waterbeheer en –beleid in relatie tot klimaatsverandering in beeld gebracht (Kwadijk en Jeuken, 2008). Deze grenzen zijn de knikpunten voor het waterbeleid- en beheer; het zijn de momenten waarop de huidige strategieën en maatregelen voor om te gaan met de gevolgen van klimaatsverandering, zoals zeespiegelstijging, temperatuurstijging en extreme droogte, niet meer voldoen. Voor de klimaatbestendigheidsstudie zijn deze knikpunten uitgewerkt voor een drietal thema’s: bescherming tegen overstromingen (voor het kustgebied, de boven- en benedenrevieren en het IJsselmeer), watervoorziening (in West-Nederland) en natuur (in het kustgebied en in het IJsselmeer).

Als onderdeel van fase twee van het project is een aantal varianten uitgewerkt (Van Oostrom en Jeuken, *in press*) om de genoemde knikpunten op te lossen en Nederland klimaatbestendig te maken. De varianten behelzen verschillende combinaties van maatregelen in een aantal sleutelgebieden: Midden-West Nederland, Nieuwe Waterweg, Zeeland, Rivierengebied en IJsselmeer. Voor deze gebieden zijn voor de kortere (tot 2020), langere (tot 2050) en lange termijn (tot 2100) maatregelen geformuleerd.

Het IJsselmeer is een van de sleutelgebieden en de maatregelen voor dit gebied komen neer op het min of meer handhaven van het huidige waterpeil of het waterpeil mee te laten stijgen met de verwachte zeespiegelstijging. In de studie “De Klimaatbestendigheid van Nederland Waterland” wordt o.a. een variant meegenomen waarin het IJsselmeer als permanente zoetwatervoorziening gebruikt gaat worden en het peil mee moet stijgen met de verwachte zeespiegelstijging. Wanneer de functie van het IJsselmeer niet primair die van zoetwatervoorziening is, dan stijgt het peil niet mee met de verwachte zeespiegelstijging (Van Oostrom en Jeuken, *in press*).

In deze studie wordt gekeken hoe veranderingen in peilen van het IJsselmeer de ecologische kwaliteit beïnvloeden. Dit is van belang omdat het IJsselmeer valt onder Natura 2000 en de KaderRichtlijn Water (Natuurloket, 2009). Het studiegebied is beperkt tot het IJsselmeer en het Ketelmeer, omdat er vanuit gegaan wordt dat het Markermeer en de Randmeren (voorlopig) niet worden aangemerkt als zoetwaterbuffers.

1.2 Doelstelling

Dit project heeft als doelstelling:

Het maken van een kwantitatieve inschatting van gevolgen van de verschillende maatregelen, zoals gedefinieerd in de klimaatbestendigheidsstudie, op de ecologische kwaliteit van het IJsselmeer en een indicatie te geven van de mogelijke additionele maatregelen die eventuele negatieve effecten kunnen mitigeren.

1.3 Aanpak en afbakening

Voor de kwantificering van ecologische effecten op het IJsselmeer door veranderingen in peil wordt gebruikt gemaakt van het HABITAT instrumentarium. Het model geeft een kaartbeeld van de habitatgeschiktheid voor ecotopen en soorten aan de hand van milieucondities, zoals waterdiepte en bodemtype.

De habitatgeschiktheid is een getal tussen 0 en 1, waarbij 1 een hoge habitatgeschiktheid is en dus het potentieel voorkomen van de soorten groot en 0 een zeer lage geschiktheid. Een korte beschrijving hiervan is opgenomen in Bijlage 6.1 en voor meer informatie over het instrumentarium wordt verwezen naar Haasnoot en van de Wolfshaar (*in press*) en Haasnoot et al. (2009a). Als uitgangspunt voor deze studie is gebruik gemaakt van het al bestaande TBES model voor het Markermeer (Haasnoot et al., 2009b). De effectrelaties uit het TBES model zijn zoveel mogelijk overgenomen en verder is het model aangepast zodat het doel van de studie gehaald kan worden.

De kwantificering van de ecologie wordt gedaan door de modelresultaten van de referentiesituatie (dat is de huidige situatie zonder maatregelen) te vergelijken met de voorgestelde maatregelen in “De Klimaatbestendigheid van Nederland, Waterland” (Oostrom en Jeuken, *in press*). Er zullen ook gevoeligheidsanalyses worden uitgevoerd als mede een berekening waarin mitigerende maatregelen voor de natuur worden beschouwd. De kwantificeringen hebben enkel betrekking op verschil in waterkwantiteit en niet in die van waterkwaliteit, deze laatste wordt als onveranderd beschouwd. Daarnaast worden temperatuurstijgingen als gevolg van klimaatverandering ook niet meegenomen. Dit betekent dat eventuele toename in algen door temperatuurstijgingen, welke het doorzicht beïnvloeden, niet worden meegenomen.

1.4 Activiteiten

De activiteiten die plaats hebben gevonden in deze studie, zijn de volgende:

- Vaststellen van verschillende peilen
- Indicatoren voor ecologische kwaliteit
- Berekening en analyse van de effecten van opzet van waterpeilen op de ecologische kwaliteit van het IJsselmeer
- Rapportage en terugkoppeling

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt in meer detail ingegaan op de aanpak van deze studie. In hoofdstuk drie worden de resultaten van de studie besproken. Hoofdstuk 4 bestaat uit een discussie, conclusie en aanbevelingen waarin onder andere wordt ingegaan op de effecten van de voorgestelde mitigerende maatregel als voorstellen voor aanvullend onderzoek.

2 Methode

2.1 Varianten

Zoals eerder genoemd, wordt in deze studie gebruik gemaakt van de in “De Klimaatbestendigheid van Nederland Waterland” beschreven varianten en bijbehorende maatregelen. Een samenvatting is terug te vinden in tabel 2.1, waarin ook de verschillende sleutelgebieden zijn opgenomen. De waterpeilen van het IJsselmeer zijn die van de wintersituatie.

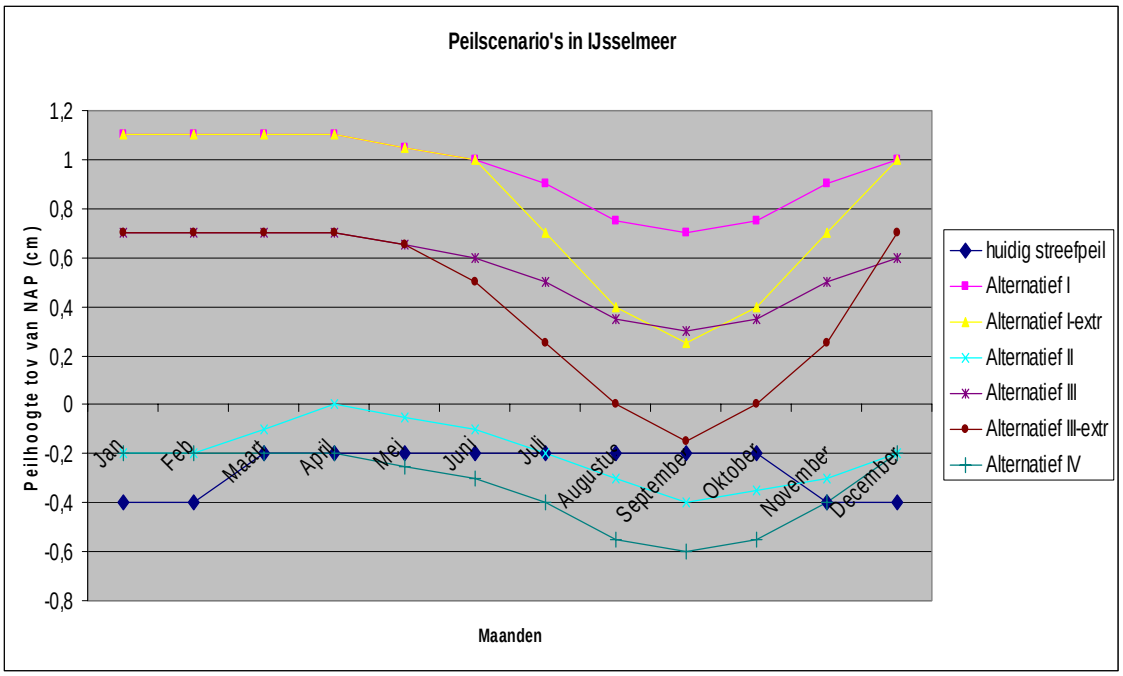
Tabel 2.1 Overzicht van de voorgestelde varianten en bijbehorende maatregelen in “De Klimaatbestendigheid van Nederland Waterland”

Alt.	Nieuwe Waterweg	Haringvliet	IJsselmeer	Waterverdeling riviertakken	Zeeland	Midden West NL	Noord NL
Nul	Open met stormvloedkering	Haringvlietdam, spuibeheer gericht op zoet houden	Meestijgen +1,1m (spuien)	Geen regelwerk	Inlaat vanuit Haringvliet VZM zout	Gouda verzilt: verhogen zoutnorm KWA behouden	Voldoende vanuit IJM
I	Open met stormvloedkering	Haringvlietdam, spuibeheer gericht op zoet houden	Meestijgen +1,5m (spuien)	Geen regelwerk	Inlaat vanuit Haringvliet VZM zoet	Gouda verzilt Aanvoerroute creëren KWA behouden	Voldoende vanuit IJM
II	NWW-dam met pomp	Haringvlietdam, spuibeheer gericht op zoet houden Berging in Zeeuwse bekkens	Pompen Peil + 20cm	Regelwerk Zomer: maximaal via IJssel Winter: IJsselafvoer aftoppen bij storm IJM	Inlaat vanuit NWW en Haringvliet VZM zoet	Gouda behouden KWA behouden Inlaat vanuit NWW	Beperkt vanuit IJM
III	NWW-dam met spuisluizen ** Haringvliet conform nul betekent NWW open!	Haringvlietdam spuibeheer gericht op zoet houden – conform variant Nul. Berging in Zeeuwse bekkens	Meestijgen + 1,1m (spuien)	Regelwerk Zomer: maximaal via Waal/Haringvliet Winter: IJsselafvoer aftoppen bij storm IJM	Inlaat vanuit NWW en Haringvliet VZM zout	Gouda behouden KWA behouden Inlaat vanuit NWW Tolhuissluisroute provisorisch	Voldoende vanuit IJM
IV	NWW-dam en Rijnmondring. Lekafvoer afleiden via groene rivier	Haringvlietdam als Stormvloedkering	Pompen Peil + 20 cm	Geen regelwerk	Inlaat vanuit NWW VZM zout	Gouda behouden KWA behouden Inlaat vanuit NWW Doorspoelen diepe polders loslaten	Beperkt vanuit IJM

De vijf varianten kunnen voor het IJsselmeer in vier varianten worden samengenomen omdat variant Nul en variant III hetzelfde effect hebben voor het peil van het IJsselmeer. Varianten II en IV verschillen wel van elkaar, doordat er in variant II wordt uitgegaan van een extra peilopzet in maart ten opzichte van variant IV. Een ander verschil tussen deze twee varianten is dat het peil in variant IV verder mag uitzakken dan in variant II. Alle varianten hebben, in tegenstelling tot de referentie (huidige situatie zonder maatregelen), een seizoensgebonden peil.

De vier door te rekenen varianten kunnen onderverdeeld worden in twee varianten die niet meestijgen met de verwachte zeespiegelstijging en twee varianten die wel meestijgen. Op de varianten waarbij meegestegen wordt met de zeespiegelstijging, wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd waarbij extreem droge situaties bekeken worden. In deze studie wordt ook een extra variant doorgerekend waarbij mitigerende maatregelen voor natuur worden onderzocht. In deze extra variant worden er plaatselijk ondiepten in het IJsselmeer gecreëerd bij een opgezet waterpeil van +110 cm NAP.

De zomerpeilen van de varianten verschillen onderling en hangen af van de mate van toegestane uitzakking in de zomer. Per variant is een jaarlijks peilverloop gedefinieerd, welke afgeleid is van de maatregelenanalyse van de droogtestudie (Van Beek et al., 2008). In deze studie is aangenomen dat het peil in een gemiddeld droog jaar 40 cm zal uitzakken en in een extreem droog jaar 85 cm. Echter, wanneer enkel het IJsselmeer als zoetwaterbuffer wordt gebruikt en niet in combinatie met bijvoorbeeld het Markermeer, dan kan het nodig zijn het IJsselmeer ongeveer 130 cm uit te laten zakken (Van Beek et al., 2008). Voor details van de peilen van de varianten wordt verwezen naar tabel 2.2 en figuur 2.1.



Figuur 2.1 peilverlopen van referentie en varianten.

Tabel 2.2 overzicht van gebruikte peilen, zoals gebruikt in HABITAT. De peilen zijn weergegeven in centimeters ten opzichte van het NAP

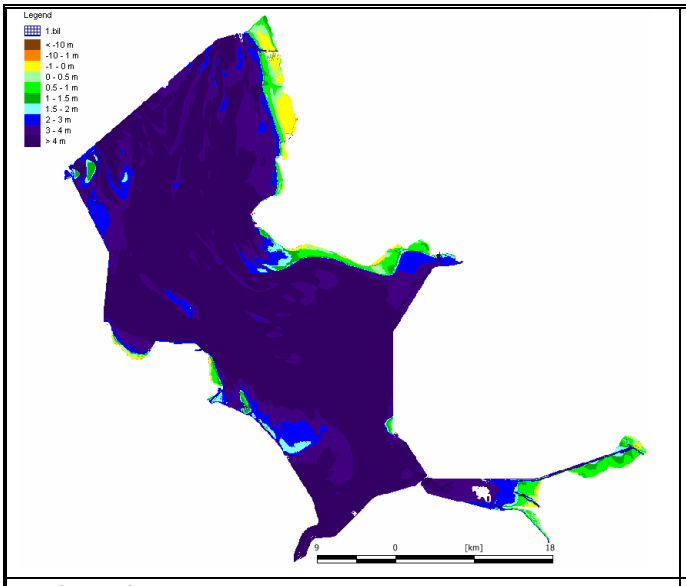
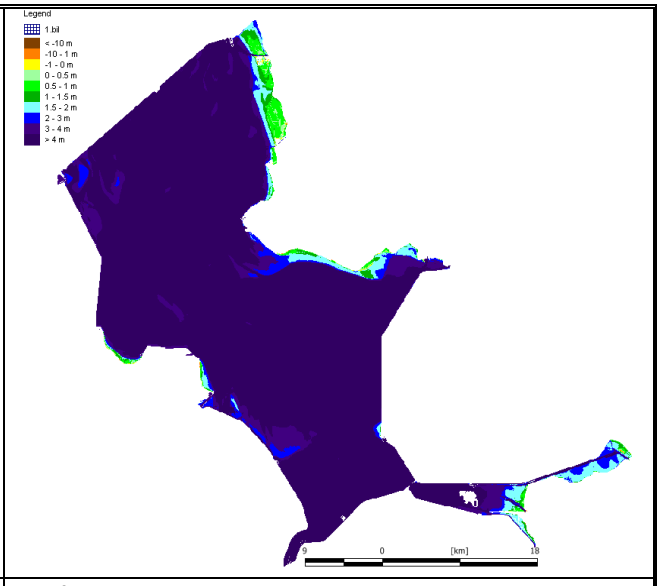
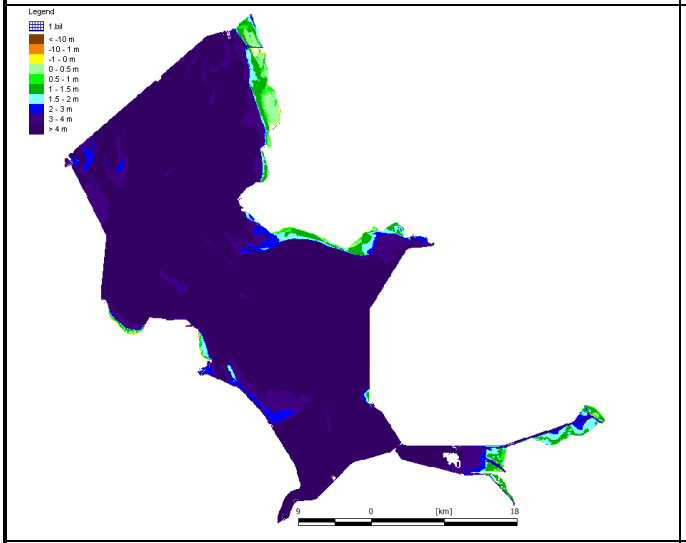
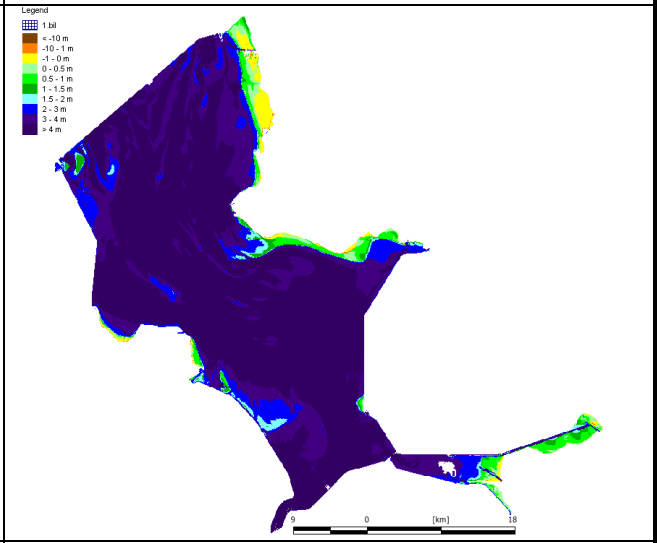
Variant	Winter peil	Maart peil	Gemiddeld Zomerpeil	Minimaal peil zomer
Referentie (huidige situatie, zonder maatregelen)	-40	-40	-20	-20
I (zoetwaterbuffer, max. peilopzet)	+110	+110	+84	+70
I extreem (als I, maar extreem droge zomer)	+110	+110	+84	+25
II (peil opzet maart, niet meestijgen)	-20	-10	-25	-40
III (zoetwaterbuffer, gematigde peilopzet)	+70	+70	+44	+30
III extreem (als III, maar extreem droge zomer)	+70	+70	+44	-15
IV (als II, zonder peilopzet maart, en verdere uitzakking zomer)	-20	-20	-46	-60
V (mitigerende maatregel voor ecologie wanneer er hoge peilopzet is)	+110	+110	+84	+70

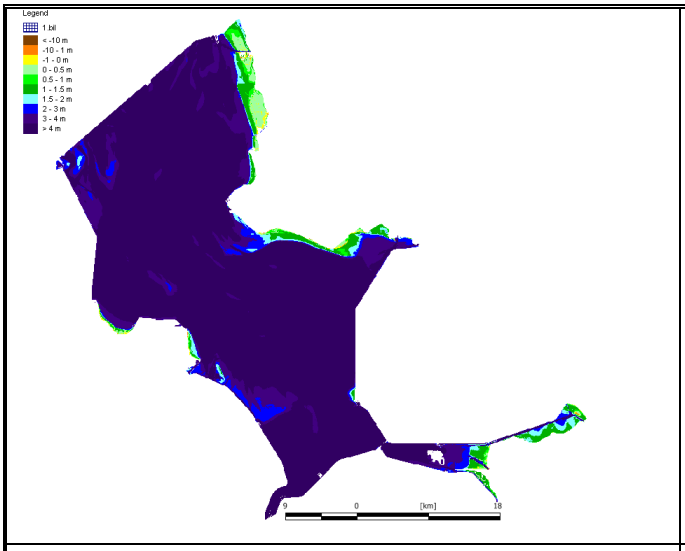
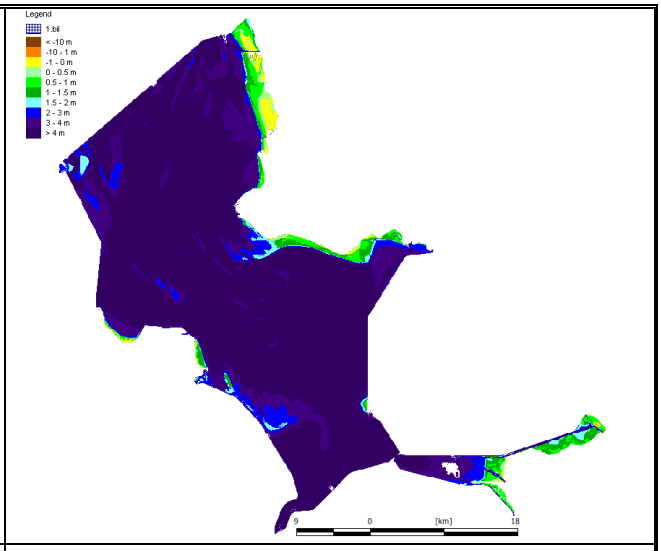
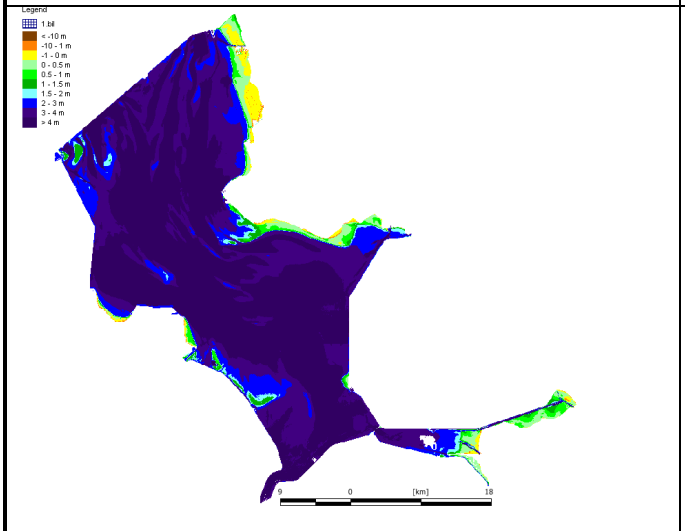
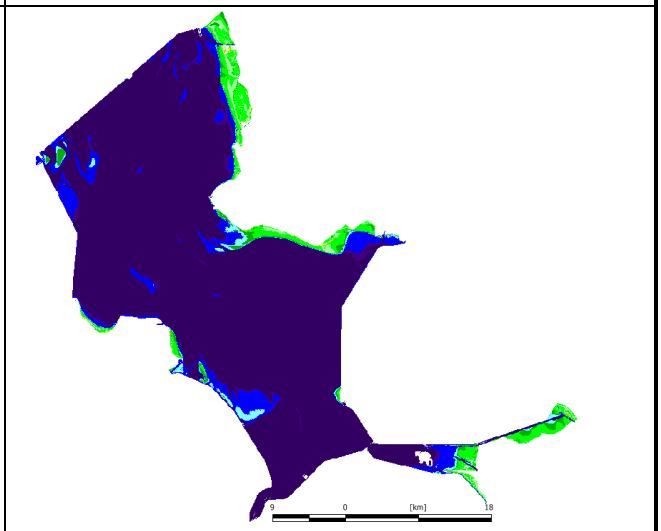
Samenvattend zijn de referentie en varianten die doorgerekend worden dan de volgende:

- De referentiesituatie, waarbij de huidige situatie wordt doorgerekend.
- Meestijgen met de verwachte zeespiegelstijging tot een winterpeil van +110 cm NAP
- (I extreem) Een gevoeligheidsanalyse van variant I waarbij extra watervraag in de zomer wordt meegenomen veroorzaakt door een extreem droge zomer.
- Niet meestijgen met de verwachte zeespiegelstijging waarbij het winterpeil -20 cm N.A.P bedraagt en er een opzet van het maartpeil is tot -10 cm NAP.
- Meestijgen met de verwachte zeespiegelstijging tot een winterpeil van +70 cm NAP
- (III extreem) Een gevoeligheidsanalyse van variant III waarbij extra watervraag in de zomer wordt meegenomen veroorzaakt door een extreem droge zomer.
- Niet meestijgen met de verwachte zeespiegelstijging waarbij het winterpeil -20 cm NAP is.
- Een mitigerende maatregel voor natuur, waarbij ondiepten gecreëerd worden en waarbij het peilverloop gelijk is aan variant I

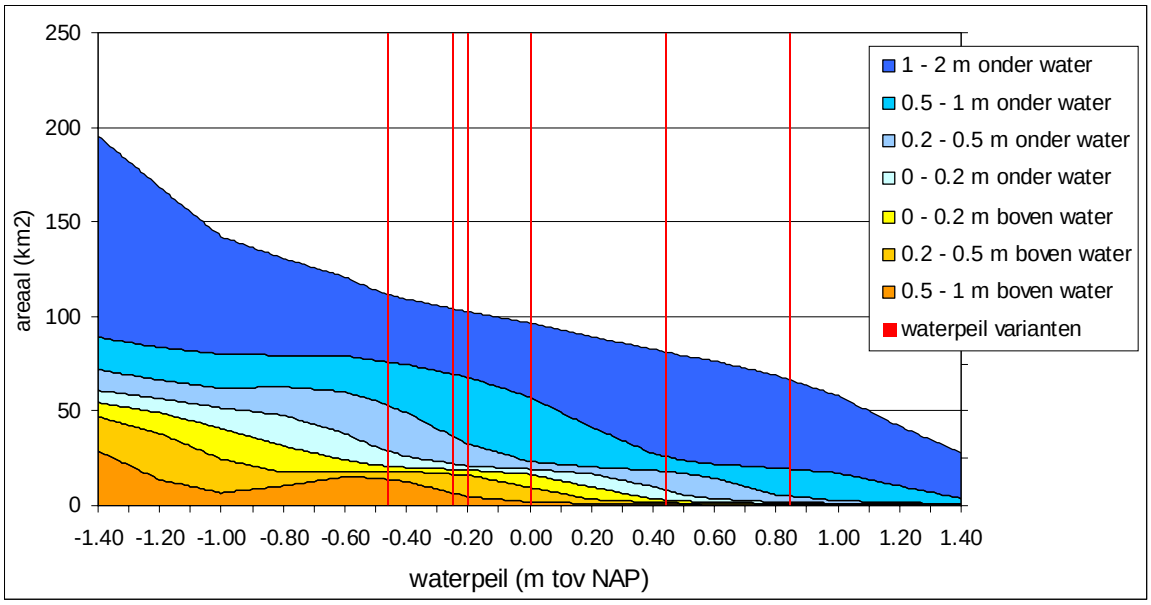
In tabel 2.3 zijn de verschillende gemiddelde zomerpeilen per variant weergegeven.

Tabel 2.3 Gemiddelde zomerdiepten van de referentie en varianten

	
Referentie	Variant I
	
Variant I extreem	Variant II

	
Variant III	Variant III extreem
	
Variant IV	Variant V

Figuur 2.2 is een soortement van doorsnede van de figuren in tabel 2.3. Het laat zien dat het opzetten van het peil van het IJsselmeer gevolgen heeft voor de verdeling van diepteklassen. Dit wordt veroorzaakt door de bathymetrie van het IJsselmeer. Er valt af te lezen dat met over het algemeen met een hoger peilopzet dan de referentie, het areaal aan ondiepten afneemt en dat met een lager peil er een toename is in ondiepte. De focus op ondiepten is van belang omdat deze arealen gezien worden als waardevol voor natuur(ontwikkeling).



Figuur 2.2 *Verdeling van de areaal diepte klassen van het IJsselmeer ten opzichte van het NAP (m). De rode strepen met bijbehorende becijfering geeft de gemiddelde zomerdiepte van de varianten weer (Haasnoot et al., 2005).*

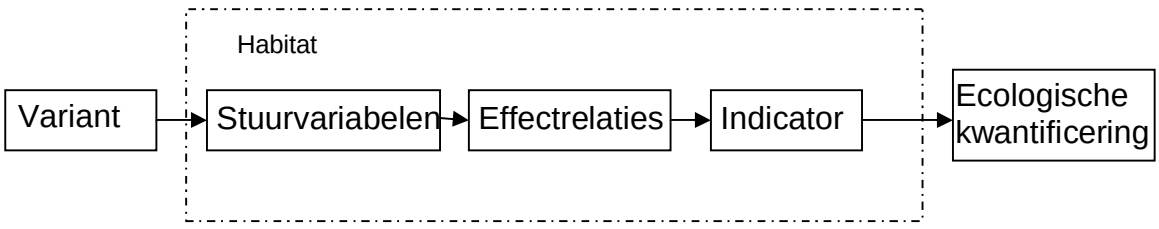
2.2 Stuurvariabelen, effectrelaties en indicatoren

Zoals reeds aangegeven valt het IJsselmeer onder de KaderRichtlijn Water en Natura 2000 (natuurloket, 2008). Hierom is het van belang te weten of en hoe doelsoorten zich handhaven bij veranderingen in peil. Daarnaast is het ook belangrijk te weten of het ecologisch systeem onder het veranderen van peilen meer of minder gevarieerd wordt, waarbij een grotere variatie vaak een indicatie is van een hogere natuurwaarde. Om een inschatting te kunnen maken van de diversiteit van eventuele natuurontwikkeling, zijn ecotopen gedefinieerd. Een ecotoop is een verzameling abiotische omgevingsfactoren, zoals waterdiepte en strijklengte, die samen bepalend zijn voor het type habitat dat op een bepaalde plaats voorkomt. Als zodanig geven ecotopen een indicatie van de diversiteit van het landschap.

Echter, voordat veranderingen in ecologie van het IJsselmeer ten gevolge van veranderingen in peilen gekwantificeerd konden worden, zijn er een aantal stappen genomen:

- Welke indicatoren beschrijven de ecologische kwaliteit van het IJsselmeer?
- Welke stuurvariabelen zijn aanwezig in het systeem en hoe beïnvloeden zij de indicatoren (effectrelaties)?
- Wat zijn de effecten van verandering in peilen op de stuurvariabelen?

(zie figuur 2.1)



Figuur 2.3 *relaties tussen varianten, Habitat en ecologische kwantificering.*

De relevante soortgroepen (indicatoren) voor het IJsselmeer zijn opgenomen in Bijlage 6.2 tezamen met de beschikbaarheid van kennisregels (effectrelaties). In tabel 2.4 wordt weergegeven welke stuurvariabelen invloed hebben op welke doelsoort/-groep. De kennisregels zijn hierin de verbindende factor. Uitgebreidere toelichting op de kennisregels is terug te vinden op de Habitat wiki (http:\habitat.deltares.nl).

Opgemerkt dient te worden dat bepaalde soorten die opgenomen zijn in de berekeningen geen doelsoorten zijn, ze zijn echter wel sleutelsoorten voor het IJsselmeer in het voedselweb. Een bijvoorbeeld hiervan is de spiering. Ook de Kleine Modderkruiper is aan de berekeningen toegevoegd, niet omdat het een doel- of sleutelsoort is voor het IJsselmeer, maar omdat het goed weergeeft dat ook vissen invloed ondervinden door veranderingen in peil. Verder is de Kleine Modderkruiper niet zeldzaam in Nederland, maar wel in de rest van Europa, waardoor hij wel is opgenomen in de Habitatrichtlijn (Ravon, 2008).

Tabel 2.4 overzicht van de meegenomen soorten en groepen in HABITAT-berekeningen en de bijbehorende stuurvariabelen.

Kenmerk / Groep	**Diepte**	**Doorzicht**	**Mosselen**	**Fosfaat**	**Waterplanten**	**Strijklengte**	**Bodemtype**	**Slibgehalte waterbodem**	**Temperatuur**	**Zout**
Driehoeksmossel	X			X			X	X		X
Waterplanten										
Ondergedoken waterplanten	X	X								
Kranswieren	X	X								
Riet	X					X				
Vissen:										
Spiering	X	X								
Kleine Modderkruiper	X				X		X			
Vogels:										
Waterplantetende vogels	X				X					
Bodemfauna-etende vogels	X	X								
Ecotopen	X		X		X	X				

2.3 Invoerkaarten

Als invoer voor HABITAT zijn kaarten van verschillende bronnen gebruikt. De kaarten hebben allen een resolutie van 20X20 meter. De kaarten van chlorofyl-a, slib in het water, temperatuur en orthofosfaat zijn gecreëerd met data afkomstig van de Data Informatie Dienst van Rijkswaterstaat (DID). De kaarten met gegevens over diepte en bodemtype zijn overgenomen uit de studie “Seizoensgebonden Peilen IJsselmeer” (Haasnoot et al., 2005) en waren afkomstig van RWS-RIZA.

3 Resultaten

3.1 Variant I: opzetten peil met 150 cm

Variant I heeft een winterpeil van +110 cm NAP en zakt vanaf april uit tot een minimum waterdiepte van +70 cm NAP in september. Vanaf dan stijgt het peil weer tot het winterpeil is bereikt. Dit gebeurt in december. Door de peilopzet neemt de waterdiepte toe ten opzichte van de referentie, waarbij een verschuiving in klassen van waterdieptes plaats vindt. In figuur 2.2 is te zien dat de peilopzet ten koste gaat van ondiepten en land, zoals de Makkumer Noordwaard en gebieden rondom het Ketelmeer. Deze gebieden zijn vooral voor waterplanten en kranswierwateren van belang. Bij bespreking van de resultaten wordt een goede habitatgeschiktheid gedefinieerd als een habitatgeschiktheidsindex van 0.7 of hoger. De totale resultaten zijn terug te vinden in bijlage 6.4 (kaarten met habitatgeschiktheid tussen 0 en 1 en verschilkaarten met de referentiesituatie) en 6.5 (tabellen met arealen van verschillende habitatgeschiktheidsklassen).

Waterplanten

Voor waterplanten zijn waterdiepte, doorzicht, strijklengte (windinvloed) en bodemtype belangrijke milieucondities voor het voorkomen. Door peilopzet neemt het areaal goede habitatgeschiktheid voor waterplanten af. Dit komt doordat de diepte van het IJsselmeer toeneemt. Dit is nadelig voor de kieming van waterplanten, welke afhankelijk is van de hoeveelheid licht dat de bodem raakt. Het areaal met een goede habitatgeschiktheid gaat vooral achteruit ter hoogte van de Mokkebank, de Steile Bank en in het Ketelmeer. Er komt wel areaal bij aan de randen van het IJsselmeer, maar enkel daar waar de randen een glooiend profiel hebben, zoals de Makkumer Noord- en Zuidwaard, polder Geele en de Workumer buitenwaard. Het areaal van geschikt habitat neemt af met 20,1 km^2 van 75,8 km^2 naar 55,7 km^2.

Kranswieren

Door afname in het areaal van ondiepten als gevolg van het opzetten van het peil, neemt het areaal met een goede habitatgeschiktheid af. Kranswieren zijn afhankelijk van waterdiepte en lichtklimaat. Het opzet van het peil zorgt ervoor dat er minder licht de bodem bereikt, waardoor minder kranswieren kunnen ontkiemen. In mindere mate heeft de toename in diepte een beperkend effect op de groei van kranswieren. Het areaal van goede habitatgeschiktheid neemt af met 15,5 km^2 naar 70,2 km^2. De afnamen zijn terug te vinden ter hoogte van de Mokkebank, de Steile Bank en langs de noordzijde van de Houtribdijk. Toenamen zijn vooral terug te vinden bij de Makkumer Noord- en Zuidwaard, polder Geele en de Workumer buitenwaard.

Riet

In deze variant wordt het voor riet, dat in de referentie al schaars is, op veel plaatsen te diep. De verandering in waterdiepte is de grootste oorzaak voor afname in areaal en doet de positieve gevolgen van een seizoensgebonden peil bijna helemaal teniet. De strijklengte is van ondergeschikt belang omdat deze nauwelijks verandert. Op een enkele plek wordt een gebied geschikt doordat er ondiepten gecreëerd worden en daarbij de positieve effecten van seizoensgebonden peil tot uiting kunnen komen. Goede habitatgeschiktheid neemt af met 0,8 km^2 van 2,0 km^2 naar 1,2 km^2, ruim een derde van het nu aanwezige areaal. De grootste afname is te zien rondom het Ketelmeer.

Driehoeksmossel
Er is een netto afname te zien in het geschikte areaal voor driehoeksmosselen. Het voorkomen van driehoeksmosselen is mede afhankelijk van diepte, waarbij een waterdiepte tussen de 2 en 5 meter optimaal is. Ondieper dan 2 meter is vaak de temperatuur debet aan verminderde habitatgeschiktheid en op een grotere diepte dan 5 meter wordt vaak zuurstof als limiterend voor de groei van driehoeksmosselen gezien (van der Lee et al., 2000). Wanneer het winterpeil met 150 cm wordt opgezet, neemt de habitatgeschiktheid van de driehoeksmosselen dan ook vooral af in de diepere delen: zoals aan de westkant van de Noordoostpolder. Het areaal dat een goede geschiktheid heeft neemt met meer dan de helft af, van 683,1 km^2 naar 302,4 km^2

Kleine Modderkruiper
De Kleine Modderkruiper is afhankelijk van waterdiepte, het voorkomen van waterplanten en het bodemtype. De laatste twee eigenschappen zijn noodzakelijk voor voortplanting en beschutting. Bij een stijgend peil schuift het gebied waar de Kleine Modderkruiper kan voorkomen mee met de waterdiepte (randwaarts). Verder zorgt een afname in bedekt areaal van waterplanten ook in een afname van geschikt areaal. Deze veranderingen in stuurvariabelen zorgen voor een algehele verslechtering van de kwaliteit van habitatgeschiktheid waarbij het areaal aan goede habitatgeschiktheid in zijn geheel verdwijnt.

Spiering
De Spiering stelt eisen aan het doorzicht en de temperatuur van zijn omgeving. Beide milieucondities veranderen niet als gevolg van de varianten in deze studie (zie ook afbakening en discussie). Daarom wordt de Spiering niet nog verder beschreven in de andere varianten.

Waterplantetende vogels
Waterplantetende vogels zijn afhankelijk van het voorkomen van waterplanten en de diepte waarop deze voorkomen. De diepte differentieert tussen de verschillende groepen vogels, sommige groepen kunnen duiken en daardoor planten op grotere diepte bereiken, terwijl andere soorten dat niet kunnen en de lengte van de nek een maat is voor de diepte waarop zij hun voedsel kunnen bereiken. Door het peilopzet is er een afname in van waterplanten en zodoende ook in waterplantetende vogels, waarvan het totale geschikte areaal afneemt met 16,0 km^2 naar 66.3 km^2. De afnamen zijn gelokaliseerd ter hoogte van de Mokkebank en Medemblik, aan de noordzijde van de Houtribdijk en in het Ketelmeer. In de groepen van waterplantetende vogels neemt het areaal voor duikeenden in het Ketelmeer toe ten koste van zwanen, ganzen en eenden. Er komt netto foerageergebied bij in de Makkumer Noord- en Zuidwaard, de Kooiwaard, polder Geele en de Workumer Buitenwaard.

Bodemfauna-etende vogels
Door de peilopzet verschuift het areaal met een geschikt habitat voor bodemfauna-etende vogels mee met de diepte en het voorkomen van driehoeksmosselen. Het diepe gedeelte van het IJsselmeer dat al ongeschikt was door het ontbreken van driehoeksmosselen, breidt zich verder uit. Hierdoor neemt het totaal geschikte areaal voor bodemfauna-etende vogels met meer dan de helft af naar 400,8 km^2. Enkel vogels die foerageren tussen 100-300 cm diepte (zoals de lepelaar, brilduiker, topper, kuifeend en tafeleend) hebben een voordeel bij een peilopzet. Het geschikte areaal voor deze vogels neemt toe in de Makkumer Noord- en Zuidwaard, de Kooiwaard, polder Geele, de Workumer Buitenwaarde en het Ketelmeer met 7,7 km^2 naar 50,3 km^2.

Rust- en broedplaatsen
Doordat het water hoger komt te staan, zijn er nauwelijks nog gebieden die op jaarbasis altijd droog of gedeeltelijk droog zijn. Enkel aan de noordkant van de Makkumer Zuidwaard zijn deze gebieden nog terug te vinden. Bij elkaar nemen deze gebieden nog geen 0.1 % van het totale areaal in (1.8 km^2). Ter vergelijking: in het referentie variant zijn deze gebieden bij elkaar 1,8% (22.5 km^2).

Ecotopen
De ecotopenkaart geeft een samenvatting van de resultaten. Het blijkt dat met peilopzet het areaal “diep water” toeneemt met 422,6 km^2, evenals “matig diep water met waterplanten” (7,9 km^2). De rest van de ecotopen neemt af, zoals “diep en matig diep water met driehoeksmosselen” (met 380,7 km^2) en “ondiep water met waterplanten” en “grasland” met respectievelijk 29,8 km^2 en 19,5 km^2.

3.2 Extreem droog jaar variant I (I-extreem)

Voor de berekening van een extreem droog jaar in variant I is alleen gekeken naar de indicatoren die bij het areaal dat potentieel droog valt effecten ondervinden. Het initiële areaal potentieel geschikt habitat is gelijk gesteld aan die van gemiddelde situatie. Dit omdat de gemiddelde situatie een heel grote invloed heeft op de vestiging van de soorten in eerdere jaren en omdat er geen verschil zit in het peil tussen I en I-extreem in het groeiseizoen. De effecten van droogval zijn gedefinieerd als een afname in habitatgeschiktheid ten opzichte van variant I. Zo kan er in ogenschouw worden genomen waar en in welke mate de kwantiteit en kwaliteit van habitat verslechterd. Deze aanpak is ook toegepast op variant III-extreem.

Wanneer het waterpeil verder uitzakt dan in een gemiddeld jaar door extreme droogte, zal er droogval optreden. Waar het gebied droogvalt, zullen de waterplanten en kranswieren zodanig worden aangetast dat ze sterven (in dit geval een afname van goede habitatgeschiktheid van 14,6 km^2 en 14,8 km^2, respectievelijk). Waar wel water blijft staan, zullen de waterplanten en kranswieren worden aangetast door bijvoorbeeld toename in turbulentie, welke ervoor zorgt dat de kwaliteit van een goede habitatgeschiktheid voor waterplanten en kranswieren verslechterd over het hele afgenomen areaal. Wanneer waterplanten en kranswieren in areaal en/of kwaliteit verminderen dan betekend dit voor waterplantetende vogels minder voedsel. Dit zal gevolgen hebben voor de populatie waterplantetende vogels die in de zomer onderhouden kan worden op basis van beschikbaar voedsel. Voor waterplantetende vogels die bijna het gehele jaar gebruik maken van het IJsselmeer als voedselgebied, worden in de zomer geconfronteerd met een afname van 24,3 km^2 van het potentiële foerageergebied onder deze extreme situatie.

Voor riet geldt dat wanneer er meer waterfluctuatie is, wat het geval is wanneer het water verder uitzakt, dit positieve gevolgen heeft voor de afbraak van organisch materiaal. Dit vermindert de kans voor verstikking van riet. Het resultaat van de berekening laat zien dat dit inderdaad het geval is en er een klein areaal aan riet bijkomt ten opzichte van variant I. Er komt 0.5 km^2 aan goede habitatgeschiktheid bij.

Het areaal van driehoeksmosselen wordt ook aangetast door extra uitzakking van het peil omdat een gedeelte van het areaal van driehoeksmosselen invloeden gaat ondervinden van temperatuurschommelingen van de bovenste waterlaag. Als zodanig verslechtert de kwaliteit van de driehoeksmosselen, waarbij een gebied van 248 km^2 van goede habitatgeschiktheid wordt aangetast.

Dit heeft ook gevolgen voor bodemfauna-etende vogels, waarvan de kwaliteit van het voederareaal tijdens extreme droogval aangetast wordt ter grootte van 297 km^2. Dit duidt erop dat niet enkel een achteruitgang in voedsel van invloed is, maar ook de bereikbaarheid van voedsel van belang is. Vooral Lepelaars, brilduikers, toppers, kuifeenden en tafeleenden ondervinden nadelen.

3.3 Variant III: opzetten peil met 110 cm

Variant III gaat uit van een peilopzet van 110 cm ten opzichte van de referentie. Hierdoor komt het winterpeil op +70 cm NAP Het zomerpeil zakt gemiddeld uit tot +44 cm NAP waarbij de maximale uitzakking +30 cm NAP bedraagt. In dit variant neemt de waterdiepte dusdanig toe dat er minder ondiepten zijn dan in de referentie (zie figuur 2.2).

Waterplanten

Het areaal met een goede habitatgeschiktheid voor waterplanten neemt af met 8.4 km^2 naar 67,4 km^2. Dit wordt veroorzaakt door een afname in ondiepten en een slechter lichtklimaat op de bodem voor ontkieming van waterplanten. De afnamen vinden plaats ter hoogte van de Mokkebank, ten noorden van de Houtribdijk en in het Ketelmeer. Toenamen zijn te zien rondom de Makkumer Noord- en Zuidwaard, de Kooiwaard en de Workumer Buitenwaard.

Kranswieren

Over alle klassen van habitatgeschiktheid neemt deze af voor kranswieren; er is dus een algemene verslechtering van de habitatgeschiktheid (in areaal en kwaliteit). Het areaal met een goede habitatgeschiktheid (>0.7) neemt af met 8.9 km^2, vooral bij de Mokkebank, ten noorden van de Houtribdijk en in het Ketelmeer. De afnamen worden veroorzaakt door een afname in licht dat de bodem bereikt en een toename in diepte. Er komt goede habitatgeschiktheid bij rondom de Workumer Buitenwaard, de Kooiwaard en de Makkumer Noord- en Zuidwaard.

Riet

De goede habitatgeschiktheid van riet neemt in deze variant toe. Dit wordt veroorzaakt door het periodiek onderlopen van vooral het noorden van de Makkumer Zuidwaard en bij de Workumer Buitenwaard. Afname is te zien bij de IJsseldelta. De toename in waterfluctuatie heeft de grootste invloed op het toenemen van het areaal; een toename in ondiepte is van ondergeschikt belang. Het areaal geschikt habitat neemt toe van 1.9 km^2 naar 3.1 km^2.

Driehoeksmossel

Het areaal met een goede habitatgeschiktheid (>0.7) neemt af met een derde, van 683 km^2 naar 218 km^2. Door peilopzet neemt de diepte toe, waardoor delen van het IJsselmeer te diep worden voor de driehoeksmosselen.

Kleine Modderkruiper

Door het peilopzet verschuift de plaats van waar de Kleine Modderkruiper kan voorkomen randwaards. Echter door een toename in diepte en een afname in waterplanten neemt het areaal goede habitatgeschiktheid af tot bijna 0.

Waterplantetende vogels

De afname in waterplantareaal en het opzetten van het peil leidt tot een toename in ongeschikt areaal voor waterplantetende vogels. Door de toename in diepte neemt de habitatgeschiktheid voor duikeenden toe en die van zwanen, ganzen en eenden af. Het totale areaal geschikt voor waterplantetende vogels neemt af met 8.5 km^2 tot 72.8 km^2.

Het areaal geschikt voor duikeenden neemt toe met 20.8 km^2, die voor zwanen, ganzen en eenden neemt af met 29.4 km^2. De verschuivingen vinden vooral plaats in de Makkumer Noord- en Zuidwaard, de Kooiwaard, de Workumer Buitenwaard en polder Geele. Afnamen zijn terug te vinden ter hoogte van Medemblik en de Mokkebank, ten noorden van de Houtribdijk en in de IJsseldelta.

Bodemfauna-etende vogels
Er is een afname in geschikt areaal van bijna een derde: van 866.7 km^2 naar 598.3 km^2. De areaalafname is vooral terug te vinden in het Ketelmeer en aan de zuidkant van de Friese kunt. De klasse die het meeste afneemt is die van duikeenden en waders van 3 tot 5 meter: door peilopzet wordt een gedeelte van het IJsselmeer onbereikbaar voor deze dieren. In de klasse tot 3 meter is een toename van 18,5 km^2 te zien. In het verschil in toe- en afname is de steile bathymetrie van het IJsselmeer terug te herkennen.

Rust- en broedplaatsen
Peilopzet zorgt ervoor dat meer gebieden permanent onder water komen te staan: er is een toename van 16.0%: van 1189 km^2 naar 1205 km^2. In het noorden van de Makkumer Zuidwaard en bij de Workumer Buitenwaard en polder Geele is nog wat areaal aan rust- en broedplaatsen terug te vinden die niet het hele jaar onder water staan.

Ecotopen
De ecotopenkaart geeft weer dat er een toename is in vooral het areaal “diep water”, van 416 km^2 naar 660 km^2 en in mindere mate het areaal “matig diep water met waterplanten”, waar het areaal toeneemt met 15,6 km^2 naar 57,9 km^2. Deze toenames gaan ten koste van “diep-” en “matig diep water met driehoeksmosselen”, “ondiep water met waterplanten” en “grasland”, respectievelijk 176,4 km^2, 40,1 km^2, 27,7 km^2 en 18,5 km^2.

3.4 Extreem droog jaar variant III (III-extreem)

In het extreem droge jaar zakt het minimum zomerpeil 45 cm meer uit dan in een gemiddeld jaar (van +30 cm NAP naar -15 cm NAP). De gevolgen van uitzakking van het minimum zomerpeil is het zelfde als die van variant I-extreem, maar met andere cijfers voor afname in areaal en kwaliteit. Voor waterplanten is er geen afname in het areaal met een goede habitatgeschiktheid waar te nemen, echter de arealen met een minder goede habitatgeschiktheid verdwijnen in het geheel. Voor kranswieren is er een afname te zien van het areaal dat goede habitatgeschiktheid heeft ter grootte van 12.5 km^2. Binnen dit areaal is een algemene verslechtering van de kwaliteit van de habitatgeschiktheid waar te nemen. Voor waterplantetende vogels leidt het uitzakken van het peil tot een voedselareaalvermindering van 16.2 km^2. Vooral voor duikeenden neemt de voedselvoorziening sterk af.

Het areaal riet dat toeneemt door een grotere uitzakking van het peil is in deze variant groter dan in variant I-extreem doordat het peil minder hoog is opgezet. Hierdoor kan riet verder naar het midden van het IJsselmeer groeien. Het areaal van goede habitatgeschiktheid neemt toe met 10.4km^2.

Het areaal voor driehoeksmosselen wordt aangetast, waarbij er over een areaal van 203 km^2 verslechtering van de kwaliteit is waar te nemen. Daarnaast verandert door de uitzakking ook de bereikbaarheid van voedsel. Dit heeft tot gevolg dat ook het geschikt areaal van bodemfauna-etende vogels afneemt. Dit areaal neemt af met 250 km^2.

Dus niet alleen verslechtering in kwaliteit is nadelig voor bodemfauna-etende vogels, ook de verandering in diepteklassen.

3.5 Variant II: kleine opzet voorjaar en seizoensgebonden peil

Variant II heeft een winterpeil van -20 cm NAP en een opgezet peil in maart van -10 cm NAP. Na maart zakt het peil uit naar een gemiddeld zomerpeil van -25 cm NAP met een maximale uitzakking van -40 cm NAP In vergelijking met de referentie valt vooral het seizoensgebonden peil op waardoor het winterpeil hoger staat dan nu het geval is en het zomerpeil lager. Door het lagere peil gedurende het voorjaar en de vroege zomer, nemen de hoeveelheid ondiepten ietwat toe (zie figuur 2.2).

Waterplanten

In variant II is het zomerpeil 5 centimeter lager dan in de referentie. Dit is gunstig voor de groei van waterplanten omdat deze zich ontwikkelen in gebieden waar het waterdiepte tussen de 0.2 en 3.5 meter bevinden en er voldoende licht op de bodem komt om te groeien. Door slechts een klein peilverschil is er enkel een kleine toename van goede habitatgeschiktheid van 0.7 km^2 te vinden nabij de Mokkebank, ten noorden van de Houtribdijk en ter hoogte van Medemblik. Afnamen zijn terug te vinden bij de Makkumer Noord- en Zuidwaard, de Kooiwaard en de Workumer Buitenwaard.

Kranswieren

Kranswieren worden beïnvloedt door waterdiepte en de hoeveelheid licht dat op de bodem komt. Door de lichte toename in ondiepten in variant II ten opzichte van de referentie is er verhoudingsgewijs meer areaal dat voldoende licht op de bodem krijgt voor de groei van kranswieren en meer areaal met de gewenste diepte voor kranswierontwikkeling. Hierdoor neemt het areaal goede habitatgeschiktheid toe met 1.4 km^2. De veranderingen in goede habitatgeschiktheid vinden plaats waar ook de veranderingen van waterplanten plaats hebben.

Riet

Door het seizoensgebonden peil en de wat lagere waterstand worden de drie stuurvariabelen van riet, waterdiepte, strijklengte en waterfluctuatie alle drie beïnvloedt. In deze variant is het vooral de verandering in waterfluctuatie, welke nu seizoensgebonden is, dat zorgt voor een toename in riet. Dit kan verklaard worden door extra droogval in de zomer, waardoor verstikking van riet door anaerobe processen wordt voorkomen. In deze variant neemt het areaal goede habitatgeschiktheid toe met 2,3 km^2, met name rondom de Friese IJsselmeerkust en in de IJsseldelta.

Driehoeksmossel

Doordat er in dit variant een lager zomerpeil is, neemt de waterdiepte af. Dit zorgt voor een verschuiving van de optimale waterdiepte zone voor de driehoeksmossel. In combinatie met de bathymetrie van het IJsselmeer is er vooral een toename van driehoeksmosselen te zien richting het midden van het IJsselmeer en een afname ervan langs de randen. Het netto resultaat is dat er een toename van goede habitatgeschiktheid is van 14,5 km^2.

Kleine modderkruiper
De kleine toename in het areaal van waterplanten is goed voor de kleine modderkruiper: het areaal schuilplaats neemt toe wat toe. Echter, een verandering in diepte zorgt ervoor dat de modderkruiper wat minder dicht langs de rand van het IJsselmeer kan voorkomen in vergelijking met de referentie. Als zodanig neemt het areaal goede habitatgeschiktheid toe met 0,1 km^2.

Waterplantetende vogels
Door de kleine toename in ondiepten, kunnen watervogels die maar tot een halve meter diep duiken bij meer waterplanten komen. Dit, in combinatie van een toename in waterplanten, zorgt ervoor dat het geschikte areaal voor waterplantetende vogels die niet dieper duiken dan 0.5 meter toeneemt met 3,0 km^2 rondom de Workumer Buitenwaard. Doordat door de bathymetrie wat minder areaal ontstaat in de klasse 0.5 tot 2 meter, neemt het areaal dat geschikt is voor vogels die dieper op zoek gaan naar eten af met 2.2 km^2. Dit is vooral in de IJsseldelta.

Bodemfauna etende vogels
Doordat er meer ondiepten gecreëerd worden door een lager zomerpeil en de toename in het areaal van driehoeksmosselen, komt er voor deze groep van vogels areaal aan goede habitatgeschiktheid bij van 20,0 km^2. Enkel in de klasse van 0.5-1 meter neemt de habitatgeschiktheid af. Dit wordt veroorzaakt door de bathymetrie van het IJsselmeer: bij een peilverlaging van 5 cm ontstaan er netto meer ondiepten, maar niet in de klasse van 0.5 tot 1.0 meter.

Ecotopen
Doordat het peil is veranderd in seizoensgebonden peil, neemt de variatie in ecotopen toe. Dit gaat ten koste van de ecotoop “diep water” en “ondiep water”, waarvan het areaal in totaal met 18,2 km^2 afneemt. Deze afnamen worden vooral opgevuld door een toename in ecotopen met driehoeksmosselen en riet. Deze twee ecotopen profiteren het meest van, respectievelijk, een wat lager gemiddeld zomerpeil en het instellen van een seizoensgebonden peil. Samen nemen ze toe met 16.6 km^2.

3.6 Variant IV: geen opzet, wel seizoensgebonden peil

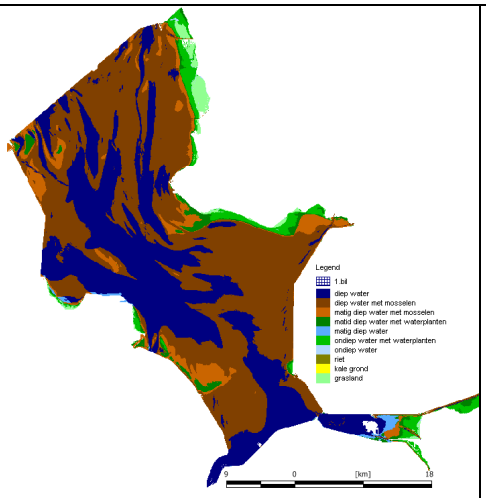
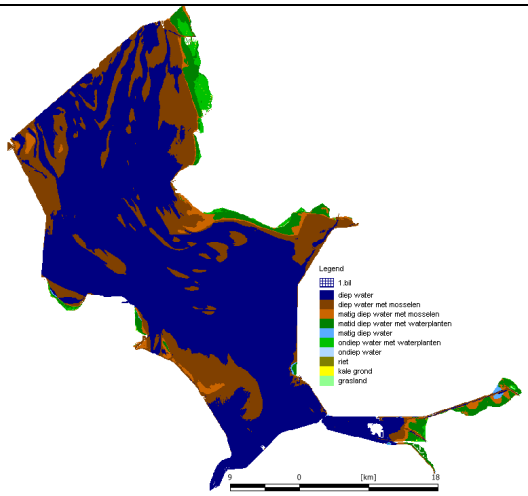
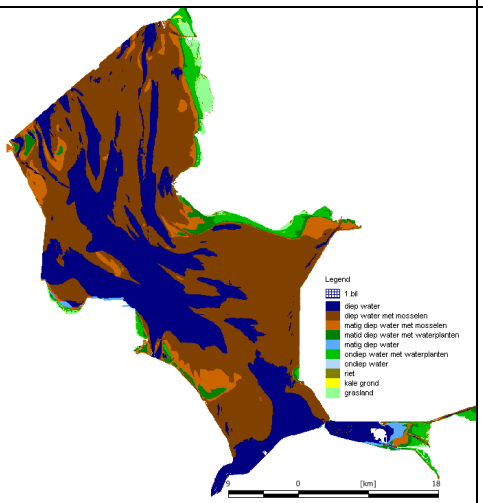
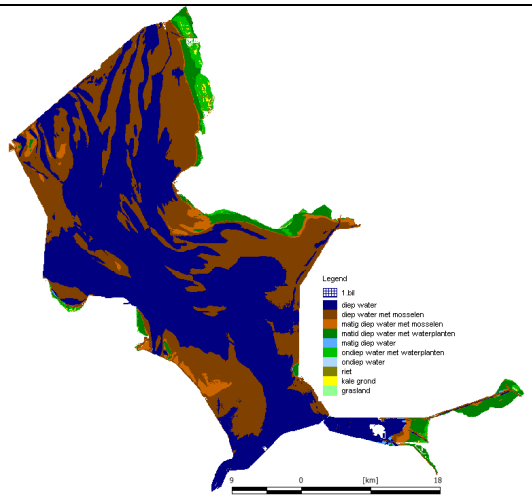
Variant II en IV verschillen van elkaar door het extra peilopzet in maart in variant II en het daarmee samenhangende verschil in uitzakking; variant IV zakt verder uit in de zomer dan variant II. In HABITAT is voor enkele soorten, zoals riet en vogels, het peil in maart van belang, alsmede het minimum zomerpeil. Voor variant II geldt dat met extra peilopzet in maart het peil 10 cm hoger ligt. Dit zorgt voor minder ondiepten dan in variant IV het geval is (zie figuur 2.2), wat invloed heeft op vooral de ontwikkeling van riet. Ook is de peilhoogte in maart van belang voor het al dan niet overstromen van nesten van broedvogelsoorten rondom het IJsselmeer.

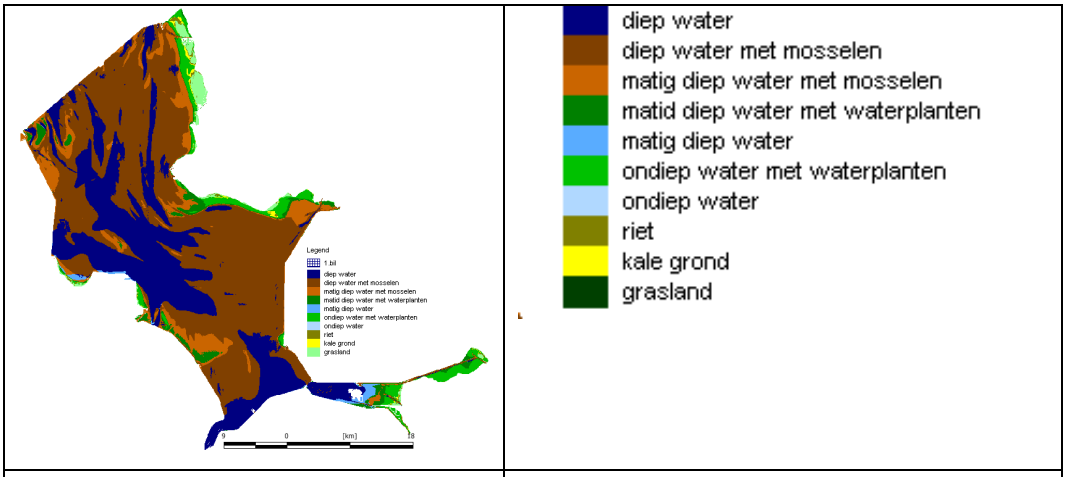
In variant IV ligt het gemiddelde zomerpeil op -46 cm NAP en voor variant II op -25 cm NAP Dit levert waarschijnlijk het grootste verschil tussen beide varianten. Door het lagere zomerpeil nemen de in variant II al toegenomen arealen verder toe in variant IV voor riet (Makkumer Noordwaard, +2.3 km^2), kranswieren (in het gehele IJsselmeer, 4,2 km^2), driekhoeksmosselen (in het midden van het IJsselmeer, +38.2 km^2), modderkruiper (Ketelmeer, +0,4 km^2) en de waterplant- en bodemfauna etende vogels (respectievelijk rondom het IJsselmeer (+0.2 $km^{2)}$ en in het midden van het IJsselmeer (68.6 km^2). Dit wordt onder andere veroorzaakt door de toename in areaal van ondiepten.

Het is lastig om de toenames in areaal van de indicatoren in variant IV toe te schrijven aan of het ontbreken van het verhoogde peil in maart of aan het lagere zomerpeil. Waarschijnlijk is het een combinatie van beide. Een oplossing zou zijn om dit alsnog boven tafel te krijgen door het zomerpeil gelijk te houden en enkel het peil in maart te variëren.

3.7 Resultatenoverzicht

Onderstaande figuur geeft de uitvoerkaarten van de ecotopenkaarten weer. Hierin is goed de verandering van diversiteit van het landschap te zien bij verandering in peil. Hoe meer donkerblauw het plaatje kleurt, des te meer diep water er is en des te minder arealen waar doelsoorten zijn terug te vinden.

<table>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>Referentie</td><td>Variant I</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>Variant II</td><td>Variant III</td></tr>
</table>



Variant IV

Figuur 3.1 Overzicht van de resultaten in de vorm van ecotopenkaarten

Tabel 3.1 Schematisch overzicht van de toe- en afname van areaal met een geschiktheid > 0,7

Variant	**I**	**II**	**III**	**IV**
Groep				
Habitat				
Kranswierwateren	-	+	-	+
Riet	-	+	+	+
Vissen				
Kleine modderkruiper	-	+	-	+
Vogels				
Bodemfauna-etende vogels	-	+	-	+
Waterplantetende vogels	-	+	-	+
Voedsel				
Waterplanten	-	-	-	+
Driehoeksmosselen	-	+	-	+

4 Conclusie, discussie en aanbevelingen

4.1 Conclusie

Wanneer gekozen wordt voor een stijging van het IJsselmeerpeil met 20 centimeter (variant II en IV) ten opzichte van het huidige peil, neemt de ecologische kwantiteit van het IJsselmeer toe. Dit valt toe te schrijven aan het seizoensgebonden peil. Dit creëert in de zomer een lager waterpeil dan in de huidige situatie; het waterpeil is voor veel van de gebruikte indicatoren vaak een beperkende en bepalende factor.

Het meestijgen van het IJsselmeer met de verwachte zeespiegelstijging (variant I en III) heeft tot gevolg dat het IJsselmeer dieper wordt, waardoor er een randwaardse verschuiving en tegelijkertijd inkrimping is van habitatgeschiktheden van de gebruikte indicatoren, met uitzondering van riet in variant III. Dit komt doordat de indicatoren onder andere beperkt worden door waterdiepte. Het gevolg is dat de ecologische kwantiteit verminder doordat er minder ondiepten zijn. Deze vermindering kan ondervangen worden door ondiepten te creëren, zoals getoond is met het mitigerend variant.

Het extreem uitzakken van varianten I en III is lastig te duiden, omdat hierbij een aantal onzekerheden komen kijken die van doen hebben met de beschikbare kennis en als gevolg daarvan de gebruikte kennisregels van HABITAT. Om deze reden geven de resultaten van deze varianten slechts een indicatie van welke effecten er te verwachten zijn voor de ecologische kwantiteit onder extreme droogten.

4.2 Discussie

Bescherming buitendijkse gebieden

Uit de resultaten komt naar voren dat wanneer het peil van het IJsselmeer wordt opgezet, varianten I en III, er minder geschikt areaal aanwezig is voor de doel- en sleutelsoorten. In figuur 2.2 is dit ook terug te vinden: hoe groter het peilopzet, des te minder ondiepten er zijn en des te meer diep water er ontstaat. De ondiepten zijn belangrijk voor de kwantiteit van de ecologie van het IJsselmeer. Een belangrijke aanname die hierbij gedaan is, is dat er geen extra bescherming wordt aangelegd in de vorm van dijken en kades rondom gebieden die nu buitendijks liggen. Hierdoor kan bijvoorbeeld de Makkumer Noordwaard met peilopzet onder water komen te staan. Dit wordt dan, zoals uit de resultaten blijkt, bij peilopzet een zeer waardevol gebied voor de in deze studie gebruikte indicatoren. Echter, wanneer er voor peilopzet en het aanleggen van dammen wordt gekozen om zo gebieden die nu droog staan, droog te houden, dan verslechtert de ecologische kwantiteit van het IJsselmeer nog verder dan reeds is getoond.

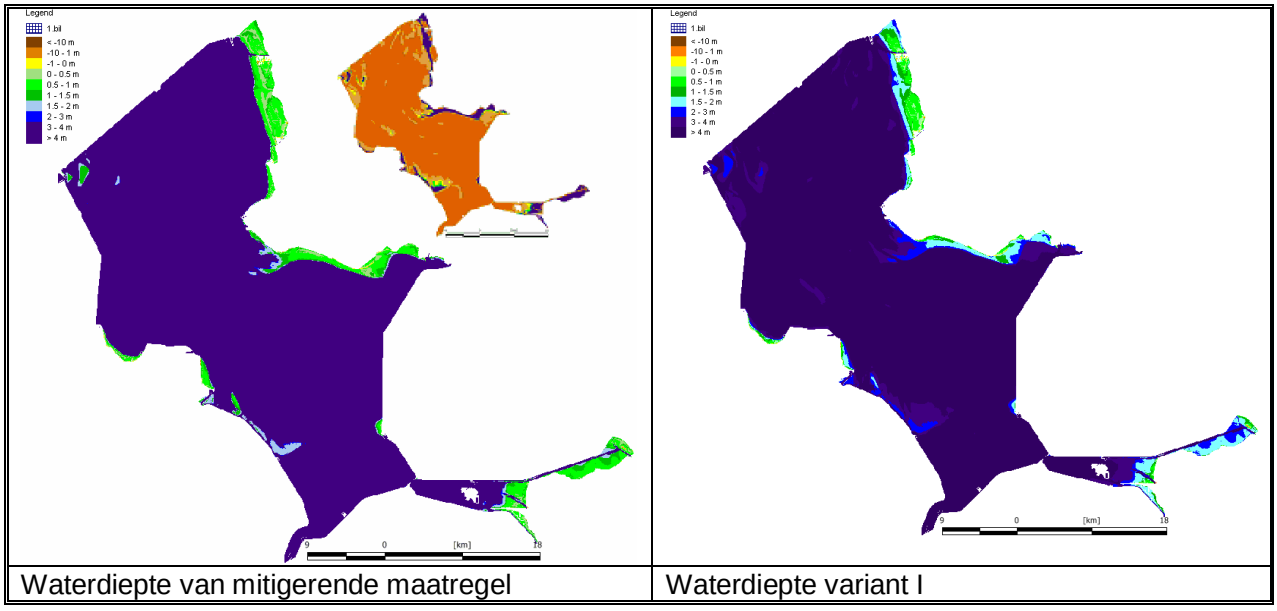
Seizoensgebonden peil

Het blijkt dat het toepassen van een seizoensgebonden peil positieve gevolgen heeft voor de kwantiteit van de ecologie. Dit is terug te zien in de vergelijking tussen varianten II en IV. Echter, het doel waarmee deze twee varianten zijn ontworpen: het achterhalen of er een effect is van peilopzet in maart, kan niet worden bevestigd noch ontkend doordat de gekozen peilen kunnen leiden tot een eenduidige conclusie. Echter, de varianten laten wel zien dat een seizoensgebondenpeil een positieve bijdrage levert aan de kwantiteit van de ecologie, in het bijzonder voor riet en vogels. Zie voor meer documentatie Haasnoot et al., 2005.

Mitigerende maatregel

Een optie voor het tegengaan van het verminderen van doel- en sleutelsoorten wanneer het peil in het IJsselmeer wordt opgezet, is het creëren van ondiepten. In een extra berekening om het potentieel van dit idee te demonstreren, zijn er een aantal ondiepten in het IJsselmeer gecreëerd op plaatsen die in de referentie een uitmuntende geschiktheid hebben voor kranswieren (habitatgeschiktheid > 0.95). De mitigerende maatregel is toegepast op variant I omdat dit het meest extreme variant, wat betreft peilopzet, is en zo de kracht van het aanleggen van plaatselijke ondiepten voor natuurontwikkeling goed naar voren kan komen.

Het verhogen van de waterbodem bedraagt iets meer dan een meter en het op te hogen areaal beslaat zo'n 15 km^2. Dit komt neer op benodigd bodemmateriaal van ongeveer 16 miljoen m^3 (ter vergelijking er wordt nu jaarlijks 12 miljoen m^3 zand opgespoten om de huidige kustlijn te handhaven (Kwadijk et al., 2008)). Let wel dat dit de hoeveelheid is wanneer er gekozen wordt voor het ophogen van alle interessante gebieden voor natuurontwikkeling. Wanneer er een lager peilopzet is en er specifiek naar op te hogen locaties wordt gekeken, kan het minder zijn.



Waterdiepte van mitigerende maatregel	Waterdiepte variant I

Figuur 4.1 *Vergelijking van de gemiddelde zomerwaterdiepte wanneer er plaatselijk ophogingen zijn (links) en van variant I (rechts). In het linker figuur staat de habitatgeschiktheid van kranswieren in de referentie weergegeven, deze kaart is als uitgangspunt genomen voor het bepalen van de op te hogen gebieden.*

Uit de berekening is gebleken dat de ophoging van alle interessante gebieden vooral een toename in goede habitatgeschiktheid tot gevolg heeft voor riet (+82%), kranswieren (+45%), waterplanten (+73%) en waterplantenetende vogels (+53%). De grootste afname van goede habitatgeschiktheid is te zien bij de driehoeksmosselen, -11%. De toenamen in habitatgeschiktheid zijn vooral terug te vinden in het Ketelmeer, ten zuiden van de Friese kust (Sloten, Stavoren) en aan de noordzijde van het Markermeer. Voor gedetailleerde statistiek en kaarten wordt verwezen naar bijlagen 6.6 en 6.7.

Kennis(regels)
Bij het doorrekenen van de extremen van varianten I en III rijst de vraag in hoeverre de uitkomsten betrouwbaar zijn. Dit omdat de kennisregels die gebruikt worden in HABITAT ontworpen, en voor een aantal indicatoren gevalideerd zijn, voor het huidige klimaat en het huidige systeem. Daarop is immers de kennis over de relaties tussen water en natuur gebaseerd. De rekenregels zijn daarom bedoeld voor (jaar)gemiddelde situaties. Voor de doorgerekende varianten is dit ook het geval, maar vooral situaties met de extra uitzakking van het zomerpeil in de extremen varianten I en III worden de grenzen van de rekenregels en beschikbare kennis opgezocht. De extra uitzakking is bedoeld om te analyseren wat er gebeurd als in een extreem droog jaar water uit het IJsselmeer wordt gebruikt voor het landelijk gebied. Op dit moment is er beperkte kennis beschikbaar over effecten van extreme gebeurtenissen op natuur in grote meren in Nederland en het herstelvermogen van natuur na zo'n extreme gebeurtenissen. Bijvoorbeeld over hoe waterplanten reageren op een eenjarige droogval van hun habitat: sterven ze massaal en blijft de kolonisatie het volgende jaar achter of weten ze zich rap te herstellen? Deze studie geeft dus een indicatie van de effecten op natuur in geval het peil in een droog jaar uitzakt.

Gekozen peilen
Een kanttekening kan worden geplaatst bij de redenen voor bepalen van de varianten. Bij het vaststellen van de peilen is ervan uitgegaan dat wanneer het IJsselmeer primair gaat dienen als zoetwaterbuffer, het peil opgezet moet worden. Een andere mogelijkheid is het laten uitzakken van het IJsselmeerpeil (pers. comm. M. Haasnoot). Het voordeel van het peilopzetten is wel dat er geen extra pompcapaciteit aangelegd hoeft te worden in de afsluitdijk.

Betrouwbaarheid
Wanneer men bezig is met modelleren, wordt daarbij altijd de werkelijk versimpeld door gebrek aan kennis of aan data. Het gebrek aan kennis is in het voorgaande reeds besproken. Gebrek aan data zorgt ervoor dat de output van de berekeningen de betrouwbaarheid beïnvloedt.

De gebruikte data is gedeeltelijk afkomstig van metingen in het IJsselmeer. Dit zijn echter maar enkele puntmetingen van een beperkt aantal jaren (zoals chlorofyldata: beschikbaar van 2001-2004 en doorzichtdata: beschikbaar van 2008-2009). Dit heeft als gevolg dat de invoerkaarten geëxtrapoleerde kaarten van de meetdata over een kort tijdsinterval bevatten. Hierdoor ontbreken nuances en trends in data die relevant kunnen zijn voor de bepaling van habitatgeschiktheid. Een voorbeeld is de doorzichtkaart, zie bijlage 6.3.

De gridgrootte van de invoerkaarten bedraagt 20 bij 20 meter. Door deze mate van resolutie zijn de overgangen van diepte en dus ook van de indicatoren abrupter dan in het echt. Een steil verloop van de bathymetrie wordt omgezet naar de gemiddelde waarde van het grid, waardoor de hele gridcel als zijnde een waarde wordt gezien. Het kan zijn dat hierdoor een heel grid als te diep voor waterplanten wordt bestempeld, terwijl dit slechts voor een gedeelte waar hoeft te zijn. Invoerkaarten met een kleinere resolutie kunnen de foutmarge verkleinen.
.

4.3 Aanbevelingen

Een van de afbakeningen in de klimaatbestendigheidstudie was het niet meenemen van waterkwaliteit. Hierdoor worden veranderingen in waterkwaliteit door klimaatverandering, zoals algenbloei, en verandering van nutriëntconcentraties door genomen maatregelen in en rondom het IJsselmeer niet meegenomen.

De veranderingen kunnen echter gevolgen hebben op de habitatgeschiktheid van de indicatorsoorten omdat bijvoorbeeld het doorzicht drastisch kan verminderen door het voorkomen van algenbloei, waardoor de habitatgeschiktheid van kranswieren en waterplaten sterk verslechterd. Het zou goed zijn om verwachte veranderingen in waterkwaliteit in volgende studies mee te nemen, omdat dit de betrouwbaarheid van de resultaten, om iets over toekomstige situaties te zeggen, ten goede komt.

De ontbrekende kennis van extreme situaties kunnen door onderzoek, zowel praktijk als literatuur, aangevuld worden. Hierbij moet gefocust worden op het verwerven van inzicht van effecten van events en het herstelvermogen van indicatorsoorten tijdens deze events. Door deze stap te nemen, worden rekenregels beter geschikt gemaakt om met HABITAT meer extreme situaties door te rekenen. Verder kan er ook gekeken naar beschikbare kennis over of onderzoek gedaan worden aan incidentiële extremen en wat dit betekent voor de ecologie. Dit komt de betrouwbaarheid van de output van HABITAT ten goede.

De resultaten in deze studie kunnen verbeterd worden door meer indicatoren toe te voegen die van belang zijn voor het IJsselmeer met betrekking tot Natura 2000 en de KaderRichtlijn Water. Hierbij kan gedacht worden aan het opstellen van kennisregels van de Noordse Woelmuis, Rivierdonderpad en Meervleermuis. Ook ontbreekt momenteel de groep visetende vogels. Hier zijn wel rekenregels voor beschikbaar, maar deze zijn niet gelinkt aan geschiktheid in habitat van vissen. Het voorstel is dan ook om deze verder uit te werken.

5 Referenties

Haasnoot, M., J. Kranenbarg en R. van Buren (2005): “Seizoensgebonden peilen in het IJsselmeergebied”, Deltares – in opdracht van RIZA.

Haasnoot , M., J.S. Verkade en K.M. de Bruijn (2009a): “Habitat, a spatial analysis tool for environmental impact and damage assessment”, Hydroinformatics Conference. Chili 12-16 Januari 2009.

Haasnoot, M., V. Harezlak, M. Maarse, K. Meijer, M. Dionisio Pires en R. van Buren (2009b): “Op weg naar een toekomstbestendig ecologisch systeem in het Markermeer en IJmeer”, Deltares - in opdracht van provincie Flevoland.

Haasnoot M. en K. van de Wolfshaar (*in press)*): “Combining a conceptual framework and a spatial analysis tool, HABITAT, to support the implementation of River basin management plans”, Journal of River Basin Management (-)

Klijn, F., S.A.M. van Rooij, M. Haasnoot, B.L.W.G. Higler en B.S.J. Nijhof (2002): “Ruimte voor de Rivier, Ruimte voor de Natuur? Fase 2 en 3: Analyse van varianten encontouren van een lange termijn visie”, Deltares.

Kwadijk, J., A. Jeuken en H. van Waveren (2008): “De klimaatbestendigheid van Nederland Waterland”, Deltares – in opdracht van Rijkswaterstaat - Waterdienst.

Kwadijk, J. en A. Jeuken (-):”Klimaatbestendigheid van Nederland Waterland. Knikpunten in beheer en beleid voor het hoofdwatersysteem”, Technisch Rapport. Deltares.

Van Beek, E., M. Haasnoot, K.M. Meijer, J.R. Delsman, J.J.J.C. Snepvangers, G. Baarse, R. van Ek, G.F. Prinsen, J.C.J. Kwadijk en J.W. van Zetten (2008): “Verkenning kosteneffectiviteit van grootschalige maatregelen tegen droogteschade als gevolg van de G+ en W+ klimaatvariant’s”, Deltares – in opdracht van Rijkswaterstaat – Waterdienst.

Van Oostrom, N. en A. Jeuken (*in press*)*:* “De klimaatbestendigheid van Nederland Waterland – Beschrijving varianten”, Deltares – in opdracht van Rijkswaterstaat – Waterdienst.

Van der Lee, G., H. Duel, S. Groot, H. Aarts, R. Pouwels (2000): “Kwaliteit van het HEP-instrumentarium voor toepassing in het IJsselmeergebied”, WL | Delft Hydraulics, WL-rapport T2391.

6 Bijlagen

6.1 HABITAT instrument

HABITAT is een ruimtelijk analyse instrument dat gebruikt wordt voor ecologische effectstudies. HABITAT kan worden toegepast om de beschikbaarheid en de kwaliteit van leefgebieden voor individuele soorten te analyseren, maar ook om ruimtelijke eenheden (bv. ecotopen) in kaart te brengen en veranderingen in habitatgeschiktheid in respons op menselijke ingrepen te voorspellen. Het concept van HABITAT bestaat uit software pakket en een kennisdatabase van effectrelaties.

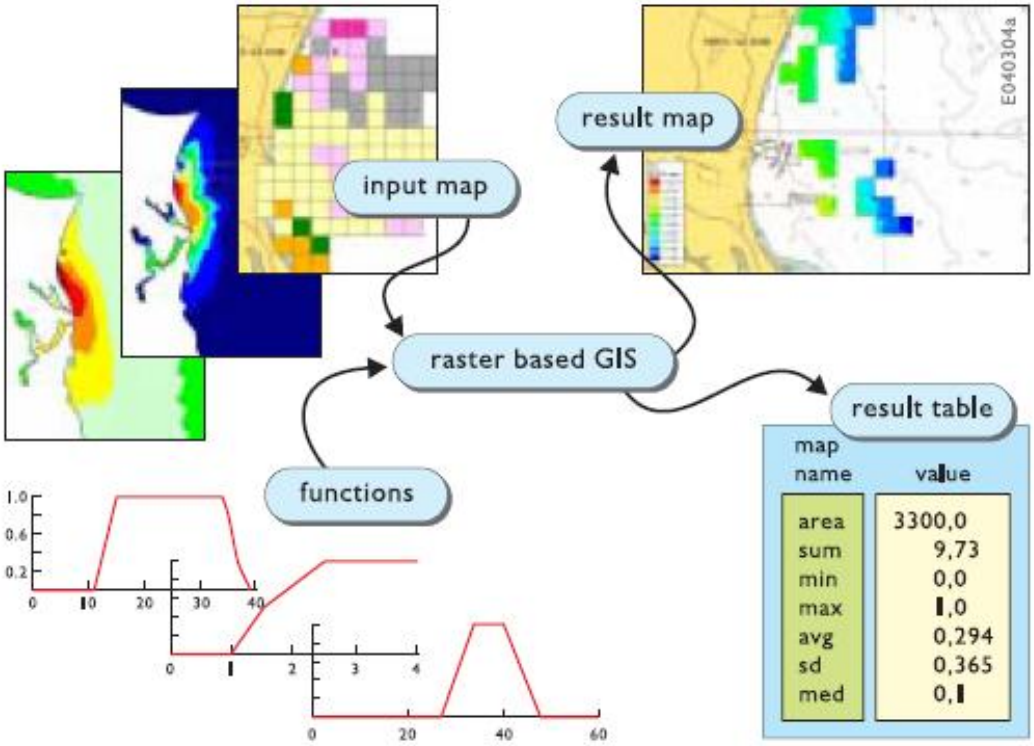
De HABITAT software is gebaseerd op een GIS (PCRaster). GIS kaarten en informatie over de abiotische omgeving (o.a. output van modellen of veldmetingen) of landgebruik (o.a. maaibeheer of recreatie) worden gecombineerd om ruimtelijke en kwantitatieve resultaten (in respectievelijk kaarten en tabellen) te genereren over te verwachten ecologische ontwikkelingen. Meestal wordt HABITAT gebruikt als postprocessing tool van hydrologische en waterkwaliteitsmodellen. In deze studie wordt eerst met het slibmodel (bijllage D) de effecten op de slibgehaltes op de bodem en in de waterkolom berekend. Andere voorbeelden is het gebruik van peilvariaties, overstromingsduren, zoutgehaltes en algenconcentraties.

Voor het analyseren van de effecten zijn effectrelaties nodig. Deze ecologische kennisregels beschrijven de relatie tussen stuurvariabelen (bijvoorbeeld waterdiepte, doorzicht) en het potentieel voorkomen van een soort of soortengroep. Voor alle maatregelen geldt derhalve dat ze vertaald moeten worden in een kaart van één van de stuurvariabelen. Er moet dus bepaald worden waar de maatregelen liggen en hoe precies (vorm en grootte) ze zijn. De relaties kunnen verschillende vormen hebben, variërend van formules, gebroken lineaire functies tot tabellen. De relaties die samen het effect voor het potentieel voorkomen van 1 soort of soortengroep beschrijven heten een habitatmodel. Het potentieel voorkomen van een soort wordt uitgedrukt in de habitatgeschiktheid, in een getal tussen 0 en 1, waarbij 1 een hoge geschiktheid van het gebied voor een bepaalde soort is en 0 een lage geschiktheid voor de soort en daarmee ook een lage waarschijnlijkheid van voorkomen. Voor de ecotopen en vogels is dit samengevat in het potentieel voorkomen (wel of niet).

Meestal beschrijft een habitatmodel de relaties voor iedere belangrijke randvoorwaarde van een soort apart. De totale habitat geschiktheid is dan het minimum van de geschiktheid berekend voor de afzonderlijke factoren. De meest beperkende factor bepaalt dus de habitatgeschiktheid. Daarna kan vervolgens bepaald worden of gebieden groot genoeg zijn of voldoende met elkaar verbonden zijn.

De kennisdatabase is een belangrijke karakteristiek van HABITAT. Het doel van de kennisdatabase is het opslaan van informatie over dosis-effectrelaties, zodat kennis gedeeld, hergebruikt en gereproduceerd kan worden. Het bestaat uit een wiki-database en een set kennisregels in de software. De wiki-database (http://habitat.deltares.nl) bestaat uit factsheets met daarin informatie over het algemeen voorkomen van de soort of soortengroep, de milieurandvoorwaarden, effectrelaties, toepassingsgebied en referenties.

HABITAT is voor iedereen toegankelijk die aangeeft de effectrelaties te willen delen via de wiki (conform ‘Dare to share’ principle of Soekijad 2005).

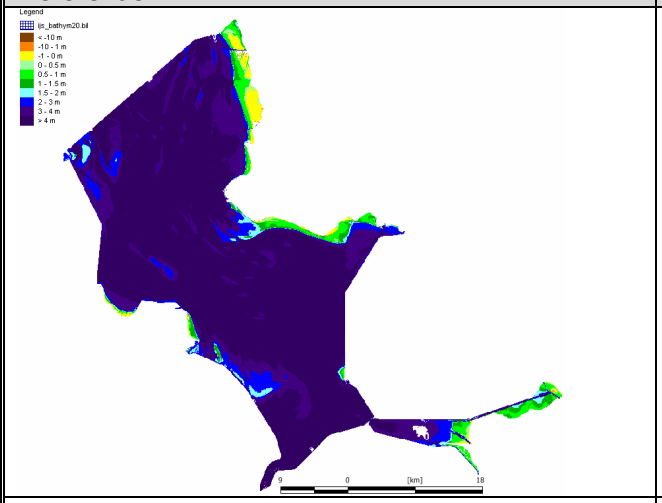
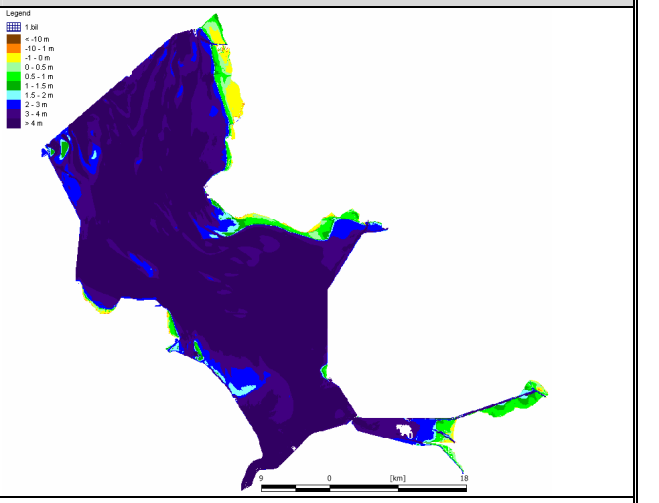
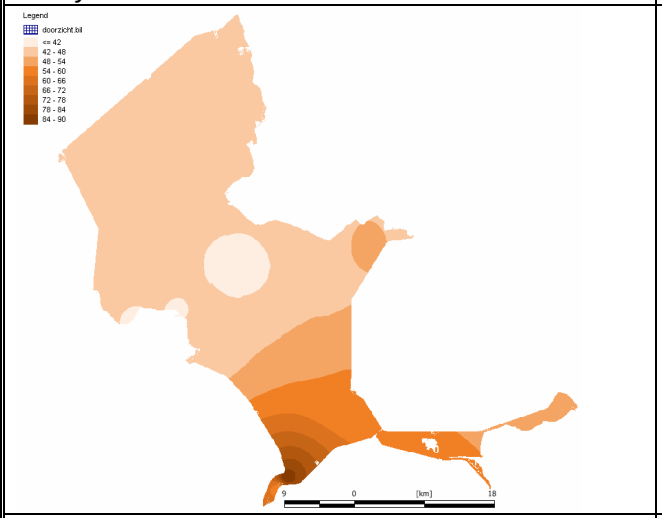
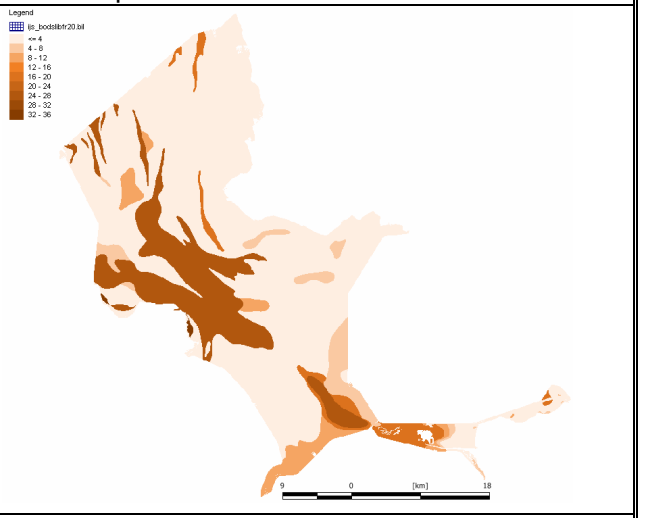
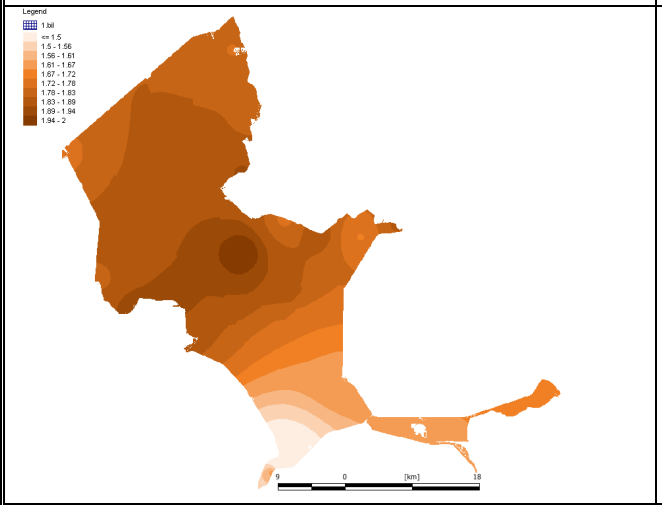
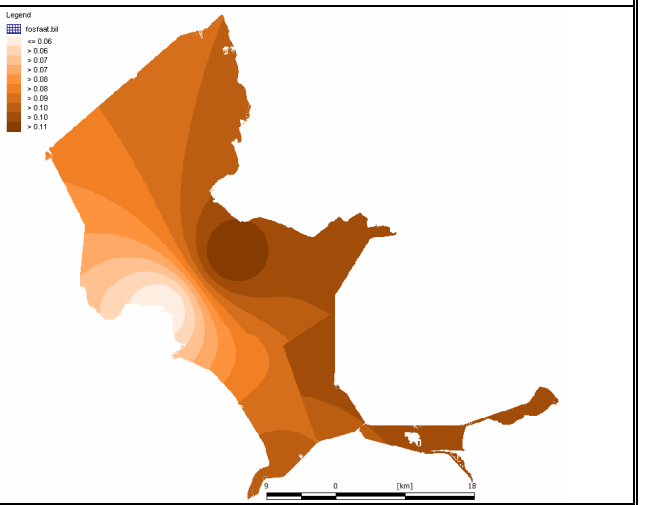


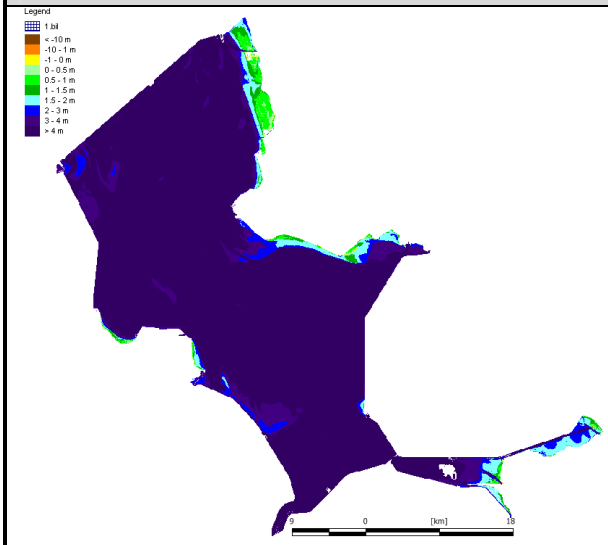
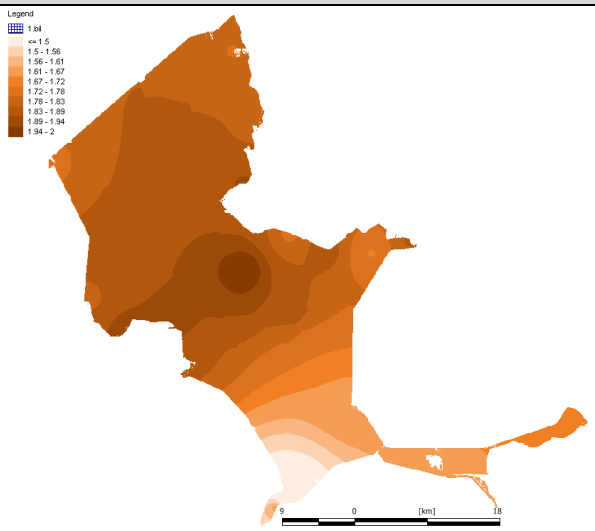
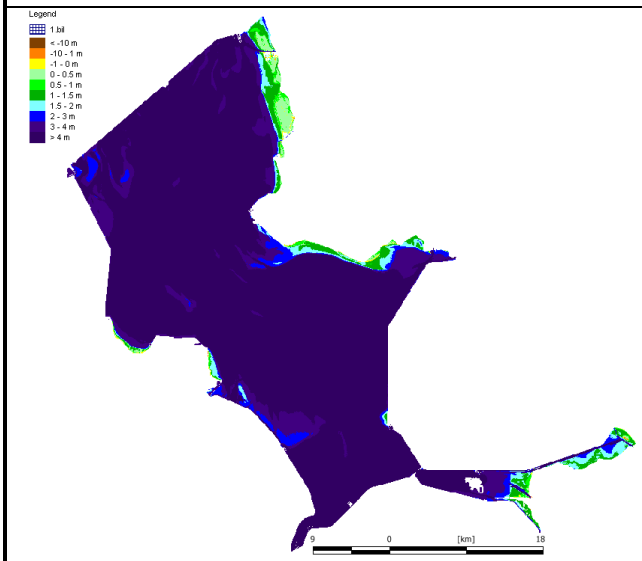
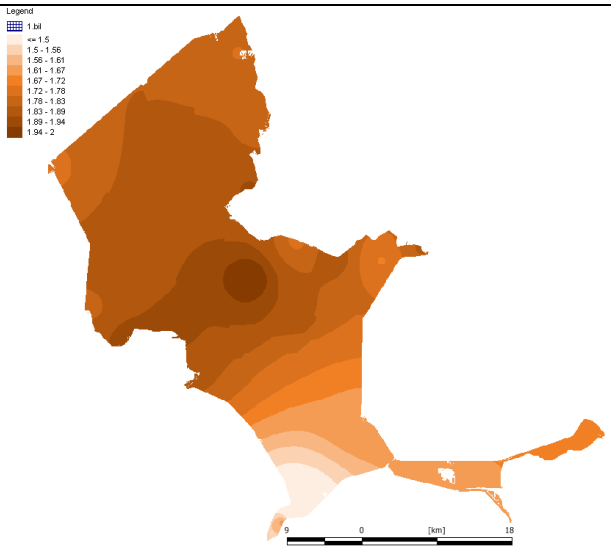
Figuur 6.1 *Het concept van het HABITAT instrument.*

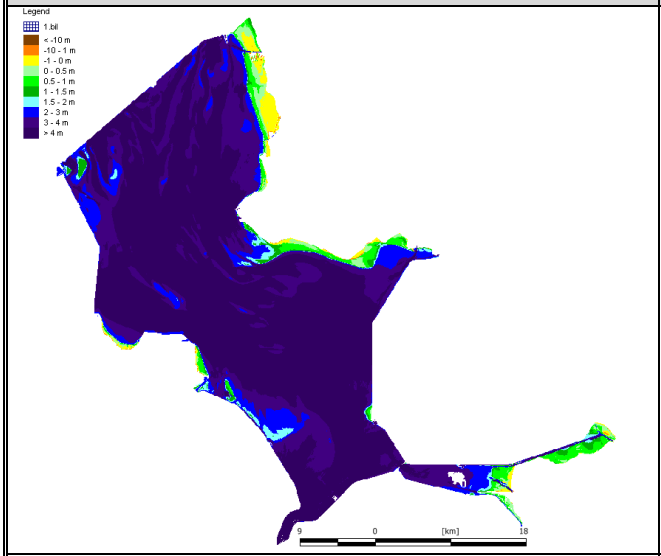
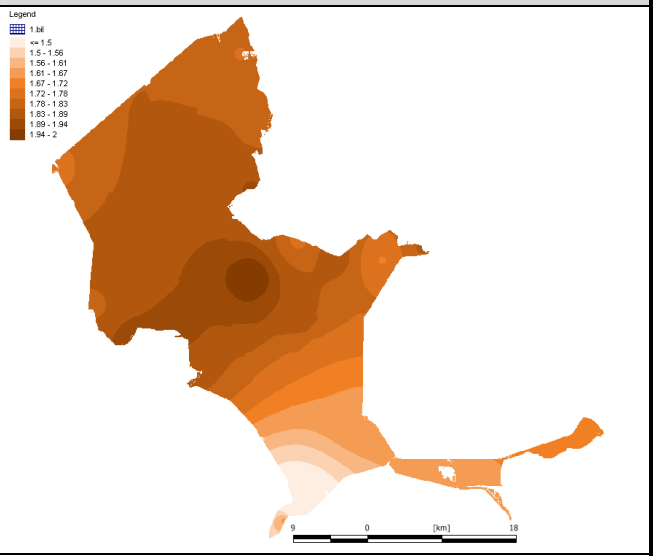
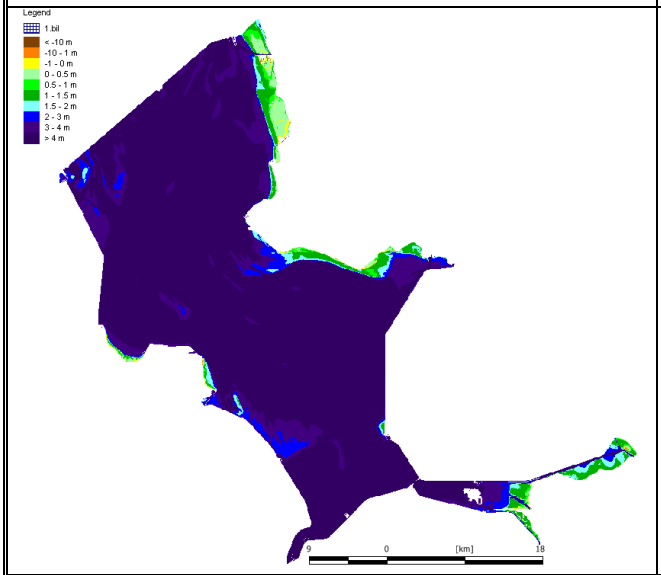
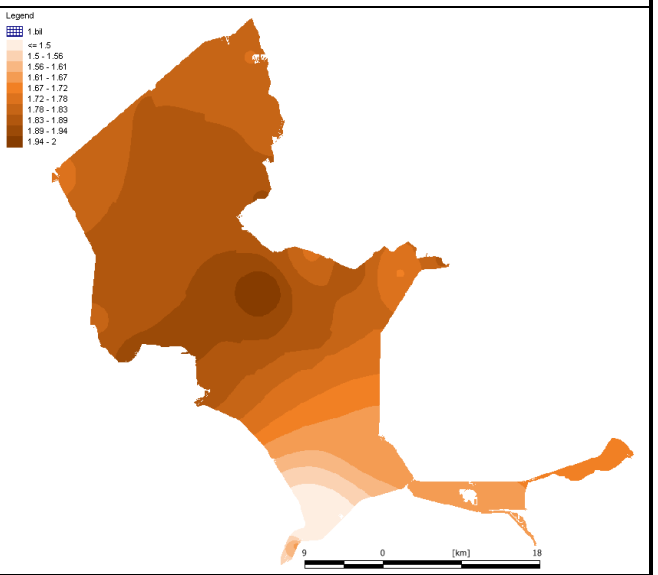
6.2 Vogelgroepen

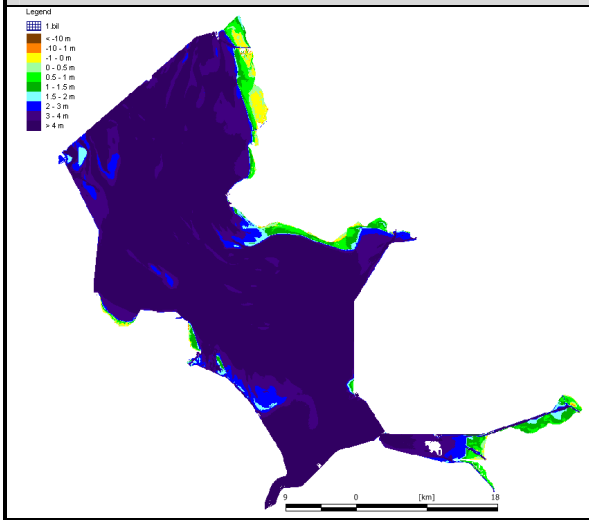
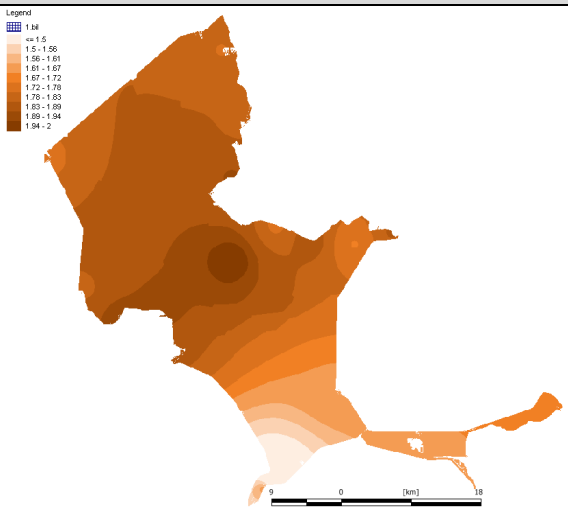
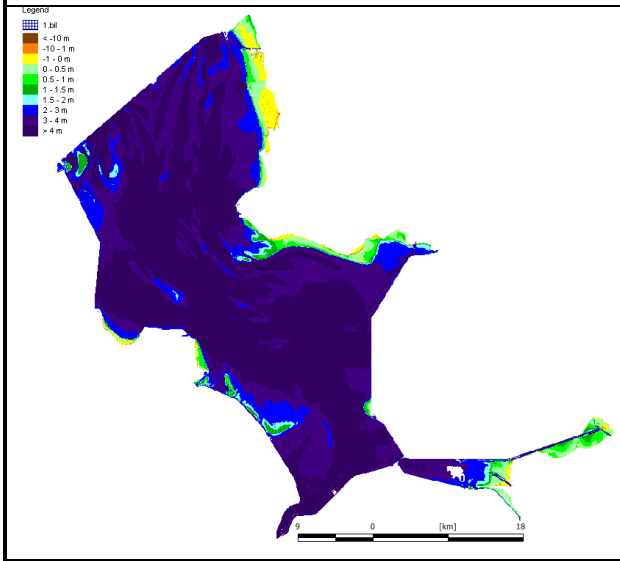
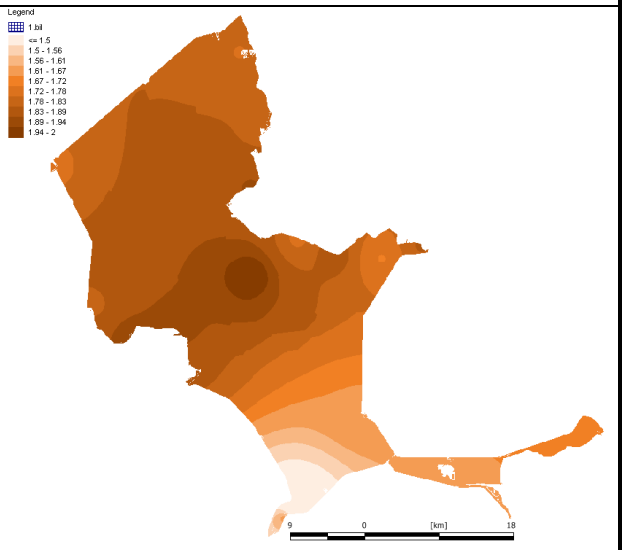
Code	Soort/Habitat	Type voedsel (vogels)			Type habitat (vogels)		Kennisregel beschikbaar
		Bodem	Plant	vis	Rust	Broed	
A021	Roerdomp			X	X	X	Ja
A081	Bruine kiekendief	X	X		X	X	Ja
A119	Porseleinhoen	X			X	X	Ja
A137	Bontbekplevier	X			X	X	Ja
A193	Visdief			X	X	X	Ja
A292	Snor	X			X	X	Ja
A005	Fuut			X	X		Ja
A017	Aalscholver			X	X		Ja
A034	Lepelaar			X	X		Ja
A037	Kleine Zwaan		X		X		Ja
A040	Kleine rietgans	X	X		X		Ja
A041	Kolgans	X	X		X		Ja
A043	Grauwe gans		X		X		Ja
A045	Brandgans		X		X		Ja
A048	Bergeend		X		X		Ja
A050	Smient		X		X		Ja
A051	Krakeend		X		X		Ja
A052	Wintertaling		X		X		Ja
A053	Wilde eend	X	X		X		Ja
A054	Pijlstaart	X	X		X		Ja
A056	Slobeend		X		X		Ja
A059	Tafeleend		X		X		Ja
A061	Kuifeend	X	X		X		Ja
A062	Topper	X			X		Ja
A067	Brilduiker	X			X		Ja
A068	Nonnetje			X	X		Ja
A070	Grote zaagbek			X	X		Ja
A125	Meerkoet	X	X		X		Ja
A132	Kluut	X			X		Ja
A151	Kemphaan	X			X		Ja
A156	Grutto	X			X		Ja
A160	Wulp	X	X		X		Ja
A177	Dwergmeeuw			X	X		Ja
A190	Reuzenstern			X	X		Ja
A197	Zwarte stern			X	X		Ja

6.3 Invoerkaarten

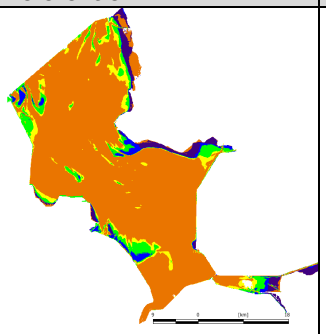
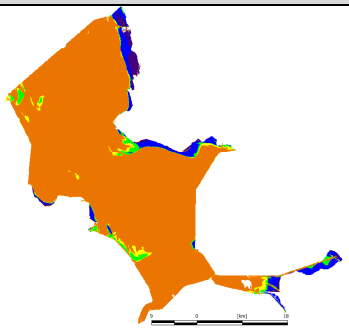
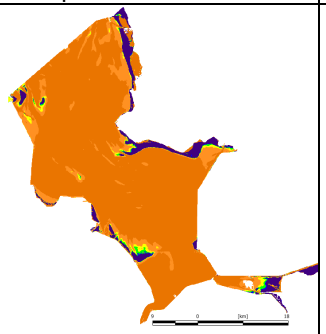
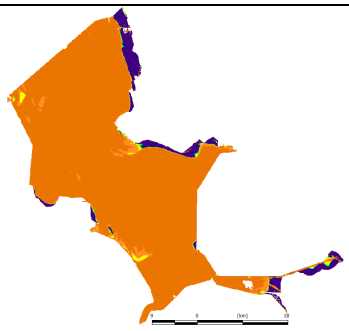
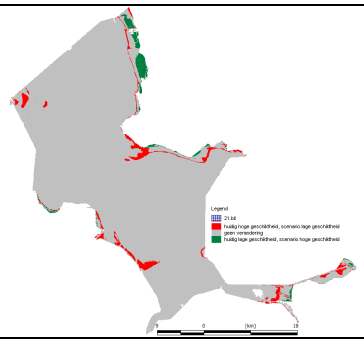
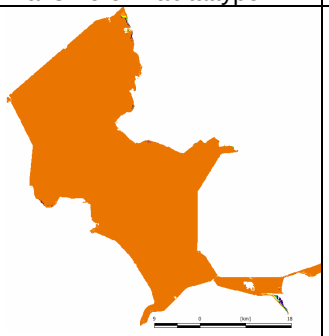
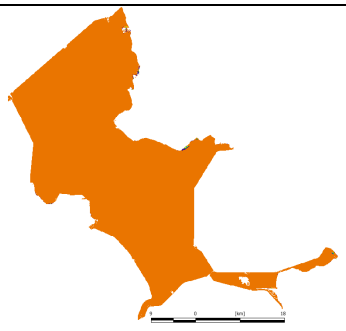
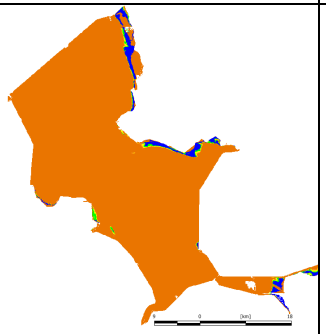
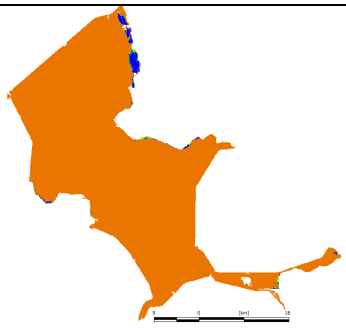
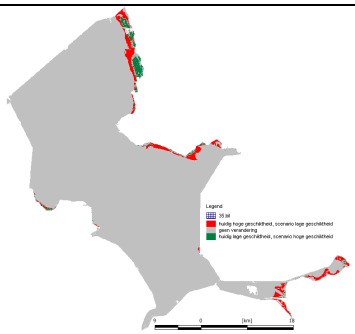
Referentie	
	
Bathymetrie	Waterdiepte
	
Doorzicht	Slib in waterkolom
	
Extinctie	Fosfaat

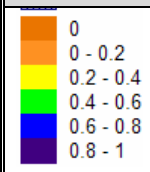
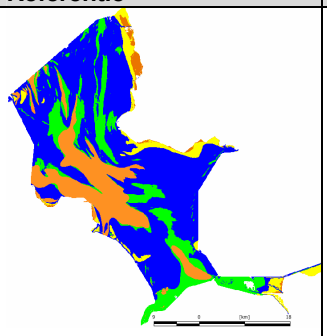
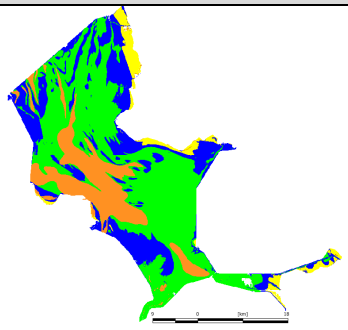
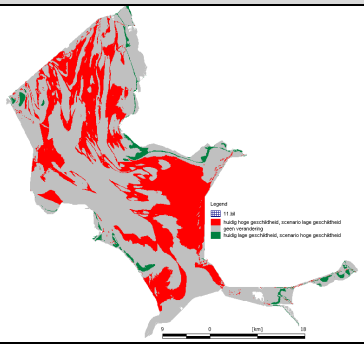
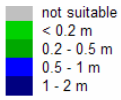
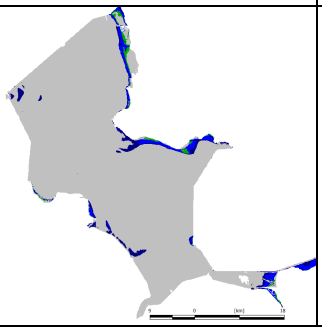
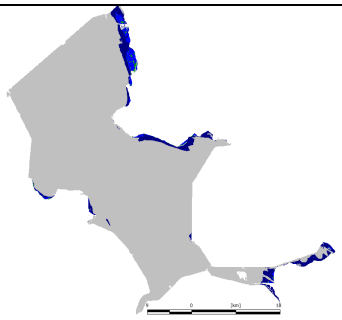
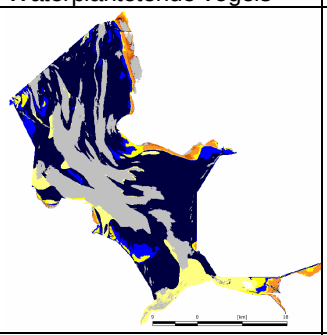
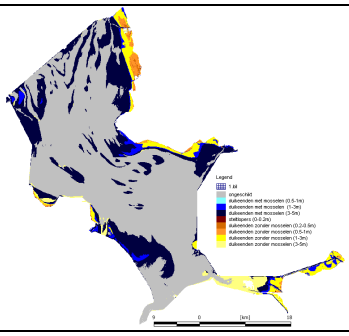
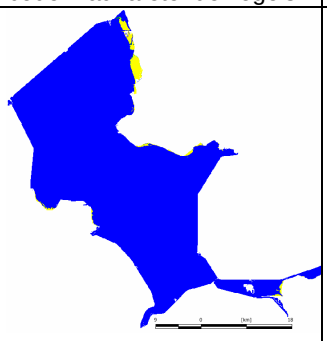
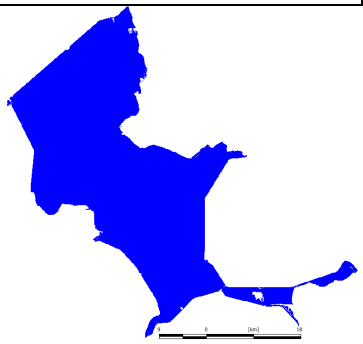
Variant I	
	
Waterdiepte	Extinctie
Variant I-extreem	
	
Waterdiepte	Extinctie

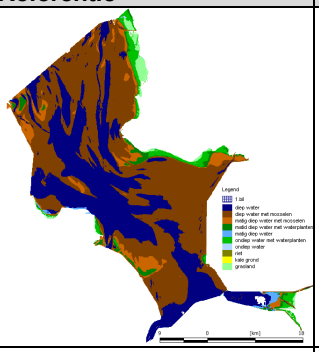
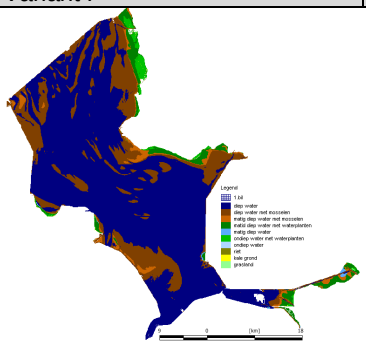
Variant II	
	
Waterdiepte	Extinctie
Variant III	
	
Waterdiepte	Extinctie

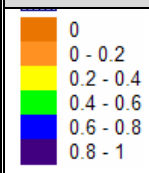
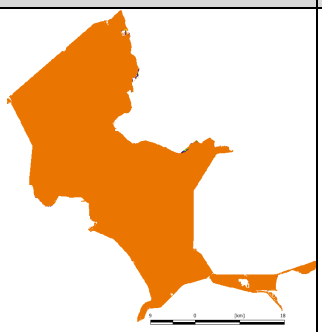
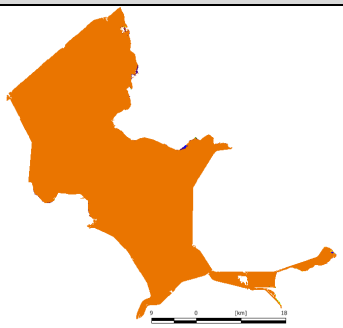
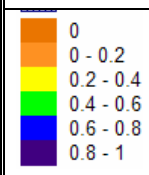
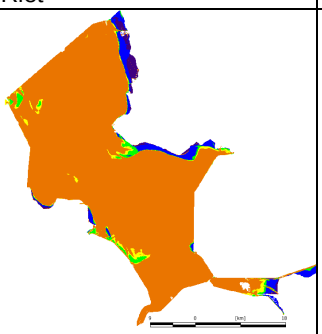
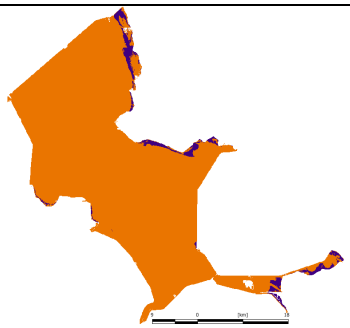
Variant III-extreem	
	
Waterdiepte	Extinctie
Variant IV	
	
Waterdiepte	Extinctie

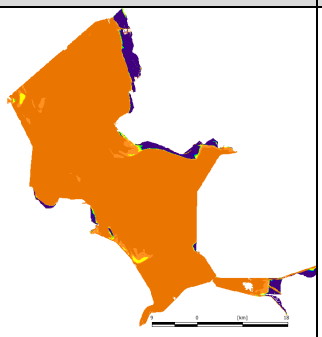
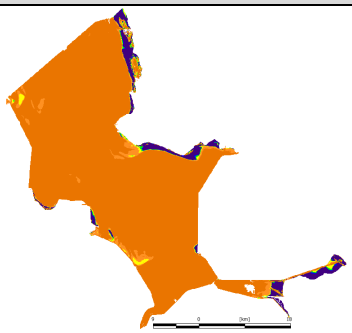
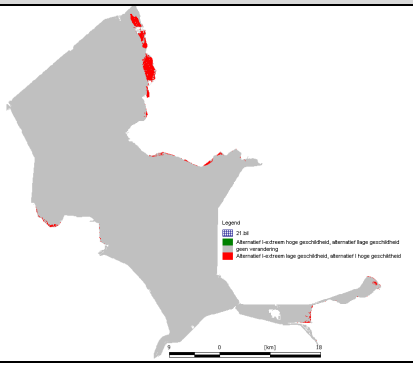
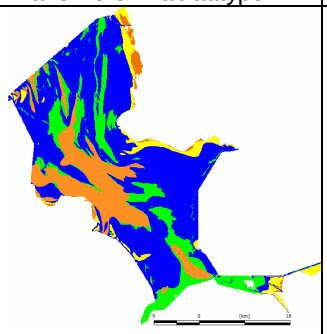
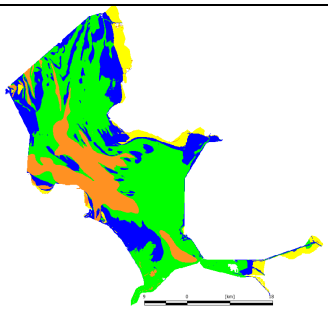
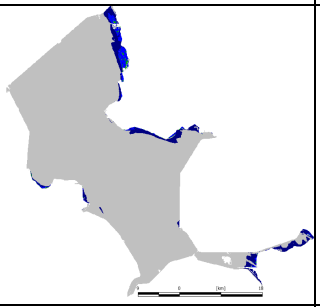
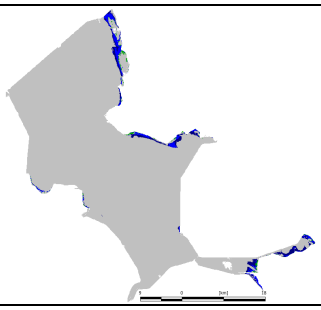
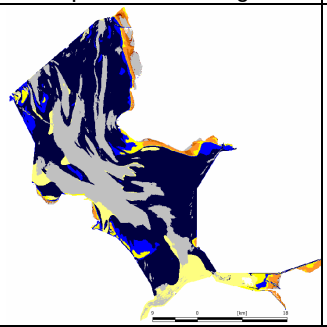
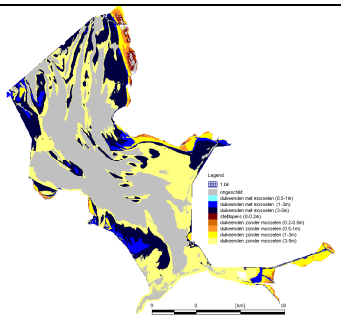
6.4 Uitvoerkaarten

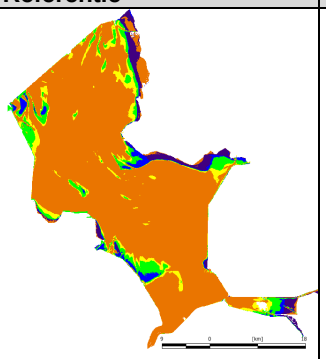
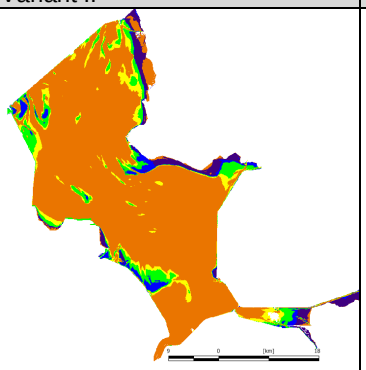
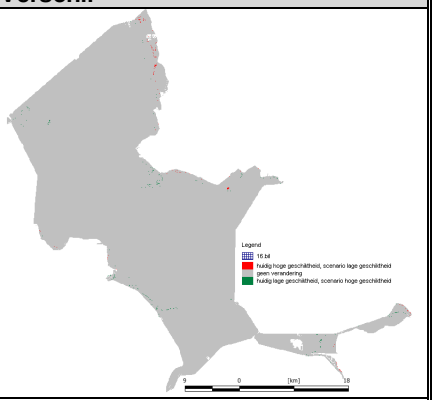
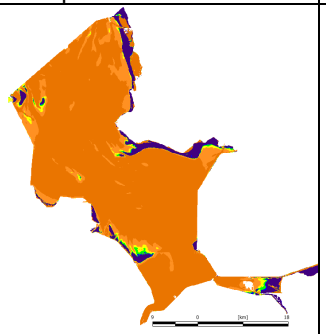
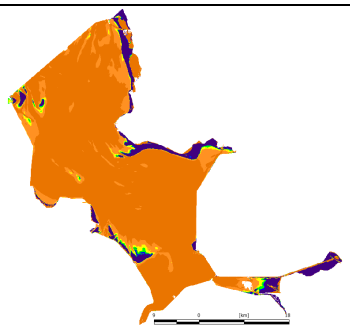
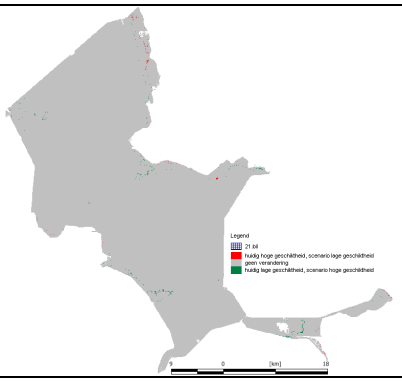
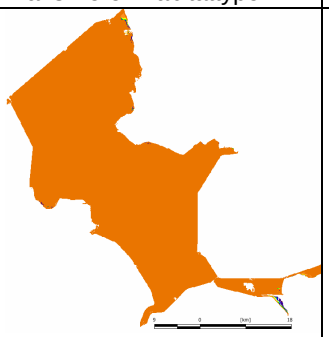
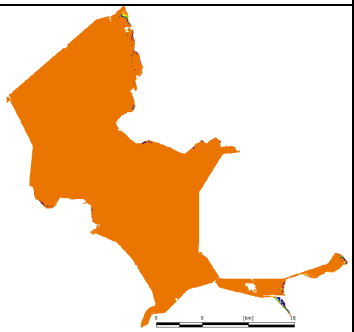
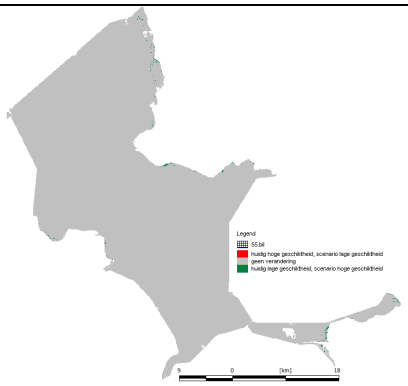
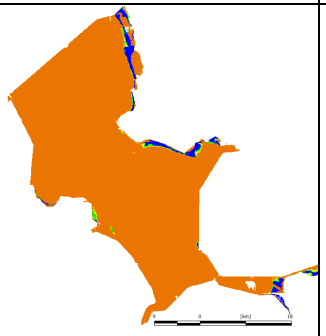
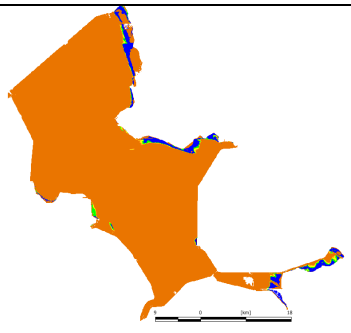
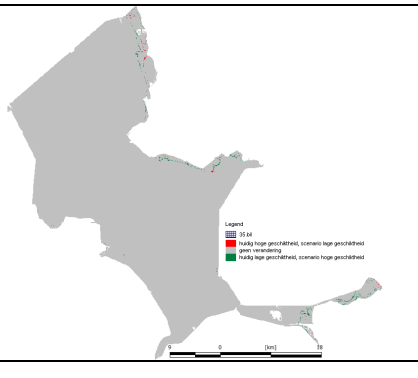
Variant I			
	Referentie	Variant I	**Verschil**
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	waterplanten		
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	kranswieren habitattype		
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	riet		
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	Modderkruiper		

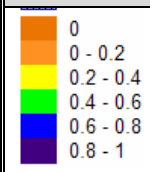
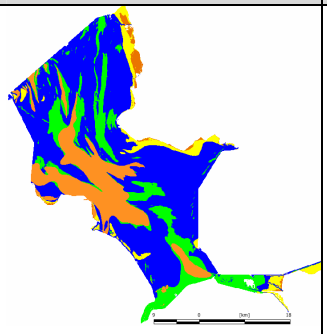
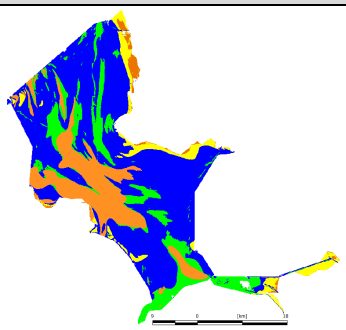
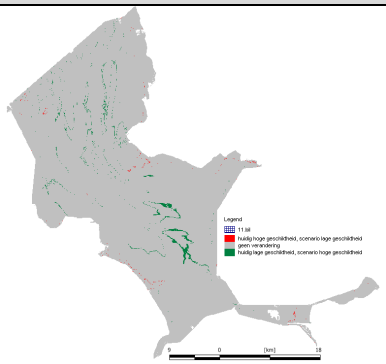
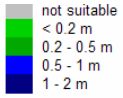
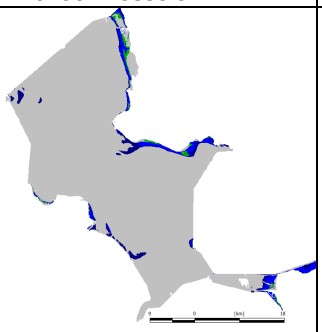
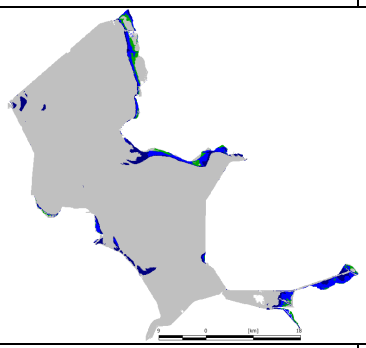
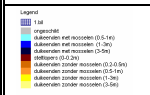
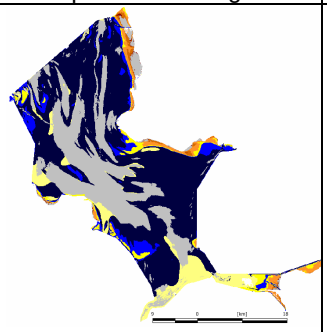
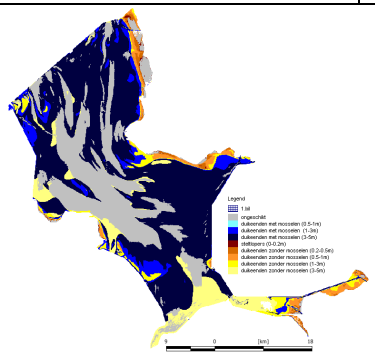
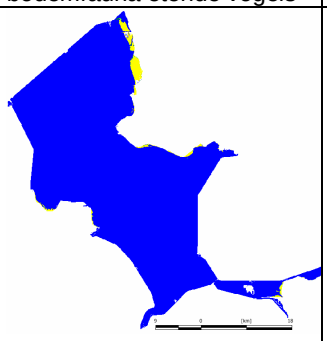
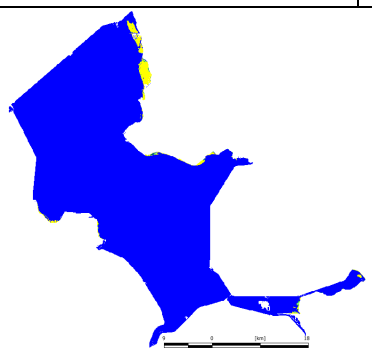
Variant I			
	Referentie	Variant I	**Verschil**
			
	Driehoekmosselen		
			
	Waterplantetende vogels		
			
	bodemfauna etende vogels		
			
	rust- en broedplaats vogels		

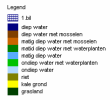
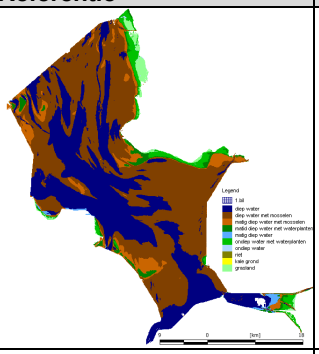
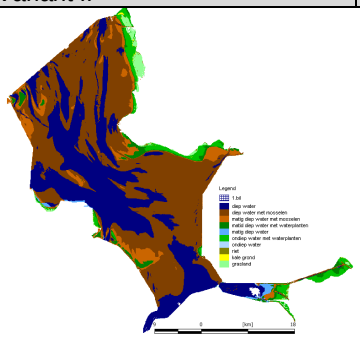
Variant I			
	Referentie	Variant I	**Verschil**
			
	ecotopen		

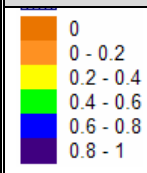
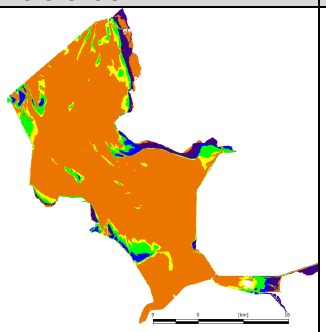
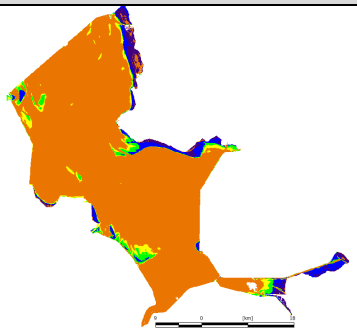
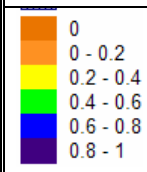
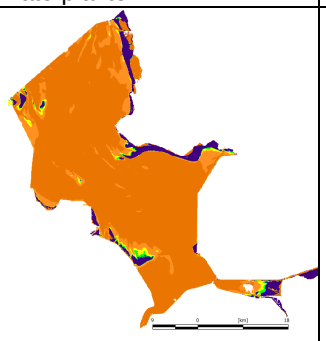
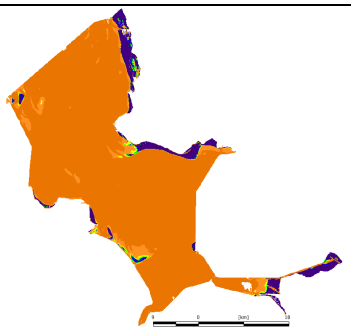
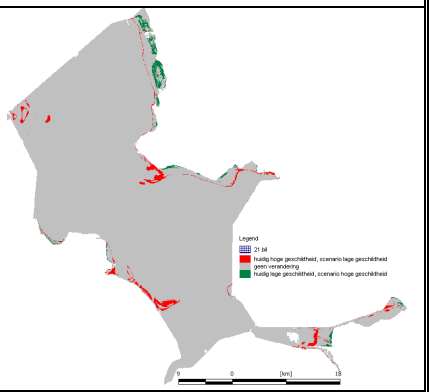
Variant I Extreem			
	Variant I	Variant I Extreem I	**Verschil**
			
	Riet		
			
	Waterplanten		

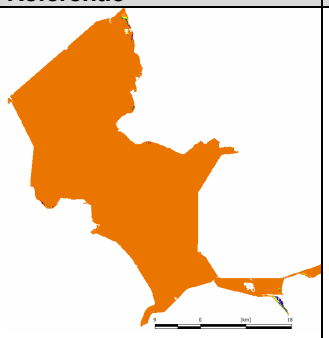
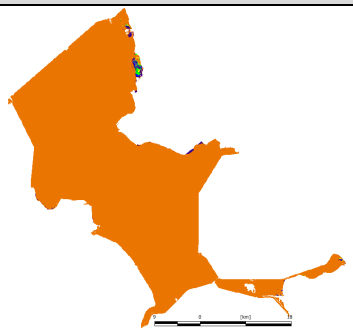
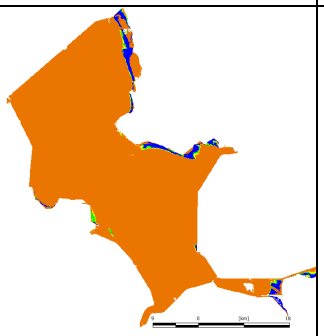
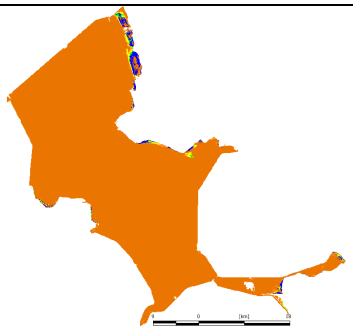
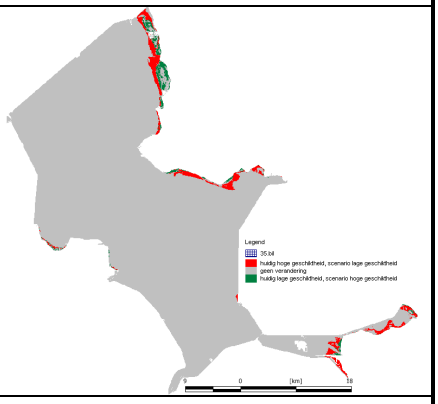
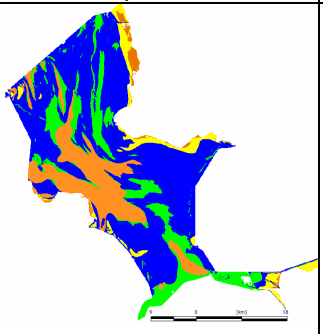
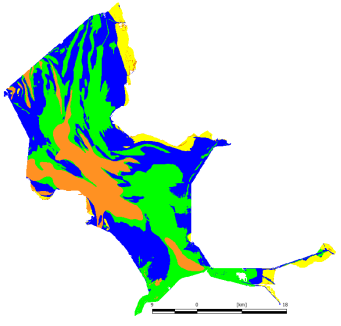
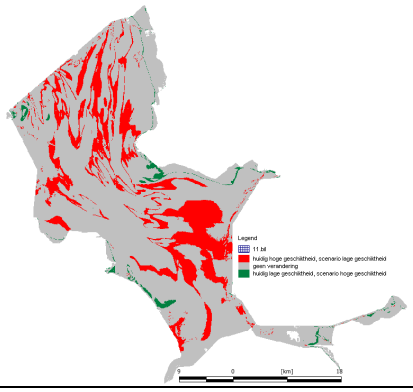
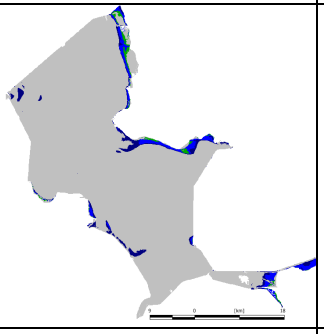
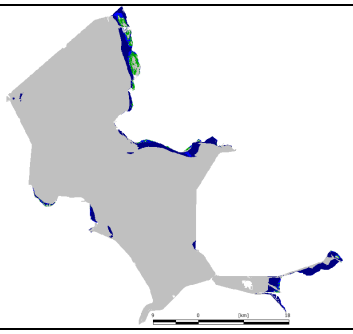
Variant I Extreem			
	Variant I	Variant I Extreem I	**Verschil**
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	Kranswieren habitattype		
			
	Driehoekmosselen		
			
	Waterplant-etende vogels		
			
	Bodemfauna-etende vogels		

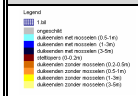
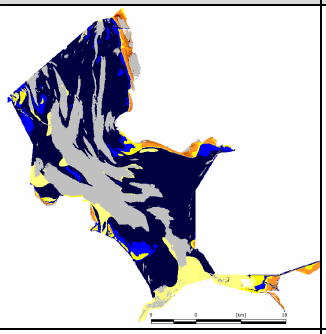
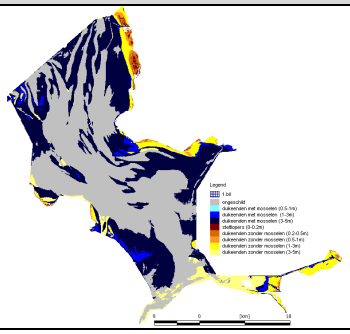
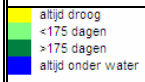
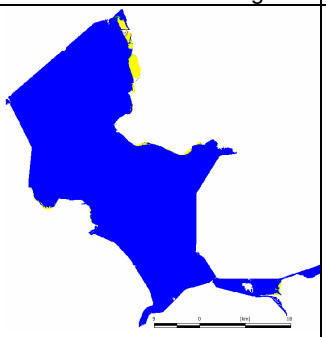
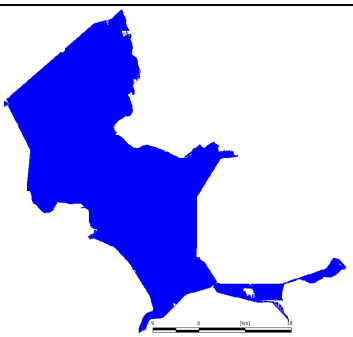
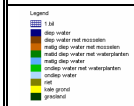
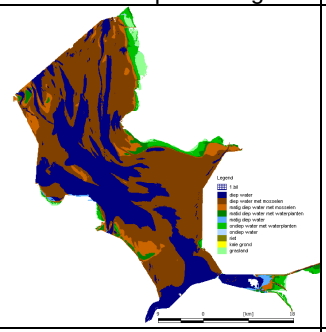
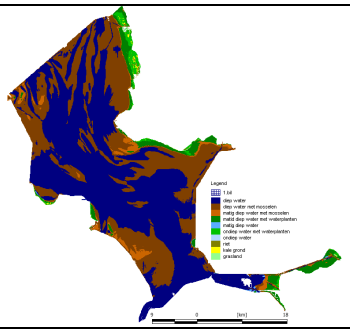
Variant II			
	Referentie	Variant II	**Verschil**
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	waterplanten		
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	kranswieren habitattype		
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	riet		
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	Modderkruiper		

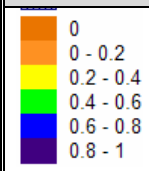
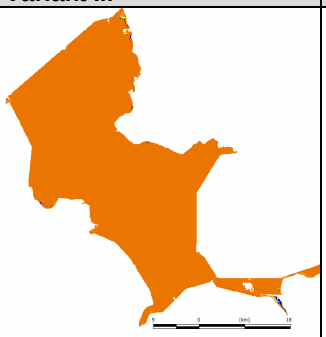
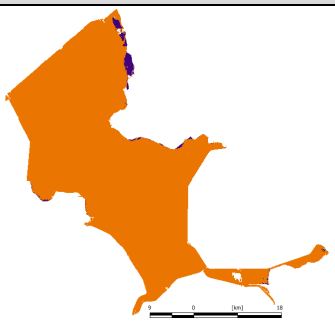
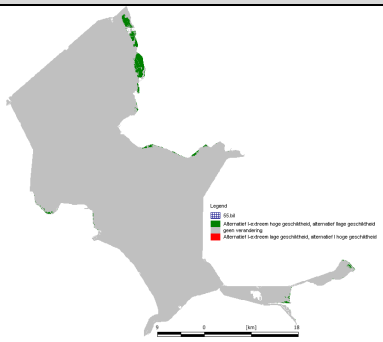
Variant II			
	Referentie	Variant II	**Verschil**
			
	Driehoekmosselen		
			
	Waterplantetende vogels		
			
	bodemfauna etende vogels		
			
	rust- en broedplaats vogels		

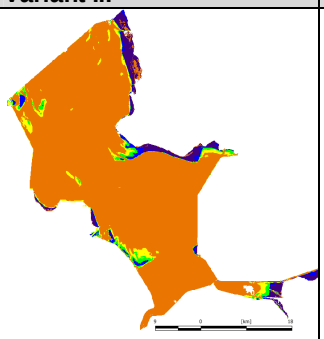
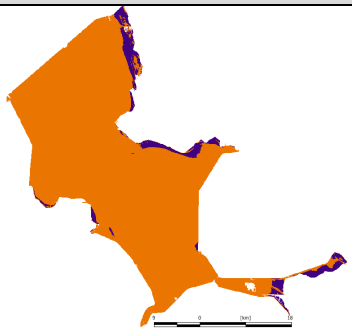
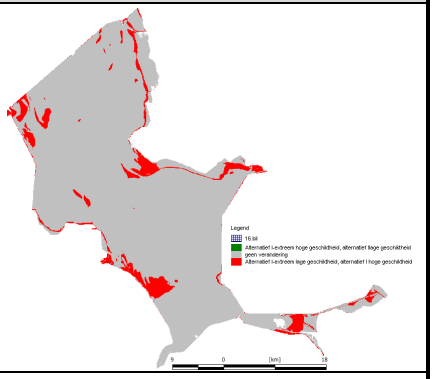
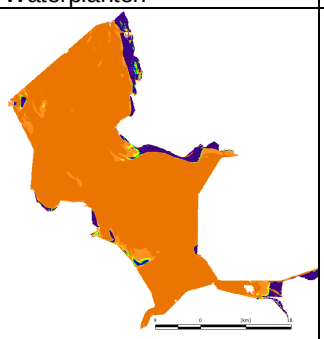
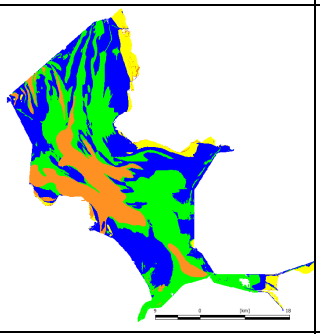
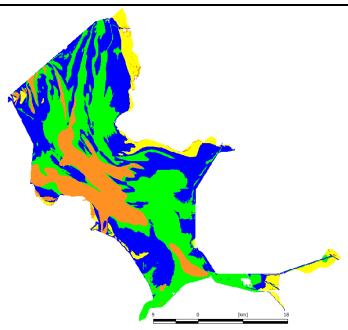
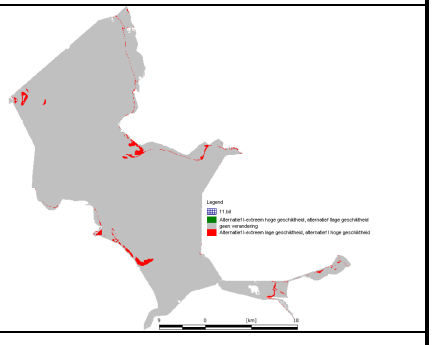
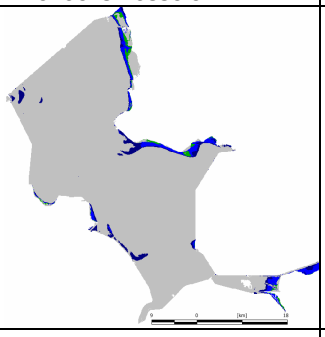
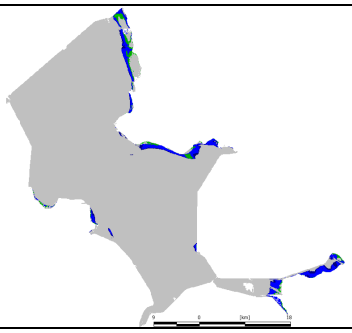
Variant II			
	Referentie	Variant II	**Verschil**
			
	ecotopen		

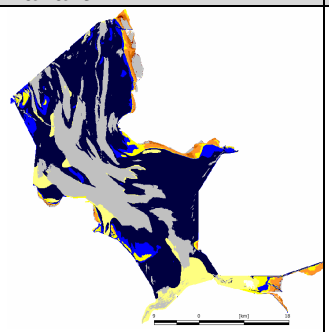
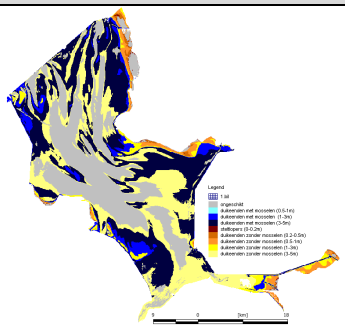
Variant III			
	Referentie	Variant III	**Verschil**
			
	waterplanten		
			
	kranswieren habitattype		

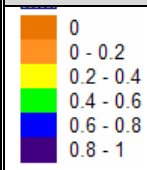
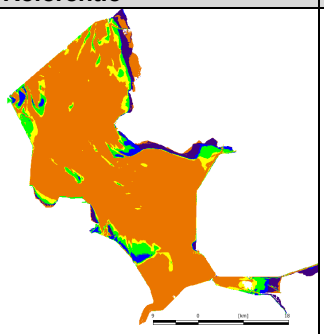
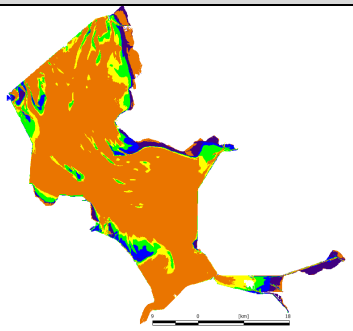
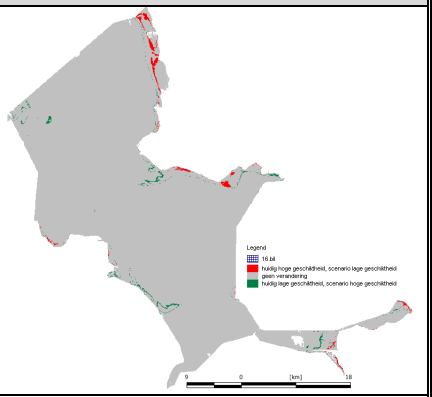
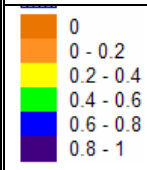
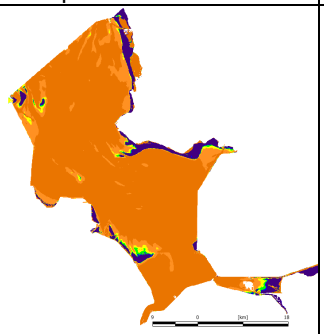
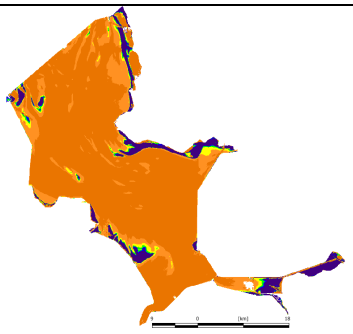
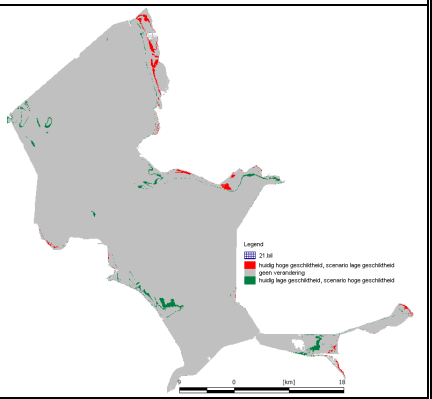
Variant III			
	Referentie	Variant III	**Verschil**
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	riet		
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	Modderkruiper		
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	Driehoekmosselen		
not suitable < 0.2 m 0.2 - 0.5 m 0.5 - 1 m 1 - 2 m			
	Waterplantetende vogels		

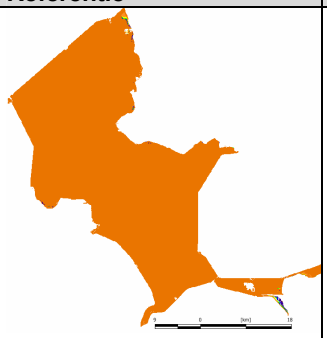
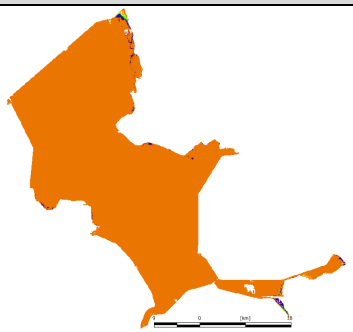
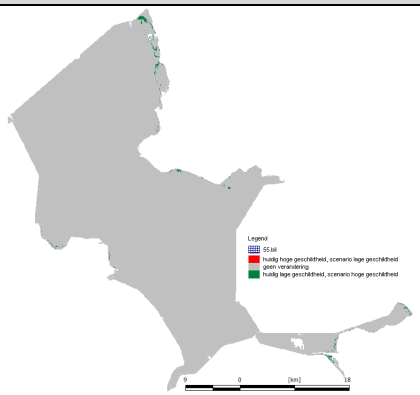
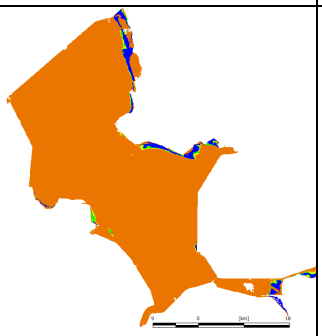
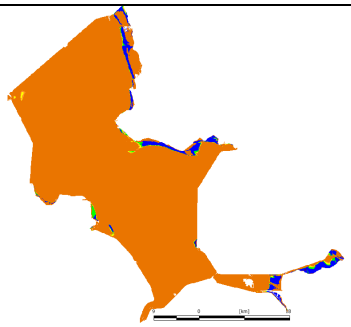
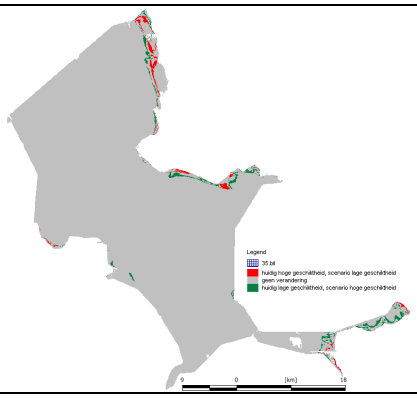
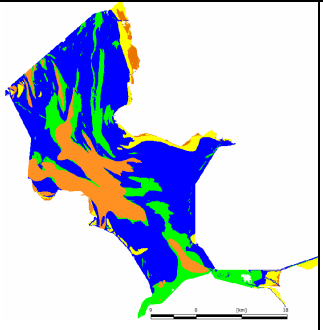
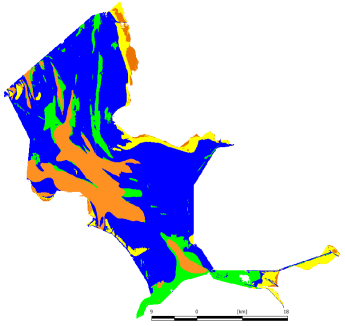
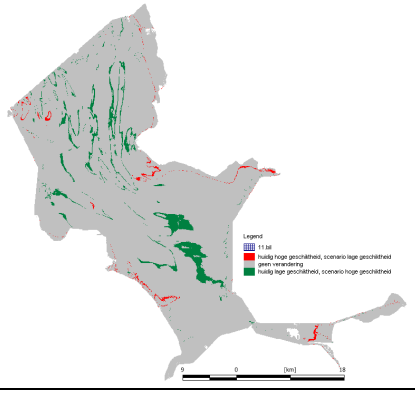
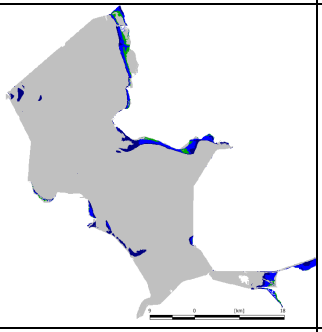
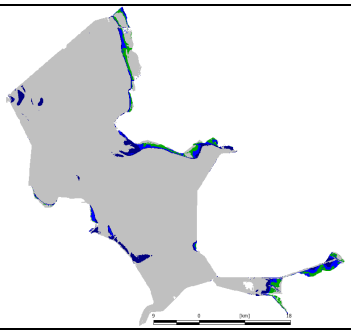
Variant III			
	Referentie	Variant III	**Verschil**
			
	bodemfauna etende vogels		
			
	rust- en broedplaats vogels		
			
	ecotopen		

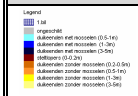
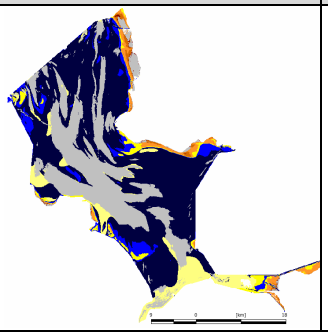
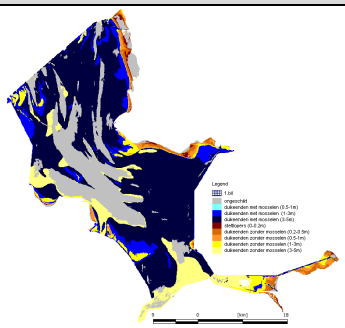
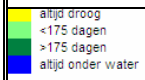
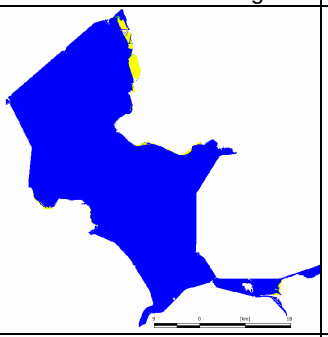
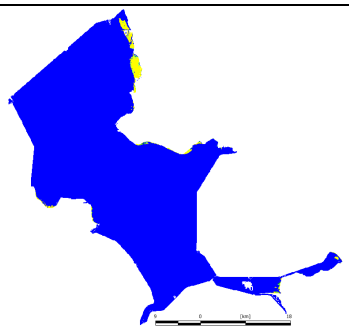
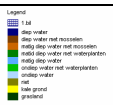
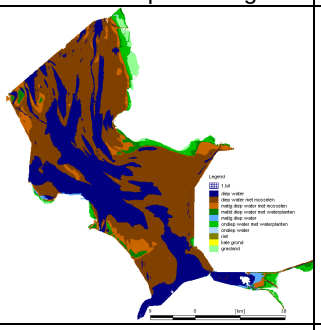
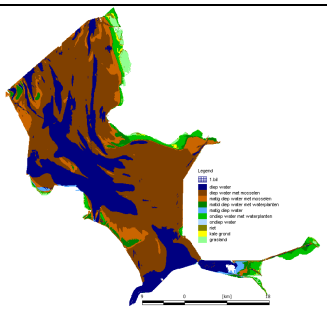
Variant III Extreem			
	Variant III	Variant III Extreem	**Verschil**
			
	Riet		

Variant III Extreem			
	Variant III	Variant III Extreem	**Verschil**
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	Waterplanten		
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	Kranswieren		
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	Driehoeksmosselen		
not suitable < 0.2 m 0.2 - 0.5 m 0.5 - 1 m 1 - 2 m			
	Waterplantetende vogels		

Variant III Extreem			
	Variant III	Variant III Extreem	**Verschil**
			
	Bodemfauna-etende vogels		

Variant IV			
	Referentie	Variant IV	**Verschil**
			
	waterplanten		
			
	kranswieren habitattype		

Variant IV			
	Referentie	Variant IV	**Verschil**
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	riet		
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	Modderkruiper		
0 0 - 0.2 0.2 - 0.4 0.4 - 0.6 0.6 - 0.8 0.8 - 1			
	Driehoekmosselen		
not suitable < 0.2 m 0.2 - 0.5 m 0.5 - 1 m 1 - 2 m			
	Waterplantetende vogels		

Variant IV			
	Referentie	Variant IV	**Verschil**
			
	bodemfauna etende vogels		
			
	rust- en broedplaats vogels		
			
	ecotopen		

6.5 Statistiek varianten

Onderstaande tabel (6.1) geeft de verandering in areaal (km^2) ten gevolge van verschillen in peilbeheer van de indicatorsoorten weer. De klassen aan de linkerzijde van de tabel zijn habitatgeschiktheidsklassen, waar wordt aangenomen dat de klasse van 0.7 en hoger overeen komt met een goede habitatgeschiktheid.

Tabel 6.1 overzicht statistiek varianten

	huidig	alternatief I	alternatief II	alternatief III	alternatief IV
	Totaal areaal km^2	Toe of afname areaal km^2			
Riet					
Ongeschikt areaal	1204.9	4.1	-2.6	-3.0	-5.2
0-0,2	2.0	-1.7	0.1	-1.0	0.2
0,2-0,4	1.0	-0.8	0.0	-0.3	0.2
0,4-0,6	0.9	-0.6	0.2	0.5	0.2
0,6-0,7	0.3	-0.2	0.0	0.6	0.1
0,7-0,8	0.3	-0.2	0.0	0.4	-0.1
0,8-0,9	0.6	-0.5	0.0	0.4	0.3
0,9-1	1.1	-0.1	2.3	2.3	4.4
Waterplanten					
Ongeschikt areaal	961.8	121.6	-10.9	89.9	-55.5
0-0,2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0,2-0,4	75.5	-50.1	4.5	-33.3	25.4
0,4-0,6	81.5	-54.8	3.5	-46.8	19.0
0,6-0,7	16.6	3.4	2.2	-1.4	12.2
0,7-0,8	19.9	15.2	0.3	11.4	-0.4
0,8-0,9	51.6	-31.9	-1.4	-21.5	-11.0
0,9-1	4.3	-3.4	1.8	1.7	10.4
Kranswieren					
Ongeschikt areaal	959.6	123.1	-11.3	86.7	-61.7
0-0,2	130.6	-90.7	7.6	-64.3	38.8
0,2-0,4	22.4	-10.7	0.9	-11.7	9.8
0,4-0,6	10.3	-5.3	0.9	-2.7	5.0
0,6-0,7	2.7	-0.9	0.7	0.8	2.6
0,7-0,8	2.4	-0.3	0.4	1.3	2.8
0,8-0,9	2.2	-0.1	0.4	1.1	3.1
0,9-1	81.1	-15.1	0.6	-11.3	-0.3
Driehoeksmosselen					
Ongeschikt areaal	20.3	-19.0	0.4	-16.7	3.3
0-0,2	205.8	0.7	0.0	0.3	-0.2
0,2-0,4	81.9	-17.0	1.3	-5.3	7.2
0,4-0,6	214.3	419.6	-16.3	240.0	-63.6
0,6-0,7	5.8	-3.5	0.1	-1.8	0.6
0,7-0,8	683.1	-380.7	14.5	-216.6	52.7
0,8-0,9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0,9-1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Kleine modderkruiper					
Ongeschikt areaal	1156.9	34.5	-0.6	24.6	1.0

	huidig	alternatief I	alternatief II	alternatief III	alternatief IV
	Totaal areaal km^2	Toe of afname areaal km^2			
0-0,2	3.1	-2.0	-0.3	3.6	0.1
0,2-0,4	6.9	-5.3	-0.6	0.6	-1.8
0,4-0,6	10.0	-6.8	-0.7	-7.0	-3.0
0,6-0,7	33.9	-19.9	2.0	-21.4	3.4
0,7-0,8	0.2	-0.2	0.0	-0.2	-0.1
0,8-0,9	0.1	-0.1	0.1	-0.1	0.1
0,9-1	0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.3
Waterplantetende vogels					
Niet geschikt	1129.9	16.0	-0.8	8.5	-1.0
Ganzen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Eenden, ganzen, zwanen	11.4	-8.4	3.0	-1.8	12.5
Zwanen	35.3	-20.5	-1.7	-27.6	-12.6
Duikeenden	34.6	13.0	-0.5	20.8	1.1
Bodemfauna-etende vogels					
Niet geschikt	344.5	465.9	-20.0	268.4	-88.6
Waders, steltlopers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Berg- en grondeleenden	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Duikeenden en meerkoet (0.5-1 m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Duikeenden en meerkoet (1-3 m)	76.5	-44.1	4.7	-39.5	24.6
Duikenden eenden (3-5 m)	606.6	-336.6	9.8	-177.1	28.1
Waders (0-0.2 m)	2.0	-1.4	0.4	2.8	5.7
Waders (0.2-0.5 m)	11.6	-8.5	3.1	-1.4	12.9
Waders (0.5-1 m)	35.3	-20.5	-1.7	-27.6	-12.6
Waders (1-3 m)	42.6	7.7	0.1	15.7	4.4
Waders (3-5 m)	92.0	-62.4	3.5	-41.3	25.4
Ecotopen					
Diep water	416.0	422.6	-16.8	243.9	-66.4
Diep water met driehoeksmosselen	605.2	-335.5	9.9	-176.4	28.1
Gemiddeld diep water met driehoeksmosselen	77.9	-45.2	4.6	-40.1	24.7
Gemiddeld diep water met	42.3	7.9	0.1	15.6	4.6

	huidig	alternatief I	alternatief II	alternatief III	alternatief IV
	Totaal areaal km^2	Toe of afname areaal km^2			
waterplanten					
Gemiddeld diep water	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ondiep water met waterplanten	47.9	-29.8	1.4	-27.7	2.2
Ondiep water	1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4
Riet	0.0	0.6	2.1	2.7	4.3
Kale grond	0.0	0.4	1.2	2.0	4.1
Grasland	20.3	-19.5	-1.1	-18.5	0.0
Gemiddelde zomerdiepte					
[-10000,-1000>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
[-1000,-500>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
[-500,-200>	0.3	-0.2	0.0	-0.2	0.1
[-200,-100>	1.1	-0.9	0.1	-0.7	1.1
[-100,-50>	4.7	-4.4	1.8	-4.1	9.3
[-50,-20>	11.4	-11.1	-1.0	-10.5	-7.3
[-20,0>	2.7	-2.2	-0.5	-1.2	0.0
[0,20>	2.1	-1.4	0.4	2.9	5.8
[20,50>	11.6	-8.5	3.1	-1.4	12.9
[50,100>	35.3	-20.5	-1.7	-27.6	-12.6
[100,200>	34.6	13.0	-0.5	20.8	1.1
[200,500>	783.2	-448.4	18.7	-263.0	81.5
[500,1000]	322.5	484.3	-20.4	284.8	-91.8
<1000,10000]	1.7	0.6	0.0	0.3	-0.1

Onderstaande tabel (6.2) geeft het totale areaal van de indicatoren in de varianten I en III weer en de verandering in areaal van de extremen ten opzichte van de bijbehorende variant (in km^2).

Tabel 6.2 Statistiek overzicht van extremen op indicatoren

Variant	I	I extreem	III	III extreem
	Totaal areaal km^2	Toe of afname areaal km^2	Totaal areaal km^2	Toe of afname areaal km^2
Riet				
Ongeschikt areaal	1209.0	0.4	1201.9	-7.7
0-0,2	0.4	0.0	1.1	-0.5
0,2-0,4	0.3	0.0	0.8	-0.4
0,4-0,6	0.3	0.0	1.4	-1.1
0,6-0,7	0.1	0.0	0.9	-0.8
0,7-0,8	0.1	0.1	0.7	-0.6
0,8-0,9	0.1	0.1	1.0	-0.5
0,9-1	0.9	0.4	3.4	11.5
Waterplanten				
Ongeschikt areaal	1083.4	86.6	1051.7	92.2
0-0,2	0.0	0.0	0.0	0.0
0,2-0,4	25.4	-25.4	42.2	-42.2
0,4-0,6	26.7	-26.7	34.8	-34.8
0,6-0,7	20.0	-20.0	15.2	-15.2
0,7-0,8	35.1	-35.1	31.3	-31.3
0,8-0,9	19.7	18.7	30.1	21.4
0,9-1	0.8	1.8	5.9	9.9
Kranswieren				
Ongeschikt areaal	1082.7	6.5	1046.3	10.8
0-0,2	39.8	3.1	66.3	0.6
0,2-0,4	11.7	2.6	10.7	0.5
0,4-0,6	5.0	1.9	7.6	0.7
0,6-0,7	1.9	0.7	3.6	-0.1
0,7-0,8	2.1	0.5	3.7	-1.2
0,8-0,9	2.0	0.4	3.3	-0.9
0,9-1	66.0	-15.7	69.8	-10.4
Driehoeksmossel				
Ongeschikt areaal	1.3	1.0	3.6	9.7
0-0,2	206.4	-0.2	206.1	-0.2
0,2-0,4	64.9	8.4	76.6	0.7
0,4-0,6	633.8	-105.5	454.3	-128.8
0,6-0,7	2.3	1.1	4.0	1.2
0,7-0,8	302.4	95.2	466.5	117.3
0,8-0,9	0.0	0.0	0.0	0.0
0,9-1	0.0	0.0	0.0	0.0
Kleine Modderkruiper				
Ongeschikt areaal	1191.3	0.0	1181.5	0.0
0-0,2	1.0	0.0	6.7	0.0

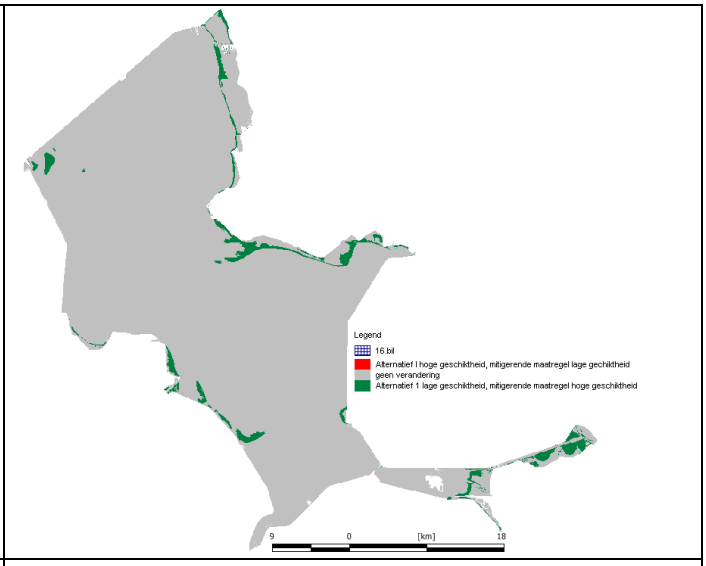
Variant	I	I extreem	III	III extreem
	Totaal areaal km^2	Toe of afname areaal km^2	Totaal areaal km^2	Toe of afname areaal km^2
0,2-0,4	1.6	0.0	7.4	0.0
0,4-0,6	3.2	0.0	3.0	0.0
0,6-0,7	14.0	0.0	12.5	0.0
0,7-0,8	0.0	0.0	0.0	0.0
0,8-0,9	0.0	0.0	0.0	0.0
0,9-1	0.0	0.0	0.0	0.0
Waterplantetende vogels				
Niet geschikt	1145.8	24.3	1138.4	16.2
Ganzen	0.0	0.0	0.0	2.0
Eenden, ganzen, zwanen	3.0	1.1	9.6	-0.6
Zwanen	14.8	2.3	7.8	28.4
Duikeenden	47.5	-27.7	55.4	-46.0
Bodemfauna-etende vogels				
Niet geschikt	810.4	-112.4	612.9	-138.6
Waders, steltlopers	0.0	0.0	0.0	0.0
Berg- en grondeleenden	0.0	0.0	0.0	0.0
Duikeenden en meerkoet (0.5-1 m)	0.0	0.0	0.0	0.0
Duikeenden en meerkoet (1-3 m)	32.4	-0.2	37.1	12.3
Duikenden eenden (3-5 m)	270.0	95.4	429.5	105.1
Waders (0-0.2 m)	0.7	1.1	4.9	0.2
Waders (0.2-0.5 m)	3.0	8.0	10.1	-6.8
Waders (0.5-1 m)	14.8	-7.5	7.8	17.3
Waders (1-3 m)	50.3	6.8	58.3	-8.9
Waders (3-5 m)	29.6	8.7	50.7	19.4
Ecotopen				
Diep water	838.7	-104.7	659.9	-128.9
Diep water met driehoeksmosselen	269.7	95.3	428.8	105.0
Gemiddeld diep water met driehoeksmosselen	32.7	-0.1	37.8	12.3
Gemiddeld diep water met waterplanten	50.2	6.8	57.9	-9.4
Gemiddeld diep water	0.0	0.0	0.0	0.0
Ondiep water met waterplanten	18.1	-4.0	20.3	7.7
Ondiep water	0.0	0.0	0.0	0.0
Riet	0.6	1.7	2.7	12.7
Kale grond	0.4	5.0	2.0	0.6
Grasland	0.8	0.0	1.8	0.0
Depthavsum				
[-10000,-1000>	0.0	0.0	0.0	0.0
[-1000,-500>	0.0	0.0	0.0	0.0
[-500,-200>	0.1	0.0	0.1	0.1
[-200,-100>	0.2	0.1	0.4	0.2

Variant	I	I extreem	III	III extreem
	Totaal areaal km^2	Toe of afname areaal km^2	Totaal areaal km^2	Toe of afname areaal km^2
[-100,-50>	0.3	0.2	0.6	0.7
[-50,-20>	0.3	0.3	1.0	1.9
[-20,0>	0.4	0.4	1.5	6.6
[0,20>	0.7	1.2	5.0	0.5
[20,50>	3.0	8.0	10.1	-6.8
[50,100>	14.8	-7.5	7.8	17.3
[100,200>	47.5	7.1	55.4	-10.0
[200,500>	334.7	103.7	520.2	137.8
[500,1000]	806.9	-113.2	607.3	-148.2
<1000,10000]	2.2	-0.2	1.9	-0.1

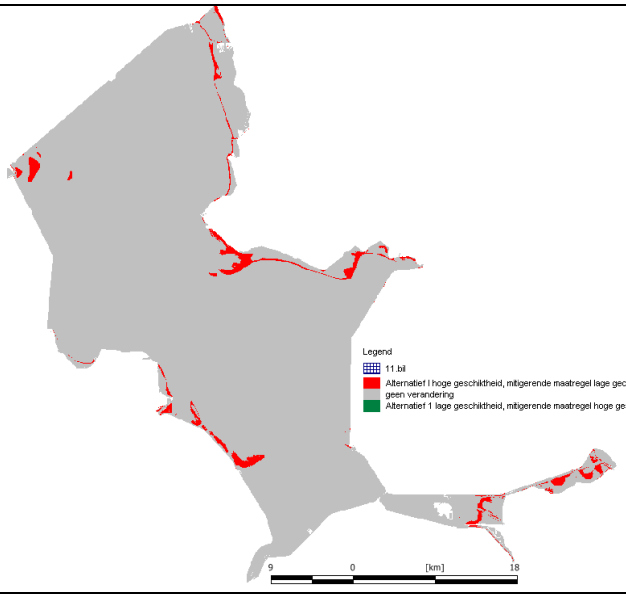
6.6 Uivoerkaarten mitigerende maatregel

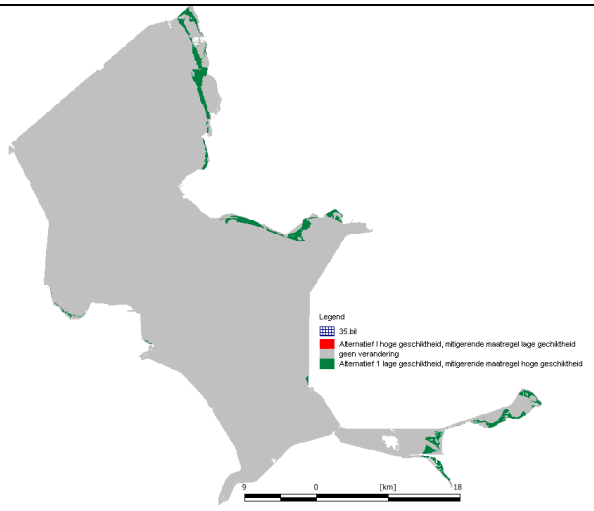
In deze bijlage zijn de verschilkaarten tussen Variant I en de mitigerende maatregel opgenomen. De groene kleur betekent dat voor de desbetreffende indicator in de mitigerende berekening een betere habitatgeschiktheid heeft dan Variant I en rood is vice versa.

Kranswieren



Waterplanten

	
Riet	Driehoeksmossel



Modderkruiper

6.7 Statistiek mitigerende maatregel

Onderstaande tabel (6.3) geeft de veranderingen in arealen (km^2) van de indicatoren weer van de mitigerende maatregel ten opzichte van variant I.

Tabel 6.3 Statistiek mitigerende maatregel

Variant	I	Mitigerende maatregel
Riet		
Ongeschikt areaal	1209.0	-3.3
0-0,2	0.4	1.1
0,2-0,4	0.3	0.6
0,4-0,6	0.3	0.5
0,6-0,7	0.1	0.2
0,7-0,8	0.1	0.2
0,8-0,9	0.1	0.4
0,9-1	0.9	0.4
Waterplanten		
Ongeschikt areaal	1083.4	0.0
0-0,2	0.0	0.0
0,2-0,4	25.4	-1.3
0,4-0,6	26.7	-24.7
0,6-0,7	20.0	-14.5
0,7-0,8	35.1	-13.6
0,8-0,9	19.7	51.6
0,9-1	0.8	2.6
Kranswieren		
Ongeschikt areaal	1082.7	0.0
0-0,2	39.8	-13.6
0,2-0,4	11.7	-11.5

Variant	I	Mitigerende maatregel
0,4-0,6	5.0	-4.7
0,6-0,7	1.9	-1.7
0,7-0,8	2.1	-1.9
0,8-0,9	2.0	-1.9
0,9-1	66.0	35.3
Driehoeksmosselen		
Ongeschikt areaal	1.3	0.0
0-0,2	206.4	0.0
0,2-0,4	64.9	34.3
0,4-0,6	633.8	-2.1
0,6-0,7	2.3	-0.2
0,7-0,8	302.4	-32.1
0,8-0,9	0.0	0.0
0,9-1	0.0	0.0
Kleine modderkruiper		
Ongeschikt areaal	1191.3	-52.6
0-0,2	1.0	3.1
0,2-0,4	1.6	6.9
0,4-0,6	3.2	10.0
0,6-0,7	14.0	32.2
0,7-0,8	0.0	0.2
0,8-0,9	0.0	0.1
0,9-1	0.0	0.1
Waterplantetende vogels		
Niet geschikt	1145.8	-34.9
Ganzen	0.0	0.0
Eenden, ganzen, zwanen	3.0	9.6
Zwanen	14.8	35.3
Duikeenden	47.5	-10.1
Bodemfauna-etende vogels		
Niet geschikt	810.4	0.0
Waders, steltlopers	0.0	0.0
Berg- en grondeleenden	0.0	0.0
Duikeenden en meerkoet (0.5-1 m)	0.0	0.0
Duikeenden en meerkoet (1-3 m)	32.4	-30.2
Duikenden eenden (3-5 m)	270.0	-1.8
Waders (0-0.2 m)	0.7	0.0
Waders (0.2-0.5 m)	3.0	9.6
Waders (0.5-1 m)	14.8	35.3
Waders (1-3 m)	50.3	-12.7
Waders (3-5 m)	29.6	-0.2

Variant	I	Mitigerende maatregel
Ecotopen		
Diep water	838.7	-838.7
Diep water met driehoeksmosselen	269.7	569.4
Gemiddeld diep water met driehoeksmosselen	32.7	236.6
Gemiddeld diep water met waterplanten	50.2	-49.2
Gemiddeld diep water	0.0	81.9
Ondiep water met waterplanten	18.1	-18.1
Ondiep water	0.0	18.1
Riet	0.6	-0.6
Kale grond	0.4	0.2
Grasland	0.8	-0.4
Gemiddelde zomerdiepte		
[-10000,-1000>	0.0	0.0
[-1000,-500>	0.0	0.0
[-500,-200>	0.1	0.0
[-200,-100>	0.2	0.0
[-100,-50>	0.3	0.0
[-50,-20>	0.3	0.0
[-20,0>	0.4	0.0
[0,20>	0.7	0.0
[20,50>	3.0	0.0
[50,100>	14.8	0.0
[100,200>	47.5	0.0
[200,500>	334.7	0.0
[500,1000]	806.9	0.0
<1000,10000]	2.2	0.0