



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling RIZA



RIZA

In dit werkdocument wordt de visie van de auteur(s) weergegeven, niet die van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

The views expressed in this document are the authors or authors' own, not those of the Department of Transport, Public Works and Watermanagement.

Effecten peilverandering IJsselmeer en klimaatverandering op de grondwatersituatie van het IJsselmeergebied

Werkdocument 2000.033x

maart 2000

Auteurs:

**M. Haasnoot
K. van Vliet**

Inhoudsopgave

1 Inleiding	5
2 Scenario's	7
3 Modellen	9
4 Resultaten	11
4.1 Effecten op fluxen en zoutbezwaar	11
4.2 Effecten voor grondwaterstand en landbouw	18
5 Conclusie	25

1 Inleiding

In het project "Waterhuishouding in het Natte Hart" wordt een verkenning uitgevoerd naar het toekomstig waterbeheer van het Natte Hart. Dit omvat het IJsselmeergebied, het Noordzeekanaal en het Amsterdam-Rijnkanaal. Binnen dit project wordt een instrumentarium ontwikkeld, waarmee verschillende strategieën voor het waterbeheer van het Natte Hart op hun effecten kunnen worden verkend, hierna te noemen WINBOS (Waterhuishouding in het Natte Hart Beslis Ondersteunend Systeem). Als gevolg van menselijke activiteiten neemt in de atmosfeer de concentratie van zogeheten broeikasgassen toe. Het natuurlijk broeikaseffect van de atmosfeer wordt hierdoor versterkt. Dit heeft gevolgen voor neerslag en verdamping, wat weer grote gevolgen kan hebben voor de waterhuishouding in Nederland. Bij het verkennen van een ander waterbeheer wordt daarom ook rekening gehouden met klimaatverandering. Naast klimaatverandering wordt ook de verwachte bodemdaling meegenomen.

Ten behoeve van het WINBOS is het effect van klimaatverandering, bodemdaling en een ander peilbeheer in het IJsselmeer op de hydrologie in het IJsselmeergebied berekend met hydrologische modellen. Hierbij is gekeken naar kwel/infiltratie, grondwaterstand en zoutbezwaar in het oppervlaktewater. Daarnaast is met een agro-hydrologisch model berekend wat de gevolgen van deze hydrologische verandering op de landbouw zijn. De resultaten van deze berekeningen worden in het WINBOS instrumentarium ingebracht.

Dit rapport geeft achtereenvolgens een beknopte beschrijving van de berekende scenario's, gebruikte modellen en de resultaten. Voor een uitgebreidere beschrijving van de effecten van klimaatverandering en bodemdaling op hydrologie, landbouw en natuur wordt verwezen naar Haasnoot et al. (1999) en Buiteveld et al. (1998).

2 Scenario's

In de definitiestudie van WINBOS worden een plangebied en een studiegebied onderscheiden. Het plangebied omvat het IJsselmeer, Markermeer, de randmeren, het Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal. Ook de buitendijkse gebieden vallen binnen het plangebied. Onder het studiegebied wordt verstaan de gebieden waarmee een duidelijk aantoonbare relatie is met de waterhuishouding in het plangebied. De invloed van een ander peilbeheer in het IJsselmeergebied heeft via kwel effect op het grondwater in de binnendijkse gebieden. Binnen deze studie van het WINBOS worden het plangebied en studiegebied als geheel gezien.

Met de modellen zijn de volgende scenario's doorerekend:

1. verhoging peil van het IJsselmeergebied van het huidige gemiddelde streefpeil naar +0.4 m NAP,
2. verlaging van het peil van het IJsselmeergebied van het huidige gemiddelde streefpeil naar -0.6 m NAP,
3. centrale schatting klimaatverandering voor 2050 en verwachte bodemdaling in 2050.

Tabel 1. Streefpeilen in het IJsselmeer en de randmeren in m t.o.v. NAP. (Info Waterstanden RDII).

	winter	zomer	gemiddelde
IJsselmeer	-0.40	-0.20	-0.30
Markermeer	-0.40	-0.20	-0.30
Veluwemeer	-0.30	-0.05	-0.18
Drontermeer	-0.30	-0.05	-0.18
Gooimeer	-0.30	-0.10	-0.20
Wolderwijd	-0.30	-0.10	-0.20
Nuldernauw	-0.30	-0.10	-0.20

Op basis van de schatting van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) zijn door het KNMI schattingen gemaakt voor een mogelijk klimaat voor Nederland in 2050. In het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma klimaatverandering en mondiale luchtverontreiniging zijn reeds voor heel Nederland de effecten van verschillende klimaatscenario's en bodemdaling doorerekend (Haasnoot et al., 1999). Daarnaast is ook binnen WINBOS al gekeken naar de effecten van klimaatverandering voor het Natte Hart (Buiteveld et al., 1999). Ten behoeve van WINBOS is een extra scenario met klimaatverandering doorerekend waarbij, in tegenstelling tot de eerder genoemde studies, geen rekening is gehouden met voorspelde landgebruiksveranderingen. De centrale schatting voor 2050 omvat een temperatuurstijging van 1 °C. Hierbij hoort een toename van neerslag met 1% in de zomerperiode en 6% in de winterperiode. Verdamping van open water zal toenemen door de hogere temperatuur. Door een toename van atmosferische CO₂ concentratie neemt de transpiratie af, omdat de huidmondjes van planten minder open hoeven te staan om te assimileren.

Tabel 2. Kenmerken klimaatscenario: centrale schatting 2050 en bodemdaling (Haasnoot et al., 1999).

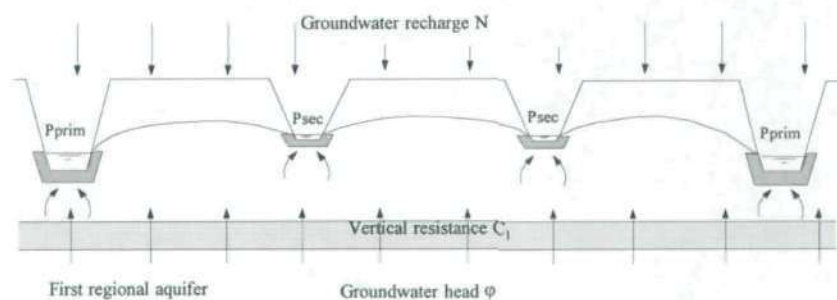
Scenario	Temp. Rise	Sea level rise	Δ winter precipitation	Δ summer precipitation	Δ reference evaporation	Δ transpiration
CEN2050_kb	+ 1 °C	+ 25 cm	6%	1%	4%	- 4 - - 12 %

3 Modellen

De hydrologische situaties van de referentie- en eerdergenoemde scenario's in het landelijk gebied zijn berekend met de landelijke hydrologische modellen NAGROM (Nationaal Grondwatermodel, (De Lange, 1991)) en MOZART (ontwikkelteam NAGROM-MONA-MOZART-DEMNAT-AGRICOM, 1997), die gekoppeld zijn met het model MONA (Vermulst et al., 1999; De Haan, 1998).

NAGROM is een stationair model voor de verzadigde zone en is gebaseerd op de analytische elementen methode (Strack, 1989). Een analytisch element is een wiskundige oplossing voor stroming in een oneindig uitgestrekt watervoerend pakket. Het maken van een model is het combineren van analytische elementen. De modellen zijn opgebouwd uit een topsysteem met daaronder watervoerende pakketten gescheiden door semi-doorlatende lagen. De bovenrandvoorwaarde bestaat uit peilen van de verschillende drainagesystemen, voedingsweerstand en het neerslagoverschot berekend door MOZART en MONA. In een peilbeheerste omgeving is dit de weerstand van de deklaag en het polderpeil. Voor elementen die open water simuleren, is de voedingsweerstand gelijk aan de weerstand van de bodem en het peil gelijk aan het peil van het open water. De uitvoer bestaat uit de grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket en de fluxen over de bovenrand, i.e. van het eerste watervoerend pakket naar de toplaag, per NAGROM-element.

Figuur 1. Hydrologische top systeem, gemodelleerd in NAGROM en MOZART. P_{prim} is het primaire waterpeil (bijvoorbeeld oppervlaktewaterpeil in rivieren en kanalen). P_{sec} is het secundaire drainage peil (bijvoorbeeld het oppervlaktewaterpeil in sloten).



Het IJsselmeermodel bestaat uit 5 deelmodellen uit NAGROM die gekoppeld zijn door de eigenschappen van de watervoerende pakketten en scheidende lagen goed aan te laten sluiten. Dit IJsselmeermodel is vervolgens verder opgeknipt in 11 deelmodellen en verfijnd om de kwel en infiltratie beter te modelleren. Dit is gedaan door weerstands- en peilwaarden per 500 m te variëren en de ARELS (Area Elements) te vervangen door VARELS (Variable strength ARea ELements). De Varels zorgen ervoor dat de randen van de open wateren nauwkeuriger benaderd worden. Daarnaast zijn de meest recente waarden van de voedingsweerstand (in plots van 500 bij 500 m) gebruikt. Deze zijn gedeeltelijk afkomstig uit MONA en van IWACO (IWACO, 1994).

In een vorige modelstudie (Knol & Runhaar, 1998) zijn de deelmodellen voor de randmeren ook gebruikt voor effecten op binnendijkse natuur. Deze zijn ten behoeve van WINBOS verbeterd rondom het Wolderwijd, het Nulderauw, het Gooimeer, het Veluwemeer en het Drontermeer. Het probleem betrof de weerstandsverdeling en dus ook de kwel- en infiltratieverdeling in met name de

randmeren en in een rand van ca. 2 km eromheen. Er zijn veranderingen in peil van de randmeren en de dikte en verbreiding van de scheidende lagen aangebracht. Ook zijn in deze studie drie deelgebieden toegevoegd, nl. de gebieden rond Stavoren, Lemmer en de Noordoostpolder. Voor een meer uitgebreide beschrijving van de modellering van het IJsselmeergebied wordt verwezen naar Van Vliet & De Lange (in prep.).

MOZART simuleert de onverzadigde zone door middel van verticale grondwaterstromingen door een kolom (geschematiseerd in eenheden, plots, van 500 bij 500 m). Stroming tussen aanliggende eenheden vindt plaats door neerwaartse en opwaartse fluxen. Voor de verschillende klimaatscenario's zijn neerslaggegevens, referentieverdamping en transpiratie van gewassen ingevoerd als randvoorwaarde. De onderrandvoorwaarde, een flux tussen de eerste aquifer en het hydrologische topsysteem, wordt aangeleverd door NAGROM middels MONA. NAGROM levert een stijghoogte per 500 bij 500 m, die MONA omzet naar een flux van het eerste aquifer naar het freatische pakket. Het uiteindelijke resultaat wordt verkregen na een iteratieproces, omdat het resultaat van het ene model een randvoorwaarde is voor het andere. Binnen deze studie was dit echter niet mogelijk, omdat de communicatie van MONA naar de *nieuwe* NAGROM-modellen nog niet goed verloopt. Dit wordt later wel uitgewerkt. De effecten zijn benaderd door de verandering in stijghoogte (scenario t.o.v. huidige situatie), berekend met de nieuwe modellen op te tellen bij de stijghoogten van huidige situatie, berekend met de oude modellen.

De fluxen berekend door MONA zijn gebruikt om een verandering in zoutbezwaar in het oppervlaktewater aan te geven. Het zoutbezwaar is de hoeveelheid zout die via het diepe grondwater in het oppervlaktewater komt. Deze wordt berekend in kg/ha/jaar door de kwel te vermenigvuldigen met een concentratie zout in de ondergrond van de huidige situatie (afkomstig van TNO). Aangenomen is dat het oppervlaktewater binnen een afwateringseenheid mengt, waardoor het zoutbezwaar binnen een afwateringseenheid gelijk is.

MOZART onderscheidt drie verschillende drainagesystemen, welke respectievelijk de kanalen en beken, sloten en drains simuleren. Voor het berekenen van de drainage wordt gebruik gemaakt van zogenaamde drainagefuncties. Dit zijn gebroken lineaire relaties tussen grondwaterstanden en drainagefluxen. De helling geeft de weerstand aan en het snijpunt van de functies geeft de drainage peilen van het betreffende drainage systeem aan. Ook hier zijn de veranderingen in het IJsselmeerpeil ingevoerd als randvoorwaarde.

Veranderingen in grondwaterstanden hebben gevolgen voor de landbouw. Met het agro-hydrologische model, AGRICOM (AGRIcultural Cost Model; RIZA, 1995) zijn schades voor de landbouw berekend. AGRICOM maakt hiervoor gebruik van het verloop van grondwaterstanden over twee hydrologisch gemiddelde jaren, geleverd door MOZART per 10-daagse tijdstap voor ieder plot. Hieruit wordt de gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste grondwaterstand berekend. Dit zijn respectievelijk de gemiddelde van de drie hoogste en laagste grondwaterstanden uit de reeks. Via IKC-tabellen (IKC, 1993) wordt vervolgens per plot een percentage schade voor het betreffende gewas berekend. Dit wordt gedaan voor te droge en te natte situaties met respectievelijk de gemiddelde laagste en hoogste grondwaterstand. Met behulp van een gemiddelde waarde voor het gewas (fl/ha) wordt dit omgezet naar een schadebedrag.

4 Resultaten

Voor ieder scenario is gekeken naar de veranderingen in fluxen, het zoutbezwaar, de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand, de droogteschade en de natschade voor de landbouw. Hieronder volgt een beschrijving van deze veranderingen.

4.1 Effecten op fluxen en zoutbezwaar

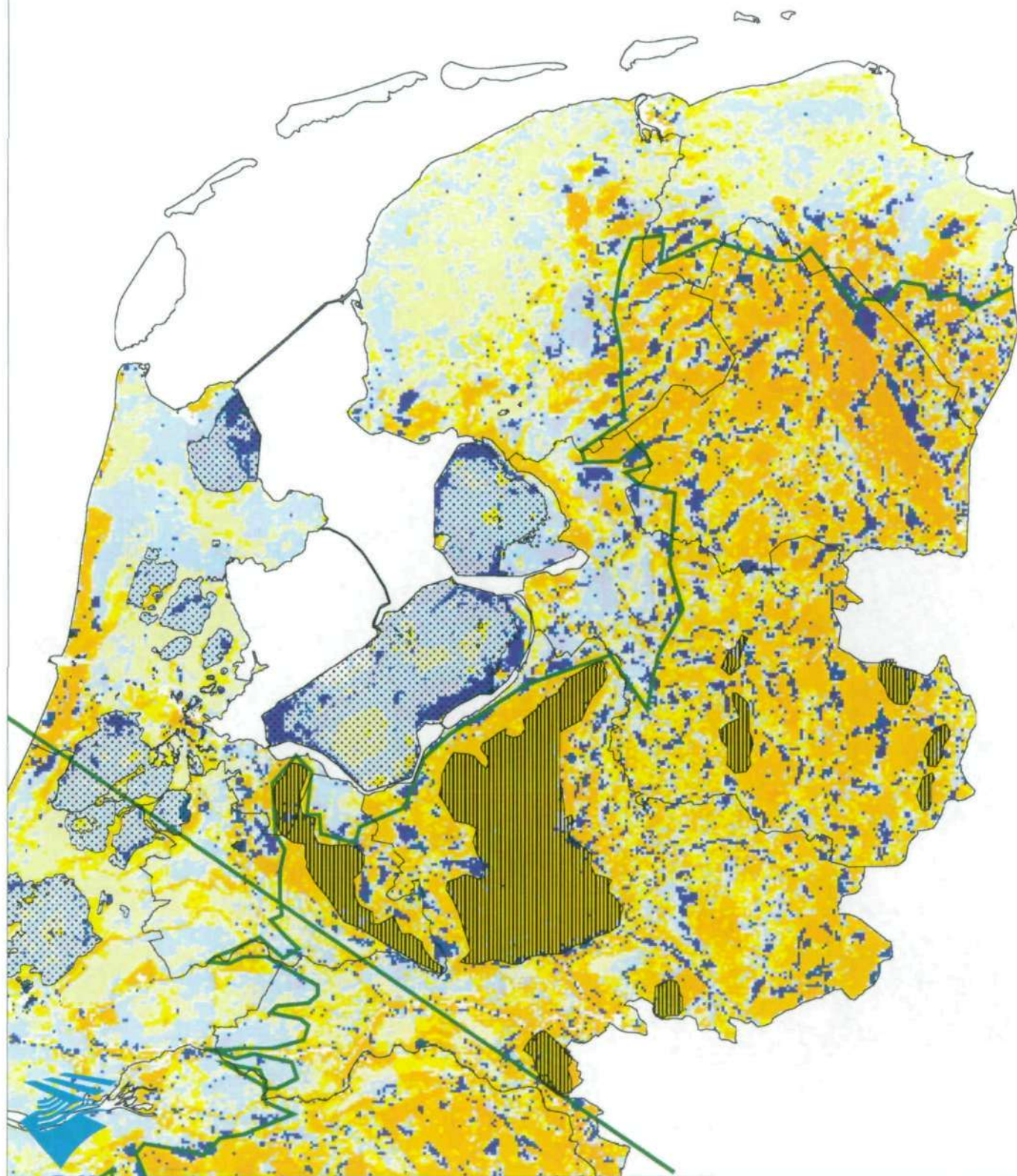
De fluxen zijn hier veranderingen in kwel (positief getal in MONA) en infiltratie (negatief getal in MONA) van het eerste watervoerende pakket naar de top laag. Een negatief getal van de flux bij peilverlaging geeft een afname in kwel aan, een positief fluxgetal is een infiltratietoename. Bij peilverhoging geven de positieve waarden van de flux een toename van de kwel aan, en negatieve waarden afname van infiltratie. Om de berekende veranderingen in flux beter te interpreteren is in Figuur 2 aangegeven waar de huidige kwel- en infiltratiegebieden voorkomen (positief is kwel en negatief is infiltratie).

Figuur 3 en Figuur 4 geven de verandering in stijghoogte van het eerste watervoerende pakket weer voor respectievelijk peilverhoging naar +0.4 m NAP en peilverlaging naar -0.6 m NAP. Dit is de verandering ten opzichte van de stijghoogten gemodelleerd in de huidige situatie. In deze figuren zijn ook de begrenzingen van de deelmodellen van de randmeren te zien. MONA vertaalt de stijghoogten uit NAGROM naar een flux (Figuur 5 en Figuur 6).

Het verhogen van het peil veroorzaakt een groter stijghoogteverschil tussen de randmeren en het achterland, welke een toename van de kwel veroorzaakt. Een verlaging van het peil heeft het tegenovergestelde effect. De effecten zijn echter gering waar een grote stromingsweerstand is en dus ook de spreidingslengte groot is. Dit is het geval in polders ten westen van het IJsselmeer, vanwege de grote weerstand van de deklaag en in gebieden waar de weerstand van de eerste scheidende laag groot is, zoals bij het Volderwijd en het Nulderauw. Alleen in de gebieden met zandige stuwwallen, i.e. de Utrechtse heuvelrug bij het Gooimeer en de Veluwe bij het Veluwemeer zijn de effecten van peilverhoging of -verlaging duidelijk. Aan de noordzijde van het Veluwemeer zijn de fluxverschillen groter, doordat de deklaag dunner is en de eerste scheidende laag ontbreekt.

Door verlaging van het peil naar -0.6 m NAP vermindert de kwel in het omliggende gebied. Deze verandering is kleiner dan berekend in het scenario waarbij het peil wordt verhoogd, doordat de relatieve verandering van het peilverschil ten opzichte van de huidige situatie kleiner is.

N
▲



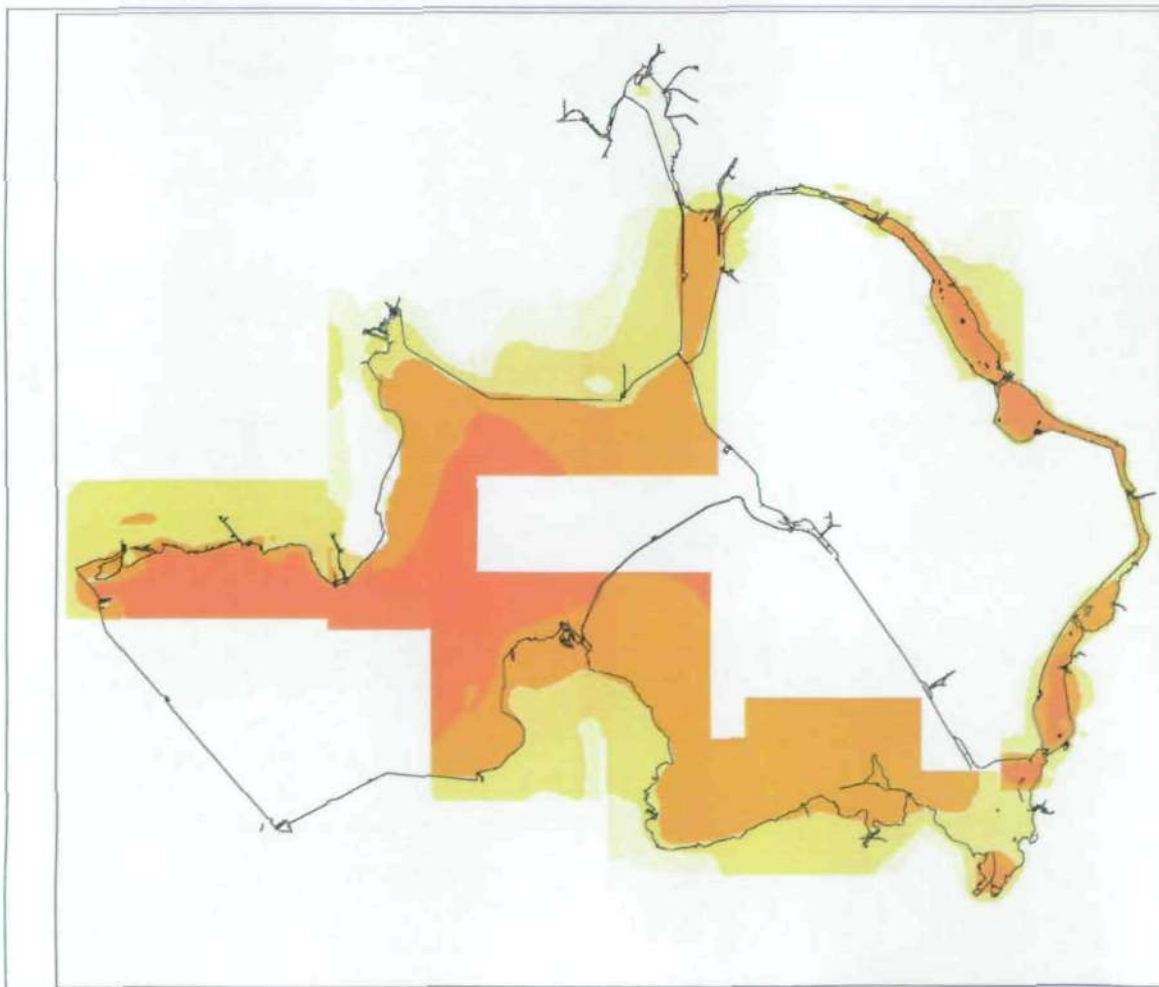
- lower than - 0.9 mm/d
- 0.9 - - 0.6 mm/d
- 0.6 - - 0.3 mm/d
- 0.3 - 0.0 mm/d
- 0.0 - 0.5 mm/d
- 0.5 - 1.0 mm/d
- 1.0 - 5.0 mm/d
- greater than 5.0 mm/d

Figuur 2. Kwel en infiltratie voor de huidige situatie.

reclaimed lakes

ice pushed sand ridges

borderline between Holocene deposits (west) and Pleistocene deposits (east); southern borderline of glacial deposits



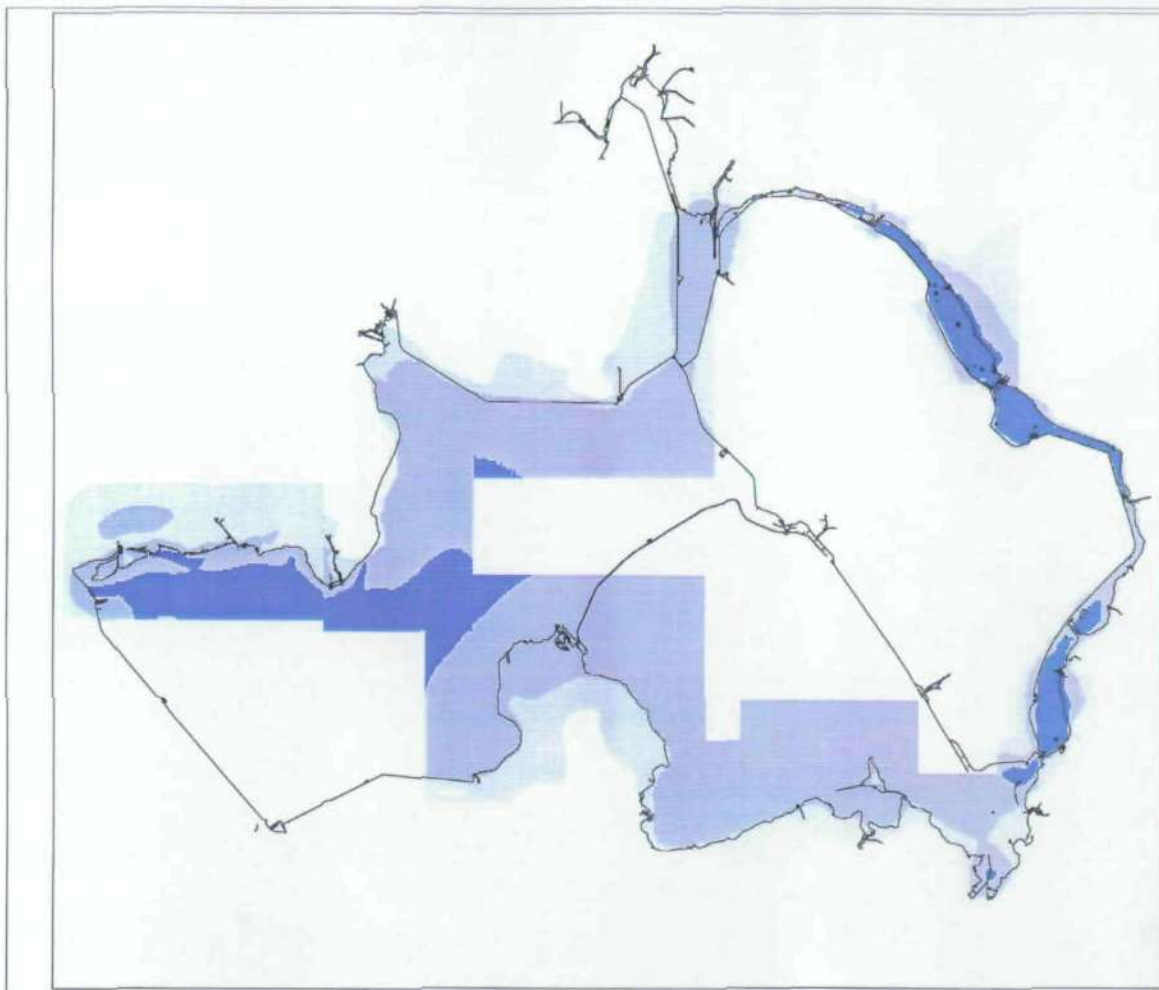
Verandering stijghoogte bij een peil +0.4m NAP (NAGROM)

Figuur 3.

- 0-0.05 m
- 0.05-0.10 m
- 0.10-0.25 m
- 0.25-0.50 m
- 0.50-1.00 m



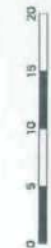
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
 Rijksinstituut voor Integraal Zee- en Rivierwaterbeheer en
 Afvalwaterbehandeling RIZA



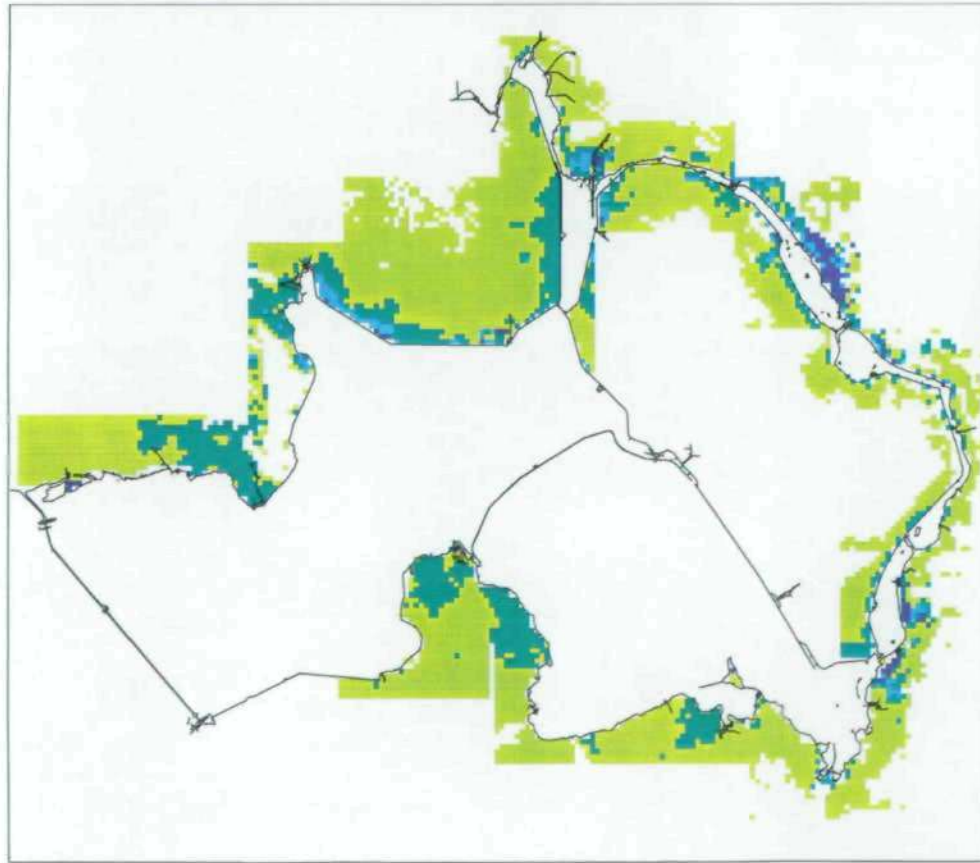
Verandering stijghoogte bij een peil -0.6m NAP (NAGROM)

Figuur 4.

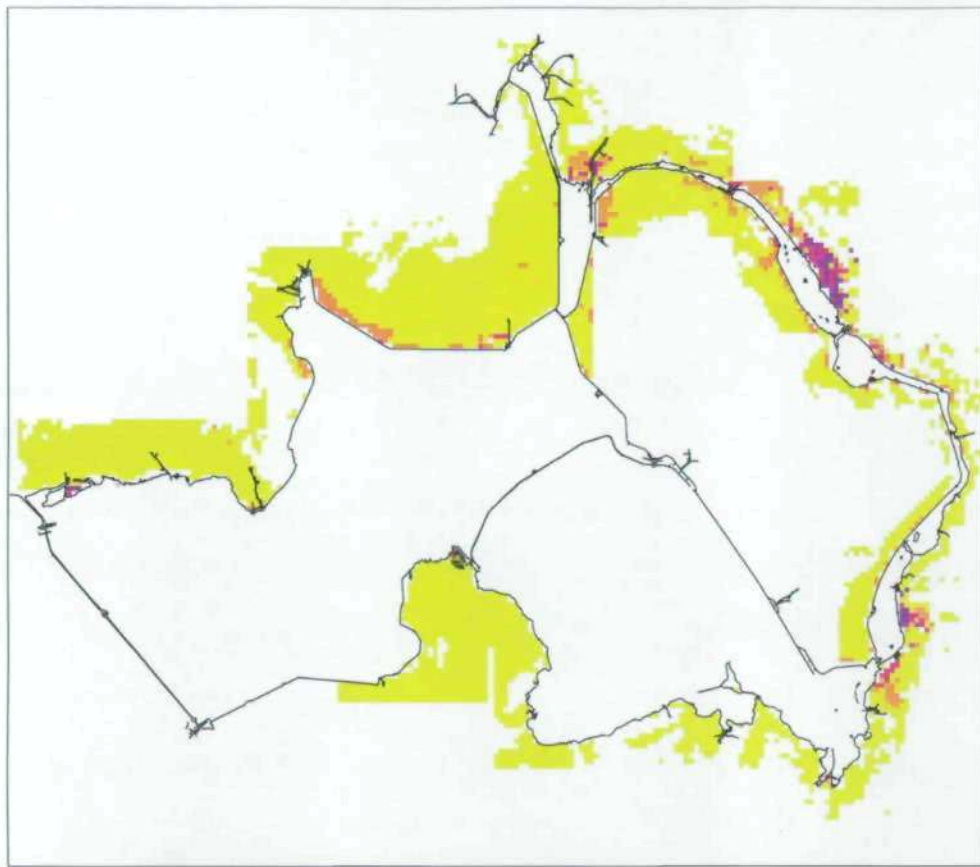
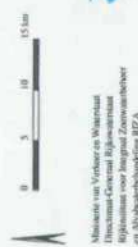
- 1-0.50 m
- 0.50-0.25 m
- 0.25-0.10 m
- 0.10-0.05 m
- 0.05-0 m



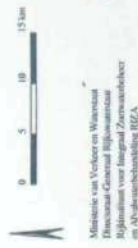
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
 Rijksinstituut voor Integraal Zee- en Rivierwaterbeheer en
 Afvalwaterbehandeling RIZA

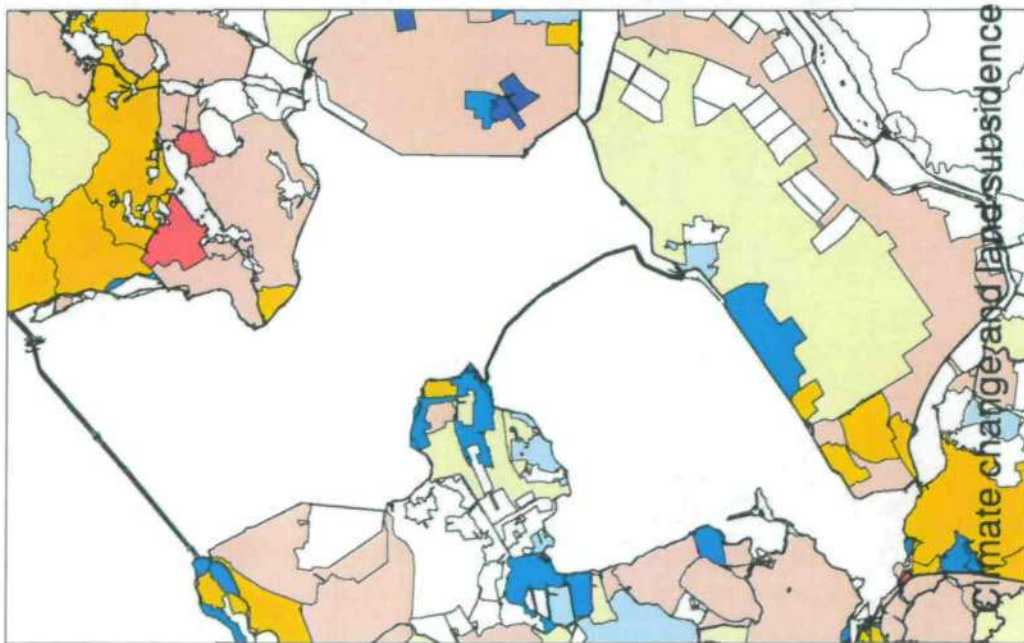
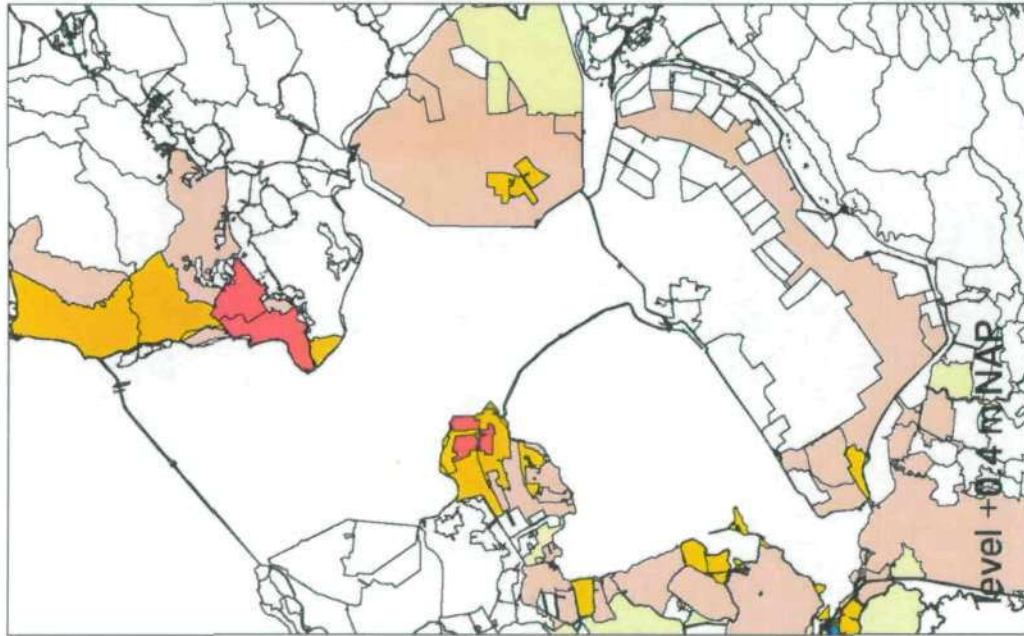
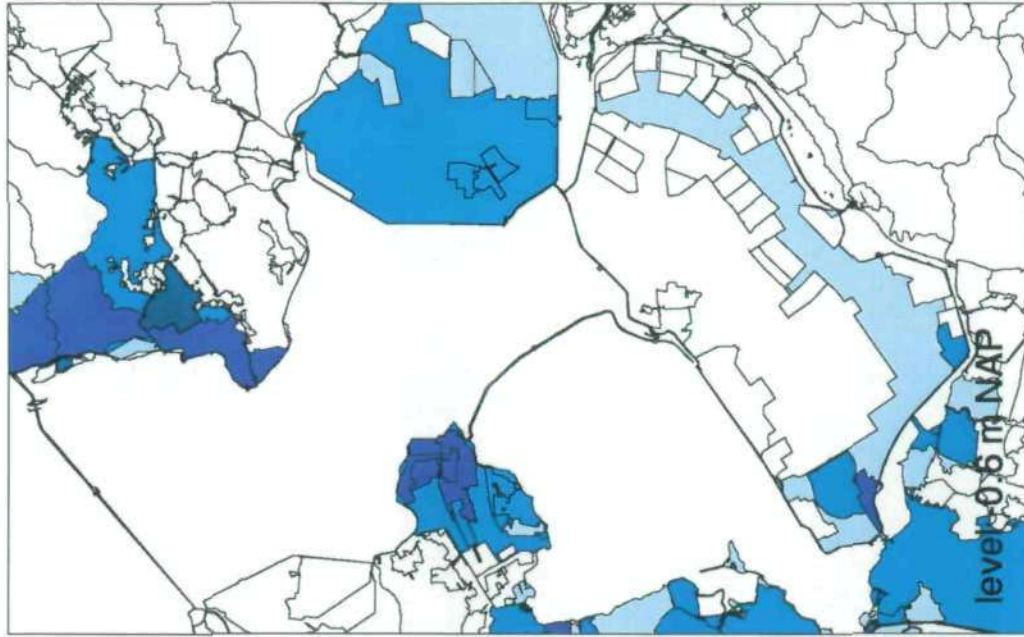


Figuur 5. Verandering flux bij peil +0.4 m NAP (MONA).



Figuur 6. Verandering flux bij peil -0.6 m NAP (MONA).





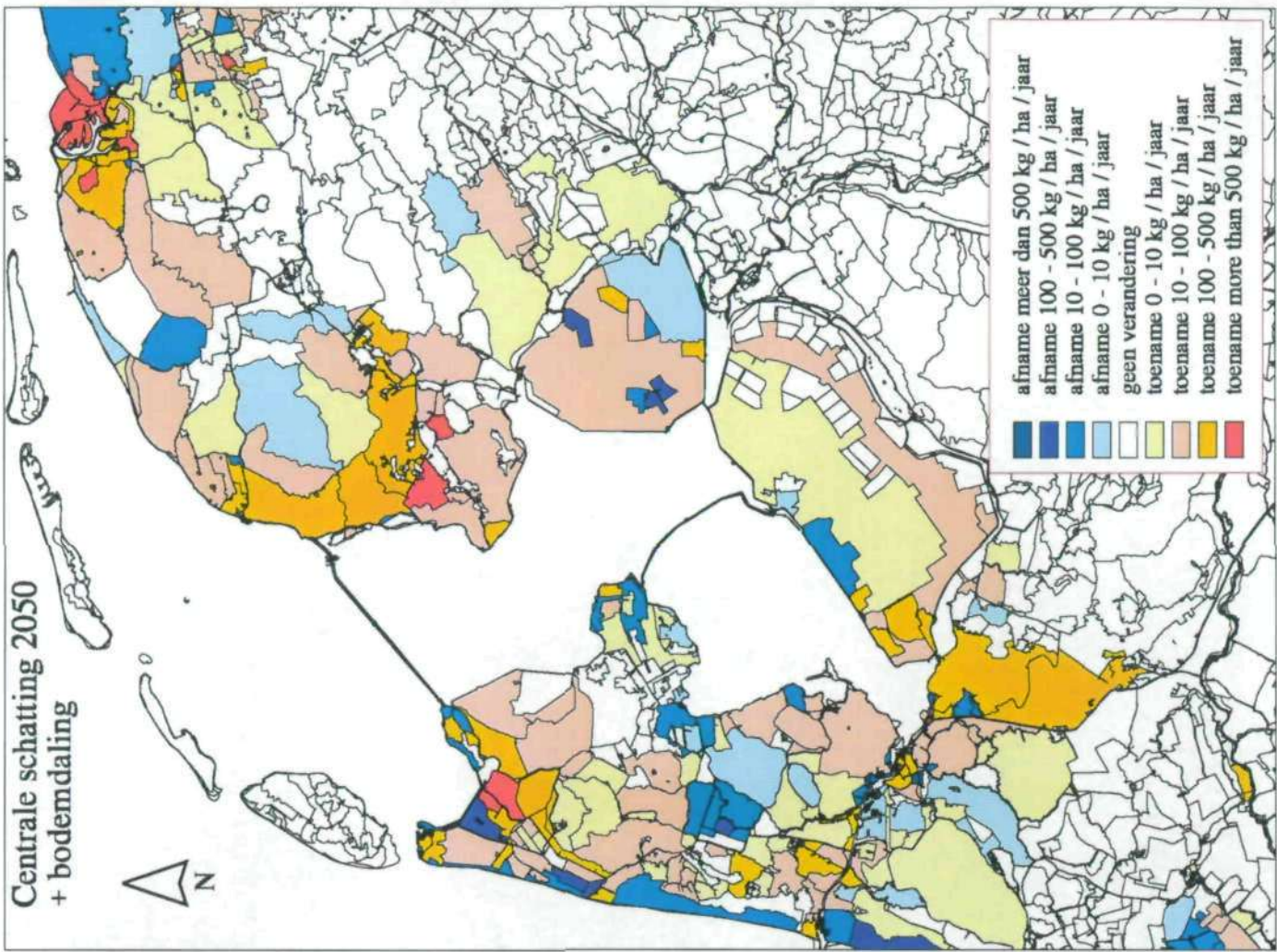
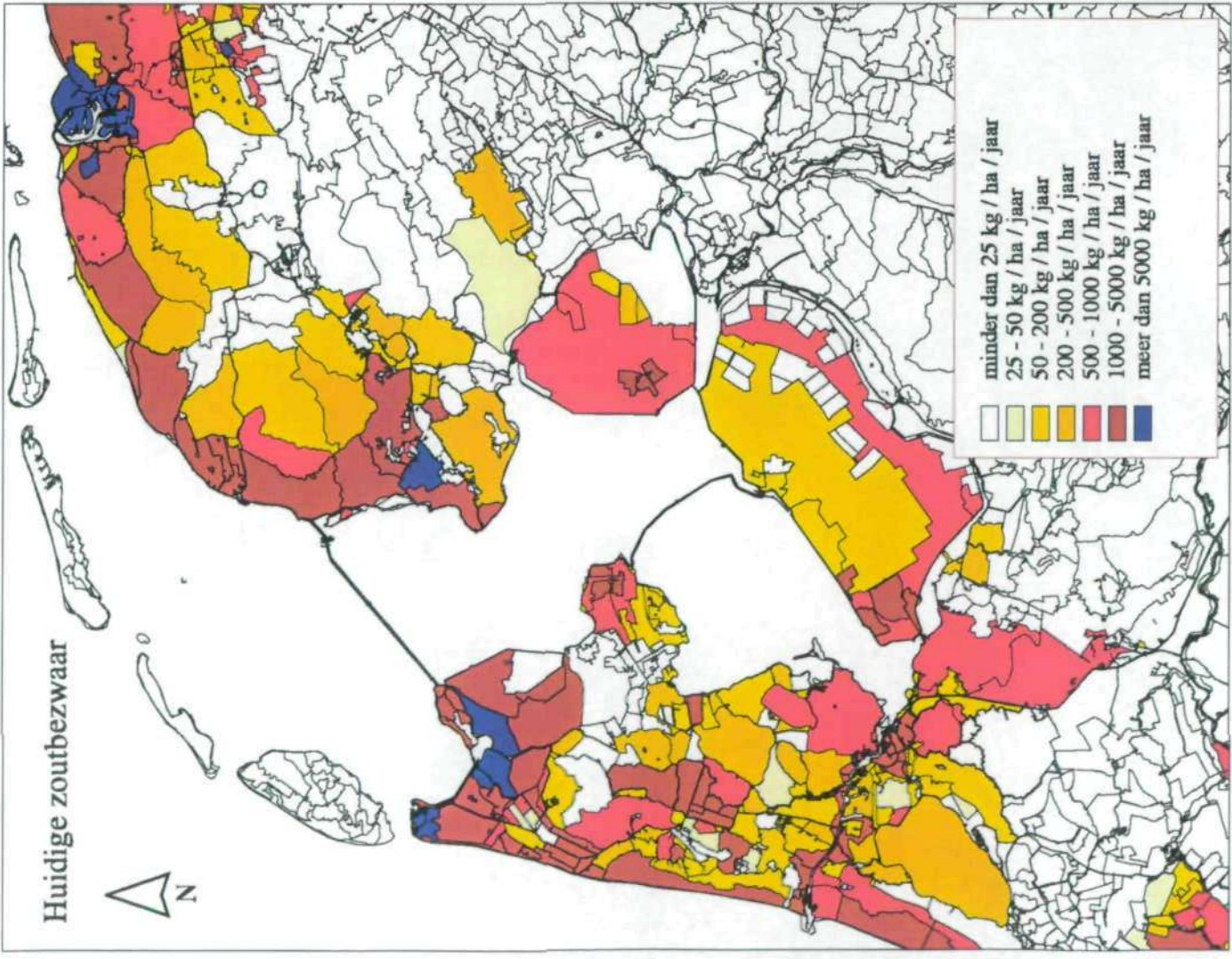
Figuur 7. Verandering zoutbezwaar.

- decrease more than 500 kg / ha / year
- decrease 100 - 500 kg / ha / year
- decrease 10 - 100 kg / ha / year
- decrease 0 - 10 kg / ha / year
- no change
- increase 0 - 10 kg / ha / year
- increase 10 - 100 kg / ha / year
- increase 100 - 500 kg / ha / year
- increase more than 500 kg / ha / year

Auteur : M. Haasnoot
 Afdeling : WSG
 Datum : 18 november 1989
 Referentie : /projecthoofdzoutwinboe.apr



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
 Rijkswaterstaat voor Integraal Zoutwaterbeheer en
 Afvalwaterbehandeling RIZA



Uit de eerder beschreven definitie van zoutbezwaar volgt dat bij een verandering van de fluxen ook het zoutbezwaar in het oppervlaktewater verandert. Een toename van de kwel zorgt voor een toename van het zout in het oppervlaktewater. Uit eerdere berekeningen (Haasnoot et al., 1999) bleek al dat de veranderingen in zoutbezwaar vooral door zeespiegelstijging en bodemdaling worden veroorzaakt. Een toename van het peil in het IJsselmeer naar +0.4 m NAP veroorzaakt een toename van de kwel en dus een toename van het zoutbezwaar in het omliggende gebied. Een verlaging van het peil naar -0.6 m NAP vermindert de kweldruk en dus ook een afname van het zoutbezwaar in het oppervlaktewater. Figuur 7 geeft de veranderingen van het zoutbezwaar aan voor de verschillende scenario's. De effecten van klimaatverandering en peilverandering op het zoutbezwaar zijn, wat betreft de mate van verandering, vergelijkbaar (orde grootte 10 - 100 kg/ha/jaar).

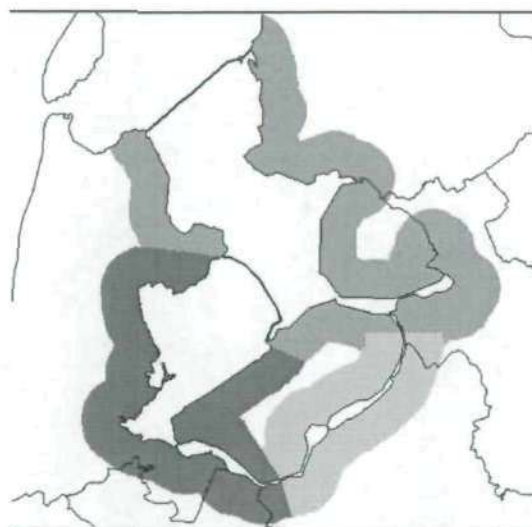
Veranderingen in zoutbezwaar zullen ook effect hebben op de landbouw. Oppervlaktewater wordt immers gebruikt voor beregening van het land. Wanneer het zoutbezwaar hoger wordt, zal er meer moeten worden doorgespoeld. Moeilijker is echter om in te schatten wat de schade zal zijn aan het gewas, omdat dit ook afhangt van de concentratie van zout in de ondergrond waar de gewassen worden geteelt. Deze concentratie hangt af van de hoeveelheid diepe kwel dat uiteindelijk het maaiveld bereikt. Een zoutbezwaar van 1000 - 2000 kg/ha/jaar kan leiden tot een gemiddelde concentratie van 100 - 800 mg/l in het oppervlaktewater (Werkgroep klimaatverandering en bodemdaling, 1997). Voor grasland en akkerbouw wordt door Huinink et al. (1998) een attenderingswaarde aangegeven van 600 mg/l. Dit betekent dat er een schaderisico ontstaat bij een overschrijding van deze waarde. Om een grove indicatie te krijgen van gebieden waar deze waarde wordt overschreden, is het zoutbezwaar vermenigvuldigt met een factor (450/1500), bepaald aan de hand van eerdergenoemde getallen van de werkgroep klimaatverandering en bodemdaling (1997). Hieruit bleek dat vooral in het westen van Friesland en plaatselijk in het westelijke deel van het IJsselmeergebied knelpunten kunnen ontstaan.

4.2 Effecten voor grondwaterstand en landbouw

De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) wordt door 80% bepaald door de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en voor 20% door de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). De GHG en GLG zijn bepaald uit de drie hoogste respectievelijk laagste grondwaterstanden uit de grondwaterstanden berekend door MOZART per 10-daagse tijdstap.

Voor het verkennen van een ander waterbeheer moet het peil per deelgebied kunnen worden veranderd. Daartoe wordt binnen het WINBOS instrumentarium onderscheid gemaakt tussen drie deelgebieden, te weten: het IJsselmeer, Markermeer en de randmeren (zie Figuur 8). De effecten voor de landbouw zijn per deelgebied gesommeerd.

Figuur 8. Deelgebieden in WINBOS: Markermeer, Randmeren, IJsselmeer.



Effecten van verandering in peil

Figuur 9 en 10 geven de veranderingen in grondwaterstand berekend door MOZART weer. In beide scenario's vertaalt de verandering in flux zich in geringe veranderingen van de grondwaterstand (0 tot 1 à 2 cm voor peil -0.6 m NAP en 0 tot 2 à 3 cm voor peil +0.4 m NAP). De grootste veranderingen zijn, overeenkomstig met de verandering in fluxen, te zien in de gebieden met zandige ondergrond.

Een verlaging van de grondwaterstand vermindert de natschade en verhoogt de droogteschade. Bij een hoger peil neemt de natschade dan ook toe en de droogteschade af. Figuur 11 en 12 geven een ruimtelijk beeld van de veranderingen in schades voor de landbouw. De verandering in schade ligt voornamelijk tussen de 0 - 10 fl/ha. De gebruikte gemiddelde gewaswaarde in AGRICOM lag tussen 2400 en 2600 fl/ha. De verandering is dus in verhouding tot de gemiddelde gewaswaarde zeer gering. Tabel 3 laat de totale verandering in droogte- en natschade zien voor de verschillende scenario's en deelgebieden in WINBOS.

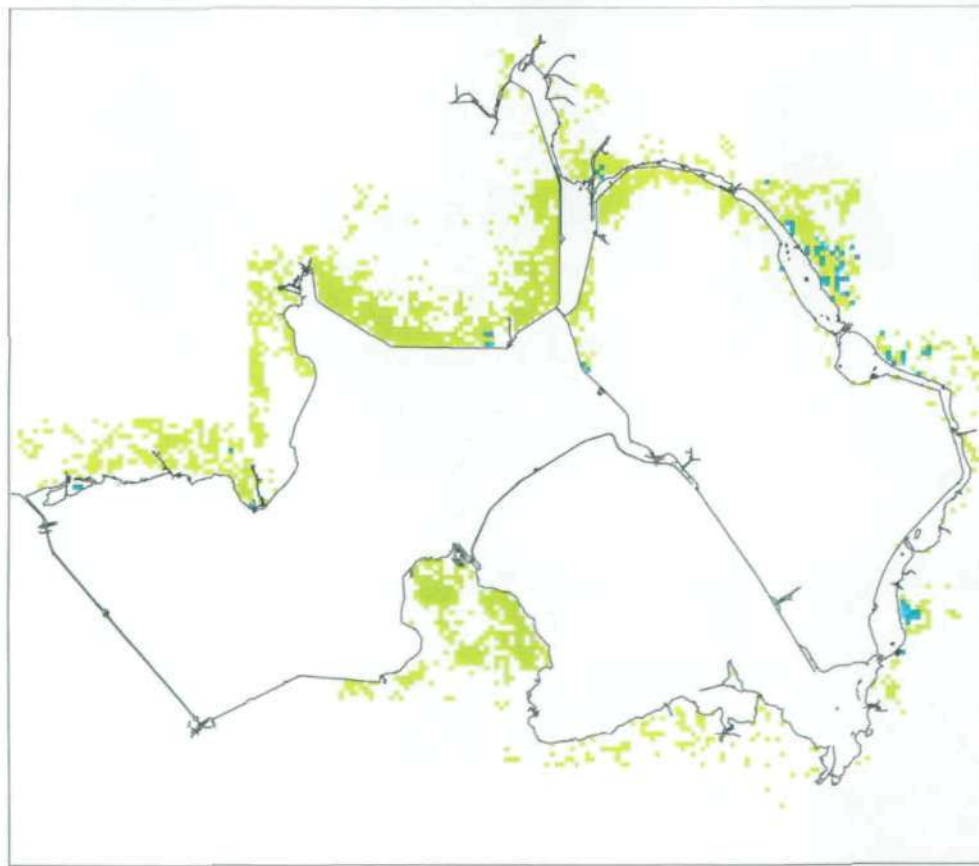
Klimaatverandering

Klimaatverandering uit zich voornamelijk in het toenemen van de neerslag. De grondwateraanvulling is hierdoor groter, wat een toename van de grondwaterstanden veroorzaakt. Doordat is aangenomen dat de peilen in de polders worden aangepast aan de bodemdaling, is het effect van bodemdaling gering (Haasnoot *et al.*, 1999). Gemiddeld stijgt de grondwaterstand 4 tot 6 cm.

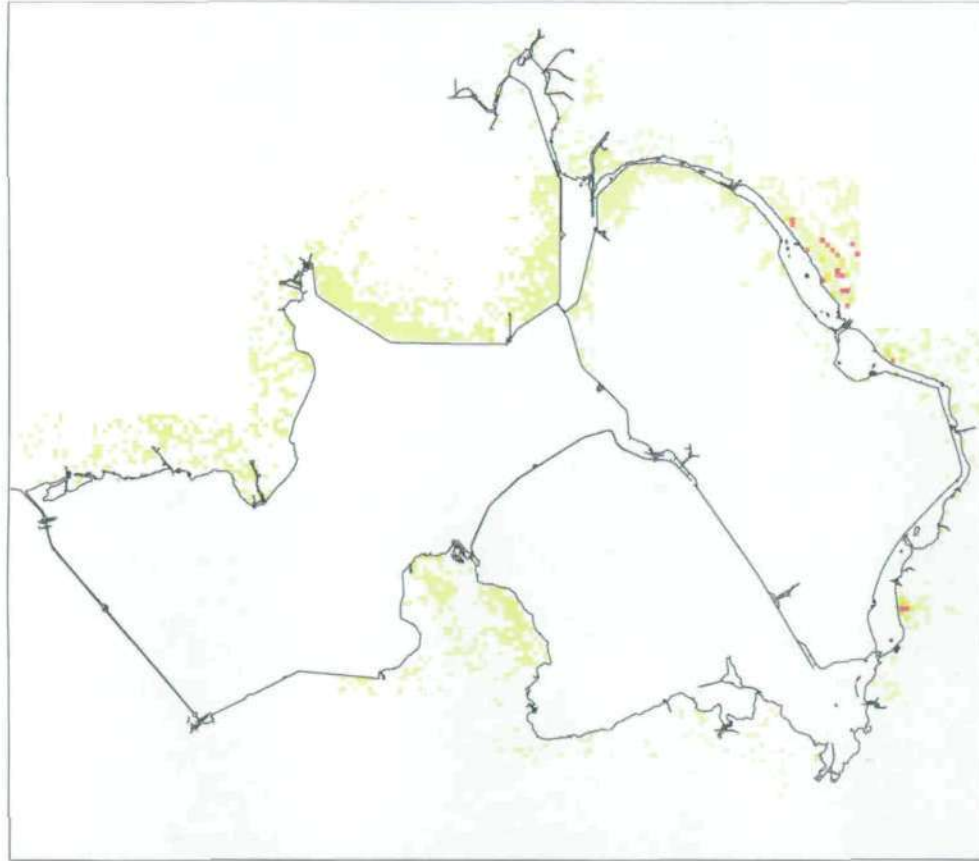
Een toename van de grondwaterstand, verhoogt de natschade en verlaagt de droogteschade. De afname van droogteschade is lager, doordat in de zomer de toename van verdamping, veroorzaakt door klimaatverandering, tot uiting komt. Daarnaast neemt de neerslag in de winter meer toe dan in de zomer. De veranderingen liggen gemiddeld tussen de 5 en 50 fl/ha en 40 en 250 voor respectievelijk de droogteschade en natschade. De effecten van klimaatverandering zijn groter dan de effecten bij een verandering van het peil in het IJsselmeer.

Tabel 3. Verandering totale droogte- en natschade per deelgebied (Kfl/jaar), berekend met AGRICOM.

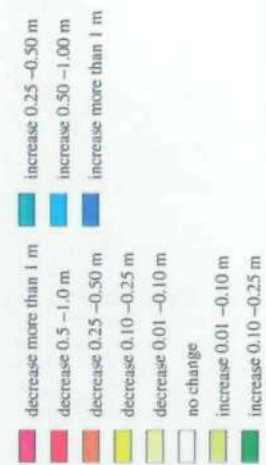
	Peil +0.4		Peil -0.6		Centrale schatting 2050 (klimaatverandering en bodemdaling)	
	natschade (Kfl/jaar)	droogteschade (Kfl/jaar)	natschade (Kfl/jaar)	droogteschade (Kfl/jaar)	natschade (Kfl/jaar)	droogteschade (Kfl/jaar)
IJsselmeer	380	-80	-156	9	2865	-148
randmeren	158	-39	-74	76	451	-96
Markermeer	68	-20	-22	11	656	-42

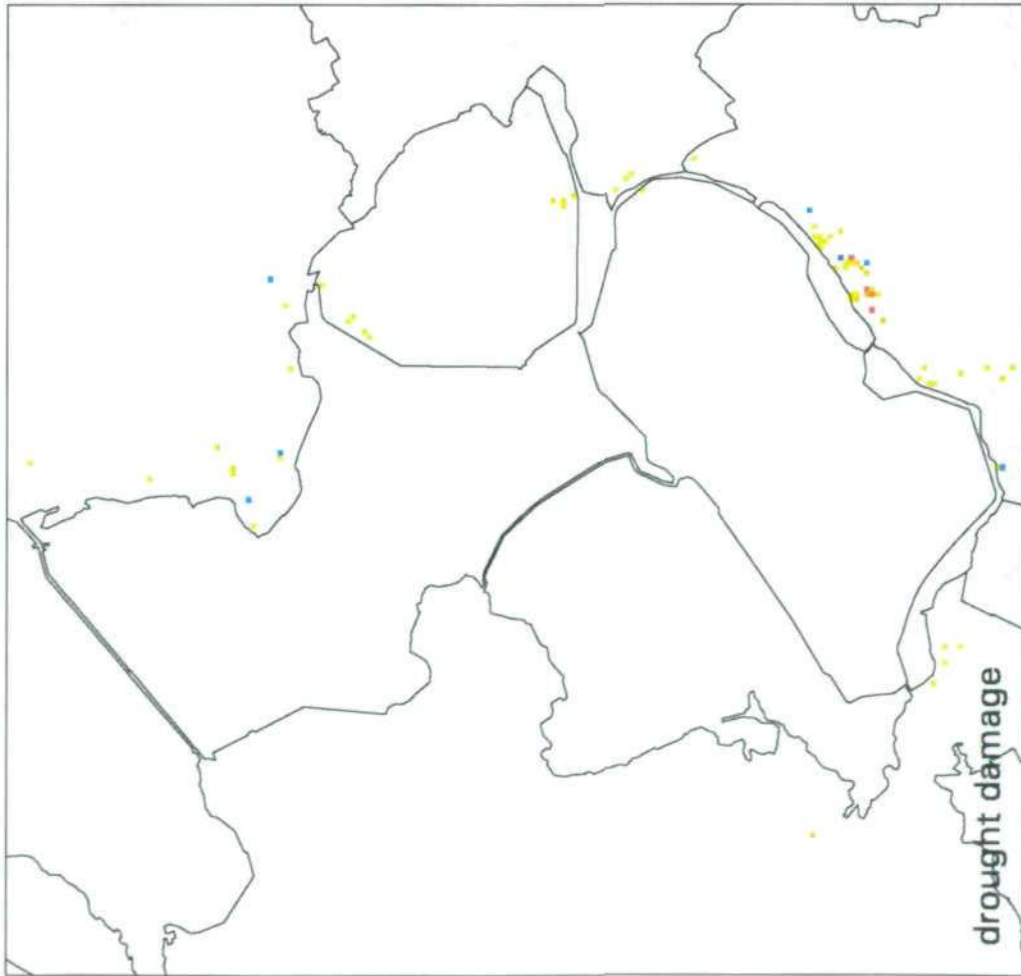


Figuur 9. Verandering grondwaterstand peil +0.4 m NAP.

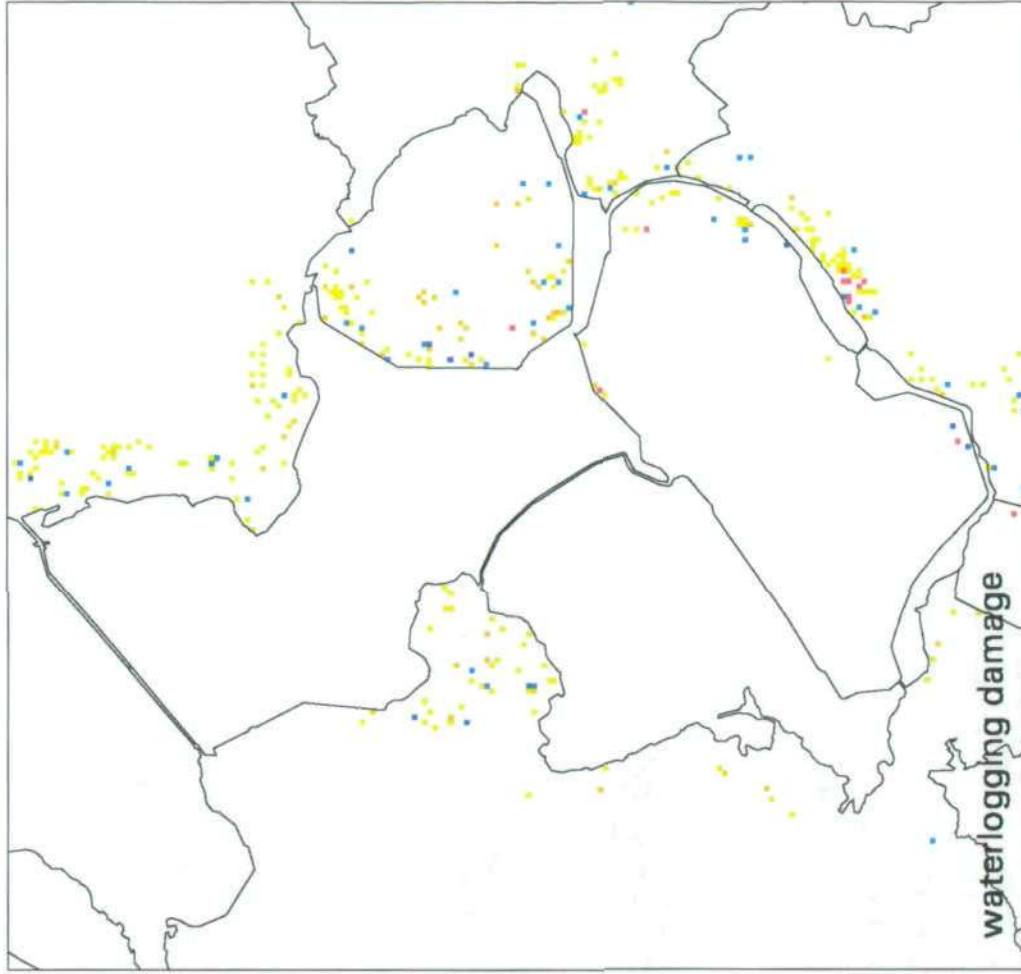


Figuur 10. Verandering grondwaterstand peil -0.6 m NAP.





drought damage



waterlogging damage

Figuur 11. Verandering droogteschade en natschade peil +0.6m NAP.

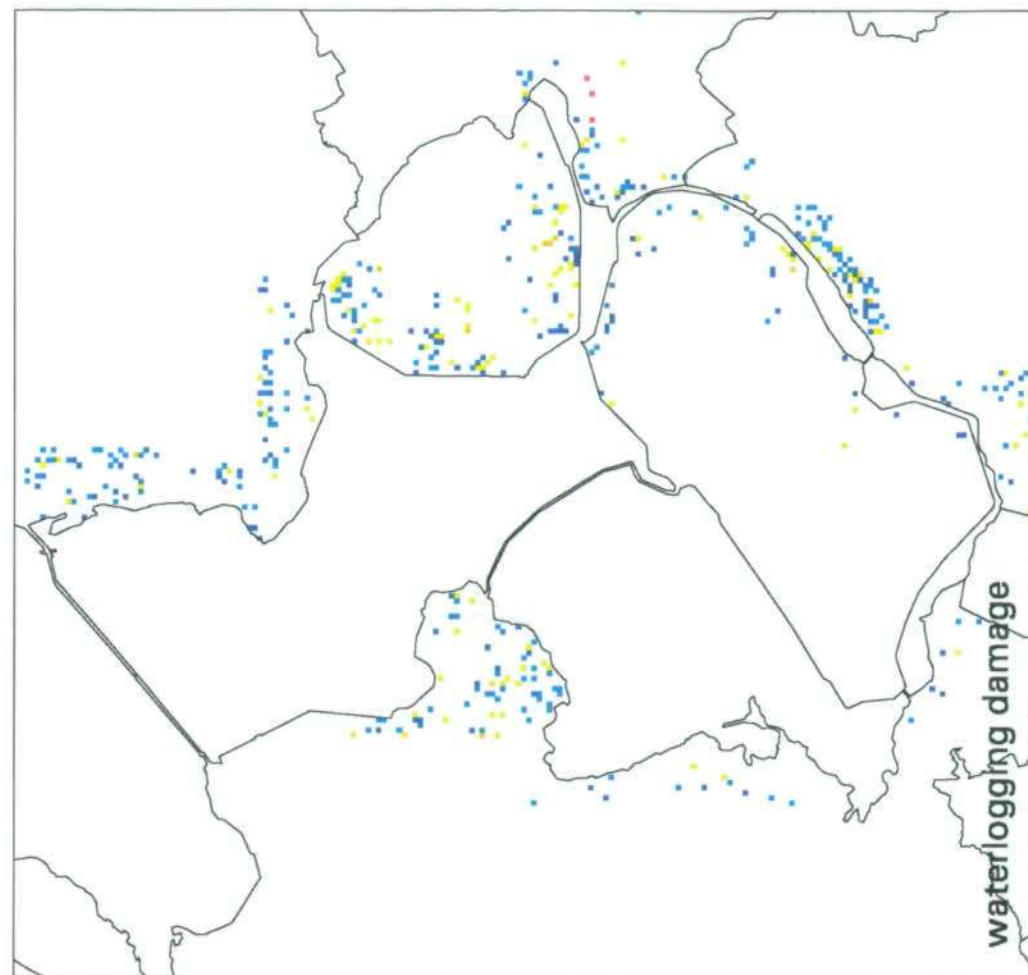
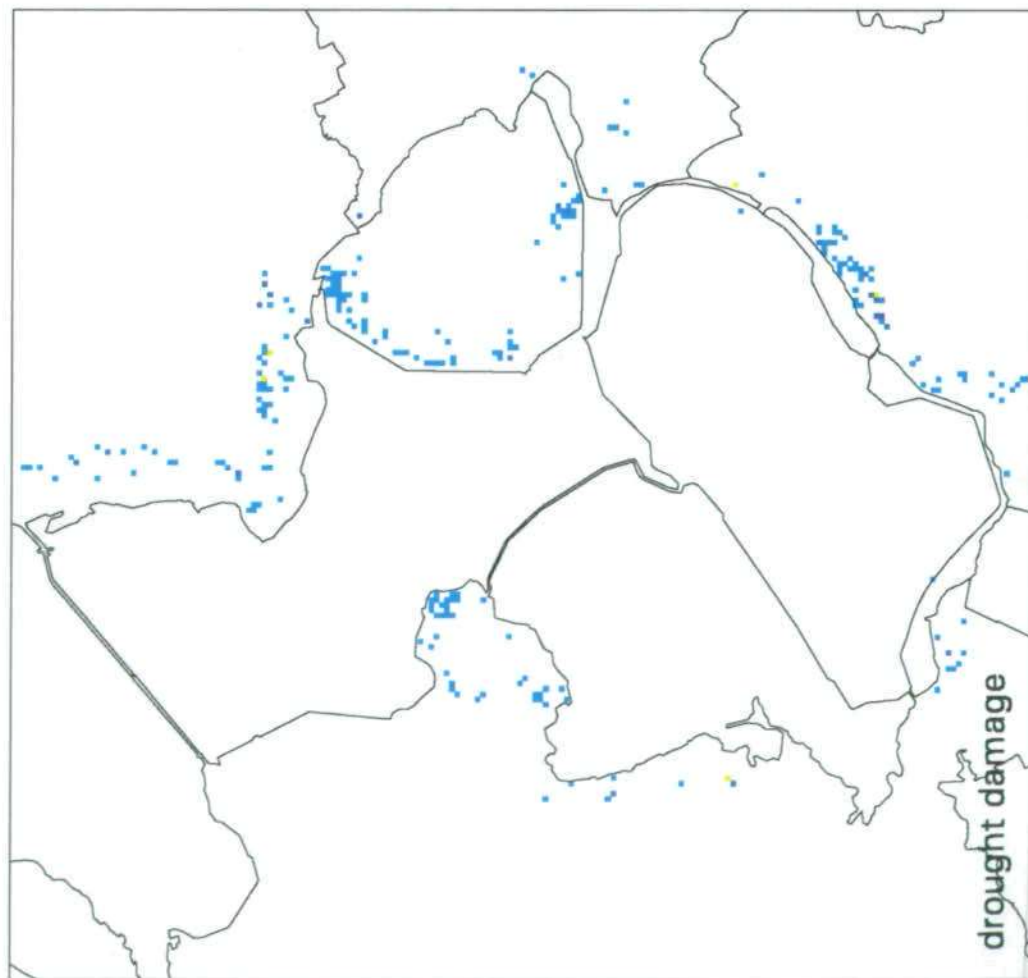
- decrease more than 200 fl/ha
- decrease 50 - 200 fl/ha
- decrease 5 - 50 fl/ha
- change 0 - 5 fl/ha
- increase 5 - 50 fl/ha
- increase 50 - 200 fl/ha
- increase more than 200 fl/ha

Auteur : M. Haasnoot
Afdeling : WSG
Datum : 28 december 1999
Referentie : /proj/ws/winbos/agricom/schadeswinbos.apr

- decrease more than 200 fl/ha
- decrease 50 - 200 fl/ha
- decrease 5 - 50 fl/ha
- change 0 - 5 fl/ha
- increase 5 - 50 fl/ha
- increase 50 - 200 fl/ha
- increase more than 200 fl/ha



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en
Afvalwaterbehandeling RIZA



Figuur 12. Verandering droogteschade en natschade peil -0.4 m NAP.

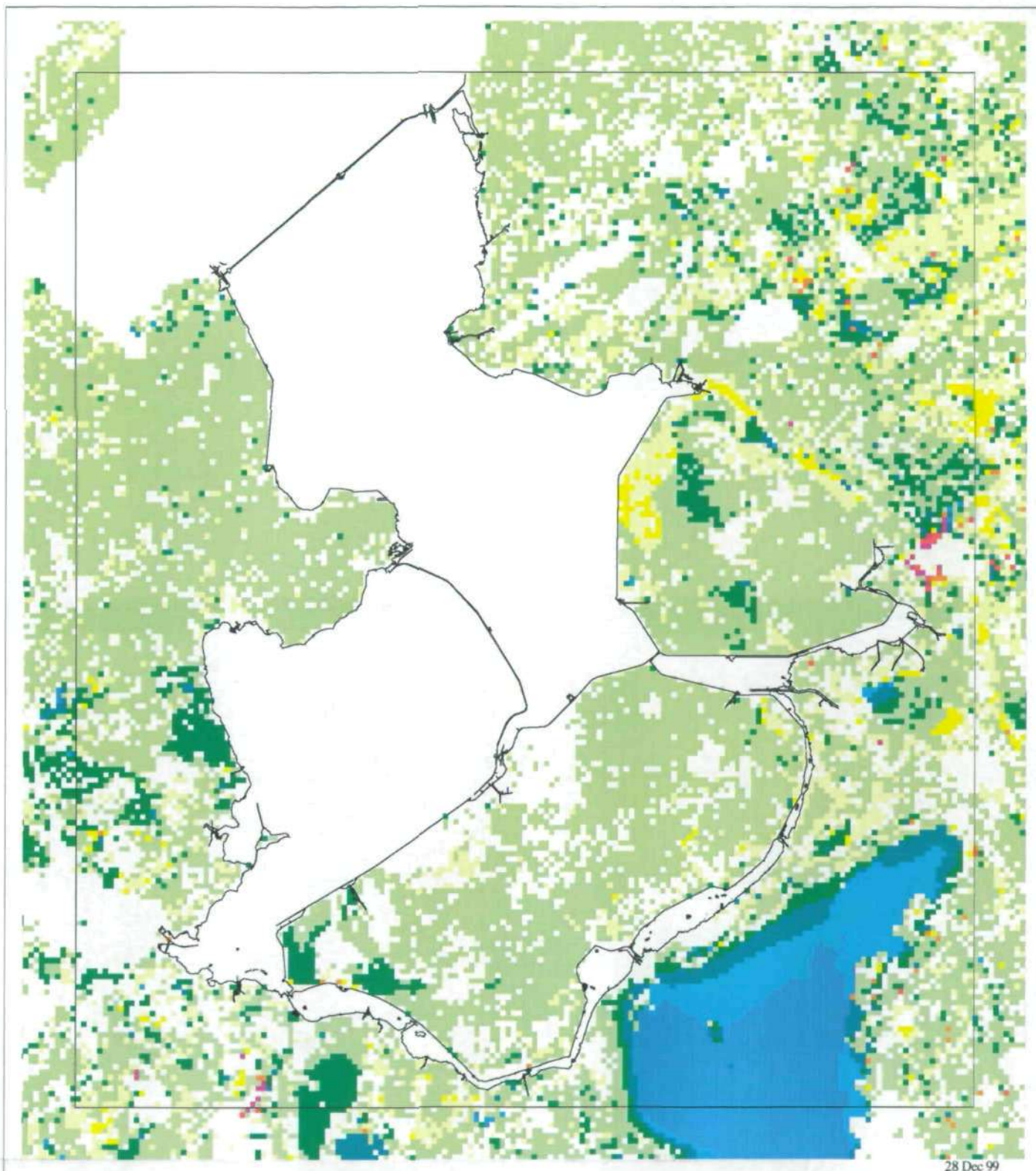
- decrease more than 200 fl/ha
- decrease 50 - 200 fl/ha
- decrease 5 - 50 fl/ha
- change 0 - 5 fl/ha
- increase 5 - 50 fl/ha
- increase 50 - 200 fl/ha
- increase more than 200 fl/ha

- decrease more than 200 fl/ha
- decrease 50 - 200 fl/ha
- decrease 5 - 50 fl/ha
- change 0 - 5 fl/ha
- increase 5 - 50 fl/ha
- increase 50 - 200 fl/ha
- increase more than 200 fl/ha

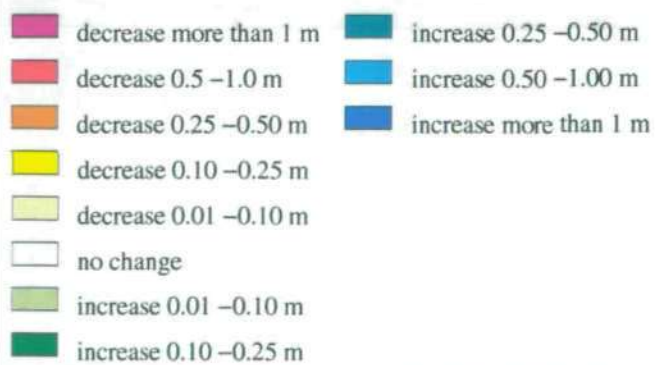
Auteur : M. Haasnoot
Afdeling : WSG
Datum : 28 december 1999
Referentie : /projwswinbos/agricom/schadeswinbos.apr



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en
Afvalwaterbehandeling RIZA



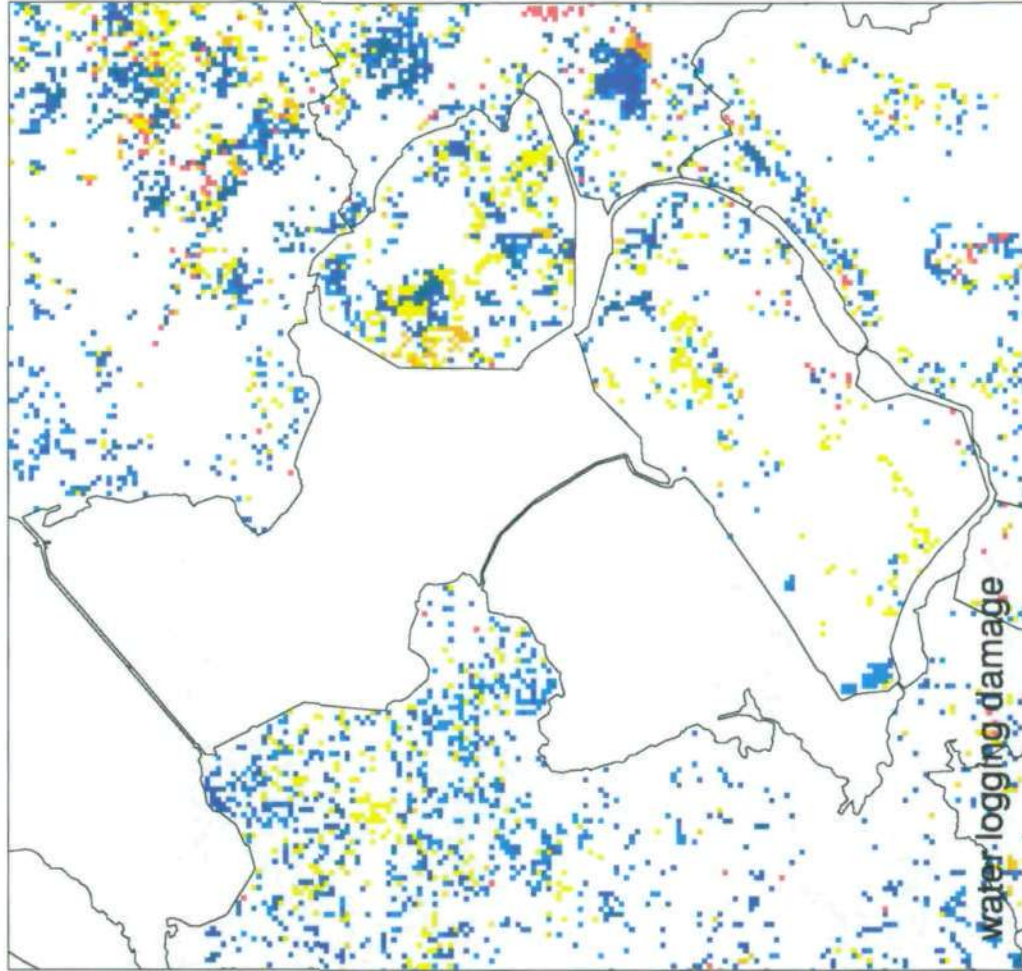
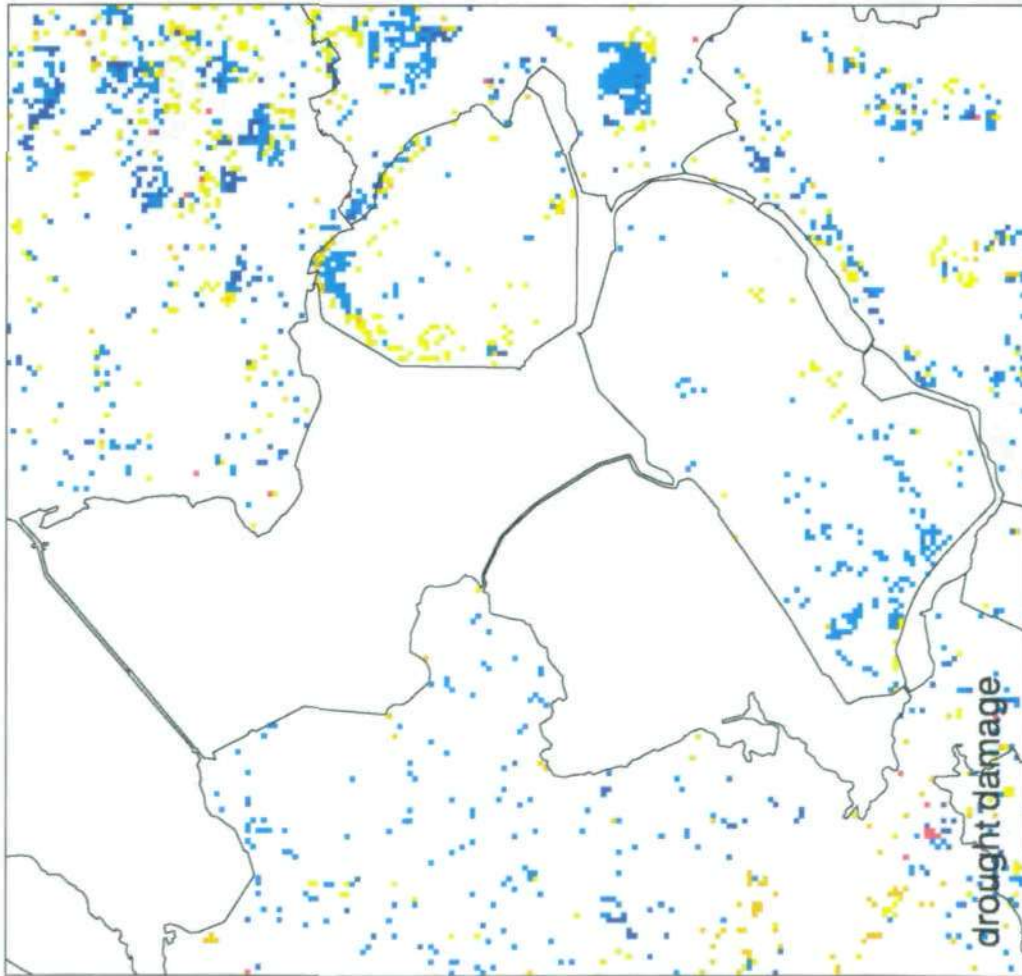
Figuur 13. Verandering grondwaterstand centrale schatting 2050 en bodemdaling.



0 5 10 15 km

Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
 Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer
 en Afvalwaterbehandeling RIZA





Figuur 14. Verandering droogteschade en natschade centrale schatting 2050 en bodemdaling.

- decrease more than 200 l/ha
- decrease 50 - 200 l/ha
- decrease 5 - 50 l/ha
- change 0 - 5 l/ha
- increase 5 - 50 l/ha
- increase 50 - 200 l/ha
- increase more than 200 l/ha

- decrease more than 200 l/ha
- decrease 50 - 200 l/ha
- decrease 5 - 50 l/ha
- change 0 - 5 l/ha
- increase 5 - 50 l/ha
- increase 50 - 200 l/ha
- increase more than 200 l/ha

Auteur : M. Heashoot
 Afdeling : WSG
 Datum : 21 december 1999
 Referentie : /proj/wet/irbos/agricult/mischade/windoo.apr



Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
 Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en
 Afvalwaterbehandeling RIZA

5 Conclusie

Een stijging van het gemiddelde peil in het IJsselmeergebied naar +0.4 m NAP, veroorzaakt een grondwaterstandsstijging van 0 tot 3 cm. De gevolgen voor de landbouw zijn een geringe toename van de totale natschade (0.61 MFI) en een geringe afname van de totale droogteschade (0.14 MFI). Een verlaging van het gemiddelde IJsselmeerpeil met circa 30 cm naar -0.6 m NAP geeft het tegenovergestelde effect; de grondwaterstand daalt 0 tot 2 cm. Deze dalingen zijn verwaarloosbaar. De totale natschade daalt met 0.25 MFI en de droogteschade neemt met 0.10 MFI toe. Bij de berekening van de schades is gewerkt met een stationair peil in het IJsselmeergebied over het jaar. Dit betekent dat wanneer het peil door het jaar varieert de schades voor landbouw anders kunnen worden.

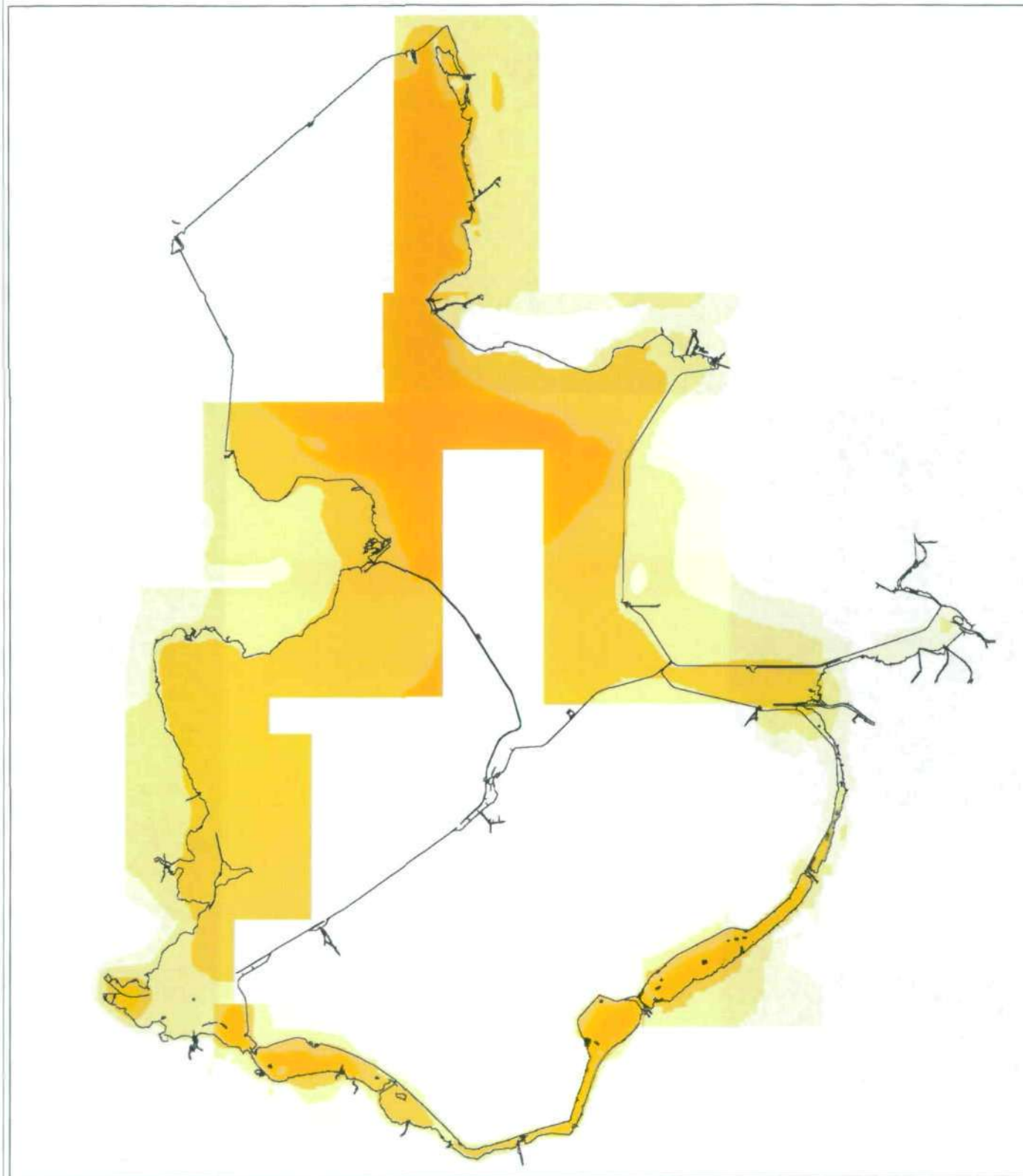
Bij klimaatverandering neemt de neerslag toe, wat leidt tot een groter neerslagoverschot. Dit heeft weer hogere grondwaterstanden tot gevolg. Bij de centrale schatting voor 2050 (temperatuur +1°C) stijgt de grondwaterstand met 4 tot 6 cm. Hierdoor neemt de totale natschade toe met 4 MFI en neemt de droogteschade af met 0.29 MFI.

De effecten van klimaatverandering op het landelijke gebied zijn dus groter dan de effecten van verandering van het peil van het IJsselmeergebied. Dit geldt voornamelijk voor de natschade voor de landbouw. De verandering in totale droogteschade is bij klimaatverandering lager. Hierdoor naderen de veranderingen in de totale droogteschade het effect van klimaatverandering eerder. Voor alle scenario's geldt dat de effecten plaatselijk anders kunnen zijn.

Wat betreft het zoutbezwaar hebben veranderingen in het IJsselmeerpeil (+0.4 of -0.6 m NAP) of klimaatverandering dezelfde range van effecten (10 -100 kg/ha/jaar). Een verandering in het zoutbezwaar zal ook gevolgen hebben voor de landbouw. Het oppervlaktewater zal minder geschikt zijn voor beregening. Daarom zal er vaker/meer moeten worden doorgespoeld. Het is moeilijker om in te schatten wat dit betekent voor de kwantitatieve gewasschade. Ook via aanvullende interviews met experts konden er geen cijfers voor schades aan het gewas worden gegeven. Wel bleek dat uit een snelle vertaalslag naar concentraties en attenderingswaarden, dat vooral in het westen van Friesland en plaatselijk in het westelijke deel van het IJsselmeergebied knelpunten kunnen ontstaan.

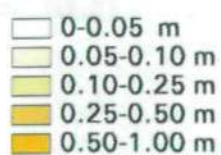
Referenties

- Buiteveld H., N.N. Lorenz, (1999). The impact of climate change on the IJsselmeer area. RIZA rapport: 99.066. NRP-project 952210.
- De Haan J., (1998). Technische handleiding MONA Userinterface 1.0. RIZA-werkdocument 98.072x. RIZA/RWS afdeling WSG. Lelystad.
- De Lange W.J., (1996). Groundwater modelling of large domains with analytic elements. PhD thesis. University of Technology. Delft. The Netherlands.
- Haasnoot M., J.A.P.H. Vermulst, H. Middelkoop, (1999). Impacts of climate change and land subsidence on the regional water systems in the Netherlands: Terrestrial areas. RIZA rapport: 99.049. NRP-project 952210
- Huinink J., F. Verstraten, J. Janssen, M. Mooij, L. Beijer, A. van der Wees, (1998). Het economisch belang van water in de landbouw. IKC-landbouw
- Ontwikkelteam NAGROM-MOZART-DEMNAT-AGRICOM, (1997). Water onder land tussen regen en plant. RIZA rapport: 97.062.
- IKC, (1993). Bodemgeschiktheidstabellen voor landbouwkundige vormen van bodemgebruik.
- IPCC, (1995). Second assessment report of working group I. Cambridge University Press. Cambridge. UK.
- IWACO, (1994). Grondwaterbeheer Midden Nederland, Modellerings watersystemen.
- Knol, W.C., en Runhaar, J., (1998),. Mogelijke peilveranderingen op het IJsselmeer op binnendijkse natuur, SC-DLO rapport 646.
- RIZA, (1995). AGRICOM gebruikershandleiding. Waterloopkundig Laboratorium.
- Knol W., J. Runhaar, (1998). Mogelijke effecten van peilverandering in het IJsselmeer op binnendijkse natuur. Sc-dlo rapport: 646.
- RIZA, (1995). Gebruikershandleiding AGRICOM.
- Strack O.D.L. (1989). Groundwater mechanics. Prentice Hall. New Jersey. USA.
- Van Vliet K., W.J. De Lange (in prep.). Het gebruik van VARELS in de grondwatermodellering van het IJsselmeergebied voor WINBOS.
- Vermulst, J.A.P.H. & W.J. De Lange (1999.). An analytic-based interface for the connection between models for unsaturated and saturated groundwater flow. Journal of Hydrology. vol. 226. p. 262-273
- Werkgroep klimaatverandering en bodemdaling, (1997). Klimaatverandering en bodemdaling gevolgen de voor de waterhuishouding van Nederland. Resultaten van een onderzoek in het kader van de voorbereidingen van de vierde nota waterhuishouding.



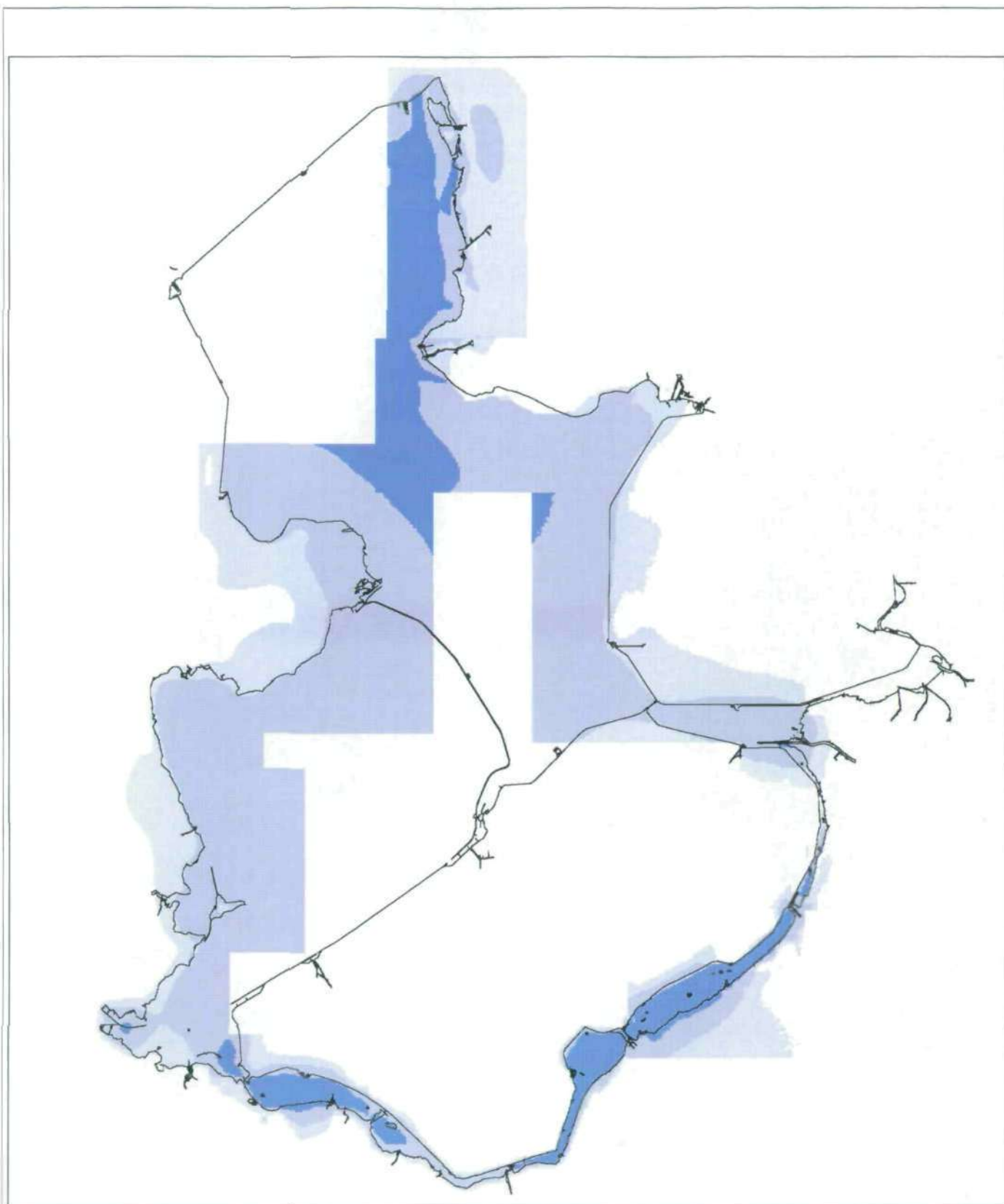
Verandering stijghoogte bij een peil +0.4m NAP (NAGROM)

Figuur 3.



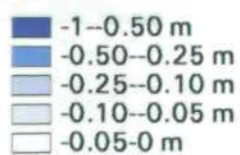
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
 Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en
 Afvalwaterbehandeling RIZA





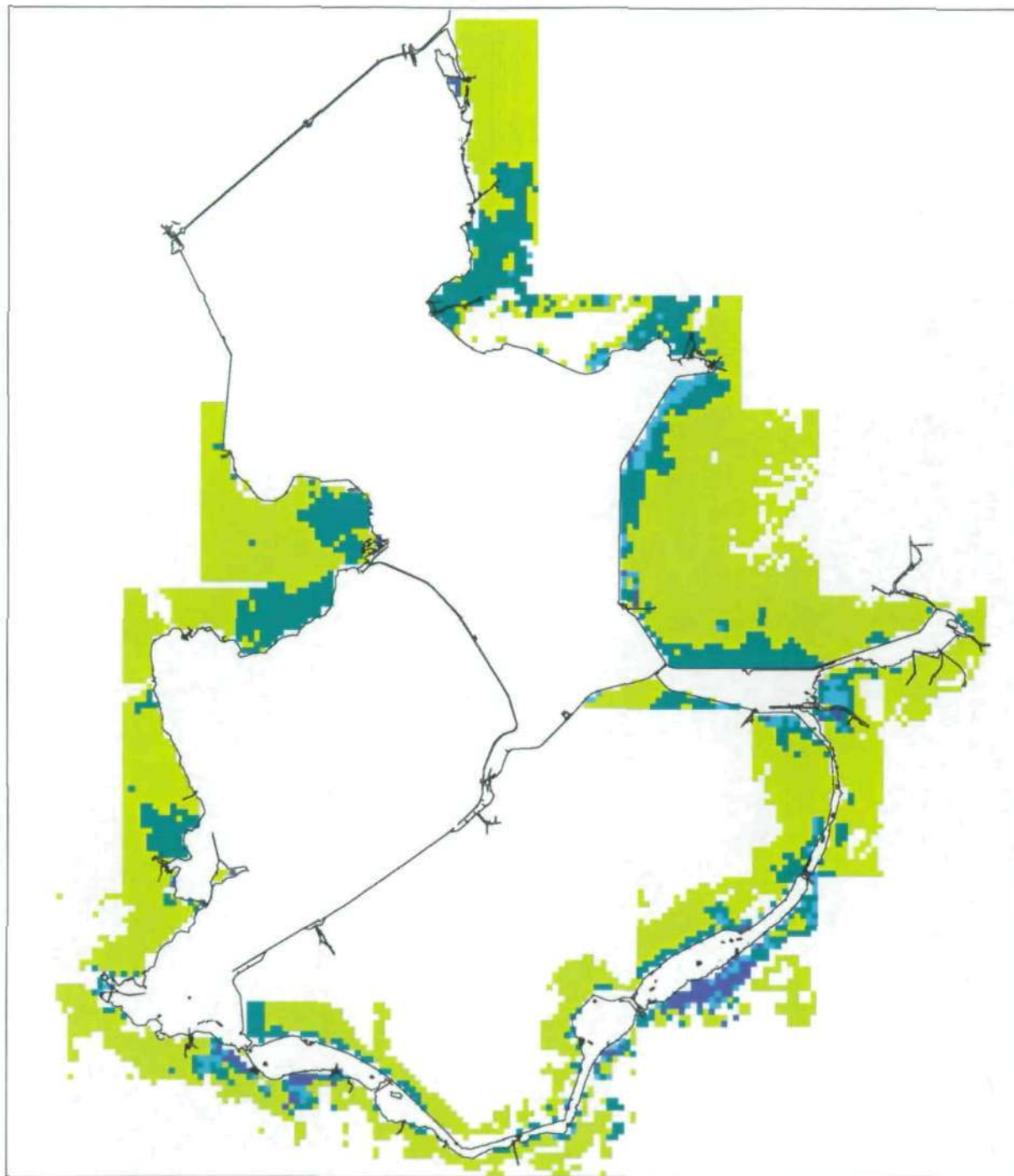
Verandering stijghoogte bij een peil -0.6m NAP (NAGROM)

Figuur 4.

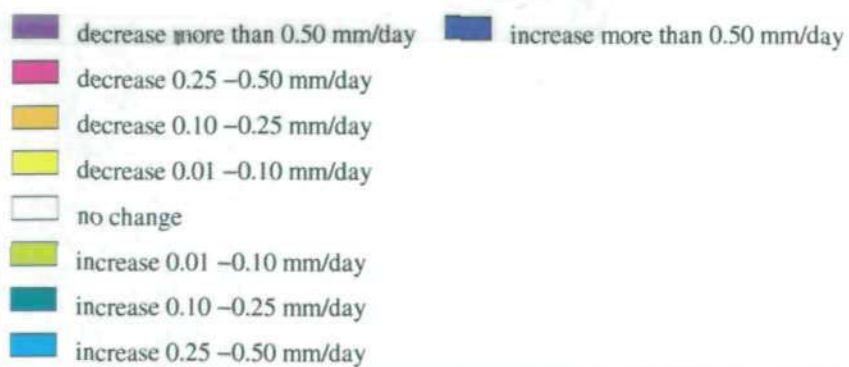


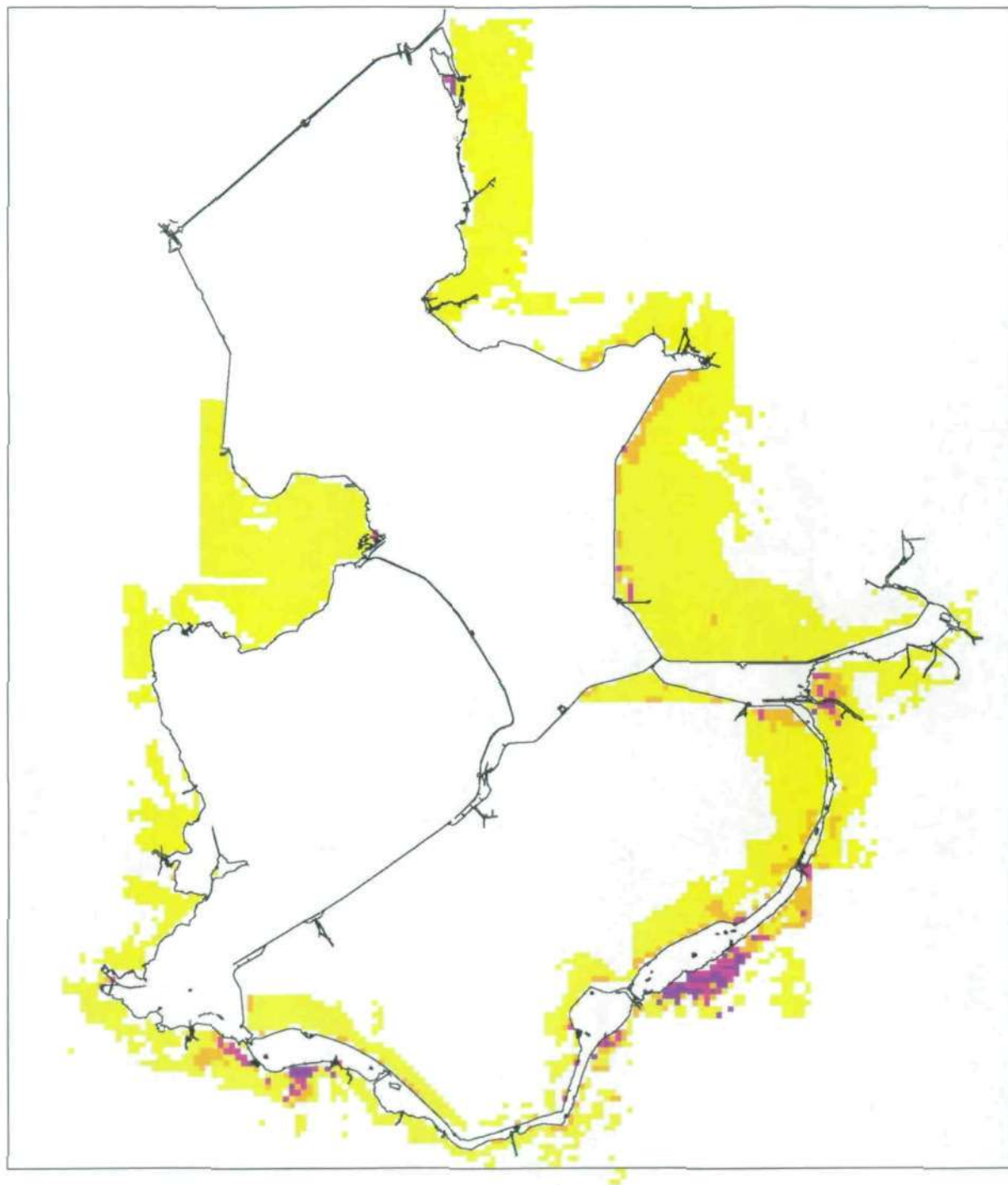
Ministerie van Verkeer en Waterstaat
 Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
 Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en
 Afvalwaterbehandeling RIZA



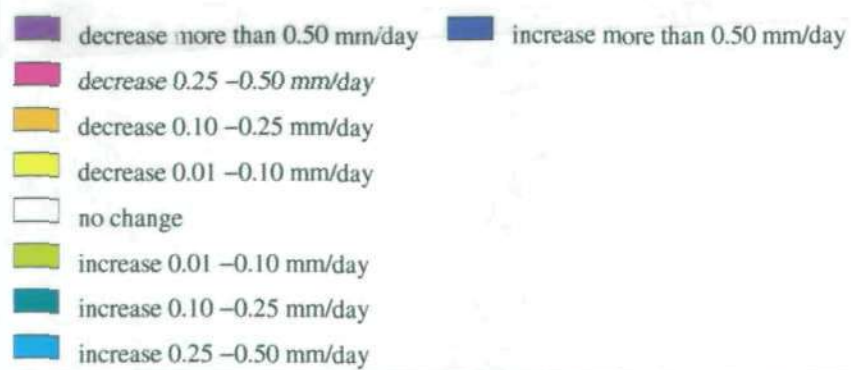


Figuur 5. Verandering flux bij peil +0.4 m NAP (MONA).



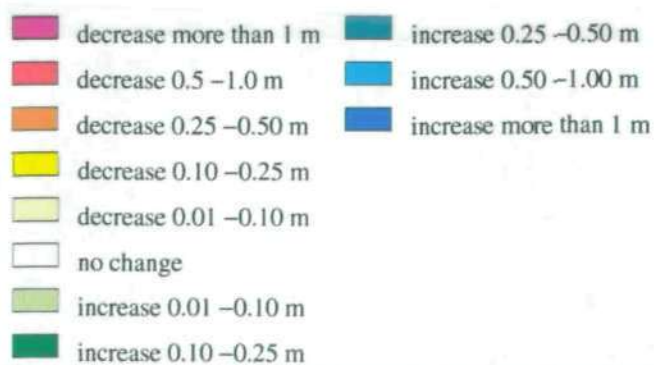


Figuur 6. Verandering flux bij peil -0.6 m NAP (MONA).





Figuur 9. Verandering grondwaterstand peil +0.4 m NAP.





Figuur 10. Verandering grondwaterstand peil -0.6m NAP.

