



Klimaat effecten op de Natura 2000 moerascorridor

- Quick Scan in het Groene Hart -

Jos Verhoeven, Maurice Paulissen, Maarten Ouboter,
Sjoerd van der Wielen, Ruut Wegman, Luuk Masselink, Hasse Goosen

In opdracht van de Provincie Zuid Holland



Universiteit Utrecht

KNW
Knowledge for
Nature and Water

waternet



ALTERRA
WAGENINGEN UR



provincie **HOLLAND**
ZUID

Witteveen + **Bos**

Inhoudsopgave

Onderzoeksvraag	1
Onderzoeksgebieden.....	1
Aanpak	1
Klimaatscenario's	2
Aannames voor en beperkingen van dit onderzoek	6
Algemene karakteristiek van de hydrologische effecten	6
Risicoschatting; methodiek.....	14
Hydrologische uitgangspunten.....	14
Risicoschatting eutrofiëring en verdroging	16
Externe verzilting: risicobeoordeling voor natuur	20
Schatting van de kwetsbaarheid van natuur in de studiegebieden	24
Botshol.....	25
Nieuwkoopse Plassen	26
Molenpolder	28
Naardermeer	29
Krimpenerwaard.....	30
Oukoop	31
Oostelijke Binnenpolder Tienhoven	32
Groot Wilnis-Vinkeveen.....	33
Signaalkaarten	34
Adaptatieopties	39
Belangrijkste conclusies.....	41
Nader onderzoek.....	41
Referentielijst	43
Colofon	44

Onderzoeksvraag

Dit onderzoek is uitgevoerd om antwoord te vinden op de volgende vraag:

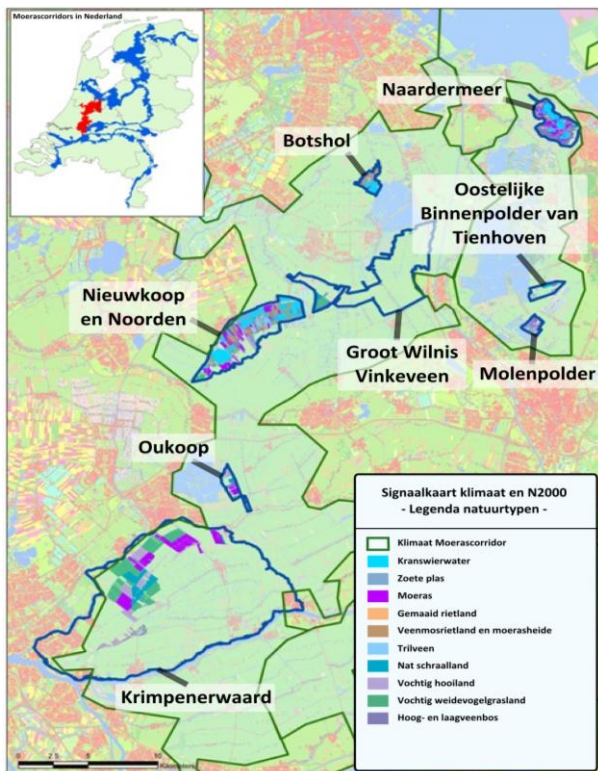
Welke gevolgen heeft klimaatverandering op eutrofiëring, verdroging en verzilting in acht Natura 2000 gebieden in het Groene Hart?

In het kader van deze onderzoeksvraag zullen tijdens het onderzoek ook de volgende vragen aan bod komen:

- *Wat zijn mogelijke knelpunten, in hoeverre staat het ecologisch functioneren van die gebieden onder druk?*
- *Wat zijn kansrijke adaptatie-opties?*

Onderzoeksgebieden

Risicoschattingen zijn gebaseerd op hydrologische gegevens voor acht gebieden binnen het Groene Hart: Naardermeer, Botshol, Oostelijke Binnepolder van Tienhoven, Molenpolder, Groot Wilnis Vinkeveen, Nieuwkoop en Noorden, Oukoop en Krimpenerwaard (fig. 1)



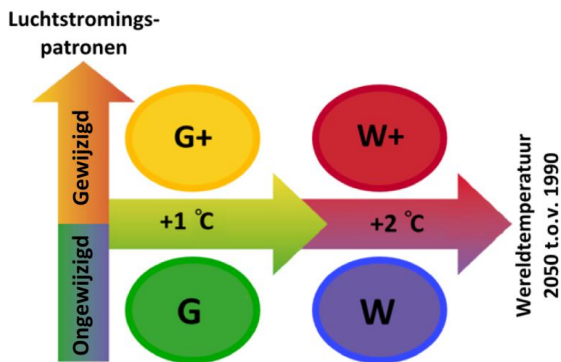
Figuur 1 – De onderzochte natuurgebieden binnen de moerascorridor

Aanpak

Om een beeld te krijgen van de gevolgen van klimaatverandering op de Natura2000 gebieden in het Groene Hart is een *quick scan* uitgevoerd op basis van een eenvoudig hydrologisch model, kennistabellen (van onder andere kwetsbaarheden van natuurtypen voor verzilting, verdroging en eutrofiëring) en expertoordeel.

Klimaatscenario's

Modelleren van het klimaat is erg ingewikkeld. Hoe verder ingezoomd wordt op een lokale schaal, hoe groter de onzekerheden worden. Om duidelijker in beeld te brengen wat klimaatverandering voor Nederland kan betekenen heeft het KNMI in 2006 klimaatscenario's uitgewerkt. Binnen deze scenario's zijn er twee belangrijke globale invloeden die het klimaat in Nederland beïnvloeden: veranderingen in temperatuur en in luchtstromingspatronen.



Figuur 2– De KNMI'06-scenario's

Op deze manier zijn in de KNMI'06-scenarios vier mogelijke toekomstbeelden onderzocht; de globale temperatuur verandert met één of twee graden in combinatie met al dan niet gewijzigde luchtstromingspatronen (KNMI, 2009). Al deze veranderingen hebben gevolgen voor het klimaat in Nederland. In geval van de + scenario's wordt de winter natter en de zomer droger; in geval van de G en W scenario's wordt de winter natter en blijft de zomer gemiddeld even nat. In alle scenario's zullen er vaker extreme situaties, zowel nat als droog, voorkomen. Tabel 1 toont de kentallen van de verschillende scenario's.

Tabel 1 - Klimaatverandering in Nederland in 2050 ten opzichte van het basisjaar 1990 volgens de vier KNMI'06 klimaatscenario's. Onder "winter" wordt hier verstaan december, januari en februari. "Zomer" staat gelijk aan juni, juli en augustus (KNMI, 2009).

2050		G	G+	W	W+
Wereldwijde temperatuurstijging		+1°C	+1°C	+2°C	+2°C
Verandering van luchtstromingspatronen in West Europa		Nee	Ja	Nee	Ja
Winter	Gemiddelde temperatuur	+0,9°C	+1,1°C	+1,8°C	+2,3°C
	Koudste winterdag per jaar	+1,0°C	+1,5°C	+2.1°C	+2,9°C
	Gemiddelde neerslag hoeveelheid	+4%	+7%	+7%	+14%
	Aantal natte dagen (≥0,1 mm)	0%	+1%	+7%	+14%
	10-daagse neerslag som eens in 10 jaar overschreden	+4%	+6%	+8%	+12%
	Hoogste daggemiddelde windsnelheid per jaar	0%	+2%	-1%	+4%
Zomer	Gemiddelde temperatuur	+0,9°C	+1,4°C	+1,7°C	+2,8°C
	Warmste zomerdag per jaar	+1,0°C	+1,9°C	+2.1°C	+3,8°C
	Gemiddelde neerslag hoeveelheid	+3%	-10%	+6%	-19%
	Aantal natte dagen (≥0,1 mm)	-2%	-10%	-3%	-19%
	Dagsom neerslag eens in de 10 jaar overschreden	+13%	+5%	+27%	+10%
	Potentiële verdamping	+3%	+8%	+7%	+15%
Zeespiegel	Absolute stijging	15-25 cm	15-25 cm	20-35 cm	20-35 cm

De gemiddelde neerslaghoeveelheden in de zomer en in de winter zijn de kentallen die zijn gebruikt voor de waterbalans in de *quick scan*. Deze balansberekeningen zijn gebruikt voor het inschatten van de hydrologische effecten van klimaatverandering.

Drie adaptatie scenario's

Er zijn drie verschillende scenario's gekozen waarmee de analyse voor de moerascorridor in het Groene Hart is uitgevoerd (tabel 2).

Tabel 2 - De scenario's waarmee de analyse is uitgevoerd

Scenario	Temperatuur	Zomers	Proactief water beheer
W	+ 2 °C	Natter	Nee
W+	+ 2 °C	Droger	Nee
W+Beheer	+ 2 °C	Droger	Ja

Het W en W+ scenario, zijn overeenkomstig met de KNMI scenario's. In het W scenario zal de gemiddelde temperatuur toenemen met ongeveer 2 °C en worden zomers natter. In het W+ scenario neemt de temperatuur ook toe met 2 °C graden, maar worden zomers over het algemeen droger.

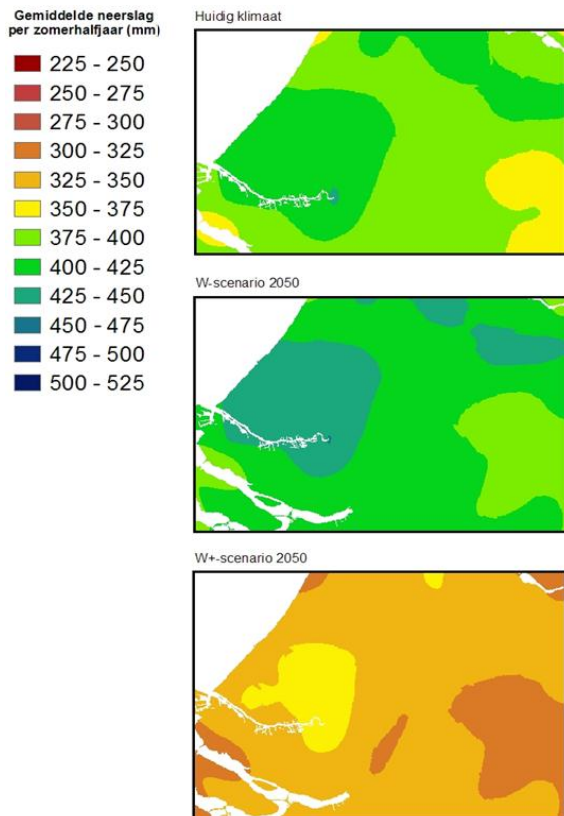
Qua klimaatkarakteristieken is het W+Beheer scenario overeenkomstig met het W+ scenario. Ook hier neemt de temperatuur toe met 2 °C graden en worden zomers droger. Er wordt echter ook aan optimaal waterbeheer gedaan. Met proactieve maatregelen wordt geprobeerd de optimale waterkwaliteit te waarborgen. De insteek is om in zeer droge perioden in de zomer zo weinig mogelijk brak water in te laten door waterconserverende bemalingsregimes en aanpassingen in de nationale verdeling van zoet water.

Klimaat op de kaart

Als de bovenstaande gegevens (letterlijk) op de kaart worden gezet, wordt in één oogopslag duidelijk wat klimaatverandering voor het Groene Hart betekent.

Gemiddelde neerslag per zomerhalfjaar

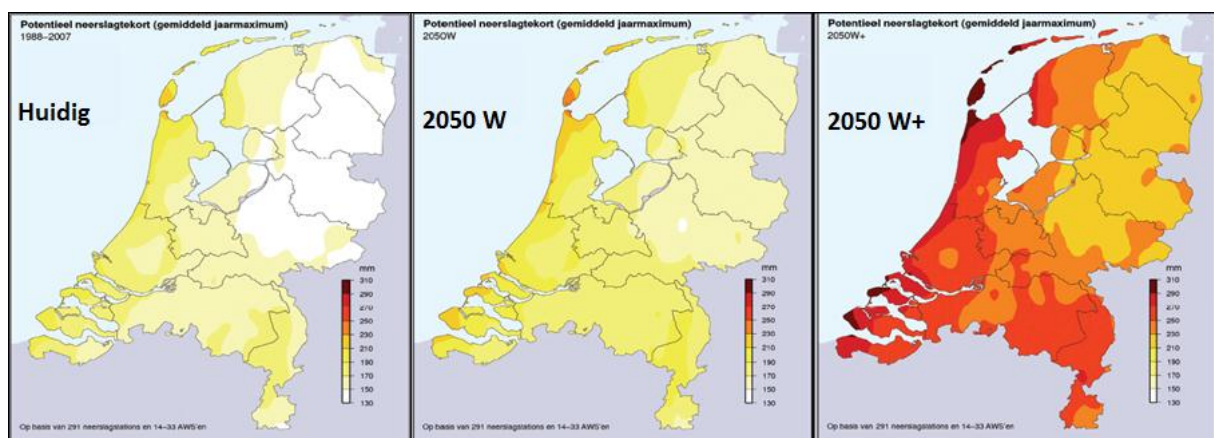
De gegevens over de gemiddelde neerslag zijn gevisualiseerd op een topografische kaart (fig. 3). Uit deze informatie wordt nog eens duidelijk dat het gebied in het W scenario steeds vaker te kampen krijgt met nattere zomers. Duidelijk blijkt dat het W- scenario gekenmerkt wordt door gemiddeld nattere zomers. In het W+ scenario komt het gebied onder invloed van droger wordende zomers.



Figuur 3 – De gemiddelde neerslag per zomerhalfjaar in Zuid-Holland onder verschillende klimaatscenario's (Bron: klimaateffectatlas)

Potentieel neerslagtekort

Voor geheel Nederland is het potentieel neerslag tekort in kaart gebracht (fig. 4). In de figuur is te zien dat het maximale neerslag tekort in het W scenario niet veel toeneemt, maar in het W+ scenario wel (KNMI, 2009). De veenweidegebieden in het Groene Hart laten een sterk verhoogd neerslagtekort zien.



Figuur 4 - Het gemiddelde maximale neerslagtekort (ofwel potentieel neerslagtekort; april-september) per jaar in het huidige klimaat en rond 2050 voor het W-scenario en het W+-scenario. Klimaatschetsboek KNMI (2009).

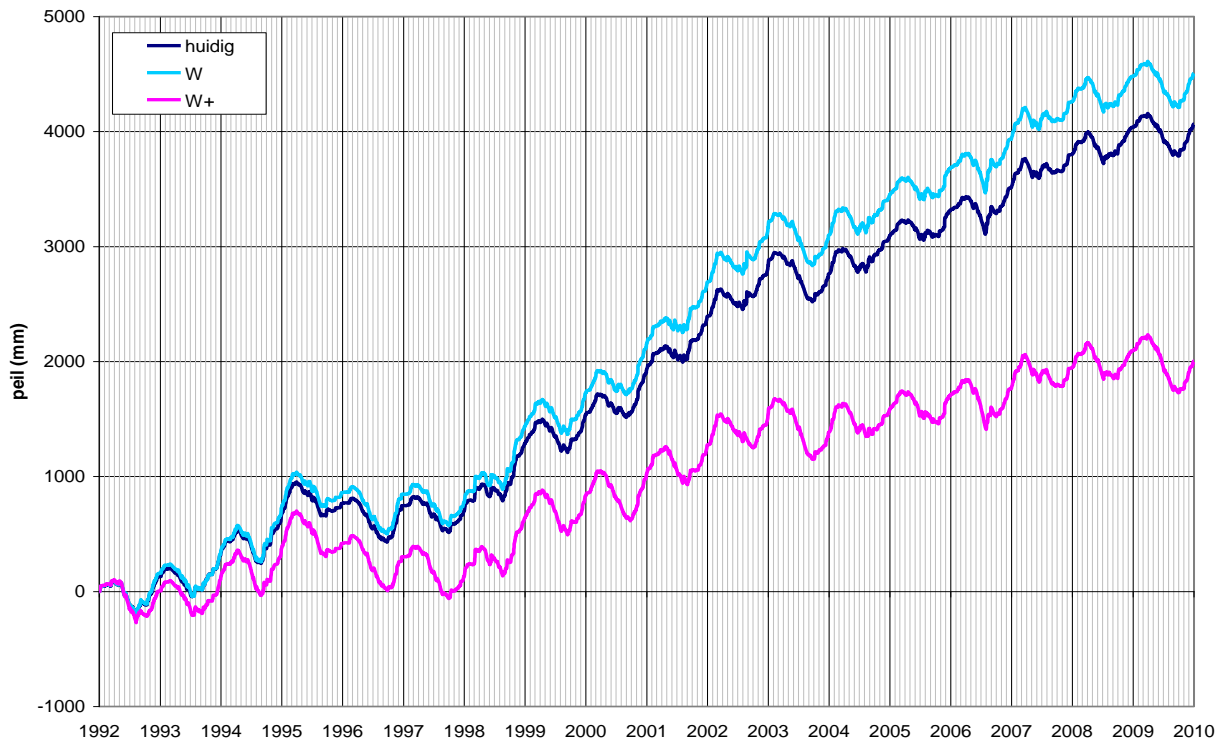
Aannames voor en beperkingen van dit onderzoek

Bij de uitvoering van dit onderzoek zijn verschillende aannames gedaan.

- 1) Als uitgangspunt is gekozen voor de twee warmere landelijke KNMI scenario's. In beide scenario's stijgt de globale temperatuur in 2050 met ongeveer twee graden Celsius. Door ongewijzigde luchtstromingspatronen wordt het W scenario geassocieerd met een natter wordende zomer. Het W scenario daarentegen zal gekenmerkt worden door drogere zomers. Bij de analyse is geen gebruik gemaakt van geregionaliseerde klimaatscenario's.
- 2) Als tweede aanname is gedaan dat de huidige moerascorridor functioneert. Dit betekent dat er van uit wordt gegaan dat de moerascorridor als ecologische verbinding goed functioneert voor alle organismen.
- 3) Met betrekking tot verzilting worden ook een aantal vooronderstellingen gedaan. Ten eerste wordt ervan uit gegaan dat interne verzilting van het gebied, door kwelwater, niet op zal treden. De onderzochte gebieden zijn immers wegzijgingsgebieden. De verzilting via boezemwater is ingeschat. Hierbij is rekening gehouden met Groot Mijdrecht en zoutpieken bij Gouda. Een schatting hiervan is te vinden in tabel 3 waarin de hydrologische karakteristieken de onderzoeksgebieden staan uitgewerkt.
- 4) Tevens wordt er van uitgegaan dat er geen temperatuurseffecten op treden op soorten die momenteel in de moerascorridor voorkomen. Buiten beschouwing wordt gelaten dat soorten – onder invloed van verschuivende klimatologische zondes – eventueel naar een geschikter klimaat zouden kunnen gaan migreren.
- 5) Binnen het concept eutrofiëring is in de moerascorridor voor wat betreft aquatische ecosystemen alleen naar fosfaatbelasting gekeken. Dit omdat alle beschouwde aquatische systemen fosfaatgelimiteerd zijn. Voor eutrofiëring van terrestrische natuur is de atmosferische stikstofdepositie buiten beschouwing gelaten, omdat deze naar verwachting niet zal toenemen onder invloed van klimaatverandering. Wel is in beeld gebracht waar voormalige landbouwgebieden zijn (en worden) vernat, waarbij mobilisatie van stikstof en fosfaat tot ongewenste vegetatieveranderingen kan leiden.

Algemene karakteristiek van de hydrologische effecten

Dit hydrologisch model is gebaseerd op de effecten van neerslag en openwaterverdamping in een open bak, uitgaande van de situatie 1992 tot en met 2009. De reeks van de dagneerslag is afkomstig van neerslagstation Weesp en de reeks van de referentieverdamping van het weerstation Schiphol. De referentieverdamping is omgerekend naar openwaterverdamping op basis van drie scenario's zijn weergegeven: het peil volgens de huidige neerslag- en verdampingsreeks en het peil op basis van de neerslag- en verdampingsreeks, getransformeerd voor het klimaateffect volgens het KNMI-Wscenario en het KNMI-W+scenario. De dagneerslagreeks van 1970 tot en met 2010 is getransformeerd naar het jaar 2050 met behulp van software op de website van het KNMI. De verdampingsreeks is getransformeerd op basis van Droogers (2009). Voor deze *quick scan* is dit model uitgebreid met een balans voor het bodemvocht in de aangrenzende percelen in de polder.

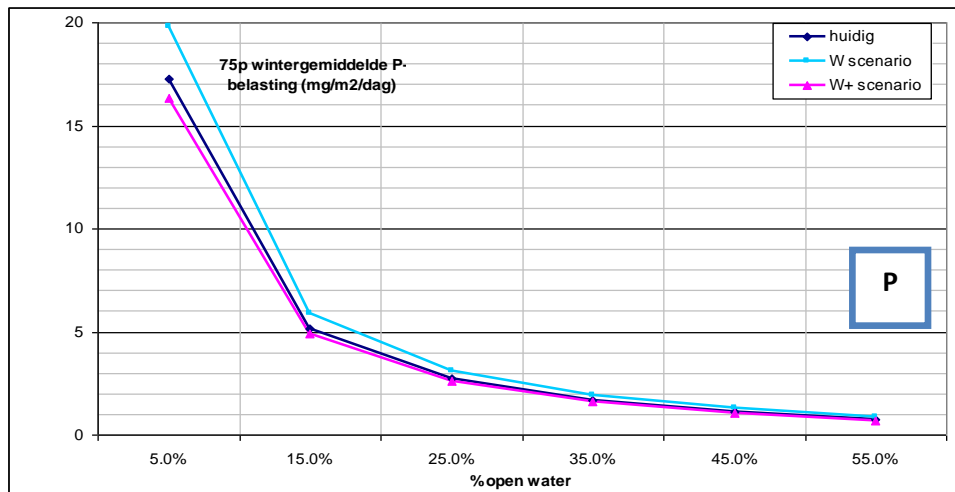


Figuur 5 –Berekend peil in een open bak op basis van neerslag en open-watervedamping in het huidige klimaat en in het W en W+ scenario

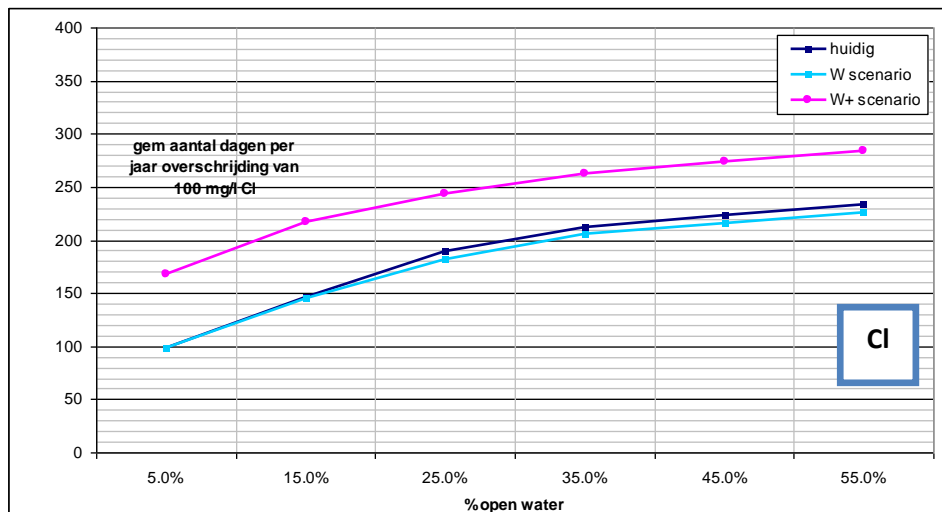
De grafiek toont een cumulatief beeld van de hoeveelheid water die in een open bak zou accumuleren als gevolg van neerslag en verdamping (fig. 5). Duidelijk is te zien dat er meestal een neerslagoverschot is (stijgende lijn en dus een stijgend peil in de open bak met water). In de jaren 1995-1999 is dit niet het geval geweest en ontstaat er zelfs op jaarbasis een neerslagtekort (dalende lijn).

De afbeelding laat ook zien dat het W scenario natter is dan het huidige klimaat. Over de doorgerekende 18 jaar ontstaat er hier een overschot dat circa 450 mm groter is ten opzichte van het huidig klimaat. Deze stijging bedraagt ongeveer 10%. Het W+scenario is veel droger. Er is hier gemiddeld nog wel sprake van een jaarlijks neerslagoverschot, maar dit is de helft ten opzichte van het huidig klimaat.

Relatie tussen P- belastingen/ Cl- overschrijdingen en % open water



Figuur 6 - Relatie tussen P- belastingen en % open water



Figuur 7 – Gemiddeld aantal dagen per jaar dat de 100 mg/l chloridegrens in oppervlaktewater wordt overschreden, als functie van het klimaatscenario en het relatieve oppervlak open water in een poldergebied.

Voor het bepalen van het gevolg van de klimaatontwikkeling op verdroging en verzilting in de internationale moerascorridor is gebruik gemaakt van een water- en stoffenbalans op dagbasis, die door Maarten Ouboter (Waternet) en Sjoerd van der Wielen (Witteveen+Bos) is gebouwd. Met de balans kan de fosfaatbelasting op het oppervlaktewater berekend worden, alsmede de chlorideconcentratie in het oppervlaktewater. Er is tevens een balans berekend voor het bodemvocht in de percelen. Met deze balans is de gevoeligheid van fosfaatbelasting en van chlorideconcentraties bij verschillende klimaatscenario's voor verschillende gebiedskarakteristieken bepaald.

De bovenste figuur toont het verband tussen de belasting met P-totaal van het oppervlaktewater (75-percentiel van het wintergemiddelde over de periode 1992 t/m 2010) in een gemiddelde polder in de moerascorridor en het % open water in deze polder. Dit verband is weergegeven voor het huidig klimaat, het W- en het W+scenario. Alle scenario's laten zien dat de belasting afneemt met

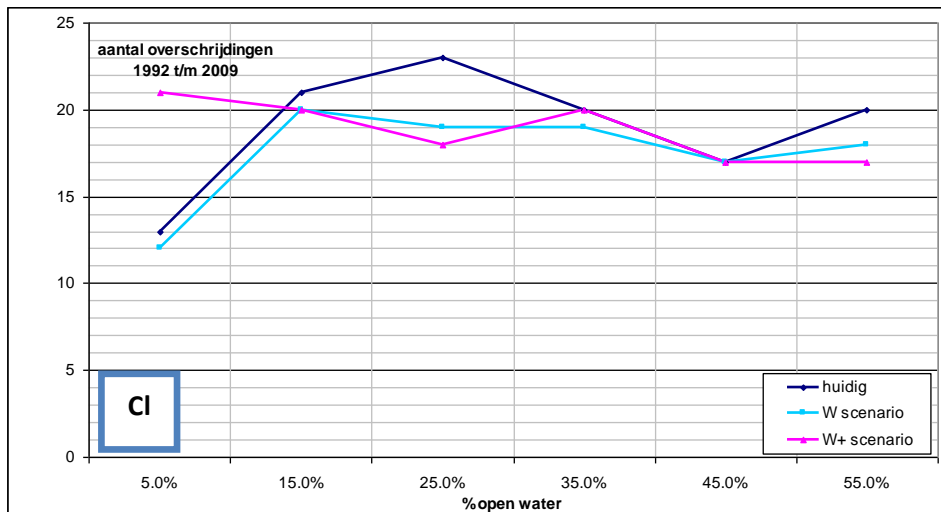
een toenemend % open water. Dit is het gevolg van het uitdrukken van de belasting per m². Met een toenemend % open water neemt het oppervlak open water toe en de belasting af. Daarnaast neemt het % percelen af en daarmee wordt ook de belangrijkste bron van de fosfaatbelasting kleiner. De belasting is het hoogst in het Wscenario. De belasting in het W+scenario is iets hoger dan bij het huidig klimaat. Het Wscenario is het scenario met het grootste jaarlijkse overschot aan neerslag (denk aan het bakje met het stijgende peil, figuur 4) en dat leidt tot de meeste uit- en afspoeling van fosfaat uit de percelen. Het W+scenario is in de zomer weliswaar veel droger dan bij het huidig klimaat, maar in de winter is het natter dan het huidig klimaat en dat komt tot uitdrukking in de hogere, winterse fosfaatbelasting in deze figuur. De verschillen tussen de scenario's komen vooral tot uitdrukking bij de lagere percentages open water. Bij een percentage van 55% open water ligt de 75p wintergemiddelde P-belasting tussen 0,70 en 0,85 mgP/m²/dag.

De figuur 7 toont het verband tussen het gemiddeld aantal dagen per jaar dat de berekende chlorideconcentratie boven een drempel van 100 mg/l ligt (over de periode 1992 t/m 2009) en het percentage open water. In de balans wordt in de zomer boezemwater in de polder ingelaten ten behoeve van peilhandhaving. Er is uitgegaan van een chlorideconcentratie van het boezemwater van 200 mg/l. Dit is hoger dan de andere bronnen van chloride in de polderbalans, neerslag en percelen (< 100 mg/l Cl). Met het gemiddeld aantal dagen van overschrijding van de chlorideconcentratie van een drempel van 100 mg/l wordt de mate van afhankelijkheid van de boezem uitgedrukt. De figuur laat zien dat het aantal dagen overschrijding per jaar toeneemt met een toenemend percentage open water. Een groter wateroppervlak leidt netto tot meer verdamping en dus tot een grotere hoeveelheid water die vanuit de boezem wordt ingelaten voor de handhaving van het oppervlaktewaterpeil in de boezem. Daarnaast gaat een groter wateroppervlak in de waterbalans gepaard met een groter volume water (de diepte is constant), waardoor het wat chloride-rijker boezemwater langer in het poldersysteem aanwezig is. Anders dan bij nitraat en fosfaat kan zelfs een kortdurende overschrijding van chloride-normen ingrijpende gevolgen hebben en zelfs een dodelijk effect hebben. Voor sommige natuurtypen gelden daarna lange hersteltijden (zie tabel 7).

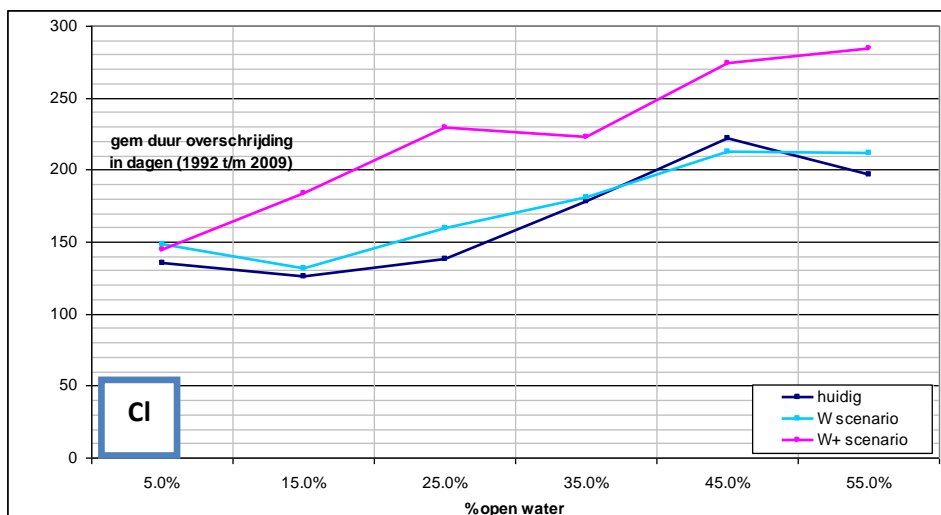
Het Wscenario en het huidig klimaat kennen ongeveer hetzelfde verband. Het aantal dagen overschrijding is bij het Wscenario iets groter omdat de verdamping in de zomer iets meer toeneemt dan dat de hoeveelheid zomerse neerslag toeneemt. Het W+scenario ligt echter duidelijk boven deze twee scenario's. Dit scenario kent een beduidend drogere zomer (denk aan het peil in de bak met water, figuur 4). Er is dan meer boezemwater nodig om het peil te handhaven en daarmee stijgt het aantal dagen overschrijding.

Relatie tussen frequentie en duur van Cl-overschrijdingen en % open water

Figuren 8 en 9 zijn een specificatie van figuur 7. Figuur 7 toonde het gemiddeld aantal dagen per jaar dat de berekende chlorideconcentratie van het polderwater boven een drempel van 100 mg/l ligt. Figuur 8 toont het aantal keer dat er een overschrijding van één of meerdere dagen plaats vond in de periode 1992 tot en met 2009 (18 jaar) voor verschillende percentage open water in de gemiddelde polder in de waterbalans. Figuur 9 toont de gemiddelde duur van deze overschrijdingen bij verschillende percentages open water.



Figuur 8 – Aantal overschrijdingen van de 100 mg/l chloridegrens in oppervlaktewater in de periode 1992 t/m 2009, als functie van het klimaatscenario en het relatieve oppervlak open water in een poldergebied.

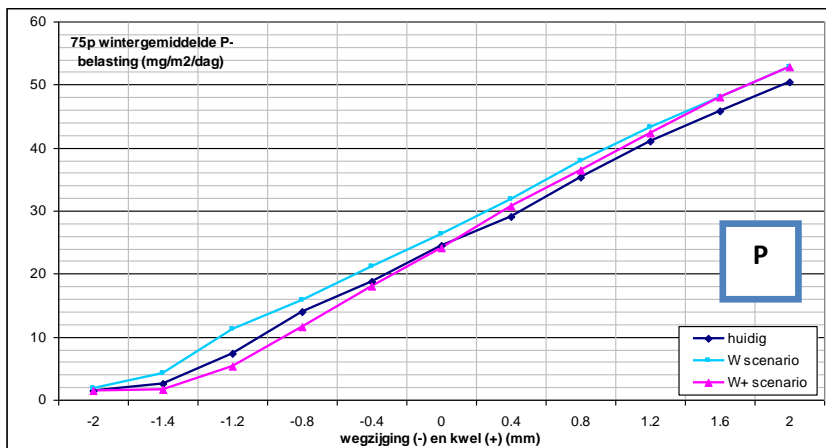


Figuur 9 – Gemiddeld overschrijdingsduur (dagen) van de 100 mg/l chloridegrens in oppervlaktewater in de periode 1992 t/m 2009, als functie van het klimaatscenario en het relatieve oppervlak open water in een poldergebied.

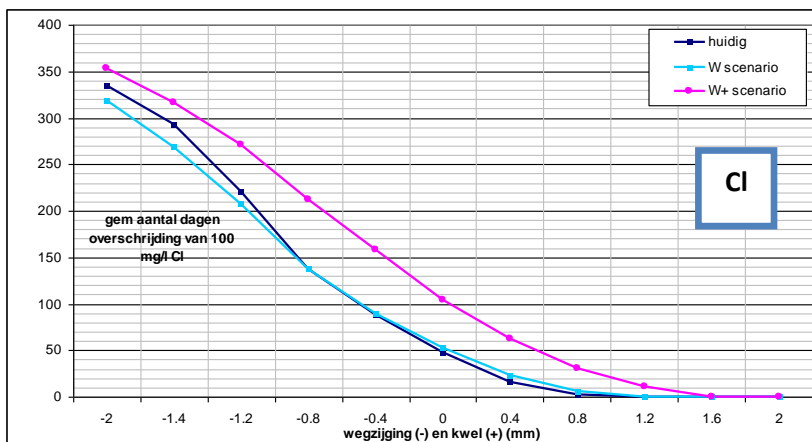
Bij 5% open water is de gemiddelde duur van de overschrijdingen voor elk van de klimaatscenario's ongeveer gelijk (figuur 9). Het aantal overschrijdingen ligt in het W+scenario echter beduidend hoger. Verder laat de bovenste figuur geen duidelijke trends zien. In de onderste figuur geeft een duidelijker beeld. Bij een toenemend percentage neemt de gemiddelde duur van de overschrijdingen toe. Dit heeft te maken met het grotere watervolume dat gepaard gaat met grotere percentages open water. Bij grotere volumes is de verversing kleiner en blijft de invloed van het zilttere boezemwater langer merkbaar. In de onderste figuur ligt de gemiddelde duur van de overschrijdingen in het W+scenario duidelijk hoger dan de overige scenario's. Het grotere gemiddelde aantal dagen overschrijding per jaar bij het W+scenario wordt vooral veroorzaakt door een hogere gemiddelde duur van elke overschrijding en niet zozeer door een hogere frequentie van de overschrijdingsgebeurtenissen. In de zomers wordt in het W+scenario over een langere periode boezemwater ingelaten.

Relatie tussen P-belastingen/ Cl-overschrijdingen en kwel/wegzijing

Figuur 10 toont het verband tussen de belasting met P-totaal van het oppervlaktewater (75-percentiel van het wintergemiddelde over de periode 1992 t/m 2010) in een gemiddelde polder (5% open water) in de moerascorridor en de grondwaterstroming (kwel/wegzijing) in deze polder. Dit verband is weergegeven voor het huidig klimaat, het W en het W+scenario. Alle scenario's laten zien dat de belasting toeneemt met een afnemende wegzijging en toenemende kwel. Hoe groter de wegzijging, hoe minder overtollig water er vanuit de percelen naar het oppervlaktewater uit- en afspoelt en hoe lager de P-belasting op het oppervlaktewater. Op dezelfde wijze neemt de belasting toe met een toenemende kwelintensiteit. De belasting is het hoogst in het Wscenario, omdat dit scenario het natst is en daarmee de af- en uitspoeling van P-totaal uit de percelen het grootst is. De belasting in het W+scenario ligt in een wegzijgingsgebied onder de huidige belasting en in een kwelgebied erboven. In een wegzijgingsgebied komen de droge zomers van het W+scenario nog tot uitdrukking in een verminderde uit- en afspoeling vanuit de percelen in de winter en daarmee in een verminderde P-belasting. In een kwelgebied worden de zomerse vochttekorten in de percelen aangevuld met kwelwater, waardoor de toename van de winterse neerslag tot uitdrukking kan komen in een toename van de uit- en afspoeling vanuit de percelen. Er is bij hogere kwelintensiteiten daardoor weinig verschil meer tussen de winterse P-belasting bij het Wscenario en het W+scenario.



Figuur 10 – Relatie tussen de belasting met P-totaal van het oppervlaktewater (75-percentiel van het wintergemiddelde over de periode 1992 t/m 2010) in een gemiddelde polder

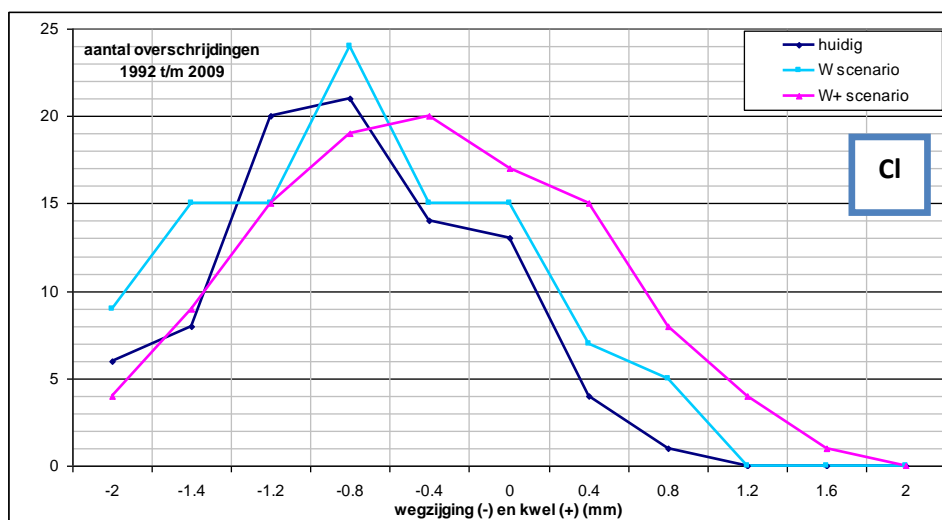


Figuur 11 – Relatie tussen het gemiddeld aantal dagen per jaar dat de berekende chlorideconcentratie in de periode 1992 t/m 2009 boven de drempel van 100 mg/l ligt en de intensiteit van wegzijging of kwel.

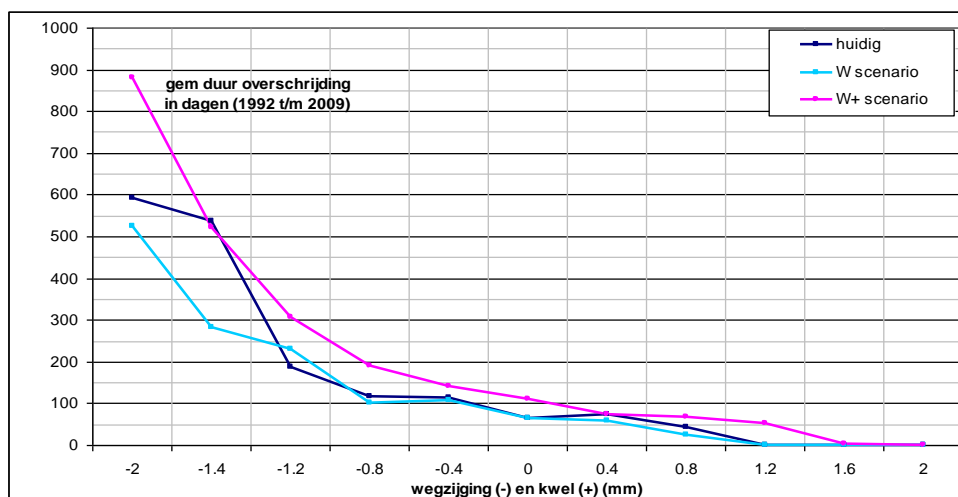
Figuur 11 toont het verband tussen het gemiddeld aantal dagen per jaar dat de berekende chlorideconcentratie boven een drempel van 100 mg/l ligt (over de periode 1992 t/m 2009) en de grondwaterstroming (kwel/wegzijging). Dit aantal dagen neemt af met een afname van de wegzijging en een toename van de kwel. Hoe meer oppervlaktewater er via wegzijging uit de polder verdwijnt hoe groter de hoeveelheid boezemwater (met een chlorideconcentratie van 200 mg/l) die moet worden aangevoerd ten behoeve van peilhandhaving. Bij een kwelintensiteit van 2 mm/d is in de gemiddelde polder in de waterbalans bij alle scenario's geen aanvoer van boezemwater meer nodig. Naarmate de wegzijging groter wordt, wordt het verschil tussen de scenario's kleiner. Het gemiddeld aantal dagen overschrijding per jaar ligt voor alle scenario's boven de 350 dagen en dat is bijna het jaar rond. Het Wscenario is het natste scenario en daarom ligt dit aantal dagen in dit geval nog het laagst. Het droogste scenario, W+, kent het hoogste aantal dagen overschrijding. Het verschil tussen de scenario's komt het meest tot uitdrukking bij een "gemiddelde" wegzijging.

Relatie tussen frequentie en duur Cl-overschrijdingen en kwel/wegzijging

Figuren 12 en 13 zijn een specificatie van figuur 11 op de vorige pagina. De vorige pagina toonde het gemiddeld aantal dagen per jaar dat de berekende chlorideconcentratie van het polderwater boven een drempel van 100 mg/l ligt. De bovenste figuur op deze pagina toont het aantal keer dat er een overschrijding van één of meerdere dagen plaats vond in de periode 1992 tot en met 2009 (18 jaar) voor verschillende grondwaterstromen (kwel/wegzijging). Figuur 13 toont de gemiddelde duur van deze overschrijdingen bij verschillende grondwaterstromen.



Figuur 12 –Aantal keer dat er een overschrijding van één of meerdere dagen plaats vond in de periode 1992 tot en met 2009 (18 jaar) voor verschillende grondwaterstromen (kwel/wegzijging). Figuur 13 toont de gemiddelde duur van deze overschrijdingen bij verschillende grondwaterstromen.



Figuur 13 –Gemiddelde duur van een overschrijding die één of meerdere dagen plaats vond in de periode 1992 tot en met 2009 (18 jaar) voor verschillende grondwaterstromen (kwel/wegzijing).

Beide figuren tonen een duidelijk verband. Bij een “gemiddelde” wegzijging is het aantal overschrijdingsgebeurtenissen het grootst. Dit aantal neemt af, naarmate de wegzijging afneemt en de kwelintensiteit toeneemt. Dit wordt veroorzaakt door de afname van de inlaat van het ziltere boezemwater ten behoeve van peilhandhaving. De afname van het aantal overschrijdingsgebeurtenissen met een toename van de wegzijging is alleen te begrijpen in combinatie met de onderste figuur op deze pagina. We zien dan dat het aantal overschrijdingsgebeurtenissen afneemt, in combinatie met een toename van de gemiddelde duur van elke overschrijdingsgebeurtenis. Ook in deze figuren vertoont het W+scenario een afwijkend patroon. Bij een afname van de wegzijging en een toename van de kwel kent het W+scenario het grootste aantal overschrijdingsgebeurtenissen. Bij een grotere wegzijging kent dit scenario juist een grotere gemiddelde duur van elke overschrijdingsgebeurtenis.

Algemene trend

Er zijn twee belangrijke bronnen voor het voorkomen van verschillende stoffen in het oppervlaktewater van een gemiddelde polder in de moerascorridor: de percelen en de boezem.

Deze vier pagina's met grafieken laten zien dat het Wscenario de invloed van de percelen vergroot en dat het W+scenario juist de invloed van het boezemwater vergroot. De percelen zijn de belangrijkste P-totaal-bron en de boezem is de belangrijkste chloridebron. Bij verschillende gebiedskarakteristieken (% open water en grondwaterstroming) verschilt de mate waarin de klimaatscenario's de eutrofiëring en verzilting in de corridor beïnvloeden.

In de internationale moerascorridor komen over het algemeen polders met wegzijging voor. In deze gebieden neemt de verzilting onder het W+scenario toe, uitgaande van een chlorideconcentratie in de boezem van 200 mg/l, en onder het Wscenario neemt de verzilting juist af. De eutrofiëring neemt in deze gebieden onder het W+scenario af en in het W-scenario juist toe.

Risicoschatting; methodiek

Voor de *quick scan* van het Groene Hart is voor de volgende aanpak gekozen:

1. Ten eerste is er een uitsnede gemaakt van het studiegebied uit een topografische kaart. Hiervoor is de LGN6-kaart gebruikt (Landelijk Grondgebruik Nederland; <http://www.lgn.nl/>), een topografische kaart met een schaal van 1:10.000 met daarin weergegeven het landgebruik in 2007/2008;
2. Binnen de acht gekozen natuurgebieden zijn de natuurtypen aangegeven volgens de systematiek van 'beheertypen' van de Index Natuur en Landschap (Schipper & Siebel, 2009)
3. Voor de aquatische natuur zijn enkele typen verder onderverdeeld in subtypen (vgl. Loeb & Verdonschot, 2010)
4. Bij het schatten van risico's is uitgegaan van de gevolgen voor de vegetatie (aquatisch en terrestrisch)
5. De risicoschatting heeft plaatsgevonden door per gebied de veranderde milieukwaliteit (fosforbalans, zoutaanvoer, kans op langdurig lage peilen in de percelen in de zomer, kans op interne eutrofiëring in de percelen) in de verschillende scenario's vast te stellen en de gevolgen daarvan op vegetatietypen in te schatten met in acht neming van verschillen in gevoeligheid tussen de verschillende typen.

Afgeschat wordt het risico op:

- i. Eutrofiëring van terrestrische vegetatie
- ii. Sterke verdroging van terrestrische vegetatie
- iii. Eutrofiëring van aquatische vegetatie
- iv. Verzilting van aquatische vegetatie

Hydrologische uitgangspunten

Voor de acht gebieden zijn hydrologische karakteristieken opgesteld. Deze karakteristieken zijn samengesteld met behulp van modellen. Daarnaast is gebruik gemaakt van de kennis van waterbeheerders en ander expertoordeel. Zo zijn de veranderingen binnen een gebied gemodelleerd maar zijn de veranderingen in de boezem door de beheerder ingeschat.

Vermeld moet worden dat is aangenomen dat kwel en wegzijging in het gebied constant zijn in het huidige klimaat en in het W scenario. Tevens is er gebiedsgemiddeld gemodelleerd, waardoor differentiatie binnen de gebieden onzichtbaar blijft.

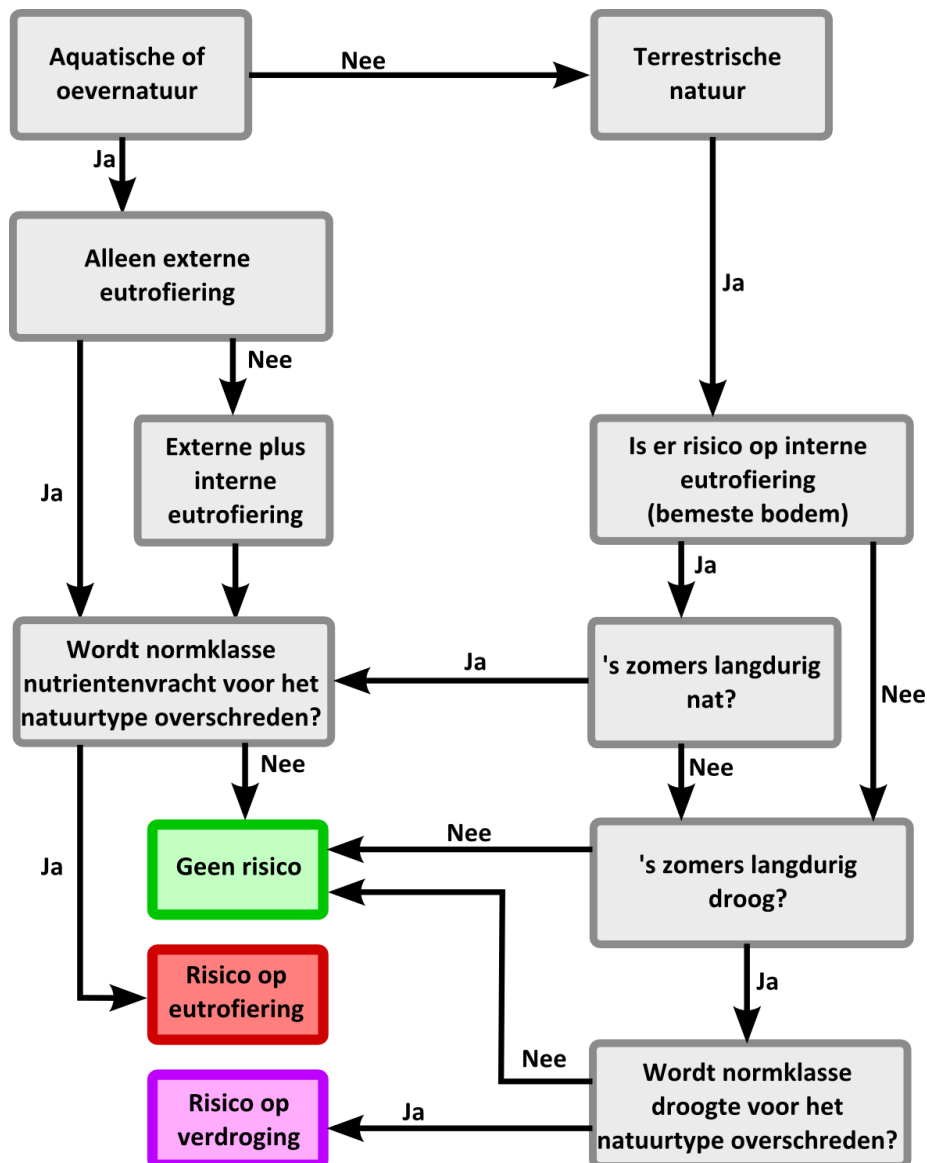
De hydrologische karakteristieken zijn te vinden in tabel 3. Deze getallen vormen de uitgangspunten voor de eenvoudige hydrologische modelberekeningen die zijn uitgevoerd voor de acht gebieden.

Tabel 3 – Hydrologische karakteristieken van acht gebieden in de moerascorridor voor het huidige klimaat, het W en W+ scenario

invoer	Krimpener- waard		Oukoop		Nieuwkoopse plassen		Grootwilnis- Vinkeveen		Botshol		Molenpolder		Oostelijke binnenpolder		Naardermeer	
	huidig, W	W+	huidig, W	W+	huidig, W	W+	huidig, W	W+	huidig, W	W+	huidig, W	W+	huidig, W	W+	huidig, W	W+
% open water	25%		20%		36,3%		15%		50%		25%		4%		50%	
Kwel	0		0		0		0		0		0		2,3		0	
Wegzijing	0,5		0,2		0,75		0,5		0,6		1		0		0,7	
Gemiddelde waterdiepte	0,4		0,6		2,4		0,3		2,5		1		0,4		1	
Cl boezem	65		50		100	300	100	800	1200		30	80	40	75	180	240
Drooglegging	0,1		0,4		0,4		0,25		0,25		0,25		0,45		0,25	
P-totaalconcentratie inlaatwater	0,08		0,1	0,2	0,06		0,3	0,6	0,06		0,1	0,2	0,06		0,07	
Alfafactor uitstroom (grondsoort 0,6 = klei en 0,006 = veen)	0,006		0,006		0,006		0,006		0,006		0,006		0,006		0,006	
P-totaalconcentratie percelen	0,6	0,9	0,6	0,9	0,6	0,9	0,6	0,9	0,6	0,9	0,6	0,9	0,6	0,9	0,6	0,9
Peilvariatie	15		20		10		10		10		10		10		10	

Risicoschatting eutrofiëring en verdroging

De risicoschattingen voor de effecten van verrijking van gebieden met nutriënten zijn apart gedaan voor terrestrische ecosystemen (b.v. veenweiden, moerassen) en aquatische systemen (b.v. laagveenplassen, watergangen en sloten). De uitgangspunten voor beide typen ecosystemen zijn verschillend, omdat ze op heel verschillende wijze gevoed worden door regenwater en/of oppervlaktewater. Ook werken de effecten van eutrofiëring heel anders in op een aquatisch dan op een terrestrisch ecosysteem. De procedure is schematisch weergegeven in figuur 15.



Figuur 15– Een overzicht van de methodiek gebruikt voor de risicoschatting op eutrofiëring en verdroging van aquatische en terrestrische natuur

Aquatische natuur

Voor de aquatische natuur zijn twee belangrijke bronnen van eutrofiëring beschouwd, nl. *externe* eutrofiëring door aanvoer van nutriënten vanuit het oppervlaktewater en *interne* eutrofiëring door nalevering van reeds aanwezige nutriënten vanuit de waterbodems onder invloed van aanvoer van sulfaat met het oppervlaktewater. Interne eutrofiëring is uitsluitend beschouwd voor grote waterlichamen (b.v. laagveenplas), omdat hier zich veel meer dan in sloten en kanalen de relatief voedselarme omstandigheden kunnen voordoen die (wanneer er geen interne eutrofiëring optreedt) hoge natuurwaarden kunnen herbergen. In dit licht is het voorkomen van interne eutrofiëring in de lijnvormige wateren minder van belang, omdat die toch al voedselrijker zijn. Wel is in geval van brakke lijnvormige wateren (Botshol) het risico ingeschat dat er frequent zeer ongunstige condities optreden door hoge sulfaatreductie en daarmee gepaard gaande toxische sulfidevorming.

Zowel externe als interne eutrofiëring is geheel gebaseerd op het beschikbaar komen van fosfaat, omdat die voedingsstof in vrijwel alle zoetwatersystemen in het studiegebied de sleutelfactor is. De externe verrijking met fosfaat is ingeschat met berekeningen van de fosfaatbelasting per gebied, die gebaseerd zijn op hydrologische modellen die per gebied zijn geïmplementeerd (zie vorige hoofdstuk). Het voorkomen van kwel dan wel wegzijging, het oppervlak van de plassen in relatie tot het landoppervlak in het gebied, en de benodigde aanvoer van water van elders zijn daarbij belangrijke variabelen gebleken. De belastingen zijn berekend voor de huidige situatie, voor de klimaatscenario's W, W+ en voor een scenario met adaptief waterbeheer (W+beheer). In discussies tussen de hydrologische en ecologische experts in het team zijn de P-belastingen in de verschillende gebieden en bij de verschillende scenario's geïnterpreteerd naar hun mogelijke effecten op de verschillende aquatische natuurtypen, waarbij 3 niveaus van gevoeligheid voor eutrofiëring zijn onderscheiden (Tabel 4). Deze interpretaties leiden dan tenslotte tot de inschatting van de mate van kwetsbaarheid van de verschillende natuurtypen voor externe eutrofiëring voor ieder onderzocht gebied apart.

Terrestrische natuur	Eutrofiëring	Verdroging
Moeras	Weinig gevoelig	Zeer gevoelig
Gemaaid rietland	Matig gevoelig	Matig gevoelig
Veenmosrietland en moerasheide	Matig gevoelig	Matig gevoelig
Trilveen	Zeer gevoelig	Matig gevoelig
Nat schraalland	Zeer gevoelig	Zeer gevoelig
Vochtig hooiland	Matig gevoelig	Matig gevoelig
Vochtig weidevogelgrasland	Matig gevoelig	Zeer gevoelig
Hoog- en laagveenbos	Weinig gevoelig	Matig gevoelig
Aquatische natuur		
Kranswierplas	Zeer gevoelig	
Zoete plas		
Laagveenplas met verlanding	Zeer gevoelig	
Voedselrijde laagveenplas	Matig gevoelig	
Plas met minerale bodem	Matig gevoelig	
Sloot, vaart, kanaal	Matig gevoelig	
Brakwater		
Kranswierplas	Zeer gevoelig	
Licht brakke laagveenplas	Matig gevoelig	
Licht brakke sloot, vaart kanaal	Matig gevoelig	

Tabel4 – Gevoeligheid van beheertypen voor eutrofiëring en verdroging

De inschatting van de kwetsbaarheid voor interne eutrofiëring geschiedde op basis van drie criteria: (1) de aanwezigheid van grote waterlichamen (laagveenplassen); (2) de aanwezigheid van recent afgezette sedimenten met hoge P-concentraties (dit is het geval in de meeste gebieden, behalve waar gebaggerd is zlas in de Molenpolder); (3) de aanvoer van sulfaat vanuit het oppervlaktewater, leidend tot perioden in de zomer met sulfaatconcentraties hoger dan 50 mg/l¹. Ook hier zijn deverschillende maten van gevoeligheid van de aquatische natuurtypen (Tabel 4) meegewogen bij het bepalen van de mate van kwetsbaarheid voor interne eutrofiëring (zie bijvoorbeeld tabel 8).

Terrestrische natuur

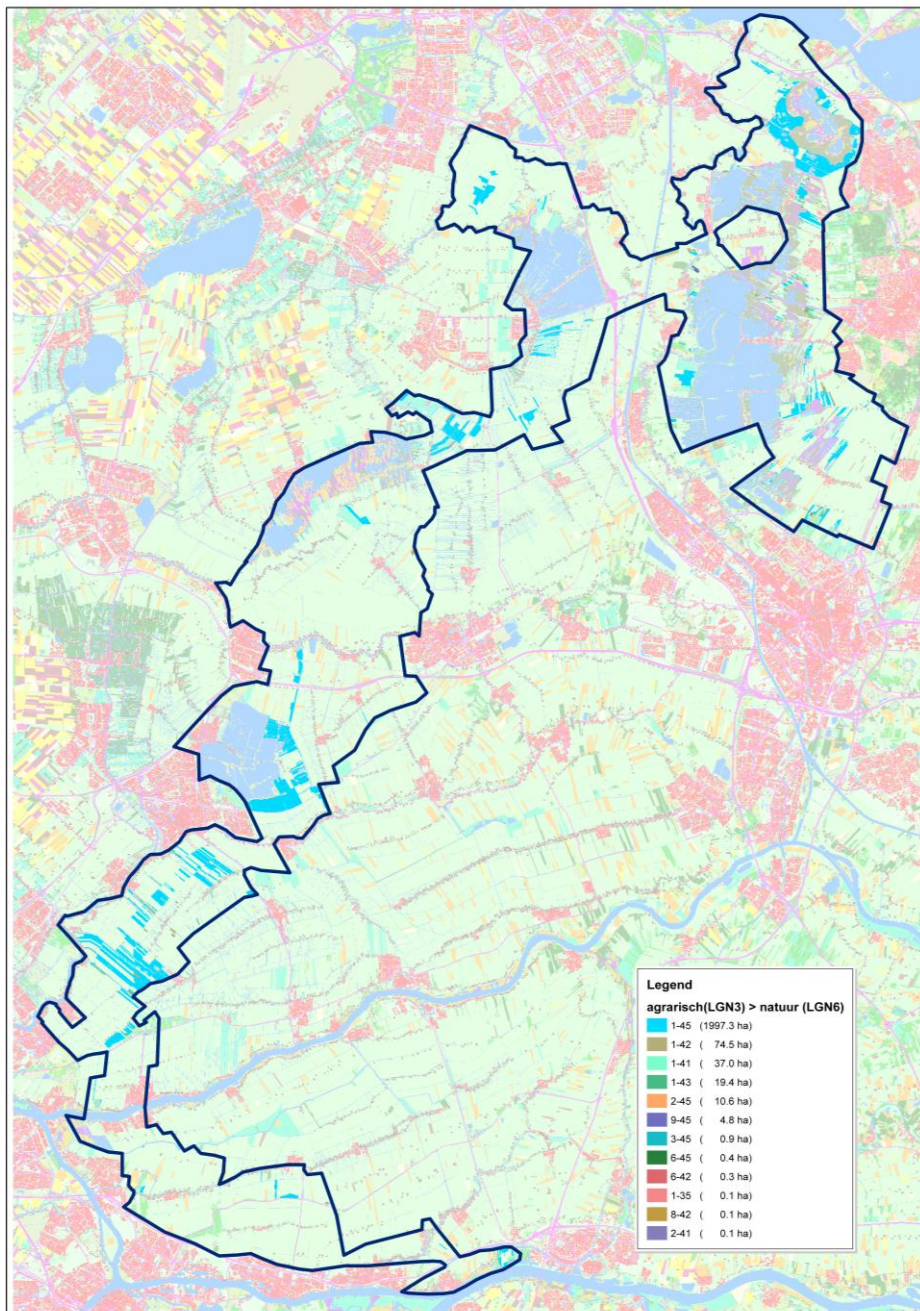
Voor de terrestrische natuur in het Groene Hart (voornamelijk veenweidenatuur en moerassen) zijn de effecten van interne eutrofiëring en verdroging als gevolg van klimaatverandering geschat. Er is niet gewerkt aan externe eutrofiëring omdat ervan uitgegaan is dat deze systemen maar heel beperkt onder invloed staan van aanvoer van oppervlaktewater. Ook de stikstofverrijking vanuit de atmosfeer is niet bepaald, omdat ervan uitgegaan kan worden dat deze dalende is, niet afhankelijk is van klimaatverandering en ruimtelijk tamelijk homogeen over het landschap wordt afgezet.

Er is vanuit gegaan dat de terrestrische natuur vooral risico loopt op nadelige effecten van interne eutrofiëring, wanneer nieuwe natuurgebieden met een historie van intensief landbouwkundig gebruik onder invloed van klimaatverandering met name in de zomer natter worden. Hierdoor kunnen nutriënten (vooral fosfaat) in grote mate in de bodem beschikbaar komen, waardoor de soortensamenstelling van de vegetatie negatief kan worden beïnvloed (verruiging en toenemende dominantie van *Juncus effusus* (Pitrus)). Voor het bepalen van die delen van natuurgebieden die kwetsbaar zijn voor interne eutrofiëring is eerst een inschatting gemaakt van de terreinen (op perceelsniveau) waar het landgebruik in de afgelopen 15 jaar is veranderd van intensieve landbouw tot natuurbeheer. Dit behelst meestal het stoppen van de bemesting, het laten stijgen van de grondwaterstand en het instellen van extensief maai- of graasbeheer. De ruimtelijke verspreiding van deze percelen is zichtbaar gemaakt door vergelijking van de digitale LGN²-kaarten uit 1995 en 2007 (zie fig. 16). Op deze kaart is duidelijk te zien dat vrijwel alle nieuwe natuur in het studiegebied bestaat uit natuurgraslanden; dit waren vroeger intensief gebruikte en bemeste veenweiden die in de laatste 15 jaar aa natuurbeschermingsorganisaties in beheer zijn gegeven. Uitgangspunt is dat deze percelen kwetsbaar zijn voor interne eutrofiëring, wanneer in de zomer er periodiek natte omstandigheden gaan voorkomen. De mate van kwetsbaarheid voor interne eutrofiëring van terrestrische natuur hangt per gebied dus af van (1) het aantal aanwezige nieuwe natuurpercelen; (2) de mate waarin natte perioden in de zomer voorkomen. Deze kwetsbaarheid is geschat op basis van expertoordeel (gering, matig, groot).

¹Deze grens is gekozen in overleg met Fons Smolders (B-Ware), mede gebaseerd op de publicaties van Lamers *et al.* 1998 en Smolders *et al.* 2003. Dit wordt gezien als robuuste grens, waarboven problemen gaan optreden.

²LGN: Landelijk Grondgebruik Nederland (<http://www.lgn.nl/>).

Naast de kwetsbaarheid voor interne eutrofiëring is voor terrestrische natuur ook het risico op achteruitgang door verdroging ingeschat. Veel terrestrische natuur in het veenweidengebied is gewend aan vochtige tot natte condities en is gevoelig voor verdroging. Met verdroging wordt hier schade aan het ecosysteem door lage waterstanden bedoeld. Hierbij kan gedacht worden aan verwelking, tijdelijk lage biomassa-productie, afsterven van gevoelige planten, vestiging van nieuwe soorten. De risicoschattingen zijn gedaan op basis van expertkennis (Jos Verhoeven). De waarden voor de hydrologische indicatoren zijn voor de situaties ' huidig', 'W' en 'W+' per gebied berekend met de eerder aangegeven hydrologische modelberekeningen.



Figuur 16 - Nieuwe natuur in het studiegebied bestaat voornamelijk uit graslanden

Bij berekening van de hydrologische indicatoren is gekeken naar:

- Het aantal keer in 18 jaar dat de waterstand 50 centimeter onder het maaiveld is gekomen
- De gemiddelde lengte van dergelijke perioden
- Het gemiddeld aantal dagen per jaar dat de waterstand 50 centimeter onder het maaiveld is gekomen

Afhankelijk van het aantal dagen dat dit plaatsvindt is een risicoschatting gedaan:

<20 dagen	Geen risico
20<x<60 dagen	Matig risico
>60 dagen	Groot risico

Voor de terrestrische beheertypen is een gevoeligheid voor verdroging ingeschat (Tabel 4). Op basis van de risicoschatting op verdroging en de gevoeligheid van de natuurtypen is per natuurtype in ieder natuurgebied aangegeven wat de mate van kwetsbaarheid voor verdroging is bij de verschillende klimaatscenario's.

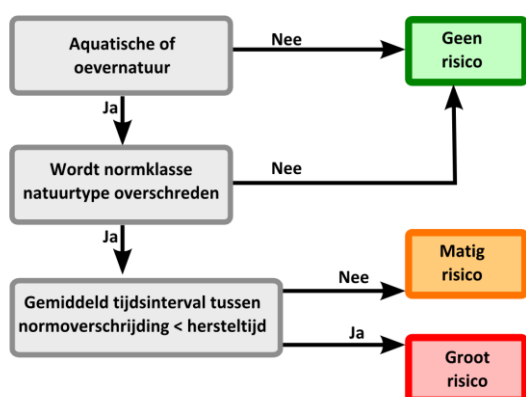
Externe verzilting: risicobeoordeling voor natuur

Naast eutrofiëring en verdroging is er ook een risicobeoordeling gemaakt voor externe verzilting van natuur. Met behulp van gegevenstabellen is geschat in hoeverre externe verzilting een risico vormt voor de natuur in een aantal laagveen- en veenweidegebieden langs de grens van de provincies Zuid-Holland, Utrecht en Noord-Holland.

Externe verzilting heeft betrekking op verzilting door toedoen van de aanvoer van brak oppervlaktewater. De directe invloed van zoute kwel op een gebied (interne verzilting) is in deze *quick-scan* buiten beschouwing gelaten, omdat in de onderzochte deelgebieden hier geen sprake van is. Er zijn risico-schattingen gemaakt voor de volgende scenario's:

- Huidig: gebiedsgemiddelde chlorideconcentraties onder de huidige klimaatomstandigheden. Dit scenario is gebaseerd op een reeks van dagwaarden berekend op basis van historische weersgegevens voor de periode 1992 t/m 2009
- W: gebiedsgemiddelde chlorideconcentraties berekend voor de periode 2040-2060 uitgaande van het W scenario (KNMI 2006).
- W+: gebiedsgemiddelde chlorideconcentraties berekend voor de periode 2040-2060 uitgaande van het W+ scenario (KNMI 2006). Aanvullend is bij dit scenario voor een aantal gebieden (Nieuwkoop, Groot Wilnis-Vinkeveen, Molenpolder, Oostelijke Binnenpolder, Naardermeer) aangenomen dat de boezem in droge periode door zoetwatertekorten verder zal verzilten dan met het huidige waterbeheer gebruikelijk is.
- W+Beheer: gebiedsgemiddelde chlorideconcentraties berekend voor de periode 2040-2060 uitgaande van het W+ scenario (KNMI 2006) met optimaal waterbeheer.

De schatting is tot stand gekomen door onderstaand stroomschema te volgen, waarbij informatie uit een aantal tabellen is gecombineerd om tot een risicoschatting te komen. Hierna volgt een korte toelichting bij de belangrijkste stappen.



Figuur 17– Stroomschema voor de schatting van het risico van externe verzilting voor natuur.

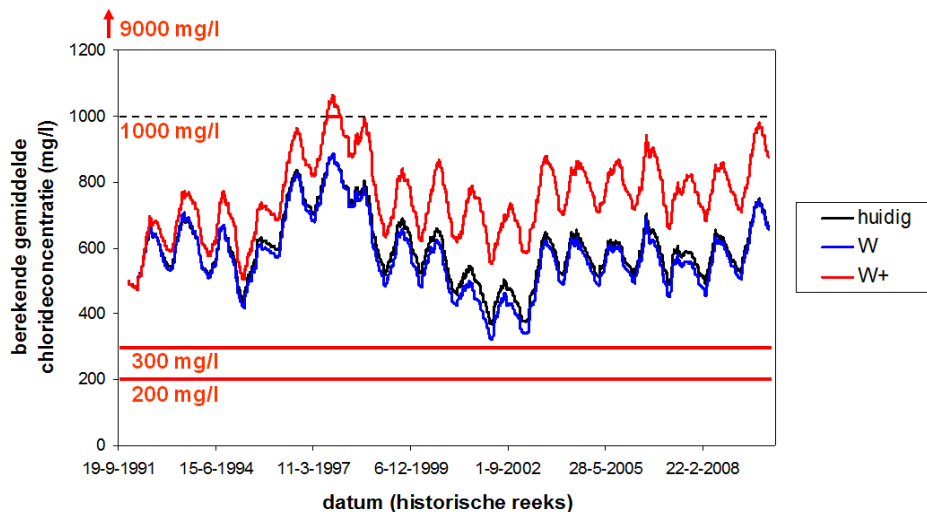
Zoals aangegeven in het stroomschema zijn bij de uiteindelijke schatting een aantal stappen genomen

1. Allereerst is voor de beschouwde (sub)beheertypen aangegeven of het gaat om aquatische natuurtypen (inclusief oevervegetaties) of om terrestrische typen. Is een natuurtype terrestrisch, dan is er per definitie geen sprake van een risico door externe verzilting (score wordt groen). Aangenomen is namelijk dat oppervlaktewater in droge perioden maar in zeer beperkte mate indringt in percelen.
2. Vervolgens zijn chloridenormen vastgesteld voor de diverse (sub)beheertypen (zie tabel 5). Goede ecologische kwaliteit was hierbij uitgangspunt.

Tabel 5 – Chloridenormen voor (sub)beheertypen. De normen zijn gebaseerd op Loeb & Verdonschot (2010), de zoet-brak-zoutclassificatie van oppervlaktewater zoals opgenomen in Wamelink & Runhaar (2000) en expertoordeel.

(sub)beheertype	Normklasse Cl (mg/l)
Moeras	1000
Gemaaid rietland	n.v.t. (terrestrisch)
Veenmosrietland en moerasheide	n.v.t. (terrestrisch)
Trilveen	n.v.t. (terrestrisch)
Nat schaalland	n.v.t. (terrestrisch)
Vochtig weidevogelgrasland	n.v.t. (terrestrisch)
Hoog- en laagveenbos	n.v.t. (terrestrisch)
Zoete kranwierplas	300
Zoete plas	
Laagveenplas met verlanding	200
Voedselrijke laagveenplas	300
Plas op minerale bodem	300
Sloot, vaart, kanaal	300
Brak water	
Brakke kranwierplas	9000
Licht brakke laagveenplas	1000
Licht brakke sloot, vaart, kanaal	1000

3. Onderstaande grafiek (fig. 18) laat de dagwaarden voor de chlorideconcentratie zien voor drie klimaatscenario's. Het gaat in dit voorbeeld om het gebied Botshol. In de grafiek zijn de vastgestelde chloridenormen voor de diverse natuurtypen weergegeven (stippellijn). De stippellijn is veranderd in een rode lijn zodra er sprake is van normoverschrijding.



Figuur 18 – Overschrijding chloridenorm en aquatische natuur

4. De gegevens uit de grafiek (aantal dagen normoverschrijding) zijn in tabel 6 samengevat. Zoals ook in de grafiek zichtbaar is, worden de 200- en 300 mg/l normen in dit gebied permanent overschreden; dat is ook in overeenstemming met de wensen van de terreinbeheerder (instandhouden licht-brakke natuurwaarden). Gedurende een beperkt aantal dagen is in de onderzochte tijdreeks ook de 1000 mg/l norm overschreden. De 9000 mg/l norm voor brakke kranwierwateren wordt nooit overschreden.

Tabel 6 - Aantal dagen dat de chloridenorm wordt overschreden in de periode 1992 t/m 2009.

Aantal dagen overschrijding chloridenorm	Botshol		
Chloridenorm (mg/l)	Huidig	W	W+
200	6675	6675	6675
300	6675	6675	6675
1000	0	0	127
9000	0	0	0

Indien voor een bepaald natuurtype sprake is van overschrijding van de chloridenorm, dan is de volgende vraag: is de tijd tussen de zoutpieken (omdat er over een langere periode sprake kan zijn van meerdere pieken zijn we uitgegaan van de gemiddelde tijd) korter dan de tijd die het natuurtype nodig heeft om van een overschrijding van de chloridenorm te herstellen? Zo nee, dan betekent externe verzilting voor het betreffende natuurtype in het betreffende gebied en klimaatscenario een matig risico. Komt de volgende zoutpiek nog vóór het natuurtype zich heeft kunnen herstellen, wordt dit opgevat als een ernstig risico.

De hersteltijd is enerzijds gebaseerd op een binnen Alterra gebruikte kennistabel over ontwikkelingstijden van natuurtypen (opgenomen in gegevensbestand Effectenindicator,

Broekmeyer et al., 2006) en anderzijds op Runhaar et al. (2004, STOWA-rapport 2004-16). Aanvullend hebben we gebruik gemaakt van ons eigen expertoordeel (toegelicht in tabel 7)

Tabel 7 – Hersteltijden van een overschrijding van de chlorideconcentratie van verschillende beheertypen.

Terrestrische natuur	Hersteltijd (jaar)	Toelichting
Moeras	12.5	Gemiddelde waarde genomen van minimale (0 jaar) en maximale (25 jaar) hersteltijd uit Paulissen & Schouwenberg (2007)
Gemaaid rietland	2	Expertoordeel Maurice Paulissen (Alterra)
Veenmosrietland en moerasheide	17.5	Gemiddelde waarde genomen van minimale (10 jaar) en maximale (25 jaar) hersteltijd voor veenmosrietland uit Paulissen & Schouwenberg (2007)
Trilveen	17.5	Gemiddelde waarde genomen van minimale (10 jaar) en maximale (25 jaar) hersteltijd uit Paulissen & Schouwenberg (2007)
Nat schraalland	17.5	Gemiddelde waarde genomen van minimale (10 jaar) en maximale (25 jaar) hersteltijd uit Paulissen & Schouwenberg (2007)
Vochtig hooiland	17.5	Expertoordeel Maurice Paulissen (Alterra)
Vochtig weidevogelgrasland	2	Expertoordeel Maurice Paulissen (Alterra)
Hoog- en laagveenbos	25	Paulissen & Schouwenberg (2007); geen maximale hersteltijd bekend, daarom uitgegaan van gemiddelde min. hersteltijd
Zoete kranswierplas	5	Gemiddelde waarde genomen van minimale (0 jaar) en maximale (10 jaar) hersteltijd uit Paulissen & Schouwenberg (2007)
Laagveenplas met verlanding	10	Paulissen & Schouwenberg (2007) noemen min. 0 jaar, max. 10 jaar. Met name vanwege moeizame herkolonisatie door Krabbenscheer wordt hier uitgegaan van hersteltijd van 10 jaar; expertoordeel Paulissen
Voedselrijde laagveenplas	5	Gemiddelde waarde genomen van minimale (0 jaar) en maximale (10 jaar) hersteltijd uit Paulissen & Schouwenberg (2007)
Plas met minerale bodem	5	Gemiddelde waarde genomen van minimale (0 jaar) en maximale (10 jaar) hersteltijd uit Paulissen & Schouwenberg (2007)
Sloot, vaart, kanaal	5	Expertoordeel Maurice Paulissen (Alterra)
Kranswierplas	2	Expertoordeel Maurice Paulissen (Alterra)
Licht brakke laagveenplas	2	Expertoordeel Maurice Paulissen (Alterra)
Licht brakke sloot, vaart kanaal	2	Expertoordeel Maurice Paulissen (Alterra)

Schatting van de kwetsbaarheid van natuur in de studiegebieden

Zoals in dit rapport beschreven zijn er acht verschillende gebieden in het groene hart onderzocht.

Voor elk van de natuurtypen in het gebied zijn verschillende risicoprofielen opgesteld:

- Eutrofiëring van aquatische natuur
- Verzilting van aquatische natuur
- Eutrofiëring van nieuwe terrestrische natuur
- Verdroging van terrestrische natuur

Voor elke van deze effecten is bekeken wat de situatie is in 2050 onder verschillende klimatologische omstandigheden:

- Huidig Huidige klimaatomstandigheden.
- W Het W scenario van het KNMI (KNMI, 2006)
- W+ Het W+ scenario van het KNMI (KNMI, 2006)
- W+Beheer Het W+ scenario van het KNMI in combinatie met optimaal waterbeheer

Hieronder worden de acht gebieden stuk voor stuk behandeld aan de hand van een samenvattende tabel met de verschillende inschattingen van kwetsbaarheid van de verschillende natuurtypen per klimaatscenario. In het laatste hoofdstuk worden de effecten op alle gebieden samengevat in vier signaalkaarten.

Botshol

Tabel 8 – Een overzicht van de risicoschatting voor Botshol

Aquatische natuur: eutrofiering								
Type eutrofiering	Extern				Intern			
	Huidig	W	W+	W+B	Huidig	W	W+	W+B
Kranswierplas	Matig, kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit
Licht brakke laagveenplas	Goed, niet kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit
Licht brakke sloot, vaart, kanaal	Groot risico op zuurstofloos- sulfiderijkwater				Groot risico op zuurstofloos- sulfiderijkwater			

Aquatische natuur: verzilting				
	Huidig	W	W+	W+B
Kranswierplas	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar
Licht brakke laagveenplas	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Matig, kwetsbaar
Licht brakke sloot, vaart kanaal	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Matig, kwetsbaar

Terrestrische natuur: eutrofiëring nieuwe natuur				
	Huidig	W	W+	W+B
Nieuwe grasland natuur	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar

Terrestrische natuur: verdroging				
	Huidig	W	W+	W+B
Moeras	Matig, kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit
Gemaaid rietland	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar
Veenmosrietland en moerasheide	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar
Trilveen	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar
Nat schraalland	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit
Vochtig hooiland	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit
Vochtig weidevogelgrasland	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit
Hoog- en laagveenbos	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar

- Goed, niet kwetsbaar
- Matig, kwetsbaar
- Groot risico op slechte kwaliteit
- Groot risico op zuurstofloos- sulfiderijkwater

Aquatische eutrofiëring

Externe eutrofiëring: In dit gebied is de externe eutrofiëring vooral afkomstig van uitspoeling en afspoeling van nutriënten van percelen in het gebied zelf. Het binnenkomende boezemwater wordt gedefosfateerd, zodat de fosfaat-input via de boezem beperkt blijft. Daardoor ontstaat bij ' huidig' en 'W+' een goede situatie: er is relatief weinig afspoeling (vooral in W+), terwijl de aanvoer van water weinig P binnenbrengt. Bij het relatief natte scenario W gaat de afspoeling en uitspoeling grote vormen aannemen en wordt de situatie in de plassen matig tot slecht.

Interne eutrofiëring: Hier gaat het vooral om de aanvoer van sulfaat via het boezemsysteem, die tot mobilisatie van fosfaat in de waterbodems van de plassen kan leiden. Dit speelt nu al (huidig), maar wordt vooral belangrijk in W+. In het W-scenario wordt de situatie juist beter, omdat dan weinig water hoeft te worden ingelaten en de situatie juist verzoet.

Sloten, vaarten en kanalen hebben een permanent slechte kwaliteit omdat er steeds hoge sulfaatgehalten zijn en er daarom veel sulfide ontstaat. Dit leidt in alle gevallen tot sloten met toxische bodems waar weinig in kan leven.

Verziltig van aquatische natuur

In dit brakke milieu zijn de meeste levensgemeenschappen aangepast aan dit soort omstandigheden. Desondanks kan er bij W+ en W+Beheer water aangevoerd gaan worden dat zo zout is dat het water in de plassen boven de hoogste Cl- norm uitstijgt (1000 mg/l). Dan is de natuur in de plassen matig kwetsbaar. Voor de kranswiervegetaties geldt dat een aantal soorten deze hoge zoutgehalten nog kunnen tolereren.

Eutrofiëring van nieuwe terrestrische natuur

Omdat dit soort percelen in dit studiegebied nooit langdurig 's zomers nat blijven, is hier weinig risico op eutrofiëring van deze percelen.

Verdroging van terrestrische natuur

In alle scenario's zijn er in dit studiegebied 's zomers zodanig lange perioden met zeer lage waterstand (lager dan 50 cm –mv), dat alle beschouwde natuurtypen matig kwetsbaar zijn. Zowel bij W als bij W+ wordt de totale lengte van zulke droge perioden groter, vooral bij W+. Dan zijn de meer gevoelige typen natte natuur zeer kwetsbaar: gemaaide rietlanden en drijvende trilvenen zijn minder kwetsbaar dan moerassen en natte schraallanden.

Nieuwkoopse Plassen

Tabel 9 – Een overzicht van de risicoschatting voorde Nieuwkoopse Plassen

Aquatische natuur: eutrofiëring									
Type eutrofiëring	Extern				Intern				
	Huidig	W	W+	W+B	Huidig	W	W+	W+B	
Voedselrijke laagveenplas Sloot, vaart, kanaal	Goed, niet kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Goed, niet kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar

Aquatische natuur: verziltig				
	Huidig	W	W+	W+B
Voedselrijke laagveenplas Sloot, vaart, kanaal	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar

Terrestrische natuur: eutrofiëring nieuwe natuur				
	Huidig	W	W+	W+B
Nieuwe grasland natuur	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar

Terrestrische natuur: verdroging				
	Huidig	W	W+	W+B
Moeras	Matig, kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit
Gemaaid rietland	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar
Veenmosrietland en moerasheide	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar
Trilveen	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar
Nat schraalland	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit
Vochtig hooiland	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar
Vochtig weidevogelgrasland	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit
Hoog- en laagveenbos	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar

Goed, niet kwetsbaar

Matig, kwetsbaar

Groot risico op slechte kwaliteit

Groot risico op zuurstofloos- sulfiderijkwater

Aquatische eutrofiëring

Dit studiegebied heeft een groot percentage open water en een wat kleiner aandeel aan landbouwpercelen. De externe eutrofiëring is momenteel zodanig dat er matig risico is op eutrofiëring van zoete veenplassen. Dit verandert naar een groot risico op slechte waterkwaliteit bij het W-scenario, omdat dan de uitspoeling van nutriënten in de zomer leidt tot hoge P-belastingen. In het W+Beheer scenario (met adaptief waterbeheer) is er 's zomers zo weinig uitspoeling dat er geen risico's zijn op externe eutrofiëring. Interne eutrofiëring door verhoogde sulfaataanvoer treedt echter in alle scenario's op, het sterkst in het W+ scenario omdat daarin water van slechte kwaliteit wordt aangevoerd. De lijnvormige wateren in dit gebied blijven gevrijwaard van sterke eutrofiërisrisico's.

Verzilting van aquatische natuur

De verwachting is dat verzilting geen grote problemen zal veroorzaken in de aquatische natuur van dit gebied. Dit is in lijn met een studie van het Hoogheemraadschap van Rijnland (2007): de Nieuwkoopse Plassen worden via zogenaamde kleinschalige wateraanvoer voorzien van (gedefosfateerd) zoet water vanuit de Oude Rijn. Het gebied is daardoor niet afhankelijk van water dat bij Gouda wordt ingenomen. Zolang op deze manier water kan worden aangevoerd, is er geen gevaar voor verzilting. Mocht de mogelijkheid voor wateraanvoer uit de Oude Rijn wegvallen, dan treedt verzilting van de inlaat op binnen een week. Echter, door het grote watervolume van de aanwezige plassen is er een bufferende werking.

Eutrofiëring van nieuwe terrestrische natuur

De nieuwe graslandnatuur in dit gebied heeft weinig last van interne eutrofiëring omdat dit een wegzijgingsgebied is, waardoor zomerneerslag in de percelen geborgen kan worden en niet leidt tot langdurig hoge grondwaterstanden.

Verdroging van terrestrische natuur

In alle scenario's zijn er in dit studiegebied 's zomers zodanig lange perioden met zeer lage waterstand (lager dan 50 cm onder het maaiveld), dat alle beschouwde natuurtypen matig kwetsbaar zijn. Zowel bij W als bij W+ wordt de totale lengte van zulke droge perioden groter, vooral bij W+. Dan zijn de meer gevoelige typen natte natuur zeer kwetsbaar; gemaaide rietlanden en drijvende trilvenen zijn minder kwetsbaar dan moerassen en natte schraallanden.

Molenpolder

Tabel 10 – Een overzicht van de risicoschatting voor de Molenpolder

Aquatische natuur: eutrofiering				
Type eutrofiering	Extern			
	Huidig	W	W+	W+B
Laagveenplas met verlanding	Matig, kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit	Matig, kwetsbaar
Voedselrijke laagveenplas	Goed, niet kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Goed, niet kwetsbaar
Sloot, vaart, kanaal	Goed, niet kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar

■	Goed, niet kwetsbaar
■	Matig, kwetsbaar
■	Groot risico op slechte kwaliteit
■	Groot risico op zuurstofloos- sulfiderijkwater

Aquatische natuur: verzilting				
Type eutrofiering	Extern			
	Huidig	W	W+	W+B
Laagveenplas met verlanding	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar
Voedselrijke laagveenplas	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar
Sloot, vaart, kanaal	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar

Terrestrische natuur: eutrofiëring nieuwe natuur				
Type eutrofiering	Extern			
	Huidig	W	W+	W+B
Nieuwe grasland natuur	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar	Goed, niet kwetsbaar

Terrestrische natuur: verdroging				
Type eutrofiering	Extern			
	Huidig	W	W+	W+B
Moeras	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit
Gemaaid rietland	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar
Veenmosrietland en moerasheide	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit
Trilveen	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar
Nat schraalland	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit
Vochtig hooiland	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar
Vochtig weidevogelgrasland	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Groot risico op slechte kwaliteit	Groot risico op slechte kwaliteit
Hoog- en laagveenbos	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar	Matig, kwetsbaar

Aquatische eutrofiëring

In de Molenpolder zijn enkele laagveenplassen met beginnende verlanding aanwezig. Deze zijn zeer gevoelig voor externe eutrofiëring. Er worden dan ook matige risico's aangegeven bij huidig en W+Beheer en grote risico's bij W (hoge zomerneerslag leidt tot hogere uitspoeling uit landbouwpercelen) en W+ (er wordt inlaatwater van slechte kwaliteit gebruikt in droge zomerperioden). Deze risico's liggen wat lager bij voedselrijke laagveenplassen en bij sloten en watergangen in dit gebied. Wanneer wordt gekozen voor flexibel waterpeil hoeft er slechts weinig water aangevoerd te worden en zouden de risico's bij W+ minder groot zijn (geel).

Hier is geen risico op interne eutrofiëring aangegeven omdat de plassen in de Molenpolder 10-15 jaar geleden zijn uitgebaggerd. Er liggen dus geen nutriëntenrijke sedimenten op de bodems.

Verzilting van aquatische natuur

Verzilting van aquatische natuur is hier voor geen van de scenario's aan de orde.

Eutrofiëring van nieuwe terrestrische natuur

De nieuwe graslandnatuur in dit gebied heeft weinig last van interne eutrofiëring omdat dit een wegzijgingsgebied is, waardoor zomerneerslag in de percelen geborgen kan worden en niet leidt tot langdurig hoge grondwaterstanden.

Verdroging van terrestrische natuur

In alle scenario's zijn er in dit studiegebied 's zomers zodanig lange perioden met zeer lage waterstand (lager dan 50 cm onder het maaiveld), dat alle beschouwde natuurtypen matig kwetsbaar zijn. Zowel bij W als bij W+ wordt de totale lengte van zulke droge perioden groter, vooral bij W+. Dan zijn de meer gevoelige typen natte natuur zeer kwetsbaar; gemaaide rietlanden en drijvende trilvenen zijn minder kwetsbaar dan moerassen en natte schraallanden.

Naardermeer

Tabel 11 – Een overzicht van de risicoschatting voor het Naardermeer

Aquatische natuur: eutrofiëring								
Type eutrofiëring	Extern				Intern			
	Huidig	W	W+	W+B	Huidig	W	W+	W+B
Laagveenplas met verlanding	Pilot				Pilot			
Voedselrijke laagveenplas								
Sloot, vaart, kanaal								

Aquatische natuur: verzilting				
	Huidig	W	W+	W+B
Laagveenplas met verlanding	Pilot			
Voedselrijke laagveenplas				
Sloot, vaart, kanaal				

- Goed, niet kwetsbaar
- Matig, kwetsbaar
- Groot risico op slechte kwaliteit
- Groot risico op zuurstofloos- sulfiderijkwater

Terrestrische natuur: eutrofiëring nieuwe natuur				
	Huidig	W	W+	W+B
Nieuwe grasland natuur				

Terrestrische natuur: verdroging				
	Huidig	W	W+	W+B
Moeras				
Gemaaid rietland				
Veenmosrietland en moerasheide				
Trilveen				
Nat schraalland				
Vochtig hooiland				
Hoog- en laagveenbos				

Aquatische eutrofiëring

In het Naardermeer wordt het inlaatwater gedefosfateerd. Bovendien is het aandeel agrarische percelen in dit gebied zeer gering. Er zijn dan ook weinig risico's op externe eutrofiëring omdat (1) het aangevoerde water weinig P bevat en (2) er weinig uitspoeling plaatsvindt in natte zomers. Het is

duidelijk dat er wel sprake is van risico op interne eutrofiëring, omdat het inlaatwater ook nu al sulfaatconcentraties heeft die dicht bij de kritische grens van 50 mg/l liggen. Deze concentraties worden duidelijk hoger in het W+ en W+Beheer scenario.

Het subtype 'Laagveenplas met verlanding' bestaat momenteel in dit gebied niet. Er is echter een pilot met flexibel peil gepland die als doel heeft verlanding op gang te brengen. Hiermee is rekening gehouden in de risicoschatting voor 2050.

Verziltiging van aquatische natuur

Verziltiging van aquatische natuur is hier voor geen van de scenario's aan de orde.

Eutrofiëring van nieuwe terrestrische natuur

Eutrofiëring van terrestrische natuur vormt geen probleem in dit gebied.

Verdroging van terrestrische natuur

In alle scenario's zijn er in dit studiegebied 's zomers zodanig lange perioden met zeer lage waterstand (lager dan 50 cm onder het maaiveld), dat alle beschouwde natuurtypen matig kwetsbaar zijn. Zowel bij W als bij W+ wordt de totale lengte van zulke droge perioden groter, vooral bij W+. Dan zijn de meer gevoelige typen natte natuur zeer kwetsbaar (gemaaide rietlanden en drijvende trilvenen zijn minder kwetsbaar dan moerassen en natte schraallanden).

Krimpenerwaard

Tabel 12 – Een overzicht van de risicoschatting voor de Krimpenerwaard

Aquatische natuur: eutrofiëring				
Type eutrofiëring	Extern			
	Huidig	W	W+	W+B
Sloot, vaart, kanaal				

Aquatische natuur: verziltiging				
	Huidig	W	W+	W+B
Sloot, vaart, kanaal				

Terrestrische natuur: eutrofiëring nieuwe natuur				
	Huidig	W	W+	W+B
Nieuwe grasland natuur				

Terrestrische natuur: verdroging				
	Huidig	W	W+	W+B
Moeras				
Gemaaid rietland				
Veenmosrietland en moerasheide				
Trilveen				
Nat schraalland				
Vochtig hooiland				
Vochtig weidevogelgrasland				
Hoog- en laagveenbos				

 Goed, niet kwetsbaar
 Matig, kwetsbaar
 Groot risico op slechte kwaliteit
 Groot risico op zuurstofloos- sulfiderijkwater

In dit studiegebied zijn weinig plassen maar juist wel veel veenweide-natuurgebieden, die voor een deel nog in ontwikkeling zijn. Hier is uitgegaan van de eindsituatie met veel veenweidepercelen die zijn vernat. Opvallend is hier dat de nieuwe graslandnatuur matig kwetsbaar is voor interne eutrofiëring in 'huidig' en W, terwijl het W+scenario minder risico's meebrengt omdat de peilen in de zomer wat verder wegzakken en zo de fosfaatbeschikbaarheid in het groeiseizoen lager is.

Vanwege de vele vernattingsmaatregelen is de kans op verdroging van terrestrische natuur in dit gebied relatief gering. Zonder deze vernatting is de kwetsbaarheid voor verdroging groot. Het proces van bodemdaling treedt dan versneld op.

Oukoop



Tabel 13 - Een overzicht van de risicoschatting voor Oukoop

Aquatische natuur: eutrofiëring				
Type eutrofiëring	Extern			
	Huidig	W	W+	W+B
Sloot, vaart, kanaal				

Aquatische natuur: verzilting				
	Huidig	W	W+	W+B
Sloot, vaart, kanaal				

Terrestrische natuur: eutrofiëring nieuwe natuur				
	Huidig	W	W+	W+B
Nieuwe grasland natuur				

Terrestrische natuur: verdroging				
	Huidig	W	W+	W+B
Nat schraalland				
Vochtig hooiland				
Vochtig weidevogelgrasland				

	Goed, niet kwetsbaar
	Matig, kwetsbaar
	Groot risico op slechte kwaliteit
	Groot risico op zuurstofloos- sulfiderijkwater

In deze polder zijn er maar weinig plassen. Er is geen risico op externe verzilting. Wel is de aquatische natuur in alle scenario's matig kwetsbaar voor eutrofiëring. Het risico op interne eutrofiëring van nieuwe graslandnatuur is gering omdat het zomerpeil ook in die percelen nog voldoende laag blijft (in alle scenario's). De vochtige natuurgraslanden zijn wel matig kwetsbaar voor verdroging, in het W+ en W+Beheer scenario zelfs zeer kwetsbaar.

Oostelijke Binnenpolder Tienhoven

Tabel 14 - Een overzicht van de risicoschatting voor de Oostelijke Binnenpolder Tienhoven

Aquatische natuur: eutrofiering				
Type eutrofiering	Extern			
	Huidig	W	W+	W+B
Sloot, vaart, kanaal	Matig, kwetsbaar			

Aquatische natuur: verzilting				
	Huidig	W	W+	W+B
Sloot, vaart, kanaal	Goed, niet kwetsbaar			

Terrestrische natuur: eutrofiëring nieuwe natuur				
	Huidig	W	W+	W+B
Nieuwe grasland natuur	Groot risico op slechte kwaliteit			

Terrestrische natuur: verdroging				
	Huidig	W	W+	W+B
Moeras	Goed, niet kwetsbaar			
Gemaaid rietland				
Veenmosrietland en moerasheide				
Trilveen				
Nat schraalland				
Vochtig hooiland				
Vochtig weidevogelgrasland				
Hoog- en laagveenbos				

- Goed, niet kwetsbaar
- Matig, kwetsbaar
- Groot risico op slechte kwaliteit
- Groot risico op zuurstofloos- sulfiderijkwater

In de Oostelijke Binnenpolder Tienhoven is de waterkwaliteit in lijnvormige wateren matig, omdat veel nutriënten af- en uitspoelen van de agrarische percelen. Omdat dit een kwelgebied is, kan regenwater minder in de bodem geborgen worden waardoor de uitspoeling wordt bevorderd. Ondanks deze sterke fosfaatlast, is de situatie in de sloten toch niet dramatisch kwetsbaar omdat ook daar schoon kwelwater omhoogkomt.

Door de kwel is de situatie in de percelen over het algemeen nat, ook in de zomer. Dit leidt tot grote kwetsbaarheid voor interne eutrofiëring van nieuwe natuur-graslanden. De kans op problemen met verdroging is hier vanwege de hoge kweldruk zeer klein; dit geldt voor alle scenario's

Groot Wilnis-Vinkeveen

Tabel 15 - Een overzicht van de risicoschatting voor Groot Wilnis-Vinkeveen

Aquatische natuur: eutrofiering				
Type eutrofiering	Extern			
	Huidig	W	W+	W+B
Sloot, vaart, kanaal				

Aquatische natuur: verzilting				
	Huidig	W	W+	W+B
Sloot, vaart, kanaal				

Terrestrische natuur: eutrofiëring nieuwe natuur				
	Huidig	W	W+	W+B
Nieuwe grasland natuur				

Terrestrische natuur: verdroging				
	Huidig	W	W+	W+B
Nat schraalland				
Vochtig hooiland				
Vochtig weidevogelgrasland				

- Goed, niet kwetsbaar
- Matig, kwetsbaar
- Groot risico op slechte kwaliteit
- Groot risico op zuurstofloos- sulfiderijkwater

Opvallend in dit studiegebied is het grote risico op verzilting van aquatische natuur (sloten en vaarten) bij het W+scenario, wanneer slechts brak water voorhanden is voor peilhandhaving in extreem droge zomers.

Het risico op interne eutrofiëring van nieuwe graslandnatuur is gering omdat de waterpeilen ook in het natste scenario nog voldoende laag blijven. Wel leidt ditzelfde feit tot risico op verdroging, met name bij W+ en W+Beheer.

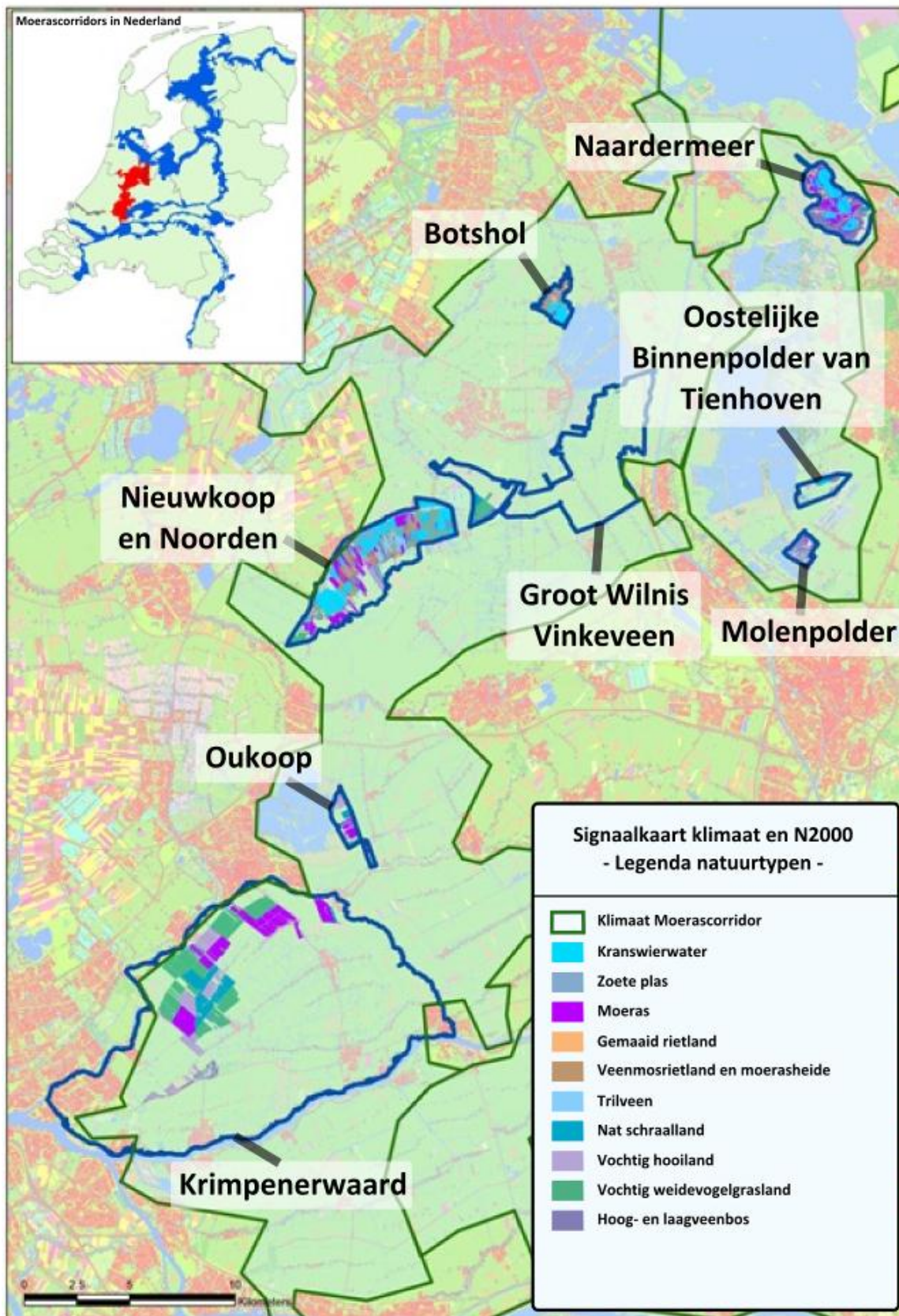
Signaalkaarten

In dit hoofdstuk staan de signaalkaarten met de risicoschattingen voor alle effecten en alle gebieden. De legenda van de signaalkaarten staat weergegeven in figuur 19.

- De kleuren staan voor het risico dat een bepaald natuурtype loopt voor een bepaald effect.
- Elk vierkantje is opgedeeld in vier vlakken. Linksboven staat voor aquatische eutrofiering, rechtsboven voor aquatische verzilting, linksonder voor terrestrische eutrofiering en rechts onder staat voor terrestrische verdroging.
- Ieder vlak is onderverdeeld naar het aantal natuурtypen dat gevoelig is voor een bepaald effect

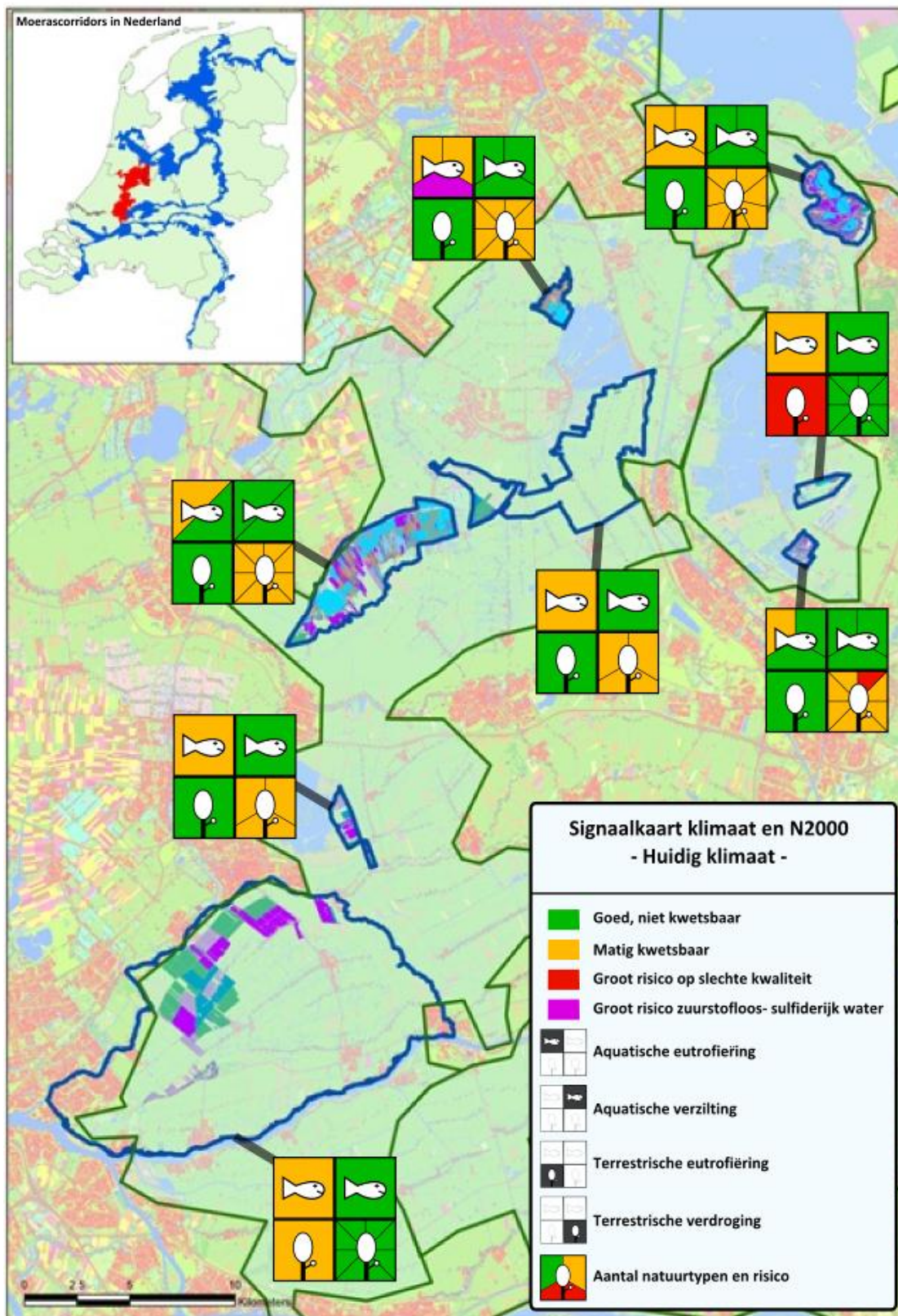
Figuur 19 – De legenda van de signaalkaarten





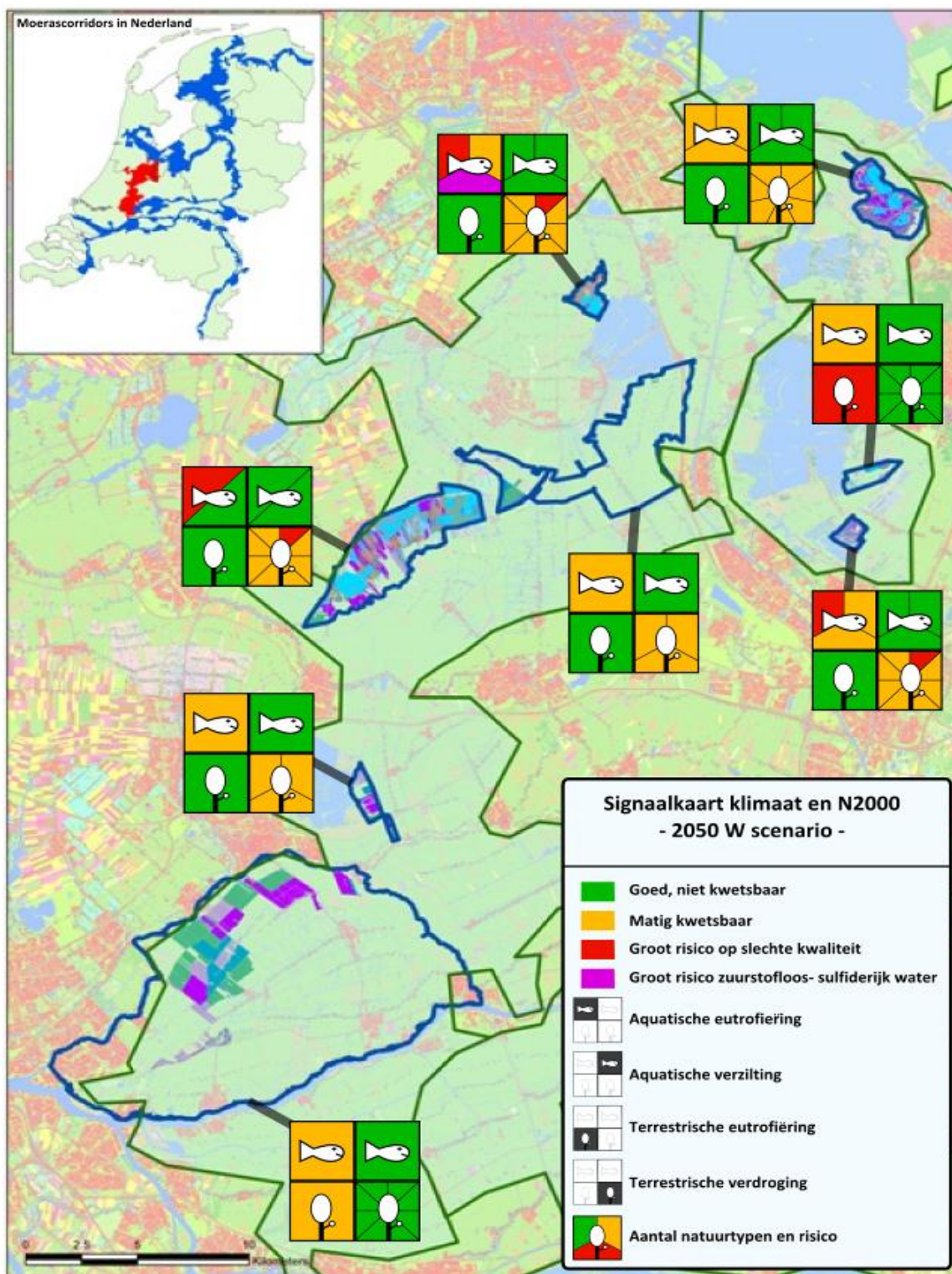
Fig

uur 20 – Signaalkaart klimaat en N2000 – De acht onderzoeksgebieden met verschillende natuurtypen



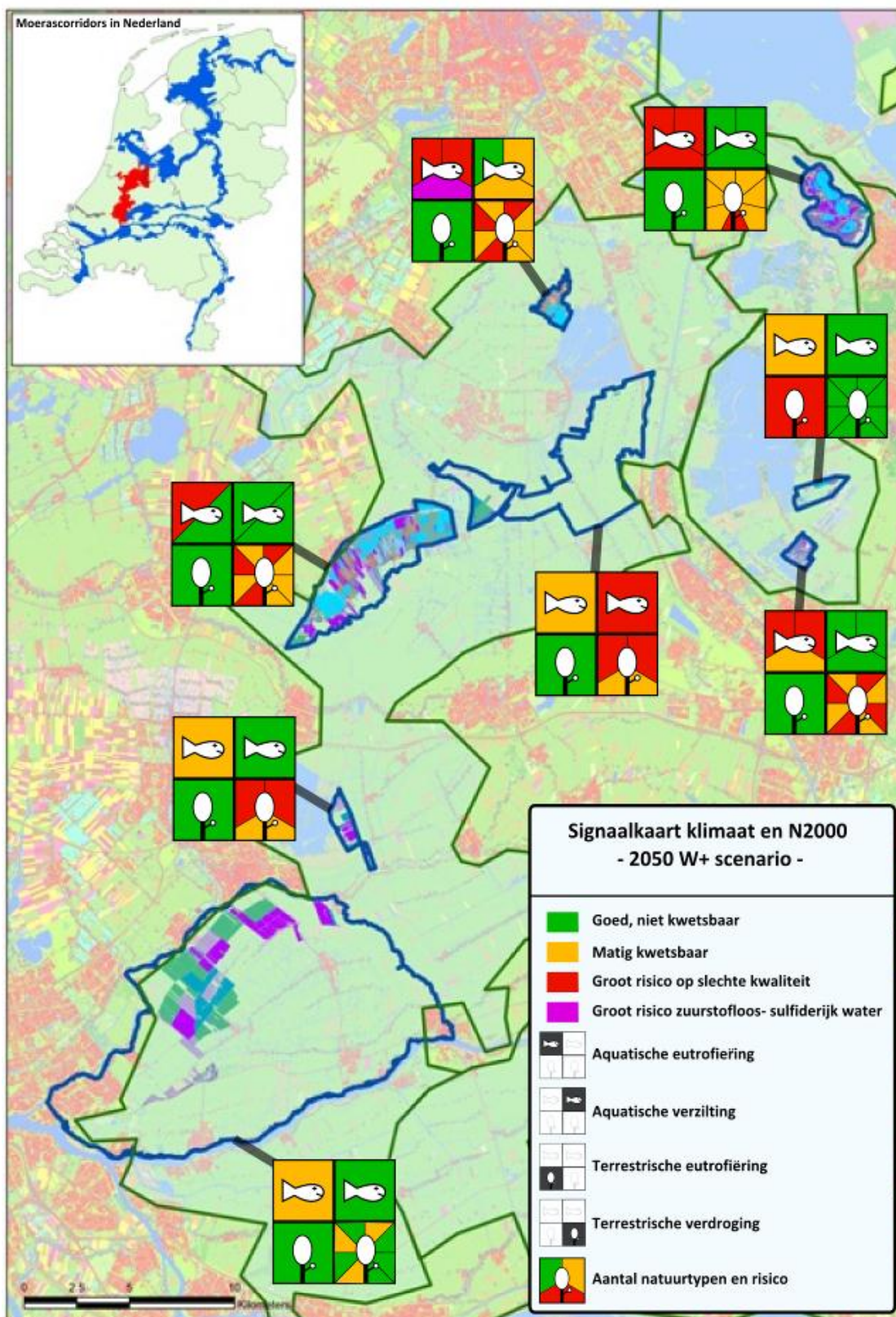
Figuur 21 – Signaalkaart klimaat en N2000 – Huidig klimaat.

Aquatische natuur staat ook momenteel nog onder druk qua eutrofiëring (matig kwetsbaar). Terrestrische natuur is in enkele gebieden ook nu reeds kwetsbaar voor verdroging (Nieuwkoop, Naardermeer, Botshol, Molenpolder, Oukoop). Er is sprake van interne eutrofiëring in nieuwe terrestrische natuur in Krimpenerwaard (matig) en Tienhoven (groot risico). Sulfiderijke sloten zijn een probleem in de Botshol (moeilijk oplosbaar)



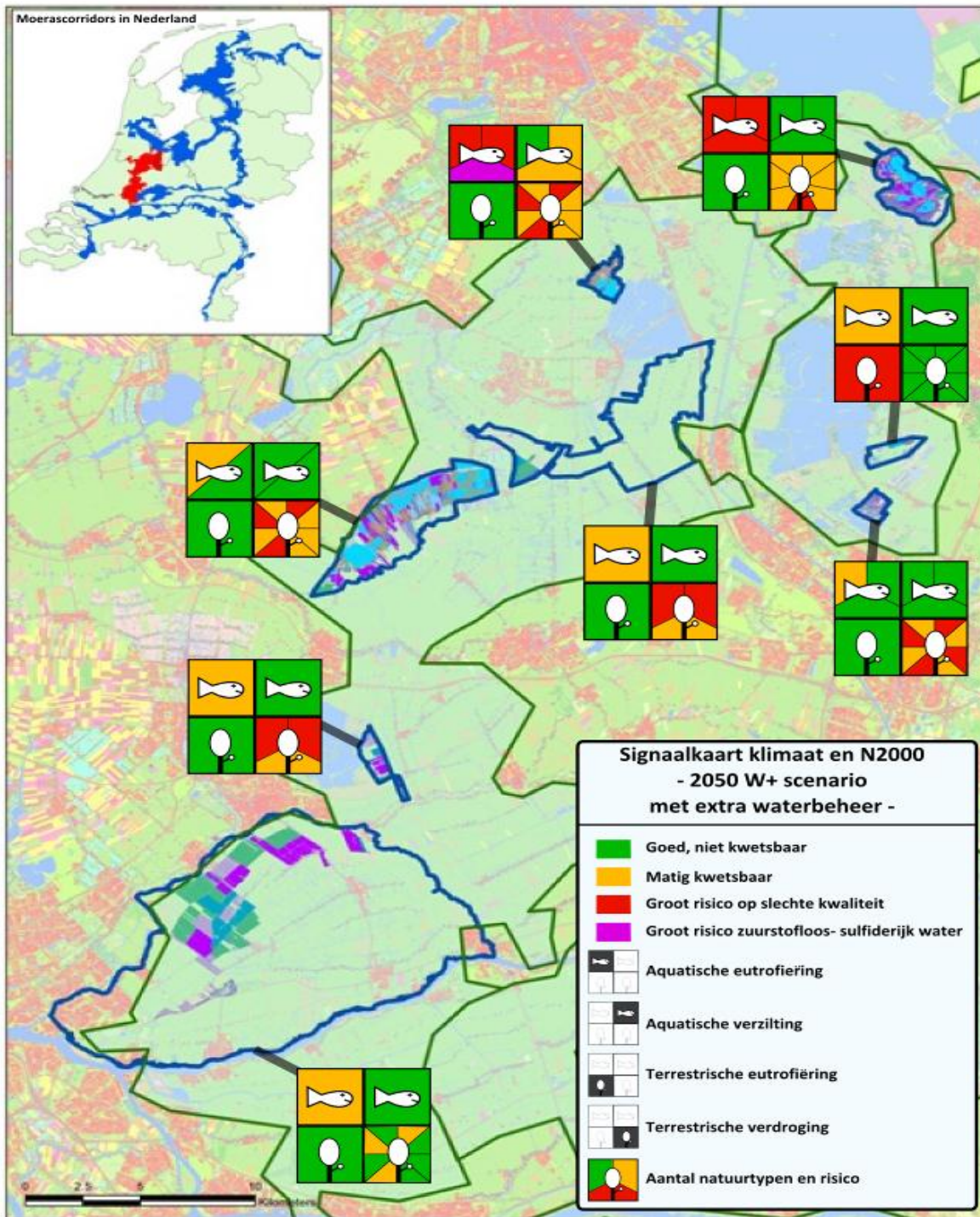
Figuur 22 – Signaalkaart klimaat en N2000 – 2050 W scenario

In het Wscenario is het risico op verzilting van aquatische natuur gering. Aquatische natuur wordt kwetsbaarder voor eutrofiëring in dit scenario (externe aanvoer), met name de gevoeligste typen in Botshol, Molenpolder en Nieuwkoop. Het risico op interne eutrofiëring in nieuwe natuurgraslandpercelen is klein, behalve in de Krimpenerwaard (matig risico) en de OB Tienhoven (groot risico). Sulfidrijke sloten zijn een probleem in de Botshol (moeilijk oplosbaar).



Figuur 23 – Signaalkaart klimaat en N2000 – 2050 W+ scenario

In het W+-scenario zijn er enkele gebieden met matig (Botshol) of groot risico op verzilting (Groot Wilnis Vinkeveen). Sulfiderijke sloten zijn een probleem in de Botshol (moeilijk oplosbaar). Het risico op interne eutrofiëring in nieuwe natuurgraslandpercelen is klein, behalve in de OB Tienhoven (groot risico). Eutrofiëring verergert in deze gebieden en in het Naardermeer onder W+, vanwege aanvoer SO₄-rijk water. Het risico op verdroging van natte natuur is groot, vooral voor de gevoeligste typen. De natuur in de Krimpenerwaard is (bij uitgevoerde vernatting) weinig kwetsbaar voor verdroging.



Figuur 24 – Signaalkaart klimaat en N2000 – 2050 W+ scenario met extra waterbeheer

In het W+scenario zijn er enkele gebieden met matig (Botshol) of groot risico op verzilting (Groot Wilnis Vinkeveen). Dit wordt beter bij aangepast waterbeheer (W+Beheer, zie deze kaart). Eutrofiëring verergert in deze gebieden en in het Naardermeer onder W+, vanwege aanvoer SO₄-rijk water. Deze problemen worden een stuk minder bij W+Beheer. Het risico op verdroging van natte natuur is groot, vooral in scenario W+ en voor de gevoeligste typen. De natuur in de Krimpenerwaard is (bij uitgevoerde vernatting) weinig kwetsbaar voor verdroging. Dit is voor W+ en W+Beheer gelijk. Sulfidrijke sloten blijven een probleem in de Botshol (moeilijk oplosbaar)

Adaptatieopties

Nu mogelijke problemen en probleemgebieden zijn geïdentificeerd kan er gedacht worden aan adaptatie opties.

De wenselijkheid en haalbaarheid van 4 mogelijke adaptatieopties zijn benoemd:

1. Vergroten zelfvoorzienendheid. Dit is in principe voor alle gebieden een wens, echter vooral haalbaar langs de Utrechtse Heuvelrug waar aanvoer van zoet kwelwater aanwezig is (en toeneemt in elk geval in W en mogelijk ook in W+)
2. Meer zoetwater aanvoeren: is mogelijk indien systemen minder gevoelig zijn voor interne eutrofiering en een relatief groot percentage open water hebben. De zoetwaterbeschikbaarheid is afhankelijk van de mate waarin proactieve maatregelen genomen zijn om droogte in het W+ scenario voor te zijn.
3. Weren van "oud zout" (kwel): hierbij is het van belang om door vernatting de zoutlast vanuit de ondergrond tegen te gaan. Dit speelt echter in geen van de natuurgebieden die hier zijn behandeld een rol. Wel kan dit 'oude zout' in de droogmakerijen de waterkwaliteit verzilten. Als dit water dan vervolgens via de boezem wordt aangevoerd in natuurgebieden, is er toch een invloed.
4. Weren van "nieuw zout" (aanvoer vanuit de Noordzee): dit speelt in gebieden die vanuit brakke kanalen van water worden voorzien (b.v. Noordzeekanaal en incidenteel de inlaat bij Gouda)

Voor elk van de acht onderzoeksgebieden is bekeken welk van de adaptatieopties het meest geschikt is (tabel 16).

Tabel 16 – Voorkeur adaptatieopties voor de acht onderzoeksgebieden

	Krimpenerwaard	Oukoop	Nieuwkoopse Plassen	Groot-Wilnis Vinkeveen	Botshol	Molenpolder	Oostelijke Binnenpolder	Naardermeer
Vergroten zelfvoorzienendheid								
Meer zoetwater aanvoeren								
Weren van "oud zout" (kwel)								
Weren van "nieuw zout" (boezem)								

Vergroten van de zelfvoorzienendheid is vooral mogelijk in de Molenpolder, Oostelijke binnenpolder en Naardermeer vanwege de aanvoer van zoet kwelwater (die toeneemt in elk geval in W en mogelijk ook in W+, zie ook Witte & Runhaar, 2009). Dit kan gerealiseerd worden door infiltratie te bevorderen op de heuvelrug (terugdringen waterwinning, minder verharding).

Voor de Botshol geldt dat een (licht)toenemende verzilting geen grote problemen zal opleveren.

Meer zoetwater aanvoeren is vooral mogelijk voor gebieden die minder gevoelig zijn voor interne eutrofiering en verzilting (Krimpenerwaard, Oukoop, Molenpolder). Wel vereist dit proactieve maatregelen in de watervoorziening.

Weren van "oud zout" (kwel) is vooral bij Groot Wilnis Vinkeveen nodig. Hier kan vernatting de zoutlast vanuit de ondergrond tegen te gaan.

Weren "nieuw zout" (boezem) is vooral nodig in de Krimpenerwaard, Oukoop en de Nieuwkoopse Plassen die zoutgevoelig zijn en die langs de zouter wordende route van het boezemwater liggen.

Belangrijkste conclusies

Los van klimaatverandering staan enkele typen natuur in de acht onderzoeksgebieden momenteel al onder druk. De aquatische natuur heeft erg te lijden door eutrofiëring en veel terrestrische natuur is kwetsbaar voor verdroging. Zonder proactieve maatregelen zullen problemen ontstaan met het realiseren van Natura2000 doelen en het functioneren van het watersysteem in de nabije toekomst. Kijkend naar klimaatscenario's voor 2050 in combinatie met modelberekeningen en expertopinie, wordt geconcludeerd dat de problemen groter worden onder klimaatverandering en het grootst zijn in het W+ scenario van het KNMI. Verzilting kan een groot probleem worden in gebieden zoals Groot Wilnis Vinkeveen, maar er zijn ook enkele gebieden met een matig risico op verzilting – zoals de Botshol. In sommige gevallen kunnen de risico's beperkt blijven bij proactief waterbeheer, mits voldoende water van voldoende kwaliteit beschikbaar kan blijven.

Aquatische natuur wordt kwetsbaarder voor eutrofiëring in het W-scenario – met name door externe aanvoer –vooral in de gevoeligste typen van de Botshol, Molenpolder en polder Nieuwkoop. Dit verergert in deze gebieden en in het Naardermeer onder W+, vanwege aanvoer van SO₄-rijk water. Ook hier kan proactief waterbeheer een belangrijke rol in spelen. Sulfiderijke sloten zijn een groot probleem in de Botshol, die naar verwachting ook in de toekomst moeilijk oplosbaar zullen blijven.

Het risico op interne eutrofiëring in nieuwe natuurgraslandpercelen is klein, behalve in de Krimpenerwaard (matig risico) en de Oostenlijke Binnenpolder Tienhoven (groot risico).

Het risico op verdroging van natte natuur is groot, vooral in scenario W+ en voor de gevoeligste typen. De natuur in de Krimpenerwaard en polder Oukoop is (bij uitgevoerde vernatting) weinig kwetsbaar voor verdroging. Zonder deze vernatting is de kwetsbaarheid voor verdroging groot. Het proces van bodemdaling treedt dan versneld op.

Bij het scenario W+ zijn grote problemen (verzilting en eutrofiëring van aquatische natuur) te verwachten wanneer het waterbeheer gelijk blijft aan nu. Bij proactief waterbeheer kunnen deze problemen worden verminderd. Een belangrijke vraag: is er voldoende zoet water van voldoende kwaliteit voorhanden, juist in het W+ scenario?

Nader onderzoek

De sulfaatproblematiek is een belangrijk aspect waar aanvullend onderzoek aanbevolen wordt. In uitdrogende bodems (W+ frequente droogtes) ligt een grote hoeveelheid sulfaat opgeslagen. In combinatie met frequenter optredende hevige piekbuien kan dit sulfaat uitspoelen waardoor er grote incidentele sulfaat-schokken kunnen optreden. Vernatting van organische bodems is een belangrijke proactieve maatregel.

Tevens kan onderzocht worden waar de sulfaat gevaren zitten: waar zijn bronnen gelokaliseerd? Hoe belangrijk is de interne bron (verdrogende bodem), hoe belangrijk is het aangevoerde water? Hoe belangrijk is pyriet in veen? Wat betekent dit voor het opgeven van de vernatting van de Krimpenerwaard (sulfaat triggert veenafbraak en vermindert de immobilisatie van fosfaat).

Daarnaast is onderzoek nodig naar de effecten van interne eutrofiëring op nieuwe natuurgraslanden. Deze effecten zijn hier ingeschat op basis van expertkennis en enkele initiële studies. Dit

zou nog een keer grondig uitgezocht moeten worden. Ook op het gebied van de kwetsbaarheid van natuurtypen voor eutrofiëring, verzilting en verdroging is meer onderzoek nodig.

Referentielijst

- Broekmeyer, M.E.A. 2006. Effectenindicator Natura 2000-gebieden; achtergronden en verantwoording ecologische randvoorwaarden en storende factoren. Alterra-rapport 1375. Alterra, Wageningen, 51 p.
- Hoogheemraadschap van Rijnland, 2007. Verzilting en waterbehoefte. Kwantificering probleem, onderzoek beleidsopties. Hoogheemraadschap van Rijnland, Leiden, 75 p.
- Lamers, L. P. M., H. B. M. Tomassen en J. G. M. Roelofs. 1998. Sulfate-induced eutrophication and phytotoxicity in freshwater wetlands. *Environmental Science and Technology* **32**:199-205.
- Loeb, R. en P.F.M. Verdonschot. 2010. Milieucondities van aquatische beheertypen. Alterra-rapport 2090. Alterra, Wageningen, 142 p.
- Paulissen, M.P.C.P. & E.P.A.G. Schouwenberg. 2007. Zouttolerantie van zoetwatergevoede natuurdoeltypen; verkenning en kennislacunes. Alterra-rapport 1545. Alterra, Wageningen, 76 p.
- Schipper, P. en H. Siebel (red.). 2009. Index Natuur en Landschap, Onderdeel natuurbeheertypen. Versie 0.4 15 juni 2009, Terreinbeheerders, IPO en LNV. http://www.portaalnatuurenlandschap.nl/asp/download.aspx?File=/publish/pages/204/index_natuur_en_landschap_-_natuurbeheertypen.pdf
- Smolders, A. J. P., L. P. M. Lamers, C. Den Hartog en J. G. M. Roelofs. 2003. Mechanisms involved in the decline of *Stratiotes aloides* L. in The Netherlands: sulphate as a key variable. *Hydrobiologia* **506**:603-610.
- Wamelink G. en Runhaar, J. 2000. Abiotische randvoorwaarden voor natuurdoeltypen. Alterra. Rapport 181.

Colofon

Jos Verhoven	
Hasse Goosen	
Ron Mes	
Maurice Paulissen	
???	