



Effect zout Volkerak-Zoommeer op de zoetwatervoorziening van de landbouw

Berekening droogte- en zoutschade met €ureyeopener 2.1 voor Tholen,
St. Philipsland, Oostflakkee, Reigersbergsche en PAN-polders

P.N.M. Schipper, G.M.C.M. Janssen, N.B.P. Polman, V.G.M. Linderhof, P.J.T. van Bakel,
H.M. Massop, R.A.L. Kselik en L.C.P.M. Stuyt

Effect zout Volkerak-Zoommeer op de zoetwatervoorziening van de landbouw

Berekening droogte- en zoutschade met €ureyeopener 2.1 voor Tholen, St. Philipsland, Oostflakkee, Reigersbergsche en PAN-polders

P.N.M. Schipper¹, G.M.C.M. Janssen³, N.B.P. Polman², V.G.M. Linderhof², P.J.T. van Bakel⁴, H.M. Massop¹, R.A.L. Kselik¹ en L.C.P.M. Stuyt¹

1 Alterra

2 LEI

3 Deltares

4 De Bakelse Stroom

Dit onderzoek is uitgevoerd door Alterra Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door het Programmabureau Zuidwestelijke Delta. De applicatie is ontwikkeld met ondersteuning van Kennis Basis Leven met Zout (KB14-005-020).

Alterra Wageningen UR
Wageningen, maart 2014

Alterra-rapport 2511

ISSN 1566-7197

Schipper, P.N.M., G.M.C.M. Janssen, N.B.P. Polman, V.G.M. Linderhof, P.J.T. van Bakel, H.M. Massop, R.A.L. Kselik en L.C.P.M. Stuyt, 2014. *Effect zout Volkerak-Zoommeer op de zoetwatervoorziening van de landbouw; Berekening droogte- en zoutschade met €ureyeopener 2.1 voor Tholen, St. Philipsland, Oostflakkee, Reigersbergsche en PAN-polders*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2511. 42 blz.; 9 fig.; 8 tab.; 12 ref.

Het Rijk overweegt om het Volkerak-Zoommeer weer zout te maken, omwille van ecologische redenen en problemen die er zijn geweest met de waterkwaliteit. Voorwaarde voor een zout Volkerak-Zoommeer is dat een alternatieve zoetwatervoorziening wordt aangelegd voor de gebieden die nu voor de zoetwater voorziening van het Volkerak-Zoommeer afhankelijk zijn. Bij de afweging voor een zout Volkerak-Zoommeer is één van de vragen wat de baten zijn van de alternatieve zoetwatervoorziening voor de landbouw. Hiervoor is door Alterra, Deltares, LEI en De Bakelse Stroom €ureyeopener 2.1 ingezet: een beleidsondersteunend model dat is ontwikkeld voor beantwoording van vragen over de zoetwatervoorziening in tijden van schaarste.

Met het model zijn de effecten van de alternatieve watervoorziening gekwantificeerd op de zoutgehalten van het regionale oppervlaktewater, de wateraanvoerbehoefte, beregeningsvraag, de zout- en de droogteschade van landbouwgewassen. Daarbij zijn de veranderde gewasopbrengsten vertaald naar geldelijke kosten-baten. Voor de modelstudie is veel overleg gevoerd met de deelnemers van het Afstemoverleg van de Zuidwestelijke Delta. Ook zijn aparte overleggen gevoerd met de drie betrokken waterschappen om de huidige situatie voor de zoetwateraanvoer en relevante gebiedskennis te inventariseren en in de modelapplicatie te verwerken. Uitgangspunten voor de modellering zijn (mede) gebaseerd op de factsheets die in het proces van Joint Fact Finding over de effecten van het weer zout maken van het Volkerak-Zoommeer door RoyalHaskoning-DHV en Rijkswaterstaat zijn opgesteld.

Trefwoorden: regionaal waterbeheer, verzilting, zoetwaterbeheer, Volkerak-Zoommeer, zoutschade landbouw, droogteschade landbouw, fruitteelt, vollegrondsgroenten, beslissingsondersteunend systeem, €ureyeopener 2.1.

Dit rapport is gratis te downloaden van www.wageningenUR.nl/alterra (ga naar 'Alterra-rapporten' in de grijze balk onderaan). Alterra Wageningen UR verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2014 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wageningenUR.nl/alterra. Alterra is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	8
	1.1 Probleem- en doelstelling	8
	1.2 Aanpak modelberekeningen	8
	1.3 Leeswijzer	9
2	Uitgangspunten	10
	2.1 Referentie en scenario	10
	2.2 Uitgangspunten chloridegehalten van in- en uitlaatwater	10
	2.3 Aannames areaal beregning	11
	2.4 Aannames leveringszekerheid zoetwater voor beregning	11
	2.5 Correctie zoutgehalten drainagewater	12
	2.6 Verandering landgebruik (overgang duurdere teelten)	13
	2.7 Samenvatting uitgangspunten referentie en scenario	13
3	Modelbeschrijving	15
	3.1 Modelopzet en modelgebied	15
	3.2 Modelconcepten	16
	3.3 Gebiedspecifieke aanpassingen aan het model	18
4	Modelresultaten	20
	4.1 Hydrologie	20
	4.2 Kosten-baten	21
	4.3 Gevoeligheidsanalyse	22
	4.4 Netto baten voor de droge jaren	24
5	Conclusies en aanbevelingen	26
	5.1 Conclusies	26
	Literatuur	27
	Bijlage 1 Wateraanvoersituatie in diverse deelgebieden	28
	Bijlage 2 Factsheets Joint Fact Finding	35

Woord vooraf

In dit project is expertise op het terrein van de regionale (agro)hydrologie en hydrogeologie gecombineerd met economische expertise en, in nauwe samenspraak met de opdrachtgever en andere belanghebbenden, vertaald in nieuwe kennis en inzichten die sturend zijn bij de beleidsontwikkeling rond de toekomstige zoetwatervoorziening van de regio Zuidwestelijke Delta en Rijnmond-Drechtsteden. Zoals zo vaak bij vraagstukken rond het regionale waterbeheer is het stellen van (kennis)vragen gemakkelijker dan het geven van antwoorden, zeker als bij de beantwoording als voorwaarde wordt gesteld dat de nieuwe kennis bruikbaar moet zijn bij het maken van afwegingen. Geanalyseerde effecten van kansrijk geachte inrichtings- en beheersmaatregelen moeten daarom op inzichtelijke manier worden voorzien van zo goed mogelijke schattingen van kosten en baten. Deze functionaliteit staat centraal in de snelle, flexibele en transparante applicatie *€ureyeopener*.

De recent ontwikkelde applicatie is ingezet om de besluitvorming over een zout Volkerak-Zoommeer te ondersteunen, door de hydrologische en agrohydrologische effecten van de alternatieve zoetwatervoorziening en daarbij horende financiële kosten en baten voor de landbouw te berekenen.

Het project werd uitgevoerd in opdracht van het Programmabureau Zuidwestelijke Delta.

Wageningen, 15 maart 2014
Peter Schipper, projectleider

Samenvatting

Het Rijk overweegt om het Volkerak-Zoommeer (VZM) weer zout te maken. Ten behoeve van een eenduidige inbreng in het Deltaprogramma en de Rijksstructuurvisie over o.a. het huidige en toekomstige voorzieningenniveau wordt hiervoor een 'Rijksstructuurvisie Grevelingen - Volkerak-Zoommeer' (RGV) opgesteld. Aan de hand van deze RGV én de Deltabeslissingen voor o.a. de Rijn-Maas-monding en zoetwater zal het kabinet medio 2014 een ontwerpbesluit over de ontwikkelingsrichting van deze Rijkswateren nemen, waaronder het weer zout maken van het Volkerak-Zoommeer.

Een van de consequenties van een zout Volkerak-Zoommeer zijn de baten voor de landbouw. Dit door de veranderende condities voor de beschikbaarheid en het zoutgehalte van oppervlaktewater waarmee berekend kan worden. Om dit te kwantificeren, zijn in deze studie met applicatie €ureyeopener V2.1 de netto baten berekend voor de landbouw, in vijf deelgebieden die voor zoet water afhankelijk zijn van waterinlaat vanuit het Volkerak-Zoommeer. Hierbij is de nieuwe situatie (een zout VZM met een alternatieve zoetwatervoorziening) vergeleken met een referentie. Het verschil tussen deze nieuwe situatie en de referentie is dat het inlaatwater in de nieuwe situatie zoeter is, en het hele groeiseizoen beschikbaar voor beregening. Verder is voor de nieuwe situatie ervan uitgegaan dat het areaal met relatief kapitaalintensieve gewassen (vollegrondsgroenten en fruit) toeneemt, ten koste van traditionele akkerbouwgewassen (granen en bieten). In de referentie (Volkerak-Zoommeer zoet) zijn voor het inlaatwater zoutgehalten gekozen die overeenkomen met het zomergemiddelde zoutgehalte van Volkerak-Zoommeer water, ter plaatse van de inlaatpunten. Aangenomen is dat na 20 augustus geen inlaatwater voor beregening beschikbaar is.

Met het model worden over een langjarige periode netto baten berekend van €5,4 miljoen per jaar. Deze baten zijn het grootst in Tholen en de PAN-polders. De baten komen voort uit het feit dat de zoutschade afneemt terwijl sprake is van hogere (geldelijke) opbrengsten, dankzij de uitbreiding van het areaal met vollegrondsgroenten en fruit. De afnemende zoutschade wordt ook veroorzaakt door de aanname dat in de nieuwe situatie evenveel water voor doorspoelen worden ingelaten als in de referentie. Hierdoor wordt niet alleen het inlaatwater zoeter, maar ook het water bij de uitlaatpunten en dus gemiddeld in het gehele oppervlaktewatersysteem. De baten zijn in 1989 en 1976 (een droog en extreem droog jaar) iets groter: respectievelijk €6,0 en €6,3 miljoen per jaar. De verschillen zijn niet zo groot als intuïtief zou worden verwacht. De reden is dat de zoute kwel in zulke jaren een minder grote rol speelt omdat de kweldruk door de lange droogte grotendeels wegvalt.

Uit een gevoeligheidsanalyse komt naar voren dat een beregeningsstop vanaf 20 augustus, ten opzichte van een situatie als tot het eind van het groeiseizoen – 1 oktober - berekend kan worden, nauwelijks van invloed is op de gewasopbrengsten. Bij een beregeningsstop vanaf 20 juli is deze invloed aanzienlijk groter.

De resultaten van de onderhavige studie zullen worden benut bij het opstellen van een strategische MER en een daarbij behorende MKBA. Ook worden de resultaten meegenomen in de besluitvorming over het Deltaprogramma Zoetwatervoorziening.

1 Inleiding

1.1 Probleem- en doelstelling

Het Rijk overweegt om het Volkerak-Zoommeer (VZM) weer zout te maken. Voor een eenduidige inbreng in het Deltaprogramma en de Rijksstructuurvisie over onder andere het huidige en toekomstige voorzieningenniveau, is het project Joint Fact Finding Zoetwatervoorziening (JFF) gestart. In dit project, dat wordt uitgevoerd door Royal Haskoning-DHV, wordt samen met de betrokken waterbeheerders de beschikbare kennis geactualiseerd, de gemeenschappelijke gedeelde feiten gedefinieerd voor van het voorzieningenniveau (huidig en zout VZM) en daarop de kosten en baten van de ingrepen voor de nieuwe situatie gekwantificeerd.

Om dit project te ondersteunen heeft Alterra eind oktober een second opinion gegeven op de factsheets die voor de JFF worden opgesteld. Hiervoor is het modelinstrument €ureyeopener ingezet en zijn indicatieve berekeningen uitgevoerd om de baten voor de landbouw te berekenen. De factsheets zijn daarna door de actoren op onderdelen aangepast, waaronder uitgangspunten die van invloed zijn op de berekening van effecten op landbouwopbrengsten. Daarom heeft het Programmabureau Zuidwestelijke Delta aan Alterra gevraagd nieuwe berekeningen met €ureyeopener uit te voeren.

In mei 2012 is in overleg met de stuurgroep Zuidwestelijke Delta besloten om een 'Rijksstructuurvisie Grevelingen - Volkerak-Zoommeer' (RGV) te laten opstellen. Aan de hand van deze RGV én de Deltabeslissingen voor onder andere de Rijn-Maas-monding en zoetwater neemt het kabinet medio 2014 een ontwerpbesluit over de ontwikkelingsrichting van deze Rijkswateren, waaronder het weer zout maken van het Volkerak-Zoommeer. De resultaten van de onderhavige studie worden (naast de resultaten van de JFF) benut bij het opstellen van een strategische MER en een daarbij behorende MKBA. Ook worden de resultaten meegenomen in de besluitvorming over het Deltaprogramma Zoetwatervoorziening.

1.2 Aanpak modelberekeningen

De modelberekeningen zijn uitgevoerd met €ureyeopener 2.1. (Schipper *et al.*, 2014). Voor de berekeningen zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

1. Aanpassing en verfijning van het model:
 - Ruimtelijke invoer effectief doorspoeld areaal St. Philipsland en Tholen,
 - Flexibele invoer wijziging landgebruik (op te geven uitbreiding areaal fruit en vollegrondsgroenten ten koste van granen en bieten, in percentages),
 - Genereren van nieuwe metatablesen zout- en droogteschade en bijbehorende hoeveelheden berekening voor de varianten als slechts tot 20 juli en tot 20 augustus beregeningswater beschikbaar is.
2. Berekeningen van de huidige en de nieuwe situatie:
 - Referentie: berekening mogelijk tot 20 augustus,
 - Zout VZM: gehele jaar berekening, 10% uitbreiding fruit, 30% uitbreiding vollegrondsgroenten.
3. Gevoeligheidsanalyses
 - Referentie-1: hele groeiseizoen berekening mogelijk,
 - Referentie-2: berekening mogelijk tot 20 juli,
 - Zout VZM-a: gehele groeiseizoen berekening, maar geen verandering in landgebruik.

Alle varianten zijn doorgerekend voor een 10% en 1% droog jaar (respectievelijk 1989 en 1976) en voor een 30-jarige periode (1961-1990). Gekozen is voor deze 30-jarige periode omdat daarvan de meest betrouwbare NHI-output beschikbaar is. Naderhand is 1961 niet meegenomen omdat dat jaar wegens aanloopproblemen ('initialisatie') minder betrouwbare NHI-resultaten geeft.

Tijdens het modelonderzoek bleek het noodzakelijk om de vanuit het NHI geïmporteerde chloridegehalten van het drainagewater aan te passen. Deze met het NHI berekende gehalten zijn namelijk de eerste jaren significant te hoog en komen pas na 20 à 30 jaar goed in evenwicht met de mengverhouding van de concentratie van het kwelwater en het infiltrerende neerslagoverschot. Deze tekortkoming wordt - mede naar aanleiding van het onderhavige project - met de klankbordgroep en de wetenschappelijke commissie van het NHI besproken en opgepakt.

Het chloridegehalte, waar in de nieuwe situatie op wordt gestuurd, is berekend door iteratief te zoeken naar een gehalte waarbij de berekende wateraanvoer zo goed mogelijk overeenkomt met de huidige situatie (de referentie).

De gebieden die in de modellering zijn meegenomen zijn:

- Tholen, St. Philipsland en de Reigersbergsche polder (waterschap Scheldestromen),
- Oostflakkee (waterschap Hollandse Delta),
- Prins Hendrikpolder, Auvergnepolder en Nieuw Vossemeer (waterschap Brabantse Delta).

Voorne-Putten is niet meegenomen omdat de inlaatconcentraties, de leveringszekerheid en de oplading van dit eiland bij een zout Volkerak-Zoommeer niet wezenlijk verschillend is van hetgeen als referentie wordt aangenomen.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 behandelt de uitgangspunten voor de berekeningen. Hoofdstuk 3 beschrijft kort het gebruikte modelinstrumentarium. De resultaten van de berekeningen worden beschreven in hoofdstuk 4. De conclusies en aanbevelingen zijn geformuleerd in hoofdstuk 5.

In bijlage 1 is een beschrijving opgenomen van de huidige situatie rond de wateraanvoer in de beschouwde gebieden. De factsheets die voor het Joint Fact Finding proces zijn opgesteld door Royal-Haskoning-DHV en RWS zijn opgenomen in bijlage 2.

2 Uitgangspunten

2.1 Referentie en scenario

De hier beschouwde gebieden gebruiken in het groeiseizoen water dat afkomstig is uit het Volkerak-Zoommeer (VZM). In het scenario van een zout VZM wordt uitgegaan van een alternatieve zoetwatervoorziening. In het proces van de Joint Fact Finding is afgesproken dat hierbij generiek wordt uitgegaan van een aanvoercapaciteit van 0,3 l/s. ha (uitgangspunt 1), en is een chloridegehalte van de alternatieve zoetwateraanvoer overeengekomen (uitgangspunt 2). Het effect van het scenario van een zout VZM wordt afgezet tegen een referentiesituatie die qua landgebruik en wateraanvoer in principe overeenkomt met de huidige situatie. Een beschrijving van de huidige situatie is opgenomen in bijlage 1.

In het proces van de JFF is afgesproken om voor de op te stellen MKBA de noodvoorzieningen voor zoetwateraanvoer die de laatste jaren zijn getroffen, niet in de referentiesituatie mee te nemen. Dit gaat om de PAN-polder waar het Waterschap met een mobiele (nood)pomp zoet water inlaat vanuit het Mark-Dintel-Vliet systeem, en het gaat om Oostflakkee waar het waterschap nu aanvullend zoet water vanuit het Haringvliet inlaat (via Goeree-Overflakkee).

In het navolgende worden de belangrijke uitgangspunten voor de modelberekening behandeld. De uitgangspunten zijn het chloridegehalte van het in- en uitlaatwater, berekening, leveringszekerheid, verandering landgebruik (overgang naar zoetgevoeliger dure teelten) en de concentratie van het drainagewater.

2.2 Uitgangspunten chloridegehalten van in- en uitlaatwater

De belangrijkste uitgangspunten voor de berekening zijn de aannames voor de chlorideconcentraties van het inlaatwater en de concentraties waarop het inlaatregime wordt gestuurd (i.c. tot hoe hoog de concentraties in het voorzieningsgebied mogen stijgen). De hiervoor gekozen concentratieniveaus zijn weergegeven in Tabel 1. Deze waarden zijn afgestemd met Rijkswaterstaat en de drie betrokken waterschappen. Voor het scenario van een zout VZM is op verzoek van de waterbeheerders gekozen om het niveau waarop wordt gestuurd (i.c. de chlorideconcentratie bij het uitstroompunt van de bewuste polder) ten opzichte van de referentie te verlagen zodanig dat de inlaathoeveelheden ongeveer gelijk blijven. Er kan ook gekozen worden om ervan uit te gaan dat met de alternatieve zoetwatervoorziening op een zelfde chloridegehalte waarop gestuurd als in de referentie. Dit vanuit de optie dat geen overcompensatie (i.c. een verbetering van de huidige situatie) nodig is.

Als dit uitgangspunt wordt gekozen is minder wateraanvoer nodig dan in de huidige situatie omdat het doorspoelen door de lagere inlaatconcentraties effectiever is dan in de referentie.

In overleg met de provincie Zeeland en Waterschap Scheldestromen, is voor Tholen, St. Philipsland en Reigersbergsche polder het areaal dat met doorspoelen wordt bereikt in het model verkleind. Hiervoor is gekozen omdat er aan de randen van deze eilanden gebieden zijn die nauwelijks met doorspoelen worden bereikt en waar het oppervlaktewater relatief zout is door de sterke kwel die hier optreedt.

Het chloridegehalte waar in de nieuwe situatie op wordt gestuurd is - zoals aangegeven - iteratief berekend door de sturen op een gehalte waarbij de berekende wateraanvoer zo goed mogelijk gelijk blijft aan de huidige situatie (de referentie). Dit is een belangrijke aanname, want als het gehalte waarop wordt gestuurd (i.c. de chlorideconcentratie bij het uitstroompunt van de bewuste polder) gelijk zou worden gehouden aan dat van de referentie (dat wil zeggen: slechter; zie in Tabel 1), wordt

voor doorspoelen een aanzienlijk kleinere inlaatbehoefte berekend, maar werkt dit niet sterk door in de berekende baten. Dit komt omdat dan de zoutgehalten van het regionale oppervlaktewater weinig afnemen en zo ook de zoutschade weinig afneemt.

Tabel 1

Uitgangspunten referentie en nieuwe situatie bij een zout VZM.

	Arealen (ha)			Cl-gehalte inlaatwater (mg/l)		Cl-gehalte waarop wordt gestuurd (mg/l)	
	Landbouw	Peilbeheerd	Doorspoeld ¹	Referentie	Zout VZM	Referentie	Zout VZM
Tholen	9000	11660	4500	400	250	700	565
St. Philipsland	1580	1930	± 800	400	250	700	584
Reigersbergsche polder	1082	1248	960	450	363	700	618
Oostflakkee	3290	3640	3640	350	125	600	522
PAN-polders	2363	2777	2777	450	150	550	275

¹⁾ Het doorspoeld areaal is in het model voor Tholen 4400 ha, voor Reigersbergsche 960 ha en voor PAN-polders 2063 ha.

2.3 Aannames areaal berekening

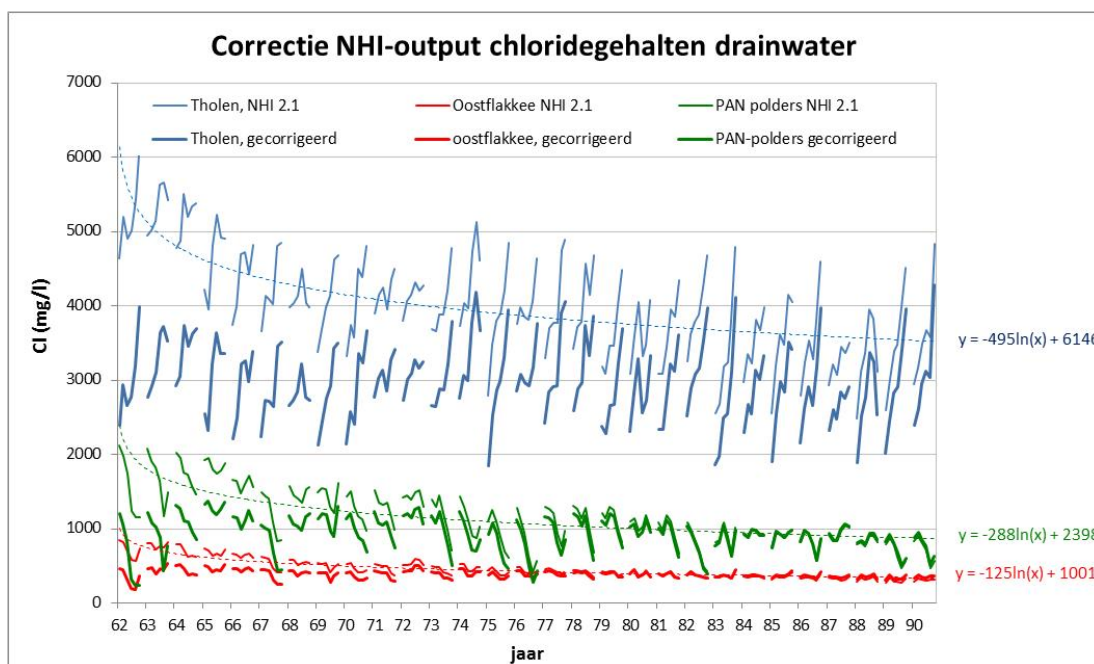
In de factsheets van de JFF wordt aangenomen dat van het landbouwareaal dat wordt berekend, maximaal 20% tegelijkertijd kan worden berekend. Het landbouwareaal dat potentieel kan worden berekend is echter groter en met deze percentages wordt in €ureyeopener gerekend. De berekeningspraktijk is in een studie van het LEI naar de effecten van een zout VZM (Rijk, 2009) al onderzocht. Hieruit kwam naar voren dat het areaal dat berekend kan worden tussen 2003 en 2007 al sterk was toegenomen. In 2007 is dit areaal in de studie geschat op gemiddeld 43% van het areaal cultuurgrond (37 à 65%), ongeveer een verdubbeling ten opzichte van de situatie in 2003. Voor de toekomst wordt geschat dat het berekende areaal en ook de capaciteit om te berekenen verder toenemen. Daarom is in het model aangenomen dat de arealen met fruit, boomteelt, vollegrondsgroenten, tulpen (bloembollen) en aardappels in het goed doorspoelde gebied berekend kunnen worden. Voor Tholen en de PAN-polders komt dit neer op 48%, voor St. Philipsland en Reigersbergsche polder op 43% en voor Oostflakkee op 66%. Deze arealen komen goed overeen met de arealen die in de studie van het LEI (Rijk, 2009) worden genoemd.

2.4 Aannames leveringszekerheid zoetwater voor berekening

In de nieuwe situatie (zout Volkerak-Zoommeer (VZM)) is de leveringszekerheid van zoetwater door de alternatieve zoetwateraanvoer groter dan in de huidige situatie. Deze is in de beschouwde gebieden immers nagenoeg verzekerd, ook in droge jaren, behalve bij een extreem droge periode die gepaard gaat met extreem lage rivierafvoeren. In zulke situaties speelt de verdringingsreeks een belangrijke rol. De leveringszekerheid is in de huidige situatie minder groot door het voorkomen van blauwalgen in het VZM. In de periode 1990-2010 was na 20 juli door de blauwalgen gemiddeld geen aanvoer meer mogelijk. De jaren daarna is de waterkwaliteit in het meer verbeterd omdat de zogenoemde kwakkelmossel zich in het meer heeft gevestigd. Het is niet zeker of deze situatie ecologisch gezien stabiel is. In de referentiesituatie is aangenomen dat na 20 augustus geen inlaat meer mogelijk is. In €ureyeopener is deze innamestop vertaald naar het stopzetten van berekening vanaf 20 augustus. In de praktijk zal na stopzetten van de inlaat ook niet of nauwelijks worden berekend omdat de chloridegehalten in de regionale watergangen dan snel zouden oplopen en onttrekking voor berekening snel tot ongewenste dalingen van waterpeilen kan leiden. In een gevoeligheidsanalyse is voor de referentie ook een berekening uitgevoerd met als uitgangspunt dat vanaf 20 juli niet meer kan worden berekend en ook een berekening dat tot het einde van het groeiseizoen kan worden berekend.

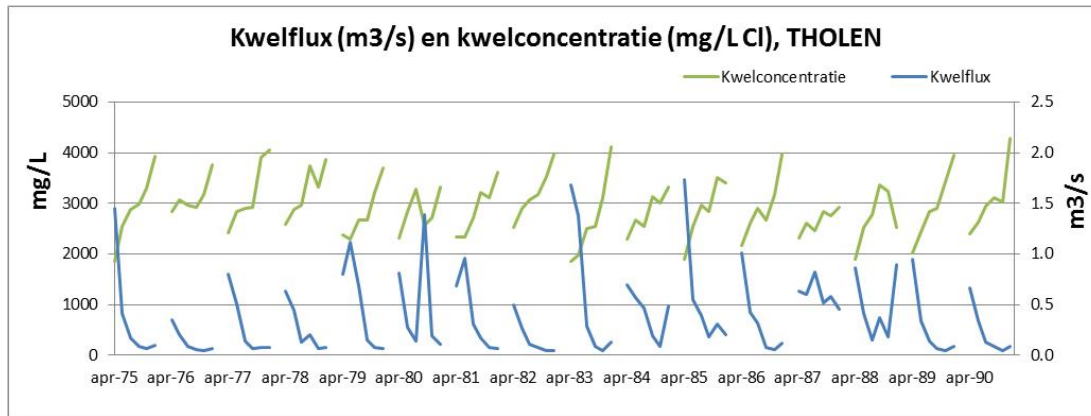
2.5 Correctie zoutgehalten drainagewater

Zoals op pagina 8 is aangegeven bleek de modeluitvoer van het NHI (versie 2.1) voor de chloridegehalten van het drainagewater niet correct. Dit gehalte is in principe de mengverhouding van de zoute kwel die vanuit het eerste watervoerende pakket opkwelt en het infiltrerende neerslagoverschot. Deze menging wordt berekend met module Transol. Doordat de initialisatie van het NHI met deze module niet lang genoeg is uitgevoerd, geeft de output nog een neerwaartse trend waarbij de gehalten in de eerste jaren te hoog zijn omdat de afvoer van zout via het oppervlaktewater onvoldoende in evenwicht is gebracht met de aanvoer via zoute kwel. In Figuur 1 wordt modeluitvoer van het NHI van chlorideconcentraties in de zomer voor twee deelgebieden weergegeven. Ook is in de figuur de trend van deze tijdreeks aangegeven. Met deze trendlijn is de NHI-output per deelgebied gecorrigeerd, zodanig dat er over de 30-jarige periode geen sprake meer is van een waarneembare tijdgebonden trend (eindcriterium $\Delta\text{Cl}/\text{j} = 2 \text{ mg/l}$). In €ureyopener is de oorspronkelijk geïmporteerde NHI-output met de chlorideconcentraties van het drainwater vervangen door de in Figuur 1 weergegeven gecorrigeerde reeks.



Figuur 1 Tijdreeks van NHI-uitvoer van chlorideconcentraties van drainagewater en de op basis van de trendlijn gecorrigeerde tijdreeks (zelfde kleur, vet gedrukt). De gecorrigeerde tijdreeksen zijn in €ureyopener 2.1 gebruikt.

Tijdens de analyses met €ureyopener is naar voren gekomen dat de doorspoelbehoefte en de berekende zoutschade tijdens een zeer droog jaar (bijvoorbeeld 1976) weinig verschillen van gemiddelde waarden over een langjarige periode. Dit komt omdat de zoute kwel en daarmee de drainafvoeren tijdens een zeer droge zomer grotendeels wegvalt (zie Figuur 2). Omdat de concentraties van het drainwater dan niet anders zijn dan de andere jaren, is de doorspoelbehoefte in zo'n droog jaar aanzienlijk kleiner.



Figuur 2 Verloop van drainageflux en zoutgehalte in deelgebied Tholen (1975-1990). Vooral in 1976 is de kwel en daarmee de drainafvoer tijdens de zomer structureel aanzienlijk kleiner dan in de andere jaren.

2.6 Verandering landgebruik (overgang duurdere teelten)

Een belangrijk uitgangspunt zijn de aannames die zijn gedaan over de verandering van het landgebruik. Als structureel zoet(er) water voor agrariërs beschikbaar komt en de leveringszekerheid daarbij toeneemt, leert de praktijk dat zij in veel gevallen overschakelen op kapitaalintensievere teelten. Uit een eerdere studie naar de inkomens en vermogensderving van de land- en tuinbouwsector door het niet meer kunnen beregenen door een zout Volkerak-Zoommeer (Rijk, 2009), komt naar voren dat de ZLTO voor de nieuwe situatie verwacht dat het areaal fruit met 10% toeneemt en het huidige areaal vollegrondsgroenten met 30%. In de berekeningen is voor de nieuwe situatie het areaal fruit en vollegrondsgroenten met deze percentages uitgebreid, ten koste van het areaal granen en bieten.

2.7 Samenvatting uitgangspunten referentie en scenario

In €ureyeopener zijn bij de evaluatie van de effecten van het scenario van de alternatieve zoetwatervoorziening bij een zout Volkerak-Zoommeer de onderstaande uitgangspunten gehanteerd.

Referentiesituatie:

- Landgebruik conform BRP 2011 (GIS-bestand Basis Registratie Percelen)
- Berekening mogelijk tot 20 augustus
- Chlorideconcentraties inlaatwater zoals aangegeven in Tabel 1 op pagina 11 ('referentie')

Nieuwe situatie (zout VZM met alternatief zoet water aanvoer)

- Berekening het gehele groeiseizoen mogelijk
- Landgebruik conform BRP 2011, met uitbreiding areaal fruit +10%, en vollegrondsgroenten +30%
- Chlorideconcentraties van het inlaatwater zoals aangegeven in Tabel 1 op pagina 11 ('zout VZM').

Gegeven de onzekerheid rond de aannames over de leveringszekerheid en wijziging van het landgebruik is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd op grond van de volgende berekeningen:

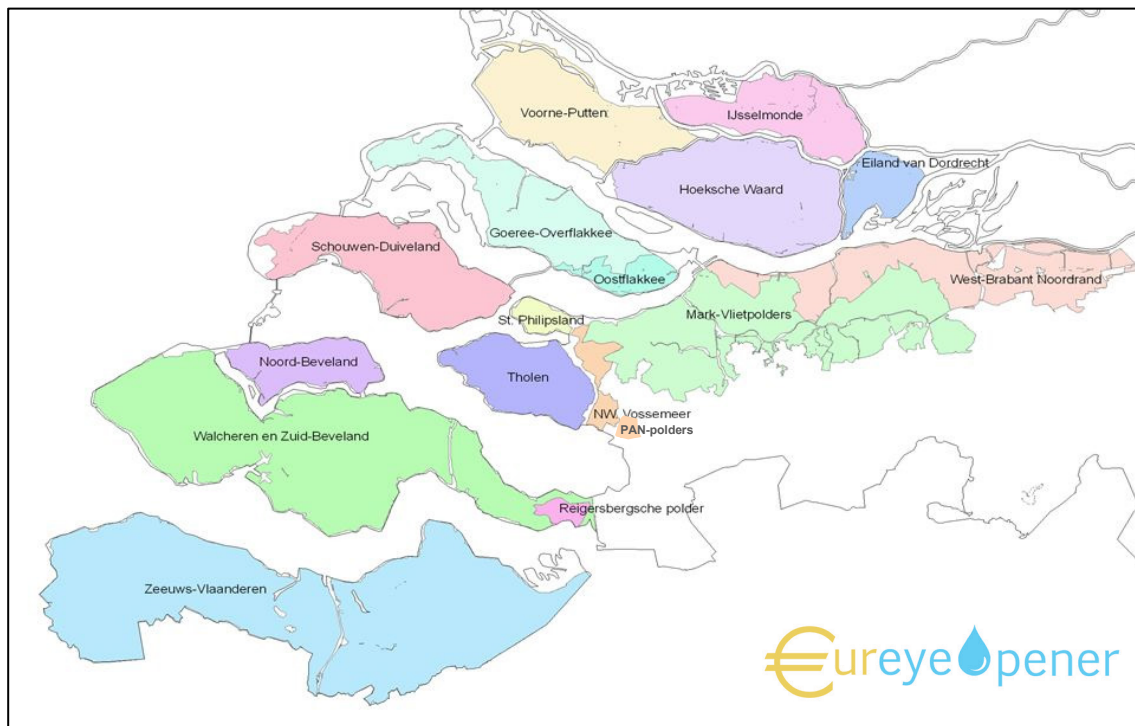
- *Bandbreedte leveringszekerheid:* voor de referentiesituatie is een berekening uitgevoerd waarbij slechts tot 20 juli water kan worden ingelaten en een berekening waarbij het gehele groeiseizoen berekend kan worden. Deze bandbreedte geeft een beeld van effecten van een mogelijke terugval van de kwaliteit van het Volkerak-Zoommeer (blauwalg) en van een structurele verbetering van de kwaliteit van het VZM (vrij van blauwalg).
- *Bandbreedte wijziging landgebruik:* voor de nieuwe situatie is ook een berekening uitgevoerd van effecten als het huidige landgebruik gelijk blijft. Dit geeft een beeld hoe het effect verandert als het areaal fruit en vollegrondsgroenten niet significant toeneemt.

Om aan te sluiten bij de MKBA-systematiek zijn de berekeningen van hydrologie en gewasopbrengsten (kg/ha) uitgevoerd voor een 30-jarige periode (gemiddelden). Vervolgens zijn deze vertaald naar geldelijke kosten en baten. De berekeningen zijn ook uitgevoerd voor twee kenmerkende droge zomers: 1989 voor een 10% droog zomerhalfjaar en 1976 voor een 1% droog zomerhalfjaar.

3 Modelbeschrijving

3.1 Modelopzet en modelgebied

€ureyeopener 2.1 is een beslissingsondersteunend systeem dat voor een regio of (deel)stroomgebied snel en interactief inzicht biedt in de huidige zoetwatervoorziening, waarmee de handelingsruimte kan worden verkend om in tijden van waterschaarste anders om te gaan met de zoetwaterverdeling, vraag en aanbod. Effecten van maatregelen worden gekwantificeerd voor een (landbouw)areaal waarop de maatregel (binnen een gekozen regio) van toepassing kan zijn. De verandering in zoetwaterinlaat waarmee de maatregel gepaard gaat en de kosten en baten zijn uitgedrukt in euro's. De eerste versie werd ontwikkeld in Excel voor het beheersgebied van Rijnland (Stuyt *et al.*, 2013). Voor toepassing in de Zuidwestelijke Delta en Rijnmond Drechtsteden (ZWD-RD) is het model verder ontwikkeld en door de in versie 2.1 gewenste uitbreiding van functionaliteit en detail omgezet in de programmeertaal Fortran. De zoetwatervraag, kosten en baten in de referentiesituatie en de maatregelen worden voor elk van de deelgebieden van de regio afzonderlijk in beeld gebracht. De indeling in deelgebieden is weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3 Deelgebieden in de regio Zuidwestelijke Delta en Rijnmond-Drechtsteden.

Belangrijke uitgangspunten voor de modelopzet van €ureyeopener voor de ZWD-RD zijn als volgt:

- De eilanden functioneren qua waterbeheer grotendeels autonoom.
- De helft van de eilanden heeft geen mogelijkheid om van elders zoet oppervlaktewater aan te voeren.
- Er is veel grondgebonden landbouw. Door te beregenen met brak oppervlaktewater wordt het bodemvocht rond de wortels van de gewassen zouter, met mogelijk zoutschade tot gevolg.
- Naast wateraanvoer van elders zijn soms andere bronnen van zoet water voorhanden zoals de bestaande landbouwwaterleiding en maatregelen gericht op het vasthouden van zoet grondwater, die worden onderzocht in KvK/STOWA-project 'Fresh Water Options Optimizer (FWOO). Dit zijn: *Drains2buffer* (drainage wordt op iets grotere diepte dan gebruikelijk aangelegd om hiermee zoute

kwel af te voeren en de zoetwaterlens te vergroten), *regelbare drainage* (de grondwaterstand wordt, in tegenstelling tot drains2buffer, ten tijde van neerslagoverschotten gericht verhoogd), *kreekrug-infiltratie* (de grondwaterstand wordt verhoogd om daarmee de zoetwaterlens in een zout gebied te vergroten), *Freshmaker* (zout grondwater wordt afgevoerd via een horizontale drain op ongeveer 15-20m diepte; tegelijkertijd wordt zoet water (kunstmatig) geïnfilteerd), *verticale ASR* (zoetwater wordt in een watervoerend pakket gepompt en opgeslagen voor gebruik in de zomer), *waterconservering door stuwen* (een deel van het neerslagoverschot wordt in het voorjaar niet afgevoerd, door middel van actieve verhoging van de ontwateringsbasis) en *waterconservering door slootbodemverhoging* (de ontwateringsbasis van sloten wordt permanent verhoogd, met hogere grondwaterstanden tot gevolg).

3.2 Modelconcepten

€ureyeopener 2.1 is een model dat voor de ZWD-RD de watervraag, zout-, nat- en droogteschade berekent en daarbij de kosten en baten van enkele typen maatregelen kwantitatief in beeld brengt. Het model berekent, via eenvoudige balansen, de zoetwaterinlaat van een polder of andere hydrologische eenheid die nodig is om het oppervlaktewater op peil te houden en zó met zoeter inlaatwater door te spoelen dat een bepaalde streefwaarde voor chloride niet wordt overschreden. Het model monteert hierbij vooral kennisregels en data van modellen zoals het NHI, SWAP, STONE en AGRICOM, en is aangevuld met economische kentallen voor regio specifieke opbrengsten van gewassen en directe en indirecte kosten van maatregelen.

Het model bestaat uit vier gekoppelde modules:

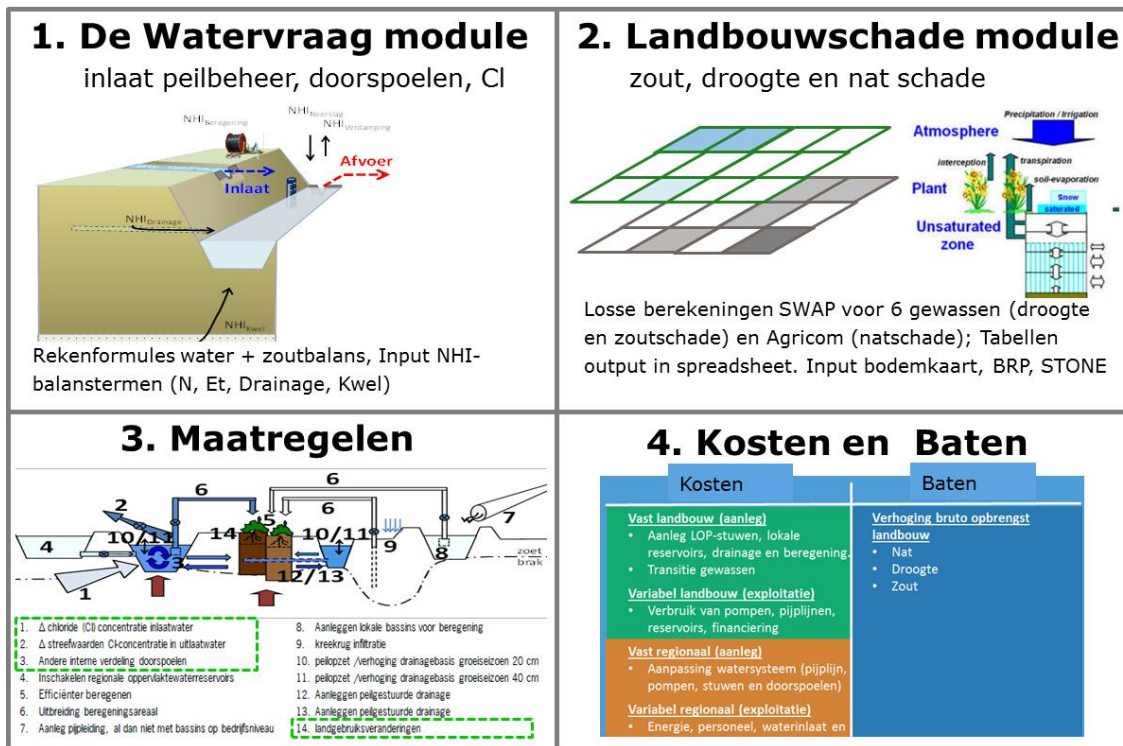
1. *Watervraag*: deze module berekent de watervraag die in een deelgebied (polder, eiland, afwateringsgebied) 's zomers nodig is voor peilhandhaving en extra inlaat (doorspoelen) om de zoutgehalten tot het gewenste niveau omlaag te brengen.
2. *Landbouwschade*: deze module berekent, op basis van agrohydrologische berekeningen, voor de zout- en droogteschade van grondgebonden gewassen (model SWAP), de beregeningsbehoefte en de natschade (model AGRICOM).
3. *Maatregelen*: in deze module zijn verschillende maatregelen ingebouwd die hydrologische effecten sorteren zoals effecten op grondwaterstanden, extra berging van zoet water, efficiëntere routing van zoetwateraanvoer en dergelijke.
4. *Kosten en baten*: deze module kwantificeert de geldelijke opbrengsten van gewassen op basis waarvan de landbouwschade in euro's wordt uitgedrukt. Ook kwantificeert de module de vaste en variabele kosten van de onder 3 genoemde maatregelen.

De modules van €ureyeopener zijn schematisch weergegeven in Figuur 4.

De kern van €ureyeopener 2.1 is een hydrologisch rekenschema waarin per deelgebied op maandbasis een water- en zoutbalans wordt berekend voor het zomerhalfjaar van 1976 (1/100 droog jaar), 1989 (1/10 droog jaar) en het langjarige zomerhalfjaargemiddelde over de periode 1962-1990¹. Met uitvoer van landelijke modellen (NHI, STONE) wordt op basis van neerslag, verdamping, drainage, kwel/weg-zijging, infiltratie vanuit waterlopen en berekening uit oppervlaktewater per deelgebied berekend en hoeveel inlaatwater in een zomerhalfjaar nodig is om het open water in de polders op peil te houden en hoeveel extra doorspoelwater nodig is om het chloridegehalte in het open water in de polders tot een bepaalde streefconcentratie te verlagen. De zoutgehalten van het grondwater worden ontleend van het NHI (Nederlands Hydrologisch Instrumentarium); de concentraties van het inlaatwater en de beoogde streefwaarden worden handmatig per deelgebied ingevoerd.

De basis voor de berekening van de variabele kosten/baten is de berekening van de opbrengst depressies van landbouwgewassen en de veranderingen daarin, veroorzaakt door droogte-, zout- en natschade.

¹ De 'keuze' voor de periode 1962-1990 was pragmatisch: dit was de enige periode waarvoor tijdens de ontwikkeling van €ureyeopener 2.0 volledige uitvoer (i.c. met 'zout') van het NHI beschikbaar was.



Figuur 4 Schematische weergave van de vier modules in €ureyeopener 2.1.

Droogte- en natschade worden berekend met respectievelijk SWAP en Agricom. Uit STONE² (versie 2.4, Groenendijk *et al.*, 2012) zijn drie rekenplots (=ruimtelijke eenheden) gekozen (klei, zavel, klei op zand), waarna met SWAP-scenario's voor beregening (met zoet en brak tot zout water) en effecten van peilopzet in de zomer zijn doorgerekend. Deze SWAP-berekeningen zijn dus uitgevoerd voor 'unieke combinaties' (UC's) van de drie in STONE gedefinieerde bodemprofielen en zes (clusters van) grondgebonden landbouwgewassen. Met als invoer de klimaatreeks van 1962-1990 zijn hiermee de GHG en GLG berekend, en wordt de watervraag voor beregening en subinfiltratie berekend. De droogteschade wordt dan berekend als het verschil tussen de actuele en potentiële verdamping gedeeld door de potentiële verdamping.

De berekening van de zoutschade in de landbouw met €ureyeopener is als volgt. Met SWAP is voor de genoemde profielen de klimaatreeks doorgerekend met een zoutgehalte van het beregeningswater van respectievelijk 0, 50, 100, 150, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 2000, 3000, 4000 en 5000 mg/l. Als SWAP hiermee een zoutgehalte in de wortelzone berekent dat hoger is dan de drempelwaarde voor zoutschade van het gewas, wordt een verminderde verdamping berekend die als maat gehanteerd wordt voor beperking van de gewasgroei. De afname die ten opzichte van de verdamping als met 0 mg/l wordt berekend, wordt als zoutschade gedefinieerd. De met SWAP geboekte rekenresultaten zijn als tabellen opgenomen in €ureyeopener 2.1, op het niveau van 250×250 m gridcellen. Voor iedere gridcel is uit de BRP (=BasisRegistratie Percelen) de areaalverdeling van de zes gewasclusters afgeleid. Voor drie niet-grondgeboden clusters zijn generieke kentallen voor zoutschade gehanteerd.

² De milieugevolgen van de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat kunnen worden verkend met het modelinstrumentarium STONE. **STONE** staat voor 'Samen Te Ontwikkelen Nutriënten Emissiemodel'. STONE is ontwikkeld om op nationale schaal effecten van mestbeleid (rekenvarianten van dierlijke mest- en kunstmestgiften) zichtbaar te maken voor verschillende combinaties aan bodemgebruik, grondsoort en hydrologische omstandigheden. Hiervoor is Nederland opgedeeld in 6405 ruimtelijke eenheden of plots. Elke plot kan beschouwd worden als een unieke eenheid die volledig homogeen is wat betreft hydrologie, bodemtype en bodemgebruiksvorm. De diepte van het bodemprofiel in de model-simulaties bedraagt dertien meter. De grootte van de plots varieert van 25 tot circa 21.500 ha (met een mediaanwaarde van 288 ha). Plots bestaan meestal niet uit één aaneengesloten gebied. Van iedere plot wordt de water- en nutriëntenbalans en de emissie naar grond- en oppervlaktewater berekend.

Zoals aangegeven zijn voor de unieke combinaties met SWAP ook de GHG en GLG berekend; deze zijn vertaald in nat-, respectievelijk droogteschade. Ook deze resultaten zijn in tabelvorm in €ureyeopener 2.1 opgenomen. De fysieke schades (verandering van gewasopbrengsten) zijn vertaald naar euro's op basis van bij het LEI beschikbare gegevens over saldi per gewas of cluster van gewassen.

3.3 Gebiedspecifieke aanpassingen aan het model

In het Alterra rapport van Schipper *et al.* (maart 2014) wordt €ureyeopener 2.1 uitgebreid beschreven. Deze versie is voor de in dit rapport beschreven berekeningen als basis gebruikt.

Om de scenario's adequaat te kunnen berekenen zijn de volgende onderdelen van het model aangepast:

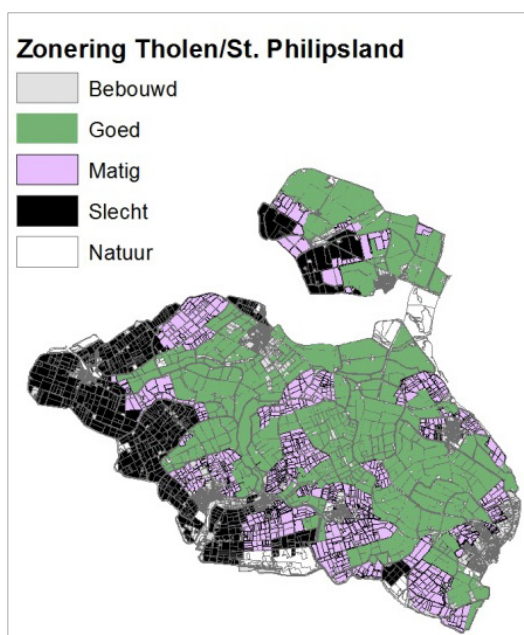
- Regionale modelverfijning: ruimtelijke specificatie van het effectief doorspoeld areaal Tholen, St. Philipsland en Reigersbergsche polder;
- Flexibele invoer mogelijk van wijziging van het landgebruik, in casu een uitbreiding van het areaal fruit en vollegrondsgroenten, ten koste van granen en bieten, in percentages;
- Variabele leveringszekerheid van beregening. In de applicatie zijn berekeningen van SWAP toegevoegd waarop in plaats van het gehele seizoen slechts tot 20 augustus kan worden berekend en de optie dat dit slechts tot 20 juli mogelijk is.

Regionale modelverfijning

De huidige verbreding van zoet inlaatwater op Tholen en St. Philipsland is ruimtelijk weergegeven in Figuur 5. In de model-schematisatie is het ruimtelijke patroon van de oplading van het aangevoerde water met zout verdisconteerd. De maximale oplading wordt bereikt aan de begrenzingen tussen de legenda-eenheden 'matig' en 'slecht' in Figuur 5. Gebieden waar het zoete inlaatwater 'slecht' wordt bereikt zijn in de berekening van de zoutschade en doorspoelbehoefte niet meegenomen. Deze gebieden genereren in het model nog wel een beregeningsvraag: aangenomen wordt daarbij echter dat het benodigde water uit de 'groene' gebieden wordt gehaald.

Wijziging landgebruik

In het scenario met de alternatieve zoetwatervoorziening wordt aangenomen dat het bestaande areaal fruit met 10% toeneemt en het areaal vollegrondsgroenten met 30%. Met deze percentages is in de berekeningen voor de nieuwe situatie het areaal fruit en vollegrondsgroenten uitgebreid ten koste van het areaal granen en bieten. De arealen waarmee is gerekend zijn aangegeven in Tabel 1.



Figuur 5 De mate waarin ingelaten water Tholen en St. Philipsland kan bereiken (bron: Waterschap Scheldestromen, 2013).

Tabel 1

Aangenomen uitbreiding areaal (ha) fruit en vollegrondsgroenten.

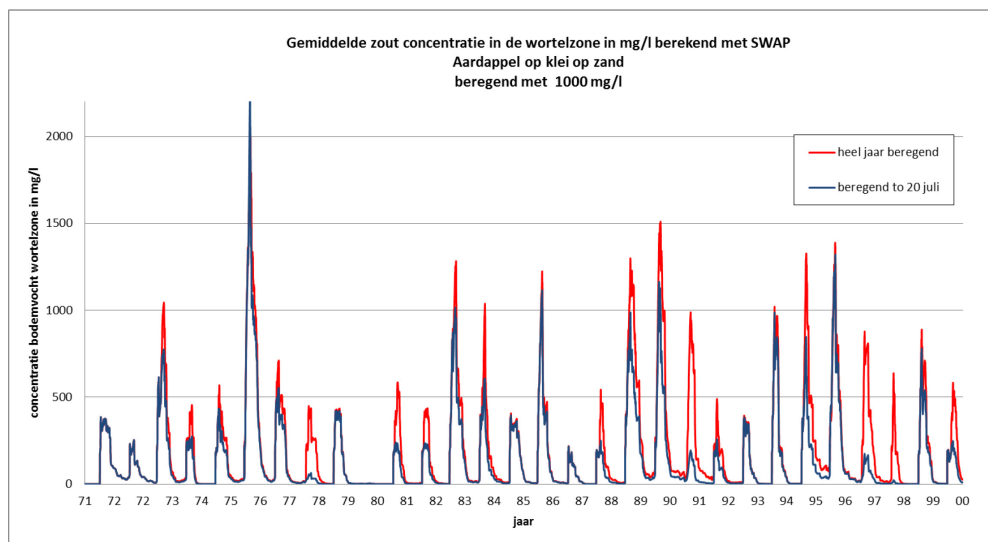
	Toename fruit (ha)	Toename vollegrondsgroente (ha)
Tholen	18	80
St. Philipsland	3	15
Reigersbergse polder	6	3
Oostflakkee	3	63
PAN-polders	6	57

Variabele leveringszekerheid zoetwateraanvoer voor beregening

Een verschil tussen het scenario met de alternatieve zoetwatervoorziening en de huidige situatie is dat de leveringszekerheid van de wateraanvoer toeneemt. In de huidige situatie is in de nazomer geregeld sprake geweest van een innamestop door het optreden van blauwalg in het Volkerak-Zoommeer. Om dit effect mee te kunnen nemen zijn nieuwe SWAP-berekeningen uitgevoerd waar slechts tot 20 augustus, en berekeningen waarbij slechts tot 20 juli wordt berekend. De resultaten hiervan zijn als metatabellen aan €ureyeopener 2.1 toegevoegd. Deze tabellen omvatten de zout- en droogteschade, en de bijbehorende hoeveelheden beregening.

Als niet langer dan 20 juli berekend kan worden neemt de droogteschade toe. De zoutschade neemt echter af in gebieden waar het beregeningswater relatief zout is. Dit effect wordt meegenomen in de modelberekeningen, omdat in de SWAP-modellering het zoutgehalte van het vocht in de wortelzone wordt berekend. In Figuur 6 zijn de met SWAP berekende gemiddelde zoutconcentraties van het bodemvocht in de wortelzone voor aardappel op klei op zand uitgezet voor dertig jaar. De diepte van de wortelzone bedraagt 30 cm. In SWAP wordt automatisch berekend (optie) als de ingestelde berekende zuigspanning op 15 cm diepte is opgelopen tot -316,23 cm (pF 2,5). Per irrigatiegift wordt telkens 20 mm water toegediend (berekend).

In Figuur 6 is te zien dat - met name in het 1/100 jaar 1976 - de gemiddelde zoutconcentratie in het bodemvocht wegens indikking meer dan verdubbelt. Het grafische verloop laat ook zien dat in sommige jaren, zoals bv in 1974, 1981 en 1982 korter beregenen een gunstig effect kan hebben op de zoutconcentratie in het bodemvocht waardoor zoutschade voor het gewas minder groot zou kunnen zijn. Hiervan is vooral sprake bij een relatief hoog chloridegehalte van het aangevoerde water. Het effect van de zoutconcentratie op het gewas is ook afhankelijk van de zouttolerantie van dit gewas en het groeistadium. Al met al leidt beregenen met hogere concentraties tot hogere pieken in het bodemvocht en kans op verhoogde schade aan het gewas.



Figuur 6 Berekeningen (model SWAP) van het verloop van de gemiddelde zoutconcentratie in de wortelzone (mg/l) gedurende 30 jaar beregening met water met een chloridegehalte van 1000 mg/l voor aardappel, op bodemprofiel klei op zand.

4 Modelresultaten

4.1 Hydrologie

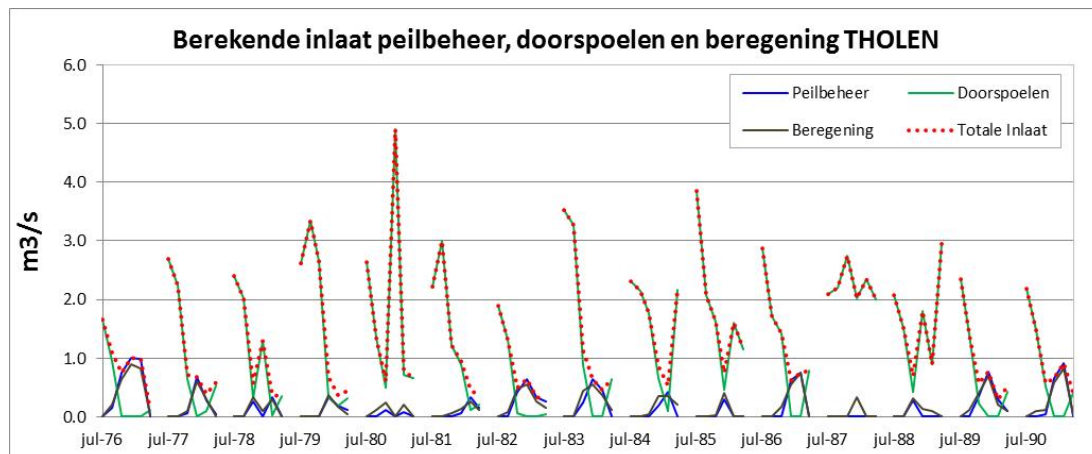
De hydrologische berekeningen zijn op maandbasis uitgevoerd, voor de periode 1962 - 1990. De resultaten zijn per zomerhalfjaar gesommeerd. De inlaat voor peilbeheer, doorspoelen en beregeningsgiften zijn voor de langjarige periode weergegeven in Tabel 2. Het zijn langjarig gemiddelden in het zomerhalfjaar. In de tabel is ook de maximaal berekende maandelijkse inlaat weergegeven (meest rechtse kolom). Deze maximaal berekende inlaat is weergegeven in l/s.ha.

Tabel 2

Berekende inlaat (referentie) voor peilbeheer, doorspoelen, beregening (langjarig gemiddelde zomerhalfjaar), en de maximaal berekende maandelijkse inlaat (l/s.ha).

Deelgebied	Inlaat peilbeheer	Inlaat doorspoelen	Beregeningsgift	Maximale inlaat
	Mm ³ /zomer	Mm ³ /zomer	Mm ³ /zomer	l/s.ha
Tholen	1,9	22,1	2,4	0,4
St. Philipsland	0,4	0,1	0,4	0,1
Reigerbergsche Polder	0,3	0,1	0,2	0,1
Oostflakkee	1,3	0,0	1,1	0,2
PAN-polders	0,4	3,0	0,6	0,5

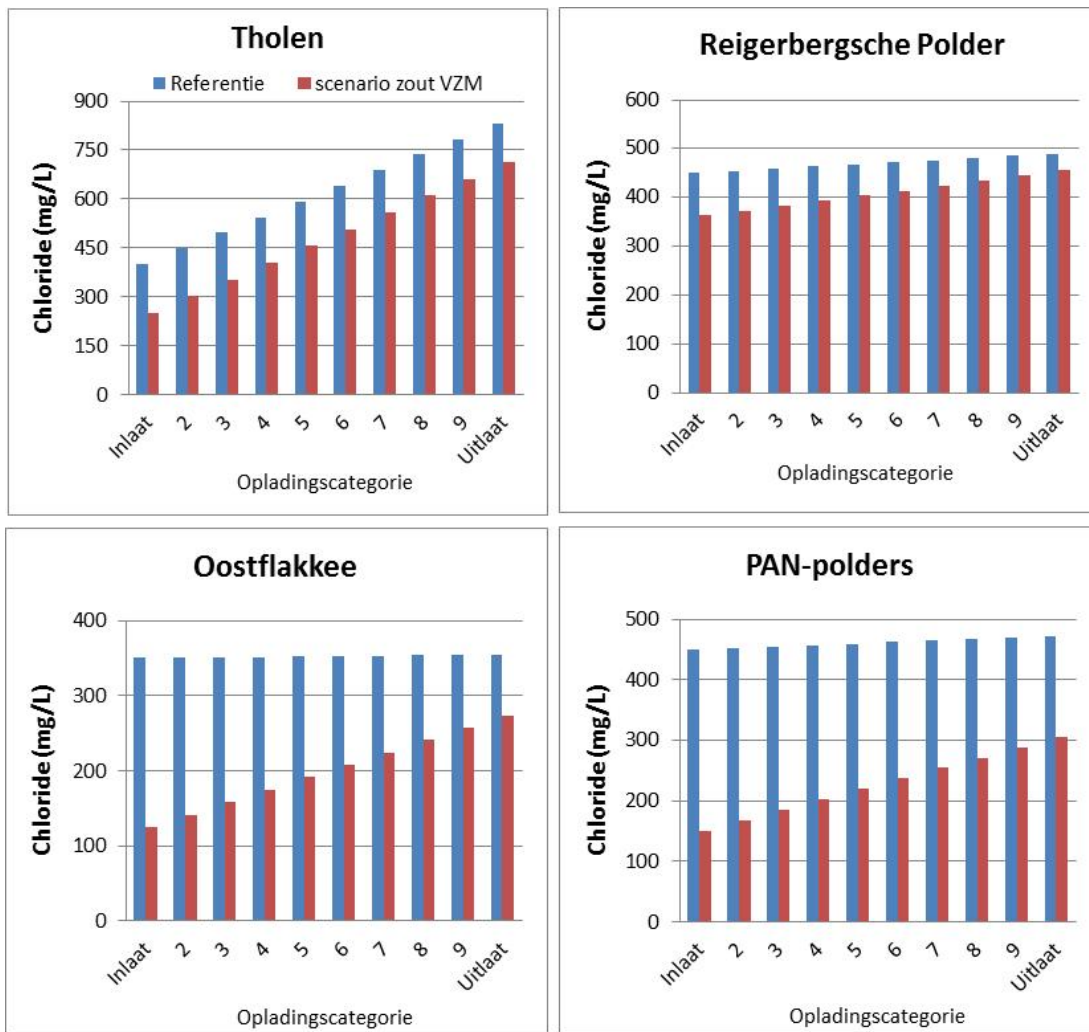
De met €ureyeopener berekende variatie van de zoetwaterinlaat van deelgebied Tholen is weergegeven in Figuur 7, over de jaren 1976-1990.



Figuur 7 Met €ureyeopener 2.1 berekende maandelijkse zoetwaterinlaat in Tholen over de periode 1976-1990.

De cijfers in Tabel 2 en het verloop van de berekende inlaat in Figuur 7 hebben betrekking op de berekende referentie (zoet Volkerak-Zoommeer). In het scenario van een zout Volkerak-Zoommeer veranderen de inlaathoeveelheden nauwelijks, omdat de streefconcentraties voor de nieuwe situatie zodanig zijn gekozen dat inlaat voor het doorspoelen hetzelfde blijft als in de referentiesituatie; zie pagina 22.

De manier waarop de chloridegehalten in de deelgebieden vanaf de inlaat tot de uitlaat oplopen is gevisualiseerd in Figuur 8. Bedacht moet worden dat de streefconcentratie niet altijd wordt bereikt omdat in sommige maanden naast de inlaatbehoefte voor peilbeheer geen doorspoeling nodig is. Met alleen peilbeheer blijft de chlorideconcentratie onder de streefwaarde.



Figuur 8 Berekende chlorideconcentraties referentie en het scenario van een zout VZM met de alternatieve zoetwatervoorziening vanaf de inlaat tot aan de uitlaat. De chlorideconcentraties zijn 30-jaar gemiddelden.

4.2 Kosten-baten

Een berekening voor een langjarige periode (30 jaar) sluit het beste aan bij de uitgangspunten die voor de MKBA worden aangehouden. De berekeningen die met €ureyeopener 2.1 zijn uitgevoerd leveren jaarlijkse kosten en baten voor de weerjaren 1962-1990. In de verwerking van de resultaten worden de baten als gevolg van de vermindering van natschade, droogteschade en zoutschade per jaar opgeteld. Er is geen berekening uitgevoerd van de contante waarde; markteffecten en technische ontwikkeling zijn niet meegenomen.

De modelresultaten (netto baten) zijn samengevat in Tabel 2; deelresultaten, uitgesplitst in soorten kosten-baten, zijn opgenomen in Tabel 3. Alle getallen zijn uitgedrukt in miljoen euro per jaar, en hebben uitsluitend betrekking op de opbrengst van landbouwgewassen. Daarbij is gecorrigeerd voor de kosten die gepaard gaan met de transitie van akkerbouw (granen, bieten) naar fruit (aanplant fruitbomen, eerste jaren na transitie minder opbrengst, aanschaf beregeningsinstallatie).

Tabel 2

Met *€ureyeopener 2.1* berekende netto baten van scenario 'Volkerak-Zoommeer zout', ten opzichte van de referentie; langjarige gemiddelden.

Deelgebieden	Netto baten zout VZM-referentie 1962-1990
Beschikbaarheid zoetwater referentie:	tot 20 augustus
Toename fruit en vollegrondsgroente	+ 10 & 30 %
Tholen	3,02
St. Philipsland	0,18
Reigerbergsche Polder	0,14
Oostflakkee	0,71
PAN-polders	1,32
Totaal 5 deelgebieden:	5,37

Tabel 3

Uitsplitsing in type schade en opbrengsten in met €ureyeopener berekende kosten en baten van scenario 'Volkerak-Zoommeer zout', ten opzichte van de referentie; langjarige gemiddelden.

Type baten - kosten	Kosten (MC) zout VZM t.o.v. referentie	Baten (M€ zout VZM t.o.v. referentie)
Beschikbaarheid zoetwater referentie:	tot 20 augustus	
Toename fruit en vollegrondsgroente	+ 10 & 30 %	
Δ Zoutschade		3,45
Δ Droogteschade	0,08	
Δ Natschade	0,23	
Δ bruto opbrengst toename fruit en vgg		2,45
Extra kosten transitie akkerbouw-fruit*	0,22	
Totaal 5 deelgebieden:	0,53	5,90

*) De transitiekosten (gesteld op €5982 /ha/j) betreffen de aanschaf van fruitbomen, aanschaf van (specifieke) beregeningsapparatuur en lagere opbrengsten de eerste jaren na aanplant.

De totale netto baten bedragen jaarlijks ruim €5 miljoen. Dit is vooral zo omdat de zoutschade in scenario 'Volkerak-Zoommeer zout' ten opzichte van de referentie significant afneemt. Ook dragen de extra opbrengsten voor de transitie naar fruit en vollegrondsgroenten significant aan de baten bij. De netto baten zijn op Tholen het grootst: ruim €3 miljoen die in ieder geval verklaard kan worden vanuit de omvang van het deelgebied van het feit dat de inlaat- en streefconcentraties voor de referentiesituatie het hoogst zijn. Ook in de PAN-polders zijn de netto baten vrij groot; ruim €1 miljoen. In vergelijking hiermee zijn de netto baten in de andere gebieden gering.

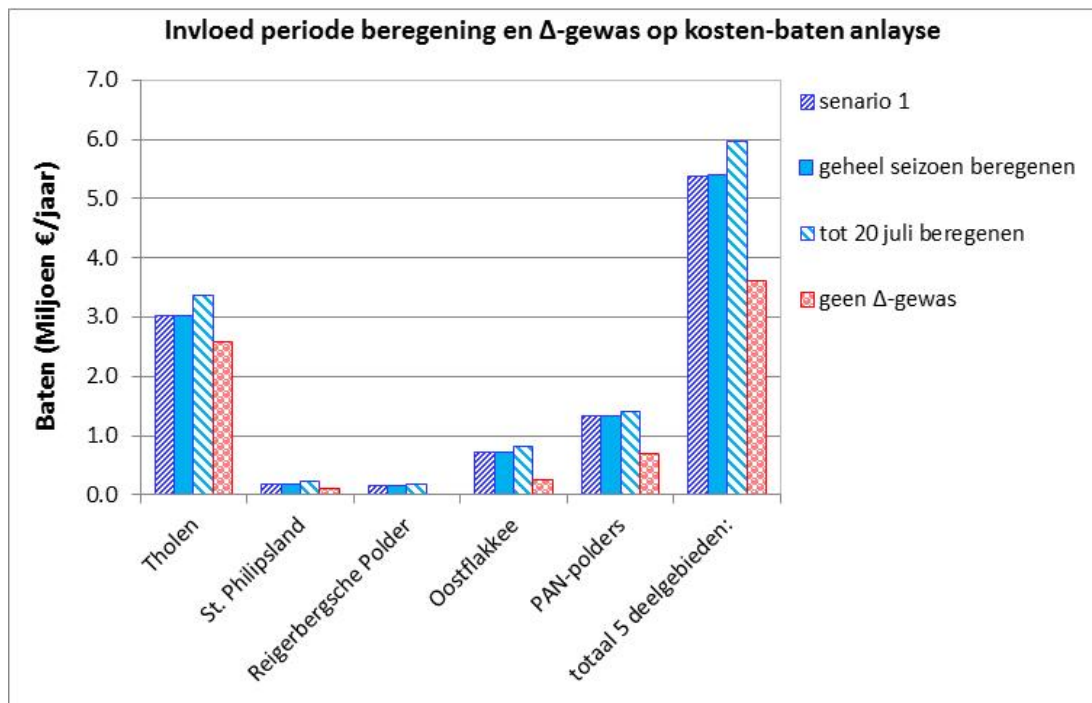
De modelberekeningen rond een zout Volkerak-Zoommeer worden gekenmerkt door zoeter inlaatwater én door nieuwe, zoetere streefconcentraties (=de chloridegehalten aan de uitlaat uit de regio, waarop de inlaathoeveelheden worden gestuurd). Deze nieuwe streefconcentraties zijn met *€ureyeopener 2.1* iteratief vastgesteld door de zoetwaterinlaat in een gebied net zo lang te variëren totdat een inlaat wordt berekend die vergelijkbaar met die in de huidige situatie (referentie). Dit is een belangrijk uitgangspunt, want zo nemen de zoutgehalten in het gebied aanzienlijk af, en daarmee de zoutschades. Als in de modelberekeningen voor een zout Volkerak-Zoommeer dezelfde streefconcentraties zouden worden aangehouden als in de referentie, zal de benodigde hoeveelheid inlaatwater aanzienlijk dalen, maar zullen de hieraan gekoppelde baten lang niet zo groot zijn als de afname van zoutschades die het gevolg is van nieuwe, lagere streefconcentraties.

4.3 Gevoeligheidsanalyse

Enkele aannames en uitgangspunten zijn in de modelberekeningen gevarieerd om na te gaan in hoeverre dit het eindresultaat - de berekende kosten-baten - beïnvloedt. In deze gevoeligheidsanalyse is de leveringszekerheid in de huidige situatie (de periode waarin berekening mogelijk is) gevarieerd, en is de aanname over de uitbreiding van het areaal fruit en vollegrondsgroenten.

Wat de leveringszekerheid van zoet inlaatwater voor beregening betreft, wordt in de standaard-berekening aangenomen dat tot 20 augustus uit oppervlaktewater kan worden beregend. In het kader van de gevoeligheidsanalyse is ook een berekening uitgevoerd waarin slechts tot 20 juli kan worden beregend, conform de geregeld optredende praktijksituatie van enkele jaren geleden, toen rond die periode in het Volkerak-Zoommeer regelmatig sprake was van de ontwikkeling van blauwalg. Ook is een berekening uitgevoerd waarin in de referentiesituatie het hele groeiseizoen zoet water voor beregening beschikbaar is. Deze situatie is immers niet ondenkbaar als de huidige kwaliteitsverbetering in het Volkerak-Zoommeer geen incident is.

Wat het landgebruik betreft is er in de standaardberekening van uitgegaan dat het areaal fruit en vollegrondsgroenten toeneemt met 10, respectievelijk 30%. Dit is gebaseerd op schattingen die ZLTO een aantal jaren geleden heeft gedaan voor de studie van Rijk (LEI, 2009). Deze schatting lijkt te worden bevestigd door de praktijk in de afgelopen jaren, omdat in gebieden zoals Tholen en Oostflakkee, waar de zoetwatervoorziening structureel is verbeterd, een overgang naar deze teelten is waargenomen. Om na te gaan hoe deze aanname op de berekende baten doorwerkt is een berekening uitgevoerd waarbij het landgebruik in de nieuwe situatie, ten opzichte van de referentiesituatie ongewijzigd blijft. De resultaten van deze berekeningen zijn samengevat in Figuur 9 en Tabel 4.



Figuur 9 Resultaten van de gevoeligheidsanalyse: effecten van variatie van de beregeningsperiode en wel of geen transitie van akkerbouw naar fruit op de berekende baten.

De gevoeligheidsanalyse laat zien dat het effect van een beregeningsstop vanaf 20 augustus op de berekende landbouwschades (zeer) beperkt is: de baten verschillen nauwelijks ten opzichte van de situatie dat in de referentie het volledige seizoen kan worden beregend. Dat is begrijpelijk omdat de meeste gevoelige gewassen tegen die tijd al van het land zijn gehaald of niet meer in een gevoelige groeifase verkeren.

Als voor de referentie echter al vanaf 20 juli geen zoet water voor beregening kan worden ingelaten, veranderen de baten wél zichtbaar. Voor de referentie neemt dan de droogteschade toe, terwijl de zoutschade nauwelijks daalt. Het verschil met het scenario van de alternatieve aanvoer waarbij tot het eind van het seizoen kan worden beregend is dan groter, waardoor de berekende baten (zout VZM Volkerak-Zoommeer ten opzichte van referentie) ongeveer een half miljoen groter uitvallen.

De aannahme van een transitie naar kapitaalintensievere teelten heeft een aanzienlijke invloed op de netto berekende baten: als geen verschuiving naar kapitaalintensievere teelten wordt aangenomen, worden de totale netto baten €1,7 miljoen lager.

Tabel 4

Resultaten van de gevoeligheidsanalyse; effecten van variatie van de beregeningsperiode en een teeltverandering op de berekende zout-, droogte en natschade, de bruto opbrengst van fruit en vollegrondsgroenten, en de extra kosten van een transitie van akkerbouw naar fruit en vollegrondsgroenten.

Type baten – kosten	Baten-kosten (M€) zout VZM t.o.v. referentie	Gevoeligheidsanalyse			
		Leveringszekerheid		Δ landgebruik	
		tot 20 augustus	gehele seizoen	tot 20 juli	tot 20 aug
Beschikbaarheid zoetwater referentie:					
Toename fruit en vollegrondsgroente		+ 10 & 30 %	+ 10 & 30 %	+ 10 & 30 %	geen toename
Δ Zoutschade	-3,45		-3,48	-3,49	-3,61
Δ Droogteschade	0,08		0,08	-0,46	0,00
Δ Natschade	0,23		0,23	0,23	0,00
Δ Totale schade	-3,15		-3,17	-3,73	-3,61
Δ Bruto opbrengst meer fruit en vgg	2,45		2,45	2,45	nvt
Extra kosten transitie akkerbouw-fruit	0,22		0,22	0,22	nvt

4.4 Netto baten voor de droge jaren

De kosten en baten voor 1989, een 1/10 droog jaar, zijn weergegeven in Tabel 5 en Tabel 6. In 1989 zijn de netto baten door de grotere leveringszekerheid van beregeningswater wegens afnemende droogteschade en ook iets geringere zoutschade hoger dan die voor het langjarig gemiddelde werden berekend.

Tabel 5

Netto baten van een zout VZM ten opzichte van de referentie voor 1989 (1/10 droog jaar).

Deelgebieden	Netto baten zout VZM-referentie 1989
Beschikbaarheid zoetwater referentie:	tot 20 augustus
Toename fruit en vollegrondsgroente	+ 10 & 30 %
Tholen	3,43
St, Philipsland	0,22
Reigerbergsche Polder	0,16
Oostflakkee	0,87
PAN-polders	1,36
Totaal 5 deelgebieden:	6,04

Tabel 6

Kosten-baten van een zout VZM ten opzichte van de referentie voor 1989 (1/10 droog jaar).

Type baten - kosten	Kosten (M€) zout VZM t.o.v. referentie	Baten (M€ zout VZM t.o.v. referentie)
Beschikbaarheid zoetwater referentie:	tot 20 augustus	
Toename fruit en vollegrondsgroente	+ 10 & 30 %	
Δ Zoutschade		3,60
Δ Droogteschade		0,37
Δ Natschade	0,15	
Δ bruto opbrengst toename fruit en vgg		2,45
Extra kosten transitie akkerbouw-fruit	0,22	
Totaal 5 deelgebieden 1989:	0,37	6,42

De kosten en baten voor het extreem droge jaar 1976 (1/10 droog jaar, zijn weergegeven in Tabel 7 en Tabel 8. In 1976 zijn de netto baten door de grotere leveringszekerheid van beregeningswater groter, vooral omdat de zoutschade in de nieuwe situatie dan minder is dan in de referentie. Opvallend is dat de langere mogelijkheid voor beregening minder van invloed is op de droogteschade dan in 1989. Dit komt omdat de extreme droogte de gewasschade vooral in de periode vóór 20 augustus is opgetreden.

Tabel 7

Netto baten van een zout VZM ten opzichte van de referentie voor 1976 (1/100 droog jaar).

Deelgebieden	Netto baten zout VZM-referentie 1976
Beschikbaarheid zoetwater referentie:	tot 20 augustus
Toename fruit en vollegrondgroente	+ 10 & 30 %
Tholen	3,45
St. Philipsland	0,22
Reigerbergsche Polder	0,17
Oostflakkee	1,00
PAN-polders	1,42
Totaal 5 deelgebieden:	6,27

Tabel 8

Kosten-baten van een zout VZM ten opzichte van de referentie voor 1976 (1/100 droog jaar).

Type baten - kosten	Kosten (M€) zout VZM t.o.v. referentie	Baten (M€ zout VZM t.o.v. referentie)
Beschikbaarheid zoetwater referentie:	tot 20 augustus	
Toename fruit en vollegrondgroente	+ 10 & 30 %	
Δ Zoutschade		4,03
Δ Droogteschade		0,05
Δ Natschade	0,04	
Δ bruto opbrengst toename fruit en vgg		2,45
Extra kosten transitie akkerbouw-fruit	0,22	
Totaal 5 deelgebieden 1976:	0,26	6,53

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

In deze studie zijn met de applicatie €ureyeopener V2.1 netto baten berekend voor de landbouw in vijf deelgebieden die voor zoet water afhankelijk zijn van waterinlaat vanuit het Volkerak-Zoommeer. Hierbij is de nieuwe situatie (een zout VZM met een alternatieve zoetwatervoorziening) vergeleken met een referentie. Het verschil tussen deze nieuwe situatie en de referentie is dat het inlaatwater in de nieuwe situatie zoeter is, en het hele groeiseizoen beschikbaar is voor beregening. Verder is voor de nieuwe situatie ervan uitgegaan dat het areaal met relatief kapitaalintensieve gewassen (vollegrondsgroenten en fruit) toeneemt, ten koste van traditionele akkerbouwgewassen (granen en bieten). In de referentie (Volkerak-Zoommeer zoet) zijn voor het inlaatwater zoutgehalten gekozen die overeenkomen met het zomergemiddelde zoutgehalte van het water in Volkerak-Zoommeer, ter plaatse van de inlaatpunten. Aangenomen is dat na 20 augustus geen inlaatwater voor beregening beschikbaar is.

Met het model worden over een langjarige periode netto baten berekend van €5,4 miljoen per jaar. Deze baten zijn het grootst in Tholen en de PAN-polders. De baten komen voort uit het feit dat de zoutschade afneemt terwijl sprake is van hogere (geldelijke) opbrengsten, dankzij de uitbreiding van het areaal met vollegrondsgroenten en fruit. De afnemende zoutschade wordt ook veroorzaakt door de aanname dat in de nieuwe situatie evenveel water voor doorspoelen worden ingelaten als in de referentie. Hierdoor wordt niet alleen het inlaatwater zoeter, maar ook het water bij de uitlaatpunten en dus gemiddeld in het gehele oppervlaktewatersysteem.

De baten zijn in 1989 en 1976 (een droog en extreem droog jaar) iets groter: respectievelijk €6,0 en €6,3 miljoen per jaar. De verschillen zijn niet zo groot als intuïtief zou worden verwacht. De reden is dat de zoute kwel in zulke jaren een minder grote rol speelt omdat de kweldruk door de lange droogte grotendeels wegvalt.

Uit een gevoeligheidsanalyse komt naar voren dat een beregeningsstop vanaf 20 augustus, ten opzichte van een situatie als tot het eind van het groeiseizoen – 1 oktober - berekend kan worden, nauwelijks van invloed is op de gewasopbrengsten. Bij een beregeningsstop vanaf 20 juli is deze invloed aanzienlijk groter.

De modelberekeningen rond een zout Volkerak-Zoommeer worden gekenmerkt door zoeter inlaatwater én door nieuwe, zoetere streefconcentraties. Dit laatste wordt bereikt door de chlorideconcentratie bij het uitstroompunt ten opzichte van de referentie zodanig te verlagen, dat de inlaathoeveelheden ongeveer gelijk blijven. Deze verlaging is dan voor de meeste gebieden bijna net zo groot als de verlaging van de inlaatconcentraties. Zo wordt bijvoorbeeld voor Tholen ervan uitgegaan dat de chlorideconcentratie voor de referentie 400 mg/l is en voor het scenario 250 mg/l. Berekend is dan dat de streefconcentratie afneemt van 700 mg/l (referentie) naar 565 mg/l voor het scenario.

Er kan ook voor gekozen worden om ervan uit te gaan dat er met de alternatieve zoetwatervoorziening op een zelfde chloridegehalte waarop gestuurd als in de referentie, vanuit het standpunt dat geen overcompensatie (ofwel een verbetering van de huidige situatie) nodig is. Als dit uitgangspunt zou worden gekozen, is minder wateraanvoer nodig dan in de huidige situatie omdat het doorspoelen door de lagere inlaatconcentraties effectiever is dan in de referentie. De baten zullen dan significant lager uitvallen omdat de zoutschades ten opzichte van de referentie minder afnemen.

Gelet op de discussies over de compensatie, verdient het aanbeveling om met het nu ontwikkelde model zulke varianten door te rekenen, zodat transparant de gevolgen van andere uitgangspunten in beeld kunnen worden gebracht.

Literatuur

- Bakel, P.J.T. van en L.C.P.M. Stuyt, 2011. Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen, op basis van literatuuronderzoek, expertkennis en praktische ervaringen. Wageningen, Alterra-rapport 2201.
- Bakel, P.J.T. van, R. Kselik, H.T.L. Massop en L.C.P.M. Stuyt, 2012. Toelichting zoutschades Rijnland. Memo, opgesteld in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland (in voorbereiding).
- Dekker, K., juli 1995. ` Zoetwater-aanvoer op Tholen. Verdichtingenplannen.
- Kroes, J.G., J.C. van Dam, P. Groenendijk, R.F.A. Hendriks en C.M.J. Jacobs, 2009. *SWAP version 3.2(26). Theory description and user manual*. Alterra-report 1649 (update 02), 284 pp, Alterra, Research Institute, Wageningen, The Netherlands.
- Maas, E.V. and G.J. Hoffman, 1977. Crop Salt Tolerance - Current Assessment. *J. Irr. Drain. Div.* 1977(6):115-134.
- H.M. Mulder en A.A. Veldhuizen, 2014, AGRICOM 2.01 ; Theorie en gebruikershandleiding, Wageningen, Alterra (Alterra-rapport in preparatie).
- Massop, H. Th. L., C. Schuiling en A.A. Veldhuizen, 2013. Potentiele beregeningskaart 2012. Update landelijke potentiele beregeningskaart voor NHI op basis van de landbouwmetellingen 2010. Wageningen, Alterra-rapport 2382.
- Rijk, P. , R. Michels en J. van Dijk 2009. `Indicatie van inkomens- en vermogensdervingen van de landen tuinbouwsector in de Zuidwestelijke Delta ten gevolge van het niet meer kunnen beregenen door een zout Volkerak-Zoommeer. Berekeningen op basis van droogteschade (exclusief verziltingschade). LEI Den Haag, http://www.volkerakzoommeer.nl/dynamisch/content/Indicatie_van_inkomensderving_zoutVZM.pdf
- Stuyt, L.C.P.M., P.J.T. van Bakel, J.G. Kroes,, E J. Bos, M. van der Elst, B. Pronk, P.J. Rijk, O.A. Clevering, A.J.G. Dekking, M.P.J. van der Voort, M. de Wol en W.A. Brandenburg, 2006. Transitie en toekomst van Deltalandbouw; indicatoren voor de ontwikkeling van de land- en tuinbouw in de Zuidwestelijke Delta van Nederland. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1132.
- Stuyt, L.C.P.M., P.J.T. van Bakel en H.T.L. Massop, 2011. Basic Survey Zout en Joint Fact Finding effecten van zout. Naar een gedeeld beeld van het zoetwaterbeheer in laag Nederland. Wageningen, Alterra-rapport 2200.
- Stuyt *et al.* (2013). Zoetwatervoorziening in het Hoogheemraadschap van Rijnland: onderzoek met hulp van Ecoreopeners 1.0. Alterra rapport 2439. Wageningen: Alterra Wageningen UR.
- Piet Rijk (2013). Persoonlijke communicatie.

Bijlage 1 Wateraanvoersituatie in diverse deelgebieden

St. Philipsland en Tholen

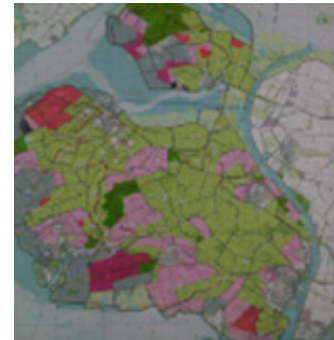
St. Philipsland heeft een omvang van 1.900 ha en Tholen circa 12.000 ha. Tot 2010 werd hier alleen water voor peilbeheer ingelaten. Philipsland heeft één inlaatpunt onder vrij verval, met een aanjaagpomp. Tholen heeft vier innamepunten, meestal onder vrij verval. De inlaatconcentratie van het water uit het Volkerak-Zoommeer bedraagt hier 350 à 400 mg/l.

In 2003-2010 is op Tholen een proef gehouden om 1000 ha door te spoelen voor de landbouw. Vanaf 2011 is dit gebied vergroot. Nu wordt ca. 52% van het gebied effectief doorgespoeld (< 700 mg/l).

Van deze situatie is een kaart gemaakt waarop een zonering is aangegeven; zie hieronder.

Voor de zoetwatervoorziening worden drie gebieden onderscheiden:

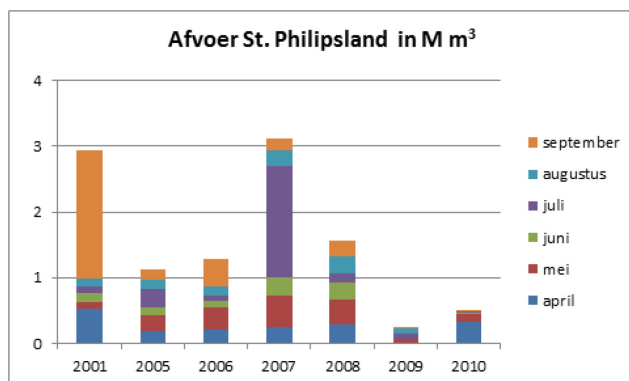
- Het groene gebied (52% van het totale areaal) waar effectief wordt doorgespoeld en dus de concentraties variëren van globaal 400 mg/l tot 700 mg/l (52%);
- Een roze (licht/donker) gebied waar het chloridegehaltes hoger is dan 700 mg/l maar nog wel voor veel teelten geschikt is;
- Een grijs gebied (21%) waar het water nauwelijks wordt doorgespoeld.



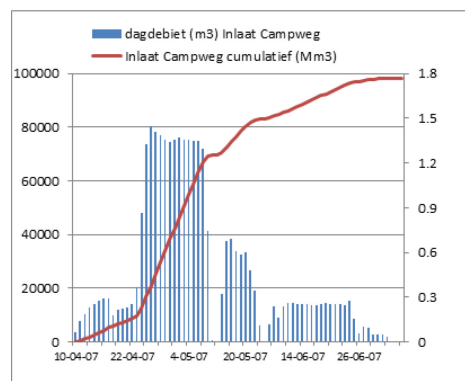
Vanaf 2014 wordt voor de zoetwaterinlaat een extra omslag in rekening gebracht die op deze zonering is afgestemd (respectievelijk € 32, € 17,60 en € 3,20 euro per ha/jaar).

Inlaat en afvoer St. Philipsland

Waterschap Scheldestromen heeft bestanden gestuurd met afvoeren van de gemalen en debietgegevens van inlaten. Afvoer van Philipsland gebeurt via het gemaal De Luyster. De afvoeren tijdens de zomermaanden zijn weergegeven in Figuur 2 (2001-2010.). De afvoerhoeveelheden blijken sterk te variëren (0,2 tot ruim 3 miljoen m³ per zomerhalfjaar). Inlaat gebeurt bij de stuw 'Campweg'. Op basis van meetgegevens bij dit inlaatpunt bedroeg de inlaat in het zomerhalfjaar van 2007 ca. 1,8 M m³. Van andere jaren zijn geen gegevens beschikbaar. De betrouwbaarheid van deze inlaathoeveelheden (gebaseerd op metingen bij stuwen) is niet bekend.



Figuur 1 Afvoer St. Philipsland zomerhalfjaar (gemaal Luyster).

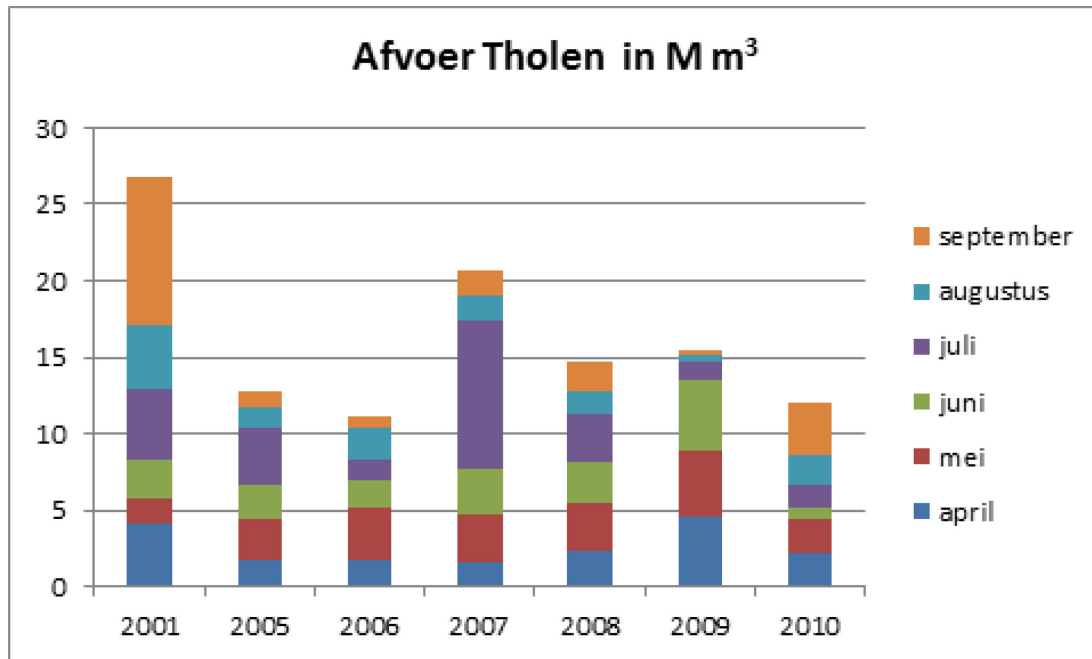


Figuur 2 Inlaat St. Philipsland 2007.

Inlaat en afvoer Tholen

De afvoer van Tholen wordt gerealiseerd met zes gemalen. De gezamenlijke afvoeren van deze gemalen in de zomermaanden zijn weergegeven in Figuur 3. Deze afvoeren variëren minder sterk als op St. Philipsland (11 à 26 Mm³/zomerhalfjaar). De afvoeren lijken beduidend groter dan de kwel en verdamping van het open water en zijn een aanwijzing dat hier veel water nodig is voor peilhandhaving, en dat sprake is van aanzienlijke wegzijgingsverliezen.

Het Waterschap heeft ook naar aanleiding van het gesprek onbewerkte gegevens van inlaatdebieten gestuurd. Dit zijn de inlaten zoals die worden gemeten bij Haaften, drie grote polders, Oud Kijkuit en Deurloo. Uit een eerste screening blijkt dat hieruit, zonder aanvullende gegevens, geen grove schatting van de inlaat kan worden gemaakt.



Figuur 3 Afvoeren Tholen (gemalen Eendracht, Noord, drie grote polders, Loonhoek en Haaften).

Berekening

In 2011 (met een droog voorjaar) is geprobeerd een schatting te maken van de hoeveelheden die worden berekend (m³). In een ca. 5000 ha groot gebied is 714.000 m³ geregistreerd (31 adressen). In de vrij natte zomer van 2012 was slechts 53.000 m³ geregistreerd (19 adressen). In de droge julimaand van 2013 zijn 50 regenhaspels geteld.

Samenvattend

Referentie: uitgaan van huidige situatie: 52% van het areaal wordt effectief doorgespoeld. In dit gebied varieert de concentratie tussen 375 en 700 mg/l. Bij de uitlaatpunten van het gebied zijn de gehalten significant hoger dan 700 mg/l.

Nieuwe situatie: de inlaatconcentratie daalt tot circa 200 mg/l, de inlaatcapaciteit is 0,3 l/s/ha. Hiermee kan een groter areaal effectief worden doorgespoeld. Hoe groot dit areaal wordt is nog niet bekend.

Reigersbergsche polder

Wateraanvoer systeem en beheer

Het gebied heeft een omvang van 1248 ha, waarvan 1082 ha cultuurgrond. Sinds 1994 wordt zoet water ingelaten vanuit het VZM (Bathse Spuikanaal). Het chloridegehalte bij de inlaat is circa 450 mg/l; de uitlaat wordt gestuurd op 700 mg/l. De inlaatcapaciteit is 0,45 m³/sec (komt ongeveer

overeen met 0,3 l/s. ha). Het hele gebied wordt met doorspoelen goed bereikt. Vanaf 1994 betalen de ingelanden hiervoor een extra omslag, anno 2014 circa €28/ha.jr.

Berekening

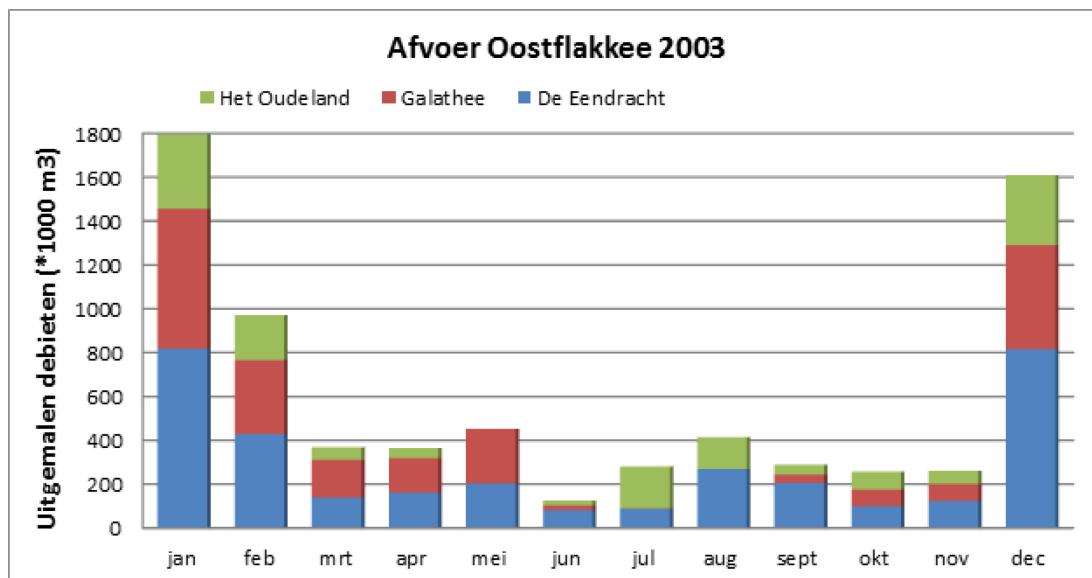
Het gehele landbouwareaal wordt berekend. Het areaal dat in voldoende mate berekend kan worden is geschat op 20%. De mate waarin berekend wordt is slecht bekend. In 2013 waren er twaalf haspels geteld. Voor de berekening wordt geen grondwater gebruikt omdat dit te zout is.

Oostflakkee

Wateraanvoersysteem en beheer

Het gebied omvat circa 3600 ha, waarvan 2759 ha landbouwareaal, volledig peilbeheerst. Water wordt alleen in de zomer ingelaten. Tot ca. tien jaar geleden werd water ingelaten vanuit het VZM, en wel onder vrij verval, met diverse hevels en schuiven. De inlaatconcentratie van het VZM was en is ongeveer 350 mg/l. Bij deze inlaat (en dus het doorspoelen) wordt niet op chloridegehalte gestuurd. Het teveel aan water wordt door drie gemalen (Oudeland, Galathee en de Eendracht) uitgeslagen op het buitenwater.

Op grond van een analyse van de waterbalans wordt de hoeveelheid inlaatwater van heel Goeree Overflakkee geschat op 14M m³. Hiermee wordt een gebied van 20.000 ha voorzien; voor Oostflakkee wordt de inlaat tijdens de zomer geschat op 1,95 M m³. Dit is een grove schatting, naar rato van het areaal. De hoeveelheid inlaatwater kan voor 2003 voor Oostflakkee specifiek worden afgeleid op grond van de debieten die in de droge periode van 2003 zijn uitgemalen. Deze afvoeren zijn weergegeven in Figuur 4. Vanaf eind mei is het toen erg droog is geweest; deze situatie duurde tot begin augustus. In die periode werd slechts ca. 400.000 m³ afgevoerd (zie hieronder). Gerekend over 3640 ha is dat ruim elf mm. Deze indicatie is gebaseerd op inlaathoeveelheden, omdat de afvoer van neerslag en de kwel in deze periode (in termen van de waterbalans) gering is. Tijdens het zomerhalfjaar van 2003 is ruim 1,9 M m³ water uitgemalen.

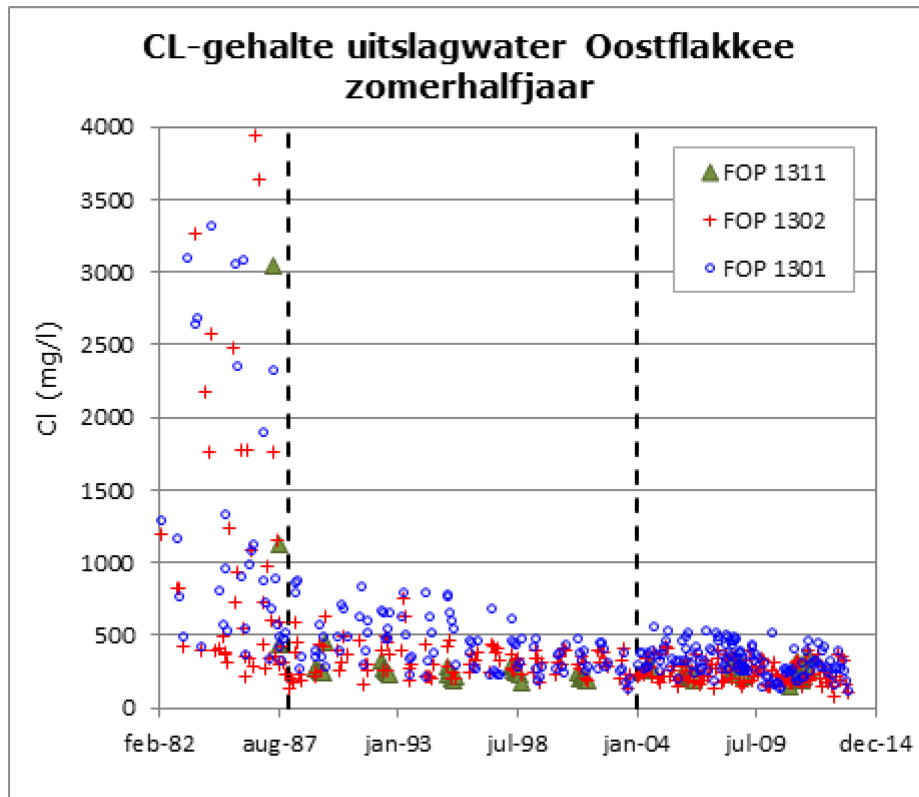


Figuur 4 Afvoeren Oostflakkee in de zomer van 2003.

Vanaf circa 2003 is het inlaatsregime veranderd. Het waterschap laat dan 'met kunst en vliegwerk' water in vanuit het Haringvliet, met een chloridegehalte ca. 150 mg/l. 80 à 90% van het gebied wordt dan met dit doorspoelwater verzoet. De resulterende concentratie van het polderwater in Oostflakkee is dan 200 a 400 mg/l. Ook nu wordt niet op chloridegehalten gestuurd.

Zoutgehalten inlaat en polderwater

De inlaat van VZM heeft een chloridegehalte van ongeveer 350 mg/l. Het polderwater wordt belast met zoute kwel, maar heeft door de inlaat met zoet Haringvlietwater nu een concentratie van 200 mg/l (dicht achter de inlaat) en 400 mg/l (nabij de uitlaat). Bij inlaat van VZM water schommelde dit, gelet op de chlorideconcentraties bij de drie gemalen tussen de 300 en 1500 mg/l, gemiddeld globaal rond de 700 mg/l (zie Figuur 5).



Figuur 5 Chloridegehalten bij de uitlaat (gemalen) van Oostflakkee.

Berekening

De indruk is dat het areaal dat kan worden berekend, toeneemt.

Aandachtspunten of verschillen Stratelligence rapport

De variabele kosten die gepaard gaan met de in- en uitlaat spelen wellicht geen grote rol. De investeringskosten wel; deze zijn in een voorgaande studie berekend op 11,5 miljoen.

Samenvattend

Referentie: uitgaan van inlaat VZM met chloridegehalte van de inlaat 350 mg/l, en van het resulterende polderwater 6 à 700 mg/l. Inlaatcapaciteit ruim, uitlaatcapaciteit speelt geen rol.

Nieuwe situatie: De inlaatconcentratie verandert naar 150 mg/liter. Voorzieningsgebied: de gehele polder. Een verschuiving naar kapitaalintensievere, zoetwaterafhankelijke gewassen is aannemelijk, want met het huidige inlaatregime is al een verschuiving waarneembaar. Waarschijnlijk neemt ook de vraag naar berekening toe; dat speelt sowieso.

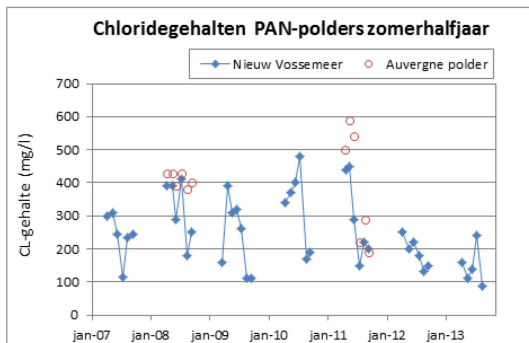
PAN-polders

Wateraanvoer: systeem en beheer

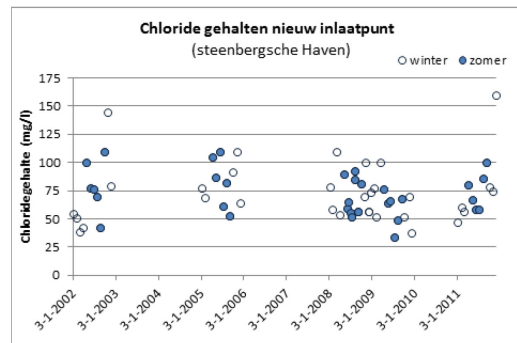
Dit gebied bestaat uit drie deelgebieden: Nieuw Vossemeer, Prins Hendrikpolder en Auvergnepolder. In totaal 2777 ha., waarvan ca. 2400 landbouw. Vooral de Auvergnepolder wordt gevoed door kwelwater vanaf de Brabantse Wal. Langs het Volkerak-Zoommeer worden deze polders via vier

inlaatpunten van zoet water voorzien. De inlaatcapaciteit is in totaal 0,99 l/s/ha; dit is zoveel, omdat één inlaatpunt ook afvoergemaal is, en in- en uitmaalcapaciteit dezelfde zijn: 1,5 à 2 l/s/ha. Het Cl-gehalte op het VZM nabij de inlaatpunten is in de zomerperiode gemiddeld 350 à 400 mg/l. Inlaat vanuit het VZM gebeurt onder vrij verval.

Brabantse Delta heeft meetgegevens van het polderwater gestuurd. In Figuur 6 zijn, op basis van deze gegevens, de concentraties van het polderwater in de zomer weergegeven. Tijdens lange droge perioden loopt het zoutgehalte in de polderwateren op als geen zoet water wordt aangevoerd, maar niet erg hoog. In delen van het gebied wordt met een noodvoorziening voor inlaat sinds 2008 ingespeeld op de verslechterde situatie op het Volkerak-Zoommeer (blauwalgen en verhoogde chloridegehalten). De nieuwe inlaatkwaliteit is het inlaatwater bij Steenbergsche haven (in feite Maaswater³). Dit geldt zowel voor noodvoorziening als de aanleg van de zoetwatervoorziening. Uit gegevens van het Waterschap die naar aanleiding van het gesprek zijn verkregen, blijkt dat dit water tijdens de zomer een chloridegehalte heeft van 50 – 100 mg/l zie Figuur 7).



Figuur 6 Cl-gehalten polderwater zomerhalfjaar.



Figuur 7 Cl-gehalten inlaatwater nieuw inlaatpunt.

De zoetwatervoorziening in het gebied vóór en na 2008 wordt in het navolgende kort beschreven.

Polders van Nieuw-Vossemeer (ca. 1000 ha)

Vóór 2008 (alleen VZM-water)

Tot 2008 was er geen sprake van alternatieve aanvoer van zoetwater naar deze polders; er werd uitsluitend water ingelaten vanuit het VZM. Op chloridegehalten werd niet gestuurd. Aan het eind van de zomer (juli, augustus, september) gingen de inlaten vrijwel jaarlijks dicht vanwege blauwalgen. Chloridegehalten (mg/l) in de polder (meetpunt 890302):

- Gemiddeld april-juni: 370
- Gemiddeld juli-september: 325

Jaren 2008, 2009 en 2010 (plaatsen noodvoorziening in verband met blauwalgen, eind groeiseizoen).

In de periode 2008-2010 werd een noodpomp geplaatst als de inlaten op het VZM wegens blauwalg moesten worden gesloten. Dit is die jaren het geval geweest in augustus en september. De noodpomp werd eind september weer uit bedrijf genomen als de watervraag afnam. In de maanden voorafgaand aan de inlaatstops uit het VZM werd niet gestuurd op chloridegehalten. Chloridegehalten (mg/l) in de polder (meetpunt 890302):

- Gemiddeld april-juni: 357
- Gemiddeld juli-september: 310

³ In de maatgevende periode (lange droge periode met afnemende rivierafvoer, zal dit waarschijnlijk vooral rijwater zijn (via de Roode Vaart aangevoerd) en leidt tot hogere chloridegehalten).

2011 (plaatsen noodvoorziening i.v.m. chloride, eerder in het groeiseizoen)

In het jaar 2011 zijn de inlaten van Nieuw-Vossemeer voor het eerst gesloten, door hoge chloridegehalten op het Schelde-Rijnkanaal. De chloridegehalten op het VZM liepen in 2011 al vroeg(er) in het zomerseizoen op tot boven de 500 mg/l bij Nieuw-Vossemeer. Nadat het chloridegehalte op het VZM wegens doorspoelen en neerslag afnam (augustus en september) bleven de inlaten in verband met de aanwezigheid van blauwalgen meestal toch gesloten. Sinds dit jaar zijn de agrariërs in het gebied ook veel alerter geworden op de zout- en chloridegehalten van het polderwater: ze doen zelf EC-metingen. Chloridegehalten (mg/l) in de polder (meetpunt 890302):

- Gemiddeld april-juni: 393
- Gemiddeld juli-september: 190 (*effect van inzet noodpomp goed zichtbaar)

Jaren 2012 en 2013 (plaatsen noodvoorziening in verband met chloride, 'gehele' groeiseizoen).

In de jaren 2012 en 2013 is de noodpomp al veel eerder in het jaar (vanaf aanvang groeiseizoen) geplaatst waarbij hogere chloridegehalten op het VZM een nadrukkelijke(r) rol spelen. In deze jaren wordt er ook gekeken naar chloridegehalten binnen en buiten om te besluiten of er nog via VZM wordt ingelaten. Wel wordt er soms tijdelijk ook bij hogere chloridegehalten buiten (ten opzichte van het meetpunt) toch water ingelaten om zoutophoping door kwel door te spoelen. Een bekende (zoute) kwellocatie zit direct achter de hoofdinlaat vanuit het VZM. Chloridegehalten (mg/l) in de polder (meetpunt 890302):

- Gemiddeld april-juni: 223 (*effect van inzet noodpomp goed zichtbaar)
- Gemiddeld juli-september: 153 (*effect van inzet noodpomp goed zichtbaar)

Recente metingen hebben aangetoond dat met de noodvoorziening niet alle delen van de polders Nieuw-Vossemeer goed worden doorgespoeld. Het meetpunt voorbij het uitlaatgemaal Zoute sluis (bij Zijweg) is zouter dan het noordelijk deel (350-400 mg/l).

In onderstaande tabel zijn de hierboven genoemde chlorideconcentraties in de onderscheiden jaren/perioden van wateraanvoer bijeengebracht. Uit de tabel komt duidelijk naar voren dat vanaf de tweede helft van 2011 meer gestuurd wordt op chloridegehalten in de polder.

Gem. Cl-concentratie (mg/l)	Vóór 2008	2008-2010	2011	2012-2013
April juni	370	357	393	223
Juli-sep	325	310	190	153

Noodvoorziening

De noodpomp wordt geplaatst nabij de kern De Heen en heeft een capaciteit van ca. 0,2 m³/s. Indirect wordt hier water ingelaten vanuit de Steenbergse Vliet; dit water is afkomstig van afvoer van regionale rivieren en/of de inlaat Oosterhout (water uit het benedenpand van het Wilhelminakanaal/Amer). Een recente proef (september 2013) heeft aangetoond dat deze aanvoer begin september onvoldoende is om aan de totale vraag in het gebied (dus aan het eind van het groeiseizoen) te kunnen voldoen (ondanks de inlaat van 0,2 m³/s daalde het waterpeil). Tot en met 2012 werden pompen ingehuurd. In 2013 is voor het eerst een eigen noodopstelling gemaakt. De noodvoorziening kost nu €70 000 per seizoen (inclusief pomp plaatsen, brandstof etc.). De pomp moet ieder jaar weer opnieuw geplaatst worden. Als deze voorziening definitief zou worden, wordt mogelijk een bijdrage van de agrariërs gevraagd.

Polders Prins Hendrik en Auvergne

Met de noodopstelling kan in de *Prins-Hendrikpolder* en *Auvergnepolder* (ca. 1700 ha) geen water worden ingelaten. In deze gebieden geldt in feite nog de situatie zoals die was in de polder van Nieuw-Vossemeer voor 2008. In de Auvergnepolder is sprake van aanvoer vanaf de Brabantse Wal. Het zoutgehalte in de Auvergnepolder (zie Figuur 6) schommelt in de zomer van 2006 rond de 400 mg/l (meetpunt 890203); in het droge voorjaar van 2011 liepen de gehalten op tot bijna 600 mg/l, maar liepen daarna weer vrij snel terug tot ca. 200 mg/l.

Waterafvoer

Het teveel aan water wordt uitgemalen door gemaal Zoute sluis (= tevens inlaat) en gemaal Pals.

Berekening

In het gehele landbouwareaal wordt berekend; in het Factsheet van de JFF staat 52%, dat gebaseerd is op geheel West-Brabant, maar voor dit deel van het gebied te laag is. Uit de lopende pilot in het gebied blijkt dat in ca. 90% van het agrarisch areaal potentieel wordt berekend. Daarbij moet volgens opgave van de betrokken agrariërs rekening worden gehouden met een maximale beregeningsvraag ca. 0,33 m³/s in de polders van Nieuw-Vossemeer (ca. 1000 ha).

De beregeningskaart van Alterra geeft aan dat in Auvergnepolder geen berekening uit oppervlaktewater plaatsvindt. Dit blijkt niet correct: in het gehele landbouwareaal wordt berekend vanuit oppervlaktewater. Op een paar locaties zijn voor berekening grondwaterputten geslagen (voor berekening van poot aardappelen), maar het aantal is volgens het waterschap beperkt. Ook de beregeningskaart van Alterra geeft dit aan.

Aandachtspunten verschillen met informatie uit het Stratelligence rapport

In tegenstelling tot de aanname in het Stratelligence rapport is het 'blauwe' gebied sinds de zomerperiode van 2006 voor de zoetwateraanvoer niet meer afhankelijk van het Volkerak-Zoommeer. De droogteschade die in het Stratelligence rapport wordt gespecificeerd is onrealistisch hoog; er is immers altijd voldoende water beschikbaar voor berekening.

Samenvattend

Referentie: geen noodvoorziening en dus rekening houden met inlaatbeperkingen vanuit het Volkerak-Zoommeer. Deze inlaat is waarschijnlijk beperkt, maar debieten zijn niet bekend. De maximale inlaatcapaciteit is groot (0,99 l/s/ha) omdat één van de vier inlaatpunten ook een afvoergemaal is.

Nieuwe situatie: de inlaatconcentratie verandert naar 50-100 mg/l, uitgaand van de aanvoer van Maaswater. Waarschijnlijk zal in de toekomstige maatgevende situatie sprake zijn van inlaat van vooral Rijnwater, met hogere zoutconcentraties. De capaciteit 0,3 l/s/ha is discutabel, want deze geeft geen volwaardige compensatie voor de ruimte die nu in het aanvoersysteem beschikbaar is. De inlaat in de nieuwe situatie wordt zó ingericht dat de drie deelgebieden van de PAN-polder effectief kunnen worden doorgespoeld.

Verschuivingen in landgebruik en watergebruik: in toenemende mate wordt berekend. Al enkele jaren is sprake van een verschuiving naar zoutgevoelige teelten (ijsbergsla, boomteelt, bollen, fruitteelt).

Bijlage 2 Factsheets Joint Fact Finding

Versie FACTSHEETS JFF 15012014.doc

Sint Philipsland

Land en watergebruik		
	Huidig (2013)	Zout VZM
Totaal plangebied (ha)	1930	1930
Landbouw areaal (ha)	1580	1580
Peilbeheerd areaal (ha)	1930	1930
Doorspoeld areaal (ha)	±800	±800
Maximaal gelijktijdig beregend areaal (ha)	±160	±160
Beregend ten opzichte van doorspoeld(%)	20%	20%
Landgebruik	Grasland 10% Akkerbouw 66% Glas- en hoogwaardige land- en tuinbouw 4% Stedelijk 8% Natuur en water 12% (Op basis CBS 2008).	Ongewijzigd.
Gemiddelde chloridegehalte van het inlaatwater door het jaar heen	Sterk variabel: ± 550	Nieuw inlaatpunt: naar verwachting 200 mg/l Cl, als gevolg van oplading van ingenomen Hollandsch Diep water in West-Brabant.
Maximum chloridegehalte van het inlaatwater in een droge zomer	400-600 mg/l Cl	Nieuw inlaatpunt: naar verwachting 300 mg/l Cl, als gevolg van oplading van ingenomen Hollandsch Diep water in West-Brabant.
Maximum chloridegehalte polderwater waarop wordt gestuurd	750 mg/l Cl	750 mg/l Cl
Wateraanvoer		
Wateraanvoer	Water wordt ingenomen vanuit het VZM, met beperkingen wegens blauwalgenbloei en/of verhoogde chloridegehalten.	Water wordt ingelaten vanuit Hollands Diep in de Roode Vaart en via het West Brabantse poldersysteem getransporteerd.
Bron aanvoer	VZM	Brabantse beken, Roode Vaart en Oosterhout (uit Hollands Diep en Amer/Wilhelminakanaal).
Capaciteit inlaatwerk (m ³ /s)	0,26 (Campweg; vrij verval).	Volgens Projectnota: 0,3 of 0,8 (kosten bepaald op basis van 0,3).
Piekwatervraag op basis van 0,3 l/s/ha	0,47 uitgaande van huidig doorspoelgebied en doorspoeld areaal; 0,6 uitgaande van 1930 ha.	0,47 tot 0,6 (zie huidig)
Leveringszekerheid		
Huidig	Door blauwalgen is de leveringszekerheid niet volledig. Gemiddeld is na 20 juli geen waterinlaat meer mogelijk. In de periode 2003-2011 is er in zeven jaar een inlaatstop geweest variërend tussen 0,5 maand en 3,5 maand. Op dit moment neemt de groei van blauwalg af waardoor globaal genomen na half augustus de inname moet worden gestopt. In de verdringingreeks is de zoetwatervoorziening de laagste categorie (4).	Zout VZM Er is minder last van blauwalg. In droge perioden is inname afhankelijk van Rijnaafvoer en hiervoor gelden de landelijke LCW-waarden als afwegingskaders voor de Verdringingreeks. Water voor de landbouw blijft in de laagste categorie van de verdringingreeks (4). De leveringszekerheid neemt toe of af ten opzichte van de huidige situatie, afhankelijk van invloed bruinrot en watergebruik van West-Brabant.
Efficiency		
Vanwege het zoutgehalte in het inlaatwater is relatief veel water nodig om het gebied te doorspoelen.	Door de lagere chloride concentraties wordt het doorspoelen effectiever.	
Autonome ontwikkeling		
Naar verwachting toename doorgespoeld areaal van 50% naar 70%; beregend areaal naar 30%.	Idem.	
Effect van klimaatwijziging (W+ effect)		
Door temperatuurverhoging neemt het risico op blauwalg-overlast toe. De chloridegehalten in het VZM kunnen door klimaatverandering toenemen door het verminderd beschikbaar zijn van spoelwater vanuit Hollandsch Diep voor het VZM. De leveringszekerheid neemt daardoor af. Door toenemende verdamping neemt watervraag voor peilbeheer en beregening toe.	Door drogere en warmere zomers neemt de wateraanvoer van bovenstreams af in warme zomers. De leveringszekerheid neemt daardoor af. Door toenemende verdamping neemt watervraag voor peilbeheer en beregening toe.	

Tholen

Land en watergebruik	Huidig (2013)	Zout VZM
Totaal plangebied (ha)	11660	11660
Landbouw areaal (ha)	± 9000	± 9000
peilbeheerd areaal (ha)	11660	11660
Doorspoeld areaal (ha)	± 5000	± 5000
Maximaal gelijktijdig beregend areaal (ha).	1000 (1% grondwater; 99% oppervlaktewater volgens LEI 2010)	1000
Beregend tov doorspoeld(%)	20%	20
Landgebruik.	Grasland 10% Akkerbouw 66% Glas- en hoogwaardige land- en tuinbouw 4% Stedelijk 8% Natuur en water 12% (op basis van CBS 2008)	Ongewijzigd
Gemiddelde chloridegehalte van het inlaatwater door het jaar heen.	Sterk variabel: ± 550	Nieuw inlaatpunt: naar verwachting 200 mg/l Cl
Maximum chloridegehalte van het inlaatwater in een droge zomer.	400-600	Nieuw inlaatpunt: naar verwachting 300 mg/l Cl
Wateraanvoer		
Wateraanvoer	Huidig Water wordt ingenomen vanuit het VZM, met beperkingen wegens blauwalgenbloei en/of verhoogde chloridegehalten.	Zout VZM Water wordt ingelaten vanuit Mark-Vliet stelsel.
Bron aanvoer	VZM	Brabantse beken, Roode Vaart en Oosterhout (uit Hollands Diep en Amer/Wilhelminakanaal).
Capaciteit inlaatwerk (m ³ /s)	3,98 (4 inlaatwerken)	Volgens Projectnota: 2,6 of 4,7 (kosten bepaald op basis van 2,6).
Piekwatervraag op basis van 0,3 l/s/ha	2,8 m ³ /s uitgaande van huidig doorspoelgebied en doorspoeld areaal; 3,5 uitgaande van 11660 ha	3,5

Leveringszekerheid	
Huidig	Zout VZM
Door blauwalgen is de leveringszekerheid niet volledig. Gemiddeld is na 20 juli geen waterinlaat meer mogelijk. In de periode 2003-2011 is er in zeven jaar een inlaatstop geweest variërend tussen 0,5 maand en 3,5 maand. Op dit moment neemt de groei van blauwalg af waardoor globaal genomen na half augustus de inname moet worden gestopt. In de verdringingsreeks is de zoetwatervoorziening de laagste categorie (4).	Er is minder last van blauwalg. In droge perioden is inname afhankelijk van Rijnafoer en hiervoor gelden de landelijke LCW-waarden als afwegingskaders voor de Verdringingsreeks Water voor de landbouw blijft in de laagste categorie van de verdringingsreeks (4). De leveringszekerheid neemt toe of af ten opzichte van de huidige situatie, afhankelijk van invloed bruinrot en watergebruik West-Brabant.
Efficiency	
Vanwege het zoutgehalte in het inlaatwater is relatief veel water nodig om het gebied te doorspoelen.	Door de lagere chloride-concentraties wordt het doorspoelen effectiever.
Autonome ontwikkeling	
Naar verwachting toename doorgespoeld areaal van 50% naar 70%; beregend areaal naar 30%.	Idem
Effect van klimaatwijziging (W+ effect)	
Door temperatuurverhoging neemt het risico op blauwalg-overlast toe. De chloridegehalten in het VZM kunnen door klimaatverandering toenemen door verminderd beschikbaar zijn van spoelwater vanuit Hollandsch Diep voor het VZM. De leveringszekerheid neemt daardoor af. Door toenemende verdamping neemt watervraag voor peilbeheer en beregening toe.	Door drogere en warmere zomers neemt de wateraanvoer van bovenstrooms af in warme zomers. De leveringszekerheid neemt daardoor af. Door toenemende verdamping neemt watervraag voor peilbeheer en beregening toe.

Reigersbergsche polder

Land en watergebruik	Huidig (2013)	Zout VZM
Totaal plangebied (ha)	1248	1248
Landbouw areaal (ha)	1082	1082
Peilbeheerd areaal (ha)	1248	1248
Doorspoeld areaal (ha)	1248	1248
Maximaal gelijktijdig beregend areaal (ha)	216,4	216,4
Beregend ten opzichte van doorspoeld(%)	20%	20%
Landgebruik	Grasland 11% Akkerbouw 69% Tuinbouw en glastuinbouw 7% Stedelijk/ bebouwing 9% Natuur en water 4% (op basis van eindrapport 'Watersituatie Reigersbergsche Polder' uit project Water uit de Wal (2012))	Ongewijzigd
Gemiddelde chloridegehalte van het inlaatwater door het jaar heen.	Sterk variabel: ± 600	Nieuw inlaatpunten: naar verwachting 250 mg/l Cl (geen effluent).
Maximum chloridegehalte van het inlaatwater in een droge zomer.	450-600	Nieuw inlaatpunten: naar verwachting 475 mg/l Cl (250 uit (Brabantse Wal), 700 mg/l effluent RWZI Bath, 1:1 gemengd).
Maximum chloridegehalte polderwater	750 mg/l	750 mg/l
Wateraanvoer		
Wateraanvoer	Huidig	Zout VZM
	Water wordt ingelaten vanuit het Bathse Spuikanaal naar de polder rondom het dorp Rilland vanuit het VZM. Met een landbouwleiding van Evides wordt fruitteeltgebied (ook buiten Reigersbergsche polder) voorzien van voorgezuiverd water uit de Maas.	Alternatieve wateraanvoer vanaf de Brabantse Wal. Daarnaast wordt niet nagezuiverd effluent water uit de RWZI Bath bijgemengd; landbouwleiding blijft gehandhaafd.
Bron aanvoer	VZM	Brabantse Wal en effluent RWZI Bath
Capaciteit inlaatwerk (m ³ /s)	0,45	0,35 cf. Projectnota [5]
Piekwateraanvoer op basis van 0,3 l/s/ha	0,37	0,37
Maximum Cl-gehalte.	600 mg/l Cl in zomer (zie hierboven)	300 mg/l Cl

Leveringszekerheid	
Huidig	Zout VZM
Door blauwalgen is de leveringszekerheid niet volledig. Gemiddeld is na 20 juli geen waterinlaat meer mogelijk. In de periode 2003-2011 is er in zeven jaar een inlaatstop geweest variërend tussen 0,5 maand en 3,5 maand. Op dit moment neemt de groei van blauwalg af waardoor globaal genomen na half augustus de inname moet worden gestopt. In de verdringingreeks is de zoetwatervoorziening de laagste categorie (4).	Risico is dat er op termijn minder kwelwater uit de Brabantse Wal komt en dat de watervraag in West-Brabant toeneemt. De leveringszekerheid wordt daarom minder. Om die reden is door de Stuurgroep Water uit de Wal geconcludeerd dat de beschreven maatregelen hier nog niet de volledige compensatie dekken.
Efficiency	
Er is relatief veel water nodig om het gebied te doorspoelen.	Door lagere chloride concentraties is het doorspoelen effectiever, zo lang er voldoende water is. Bij bijmenging effluent geen verbetering.
Autonome ontwikkeling	
Naar verwachting toename van het beregend areaal van 20 naar 30%	Idem
Effect van klimaatwijziging (W+ effect)	
Door temperatuurverhoging neemt het risico op blauwalgtoename toe. De chloridegehalten in het VZM kunnen door klimaatverandering toenemen door verminderd beschikbaar zijn van spoelwater vanuit Hollandsch Diep voor het VZM. De leveringszekerheid neemt daardoor af. Door toenemende verdamping neemt watervraag voor peilbeheer en beregning toe.	Door drogere en warmere zomers neemt de hoeveelheid water uit de Brabantse Wal in de zomer af en moet meer effluent worden bijgemengd. De leveringszekerheid neemt af. Door toenemende verdamping neemt watervraag voor peilbeheer en beregning toe.

PAN polders (Prins Hendrik, Auvergnepolder, Nieuw Vossemeer)

Land en watergebruik	Huidig (2013)	Zout VZM
Totaal plangebied (ha)	2777	2777
Landbouw areaal (ha)	2363	2363
Peilbeheerd areaal (ha)	2777	2777
Doorspoeld areaal (ha)	2777	2777
Maximaal gelijktijdig beregend areaal (ha)	472 (op basis van doorspoeld landbouwareaal)	472
Beregend ten opzichte van doorspoeld (%)	20	20
Landgebruik	Veeteelt/gras: 22% Akkerbouw: 44% Fruitteelt: 2% Bollenteelt: 1% Stedelijk/bebouwd gebied: 9% Overig (sla, spruiten, cichorei, broccoli, witlof etc.): 22%	Idem
Wateraanvoer		
Wateraanvoer	Huidig	Zout VZM
	De wateraanvoer verschilt per deelgebied (Nieuw-Vossemeer enerzijds en Prins-Hendrik en Auvergne anderzijds).	Water wordt ingelaten vanuit Mark-Vliet stelsel. Noodvoorziening vervalt.
	De AP-polders kunnen in de huidige situatie alleen voorzien worden van water uit het VZM. Voor de N-polder(s) wordt sinds 2008 regelmatig een noodvoorziening geplaatst die water inlaat uit het MV-stelsel. Deze noodvoorziening levert water in geval er een innamestop is vanuit het VZM (zie leveringszekerheid). In de jaren 2012 en 2013 heeft de noodvoorziening vrijwel het gehele groeiseizoen gefunctioneerd.	
Bron aanvoer	VZM	Brabantse beken, Roode Vaart (Hollands Diep) en Oosterhout (Amer/Wilhelminakanaal)
Capaciteit inlaatwerk (m ³ /s)	2,74 (berekend bij peil NAP=0 op VZM en bij theoretische inzet afvoergemaalcapaciteit voor aanvoer). Prins Hendrik: 0,37 m ³ /s Auvergne: 0,79 m ³ /s Nieuw Vossemeer: 1,58 m ³ /s	Bij inlaatwerk rekening houden met noodzaak verplaatsen innamepunten op het Mark-Vliet stelsel. In totaal 1,3 m ³ /s.
Piekwatervraag op basis van bv 0,3 l/s/ha	0,8	0,8
Piekwatervraag per decade in 1976 (m ³ /s)	0,81 m ³ /s in polder Nieuw Vossemeer	Nvt
Gemiddelde chloridegehalte van het inlaatwater door het jaar heen	Sterk variabel: ± 550	Nieuw inlaatpunt: naar verwachting 100 mg/l Cl
Maximum chloridegehalte van het inlaatwater in een droge zomer	400-600	Nieuw inlaatpunt: naar verwachting 100 - 150 mg/l Cl

Leveringszekerheid	
Huidig	Zout VZM
<p>Door blauwalgen is de leveringszekerheid niet volledig. Gemiddeld is na 20 juli geen waterinlaat meer mogelijk. In de periode 2003-2011 is er in zeven jaar een inlaatstop geweest variërend tussen 0,5 maand en 3,5 maand. De laatste jaren neemt de groei van blauwalg af waardoor globaal genomen na half augustus de inname pas moet worden gestopt.</p> <p>In vrijwel het gehele groeiseizoen in 2012 en 2013 was er in Nieuw Vossemeer geen inlaat vanuit het VZM door te hoge chloridegehalten. Ook in 2011 is de inlaat van Nieuw-Vossemeer gesloten geweest door hogere chloridegehalten. In de verdringingsreeks is de zoetwatervoorziening de laagste categorie (4).</p>	<p>De continue aanvoer voor zoutbestrijding draagt bij aan doorspoeling van het MV-stelsel waardoor ook hier kans op blauwalg zeer beperkt is. In droge perioden is inname afhankelijk van Rijnaafvoer en hiervoor gelden de landelijke LCW-waarden als afwegingskaders voor de Verdringingsreeks. Water voor de landbouw blijft in de laagste categorie van de verdringingsreeks (4). De leveringszekerheid neemt daardoor toe ten opzichte van de huidige situatie, afhankelijk van invloed bruinrot en watergebruik West-Brabant.</p>
Efficiency	
<p>Water wordt onder vrij verval ingelaten. Het is niet bekend hoeveel water in werkelijkheid wordt ingelaten. Direct achter de hoofdinlaat van de polder Nieuw-Vossemeer komt zeer sterke brakke/zoute kwel voor. Er is water nodig om chloridegehalten in de polder laag te houden.</p>	<p>Door lagere chloride-concentraties en inlaat vanaf het MV-stelsel is het doorspoelen effectiever.</p>
Autonome ontwikkeling	
<p>Naar verwachting toename hoogwaardiger teelten en daardoor toename zoetwatervraag. Dit beeld is al zichtbaar nadat in 2012 en 2013 water vanuit MV-stelsel wordt ingelaten.</p>	<p>Idem</p>
Effect van klimaatwijziging (W+ effect)	
<p>Door temperatuurverhoging neemt het risico op blauwalgoverlast toe. De chloridegehalten in het VZM kunnen door klimaatverandering toenemen door verminderd beschikbaar zijn van spoelwater vanuit Hollandsch Diep voor het VZM. De leveringszekerheid neemt daardoor af.</p> <p>Door toenemende verdamping neemt watervraag voor peilbeheer en beregening toe.</p>	<p>Door drogere en warmere zomers neemt de wateraanvoer van bovenstrooms af (inclusief de afvoer van Brabantse beken).</p> <p>Door toenemende verdamping neemt watervraag voor peilbeheer en beregening toe. De leveringszekerheid neemt daardoor af.</p>

Oostflakkee

Land en watergebruik	Huidig (2013)	Zout VZM
Totaal plangebied (ha)	3640	3640
Landbouw areaal (ha)	3290	3290
Peilbeheerd areaal (ha)	3640	3640
Doorspoeld areaal (ha)	3640	3640
Maximaal gelijktijdig beregend areaal (ha)	728	728
Beregend ten opzichte van doorspoeld(%)	20%	20%
Landgebruik	Grasland 403 ha Akkerbouw 2673 ha Glas en hoogwaardige land- en tuinbouw 214 ha Stedelijk 91ha Natuur en overig 258 ha	Grasland 403 ha Akkerbouw 2673 ha Glas en hoogwaardige land- en tuinbouw 214 ha Stedelijk 91ha Natuur en overig 258 ha
Gemiddelde chloridegehalte van het inlaatwater door het jaar heen.	350 mg/l	100 – 125 mg/l
Maximum chloridegehalte van het inlaatwater in een droge zomer.	450 mg/l	150 – 200 mg/l
Wateraanvoer		
Wateraanvoer	Huidig Water wordt ingelaten vanuit het Krammer-Volkerak. Het is niet bekend of en wanneer er innamestops zijn geweest door blauwalg. Wateraanvoer is er zowel voor peilbeheer, beregening als doorspoeling. In het voorjaar wordt het systeem zoet gespoeld bij de overgang van winterpeil naar zomerpeil.	Zout VZM Met een nieuwe inlaat wordt water uit het Haringvliet ingelaten. Met nieuwe aftappunten kan het water over het gebied worden verdeeld.
Bron aanvoer	Krammer Volkerak	Haringvliet
Capaciteit inlaatwerk (m ³ /s)	2,5	1,8
Piekwatervraag op basis van 0,5 l/s/ha	1,8	1,8
Maximum chloridegehalte polderwater	200 – 600 mg/l	200 – 600 mg/l

Leveringszekerheid	
Huidig	Zout VZM
Door blauwalgen is de leveringszekerheid matig. Er is niet bekend hoe vaak er een inlaatstop is afgekondigd. Op dit moment neemt de groei van blauwalg af waardoor globaal genomen na half augustus de inname moet worden gestopt. In de verdringingsreeks is de zoetwatervoorziening de laagste categorie (4).	Er is geen last meer van blauwalg. Water kan daarom altijd ingelaten worden. Water voor de landbouw blijft in de laagste categorie van de verdringingsreeks (4), maar toepassen van de verdringingsreeks komt zelden voor. De leveringszekerheid wordt daarom goed.
Efficiency	
Er is niet bekend hoeveel water in werkelijkheid wordt ingelaten. Met het ingelaten water kan het systeem voldoende zoet worden gehouden.	Het ingelaten water heeft een lager zoutgehalte. Er zijn gescheiden inlaatpunten en uitslagpunten. De efficiency wordt beter.
Autonome ontwikkeling	
Intensivering landbouw, meer hoogwaardige teelten; grotere zoetwatervraag bij lagere chloridegehalten	Idem
Effect van klimaatwijziging (W+ effect)	
Door temperatuurverhoging neemt het risico op blauwalgoverlast toe. De chloridegehalten in het VZM kunnen door klimaatverandering toenemen door verminderd beschikbaar zijn van spoelwater vanuit Hollandsch Diep voor het VZM. De leveringszekerheid neemt daardoor af. Door toenemende verdamping neemt watervraag voor peilbeheer en beregening toe.	De chloridegehalten in het Haringvliet zijn beperkt gevoelig [8]. Door het gecombineerde effect van klimaatverandering en zoutlek via de Volkeraksluizen kan het chloridegehalte in het Haringvliet tot 200 mg/l oplopen in een droog jaar. Er blijft voldoende water van voldoende kwaliteit voor de landbouw. Door toenemende verdamping neemt watervraag voor peilbeheer en beregening toe.

Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2511
ISSN 1566-7197



Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2511
ISSN 1566-7197

Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

