

**Toekomstbestendigheid
besluit Volkerak-Zoommeer:
een robuuste beslissing?**



**Toekomstbestendigheid besluit
Volkerak-Zoommeer: een robuuste
beslissing?**

Ies de Vries
Judith ter Maat
Emiel van Velzen

1205971-000

Titel

Toekomstbestendigheid besluit Volkerak-Zoommeer: een robuuste beslissing?

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat Waterdienst

Project

1205971-000

Kenmerk

1205971-000-VEB-0001

Pagina's

41

Trefwoorden

robuustheidstoets, deltaprogramma, zoetwater, ZWdelta, landbouwwatervoorziening

Samenvatting

De robuustheidstoets Volkerak-Zoommeer (VZM) geeft antwoord op de vraag of de regionale zoetwatervoorziening in de Zuidwestelijke Delta bij een toekomstig zout VZM in orde kan blijven.

Door middel van gezamenlijk feitenonderzoek met de waterschappen is de **huidige zoetwatervoorziening** in beeld gebracht. Deze is samenvattend met drie getallen te karakteriseren: 50, 5 en 0,5: een piekinlaat naar het VZM van 50 m³/s vanuit het Hollandsch Diep, waarvan maximaal 5 m³/s vanuit het VZM wordt ingelaten in de polders, waarvan maximaal 0,5 m³/s voor beregening wordt gebruikt. Het inlaatwater is van matige kwaliteit en aan de norm van 450 mg Cl/l kan niet onder alle omstandigheden worden voldaan; en er is geen leveringszekerheid door innamestops wegens blauwalgoverlast.

Voor een **toekomstig zoet VZM** zal bij een herstel van de oorspronkelijke zoet-zoutscheiding de piekinlaat vanuit het Hollandsch Diep op ongeveer 30 m³/s uitkomen, waarvan maximaal 10 m³/s wordt ingelaten in polders, waarvan maximaal 1,6 m³/s voor beregening wordt gebruikt. Het inlaatwater is van redelijke kwaliteit (250 mg/l) en aan de norm van 450 mgCl/l zal onder alle omstandigheden kunnen worden voldaan; en de leveringszekerheid verbetert misschien door minder innamestops wegens blauwalgoverlast. Het alternatief voor herstel van de oorspronkelijke zoet-zoutscheiding is de aanleg van een innovatief bellenscherm in combinatie met de inzet van zoetwater via waterschermen en een ebdebiet door de schutkolken. Door het extra waterverbruik is de piekinlaat vanuit het Hollandsch Diep van dit alternatief ongeveer 50 m³/s.

Bij een **toekomstig zout VZM** is de gesommeerde piekvraag ongeveer 50 m³/s vanuit het Hollandsch Diep, waaronder maximaal 15 m³/s polderinlaat, waarvan maximaal 1,6 m³/s voor beregening wordt gebruikt; het inlaatwater is van goede kwaliteit (100-150 mg/l) en de leveringszekerheid verbetert doordat innamestops wegens blauwalgoverlast niet meer voorkomen.

De hoofdconclusie is dat een goede zoetwatervoorziening, waarbij het huidige voorzieningsniveau tenminste wordt gehandhaafd, mogelijk is met zowel een zoet, als met een zout VZM. Zoetwatervoorziening is dus niet onderscheidend voor de keuze van een zout of een zoet VZM. Het VZM is geen strategische zoetwatervoorraad.

Referenties

--

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	mrt. 2012	Ies de Vries	<i>[handwritten signature]</i>	Frans Klijn	<i>[handwritten signature]</i>	Rinus Vis	<i>[handwritten signature]</i>
		Judith ter Maat	<i>[handwritten signature]</i>				
		Emiel van Velzen	<i>[handwritten signature]</i>				

Status

definitief

Inhoud

Managementsamenvatting	a
1 Vraagstelling en context	1
1.1 Context	1
1.2 Vraagstelling	1
2 Materiaal en methode	3
2.1 Begripsbepaling	3
2.2 Uitwerking keuzebestendigheid	3
2.3 Aanpak	6
3 Zoetwatervraag huidige situatie	9
3.1 Stapsgewijze aanpak	9
3.2 Waterbalans Volkerak- Zoommeer	9
3.3 Zoetwatervraag West-Brabant	13
3.4 Zoetwatervraag overige gebieden	16
3.5 Samenvatting zoetwatervraag huidige situatie	17
3.6 Inlaatstops	18
3.7 Conclusies zoetwatervraag huidige situatie	19
4 Zoetwatervraag lange-termijn zoet VZM	21
4.1 Zoetwatervraag van een zoet VZM	21
4.2 Is het VZM ecologisch gezond (te maken)?	21
4.3 Zoetwatervraag voor een toekomstige functievervulling	23
4.4 Zoetwateronttrekking en scheepvaart	23
4.5 Conclusies zoetwatervraag lange termijn zoet VZM	23
5 Zoetwatervraag lange-termijn zout VZM	25
6 Robuustheidstoetsing	29
6.1 Scenariobestendigheid	29
6.2 Keuzebestendigheid	31
7 Conclusies	33
8 Referenties	35
Bijlage(n)	
A Zoetwatervraag van de (polder)gebieden rondom het VZM	A-1
A.1 Huidige situatie	A-1
A.2 Toekomstig zoet VZM	A-2
A.3 Toekomstig zout VZM	A-3
B Kosten van maatregelen	B-1

Managementsamenvatting

De robuustheidstoets Volkerak-Zoommeer (VZM) geeft antwoord op de vraag of de regionale zoetwatervoorziening in de Zuidwestelijke Delta bij een toekomstig zout VZM in orde kan blijven. Het gaat dan om twee deelvragen.

De eerste is: is het VZM een onmisbare strategische zoetwatervoorraad, of kan het zoetwatervoorzieningsniveau ook met een zout Volkerak- Zoommeer – met alternatieve zoetwateraanvoer – worden gewaarborgd? Het antwoord op deze vraag is vooral relevant voor de uitvoeringsstrategie voor de Zuidwestelijke Delta, want het zout maken van het VZM is een cruciaal onderdeel van de ambitie van de stuurgroep ZW Delta.

De tweede vraag is: zijn de zoetwatermaatregelen volgens het ‘Spoorboekje Zoetwater’ inpasbaar in of zelfs noodzakelijk bij alle mogelijke relevante zoetwaterstrategieën? Het antwoord op deze vraag is vooral relevant voor het Deltaprogramma Zoetwater, omdat daarvoor momenteel lange-termijnzoetwaterstrategieën worden uitgewerkt.

Als eerste is, door middel van gezamenlijk feitenonderzoek met de waterschappen, de **huidige zoetwatervoorziening** in beeld gebracht. De hier vermelde feiten en cijfers voor de huidige situatie zijn geaccordeerd door de drie waterschappen (Scheldestromen, Brabantse Delta en Hollandse Delta). De getallen betreffen de zogenaamde piekvraag. Dit is de maximale zoetwateraanvoer waaraan met de huidige infrastructuur, en binnen de huidige waterakkoorden, in de praktijk wordt voldaan.

De *piekvraag* van het huidige zoete VZM is 50 m³/s. Dit water wordt ingelaten via de Volkeraksluizen en wordt onttrokken aan het Hollandsch Diep. Met deze waterinlaat vanuit het hoofdwatersysteem wordt het VZM op peil en zoet gehouden, maar niet geheel zoutloos. Het jaargemiddelde zoutgehalte van het VZM is de laatste jaren ongeveer 400 mgCl/l, en was daarvoor 250 mgCl/l.

De *waterleverantie* vanuit het VZM naar de (polder)gebieden rondom het VZM wordt geschat op maximaal 5 m³/s. Met dit inlaatwater worden Oostflakkee, Tholen, St.Philipsland, de Brabantse polders aan de Eendracht, de Reigersbergse polder en (maximaal) 25% van het peilbeheerste gebied van het MarkVlietboezemsysteem van water voorzien. Met de polderinlaat wordt het waterpeil in de watergangen gehandhaafd en worden in een deel van de gebieden de sloten doorgespoeld waardoor het slootwater zoet genoeg is om te kunnen beregenen. Voor *beregening* wordt naar schatting maximaal een hoeveelheid van 0,5 m³/s gebruikt. De functie van het VZM is daarmee beperkt tot lokale/regionale watervoorziening, en zal ook nooit bovenregionaal kunnen worden.

Het overgrote deel van de piekvraag van het VZM is voorwaardenscheppend: nodig om het meer door middel van doorspoelen zoet te houden. Alleen al daarom is de zoetwatervoorraadfunctie van het VZM gering. Bij deze piekvraag is een voorraadschijf van 0,25 m (dit is de toegestane peilfluctuatie volgens het peilbesluit 1996) al in 3 dagen uitgeput.

In de huidige situatie is de leveringszekerheid van zoet water niet optimaal. Juist als het water nodig is, bij droogte, moet bijna elk jaar op meerdere inlaatpunten de inlaat worden gestopt wegens blauwalgoverlast. In het voorjaar van 2011 kon door de lage rivierafvoer onvoldoende water vanuit het Hollandsch Diep worden ingelaten, waardoor het zoutgehalte in het VZM steeg tot boven de gebruiksnorm van 450 mgCl/l.

De watervoorziening in de huidige situatie is samenvattend met drie getallen te karakteriseren: 50, 5 en 0,5: een piekinlaat naar het VZM van 50 m³/s vanuit het Hollandsch Diep, waarvan maximaal 5 m³/s vanuit het VZM wordt ingelaten in de polders, waarvan maximaal 0,5 m³/s voor beregening wordt gebruikt. Het inlaatwater is van matige kwaliteit en aan de norm van 450 mg Cl/l kan niet onder alle omstandigheden worden voldaan; en er is geen leveringszekerheid door innamestops wegens blauwalgoverlast.

Voor een **toekomstig zoet VZM** zijn er twee aandachtspunten, namelijk zoutlekkage en blauwalgoverlast.

De *zoutlekkage* door de Krammersluizen is de laatste jaren aanzienlijk groter dan daarvoor. Daardoor moet er meer water worden ingelaten vanuit het Hollandsch Diep om het zout in het VZM te verdunnen en af te voeren naar de Westerschelde en is het zoutgehalte in het VZM desondanks structureel hoger (400 mgCl/l). Dit kan worden verholpen door groot onderhoud van de Krammersluizen. Dit vraagt een forse investering (€ 25 tot 30 miljoen, waarvan € 6 tot 10 miljoen voor het weer op orde krijgen van het huidige zoet-zoutscheidingssysteem (zsz)) en betekent een voortzetting van de hoge jaarlijkse exploitatiekosten van het zsz, tussen € 2,9 en 3,9 miljoen. Verder is er sprake van een hoog spijtgehalte wanneer alsnog wordt gekozen voor een zout VZM. Mogelijk alternatief voor onderhoud aan de huidige zoet-zoutscheiding is de aanleg van een innovatief bellenscherm in combinatie met de inzet van zoetwater via waterschermen en een ebdebiet door de schutkolken. Dit vergt een investering van circa € 7,5 tot 15 miljoen en kent jaarlijkse exploitatiekosten van naar schatting € 1-2 miljoen. Een bellenscherm met aanvullende maatregelen betekent echter ook extra waterverbruik, 20-25 m³/s (voor het waterscherm en het ebdebiet). Als de zoutlekkage van de Krammersluizen kan worden verholpen, dan zal het zoutgehalte ook weer op het lage niveau van 250 mgCl/l kunnen uitkomen.

Voor inlaatstops door *blauwalgoverlast* is een verwachting geformuleerd: de huidige kwaliteit (periode 2004-2010) voldoet aan de KRW- normen voor eutrofiëring en doorzicht, voldoet nog niet aan de KRW-norm voor blauwalgen en voldoet gedeeltelijk aan de KRW- normen voor biologische kwaliteit. Als de huidige trend naar een ecologisch gezond en helder zoetwatermeer doorzet is de verwachting dat inlaatstops door blauwalgen minder vaak tot nooit meer nodig zullen zijn. Maar deze verwachting is onzeker, wat betekent dat in de toekomst inlaatstops ten gevolge van blauwalgen kunnen blijven vóórkomen.

Het maximale effect van klimaatverandering en teeltintensivering op de zoetwatervraag van de polders in 2050- 2100 is erg onzeker en wordt geschat op een verdubbeling ten opzichte van de huidige vraag (van 5 naar 10 m³/s piekvraag). De watervoorziening bij een toekomstig zoet VZM is daarmee als volgt te karakteriseren:

- Bij een herstel van de oorspronkelijke zoet-zoutscheiding zal de piekinlaat vanuit het Hollandsch Diep op ongeveer 30 m³/s uitkomen, waarvan maximaal 10 m³/s wordt ingelaten in polders, waarvan maximaal 1,6 m³/s voor beregening wordt gebruikt. Het inlaatwater is van redelijke kwaliteit (250 mg/l) en aan de norm van 450 mgCl/l zal onder alle omstandigheden kunnen worden voldaan; en de leveringszekerheid verbetert misschien door minder innamestops wegens blauwalgoverlast. Herstel van de zoetzoutscheiding kost € 6 tot 10 miljoen en heeft jaarlijkse exploitatiekosten van ongeveer € 3,5 miljoen.
- Het alternatief is de aanleg van een innovatief bellenscherm in combinatie met de inzet van zoetwater via waterschermen en een ebdebiet door de schutkolken. Door het extra waterverbruik is de piekinlaat vanuit het Hollandsch Diep van dit alternatief ongeveer 50 m³/s. Dit vergt een investering van € 7,5 tot 15 miljoen en heeft jaarlijkse exploitatiekosten van € 1-2 miljoen.

In tegenstelling tot een zoet VZM leidt een **toekomstig zout VZM** tot twee afzonderlijke zoetwatervragen aan het hoofdwatersysteem, namelijk voor (1) de zoutlekbestrijding en voor (2) de zoetwatervoorziening van de polders.

De *zoutlekbestrijding* moet bij een toekomstig zout VZM van de Krammersluizen worden verplaatst naar de Volkeraksluizen en naar de mondingen van de Dintel en de Steenbergse Vliet. De maximale zoetwatervraag daarvan is 35-40 m³/s (25-30 m³/s voor de Volkeraksluizen en 10 m³/s voor Dintel en Vliet).

Voor de toekomstige zoetwatervraag van de polders wordt dezelfde schatting gehanteerd als bij een toekomstig zoet VZM (10 m³/s). De maatregelen van het 'spoorboekje zoetwater' voorzien in ongeveer 15 m³/s alternatieve aanvoer en inlaatcapaciteit. Deze capaciteit is een factor 3 groter dan de maximale zoetwatervraag vanuit het VZM waaraan in de huidige situatie in de praktijk wordt voldaan (5 m³/s). Bovendien zal ten gevolge van deze maatregelen de kwaliteit van het inlaatwater beter zijn (100-150 mgCl/l) en zal ook de leveringszekerheid groter zijn (geen innamestops door blauwalgen). De maatregelen van het 'spoorboekje zoetwater' zijn dan ook voor alle gebieden meer dan voldoende voor de geschatte zoetwatervraag voor duurzame functievervulling bij klimaatverandering en teeltintensivering voor de periode 2050-2100.

De gesommeerde zoetwatervraag van zoutlekbestrijding en levering aan de polders bij een zout VZM is daarmee maximaal 50-55 m³/s, ongeveer gelijk aan de piekvraag van een (huidig en toekomstig) zoet VZM. Er is echter wel een verschil: de zoetwatervraag van een zoet VZM heeft een lage prioriteit in de verdringingsreeks (categorie 4) en valt bij droogte en lage rivierafvoeren dus als eerste af (zoals in het voorjaar van 2011 ook gebeurde). De watervraag van een zout VZM voor het tegengaan van zoutlekkage bij de Volkeraksluizen valt echter in categorie 2 van de verdringingsreeks. Dat betekent dat in droge perioden de 'prioritaire' watervraag vanuit het Hollandsch Diep bij een zout VZM *de facto* dus 25 m³/s wordt, waar deze nu tot 0 wordt gereduceerd. De maatregelen van het 'spoorboekje' voor het benedenrivierengebied (bellenscherm Nieuwe Waterweg en wateraanvoer vanuit de Lek via de Krimpenerwaard) voorzien weliswaar in meer compensatie dan nodig is voor zo'n feitelijke onttrekking aan het Hollandsch Diep, maar zijn als zodanig dus wel noodzakelijke compensatiemaatregelen voor een zout VZM.

Een tweede complicerende factor van een zout VZM is de mogelijke zoutgehalteverhoging bij de inlaatpunten op het Haringvliet (Koert en Hitserse Kade) en aan het Spui (Bernisse) ten gevolge van het resterende zoutlek van de Volkeraksluizen. De zoutlekbeperkende maatregelen zullen dit risico grotendeels terugdringen. Het resterende zoutlek van de Volkeraksluizen zal onder de meest ongunstige omstandigheden (langdurig lage rivierafvoer en gesloten Haringvlietssluisen) kunnen leiden tot een maximale verhoging van 50 mg Cl/l bij het inlaatpunt Bernisse en 55 mg Cl/l bij de inlaatpunten Koert en Hitserse Kade. Deze verhoging past net binnen de uitgangspunten van het zoetwateradvies.

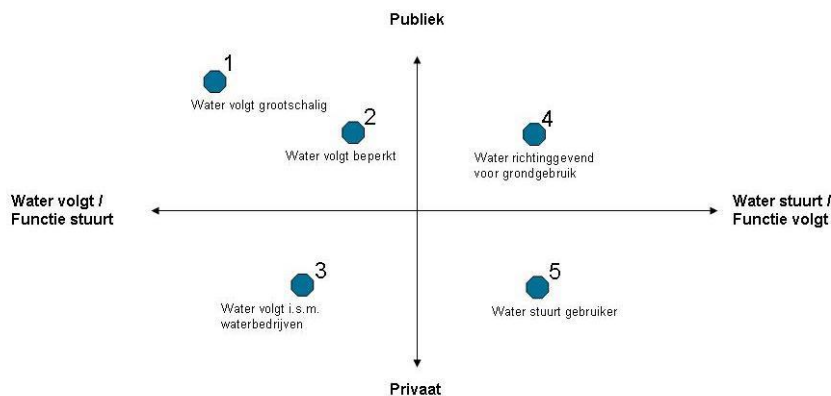
De watervoorziening bij een toekomstig zout VZM is daarmee als volgt te karakteriseren:

- een gesommeerde piekvraag van ongeveer 50 m³/s vanuit het Hollandsch Diep, waaronder maximaal 15 m³/s polderinlaat, waarvan maximaal 1,6 m³/s voor berekening wordt gebruikt; het inlaatwater is van goede kwaliteit (100-150 mg/l) en de leveringszekerheid verbetert doordat innamestops wegens blauwalgoverlast niet meer voorkomen.
- In het benedenrivierengebied resteren er twee relevante effecten. (1) In droge perioden is er bij een zout VZM een 'prioritaire' watervraag (categorie 2) aan het Hollandsch Diep van 25 m³/s, waar deze nu 0 is (want categorie 4). Het bellenscherm in de Nieuwe Waterweg en de wateraanvoer via de Krimpenerwaard zijn daardoor noodzakelijke

compensatiemaatregelen voor een zout VZM. (2) Het resterende zoutlek van de Volkeraksluizen kan leiden tot een maximale verhoging van het zoutgehalte met 50 mg Cl/l bij het inlaatpunt Bernisse aan het Spui en met 55 mg Cl/l bij de inlaatpunten Koert en Hiterse Kade aan het Haringvliet. Deze verhoging past net binnen de uitgangspunten van het zoetwateradvies.

- De maatregelen voor alternatieve zoetwatervoorziening volgens het spoorboekje zoet water vergen een investering van € 118 – 134 miljoen, de kosten van maatregelen voor het zout maken van het VZM, inclusief maatregelen die zoutlekkage en zoutindringing beperken bedragen € 84-97 miljoen. De totale investeringskosten voor een zout VZM met compensatiemaatregelen zijn daarmee ruwweg 200 - 230 M€, de jaarlijkse kosten 0,25 – 1,25 M€

Binnen het Deltaprogramma Zoetwater wordt gewerkt aan mogelijke zoetwaterstrategieën voor de lange termijn. Er worden vijf strategieën onderscheiden die momenteel in het DP Zoetwater voor heel Nederland worden verkend.



De vraag of de zoetwatermaatregelen volgens het 'Spoorboekje Zoetwater' inpasbaar zijn in – of zelfs noodzakelijk bij – al deze strategieën kan nu nog niet definitief worden beantwoord. In dit stadium kunnen een aantal overwegingen worden geformuleerd, en wel de volgende:

- Zowel een zoet VZM als een zout VZM met compenserende zoetwatermaatregelen zijn volledig inpasbaar in een voortzetting (of versterking van) de huidige strategie van nationaal en regionaal weerstand bieden tegen verzilting (strategieën 1, 2 en 3 in de figuur).
- Een strategie van nationaal meebewegen met de gevolgen van klimaatverandering maar regionaal weerstand bieden is gericht op het vergroten van regionale zelfvoorziening, waardoor de afhankelijkheid van waterinlaat vanuit het hoofdwatersysteem kleiner wordt. Dit lijkt een interessante uitwerking van een combinatie van strategieën 3 en 4 uit de figuur¹. Hierbij zal de belangrijkheid van het Hollandsch Diep - Haringvliet als zoetwateraanvoerroute op termijn kunnen afnemen.

¹ Gedacht kan worden aan beperkte actie in de rijkswateren (= domein voor de waterveiligheid), optimalisatie van de infrastructuur in het regionaal watersysteem (bijvoorbeeld gescheiden aan- en afvoer), inschakeling van de markt (ten behoeve van de horizontale waterhuishouding; bijvoorbeeld aanvoer via pijpleidingen) en stimuleren van initiatieven van gebruikers (verticale waterhuishouding; bijv. optimalisatie zoetwater lenzen, peilgestuurde dubbele drainage).

Maatregelen in het hoofwatersysteem en maatregelen gericht op grootschalige externe aanvoer hebben dan een hoog spijtgehalte. Daarentegen zal het belang van maatregelen die de regionale waterhuishouding verbeteren toenemen. Optiebehoud voor deze strategie is gebaat bij maatregelen in het hoofwatersysteem die slechts een geringe investering vragen waarbij eventueel hogere exploitatiekosten voor lief worden genomen (zoals een bellenscherm). Bij deze strategie past ook een 'passende' uitvoering van de compenserende zoetwatermaatregelen.

- Bij een strategie van zowel nationaal als regionaal meebewegen verdwijnt zoetwaterleverantie als publieke voorziening vanuit de oppervlaktewaterhuishouding, vergelijkbaar met de huidige situatie op de meeste Zeeuwse eilanden. Deze strategie (strategieën 4 en 5 in de figuur) geeft prikkels voor zowel private waterlevering via de waterketen als water efficiënte landbouwproductie. Optiebehoud voor deze strategie kan worden bevorderd door het stimuleren van private initiatieven bij de zoetwatermaatregelen van het 'spoorboekje'.
- In deze robuustheidstoets zijn slechts twee alternatieven voor de toekomst onderzocht: een zoet VZM met effectieve zoutlekbestrijding en een zout VZM inclusief compenserende zoetwatermaatregelen. Bij andere zoetwaterstrategieën zijn ook andere alternatieven voor het VZM denkbaar, maar die zijn dus niet onderzocht. Men kan daarbij denken aan een zoet VZM zonder zoutlekbeperkende maatregelen, of aan een zout VZM zonder compenserende zoetwatervoorziening. Het verdient aanbeveling dergelijke alternatieven voor het VZM te onderzoeken in de context van de strategieën 4 en 5 van het Deltaprogramma Zoetwater.

De eindconclusies van de robuustheidstoets VZM zijn:

- 1 Een goede zoetwatervoorziening waarbij het huidige voorzieningsniveau tenminste wordt gehandhaafd is mogelijk met zowel een zoet, als met een zout VZM. Zoetwatervoorziening is dus niet onderscheidend voor de keuze van een zout of een zoet VZM. Het VZM is geen strategische zoetwatervoorraad; in de huidige situatie en ook potentieel is de zoetwatervoorraadfunctie van het VZM beperkt van omvang en alleen lokaal/regionaal van betekenis. We kunnen zonder.
- 2 De zoetwatervraag aan het hoofwatersysteem (Hollandsch Diep) van een toekomstig zoet VZM en van een toekomstig zout VZM met compenserende zoetwatervoorziening is vergelijkbaar met de huidige piekvraag, namelijk in alle gevallen ongeveer 50 m³/s. Alleen herstel van de oorspronkelijke zoet-zoutscheiding van de Krammersluizen kan deze zoetwatervraag bij een zoet VZM terugbrengen naar ongeveer 30 m³/s. In alle gevallen is het overgrote deel van deze piekvraag voorwaardenscheppend, namelijk voor zoutlekbestrijding.
- 3 Bij een toekomstig zoet VZM wordt het niveau van landbouwzoetwatervoorziening in de gebieden rondom het VZM *mogelijk* beter: er is meer en zoeter water beschikbaar voor polderinlaat en het risico van inlaatstops door blauwalgoverlast wordt *misschien* kleiner. Het VZM-water blijft door het hogere chloridegehalte minder aantrekkelijk dan water uit het Hollandsch Diep- Haringvliet.

- 4 Bij een zout VZM wordt het niveau van landbouwzoetwatervoorziening in de gebieden die nu water onttrekken aan het VZM *zeker* beter. Door de voorgenomen compenserende zoetwatermaatregelen wordt de capaciteit van polderinlaat 3 keer groter dan de piekvraag waaraan in de huidige situatie in de praktijk vanuit het VZM wordt voldaan. Bovendien is de kwaliteit beter (minder zout) en is de leveringszekerheid groter (geen innamestops door blauwalgen).
- 5 Voor het beheergebied van WSHD (en Delfland, Schieland en Rijnland) blijven er twee relevante effecten over. Als eerste ontstaat bij een zout VZM in droge perioden een 'categorie 2 watervraag' aan het Hollandsch Diep van 25 m³/s, waar nu slechts sprake is van een 'categorie 4 watervraag'². Het in het 'spoorboekje' voorgenomen bellenscherm in de Nieuwe Waterweg en de wateraanvoer via de Krimpenerwaard zijn daarvoor voldoende maar daardoor ook noodzakelijke compensatie maatregelen voor een zout VZM.
- 6 Het tweede effect in het beheergebied van WSHD is het resterende zoutlek van de Volkeraksluizen. Dit zoutlek (20 kg zout/s) zal onder de meest ongunstige omstandigheden kunnen leiden tot een verhoging met maximaal van 50 mg Cl/l bij het inlaatpunt op het Spui (Bernisse) en met 55 mg Cl/l bij inlaatpunten aan het Haringvliet (Koert en Hiterse Kade) Deze verhoging past net binnen de uitgangspunten van het zoetwateradvies.
- 7 Het Hollandsch Diep - Haringvliet is een belangrijke aanvoerroute van zoetwater voor West-Nederland en voor het behoud daarvan zijn de bij conclusie 5 genoemde maatregelen in het benedenrivierengebied noodzakelijk.
- 8 Flexibiliteit voor toepassing van andere zoetwaterstrategieën is gebaat bij:
 - maatregelen in het hoofdwatersysteem met een tijdelijk karakter die een geringe investering vragen waarbij eventueel hogere exploitatiekosten voor lief worden genomen (zoals een bellenscherm);
 - sobere en doelmatige uitvoering van wateraanvoermaatregelen (zoals waterinlaat naar Brabant via Oosterhout naast of in plaats van de Roode Vaart, 'passende' dimensionering van aanvoermaatregelen);
 - het stimuleren van private initiatieven bij de zoetwatermaatregelen van het spoorboekje;
 - het onderzoeken van andere alternatieven voor het VZM in de context van de strategieën 4 en 5 van het deltaprogramma zoetwater; bijvoorbeeld een zoet VZM zonder zoutlekbepalende maatregelen, of een zout VZM zonder compenserende zoetwatervoorziening.

² De watervraag van de zoutlekbestrijding bij de Volkeraksluizen heeft, in tegenstelling tot de huidige watervraag van het (zoete) VZM een hoge prioriteit in de landelijke verdringingsreeks, omdat daarmee zoutgehalteverhoging bij innamepunten voor drinkwater moet worden voorkomen. Deze watervraag voor zoutlekbestrijding moet daarom, onder droge omstandigheden en bij lage rivierafvoeren, als een extra watervraag aan het Hollandsch Diep worden beschouwd.

1 Vraagstelling en context

1.1 Context

De context van deze robuustheidstoets is de 'uitvoeringsstrategie Zuidwestelijke Delta'. De stuurgroep ZW-delta heeft 16 juni 2011 besloten dat deze uitvoeringsstrategie de volgende aspecten moet bevatten (aanpak en planning uitvoeringsstrategie, memo Loes de Jong, Jon Coosen, Joost Schrijnen, juni 2011):

- 1 Herbevestigen van de ambitie van de stuurgroep ZWdelta voor een zout Volkerak-Zoommeer inclusief een alternatieve zoetwatervoorziening en daaraan gekoppelde gebiedsontwikkeling en het terugbrengen van (beperkt) getij in de Grevelingen in combinatie met een getijcentrale en gebiedsontwikkeling;
- 2 Beschrijven van de bereidheid voor regionale (co-)financiering voor een aantal zoetwatermaatregelen en voor private initiatieven, waar mogelijk gekoppeld aan regionale gebiedsontwikkeling;
- 3 Toetsen op robuustheid of 'no regret' van de korte-termijnambitie op de lange-termijn-zoetwaterstrategie van het Deltaprogramma;
- 4 Beschrijven van de koppeling tussen uitvoeringsstrategie en de lange termijn (Deltaprogramma) en de consequenties daarvan voor de deltabeslissingen over de Rijn-Maasdelta en de zoetwaterstrategie;
- 5 Beschrijven van de volgorde en timing van rijks- en regionale projecten om de uitvoeringsstrategie werkelijkheid te laten worden.

Onder punt 3 wordt verwezen naar deze robuustheidstoets. Merk verder op dat er sprake is van een bestuurlijk gedragen voorkeursalternatief:

“Een zout Volkerak-Zoommeer nadat de alternatieve zoetwatervoorziening is gerealiseerd in samenhang met het toelaten van (beperkt) getij op de Grevelingen en het geschikt maken van het Grevelingenmeer voor grootschalige waterberging (aanvullend op het geschikt maken van het Volkerak-Zoommeer voor grootschalige waterberging).“

1.2 Vraagstelling

In de opdrachtbrief van DGW aan de programmadirecteur DP-zoetwater (dd 18 mei 2011) staan de vijf onderdelen geformuleerd van de robuustheidstoets over het belang van het Volkerak- Zoommeer (VZM) voor de zoetwatervoorziening:

- 1 *De betekenis van het huidige zoete VZM voor de lange-termijnzoetwaterstrategie van het Deltaprogramma (is het VZM op lange termijn een noodzakelijke strategische zoetwatervoorraad?);*
- 2 *De zoetwatermaatregelen (inclusief de beschikbaarheid van het daartoe benodigde zoetwater) die bij de huidige zoetwaterkwaliteit (en vanuit het perspectief van de voorziene autonome kwaliteitsontwikkeling) extra nodig zijn voor de benutting van de economische potentie van het gebied;*
- 3 *Betrek bij 1 en 2 (voorzover mogelijk) ook het belang van de scheepvaartfunctie van het VZM (legt beperkingen op aan de hoeveelheid zoetwater die aan het VZM onttrokken kunnen worden);*
- 4 *De transitie die op hoofdlijnen nodig is om van het huidige zoete VZM een ecologisch veerkrachtig en economisch vitaal zoetwatersysteem te maken;*

- 5 *Indien het VZM op lange termijn geen noodzakelijke strategische zoetwatervoorraad is en het zout maken van het VZM een goed te overwegen beleidskeuze is: de robuustheid van de zoetwatermaatregelen uit het Zoetwater Advies van de Stuurgroep ZW Delta (2009) met het oog op de lange termijn zoetwaterstrategie van het Deltaprogramma. Hierbij graag ook de mogelijk noodzakelijke aanleg van een zoutvang betrekken voor de verdere beheersing van de zoutlek over de Volkeraksluizen om de zoetwaterfunctie van het Haringvliet te kunnen waarborgen.*

In een notitie van DP Zoetwater (Paardekooper, 2011) worden de vijf bovengenoemde onderdelen uitgewerkt in een aantal deelvragen, gerubriceerd in:

- 1 huidige situatie – uitgangssituatie (onderdeel 2);
- 2 lange termijn zoet VZM – klimaatverandering en autonome kwaliteitsverandering (onderdelen 1, 3 en 4);
- 3 lange termijn zout VZM (onderdeel 5).

De vraagstelling wordt in deze notitie als volgt samengevat:

‘in beeld brengen wat de gevolgen zijn voor de zoetwatervoorziening op de lange termijn (2050 tot 2100) indien VZM zoet en indien VZM zout.’

Beide documenten, de opdrachtbrief van DGW en de uitwerking door Paardekooper, zijn opgenomen in een opdrachtomschrijving door de Waterdienst (Waterdienst, 2011).

Vraagstelling en context van de robuustheidstoets VZM kunnen nu als volgt worden samengevat:

- wat zijn de lange-termijneffecten (2050-2100) voor de zoetwatervoorziening;
- van twee alternatieven voor het VZM, namelijk (1) een ecologische veerkrachtig en economisch vitaal zoet VZM of (2) een zout VZM met vooraf gerealiseerde alternatieve zoetwatervoorziening;
- betrek bij een zoet VZM de mogelijke beperking die de scheepvaartfunctie oplegt aan de zoetwateronttrekking en de eventuele extra zoetwatervraag die nodig is om het meer gezond en vitaal te houden en betrek bij een zout VZM de zoutlekbeperkende maatregelen bij de Volkeraksluizen, Dintel en Vliet, inclusief zoutvang op het Hollandsch Diep;
- een zout VZM is het bestuurlijk gedragen voorkeursalternatief;
- de context is de uitvoeringsstrategie Zuidwestelijke Delta.

2 Materiaal en methode

2.1 Begripsbepaling

Mens et al. (2011) maken onderscheid tussen systeem-robustheid en beslissings-robustheid. Een robuust systeem behoudt zijn gewenste eigenschappen ondanks verstoring of grote belasting; een beslissing is robuust als die goed uitpakt onder alle mogelijke toekomstige omstandigheden. Hier staat de tweede betekenis centraal, waarbij de vraag is of een beleidskeuze toekomstbestendig is. Anders geformuleerd, de vraag is of de beslissing voor een zout dan wel een zoet VZM ook op lange termijn voldoet voor zoetwatervoorziening.

Het gaat dan om twee zaken (zie ook Brassler, 2011):

- 1 **Scenariobestendigheid** (= effectiviteit = doelbereik): de scenariobestendigheid van een maatregel heeft betrekking op deltasceario's. Specifiek voor deze toets:
'Kan met het pakket zoetwater maatregelen het zoetwatervoorzieningsniveau worden gewaarborgd onder alle relevante toekomstige klimaat- en sociaal-economische omstandigheden?'
- 2 **Keuzebestendigheid**: in hoeverre legt een keuze nu beperkingen op aan toekomstige keuzes? Ofwel, is er sprake van *lock-in* effecten of is in de toekomst bijstelling mogelijk (flexibiliteit) of kan er zelfs nog worden overgestapt naar een ander adaptatiepad (behoud optiewaarde). De concrete vraag voor deze toets is:
'Zijn de zoetwatermaatregelen volgens het 'spoorboekje zoet water' (Stuurgroep ZW-delta, 2009) inpasbaar in of zelfs noodzakelijk bij alle mogelijke relevante zoetwaterstrategieën?'

De robuustheidstoets is primair gericht op het **doelbereik** voor zoetwatervoorziening van de alternatieven voor het VZM (zoet of zout met compenserende maatregelen) bij verschillende deltasceario's. De begeleidingsgroep heeft besloten dat ook de **keuzebestendigheid** van de alternatieven voor het VZM bij verschillende zoetwaterstrategieën kan worden meegenomen in de toetsing (verslag overleg robuustheidstoets 12 juli 2011). Daarom wordt de betekenis van dat begrip nog wat nader uitgewerkt.

2.2 Uitwerking keuzebestendigheid

Voor een volledige analyse van de keuzebestendigheid is een '*backcasting*' nodig vanuit relevante strategische beleidsopties. In het DP zoetwater worden mogelijke strategieën ontwikkeld aan de hand van gidsprincipes langs twee assen. Het voordeel van gidsprincipes is dat op een neutrale manier de volledige oplossingsruimte kan worden gedefinieerd. De assen zijn (De Vries et al., juni 2011):

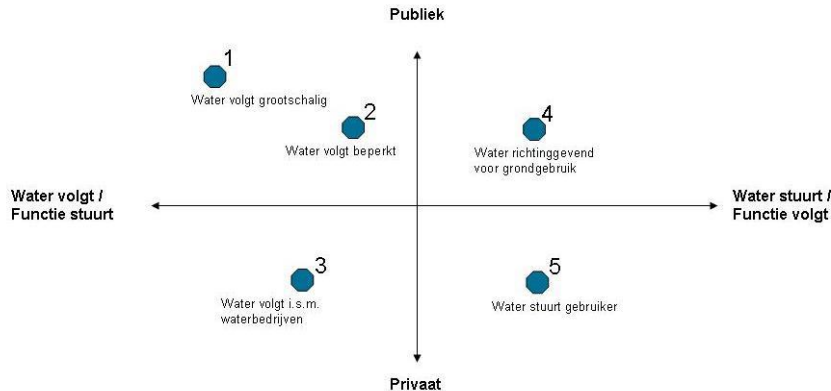
- 1 Meebewegen met de gevolgen van klimaatveranderingen versus hiertegen weerstand bieden. Deze as kan zowel voor de landelijke waterhuishouding (HWS) worden uitgewerkt als voor het regionale watersysteem. Deze as geeft de hoofdbeleidskeuze weer, zoals o.a. is verwoord in het Nationaal WaterPlan.
- 2 Handhaven van de zoetwatervoorziening als publieke voorziening versus privatisering van de watervoorziening. Voor fysieke maatregelenpakketten is deze as alleen relevant voor (onderdelen van) de waterhuishouding op regionale en lokale schaal. Verondersteld wordt dat de landelijke waterhuishouding een publieke zaak blijft, en daarmee een domein van overheidsverantwoordelijkheid. Als het gaat om beleidsinstrumenten kan deze as ook op nationaal niveau worden ingevuld (beprijzing,

grondwaterbeleid, andere beleidsmaatregelen die de markt of andere private partijen beïnvloeden).

De assen en daarmee de vulling van de kwadranten kunnen op meerdere manieren worden geïnterpreteerd:

- als **beleidskeuze** van nationale of regionale overheden (bijvoorbeeld voor de as publiek-privaat: een terugtrekkende overheid die zowel de markt (wateraanbod) als de eigen verantwoordelijkheid van de gebruiker (watervraag) wil activeren; en daartoe beleidsinstrumenten ontwikkelt en inzet;
- het **handelingsperspectief** van de diverse 'stakeholders' onder de gegeven randvoorwaarden per kwadrant, waaronder de **respons van (private) partijen** op een beleidskeuze. Bijvoorbeeld als overheden kiezen voor een strategie van meebewegen en als daardoor het voorzieningsniveau onzeker wordt, dan springt de markt in het gat en dopt de boer zijn eigen boontjes;
- de fysieke uitwerking van a en b in de vorm van **maatregelenpakketten**, nationaal zowel als regionaal.

Er zijn 5 relevante en onderscheidende strategieën opgesteld die in fase 2 van het deltaprogramma worden verkend:



- 1 Water volgt grootschalig:** nationale overheid zorgt voor voldoende water. Het zoetwateraanbod wordt als publieke voorziening geoptimaliseerd ten behoeve van een zo hoog mogelijke leveringszekerheid voor watervragers.
- 2 Water volgt beperkt, optimaliseren huidige (nationale en regionale) strategie:** grotere regionale zelfvoorzienendheid en optimaliseren van de huidige zoetwaterverdeling. Het zoetwateraanbod als publieke voorziening is een gedeelde verantwoordelijkheid tussen de nationale en decentrale overheden (de waterschappen). Een efficiencyslag op zowel rijks- als regionaal niveau in de watervoorziening moet ervoor zorgen dat de huidige zoetwatervoorziening zo veel mogelijk gehandhaafd blijft.
- 3 Water volgt beperkt, met inschakeling van marktpartijen:** Voor zover mogelijk wordt de regionale zoetwatervoorziening overgedragen aan marktpartijen. Zorgplichten als

verziltingsbestrijding en zoetwatervoorziening worden afgebouwd. Waterschappen staan open voor de entree van marktpartijen die deze taken van hen overnemen. Verondersteld wordt dat de rijkswateren onder verantwoordelijkheid van de rijksoverheid blijven.

- 4 **Water stuurt RO:** De zoetwaterbeschikbaarheid loopt terug als gevolg van klimaatverandering en het ruimtegebruik (waaronder grondgebruik door de economische sectoren) past zich hieraan aan. De overheid treedt sturend op, zodat economische watergebruiksfuncties groeien op plekken waar wateraanbod, -kwaliteit en -peil voor die bepaalde functie naar verwachting vrijwel nooit beperkend zullen zijn.
- 5 **Water stuurt gebruiker:** In deze strategie ligt het accent op grote eigen verantwoordelijkheid voor de zoetwatervoorziening bij de (economische) gebruikers. In deze proeftuin van private-publieke samenwerking ontstaan volop kansen (en noodzaak!) voor waterhouderijen en andere technologische innovaties. Accent bij de gebruiksfuncties ligt op adaptatie en acceptatie. Grote rol voor individuele zelfvoorzienendheid.

Het optimaliseren van het huidig zoetwater beleid valt onder strategie 2.

Deze vijf strategieën worden momenteel nader uitgewerkt in termen van te nemen maatregelen en in te zetten beleidsinstrumenten, gericht op een nader omschreven doel en met een voorstel voor een ontwikkelpad. Vervolgens worden de effecten van de strategieën beschreven en wordt door middel van de vergelijkingssystematiek die nog in ontwikkeling is, gekeken welke strategieën ook kansrijk zijn. De uitwerking wordt gedaan in samenwerking met de zeven zoetwaterregio's en de gebruikers.

De diversiteit (speelveld, oplossingsruimte) die met deze strategieën wordt afgedekt betreft niet alleen (theoretische) mogelijke toekomstige toestanden, maar bestaat heden ten dage ook al naast elkaar (bijvoorbeeld strategie 1 op de Zuid-Hollandse eilanden, strategie 3, 4 op de Zeeuwse eilanden).

Als de twee alternatieven voor het VZM die in deze robuustheidstoets worden onderzocht worden vergeleken met het palet aan lange-termijnstrategieën in de 'volledige oplossingsruimte', kan worden opgemerkt dat beide alternatieven in het kwadrant linksboven zitten: strategieën 1 en 2 uit het assenkruis; zowel nationaal (HWS) als regionaal weerstand bieden. Verzilting van het VZM kan weliswaar worden geïnterpreteerd als meebewegen, de compenserende zoetwatermaatregelen zullen vervolgens weer weerstand bieden aan de externe verzilting in het HWS om het voorzieningsniveau te kunnen handhaven (conform 'spoorboekje zoetwater').

Deze constatering van de 'eenzijdigheid' van de beide alternatieven roept de vraag op of de keuzebestendigheidsvraag van de robuustheidstoets moet worden uitgebreid naar de andere zoetwaterstrategieën. Anders geformuleerd: moet het 'geen-spijtgehalte' van de twee alternatieven ook worden beoordeeld in relatie tot denkbare toekomstige oplossingen die volledig afwijken van de huidige toestand en dus een transitie inhouden?

2.3 Aanpak

Voor drie situaties worden in de volgende hoofdstukken het feitenmateriaal en andere informatie gepresenteerd, waarmee de toetsing is uitgevoerd. Concreet en puntsgewijs gaat het om de volgende situaties, feiten en informatie.

Huidige situatie

(onderdeel 2 van de opdrachtbrief van DGW, zie hoofdstuk 1)

De volgende zaken zijn in beeld gebracht:

- de actuele waterbalans van het VZM, en dan met name de zoetwatervraag van het VZM aan het Hollandsch Diep via de Volkeraksluizen voor peilbeheer en zoutlekbestrijding. Zomergemiddelde gegevens voor de periode 1988 t/m 2009. Speciale aandacht voor droogteperiodes zoals het voorjaar 2011;
- de actuele (landbouw)zoetwatervraag van de gebieden rondom het VZM. Er zijn nauwelijks/geen directe meetgegevens, waterinlaten worden niet of nauwelijks gemeten. De zoetwatervraag is op vier manieren afgeleid: (1) uit de waterbalans van het VZM. Deze (restterm)schatting is onnauwkeurig en alleen als totaalgetal voor alle poldergebieden te geven, gemiddeld over langere perioden (maandseizoen); (2) voor West-Brabant uit de negatieve debieten in de tijdseries van Dintel en Steenbergse Vliet; (3) uit diverse bronnen, zoals de tracéstudies en daartoe uitgevoerde watersysteemanalyses door Witteveen en Bos, en (4) uit de nieuwe gegevens die door de drie waterschappen speciaal voor deze robuustheidstoets zijn aangeleverd;
- beschrijving van de huidige knelpunten. Dit betreft sluiting van de inlaatpunten wegens blauwalgoverlast of te hoge zoutgehalten. Er bestond tot nu toe geen overzicht van deze inlaatstops. Dit overzicht is nu gemaakt met de gegevens die door de drie waterschappen speciaal voor deze robuustheidstoets zijn aangeleverd;
- een schatting van de extra zoetwatervraag om de knelpunten in de huidige situatie op te lossen. Dit betreft (1) zoetwatervraag voor zoutlekbestrijding en peilhandhaving en (2) eventuele extra zoetwatervraag voor blauwalgbestrijding.

Met dit feitenmateriaal is onderdeel 2 van de toets gekwantificeerd: de hoeveelheid water die nodig is om onder de huidige (klimaat)omstandigheden een gezond zoet VZM te realiseren waardoor de economische potentie van het meer (scheepvaart en recreatie) en van het gebied (landbouw) kan worden benut.

Lange termijn zoet VZM

(onderdelen 1, 3 en 4 van de opdrachtbrief van DGW, zie hoofdstuk 1)

De volgende zaken zijn in beeld gebracht:

- mogelijke veranderingen in de waterbalans van het VZM ten gevolge van in/externe verzilting, toename scheepvaart (schutverliezen) en doorspoelbehoefte voor waterkwaliteitsbeheer (blauwalgbestrijding). De (eventuele) extra zoetwatervraag is gekwantificeerd; de scheepvaartfunctie (maximaal toegestane peilvariatie) is hierbij randvoorwaarde;
- de betekenis van een zoet VZM als strategische zoetwatervoorraad ten behoeve van (landbouw)watervoorziening. Deze betekenis verschilt uiteraard sterk voor de verschillende zoetwaterstrategieën.

Hiermee zijn onderdelen 1, 3 en 4 van de toets gekwantificeerd: de verwachte toename van de zoetwatervraag om een gezond zoet VZM in stand te houden als strategische zoetwatervoorraad ten behoeve van (landbouw)watervoorziening bij gewijzigde klimaat- en sociaal-economische omstandigheden – waaronder toegenomen scheepvaart.

Lange termijn zout VZM

(onderdeel 5 van de opdrachtbrief van DGW, zie hoofdstuk 1)

De volgende zaken zijn in beeld gebracht:

- de totale zoetwatervraag van dit alternatief onder de huidige klimaatomstandigheden; deze zoetwatervraag betreft:
 - de zoetwatervraag van het zoute VZM, oftewel de zoutlekbeperkende maatregelen bij de Volkeraksluizen (inclusief zoutvang op het Hollandsch Diep) en bij de mondingen van de Dintel en de Steenbergse Vliet;
 - de zoetwatervraag van de compenserende maatregelen en de consequenties daarvan voor het hoofwatersysteem (volgens het “spoorboekje zoetwater Zuidwestelijke delta”);
- de mate van compensatie door deze maatregelen (*Wordt het oorspronkelijke voorzieningsniveau tenminste hersteld?*) en de bijkomende effecten op de zoetwatervoorraden in de omliggende gebieden en de knelpunten die daardoor ontstaan of worden versterkt;
- de toekomstbestendigheid van de compenserende maatregelen in relatie tot toekomstige klimaatomstandigheden (deltascenario's) en in het licht van de verschillende zoetwaterstrategieën.

Hiermee wordt onderdeel 5 van de toets gekwantificeerd: de zoetwatervraag van (1) zoutlekbestrijding bij een zout VZM, (2) compenserende maatregelen, (3) de toename van deze zoetwatervraag onder invloed van klimaatverandering en sociaal-economische ontwikkeling.

3 Zoetwatervraag huidige situatie

3.1 Stapsgewijze aanpak

Feiten en informatie over de zoetwatervraag in de huidige situatie worden in dit hoofdstuk in drie stappen weergegeven:

- de *overall* zoetwatervraag van het VZM inclusief de daaruit bediende functies aan de hand van de waterbalans van het meer: een eerste grove schatting (paragraaf 3.2);
- de zoetwatervraag van het peilbeheerste gebied van de Mark-Vlietboezem in West- Brabant: een nauwkeuriger schatting voor dit gebied, gebaseerd op meetgegevens (paragraaf 3.3);
- de zoetwatervraag van de poldergebieden rondom het VZM die rechtstreeks water inlaten vanuit het meer: een nauwkeuriger schatting voor deze gebieden, gebaseerd op een semi-empirische benadering (paragraaf 3.4).

3.2 Waterbalans Volkerak- Zoommeer

De waterbalans van het huidige zoete Volkerak- Zoommeer biedt de eerste mogelijkheid om de zoetwatervraag van het meer en de daaruit bediende functies in beeld te krijgen.

Figuur 3.1 geeft de locaties van de belangrijkste in- en uitgaande debieten en Tabel 3.1 bevat de (herziene) waterbalans voor de jaren 2008-2009. Figuur en tabel zijn overgenomen uit de balansstudie VZM (De Vries et al., 2011). De herziening betreft de afvoerdebieten van het Markiezaatsmeer en het riviertje de Zoom naar het Zoommeer, volgens recentelijk door het waterschap Brabantse Delta (WSBD) aangeleverde tijdreeksen van daggemiddelde debieten.



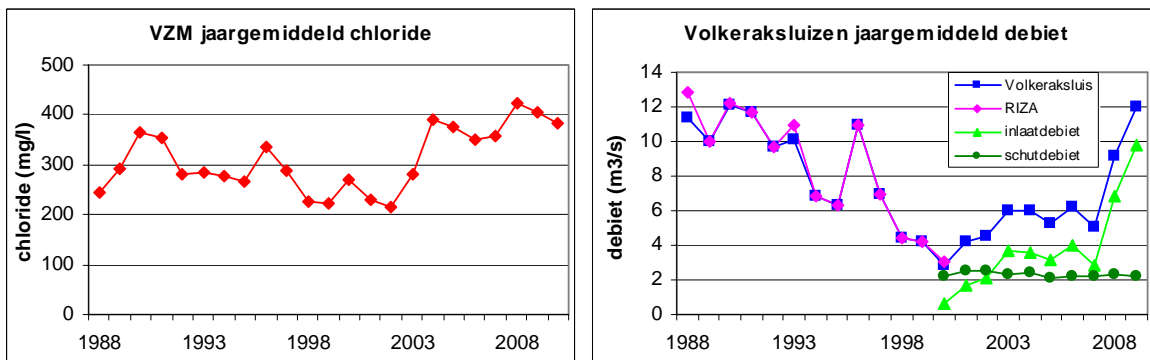
Figuur 3.1 Krammer-Volkerak (links) en Zoommeer (rechts) met aanduiding meetpunten en locaties van in- en uitgaande debieten

Het inlaatdebiet van de Volkeraksluizen is de feitelijke actuele watervraag van het zoete VZM-systeem (het meer en alle daaraan verbonden watervragende functies) aan het hoofdwatersysteem (Hollandsch Diep - Haringvliet). De huidige jaargemiddelde watervraag is

ruim 10 m³/s, maar loopt in het zomerseizoen op tot 17,5 m³/s. Met uitschieters tot maandgemiddeld meer dan 30 m³/s (augustus 2009).

Deze grote zomerse watervraag wordt vooral veroorzaakt door de directe en indirecte zoutlekbestrijding, namelijk:

- de directe zoetwatervraag van het zoet-zoutscheidingsysteem van de Krammersluizen en voor de instandhouding van de propstroom van het Kreekrakgemaal naar het Antwerpse Kanaalpand (ongeveer 10,5 m³/s, zie Tabel 3.1), en nog 1 m³/s van de Bergsediepsuis en de Krammerjachtensuis³;
- de indirecte zoetwatervraag voor peilhandhaving en door de noodzaak om de resterende zoutlast van Krammer- en Bergsediepsuis door te spoelen en af te voeren naar de Westerschelde.



Figuur 3.2 Jaargemiddeld chloridegehalte in het VZM en jaargemiddelde waterinlaat via de Volkeraksluizen

Het chloridegehalte in het VZM is sinds 2004 ongeveer 400 mgCl/l, ongeveer 150 mgCl/l hoger dan in de periode daarvoor, terwijl het inlaatdebit van de Volkeraksluizen vooral de laatste jaren fors hoger is (Figuur 3.2). Dat is dus een aanwijzing voor toegenomen zoutlekkage.

De gecombineerde zoetwatervraag van de zoutlekbestrijding in de laatste jaren, ruim 30 m³/s⁴, is groter dan het zomergemiddelde inlaatdebit. En is dus voor een deel afhankelijk van de afvoeren van Dintel en Vliet (en de doorvoer van Maaswater via de inlaat Oosterhout).

³ De directe zoetwatervraag van de zout/zoet-sluizen Krammer en Bergsediëp is niet zozeer vanwege zoutlekbestrijding. Het is een ingesteld zoetwaterverlies, een optimum uit oogpunt van schuttijd, zoetlast op de Oosterschelde en energiekosten van de pompen. Voorwaarden bij de instelling van het zoetwaterverlies zijn: geen zoutlast op het VZM en geen zoet water in de riolen (Krammer) en kelder (Bergsediëp). Het zoetwaterverlies is voor de Krammerduwaartsluizen in zomer en winter gelijk. Voor de Krammerjachtensluizen en de Bergsediëpsuis bedraagt het zoetwaterverlies resp. 0,8 m³/s en 0,15 m³/s in de zomerperiode, in de winter is dat nagenoeg 0 m³/s.

⁴ Deze schatting is gebaseerd op de zomergemiddelde som van de uitlaatdebieten in 2008-2009, 31,5 m³/s (exclusief verdamping en peilverschil). Deze doorspoeling, met bijbehorend inlaatdebit door de Volkeraksluizen van 17,5 m³/s, was immers nodig om onder de norm van 450 mgCl/l te blijven. Met deze schatting van de actuele zoetwatervraag kan terugredenerend de feitelijke zoutbelasting van het VZM worden geschat: Met een uitlaatconcentratie van (maximaal) 450 mgCl/l en een inlaatconcentratie van 100 mgCl/l (achtergrondconcentratie van de Rijn) wordt per m³ netto 350 g Cl ofte wel 630 g zout afgevoerd. Met 31,5 m³/s wordt dan maximaal 20 kg zout/s afgevoerd. Deze (maximale) schatting van de feitelijke totale zoutlast op het VZM is aanzienlijk hoger dan het 'officiële' zoutlek van de zoet-zoutscheidingen van de schutsluizen van 3-5 kg zout/s.

Tabel 3.1 Waterbalans VZM 2008-2009, m³/s. Deze waterbalans is niet representatief voor de inlaat via Beneden- en Dintelsas vanuit het VZM. De gemiddelde aanvoer vanuit Oosterhout bedraagt in deze jaren tijdens de zomer 5,5 – 6,5 m³/s (ca. 70% van de aanvoer via Dintel en Bovensas), zie verder paragraaf 3.3

	jaargemiddeld	zomergemiddeld ⁵
Volkeraksluizen	10,50	17,44
Dintel	10,73	6,78
Steenbergse Vliet (Bovensas)	1,71	2,54
Markiezaatsmeer en Zoom ⁶	0,26	0,01
Neerslag op VZM	2,20	2,04
Openwaterverdamping VZM	-1,67	-2,72
Krammersluizen	-8,56	-8,64
Krammerjachtensluis, Bergsediepsuis	-0,47	-0,95
Kreekraksluis en -gemaal	-1,86	-1,62
Bathse spuisuis	-19,22	-20,31
inlaat Mark-Vlietboezem	-0,20	-0,30
peilverschil ((eindvolume-beginvolume)/tijd)	0,00	-0,26
restterm (o.a. polderwateruitslag of -inlaat) ⁷	6,58	5,99
Totaal	0,00	0,00

In (extreem) droge periodes zoals voorjaar/voorzomer 2011 zijn deze gemiddelde getallen niet van toepassing. Het debiet van de Dintel neemt dan verder af en er is een netto watervraag vanuit de omringende polders. De zoetwatervraag voor de directe en indirecte zoutlekbestrijding neemt zeker niet af (maar ook niet toe) en moet in deze omstandigheden geheel vanuit het Hollandsch Diep worden voldaan. In het begin van de droogteperiode 2011 met lage rivieraanvoer werd al enige tijd 15 tot 20 m³/s water uit het Hollandsch Diep via de Volkerakspuisluizen naar het VZM aangevoerd. Hiermee lukte het niet om het afgesproken chloridegehalte van maximaal 450 mg/l te handhaven. Daarna is de inlaat gereduceerd tot 8-16 m³/s (verminderde capaciteit door de lage rivierwaterstand en opgelegde inlaatbeperking) en nam het zoutgehalte verder toe⁸.

Na de droogteperiode kon door de hogere Rijnaafvoer het VZM vanaf de tweede helft van juni extra worden doorgespoeld (met 50 m³/s). Maar pas na meer dan een maand doorspoelen, en met een inmiddels weer groter debiet van de Dintel, is het zoutgehalte op de Eendracht en in het Spuikanaal weer gedaald tot onder de 450 mgCl⁻/l (LCW, droogteberichten 2011). Deze waarnemingen illustreren dat de zoutlast via Krammer- en Bergsediepsuis zich verzamelt in de putten achter de sluizen, waardoor de zoutafvoer traag verloopt.

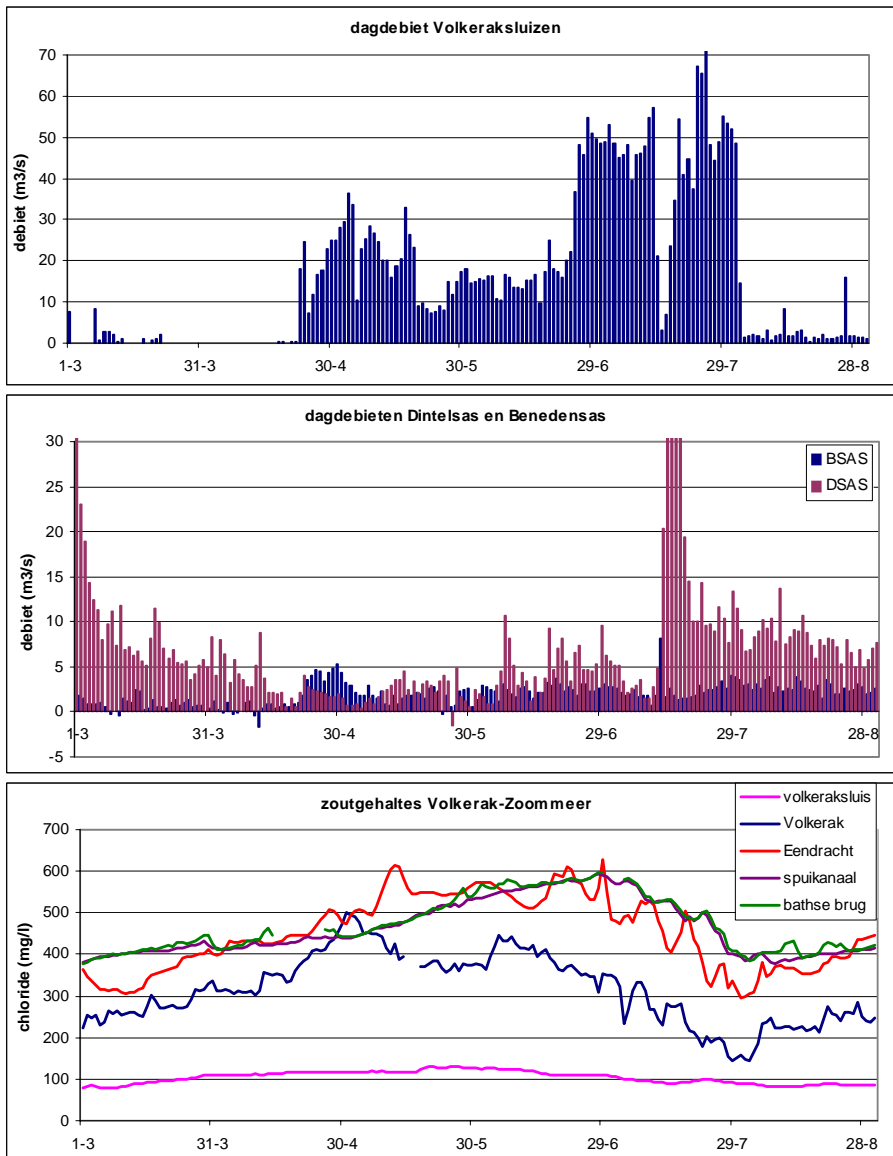
⁵ Periode april t/m september, 183 dagen

⁶ Meerjarig gemiddelde debieten voor de periode 1991-2011, in verband met gaten in de dataset in de jaren 2007-2010

⁷ Deze resttermschatting van de polderwateruitslag op het VZM en andere vergeten debieten is inclusief het debiet van de 7 poldergemalen tussen Boven- en Benedensas op de Steenbergse Vliet (jaargemiddeld geschat op 1 m³/s)

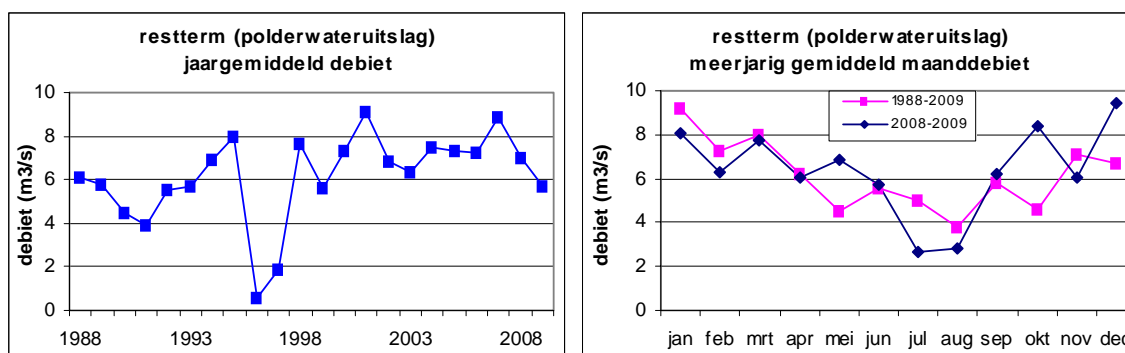
⁸ Voor het spoedadvies dat Deltares voor deze droogteperiode aan de Waterdienst heeft geleverd is ook de verzilting van het VZM geanalyseerd. Volgens het memo spoedadvies verzilting – Volkerak-Zoommeer (Nolte, 2011) worden met het 2D-model de metingen van voorjaar 2011 het best gereproduceerd een constante totale zoutlast van 19 kg zout/s. De best-guess onderverdeling van deze totale zoutlast is 3 kg/s zoute kwel, 2,5 kg/s indirecte zoutvracht door indamping (bij een dagelijkse verdamping van 5 mm), 1,5 kg/s zoutlek Bergsediepsuis en 12 kg/s zoutlek Krammersluizen. Volgens de allerlaatste schattingen is het zoutlek van de Krammersluizen nog groter: namelijk een zoutwaterlekdebiet van 0,5-1,0 m³/s en een zoutlek van meer dan 20 kg/s (pers. mededeling Hans van Pagee, RWS-Waterdienst)

Figuur 3.3 illustreert één en ander op grond van feitelijke meetgegevens (continue reeksen van 10-minuutgegevens maart-augustus 2011 van debieten en zoutgehaltes, bron RWS-Zld, 2011).



Figuur 3.3 Debiet- en zoutgegevens Volkerak-Zoommeer voorjaar-zomer 2011.

Er zijn weinig directe metingen beschikbaar van polderwateruitslag en waterinlaat van en naar de aangrenzende poldergebieden (West-Brabant, Oostflakkee, Tholen, St. Philipsland, Reigersbergse polder) ten behoeve van peilbeheer, zoetspoelen en beregening. Een indirecte schatting kan daardoor slechts worden gebaseerd op de restterm van de waterbalans. Deze restterm is (in 2008-2009) jaargemiddeld $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en zomergemiddeld $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (zie Tabel 3.1).



Figuur 3.4 De berekende restterm (sluitfout) van de waterbalans VZM

Figuur 3.4 illustreert dat de restterm kenmerken heeft van polderwateruitslag (bijv. groot in de wintermaanden en klein in de zomermaanden en in de droge jaren 1996 en 1997). Maar een 10% droog jaar als 2003 springt er niet uit. De factor 'lokaal peilbeheer' en afwegingen van de polderwaterbeheerder spelen een belangrijke rol, en kunnen niet worden meegenomen in deze analyse. De representativiteit van de restterm voor polderwateruitslag kan dus worden betwijfeld. Een resttermschatting is in ieder geval inherent onnauwkeurig: alle meetfouten en vergeten debieten, zoals de uitwisseling met het grondwater, zitten verdisconteerd in deze restterm⁹. Uit de volgende paragrafen (3.3 en 3.4) blijkt dat de restterm niet verklaard kan worden met polderwateruitslag. De polderwateruitslag is in de zomer eerder kleiner dan groter dan de waterinlaat naar de polders. Netto wateruitwisseling met de polders maakt de restterm (een ontbrekend inkomend debiet) dus alleen maar groter.

De conclusies ten aanzien van de zoetwatervraag van het VZM systeem, gebaseerd op de waterbalansen (1988-)2008-2009 en de droogtesituatie voorjaar 2011 zijn:

- 1 De zomerse waterinlaat via de Volkeraksluizen is de laatste jaren 17,5 m³/s (zomergemiddelde continue waterinlaat), met incidentele uitschieters tot maandgemiddeld 30 m³/s (augustus 2009) en een 'piekinlaat' van 50 m³/s (juni-juli, 2011);
- 2 De restterm van de waterbalans moet worden geïnterpreteerd als een onverklaarde sluitfout. Er ontbreken onbekende ingaande debieten tot een totaal van jaargemiddeld 6,5 m³/s en zomergemiddeld 6,0 m³/s. De sluitfout is 15-20% van de waterbalansen.

3.3 Zoetwatervraag West-Brabant

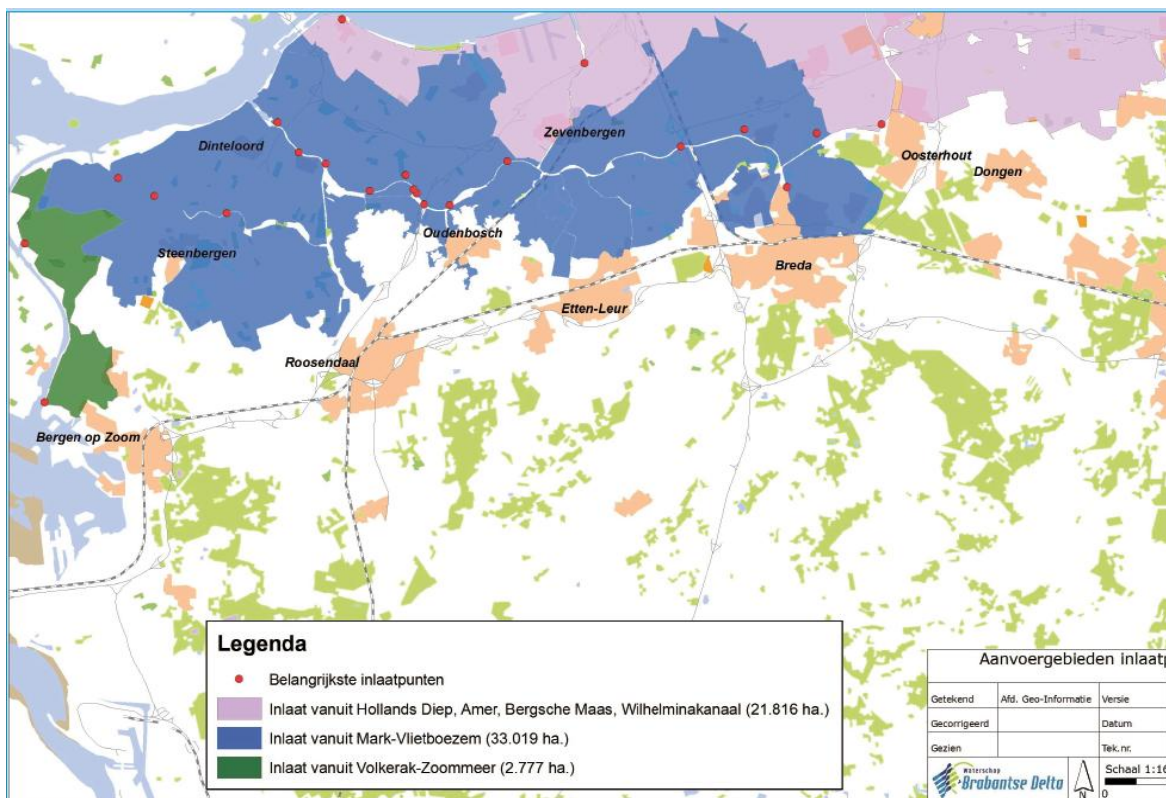
Het peilbeheerste gebied van de Mark-Vlietboezem is met 33.000 ha het grootste areaal dat (potentieel) van water wordt voorzien vanuit het VZM (Figuur 3.5, het blauwe gebied).

De hoeveelheid zoetwater die vanuit de boezem naar het (landbouw)areaal wordt ingelaten is gemiddeld 20 Mm³ per zomerseizoen voor het gehele peilbeheerste gebied dat van de boezem afhankelijk is. Dit komt overeen met een zomergemiddeld continu inlaatdebiet van 1,25 m³/s (memo Klaas-Jan Douben, januari 2011). De berekende maximale watervraag (10% droog jaar) voor het huidige voorzieningsniveau is 6,5 m³/s en het bijbehorende volume

⁹ Een meer gedetailleerde analyse, bijvoorbeeld op dagbasis, is met de berekende restterm van de waterbalans sowieso niet mogelijk. Zo vertonen de tijdseries dagdebieten van berging (berekend uit gemeten waterstandverschillen) en de restterm (de berekende sluitfout) zeer frequent uitschieters van meer dan 50-100 m³/s. Zulke grote debieten c.q. volumeveranderingen/peilvariaties kunnen niet door polderwateruitslag of -inlaat worden veroorzaakt, en betreffen dus 'onnauwkeurigheden', bijvoorbeeld door scheefstand ten gevolge van windopzet.

is 37 Mm³ (Witteveen en Bos, 2010)¹⁰. De vraag is welk deel van deze watervraag vanuit het VZM afkomstig is.

Een schatting daarvan kan worden afgeleid uit de tijdseries van debieten van Dintelsas en Bovensas. Negatieve debieten in deze tijdseries geven een indicatie van het 'terugstromen' van water vanuit het VZM naar de Mark- Vlietboezem bij een laag peil op de boezem. Gebaseerd op gesommeerde negatieve kwartierdebieten van Dintel en Vliet was de gemiddelde totale jaaraanvoer in de periode 1988-2007 13,5 Mm³/jaar (memo Klaas-Jan Douben, januari 2011). Op dagbasis was de jaargemiddelde aanvoer in de periode 1988-2010 voor de Dintel 1,28 Mm³/jaar en voor Bovensas 2,97 Mm³/jaar, samen 4,25 Mm³/jaar, een factor 3 lager. De oorzaak van dit verschil is simpel: op dagbasis middelen kwartieren met een negatief debiet weg tegen kwartieren met een positief debiet. Dat geldt voor ongeveer de helft van het aantal dagen met negatieve kwartierdebieten: het gemiddelde aantal dagen per jaar met negatieve kwartierdebieten is respectievelijk 102 dagen (Bovensas) en 49 dagen (Dintelsas); het gemiddelde aantal dagen per jaar met negatieve dagdebieten is respectievelijk 70 dagen (Bovensas) en 15 dagen (Dintelsas). En ook op die dagen is het negatieve dagdebiet meestal kleiner dan de som van de negatieve kwartierdebieten. De relevante tijdschaal van het MarkVlietboezemsysteem is zeker langer dan een kwartier.



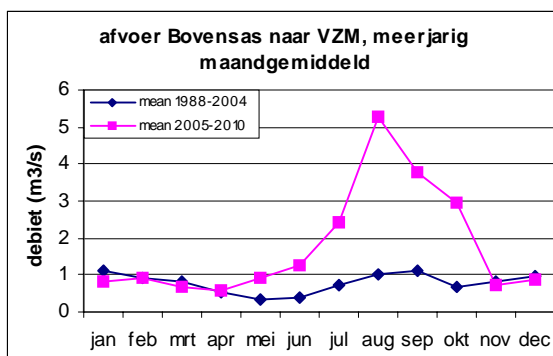
Figuur 3.5 Gebieden in Brabant die indirect (blauw) of direct (groen) zoetwater kunnen inlaten vanuit het VZM

Op grond hiervan wordt verondersteld dat gesommeerde negatieve kwartierdebieten een overschatting geven van de waterinlaat, en daggemiddelde negatieve debieten misschien een kleine onderschatting. Het zomergemiddelde continue terugstroomdebiet vanuit het VZM

¹⁰ Deze watervraag is inclusief de polders Auvergne, Nieuw-Vossemeer en Prins Hendrik, het groene gebied in Figuur 3.5

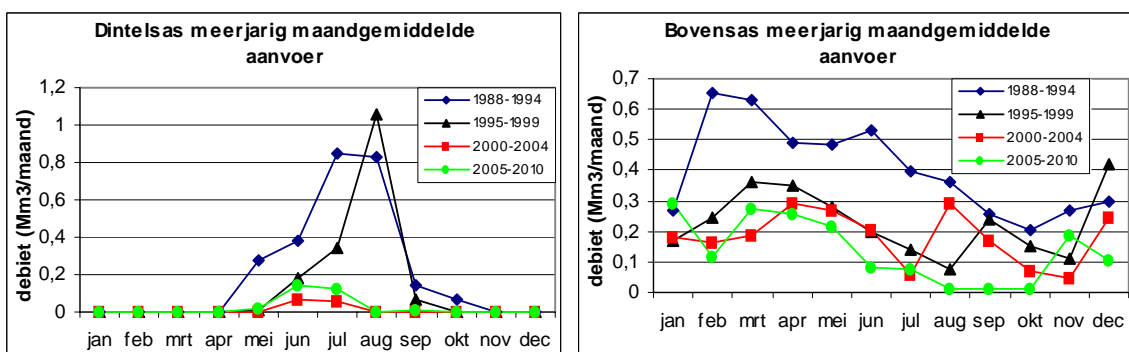
naar de Mark-Vlietboezem is daarom geschat op $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, gemiddeld voor de periode 1988-2007 (negatieve debieten van de Dintel komen vooral 's zomers voor).

Een recente verandering in de waterbalans van het VZM wordt veroorzaakt door het zogenaamde 'doorspoelregime' van de Mark-Vlietboezem. Het waterschap (WSBD) hanteert dit regime sinds 2005: bij Oosterhout wordt in de zomer vanuit het Wilhelminakanaal (Maas)water ingelaten voor waterkwaliteitsbeheer, blauwalgbestrijding en peilhandhaving in het beheergebied van het waterschap voor dat deel van de zomerperiode waarbinnen er geen aanvoer vanuit het VZM mogelijk is vanwege drijfslagen van blauwalgen. Hiervoor bestaat een protocol waarbij er geen water via Oosterhout wordt ingelaten als het risico op bruinrot te groot wordt. Figuur 3.6 illustreert dat dit doorspoelwater via de Steenbergse Vliet (meetpunt Bovensas) naar het VZM wordt afgevoerd.



Figuur 3.6 Afvoer van de Steenbergse Vliet naar het VZM, voor en na 2005

Door dit doorspoelregime wordt het peil in de boezem beter gehandhaafd en komt een negatief verhang ten opzichte van het VZM-peil weinig meer voor. Dat laatste is ook logisch omdat aanvoer via Oosterhout wordt ingezet als aanvoer vanuit het VZM vanwege blauwalgen ongewenst is. Het effect hiervan op de wateraanvoer naar de Mark- Vlietboezem vanuit het VZM wordt geïllustreerd in Figuur 3.7.



Figuur 3.7 Wateraanvoer vanuit het VZM naar de Mark-Vlietboezem, meerjarig maandgemiddeld in Mm^3/maand , voor opeenvolgende perioden van 5 jaar, gebaseerd op daggemiddelde debieten

De aanvoer uit het VZM is sinds 2000 en vooral sinds 2005 (de groene lijnen in Figuur 3.7) veel kleiner en beperkt tot voorjaar en eerste zomermaanden. In die maanden (april t/m juli) kan de aanvoer, op grond van daggemiddelde debieten na 2005 worden geschat op 0,93 Mm³, overeenkomend met een continu inlaatdebiet van 0,09 m³/s. Op basis van gesommeerde negatieve kwartierdebieten is na 2005 het continue inlaatdebiet gemiddeld 0,40 m³/s (memo Klaas-Jan Douben, januari 2011). De schatting voor het continue terugstroomdebiet vanuit het VZM naar de Mark-Vlietboezem in de maanden april-juli sinds 2005 is daarmee 0,25 m³/s. Vanaf augustus is de aanvoer nagenoeg nihil, mede onder invloed van inlaatstops (zie paragraaf 3.6). Ook in 2011 is de terugstroming van VZM naar de Mark-Vlietboezem nagenoeg nihil geweest. Figuur 3.3 laat zien dat de afvoer van de Vliet, gemeten bij Benedensas, vanaf 24 april plotseling toeneemt naar een gemiddelde van 2,5 m³/s (vergelijk Tabel 3.1). De oorzaak is het doorspoelregime, dat (ook) deze zomer continu is toegepast (mondelijke mededeling Victor Witter, WSBD). Daardoor zijn negatieve dagdebieten een zeldzaam verschijnsel geworden (Figuur 3.3): bij Benedensas 7 dagen met een daggemiddeld negatief debiet (van gemiddeld 0,5 m³/s) en bij Dintelsas 1 dag (1,5 m³/s)¹¹.

De volgende conclusies kunnen worden getrokken over de zoetwatervraag van West-Brabant¹²:

- 1 De hoeveelheid zoetwater die vanuit de Mark-Vlietboezem naar het (landbouw)areaal wordt ingelaten is naar schatting 20 Mm³ per zomerseizoen voor het gehele peilbeheerste gebied dat van de Mark-Vlietboezem afhankelijk is. Dit komt overeen met een zomergemiddeld continu inlaatdebiet vanuit de boezem naar de polders van 1,25 m³/s.
- 2 De berekende maximale watervraag (10% droog jaar) voor het huidige voorzieningsniveau is 6,5 m³/s en de zomergemiddelde watervraag in een 10% droog jaar is 2,0 m³/s.
- 3 De terugstroming van water vanuit het VZM naar de Mark-Vlietboezem in de periode 1988-2007 wordt geschat op een zomergemiddeld continue debiet van 0,5 m³/s.
- 4 Dit debiet is sinds 2005 lager, namelijk 0,25 m³/s (continu zomergemiddeld) omdat water wordt ingelaten vanuit het Wilhelminakanaal bij Oosterhout.
- 5 Het VZM voorziet vóór 2005 (zonder inlaat Oosterhout) in maximaal 25% van de zoetwatervraag van het peilbeheerste gebied van de Mark-Vlietboezem.

3.4 Zoetwatervraag overige gebieden

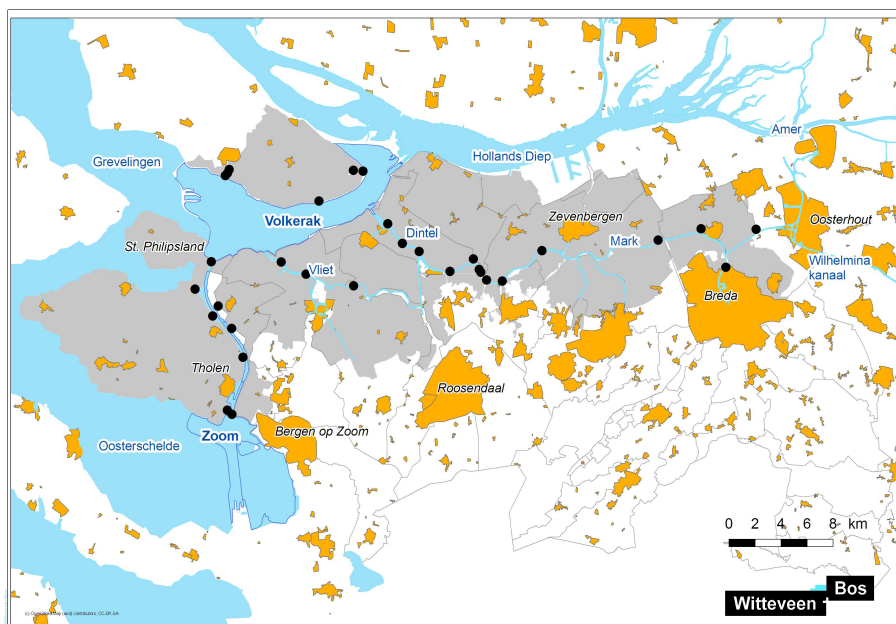
De gebieden die rechtstreeks water uitlaten naar en/of inlaten vanuit het VZM zijn:

- De Brabantse polders aan de Eendracht (het groene areaal in Figuur 3.5);
- Oostflakkee;
- Tholen en St. Philipsland;
- Reigersbergse polder.

¹¹ In de oorspronkelijke dataset van RWS-Zld van 10minuutdebieten komen bijna elke dag wel negatieve debieten voor, de dagsom van de negatieve 10minuutdebieten is, uitgedrukt als zomergemiddeld continu debiet 0,17 m³/s voor Benedensas en 0,45 m³/s voor Dintelsas. Volgens RWS-Zld zijn dit artefacten die worden veroorzaakt door wind en/of door translatiegolven van de Bathse spuisluis. Deze interpretatie wordt bevestigd door experts bij Deltares (mondelijke mededeling Rob Uittenboogaard)

¹² Enkele van de hier vermelde getallen wijken af van W+B (2010). Deze wijzigingen zijn in overleg met WSBD als volgt vastgesteld. Een piekvraag van 6,5 m³/s en een zomergemiddelde watervraag in een 10% droog jaar van 2,0 m³/s, waarin voor maximaal 25% wordt voorzien door waterinlaat vanuit het VZM wanneer inlaat Oosterhout dicht staat: een piekinlaat van 1,6 m³/s en een zomergemiddelde inlaat van 0,5 m³/s vanuit het VZM naar het peilbeheerste gebied van de Mark-Vlietboezem en de polders aan de Eendracht.

In Figuur 3.8 zijn deze gebieden weergegeven, inclusief het peilbeheerste gebied van de Mark-Vlietboezem. Ook de belangrijkste inlaatpunten zijn weergegeven. Voor deze gebieden is met diverse gegevensbronnen, aangevuld met (model)schattingen, de zoetwatervraag en de werkelijke zoetwaterinlaat geschat (zie verder Bijlage A).

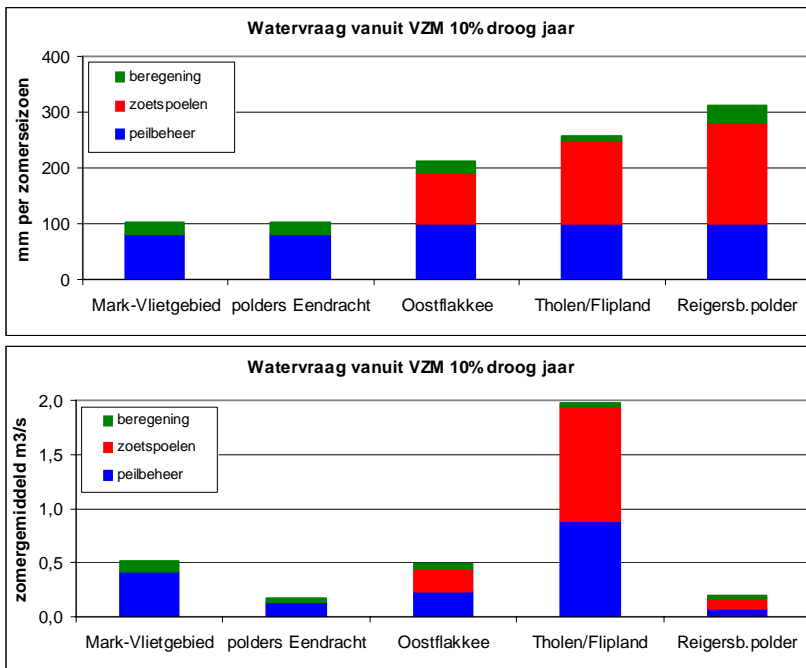


Figuur 3.8 Zoetwateraanvoergebieden die (potentieel) afhankelijk zijn van het VZM (Reigersbergse polder niet aangegeven) (Witteveen en Bos, 2010)

3.5 Samenvatting zoetwatervraag huidige situatie

Al met al wordt geschat dat de gemiddelde zoetwatervraag van de polders aan het VZM, inclusief 25% van het polderareaal van de Mark-Vlietboezem, bij het huidige voorzieningsniveau $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ bedraagt (zomergemiddeld continu inlaatdebiet), in een (10%) droge zomer $3,4 \text{ m}^3/\text{s}$, en dat de maximale vraag waaraan in de praktijk wordt voldaan ruim $5 \text{ m}^3/\text{s}$ bedraagt. Deze berekende getallen zijn onderling behoorlijk consistent en ook goed vergelijkbaar met de recente metingen en schattingen die de waterschappen hebben aangeleverd (voor 2009 en 2011: een zomergemiddelde van $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$).

In Figuur 3.9 worden de zomergemiddelde gegevens weergegeven. In de gebieden met zoute kwel wordt de watervraag gedomineerd door het doorspoeldebiet, zelfs als de zoute kwel gering is (Oostflakkee), of wanneer slechts een klein deel van het gebied wordt doorgespoeld (op Tholen worden de sloten in 10% van het landbouwareaal doorgespoeld). De hoeveelheid water voor berekening is een klein percentage van de totale watervraag, gemiddeld 6%.



Figuur 3.9 Zoetwatervraag vanuit het VZM in een 10% droog jaar, onderverdeeld in peilbeheer, doorspoeling en beregning (berekend). Boven: relatieve zoetwatervraag in mm waterschijf per zomerseizoen in de 5 gebieden. Onder: zomergemiddelde zoetwatervraag per gebied in m³/s.

3.6 Inlaatstops

Tabel 3.2 geeft een overzicht over het stopzetten van de waterinlaat vanuit het VZM naar de omringende polders volgens gegevens van de waterschappen.

Tabel 3.2 Stremmingen van de waterinlaat vanuit het VZM in de zomers van 2003-2011

	2003					2004					2005					2006					2007									
	a	m	j	j	a	s	a	m	j	j	a	s	a	m	j	j	a	s	a	m	j	j	a	s	a	m	j	j	a	s
Nieuw Vossemeer	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	oo	oo	ox	xx	xx	xx	oo	oo	oo	ox	xx	xx
Auvergne polder	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	oo	oo	oo	xx	xx	xx	oo	oo	ox	xx	xx	xx
Prins Hendrikpolder	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	oo	oo	oo	xx	xx	xx	oo	oo	ox	xx	xx	xx
Oostflakkee	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??
Tholen	oo	oo	ox	xx	xx	xx	oo	oo	oo	ox	xx	xx	oo	ov	pp	pp	xx	xx	ov	pp	pp	px	xx	xx	vp	pp	pp	nn	nn	nn
St. Philipsland	oo	oo	ox	xx	xx	xx	oo	oo	oo	ox	xx	xx	oo	ov	pp	pp	xx	xx	ov	pp	pp	px	xx	xx	vp	pp	pp	nn	nn	nn
Reigersbergse polder	oo	oo	ox	xx	xx	xx	oo	oo	oo	ox	xx	xx	oo	ov	pp	pp	xx	xx	ov	pp	pp	px	xx	xx	vp	pp	pp	nn	nn	nn
	2008					2009					2010					2011														
	a	m	j	j	a	s	a	m	j	j	a	s	a	m	j	j	a	s	a	m	j	j	a	s						
Nieuw Vossemeer	oo	oo	oo	oo	xx	xx	oo	oo	oo	oo	xx	xx	nd	nd	nd	nd	nd	nd	oo	oo	zz	zz	xx	xx						
Auvergne polder	oo	oo	oo	oo	xx	xx	oo	oo	oo	oo	xx	xx	nd	nd	nd	nd	nd	nd	oo	oo	oo	ox	xx	xx						
Prins Hendrikpolder	oo	oo	oo	oo	xx	xx	oo	oo	oo	oo	ox	xx	nd	nd	nd	nd	nd	nd	oo	oo	ox	xx	xx	xx						
Oostflakkee	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??	??						
Tholen	op	pp	pp	nn	nn	nn	vv	vv	vv	vv	xo	oo	op	pp	pp	pp	px	xx	vv	vv	vv	vx	xx	xx						
St. Philipsland	op	pp	pp	nn	nn	nn	vv	vv	vv	vv	xo	oo	op	pp	pp	pp	px	xx	vv	vv	vv	vx	xx	xx						
Reigersbergse polder	op	pp	pp	nn	nn	nn	vv	vv	vv	vv	xo	oo	op	pp	pp	pp	px	xx	vv	vv	vv	vx	xx	xx						

- nd geen gegevens aanwezig
- ?? geen gegevens ontvangen
- o inlaat is open, geen inlaatstop
- v inlaat via vrij verval
- p inlaat via pompgemaal
- n geen waterinlaat wegens voldoende neerslag
- x inlaat gestopt wegens blauwalgen
- z inlaat gestopt wegens te hoog chloridegehalte

Sluiting van de waterinlaat komt vaak voor, en bijna altijd wegens blauwalgen. Alleen in 2011 is de waterinlaat naar de polder Nieuw Vossemeer gestopt wegens een te hoog chloridegehalte (vergelijk Figuur 3.3). Innamestops zijn vooral vervelend als ze vroeg in het groeiseizoen optreden. In zulke (droge) jaren (2003, 2006) vragen (en krijgen) de boeren in de Reigersbergse polder van het waterschap restitutie van de zoetwateromslag.

3.7 Conclusies zoetwatervraag huidige situatie

De gemiddelde zomerse zoetwatervraag (inlaat Volkeraksluizen) van het VZM is $17,5 \text{ m}^3/\text{s}$, met uitschieters tot $30 \text{ m}^3/\text{s}$ en een piekinlaat van $50 \text{ m}^3/\text{s}$. Deze zoetwatervraag komt grotendeels voort uit de zoutlekbestrijding van de Krammersluizen. Er zijn aanwijzingen dat de zoutlekkage in de laatste jaren is toegenomen (indicatieve schatting: van 3 naar meer dan 20 kg zout/s).

De (passieve) waterinlaat vanuit het VZM naar de Mark-Vlietboezem is zomergemiddeld vóór 2005 $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en ná 2005 $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$. Het verschil wordt veroorzaakt door de inlaat van (Maas)water bij Oosterhout.

De berekende zomergemiddelde waterlevering vanuit het VZM naar de omringende poldergebieden (inclusief de indirecte inlaat naar maximaal 25% van het polderareaal van de Mark-Vlietboezem) bedraagt $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ in gemiddelde zomers, $3,4 \text{ m}^3/\text{s}$ in droge zomers en maximaal naar schatting ruim $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Recente meetgegevens van de waterschappen van twee meetjaren indiceren een waterinlaat van $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Deze waterinlaat wordt grotendeels aangewend voor peilhandhaving en zoetspoelen. Voor berekening wordt volgens berekening zomergemiddeld ruim $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ gebruikt en maximaal $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Door het stopzetten van de inlaat in verband met blauwalgen kan de waterinlaat naar de polders in de praktijk kleiner zijn dan berekend.

Tabel 3.3 geeft een samenvatting van de zoetwatervraag in de huidige situatie.

Tabel 3.3 Zoetwatervraag VZM systeem huidige situatie (m^3/s)

	zomergemiddeld	piekvraag of capaciteit
inlaat Volkeraksluizen (vanuit HWS)	18	50
inlaat polders en MVB (vanuit VZM)	3	5
berekening (vanuit de poldersloot)	0,2	0,5

4 Zoetwatervraag lange-termijn zoet VZM

4.1 Zoetwatervraag van een zoet VZM

Conform de vraagstelling (zie hoofdstuk 1) zijn de aandachtspunten voor zoetwatervoorziening vanuit een toekomstig zoet VZM:

- de extra zoetwatervraag voor een ecologisch gezond en economisch vitaal zoet VZM;
- de beperkingen die de scheepvaart oplegt aan zoetwateronttrekking vanuit het VZM.

Over het blauwalgprobleem van het VZM is nog steeds veel onzeker, maar één ding niet. En dat is dat bestrijding van blauwalgen door doorspoelen met zoet water niet effectief en niet mogelijk is (BOKV, 2009). De wenselijkheid van een ecologisch gezond VZM levert dus geen extra watervraag op. Bovendien is in de balansstudie (De Vries et al., 2011a) de hypothese geformuleerd dat het ecosysteem van het VZM recent (na 2005) is 'omgeklapt' naar de ontwikkeling van een helder zoetwatermeer met weinig blauwalgen (autogene oligotrofiëring) ten gevolge van graascontrole door (driehoeks)mosselen en vastlegging van fosfaat in de waterbodem. Voor de toetsing van deze hypothese worden momenteel monitoring (naar de aanwezigheid van mosselen) en veldonderzoek (naar de vastlegging van fosfaat) uitgevoerd.

Een tweede watervraag komt voort uit het benodigde doorspoeldebiet voor de verdunning en het afvoeren van de zoutlekkage van onder andere de Krammersluizen. Het hiervoor (en voor peilhandhaving) noodzakelijke inlaatdebiet van de Volkeraksluizen is de laatste jaren (2008-2009) veel hoger (17,5 m³/s zomergemiddeld) dan in de periode 2000-2007 (7,5 m³/s), terwijl het chloridegehalte in het VZM in de laatste jaren ongeveer 150 mg/l hoger is dan daarvoor.

4.2 Is het VZM ecologisch gezond (te maken)?

Als onderdeel van de milieueffectrapportage waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer (BOKV, 2009) is de waterkwaliteit van het huidige zoete VZM getoetst aan de normen van de Kaderrichtlijn Water (KRW; Arcadis, 2009).

De KRW maakt onderscheid tussen chemische en ecologische kwaliteitsdoelen. Onder de ecologische doelen vallen naast doelstellingen voor flora en fauna ook de normen voor ecologisch relevante fysisch-chemische parameters, zoals nutriënten en zuurstof. Deze normen zijn echter ondergeschikt aan de biologische toestand: als de biologische toestand voldoet, maar de fysisch-chemische toestand niet, dan voldoet de totale ecologische toestand wel.

Aan alle waterlichamen wordt een status toegekend, te weten: natuurlijk, sterk veranderd of kunstmatig. Het Volkerak-Zoommeer heeft de status van sterk veranderd water, en is ingedeeld als type M20: 'matig grote diepe gebufferde meren'.

Door Arcadis (2009) wordt 2000 als referentiejaar gehanteerd, en wordt de chemische en ecologische toestand van het VZM als onvoldoende beoordeeld (voldoet niet aan het gewenst ecologisch potentieel: GEP). In

Tabel 4.1 wordt deze oude beoordeling met 2000 als referentiejaar vergeleken met de gegevens voor de periode 2005-2010 waarmee de huidige situatie opnieuw is beoordeeld. Waterkwaliteitsgegevens, ook voor het oude referentiejaar 2000, zijn ontleend aan De Vries et al. (2011a). Blauwalggegevens zijn ontleend aan RWS- Zeeland (2011). Gegevens over (driehoeks)mosselen zijn ontleend aan Bij de Vaate et al. (2011). Overige recente gegevens over de biologische toestand zijn ontleend aan Nefs (2012)¹³. De normwaardes zijn, in

¹³ Recente biologische monitoring gegevens, waaronder de visstandgegevens 2011 zijn nog niet officieel gerapporteerd. Daarom wordt hier 'noodgedwongen' verwezen naar een stage rapport als enige beschikbare referentie

afwijking van wat Arcadis (2009) heeft gebruikt, ontleend aan de definitieve versies van de brondocumenten voor Volkerak en Zoommeer/ Eendracht (Ministerie V&W, 2009).

Tabel 4.1 Vergelijking oude en nieuwe KRW-toetsing VZM huidige situatie, volgens oude referentie: 2000, respectievelijk volgens nieuwe referentie: 2005-2010¹⁴

Aspect	normen MEP (M20)	normen (GEP M20)	oude referentie VZM 2000	nieuwe referentie VZM 2005-2010
• chloride (zomergemiddeld)	< 200 mg/l	< 450 mg/l	282 mg/l	363 mg/l
eutrofiering				
• totaal-stikstof (zomergemiddeld)	< 0,9 mgN/l	< 1,3 mgN/l	5,3 mgN/l	3,4 mgN/l
• totaal-fosfaat (zomergemiddeld)	< 0,03 mgP/l	< 0,07 mgP/l	0,129 mgP/l	0,128 mgP/l
• orthofosfaat (zomergemiddeld) ¹⁵			0,050 mgP/l	0,041 mgP/l
blauwalgen¹⁶				
• chlorofyl (maximum)	25-50 µg/l	50-100 µg/l	130 µg/l	56 µg/l
• microcystine waterkolom (max.)		< 20 µg/l		> 2000
• <i>Mycrocystis</i> cellen/ml*1000 (max)		< 50		> 300-2000
doorzicht				
• doorzicht (zomergemiddeld)	> 1.7 m	> 1.7 m	1,0 m	1.5 m
biologische kwaliteit				
• fytoplankton (zomergemiddeld)	< 14,5 µg/l	< 20 µg/l	56 µg/l	14 µg/l
• waterplanten (bedekking)	> 28%	> 27%	3-5% ¹⁸	13% ¹⁹
• visstand (dominante soort) ¹⁷			brasem	baars

	Beter dan de norm
	Ongeveer gelijk aan de norm
	Slechter dan de norm
	Veel slechter dan de norm

De tabel illustreert dat de waterkwaliteitsverbetering in het VZM vanaf 2005 doorzet in de recente jaren, en nu ook doorwerkt in de biologische toestand. De hypothese van grascontrole lijkt te worden bevestigd door de bodemfauna-inventarisatie van november 2011. De driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) is nagenoeg volledig (99%) verdrongen door de quaggamossel (*Dreissena bugensis*).

Deze exoot komt nu in een hoge dichtheid voor, waardoor het totale watervolume van het VZM in ongeveer 5 dagen wordt gefilterd (Nefs, 2012). Een dergelijke grasdruk kan heel goed (als enige) de waargenomen afname van algen en het toenemende doorzicht verklaren. De rol van de quagga mossel in de toekomst is echter onzeker, getuige het volgende citaat

¹⁴ De tabel bevat geen officiële KRW toetsing; zo ontbreken EKR's. De kleurcodering is eenvoudiger (4 klassen in plaats van 5, zoals in Arcadis, 2009) om verwarring met officiële KRW toetsing te vermijden

¹⁵ Hoewel de normen de totaal-fosfaat concentratie betreffen, is de toetsing ook uitgevoerd op basis van de gemeten orthofosfaatconcentratie. De motivatie hiervoor is het gegeven dat de totaal-fosfaat concentratie in het VZM geen goede indicatie is van de voor algengroei beschikbare hoeveelheid fosfaat, omdat de niet (direct) beschikbare fractie variabel en vooral groot is, namelijk meer dan 50% (De Vries, 2011a)

¹⁶ Voor het gehalte aan microcystine en voor de concentratie blauwalgen (aantal cellen/ml) zijn geen KRW normen geformuleerd. De hier vermelde normen (< 20 µg/l microcystine en < 50.000 cellen/ml) zijn zwemwaternormen

¹⁷ Brasem is t/m 2008 de dominante vissoort. Brasem en vooral snoekbaars nemen recent af en baars is in 2011 de dominante vissoort in het VZM (Nefs, 2012)

¹⁸ Dieptepunt bedekking waterplanten in 2002 (Kerkum en van Schie, 2005)

¹⁹ Toename bedekking waterplanten tot 13% in 2011 (Nefs, 2012)

uit Bij de Vaate et al. (2011): *"In hoeverre de toename van quaggamosselen zal doorgaan is onduidelijk. Voor de meeste invasieve exoten geldt dat ze aanvankelijk naar verhouding hoge dichtheden kunnen bereiken, dat een beperkt aantal jaren kunnen volhouden, om vervolgens tot een veel geringere, min of meer constante, dichtheid terug te vallen (als gevolg van predatie, parasieten, e.d.). Daarnaast is bij driehoeksmosselen geconstateerd dat natuurlijke dichtheidsschommelingen kunnen plaatsvinden met een frequentie van vijf tot zes jaar (Strayer & Malcolm, 2006). Of dergelijke schommelingen ook voorkomen bij quaggamosselen is onbekend, maar gezien de overeenkomstige levenswijze wel aannemelijk, zij het dat de frequentie anders kan zijn."*

De andere biologische veranderingen zijn de langzame maar gestage toename van waterplanten en, heel recent, de verschuivingen in de visstand. In 2011 is voor het eerst de brasem niet meer de dominante vissoort.

4.3 Zoetwatervraag voor een toekomstige functievervulling

Voor de toekomstige landbouwzoetwatervoorziening moet rekening worden gehouden met:

- toename zoute kwel en daardoor toename van het benodigde zoetspoeldebiet;
- toename van het vochttekort in droge jaren en daardoor toename van het voor peilbeheer benodigde inlaatdebiet;
- toename van het beregeningsareaal door de toename van intensieve teelten.

Voor de lange-termijnprobleemanalyse ZW Delta en Rijnmond-Drechtsteden (Visser et al., 2011) zijn deze toenames geschat, onder andere gebaseerd op NHI berekeningen. In de probleemanalyse wordt benadrukt dat deze schattingen een voorlopig karakter hebben. Voor deze robuustheidstoets is, mede op basis van de nieuwe gegevens van de waterschappen (zie Hoofdstuk 3) een nieuwe schatting gemaakt met het eerder gebruikte spreadsheetmodel (zie bijlage 8A.2).

Al deze veranderingen samen veroorzaken een verdubbeling van de zoetwatervraag ten opzichte van de huidige vraag. En de grootste toename, bijna een verdriedubbeling, betreft Tholen, doordat is verondersteld dat daar het zoetspoelen wordt uitgebreid naar het hele eiland.

4.4 Zoetwateronttrekking en scheepvaart

De scheepvaart op de Schelde- Rijnverbinding eist een waterpeil binnen de grenzen van het peilbesluit. Aan deze randvoorwaarde wordt voldaan met de zoetwatervragen volgens de paragrafen 4.1 en 4.3. Scheepvaart legt dus geen (extra) beperkingen op aan de wateronttrekking.

Momenteel wordt onderzocht of de innovatieve zoutlekbestrijding voor de Volkeraksluizen bij een zout VZM ook toepasbaar is voor de Krammersluizen bij een zoet VZM, als alternatief voor het herstel – door groot onderhoud – van het bestaande zoet-zoutscheidingssysteem. De zoetwatervraag van de Krammersluizen zal door de aanpassing van het zoet-zoutscheidingssysteem wel toenemen, als gewerkt gaat worden met het principe van lekkende ebdeuren en mogelijk ook een waterscherm. Ook is het denkbaar dat meer moet worden doorgespoeld naar de Bathse Spuisluis om aan de norm van 450 mgCl/l te kunnen voldoen. Dit betekent dat bij een zoet VZM het waterverbruik zal toenemen van ca. 9 m³/s naar mogelijk 15-30 m³/s, dus maximaal ongeveer 20 m³/s extra (Van Pagee, 2011).

4.5 Conclusies zoetwatervraag lange termijn zoet VZM

Als de zoutlekkage van de Krammersluizen weer kan worden teruggebracht naar het niveau van eind jaren '90 – begin jaren '00, dan kan het gemiddelde doorspoeldebiet van het VZM ook weer terug naar 7,5 m³/s, en de piekinlaat naar 15 m³/s (dit is de gemeten maximale

maandgemiddelde inlaat vóór 2005). Het zoutgehalte zal dan ook weer op het lage niveau van die jaren kunnen uitkomen (250 mgCl/l). Met de extra zoetwatervraag van de polders leidt dit tot een gemiddeld inlaatdebiet van de Volkeraksluizen van 15 m³/s, en een piekinlaat van 30 m³/s. Hiermee kunnen klimaateffecten worden opgevangen en is er ruimte voor een verdubbeling van het beregeningsareaal en een intensivering van de beregening. Tevens is de verwachting dat inlaatstops door blauwalgen minder vaak tot nooit meer nodig zullen zijn.

Deze beoordeling van een toekomstig zoet VZM is gebaseerd op twee aannames.

- 1 De zoet-zoutscheiding van de Krammersluizen werkt weer als vanouds. Deze aanname is op drie manieren onzeker:
 - Het is nog onduidelijk wat er 'mis is' en wat er aan gedaan kan worden (zomaar doorgaan met extra doorspoelen kan niet volgens de huidige spelregels). Dit zal nog worden uitgezocht;
 - De verandering van het afvoerregime van de Rijn door klimaatverandering is onzeker. De Rijn vertoonde in het voorjaar van 2011 het gedrag van een regenrivier; na een afvoerpiek in februari was de basisafvoer erg vroeg in het jaar erg laag. Hoe ontwikkelt dit zich in de toekomst en wat zijn daarvan de implicaties voor het waterbeheer?
 - Innovatieve zoutlekbestrijding als alternatief voor het bestaande zoet-zoutscheidingsstelsel geeft een extra waterverbruik van maximaal 20 m³/s.

Deze drie onzekerheden kunnen betekenen dat in toekomst de piekvraag van het zoete VZM 50 m³/s kan blijven en/of dat het zoutgehalte structureel op het huidige niveau van 400 mgCl/l blijft steken en overschrijdingen van de norm van 450 mgCl/l niet altijd kunnen worden voorkómen.
- 2 De hypothese over blauwalgontwikkeling (graascontrole door (driehoeks)mosselen en vastlegging van fosfaat in de waterbodem) is waar. Ook deze aanname is onzeker. De onderzoeken voor het testen van de hypothese lopen nog. Conclusies over de uitkomst zijn voorbarig, ondanks de recent doorgaande verbetering van de waterkwaliteit en de biologische toestand, ook gelet op de ontwikkeling van de blauwalgen in 2010 en 2011. Deze onzekerheid betekent dat in de toekomst inlaatstops ten gevolge van blauwalgen kunnen blijven vóórkomen.

Tabel 4.2 geeft een samenvatting van de zoetwatervraag van een toekomstig zoet VZM systeem.

Tabel 4.2 Zoetwatervraag zoet VZM systeem 2050-2100 (m³/s)

	zomergemiddeld	piekvraag of capaciteit
inlaat Volkeraksluizen (vanuit HWS)	15-20	30-50
inlaat polders en MVB (vanuit VZM)	6	10
beregening (vanuit de poldersloot)	0,7	1,6

Net als het zoete VZM in de huidige situatie (zie Tabel 3.3) leidt een toekomstig zoet VZM tot één gecombineerde zoetwatervraag aan het hoofdwatersysteem, namelijk de inlaat Volkeraksluizen volgens Tabel 4.2. Vanuit dat zoete VZM wordt de zoetwatervraag van de polders geacomodeerd en die polderwaterinlaat leidt dus niet tot een afzonderlijke extra zoetwatervraag aan het Hollandsch Diep. In Tabel 4.2 is wel verondersteld dat de toenemende zoetwatervraag van de polders (5 m³/s extra piekvraag door klimaatverandering en teeltintensivering) leidt tot een proportionele toename van de waterinlaat via de Volkeraksluizen.

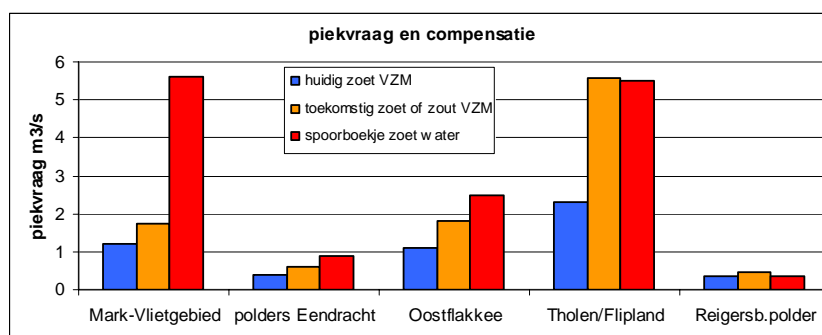
5 Zoetwatervraag lange-termijn zout VZM

Ter voorbereiding op het weer zout maken van het Volkerak-Zoommeer en de noodzakelijke aanpassing van de zoetwatervoorziening in de Zuidwestelijke delta, zal door veel partijen veel werk moeten worden verzet. Deze werkzaamheden zijn samengevat in het 'Spoorboekje Zoetwater', dat is vastgesteld in de Stuurgroep ZWD op 9 december 2009. In het 'Spoorboekje Zoetwater' zijn alle acties uit het adviesrapport *Zoet water Zuidwestelijke Delta* (Stuurgroep Zuidwestelijke Delta, 2009) samengevat.

De zoetwatervraag van een zout VZM en van de compenserende zoetwatervoorziening onder de huidige klimaatomstandigheden is volgens het 'spoorboekje':

- maximaal 25 m³/s voor de zoutlekbestrijding bij de Volkeraksluizen, en met een zoutafvang in kritische perioden mogelijk ongeveer 30 m³/s;
- maximaal 10 m³/s voor het tegenhouden van de zoutindringing in de mondingen van de Dintel en de Steenbergse Vliet;
- maximaal 6,5 m³/s voor de zoetwatervoorziening van West-Brabant, inclusief de polders aan de Eendracht (5,6 m³/s voor de polders van de MarkVlietboezem en 0,9 m³/s voor de polders aan de Eendracht, Witteveen en Bos, 2010);
- maximaal 5,5 m³/s voor aanvoer naar Tholen en St. Philipsland (volgens het middenscenario, waarbij zoetspoelen en de mogelijkheid van beregening wordt uitgebreid naar St. Philipsland en 71% van het landbouwareaal van Tholen, Witteveen en Bos, 2010);
- 2,5 m³/s voor vergroting en verplaatsing van de waterinlaat voor Oostflakkee van het VZM naar het Haringvliet;
- maximaal 0,35 m³/s voor aanvoer naar de Reigersbergse polder (*niet vanuit het HWS*, maar vanuit andere bronnen zoals Water uit de Wal).

In bijlage 8A.3 worden deze maatregelen volgens het spoorboekje vergeleken met de berekende toekomstige zoetwatervraag van de polders.



Figuur 5.1 Vergelijking van de berekende piekvraag van polderinlaat met de inlaatcapaciteit volgens de zoetwatermaatregelen van het 'spoorboekje'

In de meeste gebieden bieden de compenserende maatregelen een zoetwateraanvoercapaciteit die groter is dan de piekvraag waaraan in de huidige situatie in de praktijk wordt voldaan (Figuur 5.1). Gesommeerd over alle gebieden voorzien de compenserende maatregelen in 15 m³/s aanvoercapaciteit, terwijl de piekvraag vanuit het VZM in de huidige situatie 5 m³/s is. De compenserende maatregelen zijn ook ruim voldoende om te voldoen

aan de (berekende) toename van de watervraag in 2050-2100 ten gevolge van klimaatverandering en vergroting van het beregeningsareaal voor intensieve teelten.

Het verschil tussen de huidige piekvraag vanuit het VZM en de capaciteit van de compensatiemaatregelen wordt door verschillende factoren veroorzaakt:

- Voor het polderareaal in het Mark- Vlietgebied is vastgesteld dat de indirecte aanvoer van water uit het VZM maximaal 25% van de watervraag afdekt (paragraaf 3.3). Onder piekvraagomstandigheden is dat aandeel waarschijnlijk nog veel kleiner. Voor de overige 75% is het Mark-Vliet boezemsysteem zelfvoorzienend (Dintel, aanvoer via beken uit België); of er wordt onder droge omstandigheden niet aan de watervraag voldaan (innamestops, geen leveringszekerheid, Witteveen en Bos, 2008). Met de capaciteit van de compensatiemaatregelen kan worden voorzien in de piekvraag van het hele polderareaal: een vier keer zo groot gebied, en een verbetering van de leveringszekerheid.
- Voor de polders aan de Eendracht geldt ook dat de piekvraag groter is dan de hoeveelheid die nu vanuit het VZM wordt geleverd. De waterinname vanuit het VZM moet vaak worden gestopt wegens drijfslagen van blauwalgen; in 2011 door te hoge chlorideconcentraties (zie paragraaf 3.6). Dit gebrek aan leveringszekerheid wordt opgeheven door de compensatiemaatregelen.
- Op Oostflakkee wordt in de huidige situatie ongeveer 3500 ha (potentieel) van water voorzien vanuit het VZM, met een inlaat- en doorvoercapaciteit van 0,3 l/s/ha. De compenserende maatregelen voorzien een groter gebied van water (ongeveer 5000 ha) met een grotere aanvoer- en doorvoercapaciteit (0,5 l/s/ha) (Witteveen en Bos, 2011).
- Op Tholen en St. Philipsland voorzien de compensatiemaatregelen in een aanzienlijke uitbreiding van het areaal dat wordt doorgespoeld en potentieel beregend: van alleen de zuidoosthoek van Tholen in de huidige situatie naar geheel St. Philipsland en 71 % van het landbouwareaal op Tholen (het midden scenario, Witteveen en Bos, 2010).
- De Reigersbergse Polder is het enige gebied waar de capaciteit van de compensatiemaatregelen even groot is als de huidige inlaatcapaciteit.

Tabel 5.1 toont de totale zoetwatervraag aan het hoofwatersysteem (HWS) bij een toekomstig zout VZM met compensatie maatregelen.

Tabel 5.1 Zoetwatervraag (aan het HWS) van een zout VZM en compenserende zoetwatervoorziening (m³/s)

	zomergemiddeld	piekvraag of capaciteit
inlaat Volkeraksluizen (vanuit HWS)	25-30	25-30
zoutbestrijding mondingen Dintel en Vliet	5	10
inlaat polders en MVB (vanuit HWS)	10	15
totale waterinlaat vanuit HWS	40-45	50-55

In tegenstelling tot een zoet VZM leidt een zout VZM tot drie afzonderlijke zoetwatervragen aan het hoofwatersysteem, namelijk (1) de zoutlekbestrijding bij de Volkeraksluizen, (2) het tegengaan van de zoutindringing in de mondingen van de Dintel en de Steenbergse Vliet en (3) de zoetwatervoorziening van de polders. Daarom worden in Tabel 5.1 deze drie zoetwatervragen opgeteld tot een totale waterinlaat.

Hoewel de watervraag (piekvraag) van een zout VZM met compenserende zoetwater voorziening vergelijkbaar is met de piekvraag van een zoet VZM (ongeveer 50 m³/s) leidt een zout VZM tot twee veranderingen in het benedenrivierengebied, met name het Hollandsch Diep, Haringvliet en Spui:

- 1 De watervraag van een zoet VZM heeft een lage prioriteit in de landelijke verdringingsreeks, en valt dus als eerste af bij watertekort (zoals in het voorjaar van 2011 ook gebeurde, zie paragraaf 3.2). De watervraag van de zoutlekbestrijding bij de Volkeraksluizen (25-30 m³/s, Tabel 5.1) heeft daarentegen een hoge prioriteit in de landelijke verdringingsreeks, omdat daarmee zoutgehalteverhoging bij innamepunten voor drinkwater moet worden voorkomen. Deze watervraag voor zoutlekbestrijding moet daarom, bij grote droogte en lage rivierafvoeren, als een extra watervraag aan het HWS worden beschouwd. Twee maatregelen in het 'spoorboekje zoetwater' compenseren deze extra watervraag: bellenscherm Nieuwe Waterweg en aanvoer vanuit de Lek via de Krimpenerwaard (RWS-ZH, 2011). Deze maatregelen zijn (meer dan) voldoende, maar dus ook noodzakelijk als compensatie bij een zout VZM.
- 2 De zoutlekbeperkende maatregelen bij de Volkeraksluizen zullen de zoutlekkeg vanuit een zout VZM naar het Hollandsch Diep grotendeels kunnen tegenhouden. Het resterende zoutlek is 20 kg/s. Volgens 3D-modelberekeningen kan dit zoutlek onder de meest ongunstige omstandigheden (langdurig lage rivierafvoer en gesloten Haringvlietsluizen, zoals in de zomer van 2003) leiden tot een maximale verhoging van het chloridegehalte van 55 mgCl/l bij innamepunten op het Haringvliet (Koert en Hiterse Kade) en 50 mg/l bij het innamepunt Bernisse aan het Spui. Bij een gemiddelde rivierafvoer (1988-1990) is de verhoging 35 mgCl/l respectievelijk 25 mgCl/l (Van Pagee, 2011). Daarmee wordt nog voldaan aan de uitgangspunten van het zoetwateradvies (Stuurgroep Zuidwestelijke Delta, 2009)

6 Robuustheidstoetsing

In deze robuustheidstoets ligt de nadruk op:

- 1 beoordeling van scenariobestendigheid:
 - de grootte van de toekomstige zoetwatervraag aan het hoofdwatersysteem;
 - het resulterende voorzieningsniveau (kwantiteit, kwaliteit en leveringsgarantie).
- 2 beoordeling van keuzebestendigheid:
 - inpasbaarheid in de zoetwaterstrategieën van het DP Zoetwater.

6.1 Scenariobestendigheid

De gemiddelde zomerse zoetwatervraag (waterinlaat via de Volkeraksluizen vanuit het Hollandsch Diep / Haringvliet) van **het huidige zoete VZM** is 17,5 m³/s, met uitschieters tot 30 m³/s en een piekinlaat van 50 m³/s. Deze zoetwatervraag komt grotendeels voort uit de zoutlekkbestrijding van de Krammersluizen. Er zijn aanwijzingen dat de zoutlekkage in de laatste jaren is toegenomen (indicatieve schatting: van 3 naar meer dan 20 kg zout/s). Met deze waterinlaat vanuit het hoofdwatersysteem wordt het VZM op peil en zoet gehouden, maar niet geheel zoutloos. Het jaargemiddelde zoutgehalte van het VZM is de laatste jaren ongeveer 400 mgCl/l, en was daarvoor 250 mgCl/l.

Vanuit het VZM wordt water ingelaten naar de omliggende poldergebieden en naar de Mark-Vlietboezem; deze waterinlaat betekent dus geen additionele watervraag aan het hoofdwatersysteem. De berekende zomergemiddelde waterinlaat vanuit het VZM naar de omringende poldergebieden (inclusief maximaal 25% van het polderareaal van de Mark-Vlietboezem) bedraagt 3,0 m³/s in gemiddelde zomers, 3,4 m³/s in droge zomers, en maximaal naar schatting ruim 5 m³/s. Recente meetgegevens van de waterschappen indiceren een waterinlaat van 3,5 m³/s. Deze waterinlaat wordt grotendeels aangewend voor peilhandhaving en zoetspoelen. Voor berekening wordt volgens berekening zomergemiddeld 0,2 m³/s gebruikt, en maximaal 0,5 m³/s. Door het stopzetten van de inlaat in verband met blauwalgen kan de waterinlaat naar de polders in de praktijk kleiner zijn dan berekend.

De zoetwatervraag van **een toekomstig zoet VZM** is als volgt geschat: Als de zoutlekkage van de Krammersluizen weer kan worden teruggebracht naar het niveau van eind jaren '90 – begin jaren '00 (terug van >20 naar 3 kg zout/s), dan kan het gemiddelde doorspoeldebiet van het VZM ook weer terug naar 7,5 m³/s, en de piekinlaat naar 15 m³/s (dit is de gemeten maximale maandgemiddelde inlaat vóór 2005). Het zoutgehalte zal dan ook weer op het lage niveau van die jaren kunnen uitkomen (250 mgCl/l). Met de extra zoetwatervraag van de polders leidt dit tot een gemiddeld inlaatdebiet van de Volkeraksluizen van 15 m³/s, en een piekinlaat van 30 m³/s. Hiermee kunnen klimaateffecten worden opgevangen en is er ruimte voor een verdubbeling van het beregeningsareaal en een intensivering van de beregening. Tevens is de verwachting dat inlaatstops door blauwalgen minder vaak tot nooit meer nodig zullen zijn.

Deze beoordeling van een toekomstig zoet VZM is gebaseerd op twee aannames:

- 1 De zoet-zoutscheiding van de Krammersluizen werkt weer als vanouds. Deze aanname is op drie manieren onzeker:
 - Het is nog onduidelijk wat er 'mis is' en wat er aan gedaan kan worden (zomaar doorgaan met extra doorspoelen kan niet volgens de huidige spelregels). Dit zal nog worden uitgezocht.

- De verandering van het afvoerregime van de Rijn door klimaatverandering is onzeker. De Rijn vertoonde in het voorjaar van 2011 het gedrag van een regenrivier; na een afvoerpiek in februari was de basisafvoer erg vroeg in het jaar erg laag. Hoe ontwikkelt dit zich in de toekomst en wat zijn daarvan de implicaties voor het waterbeheer?
- Innovatieve zoutlekbestrijding als alternatief voor het bestaande zoet-zout-scheidingsstelsel geeft een extra waterverbruik van maximaal 20 m³/s.

Deze drie onzekerheden kunnen betekenen dat in toekomst de piekvraag van het zoete VZM 50 m³/s kan blijven en/of dat het zoutgehalte structureel op het huidige niveau van 400 mgCl/l blijft steken en overschrijdingen van de norm van 450 mgCl/l niet altijd kunnen worden voorkómen.

- 2 De hypothese over blauwalgontwikkeling (graascontrole door (driehoeks)mosselen en vastlegging van fosfaat in de waterbodem) is waar. Ondanks de ook in recente jaren doorgaande verbetering van de waterkwaliteit en de biologische toestand is ook deze aanname onzeker. De onderzoeken voor het testen van de hypothese lopen nog. Conclusies over de uitkomst zijn voorbarig, ook gelet op de ontwikkeling van de blauwalgen in 2010 en 2011. Deze onzekerheid betekent dat in de toekomst inlaatstops ten gevolge van blauwalgen kunnen blijven vóórkomen.

Het maximale effect van klimaatverandering en teeltintensivering in 2050-2100 is erg onzeker en wordt geschat op een verdubbeling van de *overall* zoetwatervraag ten opzichte van de huidige vraag, namelijk een piekvraag van 10 m³/s. De grootste toename, bijna een verdriedubbeling, betreft Tholen, doordat is verondersteld dat daar het zoetspoelen wordt uitgebreid naar het hele eiland. Om deze toegenomen zoetwatervraag te accommoderen vanuit het VZM zal het inlaatdebiet van de Volkeraksluizen navenant moeten worden vergroot.

In tegenstelling tot een zoet VZM leidt een zout VZM tot twee afzonderlijke zoetwatervragen aan het hoofdwatersysteem, namelijk voor (1) de zoutlekbestrijding en voor (2) de zoetwatervoorziening van de polders. Bij een **toekomstig zout VZM** moet de zoutlekbestrijding worden verplaatst van de Krammersluizen naar de Volkeraksluizen en naar de mondingen van de Dintel en de Steenbergse Vliet. De maximale zoetwatervraag daarvan is 35-40 m³/s. Deze zoetwatervraag voor zoutlekbestrijding is niet (erg) klimaatgevoelig. Voor de toekomstige zoetwatervraag van de polders wordt dezelfde schatting gehanteerd als bij een toekomstig zoet VZM. De maatregelen van het 'spoorboekje zoetwater' lijken voor alle gebieden voldoende voor deze geschatte zoetwatervraag voor duurzame functievulling bij klimaatverandering en teeltintensivering voor de periode 2050-2100.

Tabel 6.1 vergelijkt de zoetwatervraag en het voorzieningsniveau bij een toekomstig zoet en zout VZM met de huidige situatie.

Tabel 6.1 Totale zoetwatervraag (m³/s) en voorzieningsniveau in de huidige situatie en bij een toekomstig zoet dan wel zout VZM

	zomer gemiddeld	piekvraag	chlorideconc. inlaatwater	risico inlaatstop
zoet VZM, huidige situatie	18	50	400	groot
zoet VZM, 2050-2100	15-20	30-50	250-400	matig
zout VZM, 2050-2100	40-45	50-55	100-150	klein

Tabel 6.2 presenteert de beoordeling van de scenariobestendigheid, met relatieve scores ten opzichte van de huidige situatie als referentie.

Tabel 6.2 Vergelijking van de zoetwatervoorziening (ZWV) bij de alternatieven VZM-zoet en VZM-zout (met compensatie maatregelen) ten opzichte van de huidige situatie als referentie

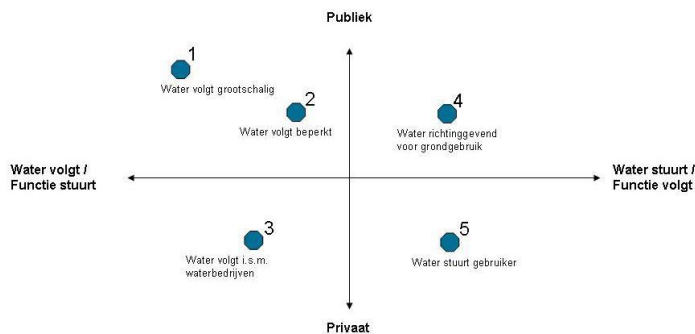
	huidig zoet VZM (referentie)	toekomstig zoet VZM	toekomstig zout VZM + compensatie
totale zoetwater piekvrage aan HWS	50	30-50	50-55
ZWV Brabant			
• kwantiteit	o	+/o	++
• kwaliteit	o	+/o	++
• leveringsgarantie	o	+/o	++
ZWV Tholen / St. Philipsland			
• kwantiteit	o	+/o	++
• kwaliteit	o	+/o	++
• leveringsgarantie	o	+/o	++
ZWV Oostflakke			
• kwantiteit	o	o	++
• kwaliteit	o	+/o	+
• leveringsgarantie	o	+/o	+
ZWV ZuidHolland-zuid			
• kwantiteit	o	o	o
• kwaliteit	o	o	-/o
• leveringsgarantie	o	o	o
Kosten van maatregelen (miljoen euro)²⁰			
• innovatieve zzs Krammersluizen		7,5-15	
• zout maken VZM incl. zoutlekbeperring			84-97
• zoetwater aanvoer			118-134

--	Veel slechter dan de referentie
- of -/o	Een beetje slechter dan de referentie
o	neutrale score: niet beter of slechter dan de referentie
+ of +/o	lichte verbetering ten opzichte van de referentie
++	sterke verbetering ten opzichte van de referentie

6.2 Keuzebestendigheid

De in paragraaf 2.2 gepresenteerde zoetwaterstrategieën die momenteel worden uitgewerkt in het kader van het Deltaprogramma Zoetwater, vormen voornamelijk een minder concrete context dan de uitvoeringsstrategie ZW- Delta. De strategieën worden nu ontwikkeld, en er zijn nog geen maatregelenpakketten samengesteld. Over de inpasbaarheid van een zoet of een zout VZM in de strategieën voor zoetwater op nationaal en regionaal niveau kunnen daarom slechts enkele overwegingen worden geformuleerd:

²⁰ kosten indicaties zijn gebaseerd op persoonlijke mededelingen René Boeters (RWS-DZL) en lopen vooruit op MKBA en kostenoverzicht in de herziene voorlopige planstudie waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer. Hier staan de investeringskosten vermeld. Details over investeringskosten en jaarlijkse kosten staan in bijlage 8B



- zowel een zoet VZM als een zout VZM met compenserende zoetwatermaatregelen zijn volledig inpasbaar in een (voortzetting of versterking van de huidige) strategie van nationaal en regionaal weerstand bieden tegen verzilting (strategieën 1, 2 en 3 in de figuur).
- een strategie van nationaal meebewegen met de gevolgen van klimaatverandering maar regionaal weerstand bieden is gericht op het vergroten van regionale zelfvoorziening, waardoor de afhankelijkheid van waterinlaat vanuit het hoofdwatersysteem kleiner wordt. Dit lijkt een interessante uitwerking van een combinatie van strategieën 3 en 4 uit de figuur²¹. Hierbij zal het belang van het Hollandsch Diep- Haringvliet als onmisbare zoetwateraanvoerroute op termijn kunnen afnemen. Maatregelen in het hoofdwatersysteem en maatregelen gericht op grootschalige externe aanvoer hebben dan een hoog spijtgehalte. Daarentegen zal het belang van maatregelen die de regionale waterhuishouding verbeteren toenemen. Optiebehoud voor deze strategie is gebaat bij maatregelen in het hoofdwatersysteem die een lage investering vragen, waarbij eventueel hogere exploitatiekosten voor lief worden genomen (zoals een bellenscherm). Bij deze strategie past ook een 'passende' uitvoering van de compenserende zoetwatermaatregelen.
- bij een strategie van zowel nationaal als regionaal meebewegen verdwijnt de zoetwaterleverantie als publieke voorziening vanuit de oppervlaktewaterhuishouding, vergelijkbaar met de huidige situatie op de meeste Zeeuwse eilanden. Deze strategie (strategieën 4 en 5 in de figuur) geeft prikkels voor zowel private waterlevering via de waterketen als waterefficiënte landbouwproductie. Optiebehoud voor deze strategie kan worden bevorderd door het stimuleren van private initiatieven bij de zoetwatermaatregelen van het 'spoorboekje'.
- In deze robuustheidstoets zijn slechts twee toekomstige alternatieven onderzocht: een zoet VZM met effectieve zoutlekbestrijding en een zout VZM inclusief compenserende zoetwater maatregelen. Andere alternatieven, die dus niet zijn onderzocht, zijn denkbaar bij andere zoetwater strategieën. Bijvoorbeeld een zoet VZM zonder zoutlekbeperkende maatregelen, of een zout VZM zonder compenserende zoetwatervoorziening. Het verdient aanbeveling deze andere alternatieven voor het VZM te onderzoeken in de context van de strategieën 4 en 5 van het deltaprogramma zoetwater.

²¹ Gedacht kan worden aan beperkte actie in de rijkswateren (= domein voor de waterveiligheid), optimalisatie van de infrastructuur in het regionaal watersysteem (bijvoorbeeld gescheiden aan- en afvoer), inschakeling van de markt (ten behoeve van de horizontale waterhuishouding; bijvoorbeeld aanvoer via pijpleidingen) en stimuleren van initiatieven van gebruikers (verticale waterhuishouding; bijv. optimalisatie zoetwater lenzen, peilgestuurde dubbele drainage).

7 Conclusies

- 1 Een goede zoetwatervoorziening waarbij het huidige voorzieningsniveau tenminste wordt gehandhaafd is mogelijk met zowel een zoet, als met een zout VZM. Zoetwatervoorziening is dus niet onderscheidend voor de keuze van een zout of een zoet VZM. Het VZM is geen strategische zoetwatervoorraad; in de huidige situatie en ook potentieel is de zoetwatervoorraadfunctie van het VZM beperkt van omvang en alleen lokaal/regionaal van betekenis. We kunnen zonder.
- 2 De zoetwatervraag aan het hoofdwatersysteem (Hollandsch Diep) van een toekomstig zoet VZM en van een toekomstig zout VZM met compenserende zoetwatervoorziening is vergelijkbaar met de huidige piekvraag, namelijk in alle gevallen ongeveer 50 m³/s. Alleen herstel van de oorspronkelijke zoet-zoutscheiding van de Krammersluizen kan deze zoetwatervraag bij een zoet VZM terugbrengen naar ongeveer 30 m³/s. In alle gevallen is het overgrote deel van deze piekvraag voorwaardenscheppend, namelijk voor zoutlekbestrijding.
- 3 Bij een toekomstig zoet VZM wordt het niveau van landbouwzoetwatervoorziening in de gebieden rondom het VZM *mogelijk* beter: er is meer en zoeter water beschikbaar voor polderinlaat en het risico van inlaatstops door blauwalgoverlast wordt *misschien* kleiner. Het VZM-water blijft door het hogere chloridegehalte minder aantrekkelijk dan water uit het Hollandsch Diep- Haringvliet.
- 4 Bij een zout VZM wordt het niveau van landbouwzoetwatervoorziening in de gebieden die nu water onttrekken aan het VZM *zeker* beter. Door de voorgenomen compenserende zoetwatermaatregelen wordt de capaciteit van polderinlaat 3 keer groter dan de piekvraag waaraan in de huidige situatie in de praktijk vanuit het VZM wordt voldaan. Bovendien is de kwaliteit beter (minder zout) en is de leveringszekerheid groter (geen innamestops door blauwalgen).
- 5 Voor het beheergebied van WSHD (en Delfland, Schieland en Rijnland) blijven er twee relevante effecten over. Als eerste ontstaat bij een zout VZM in droge perioden een 'categorie 2 watervraag' aan het Hollandsch Diep van 25 m³/s, waar nu slechts sprake is van een 'categorie 4 watervraag'²². Het in het 'spoorboekje' voorgenomen bellenscherm in de Nieuwe Waterweg en de wateraanvoer via de Krimpenerwaard zijn daarvoor voldoende maar daardoor ook noodzakelijke compensatie maatregelen voor een zout VZM.
- 6 Het tweede effect in het beheergebied van WSHD is het resterende zoutlek van de Volkeraksluizen. Dit zoutlek (20 kg zout/s) zal onder de meest ongunstige omstandigheden kunnen leiden tot een verhoging met maximaal van 50 mg Cl/l bij het inlaatpunt op het Spui (Bernisse) en met 55 mg Cl/l bij inlaatpunten aan het Haringvliet

²² De watervraag van de zoutlekbestrijding bij de Volkeraksluizen heeft, in tegenstelling tot de huidige watervraag van het (zoete) VZM een hoge prioriteit in de landelijke verdringingsreeks, omdat daarmee zoutgehalteverhoging bij innamepunten voor drinkwater moet worden voorkomen. Deze watervraag voor zoutlekbestrijding moet daarom, onder droge omstandigheden en bij lage rivierafvoeren, als een extra watervraag aan het Hollandsch Diep worden beschouwd.

(Koert en Hiterse Kade) Deze verhoging past net binnen de uitgangspunten van het zoetwateradvies.

- 7 Het Hollandsch Diep - Haringvliet is een belangrijke aanvoerroute van zoetwater voor West-Nederland en voor het behoud daarvan zijn de bij conclusie 5 genoemde maatregelen in het benedenrivierengebied noodzakelijk.
- 8 Flexibiliteit voor toepassing van andere zoetwaterstrategieën is gebaat bij:
 - maatregelen in het hoofdwatersysteem met een tijdelijk karakter die een geringe investering vragen waarbij eventueel hogere exploitatiekosten voor lief worden genomen (zoals een bellenscherm);
 - sobere en doelmatige uitvoering van wateraanvoermaatregelen (zoals waterinlaat naar Brabant via Oosterhout naast of in plaats van de Roode Vaart, 'passende' dimensionering van aanvoermaatregelen);
 - het stimuleren van private initiatieven bij de zoetwatermaatregelen van het spoorboekje;
 - het onderzoeken van andere alternatieven voor het VZM in de context van de strategieën 4 en 5 van het deltaprogramma zoetwater; bijvoorbeeld een zoet VZM zonder zoutlekbeperkende maatregelen, of een zout VZM zonder compenserende zoetwatervoorziening.

8 Referenties

Arcadis, 2009. Rapportage toetsing aan Europese richtlijnen waterkwaliteit. Planstudie waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer. Rapport D03011/CE8/097/008011

Brasser, Simon, 2011. Notitie Toekomstvastheid (versie 1.3) Notitie LT team ZW-delta, maart 2011.

BOKV, 2009. Milieueffectrapportage waterkwaliteit Volkerak-Zoommeer. Ontwerp-MER

Bij de Vaate, A., E.A. Jansen & S.J. bij de Vaate, 2011. Verkenning van de Dreissenadichtheid in het Volkerak, rapport december 2011.

De Jong, Loes, Jon Coosen, Joost Schrijnen, 2011. Aanpak en planning voor opstellen uitvoeringsstrategie Volkerak-Zoommeer en Grevelingenmeer. Memo 22 juni 2011.

De Vries, I., J. Smits, A. Nolte en C. Sprengers, 2011a. Waterkwaliteit en water- en nutriëntenbalansen Volkerak-Zoommeer 1996-2009. Deltares rapport 1203266-000.

De Vries, Ies, Frans Klijn, Emiel van Velzen, Judith ter Maat, 2011b. Strategische beleidsalternatieven zoetwatervoorziening. Deltares memo juni 2011

Douben, KJ, 2011. Analyse negatieve (inlaat) debieten Dintelsas en Bovensas 1988 t/m 2009 – concept. Memo Waterschap Brabantse Delta

Kerkum, F.C.M. en J. van Schie, 2005. Primaire rapportage waterplantenmonitoring Zoete Rijkswateren. Een overzicht van 13 jaar monitoring (1992-2004). RIZA werkdocument 2005.174X

Kielen, Neeltje, 2011. Schets strategieën. Memo DP zoetwater, juni 2011

Kramer, Acronius, 2011. Alternatieve zoetwateraanvoer voor de Reigersbergse Polder. Memo september 2011

Landelijke Coördinatiecommissie Waterverdeling (LCW), 2011. Droogteberichten 2011 – 8 t/m 17.

Mens, MJP, F Klijn, KM de Bruijn and E van Beek, in press. The meaning of system robustness for flood risk management. Environmental Science and Policy.

Nolte, A, 2011. Spoedadvies verzilting – Volkerak-Zoommeer. Deltares memo 1205046-000-VEB-0001

Paardekooper, Steffie, 2011. Robuustheidstoets Volkerak Zoommeer. Notitie deelprogramma zoetwater 6 juni 2011.

Schrijnen, Joost, Anne Ubbels, Loes de Jong, Jon Coosen, 2011. Stappenplan uitvoeringsstrategie Volkerak-Zoommeer en Grevelingenmeer. Concept memo 26 mei 2011.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2009. Brondocument waterlichaam Volkerak; Doelen en maatregelen rijkswateren.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2009. Brondocument waterlichaam Zoommeer-Eendracht; Doelen en maatregelen rijkswateren.

Nefs, A. (2012). Volkerak-Zoommeer: van helder naar troebel naar Stageverslag Hogeschool Rotterdam.

RWS-Zeeland (2011). Blauwalgen Volkerak-Zoommeer. Fotoserie situatie 2010-2011. Meetgegevens periode 2002-2011.

RWS-Zuid-Holland, 2011. Robuustheidstoets zoutbeperkende maatregelen Rijnmond. Doorvoer door de Krimpenerwaard en luchtbellenscherm Nieuwe waterweg. Rapport 9X0337a0.

Van Pagee, Hans, 2011. Zoutlekbeperking Volkeraksluizen. Zout(af)vang als toegevoegde maatregel voor zoutlekbeperking. Presentatie 23 november 2011.

Van Rhee, Gigi, 2011. Aanzet uitvoeringsstrategie op basis van een analyse van mogelijkheden. Een eerste vingeroefening. Stratelligence, concept werkdocument 22 september 2011

Van Zundert, Peter, 2011. Opdrachtbrief robuustheidstoets Volkerak-Zoommeer. Brief DGW aan programmadirecteur zoet water 18 mei 2011.

Visser, Steven, 2011. Voortgang uitvoering Spoorboekje Zoetwater Zuidwestelijke Delta, oktober 2011

Stuurgroep Zuidwestelijke Delta, 2009. Zoet water Zuidwestelijke Delta, een voorstel voor een regionale zoetwatervoorziening, eindrapport juni 2009

Waterdienst, 2011. Opdrachtomschrijving robuustheidstoets Volkerak-Zoommeer. 20 juni 2011.

Witteveen en Bos, 2008. Effecten van een zout Volkerak-Zoommeer op de West-Brabantse rivieren. Vaststellen zoutindringing Mark-Vliet en mitigerende maatregelen. Rapport BR585-1-20.

Witteveen en Bos, 2010. Nadere verkenning alternatieve zoetwatervoorziening West-Brabant, Tholen en St. Philipsland. Rapport HT367-1.

Witteveen en Bos, 2011. Verleggen inlaatpunten Oostflakkee. Fase 1: tracéstudie. Rapport RD 44-1.

RWS-Zeeland (2011). Blauwalgen Volkerak-Zoommeer. Fotoserie situatie 2010-2011. Meetgegevens periode 2002-2011

A Zoetwatervraag van de (polder)gebieden rondom het VZM

A.1 Huidige situatie

De zoetwatervraag van de poldergebieden rondom het VZM is weergegeven in Tabel A.1.

Het peilbeheerste gebied van de Mark-Vlietboezem is aan de tabel toegevoegd voor 25% van het areaal. Dit is het geschatte percentage waarvoor dit gebied afhankelijk is van waterinlaat vanuit het VZM wanneer er geen waterinlaat vanuit Oosterhout plaatsvindt (paragraaf 3.3). Voor het overige is dit gebied zelfvoorzienend. Wanneer er wel water wordt ingelaten via Oosterhout (doorspoelregime MVB) is de afhankelijkheid van het VZM niet groter dan 15%.

Tabel A.1 Directe zoetwatervraag van poldergebieden vanuit het VZM en de indirecte zoetwatervraag van het peilbeheerste gebied van de Mark-Vlietboezem (25% van dat areaal) (m^3/s)

	peilbeheerst gebied Mark-Vlietboezem	Brabantse polders aan de Eendracht	Oostflakkee	Tholen St. Philipsland	Reigersbergse polder	Totaal
gebiedskennmerken						
oppervlakte (ha)	8.255	2.777	3640	13.900	1082	21.399
landbouwareaal (ha)	6.650	2.363	3640	11.134	946	18.083
beregend areaal (ha)	1000	350	550	465	200	1.565
kwel (mm in zomerhalfjaar)	20	20	30	34	20	
kwel (mgCl/l)	500	500	2000	5000	5000	
watervraag en -aanvoer vanuit VZM						
peilbeheer normale zomer (mm)	67	67	80	80	80	
peilbeheer droge zomer (mm)	80	80	100	100	100	
zoetspoelen (mm)	0	0	90	150	180	
berekening (mm)	150	150	150	150	150	
normale zomer (totale watervraag), berekend	0,4	0,2	0,4	1,8	0,2	3,0
10% droge zomer (totale watervraag), berekend	0,5	0,2	0,5	2,0	0,2	3,4
maximale aanvoer (aanvoernorm WSHD, ontwerp WiBo)	1,2	0,4	1,1	2,3	0,4	5,3
gemeten aanvoer	0,5	nd	0,5	2,2	0,3	3,5
waterafvoer naar VZM						
gemiddelde netto zomerafvoer (waterbalans VZM)	nvt				nvt	6,0
netto afvoer 10% droge zomer (waterbalans VZM, 1996-1997)	nvt				nvt	0,8
gemiddelde zomerafvoer (metingen 2009)	nvt	nd	0,5	0,3	nvt	0,8
afvoer 10% droge zomer (metingen 2003)	nvt	nd	0,4	0,2	nvt	0,5

De zoetwatervraag van, cq de werkelijke wateraanvoer naar de poldergebieden is op drie manieren geschat:

- waterinlaatgegevens die door de waterschappen zijn aangeleverd. ('gemeten aanvoer' in Tabel A.1).
 - WSBD heeft expliciet aangegeven niet over gegevens te beschikken ('nd' bij Brabantse polders). Voor de indirecte watervraag van de Mark-Vlietboezem is de schatting van paragraaf 3.3 overgenomen.
 - WSHD: Voor Oostflakkee is het oppervlak en de watervraag weergegeven volgens opgave van het waterschap. Deze wateraanvoer naar Oostflakkee vindt echter voor een deel niet vanuit VZM maar vanuit het Haringvliet plaats.
 - WSSS: Voor Tholen / St.Philipsland is het resultaat weergegeven van de eenmalige debietmeting in 2011 van de vijf inlaatpunten aan de Eendracht (voor een periode van 104 dagen). Voor de Reigersbergse polder is het debiet weergegeven van het inlaatgemaal Rilland gedurende 18 april – 13 juli 2011 (86 dagen).
 - Ter vergelijking zijn de beschikbare gegevens over polderwaterafvoer naar het VZM weergegeven. De (gemeten) polderwaterafvoer is aanmerkelijk kleiner dan de (gemeten) aanvoer. Dit is grotendeels verklaarbaar doordat de poldergemalen op andere deltawateren uitslaan dan op het VZM (Tholen op de Oosterschelde, Reigersbergse polder op de Westerschelde). En blijkbaar moet de restterm van de waterbalans van het VZM ($6 m^3/s$) niet als polderwaterafvoer worden geïnterpreteerd, maar als een onverklaarde sluitfout.

2. Aan de tracéstudies voor de compensatiemaatregelen en daartoe uitgevoerde watersysteemanalyses, en aan de daarin gehanteerde kengetallen, kunnen schattingen worden ontleend van de maximale aanvoer of de aanvoercapaciteit die nodig is voor het huidige voorzieningsniveau. Concreet betreft het de tracéstudies voor West-Brabant en Tholen/St.Philipsland en Oostflakkee (Witteveen en Bos, 2010 en 2011), de daarin vermelde huidige aanvoernorm van WSHD (0,3 l/s/ha), en de bestaande aanvoercapaciteit van het huidige inlaatgemaal bij het Bathse Spuikanaal voor de Reigersbergse polder (memo Acronius Kramer, 2011). De getallen bij 'maximale aanvoer' in Tabel A.1 zijn op deze bronnen gebaseerd.
3. een berekende schatting van de zoetwatervraag met een eenvoudig spreadsheetmodel. Dit model schat de watervraag van peilbeheer (infiltratie vanuit de sloot door vochttekort ten gevolge van verdampingoverschot), zoetspoelen (verdunnen en afvoeren van de zoute kwel) en beregning. De gehanteerde parameters en invoergegevens staan in Tabel A.1 in groen aangegeven, en zijn grotendeels gebaseerd op gegevens en aannames die door de waterschappen worden gehanteerd.

A.2 Toekomstig zoet VZM

Tabel A.2 Zoetwatervraag van poldergebieden en MVB vanuit het VZM in 2050-2100 (m³/s)

	peilbeheerst gebied Mark-Vlietboezem	Brabantse polders aan de Eendracht	Oostflakkee	Tholen St. Philipsland	Reigersbergse polder	Totaal
gebiedskennmerken						
oppervlakte (ha)	8.255	2.777	3.640	13.900	1.082	21.399
landbouwareaal (ha)	6.650	2.363	3.640	11.134	946	18.083
beregend areaal (ha)	2.000	700	1.100	930	400	3.130
kwel (mm in zomerhalfjaar)	25	25	36	43	25	
kwel (mgCl/l)	500	500	2500	5000	4000	
watervraag en -aanvoer vanuit VZM						
peilbeheer normale zomer (mm)	85	85	100	100	100	
peilbeheer droge zomer (mm)	100	100	120	120	120	
zoetspoelen (mm)	0	0	144	387	175	
beregning (mm)	150	150	150	150	150	
normale zomer (totale watervraag), berekend	0,6	0,2	0,7	3,7	0,2	5,4
10% droge zomer (totale watervraag), berekend	0,7	0,2	0,7	3,9	0,2	5,8
maximale aanvoer (nieuwe aanvoernorm WSHD)	1,7	0,6	1,8	5,6	0,5	10,2

De volgende wijzigingen zijn doorgevoerd ten opzichte van de huidige situatie (vergelijk Tabel A.1), als een maximale schatting van klimaateffecten en teeltintensivering voor de periode 2050-2100:

- 1 het beregend areaal is in alle gebieden verdubbeld;
- 2 de waterinlaat ten behoeve van peilbeheer in droge zomers is met ongeveer 25% verhoogd;
- 3 de waterinlaat ten behoeve van zoetspoelen is met 25% verhoogd, om de toename van de zoute kwel te compenseren. De gehanteerde zoetspoelnorm is +500 mgCl/l (dat wil zeggen bovenop de concentratie van het inlaatwater);
- 4 op Tholen en St. Philipsland worden de sloten in het hele landbouwareaal zoetgespoeld, in plaats van alleen in het proefgebied ZO-Tholen, en het beregend areaal is proportioneel toegenomen;
- 5 de beregeningsintensiteit is met 33% verhoogd, van 150 naar 200 mm per groeiseizoen;
- 6 de maximale aanvoer (piekvraag) is geschat aan de hand van de nieuwe aanvoernorm van WSHD (0,5 l/s/ha).

A.3 Toekomstig zout VZM

In Tabel A.3 worden de maatregelen van het spoorboekje vergeleken met de geschatte zoetwatervraag voor duurzame functievervulling bij klimaatverandering en teeltintensivering voor de periode 2050-2100. Ten opzichte van Tabel A.2 is één verandering aangebracht:

- de maatregelen volgens het spoorboekje zijn als laatste regel toegevoegd (waarbij de aanvoer naar Brabant van 6,5 m³/s is verdeeld over het peilbeheerste gebied van de MVB en de polders aan de Eendracht (respectievelijk 5,6 en 0,9 m³/s).

De maatregelen van het spoorboekje lijken voor bijna alle gebieden voldoende voor de geschatte zoetwatervraag voor duurzame functievervulling bij klimaatverandering en teeltintensivering voor de periode 2050-2100. Zelfs voor Tholen lijkt de maximale aanvoercapaciteit precies genoeg voor de (in dit scenario veronderstelde) uitbreiding van het zoetspoelen naar het hele eiland, wegens de zeer intense zoute kwel op dit eiland. Alleen voor de Reigersbergse polder zou de maximale aanvoer volgens de compenserende maatregelen (0,35 m³/s, gelijk aan de huidige piekvraag) in de toekomst onvoldoende kunnen zijn.

Tabel A.3 Zoetwatervraag van poldergebieden en MVB volgens spoorboekje zoetwater vergeleken met LT zoetwatervraag in 2050-2100 (m³/s)

	peilbeheerst gebied Mark-Vlietboezem	Brabantse polders aan de Eendracht	Oostflakkee	Tholen St. Philipsland	Reigersbergse polder	Totaal
gebiedskennmerken						
oppervlakte (ha)	8.255	2.777	3.640	13.900	1.082	21.399
landbouwareaal (ha)	6.650	2.363	3.640	11.134	946	18.083
beregend areaal (ha)	2.000	700	1.100	930	400	3.130
kwel (mm in zomerhalfjaar)	25	25	36	43	25	
kwel (mgCl/l)	500	500	2500	5000	4000	
watervraag en -aanvoer vanuit HWS						
peilbeheer normale zomer (mm)	85	85	100	100	100	
peilbeheer droge zomer (mm)	100	100	120	120	120	
zoetspoelen (mm)	0	0	144	387	175	
berekening (mm)	150	150	150	150	150	
normale zomer (totale watervraag), berekend	0,6	0,2	0,7	3,7	0,2	5,4
10% droge zomer (totale watervraag), berekend	0,7	0,2	0,7	3,9	0,2	5,8
maximale aanvoer (nieuwe aanvoernorm WSHD)	1,7	0,6	1,8	5,6	0,5	10,2
maximale aanvoer (conform spoorboekje zoetwater)	5,6	0,9	2,5	5,5	0,4	14,9

B Kosten van maatregelen

De kostenramingen zijn nog steeds in bewerking. De getallen betreffen de investeringskosten (inclusief BTW en risicoreservering) voor de maatregelen die gekoppeld zijn aan het weer zout maken van het VZM, aangevuld met de **beheer-, onderhouds- en exploitatie kosten per jaar**, zoals die nu bekend zijn (op 1 maart 2012).

Maatregelen	Investeringskosten	Jaarlijkse kosten	opmerkingen
Zout maken van het VZM via de Oosterschelde			
Nieuw doorlaatmiddel in de Philipsdam	46	0,4	DHV hanteert nog twee getallen (0,4 en 1,9); ik heb het m.i. meest reële getal gekozen
Zoet-zout scheiding Volkeraksluizen	27	1,6	
Zoet-zout scheiding Brabantse sluizen	2,5	0,13	
Ontmantelen zoet-zout scheiding Krammersluizen en Bergsediepsluis	2,5	-3,5	Ontmantelen geeft forse besparing op jaarlijkse kosten!
Ontmantelen zoetwaterinnamepunten	1	-	
Aanleg kwel sloten om zoute kwel op te vangen	2,5	0,005	
Beperking zoutindringing Rijnmond als gevolg van onttrekking zoet water	2 (doorvoer K'waard) 15 (bellenschermNWW)	0,016 0,6	
Totaal dus ongeveer 84 - 97 M€ om het VZM zout te maken en er voor te zorgen dat de omliggende (polder)wateren niet zout(er) worden; op de jaarlijkse kosten wordt een besparing bereikt van 0,77 – 1,35 M€. Wanneer beide Rijnmond maatregelen worden uitgevoerd is de jaarlijkse besparing 0,75 M€			
Alternatieve zoetwateraanvoer naar alle gebieden die nu zoet water betrekken uit het VZM; Kosten zijn afhankelijk van de hoeveelheid water die wordt aangevoerd en hebben dus een bandbreedte:	105 - 116	1,1 – 1,3	Uitgegaan van aanvoer van 12,5 m ³ /s via Roode Vaart, aangevuld met Oosterhout (7,5 – 10 m ³ /s)
Extra ontzilting bij de winning van drinkwater uit het Haringvliet, benodigd wegens resterend zoutlek Volkeraksluizen (twee alternatieven)	13 - 18 M€	0,5 – 0,7	Evides rekent opnieuw voor veel lagere zoutlek; dit zijn nog de oude bedragen
Grand Total investeringskosten ruwweg 200 - 230 M€, jaarlijkse kosten 0,25 – 1,25 M€			

Kosten alternatieve zoet-zout scheiding in Krammersluizen:

Inbouw alternatieve systeem in jachtensluis kolk blijkt ongeveer factor 1,5 duurder dan eerder geschat. Rekening houdend hiermee kom je dan op investeringskosten van 7,5 – 15 M€, jaarlijkse kosten ruw geschat op 1 – 2 M€ (dat is nog steeds 1,5 – 2,5 M€ minder dan voor het huidige systeem).

René Boeters, 1 maart 2012