



Centraal Planbureau

CPB Notitie | 5 februari 2015

Second opinion 'Economische analyse Zoetwater'

*Uitgevoerd op verzoek van
Rijkswaterstaat, dienst Water,
Verkeer en Leefomgeving*



CPB Notitie

Aan: Rijkswaterstaat, dienst Water, Verkeer en Leefomgeving

Centraal Planbureau

Van Stolkweg 14
Postbus 80510
2508 GM Den Haag

T (070)3383 380
I www.cpb.nl

Contactpersoon

Frits Bos en Peter Zwaneveld

Datum: 5 februari 2015

Betreft: Second opinion Economische analyse Zoetwater

1 Inleiding en conclusies

1.1 Inleiding

Voor de Nederlandse economie en burgers is een watervoorziening die zorgt voor voldoende aan- en afvoer van zoetwater, van groot belang. De aan- en afvoer van zoetwater wisselt door droogte, regenval, zeewaterstand en watertoevoer via de rivieren. Ondanks de waterrijkheid van Nederland is in de huidige situatie soms sprake van een tekort aan zoetwater, met schade door droogte en verzilting als gevolg. Klimaatverandering kan deze tekorten en droogte- en verziltingsschade sterk doen toenemen.

In de studie 'Voorverkenning Zoetwater'¹ uit 2013 is een eerste aanzet gegeven tot een economische analyse van de zoetwatervoorziening in Nederland. Dit gaf een eerste economische beoordeling van mogelijke investeringsalternatieven voor de zoetwatervoorziening voor de lange termijn. Het CPB heeft hierop een second opinion gepubliceerd.²

Het rapport 'Economische analyse Zoetwater' door Stratelligence³ is een vervolg op deze studie en is het onderwerp van deze second opinion. In dit rapport ligt de nadruk op verkenning van de problemen en oplossingen op korte en middellange termijn (2015-2050). Deltares (Maat et al., 2014) heeft belangrijke bouwstenen aangeleverd voor dit rapport.⁴

¹ Ecorys (2013).

² Bos en Zwaneveld (2013).

³ Deze second opinion heeft betrekking op Stratelligence (2014).

⁴ Het gaat hierbij in het bijzonder om een raming van de huidige watertekorten en de verwachte tekorten bij de verschillende Deltascenario's in 2050 en 2100, een raming van de effecten van maatregelen op het zoetwatertekort en van de effecten op specifieke gebruiksfuncties, zoals de verwachte droogteschade voor landbouw en de inlaatbeperkingen voor de drinkwater- en industriewatersector door verhoogde zoutconcentraties bij de innamepunten Gouda en Bernisse.

Het rapport is opgesteld in opdracht van het Deltaprogramma, deelprogramma Zoetwater (DPZW). Het deelprogramma Zoetwater heeft als opdracht strategieën te ontwikkelen voor een duurzame en economisch doeltreffende zoetwatervoorziening in Nederland.

Op verzoek van het ministerie van Infrastructuur en Milieu en het Deltaprogramma wordt in deze notitie een second opinion gegeven op het rapport 'Economische analyse Zoetwater'. Doel van de second opinion is om een onafhankelijk oordeel te geven over de juistheid en kwaliteit van de inhoud en conclusies van de 'Economische analyse Zoetwater'. Belangrijk doel is daarnaast om aanbevelingen voor vervolganalyse te geven, vooral over de opzet van een toekomstige maatschappelijke kosten-batenanalyse over de zoetwatervoorziening in Nederland (MKBA Zoetwater).

1.2 Conclusies

De belangrijkste conclusie van deze second opinion is dat de resultaten en aanbevelingen in het rapport 'Economische analyse Zoetwater' op hoofdlijnen worden ondersteund.

De belangrijkste conclusies die volgen uit het rapport, worden door ons samengevat als antwoord op de volgende drie vragen.

1.2.1 Hoe groot is het zoetwatertekort?

In de huidige situatie is soms sprake van zoetwatertekort. Dit betreft oppervlaktewatertekorten in enkele regio's, vooral in extreem droge jaren (kans van ongeveer 1/100 jaar). De tekorten treden het sterkst op in de Hoge Zandgronden en de Zuidwestelijke Delta zonder aanvoer, en in beperktere vorm in het Rivierengebied.

De toekomstige zoetwatertekorten zijn met behulp van het Deltamodel⁵ en Deltascenario's⁶ gekwantificeerd. De Deltascenario's zijn gebaseerd op scenario's over klimaatverandering van het KNMI en op scenario's over sociaaleconomische verandering van CPB en PBL.

Ten opzichte van de huidige situatie zal het zoetwatertekort⁷ bij de scenario's met gematigde klimaatverandering (Deltascenario's Druk en Rust) niet of nauwelijks toenemen. Om de huidige procentuele zoetwatertekorten te handhaven zijn dan maar zeer beperkt maatregelen nodig. In de scenario's met sterke klimaatverandering

⁵ Het Deltamodel is een rekenfaciliteit waarbij diverse modellen aan elkaar zijn gekoppeld, zoals het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (voor de grond- en oppervlaktewaterstromen en waterverdeling), het Landelijk SOBEK-Flow Model (voor afvoeren en waterstanden in rivieren en grotere kanalen) en AGRICOM (voor landbouwschade).

⁶ Bruggeman et al. (2013).

⁷ Als percentage van de totale zoetwatervraag van de verschillende gebruiksfuncties. Bij bepaling van de toekomstige zoetwatervraag is geen rekening gehouden met adaptatie door gebruikers in geval van grote zoetwatertekorten. Dit leidt tot een overschatting van de toekomstige zoetwatertekorten.

(Stoom en Warm) zal de watervraag aanzienlijk toenemen en zal de wateraanvoer via Rijn, Maas en via neerslag aanzienlijk afnemen. Zonder extra maatregelen leidt dit tot een sterke toename van de watertekorten. Maatregelen in het hoofdwatersysteem kunnen deze sterke toename van de zoetwatertekorten in geval van sterke klimaatverandering beperken, maar zijn zeker in de extreem droge jaren niet voldoende om dit te voorkomen.

1.2.2 Welke maatregelen uit het hoofdwatersysteem zijn kansrijk?

Voor het hoofdwatersysteem lijken enkele maatregelen nu al maatschappelijk rendabel. Deze betreffen:

- Een structurele buffer van 20 cm in het IJsselmeer,
- Kleinschalige wateraanvoer van 15m³/s in West-Nederland en
- Optimalisatie van inlaat en beheer van zoetwater bij de Bernisse en het Brielse meer.

Wij ondersteunen de aanbeveling van Stratelligence om een analyse te maken van de kosten en baten van deze drie maatregelen (inclusief optimalisatie van de uitvoeringsvarianten). Bij een sterke klimaatverandering lijkt ook het vergroten van de buffer in het IJsselmeergebied met 30 tot 50 cm een rendabele investering. Aanbevolen wordt nader onderzoek te doen naar deze kansrijke maatregel.

Deze maatregelen lijken ook voldoende om in het IJsselmeergebied en West-Nederland aan twee specifieke voorzieningenniveaus voor zoetwatervoorziening te voldoen in 2050, namelijk geen zoetwatertekorten voor alle gebruiksfuncties in droge jaren (kans van ongeveer 1/10 jaar) en geen zoetwatertekorten voor cruciale gebruiksfuncties in extreem droge jaren (kans van ongeveer 1/100 jaar).

1.2.3 Wat kan als vervolgonderzoek worden gedaan?

Onze suggesties voor vervolgonderzoek kunnen onder vijf soorten aanbevelingen worden gegroepeerd:

- Verbeter de analyse van het toekomstige tekort aan zoetwater;
- Kijk niet alleen naar maatregelen uit het hoofdwatersysteem;
- Meer kwantificeren en moneteriseren van de baten;
- Daarna pas analyse optimale zoetwatervoorziening;
- Begin met belangrijke casus en inventarisatie eerder onderzoek.

Dit zullen we hieronder kort toelichten.

Verbeter analyse toekomstig tekort aan zoetwater

De analyse van toekomstige zoetwatertekorten kan nog op diverse manieren worden verbeterd:

- Houd rekening met adaptief gedrag door gebruikers, juist bij grote zoetwatertekorten zal dit belangrijk zijn. Adaptief gedrag wordt ook beïnvloed door verandering in prijzen (bijvoorbeeld van landbouwproducten als gevolg van toenemende nationale en internationale droogte) en technologische veranderingen. In de analyse van adaptief gedrag moet dit daarom worden meegenomen.
- De risicoanalyse op basis van droge en extreem droge jaren, uitgaande van de karakteristieke jaren 1989 en 1976, lijkt voor niet alle gebruiksfuncties en regio's voldoende accuraat: voor sommige gebruiksfuncties en regio's is volgens Deltares de kans op droogte aanzienlijk hoger dan nu wordt verondersteld, bijvoorbeeld niet 1/10 jaar maar 1/5 jaar.
- Actualiseer de analyse op basis van de nieuwe KNMI-klimaatscenario's.

Door de analyse van toekomstige zoetwatertekorten te verbeteren, zullen ook de inzichten over de noodzaak, de kosten en baten van maatregelen worden verbeterd.

Niet alleen maatregelen uit het hoofdwatersysteem

De economische analyse van maatregelen was beperkt tot technische maatregelen voor het hoofdwatersysteem. Deze analyse kan worden uitgebreid door ook te kijken naar:

- Technische maatregelen op het regionale niveau;
- Technische maatregelen bij gebruiker, zoals zuiniger gebruik van water en opslag van water.

Daarnaast verdienen niet-technische maatregelen en de rol van de overheid aandacht. Dit gaat om bijvoorbeeld beprijzing van het gebruik van water, subsidies voor innovatie en zuiniger watergebruik, locatiekeuzes van grote waterverbruikers, verbeteren van de informatievoorziening (bijvoorbeeld over verwachte droogte en niveau publieke zoetwatervoorziening) en de regels en procedures voor watergebruik en vervuiling van water.

Meer kwantificeren en moneteriseren van de baten

In de 'Economische analyse Zoetwater' bleef het moneteriseren van de baten beperkt tot landbouwschade. De omvangrijkste vormen van watergebruik in Nederland zijn peilbeheer en doorspoeling. Een belangrijke aanbeveling voor vervolgonderzoek is om ook hiervan de baten te moneteriseren. Daarnaast kunnen ook andere effecten worden gekwantificeerd en gemonetariseerd. Het verbeteren van de risico-inschatting, zoals de kans op droogteschade voor landbouw, is hiervan een onderdeel.

Einddoel optimaal voorzieningenniveau, begin met belangrijke casus

Al deze bouwstenen kunnen vervolgens worden gebruikt om op zoek te gaan naar een optimaal niveau van zoetwatervoorziening in Nederland. Het kwantificeren en moneteriseren van de baten voor grote delen van Nederland bleek echter niet eenvoudig. Voorgesteld wordt daarom te beginnen met een belangrijke casus, zoals het uitwerken van de effecten en gemonetariseerde baten voor peilbeheer en doorspoeling voor een specifieke regio. Ook kan inventarisatie van eerder onderzoek, zowel nationaal als internationaal, nuttig zijn.

1.3 Leeswijzer

In paragraaf 2 wordt de ‘Economische analyse Zoetwater’ samengevat. In paragraaf 3 worden de suggesties gegeven voor de opzet van de toekomstige maatschappelijke kosten-batenanalyse naar zoetwatervoorziening en voor andersoortig onderzoek naar zoetwatervoorziening.

2 Samenvatting ‘Economische analyse Zoetwater’

De samenvatting van het rapport ‘Economische analyse Zoetwater’ bouwen we als volgt op. In paragraaf 2.1 bespreken we de wijze waarop het zoetwatervraagstuk wordt geanalyseerd in het rapport. In paragraaf 2.2 geven we kort weer welke zoetwatertekorten er zijn in het huidige klimaat en welke tekorten kunnen optreden in het jaar 2050 en 2100. Tot slot geven we in paragraaf 2.3 de resultaten weer van de analyse naar hoofdwatermaatregelen in twee regio’s: IJsselmeer en West-Nederland. De Economische analyse Zoetwater beperkt zich hoofdzakelijk hiertoe.

2.1 Opzet van de analyse

In de ‘Economische analyse Zoetwater’ worden op basis van de hydrologische analyse van Deltares eerst de volgende drie vragen beantwoord:

- Hoe groot is het huidige zoetwatertekort en in hoeverre neemt dit toe in 2050 en 2100?
- Wat zijn maatregelen uit het hoofdwatersysteem die kunnen worden genomen om dit tekort te verkleinen?
- En hoe effectief zijn deze maatregelen om in 2050 en 2100 aan twee specifieke niveaus voor zoetwatervoorziening te voldoen?

Figuur 2.1 Verdringingsreeks (prioriteringsvolgorde) voor het verdelen van zoetwater in tijden van tekort; categorie 1 en 2 samen zijn 'cruciale functies', categorie 3 en 4 zijn 'overige functies'.



De twee specifieke niveaus van zoetwatervoorziening die worden geanalyseerd, zijn:

- Niveau 1: in een droog jaar geen watertekort voor alle gebruiksfuncties. In de 'Economische analyse' is dit niveau aangeduid als 'Doelbereik 1: Gezond en evenwichtig systeem, 1/10 droogtejaren.' Volgens dit niveau zijn wel zoetwatertekorten in extreem droge jaren toegestaan.
- Niveau 2: in een extreem droog jaar geen watertekort voor alle cruciale functies uit de verdringingsreeks (categorieën 1 en 2, zie figuur 2.1). In de 'Economische analyse' is dit ambitieniveau aangeduid als 'Doelbereik 2: Beschermen van cruciale functies, 1/100 droogte jaren'. Volgens dit voorzieningenniveau zijn wel zoetwatertekorten toegestaan voor de overige functies, zoals landbouw, industrie, scheepvaart, waterrecreatie en natuur.

Beide voorzieningenniveaus verschillen met de niveaus die zijn geanalyseerd in de Voorverkenning (zie voetnoot 1). In die studie werd voor de droge en extreem droge jaren gekeken naar maatregelpakketten die voor alle gebruiksfuncties het huidige leveringsniveau handhaafden. In de 'Economische analyse Zoetwater' staat handhaving van het huidige voorzieningenniveau niet centraal, maar wordt gekeken naar geen enkel tekort voor droge jaren en, alleen voor de cruciale functies, voor extreem droge jaren.

De resultaten van de hydrologische analyse over de zoetwatertekorten en de effectiviteit van de maatregelen zijn gebruikt voor de economische analyse. Hierbij zijn de volgende punten bekeken:

1. Wat zijn de kosten van de mogelijke maatregelen?
2. Hoe kosteneffectief zijn deze? Wat zijn de meest kosteneffectieve maatregelen om aan de voorzieningenniveaus 1 en 2 te voldoen?
3. Wat zijn de baten van deze maatregelen voor de diverse gebruiksfuncties? Achter deze vraag zit een andere specifieke beleidsdoelstelling: bevorderen van de Nederlandse economie door een positief kosten-batensaldo voor de gebruiksfuncties landbouw, scheepvaart en industrie. Deze doelstelling wordt in het 'Deltaprogramma Zoetwater' en in de 'Economische analyse Zoetwater' aangeduid als 'Doelbereik 3: Bevorderen concurrentiepositie Nederland (landbouw, industrie, scheepvaart)'.
4. Wat is het maatschappelijke kosten-batensaldo per maatregel? Wat zijn, gelet op het kosten-batensaldo, de beste maatregelen om aan de voorzieningenniveaus 1 en 2 te voldoen? Hierbij worden in de 'Economische analyse Zoetwater' maatregelen vergeleken op basis van een mix van kwantitatieve informatie over kosten en landbouwbaten en kwalitatieve informatie over andere effecten.

2.2 Hoe groot is het zoetwatertekort anno nu, in 2050 en 2100?

2.2.1 Deltascenario's: klimaat en sociaaleconomische ontwikkelingen

Het tekort aan zoetwater in de jaren 2050 en 2100 is door Deltares geschat op basis van het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium en de klimatologische en sociaaleconomische ontwikkelingen uit de Deltascenario's uit 2012 (zie onderstaande tabel 2.1). Daarnaast is inzicht gegeven in de huidige tekorten (referentie jaar '2015').

Op basis van twee assen van onzekerheid, klimaat en sociaaleconomische ontwikkeling, zijn vier Deltascenario's vastgesteld. In de scenario's Druk en Rust is de klimaatontwikkeling gematigd. In deze scenario's stijgt de temperatuur in 2050 met 1 graad Celsius en stijgt de zeespiegel met 15 cm; in 2100 loopt dit op tot 2 graden Celsius en 35 cm. In de scenario's 'Warm' en 'Stoom' is de klimaatontwikkeling snel en is de zeespiegel in het jaar 2100 gestegen met 85 cm.

Voor lage afvoer in de Rijn en neerslag zijn er grote verschillen tussen de scenario's. In de scenario's 'Druk' en 'Rust' stijgt de lage afvoer van de Rijn en stijgt de neerslag in de zomer, terwijl die in 'Warm' en 'Stoom' beide dalen. Vooral deze klimatologische verschillen zijn relevant voor het zoetwatertekort.

In de scenario's 'Druk' en 'Stoom' wordt uitgegaan van een hoge sociaal economische groei: een economische groei van 2,5% en een groei van de bevolking tot 25 miljoen in 2100. Beide andere scenario's ('Rust' en 'Warm') worden gekenmerkt door een economische groei van 0,5 tot 1,0% en een bevolking die in 2100 is gedaald tot 12 miljoen.

In de hoge sociaaleconomische groeiscenario's 'Druk' en 'Stoom' neemt de verstedelijking duidelijk toe, neemt het landbouwareaal aanzienlijk af, intensificeert de landbouw en wordt recreatieve natuur van toenemend belang voor de bevolking. In de scenario's 'Rust' en 'Warm' met een krimpende bevolking neemt het grondgebruik voor landbouw in beperkte mate af.

In de 'Economische analyse Zoetwater' worden de Deltascenario's 'Druk' en 'Warm' het meest uitgebreid besproken. Onderstaande tabel geeft in het kort enkele kenmerken van deze twee scenario's weer.

Tabel 2.1 Deltascenario's Druk en Warm voor 2050 en 2100

	Deltascenario's 2012				
	Referentie	'Druk'		'Warm'	
	('2015')	2050	2100	2050	2100
Klimaat					
Klimaatverandering, graden Celcius (verschil met 1990)					
		1	2	2	4
Zeespiegelstijging, cm (verschil met 1990)		15	35	35	85
Extreem hoge afvoer Rijn 1/100 jaar (m ³ /s)	12.500	13.000	14.000	14.000	15.000
Extreem lage afvoer Rijn 1/10 jaar (m ³ /s)	630	650	670	520	420
Gemiddelde neerslaghoeveelheid in de winter (verschil in % met periode 1976-2005)		4	7	14	28
Gemiddelde neerslaghoeveelheid in de zomer (verschil in % met periode 1976-2005, kust/binnenland)		3	6	-12/-19	-26/-38
Economie, demografie en ruimtegebruik					
Aantal inwoners NL, mln	16	20	25	15	12
Economische groei (bbp, % per jaar)		2,5	2,5	1,0	0,5
Verstedelijking (% oppervlak)	20	23	25	21	21
Landbouwareaal (% oppervlak)	59	51	45	56	55
Natuur en recreatie (% oppervlak)	18	22	26	19	20
Uitleg: 'Druk' en 'Rust': matige klimaatverandering; 'Warm' en 'Stoom': snelle klimaatverandering; 'Druk' en 'Stoom': sociaal economische groei; 'Rust' en 'Warm': sociaal economische krimp. Bron: Bruggeman et al. (2012, p.8), tabel kengetallen per scenario.					

2.2.2 Tekorten voor verschillende gebruiksfuncties en regio's

De leveringen en tekorten aan water worden onderscheiden in die uit oppervlaktewater en die uit grondwater. Oppervlaktewater voorziet de volgende typen watervraag: peilbeheer, directe onttrekking drink- en industriewater, doorspoeling en beregening.

Voor het bepalen van effecten van tekorten wordt vervolgens een relatie gelegd met gebruiksfuncties (zie onderstaande tabel). De levering van grondwater betreft leveringen voor beregening door de landbouw en levering aan andere gebruikers, vooral drink- en industriewater⁸. Daarnaast is een goede grondwaterstand ook van belang voor de natuur.

Tabel 2.2 De gebruiksfuncties van oppervlaktewater en grondwater

	Gebruiksfuncties	Mogelijke schade
Oppervlaktewater		
Peilbeheer	Stedelijk gebied, Infrastructuur, Land- en tuinbouw, Recreatie, Natuur, Scheepvaart	Verzakking, paalrot, verzwakken dijken, meer onderhoud kades, wegen, kabels en leidingen, verdroging, verlies belevingswaarde en inkomsten recreatie
Drink- en industriewater	Drinkwater, Industriewater	Stilleggen of verminderen productie, meerkosten alternatieve aanvoer, kosten van ontziltling
Doorspoeling	Recreatie, Natuur, Land- en tuinbouw, Stedelijk gebied	Verziltingsschade door hoog chloridengehalte oppervlaktewater, afname waterkwaliteit met verlies natuur- en recreatiewaarde
Beregening	Land- en tuinbouw	Droogteschade en verziltingsschade, vooral in groeiseizoen
Grondwater		
	Land- en tuinbouw, Drinkwater, Industriewater, Natuur	Droogteschade, Stilleggen of verminderen productie, meerkosten alternatieve aanvoer, verlies natuurwaarde

Bron: Stratelligence (2014), tabel 2.

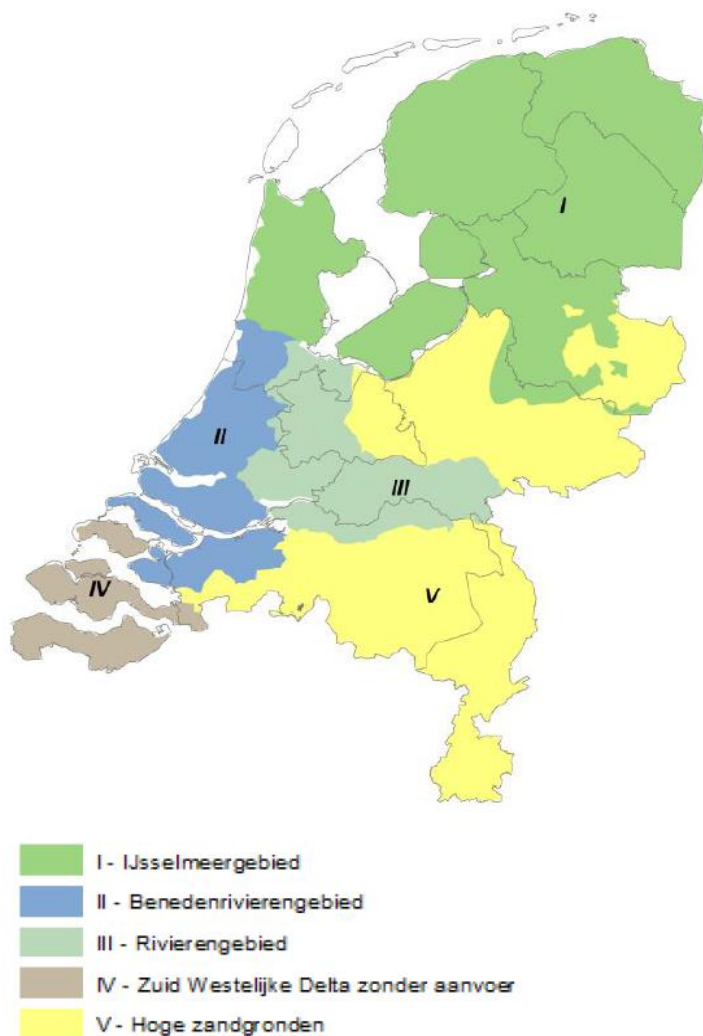
Bij de analyse van tekorten en maatregelen wordt een onderverdeling gemaakt naar vijf hydrologische regio's (knelpuntgebieden):

- IJsselmeergebied: Noord-Holland, Fries-Gronings kustgebied, Flevopolders, IJssel-Vechtgebied en Drents Plateau.
- Benedenrivierengebied ('West-Nederland'): West-Nederland (dat wil zeggen gebied dat risico externe verziltling kent) en Zuidwestelijke Delta met zoetwateraanvoer.
- Bovenrivierengebied ('Rivierengebied'): stroomgebied rond bovenstroomse deel van Maas- en Rijnakken.

⁸ In de kwantitatieve hydrologische analyse van Deltares zijn tekorten aan drinkwater en industriewater echter niet meegenomen, omdat dit maar fragmentarisch is ingebouwd in het Deltamodel.

- Hoge Zandgronden: Zuid-Limburg, Midden-Limburg en Noord-Brabantse kanalen gebied, Zuid-Nederland-Midden, Centrale hoge zandgebieden (Utrechtse Heuvelrug) en oostelijke zandgebied (Salland en Achterhoek).
- Zuidwestelijke Delta zonder wateraanvoer: Zeeuws-Vlaanderen en Zeeuwse eilanden.

Figuur 2.2 Vijf hydrologische knelpuntgebieden



Bron: Maat et al.(2014), figuur 2.4, p. 16.

Kansrijke maatregelen in het hoofdwatersysteem hebben alleen invloed op het aanbod van oppervlaktewater in de regio's IJsselmeergebied, West-Nederland en beide Rivierengebieden. Ze hebben in geen van de regio's invloed op het aanbod van grondwater.

Onderstaande tabel geeft voor het oppervlaktewater een samenvatting van de inschatting van de huidige en toekomstige watertekorten in de Deltascenario's Druk en Warm in 2050; hierbij is onderscheid gemaakt naar zoetwaterregio's en zijn de effecten getoond voor de volgende twee typen droogtejaren:

- Een droog jaar, kans 1/10 jaar; de situatie die bestudeerd is (droogteverloop door het zomerhalfjaar heen) komt overeen met een droogte gebaseerd op het jaar 1989 in de huidige situatie.
- Een extreem droog jaar, kans 1/100 jaar; dit komt overeen met een droogte gebaseerd op het jaar 1976 in de huidige situatie.

Klimaatverandering, zoals in scenario 'Warm', zorgt ervoor dat droge en extreem droge jaren in 2050 veel droger zijn dan in de huidige situatie. De veranderingen hierin verschillen ook sterk per regio.

Tabel 2.3 Huidige en toekomstige knelpunten aanvoer van oppervlaktewater

Regio & knelpunt	Huidig		'Druk' in 2050		'Warm' in 2050	
	Droog	Extreem droog	Droog	Extreem droog	Droog	Extreem droog
IJsselmeergebied						
- Peilbeheer						---
- Doerspoeiing		—		—		-----
- Beregening						-----
West-Nederland						
- Peilbeheer				—		—
- Doerspoeiing						—
- Beregening		---		---	—	-----
- Verzilting inlaat Gouda		---		---	---	-----
- Verzilting inlaat Bernisse		—		—		---
Rivierengebied						
- Peilbeheer		—		(—?)		—
- Doerspoeiing						---
- Beregening	—	-----	—	-----	-----	-----
Hoge Zandgronden						
- Peilbeheer	—	-----	—	---	—	-----
				(-----?)		
- Doerspoeiing	-----	-----	-----	-----	-----	-----
- Beregening	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Bron: Stratelligence (2014), figuur 14 op p. 56, figuur 22 op p. 73, figuur 23 op p. 74 en figuur 31 op p. 97.
 Toelichting: — significant tekort, maar minder dan 10% van de watervraag, --- tekort tussen 10 en 20%, ----- tekort tussen 20 en 40%, ----- tekort meer dan 40%. Volgens de tabel zijn in twee gevallen de knelpunten in de toekomst minder groot dan in de huidige situatie. Dit lijkt niet plausibel. Vandaar dat in deze twee gevallen tussen haakjes een score waarin het knelpunt gelijk blijft met de huidige situatie, wordt gesuggereerd.

De tabel laat zien dat:

- In de huidige situatie al sprake is van zoetwatertekorten. Dit speelt vooral in een extreem droog jaar door te lage waterstand in rivieren en, ten dele in combinatie hiermee, uitzakkende grondwaterstanden. Dit levert vooral problemen op in de Hoge Zandgronden en in mindere mate in het Rivierengebied.
- Ook zijn er in de huidige situatie problemen met de waterkwaliteit; dit betreft de verzilting van zoetwaterinlaatpunten in West-Nederland (Gouda).
- Deze zoetwatertekorten en verziltingsproblemen nemen in 2050 niet wezenlijk toe bij een Deltascenario met een gematigde klimaatontwikkeling, zoals 'Druk' (en ook 'Rust').
- Bij Deltascenario's met een snelle klimaatontwikkeling, zoals 'Warm' (en ook 'Stoom'), is wel sprake van een sterke toename van de zoetwatertekorten en verziltingsproblemen. Volgens dit scenario zijn in 2050 de tekorten niet alleen in een extreem droog jaar sterk toegenomen maar ook in een droog jaar in het Rivierengebied en West-Nederland.

2.3 Kosten, effecten en baten van (hoofd-) watersysteemmaatregelen

De 'Economische analyse Zoetwater' beschouwt maatregelen waarover voldoende bruikbare modelresultaten beschikbaar zijn. Dit betekent dat de analyse zich heeft beperkt tot hoofdwatermaatregelen in de regio's IJsselmeer en West-Nederland. In het beschrijvende deel van het rapport wordt daarnaast kort aandacht besteed aan regionale maatregelen en maatregelen bij gebruikers.⁹ Ook hoofdwatersysteemmaatregelen in het Rivierengebied krijgen kort aandacht.

Een effectoverzicht van de geanalyseerde maatregelen is weergegeven in onderstaande tabel 2.4. Voor elk van de maatregelen staan hierin de jaarlijkse kosten (annuïteit¹⁰), de effectiviteit in het oplossen van het zoetwatertekort per euro (in 2050, Deltascenario Warm, extreem droog jaar) en zijn de effecten op diverse gebruiksfuncties kwalitatief aangeduid door experts en belanghebbenden. In Stratelligence (2014, vooral kaders 5 en 6 op pp. 61-63 en pp. 80-81) wordt hier nadere toelichting op gegeven.

⁹ Zie bijvoorbeeld het overzicht van dergelijke maatregelen in Stratelligence (2014), tabel 13.

¹⁰ De kosten van investering, onderhoud en beheer zijn vertaald in een jaarlijks gelijk bedrag. Hierbij is uitgegaan van constante prijzen en van de in Nederlandse MKBA's gebruikelijke discontovoet van 5,5%.

Tabel 2.4 Kosten en effecten van hoofdwatermaatregelen voor het IJsselmeer en West-Nederland

	Jaarlijkse kosten, annuïteit	Kosten-effectiviteit	'Warm' Effecten kwalitatief, 2050 2050; 1/100 jaar					
			Landbouw	Industrie	Scheepvaart	Drinkwater	Infrastructuur/tekort peilbeheer	Natuur
	Mln euro	M ³ minder tekort per euro						
IJsselmeer								
20 cm structurele buffer	1,4	0,11			+	+	+	+
40 cm bufferschijf	14,8	0,22	+	+	+	+	+	+&-
80 cm bufferschijf	70,4	0,05	+	+	+	+	+	+&-
40 cm bufferschijf & meer afvoer via de IJssel	42	0,08	+	+&-	+&-	+&-	+	+&-
West-Nederland								
KWA 15 m3/s	3,1	0,3	+	+&-	-	-	+	+
KWA 24 m3/s	5,3-7,7	0,2	+	+&-	-	-	+	+
Herstel trapjeslijn in grind	5,3-8,1	0				+		
Bellenpluim 50 m3/s	1,0-2,1	0				+		
Bellenpluim 200 m3/s	3,1-6,2	0,1	+	+		+	+	+
Bernisse-Brielse meer, inlaat en beheer	0,1			+				
Zouter water inlaten	0		-			-	+	-
Bron: Stratelligence (2014), tabellen A, C, 15, 17, 20 en 23 en nadere toelichting op deze scores in kader 5 (pp. 61-63) en kader 6 (pp. 80-81) . + & - scores geven aan dat er zowel positieve als negatieve effecten zijn.								

Deze informatie is gebruikt om een voorkeursstrategie van hoofdwatersysteemmaatregelen voor het IJsselmeer en West-Nederland te bepalen voor de drie verschillende beleidsambities (zie onderstaande tabel 2.5).

Tabel 2.5 Effecten van maatregelen uit voorkeursstrategie voor het IJsselmeer en West-Nederland: in hoeverre zijn deze nodig en toereikend voor drie specifieke beleidsdoelen (zoetwatervoorzieningsniveau 1 en 2 en beleidsdoel 'bevorderen sectoren')

	Droog: niveau 1 haalbaar		Extreem droog: niveau 2 haalbaar		Beleidsdoel: bevorderen sectoren (landbouw, industrie, scheepvaart)?d?	
	Huidig/Druk 2050	Warm 2050	Huidig/Druk 2050	Warm 2050	Huidig/Druk 2050	Warm 2050
IJsselmeer						
20 cm structurele buffer	nodig	nodig	nodig	niet toereikend		scheepvaart
40 cm buffer	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet toereikend (50 cm nodig)		landbouw, industrie & scheepvaart
Regionale maatregelen	extra baten natuur en landbouw	extra baten natuur en landbouw	extra baten natuur en landbouw	extra baten natuur en landbouw	extra baten landbouw	extra baten landbouw
West-Nederland						
KWA 15m ³ /s	niet nodig	niet nodig	nodig en meest kosten-effectief	nodig en meest kosten-effectief	landbouw	landbouw
Inlaatsluis Spijkenisse/Bernisse Brielse Meer	niet nodig	niet nodig	niet nodig	niet nodig	industrie	industrie
Regionale maatregelen	extra baten natuur en landbouw	extra baten natuur en landbouw	extra baten natuur en landbouw	extra baten natuur en landbouw	extra baten landbouw	extra baten landbouw

Bron: Stratelligence (2014), tabellen B en D, p. viii en x.
 Uitleg: Voorzieningsniveau 1: geen tekort voor alle functies in droog jaar; voorzieningsniveau 2: geen tekort voor cruciale functies in extreem droge jaren; Beleidsdoel 3: bevorderen sectoren = positieve baten voor landbouw, scheepvaart & industrie. De aanduiding "nodig" betekent nodig en toereikend. Het label "niet toereikend" betekent nodig maar niet toereikend. Volgens Deltares is de inlaatsluis Spijkenisse nodig indien wordt besloten tot het zout maken van het Volkerak-Zoommeer.

Voor het zoetwatervoorzieningsniveau 1 (geen tekort voor alle functies in een droog 1/10 jaar) volstaat in het IJsselmeer ook bij snelle klimaatverandering in 2050 een structurele buffer van 20 cm. De kosten hiervan zijn beperkt (1,4 miljoen euro per jaar). Regionale maatregelen kunnen een aanvullende rol hebben, met name voor het vergroten van de baten voor landbouw en natuur. Voor West-Nederland zijn voor het voldoen aan voorzieningsniveau 1 geen maatregelen nodig¹¹. Regionale maatregelen kunnen net als voor het IJsselmeergebied een aanvullende rol hebben.

¹¹ Volgens Deltares is de inlaatsluis Spijkenisse nodig indien wordt besloten voor het zout maken van het Volkerak-Zoommeer.

De 20 cm structurele buffer voldoet voor het IJsselmeer bij een gematigde klimaatverandering (scenario Druk) in 2050 aan voorzieningenniveau 2 (geen tekort voor cruciale functies in een extreem droog 1/100 jaar). Bij een snelle klimaatverandering in 2050 conform het scenario 'Warm' voldoen de 20 en 40 cm niet aan dit voorzieningenniveau. Een buffer van circa 50 cm lijkt volgens aanvullende analyses van Deltares wel toereikend. Voor West-Nederland is de vergroting van de kleinschalige wateraanvoer tot 15 m³/s voldoende voor voorzieningenniveau 2. Deze kleinschalige wateraanvoer is tevens het meest kosteneffectief.

In de Economische analyse Zoetwater (p. 84-88) wordt gesuggereerd dat de kleinschalige wateraanvoer van 15 m³/s voor West-Nederland in de huidige situatie een positief maatschappelijk kosten-batensaldo oplevert. De argumentatie is als volgt:

- In de praktijk blijkt dat men kiest voor het inlaten van zouter water in een droog jaar in plaats van niet inlaten. Kennelijk is de zoutschade minder dan de droogteschade bij niet inlaten.
- In vergelijking met het alternatief Zouter water inlaten scoort een KWA 15 m³/s beter. De extra kosten van jaarlijks 3,1 miljoen euro worden meer dan gecompenseerd door minder zout- en droogteschade; daarnaast zijn er nog voordelen voor de natuur.

3 Suggesties voor vervolg

Vooruitgang en aanbevelingen in 'Economische analyse Zoetwater'

De 'Economische analyse Zoetwater' bouwt voort op de Voorverkenning en zet in diverse opzichten een stap vooruit, zoals:

- Betere hydrologische onderbouwing. Deze onderbouwing is ook op diverse manieren onafhankelijk getoetst;
- Gebaseerd op meer recente Deltascenario's;
- Meer focus op de korte en middellange termijn;
- Een beleidsarm referentiealternatief;
- Bij de gemonetariseerde landbouwbatens in West-Nederland niet alleen droogteschade maar ook verziltingsschade.

Zoals ook in de 'Economische analyse Zoetwater' staat vermeld, is er tegelijkertijd nog veel werk te doen. Zo is de analyse bijvoorbeeld grotendeels beperkt tot de hoofdwatersysteemmaatregelen in het IJsselmeer en West-Nederland en voor deze maatregelen zijn de baten in beperkte mate gekwantificeerd en gemonetariseerd. In de 'Economische analyse' wordt gemotiveerd aangegeven waarom dit zo is.

De redenen voor de beperkte scope van de 'Economische analyse Zoetwater' zijn divers. Zo zijn vaak niet voldoende bruikbare modelresultaten beschikbaar. Daarnaast gaat het bij regionale maatregelen en hun effecten om maatwerk, want telkens moet worden gekeken hoe deze maatregelen lokaal het meest effectief kunnen worden ingezet. Een dergelijke inspanning kon niet worden uitgevoerd in het kader van de analyse.

De 'Economische analyse Zoetwater' geeft een uitgebreide lijst van aanbevelingen voor vervolgonderzoek. Zo wordt aanbevolen om het modelinstrumentarium voor hydrologische analyse te verbeteren en uit te breiden, maatregelen op regionale schaal en bij gebruikers mee te nemen, analyse van de economische effecten te verbeteren en de belangrijkste baten, zoals die van peilbeheer, te monetariseren.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Voor de overzichtelijkheid groeperen wij de suggesties voor vervolgonderzoek in de onderstaande aanbevelingen:

- Verbeter de analyse van het toekomstige tekort aan zoetwater; een beter inzicht in deze tekorten verbetert ook de inzichten in de noodzaak, kosten en baten van maatregelen. Belangrijke aandachtspunten hierbij zijn: adaptief gedrag, de risicoanalyse en de nieuwe KNMI-klimaatscenario's.
- Kijk niet alleen naar maatregelen uit het hoofdwatersysteem. Dit betekent niet alleen uitbreiding van de analyse met technische maatregelen op regionaal niveau en bij gebruikers, maar ook met niet-technische maatregelen en rol van de overheid.
- Meer kwantificeren en monetariseren van de baten.
- Daarna pas analyse optimale zoetwatervoorziening.
- Begin met een belangrijke casus en inventariseer eerder onderzoek.

De genoemde punten worden onderstaand uitgewerkt.

Adaptief gedrag, technologische verandering en prijzen

Juist in tijden van sterk toenemende droogte zullen technologische verandering en gedragsverandering belangrijker worden. Trends uit het verleden, bijvoorbeeld over de afgelopen vijftig jaar, en ervaringen in landen met droogte kunnen hiervoor informatie geven. In reactie op de droogte in 1976 nam bijvoorbeeld de oppervlakte van beregenings- en bevoeiingsinstallaties in een paar jaar toe met 50 tot 100%.¹² Innovaties zoals tijdelijke grootschalige ondergrondse opslag van zoetwater kunnen in de toekomst misschien veel droogteschade voorkomen. Ook kan verandering van teelt de schade beperken. Adaptief gedrag is niet alleen voor landbouw van belang, maar ook voor diverse andere gebruiksfuncties, zoals voor natuur en scheepvaart.¹³

¹² Zie RIZA et al. (2005).

¹³ Bijvoorbeeld als reactie op lagere rivierstanden kunnen de schepen minder diep en langer worden en kan meer worden vervoerd over de weg.

Voor het schatten van de toekomstige zoetwatertekorten en het beoordelen van de kosten en baten van zoetwatermaatregelen moet daarom ook rekening worden gehouden met technologische verandering en gedragsverandering.

In de 'Economische analyse Zoetwater' wordt uitgegaan van vaste landbouwprijzen, onafhankelijk van het klimaatscenario en de droogte in een bepaald jaar. Door algemeen toenemende droogte of door tijdelijke droogte kunnen landbouwprijzen stijgen. Dit kan het rendement van investeren in zoetwatervoorziening voor de landbouw aanzienlijk *vergroten*. Door vervolgens extra zoetwatermaatregelen te nemen, kan het aanbod weer worden vergroot met een prijsdaling tot gevolg. Deze prijselasticiteit kan het rendement van investeren in zoetwatermaatregelen voor landbouw aanzienlijk *verlagen*. Ter illustratie: de watertekorten in de zomer van 2003 zorgden voor een sterke daling van het aanbod van aardappelen. In reactie hierop stegen de prijzen met een factor 3 tot 4 vergeleken met 2002.¹⁴ Voor de schatting van de landbouwbaten moet daarom rekening worden gehouden met de interactie tussen droogte, vergroting van het aanbod en landbouwprijzen.

Risicoanalyse

In de 'Economische analyse Zoetwater' zijn de tekorten en effecten van maatregelen bepaald voor droge en extreem droge jaren, uitgaande van de karakteristieke jaren 1989 en 1976. Hierbij wordt verondersteld dat een droog jaar een kans van 1/10 jaar heeft in de huidige situatie en een extreem droog jaar een kans van 1/100 jaar in de huidige situatie. Deze analyse is in twee opzichten beperkt:

- Voor sommige gebruiksfuncties en regio's kan volgens Deltares de kans op droogte of andere schade aanzienlijk hoger zijn dan dat volgt uit deze veronderstellingen.
- De hele kansverdeling voor droogte of andere schade is van belang en niet alleen de 1/10 en 1/100 jaren. Interpolatie van deze kansen, zoals in de 'Economische analyse Zoetwater', kan een eerste redelijke benadering geven van deze kansverdeling. Maar als bijvoorbeeld in een gemiddeld jaar bij snelle klimaatverandering droogte voor één of meerdere gebruiksfuncties ook al aanzienlijke schade oplevert, zal dit een onderschatting van het zoetwatertekort en daarmee van de baten van zoetwatermaatregelen betekenen.

Verbetering van de risicoanalyse, met name voor droogtekansen die sterk afwijken van de huidige veronderstellingen, is daarom van belang voor een inschatting van toekomstige tekorten en daarmee van de potentiële baten van zoetwatermaatregelen.

¹⁴ Zie van Berkum et al. (2003).

Nieuwe klimaatscenario's van het KNMI: minder sterke afname neerslag.

Dit jaar heeft het KNMI nieuwe klimaatscenario's gepubliceerd¹⁵. In twee van de vier gepresenteerde nieuwe scenario's neemt de neerslag in de zomer sterk af, maar minder sterk dan in de oude KNMI'06-scenario's. De gebruikte Deltascenario's Druk en Warm zijn gebaseerd op deze oude KNMI'06-scenarios.

Wat betekent het gebruik van de nieuwe scenario's voor de analyse van zoetwater? KNMI (2014, p.13) meldt: "recente berekeningen met klimaatmodellen geven nog maar beperkte aanwijzingen voor een afname die zo extreem is als in G+ en W+ KNMI'06-scenario's." Ook wordt voor het eerst onderscheid tussen regio's gemaakt voor eenduidige veranderingen, zoals de gemiddelde temperatuur. In hoeverre geeft dit een ander beeld van de regionale zoetwatertekorten?

Niet alleen maatregelen uit het hoofwatersysteem

De analyse van maatregelen was beperkt tot technische maatregelen voor het hoofwatersysteem. Deze analyse kan worden uitgebreid door ook te kijken naar:

- Technische maatregelen op het regionale niveau;
- Technische maatregelen bij gebruikers, zoals zuiniger gebruik van water en opslag van water.

Daarnaast is ook aandacht op zijn plaats voor niet-technische maatregelen en de rol van de overheid.

Financiële prikkels kunnen een zelfstandige en extra bijdrage leveren aan een efficiëntere en effectievere zoetwatervoorziening.¹⁶ Bij landbouwgewassen kan beprijzen van zoetwateraanvoer, in combinatie met gerichte lokale investeringen in hoogkwalitatieve zoetwatervoorziening, een effectief instrument zijn. Ook bij gebruik van grondwater, zoals voor beregening, kan beprijzing een effectief instrument zijn om water te verdelen over niet-cruciale gebruiksfuncties. Hierbij kunnen de tarieven oplopen met de mate van waterschaarste.

Niet-technische maatregelen betreffen niet alleen beprijzing van het gebruik van water. Het kan ook gaan om subsidies voor innovatie en zuiniger watergebruik of het verhuizen van grote waterverbruikers naar regio's waar meer zoetwater is. Een andere categorie is het verbeteren van de informatievoorziening, bijvoorbeeld over verwachte droogte, het niveau van publieke zoetwatervoorziening of mogelijkheden voor zuiniger watergebruik. Tot slot kan worden gedacht aan de regels en procedures voor watergebruik en vervuiling van water, zoals de verdringingsreeks in tijden van tekort, regels voor gebruik van grondwater en de normen voor peilbeheer.

¹⁵ Zie KNMI (2014).

¹⁶ Zie OECD (2012), Snellen et al. (2014) en Sterk Consulting (2013).

Kwantificeren en moneteriseren van de baten

In de 'Economische analyse Zoetwater' zijn de baten van zoetwatermaatregelen maar in zeer beperkte mate gekwantificeerd en gemonetariseerd. Dit bleef beperkt tot de landbouwschade. Bij de landbouwschade werden de effecten van droogte volledig gemonetariseerd¹⁷, werd de verziltingsschade beperkt gemonetariseerd¹⁸ en werd de natschade niet gemonetariseerd. Gemonetariseerde ramingen van de scheepvaartschade waren wel beschikbaar voor de Deltascenario's¹⁹, maar niet voor de vermindering van deze schade door de diverse maatregelen. Ook werd geen rekening gehouden met schade voor de Nederlandse economie bij langdurige en ernstige beperkingen van de beschikbare vaardiepte op de Rijn en Maas.²⁰ De effecten van regionale maatregelen zijn in de 'Economische analyse Zoetwater' niet meegenomen, omdat het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium beperkt geschikt is om de effecten op de regionale watervraag te bepalen.

Voor een afweging van kosten en baten van een maatregel en voor een goede vergelijking van maatregelen is het essentieel dat de belangrijkste baten zijn gekwantificeerd en gemonetariseerd. Belangrijke vormen van watergebruik in Nederland zijn peilbeheer en doorspoeling. Nader onderzoek naar de baten hiervan is daarom belangrijk.

De baten van peilbeheer kunnen heel beperkt zijn in sommige gebieden en heel hoog in andere gebieden. Dit laatste lijkt het geval in bijvoorbeeld veengebieden in West-Nederland vanwege het grote belang van de stabiliteit van waterkeringen. Ook zou kunnen blijken dat relatief goedkope maatregelen peilbeheerschade kunnen voorkomen, zoals aanleg van infiltratiedrainage ter voorkoming van paalrot in historische stadscentra.²¹

Het rapport 'Economische analyse Zoetwater' geeft aan dat het huidige modelinstrumentarium voor analyse van de baten van zoetwatermaatregelen onvoldoende volledig en gedetailleerd is. Een voorbeeld hiervan zijn de onttrekkingen voor drinkwater en industrie²². Daarnaast blijkt vaak regionaal maatwerk nodig. Oplossingen voor het verkrijgen van ontbrekende baten kunnen het best worden gezocht voor concrete regio's en concrete maatregelen (zie onder).

¹⁷ Hierbij werd geen rekening gehouden met adaptief gedrag, technologische veranderingen en prijsveranderingen.

¹⁸ Alleen voor West-Nederland en alleen voor een droog jaar. Hiervoor werd het model €ureyopener van Alterra gebruikt.

¹⁹ Bij snelle klimaatverandering zal de afvoer van de Rijn en de Maas in een extreem droog jaar sterk dalen en langdurige en ernstige beperkingen voor de scheepvaart veroorzaken. Gelet op de omvang van de goederenstromen, zullen alternatieve wijzen van vervoer vaak niet goed en alleen tegen hoge kosten mogelijk zijn. De omvang van het vervoer op de Rijn is ongeveer de helft van het totale internationale goederenvervoer door Nederland (gemeten in gewicht; zie Maat, et al., 2014, bijlage I).

²⁰ Zie, Stratelligence (2014), p. 8. Daarin wordt ook opgemerkt dat de kwaliteit van de resultaten voor de Deltascenario's onbekend is; hiervoor is nadere analyse van de resultaten nodig.

²¹ Zie Bos, Zwaneveld en Puijenbroek (2012). De infiltratiedrainage wordt nader toegelicht in van Staveren (2012).

²² Zie Stratelligence (2014), voetnoot 128 op pagina 97.

Optimale zoetwatervoorziening

Als op hoofdlijnen een redelijk betrouwbaar inzicht is verkregen van toekomstige tekorten en de kosten en baten van de belangrijkste maatregelen, kan als vervolgstap worden gekeken in hoeverre de zoetwatervoorziening in Nederland verder kan worden geoptimaliseerd. Dergelijke analyses zijn goed ontwikkeld op het gebied van waterveiligheid²³ en energievoorziening.²⁴

Bij het nadenken over een optimale zoetwatervoorziening kan het nuttig zijn op basis van economische theorie te verkennen wat de rol van de overheid en de markt is bij de zoetwatervoorziening. Hiervoor is door Teulings, Bovenberg en Van Dalen (2005, zie tabel 4.3 op pagina 134) een helder stappenplan ontwikkeld.

Begin met een belangrijke casus en inventarisatie eerder onderzoek

In de 'Economische analyse Zoetwater' is getracht met algemeen toepasbare methoden voor grote delen van Nederland de kosten en baten van zoetwatermaatregelen te monetariseren. Dit is niet eenvoudig gebleken, zoals blijkt uit het feit dat in de samenvatting van het rapport alle effecten (behalve de kosten) kwalitatief worden weergegeven. Als vervolgstap kan een belangrijke casus worden uitgewerkt, zoals het uitwerken van de effecten en gemonetariseerde baten van peilbeheer en doorspoeling voor een specifieke regio waar hiervoor naar verwachting veel droogteschade zou kunnen optreden. In een concrete situatie is het namelijk vaak eenvoudiger om effecten goed te kwantificeren en te monetariseren. Kies daarna andere belangrijke casussen of regio's. Een andere suggestie is om eerder onderzoek te inventariseren, zowel nationaal onderzoek als internationaal onderzoek.

²³ Zie bijvoorbeeld Kind, et al. (2011), pp. 10-12.

²⁴ Zie voor de Nederlandse energiemarkt bijvoorbeeld Mulder (2014) en Joode, et al. (2004).

Literatuur

Berkum, S. van, J.F.M. Helming, C.J.W Wolswinkel, 2003, Welvaartseffecten van droogteschade in de landbouw - Onderzoek naar prijsontwikkelingen en prijselasticiteiten van landbouwgewassen ten behoeve van het Agricom model, Onderzoek in opdracht van het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA).

Bos, F., P. Zwaneveld, en P. van Puijenbroek, 2012, Een snelle kosten-effectiviteitsanalyse voor het Deltaprogramma IJsselmeergebied: wat zijn de kosten en veiligheidsbaten van wel of niet meestijden met de zeespiegel en extra zoetwaterbuffer?, CPB Achtergronddocument.

Bos, F. en P. Zwaneveld, 2013, Second opinion Voorverkenning kosten en baten Deltaprogramma Zoetwater en aanbevelingen voor vervolganalyse, CPB Notitie 18 december 2013.

Bruggeman, W., E. Dammers, G.J. van den Born, B. Rijken, B. van Bommel, A. Bouwman, K. Nabielek, J. Beersma, B. van den Hurk, N. Polman, V. Linderhof, C. Folmer, F. Huizinga, S. Hommes en A. te Linde, 2013, Deltascenario's voor 2050 en 2100; nadere uitwerking 2012-2013; rapport door Deltares, KNMI, PBL, CPB en LEI in opdracht van het ministerie van Infrastructuur & Milieu.

Ecorys, 2013, Voorverkenning kosten en baten Deltaprogramma Zoetwater.

Joode, J. de, D. Kingma, M. Lijesen, M. Mulder, V. Shestalova, 2004, *Energy Policies and Risks on Energy Markets: a cost-benefit analysis*, Sdu, Den Haag.

Kind, J., J. Gauderis, M. Duits, C. Bak, 2011, Economisch optimale niveaus voor de bescherming van dijkringen tegen grootschalige overstromingen, *H2O Tijdschrift voor watervoorziening en waterbeheer*, nr. 25/26, pp. 10-12.

KNMI, 2014, KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie, KNMI, De Bilt.

Maat, J. ter, M. Haasnoot, J. Hunink en M. van der Vat, 2014, Effecten van maatregelen voor de zoetwatervoorziening in Nederland in de 21e eeuw, Deltares.

Mulder, M., 2014, Balanceren in onzekerheid; zoektocht naar de optimale regulering, oratie Rijksuniversiteit Groningen.

OECD, 2012, A framework for financing water resources management, OECD Studies on water.

RIZA, HKV, Arcadis, KIWA en Korbee en Hovelynck, 2005, Droogtestudie Nederland, aard, ernst en omvang van watertekorten in Nederland, eindrapport, RIZA-rapport 2005-16, p. 98.


Snellen, B., P.N.M. Schipper en T. van Hattum, 2014, Beprijzen van water voor de landbouw, Deltafact, Alterra.

Staveren, G. van, 2012, Achtergrondrapportage kosteneffectiviteitsanalyse DPIJ - niet veiligheidsmaatregelen, Acacia.

Sterk Consulting, 2013, Eindrapport: zoetwaterbeheer, bekostiging en sturing van instrument; een verkennend onderzoek naar de mogelijkheden van kostenterugwinning voor zoetwaterbeheer en de sturende werking van economische instrumenten, Studie op verzoek van Rijkswaterstaat, Waterdienst.

Stratelligence, 2014, Economische analyse Zoetwater ten behoeve van de Voorkeursstrategie Zoetwater, Eindconcept, juni 2014, opgesteld in opdracht van het Deltaprogramma, Deelprogramma Zoetwater.

Teulings, C., L. Bovenberg en H. van Dalen, 2005, *De cirkel van goede intenties; de economie van het publieke belang*, Amsterdam University Press.



Dit is een uitgave van:

Centraal Planbureau
Van Stolkweg 14
Postbus 80510 | 2508 GM Den Haag
T(070) 3383 380

info@cpb.nl | www.cpb.nl

Februari 2015