



Centraal Planbureau

CPB Notitie | 20 februari 2017

Beoordelings- systematiek zoetwater- beschikbaarheid

Op verzoek van Rijkswaterstaat



CPB Notitie

Aan: Rijkswaterstaat

Centraal Planbureau
Bezuidenhoutseweg 30
2594 AV Den Haag
Postbus 80510
2508 GM Den Haag

T 088 9846000
I www.cpb.nl

Contactpersoon
Annemiek Verrips, Gerbert Romijn

Datum: 20 februari 2017

Betreft: Beoordelingssystematiek zoetwaterbeschikbaarheid

Samenvatting

Rijkswaterstaat heeft het CPB gevraagd de toepasbaarheid van een methodologie om maatregelen op het terrein van zoetwaterbeschikbaarheid te beoordelen en de relatie met MKBA's te toetsen. Voorliggende notitie voorziet daarin.

Het rapport 'Risicobenadering voor de Nederlandse zoetwatervoorziening', eerdere concepten en tussenproducten, gesprekken met opdrachtgever en vergaderingen van de begeleidingscommissie vormen de bouwstenen waarop deze notitie is gebaseerd. Het rapport over de risicobenadering is in opdracht van Rijkswaterstaat opgesteld door medewerkers van Deltares, HKV, LEI en Witteveen+Bos. Het betreft een evaluatie van de toepasbaarheid van een in 2015 ontwikkelde methodiek voor een risicoanalyse van droogte voor heel Nederland als onderbouwing voor de besluitvorming in 2021 met betrekking tot zoetwater in het kader van het Deltaprogramma. De methodiek is toegepast op twee cases: de Berkel en het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK).

Het CPB acht de ontwikkelde methodiek een methodologisch goede basis om maatregelen op dit terrein te kunnen beoordelen. Bij de toepassing op de twee cases blijkt echter dat er nog veel beperkingen en witte vlekken zijn die op dit moment het praktische gebruik van de methodiek nog in de weg staan. Om de methodiek in de praktijk bruikbaar te maken is er daarom nog veel doorontwikkeling nodig. Dit betreft met name het gebruik van een juiste referentie en het feit dat adaptief gedrag in de methodiek nog niet is uitgewerkt en in deze eerste toepassing bij de cases dan ook niet is meegenomen. Daarnaast is het gebruik van meerdere toekomstscenario's, zowel om de effecten van droogte te ramen in de tijd als de invloed van maatregelen op deze effecten van belang. Dit is wel benoemd in het rapport, maar in de cases is deze meervoudige scenario-analyse nog niet toegepast. De analyse in de cases zijn alleen uitgevoerd bij de huidige klimaatomstandigheden. Voor een adequate invulling van analyses zijn nog veel data en regionale modelontwikkeling nodig.

De effecten van de geanalyseerde maatregel in de casus Berkel bleken erg beperkt. In de casus ARK is het niet mogelijk gebleken een maatregel te analyseren en zijn de effecten geanalyseerd van een mogelijk toekomstscenario. Ook deze effecten bleken erg beperkt. Dit is een belangrijke constatering. Dit zou het gevolg kunnen zijn van het feit dat er nog veel effecten van maatregelen niet zijn uitgewerkt of onbekend zijn, waardoor wellicht belangrijke kosten en baten niet tot uitdrukking komen. Ook zou de omvang van het droogteprobleem minder groot kunnen zijn dan tevoren ingeschat. Dit zou weer gelegen kunnen zijn in het feit dat alleen de effecten zijn geanalyseerd voor 2015 en de effecten van toekomstige klimaatontwikkelingen niet zijn meegenomen. Verder zou het kunnen dat bij toeval een maatregel en een scenario zijn geanalyseerd die weinig effect sorteerden. Ten slotte is het ook mogelijk dat de beleidsruimte om de effecten van droogte terug te dringen beperkt is. Een analyse van de onderliggende oorzaak zou richtinggevend kunnen zijn bij een verdere uitwerking van het instrumentarium.

Ten slotte zijn in de analyse van het CPB een aantal andere kanttekeningen en aandachtspunten naar voren gekomen die in deze notitie verder worden uitgewerkt. Deze kanttekeningen en aandachtspunten hebben zowel betrekking op de totstandkoming van de methodiek als op de uitwerking daarvan in de praktijk.

1 Inleiding

Achtergrond

Deltares werkt samen met LEI en Witteveen+Bos aan het project 'Instrumentarium afwegingen' (onderdeel economie). Zij doen dit in opdracht van Rijkswaterstaat-WVL voor het Kernteam Zoetwater. Het project is onderdeel van een groter project om de kennisbasis te vergroten voor beleidsondersteuning en advisering van Rijkswaterstaat aan de beleidskern van het ministerie van Infrastructuur en Milieu. In 2015 is hieraan gewerkt door Deltares, Stratelligence en LEI en in de periode 2015 – 2019 werken Deltares en HKV samen aan het verder ontwikkelen en toepassen van de methodiek in het kader van het Horizon2020 programma IMPREX.

Doel van dit project is 'de kennis en inzichten te vergroten en instrumenten te ontwikkelen die bijdragen aan het maken van afwegingen (zoals maatschappelijke kosten-batenanalyses, MKBA's) bij het bepalen van maatregelen op landelijk en regionaal niveau.' Hiermee wordt beoogd de afspraken omtrent de waterbeschikbaarheid economisch te onderbouwen.

Het project betreft de praktische uitwerking van conceptuele denkkaders die in de afgelopen jaren zijn ontwikkeld hoe de schade van zoetwatertekorten te bepalen. Daartoe is de methodologie¹ in 2016 toegepast op twee cases: het Noordzeekanaal/Amsterdam-Rijnkanaal (hierna ARK) en de rivier Berkel in de Achterhoek. Doel van deze casestudies is de ontwikkelde methodiek toe te passen op nieuwe sectoren en gebieden en zo meer ervaring hiermee op te doen. De cases zijn representatief voor soortgelijke watersystemen. De ambitie is om beleidsrelevante uitspraken te doen op basis van de zogenoemde risicobenadering. Een belangrijke toevoeging ten opzichte van de studie uit 2015 is een onzekerheidsanalyse. Deze geeft inzicht in de onzekerheidsmarges in de uitkomsten en welke aspecten deze onzekerheid het sterkst bepalen. Samen met een analyse van de mogelijkheden om de onzekerheden te beperken, geeft dit inzicht in de (on)mogelijkheid de betrouwbaarheid van de resultaten te verbeteren.

Dit alles zou in 2016 moeten leiden tot een eerste evaluatie van de toepasbaarheid van de methodiek voor heel Nederland als onderbouwing voor de besluitvorming in 2021 over zoetwater in het kader van het Deltaprogramma. Eind 2016 is het rapport 'Risicobenadering voor de Nederlandse zoetwatervoorziening' opgeleverd, hierna rapport 'Risicobenadering' genoemd, waarin de tot nu toe beschikbare informatie en de resultaten van de twee cases zijn gebundeld.

¹ In 2015 is een methodiek ontwikkeld voor een risicoanalyse van droogte. Deze methodiek is toegepast op historische analyses van droogte voor de sectoren scheepvaart, drinkwater en natuur en op een casestudie voor het beheergebied van Hoogheemraadschap Rijnland (Deltares, LEI en Stratelligence, 2016).

Rol CPB

Rijkswaterstaat heeft het CPB gevraagd een bijdrage te leveren door de toepasbaarheid van de ontwikkelde methodologie bij MKBA's (zie bijlage A) te bespreken. De wens daarbij was om deze bijdrage tijdens de uitvoering van het betreffende deelproject te leveren. De bijdrage wordt als zelfstandige CPB-notitie naast het eindrapport van Deltares, Witteveen+Bos en het LEI gepubliceerd. Het CPB heeft tevens zitting gehad in de begeleidingscommissie van dit project. Hierna volgt een beschouwing van het CPB op de gebruikte methodiek.

2 Probleemanalyse en het instrumentarium

Het ontwikkelde instrumentarium is bedoeld om zowel de knelpunten inzichtelijk te maken als om de effecten van maatregelen op het terrein van zoetwater te ramen en welvaartseconomisch te waarderen. Het gaat dan om maatregelen om (de effecten van) verdroging en verzilting tegen te gaan. Die maatregelen kunnen genomen worden door landelijke overheden, door regionale overheden, maar ook door private watergebruikers.

Een project start met een probleemanalyse. Welk knelpunt of welke kans doet zich voor en hoe ontwikkelt deze zich (Romijn en Renes, 2013)? Aan de hand van de probleemanalyse kunnen diverse richtingen worden ontworpen om de knelpunten aan te pakken, dan wel kansen te benutten. Een probleemanalyse biedt daarmee handvatten voor de oplossingsrichtingen om dat probleem aan te pakken. Zo'n oplossingsrichting wordt gevormd door een projectalternatief en bestaat uit een combinatie van maatregelen.

In het rapport 'Risicobenadering' wordt voor zowel de casus ARK als de Berkel een analyse gemaakt van de droogteproblematiek. De ontwikkeling hiervan in de toekomst wordt niet beschreven, evenmin als mogelijke reacties van watergebruikers als gevolg daarvan.

Het is vooralsnog niet duidelijk hoe projectalternatieven tot stand komen en welke rol het instrumentarium daarbij kan spelen. Het nog op te stellen plan van aanpak voor de knelpuntenanalyse zal aandacht besteden aan de wijze waarop kansrijke oplossingsrichtingen worden onderscheiden. Er is nog onvoldoende ervaring opgedaan om uitspraken te kunnen doen hoe dit in de praktijk zal uitpakken. In de casus Berkel zijn de effecten van één maatregel onderzocht. Dat betreft een situatie zonder waterinlaat vanuit het Twentekanaal naar de Berkel. Voor ARK zijn alleen de effecten geanalyseerd van een mogelijk toekomstscenario waarin de wateraanvoer in het ARK is gereduceerd en is het niet gelukt een maatregel vast te stellen en te beoordelen.

3 Keuze van projectalternatieven

De Leidraad schrijft voor dat een project in principe uit de kleinst mogelijke eenheid van maatregelen zou moeten bestaan die zinvol kan worden beoordeeld. De nog op te stellen projectalternatieven zullen waarschijnlijk voor een belangrijk deel bestaan uit een grotere verzameling van individuele maatregelen die worden gecombineerd tot maatregelenpakketten. Het uitvoeren van een aantal MKBA's om alle maatregelen afzonderlijk te beoordelen, is volgens Rijkswaterstaat en Deltares in veel gevallen gezien het aantal niet goed werkbaar, waarmee uiteindelijk in veel gevallen pakketten van maatregelen zullen worden beoordeeld.

Omdat een projectalternatief echter uit een combinatie van maatregelen bestaat, is het bij de formulering van de projectalternatieven van belang om de verschillende oplossingsrichtingen te optimaliseren. De MKBA brengt namelijk de welvaartseffecten in kaart van die combinatie van maatregelen. Indien er niet een zekere optimalisatie heeft plaatsgevonden en een projectalternatief bestaat uit gunstige en minder gunstige elementen, dan biedt een vergelijking van MKBA-saldi met andere projectalternatieven onvoldoende inzicht. Een optimalisatie van de projectalternatieven zou immers geleid hebben tot een ander beeld.

Om projectalternatieven te kunnen optimaliseren, is informatie nodig over de te verwachten kosten en baten. De totstandkoming van de projectalternatieven en het uitvoeren van de MKBA is daarmee een iteratief proces. Het is onvoldoende duidelijk op welke wijze deze optimalisatie tot stand komt en welke rol het instrumentarium kan spelen in dit proces. Daarbij is nog een complicerende factor dat sommige maatregelen buiten het hydrologisch systeem vallen, zoals aanpassingen van een vergunningenstelsel. Ook zullen veelal praktische oplossingen moeten worden gevonden voor een inschatting van de zogenoemde adaptiviteit: welke autonome ontwikkelingen vinden plaats, in welk tempo en tijdpad, welke gedragsveranderingen worden juist weer geïnitieerd door overheidsbeleid op het terrein van de zoetwaterbeschikbaarheid en hoe beïnvloeden al deze ontwikkelingen de effecten van maatregelen. Dit behoeft in de toekomst nadere uitwerking.

4 Omgaan met het nul-alternatief

De kosten en baten van projectalternatieven worden geraamd ten opzichte van een nul-alternatief. Het nul-alternatief geeft de meest waarschijnlijke ontwikkeling weer die zich zou voordoen als de te beoordelen maatregel niet wordt uitgevoerd. Autonome ontwikkelingen en besluiten die al genomen zijn, vallen binnen het nul-alternatief. De maatregelen voorgesteld in het Deltaprogramma Zoetwater vallen hieronder. Ook regulier beheer en onderhoud valt onder het nul-alternatief.

Gedragsveranderingen van watergebruikers die plaatsvinden zonder overheidssturing vallen onder 'autonome ontwikkelingen' en maken onderdeel uit van het nul-alternatief. Het gaat dan onder meer om autonome adaptatie gegeven klimaatverandering, bijvoorbeeld door een ander gewas te gaan telen dat beter past bij de optredende klimaatomstandigheden. Deze autonome ontwikkelingen maken onderdeel uit van een scenario (zie paragraaf 5) waarbinnen de analyse plaatsvindt.

De invulling van het nul-alternatief zal per scenario verschillen. De gedragsaanpassingen zijn namelijk scenario-afhankelijk.² De verschillen worden voornamelijk ingegeven door de mate en snelheid waarin klimaatverandering plaatsvindt. Zo zullen bij een snellere en sterkere klimaatverandering boeren eerder overstappen op het telen van andere gewassen.

Het is nog niet duidelijk op welke wijze het adaptief gedrag en ook de kosten en baten die daarmee gepaard gaan, worden geraamd. In de notitie 'Evaluatie landelijke toepasbaarheid risicoanalyse droogte,' die als input heeft gediend voor het rapport 'Risicobenadering', (hierna kortweg notitie 'Evaluatie') wordt voorgesteld deze te baseren op de aannames die eerder gemaakt zijn in het Deltaprogramma en nieuwe inzichten uit de studie regionale analyse watergebruikers. In de cases Berkel en ARK is geen rekening gehouden met adaptiviteit. In het rapport 'Risicobenadering' wordt in de samenvatting dan ook opgemerkt dat "de integratie van adaptatie in de landbouw (o.a. investeringen en operationele uitgaven voor berekening) een aandachtspunt vormt". Adaptatie reikt echter verder dan investeringsmaatregelen en berekening of het mairegime, maar omvat voor de landbouw ook het mogelijk overgaan op andere gewassen of vormen van landbouw, of mogelijk ander landgebruik (bijvoorbeeld zonnepanelen).

Dit betreft langetermijnschakelingen van meerdere decennia. Het is de vraag of de betrokkenen in de cases ook denken aan dit soort termijnen.

Het in beeld brengen van de autonome ontwikkelingen is van groot belang om de kosten en baten van projectalternatieven betrouwbaar te kunnen ramen. Indien het lastig is om op bepaalde punten aannames hieromtrent te maken en indien deze aannames waarschijnlijk wel een significante invloed zullen hebben op de uitkomsten van de analyse, is het zaak om een gevoeligheidsanalyse uit te voeren omtrent de invulling van de autonome ontwikkelingen.

De notitie 'Evaluatie' meldt op pagina 19:

"De investeringen binnen de drinkwater-, energiesector en industrie om schade als gevolg van toenemende droogte te voorkomen maakt geen onderdeel uit van de risicobenadering. Deze investeringen hebben wel impact op de welvaart en moeten daarom wel inzichtelijk worden gemaakt. Dit kan bijvoorbeeld door deze investeringen mee te nemen in het nul-alternatief."

² Het overheidsbeleid is wel gelijk verondersteld in de verschillende scenario's met uitzondering van wellicht kleine ingrepen op het gebied van onderhoud die mogelijk zouden kunnen verschillen afhankelijk van de klimatologische en economische ontwikkelingen.

De genoemde investeringen zijn echter alleen relevant in de MKBA indien deze in het projectalternatief niet (of in een andere vorm) zouden plaatsvinden. De baten in het projectalternatief bestaan dan voor een deel uit vermeden investeringen. Dit geldt ook voor baten die gepaard gaan met de adaptatie. Indien in een projectalternatief deze baten niet plaatsvinden omdat de adaptatie niet plaatsvindt, dan zijn dat negatieve baten in het projectalternatief.

Samenvattend geldt voor MKBA's dat indien met autonome gedragsveranderingen kosten en baten gepaard gaan die niet optreden in de situatie van het projectalternatief, dan dienen deze vermeden kosten of gederfde baten te worden meegenomen in de MKBA van een maatregel. Indien de gedragsveranderingen ook in het projectalternatief optreden, dan maken deze uiteraard onderdeel uit van zowel nul- als projectalternatief en hebben ze geen invloed op het maatschappelijk rendement van de te beoordelen maatregel.

5 Scenario's

Een scenario beschrijft een mogelijke toekomstige ontwikkeling van factoren die niet beïnvloed worden door beslissingen binnen het project (bijvoorbeeld klimaatverandering, economische groei, landgebruik), oftewel toekomstige ontwikkelingen van relevante exogenen. De ontwikkeling van de verschillende variabelen passen in het scenario logisch in elkaar: een scenario vertelt een verhaal. Door de effecten van een maatregel binnen zo'n scenario te bepalen, krijgen zowel de maatregel als de effecten een context (Romijn en Renes, 2013).

Volgens de notitie 'Evaluatie' zal een MKBA worden uitgevoerd met gebruikmaking van verschillende toekomstscenario's. Hierbij zal worden aangesloten bij deltasenario's van het Deltaprogramma. Vanuit praktische overwegingen wordt in deze notitie voorgesteld de MKBA met twee scenario's door te rekenen.

De casus Berkel is niet met verschillende scenario's geanalyseerd. De effecten van de maatregel zijn slechts berekend bij één scenario betreffende het klimaat en de economische ontwikkeling. Gezien de invloed van de klimaatontwikkeling op de keuze van maatregelen en de kosten en baten daarvan, is het zaak om een analyse ten minste in twee toekomstscenario's uit te voeren.

De casus ARK bevat geen maatregel, maar is een effectbepaling van een opgesteld 'scenario'. De samenvatting zegt hierover dat "het effect van het gekozen scenario op het droogterisico van de uitgewerkte gebruiksfuncties zeer beperkt bleek".

De Deltascenario's zijn gebaseerd op de oude WLO-scenario's uit 2006. Intussen zijn er nieuwe WLO-scenario's die op een aantal punten aanzienlijk afwijken van de oude. Het gebruik van de Deltascenario's betekent dus dat er gewerkt wordt met

achterhaalde inzichten over de toekomstige economische ontwikkeling en de daarbij horende ruimtelijke ontwikkeling en de ontwikkeling van landbouw, mobiliteit en transport. Dit kan een vertekend beeld geven van de kosten en baten van maatregelen. Een update van het economische beeld is voor vervolgtoeepassingen wenselijk.

6 Methode batenberekening MKBA

De kosten en baten in een MKBA worden volgens de notitie 'Evaluatie' op de volgende wijze geraamd:

- Voor twee zichtjaren, te weten 2015 en 2050, wordt de jaarlijkse *verwachtingswaarde* van het welvaartseffect van een maatregel ten opzichte van de situatie zonder maatregel weergegeven binnen het scenario waarin de analyse wordt gemaakt.
- De verwachtingswaarde volgt uit een kansverdeling dat een vorm van droogte optreedt met de bijbehorende fysieke effecten (volgend uit diverse modellen) die daarbij optreden en de bijbehorende waardering van die fysieke effecten.
- Voor het zichtjaar 2015 wordt verondersteld dat de hydrologische reeks over de periode de 1981-2005 representatief is voor het huidige klimaat.³ Deze reeks geeft dus de kansverdeling van het optreden van droogte in het jaar 2015.
- Voor het zichtjaar 2050 wordt een hydrologische reeks gebruikt die representatief is voor 2050 (uitgaande van toekomstige klimaatverandering in het betreffende scenario). De kansverdeling van het optreden van droogte verschilt in 2050 van 2015 en verschilt ook tussen de beide geanalyseerde scenario's; in de beide cases zijn nog geen effecten geraamd voor 2050, maar is omwille van eenvoud de situatie van 2015 als leidend verondersteld.
- Tussen 2015 en 2050 wordt lineair geïnterpoleerd.
- Bij de raming van de effecten van maatregelen wordt vanaf 2016 rekening gehouden met toekomstige autonome ontwikkelingen (adaptatie).
- In principe wordt het welvaartseffect uitgedrukt in euro's. In sommige gevallen is het nog niet goed mogelijk, haalbaar of niet wenselijk om de effecten in euro's uit te drukken. Dit geldt onder meer voor de verandering van de intrinsieke waarde van natuur.

Ten aanzien van deze werkwijze en uitgangspunten die daarbij geformuleerd zijn, kunnen de volgende opmerkingen worden geformuleerd:

³ Momenteel werkt Deltares aan het doorrekenen van een honderdjarige serie met Nationale Watermodel (NWM). Dit levert langjarige reeksen van de variabelen afvoeren, waterstanden, chloride en temperatuur op honderdvijftig locaties in het hoofdwatersysteem, voor het huidige klimaat en ten minste één toekomstscenario.

Invloed historische reeks

Voor het zichtjaar 2015 wordt verondersteld dat de hydrologische reeks over de periode de 1981-2005 representatief is voor het huidige klimaat. Deze reeks is korter dan bijvoorbeeld de hydrologische reeks 1961-1995, maar deze reeks mist het jaar 1976 waarin een extreme droogte optrad. Het in kaart brengen van dosis-effectrelaties van een dergelijke weinig voorkomende droogte is belangrijk om de effecten goed te kunnen ramen, waarbij uiteraard direct moet worden aangetekend dat moet worden vermeden dat een overschatting optreedt in de kans van optreden. De honderdjarige reeks waaraan wordt gewerkt heeft de voordelen van een vertegenwoordiging van een groot aantal jaren, maar daarentegen weer de nadelen dat een optredende trend in klimaatverandering niet juist wordt meegenomen. Samenvattend is het zaak om een database te hebben met voldoende representatieve jaren waarbij tegelijk op een of andere wijze een vertaalslag gemaakt moet worden naar de huidige en toekomstige klimatologische ontwikkelingen.

In de cases Berkel en ARK is gewerkt met een hydrologische reeks over de periode 1961-1980. Het eindpunt van deze reeks ligt ruim twintig jaar achter ons. Het is de vraag in hoeverre de data van ruim vijftig tot ruim twintig jaar geleden representatief is voor de klimaatontwikkelingen van dit moment. Voordeel van deze reeks is wel dat deze het jaar 1976 omvat.

Tegengaan van dubbeltellingen

Een apart en belangrijk aandachtspunt is het voorkomen van dubbeltellingen. Om de kosten en baten te ramen worden meerdere modellen naast elkaar ingezet om de schade die ontstaat door verzilting en door droogte te ramen⁴. Het is goed denkbaar dat bij deze raming dubbeltellingen optreden. Het is zaak hiervoor een mechanisme te ontwikkelen om dubbeltellingen zoveel mogelijk tegen te gaan.

Onzekerheden

Er bestaat een grote spreiding in de uitkomsten. Zo worden de gemiddelde gederfde landbouwopbrengsten in het gebied Berkel tussen 1961 en 1981 voor een belangrijk deel bepaald door de gederfde opbrengsten in 1976. Toekomstige klimaatontwikkeling en onzekerheden in de statistiek wat betreft de kans op voorkomen, beïnvloeden in belangrijke mate de resultaten.

De timing van de neerslag is van groot belang. Effecten van droogte vanuit het verleden hoeven niet een-op-een gelijk te zijn aan effecten van droogte in de toekomst. 'Iedere droogte is anders en pakt ook anders uit wat betreft de maatregelen die genomen worden'.

Er bestaan veel onzekerheden bij de toepassing: modelonzekerheid, statistische onzekerheid, meetonzekerheid, onzekerheden in de waardering van de effecten en onzekerheden in de scenario's, daarom is een onzekerheidsanalyse onderdeel van de risicobenadering. Met een Monte Carlo-analyse wordt de berekende

⁴ Het instrumentarium is (nog) niet toegesneden om de gevolgen van veranderingen in de waterkwaliteit mee te nemen.

verwachtingswaarde van het welvaartseffect voorzien van een bandbreedte. Hiermee kan bijvoorbeeld worden bepaald of het effect van een maatregel binnen de onzekerheidsmarge valt van de uitkomsten. In 2016 is de onzekerheidsanalyse nog niet toegepast, daarom kan de toepassing van de onzekerheidsanalyse nog niet worden beoordeeld.

Afvoerverdeling in Waterakkoorden

In de zogenoemde Waterakkoorden zijn afspraken gemaakt over de waterverdeling. Een andere afvoerverdeling kan belangrijke consequenties hebben voor de uitkomsten van zowel de omvang van het droogterisico en de verdeling over de verschillende gebieden als de effecten van maatregelen die genomen worden om het droogterisico tegen te gaan. Hiervoor zouden gevoeligheidsanalyses uitgevoerd kunnen worden. Het is echter niet duidelijk of de modellen en dosis-effectrelaties voldoende zijn uitgerust om dergelijke analyses te kunnen uitvoeren.

Natschade

Naast schade door droogte kan de landbouw ook schade door te veel neerslag ondervinden. Deze schade overstijgt zelfs naar verwachting de droogteschade. De natschade is niet betrouwbaar in de modellen geïncorporeerd en wordt daarom niet gebruikt. Dit kan leiden tot een verkeerd beeld van de effecten van maatregelen voor de zoetwaterbeschikbaarheid als deze maatregelen interfereren met maatregelen die worden genomen om de natschade te beperken. Bovendien kunnen sommige maatregelen die de kans op droogteschade in de landbouw beperken de kans of het effect op natschade vergroten. Het is van belang hiervoor te corrigeren. Er bestaat geen inzicht in de omvang van de effecten die hiermee gepaard gaan en op welke wijze hiermee rekening kan worden gehouden binnen het ontwikkelde instrumentarium.

Watertemperatuur en chlorideconcentratie

Ook de watertemperatuur en de chloride (zout-)concentratie in het watersysteem zijn van invloed op de omvang van de effecten van droogteschade van de verschillende functies. Bij de casus ARK beïnvloedt de watertemperatuur het rendement van energiecentrales. Ook bij de waterkwaliteit in stedelijk gebied is de watertemperatuur van belang. Bij een hogere temperatuur groeien de planten sneller wat extra onderhoud met zich meebrengt en wat een negatief effect heeft op het woongenot (casus Berkel). Ook vissterfte en de kwaliteit van zwembadwater is temperatuurgerelateerd. De invloed van watertemperatuur en chlorideconcentratie komt echter maar beperkt tot uitdrukking in de dosis-effectrelaties in de modellen.

De berekening van de chlorideconcentratie op het Noordzeekanaal en Amsterdam-Rijnkanaal is niet beschikbaar, omdat de zoutindringing vanuit zeesluis IJmuiden hier niet in is meegenomen. De berekening van temperatuur en chlorideconcentratie kan niet goed worden uitgevoerd met het modelinstrumentarium. De zoutschade door de

landbouw is niet meegenomen, omdat de berekeningsresultaten niet betrouwbaar zouden zijn (paragraaf 4.5.2).

7 Bepalen droogteschade ten opzichte van referentie

De tool heeft zowel ten doel om de omvang van de effecten van droogte nu en in de toekomst inzichtelijk te maken als om de effecten te analyseren die maatregelen om de droogteproblematiek tegen te gaan met zich meebrengen. Hiertoe wordt van de relevante gebruiksfuncties (landbouw, scheepvaart etc.) de verwachtingswaarde van het welvaartseffect van droogte in een gegeven jaar berekend, waarna deze welvaartseffecten bij elkaar worden opgeteld.

Bij het gebruik van de tool om de effecten van droogte in kaart te brengen, is het cruciaal *ten opzichte van welke referentie* het effect op de welvaart wordt berekend. Wat is de omvang van het welvaartseffect van droogte in bijvoorbeeld de landbouw in een jaar?

Op basis van het model Agricom worden de totale potentiële opbrengst voor een gebied per jaar en per gewascategorie en de actuele opbrengst voor het gebied per jaar per gewascategorie berekend. Uit het verschil tussen de potentiële en de actuele opbrengst wordt de opbrengstderving bepaald als gevolg van droogte in een specifiek jaar. De opbrengstderving is afhankelijk van het gewastype en seizoen waarin droogte optreedt. Het welvaartseffect wordt dus belangrijke mate bepaald door de wijze waarop de potentiële opbrengst wordt bepaald.

Bij de casus ARK wordt terecht opgemerkt in paragraaf 4.5.2 dat “ook in minder droge jaren er een welvaartseffect is voor de landbouwsector. Dat komt doordat het welvaartseffect wordt berekend als het verschil tussen de actuele en potentiële opbrengsten.” De actuele opbrengst is *altijd* wel ergens in het gebied lager dan de potentiële, waardoor er per definitie elk jaar een welvaartseffect optreedt door een lokaal tekort aan zoetwater.

De fysieke effecten die horen bij het optreden van droogte volgen uit verschillende modellen die ontwikkeld zijn voor de verschillende gebruiksfuncties. Het is evident dat de wijze van bepalen van de fysieke effecten consistent moet zijn tussen de verschillende gebruiksfuncties. Het is daarom belangrijk dat de fysieke effecten van verschillende gebruiksfuncties in de praktijk in de verschillende modellen niet op eenzelfde leest zijn geschoeid. De gebruikte referentie is een situatie waarin voldoende zoetwater beschikbaar is voor alle gebruiksfuncties. Voor landbouw betekent dit dat de potentiële opbrengst als referentie wordt genomen, ondanks dat

de actuele opbrengst altijd lager is dan de potentiële. De effecten van droogte voor de scheepvaart (bijvoorbeeld de economische effecten van een lagere beladingsgraad door dalende rivierpeilen) worden geraamd ten opzichte van de situatie zonder beladingsbeperkingen: een situatie die in de praktijk ook daadwerkelijk optreedt. Voor natuur is het heel lastig om een juiste referentie te bepalen (zie paragraaf 8.5). Het is van belang om aandacht te besteden aan het gebruik van dezelfde referentie, omdat anders een onevenwichtig en onjuist beeld kan ontstaan van het aandeel van de verschillende functies in het totale welvaartseffect door droogte.

Het alternatief voor een referentie zonder droogte is een referentie met een gemiddelde droogte in het groeiseizoen, waarin de marginale kosten van een *extra droogte* ten opzichte van een gemiddelde droogte worden bepaald. Dit is complex, omdat dit voor elk jaar en gebied anders is, maar heeft als voordeel dat het mogelijk beter aansluit bij de praktijk. De finale afweging tussen de opties voor de bepaling van droogte moet nog worden gemaakt.

Bij het gebruik van de tool om de effecten van maatregelen om droogte tegen te gaan te analyseren met behulp van een MKBA, heeft de wijze waarop de referentie ten opzichte waarvan het welvaartseffect wordt bepaald in principe geen invloed. Het welvaartseffect van het projectalternatief omvat het verschil in de jaarlijkse gemiddelde verwachtingswaarde van de droogteschade voor alle gebruiksfuncties tussen het projectalternatief en het nul-alternatief. Uiteindelijk betekent dit dat in een MKBA voor alle functies de effecten bestaan uit het niveauverschil tussen project- en nul-alternatief; de referentie valt in de vergelijking tegen elkaar weg.

8 Waarderen van de baten

In de beide cases hebben de grootste baten betrekking op de landbouw. Daarnaast zijn belangrijke baten gelegen op het terrein van de scheepvaart, drink- en industriewater, infrastructuur, wonen en natuur (deze laatste baten worden niet gemonetariseerd). Omdat er nog veel witte vlekken bestaan -veel dosis-effectrelaties van functies zijn nog niet bekend- kan dit ook een vertekend beeld geven van het aandeel van de landbouw in de omvang van het welvaartseffect van droogte. Verder is interessante informatie hoe omvangrijk de welvaartseffecten zijn ten opzichte van de totale winst of omzet in de landbouwsector in het betreffende gebied.

Een en ander zou wel kunnen profiteren van een consequente en consistente modellering van vraag en aanbod op verschillende markten (of die nu in de praktijk bestaan of niet) voor zoet water. Het ontbreken daarvan is een handicap om tot een geïnformeerde beleidsafweging te komen.

8.1 Landbouw

Agricom is een puur statisch model waarbij de aanplantingsbeslissing als gegeven wordt beschouwd. Het model geeft geen beeld over hoe aanplantbeslissingen veranderen na een jaar met meer dan gemiddelde droogte of hoe aanplantbeslissingen reageren op berichten van in de toekomst toe-/afnemende droogte en ander veranderende klimatologische ontwikkelingen. Het modelleert daarmee geen gedrag wat de bruikbaarheid voor verkenningen van de effecten van beleid vermindert.

In de casus ARK wordt opgemerkt dat de schaal waarop droogte plaatsvindt belangrijk is voor het welvaartseffect. In droge zomers is de kans dat het elders in Europa ook droog is relatief groot. In dat geval is Nederland relatief goed af door de mate waarin nog water kan worden aangevoerd door de rivieren. Landbouwproducten kunnen dan worden afgezet tegen hogere prijzen. Het is niet duidelijk op welke wijze deze constatering doorwerkt in de geraamde effecten.

Verder wordt voor de effecten voor landbouw verwezen naar paragraaf 7 over het belang van een goede referentie, paragraaf 6 over natschade en paragraaf 4 over het meenemen van adaptatie (berekening, maairegime, overgaan op andere gewassen).

8.2 Scheepvaart

De effecten van droogte voor de scheepvaart zijn gelegen in langere wachttijden voor sluisen door schutbeperkingen. Daarbij is onderscheid gemaakt naar containerschepen, niet-containerschepen, cruise- en passagiersschepen. De welvaartseffecten van een additionele dag met een schutbeperking zijn berekend op basis van het gemiddelde aantal schepen, de extra wachttijd en de tijdwaardering waarbij de tijd van buitenlandse opvarenden (20%) niet is meegerekend. Voor ferry's en cruiseschepen is de winst op de gemiddelde gemiste bestedingen door passagiers meegenomen als welvaartseffect. Daarbij is aangenomen dat door de schutbeperking in 75% van de gevallen in plaats van een Nederlandse haven een buitenlandse haven wordt aangedaan.

8.3 Industrie

Voor de casus Berkel wordt gesteld dat het meenemen van de effecten voor de industrie in de risicoanalyse niet zinvol is, omdat er geen schade optreedt. De industrie onttrekt het water uit een diepere grondwaterlaag. Hiermee wordt voorbij gegaan aan de effecten die de onttrekking aan dat diepere grondwater heeft op waterlopen vanwege lagere grondwaterstanden en bodemvochtgehalten in het invloedsgebied. De schade voor andere functies kan hierdoor bij droogte worden verergerd.

Bij de casus ARK zijn effecten van droogte, bijvoorbeeld corrosie door een verhoogd chloridegehalte, die van invloed zijn op de levensduur van installaties. De marginale kosten van droogte op een demi- of omgekeerde osmose-installatie, of de marginale kosten van het aanhouden van buffervoorraden zoetwater, zijn niet bekend en niet meegenomen in de analyse.

Energiecentrales

In de casus ARK zijn de effecten van droogte voor drie energiecentrales gezien. Er zijn twee soorten effecten:

- Een hogere temperatuur van het inname water verlaagt het rendement van de centrale (1 graad scheelt 0,3%);
- Als de temperatuur van het oppervlaktewater door koelwaterlozing te veel stijgt, moeten bedrijven de productie reduceren.

Voor een berekening van de welvaartseffecten wordt uitgegaan van de hoeveelheid opgewekte energie op jaarbasis. Daarbij is in de tekst terecht opgemerkt dat door de energietransitie de energiesector sterk gaat veranderen en daardoor de effecten van droogte op de energiesector zullen verminderen.

De welvaartseffecten kunnen uiteindelijk maar erg beperkt in kaart worden gebracht door een gebrek aan data.

8.4 Drinkwater

Ook voor drinkwater worden voor de casus Berkel geen effecten geraamd, omdat het water wordt onttrokken uit een diepere grondwaterlaag.

Voor de casus ARK wordt wel van een potentieel welvaartsverlies uitgegaan. Wanneer buffers op dreigen te raken, kan een drinkwaterbedrijf daar overstappen op levering door naburige drinkwaterbedrijven. Dit betreft vooral een verschuiving van kosten en baten tussen de bedrijven. De extra kosten die gemoeid zijn met de tijdelijke overstap zijn waarschijnlijk erg beperkt.

8.5 Natuur

Welvaartseffecten voor de natuur worden verdeeld in zogenoemde 'ecosysteemdiensten' (o.a. landbouw, recreatie, vastleggen van broeikasgassen, het verbeteren van de luchtkwaliteit, retentie van water) en de intrinsieke of verervingswaarde (gerelateerd aan het verlies aan soorten). De eerstgenoemde effecten worden gemonetariseerd (landbouw en recreatie onder die functies), de verervingswaarde niet conform de beschrijving van de casus ARK en de notitie

‘Evaluatie’. De verervingswaarde kan worden uitgedrukt als verlies aan natuurpunten of soortenverlies.

In de casus Berkel wordt echter voorgesteld om als verervingskosten een bedrag van tien euro per huishoudens in een straal van tien kilometer van het beïnvloede waterareaal aan te houden indien een soort verdwijnt. De relatie tussen de welvaartseffecten van het verdwijnen van een soort en het aantal huishoudens dat zich in de buurt van een natuurgebied bevindt, is allerm minst overtuigend. Natuurschade voor een belangrijk deel niet direct gerelateerd aan bewoning in de buurt. Natuurschade, zoals het verdwijnen van ecotypen en soorten, is niet ineens nihil indien er geen bebouwing in de nabije omgeving is, of van groot belang indien toevallig een woonwijk zich binnen een straal van tien kilometer bevindt. Ook bij de omvang van het bedrag, onafhankelijk is van welk soort verdwijnt, kunnen kanttekeningen worden geplaatst, bijvoorbeeld omtrent de relatie tussen de betalingsbereidheid en de fysieke veranderingen in natuurwaarden. Het ligt meer in de rede om de effecten voor natuur, zoals voorgesteld in de casus ARK, niet te monetariseren, maar zoveel mogelijk te kwantificeren door gebruik te maken van bijvoorbeeld een natuurpuntenindex.

Natuur herstelt bijna altijd van een (extreme) droogte. De hersteltijd van systemen is wel afhankelijk van het type systeem en van de ingreep of verstoring. In de casus Berkel wordt gesteld dat naast het verlies aan soorten er ook nieuwe soorten aquatische en terrestrische natuur kunnen ontstaan, waarmee er ook baten zijn voor de natuur.

Voor natuur is het bepalen van een referentie lastig. Er heeft al een zekere verdroging plaatsgevonden. Worden de effecten bepaald ten opzichte van de staat van de natuur op dit moment, of van een moment in het verleden voordat er verdrogingseffecten optraden. De referentie is niet eenvoudig te bepalen.

Verder gaat het niet alleen om de effecten van verdroging voor natuurgebieden. Ook buiten de natuurgebieden kunnen effecten optreden, waarbij een soort niet direct hoeft te verdwijnen, maar waar wel welvaartseffecten optreden. Vissterfte tijdens droge perioden wordt op basis van de vele klachten die waterschappen daarover ontvangen negatief gewaardeerd door burgers. Ook neemt de beleving van natuur en landschap, bijvoorbeeld door stank, af. En hoe om te gaan met effecten van verdrinkende muizen en konijnen als gevolg van mogelijke maatregelen?

Er is overigens nog geen dynamisch model operationeel dat de effecten van droogte op de natuur kan bepalen.

Waardering ecosysteemdiensten

In 2016 heeft het CPB op verzoek van Rijkswaterstaat een review uitgebracht op de gebruikte kentallen in een studie Nieuw Limburgs Peil (Verrips et al, 2016). Deze

review plaatst een aantal kritische kanttekeningen bij veelgebruikte waarderingsmethoden van diverse ecosysteemdiensten. Voor deze kritiek wordt verwezen naar bovengenoemde studie.

Op dit moment wordt verder een Werkwijzer MKBA Natuur opgesteld die handvatten zal bieden voor de waardering van natuur. Deze werkwijzer zal naar verwachting in 2017 gereed zijn. In 2017 zal daarnaast een Werkwijze MKBA Milieu verschijnen, waarbij CE Delft in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu een overzicht van schaduw prijzen zal opstellen.

8.6 Recreatie

De schade door droogte op het gebied van recreatie is voor de casus Berkel geraamd als het aantal pleziervaarten met zogenoemde 'zompen' dat geen doorgang kon vinden maal de misgelopen inkomsten van buitenlandse toeristen. Voor Nederlandse toeristen is rekening gehouden met een substitutie-effect (als deze activiteit geen doorgang kan vinden, zullen veel recreanten een andere activiteit ontplooiën). Hier treedt echter wel welvaartsverlies op, omdat de keuzemogelijkheden voor een uitje wordt beperkt (afname consumentensurplus). Daarentegen is weer geen rekening gehouden met het feit dat als er niet gevaren kan worden, de onkosten voor de exploitant ook lager zullen zijn. De misgelopen inkomsten zijn daarmee geen goede maat voor het welvaartsverlies. Ook is geen rekening gehouden met indirecte effecten. De verdrogingskosten voor de 'recreatie' zijn voor de casus Berkel dermate gering, dat een betere inschatting echter niet tot andere inzichten zal leiden.

In de casus ARK is daarnaast nog een effect opgenomen van minder zwemrecreatie door zwemverboden als gevolg van droogte (blauwalg). Daarbij is ervan uitgegaan dat 25% van de gemiste zwembezoeken niet gecompenseerd kunnen worden. Het is verder de vraag in hoeverre maatregelen invloed zullen hebben op het voorkomen van blauwalg. In dat geval is het inzichtelijk maken van de omvang van de effecten door droogte minder zinvol in het kader van de doelen waarvoor de tool is ontwikkeld. Daarnaast zullen effecten veelal temperatuurgerelateerd zijn en het instrumentarium is juist minder geschikt om deze effecten te bepalen.

8.7 Effecten op het watersysteem

Een van de doelen die het Waterschap Rijn & IJssel heeft gesteld om het watersysteem onder de loep te nemen, is om mogelijkheden te verkennen om te besparen op beheer en onderhoud. De kosten die maatregelen met zich meebrengen en het effect daarvan op beheer en onderhoud, mogelijk in andere delen van het watersysteem, vinden geen weerslag in de analyse. Bij de casus ARK wordt nog wel het effect genoemd van maatregelen op de kosten van beheer en onderhoud van veenkades, maar vanwege een gebrek aan data over de relatie met de fysieke effecten

worden deze effecten niet nader uitgewerkt. Juist op dit terrein zijn mogelijk belangrijke effecten van maatregelen te verwachten.

8.8 Effecten op verschillende markten en wisselwerking

Per functie worden met het modelinstrumentarium de fysieke effecten bepaald als gevolg van droogte waarna deze worden gewaardeerd. De mogelijke interactie tussen effecten blijft daarmee onderbelicht. Sommige risico's versterken elkaar waarmee een wisselwerking kan optreden. Een voorbeeld is genoemd bij industrie die zelf geen effecten ondervindt, maar wel de effecten van droogte voor andere sectoren kan doen toenemen. Ook zal beregening door de landbouw de verdroging van de natuur doen verergeren. Effecten van het stedelijk water (bijvoorbeeld stank door overmatige algengroei) zal een effect hebben op huizenprijzen. Het is niet duidelijk hoe deze effecten hun beslag krijgen in de analyse.

8.9 Omvang effecten van maatregelen

De effecten van de maatregel in de casus Berkel en van het opgestelde toekomstscenario voor de casus ARK op de omvang van het droogterisico in het gebied zijn erg beperkt. Dit is een belangrijke constatering. Dit zou het gevolg kunnen zijn van het feit dat er nog veel effecten van maatregelen niet zijn uitgewerkt of onbekend zijn, waardoor wellicht belangrijke kosten en baten niet tot uitdrukking komen. Ook zou de omvang van het droogteprobleem minder groot kunnen zijn dan tevoren ingeschat. Dit zou weer gelegen kunnen zijn in het feit dat alleen de effecten zijn geanalyseerd voor 2015 en de effecten van toekomstige klimaatontwikkelingen niet zijn meegenomen. Verder zou het kunnen dat bij toeval een maatregel en een scenario zijn geanalyseerd die weinig effect sorteerden. Ten slotte is het ook mogelijk dat de beleidsruimte om de effecten van droogte terug te dringen beperkt is. Een analyse van de onderliggende oorzaak zou richtinggevend kunnen zijn bij een verdere uitwerking van het instrumentarium.

9 Overige punten MKBA

9.1 Tijdshorizon en restwaarde

Na de vastgestelde tijdshorizon kan het projectalternatief nog een restwaarde hebben. Dit kan voorkomen als de levensduur van de maatregel langer is dan de tijdshorizon van de studie. Dit is vaak het geval bij omvangrijke (landelijke) maatregelen. Deze restwaarde maakt onderdeel uit van de MKBA. Bij het hanteren van een oneindige tijdshorizon maken restwaarden geen onderdeel uit van de

analyse. Het is nog niet duidelijk welke tijdshorizon wordt gekozen voor de MKBA en welke afwegingen daarbij een rol zullen spelen.

9.2 Indirecte effecten

Een maatregel zal directe effecten met zich meebrengen voor de zogenaamde 'relevante markten' voor deze maatregel. Deze directe effecten werken door naar andere markten in de economie: de indirecte effecten. Bij deze indirecte effecten is niet altijd sprake van additionele effecten bovenop de directe effecten. In veel gevallen betreft de doorwerking van een effect van de ene markt op een andere een verplaatsing van het effect, het effect wordt als het ware doorgegeven. In sommige gevallen is echter wel sprake van additionele indirecte effecten. Dat houdt verband met marktimperfecties.

De additionele indirecte effecten zijn doorgaans bescheiden van omvang. Indien geen informatie voorhanden is over de omvang van deze indirecte effecten wordt in MKBA's veelal een opslag gehanteerd van 0-30% op basis van de internationale literatuur. Dit is het geval bij veel transportprojecten waarvoor een opslag wordt gehanteerd voor zogenoemde agglomeratie-voordelen van een verbetering in de bereikbaarheid.

In de notitie 'Evaluatie' worden diverse markten afgebakend waarop effecten van de maatregelen worden verwacht (onder meer landbouw, scheepvaart, wonen). Het is niet duidelijk welke plaats de indirecte effecten in de MKBA zullen innemen en hoe en of deze zullen worden meegenomen. Het inschatten van indirecte effecten is veelal een lastige zaak. Voor de maatregelen op het terrein van zoetwaterbeschikbaarheid zijn geen agglomeratie-effecten te verwachten en zullen de indirecte effecten waarschijnlijk nihil zijn. Het is wel zaak dit te expliciteren.

Referenties

CPB en PBL, 2015, Nederland in 2030 en 2050, twee referentiescenario's
Toekomstverkenning Welvaart en leefomgeving.

Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat, 2016, 'Risicobenadering voor de
Nederlandse zoetwatervoorziening' Methode ontwikkeling en toepassing op drie
cases in Nederland.

Deltares, Stratelligence, LEI, 2016, Economische analyse zoetwatervoorziening
Nederland.

Romijn, G. en G. Renes, 2013, *Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten-
batenanalyse*, CPB en PBL.

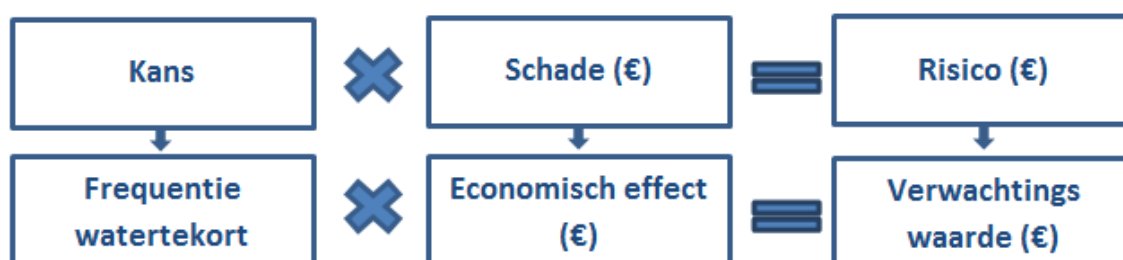
Vat, M. van der, 2016, Notitie 'Evaluatie landelijke toepasbaarheid risicoanalyse
droogte', Deltares.

Verrips, A.S. et al., 2015, Review kengetallen Nieuw Limburgs Peil, CPB.

Bijlage A. Beknopte weergave methodiek⁵

De kern van de ontwikkelde methodiek is een risicobenadering voor de droogteproblematiek, vergelijkbaar met de aanpak bij waterveiligheid gebaseerd op de vergelijking: 'risico is kans maal gevolg' (figuur.9.1).

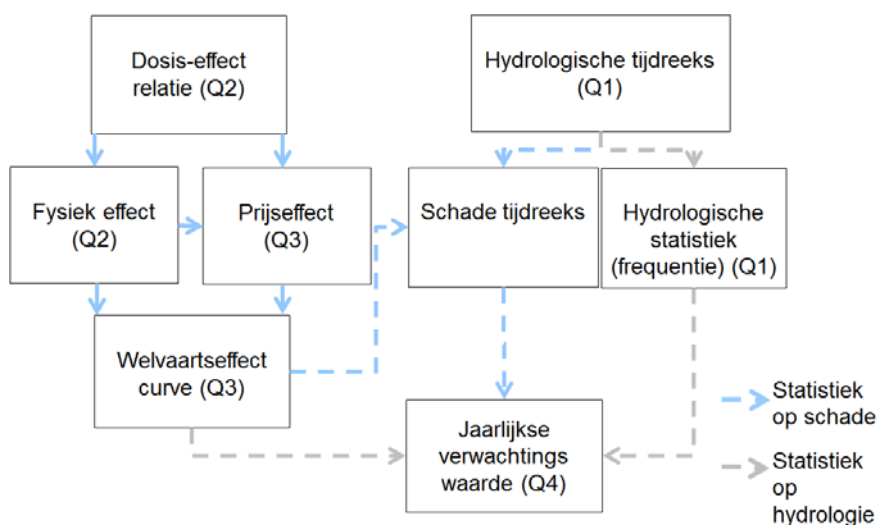
Figuur 9.1 De risicobenadering toegepast op droogte



De toepassing van de methodiek (zie figuur 9.2) resulteert in de jaarlijkse verwachtingswaarde van het economisch effect van watertekorten per gebruiksfunctie door het combineren van de informatie over:

- De frequentie van voorkomen van verschillende situaties van watertekort (meestal op basis van de resultaten van een hydrologisch model voor een groot aantal jaren);
- De fysieke effecten van het watertekort;
- Het welvaartseffect van de fysieke effecten.

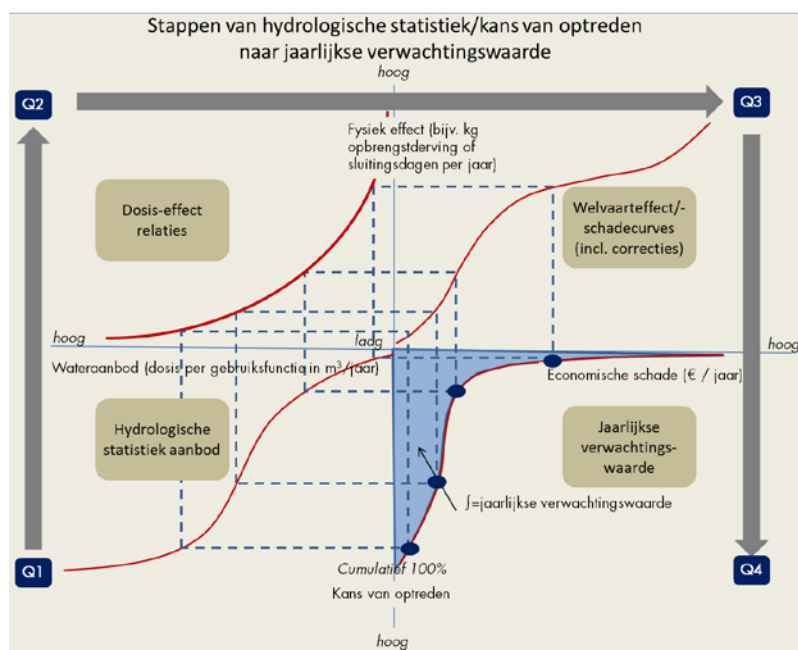
Figuur 9.2 Schematische weergave van de risicobenadering om de jaarlijkse verwachtingswaarde van de schade te bepalen



⁵ Overgenomen uit Deltares, Stratelligence, LEI, 2016, Economische analyse zoetwatervoorziening Nederland.

De methodiek wordt geïllustreerd aan de hand van een grafiek met vier kwadranten (figuur 9.3). Hierin is een vereenvoudigde en schematische weergave gegeven van de kans op watertekorten (Q1), dosis-effect relaties (Q2) en het economische effect (Q3). Hiermee kan de jaarlijkse verwachtingswaarde van het welvaartseffect (Q4) worden berekend als het oppervlak onder de frequentieverdeling.

Figuur 9.3 Illustratie van de risicobenadering voor droogte aan de hand van een grafiek met vier kwadranten



Hieronder wordt de betekenis van ieder van de kwadranten nader beschreven:

- 1 Kwadrant 1 (Q1): frequentieanalyse van aanbod per gebruiksfunctie gebaseerd op historische hydrologische tijdreeksen of modelresultaten, zoals die van bijvoorbeeld het NHI en eventueel bewerkt voor klimaatscenario's.
- 2 Kwadrant 2 (Q2): fysieke effect van een beperking van het wateraanbod per gebruiksfunctie. Per gebruiksfunctie kan ook sprake zijn van een of meerdere beperkingen in het wateraanbod (bijvoorbeeld temperatuur, chloridegehalte en volume). Ook kan het effect afhankelijk zijn van meerdere parameters. De dosis-effect relaties drukken per gebruiksfunctie de grootte van het effect van een bepaalde mate van droogte op de betreffende gebruiksfunctie uit. Droogte levert niet bij elke gebruiksfunctie een fysiek effect op dat direct kan door worden vertaald in een welvaartseffect. Soms zijn hiervoor een aantal tussenstappen nodig. Bijvoorbeeld voor de drinkwatervoorziening moet eerst de vertaling van waterstand naar chloridegehalte worden gemaakt voordat dit kan worden gerelateerd aan een economisch effect.
- 3 Kwadrant 3 (Q3): welvaartscurve per gebruiksfunctie voor de fysieke effecten. Deze curve drukt per gebruiksfunctie het welvaartseffect uit ten opzichte van de


fysieke effecten. Daarmee is de welvaartscurve indirect gerelateerd aan de mate van beperking van het wateraanbod (de 'dosis'). Voor de berekening van deze welvaartscurve worden meerdere deelstappen uitgevoerd:

- 3.1 De waardering van het directe fysieke effect bij gelijkblijvende prijzen;
 - 3.2 De bepaling van het prijseffect; Dit is een correctie van het welvaartseffect door prijsaanpassing. Bij een lager aanbod landbouwproducten zullen prijzen doorgaans stijgen, afhankelijk van de marktomstandigheden. Voor de producenten/de boeren kan het verlies onder 3a deels goedgemaakt worden door hogere prijzen, maar consumenten zullen meer gaan betalen en een nadeel ondervinden.
 - 3.3 De correctie van het welvaartseffect voor grensoverschrijdende effecten. Als bijvoorbeeld een deel van de landbouwproducten voor de export bedoeld is, dan valt niet het hele nadeel onder de *nationale* welvaartseffecten. Bij een 50/50-verdeling hoeft de helft van het verlies aan consumentensurplus niet meegeteld te worden.
 - 3.4 Tot slot wordt gekeken naar een correctie voor indirecte effecten, indien deze en additioneel zijn (in geval sprake is van marktimperfecties op deze markten die worden verminderd; dit lijkt niet echt voor de hand te liggen) en indien deze met enige zekerheid kunnen worden bepaald.
- 4 Kwadrant 4 (Q4): jaarlijks verwachtingswaarde van de economische schade (gemiddeld welvaartseffect). De frequentie van watertekorten en het economisch welvaartseffect komen samen in dit kwadrant. Alle correcties voor prijs-, grensoverschrijdende en indirecte effecten zijn hierin verwerkt. De jaarlijkse verwachtingswaarde is het oppervlak onder de curve. Hiervoor zijn genoeg punten op de schadefrequentie-curve nodig. Meestal zal de curve opgesteld worden op basis van modelresultaten voor een langere periode van bijvoorbeeld vijftig jaar. Deze curve is als volgt geconstrueerd.
- a. Eerst zijn voor verschillende aanbodsituaties of doses de bijbehorende kans van optreden bepaald in Q1 en het fysieke effect in Q2.
 - b. Voor de verschillende fysieke effecten bestaat stap 2 uit het bepalen van de economische schade en het trekken van curves door de punten in Q1, Q2 en Q3.
 - c. Voor de verschillende combinaties van punten stellen we het overeenkomstige punt in Q4 vast en schatten we de curve. Punten die op de curve in Q4 moeten liggen, volgen uit het kruispunt van de lijnen uit Q1 en Q3.

De totale jaarlijkse verwachtingswaarde van het economisch effect is een maat voor het risico van watertekorten en kan gebruikt worden om:

- Het welvaartseffect van een andere waterverdeling te bepalen.
- Baten van maatregelen en ingrepen in te schatten, waarbij baten worden uitgedrukt als de verandering van het risico.
- Het welvaartseffect van klimaatverandering en autonome ontwikkelingen (zoals adaptatie) te kwantificeren.

Op de geschetste manier zal de ontwikkelde methodiek op een consistente en transparante wijze inzicht verschaffen in de nationale welvaartseffecten van beperkingen in het wateraanbod en in de verdeling van deze effecten over verschillende sectoren en consumenten. Nationaal en internationaal lijkt de methodiek nog niet eerder op deze wijze toegepast ter ondersteuning van beleidskeuzes.



Dit is een uitgave van:

Centraal Planbureau
Bezuidenhoutseweg 30
Postbus 80510 | 2508 GM Den Haag
T (088) 984 60 00

info@cpb.nl | www.cpb.nl

Februari 2017