
De vergeten klimaatontwikkeling en het effect op hoogwaterstatistiek en maatregelen

Bertus de Graaff¹, Rudolf Versteeg² en Jeroen Tempelaars³

Na de extreme neerslaggebeurtenissen in 1998 en de daaropvolgende afspraken in de Nationale Bestuursakkoorden Water toetsen de waterschappen hun watersystemen aan normen voor regionale wateroverlast. Deze normen zijn vastgelegd in provinciale verordeningen. De toetsing resulteert in de zogenoemde Wateropgave. Vaak worden voor de toetsing de langjarige neerslag- en verdampingsreeksen van KNMI station De Bilt, of daarvan afgeleide reeksen of statistieken, als basis gebruikt. In een onderzoek voor het stroomgebied van de Reusel kwam naar voren dat in de laatste helft van de twintigste eeuw een klimaatverandering is opgetreden. Dat inzicht is niet nieuw en volgt ook uit de klimaatatlassen die het KNMI periodiek publiceert. De klimaatverandering heeft een duidelijke invloed op de waterstandstatistiek en daarmee ook op de Wateropgave. Deze klimaatverandering wordt in de praktijk echter niet verdisconteerd in de neerslagreeksen die worden gebruikt voor bepaling van de Wateropgave. In technische termen: de reeksen worden niet gehomogeniseerd naar het klimaat van nu. Het gevolg is dat de waterstandstatistiek en daarmee de Wateropgave wordt onderschat. Voor het stroomgebied van de Reusel hebben we aangetoond dat de piekafvoeren naar het oppervlaktewater zelfs met 35% worden onderschat voor een gebeurtenis die eens per 100 jaar optreedt. We constateren daarom dat de Wateropgave door de reeds opgetreden klimaatverandering significant wordt onderschat. Is hier sprake van vergeten klimaatontwikkeling?

Aanleiding

De Nederlandse waterschappen hebben in het Nationaal Bestuursakkoord Water Actueel afgesproken het watersysteem te toetsen aan de (later in provinciale verordeningen vastgelegde) normen voor regionale wateroverlast en het watersysteem in 2015 op orde te hebben en daarna op orde te houden. De werkwijze die daarbij wordt gevolgd is gestandaardiseerd (Velner en Spijker, 2011). Het watersysteem wordt getoetst voor het huidige klimaat. De knelpunten die daarbij optreden vormen de zogenoemde Wateropgave. Bij het dimensioneren van maatregelen om de Wateropgave op te lossen wordt rekening gehouden met klimaatontwikkeling voor het zichtjaar 2050. Waterschap De Dommel heeft in dit kader onder andere waterbergingsgebieden Diessensbroek en

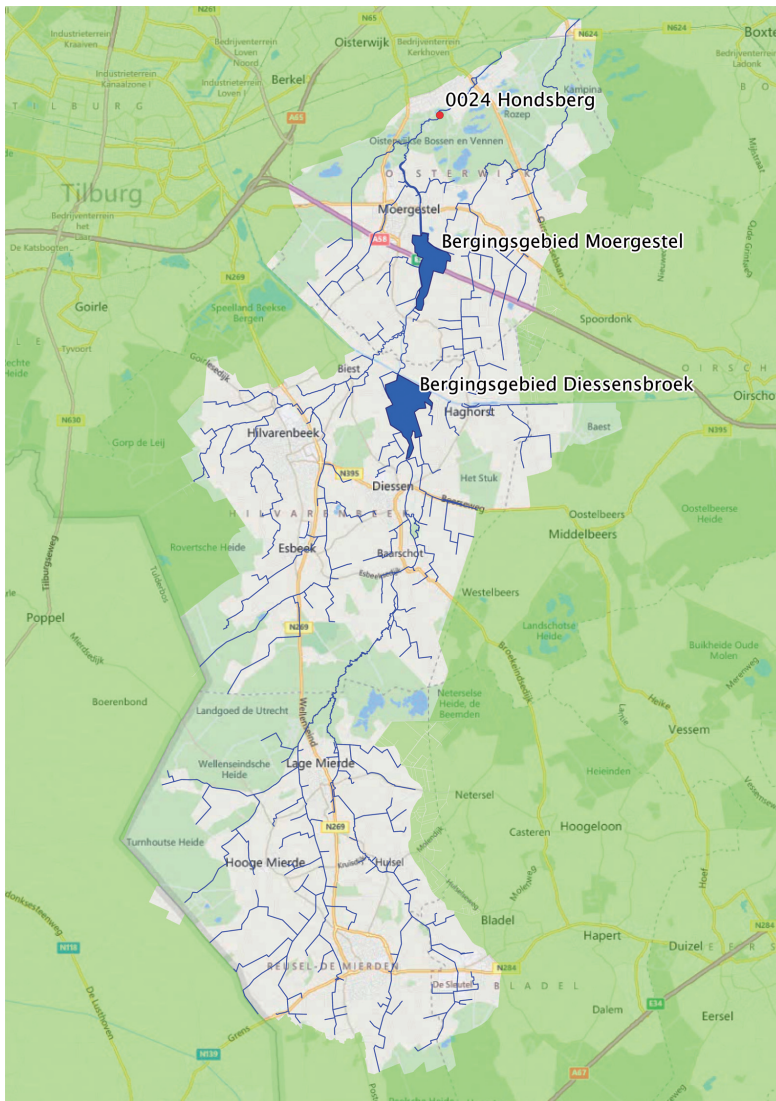
¹ HKV IJn in water (graaff@hkv.nl)

² HKV IJn in water (versteeg@hkv.nl)

³ Waterschap De Dommel (JTempelaars@dommel.nl)

Moergestel aangelegd (afbeelding 1). De bergingsgebieden beschermen het stedelijk gebied van Moergestel tegen inundaties vanuit de Reusel.

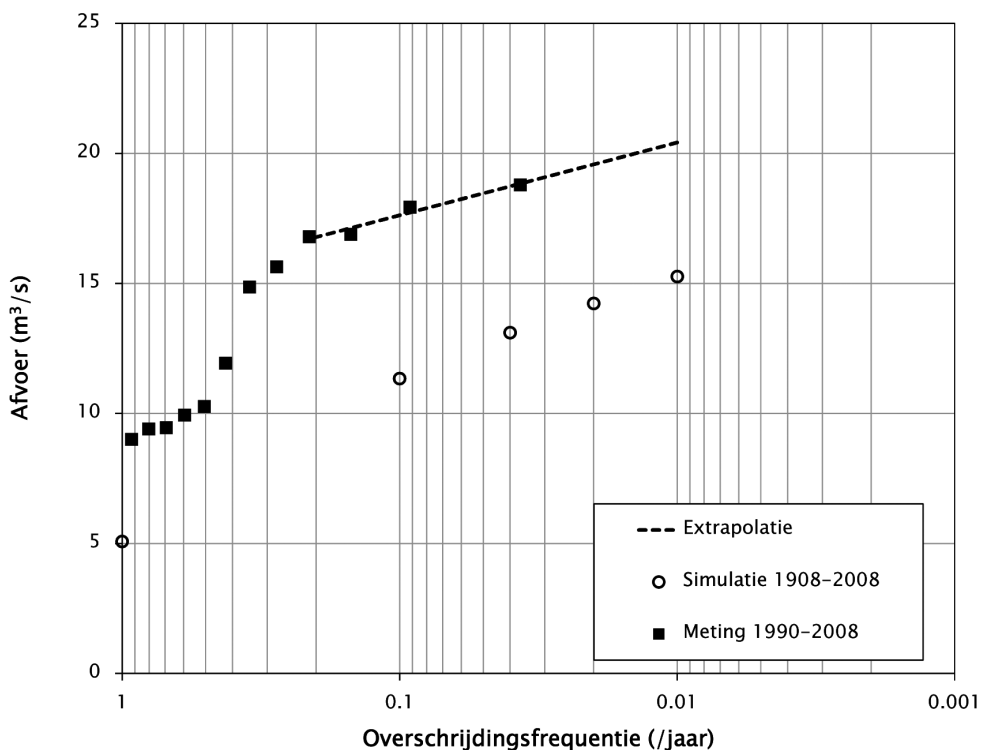
Uit toetsing van het watersysteem voor het huidige klimaat blijkt dat de bergingsgebieden, in tegenstelling tot de verwachting van het waterschap, niet nodig zijn (de Graaff en Jungermann, 2014). De waterstand die eens per 100 jaar optreedt bij Moergestel blijft onder het kritieke niveau. In een eerste analyse van deze onverwachte resultaten is de extreme-waardenstatistiek van de afvoer op basis van metingen bij meetpunt Hondseberg vergeleken met de statistiek op basis van simulaties met het hydrologisch model dat voor de toetsing is gebruikt. Het meetpunt ligt net benedenstrooms van de bergingsgebieden (afbeelding 1).



Afbeelding 1: Waterbergingsgebieden Diessensbroek en Moergestel in het stroomgebied van de Reusel en afvoerm Meetpunt Hondseberg.

Afbeelding 2 geeft de gemeten en de voor de toetsing gesimuleerde afvoerstatistiek op deze locatie. Het betreft statistieken op basis van jaarmaxima van de piekwaarden van de daggemiddelde afvoer. De statistiek van de meting is gebaseerd op de periode 1990-2008. De statistiek die volgt uit de modelsimulatie is gebaseerd op de periode 1908-2008. Opvallend is dat de gesimuleerde afvoerstatistiek duidelijk lager is dan de gemeten afvoerstatistiek, zowel voor jaarlijks voorkomende situaties als voor extreme situaties.

Voor de inzet van de bergingsgebieden is de waterstand die eens per 100 jaar wordt overschreden (0,01/jaar) van belang, omdat de provinciaal vastgestelde norm voor stedelijke gebied gerelateerd is aan deze overschrijdingsfrequentie. De afvoer die eens per 100 jaar wordt overschreden kan bij benadering representatief worden gesteld voor deze situatie. De simulatie onderschat de gemeten piekafvoer van ongeveer 20 m³/s met 25%, uitgaande van de extrapolatie van de gemeten afvoerstatistiek van afbeelding 2. Dat is een significante onderschatting die verklaart waarom de bergingsgebieden volgens de simulatie niet hoeven te worden ingezet, terwijl in de praktijk wel degelijk knelpunten worden ervaren.



Afbeelding 2: Gemeten en gesimuleerde afvoerstatistiek voor meetpunt Hondseberg.

Hierbij merken we op dat de extrapolatie van de afvoermetingen is uitgevoerd op de waarden boven 16 m³/s, omdat de beek boven die afvoer buiten de oevers treedt en afvlakking van de afvoergolven optreedt. Hierdoor ontstaat een knik in de extreme-waardenverdeling van de afvoer bij meetpunt Hondseberg. Voor de conclusies is de wijze

van extrapolatie overigens niet van belang. Het verschil tussen metingen en simulatie blijft groot.

Analyse afwijkingen tussen gemeten en gesimuleerde afvoerstatistiek

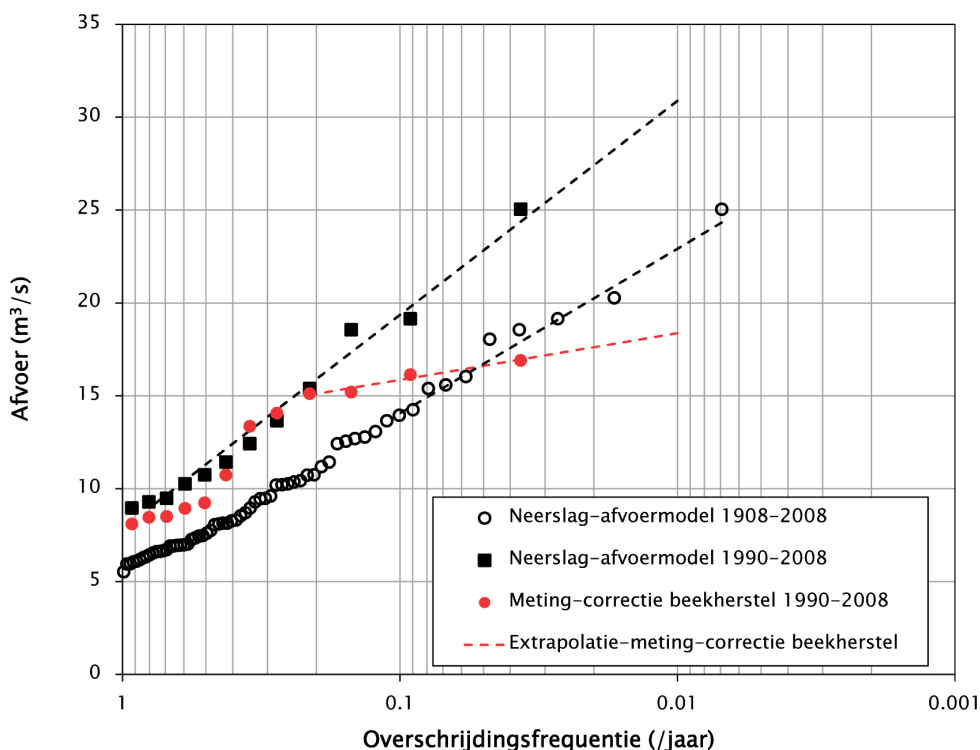
Voor de analyse van de afwijkingen tussen de gemeten en gesimuleerde afvoerstatistiek zijn de volgende hypothesen onderzocht:

1. Het afvoermeetpunt Hondsborg is onbetrouwbaar;
2. Het model beschrijft de afvoer en de waterstanden onvoldoende nauwkeurig;
3. Het gemodelleerde watersysteem is niet representatief voor de periode waarin de afvoermetingen zijn uitgevoerd;
4. De periode waarvoor afvoerstatistiek is afgeleid veroorzaakt de verschillen.

De eerste twee hypothesen konden redelijk snel worden verworpen. De metingen zijn in het onderzoek op betrouwbaarheid gecontroleerd en de kalibratie en validatie van het model lieten goede resultaten zien op zowel afvoeren als waterstanden. De laatste twee hypothesen zijn vervolgens nader onderzocht. Het resultaat daarvan is hieronder beschreven.

De derde hypothese is geformuleerd omdat in het stroomgebied van de Reusel in de periode 2009-2011 een herinrichting heeft plaatsgevonden. Daarbij zijn beek-herstel-maatregelen uitgevoerd, twee bergingsgebieden ingericht, nieuwe watergangen gegraven en gemalen geplaatst. De herinrichting is in het model opgenomen, maar is niet aanwezig in de metingen die tot 2008 zijn beschouwd. Voor het krijgen van een indruk van de effecten van de maatregelen is het beekherstel verwijderd uit het model van het watersysteem en zijn met het model opnieuw simulaties uitgevoerd. De gesimuleerde piekafvoer neemt door het verwijderen van beekherstel met ongeveer 10% toe. Hierdoor benadert de gesimuleerde afvoerstatistiek de gemeten afvoerstatistiek beter, maar het verklaart niet het volledige verschil van 25%. De effecten van de overige aanpassingen van de herinrichting zijn naar verwachting kleiner en kunnen het resterende verschil tussen de gemeten en gesimuleerde afvoerstatistiek niet verklaren. De derde hypothese verklaart daarmee wel een deel van het verschil, maar een aanvullende verklaring voor de verschillen blijft nodig.

Om een indruk te krijgen van de effecten van de periode waarover statistiek is afgeleid, is de afvoerstatistiek van het neerslag-afvoermodel bovenstrooms van meetpunt Hondsborg bepaald voor zowel de periode 1908-2008 als voor de periode waarover ook afvoermetingen beschikbaar waren (1990-2008). Het neerslag-afvoermodel is onderdeel van het opgestelde hydrologische model en bepaalt de afvoer naar de open waterlopen. Een Sobek 1D2D-model bepaalt in het hydrologische model de stroming, berging en waterstand in de open waterlopen. Afbeelding 3 presenteert het effect van de periode waarvoor de afvoerstatistiek is bepaald. De afvoer naar de waterlopen die eens per 100 jaar wordt overschreden is 35% hoger voor de periode 1990-2008 dan voor de periode 1908-2008. Ook de meer frequent voorkomende afvoeren zijn 30 tot 35% hoger.



Afbeelding 3: Effect periode statistiekbepaling op stroming naar waterlopen met ter referentie de gemeten afvoer in meetpunt Hondseberg, gecorrigeerd voor de herinrichting van het stroomgebied.

In afbeelding 3 is in het rood ook de statistiek van de gemeten afvoer bij meetpunt Hondseberg weergegeven. De afvoerstatistiek is weergegeven voor de periode voorafgaand aan de herinrichting. De gemeten afvoer is in de afbeelding met 10% verlaagd om de effecten van de herinrichting in rekening te brengen. Hiermee beschrijven de gemeten en gesimuleerde afvoerstatistiek beide de situatie na herinrichting en kunnen ze met elkaar worden vergeleken. Als we dat doen, zien we dat ze goed vergelijkbaar zijn voor overschrijdingsfrequenties tot ongeveer eens per 5 jaar (0,2/jaar) als de afvoerstatistiek van zowel de meting als het neerslag-afvoermodel is bepaald voor de periode 1990-2008.

Voor kleinere overschrijdingsfrequenties ligt de gesimuleerde afvoerstatistiek van het neerslag-afvoermodel duidelijk hoger dan die van de meting. Dit is logisch, omdat de afvoer van het neerslag-afvoermodel representatief is voor de afvoer naar het oppervlaktewater. In extreme situaties zullen afvoergolven in het oppervlaktewater dempen omdat de beek buiten de oevers treedt. Dit proces is met Sobek-1D2D gesimuleerd uitgaande van statistiek op basis van de periode 1990-2008. De resulterende gesimuleerde afvoerpiek bij meetpunt Hondseberg is ongeveer $17 \text{ m}^3/\text{s}$ bij een overschrijdingsfrequentie van eens per 100 jaar. Dat komt goed overeen met de voor beekherstel gecorrigeerde gemeten afvoerstatistiek (afbeelding 3) voor deze overschrijdingsfrequentie ter grootte van circa $18 \text{ m}^3/\text{s}$.

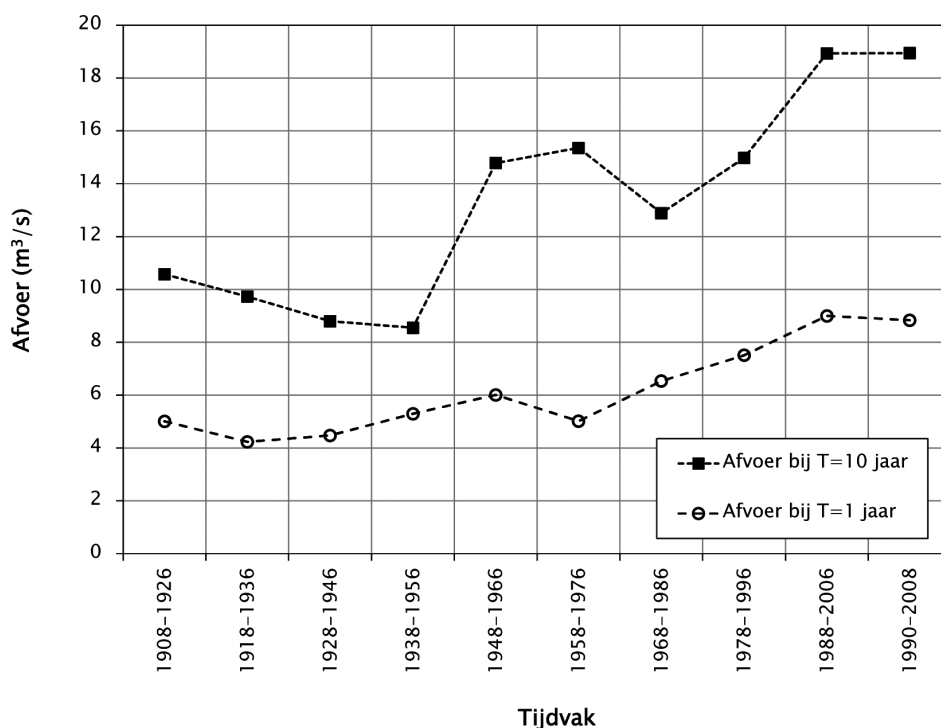
De verschillen tussen de afvoerstatistiek op basis van metingen en de afvoerstatistiek op basis van modelsimulaties uit afbeelding 2 kunnen worden verklaard door beek-

herstel dat niet in de metingen is opgenomen en door de periode waarvoor de statistiek is afgeleid. In het hierna volgende gaan we in meer detail in op de representativiteit van de periode 1908-2008 voor het klimaat zoals we dat nu ervaren.

Klimaatontwikkeling in de afvoer uit het stroomgebied van de Reusel

We beschouwen in dit artikel het klimaat als het gemiddelde weer over een periode die voldoende lang is om te compenseren voor natuurlijke fluctuaties in het weer. Het KNMI karakteriseert het klimaat op basis van een periode van 30 jaar. Omdat we willen vergelijken met een afvoermeting met beperkte lengte gebruiken we in dit artikel echter een kortere periode, namelijk 19 jaar.

Opvallend was dat de afvoerpieken in het stroomgebied van de Reusel sterk toenemen als het klimaat over de laatste 19 jaar van de reeks wordt beschouwd in plaats van het klimaat van de volledige reeks van circa 100 jaar (zie afbeelding 3). Voor de toetsing aan de normen voor het huidige klimaat wordt veelal de reeks van circa 100 jaar gebruikt, omdat een langere reeks tot hogere statistische betrouwbaarheid leidt voor grotere herhalingsperiodes. Dit voordeel wordt echter teniet gedaan als er in de afgelopen 100 jaar een klimaatontwikkeling is opgetreden die niet verwaarloosd kan worden. En dat blijkt het geval te zijn als we het klimaat van de laatste 19 jaar representatief achten voor het huidige klimaat en vergelijken met dezelfde tijdvakken in het begin van de 20ste eeuw.



Afbeelding 4: Gesimuleerde afvoerstatistiek voor meetpunt Hondsborg voor een overschrijdingsfrequentie van eens per jaar en eens per 10 jaar per tijdvak van 19 jaar.

Wat dit kan betekenen hebben we geïllustreerd in afbeelding 4. In de afbeelding is voor meetpunt Hondsborg de piekafvoer van de toestroming naar het oppervlaktewater met een overschrijdingsfrequentie van eens per jaar en eens per 10 jaar weergegeven in de tijd. Elk punt in de afbeelding is afgeleid voor een tijdvak van 19 jaar, vergelijkbaar met het tijdvak waarvoor metingen beschikbaar waren (1990-2008, zie Afbeelding 3). Het tijdvak is telkens 10 jaar opgeschoven, behalve het laatste tijdvak dat gelijk is genomen aan het tijdvak waarvoor metingen beschikbaar zijn. Het eerste punt is bijvoorbeeld representatief voor de periode 1908-1926.

In de eerste vier tijdvakken wordt eens per jaar een afvoer van rond $5 \text{ m}^3/\text{s}$ en eens per 10 jaar een afvoer van rond $10 \text{ m}^3/\text{s}$ overschreden. De afvoeren bij een herhalings-tijd van zowel 1 en 10 jaar lopen duidelijk op in de laatste tijdvakken en lijken beperkt gedomineerd te worden door natuurlijke schommelingen. Wel vallen de tijdvakken 1948-1966 en 1958-1976 op door de hoge afvoeren bij een herhalingstijd van 10 jaar. In die twee tijdvakken kunnen vooral de jaren 1960 tot 1966 wat betreft de neerslag inderdaad gekenmerkt worden als een periode met een gemiddeld hoog neerslag-overschot en ook een relatief groot aantal extremen. De afvoer bij een herhalingstijd van één jaar ligt in deze twee tijdvakken echter niet duidelijk hoger dan in de periode ervoor.

Geconcludeerd kan worden dat, als het weer van de laatste 19 jaar in de reeks representatief is voor het huidige klimaat, de afvoerstatistiek niet kan worden bepaald op basis van de gehele periode van circa 100 jaar. Overigens betekent dit niet per definitie dat de neerslagextremen door klimaatontwikkeling extremer zijn geworden en/of vaker voorkomen. Voor dit gebied is ook een toename van het neerslagoverschot in najaar en winter ten gevolge van klimaatontwikkeling belangrijk voor het ontstaan van hoogwatersituaties.

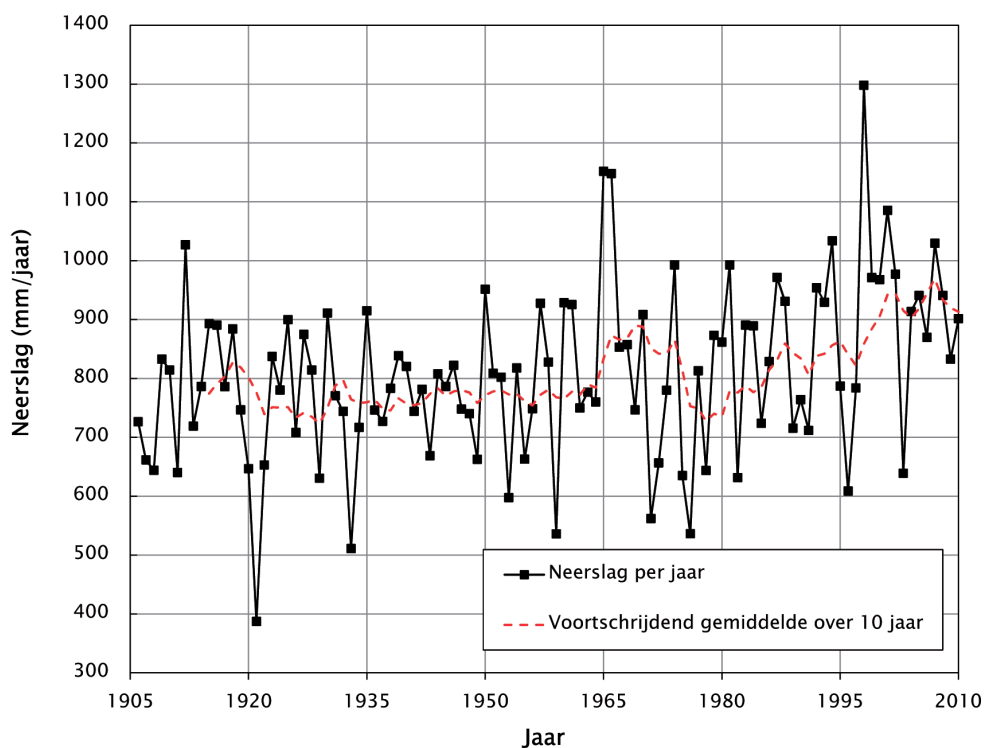
Klimaatontwikkeling in neerslag en verdamping van KNMI station De Bilt

Het mogelijke effect van klimaatontwikkeling zoals gevonden voor het stroomgebied van de Reusel is aanleiding geweest om de neerslag- en verdampingsreeksen die worden gebruikt voor het bepalen van extreme waterstandstatistiek nader te beschouwen. De waterschappen gebruiken veelal tijdreeksen van neerslag en verdamping van meteobase (www.meteobase.nl). De in meteobase opgenomen neerslagreeks voor het huidige klimaat is de reeks van KNMI station de Bilt voor de periode 1906 tot 2010. De uursom van de neerslag volgens de pluviograaf is in de reeks gekalibreerd met dagsommen van de handregenmeter. De verdampingsreeks in meteobase voor het huidige klimaat is de Makkink referentiegrasverdamping voor de periode 1906-2010.

De neerslagreeks die wordt gebruikt voor berekeningen voor het huidige klimaat blijkt niet homogeen. Eén oorzaak hiervan is klimaatontwikkeling, maar ook wijzigingen in de meetopstelling kunnen invloed hebben. Voor het verbeteren van de nauwkeurigheid van de neerslagmeting is de hoogte van de opstelling in 1946 van 1,50 m naar 0,40 m verlaagd en is het vangoppervlak van de pluviograaf in 1981 verkleind van 400 cm^2 naar 200 cm^2 (KNMI, 2014). De aanpassingen hebben tot gevolg dat wind minder invloed heeft op de metingen. Door de verlaging van de meetopstelling wordt in de wintermaanden 2,4% meer neerslag geregistreerd en wordt in de zomermaanden

1,2% meer neerslag geregistreerd (Buishand en Velds, 1980). Er zijn aanwijzingen dat door het verkleinen van het vangoppervlak van de pluviograaf ook meer neerslag wordt gemeten. Voor bijvoorbeeld meetstation Assink in het stroomgebied van de Hupselsebeek werd door het verkleinen van het vangoppervlak van 400 cm² naar 200 cm² 5% meer neerslag gemeten in de winter en 2% meer neerslag in de zomer (Warmerdam, 1981).

Daarnaast is er klimaatontwikkeling in de neerslagreeks aanwezig: de jaarlijkse gemiddelde neerslagsom in Nederland is in de periode 1910-2013 toegenomen met ongeveer 26% (Van den Hurk e.a., 2014). In deze toename is overigens niet gecorrigeerd voor eventuele effecten van wijzigingen in meetopstellingen. Om een indruk te krijgen van de effecten van de wijzigingen in de meetopstelling plus klimaatontwikkeling is afbeelding 5 gemaakt. In de afbeelding is de jaarlijkse neerslagsom van de neerslagreeks uit meteobase voor het huidige klimaat weergegeven. Daarnaast is in de afbeelding het voortschrijdend gemiddelde over 10 jaar weergegeven. Als we de neerslagsommen in 1965 en 1966 toekennen aan natuurlijke variabiliteit, dan lijkt er vanaf ongeveer 1980 een trend te zijn in de jaarlijkse neerslagsom.

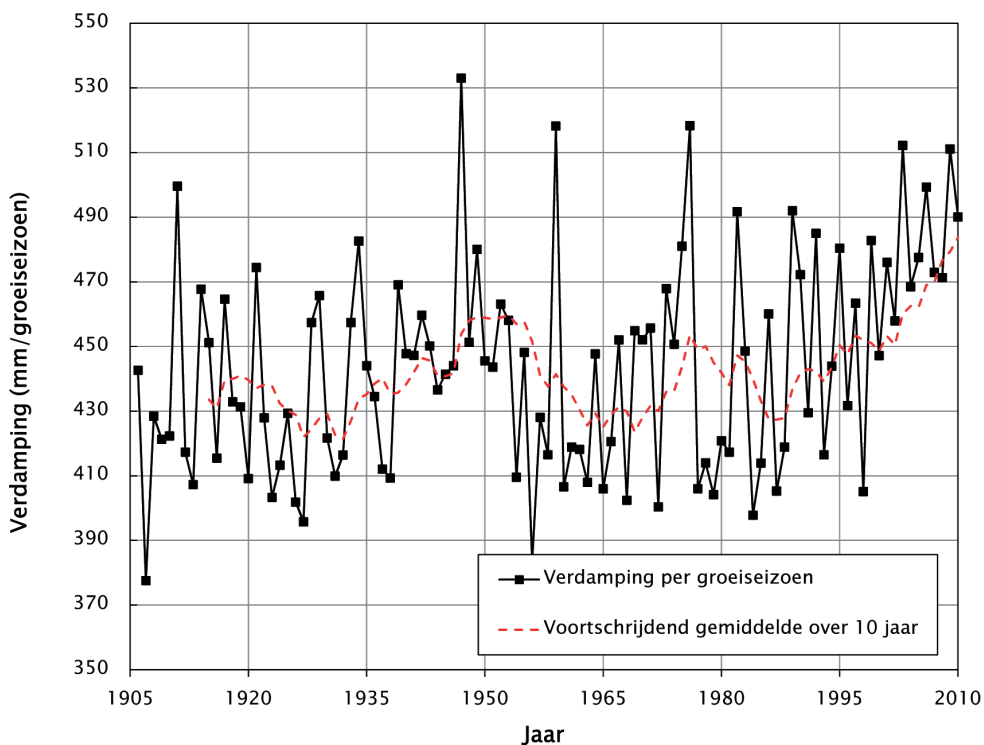


Afbeelding 5: Waargenomen jaarlijkse neerslag in De Bilt volgens meteobase.

De verdampingsreeks van het huidige klimaat is ook niet homogeen. De verdampingsreeks in meteobase voor het huidige klimaat is de Makkink referentiegewasverdamping vanaf 1 juli 1957. Voor de periode januari 1906 tot en met juni 1957 is de verdampingsreeks geschat met een berekening van de Makkink referentiegewasverdamping op basis van de inkomende kortgolelige straling aan de rand van de atmosfeer, de zonneschijnduur en de etmaalgemiddelde temperatuur (Versteeg e.a., 2012). Daarnaast is er

klimaatontwikkeling in de reeks aanwezig: de referentiegewasverdamping in het groeiseizoen (1 april tot 30 september) is in de periode 1958-2013 toegenomen met ongeveer 11% (Van den Hurk e.a., 2014).

Afbeelding 6 presenteert de verdampingsom in het groeiseizoen voor de verdampingsreeks uit meteobase voor het huidige klimaat. Daarnaast is in de afbeelding het voortschrijdend gemiddelde over 10 jaar weergegeven. Vanaf ongeveer 1985 lijkt er een trend aanwezig in de jaarlijkse verdamping in het groeiseizoen. Er zijn eerdere periodes geweest met een significante toename van de voortschrijdend gemiddelde verdamping, maar niet met deze duur en grootte van de stijging.



Afbeelding 6: Waargenomen jaarlijkse verdamping in het groeiseizoen in De Bilt volgens meteobase.

Hierbij merken we op dat bovenstaande gevolgen van klimaatverandering op neerslag en verdamping eerder zijn geconstateerd, gepresenteerd en nader gekwantificeerd, onder andere in de publicaties rondom de KNMI'14 scenario's. In dit artikel gebruiken we deze analyse van de neerslag- en verdampingsreeksen die voor de toetsing zijn gebruikt enkel om de mogelijke oorzaak van de verschillen die we hebben gevonden in de afvoerreeksen voor verschillende tijdvakken te illustreren.

Effect vergeten klimaatontwikkeling voor inzet bergingsgebieden

De neerslag- en verdampingsreeksen waarmee waterstandstatistiek wordt afgeleid voor het huidige klimaat bevatten, zoals hiervoor geschetst, klimaatontwikkeling. Afbeelding

4 laat zien dat de klimaatontwikkeling voor een duidelijke toename van afvoerpieken naar het oppervlaktewater zorgt. Om te komen tot een betere schatting van waterstand- en afvoerstatistiek voor het huidige klimaat zijn deze voor een overschrijdingsfrequentie van 100 jaar ook bepaald, ervan uitgaande dat de periode 1990-2008 representatief is voor het huidige klimaat. Het gebruik van deze korte reeks van 19 jaar zorgt voor relatief grote statistische onzekerheden in de afvoeren en waterstanden bij overschrijdingsfrequenties van eens per 100 jaar. Voor de illustratie in dit artikel achten we dat toelaatbaar. Idealiter worden de neerslag- en verdampingsreeksen vanaf 1906 homogeen gemaakt naar het huidige klimaat, zodat de statistische onzekerheden weer kunnen worden beperkt. Daarover later meer in dit artikel.

Door gebruik te maken van de reeks voor de periode 1990-2008 in plaats van de reeks voor de periode 1906-2008 neemt de gesimuleerde afvoerpiek bij meetpunt Hondsborg met 11% toe van 15,4 m³/s tot 17,1 m³/s. Dat komt goed overeen met de gemeten geëxtrapoleerde afvoerstatistiek voor een overschrijdingsfrequentie van eens per 100 jaar uit afbeelding 3 ter grootte van 18,4 m³/s. De afvoerpiek naar het oppervlaktewater neemt toe met 35% (afbeelding 3) voor een overschrijdingsfrequentie van eens per 100 jaar. Bij meetpunt Hondsborg is hier nog slechts een toename van 11% van de afvoerpiek van over doordat er relatief veel berging in het oppervlaktewatersysteem aanwezig is waardoor de afvoergolf dempt. De afvoergolf wordt daarbij wel breder, wat weer invloed heeft op de benodigde berging in de bergingsgebieden om het stedelijk gebied van Moergestel te kunnen beschermen. Het kritische niveau bij het stedelijk gebied van Moergestel wordt door de hogere afvoer overschreden en de bergingsgebieden zijn nodig om het stedelijke gebied te beschermen.

Als we strikt zijn, levert het gebruik van de reeks van de periode 1990-2008 overigens ook een onderschatting op van de wateroverlast in het huidige klimaat. In 1990 was in het weer immers minder klimaatverandering aanwezig dan in 2008. Het weer in 1990 is daarmee niet meer representatief voor het huidige klimaat. Als we veronderstellen dat de klimaatverandering een trend in de afvoerstatistiek oplevert betekent dit dat de kans op wateroverlast elk jaar een klein beetje toeneemt. Doordat we met het weer uit het verleden rekenen onderschatten we die kans dus altijd.

Potentiële consequenties voor uitgevoerde toetsingen op wateroverlast

Voor het stroomgebied van de Reusel hebben we laten zien dat het meenemen van de recente klimaatontwikkeling in de bepaling van de waterstandstatistiek voor het huidige klimaat leidt tot duidelijk hogere afvoeren naar het oppervlaktewater en duidelijk hogere waterstanden. Voor stroomgebieden met andere karakteristieken zullen de effecten anders zijn. Het is zonder onderzoek op voorhand niet aan te geven hoe groot het effect zal zijn.

Het is wel aannemelijk dat afvoerpieken naar het oppervlaktewater te laag zijn gesimuleerd als de hoogwaterstatistiek is bepaald op basis van de langjarige reeks van De Bilt vanaf 1906. De gevolgen hiervan kunnen aanzienlijk zijn, zoals voor het stroomgebied van de Reusel is aangetoond. Dit heeft in potentie tot gevolg dat de waterstandstatistiek voor het huidige klimaat te laag is berekend. De knelpunten die bij de toetsing

aan de normen zijn gevonden zijn hierdoor mogelijk niet compleet en de Wateropgave is te klein berekend.

Daarnaast is het de vraag wat de mogelijke gevolgen zijn voor de gedefinieerde maatregelen om knelpunten op te lossen. Voor het oplossen van knelpunten houden de waterschappen rekening met klimaatverandering. Daarvoor zijn de KNMI'06 klimaatscenario's (Klein Tank en Lenderink, 2009) gebruikt. Deze klimaatscenario's geven de klimaatverandering weer ten opzichte van het klimaat van de periode 1976-2005. Hiervoor worden veelal dezelfde neerslag- en verdampingsreeksen gebruikt als bij de toetsing, maar dan getransformeerd naar het klimaat rond 2050. Omdat de basis voor de reeks een onderschatting levert van de wateroverlast, levert ook de getransformeerde reeks een onderschatting van de wateroverlast. De maatregelen om de wateropgave op te lossen zijn daarmee onvoldoende groot gedimensioneerd. Bovenstaande geldt ook voor gebruik van de KNMI'14 scenario's.

Homogene klimaatreeksen voor hoogwaterstatistiek

De waterschappen voeren de toetsing van het watersysteem aan de provinciaal vastgestelde normen voor wateroverlast periodiek uit met een frequentie die afhankelijk is van de aanpassingen en problemen in het watersysteem en nieuwe inzichten rondom klimaatontwikkeling. Stowa faciliteert de waterschappen door de belastingen om tot waterstandstatistiek te komen te ontsluiten via Meteobase. In dit artikel is geconstateerd dat de neerslag- en verdampingsreeksen voor het huidige klimaat in Meteobase niet homogeen zijn voor klimaatontwikkeling en wijzigingen in de meetopstelling. Omdat deze reeksen ook zijn gebruikt voor het afleiden van neerslagstatistiek (Smits e.a., 2004) geldt dit ook voor de in Meteobase opgenomen neerslagstatistiek. De neerslagstatistiek en neerslag- en verdampingsreeksen die horen bij de KNMI'06 klimaatscenario's zijn gebaseerd op de reeksen en statistiek voor het huidige klimaat en om deze reden ook niet homogeen.

In dit artikel willen we een lans breken voor het periodiek vaststellen van de belastingen voor het bepalen van waterstandstatistiek voor regionale wateroverlast. Door klimaatontwikkeling zullen de belastingen in de tijd veranderen. Het klimaat waar we bij de toetsing rekening mee moeten houden is daardoor in 2015 niet gelijk aan het klimaat in 2020. Door de belastingen periodiek aan te passen kunnen de waterbeheerders het watersysteem laten meegroeien met de klimaatontwikkeling en kunnen risico's van een versnelde klimaatontwikkeling beter worden opgevangen. Stowa geeft met het project 'Homogene klimaatreeksen voor hoogwaterstatistiek' hiervoor het startsein. In het project worden reeksen en statistiek voor het jaar 2014 afgeleid die zijn gecorrigeerd voor reeds opgetreden klimaateffecten en voor wijzigingen in de meetopstelling. Daarnaast worden de reeksen en statistiek afgeleid voor de KNMI'14 scenario's voor de zichtjaren 2030, 2050 en 2080. De resultaten van het project zijn in de eerste helft van 2015 beschikbaar via Meteobase.

Conclusies en aanbevelingen

Literatuur en een onderzoek naar het stroomgebied van de Reusel laten zien dat de

neerslag- en verdampingsreeksen van KNMI station De Bilt beïnvloed worden door klimaatontwikkeling vanaf ongeveer 1980/1990. De waterschappen leiden waterstandstatistiek af met deze reeksen, of met statistiek uit deze reeksen, voor de periode 1906-2010. Hiermee wordt het watersysteem getoetst aan de provinciale normen voor wateroverlast. Doordat de klimaatontwikkeling slechts voor een deel in deze reeksen aanwezig is, leidt het gebruik van deze reeksen tot te lage waterstandstatistiek voor het huidige klimaat en een onderschatting van de wateroverlast. Hierdoor zijn mogelijk niet alle knelpunten in het watersysteem gevonden en de gevonden knelpunten zijn naar verwachting te klein.

Het is bestuurlijk nog niet vastgesteld welke KNMI'14 klimaatscenario's toegepast worden voor het oplossen van knelpunten die naar voren komen bij de toetsing aan de provinciaal vastgestelde normen. Wel is nu bekend dat de wateroverlast die de waterschappen voor het huidige klimaat hebben vastgesteld, te laag is geschat. In de eerste helft van 2015 komen via Stowa verbeterde neerslag- en verdampingsreeksen en statistiek beschikbaar die aansluiten bij het huidige klimaat. Met deze reeksen en statistieken kan een nieuwe toetsing worden uitgevoerd. Wij adviseren de waterschappen om na het gereedkomen van de nieuwe reeksen en neerslagstatistiek hun watersysteem opnieuw te toetsen voor het huidige klimaat, of in ieder geval te evalueren wat de invloed is van de veranderingen.

Literatuur

Buishand, T. A. en C.A. Velds (1980) Neerslag en verdamping, Klimaat van Nederland I; KNMI, De Bilt

Graaff, B.J.A. de en N. Jungermann (2014) Watersysteemanalyse Hilver, Stroomgebied van de Reusel en Rosep; Projectnummer PR2793.10, HKV in opdracht van Waterschap De Dommel, Lelystad

Hurk, B. van den e.a. (2014), Climate Change scenarios for the 21st Century – A Netherlands perspective; *Scientific Report WR2014-01*, KNMI, De Bilt, The Netherlands

Klein Tank, A.M.G. en G. Lenderink (red.), (2009) Klimaatverandering in Nederland, Aanvullingen op de KNMI'06 scenario's; KNMI, De Bilt

KNMI (2014), Metadata KNMI station De Bilt, Website: <http://www.knmi.nl/klimatologie/metadata/debilt.html>

Smits, I., J. Wijngaarden, R. Versteeg en M. Kok (2004) Statistiek van extreme neerslag in Nederland; *Stowa rapport* 2004-26, 2004, Amersfoort

Velner, R.G.J. en M.J. Spijker (2011) Standaard werkwijze voor de toetsing van watersystemen aan de normen voor regionale wateroverlast; *Stowa rapport* 2011-31, Amersfoort

Versteeg, R., H. Hakvoort, S. Bosch en M.J. Kallen (2012) Meteobase, Online archief van neerslag- en verdampingsgegevens voor het waterbeheer; *Stowa rapport* 2013-02, Amersfoort

Warmerdam, P.M.M. (1981) De invloed van de wind op regenwaarnemingen, een vergelijkend regenmeteronderzoek; *H2O* (14) nr. 1, 16-20