



Klimaatverandering en laagwater op de Maas

M. DE WIT, RIZA

P. WARMERDAM, UNIVERSITEIT WAGENINGEN

W. VAN DEURSEN, CARTHAGO CONSULTANCY

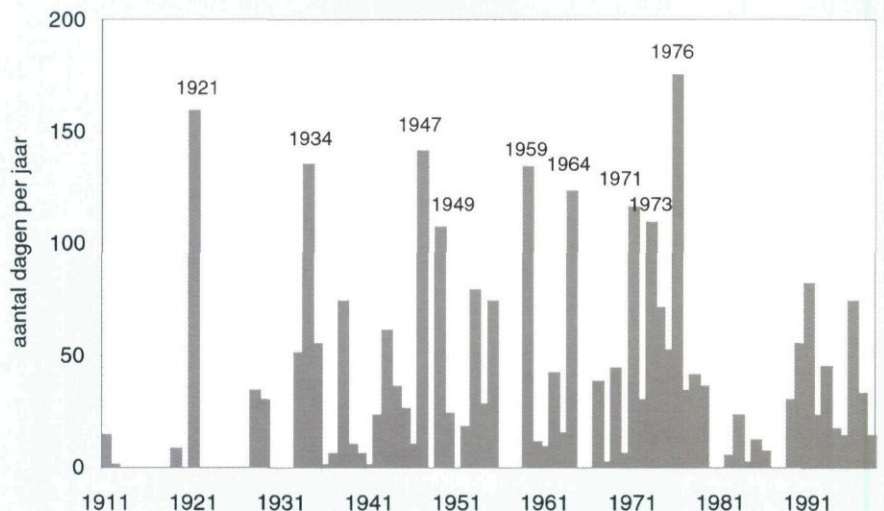
Mede als gevolg van het hoogwater van 1993 en 1995 is de afgelopen jaren onderzoek verricht naar de mogelijke invloed van klimaatverandering op de frequentie en omvang van hoogwater in de Maas. Het algemene beeld wat hieruit ontstaat, is dat de verwachte klimaatverandering tot een toename van de hoogwaterproblematiek zal leiden. In dit artikel zal worden onderbouwd dat de invloed van een mogelijke klimaatverandering op het voorkomen van laagwater in de Maas minder eenduidig is. Enerzijds resulteert de verwachte toename van de temperatuur in een lagere gemiddelde zomerafvoer, anderzijds kan de verwachte toename van de winterneerslag de kans op extreem lage afvoeren in de zomer juist verminderen. Een analyse van de Maasafvoeren vanaf 1911 toont aan dat ook zonder klimaatverandering er met de huidige behoefte aan Maaswater een grote kans is dat aanzienlijke economische schade ontstaat als gevolg van langdurig lage afvoeren.

Een groot deel van de Nederlanders en Vlamingen, waaronder de bevolking van Brussel, Antwerpen en Rotterdam, drinkt uit de Maas. De Maas is tevens een belangrijke schakel in het netwerk van kanalen en rivieren welke de havens van Antwerpen en Rotterdam met het achterland verbinden. Daarnaast wordt het water van de Maas gebruikt voor industrie, landbouw en het opwekken van elektriciteit. Ook vervult de Maas belangrijke ecologische en recreatieve functies. Tijdens de zomer komt het regelmatig voor dat de Maas onvoldoende water afvoert om aan al deze functies te voldoen¹. Een dergelijke situatie van watertekort treedt met het huidige gebruik op wanneer de afvoer van de ongedeelde Maas (nabij Luik) lager is dan 60 kubieke meter per seconde. Afbeelding 1 geeft aan dat dit geen uitzonderlijke situatie is.

Recente publicaties van onder andere het IPCC² versterken de bezorgdheid dat de uitstoot van broeikasgassen een belangrijke klimaatverandering teweeg zal brengen. Mede naar aanleiding van het hoogwater van 1993 en 1995 is in de afgelopen jaren onderzoek verricht naar de mogelijke invloed van klimaatveranderingen op de afvoer van Rijn en Maas. Hierbij heeft men vooral gekeken naar het optreden van hoogwater. Het algemene beeld wat hieruit ontstaat, is dat klimaatveranderingen tot een toename van de hoogwaterproblematiek in Rijn en Maas zullen leiden. Voor de

Rijn wordt tevens voorspeld dat klimaatveranderingen in een lagere zomerafvoer zullen resulteren. Dit is mede een gevolg van de invloed van een temperatuurstijging op het smelten van de sneeuw in de Alpen. Omdat dit geen invloed uitoefent op de zomerafvoer van de Maas, kunnen de resultaten voor de Rijn

Afb. 1: Watertekort in de Maas. Aantal dagen per jaar dat de afvoer van de Maas (nabij Luik) lager lag dan 60 kubieke meter per seconde. Tijdens deze dagen was er onvoldoende wateraanvoer om aan de huidige watervraag benedenstrooms van Luik te voldoen. De afvoerreeks is de gemeten reeks voor Borgharen gecorrigeerd voor wateronttrekkingen (kanalen) tussen Luik en Borgharen (persoonlijk commentaar Rijkswaterstaat Limburg).



niet klakkeloos vertaald worden naar de Maas. Dit gaf aanleiding tot een aparte studie naar de effecten van klimaatveranderingen op laagwater in de Maas. Deze studie is recentelijk afgerond³. De voornaamste bevindingen worden in dit artikel samengevat. Het onderzoek is uitgevoerd als onderdeel van het Nationaal Onderzoek Programma Mondiale Luchtverontreiniging en Klimaatverandering (NOP).

Klimaatveranderingen

De theorie dat de uitstoot van broeikasgassen het wereldklimaat beïnvloedt, wordt ondersteund door de buitengewoon sterke opwaartse trend van de mondiale temperatuur gedurende de 20e eeuw². Hoe het klimaat in het stroomgebied van de Maas beïnvloed zal worden door een wereldwijde temperatuurstijging, is echter moeilijk te kwantificeren. De resultaten van een aantal verschillende 'general circulation models' (GCM's) suggereren dat als gevolg van de klimaatverandering in België de gemiddelde neerslag gedurende de winter zal toenemen en de gemiddelde neerslag gedurende de zomer zal afnemen⁴. Regionale voorspellingen afgeleid van wereldwijde experimenten, moeten echter met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Door het KNMI wordt een alternatieve methode gebruikt om GCM-resultaten te vertalen naar meteorologisch consistente data met de juiste tijd- en ruimteschaal. Op basis van deze zogenaamde 'downscaling' methodiek is door het KNMI een klimaatscenario afgeleid voor noordwest-Europas⁵. Volgens dit scenario zal in de loop van de 21e eeuw de gemiddelde winterneerslag met zes tot 25 procent toenemen, terwijl voor de zomerneerslag een toename

van één tot vier procent wordt voorspeld.

Langjarige gemeten neerslagreeksen maken het mogelijk om te analyseren of over de afgelopen eeuw veranderingen in het neerslagpatroon zijn waar te nemen. Het KNMI rapporteert voor Nederland een kleine toename van het jaarlijkse neerslagvolume⁶⁾, met name gedurende de winter. De natuurlijke variatie van neerslag is echter groot. Derhalve kan niet geconcludeerd worden dat sprake is van een significante trend in de neerslag. Een vergelijkbaar beeld ontstaat uit een analyse van een neerslagreeks die is samengesteld uit gegevens van een aantal Belgische neerslagstations³⁾.

Samenvattend kan worden gesteld dat de analyse van klimaatscenario's en historische neerslagreeksen de bezorgdheid omtrent een mogelijke toename van winterneerslag in het Maasstroomgebied versterkt. Wat betreft de verandering in de zomerneerslag in het Maasstroomgebied is geen eenduidige verwachting te herleiden.

Hydrologische modellering

Een tweetal hydrologische modellen zijn gebruikt om de effecten van een viertal mogelijke klimaatscenario's door te rekenen voor het stroomgebied van de Maas bovenstrooms van Borgharen: SCHEME (Schelde Meuse) model⁴⁾ en MEUSEFLOW⁷⁾. Beide modellen zijn gebruikt om gemiddelde maandafvoeren van de Maas te berekenen met zowel gemeten klimaatvoer (om de modellen te toetsen aan de waargenomen afvoer) als met aangepaste klimaatvoer (om het effect van klimaatveranderingen door te rekenen). De resultaten van de verschillende scenarioruns zijn weergegeven in afbeelding 2. Alle zes modelruns (vier met MEUSEFLOW en twee met SCHEME) kunnen worden gezien als mogelijke realisaties van de toekomst. Nadere informatie over de kenmerken van de klimaatscenario's en de gebruikte hydrologische modellen is te lezen in het volledige onderzoeksrapport³⁾.

Het algemene beeld dat uit deze model-exercitie kan worden afgeleid, is een toename van de gemiddelde afvoer in de periode december tot mei en een afname van de gemiddelde afvoer in de periode juni tot november. De afname van de gesimuleerde zomerafvoer is vooral een weerspiegeling van de toename van de gesimuleerde verdamping, die het resultaat is van de voorspelde toename van de temperatuur. De gesimuleerde veranderingen in de gemiddelde maandafvoeren zijn echter klein in vergelijking met de natuurlijke variatie in gemiddelde maandafvoeren (afbeelding 2). De gebruikte klimaatscenario's gaan uit van gemiddelde veranderingen die ieder jaar op dezelfde manier worden toegepast. Dit betekent bijvoorbeeld dat voor een bepaald scenario alle winters natter worden en alle zomers

droger. Dergelijke scenario's zijn niet echt geschikt om de kans op het voorkomen van extreem lage afvoeren te onderzoeken. Dit zal worden toegelicht aan de hand van een analyse van gemeten neerslag- en afvoerreksen in het Maasstroomgebied over de 20e eeuw.

Het geheugen van de Maas

In vergelijking tot de Rijn heeft de Maas een grillig afvoerpatroon, met gedurende natte perioden een snelle reactie op neerslag in het stroomgebied. Dit betekent dat een hoogwater op de Maas in korte tijd kan ontstaan. De vraag hier is wat dit grillige karakter betekent voor het ontstaan van laagwater op de Maas. Is een droge periode in de zomer genoeg om een extreem lage afvoer op de Maas te krijgen of speelt ook het neerslagvolume van de voorafgaande maanden een rol? Om dit te analyseren zijn de neerslagreeksen van het Maasstroomgebied vergeleken met de afvoerreksen van de Maas (afbeelding 3). Uit deze analyse komt naar voren dat extreem lage afvoeren in de zomer, hier gedefinieerd als afvoeren waarbij watertekort in de Maas optreedt (zie ook afbeelding 1), met name voorkomen wanneer droge winters worden gevolgd door droge zomers. Een droge zomer voorafgegaan door een natte winter (bijvoorbeeld de zomers van 1989 en 1995) leiden niet tot langdurig watertekort in de Maas.

Tevens valt uit afbeelding 3 op te maken dat een extreem droge winter (1995/1996) gevolgd door een normale zomer (1996) ook in een watertekort kan resulteren. De langdurig lage afvoeren ontstaan echter in de jaren waar-

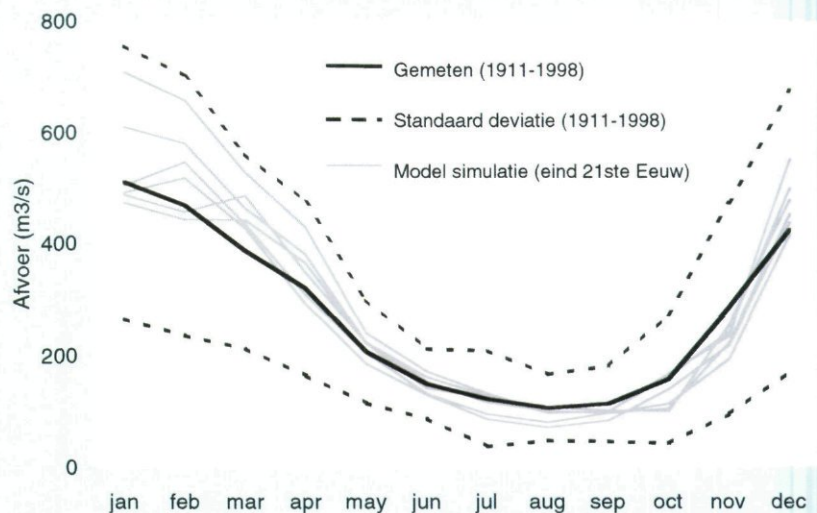
in een droge winter wordt gevolgd door een droge zomer. De lage afvoeren van 1921, 1934, 1947, 1949, 1959, 1964, 1971, 1973 en 1976 zijn daarvan een voorbeeld (afbeelding 3). Opvallend is dat sinds 1976 wel droge zomers voorkwamen (bijvoorbeeld de zomers van 1989, 1990 en 1991), maar dat deze droge zomers niet vooraf werden gegaan door relatief droge winters. Derhalve kan uit afbeelding 3 worden opgemaakt dat we de afgelopen 25 jaar de dans enigszins zijn ontsprongen. Dit is waarschijnlijk toeval (natuurlijke variatie), maar zou met enige verbeelding ook kunnen worden gezien als een eerste teken van klimaatverandering (nattere winters).

Conclusies

Op basis van klimaatonderzoek is niet eenduidig aan te geven of de zomerneerslag in het Maasstroomgebied zal gaan toenemen dan wel afnemen. Voor de winterperiode wordt een toename van de neerslag verwacht. Uit een simulatie van vier klimaatscenario's met twee hydrologische modellen ontstaat een beeld dat als gevolg van klimaatveranderingen de gemiddelde winterafvoer in de Maas zal toenemen terwijl de gemiddelde zomerafvoer juist zal afnemen. Dit hoeft echter niet tot grotere problemen te leiden, omdat de gesimuleerde afname van de gemiddelde zomerafvoer klein is in vergelijking met de natuurlijke variatie in zomerafvoeren.

De analyse van gemeten neerslag en afvoer over de 20e eeuw laat zien dat problemen met laagwater vooral voorkomen wanneer droge winters worden gevolgd door droge zomers.

Afb. 2: De gemiddelde maandelijkse afvoer van de Maas. De zwarte lijn geeft de gemeten gemiddelde maandafvoer van de Maas (Luik). De gestippelde lijnen de standaarddeviatie in de maandelijkse gemiddelde waarden. De zes grijze lijnen zijn berekend met MEUSEFLOW (voor vier verschillende klimaatscenario's) en SCHEME (met twee verschillende klimaatscenario's). Alle zes de grijze lijnen kunnen worden gezien als mogelijke realisaties van de toekomst. Overigens bleek het gebruik van verschillende klimaatscenario's meer invloed op het gesimuleerde afvoerpatroon te hebben dan het gebruik van verschillende hydrologische modellen.



Om te weten of klimaatveranderingen zullen leiden tot meer en langere perioden van watertekort in de Maas moeten we weten of klimaatveranderingen zullen leiden tot een grotere kans op het optreden van droge winters gevolgd door droge zomers. Dit is een vraag die bij het klimaatonderzoek wellicht meer aandacht verdient.

De recente hoogwaters van 1993 en 1995 hebben het 'hoogwatergeheugen' langs de Maas opgefrist. Sinds 1976 is het 'laagwatergeheugen' echter niet meer echt opgefrist. Sinds 1976 kwamen wel droge winters voor (bijvoorbeeld 1996) en droge zomers (bijvoorbeeld 1989, 1990 en 1991), maar die vielen nooit aaneengesloten. Een analyse van de afvoerreeks leert ons dat langdurige perioden (meer dan 100 dagen) waarbij de afvoer van de Maas niet aan de huidige waterbehoefte kan voldoen, geen uitzon-

dering zijn. Sinds 1976 is de behoefte aan Maaswater alleen maar toegenomen en dit geeft aan dat ook 'zonder' klimaatveranderingen een groot potentieel bestaat voor het optreden van aanzienlijke economische schade als gevolg van watertekort in de Maas. 

LITERATUUR

- 1) Deursen W., R. Feddes, P. Torfs en P. Warmerdam (1998). Vulnerability water supply of the Netherlands through the river Meuse. NOP report 410 200 010. Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change.
- 2) IPCC (2001). IPCC Third Assessment Report - Climate Change 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- 3) Wit M. de, P. Warmerdam, P. Torfs, R. Uijlenhoet, E. Roulin, A. Cheymol, W. van Deursen, P. van Walsum, M. Verwers, J. Kwadijk en H. Buiteveld (2001). Effect of Climate

Change on the Hydrology of the river Meuse. NOP report 410 200 090. Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change.

- 4) Roulin E., A. Cheymol en D. Gellens (2001). Integrated modeling of the hydrological cycle in relation to global climate change. Contribution to the final report of the project CG/DD/08 'Global Change and Sustainable Development'. Royal Meteorological Institute of Belgium.
- 5) KNMI (2001). Weer en water in de 21e eeuw. Een samenvatting van het derde IPCC klimaatrapport voor het Nederlandse waterbeheer.
- 6) KNMI (1999). De toestand van het klimaat in Nederland 1999.
- 7) Deursen W. van (2000). Meuseflow 2.1, Laagwaterstudie Maasstroomgebied. RIZA-project RI-2988A.

Afb. 3: Het geheugen van de Maas. Index november-april neerslag (zwart, eerste y-as) en index mei-oktober neerslag (zwart, eerste y-as) versus de duur van de periode met watertekort (zie ook afbeelding 1) in de Maas (grijs, tweede y-as). Een neerslagindex kleiner dan 1 betekent een relatief droog seizoen en een neerslagindex groter dan 1 betekent een relatief nat seizoen ten opzichte van het gemiddelde over de periode 1911-1998. De neerslagindices zijn berekend met gegevens van acht stations in België, beschikbaar gesteld door het KMI.

