



Siebe Bosch, Hydroconsult

Jan Gooijer, Waterschap Noorderzijlvest

# Uitbreidingen op de nieuwe neerslagstatistiek

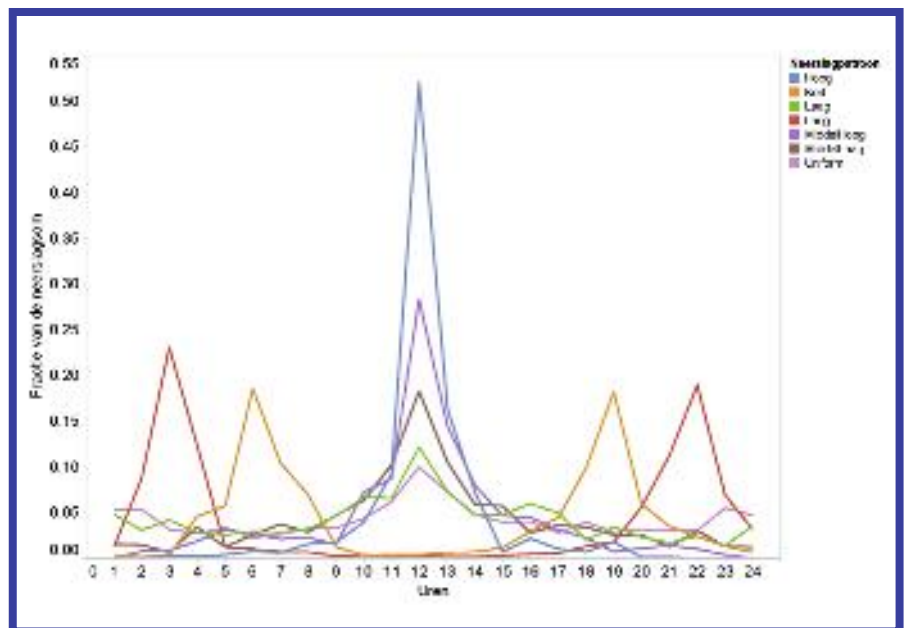
Toen STOWA in 2004 haar rapport 'Statistiek van extreme neerslag in Nederland'<sup>1)</sup> uitbracht, werd het ogenblikkelijk door waterschappen en adviesbureaus omarmd voor gebruik in hoogwaterstudies en voor de toetsing van watersystemen aan de normen van het Nationaal Bestuursakkoord Water. Maar zoals zo vaak het geval is met nieuwe kennis, ontstond al snel een behoefte aan uitbreidingen en verfijningen. In dit artikel bespreken we een verfijning van deze nieuwe neerslagstatistiek: het aanbrengen van een onderscheid tussen de zomer- en winterkansverdeling over de zeven neerslagpatronen.

De waterschappen gaan in 2012 hun watersystemen weer toetsen aan de NBW-normen voor wateroverlast. De gebruikte neerslagstatistiek kan gevolgen hebben voor de maatregelen die nodig zijn om het watersysteem op orde te brengen. Om ons optimaal voor te bereiden, hebben we een begin gemaakt met het verfijnen van de bestaande neerslagstatistiek.

Eigenlijk is het iets wat iedere waterbeheerder al weet: de kans op een grote neerslagpiek is in de zomer groter dan in de winter. De kans op een langdurige, vlakke neerslaggebeurtenis is juist groter in de winter. Dit verschil is echter niet eerder uitgewerkt in de nieuwe neerslagstatistiek. Het ligt voor de hand dat dit verschil tussen neerslagpatronen in de zomer en in de winter, eenmaal aangebracht in hoogwaterstudies, invloed zal hebben op berekende overschrijdingswaterstanden.

## Ontwerpbuizen

STOWA onderscheidt in haar publicatie uit 2004 de volgende zeven typen neerslagpatronen: hoog (een enkele hoge piek), middelhoog (een enkele, nog iets lagere piek), middellaag (een enkele, nog iets lagere piek), laag (een enkele lage piek), kort (twee pieken, kort op elkaar), lang (twee pieken, lang na elkaar) en uniform (geen piek). Deze neerslagpatronen zijn zo ontworpen dat ze gezamenlijk het gehele kansveld aan mogelijke neerslagpatronen vertegenwoordigen. Het ontwerp is gebaseerd op de aanname dat iedere bui twee pieken, één piek of geen enkele piek bevat. De vorm en classificatieparameters zijn vervolgens zodanig gekozen dat ieder type een vrijwel even grote kans op vóórkomen heeft.



Afb. 1. De zeven neerslagpatronen die STOWA onderscheidt, hier afgebeeld voor de neerslagduur van 24 uur.

Tabel 1: De kansverdeling over de zeven ontworpen neerslagpatronen<sup>1)</sup>.

patroontype	24 uur	48 uur	96 uur	192 uur	216 uur
uniform	0,12	0,09	0,10	0,14	0,14
laag	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14
middellaag	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14
middelhoog	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14
hoog	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14
kort	0,13	0,19	0,18	0,18	0,18
lang	0,11	0,12	0,13	0,12	0,13
totale kans	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00

Voor vijf neerslagduren is in 2004 de jaarrond-kansverdeling over deze neerslagpatronen vervaardigd en gepubliceerd. Tabel 1 presenteert die kansverdelingen.

In deze tabel wordt echter geen onderscheid gemaakt tussen het zomer- en winterhalfjaar. Hoewel zomerbuien over het algemeen een feller karakter hebben, vallen ze meestal op een relatief drogere ondergrond. Veel van de zomerneerslag komt daarom niet tot afstroming en draagt niet bij aan het stijgen van waterstanden. Veel buien van het type 'hoog' hebben naar verwachting dus niet zo'n grote invloed op maatgevende waterstanden. We veronderstellen daarom dat het maken van onderscheid tussen zomer- en winterbuien in de neerslagstatistiek zal leiden tot lagere overschrijdingswaterstanden. Om dit onderscheid te kunnen aanbrengen, moest allereerst de oorspronkelijke classificatie uit 2004 worden gereproduceerd. Daartoe hebben we de gehele neerslagreeks met uursommen van KNMI-station De Bilt voor de periode van 1906 t/m 2003 opnieuw nabewerkt en geïnclassificeerd. Hierbij is zo veel mogelijk de oorspronkelijke werkwijze uit 2004 gevolgd:

- Uit de 98 jaren aan uursommen werden voor alle vijf de neerslagduren de duizend zwaarste neerslaggebeurtenissen geëxtraheerd;
- Voor iedere neerslaggebeurtenis werd met een wandelend venster bepaald of die twee pieken, één piek of geen piek bevatte;
- Op basis van de neerslagvolumes uit het wandelende venster werd uiteindelijk bepaald tot welk type iedere bui behoorde.

Hoewel de oorspronkelijke werkwijze vrij uitgebreid is beschreven, konden we het resultaat daarvan wel benaderen maar niet exact reproduceren. Om die reden hebben we zelfstandig parameterinstellingen bepaald waarmee de kansverdelingen uit 2004 wel exact worden gereproduceerd. Het gaat te ver om in dit artikel de gehele classificatiemethode uiteen te zetten. De werkwijze inclusief broncode kan worden teruggevonden op internet<sup>2</sup>.

Met de eigenhandig bepaalde parameterinstellingen zijn we erin geslaagd de oorspronkelijke kansverdeling uit tabel 1 in zijn geheel, dus tot op twee decimalen achter de komma, te reproduceren. Bovendien worden de ontwerpbuien zelf ook met de classificatiemethode tot de juiste categorie gerekend. Dit resultaat gaf voldoende vertrouwen om de volgende stap te zetten: het aanbrengen van een onderverdeling naar een zomer- en winterkansverdeling. In tabellen 2 en 3 presenteren we het resultaat.

Om deze resultaten inzichtelijk te maken volgt in afbeelding 2 een diagram met alle resultaten uit tabellen 1, 2 en 3.

De resultaten bevestigen het algemene beeld, namelijk dat buien met een hevige piek's zomers vaker voorkomen dan in de winter. Zo heeft dat neerslagpatroon van het type 'hoog' en een duur van 24 uur in de zomer een kans van 0,25, terwijl dat in de

patroontype	24 uur	48 uur	96 uur	192 uur	216 uur
uniform	0,08	0,07	0,07	0,10	0,09
laag	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13
middellaag	0,14	0,15	0,11	0,12	0,12
middelhoog	0,18	0,17	0,16	0,16	0,17
hoog	0,25	0,21	0,23	0,18	0,17
kort	0,14	0,18	0,16	0,18	0,20
lang	0,10	0,11	0,15	0,12	0,12
<b>totale kans</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>

Tabel 2: Zomerse kansverdeling over de zeven neerslagpatronen van STOWA.

patroontype	24 uur	48 uur	96 uur	192 uur	216 uur
uniform	0,16	0,11	0,11	0,17	0,18
laag	0,19	0,18	0,17	0,14	0,15
middellaag	0,18	0,16	0,18	0,16	0,16
middelhoog	0,15	0,13	0,14	0,12	0,12
hoog	0,08	0,10	0,09	0,11	0,11
kort	0,12	0,20	0,20	0,18	0,17
lang	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12
<b>totale kans</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>

Tabel 3: Winterse kansverdeling over de zeven neerslagpatronen van STOWA.

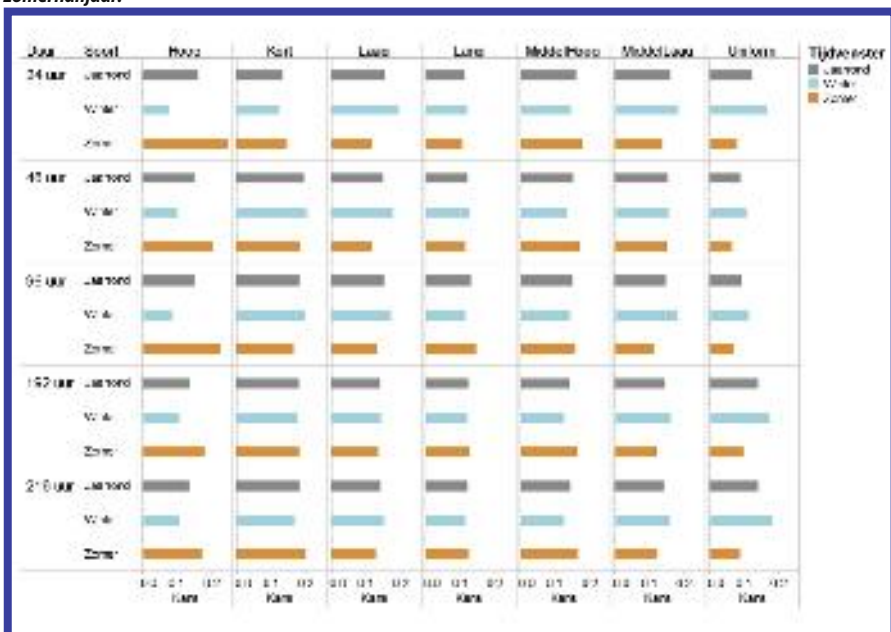
winter een kans van slechts 0,08 heeft. Type 'laag' bij een duur van 24 uur heeft aan de andere kant in de zomer een kans van 0,12 en in de winter een kans van 0,19. Hoewel voor type 'hoog' de verschillen tussen zomer en winter redelijk groot blijven voor grotere neerslagduren, nemen de verschillen in het algemeen wel af met de lengte van de maatgevende duur.

### Gebiedsstudie: de Noordpolder

Om het effect van de bovenstaande resultaten aan de praktijk van NBW-analyses te toetsen, hebben we de Stochastentool van Hydroconsult<sup>3</sup> uitgebreid met de

gevonden kansverdelingen voor neerslagpatronen. Vervolgens hebben we met zowel de oorspronkelijke jaarrond-kansverdeling als met de verfijnde versie een volledige stochastische analyse uitgevoerd. Het studiegebied voor deze praktijktest is het gebied de Noordpolder in het beheergebied van Waterschap Noorderzijlvest. De Noordpolder is een zeekleipolder aan de Waddenzee waarin vooral agrarische activiteiten plaatsvinden. Als maatgevende neerslagduur is de oorspronkelijke 96 uur aangehouden. Elke stochastische analyse omvatte in totaal 392 berekeningen met SOBEK: 14 klassen van neerslagvolumes x zeven neerslagpatronen

Afb. 2: Kansverdelingen over de zeven neerslagpatronen voor de tijdvensters jaarrond, winterhalfjaar en zomerhalfjaar.





*De Noordpolder, gezien vanaf het gemeal aan de waddendijk.*

x twee seizoenen x twee initiële grondwaterklassen. Merk op dat we voor de zomer en de winter elk twee unieke klassen voor de initiële grondwaterstand hebben gebruikt.

In afbeelding 3 presenteren we voor de  $T=100$  overschrijdingswaterstand het verschil (in cm) tussen de analyse met en de analyse zonder onderscheid naar zomerse- en winterse neerslagpatronen. De resultaten bevestigen de hypothese, namelijk dat het aanbrengen van dit onderscheid leidt tot lagere overschrijdingswaterstanden.

Het aanbrengen van het genoemde onderscheid resulteert in de Noordpolder in dalingen van de  $T=100$  overschrijdingswaterstanden met waarden tussen 0 en 3,9 cm. Voor de  $T=10$  overschrijdingswaterstanden gelden vergelijkbare dalingen: tussen 0 en 3,4 cm. In absolute zin lijkt dit niet veel, maar in verhouding tot de peilstijgingen gaat het toch om veranderingen tot circa 15 procent. Om meer inzicht te krijgen in het hoe en waarom achter deze verlaagde overschrijdingswaterstanden, kijken we in detail naar de afwateringseenheid met de grootste daling: GFE1255. De overschrijdingsgrafiek bestaat uit 392 maximum waterstanden. Aan ieder punt in de grafiek ligt een volledige SOBEK-berekening ten grondslag, met een bepaalde initiële grondwaterstand, neerslagvolume en neerslagpatroon. Door deze 392 maximum waterstanden te sorteren, kunnen we voor iedere waterstand de overschrijdingskans bepalen. Die is immers gelijk aan de som van de kans op alle gebeurtenissen die in de analyse een hogere waterstand opleverden.

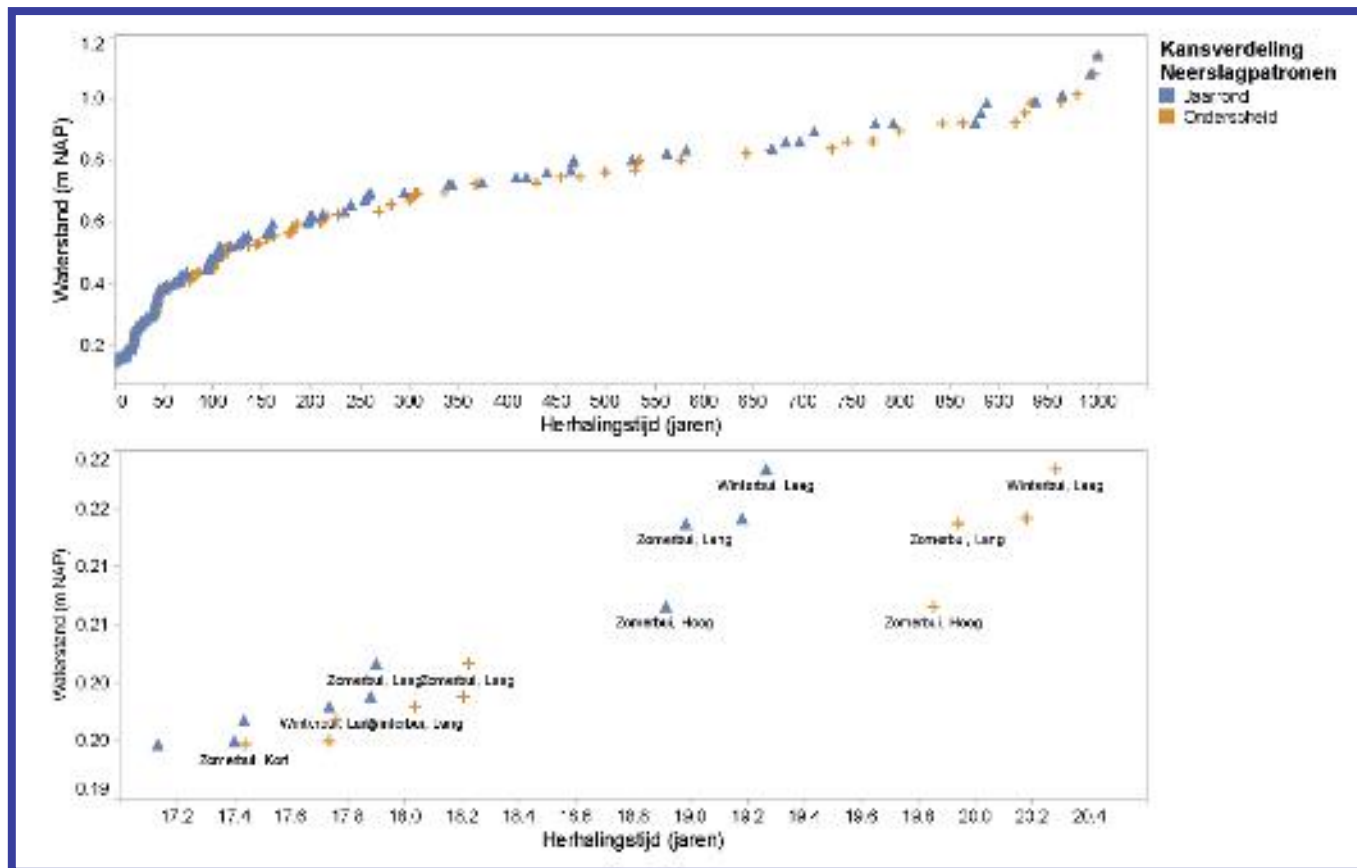
De figuur laat twee overschrijdingsgrafieken zien: één waarin we de oorspronkelijke jaarrond-kansverdeling over de zeven neerslagpatronen hebben toegepast (blauw) en één waarin het onderscheid naar zomer en winter is doorgevoerd (oranje). Voor het vervaardigen van beide grafieken was slechts één stochastische analyse van 392 sommen nodig, omdat de verfijning in de statistiek uitsluitend zit in het herverdelen van kansen over de zeven neerslagpatronen: de nabewerking. Beide grafieken laten dus exact dezelfde waterstanden zien, alleen met een andere kansverdeling. Als gevolg daarvan zien we dat beide grafieken in horizontale richting uit elkaar gaan lopen en op het

einde weer bij elkaar komen. Dit laatste toont aan dat de totale kansdichtheid voor beide methodes gelijk is.

In de detailuitsnede wordt duidelijk wat er precies gebeurt. Bij de waterstand die volgt uit een zomerbui van het type 'laag', liggen de herhalingstijden nog niet zo heel ver uit elkaar, maar de daarop volgende waterstand uit een zomerbui van het type 'hoog', drijft de herhalingstijden volgens beide methoden verder uit elkaar. Dit kunnen we eenvoudig verklaren met het feit dat een zomerbui van het type 'hoog' volgens de verfijnde kansverdeling een veel grotere kans (0,23; zie tabel 2) toegewezen krijgt dan volgens

**Afb. 3: Verandering van de  $T=100$  overschrijdingswaterstanden (in cm) als gevolg van aangebracht onderscheid tussen zomer- en winterneerslagpatronen.**





Afb. 4: Twee overschrijdingsgrafieken (boven) plus een detailuitsnede (beneden) voor afwateringseenheid 1255.

de oorspronkelijke jaarrond-kansverdeling (0,15; zie tabel 1). Rond de herhalingsstijden waarin waterbeheerders geïnteresseerd zijn ( $t/m T=100$ ), zien we dat de neerslaggebeurtenissen die met de verfijnde methode een grotere kans toegewezen krijgen, het overwicht hebben. Bij hogere waterstanden zijn het vooral de gebeurtenissen die met de verfijnde methode juist een kleinere kans toegewezen krijgen die het overwicht hebben, waardoor het verschil tussen beide grafieken weer terugloopt.

### Hoe verder?

Deze studie toont aan dat de statistiek van extreme neerslag, hoewel al goed uitgewerkt, nog altijd voor verbetering vatbaar is voor gebruik in hoogwaterstudies. Naast alle aandacht die recentelijk is ontstaan voor het kwantificeren van onzekerheden in de wateropgave in aanloop naar de nieuwe toetsronde voor het NBW, heeft het dus zin om ook te blijven investeren in het verder verbeteren van de neerslagstatistiek. Denk bijvoorbeeld aan het regelmatig terug-

kerende vraagstuk rond de maatgevende neerslagduur en het afleiden van de volledige statistiek voor neerslagreeksen die met het digitale klimaatinstrument van het KNMI<sup>4)</sup> zijn geconverteerd. Andere belangrijke thema's zijn: de omgang met de verschillende neerslagduren en afhankelijke stochasten zoals wind en opwaaiing. Het doel moet daarbij zijn om te begrijpen waarom een watersysteem faalt, zodat de maatregelen ook op die oorzaak kunnen worden afgestemd.

### Conclusies

Wanneer onderscheid wordt aangebracht naar de zomerse en winterse kansverdeling over de zeven neerslaggebeurtenissen van STOWA, blijkt dat dit een verlagend effect heeft op de berekende overschrijdingswaterstanden. Voor de  $T=100$  overschrijdingswaterstanden in de Groningse Noordpolder liggen deze verlagingen tussen de 0 en 3,9 cm. De effecten zijn in absolute zin niet heel groot, maar in relatieve zin wel degelijk van belang. Omdat het doorvoeren van het

zomer- en winteronderscheid per definitie een verbetering is ten opzichte van de oorspronkelijke neerslagstatistiek, kan het implementeren ervan worden gezien als een geen-spijt-maatregel voor toekomstige hoogwateranalyses. Daarnaast loont het om verder te zoeken naar mogelijke verbeterpunten alvorens de nieuwe toetsronde voor het NBW in 2012 begint.

### LITERATUUR

- 1) STOWA (2004). Statistiek van extreme neerslag in Nederland. Rapport 2004-26.
- 2) Modelwalhalla (2011). Macro voor classificatie van neerslagreeksen over de 7 neerslagpatronen.
- 3) Hydroconsult (2011). Stochastentool versie 7.3, een toepassing in Excel voor het uitvoeren van hoogwaterstudies volgens de stochastenmethode.
- 4) KNMI (2010). Online transformatie van neerslagreeksen naar de '06 klimaatscenario's. [www.climexp.knmi.nl](http://www.climexp.knmi.nl).