



Invloed van de zee op de neerslagverdeling en de frequentie van wateroverlast

OLIVIER HOES, TU DELFT / NELEN & SCHUURMANS CONSULTANTS
 JELMER BIESMA, HOOGHEEMRAADSCHAP VAN SCHIELAND / KRIMPENERWAARD
 KEES STOUTJESDIJK, WATERSCHAP HOLLANDSE DELTA
 FRANS VAN KRUIJNING, HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND

Voor het dimensioneren van water- en rioleringsystemen wordt veelal gebruikt gemaakt van de neerslag van De Bilt of van ontwerpbuien die van deze reeks zijn afgeleid. Diverse waterschappen langs de kust vermoeden dat het in het kustgebied harder of vaker regent dan in De Bilt en dat de kans op wateroverlast in het kustgebied wordt onderschat. Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat deze vermoedens juist kunnen zijn.

In de afgelopen jaren is bij diverse waterschappen langs de kust herhaaldelijk sprake geweest van wateroverlast. Ook dit jaar nog hebben Maasdijk en andere delen van het Westland blank gestaan door hevige neerslag. Wateroverlast lijkt hier vaker voor te komen dan vroeger en bovendien lijkt het of wateroverlast in deze gebieden vaker voorkomt dan elders in het land. Verder is de verwachting dat door een neerslagtoename als gevolg van klimaatverandering, de wateroverlast in de toekomst nog vaker zal voorkomen en bovendien de schade groter zal zijn. Oorzaken die hiervoor genoemd kunnen worden, zijn de toename aan kassen en verstedelijking van de afgelopen decennia, waardoor neerslag sneller tot afstroming komt én een toename van kapitaalintensief grondgebruik, waardoor de schade bij wateroverlast is toegenomen.

De waterschappen Hollandse Delta, Delfland en Hunze en Aa's en de Hoogheemraadschappen Schieland en de Krimpenerwaard, Rijnland en Noorderkwartier vermoeden nog een andere oorzaak: de neerslag van De Bilt is wellicht niet representatief voor watersystemen langs de kust, omdat het daar vaker, harder of meer aaneengesloten regent. Met als gevolg dat de systemen langs de kust te klein worden gedimensioneerd en vaker worden geconfronteerd met wateroverlast.

In voorliggend artikel is het effect van de

ligging aan de kust op de frequentie van wateroverlast onderzocht. Hiertoe zijn op een aantal uiteenlopende modellen van polders langjarige simulaties uitgevoerd van waterstanden met als invoer de uurneerslag van zeven KNMI-sta-

tions. Er is alleen gebruik gemaakt van stations waar uurwaarnemingen worden geregistreerd, omdat daggegevens te grof zijn voor het simuleren van waterstanden.

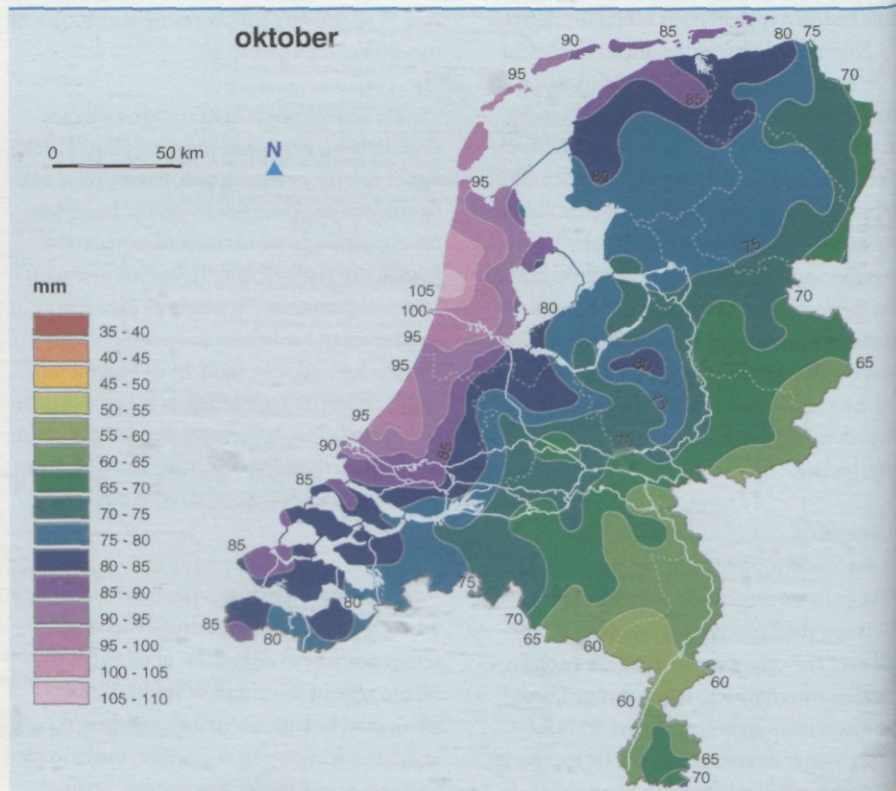
De gebruikte stations zijn: Vlissingen, Rotterdam, Valkenburg (ZH), Schiphol, De Bilt, Den Helder en Groningen. Van elk van deze stations is de neerslag van 1974 tot 2004 gebruikt voor het simuleren van 30 jaar waterstanden. Uit de berekeningsresultaten zijn de waterstanden bepaald die met een herhalings-tijd van 1:5 jaar voorkomen.

Eerdere bevindingen

In veel studies wordt voor het dimensioneren van watersystemen gebruik gemaakt van de historische neerslagreeks van De Bilt of hiervan afgeleide ontwerpbuien. De reden dat overal in Nederland van de neerslaggegevens van De Bilt gebruik gemaakt wordt, is dat van dit station een zeer lange reeks beschikbaar is en daarnaast aangenomen wordt dat de resultaten ook voor andere plaatsen in Nederland toepasbaar zijn. Deze laatste aanname blijkt echter al langer bij velen aan twijfel onderhevig te zijn¹⁾.

Mogelijke oorzaken voor verschillen zijn bijvoorbeeld aanwezigheid van heuvels, de overgang van zee naar land en de aanwezigheid van stedelijke agglomeraties²⁾. De gevolgen van de overgang van zee naar land op het gedrag van een watersysteem en de frequentie van wateroverlast zijn nog niet onderzocht. Wel zijn door het KNMI in de jaren tachtig ontwerpbuien voor Vaals, Vlissingen, Ter Apel

Afb. 1: Gemiddelde regenhoeveelheid in oktober over de periode 1971-2000 (bron: klimaatatlas KNMI 2003).



en De Bilt met elkaar vergeleken en daarbij werden geen significante verschillen gevonden voor buien korter dan 24 uur. Voor ontwerp-buien van meer dan 24 uur is wel een verschil tussen de locaties gevonden. De vergelijking van Vlissingen en Ter Apel is gedaan aan de hand van twee artikelen^{3),4)}.

Afbeelding 1 is overgenomen uit de klimaatatlas van het KNMI met voor de maand oktober de gemiddelde neerslag over de periode 1971-2000. In het kaartje is het afwijkende neerslagpatroon langs de kust te zien: de gemiddelde maandsommen langs de kust zijn in het najaar iets groter. Dit kan worden verklaard door scherpe overgang in temperatuur van zee naar land. Dit temperatuurverschil is het grootst in de maand oktober²⁾.

Niet duidelijk is of deze verschillen in maandsommen worden veroorzaakt doordat het langs de kust vaker of harder regent en wat hiervan de consequenties zijn voor de frequen-

tie van hoge waterstanden in een watersysteem en wateroverlast.

In het recent uitgevoerde STOWA-onderzoek zijn de neerslagverschillen in Nederland onderzocht door de ontwerp-buien van elf over Nederland verspreid liggende stations met elkaar te vergelijken. Deze ontwerp-buien zijn afgeleid op basis van daggegevens voor neerslagduren van twee, vier en acht dagen. In de rapportage staat dat de verschillen ten opzichte van De Bilt klein zijn met een enkele uitschieter naar boven van twaalf procent in Heerde (Ov). Voor het waterbeheer is echter niet de frequentie van een ontwerp-bui met een vaste duur, maar vooral de frequentie van wateroverlast van belang. Ten onrechte wordt nog wel eens gesteld dat de herhalings-tijd van een ontwerp-bui gelijk is aan de herhalings-tijd van de met die ontwerp-bui berekende waterstand.

Langjarige simulaties

Om het effect van de verschillende neer-

slagreeksen op de frequentie van hoge waterstanden te onderzoeken zijn zes representatieve polders gebruikt. De polders verschillen in grondsoort, percentage openwater en grondgebruik (zie tabel 1).

Daarnaast zijn alle polders voorzien van een gemaal met een capaciteit van 14,4 mm per etmaal en een inlaat om de waterstand in droge perioden op streefpeil te houden.

Het resultaat van het doorrekenen van de zeven neerslagreeksen is voor elke van de polders zeven tijdreeksen met 30 jaar waterstanden. Uit deze reeksen zijn alle extremen gebruikt om te bepalen welke waterstand met een herhalings-tijd van eens in de vijf jaar optreedt (zie tabel 2). In de tabel is te zien dat met name de waterstanden berekend met de reeks van Rotterdam voor elke polder tot hogere peilstijgingen leiden dan die berekend met De Bilt. Dit geldt tevens in mindere mate voor Valkenburg.

Om te bepalen of dit verschil alleen bij een herhalings-tijd van vijf jaar plaatsvindt, zijn van alle polders waterstandkans-grafieken gemaakt. In afbeelding 2 is de grafiek te zien van de veenpolder met tien procent open water en alleen gras onder de neerslag van Rotterdam en De Bilt. In deze polder ligt het streefpeil op NAP en treedt inundatie van maaiveld op bij +0,40 m. NAP.

In de grafiek is te zien dat bij deze polder inundatie van maaiveld met de neerslag van De Bilt circa eens in de 50 jaar optreedt en met de neerslag van Rotterdam circa eens in de tien jaar. Dat is vijf keer vaker. Tevens valt op dat ook bij de hoog frequente gebeurtenissen - rond een herhalings-tijd van twee jaar - Rotterdam hogere waterstanden heeft.

Op basis van deze resultaten kan geconcludeerd worden dat een gedeelte van de overlast in de buurt van Rotterdam van de afgelopen jaren veroorzaakt wordt doordat de neerslag in Rotterdam afwijkt van de neerslag van de Bilt.

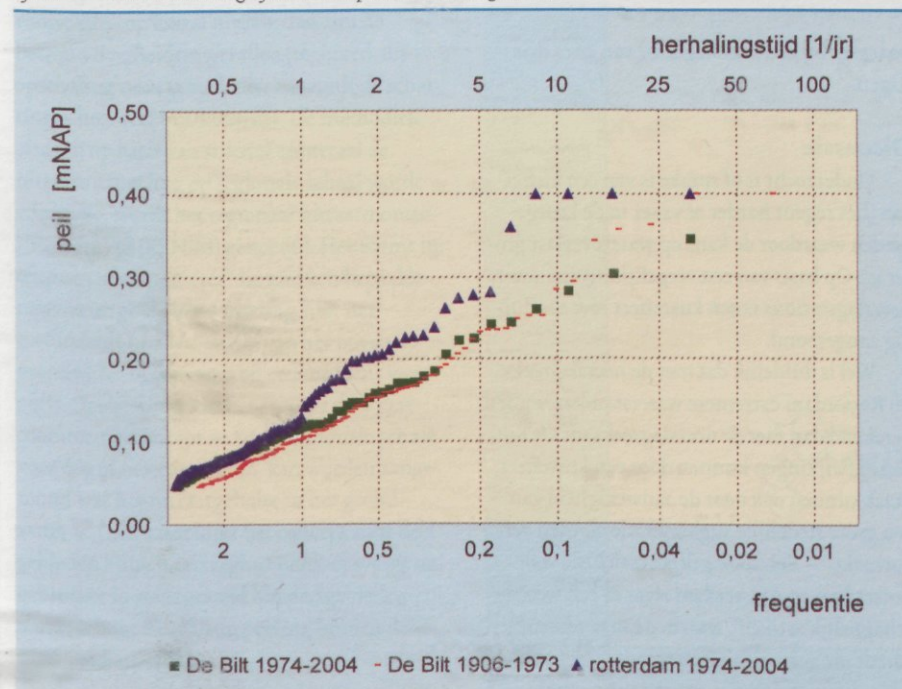
In de grafiek zijn tevens de resultaten geplot van een simulatie met de neerslag van De Bilt vanaf 1906 tot en met 1973. Te zien is dat de puntenwolk van de periode voor 1974 van De Bilt nagenoeg exact over de puntenwolk van de simulatie van 30 jaar na 1974 ligt. De berekende waterstanden van De Bilt van na 1974 zijn blijkbaar representatief voor de waterstanden van De Bilt vanaf 1906 tot 1974.

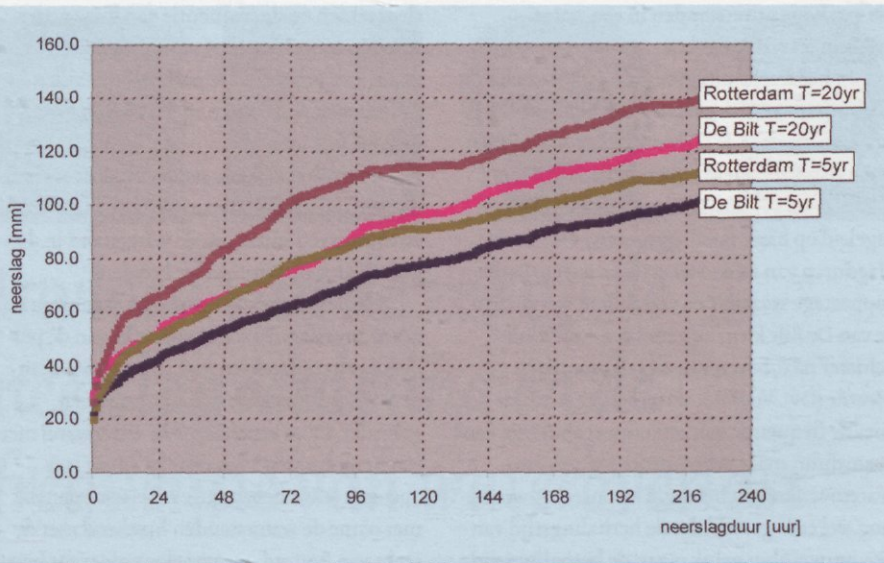
De waterstandkans-relaties berekend met de neerslagreeksen van de overige stations zijn vergelijkbaar met die van De Bilt. Wat wil zeggen dat het voor deze watersystemen en de kans op wateroverlast niet uit maakt of deze zich in de buurt van Schiphol, Vlissingen, Valkenburg, Den Helder, Eelde of De Bilt bevinden.

Tabel 1. Waterstanden die met een herhalings-tijd van 1:5 jaar worden overschreden.

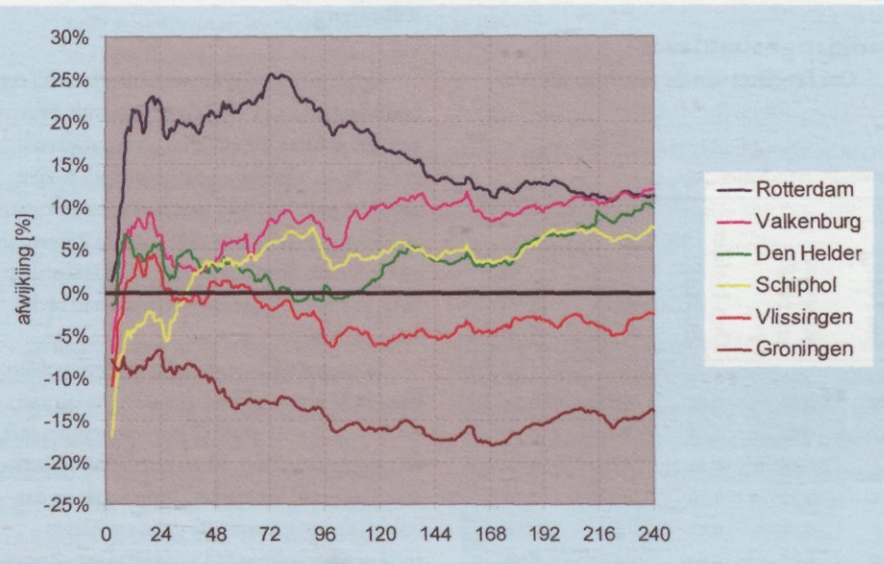
grondsoort	open water	grondgebruik	Vlissingen (m. NAP)	Rotterdam (m. NAP)	Valkenburg (m. NAP)	Schiphol (m. NAP)	Den Helder (m. NAP)	Groningen (m. NAP)	De Bilt (m. NAP)
1 veen	10%	gras	0,22	0,27	0,25	0,22	0,23	0,17	0,20
2 "	"	stedelijk	0,26	0,30	0,27	0,24	0,26	0,20	0,23
3 klei	5%	gras	0,10	0,26	0,20	0,08	0,14	0,08	0,12
4 "	"	stedelijk	0,32	0,44	0,41	0,32	0,36	0,28	0,32
5 zand	3%	gras	0,16	0,25	0,19	0,13	0,21	0,14	0,18
6 "	"	stedelijk	0,71	0,77	0,78	0,63	0,69	0,66	0,70

Afb. 2: Waterstandkans-grafiek van veenpolder met alleen grasland.





Afb. 3: Regenduurgrafiek van De Bilt en Rotterdam bij een herhalings-tijd van vijf en 20 jaar.



Afb. 4: Verschil in regenduur ten opzichte van De Bilt bij een herhalings-tijd van vijf jaar voor neerslagduren van twee tot 240 uur.

Regenduurlijnen

Om te achterhalen waarin dit verschil met Rotterdam zit, zijn voor Rotterdam en De Bilt regenduurlijnen gemaakt voor een herhalings-tijd van 1:5 en 1:20 jaar. Hiertoe zijn bij deze herhalings-tijden de ontwerpbuizen bepaald voor een duur van twee tot en met 240 uur (zie afbeelding 3). In de afbeelding is te zien dat de regenduurlijn van De Bilt met een herhalings-tijd van 1:20 jaar nagenoeg gelijk is aan die van Rotterdam met een herhalings-tijd van 1:5 jaar.

Als laatste is met de regenduurlijnen bepaald bij welke neerslagduur de verschillen tussen Rotterdam en De Bilt het grootst zijn. Dit is gedaan door het verschil tussen de regenduurlijnen met een herhalings-tijd van T = 5 jaar van Rotterdam en De Bilt te delen door de regenduurlijn van De Bilt. In afbeelding 4 is te zien dat de afwijking van Rotterdam ten opzichte van De Bilt maximaal circa 25 procent

bedraagt bij een neerslagduur van circa drie dagen.

Discussie

Onderzocht is of sprake is van een kusteffect (het regent harder of vaker in de kustgebieden waardoor de kans op wateroverlast groter is). Op basis van een vergelijking van zeven neerslagstations is een kusteffect niet eenduidig aangetoond.

Wel is duidelijk dat met de neerslagreeks bij Rotterdam extremere waterstanden worden berekend dan met de neerslagreeks uit De Bilt. Deze afwijkingen kunnen door een kusteffect, maar kunnen ook door de aanwezigheid van een grote stedelijke agglomeratie worden veroorzaakt^{5,6}. Een soortgelijke conclusie voor Rotterdam en Amsterdam staat in een wetenschappelijk artikel⁷, waarin de maandsommen van de omgeving van Rotterdam en Amsterdam zijn vergeleken met twee meer rurale

gebieden: de kop van Noord-Holland en een gedeelte van Zeeland.

Het aantonen of de afwijking in de regio Rotterdam wordt veroorzaakt door een stads- of kusteffect, hoe groot dit gebied is en hoe dit de frequentie van wateroverlast beïnvloedt is lastig te beantwoorden, doordat maar van een beperkt aantal verspreid liggende neerslagstations uurgegevens bruikbaar zijn. Voor het waterbeheer is belangrijker om te onderkennen dat de neerslag lokaal sterk kan afwijken en daarmee tot een andere frequentie van wateroverlast leidt. Een gedeelte van de overlast in de buurt van Rotterdam van de afgelopen jaren kan wellicht in de toekomst voorkomen worden als de watersystemen niet enkel met De Bilt, maar met de lokale neerslag van Rotterdam wordt gedimensioneerd. □

LITERATUUR

- 1) Buishand T. (1984). Neerslaggegevens bij rioleringsberekeningen. H₂O nr. 7, pag. 143-147.
- 2) Buishand T. en C. Velds (1980). Klimaat van Nederland, neerslag en verdamping. KNMI.
- 3) Buishand T. (1983). Uitzonderlijk hoge neerslaghoeveelheden en de theorie van extreme waarden. Cultuurtechnisch tijdschrift nr. 1.
- 4) Buishand T. (1991). Extreme rainfall estimation by combining data from several sites. Hydrological sciences - journal - des sciences hydrologiques nr. 4, pag. 8.
- 5) Changnon S. (2001). Assessment of historical thunderstorm data for urban effects: The Chicago case. Climatic Change nr. 49, pag. 161-169.
- 6) Barry R. en R. Chorley (2003). Atmosphere, weather and climate.
- 7) Buishand T. (1979). Urbanization and changes in precipitation, a statistical approach. J. Hydrology nr. 40, pag. 365-375.