

Schaling neerslagstatistiek korte duren obv Stowa (2015) en KNMI'14

Van: Jules Beersma (KNMI) (mmv Geert Lenderink en Adri Buishand)

Aan: Paul Fortuin (RWS-WVL)

20161214 (definitief)

Inleiding

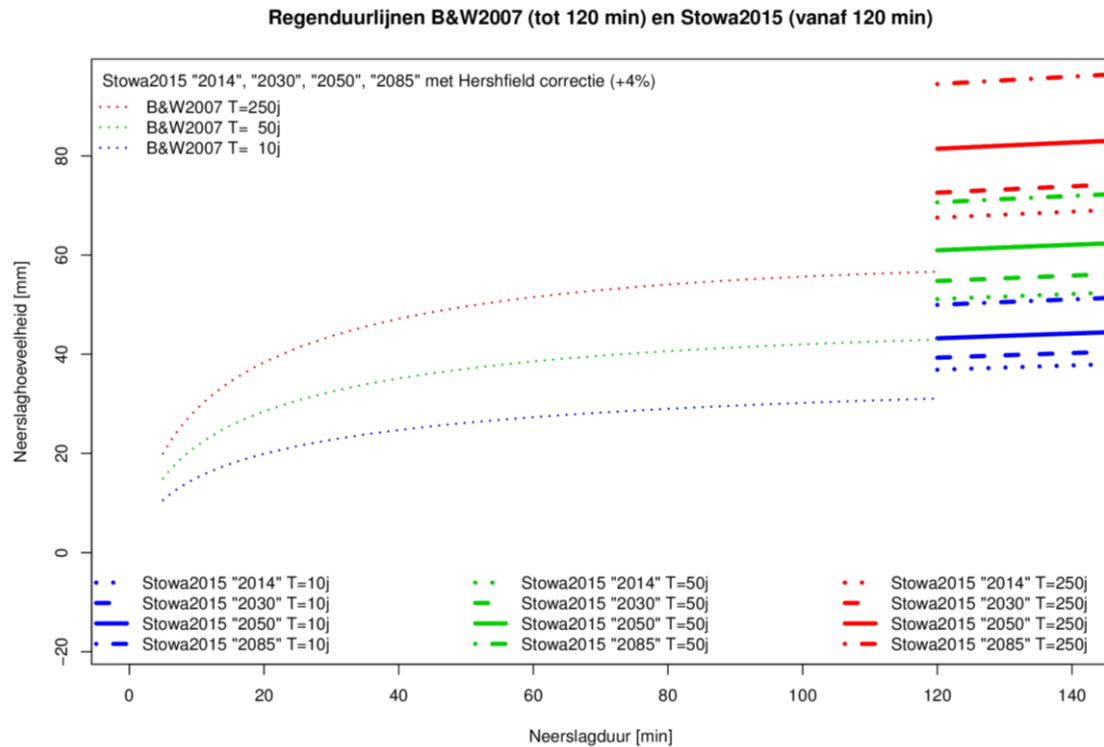
RWS-WVL vraagt om een zo goed mogelijke representatie van de statistiek van extreme neerslag voor neerslagduren van 5 tot 120 minuten. De meest recente statistiek voor De Bilt is die van Buishand en Wijngaard uit 2007 (voor het vervolg afgekort als B&W2007). In B&W2007 is neerslagdata uit de periode 1906 - 1990 gebruikt en is nog geen rekening gehouden met de trend in de (extreme) neerslag zoals die blijkt uit de historische meetreeksen tot en met nu. In 2015 is door KNMI en HKV in opdracht van STOWA wel een geüpdatete statistiek voor extreme neerslag voor De Bilt voor langere duren (dwz neerslagduren vanaf 2 uur tot 20 dagen) afgeleid waarbij wel rekening is gehouden met de historische trend in de extreme neerslag en waarbij neerslagdata tot en met 2014 is gebruikt (STOWA-rapport uit 2015, voor het vervolg afgekort als Stowa2015). De Stowa2015 statistiek is representatief voor het klimaat anno nu, aangeduid met het klimaat voor "2014". In deze memo worden de beide statistieken 'gecombineerd' zodat een (voorlopig bruikbare) statistiek voor neerslagduren van 5 tot 120 minuten beschikbaar komt die ook representatief is voor het huidige klimaat (dwz anno "2014") en daarbij tevens een 'vertaling' van deze statistiek naar de toekomst op basis van de meest recente KNMI'14 klimaatscenario's voor 2030, 2050 en 2085.

Resultaten van schaling

Momenteel zijn er twee neerslagstatistieken voor extreme neerslag beschikbaar. 1) De statistiek voor korte duren (dwz neerslagduren van 5 tot 120 min) uit 2007 waarbij nog geen rekening is gehouden met de historische trend in de (extreme) neerslag (B&W2007) en 2) een geüpdatete statistiek voor langere duren (dwz 2 uur tot 20 dagen) uit 2015 waarin wel rekening is gehouden met de historische trend in de extreme neerslag en die trend is gebruikt om een statistiek voor het huidige klimaat (dwz het klimaat anno "2014") af te leiden (Stowa2015). Voor de drie voor RWS-WVL relevante herhalingstijden (10, 50 en 250 jaar) zijn de corresponderende regenduurlijnen in Figuur 1 weergegeven. De dunne lijnen links in de figuur corresponderen met de B&W2007 statistiek en de dikke lijnen rechts in de figuur met de Stowa2015 statistiek.

Een kleine tekortkoming van de Stowa2015 statistiek is dat deze de extreme neerslaghoeveelheden met een neerslagduur van 120 minuten in feite iets onderschat. In Stowa2015 is namelijk bij de bepaling van de 2-uur extremen gebruik gemaakt van uurlijkse neerslagsommen die zijn gemeten op vaste tijdstippen (dwz op hele klokuren). De neerslagmaxima op basis van vaste klokuren zijn per definitie iets lager dan die op basis van een variabele 60 minuten periode. Voor de extreme 120-minuten neerslag berekend uit (klok)uursommen bedraagt de onderschatting 4% (Overeem et al., 2008) en bij een neerslagduur van 4 uur (240 minuten) is de

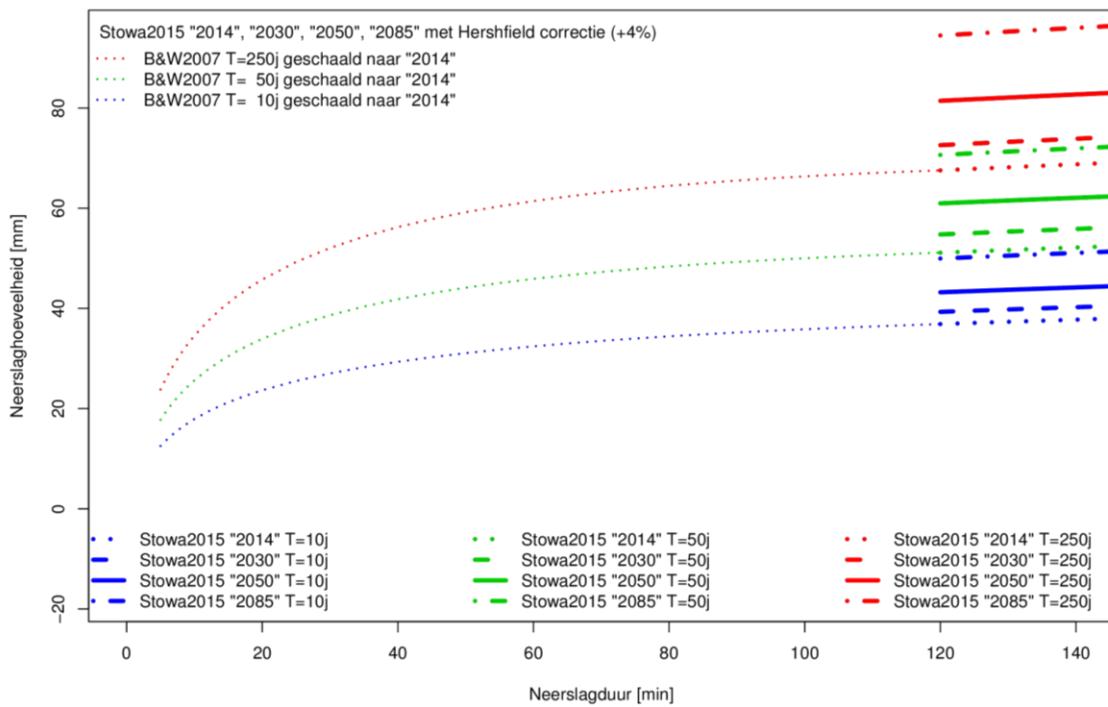
onderschatting verwaarloosbaar. De mate van onderschatting wordt aangeduid met de zogenoemde Hershfield factor. Voor de aansluiting bij, cq vergelijkbaarheid met, de extreme neerslaghoeveelheden in B&W2007, die wel zijn gebaseerd op continue 120 minuten periodes, zijn de Stowa2015 resultaten in Figuur 1 gecorrigeerd met de corresponderende Hershfield factor van +4%.



Figuur 1. Regenduurlijnen uit B&W2007 voor korte duren (5 tot 120 min) en uit Stowa2015 voor langere duren (vanaf 120 min).

De sprong(en) bij een neerslagduur van 120 minuten zijn een uiting van het feit dat voor de B&W2007 waarden de (positieve) trend in de extreme neerslag niet is meegenomen en voor de Stowa2015 “2014” waarden wel. Voor elke herhalings tijd kan de verhouding tussen beide waarden (bij een duur van 120 min) gebruikt worden om de gehele (regenduur)lijn voor B&W2007 te schalen naar “2014” In Figuur 2 is deze schaling op basis van die verhouding, voor de 3 in deze figuur weergegeven herhalings tijden, uitgevoerd.

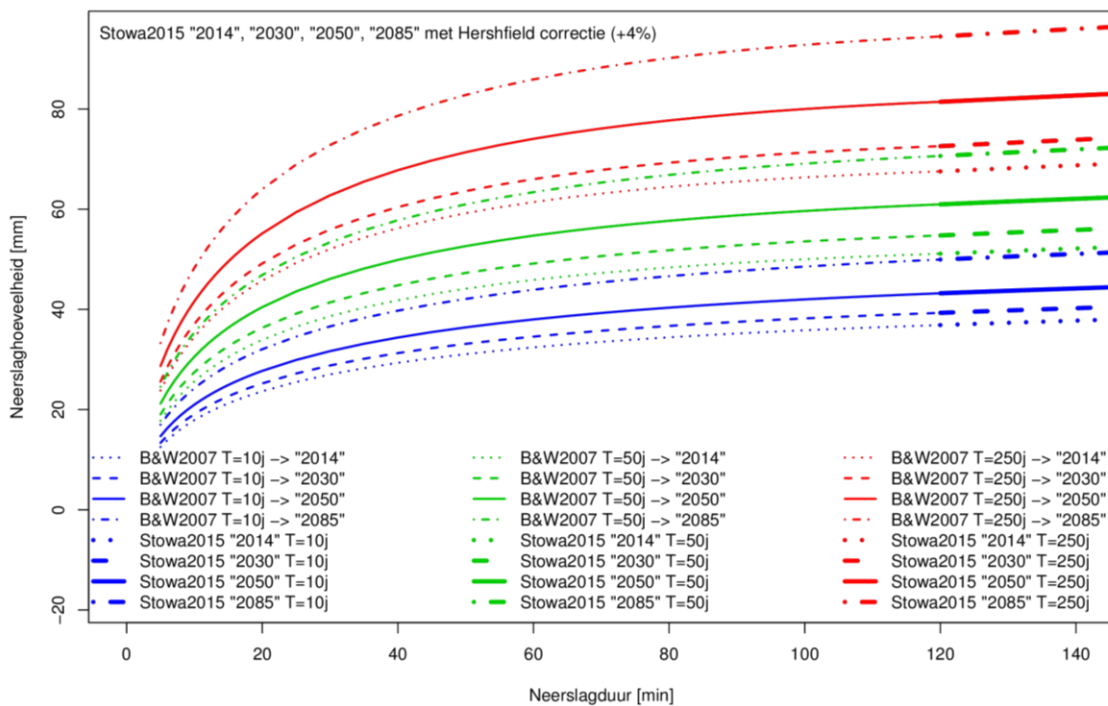
Regenduurlijnen B&W2007 (tot 120 min) aangepast aan Stowa2015



Figuur 2. Als Figuur 1 maar nu met de B&W2007 regenduurlijnen geschaald naar Stowa2015 "2014".

Bij een neerslagduur van 120 minuten sluiten de beide regenduurlijnen (voor elk van de 3 herhalingstijden) nu netjes op elkaar aan. In Figuur 3 is een vergelijkbare schaling van de B&W2007 regenduurlijnen uitgevoerd maar nu ook voor de KNMI'14 (W_{H-}) upper klimaatscenario's voor "2030", "2050" en "2085". De (W_{H-}) upper klimaatscenario's corresponderen met die KNMI'14 scenario's die voor "2030", "2050" en "2085" de grootste toenames geven.

Regenduurlijnen B&W2007 (tot 120 min) aangepast aan Stowa2015



Figuur 3. Als Figuur 2 maar aangevuld met geschaalde B&W2007 regenduurlijnen obv de KNMI'14 klimaatscenario's voor "2030", "2050" en "2085".

Voor de bekende uren (5, 10, 15, 30, 60 en 120 minuten) zijn in Tabel 1 de terugkeerniveaus (de neerslaghoeveelheid in mm die bij een bepaalde herhalingstijd hoort) gegeven voor zowel de oorspronkelijke B&W2007 statistiek als diezelfde statistiek geschaald naar "2014", "2030", "2050" en "2085". De geschaalde hoeveelheden corresponderen met de geschaalde regenduurlijnen gepresenteerd in Figuur 3. Zoals gebruikelijk zijn alle hoeveelheden in Tabel 1 afgerond op 1 mm.

In Tabel 2 zijn de corresponderende schalingsfactoren weergegeven. Deze factoren zijn per definitie voor elke neerslagduur gelijk en blijken iets met de herhalingstijd toe te nemen. De bovenste helft van de tabel geeft de schalingsfactoren ten opzichte van de oorspronkelijke B&W2007 statistiek/regenduurlijnen en de onderste helft van de tabel geeft de schalingsfactoren ten opzichte van de (geschaalde) statistiek/regenduurlijnen voor "2014". Voor "2014" is het effect van de historische trend in de extreme neerslag al meegenomen, en in B&W2007 niet waardoor de schalingsfactoren voor "2030" t/m "2085" op basis van "2014" kleiner zijn dan die op basis van B&W2007. Die schalingsfactoren op basis van "2014" geven met name inzicht in hoeveel de extreme neerslag in de toekomst gerekend vanaf anno nu ("2014") nog kan veranderen. NB Door de afronding van de neerslaghoeveelheden in Tabel 1 kunnen de schalingsfactoren niet met voldoende nauwkeurigheid uit Tabel 1 afgeleid worden (en zou mogelijk de indruk kunnen ontstaan dat de schalingsfactoren duur afhankelijk zijn wat per definitie niet zo is).

	Neerslagduur (in minuten)					
	5	10	15	30	60	120
<i>T = 10 jaar</i>						
B&W2007	11	15	18	23	27	31
"2014"	13	18	21	27	32	37
"2030"	13	19	23	29	35	39
"2050"	15	21	25	32	38	43
"2085"	17	24	29	37	44	50
<i>T = 50 jaar</i>						
B&W2007	15	22	26	32	39	43
"2014"	18	26	30	39	46	51
"2030"	19	27	33	41	49	55
"2050"	21	31	36	46	55	61
"2085"	25	35	42	53	63	71
<i>T = 250 jaar</i>						
B&W2007	-	29	34	44	52	57
"2014"	-	35	41	52	61	68
"2030"	-	37	44	56	66	73
"2050"	-	42	50	63	74	81
"2085"	-	48	58	73	86	94

Tabel 1. Terugkeerniveaus (in mm) voor neerslagduren van 5, 10, 15, 30, 60 en 120 minuten voor de drie voor RWS relevante herhalingsstijden (10, 50 en 250 jaar). B&W2007 correspondeert met de terugkeerniveaus uit Buishand en Wijngaard (2007)¹. De waarden voor "2014" corresponderen met de geschaalde terugkeerniveaus obv de verhouding tussen de Stowa2015 "2014" en B&W2007 terugkeerniveaus voor een neerslagduur van 120 minuten. Idem voor de waarden voor "2030" t/m "2085" maar dan obv de Stowa2015 terugkeerniveaus voor de KNMI'14 (W_H-)upper scenario's voor "2030", "2050" en "2085".

	T = 10 jaar	T = 50 jaar	T = 250 jaar
<i>"2014" en toekomstscenario's tov B&W2007</i>			
"2014" tov B&W2007	1.187	1.191	1.192
"2030" tov B&W2007	1.265	1.275	1.281
"2050" tov B&W2007	1.391	1.420	1.437
"2085" tov B&W2007	1.608	1.645	1.668
<i>Toekomst scenario's tov "2014"</i>			
"2030" tov "2014"	1.066	1.071	1.075
"2050" tov "2014"	1.172	1.193	1.206
"2085" tov "2014"	1.355	1.382	1.399

Tabel 2. Schalingsfactoren om de terugkeerniveaus voor het huidige en toekomstige klimaat ("2014" t/m "2085") af te leiden uit de terugkeerniveaus in B&W2007 (boven) en idem om de terugkeerniveaus voor de toekomst ("2030" t/m "2085") af te leiden uit die voor het huidige klimaat ("2014", onder). Een schalingsfactor van 1.187 is equivalent aan een toename van 18.7%.

Discussie en conclusie

Er is voor RWS een match gemaakt tussen de neerslagstatistiek/regenduurlijnen voor korte duren en die voor de langere duren op basis van de recente update van de neerslagstatistiek voor langere

¹ Toepassing van de vergelijkingen (6) en (7) in B&W2007 geeft voor een aantal terugkeerniveaus een verschil van 1 mm met de waarden in Tabel 3 in B&W2007.

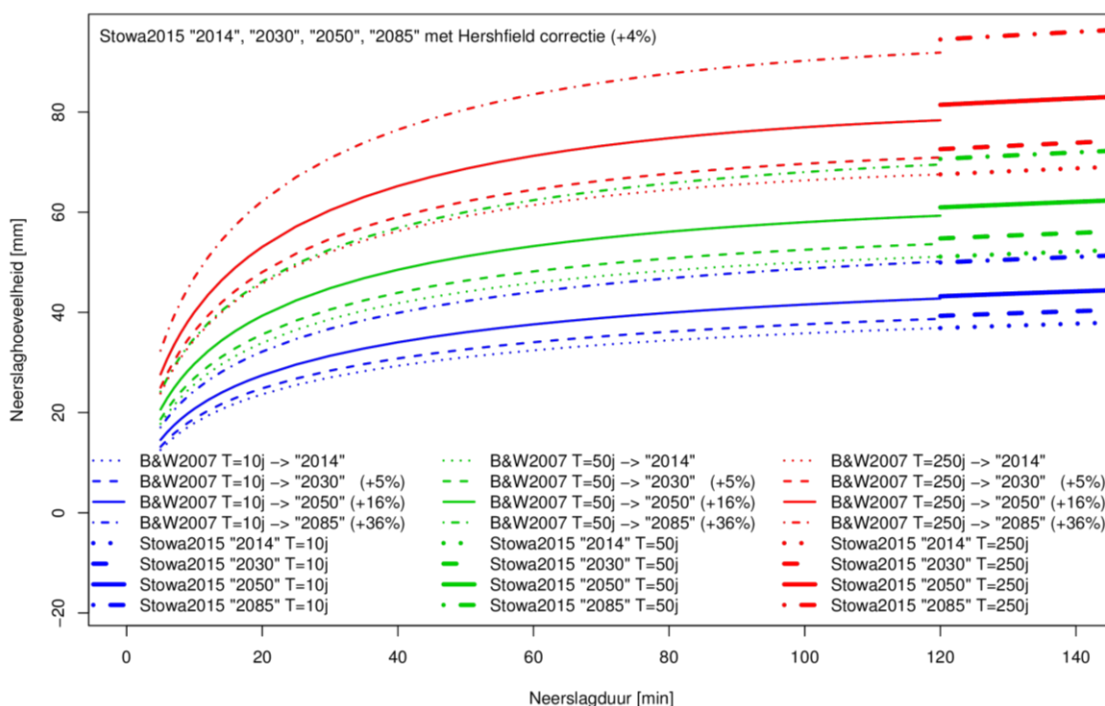
duren (Stowa2015). Tabel 2 laat zien dat de neerslaghoeveelheden in de naar “2014” geschaalde B&W2007 statistiek voor duren van 5 tot 120 minuten ongeveer 19% hoger zijn dan die in de originele B&W2007 statistiek. Onafhankelijk hiervan zijn er aanwijzingen dat de trend in de (klok)uurmaxima sinds 1951 op basis van alle 27 automatische weerstations in NL waar uursommen van de neerslag geregistreerd worden ongeveer 20% bedraagt. Een aanwijzing voor die 20% toename wordt ook gegeven in Figure 1 in Lenderink and Attema (2015).

Voor de afleiding van de neerslagstatistiek behorend bij de KNMI'14 klimaatscenario's is in Stowa2015 de volgende methodiek gehanteerd. De (1906-2014) tijdreeks van dagsommen van de neerslag te De Bilt is volgens elk van de KNMI'14 klimaatscenario's met behulp van het neerslagstransformatieprogramma voor KNMI'14 getransformeerd naar de toekomst. De verandering per dag in die reeks is gebruikt om de corresponderende uursommen tijdreeks van De Bilt te transformeren naar de toekomst. De getransformeerde uursommen reeksen zijn vervolgens middels een Extreme Waarden Analyse (en een zogenoemd tijdsafhankelijk GEV model) gebruikt om voor neerslagduren vanaf 2 uur de extreme neerslagstatistieken/regenduurlijnen voor de toekomstscenario's af te leiden. Bij de in deze memo uitgevoerde schaling worden alleen de Stowa2015 statistieken voor de kortste duur (2 uur) uit de totale duurrange van 2 uur tot 20 dagen gebruikt. Volgens de KNMI'14 scenario's is (in de zomer) de toename van de extreme uurneerslag wat groter dan de toename van de extreme dagneerslag. En dit geldt met name voor de bovengrens van die toenames. In 2085 is die toename tot 5% groter voor de extreme uurneerslag vergeleken met de extreme dagneerslag (zie scenario tabel op pag. 4 van de KNMI'14 klimaatscenario brochure, KNMI, 2014). Deze iets grotere maximale toename voor de uurextremen is ook nog relevant voor de 2-uur extremen evenals voor extremen met een duur korter dan 1 uur, kortom voor de hele duurrange van 5 tot 120 minuten die hier wordt beschouwd. De Stowa2015 statistieken (regenduurlijnen) zijn in essentie echter gebaseerd op de iets kleinere maximale toenames van de dagextremen. Het ligt dus voor de hand dat Stowa2015 statistieken (de terugkeerniveaus) voor een duur van 2 uur de maximale toename in de bijbehorende neerslaghoeveelheden met eenzelfde ~5% zal onderschatten. En, door de hier toegepaste schaling via die Stowa2015 statistiek zal dat een vergelijkbare onderschatting bij duren van 5 tot 120 min geven.

Een alternatief voor de schaling via de Stowa2015 statistieken voor een duur van 2 uur is een directe schaling van de B&W2007 regenduurlijnen op basis van de bovengrens in de toename van de uurextremen in de KNMI'14 scenario's. Voor “2030”, “2050” en “2085” zijn die bovengrenzen resp. +11, +25 en +45%. Echter deze maximale toenames in de KNMI'14 scenario's zijn ten opzichte van de periode 1981-2010, ofwel ten opzichte van “1995” terwijl we in deze memo geïnteresseerd zijn in de bovengrenzen van de toename van de uurextremen ten opzichte van “2014”. Wordt hiervoor gecorrigeerd dan worden deze bovengrenzen voor “2030”, “2050” en “2085” resp. +5, +16 en +36%. Schaling van de B&W2007 regenduurlijnen met deze toenames geeft het resultaat weergegeven in Figuur 4.

In tegenstelling tot de verwachting liggen de geschaalde B&W2007 regenduurlijnen bij deze schaling juist iets lager dan die op basis van de Stowa2015 schaling bij een duur van 120 minuten (Figuur 3). Bij nadere analyse van de gefitte GEV verdelingen in Stowa2015 blijkt dat in elk geval voor de W_H -upper scenario's (die wij hier voor “2050” en “2085” als ‘maatgevend’ beschouwen, niet alleen de locatie parameter toeneemt als gevolg van de klimaatverandering (zoals verwacht met dezelfde orde van grootte als de toename van de extreme dagsommen) maar dat ook de dispersie coëfficiënt bij deze klimaatscenario's duidelijk toeneemt. Zonder hier op de technische details van de GEV modellering in Stowa2015 in te gaan kan gesteld worden dat die toename van de dispersie coëfficiënt een verklaring is voor de grotere toename van de hoeveelheden in de regenduurlijnen bij schaling op basis van Stowa2015 dan bij een directe schaling op basis van de toename van de uurextremen in KNMI'14. Een toename van de dispersie coëfficiënt leidt er toe dat de regenduurlijnen voor de verschillende herhalingstijden niet allemaal met dezelfde factor toenemen. Bij een toename van de dispersie coëfficiënt wordt de relatieve toename van de neerslaghoeveelheden groter naarmate de herhalingstijd groter wordt. Dit zien we ook terug in de

Regenduurlijnen B&W2007 (tot 120 min) direct aangepast aan KNMI'14 (2030, 2050 en 2085)



Figuur 4. B&W2007 regenduurlijnen voor "2014" geschaald obv Stowa2015 en voor "2030", "2050" en "2085" direct geschaald obv de bovengrens voor de verandering in de uurextremen van de neerslag (in de zomer) volgens de KNMI'14 klimaatscenario's (zie tekst voor details).

schalingsfactoren in Tabel 2. In essentie is die toename van de dispersie coëfficiënt de verklaring voor de grotere toename van de neerslaghoeveelheden dan verwacht op basis van de kleinere maximale toename van de dagextremen ten opzichte van de uurextremen in KNMI'14.

Plaatsen we de verschillen tussen de beide schalingmethoden voor de toekomstscenario's in perspectief dan blijken de verschillen beperkt. De schaling op basis van de uurextremen geeft bijvoorbeeld een toename van 36% in "2085" ten opzichte van "2014". De schaling op basis van de dagextremen zoals in Stowa2015 geeft bij een herhalingstijd van 10 jaar ook 36% en bij een herhalingstijd van 250 jaar net geen 40%, een verschil van ten hoogste 4%. Hierbij wordt opgemerkt dat dit verschil van 4% klein is ten opzichte van de inherente onzekerheid in dit terugkeerniveau². KNMI stelt daarom voor om vooralsnog de schaling op basis van Stowa2015 (Figuur 3 en Tabellen 1 en 2) te gebruiken. Nadeel is een potentiële kleine overschatting, voordeel is de aansluiting bij de nieuwe STOWA neerslagstatistiek die breed gebruikt wordt door de waterschappen maar ook door anderen.

Referenties

Buishand, T.A. en J.B. Wijngaard (2007): Statistiek van extreme neerslag voor korte neerslagduren, KNMI Technisch Rapport, TR-295, KNMI, De Bilt.

² Uit B&W2007 Tabel 1 (laatste kolom) volgt dat de relatieve onzekerheid (standard error) ongeveer 10% is voor de 250-jaar gebeurtenis. Dit is nog zonder de onzekerheid in de klimaatverandering.

KNMI (2014): KNMI'14 Klimaatscenario's voor Nederland.
www.klimaatscenarios.nl/brochures/images/Brochure_KNMI14_NL_2015.pdf

Lenderink, G. and J. Attema (2015): A simple scaling approach to produce climate scenarios of local precipitation extremes for the Netherlands. *Environ. Res. Lett.*, **10**, 085001, doi:10.1088/1748-9326/10/8/085001.

Overeem, A., A. Buishand and I. Holleman (2008): Rainfall depth-duration-frequency curves and their uncertainties. *Journal of Hydrology*, **348**, pp 124-134.

Stowa (2015): J. Beersma, J. Bessembinder, T. Brandsma (KNMI), R. Versteeg en H. Hakvoort (HKV | lijn in water), Actualisatie meteogegevens voor waterbeheer 2015, Stowa rapport STOWA 2015-10, Stowa, Amersfoort.