

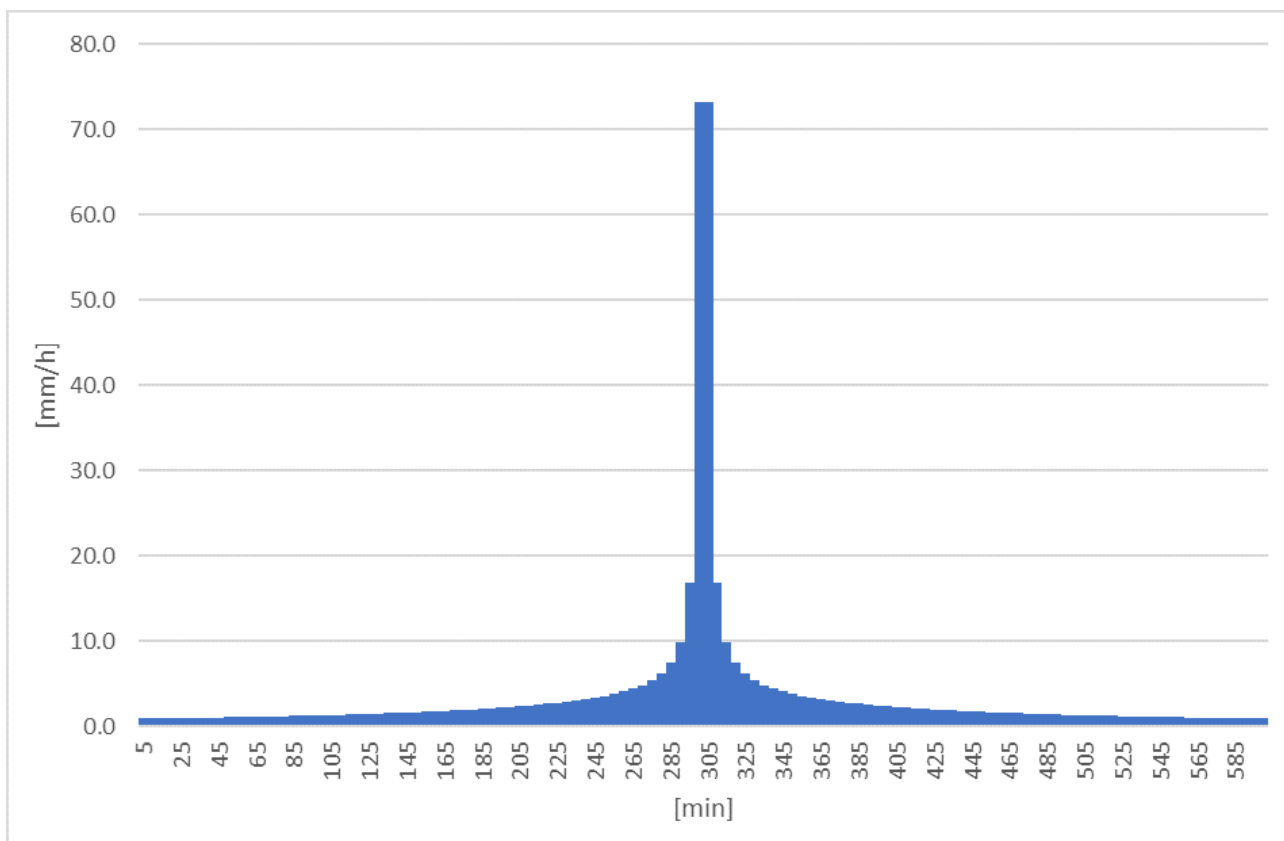
Inhoudsopgave

1 Composietbuizen	2
1.1 Standaard composietbuizen voor Nederland	4
1.2 Composietbuizen voor klimaatscenario Wh2050	6
1.3 Berekening met een verkorte composietbuis	8
1.4 Composietbuizen in vergelijking met de Leidraadbuizen	10
1.5 Gebiedsfactor	12

1 Composietbuien

Een composietbui is een kunstmatige bui, gebaseerd op neerslagstatistieken over een lange periode.

Composietbuien zijn eind vorige eeuw in Vlaanderen ontwikkeld door Vaes en Berlamont, analoog aan eerder werk uit de VS van Keifer en Chu, (1957) ¹. Een composietbui met een bepaalde herhalingstijd bevat de neerslagintensiteiten uit de IDF-curve (neerslagIntensiteit, Duur, Frequentie van optreden) met deze herhalingstijd. De bui is symmetrisch van vorm met de hoogste intensiteit in het centrum van de bui, zie figuur A.



Figuur A. Composietbui met hoogste intensiteit in het midden

Met composietbuien kunt u het hydraulisch functioneren evalueren onder een maatgevende belasting die is gedefinieerd door een bepaalde statistische herhalingstijd. Het grote voordeel van de composietbui ten opzichte van de standaardbuien uit de Leidraad Riolering of van gemeten historische extreme gebeurtenissen is dat de composietbui met de gekozen herhalingstijd voor zowel korte als lange buiduren een representatieve neerslaghoeveelheid bevat. De

composietbui geeft de maatgevende neerslagbelasting met de gewenste herhalingstijd voor alle duren van 5 minuten tot de totale duur van de composietbui.

Hierdoor kunt u voor verschillende systemen met een verschillende responstijd dezelfde composietbui gebruiken om een maatgevende situatie door te rekenen. Composietbuizen zijn toepasbaar om de hydraulische afvoer van rioolstelsels bij extreme neerslagintensiteiten te toetsen én om de beschikbare berging van infiltratievoorzieningen te toetsen bij een langere buiduur en een groter totaalvolume. De herhalingstijd van de maatgevende belasting kiest u in overeenstemming met het veiligheidsniveau dat in het GRP vastligt.

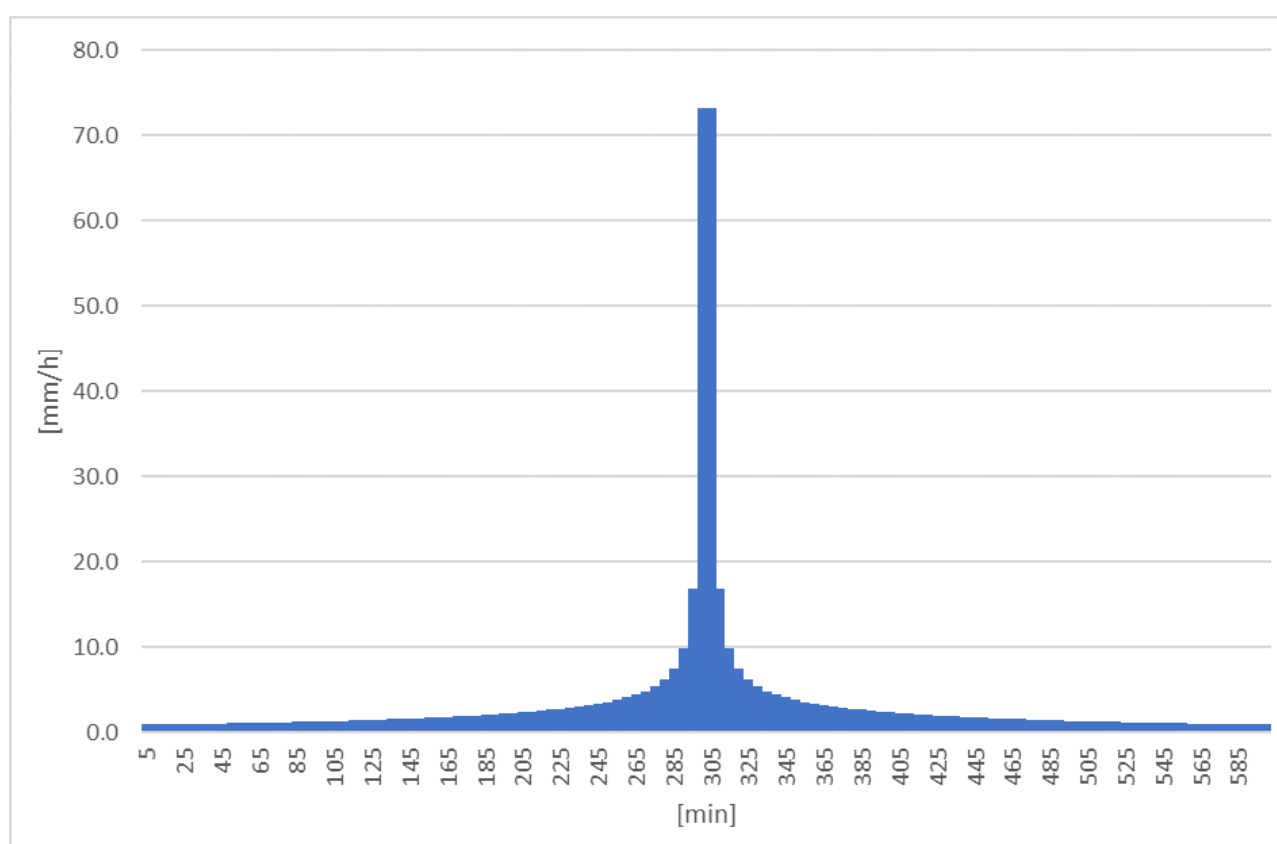
Voor het verkrijgen van inzicht in (jaargemiddelde) emissies zijn composietbuizen, net als andere gebeurtenisberekeningen, niet geschikt. Hiervoor gebruikt u een neerslagreeks.

¹ G. Vaes, J. Berlamont, 1996. Composietbuizen als neerslaginvoer voor rioleringsberekeningen. Water nr. 88.

1.1 Standaard composietbuien voor Nederland

Voor het gebruik in hydrodynamische berekeningen van stedelijke watersystemen in Nederland zijn negen standaard composietbuien beschikbaar. In deze buien zijn voor verschillende herhalings tijden de neerslagintensiteiten voor alle buiduren van 5 minuten tot 10 uur verwerkt.

De composietbuien in de Kennisbank zijn afgeleid uit de neerslagstatistieken van [STOWA 2019-19](#) (tabel 2 uit deelrapport 1) ¹.



Figuur A. Composietbui C03 met een herhalings tijd van 2 jaar

De opbouw van composietbuien is symmetrisch waarbij het verloop van de neerslagintensiteiten oploopt vanuit de uiteinden naar het midden van de bui, waar de maximale intensiteit (de piek) zich bevindt. Als voorbeeld is de composietbui voor een herhalings tijd van 2 jaar in figuur A weergegeven. De piekbelasting komt overeen met de intensiteit uit de IDF -curve (met dezelfde herhalings tijd van 2 jaar) voor een duur van tien minuten. Het maximale neerslagvolume van de composietbui binnen een bepaalde tijdsduur komt overeen met het volume van de regenduurlijn bij deze tijdsduur en kan ook worden verkregen door de waarde van de IDF -curve bij deze tijdsduur te

vermenigvuldigen met de tijdsduur. Om voor elke tussenliggende tijdstap met een stapgrootte van vijf minuten een bijbehorende neerslagwaarde te interpoleren, is gebruik gemaakt van een uitgebreide versie van de Talbot -Montana formule, die ook voor de composietbuizen van Vlaanderen goede resultaten geeft ² .

In totaal zijn negen composietbuizen afgeleid voor het huidige klimaat (2014), met een herhalingstijd variërend van gemiddeld eens per half jaar tot eens per 250 jaar. U kunt de composietbuizen voor het huidige klimaat downloaden [in een excelwerkblad](#) .

Tabel A. Composietbuizen voor het huidige klimaat in de Kennisbank

Nummer	Herhalingstijd	Afbeelding
Bui C01	0,5	Afbeelding Bui C01
Bui C02	1	Afbeelding Bui C02
Bui C03	2	Afbeelding Bui C03
Bui C04	5	Afbeelding Bui C04
Bui C05	10	Afbeelding Bui C05
Bui C06	25	Afbeelding Bui C06
Bui C07	50	Afbeelding Bui C07
Bui C08	100	Afbeelding Bui C08
Bui C09	250	Afbeelding Bui C09

¹ Jules Beersma, Hans Hakvoort, Rudmer Jilderda, Aart Overeem, Rudolf Versteeg, 2019. Neerslagstatistiek en -reeksen voor het waterbeheer 2019. STOWA -rapport 2019-19

² G. Vaes , J. Berlamont , 1996. Composietbuizen als neerslaginvoer voor rioleringsberekeningen . Water nr. 88.

1.2 Composietbuien voor klimaatscenario Wh2050

Een nieuw te ontwerpen stedelijk watersysteem wilt u kunnen toetsen aan de te verwachten neerslag in de toekomst. Het KNMI heeft in 2015 scenario's gepresenteerd met prognoses van de ontwikkeling van het klimaat in de toekomst. In alle scenario's wordt een toename van extreme neerslag voorzien.

Hierbij gaat het maximale scenario Wh uit van een toename tot 25% van de maximale jaarlijkse uursom in 2050. Van de vier klimaatscenario's is dit het scenario met de grootste toename van de extreme neerslag ¹.

In totaal zijn negen composietbuien afgeleid voor klimaatscenario Wh2050, met een herhalingsstijd variërend van gemiddeld eens per half jaar tot eens per 250 jaar. Net als de composietbuien voor het huidige klimaat zijn ook deze rechtstreeks afgeleid van de statistieken uit [STOWA 2019-19](#) (tabel 6 uit deelrapport 2). U kunt de composietbuien voor klimaatscenario Wh2050 downloaden via [in een excelwerkblad](#).

Gebruik maken van het Wh2050 scenario betekent dat de herhalingsstijden ten opzichte van de huidige situatie grofweg halveren. Oftewel: de 10 minuten intensiteitspiek van 73 mm/uur heeft in het huidige klimaat een herhalingsstijd van 2 jaar, maar komt in het scenario Wh2050 ongeveer overeen met een herhalingsstijd van 1 jaar.

Composietbuien Klimaatscenario Wh2050 in de Kennisbank

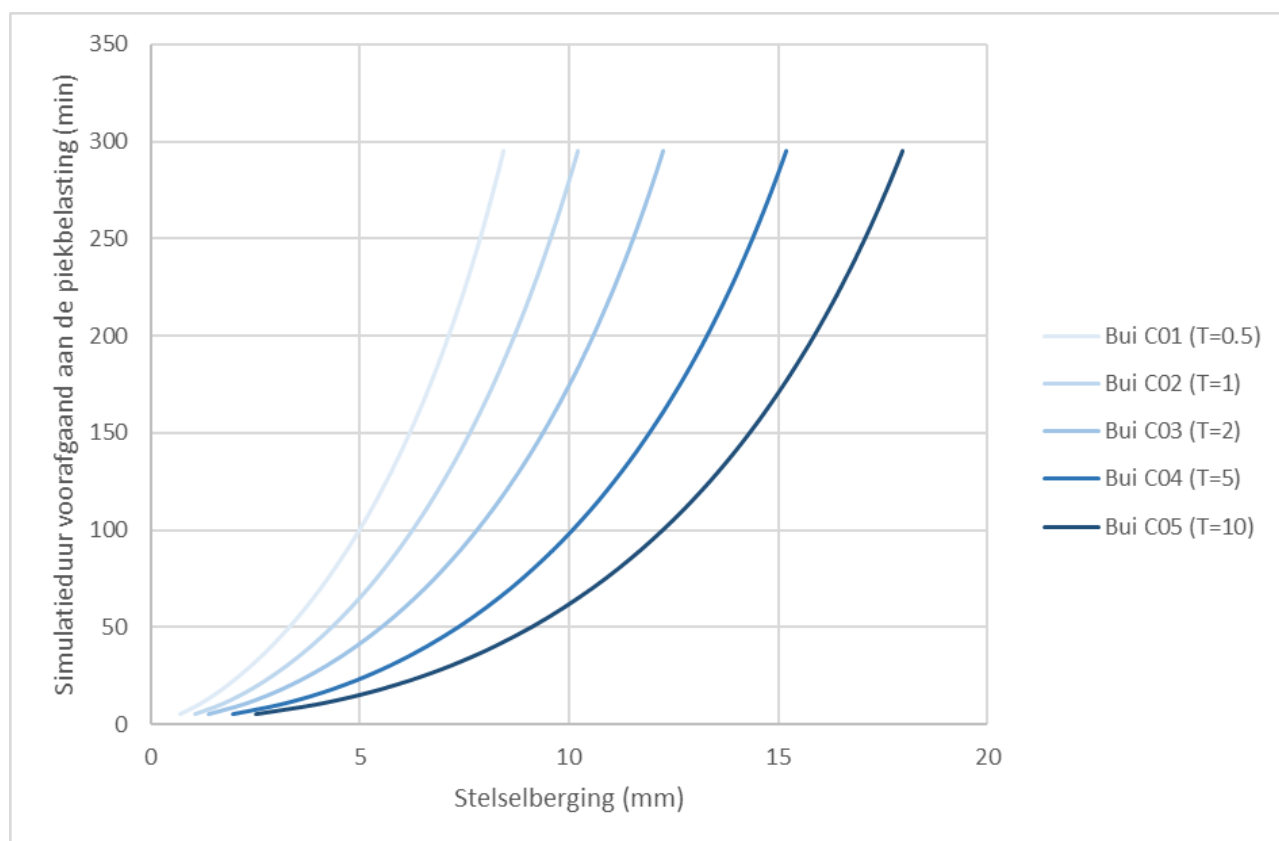
Nummer	Herhalingsstijd	Afbeelding
Bui CK01	0,5	Afbeelding Bui CK01
Bui CK02	1	Afbeelding Bui CK02
Bui CK03	2	Afbeelding Bui CK03
Bui CK04	5	Afbeelding Bui CK04
Bui CK05	10	Afbeelding Bui CK05
Bui CK06	25	Afbeelding Bui CK06
Bui CK07	50	Afbeelding Bui CK07
Bui CK08	100	Afbeelding Bui CK08
Bui CK09	250	Afbeelding Bui CK09

¹ KNMI, 2015: KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie, KNMI, De Bilt, 34 pp

1.3 Berekening met een verkorte composietbui

De composietbuizen C01 t/m C09 zijn langer van duur dan de oude Leidraadbuizen, waardoor de rekenduur toeneemt. Voor het doorrekenen van rioolstelsels, waarbij vooral de afvoercapaciteit richting de overstorten of uitlaten van belang is, kunt u overwegen om de ‘starten’ van de buien niet volledig door te rekenen.

U dient hierbij wel voor te zorgen dat het stelsel is voorgevuld vóór de intensiteitspiek, wat bereikt wordt door een simulatieperiode voor de intensiteitspiek aan te houden die voldoende lang is om de berging tot de laagste overstordrempel te benutten. Als handvat is in Figuur A de benodigde simulatieduur als functie van de stelselberging weergegeven.



Figuur A. Minimaal benodigde simulatieduur als functie van de stelselberging om voorafgaand aan de piekbelasting voldoende voorvulling te behalen

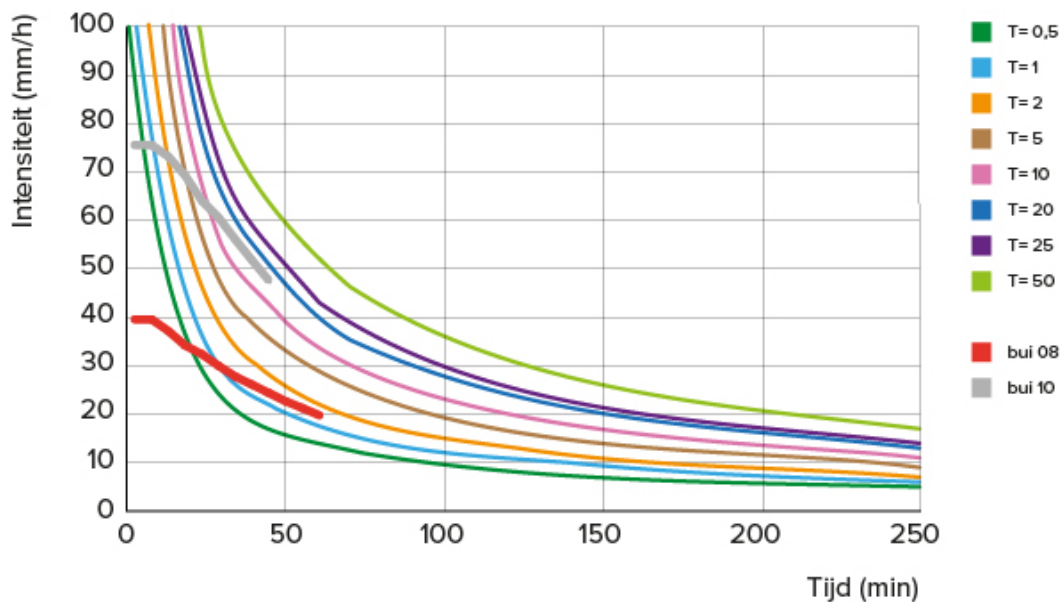
1.4 Composietbuizen in vergelijking met de Leidraadbuis

Gebruik van composietbuizen betekent een belangrijke verbetering ten opzichte van de standaardneerslaggebeurtenissen uit de Leidraad Riolering C2100 uit 2004. Rioolstelsels die zijn ontworpen op basis van de neerslaggebeurtenissen uit de leidraad C2100 zullen bij toetsing met een composietbuis met dezelfde herhalingsperiode waarschijnlijk niet meer voldoen.

Hiervoor zijn twee oorzaken:

1. het verschil in piekintensiteit tussen Leidraadbuis en composietbuis;
2. het verschil in voorvulling op het moment van piekbelasting.

Piekintensiteit



Figuur A. Vergelijking bui 08 en bui 10 met IDF-curves

De Leidraadbuien hebben een bepaalde veronderstelde herhalingstijd, maar deze komt niet voor elke duur overeen met de werkelijke statistische herhalingstijd. Zo vallen de pieken van de Leidraadbuien 8 en 10 systematisch onder de IDF-curves met herhalingstijden van respectievelijk 2 en 10 jaar. Zo is de piekintensiteit van Bui 08 uit de leidraad riolering C2100 met een herhalingstijd van 2 jaar 39,6 mm/uur, terwijl de piek van de composietbui met een herhalingstijd van 2 jaar 73,2 mm/uur is. De Leidraadbuien geven dus een onderschatting van de maatgevende piekintensiteit, zie figuur A.

Voorvulling

Bij doorrekenen van een rioolstelsel met een composietbui is (de statische berging van) het stelsel op het moment van de piekintensiteit volledig gevuld. De piek kan dus niet geborgen worden en belast volledig de afvoercapaciteit. Voor de Leidraadbuien geldt dit niet (altijd). Bij een berekening zonder voorvulling kan de piek van Bui 08 gedeeltelijk in het rioolstelsel worden geborgen en wordt de afvoercapaciteit niet met de volledige piek belast. Het effect van rekenen met voorvulling op de berekende waterstanden is groot. Dit geldt althans voor relatief vlakke rioolstelsels met een behoorlijk grote statische berging, zoals de meeste Nederlandse stelsels.

Vergelijking herhalingstijden

Vergelijking van berekende waterstanden in een aantal verschillende rioolstelsels na doorrekening met de Leidraadbuien Bui 08 en Bui 09 en composietbuien levert de volgende vuistregels:

- De uitkomsten van een berekening met Bui 08 zónder voorvulling liggen tussen de resultaten van berekeningen met composietbuien met herhalingstijden van 0,5 en 1 jaar (buien C01 en C02).
- De uitkomsten van een berekening met Bui 08 mét voorvulling ligt tussen de uitkomsten van berekeningen met composietbuien met herhalingstijden tussen 1 en 2 jaar (Buien C02 en C03).
- De uitkomsten van een berekening met Bui09 zonder voorvulling levert vergelijkbare resultaten als een composietbui met herhalingstijd van 2 jaar (bui C03).

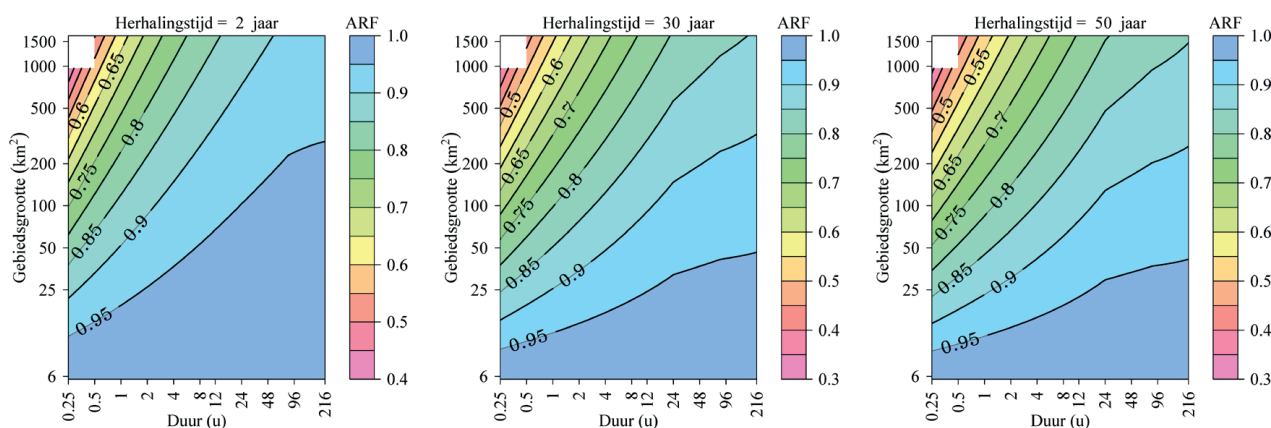
Vergelijkbare resultaten in dit verband wil zeggen dat op het niveau van het gehele stelsel niet alle berekende waterstanden hoger of lager zijn, maar dat in sommige delen van het stelsel de berekende waterstanden hoger zijn en in andere delen lager. Lokaal zijn nog steeds relatief grote verschillen mogelijk.

1.5 Gebiedsfactor

In rekenmodellen wordt het gehele stelsel belast met dezelfde neerslagintensiteit, wat overeenkomt met een neerslagmeting op één enkel punt. Bij grote gebieden (> 6 km²) kan de ruimtelijke spreiding van neerslag van invloed zijn op de berekende maximale waterstanden en debieten in riolen.

Spreiding extreme neerslag bij groter gebied

Hierbij spelen twee mechanismen een rol. Zo zijn voor de riolering maatgevende buien en extreme neerslagintensiteiten vaak beperkt van ruimtelijke omvang en varieert de intensiteit binnen de bui, waardoor voor grote bemalingsgebieden neerslagvolumes overschat worden wanneer uniforme neerslagintensiteit toegepast wordt. Voor bemalingsgebieden tot ongeveer 6 km² groot is dit effect echter verwaarloosbaar klein, zie figuur A. Het dus niet raadzaam om neerslag te corrigeren met zogenoemde gebiedsreductiefactoren.



Figuur A. Gebiedsreductiefactoren voor herhalingsstijden van 2 jaar (links), 30 jaar (midden) en 50 jaar (rechts). Figuur afkomstig uit [STOWA 2019-19](#).

Overtrekken neerslag langs afvoerrichting stelsel

Het tweede mechanisme is gerelateerd aan het dynamische effect van een bui die over het bemalingsgebied beweegt.

Dit kan voor grote bemalingsgebieden resulteren in zowel een overschatting als onderschatting van de piekafvoer.

Wanneer een bui zich tegen de afvoerrichting van het rioelstelsel in verplaatst resulteert dit in een afvlakking van de

maximale waterhoogtes, omdat de benedenstroomse piek reeds is afgevoerd wanneer de bovenstroomse afvoerpiek aankomt. Anderzijds kan zich een opstapeling van pieken voordoen wanneer de bui met de afvoerrichting mee verplaatst. Dan leidt de aanname van een uniforme neerslagintensiteit tot een onderschatting. Bij het ontwerp en toetsten van rioolstelsel hoeft met dit mechanisme alleen rekening gehouden te worden wanneer de structuur van het rioolstelsel (groot gebied en overstorten aan één zijde van het stelsel gesitueerd) een indicatie geeft dat dit mechanisme een rol kan spelen. Dan kunt u een gevoeligheidsanalyse uitvoeren waarbij u kijkt of de maximaal berekende waterstanden sterk verschillen wanneer dezelfde bui vanuit verschillende hoeken over het stelsel beweegt.