



Testjaar neerslagreeks De Bilt

IR. H. VAN LUIJTELAAR, TAUW BV

IR. J. VAN KEMPEN, WATERSCHAP VELUWE

De beoordeling van het functioneren van rioolstelsels met modelberekeningen is beschreven in de Leidraad Riolerings, module C2100, 'Rioleringsberekeningen, hydraulisch functioneren'. Het functioneren dient in principe te worden gecontroleerd op basis van een simulatie met een meerjarige neerslagreeks van De Bilt 1955-1979. Omdat reeksberekeningen nog relatief tijdrovend zijn, zijn in de Leidraad een aantal vereenvoudigingen aangegeven. Voor de toetsing van de hydraulische afvoercapaciteit kan worden gerekend met neerslaggebeurtenissen en voor de vuiluitwerpberekeningen met een aangepast rioleringsmodel of een kortere reeks (periode 1955-1964). Voor complex functionerende systemen kunnen deze vereenvoudigingen leiden tot een minder eenduidig resultaat. In het kader van optimalisatie van het afvalwatersysteem van de rwzi Harderwijk is daarom een zogenaamd testjaar ontwikkeld.

Dit testjaar biedt de mogelijkheid om varianten in een groot en complex functionerend systeem sneller te testen ten aanzien van de hydraulische afvoercapaciteit, 'water op straat' en piekmissies. Het doel van dit testjaar is om in de analysefase van een systeem een breed inzicht te verschaffen in het functioneren van een systeem door gebruik te maken van een zo kort mogelijke neerslagreeks.

Het testjaar is ontwikkeld als onderdeel van de studie naar de optimalisatie van het afvalwatersysteem van Harderwijk en omstreken¹⁾. Het testjaar is ontwikkeld door Tauw onder het toezien van Arcadis, BKH, DHV en Sinterse Civiele Techniek & Management. In de studie werken de gemeenten Putten, Ermelo en Harderwijk samen met Waterschap Veluwe, Rijkswaterstaat en Provincie Gelderland aan een integrale benadering van het afvalwatersysteem dat globaal bestaat uit de rioolstelsels van deze gemeenten en de rwzi in Harderwijk. Doelstelling van het project is door een integrale benadering de emissie-eisen te halen tegen lagere maatschappelijke kosten.

De inrichting en uitwerking van de scenario's vindt plaats door modellering op strengniveau. Uit de rioleringsmodellen van de drie gemeenten is één samengevoegd strengenmodel opgesteld. Emissieberekeningen vinden plaats met een afgeslankte versie van dit model en de neerslagreeks De Bilt 1955-1964. Het testjaar is gebruikt voor de toetsing van 'water op straat' in combinatie met het volledige model, met name om de scenario's met sturing te toetsen aan de randvoorwaarde 'geen toename

van water op straat' en inzicht te krijgen in het gebruik van de bovenstrooms gelegen retentie-bassins.

Leidraad Riolerings

De Leidraad Riolerings geeft aan dat het functioneren van een rioolstelsel in principe dient te worden beoordeeld op basis van een simulatie met een meerjarige neerslagreeks. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de 15-minuten reeks van het KNMI in De Bilt voor de periode 1955-1979. Daarnaast geeft de leidraad een methode aan waarbij het functioneren van het rioolstelsel wordt beschouwd

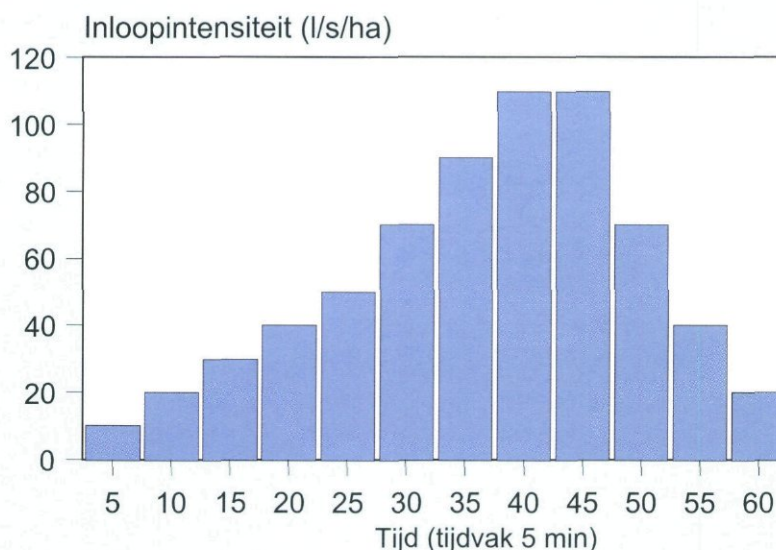
aan de hand van gebeurtenisberekeningen. Tien neerslaggebeurtenissen zijn gedefinieerd met eigenschappen, gerelateerd aan zes verschillende herhalingsstijden.

De neerslaggebeurtenissen worden vooral gebruikt voor de beoordeling van het functioneren van een rioolstelsel ten aanzien van water op straat (natte voeten). De reeksberekening is vooral bedoeld voor de bepaling van de vuiluitwerp uit het systeem. Indien nodig kan nog worden volstaan met een ingekorte neerslagreeks (De Bilt 1955-1964) of met een aangepast (beperkt) rioleringsmodel. De werking van het aangepast model dient te worden gecontroleerd aan de hand van een voorgeschreven controleprocedure. Het heeft de voorkeur te rekenen met een volledig model en een ingekorte reeks.

Aan de toepassing van de neerslaggebeurtenissen kleven beperkingen. Effecten van langdurige neerslagbelastingen en onderlinge afhankelijkheid van gebeurtenissen (openvolging van buien) zijn niet eenduidig mee te nemen in de beoordeling van het functioneren van een systeem. Ook kunnen misverstanden optreden bij toepassing van de neerslaggebeurtenissen. Deze zijn specifiek ontwikkeld voor de beoordeling van water op straat, waarbij vooral kortdurende - grotere neerslagintensiteiten een rol spelen. In de praktijk worden de neerslaggebeurtenissen vaak ten onrechte gebruikt voor het controleren/dimensioneren van bergingsvoorzieningen.

Voor grotere complexe systemen is een analyse met neerslaggebeurtenissen vaak onvoldoende om een volledig beeld te krijgen van het functioneren van een dergelijk systeem. Voor systemen met eigenschappen zoals

Fotobijlschrift



relatief veel vertraging in transportriolen, besturing van hydraulische componenten (pompen en overstortdrempels), specifiek variërende droogweerbelastingen is behoefte aan een meer samenhangende controle van het hydraulisch functioneren. Om tegemoet te komen aan het bezwaar van lange rekentijden is daarom een testreeks ontwikkeld. Deze heeft een duur van één jaar en is samengesteld uit twaalf representatieve maanden uit de neerslagreeks De Bilt 1955-1979.

Uitgangspunten

Het testjaar is opgezet als een extreem nat jaar. Het doel van deze neerslagreeks is het controleren van het functioneren van een rioolstelsel voor analysedoeleinden. De resultaten van het testjaar kunnen niet als gemiddelde worden beschouwd voor de periode 1955-1979.

De testreeks dient een aantal gebeurtenissen te bevatten met relevante herhalingstijden ten aanzien van het optreden van water op straat en de werking van overstorten. Voor de controle van de afvoercapaciteit van systemen dient te worden gedacht aan gebeurtenissen met extreme neerslagintensiteiten. Bij de controle van de bergingscapaciteit gaat het om perioden met vaak minder extreme intensiteiten maar over een langere duur gemeten met extreem grote neerslaghoeveelheden.

Specifieke aandacht dient te worden besteed aan de voorgeschiedenis van maatgevende gebeurtenissen.

Voor het samenstellen van het testjaar zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het testjaar wordt samengesteld uit een representatieve combinatie van twaalf maanden uit de 15 minuten neerslagreeks van De Bilt, periode 1955-1979;



- De extreme neerslaghoeveelheden in de testreeks worden zo goed mogelijk afgestemd op de extreme neerslaghoeveelheden met herhalingstijden van $T = 10, 5, 2, 1$ jaar in de reeks van 25 jaar;
- Voor het bepalen van het effect van de testreeks op het functioneren van een rioolstelsel wordt uitgegaan van drie testsystemen: een verbeterd gescheiden rioolstelsel, een gemengd rioolstelsel zonder randvoorziening en een gemengd rioolstelsel met extreem veel berging;
- Het bepalen van het effect van de testreeks

- op het functioneren van de genoemde test-systemen gebeurt op basis van de maximale neerslag(piek)intensiteiten gedurende 15 en 60 minuten en de totale neerslaghoeveelheid per dag en per maand. De 15 en 60 minuten tijdvakken komen overeen met klokkwartieren en -uren;
- De emissie op jaarbasis wordt vergeleken met de jaaremissies van testsystemen en dient qua orde van grootte vergelijkbaar te zijn met de meest extreme jaarhoeveelheden, met de herhalingstijden van $T = 1, 2, 5$ en 10 jaar. Een vereenvoudigd inloopmodel is toegepast om in de analyse het effect van neerslagverlies en vertraging in rekening te brengen;
- Voor een overstortingsgebeurtenis wordt uitgegaan van de definitie volgens module C2100 'Leidraad Riolerings, hydraulisch functioneren'.

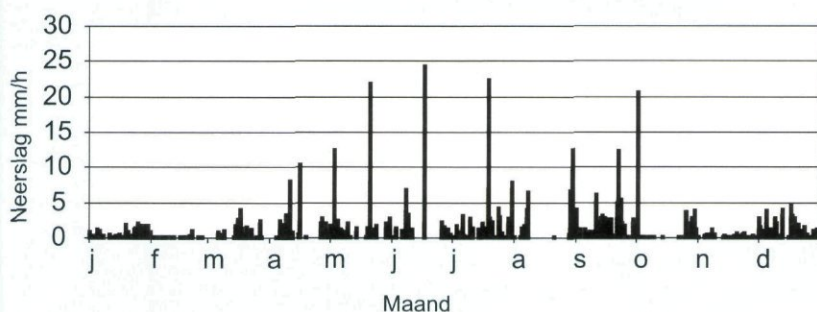
Tabel 1: Kenmerken neerslag testjaar.

jaar	maand	neerslag-som (mm)	neerslag-duur (uur)	max. som per 15 min. (mm)	max. som per 60 min. (mm)	max. som per dag (mm)
60	01	76.9	135.0	1	2.2	18.5
59	02	5.1	23.5	0.3	1.0	3.0
57	03	59.3	71.3	1.6	4.0	14.6
59	04	77.6	56.3	5.4	10.5	20.1
73	05	110.0	65.0	12.3	21.9	34.5
74	06	87.7	47.3	9.7	24.4	27.8
66	07	190.8	91.8	19.2	22.4	61.2
73	08	64.7	27.8	9.3	12.6	24.6
57	09	213.2	142.0	6.7	12.3	31.2
62	10	82.9	50.3	8.7	20.7	25.2
55	11	14.9	38.8	0.7	1.2	3.2
65	12	190.3	200.0	1.9	4.6	28.9
totaal		1173.4	949.1			

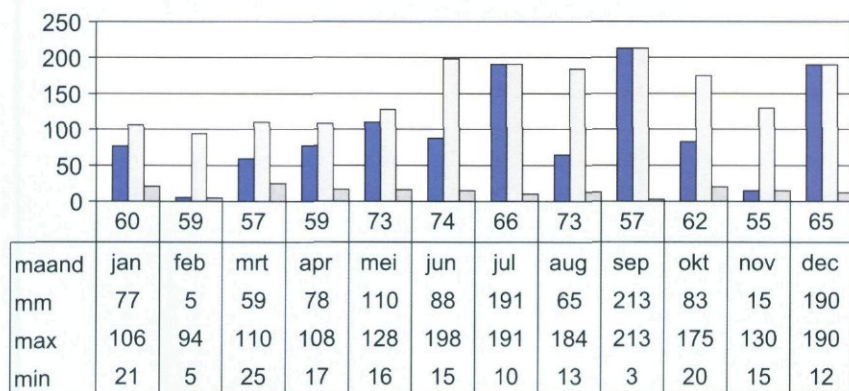
Ontwikkeling testjaar

Het testjaar is ontwikkeld in twee stappen. De neerslaggegevens van de reeks 1955- 1979 zijn geanalyseerd op de volgende kenmerken: neerslagsom per maand, neerslagduur per maand en maximale neerslaghoeveelheid per 15 minuten, per 60 minuten en per dag.

Het testjaar is in eerste instantie samengesteld op basis van genoemde uitgangspunten. Gekozen is voor een relatief nat jaar met een grote variatie in de kenmerkende neerslag-omstandigheden per maand. Vervolgens zijn de effecten van het testjaar geanalyseerd met



Afb. 2: Verloop neerslaguursommen van het testjaar.



Afb. 3: Maandsommen van het testjaar ten opzichte van de extreme maxima en minima uit de reeks van 25 jaar.

behulp van simulaties op een aantal testsystemen. De resultaten van het testjaar zijn vergeleken met de overeenkomstige resultaten die zijn berekend met de volledige reeks. Naar aanleiding van deze analyse is de samenstel-

ling van het testjaar bijgesteld. Gekozen is voor een gelijkmatige verdeling van de herhalingsstijden van de totale overstortingshoeveelheid, de maximale overstortingsintensiteit gedurende de 15 minuten. Daarnaast is gekozen voor een

relatief groot aantal overstortingen als gevolg van opeenvolging van buien.

Eigenschappen testjaar

De gemiddelde neerslaghoeveelheid per jaar in De Bilt over de periode 1955-1979 bedraagt 800 mm (testjaar 1173 mm) en de gemiddelde neerslagduur per jaar bedraagt 816 uur (testjaar 949 uur). Het testjaar is ongeveer de helft natter dan gemiddeld. De totale neerslagduur is circa 15 procent langer dan gemiddeld. Dit betekent dat de 50 procent extra neerslag valt in een relatief korte duur.

Het verloop van de neerslaguursommen van het testjaar is aangegeven in afbeelding 2.

Opvallend zijn de extreme uursommen in de maanden juni, juli, augustus en oktober. De maanden januari, februari en november zijn droog. Maart en april zijn gemiddeld zowel qua hoeveelheid als extreme intensiteiten. De maanden mei, juli en september zijn relatief nat. Juli, augustus en oktober zijn gemiddeld. Afbeelding 3 toont de maandsommen van het testjaar (mm) ten opzichte van extremen (maximum en minimum) uit de reeks van 25 jaar.

De maand februari is extreem droog en de maand december is extreem nat met relatief lage neerslagintensiteiten. Uit afbeelding 2 blijkt tevens dat de maandovergangen zelden droog zijn. Voor de simulatie van overstortingsgebeurtenissen aan het begin van een testmaand kan dit leiden tot verschillen in uitkomsten ten opzichte van de overeenkomstige gebeurtenissen uit de volledige neerslagreeks.

In het testjaar zijn relatief veel maanden opgenomen met grote 15-minuten neerslagintensiteiten. Deze intensiteiten zijn van vooral van belang in verband met het optreden van 'water op straat'.

Analyse overstortingen testjaar

De effecten van het testjaar op het optreden van overstortingen zijn geanalyseerd op basis van simulaties met de volgende testsystemen.

Systeem 1 komt overeen met een verbeterd gescheiden stelsel met een relatief hoge overstortingsfrequentie; systeem 2 is een traditioneel gemengd rioolstelsel zonder randvoorzieningen met een gemiddelde overstortingsfrequentie; systeem 3 is een systeem met veel berging en relatief lage overstortingsfrequentie. Er is gerekend met een sterk vereenvoudigd inlooppmodel.

De testsystemen zijn doorgerekend met zowel de 15-minuten neerslagreeks De Bilt 1955-1979 als het testjaar. De simulaties van

Tabel 2: Kenmerken testsystemen.

systeem	berging (mm)	POC (mm/h)	type rioolstelsel
1	4.0	0.3	verbeterd gescheiden
2	7.0	0.7	gemengd, zonder randvoorziening
3	22.0	0.7	gemengd, veel berging

Tabel 3: Kenmerken overstortingen testsystemen.

systeem	periode	overstorting		
		hoeveelheid (mm)	duur (uur)	frequentie (-)
1	a 25 jaar gem.	178	22	28
	b testjaar	448	189	33
	c extreem jaar	369	193	44
2	a 25 jaar gem.	58	9	10
	b testjaar	225	59	18
	c extreem jaar	153	61	20
3	a 25 jaar gem.	7	1	1
	b testjaar	62	11	5
	c extreem jaar	51	23	10

deze systemen geven niet alleen informatie ten aanzien van de geloosde overstortingshoeveelheden en intensiteiten, maar geven ook inzicht in het optreden van maatgevende afvoercapaciteit in relatie tot het optreden van water op straat.

Bij een groot aantal overstortingen (meer dan de helft) speelt opeenvolging van gebeurtenissen een rol. Gekozen is voor de maanden die leiden tot extremen met herhalingstijden in de orde van $T = 15, 10, 5, 2$ en 1 jaar. Uit de resultaten van deze simulaties blijkt dat de extremen per gebeurtenis uit de 25-jarige reeks in de resultaten van de testreeks goed verdeeld zijn. De maanden met de meest extreme gebeurtenissen zijn niet in het testjaar opgenomen, omdat simulaties met deze gebeurtenissen geen duidelijke bijdrage leveren aan het inzicht in het hydraulisch functioneren van rioolstelsels.

De jaarsommen voor overstortingshoeveelheid, -duur en -frequentie zijn aangegeven in tabel 3, voor het gemiddelde van de reeks van 25 jaar (a), het testjaar (b) en een extreem jaar uit de reeks van 25 jaar (c).

Met uitzondering van de overstortingshoeveelheden ligt de waarde van het testjaar tussen die van het gemiddelde en een extreem jaar uit de reeks van 25 jaar. De overstortingshoeveelheden van het testjaar zijn aanzienlijk extremer dan van het 25 jaar gemiddelde of de meest extreme jaarsom uit de reeks. Dit effect wordt veroorzaakt door het feit dat er een relatief groot aantal gebeurtenissen is met extreme neerslagintensiteiten en -hoeveelheden per gebeurtenis. Het testjaar geldt dus niet als gemiddeld voor de periode 1955-1979, maar heeft de kenmerken van een extreem nat jaar.

Toepassingsmogelijkheden

Het testjaar is bedoeld om het hydraulisch functioneren van rioolstelsels te controleren in een analysefase van een project. Het testjaar is niet bedoeld om de controle met de volledige neerslagreeks te vervangen maar om varianten van oplossingen met een verkorte reeks sneller te kunnen analyseren.

In deze neerslagreeks is een relatief groot aantal extreme gebeurtenissen opgenomen om het functioneren van varianten van rioolstelsels te kunnen beoordelen zowel ten aanzien

van op het optreden van water op straat als de werking van overstorten.

Een analyse met het testjaar biedt in principe aanvullende mogelijkheden voor de controle van het optreden van water op straat. De reden hiervan is dat de effecten van werkelijke neerslaggebeurtenissen, zoals inloop, opeenvolging van buien en een groter neerslagvolume in de testreeks impliciet worden meegenomen, die bij complexe systemen een doorslaggevende rol kunnen hebben bij de optimalisatie van retentie en/of sturing.

Het testjaar is samengesteld op basis van theoretische uitgangspunten en is uitgetoetst op drie testsystemen. De praktijk moet leren wat de specifieke mogelijkheden en beperkingen zijn.

LITERATUUR

- 1) Leidraad riolerings module C2100 (1995). Rioleringsberekeningen, hydraulisch functioneren. Stichting RIONED.
- 2) Buishand T., J. van Acker en H. van Luijtelaar (1991). Analyse van kwartiersommen van de neerslag. H₂O nr. 11.