



Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

HKV
LIJN IN WATER

stowa

BUIENSELECTIE STEDELIJK GEBIED

METEO-ONDERZOEK TEN BEHOEVE VAN HET WATERBEHEER: DEELRAPPORT 2



RAPPORT

2024
24

BUIENSELECTIE STEDELIJK GEBIED

METEO-ONDERZOEK TEN BEHOEVE VAN HET WATERBEHEER:
DEELRAPPORT 2

RAPPORT

2024

24

ISBN 978.94.6479.076.4



COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEURS Dorien Lugt

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

Michelle Talsma, STOWA
Frank van der Bolt, Waterschap Aa en Maas
Matthijs van den Brink, Rijkswaterstaat
Jochem Fritz, HH Delfland
Joost Heijkers, HH de Stichtse Rijnlanden
Jeroen Hermans HH Noorderkwartier
Helena Pavelkova, Waterschap Limburg
Jannes Schenkel, Waterschap Noorderzijlvest
Rudolph Versteeg, Waterschap Zuiderzeeland
Frank Weerts, Waterschap Rivierenland

VORMGEVING Buro Vormvast

STOWA STOWA 2024-24

ISBN 978.94.6479.076.4

De inhoud van deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden in de publicatie, of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud ervan.

STOWA spant zich in de rechthebbenden van in de uitgave gebruikte afbeeldingen te respecteren conform het auteursrecht. Indien u desondanks van mening bent dat uw rechten in het geding zijn, dan verzoeken wij u contact met ons op te nemen.

SAMENVATTING

Dit rapport is Deelrapport 2 van het STOWA project 'Meteo-onderzoek ten behoeve van het waterbeheer. Dat project bestaat in totaal uit 5 deelrapporten, te weten:

- Deelrapport 1: Beoordeling neerslagstatistiek
- Deelrapport 2: Buienselectie stedelijk gebied
- Deelrapport 3: Droogtestatistiek
- Deelrapport 4: Weersverwachtingen
- Deelrapport 5: Seizoensverwachtingen

Waterschappen voeren watersysteemtoetsen uit om hun systeem te toetsen aan wateroverlastnormen. Voor het uitvoeren van watersysteemtoetsen wordt door STOWA aangeraden om de stochastenmethode of de tijdreeksmethode te gebruiken voor het opleggen van neerslagbelastingen (STOWA 2011-31). Ze worden veelvuldig gebruikt om het regionaal watersysteem te toetsen. Daarvoor wordt meestal de 100-jarige reeks bij De Bilt gebruikt (tijdreeks) of worden stochasten opgesteld op basis van extreme neerslagstatistiek en neerslagpatronen gepresenteerd in STOWA 2019-19. Deze reeksen en patronen zijn op uurbasis.

Doordat stedelijke systemen sneller reageren dan regionale systemen, zijn vaak kortere durven maatgevend. Het is daarom belangrijk met sub-uurlijkse tijdstappen te rekenen. In STOWA 2019-19 is een methode gepresenteerd voor het bepalen van wateroverlast in stedelijke gebieden of andere snel reagerende watersystemen op basis van een selectie van 64 buien of een selectie van 27 buien uit de samengestelde reeks van 10-minutenmetingen van automatische weerstations.

De selectie van 64 of 27 buien geeft een betrouwbare inschatting van herhalingstijden voor snel reagerende systemen met kort systeemgeheugen, waartoe veel stedelijke systemen behoren. Er is echter gebleken dat voor veel gebruikers het doorrekenen van 64 of 27 buien teveel rekentijd kost. In deze rapportage bieden we daarom een sub-selectie van deze buien aan, waarmee kan worden gerekend als men geïnteresseerd is in een specifieke herhalingstijd. De set bevat drie buien per herhaaltijd, voor de herhaaltijden 10, 25, 50 en 100 jaar. De buienselectie wordt, net als de set van 27 en 64 buien uit STOWA 2019-19, ontsloten via www.meteobase.nl.

Dit rapport presenteert de buienselectie en de methode om met deze buienselectie waterstanden te bepalen voor herhalingstijden van 10, 25, 50 en 100 jaar. Daarnaast wordt een casus besproken waarin deze methode is toegepast voor het stedelijk gebied van Sliedrecht.

We merken tot slot op dat sommige gebruikers omwille van rekentijd besluiten te rekenen met één enkele ontwerpbui of composietbui voor een herhalingstijd. Dit levert een minder nauwkeurige inschatting de waterstand bij die herhaaltijd en wordt daarom afgeraden. Voor de herhaaltijden 10, 25, 50 en 100 jaar biedt deze set een alternatief waarmee de rekentijd beperkt blijft tot het doorrekenen van 3 buien per herhaaltijd.

STOWA IN HET KORT

HOE WE WERKEN

STOWA is het kennis- en innovatiecentrum voor regionale waterbeheerders in Nederland; de waterschappen en provincies. We helpen ze met het verkrijgen van nieuwe kennis en inzichten die nodig zijn om de opgaven van de regionale waterbeheerders beter te kunnen uitvoeren. Dat doen we door kennisvragen te formuleren en te selecteren in programmacommissies. We zetten ons onderzoek uit bij een keur aan experts, adviesbureaus, instituten en universiteiten, die we begeleiden tijdens hun werk. We zorgen voor de beschikbaarstelling en verspreiding van de kennis, inzichten en antwoorden aan de gezamenlijke waterbeheerders. We stimuleren de uitwisseling van kennis en ervaringen, via bijeenkomsten, werkgroepen, excursies, conferenties en communities of practice. We werken samen met onder andere ministeries, Rijkswaterstaat, gemeenten, drinkwaterbedrijven.

WAT WE ONDERZOEKEN

Inhoudelijk richt Stowa zich op alle onderdelen van waterbeheer, van waterkering en stedelijk waterbeheer tot waterzuivering en watersystemen. Belangrijke thema's daarbij zijn klimaatadaptatie, waterveiligheid, waterkwaliteit en ecologie, energietransitie en circulaire economie.

De kennisvragen die Stowa beantwoordt liggen meestal op technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied. Onze kennis is altijd gericht op de praktijk van regionale waterbeheerders. Dat is waar we voor staan, als Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.

WIE WE ZIJN

STOWA is als kennisorganisatie onafhankelijk, onpartijdig en transparant. De afnemers van onze kennis moeten erop kunnen vertrouwen dat de inhoud van onze rapporten objectief en representatief is. Alleen zo kan onze kennis worden ingezet voor beter waterbeheer en innovaties die antwoord geven op de uitdagingen van vandaag en morgen. Het is aan regionale waterbeheerders zelf te bepalen hoe ze de kennis van Stowa in de praktijk gebruiken. STOWA kan daarbij een rol spelen als adviseur, maar is geen uitvoerder of regisseur.

STOWA is een stichting die de richtlijnen volgt voor organisaties zonder winstoogmerk (RJ-640). In ons jaarverslag is daarom naast de cijfermatige jaarrekening onder meer ook een directieverslag over de stichting, haar activiteiten en kentallen opgenomen.

BUIENSELECTIE STEDELIJK GEBIED

METEO-ONDERZOEK TEN BEHOEVE VAN HET WATERBEHEER: DEELRAPPORT 2

INHOUD

	SAMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling	2
1.3	Leeswijzer	2
2	DE BUIENSELECTIE	3
2.1	Kenmerken van de buienselectie	3
2.2	Gebruik van de buienselectie	4
2.3	Totstandkoming van de buienselectie	4
3	TOEPASSING STEDELIJK GEBIED SLIEDRECHT	7
3.1	Referentiestatistiek	7
3.2	Selectie locaties model Sliedrecht	8
3.3	Resultaten stedelijk gebied Sliedrecht	8
4	TOT SLOT	10
5	REFERENTIES	11
BIJLAGE 1	SELECTIE VAN GEBEURTENISSEN	12
BIJLAGE 2	REFERENTIESTATISTIEK	14

1

INLEIDING

1.1 AANLEIDING

Waterschappen voeren watersysteemtoetsen uit om hun systeem te toetsen aan wateroverlastnormen. Deze zijn sinds de invoering van de Waterwet verankerd in de provinciale waterverordeningen. Voorheen waren deze onderdeel van het Nationaal Bestuursakkoord Water. De normering bakent het minimumniveau af tot waar het watersysteem zonder schade of overlast voor de omgeving zijn functie moet kunnen vervullen.

Voor het uitvoeren van watersysteemtoetsen wordt door STOWA aangeraden om de stochastenmethode of de tijdreeksmethode te gebruiken voor het opleggen van neerslagbelastingen (STOWA 2011-31). Deze methodes geven een betrouwbare afleiding van waterstandsstatistiek, mits correct toegepast. Ze worden veelvuldig gebruikt om het regionaal watersysteem te toetsen. Daarvoor wordt meestal de 100-jarige reeks bij De Bilt gebruikt (tijdreeks) of worden stochasten opgesteld op basis van extreme neerslagstatistiek en neerslagpatronen gepresenteerd in STOWA 2019-19. Deze reeksen en patronen zijn op uurbasis.

Doordat stedelijke systemen sneller reageren dan regionale systemen, zijn vaak kortere duren maatgevend. Het is daarom belangrijk met sub-uurlijkse tijdstappen te rekenen, terwijl de reeks en neerslagpatronen in STOWA 2019-19 op uurbasis zijn. Daarnaast geldt dat stedelijke systemen uit meer verhard oppervlak bestaan, en daarmee een korter geheugen hebben. Voorgeschiedenis speelt daarom minder een rol.

In STOWA 2019-19 is een methode gepresenteerd voor het bepalen van wateroverlast in stedelijke gebieden of andere snel reagerende watersystemen op basis van een selectie van 64 buien (voor herhaaltijden vanaf 20 jaar) en een selectie van 27 buien (voor herhaaltijden vanaf 100 jaar) uit de samengestelde reeks van 10-minutenmetingen van automatische weerstations. Voor meer achtergrond van deze methode verwijzen we naar STOWA 2019-19.

De selectie van 64 of 27 buien geeft een betrouwbare inschatting van herhalingstijden voor snel reagerende systemen met kort systeemgeheugen, waartoe veel stedelijke systemen behoren. Er is echter gebleken dat voor veel gebruikers het doorrekenen van 64 of 27 buien teveel rekentijd kost. In deze rapportage bieden we daarom een sub-selectie van deze buien aan, waarmee kan worden gerekend als men geïnteresseerd is in een specifieke herhalingstijd. De set bevat drie buien per herhaaltijd, voor de herhaaltijden 10, 25, 50 en 100 jaar.

We merken op dat sommige gebruikers omwille van rekentijd besluiten te rekenen met één enkele ontwerp-bui of composietbui voor een herhalingstijd. Dit levert een minder nauwkeurige inschatting de waterstand bij die herhaaltijd en wordt daarom afgeraden. Voor de herhaaltijden 10, 25, 50 en 100 jaar biedt deze set een alternatief waarmee de rekentijd beperkt blijft tot het doorrekenen van 3 buien per herhaaltijd.

1.2 DOELSTELLING

Doelstelling is om waterschappen en gemeenten een methode aan te reiken om snel en betrouwbaar inzicht te krijgen in herhaaltijden van wateroverlast binnen stedelijk gebied of snel reagerende systemen met een beperkte invloed van de voorgeschiedenis. De buienselectie wordt, net als de set van 27 en 64 buien uit STOWA 2019-19, ontsloten via www.meteobase.nl.

1.3 LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 presenteert de buienselectie en de methode om met deze buienselectie waterstanden te bepalen voor herhalingstijden van 10, 25, 50 en 100 jaar. In Hoofdstuk 3 wordt een casus besproken waarin deze methode is toegepast voor het stedelijk gebied van Sliedrecht.

2

DE BUIENSELECTIE

De buienselectie voor stedelijk gebied bestaat uit twaalf ‘representatieve buien’ voor de herhalingstijden van 10, 25, 50 en 100 jaar; drie gebeurtenissen per herhalingstijd. Dat zijn herhalingstijden die voor de NBW-toetsing werden beschouwd en veelal zijn overgenomen in de provinciale normen wateroverlast. Waar behoefte bestaat aan bepalen van wateroverlast bij andere herhalingstijden, zou een extra selectie aan buien gemaakt kunnen worden.

De buien zijn geselecteerd uit 10-minutenmetingen bij automatische weerstations tussen 2003 en 2016 en dus daadwerkelijk opgetreden. In dit hoofdstuk bespreken we wat de kenmerken zijn van deze selectie (paragraaf 2.1), hoe met deze buienselectie de waterstand voor een bepaalde terugkeertijd kan worden bepaald (paragraaf 2.2) en hoe deze selectie is afgeleid (paragraaf 2.3). In Bijlage A wordt de selectie in meer detail besproken.

2.1 KENMERKEN VAN DE BUIENSELECTIE

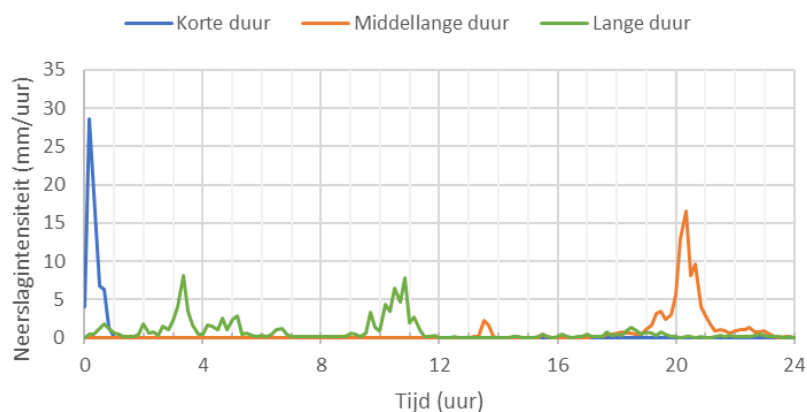
De buien zijn een sub-selectie van de set van 27 en 64 buien uit STOWA 2019-19. Deze set is geselecteerd uit 10-minuten metingen van de automatische weerstations van het KNMI. Dit zijn dezelfde metingen als ten grondslag liggen aan de korte durén statistiek, STOWA 2018-12 en STOWA 2023-35. De buien zijn op 10-minutenbasis, waardoor ook dynamieken van een snel reagerend systeem in beeld worden gebracht. De buien zijn niet langer dan 24 uur, dit is voldoende voor snel reagerende systemen en daarmee blijft de rekentijd beperkt.

Er zijn buien geselecteerd voor de herhalingstijden van 10, 25, 50 en 100 jaar. Per herhalingstijd zijn drie buien geselecteerd, één voor korte durén (10, 30 of 60 minuten), één voor middellange durén (4 en 12 uur) en één voor langere durén (12 of 24 uur). Daarmee is de set geschikt voor (deel)systemen met verschillende maatgevende durén en hoeft deze niet op voorhand bekend te zijn. Idealiter zouden we een watersysteem doorrekenen met een afzonderlijke bui voor zoveel mogelijk verschillende durén. Om de rekentijd behapbaar te houden is er echter gekozen de selectie tot drie buien per herhalingstijd te beperken.

De buien zijn zodanig geselecteerd dat ze voor een specifieke duur (korte, middellange of lange duur) ongeveer de betreffende herhalingstijd hebben (10, 25, 50 of 100 jaar) en voor de overige durén geen extremere herhalingstijd hebben. Wanneer een bui voor een andere duur een extremere herhalingstijd zou hebben, dan zou dit immers kunnen leiden tot een overschatting van de waterstand.

Figuur 1 toont het verloop van de drie geselecteerde buien voor een herhalingstijd van 100 jaar. De buien van herhalingstijden van 10, 25 en 50 jaar worden in Bijlage A getoond. Tot slot geeft Tabel 2 de neerslagvolumes van de geselecteerde buien.

FIGUUR 1 REPRESENTATIEVE BUIEN GESELECTEERD VOOR T100 VOOR DRIE VERSCHILLENDE DUREN; KORTE DUUR (BLAUW), MIDDELLANGE DUUR (ORANJE) EN LANGE DUUR (GROEN)



TABEL 2 TOTAAL NEERSLAGVOLUME (MM) IN DE BUIEN

Herhalingstijd	Kort	Middellang	Lang
10 jaar (T10)	29.1	40.9	60.1
25 jaar (T25)	33.9	58.7	75.2
50 jaar (T50)	48.9	67.1	91.6
100 jaar (T100)	65.8	96.6	108.5

2.2 GEBRUIK VAN DE BUIENSELECTIE

Voor het bepalen van waterstanden bij de herhalingstijden 10, 25, 50 of 100 jaar worden per herhalingstijd de drie buien in de selectie doorgerekend. Op iedere toetsingslocatie wordt de hoogste resulterende waterstand uit de drie doorgekende buien beschouwd als de representatieve waterstand voor die herhalingstijd. De rekentijd van deze exercitie bedraagt dus het doorrekenen van 3 buien per herhalingstijd van ieder maximaal 24 uur.

2.3 TOTSTANDKOMING VAN DE BUIENSELECTIE

De volgende uitgangspunten zijn bij de selectie van buien gebruikt:

- de gewenste herhalingstijden van 10, 25, 50 en 100 jaar zijn beschouwd;
- voor de snel reagerende systemen wordt gericht op duren tot maximaal 24 uur;
- voor de beoordeling van de selectie van gebeurtenissen worden de volgende duren gebruikt: 10, 30, 60, 240, 720 en 1440 minuten (720 en 1440 minuten is respectievelijk 12 en 24 uur);
- we gebruiken de jaarmaxima van de 10-minutenmetingen zoals bepaald voor het afleiden van korte duur statistiek STOWA 2018-12, STOWA 2019-19, STOWA 2023-35.

Voor elke duur sorteerden we de jaarmaxima van hoog naar laag en selecteerden daarbij de kenmerken:

- neerslagvolume;
 - datum en begintijd gebeurtenis;
 - nummer neerslagstation;
- herhalingstijd gebaseerd op plotpositie STOWA 2023-35

Voor elk jaarmaximum selecteerden we vervolgens voor de betreffende gebeurtenis (gekenmerkt door datum en begintijd én station nummer) het bijbehorende neerslagvolume en herhalingstijd van de andere duren. Zo was te zien of gebeurtenissen voor zowel korte (30 minuten, 1 uur) als lange duren (12 uur, 24 uur) dezelfde herhalingstijden kennen of dat dit juist uiteenloopt. Op voorhand was dit immers niet bekend. Op basis van deze gegevens maakten we vervolgens een selectie van gebeurtenissen.

De analyse van herhalingstijden bij verschillende duren laat het volgende zien:

- De 3 meest extreme gebeurtenissen zijn voor alle duren vaak dezelfde. Bij de vaker voorkomende gebeurtenissen zijn de gebeurtenissen minder gecorreleerd. Dit geeft aan dat de hoogste extremen bij zowel de korte duren als de lange duren (tot een duur van 2 dagen) dezelfde gebeurtenissen zijn. Oftewel: als de neerslag zeer extreem is bij een korte duur is die ook zeer extreem bij een langere duur. De drie extreemste gebeurtenissen beschrijven de herhalingstijden groter dan 150 jaar.
- Bij de herhalingstijden van circa 100 jaar en kleiner zijn de gebeurtenissen minder gecorreleerd. Voor deze herhalingstijden zullen dus ook meerdere gebeurtenissen moeten worden gekozen om voor meerdere duren de betreffende herhalingstijd te beschrijven. We maken hierbij een selectie van gebeurtenissen met een lange duur (12-24 uur), middellange duur (4-12 uur) en een korte duur (60 minuten en korter). Hierbij wordt voor de verschillende duren een met de gewenste herhalingstijd corresponderende neerslaggebeurtenis geselecteerd. Bij de geselecteerde gebeurtenis kan een andere duur hogere herhalingstijden laten zien. Dat is ongewenst omdat in dat geval de gebeurtenis te hoge waterstanden voor die betreffende herhalingstijd kan opleveren, afhankelijk van welke duur maatgevend is voor het beschouwde systeem. De maatgevende duur weten we op voorhand niet. Bij de selectie van gebeurtenissen zorgen we er daarom voor dat geen enkele duur binnen de neerslaggebeurtenis de gewenste herhalingstijd overschrijdt.
- De 10-minuten maxima vallen uiteindelijk buiten deze analyse. Dat wordt veroorzaakt doordat dit blokmaxima betreft, waarin in de extremen nauwelijks onderscheidend vermogen zit. Zie STOWA 2019-19 voor uitleg van blokmaxima. De maxima in de extremen verschillen nauwelijks in hoeveelheid bij die duur. Een keuze voor die duur is daarom niet relevant. We beginnen onze selectie daarom bij een duur van 30 minuten. Wel toetsen we of de 10-minuten maxima niet te extreem zijn bij de gewenste herhalingstijd.
- Dat de 10-minuten maxima niet onderscheidend zijn in de reeksen (doordat het blokmaxima zijn) betekent ook dat de reeksen niet geschikt zijn voor systemen waarvoor 10-minuten hoeveelheden maatgevend zijn. De reeksen representeren voor die duur niet de werkelijke kans van voorkomen. Voor die systemen zal de tijdsresolutie nog kleiner moeten zijn, bij voorkeur kleiner dan 5 minuten.
- Bij de herhalingstijden van 25 en 10 jaar blijkt de selectie van gebeurtenissen lastiger, omdat daar de gebeurtenissen minder gecorreleerd zijn. Bij veel gebeurtenissen zijn andere duren snel te extreem/hogere herhalingstijd óf de gebeurtenis is alleen maatgevend voor de gekozen duur. Als die laatste worden gekozen zijn meer dan 3 gebeurtenissen nodig om de betreffende herhalingstijd voldoende te beschrijven.

Bij de selectie maken we gebruik van de plotposities van de jaarmaxima. Dit betekent in dit geval dat we voor de T100 kunnen kiezen uit de 4de en 5de meest extreme gebeurtenis per duur. Deze hebben een plotpositie van 117 en 92 jaar. Als de 3de of 6de gebeurtenis wat betreft neerslaghoeveelheid relatief beperkt afwijkt van de 4de en 5de gebeurtenis kan deze

ook worden geselecteerd – mocht dit nodig zijn omdat de 4de en 5de gebeurtenis bij andere duren te extreem zijn. Bij de T50 kunnen we kiezen uit de 8ste tot 10de gebeurtenis (T45 tot T55), voor de T25 uit de 16de tot 19de gebeurtenis (T23 tot T28) en voor de T10 uit de 38ste tot 48ste gebeurtenis (T9 tot T11).

Tabel 2 geeft de geselecteerde buien met bijbehorende geschatte herhalings tijden. Per herhalings tijd zijn drie gebeurtenissen geselecteerd (lange duur, middellange duur en korte duur).

TABEL 2 GESELECTEERDE BUIEN MET BIJBEHORENDE GESCHATTE HERHALINGSTIJDEN VAN HET NEERSLAGVOLUME BIJ ENKELE DUREN

Herhalings tijd waterstand	Duur	Station	Dag	Herhalings tijd bui in jaren bij duur in minuten					
				10	30	60	240	720	1440
T100	Lang	290	27/08/10	<10	<10	<10	<10	<10	117
	Middel	257	28/07/14	21	50	92	117	92	76
	Kort	348	29/06/05	161	117	117	<10	<10	<10
T50	Lang	235	05/10/08	<10	<10	<10	24	56	65
	Middel	275	30/05/16	11	26	44	56	27	16
	Kort	391	29/07/05	27	56	65	<10	<10	<10
T25	Lang	240	28/07/14	<10	<10	<10	11	20	24
	Middel	350	28/07/08	<10	10	31	27	17	<10
	Kort	375	23/05/12	<10	24	20	<10	<10	<10
T10	Lang	310	13/10/13	<10	<10	<10	<10	10	9
	Middel	350	26/08/10	<10	<10	13	10	<10	<10
	Kort	391	02/06/08	<10	10	9	<10	<10	<10

3

TOEPASSING STEDELIJK GEBIED

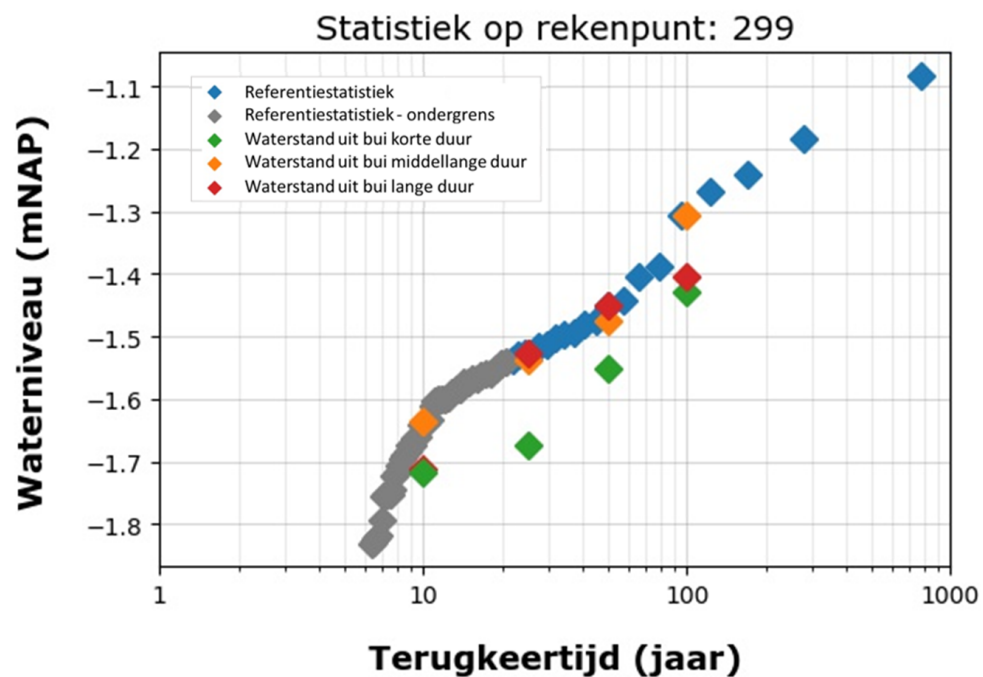
SLIEDRECHT

3.1 REFERENTIESTATISTIEK

We hebben de methode toegepast op een SOBEK-model van het stedelijk gebied van Sliedrecht, dat door het Waterschap Rivierenland gebruikt wordt (HKV, 2020). We vergeleken de T10, T25, T50 en T100 waterstand met een referentiestatistiek. De referentiestatistiek wordt in dit geval bepaald aan de hand de methode zoals beschreven in STOWA 2019-19, waarbij 64 gebeurtenissen worden doorgerekend. In bijlage B is ook beschreven hoe deze methode werkt. Inherent aan de methode is dat de statistiek vanaf een geschatte herhalingstijd van 21 jaar betrouwbaar is. Voor kortere herhalingstijden geeft de methode een ondergrens van de waterstandsstatistiek. In de figuren die volgen zal de referentiestatistiek voor herhalings-tijden langer dan 21 jaar worden aangegeven met blauwe punten, en voor herhalingstijden korter dan 21 jaar met grijze punten, zoals in Figuur 2. De gekleurde punten geven de waterstand die volgt uit de buien van de buienselectie, waarbij rood uit de bui voor lange duur, oranje uit de bui voor middellange duur en groen uit de bui voor korte duur volgt.

FIGUUR 2

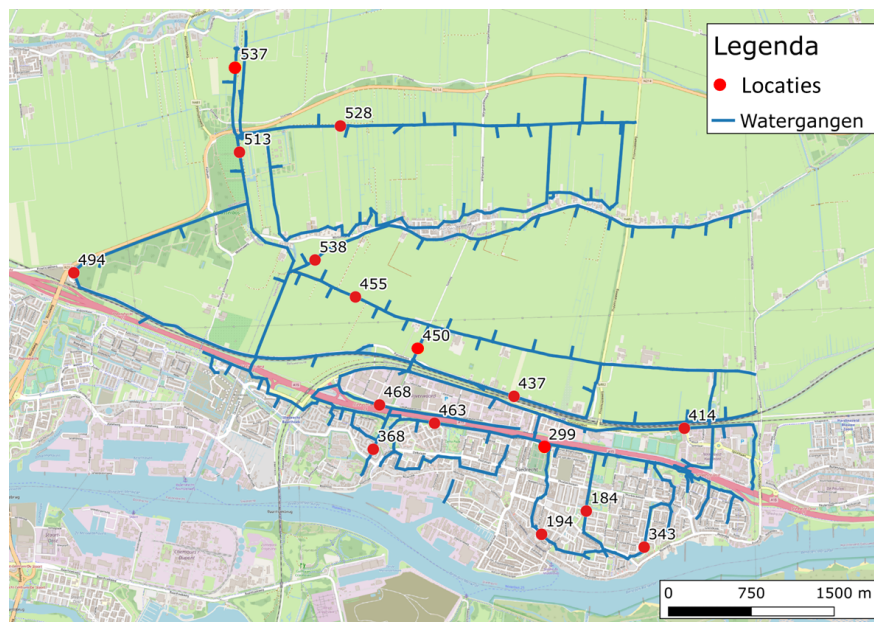
VOORBEELD VISUALISATIE REFERENTIESTATISTIEK



3.2 SELECTIE LOCATIES MODEL SLIEDRECHT

Figuur 4 toont het model voor het stedelijk gebied in Sliedrecht schematisch. De 20 locaties waarop de buienselectie is beoordeeld zijn gemarkeerd op de kaart, met bijbehorende identificatiecode van de rekenpunten uit het SOBEK-model. De locaties zijn zo geselecteerd dat er een beeld wordt gevormd van de waterstandstatistiek in zoveel mogelijk verschillende watergangen van het model.

FIGUUR 4 LOCATIES VOOR BEPALING WATERSTANDSTATISTIEK



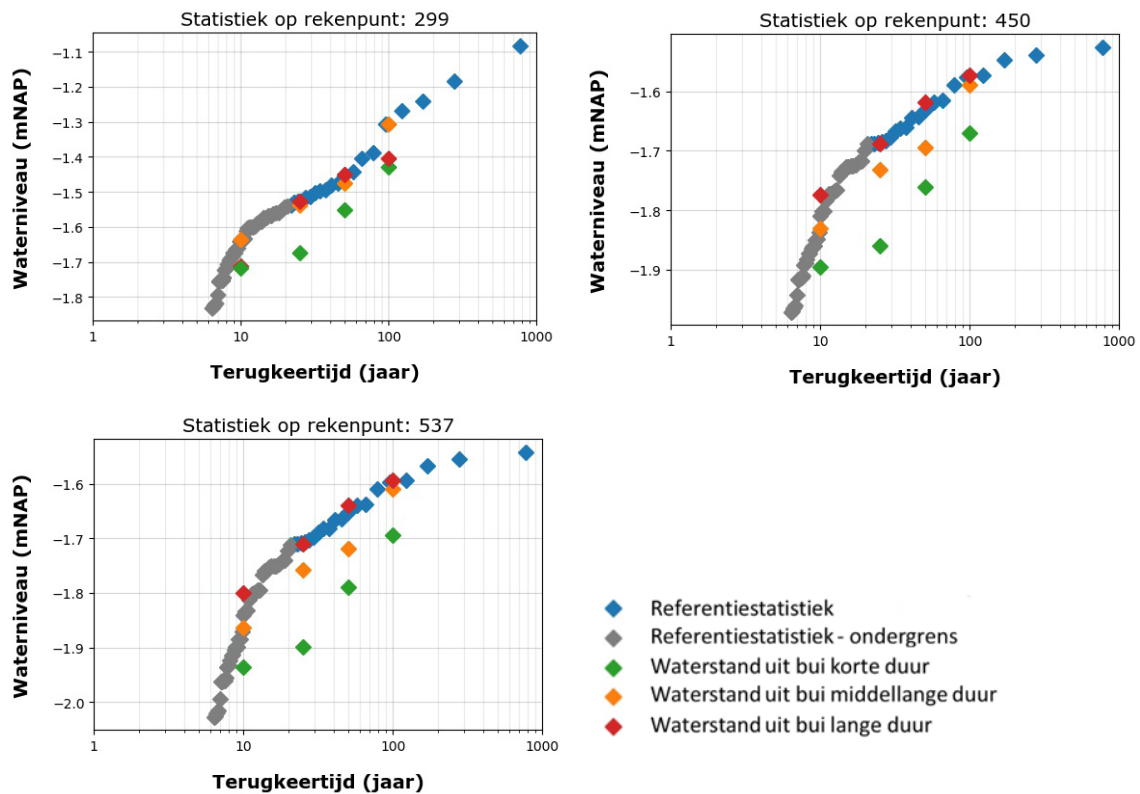
3.3 RESULTATEN STEDELIJK GEBIED SLIEDRECHT

Op alle 16 locaties in Figuur 4 zijn de T10, T25, T50 en T100 waterstanden volgand uit de buienselectie vergeleken met de referentiestatistiek. De locaties weergegeven in Figuur 5 zijn een locatie binnen het stedelijk gebied Sliedrecht (rekenpunt 299), een locatie buiten het stedelijk gebied Sliedrecht (rekenpunt 450) en een locatie dichtbij een gemaal (rekenpunt 537). Voor de overige 13 locaties gelden dezelfde conclusies, voor figuren verwijzen we naar HKV (2020).

Om de waterstand bij T10, T25, T50 en T100 uit de buienselectie te bepalen, moet telkens de hoogste waterstand van drie buien (groen, oranje en rood) worden genomen. Het is te zien dat op alle drie deze locaties de T25, T50 en T100 goed overeenkomt met de referentiestatistiek.

Voor T10 moet worden meegenomen dat de grijze markeringen een ondergrens aangeven. We zien voor alle locaties dat de hoogste waterstand van de drie buien uit de buienselectie voor T10 hoger of gelijk is aan die ondergrens.

FIGUUR 5 WATERSTANDEN VOLGEND UIT DE BUIENSELECTIE, GROEN, ORANJE EN ROOD VOOR DE KORTE, MIDDELLANGE EN LANGE DUUR, TEN OPZICHTE VAN DE REFERENTIESTATISTIEK, BLAUW EN GRIJS



Tot slot merken we op dat niet op alle locaties dezelfde bui voor de hoogste waterstand zorgt. OP rekenpunt 299, binnen het stedelijk gebied van Sliedrecht, wordt de hoogste waterstand bij T100 en T10 bepaald door de bui voor middellange duur. Op de andere punten en terugkeertijden is dat de bui voor lange duur. De methode biedt hiermee ook de mogelijkheid om voor verschillende deelsystemen of locaties een beeld te krijgen van de maatgevende duur.

4

TOT SLOT

In dit rapport is een buienselectie gepresenteerd ter aanvulling op de in STOWA 2019-19 gepresenteerde set van 27 en 64 buien. De selectie is geschikt om de waterstand te bepalen voor een herhaaltijd van 10, 25, 50 en/of 100 jaar in snel reagerende systemen met weinig systeemgeheugen, zoals stedelijk gebied. Wanneer voor andere herhaaltijden de waterstand bepaald moet worden verwijzen we terug naar de methode met 27 of 64 buien uit STOWA 2019-19, waarmee waterstanden tot herhaaltijden van bijna 1000 kunnen worden bepaald. Alle drie deze buienselecties zijn beschikbaar via meteobase.nl.

5

REFERENTIES

HKV, 2020. PR3790.20 Waterschap Rivierenland — Buienselectie stedelijk gebied, juli 2020.

STOWA, 2011. Standaard werkwijze voor de toetsing van watersystemen aan de normen voor Regionale Wateroverlast. Stowa rapport nr. 31 2011. (STOWA 2011-31)

STOWA, 2015. Actualisatie Meteogegevens voor waterbeheer 2015; Stowa rapport nr. 10 2015. (STOWA 2015-10)

STOWA, 2018. Neerslagstatistiek voor korte duren. Stowa rapport nr. 12 2018. (STOWA 2018-12)

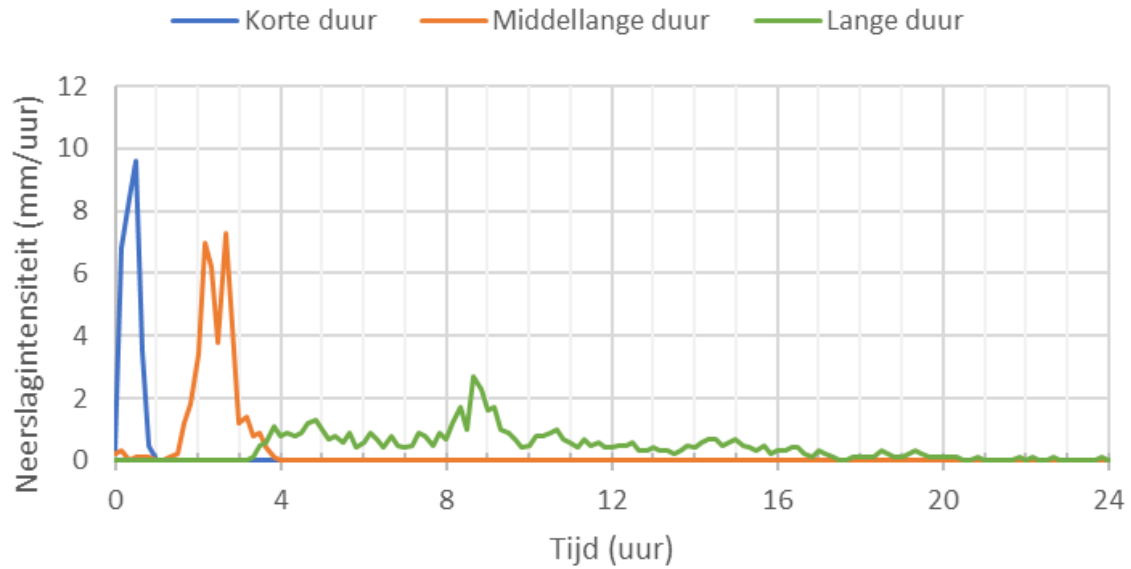
STOWA, 2019. Neerslagstatistiek en -reeksen voor het waterbeheer 2019 — Deelrapport 7. Stowa rapport nr. 19 2019. (STOWA 2019-19)

STOWA, 2023. Beoordeling neerslagstatistiek. Meteo-onderzoek ten behoeve van het waterbeheer - Deelrapport 1. Stowa rapport nr. 35 2023. (STOWA 2023-35)

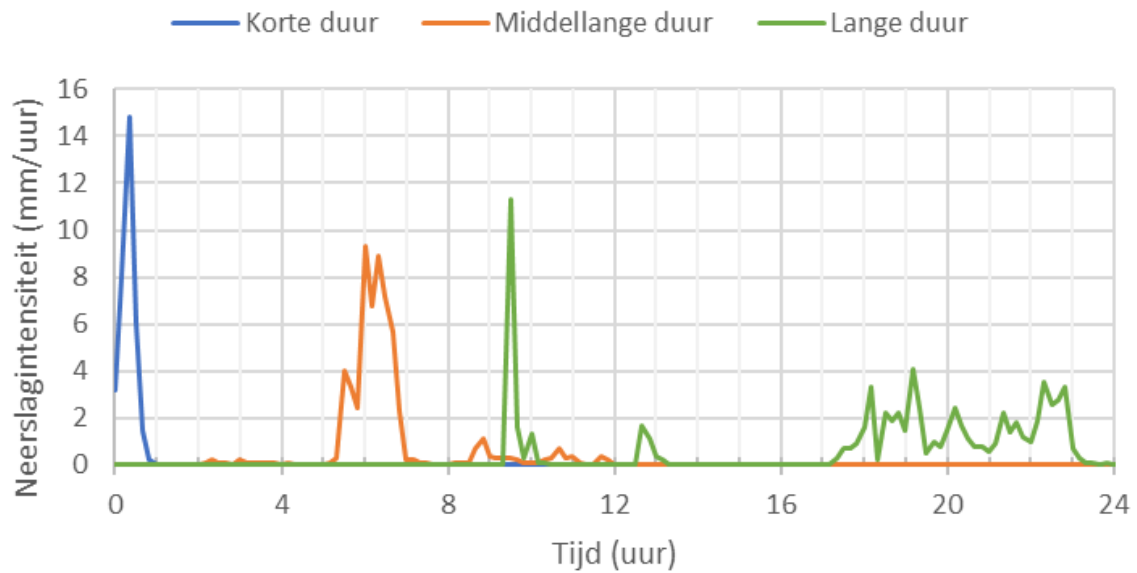
BIJLAGE 1

SELECTIE VAN GEBEURTENISSEN

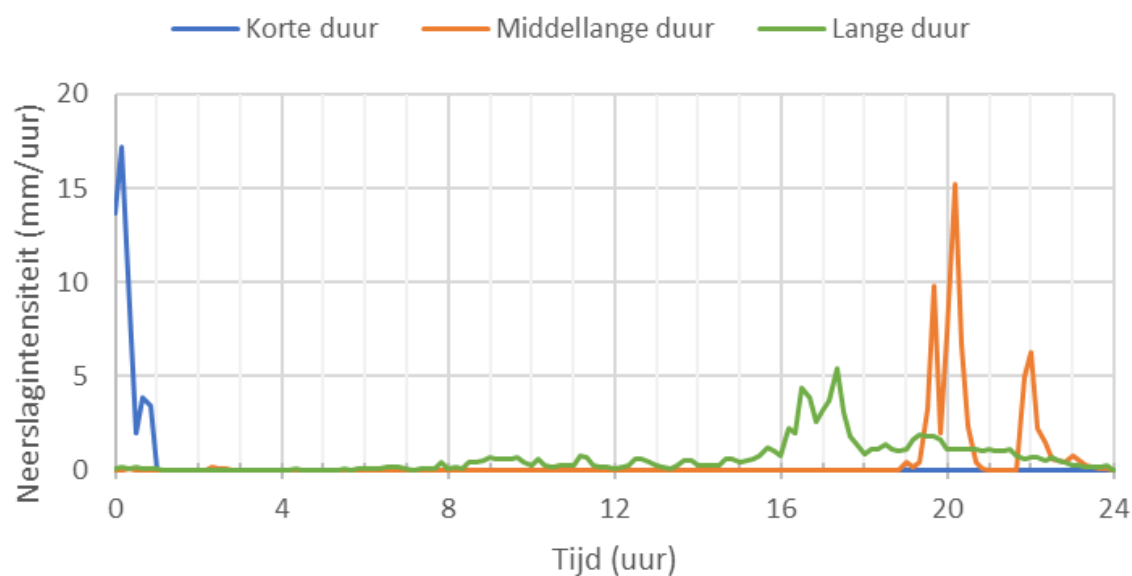
FIGUUR 6 REPRESENTATIEVE GEBEURTENISSEN GESELECTEERD VOOR T10 VOOR DRIE VERSCHILLENDE DUREN; KORTE DUUR (BLAUW), MIDDELLANGE DUUR (ORANJE) EN LANGE DUUR (GROEN)



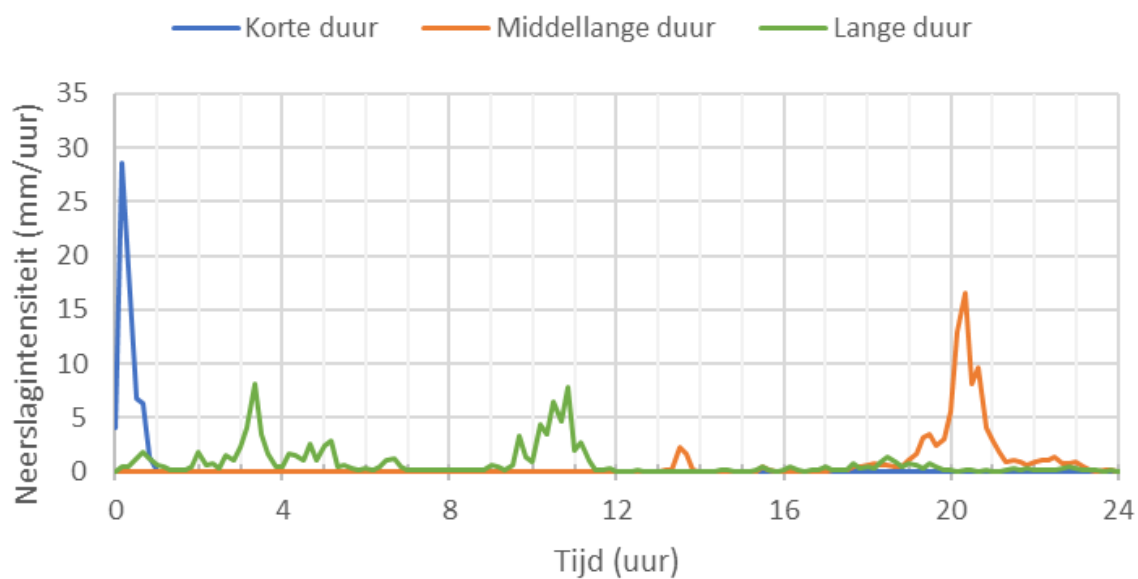
FIGUUR 7 REPRESENTATIEVE GEBEURTENISSEN GESELECTEERD VOOR T25 VOOR DRIE VERSCHILLENDE DUREN; KORTE DUUR (BLAUW), MIDDELLANGE DUUR (ORANJE) EN LANGE DUUR (GROEN)



FIGUUR 8 REPRESENTATIEVE GEBEURTENISSEN GESELECTEERD VOOR T50 VOOR DRIE VERSCHILLENDE DUREN; KORTE DUUR (BLAUW), MIDDELLANGE DUUR (ORANJE) EN LANGE DUUR (GROEN)



FIGUUR 9 REPRESENTATIEVE GEBEURTENISSEN GESELECTEERD VOOR T100 VOOR DRIE VERSCHILLENDE DUREN; KORTE DUUR (BLAUW), MIDDELLANGE DUUR (ORANJE) EN LANGE DUUR (GROEN)



TABEL 4 NEERSLAGVOLUMES IN DE NEERSLAG-GEBEURTENISSEN

Herhalingstijd	Kort	Middellang	Lang
10 jaar (T10)	29.1	40.9	60.1
25 jaar (T25)	33.9	58.7	75.2
50 jaar (T50)	48.9	67.1	91.6
100 jaar (T100)	65.8	96.6	108.5

BIJLAGE 2

REFERENTIESTATISTIEK

In STOWA 2019-19 zijn 64 gebeurtenissen gepresenteerd voor het bepalen van een waterstandstatistiek. Voor een beschrijving van de selectie van deze gebeurtenissen, verwijzen wij naar dat rapport. De methode om de waterstandstatistiek te bepalen aan de hand van de 64 gebeurtenissen zoals beschreven in dat rapport wordt hier kort herhaald. De resulterende statistiek is als referentiestatistiek gebruikt voor de buienselectie.

- We rekenen het model met de 64 gebeurtenissen door.
- We bepalen de maximale waterstand per gebeurtenis voor de locaties waarvoor we statistiek afleiden (zie paragraaf 3.3 van het hoofdrapport).
- We sorteren per locatie de maxima van hoog naar laag.
- We bepalen per maximum de plotpositie met de Gringorten methode: $(i-0.44)/(n+0.12)$. Met i = het rangnummer waarbij het hoogste maximum rangnummer 1 en het laagste maximum rangnummer 64. We nemen hierbij n = het aantal jaren, te weten 436.
- Deze plotpositie geeft de overschrijdingskans per jaar (P). Om die om te rekenen naar overschrijdingsfrequentie (F) gebruiken we de formule $F = -\ln(1-P)$. De herhalingsjijd (T) is dan $T = 1/F$.

De plotposities gelden enkel voor de 20 hoogste maxima, daaronder zijn de plotposities onnauwkeurig. Dit komt omdat de 64 gebeurtenissen geselecteerd zijn op basis van de 20 meest extreme gebeurtenissen voor alle duren van 10 tot 1440 minuten. De 21ste, 22ste, 23ste etc. gebeurtenis voor die duren is niet expliciet geselecteerd, en dus ook niet doorgerekend. Als de hoge waterstanden worden veroorzaakt door specifieke neerslagduren, bijvoorbeeld een lange neerslagduur van 720 tot 1440 minuten, leveren de andere (kortere) duren lagere waterstanden op dan je zou mogen verwachten als wel de 21ste, 22ste, 23ste etc. gebeurtenis voor die lange duren was doorgerekend. De herhalingsjijd die hoort bij de 20ste waterstand, na sorteren van hoog naar laag, is 21,6 jaar. Dat betekent dat de referentiestatistiek onnauwkeurig is voor herhalingsjijden korter dan 21 jaar.