

BEPALING POMPOVERCAPACITEIT IN PERSPECTIEF

VERKENNING NAAR DE GRONDSLAGEN VAN DE HYDRAULISCHE AFNAMECAPACITEIT
VAN AFVALWATER UIT GEMENGDE EN VERBETERD GESCEIDEN RIOOLSTELSELS



RAPPORT

2026
08

BEPALING POMPOVERCAPACITEIT IN PERSPECTIEF
VERKENNING NAAR DE GRONDSLAGEN VAN DE HYDRAULISCHE
AFNAMECAPACITEIT VAN AFVALWATER UIT GEMENGDE EN VERBETERD
GESCHEIDEN RIOOLSTELSELS

RAPPORT

2026

08

ISBN 978.94.6479.094.8



COLOFON

Amersfoort, februari 2026

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer STOWA
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEURS Ir. H.J. Liefting
dr.ir. J.G. Langeveld

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

Saskia Holthuijsen, Stichting RIONED
Andrea Potma, Waterschap Aa en Maas
Eduard Schilling, Gemeente Nijmegen
Bert Palsma, STOWA
Mirjam Geurts - van Well, Waterschap Hollandse Delta
Nico Admiraal, Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden

FOTO OMSLAG iStock
VORMGEVING Buro Vormvast
STOWA STOWA 2026-08
ISBN 978.94.6479.094.8

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.

TEN GELEIDE

Dit rapport laat zien dat de huidige manier waarop we de hydraulische capaciteit van rwzi's bepalen steeds minder aansluit bij de praktijk en toekomstige uitdagingen. Het biedt handvatten voor een meer robuuste en doelmatige benadering.

Die hydraulische capaciteit wordt bepaald aan de hand van de droogweerafvoer (DWA) en de pomp-overcapaciteit is het afstromend verhard oppervlak dat via de riolering naar de RWZI stroomt. De manier waarop de omvang van dat oppervlak wordt bepaald, verandert steeds en er zijn verschillende methoden in gebruik. Voor gemiddelde rioolstelsels werken deze methodes goed om de benodigde hydraulische capaciteit van zuiveringstechnische werken te beperken. Voor stelsels met een grote berging kan dat een vertekend beeld opleveren. Belangrijker is dat veel gemeenten sinds 2020 meer en meer klimaat-stresstesten uitvoeren dan emissieberekeningen. De rekenmethodes voor de hydraulische capaciteit van een RWZI raken daardoor verouderd en geven een zwakkere basis voor goede besluitvorming en investeringen.

Bepaling van de meest doelmatige afvalwatercapaciteit blijft belangrijk, juist ook wanneer de EU-richtlijn stedelijk afvalwater (91/271) van kracht wordt. Daarvoor zijn betrouwbare gegevens nodig. Dit rapport beschrijft hoe de benodigde afnamecapaciteit beter kan worden berekend. De huidige aanpak op basis van verhard oppervlak lijkt niet langer te voldoen. Omdat de methode op basis van verhard oppervlak momenteel breed is geaccepteerd zal deze niet stand te pede worden vervangen. Het rapport adviseert daarom de ledigingsduur te gebruiken, in combinatie met het gebruik van verhard oppervlak als grondslag voor de bepaling van de pompovercapaciteit.

Mark van der Werf
Directeur STOWA

STOWA IN HET KORT

KENNIS OVER WATER, VOOR NU ÉN LATER

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer – kortweg STOWA – is het kennisplatform van regionale waterbeheerders in Nederland. Vanuit ons kantoor in Amersfoort werken we aan het ontwikkelen, verzamelen, verspreiden en implementeren van toegepaste kennis. Die kennis hebben waterbeheerders nodig om de opgaven waar zij voor staan, goed uit te kunnen voeren. Of het nu gaat om klimaatadaptatie (zowel stedelijk als landelijk gebied), een goede waterkwaliteit, duurzame en effectieve afvalwaterzuivering, veilige dijken en kaden, energietransitie of circulaire economie.

Het soort kennis dat wij ontwikkelen, is breed: technisch en natuurwetenschappelijk, maar soms ook bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk. Om te zorgen dat die kennis maximaal kan worden toegepast in de praktijk, presenteren we onze onderzoeksresultaten indien mogelijk in de vorm van praktische handreikingen, tools en instrumenten. Ook faciliteren we met het oog op kennisdoorwerking Communities of Practice en organiseren we daarvoor allerlei bijeenkomsten en webinars. Via onze eigen en andermans media geven we uitleg over de achtergronden bij ons werk.

STOWA werkt vraaggestuurd. We inventariseren welke kennisvragen waterbeheerders hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers: universiteiten, kennisinstituten, kennisbedrijven of adviesbureaus. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van gezamenlijke kennisprojecten op ons. Maar wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de projectresultaten de deelnemers praktische handelingsperspectieven bieden. Ieder project wordt om die reden begeleid door een commissie waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden vastgesteld door programmacommissies, waar waterbeheerders ook zitting in hebben.

STOWA is 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 waterbeheerders te bepalen hoe ze de kennis van STOWA in de praktijk gebruiken.

STOWA is een stichting die de richtlijnen volgt voor organisaties zonder winstoogmerk (RJ-640). In ons jaarverslag is daarom naast een cijfermatige jaarrekening ook een directieverslag opgenomen over de stichting en haar activiteiten. Het budget bedraagt jaarlijks ongeveer 20 miljoen euro. Onze deelnemers leggen gezamenlijk ieder jaar ongeveer 10 miljoen in als structurele bijdrage. Daarnaast ontvangen we jaarlijks ongeveer 10 miljoen euro in de vorm van bijdragen aan afzonderlijke projecten.

BEPALING POMPOVERCAPACITEIT IN PERSPECTIEF

VERKENNING NAAR DE GRONDSLAGEN VAN DE
HYDRAULISCHE AFNAMECAPACITEIT VAN AFVALWATER UIT
GEMENGDE EN VERBETERD GESCHIEDEN RIOOLSTELSELS

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	SAMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
	1.1 Achtergrond en aanleiding	1
	1.2 Leeswijzer	2
2	WAAR STAAN WE EN HOE ZIJN WE DAAR GEKOMEN?	3
	2.1 Historie	3
	2.1.1 Voor 1950: verdunningsgraad	3
	2.1.2 Van 1951 tot 1992: overstortingsfrequentie	3
	2.1.3 1970: Wvo: toename en centralisatie rioolwaterzuiveringen	6
	2.1.4 Vanaf 1992: Basisinspanning: 50% reductie van de emissie via overstorten	6
	2.1.5 Na 2000: samenwerken en besparen	7
	2.2 Beleid van de waterschappen	8
	2.3 Kengetallen	9
	2.4 Methodes voor bepaling aangesloten afvoerend oppervlak	10
	2.5 Overzicht betrouwbaarheid en nauwkeurigheid inventarisatie afvoerend oppervlak beïnvloeden benodigde pompovertcapaciteit	12
3	OEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN MET INVLOED OP GEBRUIK VERHARD OPPERVLAAS	
	BASIS VOOR BEPALING POMPOVERCAPACITEIT	13
	3.1 Bevolkingsgroei en omvang stedelijk gebied	13
	3.2 Omgang verhard oppervlak	13
	3.3 Waterschaarste	14
	3.4 EU-richtlijn behandeling stedelijk afvalwater	15
	3.5 Andere visie op stadswater	15
	3.6 Gedeeltelijk afkoppelen	15
	3.7 Anders omgaan met VGS	16
	3.8 Invloed van de ontwikkelingen op gebruik verhard oppervlak als basis voor bepaling pompovertcapaciteit	16

4	NAAR EEN TOEKOMSTBESTENDIGE BEPALING VAN DE GEWENSTE POMPOVERCAPACITEIT	17
4.1	Standstill-principe in hydraulische afnamecapaciteit rwzi's	17
4.2	Pompovertcapaciteit als veelvoud van droogweerafvoer	18
4.3	Vaste poc per i.e.	18
4.4	Maximeren verhard oppervlak op 150 m ² per woning	19
4.5	Ledigingsduur voor bepaling benodigde pompovertcapaciteit	19
4.6	Overzicht mogelijkheden om beperkingen van bepaling benodigde pompovertcapaciteit op basis van verhard oppervlak te ondervangen	20
5	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	21
6	LITERATUUR	23

1

INLEIDING

1.1 ACHTERGROND EN AANLEIDING

De waterschappen bepalen de benodigde hydraulische afnamecapaciteit van zuiverings-technische werken op (1) de droogweerafvoer (DWA) plus (2) de benodigde pompovercapaciteit voor de afvoer van hemelwater (poc). Samen vormen deze de hydraulische ontwerp-capaciteit. De pompovercapaciteit (poc) is van oudsher gebaseerd op het aan het gemengde of verbeterd gescheiden (VGS) rioolstelsel toegekende verharde oppervlak. De wijze van bepaling van de omvang van het verhard oppervlak en de wijze van toekenning ontwikkelen zich voortdurend, waarmee de ontwerpgrondslag voor de zuiveringstechnische werken ook steeds verandert. Dit kan leiden tot kostbare aanpassingen in de hydraulische capaciteit van gemalen, persleidingen en rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's), zelfs zonder dat het afvoerend oppervlak daadwerkelijk verandert.

Om dit te ondervangen hebben de waterschappen in de afgelopen decennia tal van maatregelen getroffen. Zo zijn protocollen opgesteld voor de manier waarop het verhard oppervlak zo systematisch en eenduidig mogelijk geïnventariseerd zou moeten worden door de adviseurs van de gemeenten. Voorbeelden hiervan zijn de 'Brabantse methode' (Waterschap De Dommel, nd) en het 'Stappenplan : Systematiek voor de bepaling van het afvoerend oppervlak van Platform Water Vallei en Veluwe (2015)'. Een andere gehanteerde aanpak is het limiteren van de benodigde hydraulische capaciteit. Dit is bijvoorbeeld ingevuld door de afvoercapaciteit te baseren op het aangesloten afvoerend oppervlak, maar het in rekening te brengen verhard oppervlak per woning te limiteren tot 150 m² per woning. Een andere veelgebruikte aanpak is het limiteren van de benodigde hydraulische capaciteit tot een vast veelvoud van de DWA, in de praktijk doorgaans $4 \cdot DWA_{\text{ontwerp}}$. Van recentere datum is het toepassen van het standstill-principe voor de aanvoer van hemelwater naar de rwzi, waarbij de benodigde hydraulische capaciteit wordt vastgesteld op de reeds overeengekomen capaciteit, uitgedrukt in m³/h.

De verschillende manieren om een toename van de benodigde hydraulische capaciteit van zuiveringstechnische werken ten gevolge van een andere wijze van inventarisatie van het verhard oppervlak te beperken, werken doorgaans goed voor 'gemiddelde' rioolstelsels met een stelselberging tussen de 7 en 9 mm. Voor stelsels met een grotere berging leidt het maximeren van de afvoercapaciteit soms tot zeer lange ledigingstijden, waardoor de berging mogelijk niet meer tijdig beschikbaar is voor de volgende bui begint.

Sinds 2020 is de focus van veel gemeenten verschoven van emissieberekeningen naar het uitvoeren van klimaatstresstesten. De noodzaak om te blijven investeren in het inventariseren van het verhard oppervlak aangesloten op gemengde rioolstelsels wordt minder gevoeld en niet alle gemeenten beschikken meer over een actueel rekenmodel voor emissieberekeningen. Hierdoor is de onderbouwing van de door de waterschappen te maken investeringen kwalitatief steeds minder geworden.

,De doelstelling van dit project is te verkennen hoe de bepaling van de benodigde afnamecapaciteit toekomstbestendig kan worden gemaakt.

1.2 LEESWIJZER

De volgende hoofdstukken geven de resultaten van de verkenning weer.

- Hoofdstuk 2 start met een historisch overzicht van de omgang met de afnamecapaciteit, de manier waarop waterschappen hier nu mee omgaan en een set kengetallen die de droogweerafvoer en pompovercapaciteit van gemengde stelsels en VGS beschrijven.
- Hoofdstuk 3 beschrijft toekomstige ontwikkelingen die relevant zijn voor de ontwikkeling van de inzameling, het transport en de zuivering van afvalwater via gemengde stelsels en VGS.
- Hoofdstuk 4 verkent alternatieven voor een toekomstbestendige bepaling van de gewenste pompovercapaciteit.
- Het rapport besluit in hoofdstuk 5 met conclusies en aanbevelingen.

2

WAAR STAAN WE EN HOE ZIJN WE DAAR GEKOMEN?

De riolering, afvalwatertransportsystemen en rwzi's zijn kapitaalintensieve infrastructuren met een zeer lange technische levensduur. De levensduur van de onderliggende structuur is vaak zelfs nog langer dan die van de technische objecten zoals leidingen en putten. Door vervanging en renovatie kan de levensduur van bijvoorbeeld transportleidingen oplopen tot meer dan een eeuw. Dit betekent dat ontwerpparameters uit een lang verleden nog steeds doorwerken op de structuur en kenmerken van de huidige afvalwaterinfrastructuur. Dat is de reden dat dit rapport begint met een hoofdstuk over de historie van de bepaling van de afnamecapaciteit voor rioolwater op het overnamepunt van riolering naar zuiveringstechnische werken als eindgemalen en rwzi's.

2.1 HISTORIE

2.1.1 VOOR 1950: VERDUNNINGSGRAAD

Voorzieningen voor de zuivering van stedelijk afvalwater waren voor 1950 in Nederland nog niet algemeen. In veel gevallen werd het rioolwater eenvoudigweg uit de stedelijke omgeving getransporteerd en ongezuiverd geloosd in het oppervlaktewater. De hydraulische capaciteit van de rioolgemalen van gemengde stelsels werd ontworpen als een veelvoud van de droogweerafvoer, bijvoorbeeld zes keer DWA. De droogweerafvoer per inwoner was tot 1960 aanzienlijk lager dan tegenwoordig: tot 1960 lag het drinkwaterverbruik op gemiddeld 80 liter per persoon per dag tegenover 130 liter per persoon per dag tegenwoordig.

Een grotere aanvoer dan de transportcapaciteit werd en wordt via riooloverstorten geloosd op lokaal (stedelijk) oppervlaktewater. De overstorten bevonden zich vaak nabij het eindemaal. De eis aan de overstorten van gemengde rioolstelsels was dat het overstortende water in een bepaalde mate verdund moest zijn door neerslag. De vereiste verdunningsgraad (3-10 keer, van den Akker, 1952) was afhankelijk van de kwetsbaarheid van het ontvangende oppervlaktewater.

De rwzi's, voor zover aanwezig, waren hydraulisch uitgelegd op een deel van de capaciteit vanuit de gemengde riolering. Daarom hadden deze rwzi's een omloopleiding om in het geval van neerslagafvoer een deel van de stroom om de rwzi heen te leiden en ongezuiverd te lozen.

2.1.2 VAN 1951 TOT 1992: OVERSTORTINGSFREQUENTIE

Hoofdingenieur Ribbius van het RIZA (Rijksdienst voor Zuivering van Afvalwater) en Bouwkundig Hoofdambtenaar Kragt betoogden in 1954 dat de belasting van het oppervlaktewater via riooloverstorten niet zozeer wordt bepaald door met hemelwater verdunde droogweerafvoer, maar vooral door opgewoeld en meegevoerd rioolslib uit het gemengde stelsel. Om die reden beoordeelden zij de overstortingsfrequentie als een betere maatstaf voor de

toelaatbaarheid van overstortingen dan de verdunningsgraad van de droogweerafvoer of de duur van de overstorting (Ribbius en Kragt, 1954). De overstortingsfrequentie is sindsdien een van de belangrijkste criteria geworden bij het ontwerpen en toetsen van gemengde rioolstelsels.

Ribbius stelde een jaarlijkse frequentie van ongeveer 10 gebeurtenissen voor, mits de overstort zich op een gunstige positie bevindt (hoog in het stelsel in plaats van direct bij het gemaal).

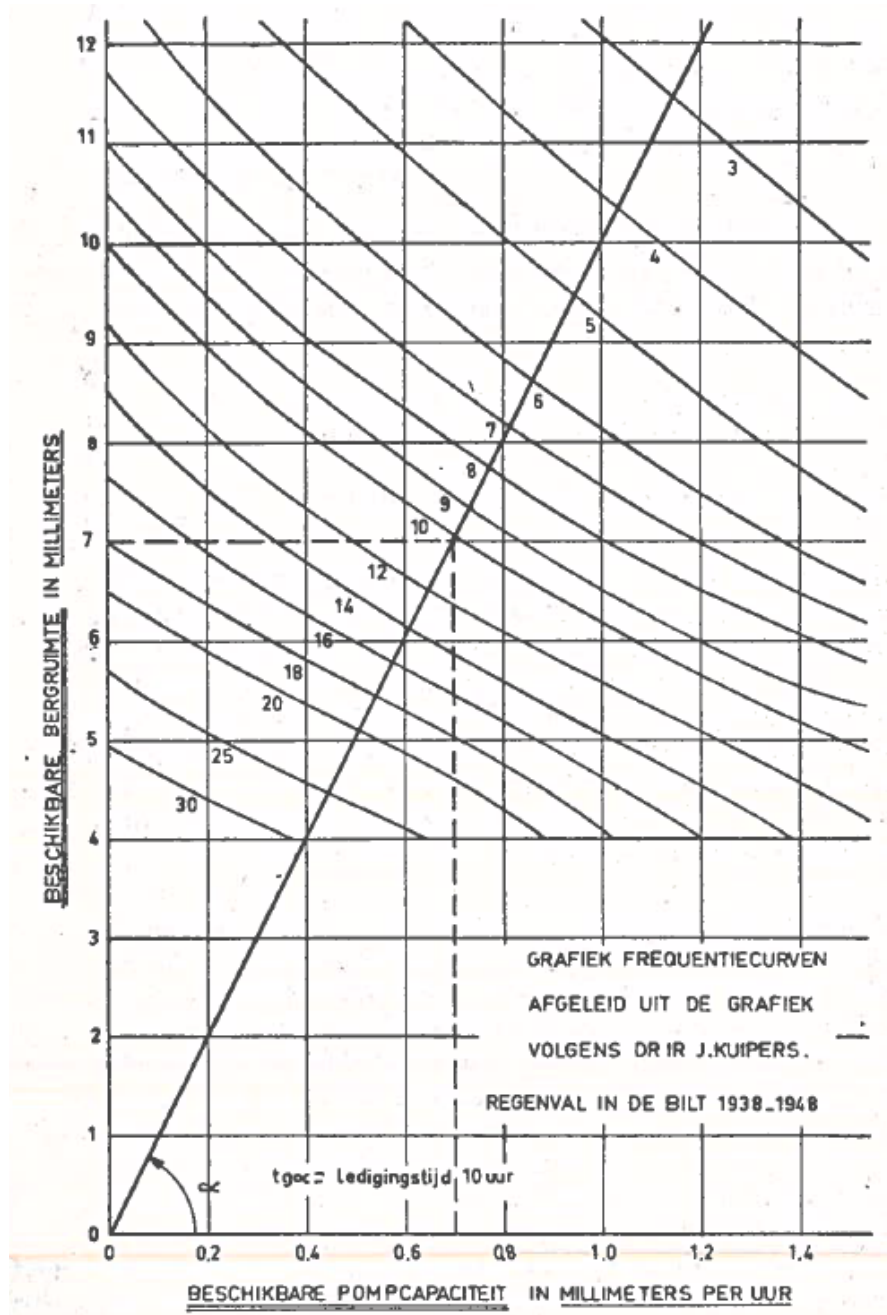
Voor het bereiken van deze frequentie is voldoende berging en een daarop afgestemde gemaalcapaciteit noodzakelijk. Immers, wat niet geborgen of verpompt kan worden, zal worden geloosd via de overstorten. Op basis van neerslagmetingen van KNMI De Bilt tussen 1938 en 1948 (Ribbius, 1951) leidden Ribbius en Kragt een combinatie af van 7 mm beschikbare bergruimte in het rioolstelsel en een beschikbare pompcapaciteit, boven op de droogweerafvoer, van 0,7 mm per uur over het afvoerende verharde oppervlak (de pompovercapaciteit), Figuur 2.1. Het voorstel van Ribbius en Kragt werd decennialang leidend in de dimensionering van rioolstelsels, gemalen, transportleidingen en rwzi's.

Overigens is de in internationaal perspectief forse 7 mm berging geen toeval: om het hemelwater af te kunnen voeren naar de riooloverstorten zijn in het vlakke Nederland relatief grote diameters benodigd. Door het kleine hoogteverschil tussen maaiveld en ontvangend oppervlaktewater is het beschikbare verhang gering. Door toepassen van grotere leidingdiameters blijft het energieverlies in de leiding zo beperkt mogelijk, waardoor ook bij een klein verhang afvoer mogelijk is.

In meer hellende gebieden kan worden volstaan met kleinere diameters, waardoor de stelselberging kleiner uitpakt. De stelselberging in Zuid-Limburgse rioolstelsels is om die reden dan ook soms maar half zo groot als in Hollandse poldergebieden.

Figuur 2.1

Overstortingsfrequentie als functie van berging en pompoevercapaciteit (Ribbius en Kragt, 1954)



In plaats van de verdunningsgraad werd zo de omvang van het verharde oppervlak van straten en daken bepalend voor de pompoevercapaciteit. Waarom het verharde oppervlak? Tot die tijd was het ook gebruikelijk om voor de bepaling van de hydraulische belasting op een rioolstelsel uit te gaan van het totaal oppervlak in combinatie met een afstromingscoëfficiënt. Echter, deze afstromingscoëfficiënt is verre van eenduidig, omdat de afstroming van het oppervlak sterk verschilt met de eigenschappen van het oppervlak. Een sterk versteend stedelijk gebied heeft een totaal andere hydraulische respons op neerslag dan een gebied met minder verharding. Ribbius maakte de afstroming naar de riolering eenduidig door aan te nemen dat al het regenwater dat op verhard oppervlak van daken en straten valt in de riolering terecht komt, terwijl de afstroming van onverharde oppervlakken verwaarloosd wordt. Met perceelverhardingen hield Ribbius geen rekening, mogelijk omdat in zijn tijd de percelen veel minder verhard waren dan tegenwoordig.

Ribbius erkende dat met zijn benadering het op gemengde riolering aangesloten afvoerend verharde oppervlak de benodigde hydraulische capaciteit, de dimensionering en daarmee de kosten van riolering en zuivering mede bepaalt. Droogweerafvoer plus pompovertcapaciteit van 0,7 mm/h leverde in de vijftiger jaren echter een lagere transportcapaciteit op dan 6 x DWA, hetgeen tot dan toe gebruikelijk was. Het voorstel om de benodigde pompovertcapaciteit te bepalen op basis van het verharde oppervlak leverde daarmee een kostenvoordeel op voor de rioolwaterzuivering.

De ledigingsduur van de riolering moest wel beperkt blijven, onder meer om de berging in het rioolstelsel weer beschikbaar te krijgen voor de volgende gebeurtenis. Als vuistregel hield Ribbius aan een ledigingsduur van 10 uur, maar hij zag geen bezwaren in het verder laten toenemen van de ledigingsduur tot 15 uur door toepassing van grotere berging gecombineerd met een lagere pompovertcapaciteit om zo toch uit te komen op de overstortingsfrequentie van 10 keer per jaar.

2.1.3 1970: WVO: TOENAME EN CENTRALISATIE RIOOLWATERZUIVERINGEN

Na het aannemen van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Wvo) in 1970 is het aantal rioolwaterzuiveringsinstallaties in Nederland vanaf 1970 sterk toegenomen. De zuiveringsgraad nam binnen 10 jaar toe tot nagenoeg 100%. Het aantal rwzi's nam tussen 1981 en 2017 geleidelijk weer af van 505 tot 326. Kleine, lokale rwzi's zijn opgeheven en vervangen door grotere, centrale rwzi's die stedelijk afvalwater van meerdere kernen ontvangen en zuiveren.

2.1.4 VANAF 1992: BASISINSPANNING: 50% REDUCTIE VAN DE EMISSIE VIA OVERSTORTEN

Nadat in 1992 het rapport van de Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewater over de basisinspanning was verschenen, kreeg de emissie vanuit riooloverstorten opnieuw veel aandacht (CUWVO, 1992). De basisinspanning beoogde invulling te geven aan de derde Nota waterhuishouding die als doel had de emissie naar het oppervlaktewater vanuit de diffuse bronnen, waaronder riooloverstorten, met 50% te verminderen voor nutriënten, zware metalen en microverontreinigingen. De aandacht verschoof terug van overstortingsfrequentie naar de emissie en belasting van het oppervlaktewater. De aanbevelingen van de CUWVO werden door verschillende waterschappen en gemeenten op uiteenlopende manieren vertaald. Om dit te ondervangen heeft de Commissie Integraal Waterbeheer de basisinspanning in 2001 eenduidig geformuleerd als een maximale berekende vuilemissie uitgedrukt in CZV die gelijk is aan de emissie van het referentiestelsel (CIW, 2001). Het gemengd referentiestelsel heeft een berging van 7 mm, plus 2 mm in een bergbezinkvoorziening, en de bekende pompovertcapaciteit van 0,7 mm/h. Voor hemelwaterstelsels gold een referentiestelsel met een berging van 4 mm en een pompovertcapaciteit van 0,3 mm/h (het verbeterd gescheiden stelsel). De basisinspanning vertaalde zich in het vergroten van de berging in randvoorzieningen en veel minder in de uitbreiding van de transport- en zuiveringscapaciteit.

De emissie-eis werd uitgedrukt als een maximale emissie per ha verhard oppervlak per jaar. Het afvoerend aangesloten verhard oppervlak, waarop de neerslag valt, werd een cruciaal gegeven. Vanwege de hoge kosten voor de randvoorzieningen ontstond na enige tijd de gedachte dat het afkoppelen van het aangesloten afvoerend oppervlak ook een grote emissiereductie teweeg zou kunnen brengen, waarbij vanuit het oogpunt van emissiereductie de voorkeur bestond om de afvoercapaciteit in m³/h te handhaven om zo een maximale emissiereductie te bereiken.

De volgens de basisinspanning toegestane emissie bedroeg 50 kg CZV per hectare per jaar. Door het afgekoppelde oppervlak mee te blijven tellen werd voorkomen dat de toegestane emissie zou dalen bij een toename van het afgekoppelde oppervlak. Daarmee ontstonden er administratief drie typen verhard oppervlak:

1. Verhard oppervlak afvoerend naar de gemengde riolering: telt mee in de emissietoetsing voor gemengde overstorten;
2. Verhard oppervlak vanaf aanleg afvoerend naar gescheiden stelsels of hemelwatervoorzieningen: telt niet mee in de toetsing;
3. Verhard oppervlak in het verleden afvoerend naar de gemengde riolering, maar door afkoppelen nu naar gescheiden stelsels of hemelwatervoorzieningen: telt mee in de toetsing.

De eenduidige basisinspanning werd getoetst op het schaalniveau van de gemeente of soms per kern. Het schaalniveau was afhankelijk van de wijze van invulling van de WVO vergunning. Voor elke gemeente gold een emissie-eis evenredig aan die van het referentiestelsel, uitgedrukt in kilogrammen CZV per ha verhard oppervlak per jaar. Een hogere emissie van het ene rioolstelsel (of dorpskern) kon worden gecompenseerd door een lagere emissie van een ander stelsel. Via een waterkwaliteitsspoortoetsing werd vervolgens getoetst of de gekozen oplossing niet zou leiden tot lokale waterkwaliteitsknelpunten.

2.1.5 NA 2000: SAMENWERKEN EN BESPAREN

Investerings in riolering en zuivering zijn kostbaar en de keuzes voor systemen en voorzieningen werken gedurende de hele technische levensduur van 60-100 jaar voor de riolering door. Na de eeuwwisseling werd steeds duidelijker dat een 'ieder voor zich'-benadering van het emissievraagstuk niet tot de meest doelmatige oplossingen leidde. Riolerings- en zuiveringsbeheerders gingen het afvalwatersysteem per zuiveringskring optimaliseren via zogeheten Optimalisatie Afvalwatersysteem Studies (OAS), waarbij zij investeringen herverdeelde om kosteneffectief tot een gezamenlijke emissiereductie te komen. De grootste besparing zat vaak in het voorkómen van een investering (bijvoorbeeld: voorkomen van moeten vervangen van een gemaal en persleiding of het realiseren van een extra nabezinktank) door de bestaande infrastructuur maximaal te benutten.

In 2003 stelden de Vereniging van Nederlandse Gemeenten en de Unie van Waterschappen aan de landelijke politiek voor om afvalwaterakkoorden op te stellen om de afstemming in de afvalwaterketen een structureel karakter te geven. De VNG en de UvW stelden ook een handreiking op voor gemeenten en waterschappen om tot gezamenlijke afvalwaterakkoorden te komen (VNG en UvW, 2003). De Waterwet (2009) stimuleerde deze samenwerking verder. Artikel 3.8 verplichtte waterschappen en gemeenten om met het oog op een doelmatig en samenhangend waterbeheer hun taken en bevoegdheden af te stemmen.

In de afvalwaterakkoorden maakten gemeenten en waterschappen onder meer afspraken over de af te nemen hoeveelheid afvalwater op het overnamepunt. Het overnamepunt wordt gedefinieerd als een geografisch punt, inclusief hoogte. De afname van hemelwater op dit punt (de pompovercapaciteit) volgde nog steeds primair uit de hoeveelheid naar het gemengde stelsel afvoerende verharde oppervlak, tenzij in onderling overleg op basis van een OAS een andere waarde werd gekozen. Overigens waren overnamepunten niet altijd goed in beeld door de overdracht van zuiveringstechnische werken van gemeenten naar waterschappen na de WVO in 1970.

In het tweede decennium van de eenentwintigste eeuw verflauwde de aandacht voor het emissievraagstuk. De basisinspanning was vrijwel (95%) gehaald en klassieke optimalisatiestudies zijn afgerond. In 2013 had ruim 80% van de gemeenten een OAS uitgevoerd (Riolering in Beeld, 2013). Met de invoering van de Waterwet in 2009 is de overstortvergunning afgeschaft, waarmee een belangrijke aanleiding om de emissies te blijven herberekenen verviel.

Sinds 2020 is de focus van veel gemeenten verschoven van emissieberekeningen naar het uitvoeren van klimaatstresstesten voor de bepaling van de kwetsbaarheid van de leefomgeving voor hevige regenval. Het afvoerend oppervlak wordt in stressteststudies op een andere manier bepaald dan voor emissieberekeningen en ook op een andere manier in de modellen verwerkt. De noodzaak om te blijven investeren in het bepalen van het verhard oppervlak naar gemengde riolering voor emissieberekeningen verdween naar de achtergrond. Dit heeft een effect op de kwaliteit van de data voor het onderbouwen van de te zuiveren hoeveelheid stedelijk afvalwater en daarmee op de benodigde investeringen door waterschappen.

2.2 BELEID VAN DE WATERSCHAPPEN

Na de voorgaande historische schets kijkt deze paragraaf naar het beleid van de waterschappen wat betreft de hoeveelheid te zuiveren hemelwater. Tabel 2.1 toont de diversiteit in het beleid ten aanzien van de afnamecapaciteit, waarin de sporen van de beschreven historie nog veelvuldig zijn aan te treffen. Sinds de eeuwwisseling spreken we trouwens liever over afspraken tussen gemeente en waterschap dan over afnameverplichtingen, maar de inhoudelijke afwegingen die worden gemaakt zijn nog steeds terug te voeren op die van Ribbius en de CIW:

- De hoeveelheid afvoerend verhard oppervlak speelt een rol of heeft een rol gespeeld in het bepalen van de actuele pompovercapaciteit. De bepaling van de benodigde afnamecapaciteit is daardoor ook afhankelijk van de kwaliteit van de inventarisatie van afvoerend verhard oppervlak.
- De pompovercapaciteit van 0,7 mm/h is stevig verankerd in het beleid van bijna alle waterschappen.
- Wat betreft de pompovercapaciteit vanuit verbeterd gescheiden stelsels is het beleid minder eenduidig. Een poc van 0,3 mm/h (afkomstig uit de Eenduidige basisinspanning) komt voor, maar verschillende waterschappen hanteren 0,2 of zelfs 0,1 mm/h.
- Om de jaarlijkse emissies via de riooloverstorten te monitoren, maken waterschappen en gemeenten gebruik van overstortmetingen. Om de interpretatie van die metingen te vereenvoudigen worden deze doorgaans gerapporteerd als overstortingsfrequentie per overstortlocatie.

Het verharde oppervlak waarover de pompovercapaciteit wordt berekend, is in de meeste gevallen het oppervlak van straten en daken, conform het uitgangspunt van Ribbius (1951). Verharding van tuinen wordt soms deels meegeteld in het oppervlak waarover de pompovercapaciteit wordt berekend, maar dit verschilt per waterschap. Meerdere waterschappen hanteren een maximum oppervlak van 150 m² per woning als grondslag voor de pompovercapaciteit.

Meerdere waterschappen geven aan dat hydraulische uitbreiding van het transport- en zuiveringssysteem niet aan de orde is en hanteren een hydraulisch standstill-beleid. Hemelwater moet juist worden afgekoppeld. Nieuw verhard oppervlak van ruimtelijke ontwikkelingen

mag niet meer afvoeren naar de zuivering. Desondanks geven waterschappen aan dat het verhard oppervlak door de jaren heen bij elke herinventarisatie verder toeneemt. Deels komt dit door de toenemende verdichting, cq. het volbouwen van het stedelijk gebied, deels door perceelverhardingen en deels ook door veranderingen in de gebruikte methodes voor het inventariseren van het aangesloten oppervlak, zie paragraaf 2.4.

Tabel 2.1 Overzicht manieren van bepaling van de poc in de praktijk

Grondslag poc Type stelsel	Beleid om effecten herinventarisatie van verhard oppervlak te beperken
Gemengd	0,7 mm over aangesloten verhard oppervlak
	Poc in m ³ /h wordt niet verhoogd (standstill, zie paragraaf 4.1) ten opzichte van poc uit historisch peiljaar
	0,7 mm/h over aangesloten verhard oppervlak
	Meest actuele inventarisatie van verhard oppervlak door gemeente is maatgevend, bij grote toename wordt niet direct bijgebouwd maar eerst OAS uitgevoerd om maatschappelijk optimum te bepalen
	Maximaal 0,7 mm/h over aangesloten verhard oppervlak
	Poc in m ³ /h wordt niet verhoogd (standstill) t.o.v. afnameovereenkomst uit historisch peiljaar. In de afnameovereenkomst kan ook poc kleiner dan 0,7 m/h staan
	0,7 mm/h over aangesloten verhard oppervlak
	Poc maximeren op 4 x DWA, waarbij wordt gecontroleerd of de maximale ledigingsduur niet groter wordt dan 20 uur
VGS	0,7 mm/h over aangesloten verhard oppervlak
	Maximale ledigingsduur van 13 uur
	0,7 mm/h over aangesloten verhard oppervlak
	Aangesloten verhard: meest actuele inventarisatie + Afkoppelplannen + uitbreidingsplannen Mee te rekenen verhard oppervlak in woongebieden maximeren op 150 m ² /woning
	0,7 mm/h over aangesloten verhard oppervlak
	Aangesloten verhard: inventarisatie gemeente met maximaal 150 m ² /woning en maximaal 4*DWA gecombineerd met maximale ledigingsduur van 24 uur.
	0,7 mm/h over aangesloten verhard oppervlak
	Aangesloten verhard: inventarisatie gemeente conform oude C2100 uit Leidraad Riolerings gecombineerd met maximale ledigingsduur van 24 h
	0,3 mm/h over aangesloten verhard oppervlak
	Maximale ledigingsduur van 13 uur
VGS	0,3 mm/h over aangesloten verhard oppervlak
	Aangesloten verhard: inventarisatie gemeente met maximaal 150 m ² /woning gecombineerd met maximale ledigingsduur van 24 uur.
	0,3 mm/h over aangesloten verhard oppervlak
	Aangesloten verhard: meest actuele inventarisatie + uitbreidingsplannen Mee te rekenen verhard oppervlak in woongebieden maximeren op 150 m ² /woning
	0,2 mm/h over aangesloten verhard oppervlak
VGS	Meest actuele inventarisatie van verhard oppervlak door gemeente is maatgevend, bij grote toename wordt niet direct bijgebouwd maar eerst OAS uitgevoerd om maatschappelijk optimum te bepalen
	0,1 mm/h over aangesloten verhard oppervlak
VGS	Aangesloten verhard: inventarisatie gemeente conform oude C2100 uit Leidraad Riolerings gecombineerd met maximale ledigingsduur van 24 h

2.3 KENGETALLEN

Tabel 2.2 geeft indicatieve kengetallen van droogweerafvoer, afname, berging en pomp(over)capaciteit, ter onderlinge vergelijking teruggerekend naar hoeveelheden per inwoner. De droogweerafvoer en de pompovercapaciteit per inwoner variëren in de loop van de tijd.

De droogweerafvoer per inwoner wordt vooral bepaald door de hoeveelheid gebruikt en geloosd leidingwater. Het watergebruik per inwoner is met een stijgende welvaart eerst flink gestegen, van ongeveer 80 liter per dag in 1960 tot ruim 130 liter per dag in 1995 (Moerman e.a., 2017). Daarna is door waterbesparende maatregelen een geleidelijke daling en stabilisatie ingezet. Het huidige leidingwaterwatergebruik is volgens de recentste CBS data 129 liter per inwoner per dag, gebaseerd op de studie Watergebruik Thuis (WGT 2021) (Bakker et al., 2022). Door de afname van het aantal inwoners per woning en de toename van het verhard oppervlak

per woning is de pompovercapaciteit per inwoner in de afgelopen decennia toegenomen. In 1921 was er voor iedere 4,8 inwoners een woning, honderd jaar later is er één woning voor elke 2,2 inwoners (CBS). De verhouding DWA:pompovercapaciteit is nu ongeveer 1:4. Dit betekent dat de DWA:rwa verhouding 1:5 is, waarbij voor de DWA de ontwerp DWA, ofwel de piek DWA gebruikt wordt. Indien de DWA:rwa verhouding wordt uitgedrukt ten opzichte van de daggemiddelde DWA, ontstaan veel grotere verschillen.

Tegelijkertijd is het aandeel van gescheiden stelsels en hemelwatervoorzieningen toegenomen, deels door afkoppelen van verhard oppervlak en vooral door realisatie van gescheiden stelsels bij nieuwbouw. Het aandeel verhard oppervlak op de gemengde riolering is afgenomen van 86% in 1992 tot 50% in 2024 (Monitor gemeentelijke watertaken 2024).

Tabel 2.2 Kengetallen van droogweerafvoer en afvoer van verharde oppervlakken (peiljaar 2020)

Grootheid	Kengetal	Bron
Inwoner per woning	2,2	CBS
Afvoerend verhard oppervlak per woning in stedelijk gebied (incl. bedrijventerreinen)	200 m ²	Emissieregistratie
Afvoerend verhard oppervlak per woning in stedelijk gebied (woongebieden)	150 m ²	In 2015 was 23,8% van bebouwd gebied bedrijventerrein (CBS). 76,2% van 200 levert oppervlak op van 152,4 m ² /woning voor woongebieden. Dit is inclusief oppervlak voor winkels en openbare voorzieningen
Afvoerend verhard oppervlak per inwoner (incl. bedrijventerreinen)	90 m ²	
Afvoerend verhard oppervlak per inwoner (woongebieden)	68 m ²	
DWA inwoners	120 l/inw/d = 0,12 m ³ /inw/d	Vewin drinkwaterverbruik bedraagt 129 l/inw/d. Met verliezen voor bijvoorbeeld tuinsproeien wordt al decennia 120 l/inw/d aangehouden
DWA-piek inwoners per uur	12 l/inw/h = 0,012 m ³ /inw/h	Veelgebruikte ontwerpwaarde op basis van 120 l/inw/d en een afvoer in 10 uur tijd, zie RIONED kennisbank (2020). Een deel van de waterschappen hanteert 10 l/inw/h (dus afvoer in 12 uur tijd). In hellende gebieden wordt ook wel uitgegaan van 15 l/inw/h.
DWA bedrijven per dag	0,5 m ³ /h/ha	Ontwerpgetal per bruto oppervlak bedrijventerrein. Bij bestaande bedrijventerreinen kan dit flink afwijken.
DWA recreanten:		WZE Beleidsnotitie riolering 2004
Woningen	10 l/recreant/h	
Caravans en tenten	8 l/recreant/h	
Dagrecreatie	0,5 l/recreant/h	
Pompovercapaciteit per inwoner 0,7 mm/h over 68 m ²	0,048 m ³ /inw/h	
Verhouding DWA:pompovercapaciteit	1:4	
Berging per inwoner 7 + 2 mm over 68 m ²	0,6 m ³ /inw	
‘Gemiddelde’ ledigingsduur gemengd stelsel 7+2 mm met poc 0,7 mm/h	13 h	Stelsel conform eenduidige basisinspanning
‘Gemiddelde’ ledigingsduur VGS 4 mm met poc 0,3 mm/h	13 h	Stelsel conform eenduidige basisinspanning

2.4 METHODES VOOR BEPALING AANGESLOTEN AFVOEREND OPPERVLAK

De methodes voor de bepaling van het aangesloten afvoerend oppervlak zijn in de loop van de tijd steeds verfijnder en steeds meer geautomatiseerd geworden. Ontwikkelingen in de techniek en in de beschikbare data versterken deze ontwikkeling. Tot de methodes die sinds 1950 zijn gebruikt voor de bepaling van het aangesloten verhard afvoerend oppervlak behoren:

GEBRUIK KENGETALLEN

In deze eenvoudige methode wordt gebruik gemaakt van kengetallen afhankelijk van type stedelijk gebied, waarbij een vast percentage van het gebied als afvoerend verhard wordt beschouwd.

GEBRUIK ANALOOG KAARTMATERIAAL

Het gebruik van analoog kaartmateriaal is erg arbeidsintensief. Eerst moeten alle oppervlakken worden gekarakteriseerd en toegekend en vervolgens moet het oppervlak worden bepaald. Een simpele methode die daarbij werd gebruikt is het gebruik van een weegschaal. Door de verharde oppervlakken uit te knippen en te wegen en ook het resterende papier te wegen is het mogelijk om het aandeel verhard oppervlak te bepalen nadat een tekenaar de vlakken heeft toegekend.

GEBRUIK DIGITAAL KAARTMATERIAAL EN VELDBEZOEK

Met de digitalisering is steeds meer kaartmateriaal digitaal beschikbaar gekomen, waarmee het inventariseren via een GIS-toepassing mogelijk is geworden. Tot 2015 is daarbij veel gebruik gemaakt van de Grootchalige Basis Kaart Nederland (GBKN). Deze bestaat uit lijnen, zodat de tekenaars deze kaart eerst moesten omwerken tot vlakken (polygonen) voordat het verhard oppervlak bepaald kon worden. Om te controleren of de toekenning goed was uitgevoerd, was het uitvoeren van een veldbezoek vaak onderdeel van de inventarisatie.

TOEPASSEN EXTRAPOLATIE

Gezien de hoge kosten van het arbeidsintensief bepalen van de afvoerende oppervlakken is het een tijdlang gebruikelijk geweest om de toekenning alleen voor bepaalde 'representatieve' gebieden in detail uit te voeren en de resultaten vervolgens te extrapoleren naar de rest van het gebied. Deze extrapolatie is erg foutgevoelig.

GEBRUIK LUCHTFOTO'S

Luchtfoto's zijn erg geschikt voor het bepalen van het type verhard oppervlak. Voor het bepalen van de omvang van het verhard oppervlak zijn deze minder geschikt vanwege de vertekening aan de randen van de foto. Met slimme algoritmes is het tegenwoordig mogelijk om hiervoor te corrigeren, maar een tijdlang is de fout door de vertekening toch terecht gekomen in de geïnventariseerde oppervlakken.

OMGANG MET PARTICULIERE TUINVERHARDING

De Brabantse methode voor inventarisatie van verhard oppervlak voorziet in het standaard toekennen van 10 m² verhard oppervlak aan tuinen voor tuinverharding. Daarbij wordt niet meegenomen of en hoe dit afvoert, hetgeen kan leiden tot een overschatting van het naar het gemengde riool afvoerende oppervlak.

GEBRUIK BASISREGISTRATIE GROOTSCHALIGE TOPOGRAFIE (BGT) IN COMBINATIE MET BGT INLOOPTABEL

Het gebruik van de BGT inlooptabel wordt sinds 2016 toegepast. Het voordeel is dat dit digitale open data is, nadeel is dat verhardingen op particulier terrein niet automatisch worden meegenomen. Ook geldt bij grotere oppervlakken die afvoeren naar meerdere typen rioolstelsels (bijvoorbeeld voorzijde bebouwing op infiltratievoorziening, achterzijde woning nog op gemengd riool) dat gemeenten nog moeten voorzien in een goede documentatie van deze uitsplitsing.

ONDANKS ONTWIKKELING METHODES BEPERKTE EENDUIDIGHEID

In de afgelopen decennia zijn steeds meer methodes ontwikkeld en is de beschikbaarheid van digitale bronnen steeds toegenomen. Dat betekent niet dat de bepaling van het verhard oppervlak altijd uniform is. Afhankelijk van de wensen van de gemeente en de ervaring en beschikbare tools bij de uitvoerder is het nog steeds mogelijk dat de omvang van het verhard oppervlak wijzigt bij elke herinventarisatie. Zeker gezien de toenemende diversificatie van typen rekenmodellen (emissiemodellen versus wateroverlastmodellen) blijft de eenduidigheid in de bepaling van het afvoerend verhard oppervlak beperkt.

2.5 OVERZICHT BETROUWBAARHEID EN NAUWKEURIGHEID INVENTARISATIE AFVOEREND OPPERVLAKE BEÏNVLOEDEN BENODIGDE POMPOVERCAPACITEIT

De pompovercapaciteit voor de afvoer van hemelwater bepaalt samen met de droogweerafvoer de benodigde hydraulische capaciteit van afvalwatertransportsystemen en afvalwaterzuiveringen. Een betrouwbare bepaling van de te installeren pompovercapaciteit is daarmee van groot belang voor een goede onderbouwing van investeringen. Van oudsher wordt de pompovercapaciteit gebaseerd op het geïnventariseerde aangesloten verhard oppervlak. Dit leidt in de praktijk tot grote schommelingen in de benodigde pompovercapaciteit door:

- Keuzes om bepaalde oppervlakken, bijvoorbeeld verhardingen bij particulieren, wel of niet mee te nemen.
- Verandering in methode van bepaling verhard oppervlak: van gebruik weegschaal om gewicht van uitgeknipte verharde oppervlakken te bepalen tot gebruik BGT inlooptabel
- Keuze voor methode van toekenning bij gebieden met meerdere typen hemelwatersystemen (gemengd, gescheiden, infiltratie)

Om de grote schommelingen in capaciteit tegen te gaan, hanteren waterschappen varianten van de volgende opties:

- Verhard oppervlak maximeren op 150 m²/woning
- Pompovercapaciteit maximeren op 4*DWA
- Standstill-beginsel: niet verhogen pompovercapaciteit ten opzichte van peiljaar in verleden

3

TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN MET INVLOED OP GEBRUIK VERHARD OPPERVLAK ALS BASIS VOOR BEPALING POMPOVERCAPACITEIT

Dit hoofdstuk beschrijft toekomstige ontwikkelingen die relevant zijn voor de ontwikkeling van de inzameling, het transport en de zuivering van afvalwater via gemengde en verbeterd gescheiden stelsels en de invloed van deze ontwikkelingen op het gebruik van verhard oppervlak als basis voor de bepaling van de pompovercapaciteit.

3.1 BEVOLKINGSGROEI EN OMVANG STEDELIJK GEBIED

De verwachting is dat de Nederlandse bevolking de komende vijftig jaar blijft groeien, van 18 miljoen inwoners begin 2025 tot 20,6 miljoen in 2070 (CBS, 2025). Een andere doorgaande trend is het dalende aantal inwoners per woning. Dit betekent dat tot 2070 het aantal woningen sterk zal toenemen om alle inwoners een woning te kunnen bieden. Daarnaast neemt het bebouwd oppervlak voor bedrijventerreinen toe. In de periode 1995-2025 nam het bebouwd oppervlak voor woningen en bedrijventerreinen jaarlijks netto met ongeveer 1% toe.

3.2 OMGANG VERHARD OPPERVLAK

Bij de omgang met verhard oppervlak speelt een aantal ontwikkelingen.

Onderscheid tussen verhard en onverhard minder scherp

Bij de uitbreiding van stedelijk gebied wordt sinds 2015/2020 steeds meer rekening gehouden met het beperken van de verharding van oppervlak. Het binaire onderscheid tussen verhard en onverhard oppervlak wordt diffuser. Naast asfalt en klinkerverharding komt vaker halfverharding en waterpasserende verharding voor. Ook groene daken en groen-blauwe daken (groene daken met een significante waterberging) nemen een significant aandeel in.

Toepassing groen-blauwe voorzieningen

De wijze van afstroming wordt eveneens diffuser: oppervlak op particulier en openbaar terrein stroomt zo min mogelijk af naar de riolering. De drietrapsstrategie vasthouden-bergen-afvoeren wordt toegepast bij nieuwe stedelijke ontwikkelingen. Perceeleigenaren zijn verantwoordelijk voor het verwerken van hemelwater op eigen terrein. Technische oplossingen als groene daken, hemelwaterbergingen en infiltratievoorzieningen op percelen dragen hieraan bij. Hemelwater dat toch via openbaar gebied wordt afgevoerd, stroomt bovengronds via

goten af naar greppels, wadi's, ondergrondse infiltratievoorzieningen of lokaal oppervlaktewater. Nieuwe gemengde riolering wordt alleen in zeer uitzonderlijke gevallen aangelegd bij inbreidingen. Door afkoppelen neemt de hoeveelheid verhard oppervlak die op de gemengde riolering afvoert jaarlijks met gemiddeld 0,8% af (Stichting RIONED, 2024). Een deel van dit areaal zal ook worden voorzien van groen-blauwe voorzieningen.

Meenemen particuliere verhardingen

Het inventariseren en bijhouden van 'aangesloten afvoerend verhard oppervlak' voor rioleeringsberekeningen en de bepaling van de te zuiveren hoeveelheid stedelijk afvalwater wordt door de toename van verhardingstypen en afstromingswijzen complexer. Om het hydraulische gedrag van het stedelijk watersysteem te kunnen blijven monitoren en beoordelen, is per (type) oppervlak de bepaling van de respons op neerslag nodig. Hiervoor is inzicht nodig in parameters als berging, infiltratie en afstromingsvertraging. Er wordt rekening gehouden met het feit dat het neerslag-afstromingsproces ook varieert per neerslaggebeurtenis. Het meenemen van tuinverhardingen in hydrodynamische emissieberekeningen leidt eerder tot een overschatting dan tot een betrouwbaardere emissiebepaling. Deze oppervlakken komen bij kleinere neerslaggebeurtenissen niet of nauwelijks tot afstroming. Aan de andere kant is het voor wateroverlastsimulaties bij de stresstest juist wel nodig om rekening te houden met de afstroming van tuinverhardingen en onverhard oppervlak. Bij grote neerslaggebeurtenissen komen deze oppervlakken namelijk wel tot afstroming.

Vergroening particuliere terreinen

In verband met de nadelen van veel verharding (minder infiltratie, meer afstroming naar de riolering, grotere kans op wateroverlast, hittestress) worden inwoners gestimuleerd om hun tuinen te onttregelen en te vergroenen. Mogelijk kunnen sterkere financiële prikkels (tuintegeltaks) of wetgeving het onttregelen van tuinen bevorderen, maar dit betekent voor de gemeente een aanzienlijke werklast die gepaard gaat met het betrouwbaar registreren van de verhardingen per perceel.

3.3 WATERSCHAARSTE

Door de toename van droogte in Nederland krijgt de aanvulling van de grondwater voorraad meer prioriteit. Het infiltreren van hemelwater en het vasthouden in de bodem krijgt steeds meer waarde, waarbij de mogelijkheden hiertoe afhankelijk zijn van de bodemopbouw en geohydrologische situatie. Hogere grondwaterstanden kunnen vervolgens weer leiden tot een hogere aanvoer van rioolvreemd water, via lekkende riolen, huisaansluitingen of pompjes in kruipruimtes en kelders die afvoeren naar de riolering.

Op de hoge zandgronden kan meer hemelwater worden geïnfiltreerd dan in de poldersystemen in laag-Nederland. De grootste winst valt te boeken in landelijk gebied en ook in stedelijk gebied zal de toepassing van infiltratievoorzieningen toenemen. Eveneens door de toename van droogte in Nederland, door de bevolkingsgroei en vooral door de toenemende vervuiling van de bronnen voor de drinkwaterwinning, staat de leveringszekerheid van drinkwater onder druk. Vewin verwacht een toename van het drinkwatergebruik tot 2040, maar geeft tegelijk aan dat het aanbod deze vraag moeilijk kan volgen (Baggelaar e.a., 2022).

Een mogelijke oplossingsrichting die de regering hiervoor in 2022 zag is het beperken van het drinkwatergebruik tot 100 liter per dag in 2035 (ten opzichte van 129 liter in 2021) en het 'laagwaardig' gebruik van drinkwater te beperken (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022). Middelen die daarvoor kunnen worden ingezet, zijn het gebruik van

hemelwater en hergebruik van water in de woning. Hergebruik van water in de woning resulteert in een vermindering van de droogweerafvoer per inwoner naar de riolering, gebruik van hemelwater als substitutie van drinkwater doet dit niet.

3.4 EU-RICHTLIJN BEHANDELING STEDELIJK AFVALWATER

De nieuwe Europese richtlijn voor de behandeling van stedelijk afvalwater (Europese Commissie, 2024) beoogt nog bestaande emissies vanuit de afvalwaterketen in Europa verder terug te dringen. Met betrekking tot de gewenste afnamecapaciteit zijn de volgende onderdelen van de richtlijn relevant:

- Niet meer dan 2% van de jaarlijkse vracht aan droogweerafvoer mag worden geloosd via riooloverstorten. Dit betekent dat berging en pompoevercapaciteit van de gemengde rioolstelsels hierop berekend moeten zijn.
- Er komen stringenter eisen aan de verwijdering van N en P. Dit betekent dat de waterschappen de prestatie van de rwzi moeten verhogen. Verlaging van de hydraulische belasting bij RWA om daarmee een verhoging van het slibgehalte te kunnen toepassen binnen de bestaande beluchtingstanks is daarbij een van de mogelijke maatregelen die raakt aan de afnamecapaciteit.
- Er komen effluenteisen voor microverontreinigingen, eerst voor grote zuiveringen van meer dan 100.000 i.e. en later voor alle zuiveringen groter dan 10.000 i.e. Ook dit betekent mogelijk een wens om de hydraulische capaciteit van de rwzi te verlagen om zo doelmatig mogelijk aan de eisen te voldoen. De onderbouwing van de capaciteit van de vierde trap wordt wellicht belangrijk in het licht van de Uitgebreide Producenten Verantwoordelijkheid.

3.5 ANDERE VISIE OP STADSWATER

Waar in het verleden grachten en singels werden aangelegd voor goederentransport en om vuil water uit de stad af te voeren, is de functie van het stedelijk oppervlaktewater voor de beleving van de inwoners inmiddels belangrijker geworden. Het afgelopen decennium is daar in veel steden ook de functie van evenementen- en recreatiewater aan toegevoegd. Steden organiseren city swim evenementen en willen het aantal zwemlocaties in het oppervlaktewater uitbreiden. De hygiënische betrouwbaarheid van het oppervlaktewater staat deze ambities nu nog vaak in de weg. De emissie vanuit gemengde overstorten en zeker ook vanuit hemelwateruitlaten van gescheiden stelsels wordt daarmee ook op hygiënisch gebied weer meer relevant.

3.6 GEDEELTELIJK AFKOPPELEN

Veel gemeenten zetten in op afkoppelen om zo toe te werken naar een meer klimaatproof stedelijk watersysteem. Om tempo te maken wordt vaak afvoerend oppervlak gedeeltelijk afgekoppeld (openbare ruimte en indien mogelijk ook voorkant woningen) van gemengde stelsels en blijft het gemengde riool onveranderd liggen. In dat geval neemt het aangesloten verhard oppervlak af en daarmee de poc op basis van het aangesloten verhard oppervlak. De berging blijft ongewijzigd, waardoor de ledigingstijd (onbedoeld) zal toenemen. Dit is bij lage afkoppelpercentages niet significant, maar bij hogere afkoppelpercentages van 50% of meer kan dit effect nadelig uitpakken.

Het is theoretisch ook mogelijk dat een gemeente het resterende gemengde riool bij gedeeltelijk afkoppelen wel vervangt en daarbij kiest voor een kleinere diameter. In dat geval

neemt de ledigingstijd niet toe. Het bij vervanging kiezen voor een kleinere diameter komt op dit moment (2025) niet veel voor.

3.7 ANDERS OMGAAN MET VGS

Een VGS voert op jaarbasis ongeveer $2/3^e$ van de afstromende neerslag af naar de rwzi. Aangezien dit over het algemeen ‘schoon’ hemelwater is, is het vaak wenselijk om dit hemelwater te gebruiken voor aanvulling van het lokale oppervlaktewater en zo de rwzi te ontlasten. Dit heeft geleid tot een groot aantal manieren waarop gemeenten en waterschappen omgaan met VGS, waaronder:

- Handhaven standaard VGS met gemiddeld 4 mm berging en 0,3 mm/h poc.
- Handhaven VGS met 4 mm berging en reduceren poc tot 0,2 mm/h of 0,1 mm/h. Dit scheelt in de benodigde hydraulische capaciteit op de rwzi, maar veel minder in de jaarlijkse afvoer van neerslag, want die wordt vooral bepaald door de berging.
- Sturing VGS dat inprikt op gemengd rioolstelsel: handhaven normaal functioneren VGS, behalve wanneer benedenstrooms gemengd rioolstelsel zou kunnen overstorten. In die gevallen schakelt de sturing het bovenstroomse VGS uit. Deze optie reduceert de emissie via de gemengde overstort, maar heeft nauwelijks effect op de afvoer van neerslag naar de rwzi of op de benodigde hydraulische capaciteit.
- VGS 2.0: op basis van inzicht in de dynamiek van het VGS toepassen van sturing, waarbij schoon hemelwater lokaal wordt geloosd en vies water, afkomstig van foutaansluitingen of onjuist gebruik, naar de rwzi wordt afgevoerd. Met een VGS2.0 kan de pompoevercapaciteit naar de rwzi doorgaans vervallen en is een kleine pompcapaciteit voor de afvoer van foutaansluitingen en water van onjuist gebruik afdoende. Voor meer informatie zie STOWA 2017-12.

3.8 INVLOED VAN DE ONTWIKKELINGEN OP GEBRUIK VERHARD OPPERVLAK ALS BASIS VOOR BEPALING POMPOVERCAPACITEIT

De komende decennia zal met het oog op klimaatadaptatie de omgang met hemelwater van verhard oppervlak fors veranderen. Soms in de vorm van 100% afkoppelen, maar bijvoorbeeld ook in de vorm van het meer doorlatend maken van parkeerplaatsen of het gedeeltelijk afkoppelen van daken aan de voorzijde van de woning. De ontwikkeling van dergelijke hybride systemen maakt de bepaling van het op het gemengde riool afvoerend verhard oppervlak steeds ingewikkelder, waardoor het gebruik van het verhard oppervlak als enige parameter voor de bepaling van de benodigde pompoevercapaciteit kan resulteren in onjuiste ontwerpcapaciteiten.

De verwachting is dat de maatregelen gericht op wateroverlast niet zullen leiden tot een grotere benodigde pompoevercapaciteit, aangezien de pompoevercapaciteit met 0,7 mm/h niet in verhouding staat tot de piekintensiteiten waarop de afvoer via de riooloverstorten (20-30 mm/h) en de openbare ruimte (60-70 mm/h) berekend moeten zijn.

Daarnaast maken strengere eisen aan riooloverstorten omwille van zwemwater, KRW of afvalwaterrichtlijn, samen met een toenemende biologische belasting van rwzi's en strengere eisen aan het rwzi effluent dat de komende decennia zal worden gezocht naar de optimale balans tussen afvoercapaciteit voor riolering en aanvoercapaciteit naar de rwzi. Juist bij het zoeken naar een nieuwe balans is een betrouwbare grondslag voor de benodigde pompoevercapaciteit essentieel als basis voor toekomstige optimalisaties.

4

NAAR EEN TOEKOMSTBESTENDIGE BEPALING VAN DE GEWENSTE POMPOVERCAPACITEIT

De voorgaande hoofdstukken hebben laten zien dat de pompovertcapaciteit van oudsher wordt bepaald op basis van het aangesloten afvoerend verhard oppervlak, ondanks de beperkingen die daarmee samenhangen. Dit hoofdstuk verkent de mogelijkheden om deze beperkingen te ondervangen. De nadruk ligt op omgang met bestaande gebieden waar (een deel van) het regenwater naar de rwzi wordt afgevoerd; het uitgangspunt is dat in nieuwe gebieden altijd vuilwaterriolering en een aparte hemelwatervoorziening (infiltratie of regenwaterriool) worden gerealiseerd.

4.1 STANDSTILL-PRINCIPE IN HYDRAULISCHE AFNAMECAPACITEIT RWZI'S

Het overzicht van de wijze waarop de waterschappen samen met gemeenten de pompovertcapaciteit bepalen (Tabel 2.1) laat zien dat al meerdere waterschappen een standstill-principe hanteren. Zij stellen als randvoorwaarde dat de hydraulische capaciteit van het transport- en zuiveringssysteem gelijk blijft. Van een standstill-benadering zijn verschillende varianten mogelijk, bijvoorbeeld:

- harde standstill: geen druppel erbij. Bij toename van DWA door nieuwbouw zal poc in mm/h afnemen;
- rwa standstill, wel toename droogweeraanvoer door uitbreiding mogelijk. De poc in mm/h blijft gelijk;
- effectgerichte standstill: alleen hydraulisch uitbreiden wanneer nodig voor de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater. Dit is een tussenvorm, waarbij afhankelijk van de situatie de poc in mm/h zal dalen of gelijk zal blijven.

Het voordeel van een standstill is dat een 'toevallige' toename van afvoerend verhard oppervlak bij actualisatie geen aanleiding geeft tot investeringen in capaciteitsuitbreiding van de rwzi. Een standstill-principe past bij de afkoppelambities en klimaatproof maken van Nederland.

Een nadeel van deze benadering kan zijn dat aan historische afspraken (te) veel gewicht wordt gegeven, ook als in een nieuwe situatie aanpassing van de pompovertcapaciteit doelmatiger zou zijn. Gemengde riolen zullen nog decennialang blijven bestaan en in die tijd wel veranderingen ondergaan. Met het verstrijken van de tijd is een herbeschouwing van oude afspraken onontbeerlijk voor een doelmatige verwerking van het stedelijk afvalwater met betrekking tot waterkwaliteit, beheer en investeringen. Op dat moment speelt het steeds weer opnieuw bepaalde aangesloten afvoerend oppervlak weer een grote rol.

4.2 POMPOVERCAPACITEIT ALS VEELVOUD VAN DROOGWEERAFFVOER

Een aantal waterschappen limiteert de benodigde pompovercapaciteit op een veelvoud van de droogweeraffvoer. Voordeel van deze aanpak is de conceptuele eenvoud en het feit dat de DWA met de kennis uit de COP Afvalwaterprognoses steeds beter kan worden vastgesteld op basis van metingen of op basis van inwoneraantallen, bedrijfslozingen en prognoses. Onzekerheid hierin is de droogweeraffvoer van bedrijven. Het drinkwaterverbruik biedt hiervoor een goede schatting, behalve wanneer bedrijven zelf grondwater onttrekken.

Er kleven ook nadelen aan deze benadering:

- de DWA kent ook onzekerheden en is geen hard getal;
- de onzekerheid in de bepaling van de droogweeraffvoer werkt versterkt door in de bepaling van de pompovercapaciteit. Wanneer bijvoorbeeld een pompovercapaciteit van 4 x DWA wordt aangehouden, werkt een fout in de bepaling van de DWA ook 4 x door in de maximale pompovercapaciteit;
- een besparing op drinkwaterverbruik van 20% of het stoppen van een grote bedrijfsmatige lozer zou dan leiden tot een lagere pompovercapaciteit, terwijl de functie van pompovercapaciteit, namelijk het tijdig weer leeg pompen van het rioolstelsel, niet verandert;
- de hoeveelheid bedrijfsafvalwater kan in de praktijk sterk afwijken van de theoretische of vergunde hoeveelheden. De DWA van bedrijven kent een hoge mate van onzekerheid;
- rioolvreemd water krijgt onbedoeld invloed op de afnamecapaciteit wanneer gebruik wordt gemaakt van metingen om de DWA vast te stellen. Infiltratie en inloop van grond- en oppervlaktewater zou onbedoeld onderdeel kunnen worden van de grondslag, hetgeen bij een steeds grilliger klimaat een groter verstorend effect zou kunnen krijgen.

Het toepassen van een vaste veelvoud van de DWA voor het bepalen van de benodigde pompovercapaciteit in plaats van het bepalen van deze pompovercapaciteit op basis van verhard oppervlak betekent hiermee het uitruilen van de ene grondslag met onzekerheden voor een andere en is dan ook af te raden. Wel is het zinvol om dit veelvoud te gebruiken als controle en bij zeer afwijkende waardes de gebruikte gegevens nog eens goed te analyseren.

4.3 VASTE POC PER I.E.

Zoals Tabel 2.2 laat zien, kan een kengetal van een hoeveelheid afvoerend verhard oppervlak per inwoner of per inwonerequivalent (i.e.) worden toegekend. Het aantal i.e.'s op een gemengd stelsel zou een alternatief kunnen zijn voor het geïnventariseerde oppervlak als grondslag voor de bepaling van de pompovercapaciteit, bijvoorbeeld de in de tabel genoemde 0,048 m³/h per i.e..

De hoeveelheid i.e.'s in een gebied is echter variabel in de tijd ten gevolge van onder meer sedimentatie en afbraakprocessen in de riolering. Bovendien verschilt het aantal i.e.'s afhankelijk van de rekenmethode en kan dit sterk variëren door bedrijfsafvalwater met sterk variabele stofconcentraties. Het denken in een vaste poc per i.e. sluit wel aan op het perspectief vanuit de rwzi, maar sluit niet aan op de functie van de pompovercapaciteit, namelijk het tijdig verwerken van neerslag.

4.4 MAXIMEREN VERHARD OPPERVLAK OP 150 M² PER WONING

Een aantal waterschappen limiteert de grondslag voor de bepaling van de benodigde pompovercapaciteit op 150 m²/woning. Deze maximering dempt de variatie naar boven ten gevolge van het gebruik van nieuwe methodes voor het bepalen van het verhard oppervlak.

Op lange termijn is de verwachting dat door afkoppelen het verhard oppervlak gemiddeld op flink minder dan 150 m² per woning zal uitkomen. Dat betekent dat de benodigde pompovercapaciteit in de toekomst wel weer zal meeveren met het gebruik van nieuwe methodes of nieuwe databronnen voor de bepaling van het verhard oppervlak, behalve wanneer de 150 m² per woning naar beneden wordt bijgesteld. Bij gedeeltelijk afkoppelen bestaat daarbij het risico dat de ledigingsduur flink zal oplopen.

4.5 LEDIGINGSDUUR VOOR BEPALING BENODIGDE POMPOVERCAPACITEIT

In Nederland is de stelselberging bij de meeste gemengde rioolstelsels vrij groot omdat we in het vlakke Nederland relatief grote buizen nodig hebben om het afvalwater te kunnen afvoeren. Dankzij de grote stelselberging zijn de overstortingsfrequentie en het overstortingsvolume relatief laag ten opzichte van andere EU landen. De belangrijkste functie van de pompovercapaciteit in Nederland is dan ook niet zozeer het beperken van het overstortend volume tijdens een bui, maar het zorgen dat de relatief grote berging weer leeg is voor een volgende bui. Immers, de hydraulische afvoercapaciteit via de riooloverstorten bedraagt van oudsher 60 l/s.ha (in hellende gebieden 90 l/s.ha), ofwel 21,6 mm/h, terwijl de pompovercapaciteit met 0,7 mm/h ruim een orde van grootte kleiner is en dus niet veel bijdraagt tijdens piekafvoeren. Een belangrijke functie van de pompovercapaciteit is het tijdig weer beschikbaar maken van de stelselberging voor de volgende bui. Redenerend vanuit deze functie zou het logisch zijn de gewenste ledigingsduur bepalend te laten zijn voor de benodigde pompovercapaciteit. Tevens kan bij een lange ledigingsduur aanrotting optreden met mogelijk meer kans op stank en aantasting.

Een verkenning is uitgevoerd om na te gaan welke gevolgen deze benadering in de praktijk zou hebben. Bijlage I beschrijft in meer detail mogelijkheden om de benodigde pompovercapaciteit te bepalen op basis van de ledigingsduur. De belangrijkste bevinding uit deze verkenning is dat het goed mogelijk is om de benodigde pompovercapaciteit af te leiden uit een overeen te komen ledigingsduur op basis van beheerdata van de riolering.

De ledigingsduur van het referentiestelsel (7 mm stelselberging, 2 mm berging in randvoorziening en 0,7 mm/h pompovercapaciteit) bedraagt ongeveer 13 uur. In de praktijk daarentegen blijkt de ledigingsduur, bepaald op basis van stelselkenmerken, sterk variabel. Dit komt doordat de berging per bemalingsgebied uitgedrukt in mm varieert en de geïnstalleerde pompovercapaciteit sterk kan verschillen. Het is daarom niet zinvol om voor alle rioolstelsels dogmatisch te streven naar een identieke ledigingsduur van 13 uur.

De ledigingsduur kan niet betrouwbaar worden afgeleid uit meetgegevens bij rioolgemalen. Het blijkt niet goed mogelijk om het beginpunt van het ledigen eenduidig te bepalen door stelselspecifiek gedrag zoals naloop van verschillende soorten oppervlakken, de invloed van inprickers en eventueel door sturing waardoor tijdens het ledigen niet de gehele tijd de maximale pompovercapaciteit beschikbaar is. Hoewel technisch eenvoudig uitvoerbaar met telemetriesystemen geeft het bepalen van de ledigingsduur op basis van metingen, geen betrouwbare uitkomsten. De ledigingsduur kan wel nauwkeurig worden bepaald met een

pompproef, waarbij het stelsel wordt volgezet en leeggepompt. Dit vergt echter wel een vrij grote inspanning. Het verdient de voorkeur om de ledigingstijd te bepalen op basis van de stelselkenmerken en de geïnstalleerde pompovercapaciteit en vervolgens in de praktijk op basis van metingen te borgen dat de geïnstalleerde pompovercapaciteit ook daadwerkelijk wordt ingezet.

4.6 OVERZICHT MOGELIJKHEDEN OM BEPERKINGEN VAN BEPALING BENODIGDE POMPOVERCAPACITEIT OP BASIS VAN VERHARD OPPERVAK TE ONDERVANGEN

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de voordelen en nadelen van de verschillende mogelijkheden om de beperkingen van de bepaling van de pompovercapaciteit op basis van het aangesloten verhard oppervlak te ondervangen. Het controleren van de ledigingsduur sluit het beste aan op een belangrijke functie van de poc, namelijk het tijdig weer beschikbaar maken van de berging. Het maximeren van de poc als veelvoud van de DWA of per i.e. is minder geschikt, omdat zowel de DWA als het aantal i.e. in principe geen relatie heeft met de functie van de poc.

Het toepassen van een standstill of het maximeren op 150 m²/woning is een kortetermijnoplossing die de gevolgen van (onjuiste) herinventarisaties van verhard oppervlak dempt. Bij vergaand afkoppelen raakt dit effect uitgewerkt, waardoor de onzekerheden in de bepaling van het aangesloten verhard oppervlak weer bepalend worden.

Tabel 4.1 Voordelen en nadelen aanvullingen op verhard oppervlak als grondslag voor pompovercapaciteit

Aanvulling grondslag poc	Voordelen	Nadelen
Harde standstill: hydraulische capaciteit gemalen en rwzi niet uitbreiden. Een toename in DWA moet worden gecompenseerd met afname poc	Geen toename hydraulische capaciteit rwzi, duidelijkheid met betrekking tot investeringen transportsystemen en rwzi	Druk op gemeenten om via afkoppelen toename in DWA te compenseren. Toename kans op afvalwatercongestie bij volle belasting bestaande rwzi. Bevroren huidige situatie
RWA standstill, alleen hydraulische uitbreiding voor DWA	Stimulans voor gemeenten toename van verharding door verdichting te compenseren met afkoppelen of hydrologisch neutraal uit te voeren.	Bevroren huidige poc. Bij vergaand afkoppelen blijven fouten in bepaling verhard oppervlak doorwerken op poc.
Effectgerichte standstill, een harde standstill waar riooloverstorten geen probleem voor waterkwaliteit vormen en gericht investeren in poc indien dit helpt om de waterkwaliteitsknelpunten weg te nemen	Maatwerk afhankelijk van impact riooloverstorten gecombineerd met geen toename hydraulische capaciteit waar mogelijk.	Wijze van bepaling afvoerend verhard oppervlak blijft doorwerken in bepaling benodigde poc
Poc maximeren op veelvoud DWA: vaak 4 * DWA	Eenvoudige maximering op basis van DWA prognoses die steeds beter worden	Het is niet zo dat als de DWA verandert, daardoor ook de voor een goed stelsel functioneren benodigde poc verandert. Vooral bij een sterke afname van de DWA kunnen systemen uit balans raken
Vaste poc per i.e.	Eenvoudige maximering op basis van i.e.-prognoses die steeds beter worden	Evenals de DWA heeft een vaste poc per i.e. het probleem dat de functie van de poc geen relatie heeft met het aantal i.e. Een verandering in aantallen i.e. kan snel leiden tot het uit balans raken van systemen.
Maximeren verhard oppervlak per woning; vaak op 150 m ² /woning	Eenvoudige methode	Bij vergaand afkoppelen komt het verhard oppervlak gemiddeld onder de 150 m ² /woning, waardoor benodigde poc toch weer varieert bij elke herinventarisatie van verhard oppervlak.
Maximeren ledigingsduur	Directe relatie met het beoogde effect van de poc. Helpt om balans in systeem in beeld te houden, ook bij vergaand gedeeltelijk afkoppelen of grote buffers Veel waterschappen en gemeenten hebben al ervaring met ledigingsduur	Basisgegevens rioolstelsel moeten op orde zijn, met name de registratie van de hoogteligging van de buizen en het niveau van de laagste overstort. Dit vraagt extra aandacht in zettingsgevoelige gebieden.

5

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

EINDE VERHARD OPPERVAK ALS GRONDSLAG VOOR BEPALING POMPOVERCAPACITEIT?

De pompovercapaciteit is momenteel in principe gebaseerd op het aan het gemengde rioolstelsel toegekende afvoerend verharde oppervlak, hoewel hier in de praktijk na optimalisatie en maatwerk vanaf wordt geweken. De basis voor de afspraken over de benodigde pompovercapaciteit is echter altijd het toegekende verharde oppervlak, waarmee de pompovercapaciteit afhankelijk is van de kwaliteit (en/of methode) van de inventarisatie van het verharde oppervlak en van het toekennen daarvan. Vooral bij het toekennen kunnen fouten ontstaan als in deels afgekoppelde gebieden meerdere systemen naast elkaar in de straat liggen.

Het baseren van de poc alleen op basis van het aangesloten oppervlak is niet toekomstbestendig gelet op de huidige ontwikkeling waarin gemeenten klimaatadaptief willen zijn door zich te richten op versneld én gedeeltelijk afkoppelen. Hierbij blijft de stelselberging in m³ vaak gelijk en neemt de pompovercapaciteit in m³/h evenredig af met het afkoppelen waardoor de ledigingstijd steeds verder toeneemt. Het gebruik van het verhard oppervlak als grondslag is echter dermate verankerd in de werkwijze in de sector dat het niet waarschijnlijk is dat snel zal worden afgestapt van het verhard oppervlak als grondslag, maar dat aanvullende waarborgen wenselijk zijn.

ZIJN ALTERNATIEVE GRONDSLAGEN HAALBAAR?

Als alternatief voor het verhard oppervlak als grondslag is een aantal andere grondslagen verkend, waaronder het toepassen van het standstill-principe voor de afname, het terugkeren naar een vaste veelvoud van de DWA of het toepassen van een vaste poc per i.e. Geen van deze opties blijkt toekomstbestendig te zijn, vooral doordat deze mogelijke grondslagen geen relatie hebben met de belangrijkste functie van de pompovercapaciteit, namelijk het ledigen van de berging voor de volgende bui. De ledigingsduur van een stelsel lijkt daarmee wél een mogelijke alternatieve grondslag.

Het gebruik van de theoretische ledigingsduur als grondslag vraagt twee typen gegevens: de onderdrempelberging in m³ en de geïnstalleerde pompovercapaciteit in m³/h. Toepassen van de ledigingsduur als grondslag kan binnen de bestaande kaders van wet- en regelgeving. Het is ook eenvoudiger dan het toepassen van verhard oppervlak dat door inventarisaties moet worden vastgesteld. Eveneens is de ledigingsduur toekomstbestendiger, omdat de berging in een stelsel minder vaak wijzigt dan het verharde oppervlak.

Het gebruik van een gemeten ledigingsduur (op basis van waterstandmetingen in het rioolgemaal) wordt afgeraden. Het bepalen van de ledigingsduur op basis van metingen blijkt niet eenvoudig en eenduidig vast te stellen. Het bepalen van de ledigingsduur middels een pompproef is wel mogelijk.

LEDIGINGSDUUR ALS VEILIGHEIDSKLEP BIJ HANDHAVING VERHARD OPPERVAK ALS GRONDSLAG?

De gesprekken met waterschappen en gemeenten over het gebruik van ledigingsduur als grondslag lieten zien dat het volledig overstappen op ledigingstijd als grondslag voor de benodigde afnamecapaciteit een brug te ver is. De beperkingen van het verharde oppervlak

als grondslag worden breed gedeeld, maar het overstappen op een andere grondslag vereist de nodige (gewennings)tijd. Ook speelt mee dat voor de ledigingsduur geen brede consensus bestaat over de na te streven waarde: verschillende waterschappen hanteren hiervoor grenzen tussen de 13 en 24 uur.

Geadviseerd wordt om ledigingsduur te gaan gebruiken als 'veiligheidsklep' naast handhaving van het verhard oppervlak als grondslag voor de bepaling van de pompovercapaciteit.

EN VERDER....

Het is waarschijnlijk dat de eisen die volgen uit de EU-richtlijn voor de behandeling van stedelijk afvalwater ook in Nederland van invloed zullen zijn op de toekomst van riolering en rioolwaterzuivering en hun onderlinge interactie. Dit zal mogelijk leiden tot een herijking van de balans in de afvalwaterketen en daarmee van de meest doelmatige afnamecapaciteit. Het blijft van belang om deze te kunnen bepalen op basis van betrouwbare en eenduidige gegevens.

Tenslotte geldt dat het maken van eenduidige afspraken over de benodigde afnamecapaciteit relevant en zinnig is, maar dat het wel wenselijk is om in de praktijk te toetsen of de afspraken worden nageleefd EN of het systeemgedrag van riolering en rwzi daarmee in balans zijn en voldoen aan het beoogde functioneren. We bevelen dan ook aan om:

- met debietmetingen toetsen of gemalen en rwzi's in de praktijk de overeengekomen afnamecapaciteit ook daadwerkelijk halen (en hierop acteren bij achterblijvende prestaties). Bekend is dat in de praktijk kleine (gemeentelijke) gemalen vaak zijn overgedimensioneerd en meer verpompen dan gewenst en dat gemalen door veroudering of keuzes in de aansturing ook vaak een lager debiet leveren dan de ontwerpcapaciteit;
- met behulp van metingen bij gemalen en riooloverstorten en van rioolmodellen te blijven toetsen of het systeemgedrag met betrekking tot hydraulisch functioneren en emissies via de overstorten in de praktijk overeenkomt met het gewenste systeemgedrag.

6

LITERATUUR

- Akker, J. van den. (1952). Rioleringen. Deel I. Het ontwerpen en berekenen van een riolennet. Leiden 1952
- Baggelaar, P., Kuin, P., Geudens, P., 2022. Prognoses drinkwatergebruik in Nederland t/m 2040. Vewin, PB Icastat en Royal HaskoningDHV.
- Bakker, J., van der Mooren, F., Boonstra, H.J. (2022). Watergebruik Thuis (WGT) 2021. Schattingen van het watergebruik per dag door personen en huishoudens. CBS
- CBS, Centraal Bureau voor de Statistiek, 2022. Prognose: meer inwoners door migratie. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/50/prognose-meer-inwoners-door-migratie> (16-12-2022)
- CIW, Commissie Integraal Waterbeheer, 2001. Riooloverstorten; Deel 2: Eenduidige basisinspanning; Nadere uitwerking van de definitie van de basisinspanning.
- CUWVO, Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, Werkgroep VI, 1992. Overstortingen uit Rioolstelsels en Regenwaterlozingen.
- Daal-Rombouts, P.van (2017). Evaluatie van sturing in stedelijke afvalwatersystemen. Samenvatting proefschrift Petra van Daal-Rombouts. STOWA/RIONED 2017-32
- Europese Commissie, 2022. Directive of the European Parliament and of the Council concerning urban wastewater treatment (recast). COM(2022) 541 final, 2022/0345 (COD).
- Koot, A.C.J., 1983. Afvalwaterbehandeling en waterkwaliteitsbeheer; terug- en vooruitzien; Voordracht gehouden op het jubileum-symposium van de NVA op 9 september 1983 te Nijmegen. H2O (16) 1983, nr. 19.
- Langeveld J., Van Daal P., Schilperoort R., Nopens I., Flameling T., Weijers S. (2017). Empirical sewer water quality model for generating influent data for WWTP modelling Water (Switzerland),9 (7) 491
- Langeveld, J.G. (2004). Interactions within wastewater systems. Proefschrift TU Delft
- Liefting, E., De Man, H, 2017. EmissieRegistratie afvalwaterketen. Achtergrondrapport bij de in 2017 geactualiseerde factsheet 'Effluenten RWZI's, regenwaterriolen, niet-aangesloten riolen, overstorten en IBA's'. Partners4UrbanWater en Sanitas Water.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022. Water en Bodem sturend. Brief aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal, 25 november 2022. Kenmerk I E NW/BSK-2022/283041.
- Moerman, A., Blokker, E.J.M., Agudelo-Vera, C.M., 2017. Drinkwaterverbruik in Nederland; Een overzicht van ontwikkelingen. TVVL Magazine (01) 2017, blz. 12-15.
- Platform Water Vallei en Veluwe. 2015. Stappenplan: systematiek voor de bepaling van het afvoerende oppervlak.
- Ribbius, F.J. Waterverontreiniging door regenoverstorten. Publieke werken (19) 1951.

Ribbius, F.J. en Kragt, G., 1954. Het verband tussen riolering en zuivering. Publieke werken (22) 1954, blz. 120-122.

Schilperoort, R., en Langeveld, J. (2017). Anders omgaan met VGS: beter voor rwzi, oppervlaktewater en portemonnee. STOWA 2027-12

Stichting RIONED, 2020. Kennisbank. <https://www.riool.net/huishoudelijk-afvalwater>

Stichting RIONED, 2024. Monitor gemeentelijke watertaken 2024. Werk aan de winkel.

VNG en UvW, Vereniging van Nederlandse Gemeenten en Unie van Waterschappen, 2003. Handleiding afvalwaterakkoord VNG en UvW. VNG Uitgeverij, Den Haag.

Waterschap De Dommel (nd). Eenduidige bepaling afvoerend verhard oppervlak. Geraadpleegd via: <https://adoc.pub/eenduidige-bepaling-afvoerend-verhard-oppervlak.html>

WZE, 2004. Waterschap Zeeuwse Eilanden. Beleidsnotitie riolering met aanvulling richtlijnen 2004

BIJLAGE I

GEBRUIK LEDIGINGSDUUR VOOR BEPALING BENODIGDE POMPOVERCAPACITEIT

I.1 LEDIGINGSDUUR ALS GRONDSLAG VOOR DE POMPOVERCAPACITEIT

Aanvullend op of als alternatief voor het verhard oppervlak zou een overeen te komen maximale ledigingsduur kunnen functioneren als grondslag voor de bepaling van de benodigde pompovercapaciteit. Het voordeel van de ledigingsduur als grondslag is dat gewerkt kan worden met hardere getallen, die niet afhankelijk zijn van steeds nieuwere methodes van inventarisatie. De onderliggende data (berging, pompcapaciteit) worden in principe voor elke gemeente eenduidig in beheerpakketten opgeslagen en beheerd, terwijl de gegevens van het aangesloten afvoerend oppervlak lastiger zijn bij te houden zoals volgt uit hoofdstuk 2 en 3.

I.2 BEPALING LEDIGINGSDUUR OP BASIS VAN STELSELKENMERKEN

De ledigingsduur wordt gedefinieerd als $T = B/Q_{poc}$, waarbij:

B Onderdrempelberging [m^3] (beschikbare berging in het stelsel voor de tijdelijke opvang van afstromend hemelwater)

Q_{poc} Pompoovercapaciteit [m^3/h] (het deel van de afvoercapaciteit dat beschikbaar is voor de hemelwaterafvoer)

Om zowel B als Q_{poc} eenduidig te krijgen, worden hierna eenduidige benaderingen van beide begrippen uitgewerkt.

Bepalen van de onderdrempelberging

De onderdrempelberging B is de som van de inhoud van leidingen en putten beneden het niveau van de laagste overstortdrempel. Bij het bepalen van deze berging moeten keuzes worden gemaakt om te komen tot een eenduidige uitkomst. Navolgend is in **vet** aangegeven welke keuzes zijn gemaakt om te komen tot een eenduidige omschrijving van de onderdrempelberging:

- **Inclusief** ~~exclusief~~ berging in putten;
- ~~Inclusief~~ **exclusief** berging in kolkleidingen en huisaansluitingen (de berging in kolkleidingen en huisaansluitingen is soms significant en de beheergegevens zijn in de praktijk meestal van onvoldoende kwaliteit om eenvoudig mee te rekenen);
- Op basis van ~~ontwerp-bob's~~ **ingemeten** bob's;
- Rekening houdend met verloren berging door het hoogteprofiel van het rioelstelsel;
- Geen rekening houdend met verloren berging door sedimentafzettingen in het riool;
- Ten opzichte van ~~ontwerphoogte~~ **recent ingemeten niveau** laagste overstortdrempel;
- **Inclusief** ~~exclusief~~ gestuwde berging;
- **Inclusief** ~~exclusief~~ berging van randvoorzieningen (door het meenemen van de berging van randvoorzieningen in de onderdrempelberging wordt de ledigingsduur groter);
- ~~Inclusief~~ **exclusief** de onderdrempelberging van (bemalen) inprikkende stelsels.

De benodigde gegevens voor het bepalen van de onderdrempelberging zijn:

- Geometrie van putten;
- Geometrie en hoogteligging van leidingen;
- Geometrie en hoogteligging van overstortconstructies.

De bron is het gemeentelijke rioolbeheersysteem waarin deze gegevens worden bijgehouden.

Bepalen van de pompoevercapaciteit

De pompoevercapaciteit is gedefinieerd als de totale afvoercapaciteit van een gemaal minus de afvoercapaciteit voor droogweerafvoer en de afvoercapaciteit van inprikkende stelsels. Bij het bepalen van de pompoevercapaciteit worden de volgende keuzes gemaakt die leiden tot een eenduidige uitkomst:

- Afvoercapaciteit: maximale afvoer conform ~~ontwerp~~**geïnstalleerd/geregeld/gemeten** (wanneer de capaciteit van een gemaal door middel van een toerenregeling beperkt wordt, wordt de maximale capaciteit volgens de regeling aangehouden);
- Afvoercapaciteit voor droogweerafvoer op basis van **maximale/gemiddelde** droogweerafvoer **per uur/per dag** (Theoretisch kan ook prima worden gerekend met een 24-uursgemiddelde DWA. Het DWA-patroon is van beperkte invloed op de gemiddelde ledigingsduur over meerdere gebeurtenissen. Door te ontwerpen op een piek-DWA, is in de praktijk meer pompcapaciteit beschikbaar voor het ledigen van het systeem. Aan de andere kant wordt rioolvreemd water niet in rekening gebracht: de hoeveelheid rioolvreemd water bedraagt gemiddeld voor heel Nederland ongeveer 50% van de DWA. Qua orde van grootte heffen deze factoren elkaar vaak op en komt de gemeten piek DWA vrij goed overeen met de ontwerp DWA.);
- Droogweerafvoer op basis van **theoretische lozingshoeveelheden/metingen**;
- ~~Inclusief~~**exclusief** rioolvreemd water;
- Inprikkers ~~inclusief~~**exclusief** ledigingsgemalen randvoorzieningen.

De benodigde gegevensbronnen voor het bepalen van de pompoevercapaciteit zijn:

- Geïnstalleerde en/of ingeregelde maximale gemaalcapaciteit (inclusief die van de inprikkers), afkomstig uit het gemalenbeheerpakket en/of telemetriesysteem;
- Droogweerafvoer uit het Systeemoverzicht Stedelijk Water (SSW), met als onderliggende bronnen:
 - Inwoners (basisregistratie personen), vermenigvuldigd met ontwerpafvoer per inwoner;
 - Bedrijven: piekafvoer conform lozingsvergunningen, aangevuld met prognoses.

Casussen bepaling ledigingsduur in de praktijk

Om na te gaan of de ledigingsduur ook in de praktijk als grondslag voor de afname zou kunnen werken, is op basis van de beheergegevens in twee gebieden (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en gemeente Rotterdam) de ledigingsduur van de in deze gebieden aanwezige gemengde rioolstelsels bepaald.

Casus Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Op basis van aangeleverde gegevens uit het systeemoverzicht in GeoDyn van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) is nagegaan wat de ledigingsduur als grondslag van de afname betekent. HHNK hanteert een standaard afname van 0,7 mm/h over het aangesloten verhard oppervlak. Deze afnamenorm staat ook in GeoDyn.

Tabel I.1 toont de beschikbaarheid van de gegevens bij HHNK. Het bepalen van de onderdrempelberging volgens bovenstaande uitgangspunten bleek onmogelijk, omdat van sommige overstorten het drempelniveau onbekend was ten tijde van het onderzoek. Ook op gemeentelijk niveau ontbreken deze gegevens in veel gevallen. HHNK hanteert daarom een onderdrempelberging gelijk aan de totale inhoud van de leidingen, zonder aftrek van verloren berging en 'bovendrempelberging'.

Tabel I.1

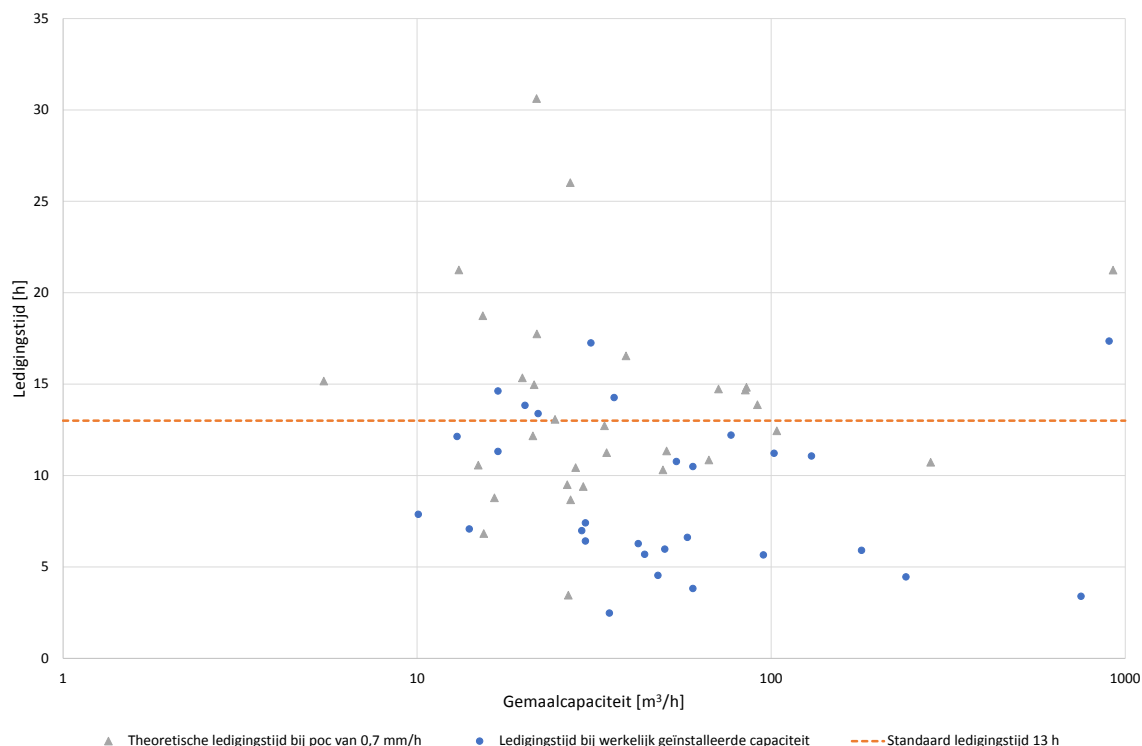
Beschikbaarheid gegevens voor het bepalen van de ledigingsduur bij HHNK

Benodigd		Beschikbaar
Onderdrempelberging	Geometrie leidingen en putten	Ja
	Bob's	Ja, onbekend in hoeverre o.b.v. inmetingen
	Niveau overstortdrempels	Nee, schatting, niet recent ingemeten
Pompoevercapaciteit	Gemaalcapaciteit geïnstalleerd, gemaalregeling	Ja
	Inwoners	Ja
	Droogweerafvoer bedrijven per dag	Niet separaat bijgehouden, zit in totaal ve's
	Gemaalcapaciteit inprikkers	Ja

Figuur I.1 toont de ledigingsduur van stelsels ($T = B/Q_{poc}$) afgezet tegen de gemaalcapaciteit. In de figuur zijn alle gemengde rioolstelsels binnen de zuiveringskring Katwoude opgenomen, zowel de stelsels die rechtstreeks afvoeren naar een overnamepunt als de achterliggende stelsels (inprikkers). Een vergelijkbare afbeelding is te maken door de ledigingsduur af te zetten tegen de berging. Wat opvalt:

- Er lijkt geen verband te zijn tussen de grootte van de gemaalcapaciteit in m³/h en de ledigingsduur.
- De daadwerkelijk geïnstalleerde capaciteiten zijn meestal iets groter dan de normpompoevercapaciteit van 0,7 m³/h, zodat de ledigingsduren met de geïnstalleerde gemaalcapaciteiten korter zijn dan met de normcapaciteit.
- De spreiding in ledigingsduur varieert van 2,5 uur tot maximaal 30 uur. Dit is een grote range rondom de theoretische ledigingsduur van 13 uur die geldt voor het referentiestelsel.

Figuur I.1 Ledigingstijd voor gemalen. Vergelijking theoretische ledigingstijd bij toepassing poc van 0,7 mm/h op basis van systeemkenmerken uit Geodyn van HHNK met ledigingstijd op basis van werkelijk geïnstalleerde capaciteit. De stippellijn geeft een 'gemiddelde' ledigingsduur van 13 h aan. Let op de logaritmische x-as



Casus gemeente Rotterdam

Met aangeleverde gegevens uit het Systeemoverzicht Riolering en Oppervlaktewater van de gemeente Rotterdam is nagegaan wat de ledigingsduur als grondslag van de afname betekent. Rotterdam is verdeeld over het beheergebied van drie waterschappen:

1. Hoogheemraadschap van Delfland (ten noorden van de Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg en ten westen van de Schie),
2. Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard (ten noorden van de Nieuwe Maas en ten oosten van de Schie)
3. Waterschap Hollandse Delta (ten zuiden van de Nieuwe Maas).

Deze drie waterschappen hanteren elk als uitgangspunt een afname van 0,7 mm/h over het aangesloten verhard oppervlak. In de praktijk wordt van dit uitgangspunt afgeweken. Wat hieraan bijdraagt, is dat Rotterdam beschikt over verschillende inrichtingen voor overstortbemaling, die bij grote neerslaggebeurtenissen met een grote capaciteit (> 1 mm/h) water uit de riolering verpompen naar de rivier, om zodoende overstortingen op binnenwater te voorkomen of te beperken.

Tabel I.2 toont de beschikbaarheid van de gegevens bij de gemeente Rotterdam. In principe worden alle benodigde gegevens in het Systeemoverzicht van de gemeente op een toegankelijke manier bijgehouden. Kwalitatief gezien vormen vooral de inmetingen van de bob's een uitdaging. Van veel stelsels zijn de inmetingen incompleet en/of onbetrouwbaar. De ontwerpdata lijken consistent en omdat Rotterdam voor een groot deel een zettingsgevoelige bodem heeft, is het waarschijnlijk dat de ontwerpgegevens inmiddels significant afwijken van de werkelijke situatie.

Tabel I.2

Beschikbaarheid gegevens voor het bepalen van de ledigingsduur bij gemeente Rotterdam

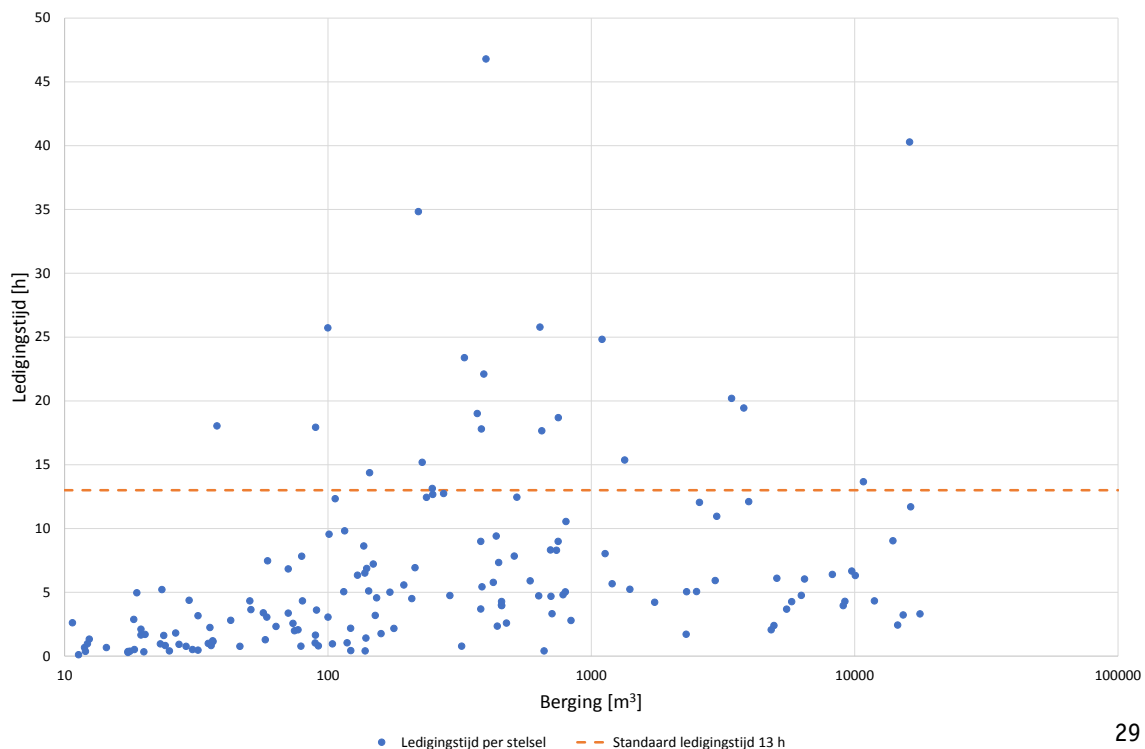
Benodigd	Beschikbaar
Onderdrempelberging	Geometrie leidingen en putten
	Bob's (ingemeten)
	Niveau overstortdrempels
Pompoevercapaciteit	Gemaalcapaciteit geïnstalleerd, gemaalregeling
	Inwoners
	Droogweerafvoer bedrijven per dag
	Gemaalcapaciteit inprikkers

Figuur I.2 toont de huidige ledigingsduur van stelsels $T = B/Q_{poc}$ afgezet tegen de grootte van de berging. In de figuur zijn alle gemengde rioelstelsels binnen Rotterdam opgenomen. Wat opvalt:

- Kleine stelsels (kleine berging in m^3) hebben vaak een pomp die is overgedimensioneerd waardoor het stelsel snel ledigt (de stippen linksonder in de grafiek).
- De spreiding van B/Q_{poc} in stelsels is groot. Sommige stelsels zijn binnen enkele uren leeg, maar er zijn ook uitschieters tot meerdere dagen. Uit de data volgen enkele extremen met een ledigingstijd van meer dan 100 h, waarmee deze buiten figuur I.2. vallen.
- Sommige stelsels hebben een negatieve pompoevercapaciteit, doordat de gecombineerde capaciteit van de inpijpende gemalen net zo groot of groter is dan die van het eigen gebied. Dit resulteert in een negatieve uitkomst van $T = B/Q_{poc}$ (niet getoond in de grafiek).
- In Rotterdam wordt het stelsel geleegd naar de rwzi en soms ook (deels) door de overstortbemaling rechtstreeks naar de rivier. Overstortbemalingen hebben grote invloed op de ledigingsduur.
- Actieve sturing van de gemaalcapaciteiten tijdens regenweer maakt de ingezette pompoevercapaciteit variabel in de tijd. Afhankelijk van de actuele waterstanden krijgen gebieden voorrang in het afvoeren naar de rwzi. Deze sturingsregels beïnvloeden de ledigingsduur (niet getoond in de grafiek).

Figuur I.2

Ledigingsduur $T = B/Q_{poc}$ bij verschillende omvang van de stelselberging in m^3 op basis van de kenmerkenbladen (Systeemoverzicht) van de gemeente Rotterdam. De stippellijn geeft een 'gemiddelde' ledigingsduur van 13 h aan. Let op de logaritmische x-as



I.3 LEDIGINGSDUUR BEPALEN OP BASIS VAN METINGEN

De ledigingsduur kan ook worden afgeleid uit tijdreeksen van metingen van de waterstand bij het gemaal. De ledigingsduur $T = T_1 - T_0$ is dan de duur van het tijdstip dat het stelsel vol is (T_0) tot het tijdstip dat het stelsel weer leeg is (T_1). De vraag is of deze gemeten ledigingsduur ook gebruikt kan worden in de bepaling van de afname en hoe de gemeten ledigingsduur zich verhoudt tot $T = B/Q_{poc}$.

Definities: op welk moment is stelsel vol en wanneer weer leeg.

Voor een eenduidige bepaling van de gemeten ledigingsduur $T = T_1 - T_0$ moeten zowel T_0 (vol) als T_1 (leeg) eenduidig worden bepaald. Voor wat betreft T_0 zijn de volgende opties mogelijk:

1. T_0 = start neerslag
2. T_0 = start waterstand boven inslagpeil
3. T_0 = start maximaal debiet gemaal
4. T_0 = tijdstip maximaal waterpeil
5. T_0 = tijdstip waterpeil na overstorting op niveau laagste overstort
6. T_0 = einde neerslag.

Figuur I.3 toont voor een specifieke gebeurtenis de bandbreedte waarin T_0 zich kan bevinden afhankelijk van deze keuze.

Figuur I.3 Start van de ledigingstijd T_0 op tijdstip start neerslag / start waterstand boven inslagpeil / start maximaal debiet gemaal / maximaal waterpeil / waterpeil na overstorting op niveau laagste overstort / einde neerslag



Op vergelijkbare wijze zijn voor T_1 verschillende opties mogelijk:

1. T_1 = tijdstip waterstand terug op inslagpeil RWA pomp
2. T_1 = waterstand terug op uitslagpeil
3. T_1 = eind maximaal debiet gemaal.

Figuur I.4 toont de bandbreedte waarin T_1 zich kan bevinden afhankelijk van deze keuze.

Figuur I.4 Einde van de ledigingstijd T_1 op tijdstip waterstand terug op inslagpeil / waterstand terug op uitslagpeil / eind maximaal debiet gemaal



Zowel voor T_0 als voor T_1 is er een significantie bandbreedte, afhankelijk van de definitie. Gecombineerd maken ze een bandbreedte van de ledigingsduur mogelijk zoals getoond in Figuur I.5. Wat deze figuur duidelijk maakt, is dat de gekozen definities voor T_0 en T_1 van grote invloed zijn op de bepaling van de gemeten ledigingsduur.

Figuur I.5 Bandbreedte van de ledigingsduur T afhankelijk van de definitie van T_0 en T_1



Voor de uitgewerkte casussen in dit hoofdstuk is aangenomen dat het verloop van het niveau tijdens lediging vanaf overstortdrempel tot het uitslagpeil het meest 'eenduidige' beeld geeft van de van ledigingsduur. Deze aanname geldt alleen zolang:

1. tijdens de lediging geen/verwaarloosbare invloed van neerslaginloop is;
2. de poc constant beschikbaar is;

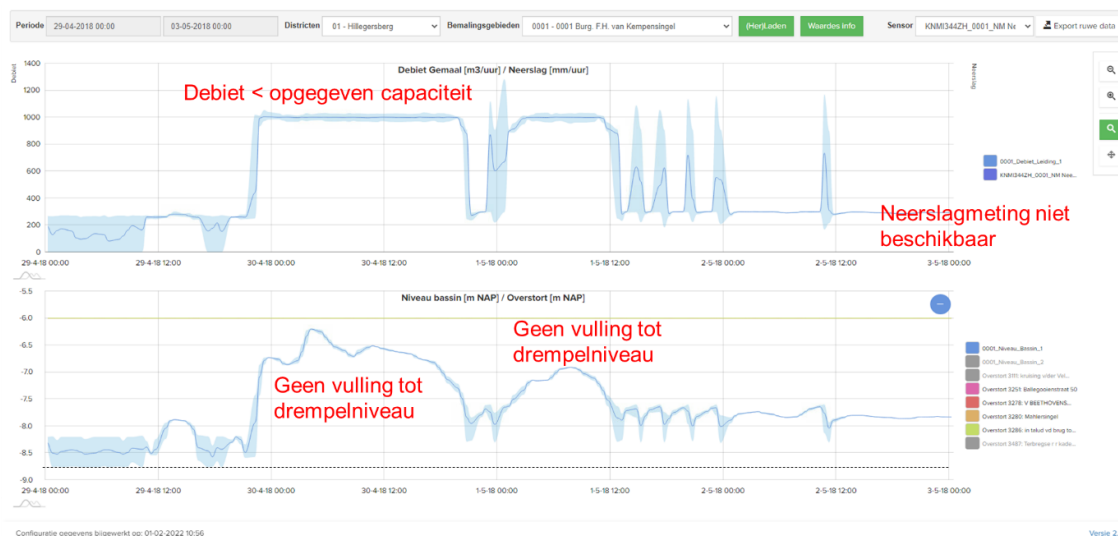
Om te bepalen wanneer de waterstand in de gemaalkelder gelijk is aan het niveau van de overstortdrempel, moeten de niveaumeting in het gemaal en de overstortdrempel beiden zijn ingemeten in mNAP en moet sprake zijn van een beperkt verhang zodra de overstort

stopt met lozen. Voor randvoorwaarde 1 is aanvullend een representatieve neerslagmeting noodzakelijk en voor randvoorwaarde 2 een debietmeting.

Casus: ledigingsduur op basis van metingen Rotterdam

Tijdseries met een lengte van bijna vier jaar (januari 2018 tot augustus 2022) van verschillende gemalen van de gemeente Rotterdam zijn met de uitgangspunten uit de vorige paragraaf geanalyseerd. De niveaumetingen in de gemalen van Rotterdam zijn ingemeten in mNAP en over het grootste deel van de meetperiode zijn betrouwbare niveau- en debietmetingen beschikbaar. Nochtans laten de resultaten van de analyse zien dat zelfs met een meetreeks van deze lengte het in veel gevallen onmogelijk is om de ledigingsduur eenduidig vast te stellen. Figuur I.6 laat een voorbeeld zien van de beperkingen van de methode.

Figuur I.6 Geen geschikte gebeurtenis om de ledigingsduur te bepalen tussen 29 april en 3 mei 2018 (maximale dagneerslag 33 mm)



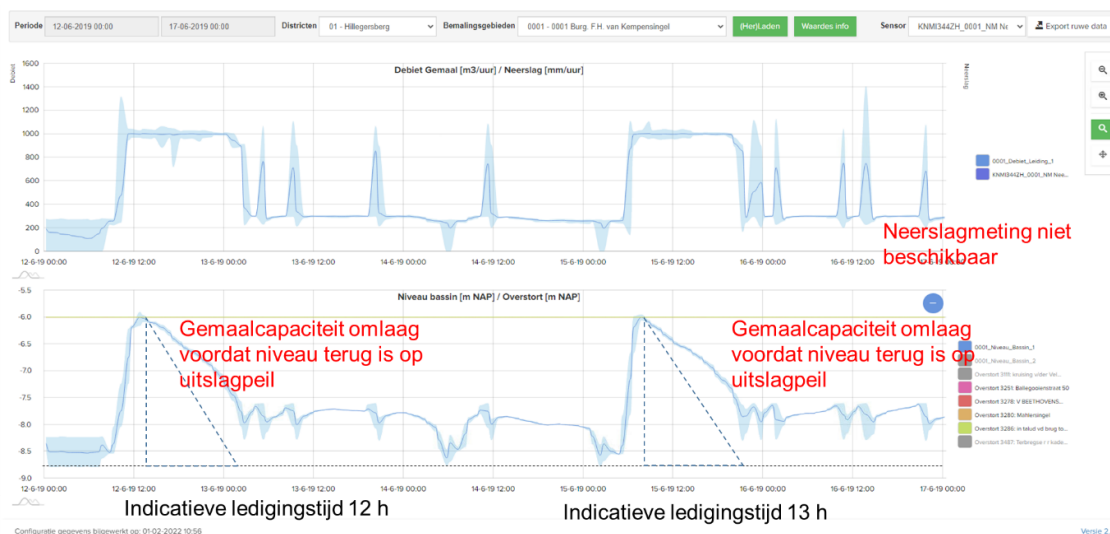
Samengevat zijn er de volgende onzekerheden in de bepaling van een eenduidige ledigingsduur:

- Omdat de ledigingsduur wordt afgeleid van het verloop van het niveau tijdens lediging vanaf drempel tot uitslagpeil komen alleen overstortingsgebeurtenissen in aanmerking; deze komen slechts een paar keer per jaar voor.
- In veel gevallen is het verloop van de neerslag beperkend voor de analyse:
- Er blijft neerslag vallen tijdens lediging;
- Er komt een nieuwe neerslag- en waterstandspiek gedurende lediging.
- Een representatieve neerslagmeting is nodig, maar niet altijd beschikbaar.
- De debietregeling op de gemalen verstoort het beeld, omdat de gemalen soms (niet consequent) worden teruggetoerd voordat het stelsel volledig is geledigd. Deze verstoring kan ook gelden voor de inpijpende gemalen. Een debietmeting is nodig om deze invloed uit te sluiten.

Wanneer de ledigingsduur toch (indicatief) wordt bepaald (Figuur I.7), blijkt deze structureel hoger dan de theoretische $T = B/Q_{poc}$. Stelsel 1 met een onderdrempelberging van 5064 m³, een pompoevercapaciteit van 876 m³/h en een theoretische ledigingsduur $T = B/Q_{poc} = 5,8$ h laat in de meetreeksen een (indicatieve) gemeten ledigingsduur $T_1 - T_0$ zien van 13 tot 30 uur. Deze bandbreedte is gebaseerd op vijf min of meer geschikte gebeurtenissen in 44 maanden. Van stelsel 5 met een berging van 2509 m³, een pompoevercapaciteit van

538 m³/h en een theoretische ledigingsduur $T = B/Q_{poc} = 4,7$ h zijn in dezelfde periode slechts drie geschikte gebeurtenissen, met een gemeten ledigingsduur $T_1 - T_0$ tussen 8 en 12 uur.

Figuur I.7 Indicatieve bepaling van de ledigingsduur op basis van niveaumetingen in Rotterdam (stelsel 1)



Mogelijke oorzaken van deze hogere gemeten ledigingsduur dan theoretisch zijn:

- Afstroming van neerslag die valt tijdens het ledigen van het stelsel (al dan niet gemeten);
- Naloop, afstroming naar het stelsel van eerder gevallen neerslag;
- Terugtoeren van het gemaal voordat het stelsel volledig leeg is;
- Rioolvreemd water (inloop en infiltratie).

Qua orde van grootte is de neerslagcomponent waarschijnlijk dominant en de hoeveelheid rioolvreemd water van minder belang.

De praktijktest met het afleiden van de ledigingsduur uit metingen laat zien dat de eisen aan de hiervoor benodigde meetreeksen streng zijn en dat desondanks nog steeds een grote bandbreedte mogelijk is in de uitkomsten. Deze benadering is daarom niet te verkiezen boven de eenduidigere en eenvoudiger te bepalen theoretische ledigingsduur $T = B/Q_{poc}$.

I.4 GECONTROLEERD METEN VAN DE LEDIGINGSDUUR MET EEN POMPPROEF

Een pompproef, waarbij een stelsel tijdens droogweer gecontroleerd wordt gevuld en met RWA capaciteit geleidigd biedt een goede controle op de ledigingsduur. Op deze manier wordt de invloed van neerslagafstroming geëlimineerd en wordt de onzekerheid in de bepaling van de ledigingsduur sterk verkleind.

Een dergelijke ledigingsproef (pompproef) kost wel aanzienlijk meer inspanningen, omdat de proef gecontroleerd moet gebeuren. Ook heeft de proef mogelijk effect op de zuivering indien het betreffende bemalingsgebied een groot aandeel heeft in de aanvoer. Tijdens vulling wordt de DWA-stroom onderbroken, tijdens lediging wordt de rwzi belast met de aanvoer van onverdund afvalwater op rwa-capaciteit. Ten slotte ontbreekt in de vastgestelde ledigingsduur tijdens een pompproef onder droogweercondities de invloed van eventuele samenloop van gemalen op dezelfde persleiding die optreedt tijdens rwa. Hoewel eenduidiger in de uitkomsten, wordt deze methode daarom niet als verkieslijk alternatief gezien.

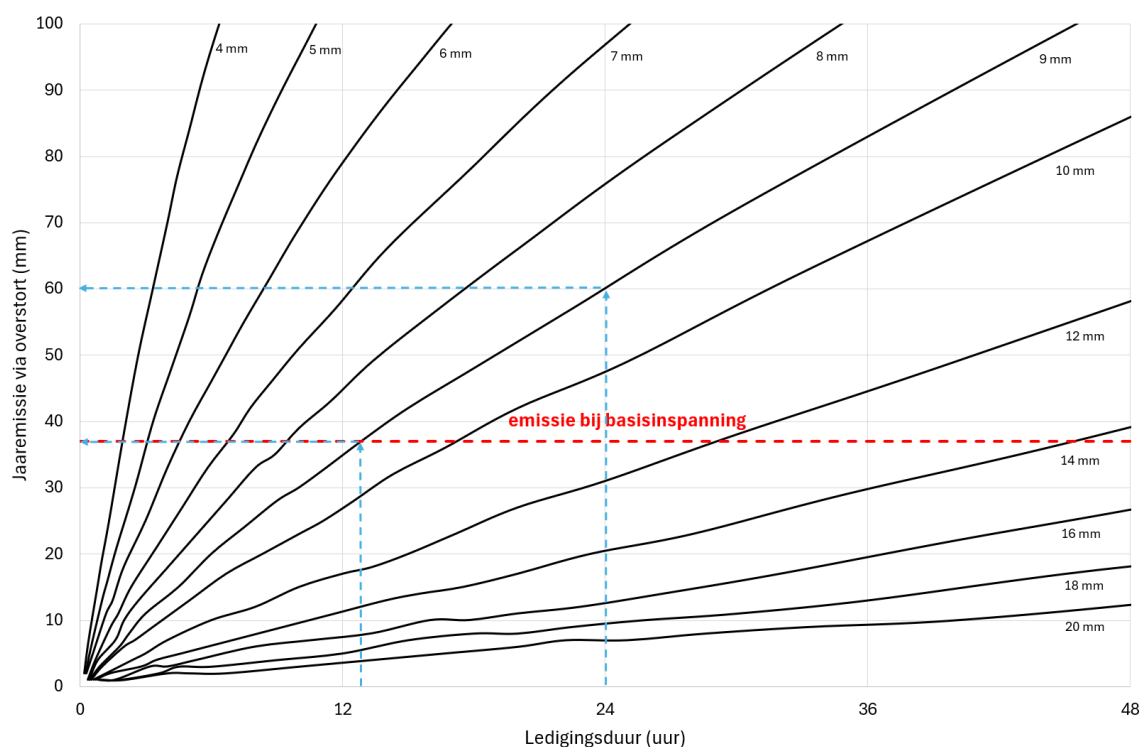
I.5 INVLOED LEDIGINGSDUUR OP FUNCTIONEREN OVERSTORTEN EN RWZI

De volgende alinea's geven een indruk van de relatie tussen ledigingsduur en de emissies bij riooloverstorten en het functioneren van rwzi's.

Ledigingsduur en emissies via riooloverstorten

De relatie tussen ledigingsduur en emissies via riooloverstorten is in beeld gebracht aan de hand van reeks berekeningen (25 jaarreeks 1954-1979) met een enkelvoudig bakmodel. In het model is gebruik gemaakt van het standaard NWRW inloopmodel en de inloopparameters conform de voormalige leidraadmodule C2100 met toepassing van 4 soorten aangesloten oppervlak: 30% open verhard, 20% gesloten verhard, 40% hellend dak en 10% vlak dak. Figuur 7.1 toont de relatie tussen ledigingsduur en emissie via de riooloverstorten voor rioolstelsels met een onderdrempelberging tussen de 4 mm en 20 mm. Het referentiestelsel dat de basisinspanning definieert heeft een berging van 9 mm (7 mm onderdrempelberging, 2 mm in randvoorzieningen) en een pompoevercapaciteit van 0,7 mm/h. Het referentiestelsel heeft daarmee een theoretische ledigingstijd van afgerond 13 uur. Bij een toename van de ledigingstijd tot bijvoorbeeld 24 uur, een in de praktijk gehanteerde bovengrens, zou bij dit stelsel bij gelijkblijvende berging de emissie met 23 mm (ofwel ruim 60%) stijgen. Een langere ledigingsduur bij gelijkblijvende berging betekent namelijk een afname in de pompoevercapaciteit en dat werkt duidelijk door in de emissie.

Figuur I.8 Relatie tussen ledigingsduur en jaaremissie via riooloverstorten afhankelijk van de stelselberging. De pijlen geven de emissie aan bij een berging van 9 mm en een ledigingstijd van respectievelijk 13 en 24 uur



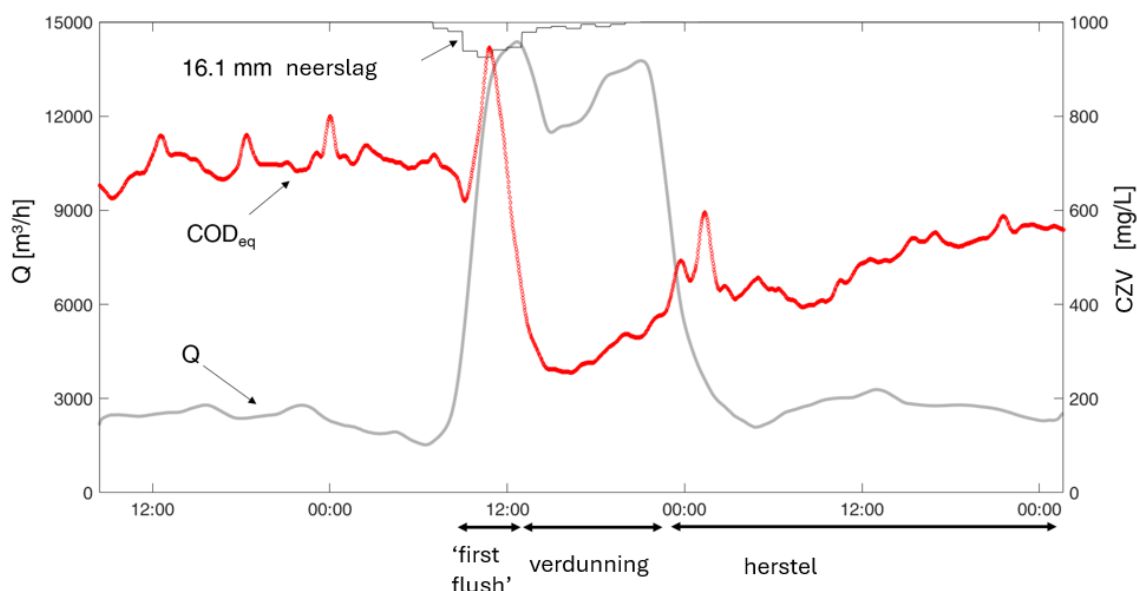
Ledigingsduur en functioneren rwzi's

De effluentkwaliteit van rwzi's is gevoelig voor de piekbelasting via het influent tijdens buien. Deze gevoeligheid is vooral groot aan het begin van de bui. Een bui leidt bij een rwzi tot de volgende dynamiek:

- De concentraties in het influent vertonen bij een grote neerslaggebeurtenis een kenmerkend verloop, zie figuur I.9. Door opwerveling van rioolslib en losraken van biofilm in

riolen neemt de concentratie van aan deeltjes gebonden stoffen, zoals CZV en in mindere mate fosfaat in het influent toe aan het begin van een bui. De mate waarin dit gebeurt verschilt per bui. Na enige tijd (1-2 uur) begint de concentratie in het influent te dalen door de verdunning met afstromend hemelwater. Deze verdunning is maximaal (en dus de concentraties minimaal) op het moment dat het rioolstelsel overstort en geheel gevuld is. Na een eventuele overstorting neemt tijdens de lediging de concentraties in het influent weer toe, want de DWA loopt altijd door. Het herstel naar normale DWA-condities kan daarna nog enige tijd duren. Voor opgeloste stoffen, zoals NH_4 , is het verloop grotendeels identiek, echter zonder de initiële concentratiepiek. Bij rwzi's met grote persleidingen (met groot wordt bedoeld: inhoud persleiding/DWA aanvoer is meer dan 4 uur) is de dynamiek hetzelfde en zal de timing anders zijn doordat eerst het hele volume uit de persleiding als een prop naar de rwzi moet worden afgevoerd. Dit leidt bij gelijkblijvende concentraties aan het begin van een bui tot forse pieken in de influentvrachten (RWA-debiet met DWA-concentraties).

Figuur I.9 Kenmerkend verloop influentconcentraties bij neerslag (Langeveld et al., 2017)

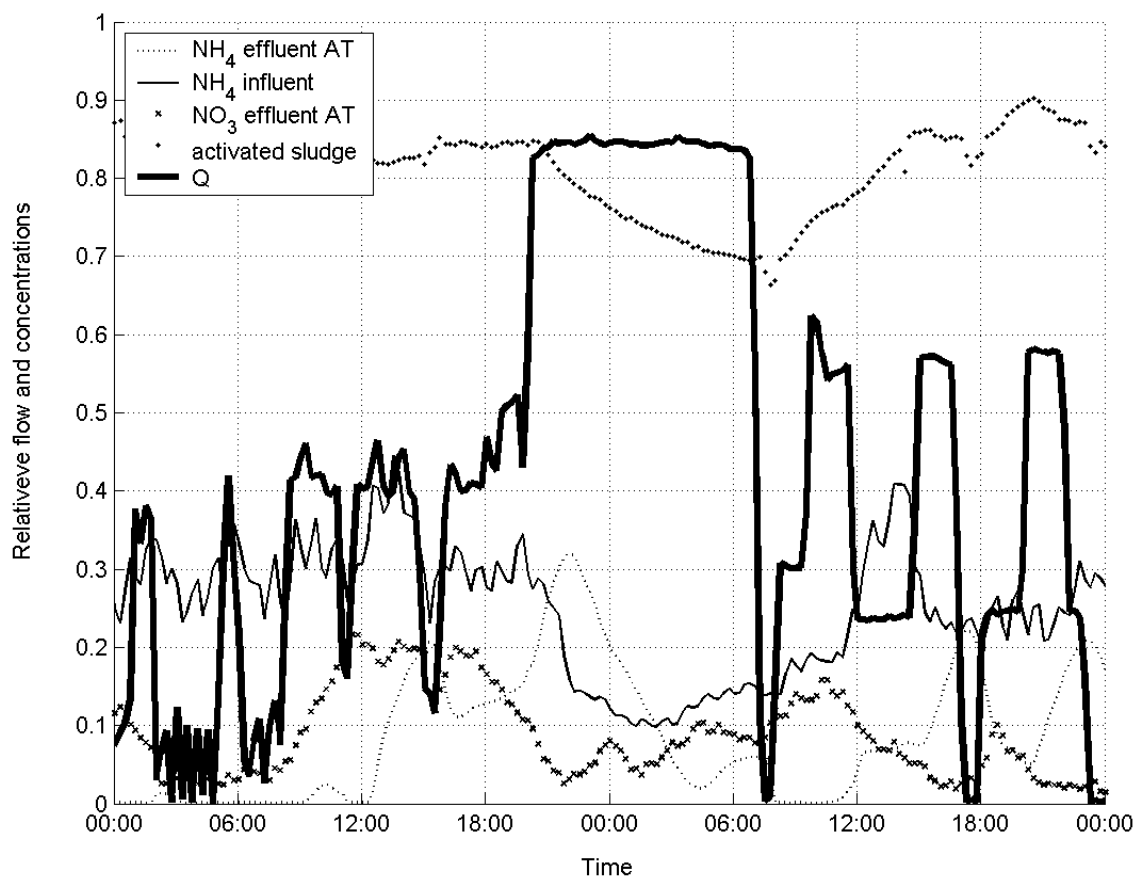


- Omschakeling regelingen op rwzi. Het hogere influentdebiet leidt tot kortere verblijftijden in de beluchtingstank. De verblijftijd neemt af met een factor 3 tot 6. Om toch voldoende nitrificatie capaciteit te behouden, wordt in de facultatieve tank de beluchting bijgeschakeld en wordt fors meer zuurstof ingebracht.
- Door het hogere influentdebiet wordt meer actief slib naar de nabezinktanks afgevoerd en stijgt de slibdeken in de nabezinktanks. Dit leidt tot een afname van het actief slibgehalte in de beluchtingstanks met ongeveer 20-30%. Na enige tijd ontstaat er een nieuw evenwicht, door betere indikking van het slib in de nabezinktank en een verhoging van het retourslibdebiet. Indien sprake is van overbelasting van de nabezinktanks ontstaat dit evenwicht niet en zal de slibdeken uiteindelijk tot de hoogte van de overloop komen en zal slibuitspoeling optreden. Bij een goed ontwerp van nabezinktanks en een goede procesbewaking op de rwzi van het slibgehalte en de slibbezingeigenschappen zal dit probleem in de praktijk niet op kunnen treden.
- Het netto effect van een hogere influentvracht, kortere verblijftijden, lager actief slibgehalte en extra beluchting leidt tot een duidelijk verschil in de effluentkwaliteit tussen DWA- en RWA-omstandigheden. Figuur I.10. toont een voorbeeld van de (genormali-

seerde) meetresultaten voor rwzi Katwoude, een laagbelast actiefslibstelsysteem (Langeveld, 2004):

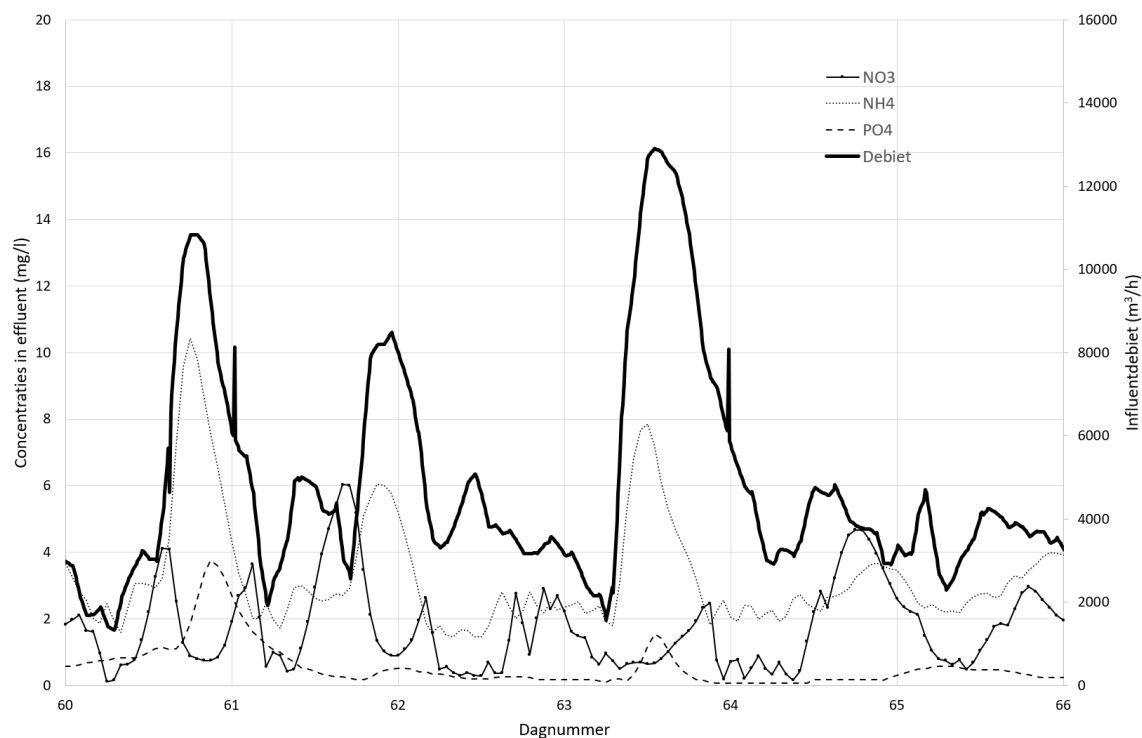
- **Debiet.** De dikke zwarte lijn toont het influentdebiet met maximale aanvoer tijdens RWA van 19:00 tot 07:00
- **Slibgehalte.** Duidelijk zichtbaar is dat het slibgehalte in de beluchtingstank (de dunne stippellijn) direct gaat dalen bij het begin van de bui en in dit geval nog steeds daalt tot aan het einde van de bui. Kennelijk is hier het evenwicht nog niet bereikt, hoewel dit bij de meeste rwzi's na 10-12 uur wel het geval is.
- **Influent concentratie NH_4 .** De concentratie NH_4 in het influent blijft bij het begin van de bui nog enige tijd op DWA niveau, hetgeen kan worden verklaard uit de aanwezige persleidingen. Door deze persleidingen zal het influent pas verdunnen nadat de volledige inhoud van de persleidingen is verwerkt, dus duurt het enige tijd voordat de NH_4 in het influent verdunt.
- **Effluentconcentratie NH_4 .** De concentratie NH_4 in het effluent loopt bij het begin van de bui snel op, totdat deze binnen enkele uren begint te dalen door de toenemende verdunning.
- **Effluentconcentratie NO_3 .** De NO_3 -concentratie in het effluent daalt vanaf het begin van de bui scherp doordat de omzetting van NH_4 (nitrificatie) het aanbod niet kan bijhouden en er minder NO_3 wordt gevormd.

Figuur I.10 Kenmerkend concentratieverloop influent en effluent tijdens een bui (Langeveld, 2004). De bui begint om ongeveer 20:00, te herkennen aan de toename van het debiet (dikke zwarte lijn)



Figuur I.11. toont effluentmetingen voor rwzi Kralingseveer, eveneens een laagbelast actief slibstelsysteem voor een aantal buien in 2016. Bij elke bui is sprake van een initiële piek in NH_4 -concentratie in het effluent en een afname van het NO_3 -gehalte in het effluent. De concentratie PO_4 neemt tijdens de bui ook toe, zij het iets minder scherp dan NH_4 en veelal enkele uren later. Zowel voor NH_4 als voor PO_4 zijn tegen het einde van de ledigingstijd de concentraties al weer terug op DWA-niveau.

Figuur I.11 Kenmerkend concentratieverloop influent en effluent tijdens aantal opeenvolgende buien



De getoonde voorbeelden laten duidelijk zien dat buien de effluentkwaliteit nadelig beïnvloeden, maar dat dit effect al na enkele uren begint af te nemen. Een rwzi heeft vooral moeite met het eerste deel van een bui en minder moeite met het laatste deel van een bui. Slimme sturing gericht op het ontlasten van een rwzi aan het begin van een bui is een mogelijkheid om op dit effect in te spelen (van Daal-Rombouts, 2017).

Conclusie

Een kortere ledigingsduur (en dus een hogere pompovercapaciteit) zal de piekbelasting op een rwzi laten toenemen, waardoor het functioneren van de rwzi negatief wordt beïnvloed. Een langere ledigingstijd zal naar verwachting geen negatief effect hebben op de prestatie van de rwzi omdat de langere duur samenvalt met de periode waarin de effluentconcentraties alweer laag zijn geworden. Let op: dit geldt NIET in situaties waarin de nabezinktanks overbelast kunnen raken en slibuitspoeling kan optreden. In dergelijke gevallen kan een langere ledigingsduur juist nadelig uitpakken.