

## Risico's en mitigerende maatregelen bij afkoppelen van hemelwater in stedelijke gebieden

*Chris Kerklaan, Arjen Koomen, Arjon Buijert (Arcadis), Mirjam Geurts (Waterschap Hollandse Delta en Alliantie Waterkracht)*

**Bestaand verhard oppervlak afkoppelen van de gemengde riolering kan gevolgen hebben voor de piekwaterstanden van het oppervlaktewater. Uit onderzoek voor drie gebieden in Rotterdam blijkt de complexiteit van afkoppelen. Er komen risicofactoren naar voren die daarbij een rol spelen, zoals de robuustheid van het watersysteem, hellende rioleringsgebieden en berging op oevers en in groen. Geconcludeerd wordt dat voor het mitigeren van de negatieve effecten van afkoppelen, grootschalige aanpassingen in het watersysteem nodig kunnen zijn. De bevindingen van het onderzoek worden gebruikt om nieuw beleid te ontwikkelen voor het afkoppelen van bestaand verhard oppervlak.**

Het afkoppelen van verhard oppervlak van de gemengde riolering naar het oppervlaktewater kan veel impact hebben op de optredende piekwaterstanden in een stedelijk gebied. In het project 'Afkoppeleffect Rotterdam en Capelle aan den IJssel, het effect van afkoppelen op het oppervlaktewatersysteem' heeft Arcadis onderzoek gedaan naar de effecten, risico's en mogelijke maatregelen bij afkoppelen naar oppervlaktewater [1]. Het doel is om inzicht te verkrijgen in de effecten van grootschalig afkoppelen op het polderwatersysteem, de effectiviteit van maatregelen om mogelijke negatieve effecten te compenseren en het afleiden van risicofactoren en potentiële mitigerende maatregelen voor gebieden met afkoppelplannen.

De studie is gericht op drie gebieden in Rotterdam, waarbij maatregelen per deelgebied zijn opgesteld. Deze gebieden staan model voor typische gebieden in Rotterdam: een oude wijk met bedrijventerrein, het centrumgebied en een relatief groene wijk.

Het project valt onder een gezamenlijke regionale studie van Alliantie Waterkracht. In Alliantie Waterkracht werken de gemeenten Capelle aan den IJssel en Rotterdam, waterschap Hollandse Delta, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard, Hoogheemraadschap van Delfland en waterbedrijf Evides samen aan het stedelijk waterbeheer van morgen in de regio Rotterdam – Capelle. Het projectteam van de regionale studie van Alliantie Waterkracht heeft het onderzoek begeleid.

De aanleiding voor deze studie was de regionale studie RoSA, waarin de partijen in de Alliantie Waterkracht hebben onderzocht hoe de infrastructuur van de waterketen slim mee kan bewegen in de transitie naar een circulaire waterketen [2]. De ambitie is om schone en vuile waterstromen volledig van elkaar te scheiden. Deze ambitie blijkt niet haalbaar, alleen al vanwege het feit dat ruim veertig procent van het verharde oppervlak in Rotterdam in particulier eigendom is en het ontvlechten van hemel- en afvalwater voor deze verharding in de praktijk zeer moeilijk blijkt te zijn. Ook de omgeving kan beperkend zijn door de grote hoeveelheid aanwezige kabels en leidingen in de ondergrond. Anderzijds vraagt afkoppelen ook iets van het watersysteem. Infiltreren is in poldergebieden, kenmerkend voor een groot deel van west-Nederland, maar zeer beperkt mogelijk vanwege de hoge grondwaterstand in deze gebieden. Afgekoppeld hemelwater wordt daarom vaak vertraagd naar het oppervlaktewater afgevoerd. Om meer inzicht te krijgen in wat wel haalbaar is bij het scheiden van

schone en vuile waterstromen is onderzoek gedaan naar de effecten van dit afkoppelen op het watersysteem.

De studie richtte zich primair op de kwantitatieve aspecten van het afkoppelen richting het oppervlaktewatersysteem. Andere effecten, zoals de invloed op de ledigingstijd van de riolering en de waterkwaliteit, zijn buiten beschouwing gelaten.

### **Gebiedsbeschrijving**

Stichting Rioned beschrijft in een rapport uit 2014 [3] het verband tussen riolering en oppervlaktewater in Rotterdam als volgt:

*“Rotterdam kent van oudsher een innige verbondenheid tussen het oppervlaktewater en de riolering. De riooloverstorten vormen de verbindende factor. Deze overstorten lagen vroeger op singelniveau, waardoor het (riool)gemaal het peil in de riolering en de singels reguleerde. De rioolgemalen voerden eigenlijk al het water uit de stad af naar de Nieuwe Maas. Met de komst van de AWZI's in de tweede helft van de vorige eeuw is de vervlechting deels opgeheven, om te voorkomen dat schoon oppervlaktewater de zuivering onnodig belast.*

*De singel kreeg een eigen gemaal en de overstorten werden toen verhoogd tot 20 cm boven het waterpeil in de singel. Het oppervlaktewatergemaal zorgt voor de verversing en afvoer van het water in de singel. Door de aanwezigheid van de overstortbemaling zijn deze oppervlaktewatergemalen destijds met een kleine capaciteit ontworpen, om alleen de neerslag te verwerken die rechtstreeks naar de singel stroomt. Tijdens een piekbui kan het water in het riool tot boven de overstortdrempel stijgen en vindt een overstorting plaats. Omdat het oppervlaktewatergemaal klein is, stijgt dan ook het waterpeil in de singel. Tijdens hevige buien stijgt het waterpeil in de singel tot boven NAP 2,20 m en 'verdrinkt' de overstort. De twee systemen gaan dan weer als één geheel functioneren. Dit betekent continue uitwisseling tussen riool en oppervlaktewater. Het grotere rioolgemaal gaat dan net als vroeger ook het water vanuit de singel afvoeren.”*

De drie onderzochte wijken in Rotterdam hebben hun eigen specifieke karakteristieken in verhardingsgraad en percentage open water (zie afbeelding 2), watersysteem en afkoppelmogelijkheden. Door deze drie wijken te onderzoeken, wordt inzichtelijk wat het effect van de afkoppelambities van de gemeente is op de piekwaterstanden onder verschillende situaties.



Afbeelding 1. Voorbeeld in Capelle aan den IJssel waarbij verhard oppervlak is afgekoppeld en het hemelwater direct naar de oever van een watergang wordt geleid. (bron: gemeente Capelle aan den IJssel)

### ***Polder Spangen met bedrijventerrein Spaanse Polder: oude woonwijk en bedrijventerrein***

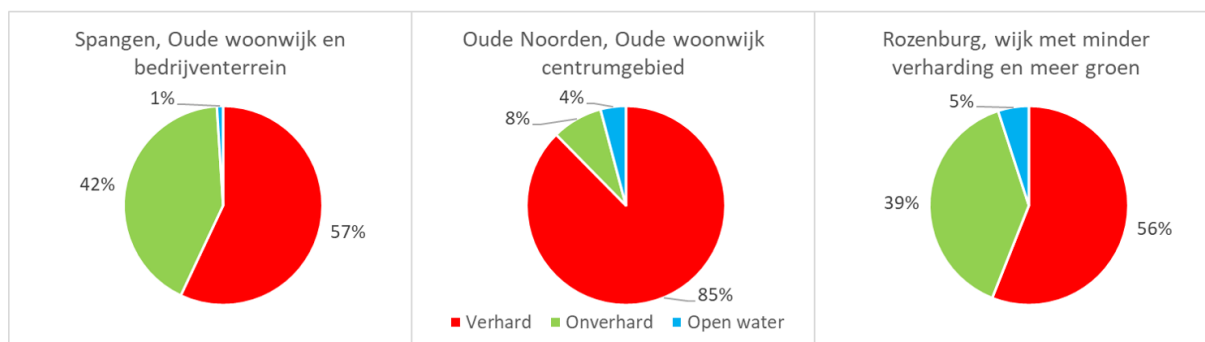
Polder Spangen is een voorbeeld van een oude wijk met een industrieel gebied. Het gebied heeft gemengde riolering en een overstortbemaling. Ongeveer 57% van het gebied is verhard, 42% bestaat uit onverhard oppervlak en slechts 1% is open water. Het watersysteem is verdeeld in vier peilgebieden, waarvan er één afwatert op het gemengde riool. De andere drie peilgebieden zijn onderling verbonden met lange duikers en worden bemalen met een klein poldergemaal. Het potentieel voor afkoppelen in dit gebied is groot, vanwege het relatief lage aantal huisaansluitingen en de beschikbare ruimte voor de aanleg van een apart hemelwaterriool. De afkoppelambitie voor 2050 in dit gebied is daarom ingeschaald op 92%.

### ***Oude Noorden, oude woonwijk centrumgebied***

Het Oude Noorden is een dicht stedelijk gebied met gemengde riolering. Ongeveer 88% van het gebied is verhard, 8% onverhard en 4% is open water. Het gebied heeft een eenvoudig watersysteem van één peilgebied en één watergang met een drooglegging van een meter. Het overtollige water wordt afgevoerd via een oppervlaktewatergemaal. De capaciteit van het rioolgemaal is ongeveer zestien keer groter dan die van het poldergemaal. In de wijk is beperkte ruimte voor een hemelwaterstelsel. Daarom is de afkoppelambitie in dit gebied kleiner dan voor Spangen, namelijk 44%.

### ***Rozenburg, woonwijk met minder verharding en meer water en groen***

Rozenburg is een stedelijk gebied met relatief veel groen en een gemengde riolering. Ongeveer 56% van het gebied is verhard, 39% onverhard en 5% is open water. Het watersysteem bestaat uit acht peilgebieden, gescheiden door stuwen. Het oppervlaktewatergemaal heeft een grotere capaciteit dan het rioolgemaal. De afkoppelambitie voor 2050 in dit gebied is 71%.



Afbeelding 2. Open water, verhard en onverhard oppervlak per deelgebied

## Werkwijze

Het project is uitgevoerd in vier fases:

**Fase 1: modelbouw.** De ontvangen oppervlaktewatermodellen van de waterschappen en rioleringsmodellen van de gemeente zijn gecombineerd, gecontroleerd en geoptimaliseerd. Hierbij zijn verbeteringen doorgevoerd aan de koppeling tussen de riolering en het oppervlaktewater en is de maaiveldberging vanuit het oppervlaktewater toegevoegd.

**Fase 2: validatie.** Bij de validatie is gebruik gemaakt van twee statistische buien; Bui10 en de T=100-composiet van RIONED [4]. Bij bui10 zou de riolering vol moeten staan en de overstorten in werking moeten treden. Hiermee kunnen de debieten door overstorten gevalideerd worden. De resultaten voor T=100 en bui10 van de samengestelde modellen zijn vergeleken met de resultaten van de oorspronkelijke poldermodellen. Vervolgens zijn de modellen op details aangepast om de modelresultaten met elkaar in lijn te brengen.

**Fase 3: doorrekenen afkoppelambitie.** Na de validatie van de modellen is de huidige situatie doorgerekend met twee composietbuien, de buien T=0,5 en T=10 bui van RIONED. Met deze buien wordt zichtbaar of het totale watersysteem (riolering en oppervlaktewater) kwetsbaar is voor kleine en/of grotere buien. Daarnaast wordt het gedrag van het systeem zichtbaar; stroomt het water terug naar de riolering of blijven de verschillende systemen gescheiden?

Naast de composietbuien T=0,5 en T=10 is een historische neerslagreeks doorgerekend, zoals beschikbaar gesteld door STOWA. Deze neerslagreeks loopt van 1906 tot 2014 en is gecorrigeerd voor klimaatverandering. Op basis hiervan zijn maatgevende waterstanden berekend die eenmaal per 10, 25, 50 en 100 jaar voorkomen.

Vervolgens is voor de drie gebieden het effect van de afkoppelambitie berekend, om zo meer inzicht te krijgen in de geplande situatie. Het gaat dan om het afkoppelen van verhard oppervlak naar het oppervlaktewater en de geplande vermindering in de pompovertcapaciteit (POC) en de overstortbemaling (OB). De POC is het deel van de capaciteit van de rioolpomp naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI) wat beschikbaar is voor de afvoer van ingezamelde neerslag in het riool. Doordat het aangesloten verhard oppervlak wordt verminderd, blijft de relatieve POC (in mm/u) gelijk en wordt alleen de absolute POC in waarde naar beneden bijgesteld zodat de afvoer naar de AWZI wordt verminderd. Al het regenwater dat niet afgevoerd kan worden via de rioolpomp, wordt met de OB afgevoerd richting het buitenwater of overgestort in de singels.

De door de modellen berekende waterstanden zijn vergeleken met de maximale waterstanden in de huidige situatie (fase 2).

## Werkwijze

Het project is uitgevoerd in vier fases:

**Fase 1: modelbouw.** De ontvangen oppervlaktewatermodellen van de waterschappen en rioleringsmodellen van de gemeente zijn gecombineerd, gecontroleerd en geoptimaliseerd. Hierbij zijn verbeteringen doorgevoerd aan de koppeling tussen de riolering en het oppervlaktewater en is de maaiveldberging vanuit het oppervlaktewater toegevoegd.

**Fase 2: validatie.** Bij de validatie is gebruik gemaakt van twee statistische buien; Bui10 en de T=100-composiet van RIONED [4]. Bij bui10 zou de riolering vol moeten staan en de overstorten in werking moeten treden. Hiermee kunnen de debieten door overstorten gevalideerd worden. De resultaten voor T=100 en bui10 van de samengestelde modellen zijn vergeleken met de resultaten van de oorspronkelijke poldermodellen. Vervolgens zijn de modellen op details aangepast om de modelresultaten met elkaar in lijn te brengen.

**Fase 3: doorrekenen afkoppelambitie.** Na de validatie van de modellen is de huidige situatie doorgerekend met twee composietbuien, de buien T=0,5 en T=10 bui van RIONED. Met deze buien wordt zichtbaar of het totale watersysteem (riolering en oppervlaktewater) kwetsbaar is voor kleine en/of grotere buien. Daarnaast wordt het gedrag van het systeem zichtbaar; stroomt het water terug naar de riolering of blijven de verschillende systemen gescheiden?

Naast de composietbuien T=0,5 en T=10 is een historische neerslagreeks doorgerekend, zoals beschikbaar gesteld door STOWA. Deze neerslagreeks loopt van 1906 tot 2014 en is gecorrigeerd voor klimaatverandering. Op basis hiervan zijn maatgevende waterstanden berekend die eenmaal per 10, 25, 50 en 100 jaar voorkomen.

Vervolgens is voor de drie gebieden het effect van de afkoppelambitie berekend, om zo meer inzicht te krijgen in de geplande situatie. Het gaat dan om het afkoppelen van verhard oppervlak naar het oppervlaktewater en de geplande vermindering in de pompovertcapaciteit (POC) en de overstortbemaling (OB). De POC is het deel van de capaciteit van de rioolpomp naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI) wat beschikbaar is voor de afvoer van ingezamelde neerslag in het riool. Doordat het aangesloten verhard oppervlak wordt verminderd, blijft de relatieve POC (in mm/u) gelijk en wordt alleen de absolute POC in waarde naar beneden bijgesteld zodat de afvoer naar de AWZI wordt verminderd. Al het regenwater dat niet afgevoerd kan worden via de rioolpomp, wordt met de OB afgevoerd richting het buitenwater of overgestort in de singels.

De door de modellen berekende waterstanden zijn vergeleken met de maximale waterstanden in de huidige situatie (fase 2).

### ***Maatregel 2a: herstellen bemalingscapaciteit vanuit oppervlaktewater***

Om de totale pompcapaciteit in het gebied gelijk te houden en het afgekoppelde water goed te kunnen bemalen, zijn de verminderde POC en OB teruggeplaatst bij het poldergemaal. De T=0,5, T=10 en de neerslagreeks zijn met deze maatregelen doorgerekend. De resultaten laten zien in welk type gebied deze maatregel het meest effectief is en bij welke neerslaggebeurtenis dit het meeste effect heeft.

### ***Maatregelen 2b: gebiedspecifieke maatregelen***

Met maatregel 2a is inzichtelijk gemaakt wat het effect is van het terugplaatsen van pompcapaciteit in het poldergemaal. Maatregel 2a is niet altijd de meest effectieve maatregel voor elk gebied; er zijn ook andere mogelijke maatregelen die verkend kunnen worden. De hydrologische en stedelijke

eigenschappen van een gebied hebben invloed op welke maatregelen het meest effectief en haalbaar zijn.

Met de specialisten van het projectteam voor de regionale studie van Alliantie Waterkracht zijn per gebied maatregelen 2b ingeschat. Dit zijn de meest kansrijke maatregeltypes per deelgebied. Hierbij is gekeken naar de gebiedspecifieke knelpunten en de inpasbaarheid. De omvang van de maatregel is vervolgens iteratief aangepast om de knelpunten grotendeels op te lossen. In de volgende paragrafen worden de maatregelen 2b per deelgebied besproken.

### **Maatregelen voor wijken vergelijkbaar met Spangen**

Bij wijken met weinig water, veel verharding en beperkt hydraulisch verbonden peilvakken kunnen aanzienlijke peilstijgingen ontstaan door het rechtstreeks afkoppelen. Doordat deze peilvakken slecht hydraulisch met elkaar verbonden zijn, wordt het water niet gelijkmatig verdeeld over het hele gebied en is de toestroom naar het gemaal beperkt. Hierdoor is de afvoer ook ongelijkmatig verdeeld. De mitigerende maatregelen voor gebieden als Spangen zijn vooral op deze kenmerken gebaseerd. In het model van Spangen is daarom per peilgebied een pomp geplaatst om het oppervlaktewater direct naar het buitenwater te kunnen pompen.

### **Maatregelen voor wijken vergelijkbaar met Oude Noorden**

Gebieden zoals het Oude Noorden hebben een stedelijk gebied met een goed hydraulisch (zonder hydraulische knelpunten) verbonden watersysteem. Een andere manier om de effecten van afkoppelen te mitigeren in gebieden met veel verharding is door het water vertraagd af te voeren via waterbergende pleinen. Het Oude Noorden bevat een aantal kansrijke locaties waarin eventueel water geborgen zou kunnen worden.

### **Maatregelen voor wijken vergelijkbaar met Rozenburg**

Gebieden met een tuindorpkarakter, zoals Rozenburg, hebben over het algemeen veel onverhard oppervlak. Hierdoor kan er meer water infiltreren en is het afvoerproces langzamer, waardoor het oppervlaktewatersysteem minder te verwerken heeft. Vergeleken met andere onderzochte systemen is het oppervlaktewatersysteem relatief robuust; er is relatief veel wateroppervlak, een groot poldergemaal en peilgebieden die het water verdelen. Het afkoppelen zorgt zonder maatregelen echter nog wel voor peilstijging. Om deze peilstijging te mitigeren, is hier gekozen voor het graven van extra open water. Het gebied heeft relatief weinig verhard oppervlak en biedt hier daarom veel ruimte voor. De hoeveelheid te graven open water voor deze maatregel is berekend aan de hand van de resultaten van de neerslagreeks.

De beschreven werkwijze biedt inzicht in de relatieve verschillen tussen de gebieden en de maatregelscenario's. De absolute getallen worden verder niet gebruikt, omdat de modellen niet zijn gekalibreerd.

## **Resultaten**

In de polder Spangen varieert het afkoppелеffect in de verschillende peilgebieden sterk. Dit wordt beïnvloed door factoren als de verhouding tussen open water en afgekoppeld oppervlak, en de hydraulische verbinding met het oppervlaktewatergemaal. Het afkoppелеffect is het grootst in peilgebieden waar relatief veel oppervlak wordt afgekoppeld en waar geen directe verbinding is met

het oppervlaktewatergemaal. Het afkoppel­effect kan verminderd worden door een evenredige afvoer van het afgekoppelde oppervlak naar de verschillende peilgebieden, door de optimalisatie van de rioleringsbuizen.

Bij de maatregel waar de verloren rioolpompcapaciteit wordt teruggeplaatst naar het oppervlaktewatergemaal, vermindert het afkoppel­effect aanzienlijk, vooral in de peilgebieden die goed verbonden zijn met het oppervlaktewatergemaal. Bij een maatregel waarbij waterberging wordt toegevoegd, wordt het afkoppel­effect in alle peilgebieden bijna volledig gemitigeerd.

In het Oude Noorden is het afkoppel­effect beperkt, zowel bij kleinere buien als bij de waterstand van eens in de 100 jaar. De overstortdrempels in het gebied zorgen ervoor dat het riool meer regenwater kan vasthouden dan dat in de polder Spangen, waardoor de rioolberging beter benut wordt bij buien met een herhalingstijd van eens in de tien jaar. Dit resulteert in een kleiner afkoppel­effect.

De maatregel waar de verloren rioolpompcapaciteit wordt teruggeplaatst naar het oppervlaktewatergemaal, mitigeert het negatieve afkoppel­effect volledig. Een maatregel waarbij waterbergende pleinen worden toegevoegd, heeft een beperkte impact op het afkoppel­effect met een herhalingstijd van eens in de honderd jaar, maar vermindert de afkoppel­effecten significant bij frequentere buien.

In Rozenburg is het afkoppel­effect beperkt en varieert het afhankelijk van het peilgebied. Bij hevige neerslag wordt het hemelwater in het gebied verspreid over een groot open wateroppervlak, wat resulteert in geringe peilstijgingen ten opzichte van de huidige situatie. De maatregel waarbij de verloren rioolpompcapaciteit wordt teruggeplaatst naar het oppervlaktewatergemaal, vermindert het afkoppel­effect in de peilgebieden rondom het oppervlaktewatergemaal. Een maatregel waarbij 4200 m<sup>3</sup> waterberging wordt toegevoegd in de vorm van waterpleinen, compenseert deels het afkoppel­effect bij een herhalingstijd van eens in de honderd jaar, maar is niet voldoende om het afkoppel­effect bij minder frequente buien te mitigeren.

## **Conclusies**

Uit het onderzoek blijkt dat het afkoppelen van hemelwater in stedelijke gebieden in een polder veel effect kan hebben op het oppervlaktewatersysteem. Afkoppelen kan bij hevige neerslag leiden tot aanzienlijke waterstandsstijgingen, waardoor het risico op lokale wateroverlast vanuit het watersysteem toeneemt. Verschillende risicofactoren spelen hierbij een cruciale rol, zoals het functioneren van het huidige watersysteem. Als het watersysteem bij hevige neerslag al zwaar belast wordt, kan afkoppelen van het hemelwater naar het oppervlaktewater die belasting verder vergroten. Die extra belasting is vooral groot als er geen extra pompcapaciteit wordt bijgeplaatst en de pompovercapaciteit wordt verminderd.

Andere risico's ontstaan bij hellende rioleringsgebieden, die beperkte terugstroom in de riolering veroorzaken, en de rol van berging op oevers en in groen bij het opvangen van overtollig water. Compartimentering (gebied met meerdere peilvakken) van het watersysteem blijkt ook van belang te zijn, aangezien dit kan leiden tot hogere waterstandspieken op verschillende tijdstippen tijdens hevige regenbuien.

Daarnaast wordt benadrukt dat in sterk verharde gebieden met weinig oppervlaktewater grootschalige aanpassingen (grote gebieden ontharden, plaatsen van extra pompcapaciteit en/of het graven van extra open water) in het watersysteem nodig zijn om de negatieve effecten van afkoppelen te mitigeren.

Uit het onderzoek blijkt dat het van cruciaal belang is om afkoppeling zorgvuldig te plannen op basis van gebiedspecifieke risicofactoren om wateroverlast te voorkomen. Dit benadrukt het belang van een gedegen en gebiedspecifieke aanpak om de impact van grootschalig afkoppelen op het watersysteem te beoordelen en te beheersen in West-Nederland.

### **Vervolg**

Deze studie biedt gemeenten en waterschappen meer inzicht in de impact van grootschalig afkoppelen op de piekwaterstanden. Mede hiermee stellen de partners van Alliantie Waterkracht nieuw beleid op, zodat een betere afweging kan worden gemaakt bij afkoppelen.

Er worden sessies gehouden om gebiedspecifiek naar de gewenste afkoppelmaatregelen te kijken. Hierbij worden niet alleen de nadelen maar ook de voordelen en de belangen meegenomen. Het doel is gezamenlijk tot Rotterdam/Capelle-brede uitgangspunten te komen die partijen in hun beleidsplannen kunnen opnemen, zodat het afkoppelen niet meer bij ieder afzonderlijk project tot discussie hoeft te leiden.

Dank gaat uit naar het projectteam van de regionale studie van Alliantie Waterkracht voor hun waardevolle bijdrage aan het onderzoek en het schrijven van dit artikel.

Alliantie Waterkracht is hard bezig met een eigen website. Vooralsnog zijn de rapporten alleen bij de deelnemers van de alliantie opvraagbaar.

### **Referenties**

1. Arcadis (2024). *Afkoppeleffect Rotterdam en Capelle aan den IJssel. Het effect van afkoppelen op het oppervlaktewatersysteem*. In opdracht van Alliantie Waterkracht.
2. Rotterdamse Samenwerking in de Afvalwaterketen (2023). *Alliantie Waterkracht, regionale studie 2016-2023*.
3. Stichting RIONED (2014). *Ervaringen met de aanpak van regenwateroverlast in bebouwd gebied. Voorbeelden en ontwikkelingen anno 2014*.
4. Stichting RIONED (2020). *Standaard composietbuizen voor Nederland*. Laatst geactualiseerd Juli 2020