



DE POTENTIE VAN RAINLEVELR

DEELT
COM
DOS
ER

Opsteller:	Bureau Water DelftComposer
Opdrachtgever:	Hoogheemraadschap van Delfland, Hugo Vreugdenhil, Carl Paauwe
Status:	Definitief concept
Auteurs:	Elgard van Leeuwen, Saskia Jouwersma
Ontwerp omslag:	Louise Klingen, Vinluo.com
Datum:	8 mei 2026

Kort door de bocht

Bij zware buien veroorzaken de overstortingen van waterbassins grote piekbelastingen. Hierdoor kunnen waterstanden sterk stijgen en kassen of percelen onderlopen. Door klimaatverandering neemt dit risico verder toe. Het onderzoek laat zien dat Rainlevelr veel potentie heeft om deze risico's te verminderen. Met ongeveer 25 mm vrije ruimte in bassins kan de impact van extreme neerslag al aanzienlijk worden verminderd en kunnen klimaateffecten al deels worden gecompenseerd.

Rainlevelr komt in 2 smaken: capacitair en operationeel. Rainlevelr-capacitair gaat over structureel vrije ruimte aanhouden in bassins als onderdeel van de dagelijkse bedrijfsvoering. Super effectief. Rainlevelr-operationeel kan dan daarbovenop anticiperen op specifieke buien. Samen kunnen ze bovendien de 'spontane vrije ruimte' die altijd wel op locaties beschikbaar is maximaal uitnuttigen. Het is belangrijk om nu al na te denken over hoe we de spontane ruimte, die 'achter de schermen' waarschijnlijk al een zeer positieve invloed heeft, in de toekomst kunnen behouden of vergroten.

De effectiviteit van Rainlevelr hangt vooral af van de doorvoercapaciteit van watergangen, duikers, gemalen en stuwen. Wanneer die op orde is gaat het in glastuinbouwgebieden vooral om slim sturen van piekafvoeren. Wanneer die niet op orde is kan Rainlevelr worden ingezet om de kwetsbare locaties te ontzien. Niet extra openwateroppervlak, maar betere doorstroming, regelbare stuwen, realtime informatie en samenwerking tussen waterbeheerder en telers zijn daarbij cruciaal.

Wat te doen? 1) Eerst informatie uitbreiden en verbeteren op het gebied van actuele bassinvullingen, waterstanden, lozingen en neerslagverwachtingen. 2) Daarna met die informatie sturingsregels ontwikkelen om te bepalen wanneer, waar en hoeveel bassinwater veilig kan worden geloosd, hoe voormalen moet worden ingezet en hoe beschikbare ruimte in bassins optimaal over een gebied kan worden verdeeld.

Zo kan Rainlevelr verder worden geïntegreerd in het dagelijkse beheer en de inrichting van glastuinbouwgebieden. De kaart in het rapport geeft aan welke gebieden de grootste potentie hebben.

Rapport in het kort	Error! Bookmark not defined.
1. Inleiding.....	5
1.1 Onderzoeksvragen	5
1.2 Scope van de studie.....	5
1.3 Leeswijzer	6
2. Het concept Rainlevelr	7
2.1 Wat is Rainlevelr?	7
2.2 De kracht van vrijwilligheid	7
2.3 Rainlevelr acties van Delfland	7
2.4 Acties van telers en Delfland	8
2.5 Wat valt er onder Rainlevelr?	8
3. Hydrologie van een kassengebied	9
3.1 Dynamiek kassengebied	9
3.2 Sponswerking door piekafvoermanagement.....	10
4. Hoe belast een kas het watersysteem?	11
4.1 Van kasdek naar open water.....	11
4.2 Belasting van het open water door de overstorten.....	12
4.3 Ruimtelijke spreiding versus concentratie van overstorten	12
4.4 Seizoenspatronen in bassinvulling	14
4.5 Belasting vanuit de regelklep	14
5. De potentie van Rainlevelr	16
5.1 Opbouw hoofdstuk	16
5.2 De werking van Rainlevelr	16
5.2.1 Procesmodel	16
5.2.2 Impact 48 mm bui zonder Rainlevelr	18
5.2.3 Impactreductie door inzet Rainlevelr-operationeel	19
5.3 Compenserend effect van Rainlevelr-operationeel op neerslagtoename	20
5.3.1 Maximale waterstanden	21
5.3.2 Overschrijdingsduur bij 3 buien mét en zónder Rainlevelr	22
5.4 Het effect van ruimte in bassins.....	23
5.4.1 Buireducerende effect van ruimte in bassins	23
5.4.2 Maximale waterstanden	23
5.5 Wat beperkt de potentie?	25
5.5.1 Beperkingen vanuit het watersysteem	25
5.5.2 Beperkingen vanuit de glastuinbouwbedrijven en het gebied	25
5.6 Rainlevelr optimaal inzetten	26
5.6.1 Rainlevelr gebiedsgericht gebruiken	26
5.7 Effect van meer open water vs Rainlevelr.....	27
5.7.1 Waterberging in kassengebieden.....	27
5.7.2 Effect van extra open water vs Rainlevelr	27
6. Verzilveren van de potentie	29
6.1 Opbouw van dit hoofdstuk	29

6.2	Technische potentie en relevantie	29
6.3	Gebiedskenmerken en Rainlevelr potentie	30
6.4	Potentiekaart.....	31
6.5	Handelingsperspectief: Focus op gewenst systeemgedrag	32
6.5.1	Piekafvoersysteem	32
6.6	Rainlevelr in positie bengen	33
6.6.1	Verbetering operationele condities.....	33
6.6.2	Verbetering systeemcondities.....	33
6.7	Gebiedsgerichte toepassing van Rainlevelr	34
6.8	Rainlevelr in gebiedsprocessen	35
6.8.1	Toekomstbestendige Wateroverlastplannen	35
6.8.2	Dialogo met telers	35
7.	Samenvatting met conclusies.....	36
7.1	Kassengebieden hebben een piekafvoer karakter	36
7.2	Kassengebieden hebben vaak een beperkte doorvoercapaciteit.....	36
7.3	Rainlevelr: initiatief van telers	36
7.4	Rainlevelr werkt, maar hoe goed?	36
7.5	Verschillende type ‘ruimte’ in bassins	36
7.5.1	Rainlevelr-operationeel: de vliegende keep.....	37
7.5.2	Rainlevelr-capacitair: liefst integreren in bedrijfsvoering	37
7.5.3	‘Spontane’ opvangcapaciteit: een te koesteren fenomeen.....	37
7.6	Potentie van Rainlevelr als concept	38
7.6.1	“bui-reductie” effect van Rainlevelr	38
7.6.2	Maatwerk op gebiedsniveau mogelijk	38
7.6.3	Geïntegreerde sturing	38
7.6.4	Onderzoek naar spontane ruimte noodzakelijk	39
7.6.5	Betrokkenheid telers blijft essentieel	39
7.7	Potentie van Rainlevelr volgend uit het neerslag-afvoer karakter van kassengebieden	39
7.7.1	Een kassengebied is hydrologisch bijzonder	39
7.7.2	Sponswerking via piekafvoer management	39
7.7.3	Focus op doorvoercapaciteit	39
7.7.4	Hoe meer marge, hoe meer ruimte voor Rainlevelr	39
7.7.5	Rainlevelr versus meer open water	39
7.7.6	Uitbreiding open water? Check de locatie en kijk vooral benedenstooms	40
7.8	Handelingsperspectief en advies	40
7.8.1	Informatievoorziening als basis	40
7.8.2	Actueel gebiedsdekkend overzicht bassinvulling ontwikkelen	40
7.8.3	Sturing ontwikkelen en organiseren (Real Time Control systeem)	40
7.8.4	Van model naar praktijk: pilots en testen	41
7.8.5	Werven en vergroten van deelname.....	41
7.8.6	Communicatie richting de sector	41
7.8.7	Naar een integrale visie op het glastuinbouwgebied	41
7.8.8	Rainlevelr in gebiedsprocessen.....	41
Bijlage 1:	Mogelijke instellingen procesmodel.....	43
Bijlage 2:	Neerslaghoeveelheid bij verschillende herhalingstijden	44
Bijlage 3:	Inventarisatie kennis en ervaring Rainlevelr bij Delfland	45

1. Inleiding

In de Lange Termijn Strategie Wateroverlast beschrijft Delfland hoe de weerbaarheid van het gebied tegen wateroverlast op de lange termijn kan worden versterkt, met het oog op zwaardere neerslag door klimaatverandering.

De kern van de strategie is dat niet alleen wordt gekeken naar de capaciteit en werking van het watersysteem (de kerntaak van Delfland), maar ook naar de belasting van het watersysteem vanuit de verschillende deelgebieden (glas, gras en stad). De manier waarop (zware) neerslag in het gebied wordt opgevangen en afgevoerd richting het watersysteem, bepaalt namelijk in grote mate de piekwaterstanden en daarmee het risico op wateroverlast.

Delfland wil daarbij bewust aansluiten bij initiatieven van andere partijen in het gebied die hieraan bijdragen. Dit is belangrijk om wateroverlastmaatregelen maatschappelijk zo effectief mogelijk in te zetten. Binnen het glastuinbouwgebied past Rainlevelr hier goed bij. Het initiatief komt vanuit de glastuinbouwsector en draagt bij aan het verminderen van wateroverlast.

Sinds 2017 is Rainlevelr onderdeel van het reguliere beleid van Delfland en wordt het actief toegepast. Door de groei van het aantal deelnemers en het perspectief op verdere groei, is het zinvol om de potentie van Rainlevelr als maatregel tegen wateroverlast goed in beeld te brengen.

1.1 Onderzoeksvragen

De centrale vragen van deze studie zijn:

1. In welke orde van grootte kan Rainlevelr bijdragen aan het verminderen van wateroverlastrisico's in glastuinbouwgebieden?
Welke factoren en omstandigheden spelen hierbij een rol?
En hoe verhoudt deze bijdrage zich tot andere typen maatregelen, met name de uitbreiding van het open water percentage?
2. Hoe kunnen we deze potentie maximaliseren en welk handelingsperspectief past daarbij?
Hierbij gaat het ook om een vertaling naar een gebiedsgerichte aanpak, zoals het prioriteren van inzet en de vraag hoe Rainlevelr kan worden opgenomen in de Toekomstbestendige Wateroverlastplannen (TWP's), die worden opgesteld binnen de Lange Termijn Strategie Wateroverlast.

1.2 Scope van de studie

De studie heeft betrekking op het gehele glastuinbouwgebied van Delfland en op de gebieden die effect ondervinden van de belasting van het watersysteem door de glastuinbouw (en dus kunnen profiteren van Rainlevelr). Het interessegebied bestaat uit het Westland en het Oostland. Binnen het Westland wordt onderscheid gemaakt tussen polders (opmalende en bemalen polders) en boezemland, dat via kleinere watergangen onder vrij verval afwatert naar de primaire boezemkanalen.

Deze studie richt zich op de potentie van Rainlevelr en de factoren die hier fysiek op van invloed zijn. We noemen dat hier de 'technische potentie'. Factoren die te maken hebben met draagvlak binnen de glastuinbouwsector blijven buiten beschouwing. Niet omdat ze niet belangrijk zijn, maar omdat de betrokken partijen binnen het samenwerkingsverband Rainlevelr zich al bewust zijn van het belang. Gebrek aan draagvlak zal de technische potentie niet direct beperken.

Het is nu vooral nodig om de technische potentie goed te onderbouwen, zodat:

- Delfland als uitvoerende partij op korte termijn scherper beleid kan voeren en middelen (menskracht en financiën) gericht kan inzetten;

- De samenwerkende partijen binnen Rainlevelr een gedeeld beeld krijgen van de voorwaarden voor een optimale inzet van Rainlevelr en van het effect van verschillende maatregelen. Dit helpt om op beleids- en gebiedsniveau beter met elkaar in gesprek te gaan.

1.3 Leeswijzer

Dit rapport beschrijft de potentie van Rainlevelr als maatregel tegen wateroverlast in glastuinbouwgebieden en hoe deze potentie kan worden benut.

In hoofdstuk 1 wordt het kader van de studie geschetst, inclusief de onderzoeksvragen en de scope.

Hoofdstuk 2, 3 en 4 beschrijven het concept Rainlevelr, de bijzondere hydrologie van een kassengebied en de manier waarop kassen en bassins het watersysteem belasten.

In hoofdstuk 5 wordt met behulp van een procesmodel geanalyseerd welke factoren de potentie van Rainlevelr bepalen en begrenzen. Daarbij wordt gekeken naar zowel gebiedskenmerken als operationele aspecten.

Hoofdstuk 5 beschrijft de potentie van Rainlevelr en plaatst deze potentie in perspectief door het effect van Rainlevelr te onderzoeken bij een toename van neerslag (klimaatsscenario's).

In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op het verzilveren van die potentie in gebieden en wat daarvoor nodig is. Hier wordt onderscheid gemaakt tussen de technische potentie van Rainlevelr en de relevantie in een gebied (waar levert inzet het meeste op?). Dit hoofdstuk bevat ook de gebiedstypering die weer de basis vormt voor het handelingperspectief inclusief aanbevelingen voor systeemgedrag, en toepassingen in lopende processen zoals de Toekomstbestendige Wateroverlastplannen.

In hoofdstuk 7 worden de belangrijkste conclusies en aanbevelingen samengevat.

2. Het concept Rainlevelr

In dit hoofdstuk leggen we uit hoe Rainlevelr nu werkt en wordt geïmplementeerd binnen Delfland en wat we in dit rapport precies onder Rainlevelr verstaan.

2.1 Wat is Rainlevelr?

Rainlevelr is het samenwerkingsverband van glastelers en Delfland waarbinnen naast het watersysteem ook hemelwaterbassins en silo's worden ingezet om het risico op wateroverlast te beperken. Gericht inzetten betekent dat glastelers via lozing ruimte vrijmaken in het bassin zodat overstorten vanuit het bassin op het watersysteem tijdens de bui worden voorkomen of verminderd. Delfland maakt in het watersysteem extra ruimte vrij via voormalen. Zo kan het geloosde bassinwater tijdig uit het gebied worden afgevoerd. De extra ruimte voorafgaand aan een bui zorgt ervoor dat het watersysteem tijdens de bui minder zwaar wordt belast. Waterstanden lopen dan minder hoog op en het risico op wateroverlast daalt. Rainlevelr gaat dus in beginsel om de combinatie van eerder afvoeren en lozen.

Het regelen van extra ruimte in bassins is als technisch concept bedacht door glastelers na de wateroverlast van 1998 en voorgesteld aan Delfland als bijdrage van de glastuinbouwsector aan vermindering van het risico op wateroverlast. Sinds 2017 is het na een periode van pilots regulier beleid van Delfland geworden.

Een belangrijke factor voor alle partijen om in te zetten op Rainlevelr is de grote druk op de ruimte binnen Delfland. De maatschappelijke winst van Rainlevelr volgt uit het creëren van ruimte in het bestaande watersysteem en de bestaande bedrijfsinfrastructuur. De maatregel vergt daardoor geen extra oppervlaktebeslag. Dit in tegenstelling tot de vergroting van het open wateroppervlak. In het dichtbebouwde gebied van Delfland is dit van groot belang. Hiermee blijft productieareaal behouden.

2.2 De kracht van vrijwilligheid

Belangrijk is om te vermelden dat deelname aan Rainlevelr vrijwillig is, hierdoor kan het concept compact en effectief worden uitgerold en blijft het herkenbaar de bijdrage van de sector aan vermindering van het risico op wateroverlast. De risico's van Rainlevelr voor de teler zijn helder: de teler draagt het risico op onvoldoende aanvulling van bassinwater als de bui niet valt. Daar staat duidelijk tegenover het belang van minder kans op wateroverlast in het gebied. De extra ruimte bevindt zich buiten het watersysteem. Dat is ruimte die ontstaat zonder grote investeringen in het watersysteem. Als dat winst genoemd mag worden voor Delfland staat daar tegenover dat de beschikbaarheid van de extra ruimte niet gegarandeerd is, zoals bij meer openwateroppervlak.

De ervaringen laten zien dat de meeste telers op een deelnameverzoek van Delfland positief reageren en dat de verwachting is dat dit bij een verbeterde notificatieservice (communiceren van het verzoek van Delfland aan deelnemers) nog verder zal toenemen.

2.3 Rainlevelr acties van Delfland

Delfland initieert de uitvoering van Rainlevelr via:

- een actief wervingsbeleid;
- specificatie en financiering van de benodigde technische voorzieningen op het bedrijf (zoals een regelklep om water te kunnen lozen uit het bassin), en
- actief communiceren van de gewenste extra ruimte.

Sinds 2025 is Delfland onder de noemer 'Regie op Retentie' gestart met het automatiseren van processen. Dit omvat onder meer het gebruik van telersdata voor het peilbeheer, het nauwkeuriger bepalen van de gewenste opvangcapaciteit en het inrichten van communicatie en notificaties richting telers.

2.4 Acties van telers en Delfland

De acties van de telers zijn gericht op het creëren van ruimte in de bassins. Dat kan op verschillende manieren als we kijken naar doelgerichtheid en timing:

1. Ruimte maken met het oog op naderende neerslag. Dan wordt extra ruimte gemaakt voor een bui. Dat kan dus zijn enkele uren voor een bui (strakke afvoertiming) of veel eerder, bijvoorbeeld 12 uur voorafgaand aan een bui (slappe afvoertiming). Deze vorm van ruimte creëren noemen we hier 'Rainlevelr-operationeel'.
2. Structureel ruimte in de bassins houden met het oog op het verminderen van wateroverlast; Dat kan ruimte zijn die ten alle tijden wordt gereserveerd of ruimte die in bepaalde perioden beschikbaar is, bijvoorbeeld in perioden waarin de watervraag van de teelt beperkt is of de kans op spoedige aanvulling van het bassin groot is. Deze vorm van ruimte creëren noemen we hier Rainlevelr-capacitair. Een voorbeeld van een teler die dit jaarrond toepast is tomatenteler Lans in Maasdijk waar in 2012 de pilot met dynamische inzet van gietwaterbassins is gestart.

De acties van Delfland om wateroverlast te beperken zijn gericht op het vooraf maken van ruimte in het watersysteem om zo hoge waterstanden tijdens neerslag te voorkomen. Dat ruimte maken in het watersysteem (het 'voormalen') wordt geïnitieerd op basis van het neerslagprotocol.

Dankzij het voormalen tijdens Rainlevelr-operationeel wordt niet alleen oppervlaktewater effectief afgevoerd maar ook bassinwater. Er ontstaat zo voorafgaand aan een bui ook extra ruimte buiten het watersysteem in het gebied.

Voor de strakke timing bij Rainlevelr-operationeel zijn in 2015 praktijkregels ontwikkeld die sindsdien niet zijn gewijzigd. Deze zijn gekoppeld aan het instellen van neerslagprotocol door Delfland. Voor het creëren en bewaken van structurele ruimte is behoefte aan een algemeen toepasbare set praktijkregels.

2.5 Wat valt er onder Rainlevelr?

In deze studie kijken we zoals gezegd naar de technische aspecten van Rainlevelr. Rainlevelr als concept omvat veel meer dan dat, namelijk het geheel van ideeën, acties, systemen en effecten die te maken hebben met het planmatig gebruiken van regenwaterbassins om wateroverlast te voorkomen of te verminderen. Binnen dit concept vallen de volgende onderdelen:

1. Het verzamelen van informatie over het watersysteem die nodig is om goede beslissingen te nemen.
2. Het organiseren en installeren van de benodigde techniek, zoals hardware en software voor de regeling en besturing van de processen.
3. Het ontwerpen en toepassen van regels voor de aansturing, zodat de lozing uit bassins via de regelklep tijdig plaatsvindt zodat er voldoende ruimte ontstaat voor de opvang van regenwater in de bassins.
4. Het gebruik van dashboards om de sturing en het proces te volgen en te controleren.
5. Het informeren van telers over de acties die op dat moment uitgevoerd moeten worden.
6. Communicatie naar telers over algemene maatregelen in hun dagelijkse werk die het waterbeheer verbeteren, zoals het vrijhouden van voldoende opslagruimte in grotere bassins, ook wanneer er geen directe regenverwachting is.
7. Onderzoek en ontwikkeling ter ondersteuning van langetermijnstrategieën om wateroverlast in het glastuinbouwgebied te beperken.
8. Het onderhouden van de samenwerking tussen de betrokken partijen en het contact houden met de deelnemers.

3. Hydrologie van een kassengebied

Hierboven hebben we toegelicht hoe Rainlevelr is opgezet en hebben we de werking op hoofdlijnen beschreven. Om de potentie als maatregel tegen wateroverlast te onderzoeken moeten we eerst de impact van glastuinbouw op het watersysteem scherper in beeld hebben.

3.1 Dynamiek kassengebied

Delfland is het waterschap met de meeste glastuinbouw binnen het beheergebied. Het gaat om ruim 3.600 ha, meer dan een derde van het Nederlandse glasareaal. Momenteel is circa 20 % van het glasareaal binnen Delfland aangesloten op Rainlevelr. Dit onderstreept het belang van dieper inzicht in de potentie van Rainlevelr en de mogelijke vergroting van de effectiviteit waar dat mogelijk is.

Het gebruiken van opvangcapaciteit in bassins om wateroverlast te beperken kan niet los worden gezien van het waterhuishoudkundig gedrag van een kassengebied als totaal dat zich onderscheidt van bijvoorbeeld grasland of stedelijk gebied. De belangrijkste karakteristieke verschillen zijn:

1. Mate van verharding
Het aandeel verhard oppervlak in kassengebieden is zeer groot en vergelijkbaar met dat in sterk verstedelijkte gebieden. Dit heeft directe gevolgen voor de neerslag-afvoer, omdat infiltratie en buffering in de bodem beperkt zijn.
2. Relatie tussen functie en watersysteem
De dominante functie (glastuinbouw) staat voor de meeste teelten los van de grond- en oppervlaktewaterdynamiek. Het open water heeft een beperkte drainerende of wateraanvoerende functie omdat neerslag wordt afgevangen. Bij teelten onder glas gebeurt de toevoer van water voor de teelt onder gecontroleerde omstandigheden die niet direct het gevolg zijn van de vochttoestand van de ondergrond. Waar in andere gebieden het watersysteem wordt ingericht om functies zoals landbouw, natuur of wonen te optimaliseren, is in kassengebieden de sturende rol van oppervlaktewater veel beperkter. De focus ligt niet op het realiseren (ondersteunen) van een bepaald gewenst grondwaterregime (een gewenste fluctuatie van grondwaterstanden), maar louter op het voorkomen van te hoge en te lage waterstanden.
3. Regenwater als grondstof
Regenwater wordt in principe opgevangen en vastgehouden in bassins en niet direct afgevoerd naar het riool of het oppervlaktewatersysteem. Het fungeert als grondstof voor gietwater in de teelt en voor andere bedrijfsprocessen. Water speelt daarmee een directe rol in de bedrijfsvoering, niet voor het realiseren van grondwaterstanden, maar het wordt opgevangen en opgeslagen als grondstof voor gietwater.
4. Schadefunctie
Een ander verschil met vollegrondsteelt is de relatie tussen waterstand en gewasschade. Schade ontstaat wanneer door te hoge waterstanden water de kas (of andere bedrijfsruimtes) binnendringt. De schade is sterk afhankelijk van de inrichting in de kas. Lokale maatregelen, zoals gevelbescherming rond kassen en drempels, vergroten deze onafhankelijkheid verder.
5. Schademechanisme
In kassengebieden ontstaat schade dominant door inundatie vanuit het open water. Dat is een verschil met akkerbouw waar schade doorgaans eerst ontstaat doordat water bij extreme neerslag op het land blijft staan en uiteindelijk pas in afstroom wordt beperkt door hoge oppervlaktewaterstanden. In kassengebieden wordt het water min of meer onafhankelijk van de openwaterstand afgevoerd naar het open water. Het schaderisico door inundatie is daardoor groter.
6. Situatie tijdens droge perioden
Tijdens droge perioden hoeft in vergelijking met andere agrarische functies zoals grasland of akkerbouw bij peilaanvulling vanuit het buitenwater geen rekening te worden gehouden met beregeningsvraag. Oppervlaktewater wordt in de glastuinbouw namelijk in steeds mindere mate gebruikt als gietwater.
7. Gevolgen voor de neerslag-afvoer

Als gevolg van de bovenstaande kenmerken heeft een kassengebied een fundamenteel andere neerslag-afvoer dynamiek dan grasland of stedelijk gebied:

- Neerslag wordt grotendeels opgevangen in bassins en komt (tijdens een bui) pas tot afstroming bij het overstorten uit bassins. Dit onderscheidt een kassengebied van een stedelijk gebied. Het watersysteem in glastuinbouwgebieden heeft daardoor primair een piekafvoerfunctie, in plaats van een rol in het ondersteunen van het grondwaterregime.
- Overstortingen veroorzaken een plotselinge en hoge piekbelasting op het oppervlaktewatersysteem, omdat er door het glas en de goten weinig afvoerdemping optreedt. Deze belasting tijdens de overstortingen is aanzienlijk groter dan de afvoerbelasting vanuit onverharde gebieden, waar water via de bodem vertraagd wordt afgevoerd. De belasting is ook groter dan die in stedelijk gebied waar een veel groter deel van de neerslag infiltreert in de bodem.

3.2 Sponswerking door piekafvoermanagement

Het openwatersysteem functioneert dus doorgaans in een relatief stagnante toestand met weinig afvoer, maar moet incidenteel in korte tijd grote volumes verwerken. Op die momenten gedraagt het watersysteem in kassengebieden zich in sterke mate als een piekafvoersysteem, in tegenstelling tot 'normale' gebieden waar het oppervlaktewaterregime primair het grondwaterregime ondersteunt en de dynamiek gelijkmatiger is. De neerslag-afvoer in kassengebieden kan dus worden gekarakteriseerd als:

- een primair door overstortingen gevoed afvoersysteem;
- met weinig demping en vertraging,
- en een sterk fluctuerende belasting van het oppervlaktewater

Rainlevelr introduceert via de bassinlozingen een extra dynamiek in dit systeem. De lozingen zijn qua intensiteit vergelijkbaar met overstorten. Het doel van deze 'naar voren gehaalde' piekbelasting op het watersysteem, is juist overstortingen te voorkomen of te verminderen. De lozingsbelasting onderscheidt zich dus voornamelijk van de overstorting doordat ze het gevolg is van menselijk handelen en qua debiet gereguleerd kan worden. De beleidswens van Delfland is grotere "sponswerking". Die wens kan zich in kassengebieden vertalen naar een uitgekiender piekafvoermanagement. De potentie van Rainlevelr is groot omdat ze juist dit kan ondersteunen.

4. Hoe belast een kas het watersysteem?

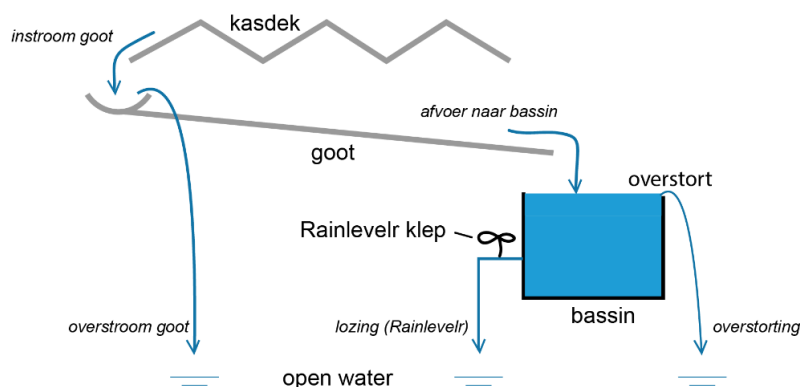
In dit hoofdstuk zoomen we verder in op de mechanismen waarlangs een kas het watersysteem belast en identificeren we de overstorting van bassins als belangrijkste watersysteembelasting in een kassengebied. We zoomen in op het verloop van de bassinvulling in de tijd, mede om de kans op seizoensgebonden en spontane opvangcapaciteit te kunnen inschatten. Ook kijken we naar de belasting van het open water door de lozing van bassinwater via de regelklep.

4.1 Van kasdek naar open water

Regenwater dat afstroomt van het kasdek loopt via een stelsel van goten en leidingen, onder vrij verval naar het hemelwaterbassin (of silo). Daar wordt het opgeslagen als basis voor gietwater voor de teelt en voor andere bedrijfsprocessen. Het regenwater kan via verschillende routes het open water bereiken:

- Via overlopende goten
Bij hele intensieve buien kan het stelsel van goten, standpijpen en leidingen dat het regenwater van het dak naar het bassin vervoert de aangevoerde neerslag niet aan: goten lopen over, water schiet langs de standpijp direct naar beneden en komt terecht in de sloot of loopt via het maaiveld richting de sloot.
Vele moderne bedrijven zijn in de afgelopen 20 jaar ontworpen op een capaciteit van 25 tot 35 mm per uur. Binnen de sector gaan geluiden op om deze ontwerpcapaciteit verder te verhogen met oog op vermindering van schade aan de voet van de kas. Een bijkomend voordeel is dat op jaarbasis meer water wordt afgevangen en naar het bassin wordt geleid.
Naarmate de ontwerpcapaciteit hoger wordt zal de frequentie van optreden van het hierboven beschreven mechanisme afnemen. Omgekeerd zal bij dergelijke buien meer water in het bassin terecht komen.
- Via overstorten
Het stelsel van goten, standpijpen en leidingen voert het regenwater naar het bassin alwaar het wordt opgeslagen. Het niveau in het bassin fluctueert naar gelang neerslag wordt toegevoerd en gietwater wordt onttrokken ten behoeve van de teelt.
Zodra het bassinniveau hoger wordt dan de rand van de laagste overstort stroomt water vanuit het bassin via de overstort naar het watersysteem. Dit gebeurt per definitie tijdens een bui. Alle bassins zijn (verplicht) voorzien van dergelijke overstorten.
- Via de regelklep
Bij een deelnemer aan Rainlevelr is er nog een derde route naar het open water namelijk via de Rainlevelr regelklep. De klep is aangelegd om het bassinniveau op een gecontroleerde wijze te verlagen in een bepaald tijdvak en op een vrij te kiezen moment.

Figuur 1 illustreert de verschillende mechanismen waarlangs een kas het watersysteem belast.



Figuur 1: Schematisch overzicht van de neerslag-afvoer van kassen richting bassins met overstort.

Rainlevelr als maatregel maakt gebruik van de mogelijkheid om via de sturing van de klep het overstorten zoveel mogelijk te beperken zonder daarbij het open water te sterk te belasten. Waarom juiste die overstort moet worden beperkt wordt beschreven in de volgende paragraaf.

4.2 Belasting van het open water door de overstorten

Hierboven hebben we de verschillende routes van de watersysteembelasting beschreven. Interessant is de vraag welk aandeel de afvoeren via deze routes hebben in het optreden van wateroverlast. Wat kunnen we hierover zeggen op basis van de metingen?

Uit praktijkmetingen weten we dat het typisch zo'n 5 á 10 minuten duurt (na de start van de bui) voordat de stroom van afstromend water richting het bassin op gang komt en het bassin zich begint te vullen. Wanneer er voldoende ruimte in het bassin aanwezig is wordt het bassin aangevuld en wordt er geen water overgestort op het open water. Een overstort start op het moment dat het niveau de onderkant van de laagste overstortbuis bereikt en stopt wanneer het weer tot onder dat niveau is gedaald.

Figuur 2 toont een typisch verloop van een overstortend bassin (tijdens een bui op 31 oktober 2023). Het bassin is aan het begin van de bui al vol (99%) en stort in 2 pieken over. De gemeten neerslag tijdens die bui op 2 verschillende naburige locaties (Oranjesluis en Boschpolder) is daaronder aangegeven (rode en blauwe lijn). De eerste piek bevat lokaal circa 5 mm neerslag, de tweede circa 7 mm. Bij de omvang van het betreffende bedrijf leidt dit tot overstortingen van respectievelijk ruim 450 m³ en 650 m³. Beide in ongeveer 45 minuten.

Qua afvoerpiek naar het open water gaat het dan om een debiet van circa 10 m³/min. Dat is in de orde van grootte van een lozing van een Rainlevelr klep (zie hieronder) of van een tijdelijke pompinstallatie (bijvoorbeeld een trekkerpomp), maar het kan dus nog hoger oplopen bij toenemende neerslagintensiteit, zeker als het transportstelsel ruim is gedimensioneerd.



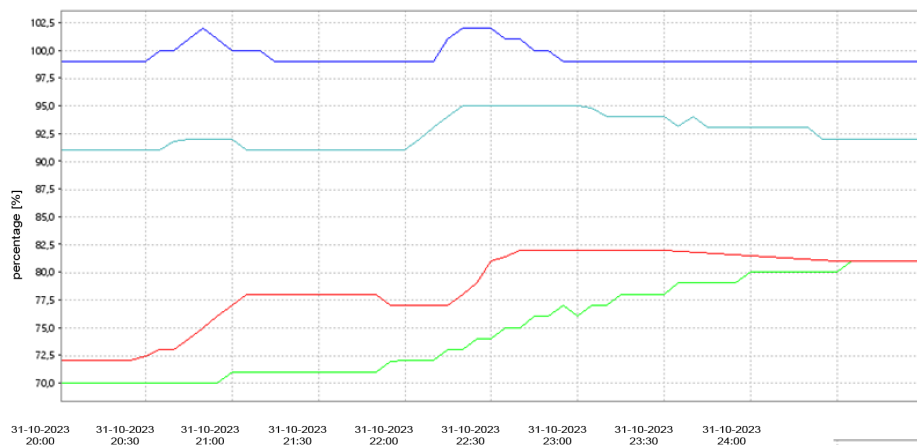
Figuur 2: Overstortverloop (boven) van een bassin tijdens een neerslaggebeurtenis op 31 oktober 2023.

4.3 Ruimtelijke spreiding versus concentratie van overstorten

Vanuit het watersysteem gezien is de instroom nul zolang het waterniveau in de bassins onder dat van de overstorten blijft. Zodra het niveau daarboven komt neemt de belasting in korte tijd toe tot 100% van

de neerslagbelasting (de bui wordt zonder veel demping ‘doorgegeven’). Zoals in het voorbeeld van figuur 2.

Op gebiedsschaal komt het zelden voor dat alle bassins tegelijk gevuld zijn. Meestal is er tijdens een bui op meerdere bedrijven opvangruimte in bassins. Hoe groot die ruimte is hangt af van de capaciteit van het bassin (uitgedrukt in m^3/ha), de teelt, het seizoen en de voorgeschiedenis van de neerslag. Grotere bassins hebben doorgaans meer opvangcapaciteit. Maar ook de onttrekkingen voor de teelt en de bedrijfsvoering die de bassinvulling spelen natuurlijk een rol. Figuur 3 toont de vulling van de bassins bij 4 verschillende bedrijven tijdens de 31 oktober 2023 neerslaggebeurtenis.



Figuur 3: De vulling van de bassins bij 4 verschillende bedrijven tijdens de 31 oktober 2023 neerslaggebeurtenis.

In Delfland hebben hemelwaterbassins een capaciteit tussen de 500 en 3500 m^3/ha . De gemiddelde omvang van de bassins van de Rainlevelr-deelnemers ligt rond de 1100 m^3/ha .

Tegelijk overstorten van bassins treedt vooral op in perioden waarin gedurende lange tijd veel neerslag is gevallen. De (ruimtelijk) gemiddelde vulling van bassins neemt dan toe en de tijd tot overstort na start van een flinke bui neemt af. In de meest extreme situatie zijn alle bassins vol en leidt iedere bui tot gelijktijdige overstorting van alle bassins. Deze situatie is uitzonderlijk, maar hoe uitzonderlijk weten we niet precies. Soms kunnen we uit de beschikbare metingen zo’n situatie identificeren. Bijvoorbeeld wanneer er zoveel neerslag valt dat de meeste bassins wel moeten zijn overgestort¹, maar vaak is de vulling van bassins en dus ook het overstortgedrag onbekend.

Op basis van de model- en data-analyse (zie hoofdstuk 5) is er het vermoeden dat beschikbare bassinruimte zorgt voor een aanzienlijke risicoreductie. De berekeningen met grote initiële vullingen, dus weinig opvangcapaciteit, laten waterstandsverhogingen zien die in werkelijkheid bij de beschouwde buien niet optreden. Een deel van de werking van bassinruimte is dus in de praktijk als het ware al ‘ingeprijsd’. Dat betekent ook dat het effect van neerslagtoename door klimaatverandering voor een bepaalde tijd onder de radar kan blijven. Het is dus niet alleen goed voor een actuele inschatting van overstortingsrisico om een dekkend actueel overzicht op te bouwen van de ruimte in de bassins, maar ook om goed voeling te houden met het sluipend ‘opsoeperen’ van spontane ruimte door klimaatverandering.

Dat overzicht groeit sowieso met het aantal glastelers dat deelneemt aan Rainlevelr. Hierdoor ontstaat op basis van de vullingsdata een breder en actueler beeld van de beschikbare ruimte in de bassins en kunnen overstortingen nauwkeuriger worden ingeschat. Maar dankzij de groei van de dataset wordt het ook mogelijk om via data-analyse (machine learning) een betere schatting te maken van de actuele vulling van niet-bemeten bassins. En dat is voorlopig nog verreweg de grootste groep.

¹ Een voorbeeld is een bui in september 1998 waarin in 24 uur tijd meer dan 100 mm neerslag viel.

Met een betrouwbaarder beeld van de totaal actueel beschikbare ruimte binnen een gebied kan Rainlevelr-operationeel de bassinlozingen gericht aansturen en die locaties prioriteren waar het actuele risico op wateroverlast het grootst is. In de aanbevelingen komen we hierop terug. Hier volstaat het te concluderen dat het van belang is om steeds zo goed mogelijk op de hoogte te zijn van de actuele bassinvullingen.

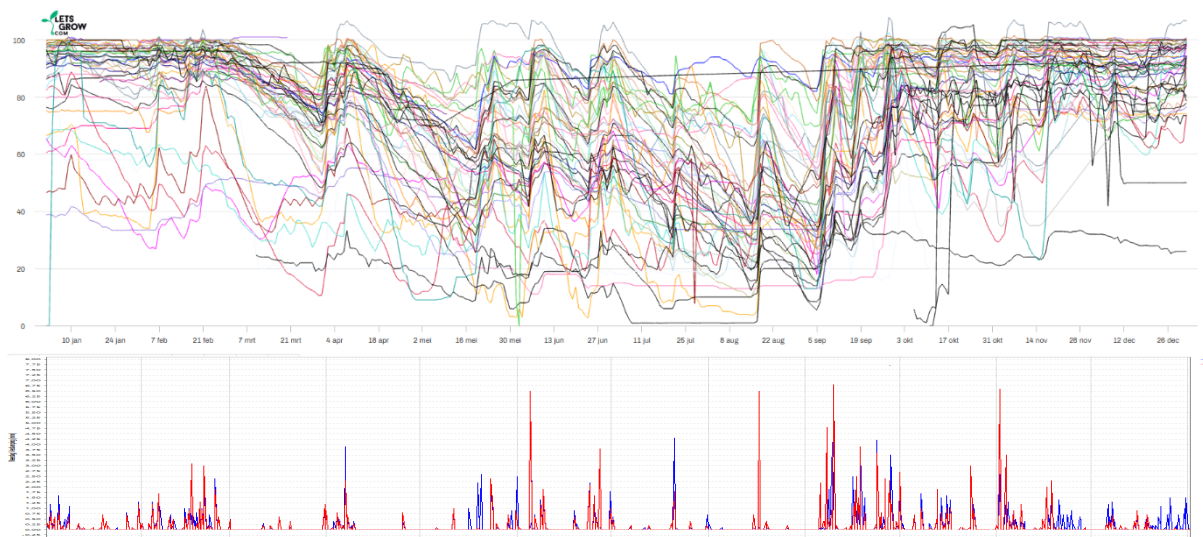
4.4 Seizoenspatronen in bassinvulling

We hebben hierboven al aangegeven dat de bassinvulling samenhangt met de neerslag en met de bedrijfsprocessen. Dit betekent dat er een seizoenspatroon in te herkennen valt. Naarmate bassins qua capaciteit groter zijn is dit beter te zien.

In grote lijnen komt het erop neer dat grote bassins zich in het najaar en de winter/vroege voorjaar vullen, als er meer neerslag valt, en vanaf het begin van het groeiseizoen geleidelijk leger raken. In de zomer is vaak aanvulling van gietwater vanuit een andere bron nodig, een en ander afhankelijk van de teelt. De toename van belichte teelt leidt tot een verschuiving in het vullingsverloop en de behoefte aan gietwater.

Figuur 4 toont het verloop van bassinvullingen van Rainlevelr-deelnemers (boven) in 2022 met (onder) de neerslag in dezelfde periode. Goed te zien is hoe de bassins zich vullen tijdens neerslag en uitzakken in droge perioden. De vullingsverlopen volgen eenzelfde patroon maar het verschil in dynamiek tussen de bassins is aanzienlijk. De bassins met relatief grote capaciteit zijn te herkennen aan een trager en gematigder reageren op onttrekking en aanvulling. De bassins die onder de overstortingsgrens blijven zijn in figuur 5 de bassins met de gedemptere vullingsverlopen.

De neerslagdata zijn afkomstig van de Delflandse regenmeters Oranjesluis en Boschpolder. We zien in de figuur ook dat de 'spontane' ruimte in de bassins in de zomer groter is dan in de winter maar dat onderlinge verschillen groot kunnen zijn. Vergelijking met andere jaren (niet in de figuur te zien) laat zien dat ook de verschillen tussen jaren groot zijn.



Figuur 4: Verloop van de procentuele bassinvulling van de Rainlevelr-deelnemers in 2022 en de gemeten neerslag over dezelfde periode.

4.5 Belasting vanuit de regelklep

Een bijzondere vorm van belasting van het watersysteem is de lozing van bassinwater door openen van de Rainlevelr klep. Het is een doelgerichte systeembelasting om meer opvangruimte in de bassins te realiseren.

Hoe reageert het watersysteem hierop? Het openen van de klep genereert een afvoergolf in het watersysteem richting stuw of gemaal die qua omvang en duur afhangt van de opening van de klep. In een groter gebied wordt de afvoergolf bepaald door alle lozingen samen.

De regelklep is in principe gedimensioneerd op de afvoer van het kasdek van 20 mm neerslag in drie uur tijd. Deze capaciteit van 160 mm/dag is groot ten opzichte van de afvoercapaciteit van de poldergemalen: voor verhard gebied is die gesteld op circa 30 mm/dag.

Het lozingsdebiet kan ook groter zijn dan het overstortingsdebiet. Dat debiet wordt namelijk bepaald door het buiverloop vanaf het moment dat een bassin geheel gevuld is. Dat buiverloop kan gematigder zijn dan 20 mm in 3 uur. Overstorten zijn dus niet automatisch de grootste systeembelasting is, dat kan net zo goed de voortijdige lozing zijn.

De lozingscapaciteit is zo groot gekozen omdat dan in relatief korte tijd, kort voor de verwachte bui, nog veel ruimte beschikbaar kan worden gemaakt. Delfland bepaalt tijdens de intakeprocedure van een nieuwe deelnemer per locatie de capaciteit van de regelklep en daarmee het maximaal toelaatbare debiet.

In de technische specificaties van Rainlevelr is de eis opgenomen dat de stand van de klep en daarmee het debiet regelbaar moet zijn. De lozing kan dus ook worden geknepen. Het is dus technisch mogelijk om binnen een waterhuishoudkundige eenheid de totale afvoergolf uit bassins te sturen.

5. De potentie van Rainlevelr

In algemene zin is duidelijk dat het zorgen voor meer opvangcapaciteit tijdens de bui - of dat nu in de bassins is of in het watersysteem - altijd goed is voor het verminderen van wateroverlastrisico. Voor Rainlevelr geldt dit in het bijzonder omdat de maatregel dicht bij de bron zit. De regen wordt immers in het gebied opgevangen vlakbij de plaats waar hij valt. Tegelijkertijd is de potentie van Rainlevelr niet ongelimiteerd en is de mate waarin de potentie kan worden benut situatie- en locatieafhankelijk.

In dit hoofdstuk kijken we in welke orde van grootte Rainlevelr kan bijdragen aan het verminderen van wateroverlastrisico's in glastuinbouwgebieden, welke factoren en omstandigheden hierbij een rol spelen, en hoe de bijdrage zich verhoudt tot andere typen maatregelen, met name uitbreiding van het open water percentage.

We doen dat gebruik makend van gebiedservaring opgehaald tijdens de sessies met expertgroepen, beschikbare meetgegevens en resultaten van modelsimulaties waarin we de invloed van Rainlevelr kunnen bestuderen in samenhang met het complex aan invloeden in het neerslag-afvoerproces van kassengebieden.

Juist omdat in het model (net als in werkelijkheid) alle invloeden op elkaar inwerken is de potentie van Rainlevelr niet als opzichzelfstaande grootte te becijferen. De potentie is situatiegebonden, net als de potentie van 'betere doorstroming', 'meer open waterberging' en een 'grotere gemaalcapaciteit'. De situatieafhankelijkheid betekent niet dat er geen uitspraak over de potentie kan worden gedaan, maar dat die uitspraken steeds in relatie zullen staan tot de omgevingskenmerken. Vanuit dat startpunt zijn de conclusies uit dit hoofdstuk goed te gebruiken bij het kiezen van effectieve maatregelen om wateroverlastrisico's te beperken en daarmee ook Rainlevelr in dit speelveld juist te positioneren.

5.1 Opbouw hoofdstuk

In dit hoofdstuk brengen we eerst (in 5.2) de werking van Rainlevelr in beeld. Wat doet Rainlevelr? Hoe zien we dat terug in de waterstanden en afvoeren? Wat is precies de gunstige invloed van Rainlevelr? Hoe, en via welke indicatoren kunnen we die kwantificeren? En waardoor wordt die invloed begrensd? Vervolgens kijken we in 5.3 naar het compenserend effect van Rainlevelr-operationeel op neerslagtoename. We richten ons op de op de maximale waterstanden en de overschrijdingsduur van waterstanden boven een referentiewaarde voor verschillende buien en vergelijken de situaties met en zonder Rainlevelr-operationeel. In 5.4 bespreken en kwantificeren we het effect van ruimte in bassins, of dat nu spontane ruimte is of gecreëerde ruimte. Paragraaf 5.5 beschrijft de aspecten die de potentie van Rainlevelr beperken en 5.6 het optimaal inzetten van Rainlevelr. Ten slotte vergelijken we in 5.7 het effect van Rainlevelr met dat van openwateruitbreiding.

5.2 De werking van Rainlevelr

5.2.1 Procesmodel

Om de werking van Rainlevelr te doorgronden beschouwen we allereerst een realistisch rekenvoorbeeld waarin we voor een bepaald systeem kijken naar de impact van een bui van circa 48 mm in een periode van 16 uur op de waterstanden zonder en met de inzet van Rainlevelr.

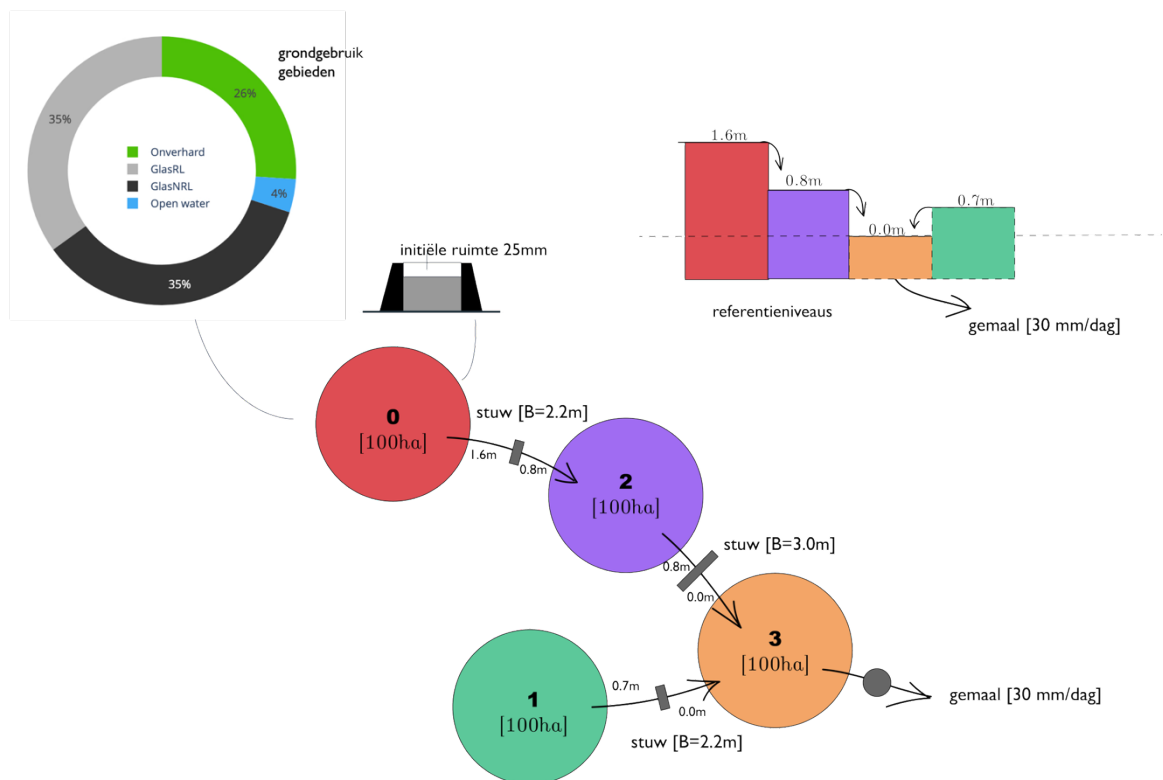
In de rekenvoorbeelden in dit rapport gebruiken we een procesmodel dat het waterhuishoudkundig gedrag van een kassengebied beschrijft. In het procesmodel stroomt neerslag per deelgebied via drie mechanismen af naar het open water in dat deelgebied. Het gaat om:

- Neerslag die direct op het open water valt;
- Neerslag die op onverhard gebied valt en via de bodem uiteindelijk in het open water terechtkomt;
- Neerslag die via het kasdek en verzamelgoten naar het bassin stroomt. In de route van een niet-Rainlevelr-deelnemer kan het water alleen via een overstort het open water bereiken. In de

route van een Rainlevelr-deelnemer kan dit zowel via de overstort als via de regelklep, die ook water kan lozen als het bassin nog niet volledig is gevuld.

Bij het eerste mechanisme is in de berekening geen damping of vertraging meegenomen. Bij het tweede en derde mechanisme wel: bij onverhard gebied is de damping en vertraging groter, terwijl deze bij afstroming vanaf de kas kleiner is. In de berekening zijn beide effecten verwerkt met een zogenoemde lineaire-reservoirbenadering. De bijbehorende karakteristieke tijdsconstanten zijn ingesteld op basis van ervaringskennis en metingen. Deze manier van modelleren is gebruikelijk in de hydrologie.

We hanteren in het afvoerproces meerdere vereenvoudigingen zoals de veronderstelling dat alle bassins binnen een peilvak dezelfde vullingsgraad hebben. Dit is nodig omwille van interpreteerbaarheid van de resultaten. Ruis als gevolg van onderlinge verschillen in bassins wordt zo voorkomen. Verder passen we Rainlevelr-operationeel toe bovenop eventueel initieel aanwezige ruimte in de bassins. Zo brengen we de gecombineerde werking van initiële en operationele ruimte in beeld, iets wat past bij het bepalen van het maximale effect van Rainlevelr in het bestrijden van wateroverlast. Bijlage I geeft een gedetailleerd overzicht van de mogelijke instellingen van het procesmodel in het karakteriseren van het gebied en de toepassing van Rainlevelr.



Figuur 5: Opbouw van het geschematiseerde kassengebied als basis voor de analyse

Figuur 5 toont de geschematiseerde opbouw van een geschematiseerd kassengebied zoals het voor onze analyses in het procesmodel is gemodelleerd. Het voorbeeldgebied bestaat uit 4 peilvakken gescheiden door stuwen. Gebied 0 voert via Gebied 2 af naar Gebied 3, dat daarnaast wordt belast door de afvoer van Gebied 1. Gebied 3 wordt bemalen door een gemaal. Rechtsboven in figuur 6 zijn de streefpeilen weergegeven van de peilvakken. Dat is ook de begininstelling van de kruinhoogten van de stuwen.

In de figuur is ook het grondgebruik weergegeven (linksboven). Het totale verharde oppervlak (glas) is omwille van de interpreteerbaarheid van de rekenresultaten voor alle peilgebieden gelijk (70%). Dat geldt ook voor de vullingsgraad van bassins bij aanvang van de bui. Die is voor alle bassins gelijk. We nemen in dit voorbeeld aan dat alle bassins ruimte bieden voor opvang van 25 mm neerslag bij aanvang

van de bui. Het openwateroppervlak en het aandeel onverhard verschilt per peilvak. Tabel 1 geeft de openwaterpercentages en de stuwbreedten van de gebieden.

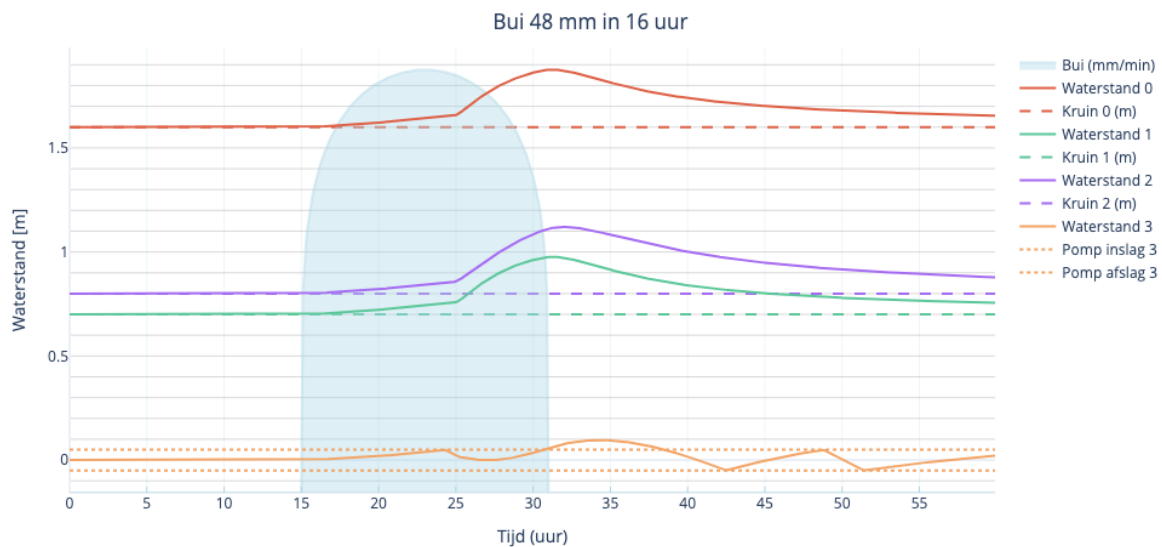
Tabel 1: Gebiedskarakteristieken

Gebied	Openwaterpercentage [%]	Stuwbreedte [m]
0	4	2.2
1	4	2.2
2	5	3.0
3	10	Gemaalcap: 30 mm/d

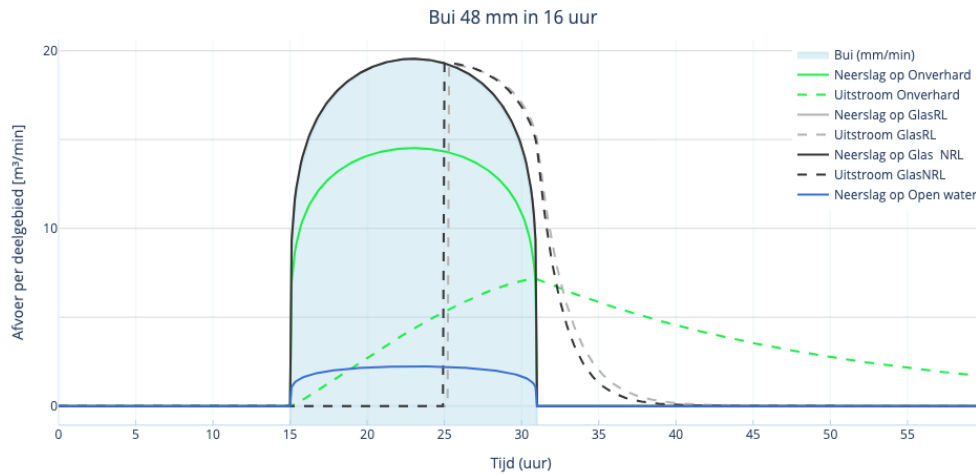
In het model is het verhang binnen het systeem als geheel verdisconteerd in de waterstandsverschillen over de diverse stuwen. De stuwbreedten bepalen samen de doorvoercapaciteit van het systeem. De capaciteit van het gemaal bepaalt de afvoercapaciteit uit het systeem als geheel. De afvoer over de stuwen wordt berekend als volkomen overlaat. Dit om directe interpretatie van de resultaten mogelijk te maken. De streefpeilen liggen zover uit elkaar dat de afvoer in de simulatie ook ‘volkomen’ blijft.

5.2.2 Impact 48 mm bui zonder Rainlevelr

Figuur 6 toont de waterstandsverlopen voor de peilvakken tijdens de bui (blauwe zone in de figuur) die start op t=15 uur. De waterstanden lopen geleidelijk op tot t=25 uur. Dat is het moment waarop de initiële ruimte is gevuld met neerslag en de overstortingen starten (zie ook figuur 7). In die periode wordt het open water belast met neerslag-afvoer uit het onverharde gebied en neerslag die direct op het open water valt. Wanneer de ruimte in de bassins is opgevuld (t=25 uur) starten de overstortingen. De waterstanden lopen dan veel sneller op tot circa 0.3m boven streefpeil in de gestuwde peilvakken (0.28 m in Gebied 0 en Gebied 2, en 0.31 m in gebied 1.



Figuur 6: Waterstandsverlopen voor de peilvakken 0, 1, 2 en 3 tijdens een bui van 48 mm in 16 uur (blauwe zone). In alle bassins is een initiële ruimte van 25 mm aanwezig bij aanvang van de bui.



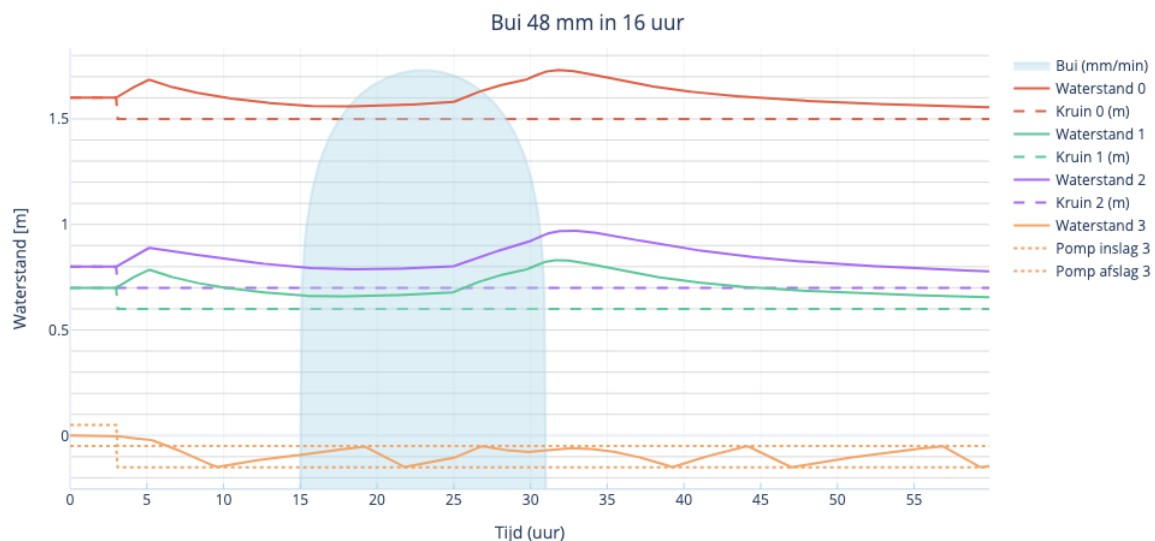
Figuur 7: Afvoer naar het open water binnen Gebied 0 zonder inzet van Rainlevelr. In alle bassins is een initiële ruimte van 25 mm aanwezig bij aanvang van de bui.

De impact van de initiële ruimte wordt ook duidelijk in figuur 7 die de afvoeren naar het open water binnen Gebied 0 weergeeft. We zien de gedempte afvoer vanuit het onverharde gebied (groene lijn), de neerslag die direct op het open water valt (de blauwe lijn) en de afvoer vanuit de kassen van niet-deelnemers (zwarte stippellijn) en van de Rainlevelrdeelnemers (grijze stippellijn). Deze starten pas op $t=25$ uur wanneer de initiële ruimte is opgevuld.

5.2.3 Impactreductie door inzet Rainlevelr-operationeel

Figuur 8 toont de impact van Rainlevelr op de waterstandsverlopen tijdens dezelfde bui en onder dezelfde overige condities. De initiële ruimte van 25 mm is aanwezig op het moment dat het realiseren van extra ruimte met inzet van Rainlevelr-operationeel start.

In de berekening start de lozing van bassinwater (Rainlevelr-operationeel) op $t=3$ uur, dat is 12 uur voor de start van de bui. Op dat moment wordt het inslagpeil van het gemaal verlaagd met 0.1 m evenals de kruinhoogten van de stuwen in Gebied 0, 1 en 2. In deze berekening blijven deze instellingen daarna ongewijzigd (stippellijnen).



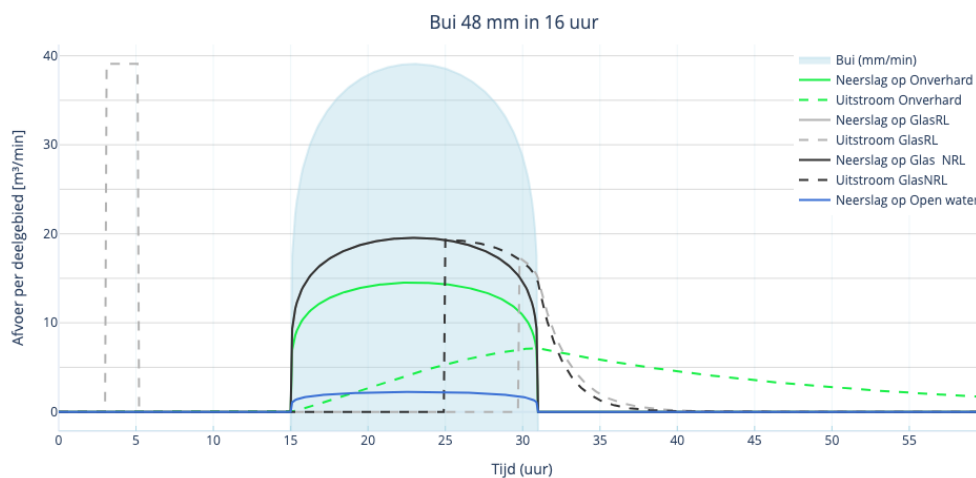
Figuur 8: Waterstandsverlopen voor de peilvakken 0, 1, 2 en 3 tijdens een bui van 48 mm in 16 uur (blauwe zone) met de inzet van Rainlevelr. Bij aanvang van acties Rainlevelr-operationeel bevatten alle bassins 25 mm initiële ruimte.

De sturingsregels voor de Rainlevelrlozingen zijn in het model ingesteld op het lozen van 30% van het verwachte buivolume met een debiet van $40 \text{ m}^3/\text{min}$. Deze afvoer is betrokken op één peilvak van 100 ha waarvan 35 glas is dat aangesloten is op Rainlevelr.

Door de lozingen op $t=3$ uur lopen de waterstanden voorafgaand aan de bui op. De lozingen duren ruim 2 uur en in die periode wordt ruim 14 mm extra ruimte gemaakt in de bassins. Het gevolg is dat de maximale waterstanden na de bui lager zijn. Ze blijven nu onder de 0.2 m boven het oorspronkelijke streefpeil (0.13 m in Gebied 0 en Gebied 2, en 0.17 m in gebied 1).

Om de impact van de lozingen op de overstorting in Gebied 0 te bekijken toont figuur 9 de afvoeren naar het open water. We zien de gedempte afvoer vanuit het onverharde gebied (groene lijn), de neerslag die direct op het open water valt (de blauwe lijn), de afvoer vanuit de kassen van niet-deelnemers (zwarte stippellijn) en die van de Rainlevelrdeelnemers (grijze stippellijn). In die laatste is de invloed van de Rainlevelrlozingen op de afvoer naar het open water goed te zien. Rainlevelr reduceert en vertraagt de overstortingen via de doelbewuste lozing op $t=3$ uur. In vergelijking met de overstortingen van de niet-deelnemers zijn de overstortingen:

- minder hevig (van circa 19 m³/min naar 14 m³/min);
- minder groot (volumeafname met ruim 14 mm),
- korter (circa 5 uur in plaats van 10 uur in figuur 8).



Figuur 9: Afvoer naar het open water binnen Gebied 0.

Het rekenvoorbeeld illustreert dat door Rainlevelr-operationeel:

- een 'overstortachtige belasting' naar voren gehaald wordt in de tijd;
- de overstortingen uit Rainlevelrbassins worden uitgesteld ten opzichte van niet-deelnemers;
- de maximale waterstand in het open water daalt;
- de duur van hoge waterstanden korter wordt.
- Rainlevelr de afvoerdynamiek niet zozeer beïnvloedt door een gematigder afvoer naar het open water ('sponswerking'), maar door pieken gunstiger te positioneren in de tijd ('piekafvoermanagement'). Rainlevelr komt dus operationeel neer op het 'zo lang mogelijk uitstellen van overstortingen'.
- Vooral méér water wordt afgevoerd. We moeten dus niet alleen kijken naar de maximale waterstanden en de overschrijdingsduur van waterstanden (boven een zekere referentie- of alarmwaarde), maar ook naar het extra watervolume dat door Rainlevelr kan worden afgevoerd uit het gebied.

Deze eerste verkenning geeft een idee van de werking van Rainlevelr en van de aspecten waar we naar moeten kijken om de impact ervan in te kunnen schatten.

5.3 Compenserend effect van Rainlevelr-operationeel op neerslagtoename

Om de impact van Rainlevelr beter in te schatten gaan we het effect van Rainlevelr op de maximale waterstanden en de overschrijdingsduur van waterstanden boven een referentiewaarde voor verschillende buien vergelijken voor situaties met en zonder Rainlevelr-operationeel.

5.3.1 Maximale waterstanden

Om te kijken naar de invloed van Rainlevelr op de maximale waterstand in het open water berekenen we deze voor Gebied 0 voor de situatie met en zonder Rainlevelr voor verschillende deelnemerspercentages. Dit geeft inzicht in welke buitename kan worden ‘gecompenseerd’ door Rainlevelr.

We gaan in het voorbeeld uit van het systeem uit figuur 5 (en tabel 1), alleen is de initiële ruimte in de bassins-voor zowel deelnemers als niet-deelnemers op 0 mm gezet. Dat is om zo zuiver mogelijk de impact van Rainlevelr-operationeel in beeld te brengen. Paragraaf 5.4 beschrijft de invloed van aanvullende initiële ruimte.

Voor dit systeem kijken we naar de maximale waterstand in Gebied 0 die optreedt tijdens 3 verschillende buien geïnspireerd op een historische neerslaggebeurtenis van 60 mm in 16 uur. Deze bui leidde begin november 2023 tot beperkte wateroverlast. Naast deze bui hebben we ook een bui met 20% minder neerslagvolume en een met 20% meer neerslagvolume betrokken. We kijken dus naar 3 buien, te weten een bui van:

- 48 mm in 16 uur (met een kans van optreden van ongeveer eens in de 5 jaar);
- 60 mm in 16 uur (met een kans van optreden van ongeveer eens in de 10 jaar);
- 72 mm in 16 uur (met een kans van optreden van ongeveer eens in de 25 jaar).

Voor deze 3 verschillende buien is de maximale waterstand (in cm t.o.v. het streefpeil) berekend:

- zónder Rainlevelr-operationeel, en
- mét Rainlevelr-operationeel, en dat voor 2 verschillende deelnemerspercentages, namelijk 50% en 100%.

Het totale verharde oppervlak (glas) is bij alle berekeningen en voor alle peilgebieden 70%. De berekeningen mét Rainlevelr-operationeel gaan uit van een combinatie van:

- voormalen tot 0,1 m onder streefpeil startend 12 uur voor het begin van de bui;
- het verlagen van stuwkruinhoogten met eveneens 0,1 m en ook startend 12 uur voor het begin van de bui, en
- het lozen van 30% van het verwachte buivolume met een debiet van 40 m³/min betrokken op één peilvak van 100 ha (net als in de berekeningen van paragraaf 5.2) startend 12 uur voor het begin van de bui.

Tabel 2 toont de berekende waterstandsmaxima. Bij de kleinste bui loopt de waterstand zonder Rainlevelr-operationeel op tot 33 cm boven streefpeil, en tot respectievelijk 39 en 44 cm bij buien van 60 en 72 mm. Met Rainlevelr-operationeel (50% deelname) worden deze maxima gereduceerd tot 22, 28 en 33 cm. Bij 100% deelname dalen de maxima verder tot 21, 27 en 32 cm.

Tabel 2: Maximale waterstand in (cm t.o.v. sp) voor Gebied 0 bij verschillende neerslaghoeveelheden in 16 uur en deelnamepercentage in een gebied met 70% verhard (systeemcapaciteiten als in par 5.1). In alle bassins is 0 mm ruimte bij aanvang van de acties in het kader van Rainlevelr-operationeel.

		Neerslaghoeveelheid in 16 uur (kans van optreden)		
		48 mm (1:5 jaar)	60 mm (1:10 jaar)	72 mm (1:25 jaar)
Zonder Rainlevelr-operationeel		33	39	44
Mét Rainlevelr-operationeel (0.1 m sp-verlaging)	Deelname 50%	22	28	33
	Deelname 100%	21	27	32

We zien dat, bij beschouwing van de maximale waterstanden, de toename door de buivergroting (van 33 naar 44 cm) wordt gecompenseerd door Rainlevelr. Het verschil tussen de maxima bij 50% en 100% deelname laat zien dat de extra lozing uit de bassins een significant maar beperkt effect heeft op de maximale waterstand. Dit strookt met de ervaring bij extreme neerslag in peilgereguleerde gebieden dat maatregelen meer effect hebben op de duur van hoge waterstanden dan op de hoogte van de maxima. In de volgende paragraaf gaan we hier verder op in.

5.3.2 Overschrijdingsduur bij 3 buien mét en zónder Rainlevelr

Tabel 3 toont de berekende overschrijdingsduur in uren van een zogenaamde alarmwaarde (waarbij schade ontstaat). Deze is in het voorbeeld vastgesteld op streefpeil + 0.2 m.

Bij de kleinste bui loopt de overschrijdingsduur zonder Rainlevelr (rij 1) op van circa 15 uur tot circa 19.5 uur bij de bui van 72 mm. Bij Rainlevelr (50% deelname) worden de overschrijdingsduren beperkt tot respectievelijk 5.0, 9.0 en 11.0 uur. Bij 100% deelname dalen de overschrijdingsduren verder tot 3.0, 7.5 en 11.5 uur.

Tabel 3: Overschrijdingsduur (t.o.v. sp+0.2 m) in uren voor Gebied 0 bij verschillende neerslaghoeveelheden in 16 uur en deelnamepercentage in een gebied met 70% verhard (systeemcapaciteiten als in par 5.1).). In alle bassins is 0mm ruimte bij aanvang van de acties in het kader van Rainlevelr-operationeel.

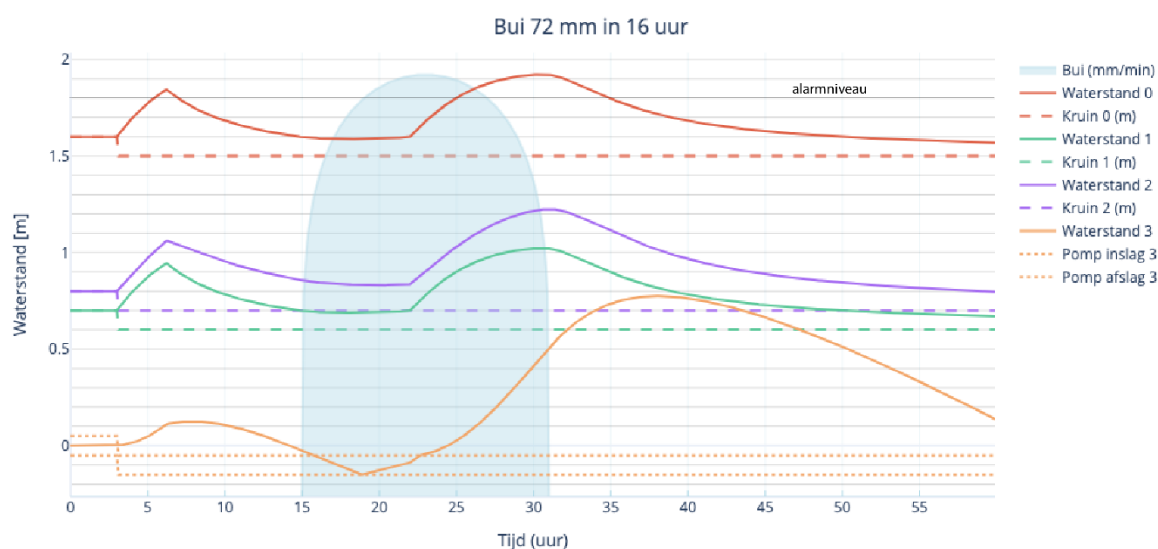
		Neerslaghoeveelheid in 16 uur kans van optreden)		
		48 mm (1:5 jaar)	60 mm (1:10 jaar)	72 mm (1:25 jaar)
Zonder Rainlevelr-operationeel		15.0	17.0	19.5
Mét Rainlevelr-operationeel (0.1m sp-verlaging)	Deelname 50%	5.0	9.0	11,0
	Deelname 100%	3.0	7.5	11,5*

*2 pieken

We zien in dit voorbeeld dat de toename van de overschrijdingsduur door de buivergroting (van 15.0 naar 19.5 uur) sterk wordt verlaagd door Rainlevelr waarbij de waardes zelfs onder de overschrijdingsduur van de 48 mm bui zonder Rainlevelr duiken.

Figuur 10 toont de waterstanden die horen bij de bui van 72 mm in 16 uur van tabel 3. Het gaat om de laatste rij bij een deelnamepercentage van 100%. De lozing vanuit de bassins vóór de bui zijn in dit scenario dus maximaal. De initiële ruimte is 0 mm op het moment dat de bui wordt verwacht en de acties in het kader van Rainlevelr operationeel kunnen worden ingezet.

Goed te zien is dat de lozingspiek voor de bui leidt tot waterstanden boven het alarmniveau (sp+0.2 m) in Gebied 0, 1 en 2. Gebied 3 vertoont een afwijkend gedrag. Hier verzamelt zich veel water omdat door de goede doorvoercapaciteit de bovenstroomse peilvakken veel afvoeren en de afvoer uit dit gebied is begrensd door de gemaalcapaciteit. In paragraaf 5.7 kijken we naar het effect van meer open water om de waterstanden hier te verlagen.



Figuur 10: Het verloop van de waterstanden tijdens de bui van 72 mm in 16 uur, mét Rainlevelr-operationeel en bij een deelnamepercentage van 100%. 70% glas. In alle bassins is 0 mm ruimte bij aanvang van de acties in het kader van Rainlevelr-operationeel (op t=3uur).

5.4 Het effect van ruimte in bassins

De vorige paragraaf beschrijft hoe de ruimte in bassins gezien kan worden als compensatie voor klimaatverandering en meer specifiek voor de toename van neerslag. Omgekeerd kunnen we, uitgaande van een bepaalde bui, stellen dat Rainlevelr een ‘bui-reducerend’ effect heeft. In deze paragraaf gaan we dit effect beter kwantificeren.

5.4.1 Buireducerende effect van ruimte in bassins

Ruimte die aanwezig is in bassins bij de start van de bui beperkt de impact van extreme neerslag op de omgeving: waterstanden zijn minder hoog en blijven minder lang verhoogd. Deze ruimte zorgt ervoor dat een deel van de bui wordt ‘afgevangen’. Het resterende volume komt alsnog grotendeels ongedempt op het open water terecht, maar is aanzienlijk kleiner. Bij een opvangcapaciteit van 20 mm bij aanvang van de bui wordt de inloop in het bassin met circa 20 mm verminderd en de duur verkort met de tijd die nodig is om deze bergingsruimte tot aan het overstortniveau te vullen.

Wat dit betekent voor de herhalingsstijd (een maat voor de hevigheid van een bui), kan grofweg worden ingeschat aan de hand van neerslagstatistiek (STOWA, 2019). Een (probleem)bui van ruim 70 mm in 8 uur heeft volgens deze statistiek een herhalingsstijd van circa 50 jaar.

Door de opvangcapaciteit bij aanvang van de bui wordt de inloop als gevolg van de bui gereduceerd tot circa 50 mm en de duur tot circa 6 uur. Dit betekent, grofweg, dat qua impact een beter hanteerbare bui resteert met een herhalingsstijd van vaker dan eens per 20 jaar (zie tabel 4: 72,5 mm in 8 uur komt overeen met 1:50 jaar; interpolatie van de 20-jaarswaarden voor 6 uur geeft een neerslaghoeveelheid van circa 55 mm).

Bij een grotere beschikbare opvangcapaciteit, bijvoorbeeld 25 of 30 mm, neemt dit effect verder toe.

Tabel 4: Neerslaghoeveelheden bij verschillende herhalingsstijden

	Neerslagduur				
	60 min	2 uur	4 uur	8 uur	12 uur
Herhalingsstijd					
5 jaar	25.8	30.7	35.9	41.7	45.2
10 jaar	31.0	36.8	42.8	49.1	52.9
20 jaar	37.2	44.2	51.1	58.0	61.9
50 jaar	47.7	56.5	64.8	72.5	76.6
100 jaar	57.7	68.4	78.0	86.2	90.2

(bron: STOWA 2019)

5.4.2 Maximale waterstanden

Bij het onderzoek naar het effect van ruimte in bassins delen we deze in naar hun ontstaansoorzaak. We onderscheiden:

- spontane ruimte, die “toevallig” aanwezig is samenhangend met de watervraag, de neerslag van de afgelopen tijd en de bedrijfsvoering;
- initiële ruimte, die het gevolg is van Rainlevelr-capacitair, en
- ruimte die specifiek gemaakt wordt anticiperend op een specifieke (zware) neerslaggebeurtenis, die het gevolg is van Rainlevelr-operationeel.

Tabel 5 toont de maximale waterstanden bij verschillende combinaties van Rainlevelr-capacitair en Rainlevelr-operationeel. Rainlevelr-operationeel is opgedeeld in 3 vormen, namelijk:

- Lozen + voormalen (door verlagen van het setpoint met 0.2m),
- Alleen lozen en,
- Geen van beide (geen Rainlevelr).

Het gaat om een bui van 60 mm in 16 uur. De spontane ruimte is steeds 0 mm en het deelnemerspercentage 70%. Lozen betekent hier dat 12 uur voor de start van de bui 30% van de bui, hier dus 18 mm, aan extra ruimte wordt gemaakt.

Tabel 5: Maximale waterstand (cm t.o.v. sp) voor Gebied 0 bij verschillende initiële ruimte in bassins en Rainlevelr-operationele acties bij een bui van 60 mm in 16 uur.

	Rainlevelr-operationeel		
	Niet lozen+niet voormalen (géén Rainlevelr-operationeel)	Alleen lozen	Lozen+Voormalen (tot 0.2 m onder sp)
Initiële ruimte (Rainlevelr-capacitair)			
0 mm	39	37	18
10 mm	38	36	16
20 mm	36	32	12
30 mm	33	26	10
40 mm	28	18	10

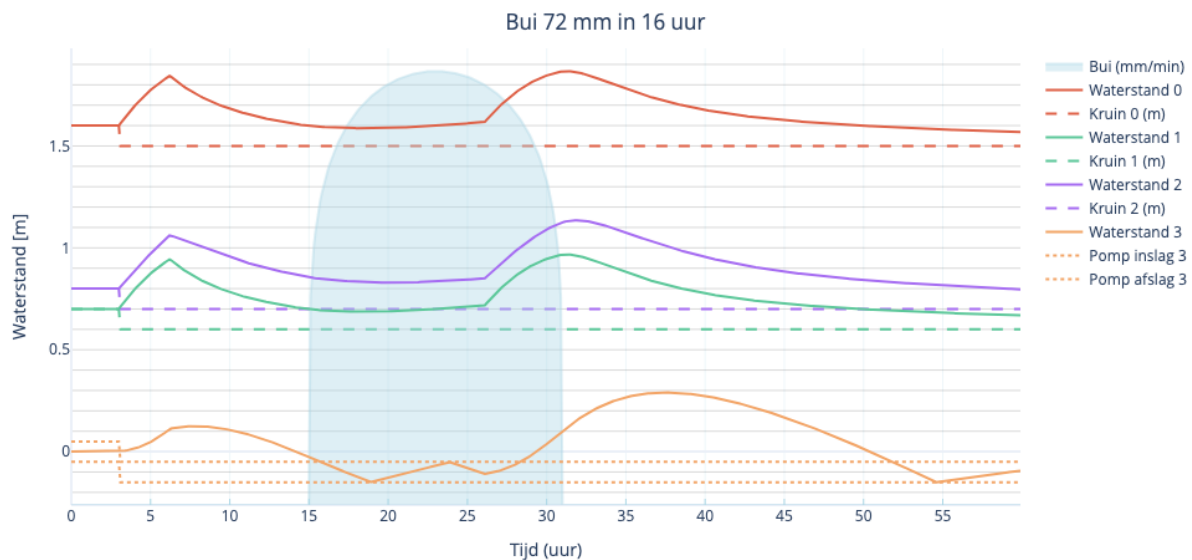
Zónder Rainlevelr-operationeel en zónder initiële ruimte is de maximale waterstand 39 cm boven streefpeil. Bij toenemende initiële ruimte van 0 tot 40 mm neemt de maximale waterstand zonder Rainlevelr af tot 28 cm. De afname van de maximale waterstand gebeurt met steeds grotere stappen per extra 10 mm initiële ruimte: van 1 tot uiteindelijk 5 cm bij de overgang van 30 naar 40 mm initiële ruimte.

In de kolom ‘Alleen lozen’ staan de maxima die optreden wanneer we bassinwater lozen zonder tegelijk ook de doorvoercapaciteit te verhogen (door het verlagen van de stuwkruin). Het effect van Alleen lozen neemt ook toe met stijgende initiële ruimte. We zien ook hier de maximale waterstanden dalen. Bij een initiële ruimte van 0 mm is de verlaging door de bassinlozingen 2 (39-37) cm. Bij een initiële ruimte van 10, 20, 30 en 40 mm is die verlaging respectievelijk 2, 4, 7 en 10 cm t.o.v. de situatie zónder Rainlevelr-operationeel.

Als we naast de lozing ook zorgen voor een fors grotere doorvoercapaciteit (we verlagen het setpoint van het gemaal en de kruinhoogte van de stuwen met 0,2 m), worden de waterstandsmaxima verder gereduceerd. Bij een initiële ruimte van 0 mm naar 18 cm boven streefpeil. Bij 10, 20, 30 en 40 mm naar respectievelijk 16, 12, 10 en 10 cm boven streefpeil. Dat zijn reducties van 22, 24, 23 en 18 cm. Bij 40 mm is de maximale waterstand voor het eerste even hoog als de piek tijdens de bui. De doorvoercapaciteit is dan weer de beperkende factor.

Uit de resultaten blijkt dus dat Rainlevelr-operationeel veel impact heeft wanneer naast bassinlozingen ook gezorgd wordt voor voldoende doorvoercapaciteit. In dit voorbeeld leidt een beperkte initiële ruimte van 10 mm, gecombineerd met 18 mm Rainlevelr-operationeel (in de lozing-voormaal combinatie), al tot een reductie van 22 (38-16) cm van de maximale waterstand. De reductie in de overschrijdingsduur zal, gezien het voorbeeld uit de vorige paragraaf) relatief nog groter zijn.

In figuur 10 toonden we de waterstanden bij een grotere bui van 72 mm in 16 uur mét Rainlevelr-operationeel (lozen + voormalen met een peilverlaging van 0.1 m), bij een deelnamepercentage van 100% en met 0 mm initiële ruimte vanuit Rainlevelr-capacitair (bij aanvang van Rainlevelr-operationeel op t=3uur). Om te kijken wat in die situatie het effect zou zijn van meer initiële ruimte, rekenen we opnieuw de waterstanden uit met een initiële ruimte van 20 mm. Dat is geen excessief grote ruimte, de kans is zelfs groot dat deze in een aantal bassins al ‘spontaan’ aanwezig is. De resultaten zijn weergegeven in figuur 11. De maximale waterstanden zijn veel lager dan in de situatie van figuur 10 zonder initiële ruimte. De meest in het oog springende reductie in de maximale waterstand is die van Gebied 3. Hier daalt de maximale waterstand t.o.v. streefpeil van +77cm naar +29 cm. Ook zien we dat de waterstand in Gebied 3 veel eerder op streefpeil is dan in de situatie van figuur 10.



Figuur 11: Het verloop van de waterstanden tijdens de bui van 72 mm in 16 uur, mét Rainlevelr-operationeel met een deelnamepercentage van 100%. 70% glas. In alle bassins is 20 mm ruimte bij aanvang van de acties in het kader van Rainlevelr-operationeel

5.5 Wat beperkt de potentie?

De potentie van Rainlevelr is niet onbegrensd. Het effect van Rainlevelr volgt uit de functionele koppeling tussen de bassins van de glastuinbouwbedrijven en het watersysteem. Beide elementen vormen ook een mogelijke beperking van de potentie van Rainlevelr. In deze paragraaf worden die beperkingen op een rij gezet.

5.5.1 Beperkingen vanuit het watersysteem

Bij de beperkingen vanuit het watersysteem gaat het om:

- De gemaalcapaciteit
Dit is de belangrijkste beperking van wat er met Rainlevelr-operationeel bereikt kan worden. Een gemaal afgestemd op verhard gebied kan in 24 uur circa 30 mm uitmalen. Dat is voor een karakteristieke periode voor Rainlevelr-operationeel van 12 uur 15 mm. Meer lozen dan die hoeveelheid in 12 uur leidt tot een verhoging van de waterstanden.
- De doorvoercapaciteit
Ook in gevallen waarin het totaal aan bassinlozingen kleiner is dan 15 mm in 12 uur kunnen er problemen ontstaan, namelijk in delen van het gebied met een beperkte doorvoercapaciteit als gevolg van beperkt doorstroomprofiel, krappe duikers of vaste stuwen.
- De regelbaarheid van stuwen
Regelbare stuwen (lees: stuwen die tijdelijk kunnen worden verlaagd) vergroten juist de doorvoercapaciteit. Waar bij vaste stuwen het relatief lang duurt voordat afvoer op gang komt kan dat bij stuurbare stuwen veel sneller worden gerealiseerd. Vandaar dat regelbare stuwen voor Rainlevelr-operationeel zo belangrijk zijn.
- Tenslotte is er de beperking, niet zozeer vanuit het watersysteem zelf, maar vanuit de onzekerheid van neerslagverwachtingen. Hoe onzekerder de verwachting is, hoe kleiner de periode wordt waarin voorgemalen kan worden. Voor de telers vormt die onzekerheid het grootste risico. De kans bestaat namelijk dat de watervoorraad niet of onvoldoende wordt aangevuld wanneer de bui niet valt of de neerslaghoeveelheid uiteindelijk veel geringer blijkt.

5.5.2 Beperkingen vanuit de glastuinbouwbedrijven en het gebied

Bij de beperkingen vanuit de glastuinbouwbedrijven en het gebied gaat het om:

- Bassincapaciteit
De capaciteit van bassins bepaalt in grote mate de ruimte die spontaan aanwezig is en via Rainlevelr (zowel -capacitair als -operationeel) gerealiseerd wordt. We bespraken eerder al de grotere dynamiek in relatief kleine bassins en het frequenter overstorten;
- Drooglegging

De drooglegging in glastuinbouwgebieden is belangrijk omdat een grotere drooglegging niet alleen kassen en overige objecten en percelen beter beschermt tegen wateroverlast, meer drooglegging leidt ook tot groter verhang en daarmee een grotere doorvoercapaciteit. Gezien het piekafvoer karakter van het watersysteem in kassengebieden kan het belang van een goede doorvoercapaciteit met voldoende verhang niet genoeg worden benadrukt;

- Technische entreevoorwaarden zoals condens
Niet voldoen aan deze voorwaarden kan ervoor zorgen dat bedrijven niet mee kunnen doen met Rainlevelr waardoor de potentie daalt.
- Deelnemerspercentage
Hoe meer mogelijke deelnemers, hoe groter de potentie. Boven een bepaalde grens zal de 'meeropbrengst' waarschijnlijk afnemen, die grens is per gebied verschillend, maar per gebied wel globaal in te schatten. Het is niet zo dat de eerdergenoemde 15 mm grens (vanuit het gemaal) als harde grens geldt. Het aantal deelnemers mag deze grens ver overschrijden voordat de remmende meeropbrengst zich laat gelden, vooral omdat met meer deelnemers gebiedsgericht kan worden gestuurd (de 15 mm kan prioritair situatieafhankelijk worden 'opgevuld'). Niet iedereen hoeft altijd mee te doen voor het beoogde resultaat.

5.6 Rainlevelr optimaal inzetten

In de paragrafen hierboven hebben we gezien hoe het watersysteem in een kassengebied functioneert, hoe Rainlevelr kan bijdragen aan lagere waterstanden en kleinere afvoeren en welke factoren hierop van invloed zijn. In deze paragraaf zoomen we in op het optimaal gebiedsgericht toepassen van Rainlevelr.

5.6.1 Rainlevelr gebiedsgericht gebruiken

Bij het gebiedsgericht toepassen van Rainlevelr hebben we te maken met de specifieke omstandigheden in het gebied en de individuele verschillen tussen bedrijven.

Maximaal effect van Rainlevelr wordt verkregen door Rainlevelr-operationeel en Rainlevelr-capacitair slim te combineren. Idealiter houdt dit in dat (uitgezonderd periodes met echte droogteverwachting) altijd een bepaalde ruimte door middel van Rainlevelr-capacitair wordt vrijgehouden of als spontane ruimte beschikbaar komt.

Op gebiedsniveau kan het zijn dat deze ruimte onvoldoende is om het wateroverlast risico voldoende af te dekken. Op dat moment kan Rainlevelr-operationeel de beschikbare ruimte verder vergroten door voortijdig water te lozen en af te voeren.

Rainlevelr-operationeel is echter ook begrensd: door de gelimiteerde afvoer- en doorvoercapaciteit van het watersysteem. Wanneer we uitgaan van een gewenste gelijke ruimtelijke verdeling van actuele opvangruimte in een gebied, moet bij een beperkende doorvoer dus meer ruimte capacitair aanwezig zijn. Omgekeerd geldt dan dat als Rainlevelr-operationeel vol kan worden ingezet er minder capacitaire ruimte nodig is.

Dit schetst in het kort de potentie van Rainlevelr als gebiedsgerichte maatregel. In een bepaald gebied is vooral de ligging van bassins ten opzichte van hydraulische knelpunten bepalend voor de na te streven verhouding capacitair-operationeel. Direct bovenstrooms van een knelpunt in de doorvoer, zoals een krappe duiker, is beschikbare bassinruimte bijzonder waardevol en is Rainlevelr-capacitair het meest effectief. In gebieden met voldoende doorvoercapaciteit kan Rainlevelr juist actief worden ingezet om snel extra ruimte te creëren, mits dit qua piekbelasting verantwoord is.

Het optimaal benutten van de beide vormen van Rainlevelr vraagt om maatwerk op gebiedsniveau. Meer specifiek is een gebiedsdekkende analyse van hydraulische knelpunten nodig. In zo'n analyse kunnen generiek gestructureerde sturingsregels worden afgestemd op de lokale mogelijkheden en beperkingen. Dat geldt zowel voor de sturingsregels voor Rainlevelr-operationeel als voor Rainlevelr-capacitair. De sturingsregels moeten er vervolgens voor zorgen dat de inzet van Rainlevelr zo goed mogelijk actuele lokale risico's vermindert. Hiermee wordt het mogelijk om gericht kwetsbare locaties te ontzien.

5.7 Effect van meer open water vs Rainlevelr

In deze paragraaf vergelijken we de effectiviteit van Rainlevelr met die van vergroting van de berging in het watersysteem. Eerst kijken we naar de effectieve vormen van waterberging in kassengebieden. Daarna kijken we naar het effect van meer open water versus dat van Rainlevelr.

5.7.1 Waterberging in kassengebieden

In watersystemen zoeken we in het ontwerp en in het operationeel beheer naar een balans tussen berging en afvoercapaciteit. Berging kunnen we vinden in:

1. extra bassinruimte (spontaan, capacitair en operationeel);
2. meer drooglegging (door ophogen van percelen en beschermende maatregelen rond percelen die ervoor zorgen dat het water niet het perceel op kan lopen of daar minder schade veroorzaakt);
3. een groter oppervlak open water in de vorm van waterpartijen dan wel doorstroomprofiel.

Van deze drie vormen van buiopvang is vergroting van de drooglegging een geen-spijtmateel. Het vergroten van de drooglegging is namelijk effectief op twee manieren:

- Percelen en objecten met een groot risico worden beter beschermd. Schade treedt later op omdat waterstanden hoger mogen oplopen;
- Er kan zich meer verhang opbouwen in de watergang, wat de doorvoercapaciteit verhoogt tijdens piekafvoersituaties.

Het effect van open water verschilt al naar gelang de locatie van dit extra open water ten opzichte van de knelpunten in het systeem. En ook de vorm van het open water moet op de situatie worden afgestemd. Daar waar doorvoercapaciteit te beperkt is, is extra open water nodig in de vorm van extra doorstroomprofiel van watergangen. Meer open water in de vorm van bergende waterpartijen werkt dan minder goed en kan zelfs een remmend effect hebben op de doorvoercapaciteit. Dit omdat het ook de snelle opbouw van verhang tegenwerkt.

Wanneer de doorvoercapaciteit voldoende is, verzamelt zich benedenstrooms van het systeem, vlak voor het gemaal, in korte tijd veel water. Hier is extra berging nodig om te voorkomen dat de waterstanden te hoog oplopen door de beperkte afvoercapaciteit van het gemaal.

5.7.2 Effect van extra open water vs Rainlevelr

Om het effect van extra open water te vergelijken met dat van Rainlevelr is met het procesmodel een aantal berekeningen uitgevoerd voor Gebied 0 en Gebied 3.

Tabel 6 toont de maximale waterstanden voor de bui van 60 mm in 16 uur in Gebied 0 voor verschillende maatregelcombinaties:

- zonder maatregelen;
- bij het alleen vergroten van het percentage open water in Gebied 0 van 4% naar 6%;
- bij alleen Rainlevelr-operationeel met 0,1 m setpointverlaging, en
- bij de combinatie van bovenstaande twee maatregelen.

We kijken naar deze combinaties voor deelnamepercentages van 50 en 100%. Het gebiedsaandeel verhard is 70% en de initiële ruimte is 0 mm.

We zien dat bij een deelname van 50% de maximale waterstanden bij 6% open water zonder Rainlevelr 3 cm lager liggen dan de referentie (4% open water). Dat geldt ook voor 100% deelname. De inzet van alleen Rainlevelr-operationeel levert een verlaging van 11 cm bij een deelnamepercentage van 50% en 12 cm bij een deelnamepercentage van 100%. Hier is de werking van alleen RL dus veel groter dan die van alleen een uitbreiding van het openwaterpercentage.

De gecombineerde werking hangt af van het deelnemerspercentage (hoe hoger dit percentage, hoe groter het Rainlevelr-effect). Bij een deelnamepercentage van 50% is de gecombineerde werking in dit voorbeeld lager dan de som van de individuele maatregelen. Bij 100% is de gecombineerde werking ongeveer gelijk aan de som van de individuele maatregelen.

Tabel 6. Maximale waterstanden voor de bui van 60 mm in 16 uur in Gebied 0 zonder maatregelen, bij het vergroten van het percentage open water, bij alleen Rainlevelr, en bij de combinatie van beide. Dit voor 70% glas en deelnamepercentages van 50% en 100%.

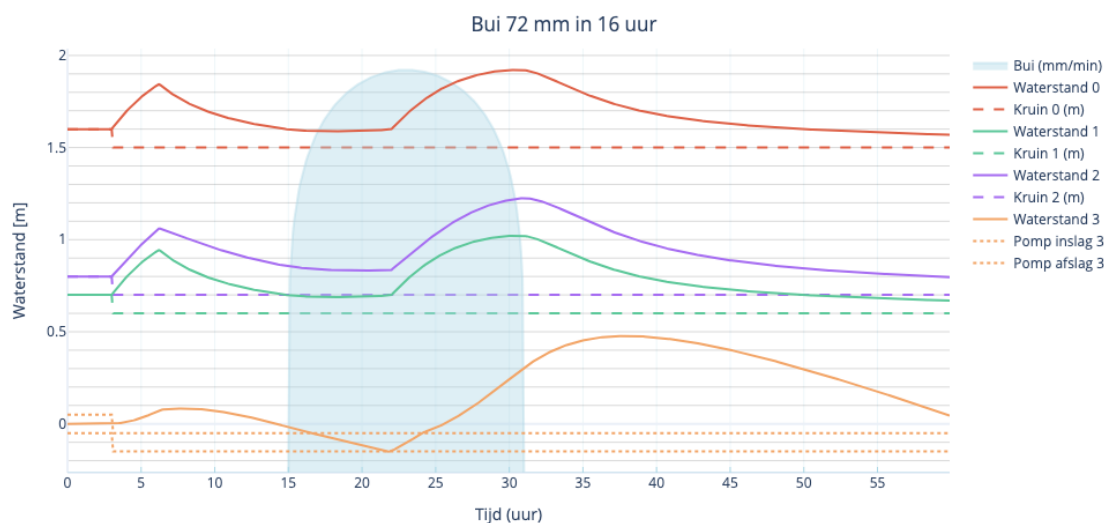
	Maatregelen			
	Geen	Alleen OW Openwaterpctg 4>6%	Alleen RL RL (lozing+0.1m voormalen)	Beide Openwater+RL
Deelname:				
50%	1.99	1.96 (-3 cm)	1.88 (-11 cm)	1.86 (-13 cm)
100%	1.99	1.96 (-3 cm)	1.87 (-12 cm)	1.84 (-15 cm)

Gebied 3 is het laagste peilvak van waaruit het gemaal het water afvoert. In figuur 10 zagen we het effect van de zwaardere bui van 72 mm in 16 uur op de waterstand in dit gebied bij een initiële ruimte van 0 mm en een open water percentage van 10%. De maximale waterstand liep toen op tot 77 cm boven streefpeil. Figuur 12 toont het verloop van de waterstanden voor de situatie waarin we het openwaterpercentage in Gebied 3 uitbreiden van 10% naar 15%.

In dit voorbeeld is gerekend mét Rainlevelr-operationeel (lozing + peilverlaging van 0.1 m) met 70% verhard oppervlak, een deelnamepercentage van 100% en 0 mm ruimte op t=3 uur (aanvang van de acties in het kader van Rainlevelr-operationeel).

Door vergroting van het aandeel open water naar 15% zien we de maximale waterstanden in Gebied 3 afnemen van 77 cm boven streefpeil (figuur 10) tot 48 cm boven streefpeil (figuur 12).

Het is interessant om deze uitkomsten te vergelijken met de maximale waterstanden in figuur 11 waarin met 10% open water in Gebied 3 is gerekend maar met een initiële ruimte van 20 mm in alle bassins.



Figuur 12: Het verloop van de waterstanden tijdens de bui van 72 mm in 16 uur met 15% open water in Gebied 3. De maximale waterstand is afgenomen van 77 cm boven streefpeil (figuur 8) naar 48 cm boven streefpeil.

De analyses laten zien hoe belangrijk het is dat de inrichting van het watersysteem niet alleen goed past bij de inrichting en opbouw van het kassengebied, maar ook bepalend is voor hoe Rainlevelr moet worden ingezet. Het gaat om het sturen van een integraal systeem bestaande uit watersysteemcomponenten en bassins. De sturing van dat systeem moet dus gericht zijn op het realiseren van een gewenst gedrag van dat integrale systeem.

In het volgende hoofdstuk geven we aanbevelingen die ertoe leiden dat Rainlevelr dit gewenste gedrag maximaal realiseert.

6. Verzilveren van de potentie

We hebben in uiteenlopende analyses gezien dat Rainlevelr (zie 2.4) een grote potentie heeft in het reduceren van het risico op wateroverlast. We kunnen die potentie uitdrukken in het “bui-reducerend” vermogen. Omdat als gevolg van Rainlevelr een veel kleiner deel van de bui het oppervlaktewater bereikt. Op die manier kan het effect van Rainlevelr worden gerelateerd aan de neerslagstatistiek: opvangcapaciteit van 25 mm leidt al tot een impactreductie op het open water van een bui die een orde lager ligt in de neerslagstatistiek. Een oorspronkelijke bui met een herhalingstijd van eens in de 50 jaar wordt teruggebracht tot een veel mildere eens in de 20 jaar bui.

6.1 Opbouw van dit hoofdstuk

In dit hoofdstuk kijken we naar het verzilveren van die potentie. Alles draait om de vraag: Hoe laat je de maatregel Rainlevelr maximaal tot zijn recht komen?

We kijken eerst naar het verschil tussen technische potentie (hoeveel het optimaal inzetten van Rainlevelr kan bijdragen aan risicovermindering, los van de noodzaak) en de relevantiepotentie die hoger is naarmate de maatregel meer bijdraagt aan het behalen van de beleidsdoelstellingen.

Vervolgens presenteren we een kader voor de indeling van glastuinbouwgebieden met het oog op de potentie van Rainlevelr. Daarna passen we het kader toe op het glastuinbouwgebied van Delfland. Dat levert een kaartbeeld waarin gebieden zijn geclassificeerd naar het belang van Rainlevelr voor het verlagen van wateroverlastrisico.

In het verdere hoofdstuk beschrijven we hoe we Rainlevelr in positie kunnen brengen en hoe we de werking kunnen optimaliseren.

We sluiten dan het hoofdstuk af met de gebiedsgerichte invulling van de potentie en de rol van Rainlevelr in gebiedsprocessen.

6.2 Technische potentie en relevantie

De potentie van een maatregel heeft altijd betrekking op twee verschillende aspecten:

1. Het maximale effect dat de maatregel kan hebben in een bepaalde situatie, binnen de context van systeemopbouw en systeembelasting. We zouden dat de ‘technische potentie’ kunnen noemen, en
2. de mate waarin de maatregel bijdraagt aan het behalen van de beleidsdoelstelling. Dit kan ook worden aangeduid als de relevantie van een maatregel, die medebepalend is voor urgentie en prioritering.

Beide betekenissen zijn in deze potentiëstudie relevant, maar het is belangrijk om ze van elkaar te onderscheiden.

Tot nu toe lag de nadruk vooral op het eerste aspect: het maximaal te bereiken effect binnen de context van systeemopbouw en systeembelasting. Dit maximale effect is richtinggevend voor het afleiden van het handelingsperspectief. Hoe laat je de maatregel Rainlevelr maximaal tot zijn recht komen? Hoe haal je het onderste uit de kan op een kosteneffectieve wijze? Voor het beantwoorden van die vragen kunnen analyses zoals beschreven in het voorgaande hoofdstuk worden gebruikt.

Voor het bepalen van de relevantie kijken we naar de beleidsdoelen en is het van belang in hoeverre de gestelde doelen al worden gehaald. Het kan voorkomen dat de potentie van Rainlevelr in een bepaalde situatie via een maatregel binnen het handelingsperspectief nog aanzienlijk kan worden vergroot, terwijl de urgentie om hierin te investeren beperkt is. Op plaatsten en in situaties waarin het systeemgedrag zodanig is dat doelen worden gehaald is de ‘relevantiepotentie’ laag. Daar waar doelen niet worden gehaald kan met voorrang gekeken worden naar het effect van Rainlevelr.

In deze studie integreren we beide aspecten door naar gebiedskenmerken te kijken die zowel onderscheidend zijn in de mate waarin nu de doelen worden gehaald als in de mate waarin Rainlevelr kan bijdragen aan de oplossing. In de volgende paragraaf wordt dit verder toegelicht.

6.3 Gebiedskenmerken en Rainlevelr potentie

Uiteindelijk wil je de twee aspecten van potentie vertalen naar één algemene potentiekaart die aangeeft waar je het beste met prioriteit met Rainlevelr aan de slag kan. In deze studie hebben we dat beeld ontwikkeld door gebieden (polders, boezemlanden) te classificeren op een aantal kenmerken. Die kenmerken zijn zo gekozen dat ze zowel bepalend zijn voor de grootte van actuele wateroverlastproblemen, als voor de potentie van Rainlevelr in het oplossen van die problemen. Kennis over het bestaan van knelpunten, wateroverlastproblemen en reeds uitgevoerde versterkingen is verzameld door een groot aantal uitgevoerde watersysteemanalyses te bestuderen en uit de diverse sessies met experts van Delfland (zie bijlage 3).

Tabel 7: Gebiedstypering met het oog op de mogelijke bijdrage van Rainlevelr in het verlagen van het wateroverlastrisico

Typering gebieden			Potentie van Rainlevelr
kenmerken	omschrijving		mogelijke bijdrage Rainlevelr
Aandeel glas	Afvoer- en doorvoer- capaciteit	Ruimte in openwater	
+	+	+	Glas raakt water goed kwijt, watersysteem heeft voldoende bergingsruimte Rainlevelr kan structureel worden ingezet voor een rustiger systeemgedrag en tijdens grote systeembelasting: afvlakken afvoerpiek naar ontvanged water, door het grote aandeel glas kan dit betekenisvol zijn
+	+	-	Glas raakt water goed kwijt, maar weinig ruimte in watersysteem Rainlevelr kan bijdragen aan bovenstroomse ruimte
+	-	+	Glas belast eigen peilvak wegens beperkte doorvoer Rainlevelr kan bijdragen aan voorkomen wateroverlast bij extreme buien en bij opvang bij boven-normatieve gebeurtenissen.
+	-	-	Zowel afvoer- als doorvoercapaciteit zijn beperkt, dit levert problemen op Rainlevelr kan bijdragen aan extra ruimte en het beter verdelen van de watersysteembelasting gericht op maximale afvoer
-	+	+	Glas raakt zijn water makkelijk kwijt en watersysteem heeft voldoende ruimte en afvoercapaciteit Rainlevelr kan helpen bij ontzien boezem/ontvangend water door opvang tijdens extreme situaties
-	-	+	Glas belast vooral eigen peilvakken wegens doorvoerbeperring, dit ondanks voldoende (eind)afvoercapaciteit Rainlevelr kan bijdragen aan creëren bovenstroomse ruimte
-	+	-	Glas heeft maar klein aandeel in belasting van het totale gebied Geringe berging in gebied biedt (op termijn) potentie voor Rainlevelr
-	-	-	Glas belast eigen gebied, maar wegens weinig glas geen problemen Omdat zowel doorvoer- en afvoercapaciteit als berging beperkt zijn kan Rainlevelr (op termijn) van belang zijn.

Tabel 7 geeft een kader voor de indeling van glastuinbouwgebieden met het oog op de potentie van Rainlevelr. De eerste kolommen geven een typering op basis van 3 kenmerken en de score van bepaalde gebiedstypen op deze kenmerken. De kenmerken zijn:

- Het aandeel glas (relatief glasoppervlak) in het gebied;
Het aandeel glas bepaalt natuurlijk in grote mate de potentie van een maatregel als Rainlevelr.
- Afvoer- en doorvoercapaciteit in een gebied;

De afvoer- en doorvoercapaciteit in een gebied bepaalt in hoge mate de effectiviteit van zowel voormalen als Rainlevelr (voormalen in combinatie met bassinlozing);

- Aanwezige ruimte in watersysteem (openwaterpercentage);
Deze zou liefst in balans moeten zijn met de afvoercapaciteit.

Als het betreffende kenmerk in het type gebied een veroorzaker is van mogelijke problemen is de score in de tabel negatief ('-'). Als het kenmerk minder of niet bijdraagt aan de problemen in het gebiedstype is de score '+'. De laatste kolom van tabel 7 bevat de mogelijke bijdrage van Rainlevelr in het oplossen van de knelpunten in het betreffende gebiedstype.

6.4 Potentiekaart

Een praktische vraag voor Delfland is: op welke gebieden kunnen we ons het beste focussen bij het introduceren of uitbreiden van Rainlevelr? En in het verlengde daarvan: waar zouden we als eerste nieuwe deelnemers moeten werven om het risico op wateroverlast te verminderen?

Bij het beantwoorden van deze vragen speelt de gebiedstypering uit tabel 7 een belangrijke rol. Door deze typering toe te passen op het glastuinbouwgebied van Delfland, en daarbij tevens te kijken naar:

- de knelpunten in het huidige en toekomstige klimaat, zoals geïnventariseerd in de watersysteemanalyses;
- de aandachtspunten bij het operationeel beheer van polders en boezem, zoals gesignaleerd door Peilbeheer; en
- maatregelen die recent zijn genomen of in de planning staan om knelpunten aan te pakken;

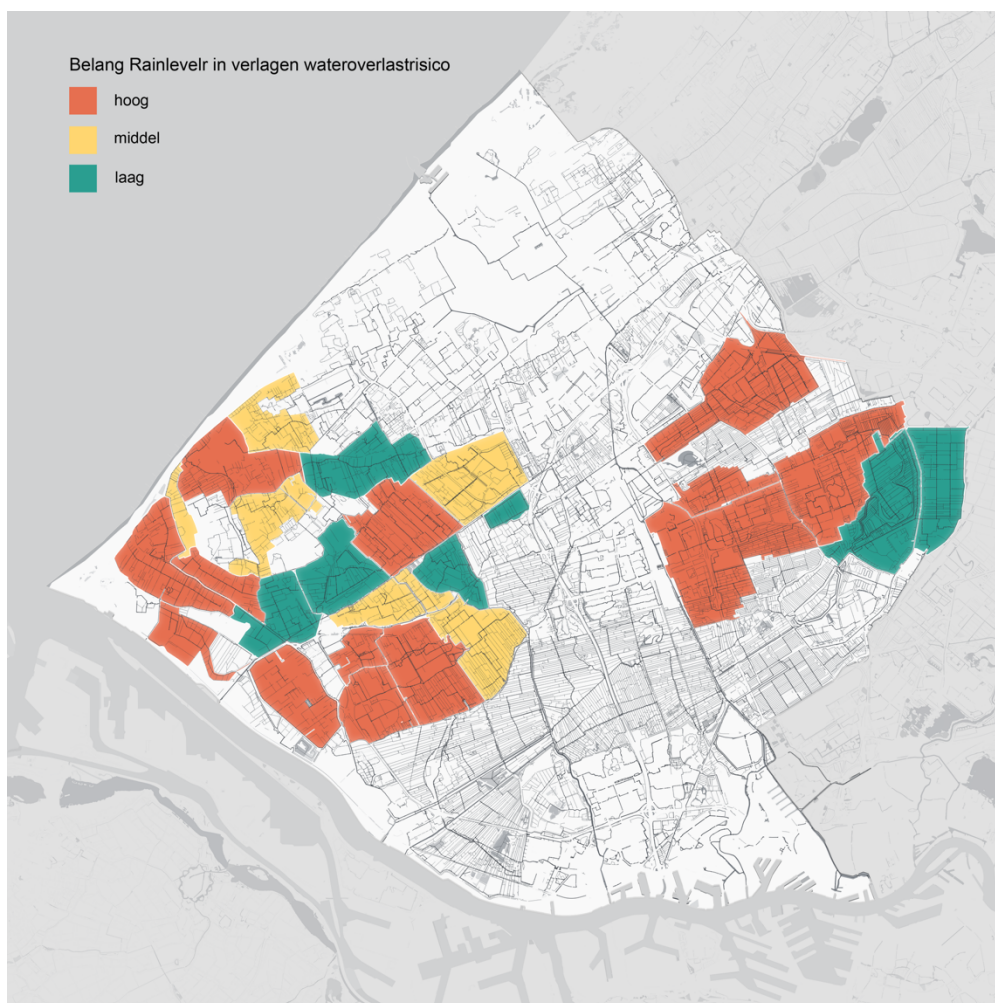
ontstaat een eerste indruk van de potentie van Rainlevelr voor het verminderen van het huidige wateroverlastrisico.

De typering en de extra informatie leidt tot het kaartbeeld in figuur 13. De kaart vormt een eerste scan van de glastuinbouwgebieden van Delfland en laat zien in welke gebieden Rainlevelr, op basis van de verzamelde informatie, lokaal kan bijdragen aan het verminderen van wateroverlastrisico's.

Het gaat in figuur 13 om 3 potentieklassen:

- Hoog: wanneer sprake is van ervaren of berekende knelpunten waarbij (verdere uitbouw van) Rainlevelr significant kan bijdragen aan verlichting;
- Midden: wanneer de doelen grotendeels worden gehaald, of wanneer Rainlevelr slechts in beperkte mate kan bijdragen aan het verminderen van de problematiek, bijvoorbeeld doordat de maatregel beperkt effectief is of reeds grotendeels is uitgerold;
- Laag: wanneer de doelen zijn gehaald, Rainlevelr reeds is uitgerold, of wanneer noodzakelijke randvoorwaardelijke maatregelen geen doorgang zullen vinden.

De classificering in figuur 13 is niet gebaseerd op een gedetailleerd, gebiedsdekkend beeld van maatschappelijk ervaren schade, een dergelijk overzicht zou hiervoor bij voorkeur worden gebruikt, maar op puntinformatie afkomstig uit modelberekeningen en normtoetsingen. Deze analyses zijn niet uitgevoerd met het oog op brede maatschappelijke risico's, maar primair vanuit normtoetsing, met de daarbij behorende focus op inundatierisico's. Kortom: de kaart kan verdere verfijning gebruiken, maar biedt wel alvast een eerste inzicht in de gebieden waar uitbreiding van Rainlevelr naar verwachting het meest relevant is.



Figuur 13: Rainlevelr Relevantie kaart. Weergegeven is het belang van Rainlevelr voor het verlagen van wateroverlastrisico. Rood=hoog, Geel=middel, groen=laag.

6.5 Handelingsperspectief: Focus op gewenst systeemgedrag

6.5.1 Piekafvoersysteem

De analyse in hoofdstuk 5 heeft duidelijk gemaakt hoezeer het functioneren van het kassengebied en het watersysteem in onderlinge samenhang moet worden bekeken. Er is een grote dynamiek. Het watersysteem in kassengebieden gedraagt zich in sterke mate als een piekafvoersysteem, in tegenstelling tot ‘normale’ gebieden waar het oppervlaktewaterregime primair het grondwaterregime ondersteunt en de dynamiek gelijkmatiger is.

In een gebied dat wordt gedomineerd door piekafvoeren krijgt het watersysteem een andere rol dan in stedelijk gebied of grasland. Dat leidt tot de volgende inzichten:

- De gewenste “sponswerking” wordt in glastuinbouwgebieden niet primair via de bodem gerealiseerd, maar via een gestuurd systeem van bassinlozingen en afvoer in het watersysteem.
- Voldoende doorvoercapaciteit is een randvoorwaarde voor het functioneren van Rainlevelr. Knelpunten in de doorvoer (krappe duikers, krap doorstroomprofiel) moeten daarom in beeld worden gebracht en waar mogelijk opgelost.
- Rainlevelr wordt effectiever wanneer waterstanden lokaal verder mogen oplopen zonder dat schade ontstaat. Dit vergroot het verhang en daarmee de doorvoercapaciteit. Een grotere drooglegging en het minder kwetsbaar maken van percelen en objecten dragen hieraan sterk bij.
- Regelbare stuwen zijn niet primair voor peilbeheer maar voor afvoerbeheer. Ze moeten zorgen voor een snelle opbouw van verhang die nodig is voor afvoervergroting;

- Uitbreiding van open water in bovenstroomse gebieden met vaste stuwen ondersteunt Rainlevelr-operationeel slechts beperkt. Extra berging leidt tot minder waterstandstijging en daarmee tot minder afvoer tijdens de beschikbare lozingsperiode. Voor de afvoer is verruiming van doorstroomprofielen effectiever dan het vergroten van bergend oppervlak. Bij uitbreiding van open water moet dit effect expliciet worden meegewogen.
- Door de aanvoer vanuit bovenstroomse peilvakken is benedenstrooms, met name nabij hetemaal, voldoende berging nodig, omdat deemaalcapaciteit begrensd is.

6.6 Rainlevelr in positie bengen

Om het gewenst systeemgedrag met Rainlevelr te kunnen realiseren zijn acties nodig op twee sporen:

1. Ondersteunen van de uitbreiding en de operationele condities voor Rainlevelr;
2. Toewerken naar betere systeemcondities door verbeteringen aan het watersysteem en op de glastuinbouwbedrijven en in de overige delen van het gebied.

Hieronder worden deze sporen verder uitgewerkt

6.6.1 Verbetering operationele condities

Dit spoor focust op alle zaken die te maken hebben met de operationele uitvoering van Rainlevelr zoals het beoordelen van de actuele situatie in bassins en watersysteem en sturen van bassins en watersysteem en de operationele communicatie tussen Delfland en deelnemers. Specifiek gaat het om:

1. De inrichting van een Real Time Control Systeem (RTC-systeem);
2. De ontwikkeling van sturingsregels voor zowel Rainlevelr-operationeel als Rainlevelr-capacitair;
3. Onderzoek naar de sturing van bassins en integratie daarvan met de sturing van het watersysteem zodat de processen van lozing en afvoer optimaal verlopen;
4. Onderzoek naar de ontwikkeling van een accuraat actueel beeld van de ruimte in de bassins van deelnemers en niet-deelnemers (een onbekende factor met grote invloed op de wateroverlastisico's). Het advies is hier om ook toepassing te onderzoeken van analysetechnieken zoals machine learning.
5. Het testen van nieuwe sturingsregels in pilots, eerst virtueel en later in het gebied, samen met telers.
6. Het communiceren van de opgedane inzichten onder de deelnemers en breder binnen de glastuinbouwsector, gebruikmakend van het netwerk dat is opgebouwd vanuit het samenwerkingsverband Rainlevelr.

6.6.2 Verbetering systeemcondities

Bij verbetering van de systeemcondities draait het om zaken die niet direct de operationele uitvoering raken maar die op de langere termijn via Rainlevelr het wateroverlastisico reduceren. Het gaat dan om verbeteringen in het watersysteem maar ook om ingrepen op de glastuinbouwbedrijven en in het gebied die bijvoorbeeld ter gelegenheid van nieuwbouw kunnen worden gerealiseerd.

Delfland kan zorgdragen voor:

1. Verbetering van de doorvoercapaciteit (doorstroomprofiel, duikers) waar deze te krap zijn.
2. Het regelbaar maken van vaste stuwen in de dominante afvoerkanalen ter bevordering van de snelle afvoer van Rainlevelr-lozingen (en overstortingen). Ze bevorderen snelle opbouw van verhang en creëren een grotere waterstandsvariatie;
3. Uitbreiding van open water waar dat effectief genoeg is. Hierbij moet vooral worden gekeken naar het effect op de afvoercapaciteit. Voor afvoer is verruiming van doorstroomprofielen effectiever dan extra berging. Tegelijkertijd moet benedenstrooms, nabij gemalen, voldoende berging aanwezig zijn.

Wanneer het om gebiedsingenrepen gaat en ingrepen op de glastuinbouwbedrijven kan Delfland 'slechts' adviseren. Het gaat dan om adviezen/verzoeken direct aan bedrijven, of om vertaling daarvan in beleidstrajecten van andere overheden. Richting de glastuinbouwsector zijn de volgende punten belangrijk:

- Grotere bassins te stimuleren

Zo ontstaat meer spontane en structurele ruimte. In 4.3. is de capaciteit van het bassin als beperkende factor genoemd. Bij grotere bassins (in termen van m³/ha) ontstaat een grotere 'werkbare bandbreedte' voor Rainlevelr, dus een grotere ruimte in het bassin die vrijgemaakt kan worden voor gerichte opvang van neerslag ter beperking van wateroverlast. De trend binnen Delfland is naar grotere bassins vanwege de ervaringen van telers met droge zomers en het onder druk staan van alternatieve bronnen van gietwater zoals grondwater onttrokken en ontzilt met behulp van omgekeerde osmose.

- Zorgen voor een ruim transportstelsel van kasdek naar bassin
Zo worden ongecontroleerde lozingen tijdens extreme buien zoveel mogelijk voorkomen. In 4.1. is beschreven hoe bij hoge neerslagintensiteit neerslag direct vanaf het dak in het watersysteem terecht kan komen. Dit is een piekbelasting. Bij een grotere capaciteit van het transportstelsel van dak naar bassin vermindert deze belasting en ontstaat de mogelijkheid om via sturing van het bassin het overstortgedrag van het bassin te beïnvloeden. Een bijkomend voordeel voor de teler is dat meer neerslag wordt opgevangen ten behoeve van de teelt.
- De drooglegging van kassen en gebouwen te vergroten
Met name bij nieuwbouw en herstructurering. Dit draagt niet alleen bij aan berging, maar vooral aan een betere afvoer. Binnen een gebied zijn vaak grote verschillen tussen de drooglegging van kassen. Een kleine drooglegging zien we vaker bij oudere kassen. Dit maakt deze kassen kwetsbaar voor wateroverlast en het beïnvloedt ook het watersysteem als geheel omdat het de maximale stijging van de waterstand beperkt. We hebben gezien dat een grotere waterstandsfluctuatie (marge rond het streefpeil) gunstig is voor de werking van Rainlevelr en dat voor opbouw van verhang de waterstanden voldoende moeten kunnen stijgen.
- Inundatiebeschermingsmiddelen aanbrengen
Bescherm waar nodig maaiveld en objecten tegen inundatie, bijvoorbeeld via lokale maatregelen zoals folies of drempels.
- Minimaliseer lozing van condenswater in bassin
Het niet lozen van condenswater op het bassin is een entreevoorwaarde voor Rainlevelr. Lozen van het condenswater op het bassin is vanuit de regelgeving onder voorwaarden toegestaan. Het maakt echter dat er resten van gewasbeschermingsmiddelen in het bassinwater terecht kunnen komen waardoor lozen op het watersysteem niet verantwoord is. Nu kan het voorkomen dat een bedrijf niet aan Rainlevelr mee kan doen vanwege deze entreevoorwaarde. Het kan dus voorkomen dat juist op locaties waar je graag Rainlevelr zou willen inzetten dit onmogelijk is.

6.7 Gebiedsgerichte toepassing van Rainlevelr

Hierboven hebben we geschetst welke systeemcondities optimaal zijn voor de toepassing van Rainlevelr. Omgekeerd is het zo dat de lokale omstandigheden bepalen in welke vorm Rainlevelr het beste kan worden toegepast. We hebben het dan over de verhouding tussen de inzet van Rainlevelr-operationeel en Rainlevelr-capacitair.

Direct bovenstrooms van een knelpunt in de doorvoer, zoals een krappe duiker, is beschikbare bassinruimte bijzonder waardevol en is Rainlevelr-capacitair het meest effectief. In gebieden met voldoende doorvoercapaciteit kan Rainlevelr juist actief worden ingezet om snel extra ruimte te creëren, mits dit qua piekbelasting verantwoord is. Op locaties waar snelle afvoer van lozingen mogelijk is, komt Rainlevelr-operationeel het best tot zijn recht, terwijl in gebieden met beperkte doorvoercapaciteit Rainlevelr-capacitair maximaal bijdraagt. Het optimaal benutten van deze verschillen vraagt om maatwerk op gebiedsniveau, gebaseerd op een gebiedsdekkende analyse van hydraulische knelpunten.

Tenslotte wordt de inzet van beide vormen van Rainlevelr bepaald door de locaties met het grootste dreigende wateroverlastrisico. Het is zinvol om lozingen te prioriteren zodanig dat de meest kwetsbare gebieden optimaal profiteren van de inzet. Hiervoor is op operationeel niveau een centrale sturingsstrategie nodig, gebaseerd op een actueel en integraal ruimtelijk beeld van capaciteiten en knelpunten.

6.8 Rainlevelr in gebiedsprocessen

6.8.1 Toekomstbestendige Wateroverlastplannen

Delfland wil in de periode 2026–2028 voor het gehele beheergebied Toekomstbestendige Wateroverlastplannen (TWP's) opstellen. Het doel van deze plannen is om per gebied een strategie uit te werken waarmee op korte en langere termijn het risico op wateroverlast wordt verminderd en de weerbaarheid wordt vergroot. Daarbij wordt gekeken naar een breed scala aan neerslaggebeurtenissen, met oog voor klimaatverandering. Ook wordt, ten opzichte van de Watersysteemanalyses (WSA's), de potentie van een breder pakket aan maatregelen meegenomen.

Een belangrijk uitgangspunt is het vergroten van de retentie in het gebied (dus extra ruimte bovenstrooms in het watersysteem). Dit wordt ook expliciet meegenomen in de analyse en het handelingsperspectief. Het inzetten van Rainlevelr past in dit streven. Gezien de grote druk op de ruimte in het glastuinbouwgebied kan Rainlevelr een waardevolle bijdrage leveren aan het verminderen van het risico op wateroverlast.

6.8.2 Dialoog met telers

In gebiedsprocessen komt Rainlevelr samen met het perspectief van telers. Waar de analyse vooral is uitgevoerd vanuit het perspectief van de waterbeheerder, is de uitvoering afhankelijk van de telers, die de feitelijke handeling verrichten: het creëren van ruimte in bassins. In deze processen hebben telers behoefte aan inzicht in hun eigen situatie. Vragen als: hoe functioneert het gebied, wat gebeurt er bij zware buien, en wat is de rol van glas en bassins daarin?

Deze studie biedt hiervoor een belangrijk vertrekpunt. Door het relevante watersysteemgedrag en de rol van bassins inzichtelijk te maken, ondersteunt zij de diagnosefase van gebiedsprocessen. Juist deze fase is bepalend voor de kwaliteit van vervolgstappen. Daarnaast biedt de studie handvatten voor het gesprek over de inzet van Rainlevelr. De doorvoercapaciteit van een gebied bepaalt in belangrijke mate de optimale verhouding tussen Rainlevelr-operationeel en Rainlevelr-capacitair. Daarmee kunnen algemene sturingsregels worden vertaald naar gebiedsspecifieke keuzes. Een praktisch ijkpunt in deze dialoog is het streven om het effect van wateroverlast “met één stap in de neerslagstatistiek” te verlagen. Dit biedt een concreet aanknopingspunt voor het bepalen van de bijdrage van Rainlevelr en het gesprek met de sector daarover.

7. Samenvatting met conclusies

7.1 Kassengebieden hebben een piekafvoer karakter

In glastuinbouwgebieden verloopt de waterhuishouding anders dan in grasland of in stedelijk gebied. Een belangrijk deel van de neerslag wordt hier opgevangen in bassins en silo's en later gebruikt in de bedrijfsvoering, vooral als gietwater. Daarmee wijkt het systeem af van situaties waarin neerslag grotendeels via de bodem wordt verwerkt of geleidelijk afstroomt naar het oppervlaktewater. Zolang er ruimte is in de bassins, wordt neerslag daarin opgeslagen. Maar wanneer die opslagcapaciteit is benut, kan nieuwe neerslag niet verder worden vastgehouden en stroomt het via het bassin door naar het watersysteem. Vanaf dat moment wordt de bui vrijwel direct 'doorgegeven', met weinig demping en vertraging. Als meerdere bassins in een gebied gelijktijdig overstorten, wordt dit effect versterkt en krijgt de afvoer een duidelijk piekbelasting karakter. Deze overstortmomenten vormen het belangrijkste risico op wateroverlast. De aanvoer naar het watersysteem kan dan tijdelijk groter zijn dan wat het systeem kan verwerken, waardoor waterstanden oplopen en lageregelegen percelen kunnen inunderen of water de kassen instroomt. Door klimaatverandering, met intensere en vaker voorkomende buien, wordt dit risico groter.

7.2 Kassengebieden hebben vaak een beperkte doorvoercapaciteit

Watersystemen worden ontworpen op het verwerken van piekbelastingen. In glastuinbouwgebieden wordt daarbij rekening gehouden met een hogere afvoernorm, passend bij het verharde karakter van het gebied, circa 30 mm per dag. Tegelijkertijd is de capaciteit voor berging en doorvoer tussen peilvakken historisch gezien vaak niet evenredig meegegroeid. In de praktijk uit zich dat in smalle watergangen, krappe duikers en vaste stuwen. Deze combinatie beperkt de flexibiliteit van het systeem op momenten dat veel water tegelijk moet worden verwerkt.

7.3 Rainlevelr: initiatief van telers

Binnen deze context is Rainlevelr ontstaan, oorspronkelijk als initiatief van glastelers zelf. Het uitgangspunt is om bewust ruimte in het bassin beschikbaar te houden voor neerslag tijdens een bui, zodat die ruimte er ook daadwerkelijk is op het moment dat het nodig is. Door hier actief op te sturen, nemen het aantal en de omvang van overstorten af en worden de piekbelasting op het watersysteem beter verdeeld. De teler beheert het bassin daarmee niet alleen vanuit de eigen bedrijfsvoering, maar ook met oog voor het functioneren van het watersysteem als geheel.

7.4 Rainlevelr werkt, maar hoe goed?

De ervaringen met Rainlevelr, in combinatie met eerdere onderzoeken, testen en meetprogramma's, laten zien dat opvangcapaciteit in bassins een positieve bijdrage levert aan de robuustheid van het totale systeem van kassen en watersysteem. Tegelijkertijd bestaat er, vanuit een langetermijnperspectief, behoefte aan beantwoording van een aantal samenhangende vragen:

- Wat kan de bijdrage van Rainlevelr op de langere termijn zijn aan de vermindering van het wateroverlast risico, en waar is deze van afhankelijk?
- Hoe verhoudt het effect van Rainlevelr zich tot dat van andere maatregelen tegen wateroverlast, zoals de aanleg van meer open water?
- Hoe kan Rainlevelr zo worden ingezet dat het maximale effect wordt bereikt, en welk handelingsperspectief hoort daarbij?

Tegen deze achtergrond is de voorliggende studie uitgevoerd, met als doel de potentie van Rainlevelr in beeld te brengen.

7.5 Verschillende type 'ruimte' in bassins

Rainlevelr kent in principe twee verschijningsvormen, die lokaal ook gecombineerd kunnen worden: Rainlevelr-operationeel en Rainlevelr-capacitair. Binnen Rainlevelr-capacitair kan verder onderscheid worden gemaakt tussen spontane ruimte, die 'toevallig' aanwezig is, en 'afgesproken', ofwel structurele

ruimte. Dit onderscheid is relevant om twee redenen. De verschillende vormen werken elk anders door in de dynamiek van het watersysteem en verschillen in beheersbaar- en beschikbaarheid.

7.5.1 Rainlevelr-operationeel: de vliegende keep

Bij Rainlevelr-operationeel wordt ruimte in bassins gemaakt in reactie op een 'neerslagtrigger', zoals een weersverwachting of een neerslagprotocol. In de praktijk betekent dit dat kort voor een bui bassinwater via een regelklep wordt geloosd op het watersysteem, zodat er op het moment van de bui voldoende opvangcapaciteit beschikbaar is.

Dit vraagt om handelen in een relatief kort tijdsvenster en gaat gepaard met het lozen van bassinwater met een fors debiet. Het geloosde water moet vervolgens ook uit het watersysteem worden afgevoerd. Om dat mogelijk te maken, is het van belang dat de afvoer tijdig op gang komt. Daarbij speelt het ontstaan van verhang in het watersysteem een cruciale rol. In gebieden waar het peil wordt beheerd met regelbare stuwen kan dit worden bereikt door de kruinhoogten tijdelijk te verlagen. Op die manier ontstaat sneller een situatie waarin water kan afstromen, waardoor Rainlevelr-operationeel effectiever wordt dan in gebieden met vaste stuwen.

De hoeveelheid bassinwater die binnen het beschikbare tijdsvenster kan worden geloosd, hangt in belangrijke mate samen met de gemaalcapaciteit. Bij een capaciteit van circa 30 mm per etmaal (op verhard oppervlak) kan in 12 uur maximaal het equivalent van ongeveer 15 mm neerslag van het kasdek worden afgevoerd. In gebieden waar de doorvoercapaciteit beperkend is, bijvoorbeeld door vaste stuwen of krappe duikers, neemt dit volume af. In die situaties begrenst de doorvoercapaciteit de effectiviteit van Rainlevelr. Wanneer er meer tijd beschikbaar is voor afvoer, kan ondanks deze beperkingen alsnog een groot deel van het effect worden gerealiseerd.

Rainlevelr-operationeel is daarmee de manier om op (onverwachte) knelpunten te anticiperen. Het is de vliegende keep onder de Rainlevelr vormen. Rainlevelr-operationeel vraagt afstemming met het operationeel beheer van het watersysteem.

7.5.2 Rainlevelr-capacitair: liefst integreren in bedrijfsvoering

Bij Rainlevelr-capacitair wordt structureel ruimte in bassins gecreëerd als onderdeel van het reguliere bedrijfsproces, en dus onafhankelijk van de weersverwachting. Lozingen vanuit de bassins worden daarbij ingezet om een beoogde vrije ruimte te handhaven.

Doordat deze werkwijze niet gekoppeld is aan een naderende bui, kan het lozen doorgaans plaatsvinden met een gelijkmatiger patroon en met lagere debieten. Er is immers meer tijd beschikbaar om de gewenste ruimte te realiseren en in stand te houden.

In de praktijk zijn er al telers die op deze manier werken, waaronder Lans, waar de pilot met Rainlevelr destijds is uitgevoerd.

7.5.3 'Spontane' opvangcapaciteit: een te koesteren fenomeen

Naast deze bewust gecreëerde ruimte is er ook ruimte die 'spontaan' ontstaat als gevolg van de combinatie van neerslag en bedrijfsvoering. Deze ruimte is aanwezig op alle glastuinbouwbedrijven, en dus niet alleen bij de deelnemers.

Beschikbare data van deelnemers laten zien dat er in de meeste situaties sprake is van enige spontane ruimte, waardoor bassins zelden gelijktijdig volledig gevuld zijn. Daarmee heeft deze spontane ruimte invloed op het functioneren van het systeem als geheel.

Tegelijkertijd maakt dit het lastiger om dat functioneren goed te doorgronden. Omdat gegevens over de bassinvulling beperkt zijn, is het moeilijk om wateroverlastgebeurtenissen uit het verleden precies te interpreteren en om te bepalen welk effect de bassinvulling daarin heeft gehad.

De spontane ruimte heeft naar verwachting een aanzienlijk gunstig effect. Tegelijkertijd is niet goed bekend hoe groot dat effect precies is en hoe we daarmee het beste kunnen omgaan. Bovendien is het

lastig in te schatten wat de gevolgen zullen zijn van meer extreme neerslag in de toekomst. De spontane ruimte verdient daarom meer aandacht.

7.6 Potentie van Rainlevelr als concept

De potentie van Rainlevelr kunnen we onderverdelen in drie groepen:

- conclusies die direct samenhangen met het concept Rainlevelr;
- conclusies die volgen uit het specifieke neerslag-afvoer karakter van kassengebieden, en
- conclusies over de effectiviteit van Rainlevelr in vergelijking met de referentiemaatregel ‘meer open water’.

7.6.1 “bui-reductie” effect van Rainlevelr

Uit de analyse komt naar voren dat het effect van Rainlevelr op het risico op wateroverlast groot is. Dat effect verschilt per situatie, gebiedsopbouw en watersysteem, maar er is ook in algemene zin iets over te zeggen wat we samenvatten onder noemer “bui-reductie”.

Rainlevelr beperkt de impact van de bui op de omgeving in de vorm van lagere waterstanden en een kortere overschrijdingsduur van bepaalde alarmwaarden. Zo blijkt dat met circa 25 mm vrije ruimte een probleembui van ruim 70 mm in 8 uur (met een kans van optreden van circa 1:50 jaar) qua impact kan worden teruggebracht naar een beter hanteerbare bui van ongeveer 1:20 jaar. Bij een grotere beschikbare ruimte, bijvoorbeeld 30 mm, neemt dit effect verder toe.

7.6.2 Maatwerk op gebiedsniveau mogelijk

Maximaal effect van Rainlevelr wordt verkregen door RL operationeel en RL capacitair slim te combineren. Het optimaal benutten van deze verschillen vraagt om maatwerk op gebiedsniveau, gebaseerd op een gebiedsdekkende analyse van hydraulische knelpunten. Dat betekent:

- rekening houden met de beperkingen van Rainlevelr-operationeel.
Gesteld dat alle glastelers meedoen en gelijktijdig lozen (en de doorvoercapaciteit niet beperkend is) dan kan in een tijdvenster van 12 uur ca 15 mm uit alle bassins worden afgevoerd. Meer lozen dan dit volume, en dus meer ruimte maken in de bassins, werkt contraproductief. Indien meer ruimte gewenst is en dan is het zaak dat deze voor die tijd ontstaat via “spontane” ruimte of RL capacitair.
- Rainlevelr-capitair bij doorvoerbeperking
Direct bovenstrooms van een knelpunt in de doorvoer, zoals een krappe duiker, is beschikbare bassinruimte bijzonder waardevol en is Rainlevelr-capitair het meest effectief. In gebieden met voldoende doorvoercapaciteit kan Rainlevelr juist actief worden ingezet om snel extra ruimte te creëren, mits dit qua piekbelasting verantwoord is. Op locaties waar snelle afvoer van lozingen mogelijk is, komt Rainlevelr-operationeel het best tot zijn recht, terwijl in gebieden met beperkte doorvoercapaciteit Rainlevelr-capitair maximaal bijdraagt.
- lozingen prioriteren zodanig dat de meest kwetsbare gebieden optimaal profiteren van de inzet. Hiervoor is op operationeel niveau een centrale sturingsstrategie nodig, gebaseerd op een actueel en integraal ruimtelijk beeld van capaciteiten en knelpunten.

7.6.3 Geïntegreerde sturing

Om overstorten systematisch te voorkomen, is sturing nodig die zowel betrekking heeft op Rainlevelr-operationeel als op Rainlevelr-capitair, en die aansluit op het operationeel beheer van het watersysteem, inclusief het voormalen.

Het is belangrijk dat er continu inzicht bestaat in de gewenste ruimtelijke verdeling van beschikbare ruimte in bassins en in de compartimenten van het watersysteem. Door dit gewenste beeld real time te vergelijken met de actuele situatie kunnen gerichte sturingsacties worden bepaald. Dit biedt de mogelijkheid om ook de spontaan beschikbare ruimte expliciet mee te nemen in de sturing wat de potentie van Rainlevelr-operationeel veel groter maakt.

7.6.4 Onderzoek naar spontane ruimte noodzakelijk

Het grote effect van initiële ruimte onderstreept ook het (vaak onbekende) effect van spontane ruimte (bij deelnemers en niet-deelnemers), en rechtvaardigt meer aandacht en nader onderzoek op dit gebied. Gelijktijdig gevulde bassins vormen een groot wateroverlastrisico. Het is dus goed om te kijken hoe dit maximaal te voorkomen. Dit vraagt in eerste instantie om meer metingen in het gebied en een uitgebreidere analyse van het vullingsverloop van bassins.

7.6.5 Betrokkenheid telers blijft essentieel

Een grotere deelname van teler verkleint het areaal glas met ongecontroleerde lozingen. Het positieve effect van Rainlevelr neemt daardoor toe. Zowel meer operationeel lozen, als bij het dagelijkse bassinbeheer meer rekening te houden met het waterhuishoudkundige belang, werkt wateroverlastbeperkend. Voor beide vormen van samenwerking zijn een goede informatievoorziening en heldere sturingsregels van groot belang.

Samenvattend: De potentie van Rainlevelr is groot, maar altijd begrensd. De flexibiliteit maakt maatwerk mogelijk waarin Rainlevelr-capacitair wordt ingezet waar dat maar mogelijk is en Rainlevelr-operationeel maximaal de kwetsbare locaties kan ontzien. De aanpak vraagt wel gerichte sturing op basis van geïntegreerde sturingsregels. Omdat een belangrijk deel van de beschikbare ruimte zich op bedrijfsniveau bevindt, blijft betrokkenheid van telers essentieel.

7.7 Potentie van Rainlevelr volgend uit het neerslag-afvoer karakter van kassengebieden

7.7.1 Een kassengebied is hydrologisch bijzonder

Het watersysteem in kassengebieden gedraagt zich in sterke mate als een piekafvoersysteem, in tegenstelling tot ‘normale’ gebieden waar het oppervlaktewaterregime primair het grondwaterregime ondersteunt en de dynamiek gelijkmatiger is. In een systeem dat wordt gedomineerd door piekafvoeren verandert de focus van peilbeheer naar afvoerbeheer. De oude waterbeheertrits: ‘kijk eerst naar vasthouden, dan naar bergen en dan pas naar afvoeren’ geldt, als die al gold voor poldergebieden, zeker niet voor kassengebieden. Daar is de trits eerder precies andersom als het gaat om maatregelprioritering. Inzicht in de afvoerdynamiek in kassengebieden leidt tot diverse inzichten die in de navolgende paragrafen worden beschreven.

7.7.2 Sponswerking via piekafvoermanagement

De gewenste “sponswerking” wordt in glastuinbouwgebieden niet primair via de bodem gerealiseerd, maar via een gestuurd systeem van bassinlozingen en afvoer in het watersysteem.

7.7.3 Focus op doorvoercapaciteit

In de analyses wordt bevestigd wat we ophalen bij peilbeheer namelijk dat voormalen en Rainlevelr weinig effect hebben bij stremming van de doorvoer van water. Voldoende doorvoercapaciteit is daarom een randvoorwaarde voor het functioneren van Rainlevelr. Knelpunten in de doorvoer moeten daarom in beeld worden gebracht en waar mogelijk worden opgelost.

7.7.4 Hoe meer marge, hoe meer ruimte voor Rainlevelr

Rainlevelr wordt effectiever wanneer waterstanden lokaal verder mogen oplopen zonder dat schade ontstaat. Dit vergroot het verhang en daarmee de doorvoercapaciteit. Een grotere drooglegging en het minder kwetsbaar maken van percelen en objecten dragen hieraan bij.

7.7.5 Rainlevelr versus meer open water

Rainlevelr is over het algemeen effectiever dan meer open water. Het onderzoek benadrukt dat waterbeheer in glastuinbouwgebieden namelijk vooral draait om (het slim sturen van) piekafvoeren. Niet extra open water, maar betere doorstroming en regelbare stuwen zijn daarbij cruciaal.

7.7.6 Uitbreiding open water? Check de locatie en kijk vooral benedenstrooms

Extra open water helpt vooral in combinatie met extra afvoercapaciteit. De meerwaarde van extra open water is dus ook sterk afhankelijk van de locatie binnen het watersysteem. Niet iedere kubieke meter berging levert overal hetzelfde effect. Over het algemeen is vergroten van de doorstroomprofielen effectiever dan het vergroten van bergend oppervlak. Meer open water in de vorm van bergende waterpartijen kan zelfs een remmend effect hebben op de doorvoercapaciteit. Dit omdat het ook de snelle opbouw van verhang tegenwerkt. Bij uitbreiding van open water moet dit effect expliciet worden meegewogen. Door de aanvoer vanuit bovenstroomse peilvakken is benedenstrooms, met name nabij het gemaal, voldoende berging nodig, omdat de gemaalcapaciteit begrensd is. Hier kan extra berging voorkomen dat waterstanden te hoog oplopen.

Samenvattend: Meer “sponswerking” in kassengebieden vraagt om een goed gestuurd piekafvoermanagement. Rainlevelr kan dat leveren, vaak efficiënter dan meer open water. Dat betekent aandacht voor doorvoercapaciteit (met nadruk op doorstroomprofiel en benedenstroomse berging), voor voldoende drooglegging en voor stuurbare stuwen.

7.8 Handelingsperspectief en advies

De inzichten uit de analyse geven richting aan hoe de bijdrage van Rainlevelr aan het verminderen van wateroverlastrisico kan worden gemaximaliseerd. Die bijdrage hangt niet alleen af van techniek, maar ook van informatie, sturing en samenwerking

7.8.1 Informatievoorziening als basis

Een effectieve toepassing van Rainlevelr vraagt om zowel technische voorzieningen als een goede informatievoorziening. Daarbij gaat het om:

- inzicht in de vullingsgraad van bassins, van zowel deelnemers als niet-deelnemers;
- een real-time overzicht van actuele waterstanden, ten behoeve van terugkoppeling op lozingen via regelkleppen;
- informatie over actuele lozingen van bassins;
- betrouwbare neerslagverwachtingen, zodat op het juiste moment en met het juiste tempo kan worden gestuurd.

De onzekerheid in neerslagverwachtingen speelt hierbij een belangrijke rol. Voor telers is dit direct gekoppeld aan het risico dat de gietwatervoorraad onvoldoende wordt aangevuld. Dit is vaak de doorslaggevende factor bij de afweging om ruimte beschikbaar te stellen.

7.8.2 Actueel gebiedsdekkend overzicht bassinvulling ontwikkelen

Voor een betere benutting van Rainlevelr is aanvullend inzicht in de verwachte (spontaan beschikbare) ruimte van bassins nodig. Hier ligt een duidelijke rol voor data-analyse en machine learning. Er is veel data beschikbaar over gebiedskarakteristieken, teelt en bassins. Door deze beter te benutten kan de schatting van actuele bassinvullingen, ook bij beperkte meetgegevens, aanzienlijk worden verbeterd.

7.8.3 Sturing ontwikkelen en organiseren (Real Time Control systeem)

Om de potentie van Rainlevelr daadwerkelijk te benutten, is een geïntegreerde gebiedsregeling nodig die alle situaties omvat en de traditionele gebiedsregeling integreert met zowel het voormalen als de lozing van bassins. Een dergelijke regeling zou ook optimaal moeten kunnen inspelen op de actuele spontane bassinruimte.

Daarbij is het nodig om sturingsregels uit te werken voor zowel Rainlevelr-operationeel als Rainlevelr-capacitair, en deze te integreren met de sturingsregels voor het watersysteem (de gebiedsregeling). Ook moet worden onderzocht hoe het voormalen beter kan worden afgestemd op beide vormen van Rainlevelr.

Bij het ontwerpen van deze sturing moet nadrukkelijk rekening worden gehouden met toekomstige automatisering.

7.8.4 Van model naar praktijk: pilots en testen

De ontwikkeling van sturingsregels vraagt om een stapsgewijze aanpak:

1. Test de sturingsregels in een simulatieomgeving, gericht op een concreet pilotgebied binnen Delfland. Kies daarbij een gebied waar glastuinbouw dominant is en waar wateroverlast en beheersbaarheid van waterstanden daadwerkelijk een probleem vormen.
2. Test deze regels vervolgens in de praktijk, samen met deelnemende telers.

7.8.5 Werven en vergroten van deelname

De effectiviteit van Rainlevelr neemt toe naarmate meer telers deelnemen. Meer deelnemers betekent minder ongecontroleerde lozingen en daarmee een groter positief effect op het watersysteem. Daarbij zijn twee aandachtspunten van belang:

1. Zorg dat deelname voor zoveel mogelijk telers mogelijk is. Dit vraagt op termijn om aanpassingen in de inrichting van glastuinbouwbedrijven, zodat toetredingsvoorwaarden (zoals condensproblematiek) geen belemmering meer vormen.
2. Richt de werving van deelnemers op gebieden waar uit watersysteemanalyses knelpunten naar voren komen, zowel in de huidige situatie als onder toekomstige klimaatomstandigheden.

7.8.6 Communicatie richting de sector

Nieuwe inzichten moeten breed worden gedeeld zodra deze voldoende concreet zijn om handelingsperspectief te bieden. Dit geldt met name voor de te ontwikkelen sturingsregels. Daarnaast is het van belang om ervaringen en resultaten uit pilots actief te communiceren, waarbij de deelnemende telers zelf een zichtbare rol krijgen. Dit vergroot herkenning en draagvlak binnen de sector.

7.8.7 Naar een integrale visie op het glastuinbouwgebied

De inzichten uit deze studie vragen om een vertaling naar een integrale visie op de inrichting van het glastuinbouwgebied. Daarbij moeten uitspraken over bedrijven, gebied en watersysteem in samenhang worden beschouwd. Voor het watersysteem betekent dit:

- Het systeem moet pieklozingen kunnen verwerken, ook bij brede toepassing van Rainlevelr. De gewenste “sponswerking” wordt hierbij gerealiseerd via gestuurd schakelen met lozingen en afvoer.
- Voldoende doorvoercapaciteit en de mogelijkheid om snel verhang te creëren zijn randvoorwaarden. Dit vraagt om waterstanden die tijdelijk hoger mogen oplopen. Een grotere drooglegging en het minder kwetsbaar maken van percelen en objecten dragen hieraan bij. Regelbare stuwen kunnen hierin een belangrijke rol spelen.
- Bij uitbreiding van open water moet expliciet worden gekeken naar het effect op de afvoercapaciteit. Voor afvoer is verruiming van doorstrooprofielen effectiever dan extra berging. Tegelijkertijd moet benedenstrooms, nabij gemalen, voldoende berging aanwezig zijn.

Voor glastuinbouwbedrijven en het gebied betekent dit:

- Stimuleer grotere bassins, zodat meer spontane en structurele ruimte ontstaat.
- Zorg voor een ruim transportstelsel van kasdek naar bassin, zodat ongecontroleerde lozingen tijdens extreme buien zoveel mogelijk worden voorkomen.
- Vergroot de drooglegging van kassen en gebouwen, met name bij nieuwbouw en herstructurering. Dit draagt niet alleen bij aan berging, maar vooral aan een betere afvoer.
- Bescherm waar nodig maaiveld en objecten tegen inundatie, bijvoorbeeld via lokale maatregelen zoals folies of drempels.

Deze inzichten moeten worden meegenomen in advisering, beleid, vergunningverlening, besluitvorming over ingrepen in het watersysteem en in bredere gebiedsprocessen.

7.8.8 Rainlevelr in gebiedsprocessen

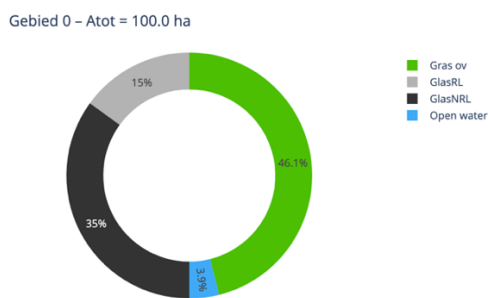
- In gebiedsprocessen komt Rainlevelr samen met het perspectief van telers. Waar de analyse vooral is uitgevoerd vanuit het perspectief van de waterbeheerder, is de uitvoering afhankelijk van de telers, die de feitelijke handeling verrichten: het creëren van ruimte in bassins.

- In deze processen hebben telers behoefte aan inzicht in hun eigen situatie. Vragen als: hoe functioneert het gebied, wat gebeurt er bij zware buien, en wat is de rol van glas en bassins daarin? Deze studie biedt hiervoor een belangrijk vertrekpunt. Door het relevante watersysteemgedrag en de rol van bassins inzichtelijk te maken, ondersteunt zij de diagnosefase van gebiedsprocessen. Juist deze fase is bepalend voor de kwaliteit van vervolgstappen.
- Daarnaast biedt de studie handvatten voor het gesprek over de inzet van Rainlevelr. De doorvoercapaciteit van een gebied bepaalt in belangrijke mate de optimale verhouding tussen Rainlevelr-operationeel en Rainlevelr-capacitair. Daarmee kunnen algemene sturingsregels worden vertaald naar gebiedsspecifieke keuzes.
- Een praktisch ijkpunt in deze dialoog is het streven om het effect van wateroverlast “met één stap in de neerslagstatistiek” te verlagen. Dit biedt een concreet aanknopingspunt voor het bepalen van de bijdrage van Rainlevelr en het gesprek met de sector daarover.

Bijlage 1: Mogelijke instellingen procesmodel

Met het procesmodel kunnen we invloeden op het afvoerproces in kassengebieden in onderlinge samenhang onderzoeken. Het gaat om:

- Invloed van gebiedskenmerken (zie figuur B1.1) via de sliders:
 - Verhouding verhard–onverhard in de deelgebieden. Deze bepaalt hoe snel neerslag tot afstroming komt. Om analysetechnische redenen is deze verhouding voor alle deelgebieden gelijk.
 - Percentage open water en de stuwbreedte van de afvoerstuw per deelgebied. Deze bepalen samen de afvoer- en bergingscapaciteit van het systeem.
- Invloed van gebiedsneerslag via de slider:
 - Hoeveelheid en intensiteit van neerslag die het systeem moet verwerken.
- Invloeden die mogelijk via werving en communicatie kunnen worden gerealiseerd via de sliders:
 - Initiële ruimte in bassins: de beschikbare opslagruimte aan het begin van een bui;
 - Deelnamepercentage Rainlevel: het aandeel telers dat actief meedoet en daarmee invloed heeft op de beschikbare ruimte en afvoer.
- Invloed van operationele kenmerken via de sliders:
 - Responstijd van Delfland en telers: hoe snel via voormalen wordt gereageerd op een neerslagverwachting en hoe snel door telers wordt geloozd;
 - Omvang van het voormalen: hoeveel water vooraf wordt afgevoerd;
 - Synchronisatie (en het al of niet combineren) van voormalen en lozen: de mate waarin deze processen op elkaar zijn afgestemd.



Figuur B1.1: Grondgebruik van deelgebied 0 (defaultinstelling).

Figuur B1.2 toont de via sliders instelbare invloeden in de user interface (standaardinstelling).



Figuur B1.2: De (beheersbare en onbeheersbare) invloeden die instelbaar zijn via sliders.

Bijlage 2: Neerslaghoeveelheid bij verschillende herhalingstijden

Neerslaghoeveelheid (afgerond op hele mm) bij verschillende herhalingstijden en voor neerslagduren van 10 minuten tot en met 8 dagen. Vanaf T = 10 jaar is de 95% betrouwbaarheidsrange gegeven. Bron: STOWA 2019-19.

T	10	30	60	4	12	24	4	8
Jaar	Min	Min	Min	Uur	Uur	Uur	Dagen	Dagen
0.5	8	10	13	19	25	30	50	68
2	12	17	20	28	37	44	69	91
10	17-18	24-27	30-33	41-45	51-56	60-66	88-96	111-122
25	20-23	30-35	37-43	51-59	61-71	71-83	99-115	123-142
50	23-27	36-42	44-52	60-71	71-83	81-95	108-127	132-154
100	26-32	42-51	53-64	71-87	82-100	90-110	117-142	139-169
250	31-40	51-66	66-84	83-106	91-116	103-132	127-163	147-188
500	35-48	61-82	78-106	96-131	103-140	113-154	135-183	153-208
1000	40-57	71-102	93-133	113-161	117-167	124-178	142-203	157-226

Bijlage 3: Inventarisatie kennis en ervaring Rainlevelr bij Delfland

De belangrijkste informatiebron met betrekking tot Rainlevelr is de projectleider Rainlevelr van Delfland in combinatie met technische informatie uit de geografische informatiesystemen en het Waterinformatiesysteem (WIS) van Delfland. Daar bovenop zijn als onderdeel van deze studie met diverse specialisten van Delfland gesprekken gevoerd.

De gesprekken met specialisten Waterhuishouding (MWA) hadden tot doel om te bespreken hoe zij tegen Rainlevelr aankijken als maatregel tegen wateroverlast en of en zo ja hoe deze verdisconteerd wordt in wateroverlastberekeningen.

Dit laatste is niet het geval, zoals ook het voormalen niet wordt meegenomen in de toetsing wateroverlast. Argument hiervoor is dat men niet kan rekenen op dergelijke specifieke operationele acties. Wel wordt de spontaan aanwezige bergingscapaciteit in bassins berekend op basis van de voorgeschiedenis van neerslag verdamping en het seizoen en een aanname over de verdeling van bassincapaciteit; deze berging wordt als randvoorwaarde opgelegd in de berekening met het model.

Men is geïnteresseerd om beter zicht te krijgen op de vulgraad van bassins en de werking van Rainlevelr (dashboards). Met betrekking tot de gebiedsregelingen (polders) wordt opgemerkt dat deze geen rekening houden met Rainlevelr.

De gesprekken met Peilbeheer waren gericht op de huidige praktijk en de knelpunten die Peilbeheer ondervindt.

De praktijk rond Rainlevelr is om bij het instellen van neerslagprotocol (en daarmee verbonden verzoek aan deelnemers) een tijdstip te bepalen voor het doen uitgaan van de sms-notificatie aan deelnemers, ervan uitgaande dat de deelnemers direct na ontvangst van de sms kunnen gaan lozen. De strategie van Peilbeheer is om eerst de boezem voor te malen en bij voldoende ruimte op de boezem het voormalen van de polders (en gelijktijdig afvoer van bassinwater van Rainlevelr deelnemers) te starten. De beschikbare tijd voor voormalen en afvoeren van bassinwater varieert afhankelijk van hoe lang van tevoren het besluit tot instellen van een neerslagprotocol wordt genomen.

Ook wijzen zij erop dat veel gebieden geen profijt hebben van voormalen omdat het om gestuwde gebieden gaat waarvan de stuw niet gestreken kan worden.

De peilbeheerders zijn bevraagd op de knelpunten die zij ervaren met het peilbeheer bij zware neerslag. Er zit een duidelijk onderscheid in het schaalniveau waarop knelpunten worden ervaren: knelpunten binnen polders en in deelgebieden van de boezem waar de doorvoercapaciteit wordt belemmerd door bv krappe duikers. Op een hoger schaalniveau zijn er knelpunten met het verder afvoeren van water uit glastuinbouwgebieden richting de primaire boezemkanalen en boezemgemalen. Duidelijk is ook dat het systeemgedrag van de boezem zeer bepalend is voor het handelen van Peilbeheer. Het wordt bemoeilijkt door gevoelige delen van het boezemland die bij geringe stijging van de waterstand al onderlopen (o.a. binnenstad Delft) en door de gevoeligheid van bepaalde boezemkanalen voor windopzet.

Deze knelpunten zijn geïnventariseerd en zijn meegewogen bij de prioritering van de werving van nieuwe deelnemers.

De planvormers zijn bevraagd op de aanpak in de TWP's en op gebiedsprocessen waar Rainlevelr een rol speelt. De eerste TWP is opgestart. Deze is gericht op het boezemland in het Westland en wordt opgepakt samen met gemeente Westland. Duidelijk is dat de integratie tussen waterhuishoudkundige analyses en het gebiedsproces nog vorm moet krijgen en dat specifieke vragen rond Rainlevelr in dit stadium van het proces nog onvoldoende specifiek zijn.

Algemeen is binnen gebiedsprocessen waar Rainlevelr een rol speelt behoefte aan kwantificering van de potentiële bijdrage van Rainlevelr aan vermindering van het risico op wateroverlast.