

KlimaatAdaptieve Drainage

Een innovatieve methode om piekafvoeren
en watertekorten te verminderen

Samenvatting resultaten Fase 2 'Onderzoek en Ontwikkeling'

Referentienummer SBIR113008

Februari 2013

Opgesteld door

FutureWater
De Bakelse Stroom
Wageningen UR - Alterra
Kuipers Electronic Engineering
Van Iersel
STOWA

Opdrachtgever



Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Partners



Van Iersel



FutureWater Rapport 123

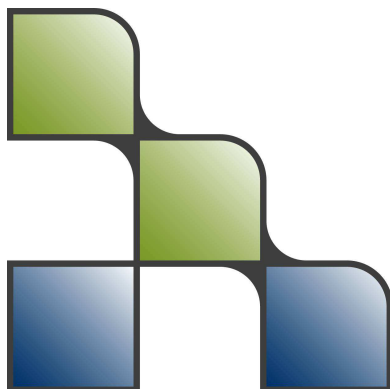
FutureWater

Costerweg 1V
6702 AA Wageningen
The Netherlands

+31 (0)317 460050

info@futurewater.nl

www.futurewater.nl

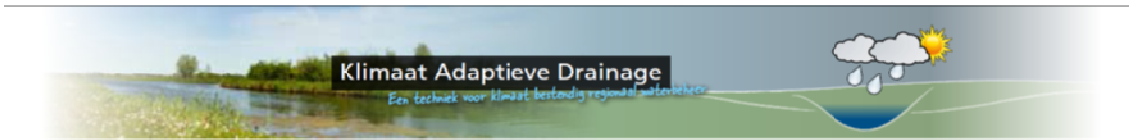






Inhoudsopgave

1	Management samenvatting	5
2	Resultaten en conclusies	7
3	Bijdrage aan maatschappelijk vraagstuk	15
4	Toegevoegde waarde voor de samenleving	16
5	SBIR, MKB en Topsector Water	17



Gegevens project

Op 17 mei 2011 heeft FutureWater de opdracht gekregen van AgentschapNL, handelend in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (I&M), voor het uitvoeren van een onderzoeks- en ontwikkelingsproject onder de titel "KlimaatAdaptieve Drainage, een innovatieve methode om piekafvoeren en watertekorten te verminderen" (SBIR113008). Dit project wordt uitgevoerd in het kader van de SBIR (Small Business Innovation Research) regeling. SBIR is een aanbestedingsinstrument waarbij de Nederlandse overheid de kracht van aanbesteding gebruikt voor het vinden van innovatieve oplossingen voor maatschappelijke vraagstukken.

De administratieve details van het project zijn:

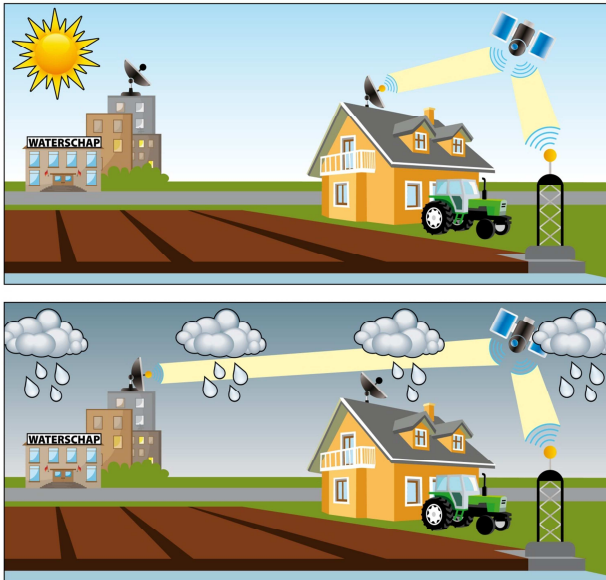
- SBIR-projectnummer: SBIR103008
- Projecttitel: "KlimaatAdaptieve Drainage. Een innovatieve methode om piekafvoeren en watertekorten te verminderen."
- Uitvoerder: FutureWater
- Begin- en einddatum van het project: 17 mei 2011 - 31 december 2012
- Consortiumpartners zijn:
 - FutureWater (hoofdaannemer)
 - Kuipers Electronic Engineering
 - De Bakelse Stroom
 - Wageningen UR - Alterra
 - Van Iersel
 - STOWA

Verscheidende andere onderliggende rapporten en werkdocumenten vormden de basis voor deze eindrapportage, zie onze project-website www.futurewater.nl/kad :

- KlimaatAdaptieve Drainage: Modelberekeningen met SWAP ter bepaling van effecten KAD op reductie piekafvoeren en waterconserving. W. Terink, P.J.T. van Bakel (De Bakelse Stroom), G.A.P.H. van den Eertwegh en P. Droogers, 2012. FutureWater Rapport 117.
- KlimaatAdaptieve Drainage: Landelijke geschiktheid van conventionele, samengestelde peilgestuurde en klimaatadaptieve drainage. P.J.T. van Bakel (De Bakelse Stroom), G.A.P.H. van den Eertwegh, H. Massop (Wageningen-UR/Alterra) en J. Brandsma, 2012. FutureWater Rapport 118.
- KlimaatAdaptieve Drainage: Juridisch-bestuurlijke aspecten. G.A.P.H. van den Eertwegh, m.m.v. A. Karimlou-Kranendonk (waterschap Brabantse Delta), 2012. FutureWater Rapport 119.
- KlimaatAdaptieve Drainage: Analyse van kosten en baten voor waterbeheerder en agrariër. G.A.P.H. van den Eertwegh en P. Droogers, 2012. FutureWater Rapport 120.

1 Management samenvatting

Een consortium onder leiding van FutureWater heeft in Fase 2 'Onderzoek en Ontwikkeling' van het SBIR-project KlimaatAdaptieve Drainage (KAD) een innovatief drainagesysteem ontworpen en getest in het veld op drie proeflocaties in Nederland. Op deze locaties is nauw samengewerkt met eindgebruikers van het systeem, te weten waterbeheerders en agrariërs. Het KAD-systeem is erop gericht water vast te kunnen houden in de bodem van landbouwpercelen. De bodem krijgt zo een actieve rol in het operationele waterbeheer. De bediening van het systeem is online en de drainagebasis kan traploos versteld worden. Een waterbeheerder kan het gebruiken en aansturen om piekafvoeren te reduceren, een agrariër om optimale vochtcondities te realiseren voor zijn gewassen en water te conserveren. Met behulp van computermodellen zijn de adaptieve effecten van KAD doorgerekend onder klimaatveranderingen. Daarnaast is bepaald waar in Nederland het systeem kan worden toegepast, hoe juridisch het beheer en gebruik geregeld kan worden en hoe kosten en baten zich verhouden.

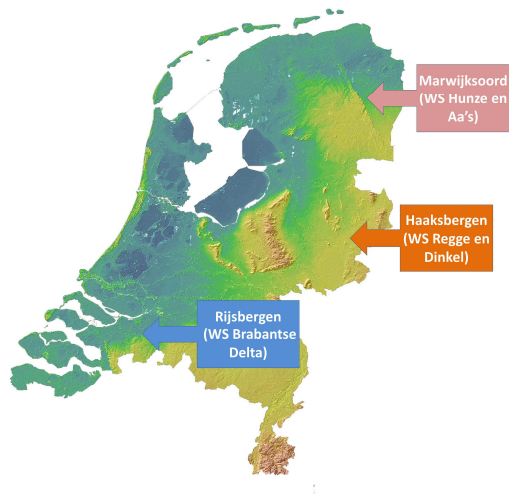


In het bovenste deel van de afbeelding bedient de agrariër het KAD-systeem onder normale weersomstandigheden. Ten tijde van hevige neerslag die tot wateroverlast kan leiden neemt de waterbeheerder het beheer van het systeem tijdelijk over, zoals in het onderste deel te zien is.

Technisch gezien functioneert het systeem goed in de veldsituatie en de huidige gebruikers zijn tevreden over de bediening, de sturing en de werking. Het KAD-systeem levert daadwerkelijk mogelijkheden op ter reductie van piekafvoeren en conservering van water. Juridisch gezien volstaat het wettelijk instrumentarium dat waterbeheerders en agrariërs ter beschikking staat om samen een regeling op te stellen. Daarbij is er een keuze te maken tussen privaatrechtelijke samenwerking via overeenkomsten en een publiekrechtelijke regeling via een vergunningsstelsel. KAD is financieel rendabel, zo blijkt uit de kosten-baten analyse, zeker als het klimaat verder verandert. Wanneer waterschap en agrariër gaan samenwerken in het waterbeheer met behulp van KAD is het financiële resultaat van investering en exploitatie duidelijk positief. KAD kan aldus een alternatief zijn voor andere maatregelen in het waterbeheer zoals waterberging en de vergroting van gemalen. Ook levert KAD een positieve



bijdrage aan waterconservering en tegen verdroging, met een daarop afgestemd beheer. Het project heeft aangetoond dat op 100 à 200.000 ha landbouwgrond van Nederland KlimaatAdaptieve Drainage een waardevol middel is dat de bodem actief in het waterbeheer kan betrekken.



Ligging van de drie proeflocaties met KAD-systemen in Nederland en betrokken waterschappen.

FutureWater neemt ook in 2013 als MKB de leiding om KAD te vermarkten, opstellingen te realiseren en nader onderzoek te plegen aan het systeem en effecten ervan. We zullen daarbij samenwerken met kennisinstututen en eindgebruikers in de zogenaamde gouden driehoek. Via de Topsector Water aan de ene kant en de agrarische en waterbeheer-praktijk in Nederland aan de andere kant hebben we een plan om het SBIR-project te valoriseren en om te zetten in een effectief product voor de binnenlandse en buitenlandse markt. Het MKB verdient daarmee een volwaardige plek in de projecten binnen de Topsector Water. We pakken de thema's 'more crop per drop', 'water en ICT' en 'leefbare delta' op. De overheid in Nederland zien we bij voorkeur als launching customer, met Nederland als proeftuin voor ons innovatieve systeem. Provincies en waterschappen kunnen met (financiële) ondersteuning van de Ministeries van Economische Zaken (EZ) en I&M samen met ons KAD tot een binnenlands succes maken, dat daarmee mogelijkheden biedt om buitenlandse markten te betreden. Instrumenten die implementatie van KAD versoepelen zijn opname van KAD als maatregel in het kader van de Groen-Blauwe Diensten Catalogus en als onderdeel van de Milieulijst in de MIA/Vamil regeling. Eventuele drempels voor waterbeheerders en agrariërs kunnen op deze manier worden verlaagd. Een praktijktoepassing van KAD op gebiedsschaal met meerdere systemen, waarbij wellicht landbouw- en natuurdoelen naast elkaar gerealiseerd kunnen worden, is typisch een vervolgstap om het effect van KAD te tonen en afspraken tussen waterbeheerders en agrariërs succesvol in de praktijk te brengen.

2 Resultaten en conclusies

De doelstellingen van het onderzoeks- en ontwikkelingstraject waren gedefinieerd als het uitwerken van zowel technische als juridisch-bestuurlijke en financiële aspecten van KAD:

- Demonstratie van KlimaatAdaptieve Drainage:
 - Optimalisatie van de regelputten door rekenmodules te verbeteren en putten op afstand stuurbaar te maken;
 - Bepaling van geschikte gebieden voor KlimaatAdaptieve Drainage binnen Nederland;
- Juridisch-bestuurlijk en financieel onderzoek:
 - Onderzoeken welke juridische verhouding tussen waterbeheerder en agrariër het meest optimaal is;
 - Vaststellen wanneer de waterbeheerder het recht heeft om KlimaatAdaptieve Drainage in te zetten om piekafvoeren te voorkomen, en wanneer de agrariër het recht heeft om het systeem te gebruiken om droogte te voorkomen.
 - Bepaling van de financiële effectiviteit van KAD: uitvoering van een kosten-baten-analyse voor waterbeheer en landbouw.

Deze aspecten zijn uitgewerkt in zes werkpakketten en de belangrijkste resultaten zijn hieronder samengevat.

WP1: Demonstratie met prototypen in het veld

In de eerste zes maanden van het project zijn bij drie waterschappen, te weten Brabantse Delta, Hunze en Aa's, Regge en Dinkel, prototypen van KAD aangelegd. Deze prototypen zijn in wezen één volledige unit van een geheel KAD systeem. Elke KAD unit bestaat uit een samengesteld peilgestuurd drainagesysteem (Fig. 2.1), een op afstand regelbare drainageput, en de volledige infrastructuur voor telemetrie en dataopslag. De prototypen zijn uitgerust met een monitoringsysteem om in detail het functioneren van KAD te onderzoeken, maar ook om potentiële eindgebruikers inzicht te geven in de processen die aan KAD en de effecten van de toepassing ten grondslag liggen.

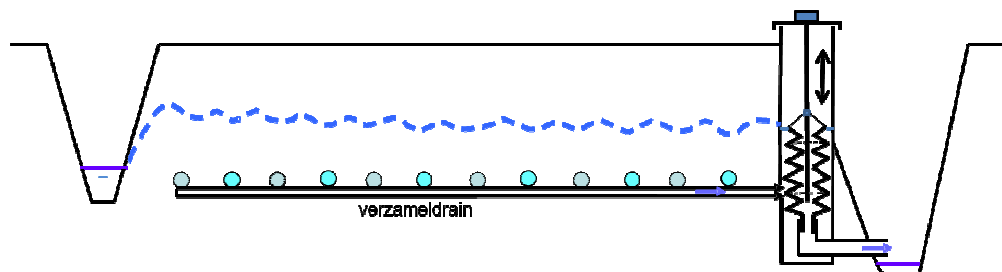
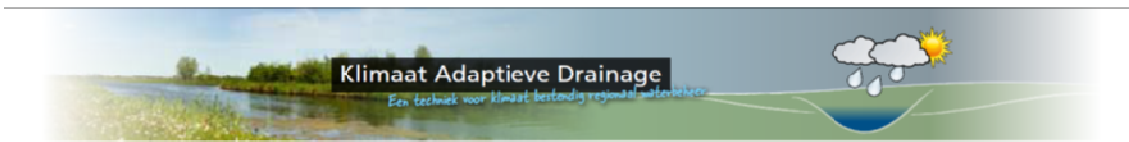


Fig. 2.1 Klimaatadaptieve drainage, dwarsdoorsnede over een perceel.



Het uiteindelijke resultaat van deze demonstratie-prototypen is:

- i. KAD werkt in de praktijk goed,
- ii. enkele technische verbeteringen zijn doorgevoerd en het systeem is robuust,
- iii. een extra “tussenschakel” is ontwikkeld, de zogenaamde vlotterput, waardoor KAD ook in glooiende gebieden kan worden toegepast; ook kunnen momenteel drainafvoeren worden gemeten binnen het systeem;
- iv. deelnemende agrariërs zijn als potentiële eindgebruiker tevreden over het systeem;
- v. deelnemende waterschappen hebben gezien dat het systeem werkt en effectief is en dat de agrariërs tevreden zijn. Voor implementatie van KAD op gebiedsniveau vragen ze zich af wat de effecten op die schaal zullen zijn en hoe een gecoördineerde regeling van KAD eruit ziet.

WP2: Optimalisatie regelputten met rekenmodules

De drie prototypen hebben slechts één jaar volledig gefunctioneerd in het veld, hetgeen een korte periode is voor een veldproef onder invloed van het weer. De rekenmodules zijn mede daarom gebruikt om te bepalen hoe de KAD-regelputten kunnen worden ingezet voor het reduceren van piekafvoeren en het verminderen van de wateraanvoerbehoefte. We hebben daarvoor steeds een periode van 30 jaar doorgerekend op dagbasis. De rekenmodules gaven duidelijk aan dat een substantiële reductie in piekafvoeren mogelijk is van respectievelijk 12%, 16% en 21% bij buien met een herhalingsstijd van 10, 25 en 100 jaar. Bij grotere herhalingsstijden (=meer extreme buien) is het positieve effect van KAD dus sterker.

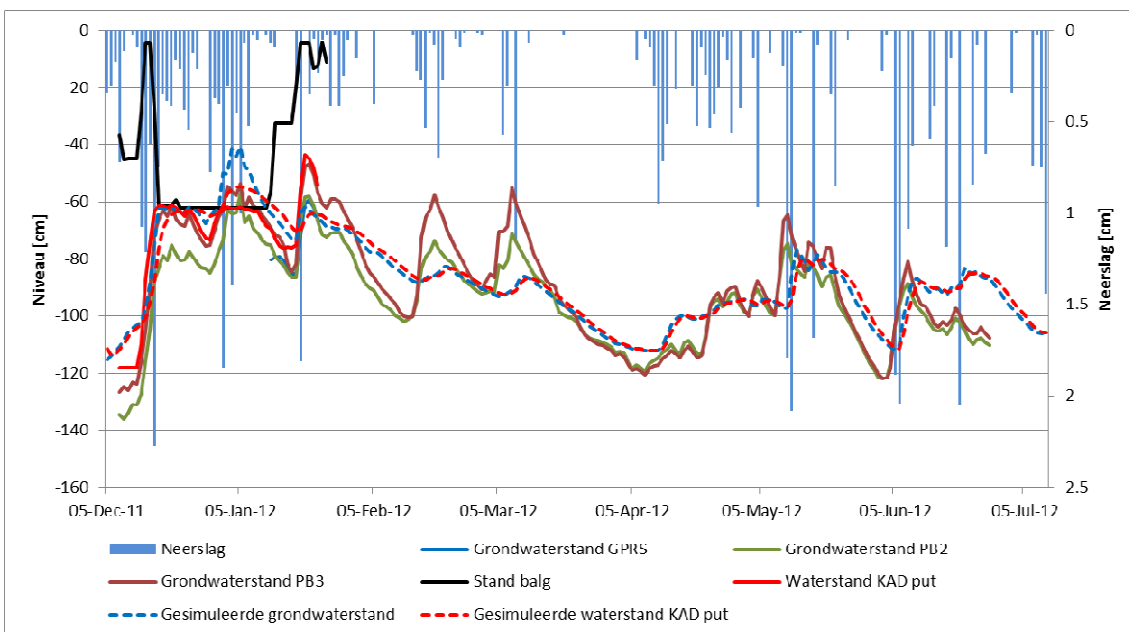


Fig. 2.2 Resultaten calibratie SWAP-model voor proeflocatie Rijnsbergen.

Er zijn locatie-specifieke verschillen, waarbij de condities te Marwijksoord door de aanwezigheid van ondiepe keileemlagen en wegzijging naar het grondwater, KAD minder effectief maken. Deze locatie-specifieke verschillen in de bodem kunnen ertoe leiden dat KAD



minder effectief is in het feitelijk vasthouden van water, vanwege bijvoorbeeld een diep zandpakket ter plekke. Als er in algemene zin minder water vastgehouden kan worden is KAD minder effectief voor zowel het waterschap ('KAD tegen wateroverlast') als ook voor de agrariër ('KAD voor water voor het gewas'). Precies in gelijke mate zal dat niet zijn, wel in behoorlijk gelijke mate. Te Marwijksoord specifiek zal KAD met name minder effectief zijn voor de agrariër, omdat het grootste deel van het neerslagoverschot meestal ten gunste komt van de aanvulling van het regionale grondwater, en niet in het open water belandt.

De effecten van verminderde wateraanvoerbehoefte zijn ook bepaald met de rekenmodules. Gezien de doelstelling van het project is hier een wat beperktere analyse naar gedaan, maar de resultaten laten zien dat in droge jaren deze wateraanvoerbehoefte tot maximaal 70 mm/jaar kan worden verminderd. Voor gemiddelde jaren is deze reductie van wateraanvoerbehoefte echter minder, meestal 30 tot 50 mm/jaar, ongeveer overeenkomend met een à twee beregeningsbeurten.

Deze bovengenoemde positieve effecten van KAD zijn te bereiken door een standaard sturing van de KAD put toe te passen. Het is waarschijnlijk dat een meer specifieke sturing, per locatie en per neerslaggebeurtenis, betere effecten zal laten zien van piekafvoerreductie en verminderde wateraanvoerbehoefte.

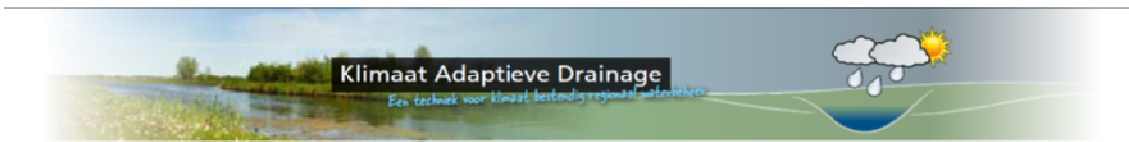
WP3: Landelijke geschiktheid van KAD

We hebben de geschiktheid van KAD als middel tegen wateroverlast en voor waterconservering ingeschat voor heel Nederland. Uitgangspunten hierbij waren dat er beleidsmatig behoefte moet zijn aan KAD om wateroverlast te bestrijden, dat bodem en hydrologie toepassing van KAD mogelijk maken en dat er behoefte is aan KAD vanuit de landbouw. Het landbouwareaal in Nederland beslaat ongeveer 1.900.000 ha. Op basis van onze analyse heeft 60 à 65% hiervan behoefte aan drainage, geredeneerd vanuit de eisen die gewassen aan de lokale waterhuishouding stellen.

Of KAD een geschikt ontwateringsmiddel is hangt af van bodem en hydrologie ter plekke. We hebben een aantal factoren benoemd, met een deel als attendering, die de geschiktheid bepalen: klei aanwezig ter hoogte van de drainagebuizen, keileem in de ondiepe ondergrond, verstopping van drainage door ijzerneerslag, wegzijging naar regionale grondwater of een te geringe drooglegging. Ruim de helft, i.c. 55 à 60% van het landbouwareaal in Nederland dat behoefte heeft aan drainage, is geschikt voor de toepassing van KAD.

Als we behoefte aan en geschiktheid voor KAD combineren springen een aantal regio's en gebieden in Nederland eruit, te weten de IJsselmeerpolders, Zuidhollandse en Zeeuwse eilanden, de kustgebieden in Friesland en Groningen, delen van het rivierengebied en de beekdalen in de zandgebieden. Ook in diepe droogmakerijen biedt KAD kansen voor oplossingen.

De beleidsmatige opgave voor wateroverlast is door waterbeheerders in Nederland structureel opgezet en bepaald in 2006 in het kader van het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW). Hiervoor zijn ook scenario's toegepast van het KNMI inzake klimaatverandering. In het kader van de Klimaatatlas zijn in 2010 landsdekkend uniforme berekeningen uitgevoerd ter bepaling van wateroverlast-kaarten. Wanneer we de kaarten uit die exercitie toepassen om te bepalen of KAD een oplossing kan bieden voor wateroverlast, dan ontstaan zoekgebieden waarbinnen



nader onderzocht moet worden waar de exacte locaties voor KAD precies liggen. Voorbeelden van deze gebieden zijn het rivierengebied, delen van Zeeland, Flevoland, diepe droogmakerijen en beekdalen. Hiermee is een areaal gemoeid van ongeveer 500.000 ha, overeenkomend met 25 à 30% van het landbouwkundig areaal volgens de Basis Registratie Percelen (BRP) van de Dienst Regelingen. Natuurlijk zullen aanvullende factoren en criteria de geschiktheid voor KAD negatief kunnen beïnvloeden, en daarmee het areaal verkleinen. Wegzijing naar het regionale grondwater is één van die factoren. Deze factoren zullen naar verwachting het areaal reduceren, waarna een oppervlakte van 100 à 200.000 ha overblijft waarvoor KAD een geschikte maatregel is.

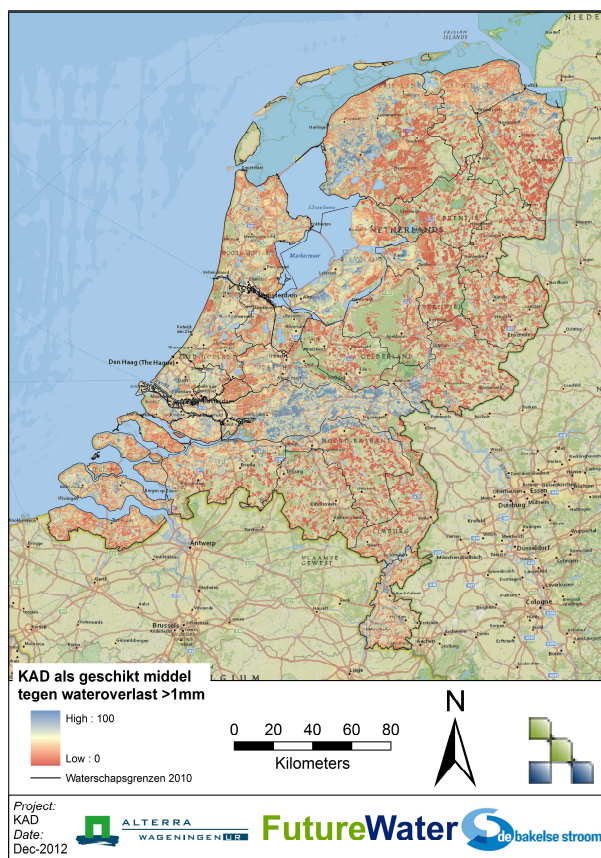


Fig. 2.3 KlimaatAdaptieve Drainage als geschikt middel tegen wateroverlast: combinatie van behoefte aan drainage vanuit de landbouw, geschiktheid voor drainage van bodem en hydrologie, en aanwezigheid van een opgave ten aanzien van wateroverlast.

WP4: Juridisch-bestuurlijke aspecten

In wezen zijn er drie scenario's te bedenken ten aanzien van de aanleg en het beheer van KAD:

- I. Het waterschap i.c. de overheid doet alles zelf uit eigenbelang;
- II. Het waterschap i.c. de overheid en de agrariër als private partij werken samen omdat beide belang hebben bij de werking en de effecten;
- III. De agrariër als private partij doet alles zelf uit eigenbelang.





Ad I.

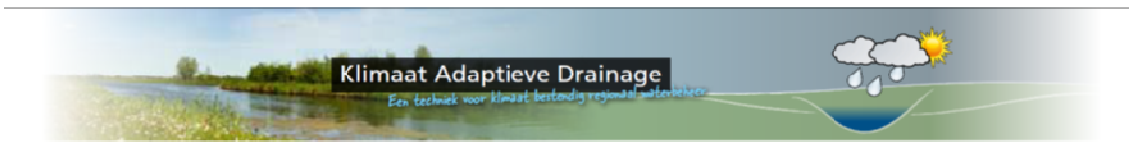
Het waterschap is initiatiefnemer. Publiekrecht is van toepassing op KAD als het waterschap het KAD-systeem zelf aanlegt op agrarische bedrijven in die gebieden waar het effectief is om dat te doen. Het waterschap vestigt opstalrecht inzake de drainage en de apparatuur. KAD wordt een soort waterstaatswerk en komt in de Legger terecht. Er hoeft geen vergunning afgegeven te worden en het waterschap kan alle juridische instrumenten gebruiken t.a.v. beheer en onderhoud van KAD. Met de agrariër in kwestie worden schaderegelingen opgesteld voor het geval er aanwijsbaar schade optreedt aan bodem en gewas onder invloed van KAD. Als het waterschap initiatief neemt tot de aanleg van KAD en dit verder uitvoert in nauwe samenwerking met de agrariër, hoeft dat niet persé te leiden tot een publiekrechtelijk spoor. Scenario II kan dan gaan gelden.

Ad II.

Waterschap en agrariër gaan samenwerken inzake aanleg, beheer en onderhoud van KAD-systemen. Deze samenwerking begint met een contract of een intentieverklaring. Eén van beide of beide partijen kunnen initiatiefnemer zijn. Als KAD eenmaal aangelegd is moet er voor beheer en onderhoud gekozen worden voor ofwel een publiekrechtelijke route, dan wel een privaatrechtelijke. De eerste loopt via een vergunningstraject, eventueel een meldingsplicht, waarbij het waterschap bevoegd gezag is en toetst/handhaaft. De laatste route loopt via een overeenkomst, waarbij afspraken worden gemaakt over het beheer en eventuele vergoedingen. Een overeenkomst is echter niet acuut afdwingbaar op elk gewenst moment. Op het moment bijvoorbeeld dat inzet van KAD nodig is ter voorkoming of reductie van een piekafvoer, kan het waterschap geen bestuursdwang toepassen indien de agrariër in kwestie geen medewerking verleent. Dus als een partij zich niet aan de afspraken houdt, kan er alleen na tussenkomst van een rechter tot actie worden overgegaan. Dit leidt tot vertraging van de inzet van KAD, die tijdens een mogelijke wateroverlastsituatie niet gewenst is. Wel kunnen daarna sancties van kracht worden die van tevoren afgesproken zijn in het kader van de overeenkomst. Met de agrariër in kwestie worden schaderegelingen opgesteld voor het geval er aanwijsbaar schade optreedt aan bodem en gewas onder invloed van KAD.

Ad III.

De agrariër neemt het initiatief tot de aanleg van KAD. Zodra er sprake is van een uitmondingsconstructie zal hij bij het waterschap om een vergunning moeten vragen. De agrariër bepaalt aan de hand van de vergunningsvoorwaarden het beheer en onderhoud van KAD, het waterschap is bevoegd gezag en kan de naleving van de regels handhaven. Deze regels moeten helder zijn in termen van hoe te sturen onder welke condities, terwille van de rechtszekerheid.



Scenario II zal in termen van beheer altijd uitmonden in een lijn ofwel langs het publiekrecht, dan wel in het spoor van privaatrecht. Scenario's I en III zullen altijd in het kader van publiekrecht uitgewerkt worden. In dat geval kan het waterschap altijd bestuursdwang toepassen inzake het beheer van KAD. Voor elk scenario geldt dat rechtszekerheid geboden moet worden aan deelnemende partijen en dat er geen doorkruising van publiekrechtelijke instrumenten mag plaatsvinden. Aan de drie scenario's zijn diverse plus- en minpunten verbonden. We hebben in de twee onderstaande tabellen een kwalitatieve score gemaakt. De scores zijn relatief voor de verschillende scenario's. Score ++ geeft aan dat er een grote kans is dat inzet van KAD zal slagen i.c. functioneel is, dat verantwoordelijkheden zeer helder zijn, dat de kosten-effectiviteit hoog is en dat maatwerk optimaal bij de gebruiker past. Een voorbeeld: Tabel 1 'Functionaliteit t.a.v. reductie wateroverlast'. I: waterschap is aan zet, is enige gebruiker, doet precies wat het waterschap zelf wil, op elk moment (++). II: waterschap en agrariër werken samen, overeenkomsten zijn gesloten, maar er zijn bepaalde momenten waarop het beheer van het KAD-systeem in de praktijk tot discussies leidt tussen de twee beheerders. Op dat moment kan het minder functioneel zijn ter reductie van wateroverlast (+). III: de agrariër bepaalt zelf of hij het KAD-systeem ook en ook altijd maximaal tegen wateroverlast inzet. Hij kan daarvan afwijken, want hij heeft een vergunning voor een drainagesysteem, hij is de enige beheerder ervan (0).

Tabel 1. Scenario's KAD vanuit het perspectief van de waterbeheerder. Kwalitatieve toetsing op een aantal punten.

Scenario	I	II	III
Functionaliteit t.a.v. reductie wateroverlast	++	+	0
Verantwoordelijkheid voor beheer	++	+	-
Financieel	--	+	+
Maatwerk naar eigen goeddunken	++	+/-	+

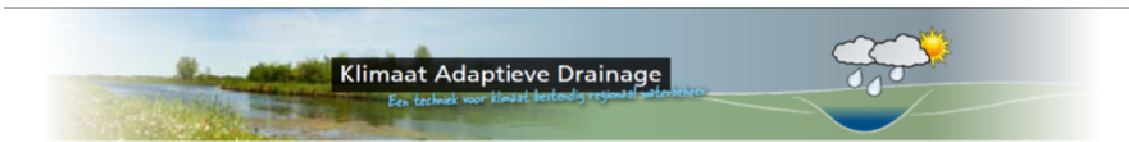
Tabel 2. Scenario's KAD vanuit het perspectief van de agrariër. Kwalitatieve toetsing op een aantal punten.

Scenario	I	II	III
Functionaliteit t.a.v. reductie wateroverlast	++	+	0
Verantwoordelijkheid voor beheer	--	+	-
Financieel	++	+	+
Maatwerk naar eigen goeddunken	--	+/-	++

Het is gebleken dat KAD juridisch 'geregeld' kan worden zonder nieuwe wetgeving en op basis van bestaande instrumenten. Binnen de bestaande instrumenten is getoond dat met name het onderscheid tussen publiekrecht en privaatrecht wezenlijk is. Ook belangrijk is de mate van acute afdwingbaarheid van de sturing van KAD, op die momenten dat het juist nodig is om het bodemsysteem op landbouwpercelen met KAD effectief in te zetten tegen benedenstroomse wateroverlast.

Aldus blijven twee sporen mogelijk, zoals uit de gesprekken met o.a. de Unie van Waterschappen en LTO naar voren komt. Het waterschap wil 'garantie' op inzet ('altijd en optimaal') van KAD tegen wateroverlast, de agrariër wil zoveel mogelijk vrijheid van handelen.





Ergens komen beide groepen en belangen bij elkaar. Om dat te laten functioneren is een goede samenwerking noodzakelijk en een goede regeling nodig, bijvoorbeeld als het beheer van KAD tot schade leidt. LTO gaf in dit kader aan dat samenwerking op basis van vertrouwen en als resultaat van een gebiedsproces tot goeie resultaten zou kunnen leiden.

WP5: Economisch onderzoek

Een kosten-baten-analyse (KBA) is uitgevoerd door te kijken naar de kosten van KAD en de baten voor waterbeheer en landbouw. Voor de landbouw is onderscheid gemaakt tussen melkveehouderij, akkerbouwer en vollegrondstuinbouw. Er is gewerkt volgens de Netto Contante Waarde (NCW) methodiek met een discontovoet van 4%. De termijn waarop het KAD-systeem wordt afgeschreven bedraagt 15 jaar. Minderkosten voor de waterbeheerder zijn als baten meegenomen:

- Minder kosten voor aanleg van gebieden voor waterberging / kleinere gebieden voor waterberging;
- Minder grote investeringen in en minder pompkosten van gemalen;
- Minder kosten voor verbreding van watergangen richting waterberging en/of gemalen;
- Minder kosten voor wateraanvoer;
- Minder kosten ter bestrijding van verdroging.

We hebben geen minderkosten meegenomen in het kader van chemische samenstelling van drainage-, grond- en oppervlaktewater, die gunstig uitpakken voor KRW-doelen inzake chemie en ecologie. Als deze minderkosten meegenomen worden valt de kosten-baten-analyse gunstiger uit, i.c. zijn er meer baten te verwachten.

Tabel 3. Kosten-baten-analyse van KAD bij huidig klimaat: gemiddelde Netto Contante Waarden op jaarbasis (baten minus kosten). Getallen in €/ha jaar bij een KAD systeem voor 10 ha, een afschrijvingstermijn van 15 jaar en discontovoet van 4%. Niet meegenomen zijn baten ten gevolge van verminderde belasting van oppervlaktewater met stoffen en van sub-irrigatie. Positief saldo betekent netto baat.

NCW [€/ha jaar]	KAD
Waterbeheer*	170
Melkveehouderij	15
Akkerbouw	69
Vollegrondstuinbouw	264

*Baten t.g.v. minderkosten waterbeheer.

KAD heet niet voor niets KAD: klimaatadaptatief drainagebeheer. Het systeem biedt de kans om snel en effectief in te grijpen op de ontwateringstoestand van percelen. Daarmee kunnen waterschap en agrariër beter dan nu en met andere systemen anticiperen op het weer. Uit de berekeningen met de rekenmodules blijkt dat eenmaal per jaar tijdens een piekafvoer 7 mm/dag wordt vastgehouden en dat tenminste één beregeningsbeurt van 30 mm wordt





uitgespaard. Als blijkt dat het vasthouden van water tijdens afvoerpieken méér dan eenmaal per jaar à 7 mm/dag is, bijvoorbeeld in één of meer gebeurtenissen tenminste 14 mm wordt vastgehouden, nemen de baten toe met € 37,=/ha per jaar. Als er in meer dan één droogteperiode 30 mm beregening wordt uitgespaard nemen de baten ook verder toe.

Tabel 4. Kosten-baten-analyse van KAD bij huidig klimaat en toekomstig klimaat: gemiddelde Netto Contante Waarden op jaarbasis (baten minus kosten). Getallen in €/ha jaar bij een KAD systeem voor 10 ha, een afschrijvingstermijn van 15 jaar en discontovoet van 4%. Niet meegenomen zijn baten ten gevolge van verminderde belasting van oppervlaktewater met stoffen en van sub-irrigatie. Areeal grasland : akkerbouw : vollegrondstuinbouw= 10 : 5 : 0,5. Positief saldo betekent netto baat.

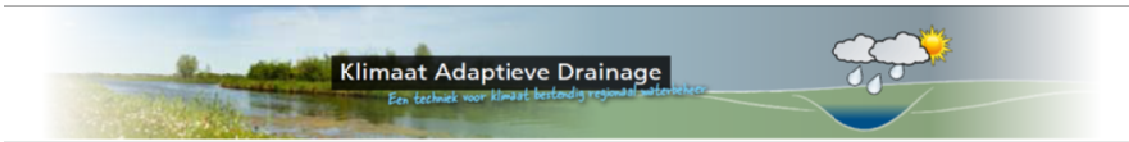
NCW [€/ha jaar]	KAD anno nu	KAD bij gewijzigd klimaat
Waterbeheer*	170	> 200
Landbouw	40	>70

*Baten t.g.v. minderkosten waterbeheer.

Op basis van de uitgevoerde KBA kunnen we concluderen dat het systeem een effectief middel is om in te zetten voor waterbeheer en landbouw, met een financieel positief resultaat. Investeren in KAD is dus de moeite waard. Zeker wanneer we in ogeschouw nemen dat:

- Kosten realistisch zijn ingeschat en baten conservatief;
- Aspecten van waterkwaliteit en sub-irrigatie niet mee zijn genomen; hierdoor hebben we bepaalde baten niet meegenomen in de analyse.

Het verdient aanbeveling om KAD op te nemen in de Catalogus Groen-Blauwe diensten. Op basis van de KBA is er niet direct een tekort in de exploitatiebegroting te verwachten. Als KAD echter kan dienen om bovenwettelijke maatschappelijke doelen te dienen is het beter de optie open te hebben voor KAD als mogelijke groen-blauwe dienst. KAD kan als investeringsmaatregel aangemeld worden in het kader van de Milieulijst in de MIA/Vamil regeling 2013 (F7062: Grondwaterpeilgestuurde Drainage).



3 Bijdrage aan maatschappelijk vraagstuk

Klimaatverandering is een groot, maar oplosbaar, maatschappelijk vraagstuk. Zoals de IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) aangeeft is de discussie over klimaatverandering nu in een derde fase. Nadat de vragen of het klimaat verandert en of de mens hieraan heeft bijgedragen positief zijn beantwoord, is de huidige vraag in welke mate en hoe we hierop kunnen en moeten anticiperen. Gezien de complexiteit, onzekerheden en de mogelijke impact, zijn innovatieve methoden niet alleen gewenst, maar zelfs vereist. Uit het onderzoeks- en ontwikkelingstraject is duidelijk naar voren gekomen dat KAD niet alleen innovatief is, maar ook werkelijk uitzicht biedt op een duurzame oplossing en economisch ook nog aantrekkelijk voor de maatschappij als geheel is.

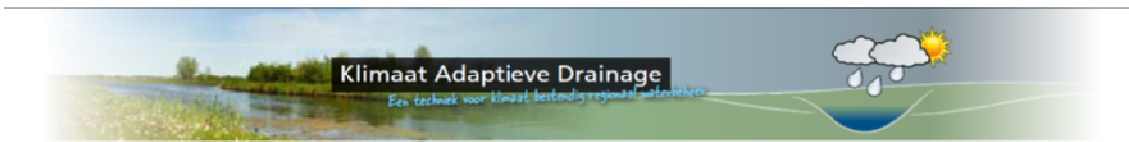
De bijdrage van KAD aan het maatschappelijke vraagstuk kan worden samengevat tot: (i) flexibel, (ii) veerkrachtig, (iii) technisch haalbaar, (iv) juridisch mogelijk, en (v) multidisciplinair.

KlimaatAdaptieve drainage is een adaptief **flexibele** aanpak voor het reduceren van piekafvoeren en het voorkomen van de gevolgen van verminderde neerslag door klimaatverandering. Aangezien KlimaatAdaptieve Drainage bestaat uit een aantal kleinere componenten is het systeem uitermate flexibel en kan dus bij extremere klimaatverandering meegroeien. Ook zijn de individuele componenten van KlimaatAdaptieve Drainage relatief eenvoudig en daarom is **veerkracht** gegarandeerd.

De **technische** aspecten van KAD zijn tijdens het onderzoeks en ontwikkelingstraject uitgebreid getest en hebben, op wat kinderziektes na, weinig problemen laten zien. De prototypen hebben echter nog niet blootgestaan aan extreme klimaatcondities, maar de rekenmodulen hebben aangetoond dat ook dit positief zal uitwerken. We houden eventuele verbeteringen in de techniek goed in de gaten.

Juridische aspecten zijn uitgewerkt tijdens het onderzoeks- en ontwikkelingstraject. Het gaat dan vooral om de discussie of en hoe waterbeheerders gegarandeerd gebruik kunnen maken van KAD ten tijde van dreigende wateroverlast. Het blijkt dat er een aantal mogelijkheden hiervoor bestaat binnen het bestaand juridisch kader. Aanleg en bediening van KAD kan momenteel dus goed 'geregeld' worden.

De **multidisciplinariteit** van KAD is als eerste gericht op het aspect veiligheid: KlimaatAdaptieve Drainage draagt in hoge mate bij aan het voorkomen van overstromingen. Daarnaast kan KlimaatAdaptieve Drainage bijdrage aan waterconservering waardoor er een verminderde wateraanvoerbehoefte is, die weer directe positieve effecten heeft op andere sectoren zoals drinkwater, koelwater, natuurgebieden en scheepvaart. Tenslotte kan KAD ook positieve effecten hebben op waterkwaliteit doordat belasting met nutriënten van het oppervlaktewater verminderd kan worden en ook uitspoeling naar het grondwater mogelijk kan afnemen.



4 Toegevoegde waarde voor de samenleving

De neveneffecten van KAD op de samenleving zijn tijdens de onderzoeks- en ontwikkelingsfase besproken binnen het consortium en met externe deskundigen. De belangrijkste positieve toegevoegde waarde ligt duidelijk in het private-publieke samenwerkingsconcept. De waterbeheerder vraagt de grondgebruiker om mee te werken aan het oplossen van de negatieve gevolgen van klimaatverandering. KAD levert hiermee een belangrijke en concrete bijdrage aan ingezette beleidslijnen (Coalitieakkoord 2007: “Samen Werken, Samen Leven”; Regeerakkoord 2012: “Bruggen Slaan”).

Op het gebied van natuur zal KAD tevens kunnen worden ingezet ter droogtebestrijding van natuurgebieden. Doordat met KAD water geconserveerd kan worden in de bodem, zal er minder water wegzijgen vanuit de natuurgebieden naar de omliggende landbouwgronden. De discussie over de effecten van samengestelde peilgestuurde drainage van landbouwpercelen op nabijgelegen natuur loopt momenteel in Nederland. Een passend ontwerp en beheer van KAD en het opzetten van een gebiedsproef met meerdere opstellingen kan ertoe bijdragen dat landbouw en natuur ook naast elkaar kunnen bestaan, beide doelen dienend. In welke mate het open water systeem aangepast moeten worden in termen van bodemhoogte en (stuw)peilbeheer valt te bezien. Dat kan in een voorbereidend onderzoek bepaald worden.

Een mogelijk negatief aspect van KAD is dat er minder of minder grote waterbergingsgebieden aanlegd gaan worden. Deze gebieden kunnen gronden zijn die uit cultuur zijn genomen en die naast hun functie als waterbergingsgebied ook een hoge natuur- en landschappelijke waarde kunnen hebben. Aan de andere kant zal KAD een deeloplossing kunnen zijn voor problemen in en om de waterhuishouding, naast de inzet van waterbergingsgebieden en pompcapaciteit.



5 SBIR, MKB en Topsector Water

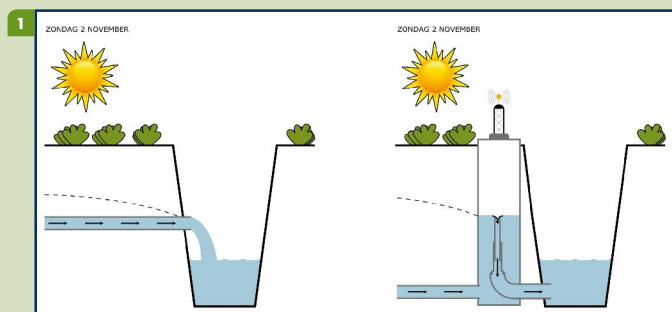
Er is door het Rijk in de SBIR 'Klimaatadaptatie en Water' een bedrag geïnvesteerd van 7 à 8 miljoen euro. Nu het moment van valorisatie nadert kan de overheid op binnenlandse markt bij voorkeur dienen als launching customer. Daarmee kan Nederland als proeftuin dienen en de springplank zijn voor vermarkting van onze producten in het buitenland, opdat we daar samen sterk staan. Als MKB in de Topsector Water zoeken we interactie in zogenaamde 'Gouden Driehoek'.

Er moeten meer bruggen geslagen worden tussen MKB en de Rijksoverheid, die innovatie zal blijven stimuleren. Hierbij zien we een sterke rol voor het MKB. In de programma's en projecten die opgestart worden blijken echter drempels te zitten voor het MKB om deel te nemen. Deels komt dit door de krappe markt in Nederland en daarbuiten, deels omdat grote delen van beschikbare budgetten niet ten gunste komen van MKB, maar van universiteiten en kennisinstituten. Deze laatste kennen vaak ook andere bronnen van publieke financiering. Het MKB met FutureWater als exponent maakt zich sterk ervoor actiever deel te kunnen nemen in vervolprojecten in relatie tot de Topsector Water. Enerzijds om SBIR-investeringen te laten renderen, anderzijds om de rol te vervullen die het MKB heeft: beschikbare kennis in dit land omzetten in innovatieve en effectieve producten met marktwaarde. Om dit te realiseren pleiten we voor een betere verdeling van middelen in de programma's en projecten van de Topsector Water over de 'Gouden Driehoek'.

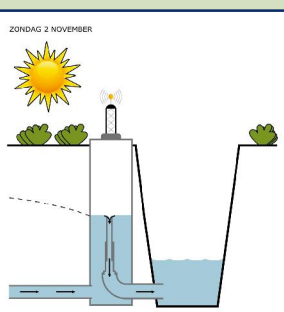


Klimaatadaptieve Drainage

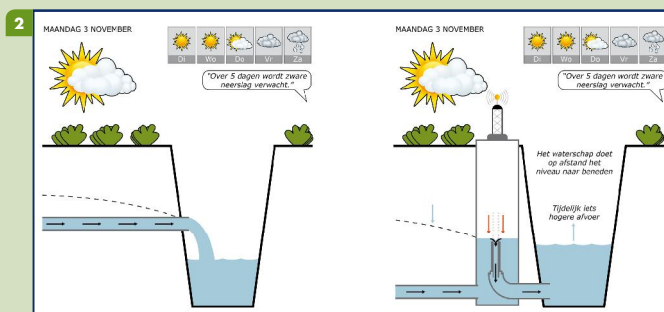
Een innovatieve methode om piekafvoeren en watertekorten te verminderen



Bij de standaard drainage vorm kan het ontwateringsniveau niet geregeld worden.

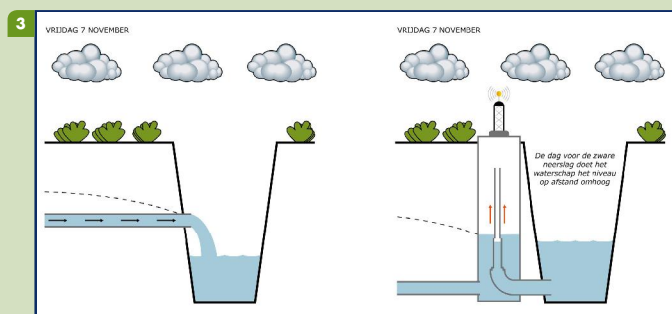


Bij Klimaatadaptieve Drainage kan het ontwateringsniveau op afstand geregeld worden.

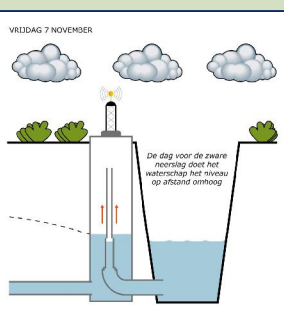


Bij extreme weersvoorspellingen kan het ontwateringsniveau niet gewijzigd worden.

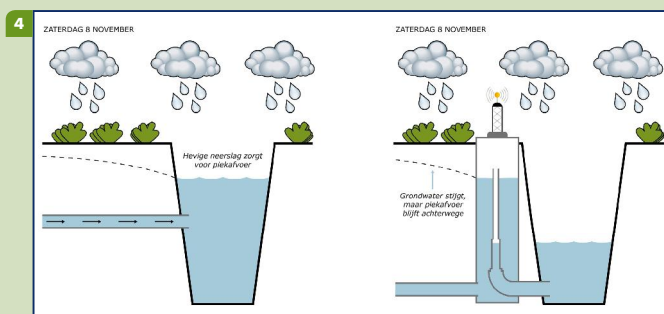
Bij extreme weersvoorspellingen wordt het peil verlaagd om bergingscapaciteit in de bodem te creëren.



1 dag voor de extreme bui kan het ontwateringsniveau niet verhoogd worden.



1 dag voor de extreme bui kan het waterschap het peil op afstand verhogen.



Doordat het peil ongewijzigd is gebleven, is er geen buffer gecreëerd waardoor de neerslag resulteert in hoge piekafvoeren.

Doordat het peil 1 dag voor de bui omhoog is getrokken is er voldoende buffer aanwezig om de overtollige neerslag in de bodem te bergen. Hierdoor worden piekafvoeren vermeden.



Onder normale klimaat omstandigheden kan de agrariër zijn ontwateringsniveau naar eigen wens regelen.



Bij extreme neerslag neemt het waterschap de controle van het Klimaatadaptieve Drainage systeem over om daarmee piekafvoeren te voorkomen.