

**Kennis voor Klimaat** is een onderzoeksprogramma waarin kennis, instrumenten en diensten zijn ontwikkeld voor het klimaatbestendig maken van Nederland. Een serie van negen boeken geeft in vogelvlucht weer wat de onderzoeken hebben opgeleverd en hoe de kennis kan worden toegepast in de praktijk.

Deel zes van de serie is **Toekomstig klimaat**. Dit boek beschrijft hoe het weer zich in de toekomst ontwikkelt. Onderzoekers zijn erin geslaagd de onzekerheden over het toekomstige weer te verkleinen en hebben klimaatinformatie samen met gebruikers begrijpelijker en praktisch toepasbaar gemaakt.

6

# Klimaatprojecties Toekomstig klimaat

Kennis voor Klimaat | Klimaatadaptatie in Nederland

Klimaatprojecties

# Toekomstig klimaat



## Klimaatprojecties

# Toekomstig klimaat

Onderzoekers, beleidsmakers en ondernemers werkten in Kennis voor Klimaat samen aan manieren om Nederland klimaatbestendiger te maken. Binnen het thema Klimaatprojecties is onderzocht wat gevolgen van veranderingen in het weer zijn op lokale en regionale schaal. In samenwerking met gebruikers is gewerkt aan de klimaatscenario's KNMI'14, om de onzekerheden rond klimaatverandering te verkleinen.

01

**Wetenschap en praktijk zijn dichterbij elkaar gekomen**

pagina 4

02

**Het weer van de toekomst**

pagina 8

03

**Extreme neerslag**

pagina 16



04

**Van 'slecht' weer naar extreem weer**

pagina 18

05

**Samenwerking met gebruikers**

pagina 22

06

**Klimaateffectatlas**

pagina 30



07

**Nieuwe techniek voor statistiek**

pagina 32

08

**Wat kunnen boeren doen?**

pagina 34

09

**Opmerkelijk**

pagina 36



“De gevolgen van klimaatverandering gaan meer leven door een andere manier van presenteren.”

Arnout Feijt, consortiumleider Klimaatprojecties



# 01 Wetenschap en praktijk zijn dichterbij elkaar gekomen

Het weer van de toekomst is omgeven met onzekerheden. Toch is het gelukt om de beschikbare klimaatinformatie begrijpelijk te maken voor niet-wetenschappers. Vooral dankzij visuele toepassingen.

Om goed te kunnen anticiperen op klimaatverandering, is informatie over het klimaat onontbeerlijk. Daarom maakt het KNMI sinds 1995 scenario's, die een beeld geven van de ontwikkelingen in de toekomst. In 2014 is de nieuwste generatie verschenen: KNMI'14. Het consortium Klimaatprojecties voor adaptatie heeft hieraan een belangrijke bijdrage geleverd, onder meer door veelvuldig in gesprek te gaan met de gebruikers van de informatie. Dat gebeurde tijdens discussies en workshops en door middel van bijeenkomsten met een klankbordgroep. De wensen van de gebruikers en de wetenschappelijke ontwikkelingen vormden gezamenlijk de basis voor de nieuwe klimaatscenario's.

Consortiumleider Arnout Feijt is tevreden over de bijdrage die het consortium kon leveren aan KNMI'14. “We hebben diepgravend onderzoek gedaan naar weersfenomenen waar Nederland kwetsbaar voor is, zoals extreme neerslag en droogte. De resultaten daarvan zijn opgenomen in de nieuwe scenario's.” Ook is hij er trots op dat de klimaatscenario's de basis vormen voor het adaptatiebeleid in Nederland. “De centrale rol van de KNMI-scenario's in Nederland is bijzonder. In Duitsland bijvoorbeeld maken diverse kennisinstituten hun eigen scenario's voor verschillende doelgroepen. Dat maakt

In onze drukke poldersamenleving is consistentie in de klimaat-scenario's heel belangrijk.



besluitvorming over adaptatiemaatregelen niet makkelijker. Wij streven zoveel mogelijk naar consistentie; dat is in onze drukke poldersamenleving heel belangrijk.”

### Grote stap gezet

Het veelvuldige contact met gebruikers bood nog een andere meerwaarde, zegt Feijt. “Voor wetenschappers is onzekerheid een gegeven, beleidsmakers zoeken juist naar houvast en antwoorden. We hebben een grote stap gezet naar de praktijk door instrumenten te ontwikkelen, die klimaatinformatie heel begrijpelijk maken, ondanks die onzekerheden. Future Weather is daarvan een mooi voorbeeld. Kleurrijke animaties maken duidelijk hoe het weer er in de toekomst uit kan zien. Het bleek enorm aan te spreken.”

Feijt was in eerste instantie verrast door het succes van Future Weather. “We geven al heel wat jaren informatie over klimaatverandering in de vorm van tabellen, percentages en figuren. Nu blijkt dat de gevolgen van klimaatverandering meer gaan leven door een andere manier van presenteren; dat is prachtig. Ik had niet verwacht dat Future Weather zo’n impact zou hebben bij de gebruikers. We kunnen het beleidsmakers blijkbaar makkelijker maken door informatie te presenteren alsof het om het weer van morgen gaat. Dan gaan ze denken: ‘Wat kan ik doen om problemen te voorkomen?’ Voor wetenschappers is het een uitdaging om de juiste informatie in het plaatje te stoppen en daarmee de bruikbaarheid te vergroten.”

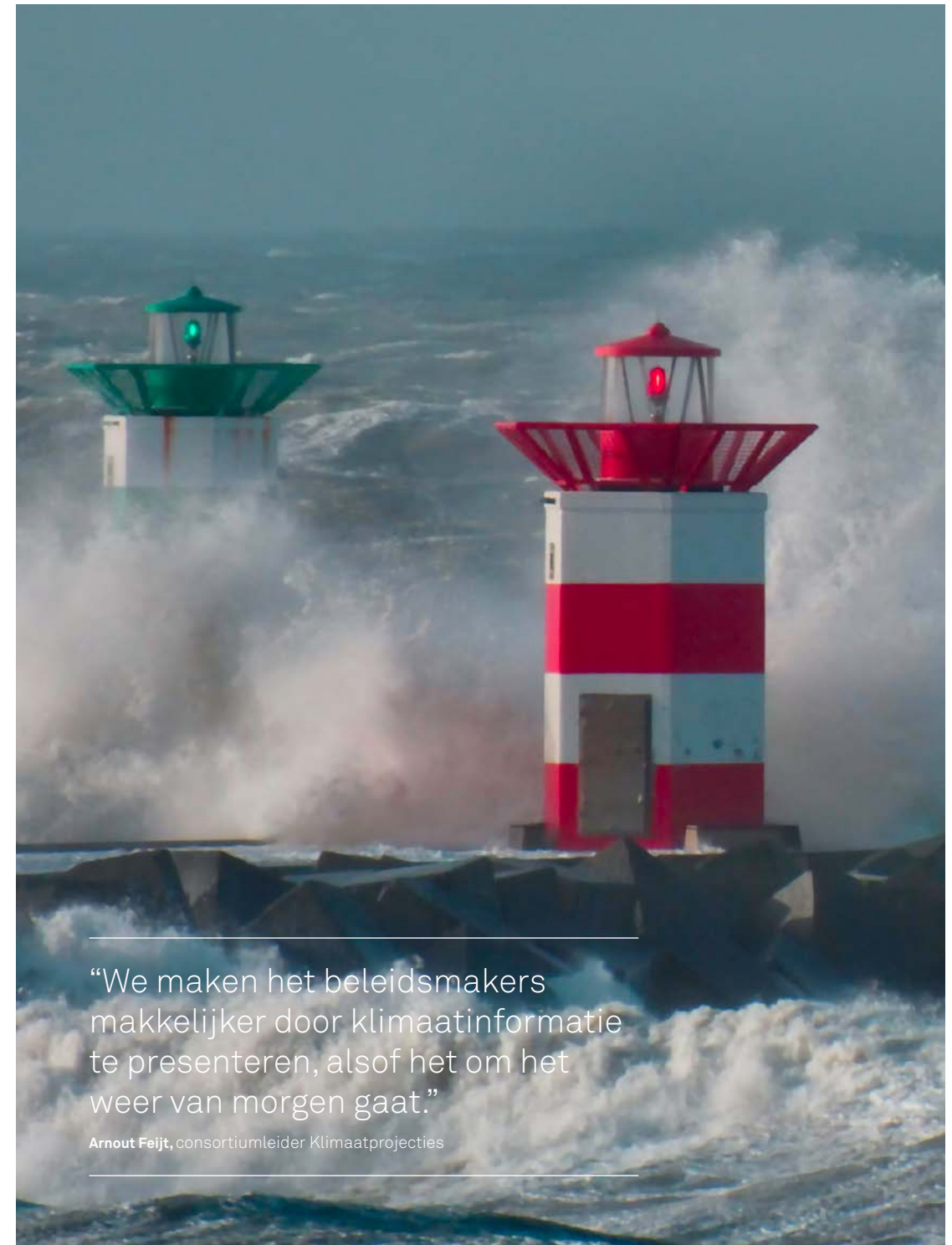
### Houvast

Niet alleen wetenschap en praktijk zijn dicht bij elkaar gekomen, ook tussen wetenschappers onderling is een kloof gedicht, zegt Feijt. “We wilden professionals die zich bezig houden met zaken als landbouw, ecologie, waterhuishouding en luchtkwaliteit voorzien van klimaatinformatie, waarmee ze snel de gevolgen kunnen doorrekenen. Door één dataset te maken voor al deze onderwerpen, ontstaat een samenhangend beeld van de maatschappelijke gevolgen van klimaatverandering. Om dat te bereiken, hebben we wetenschappers uit verschillende werkvelen uitgenodigd om ons te vertellen aan welke klimaatinformatie ze behoefte hebben en hoe ze daarmee omgaan; ze hebben dat ook onderling uitgewisseld. Het was voor iedereen leerzaam: deze partijen hebben immers vaker met elkaar te maken, bijvoorbeeld bij de herinrichting van een gebied of bij het Deltaprogramma. Als ze dan gebruik kunnen maken van dezelfde klimaatinformatie, geeft dat meer houvast en wordt de onzekerheid verkleind.”

### Nieuwe KNMI-klimaat-scenario's

Zachte winters en hetere zomers met intensere regenbuien; het zijn veranderingen die in het klimaat van de toekomst 'normaal' zullen zijn. De nieuwste KNMI<sup>14</sup> scenario's geven inzicht in dit gemiddelde, toekomstige weer en de kans op extreem weer in 2050-2085. De nieuwe scenario's geven meer details dan de voorgaande '06 scenario's, onder meer over mist, bewolking en weersextremen. Ze zijn gebaseerd op het IPCC-rapport van 2013 en op recent Nederlands klimaatonderzoek.

Foto Hevige stormen zullen vaker voorkomen.



“We maken het beleidsmakers makkelijker door klimaatinformatie te presenteren, alsof het om het weer van morgen gaat.”

Arnout Feijt, consortiumleider Klimaatprojecties



Extreme incidenten leiden tot onrust:  
Is dit een teken van klimaatverandering?  
Gaait dit in de toekomst vaker gebeuren?

## 02 Het weer van de toekomst

Hoe ziet het weer van de toekomst eruit? Future Weather toont met weerkaarten hoe extreem het weer in de toekomst kan zijn. De kaarten laten zien waar beleidsmakers en planners rekening moeten houden.

Caravans die door de lucht vliegen door een heftige rukwind in Vethuizen. Boeren die hun vee moeten evacueren tijdens een overstroming in het Groningse Noorderzijlvest. Een superregenbui bij het plaatsje Hupsel, aangevoerd door tropische luchtstromingen. Dit soort extreme incidenten leidt onvermijdelijk tot onrust in de maatschappij en dus tot vragen vanuit de pers: Is dit een teken van klimaatverandering? Gaat dit in de toekomst vaker gebeuren?

De invloed van klimaatverandering uit zich in het toekomstige weer. Het project Future Weather verkleint de onzekerheden over ons toekomstige weer, met name als het gaat over neerslag. Onderzoekers bekeken weersituaties die grote maatschappelijke impact hebben, zoals de extreme bui in Hupsel in 2010. Deze extremen visualiseert Future Weather met weerkaarten, die naast de weerkaarten van nu gelegd kunnen worden. Dit maakt in een oogopslag duidelijk hoe hevig een extreme bui in de toekomst kan zijn. De visualisaties van Future Weather zijn een aanvulling op de KNMI'14 scenario's.

“We ‘merken’ klimaatverandering vooral als het weer extreem is”, zegt onderzoeker Bart van den Hurk van het KNMI. “Een dergelijke extreme situatie zetten we in de context van het toekomstige klimaat. Dit levert een concreet weerbeeld op dat gebruikers, meer dan statistieken dat kunnen, inzicht geeft over extremen.”

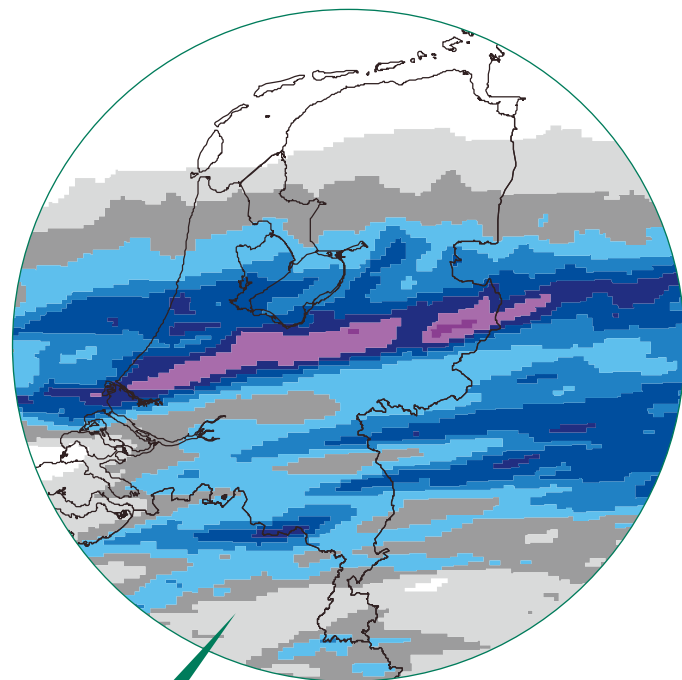
### Ontwrichtend weer

Extreme weersomstandigheden zijn er in vele vormen en kunnen de maatschappij stevig ontwrichten. Van den Hurk: “Denk aan wind die zeewater opstuwt tot het over de dijken komt,

.....  
Zie de figuren op **pagina 10** voor de manier waarop *Future Weather* het weer van de toekomst visualiseert.  
.....

.....  
**Foto links** Een camping in het Gelderse Vethuizen werd zwaar getroffen door een windhoos in juli 2010.  
.....

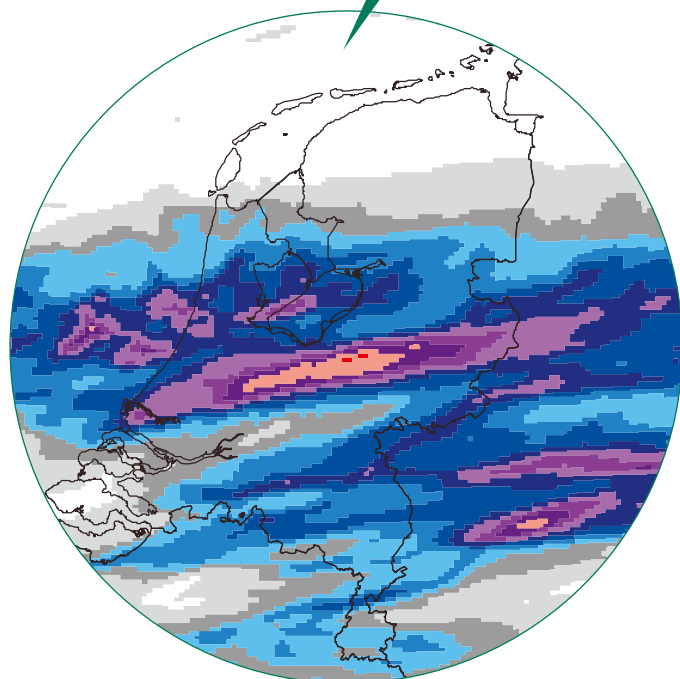
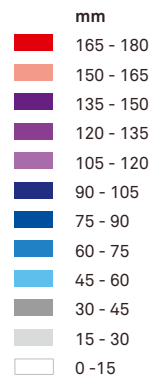




huidige klimaat

toekomstige klimaat

**Figuren** De weerbeelden laten de bui in 2010 in Hupsel zien bij het huidige klimaat en bij een toekomstig klimaat met een twee graden hogere temperatuur.



zoals in het Groningse Noorderzijlvest in 2012, sneeuwbuien die weg- en treinverkeer lam leggen, stormen die slachtoffers maken door afbrekende takken, droogtes die zorgen voor houtrot aan funderingspalen in oude binnensteden. Met Future Weather visualiseren we weerssituaties die mogelijk grote maatschappelijke gevolgen zullen hebben. De gedachte is dat dit helpt bij hoe we ons kunnen voorbereiden op de toekomst.”

Om de kennis inzichtelijk te maken voor de gebruikers, is uitgegaan van voorbeelden die breed uitgemeten zijn in de media zoals het extreme weer in Vethuizen en Noorderzijlvest. Ook is gekeken naar voorbeelden die in de belangstelling staan van het Deltaprogramma zoals de samenloop van een storm op zee bij Hoek van Holland en een hoge waterstand op de Rijn. Keuzes over het al of niet sluiten van de Maeslantkering en gevolgen voor de waterveiligheid hangen hier direct mee samen. Ook waterschappen hebben behoefte aan informatie over toekomstige extremen, zodat zij vast kunnen stellen hoeveel waterberging er nodig is en of de dijken sterk genoeg zijn.

“Future Weather heeft het bewijs geleverd dat hoog water op de Waddenzee door storm en veel neerslag in ons gebied relatief vaak samenvallen”, zegt Jan Gooijer van het waterschap Noorderzijlvest. Door hevige neerslag was de grond verzadigd en het overvloedige regenwater kon ook niet op de Waddenzee worden geloosd: Een noordwesterstorm veroorzaakte hoge waterstanden. Dorpen werden geëvacueerd, boeren moesten hun vee verplaatsen en delen van het Groninger museum werden ontruimd. De Gooijer: “Klimaatanalyses als die in Future Weather helpen bij het bepalen van de strategie en het nemen van de juiste maatregelen. Met de kennis gaan we de komende tijd aan de slag om meer bergingsgebieden aan te leggen, zodat we ons watersysteem volledig op orde hebben. En de informatie uit Future Weather helpt ons te bepalen wanneer we echt niet meer ontkomen aan het plaatsen van een gemaal bij Lauwersoog om overtollig water de Waddenzee in te pompen en een overstroming te voorkomen.” De resultaten worden gebruikt in de studie ‘Droge voeten 2050’ van de waterschappen en provincies in Groningen en Drenthe, bedoeld om noodsituaties zoals in januari 2012 te voorkomen.

### Waterstand van de Rijn

Door de onzekerheid over de hoeveelheden neerslag te verkleinen, helpt Future Weather ook bij afwegingen over het versterken of verhogen van rivierdijken. De waterstand van de

Zie ook artikel *Van slecht weer naar extreem weer* op **pagina 18**

Lees meer over de nieuwste KNMI '14 scenario's op [www.klimaatsscenario's.nl](http://www.klimaatsscenario's.nl)



Foto Blikseminslag in de buurt van Deventer

Rijn is bijvoorbeeld voor een belangrijk deel afhankelijk van de buien in het stroomgebied van de rivier. Een opeenvolging van meerdere dagen met hevige neerslag kan door klimaatverandering vaker voorkomen. Future Weather toonde aan hoeveel neerslag er valt met de ‘gewone’ klimaatvariatiën en met de door mensen veroorzaakte klimaatverandering. De combinatie van beide levert fors hogere waterstanden van de Rijn op. Deze kennis is relevant voor de Deltabeslissingen, die gaan over de waterveiligheid van Nederland nu en op de lange termijn.

Van den Hurk: “Door te kijken naar combinaties van extremen, kunnen we ons voorbereiden op situaties die we

Zie ook *Van slecht weer naar extreem weer* pagina 18.



“We krijgen vanuit waterschappen veel vragen over Future Weather. Het is een lopend vuurtje geworden.”

Bart van den Hurk, KNMI

nog nooit hebben meegemaakt. Onze techniek om weersituaties in de toekomst te plaatsen geeft een beter beeld van wat klimaatverandering in de praktijk betekent. Zo’n weersituatie kunnen mensen vergelijken met iets wat ze gewend zijn, zoals het weer zich ook in het huidige klimaat aan ons opdringt. We zijn een stap verder op weg naar het aanbieden van klimaatinformatie voor maatschappelijke gebruikers. Dat merken we bijvoorbeeld bij de case van Noorderzijlvest. Deze leidde niet alleen tot lokale discussies over normstelsels. Ook andere waterschappen komen nu met verzoeken over Future Weather. Het is een lopend vuurtje geworden.”

Foto Storm bij Oosterscheldekering



---

Groene daken, meer groen op straat en in tuinen en ruimte voor water in parken en speeltuinen helpen om hevige neerslag op te vangen, zodat straten niet blank komen te staan.

---





## 03 Extreme neerslag

Het riool kan per uur tweehonderd emmers water per persoon verwerken. Maar wat als aan het eind van deze eeuw buien wel twee keer zo heftig zijn dan nu?

Rioolbeheerders moeten bij vervanging de omvang bepalen van de nieuwe buizen die voor vijftig jaar de grond in gaan. Het is dus belangrijk dat ze weten hoe hevig buien in de toekomst kunnen zijn en of het vaker extreem zal regenen. De KNMI'14 scenario's helpen daarbij; ze geven inzicht in de veranderingen van neerslagextremen op dag- en uurbasis.

Stijgende temperaturen als gevolg van klimaatverandering veroorzaken meer en heviger buien. De meest intensieve buien ooit vielen in de afgelopen tien jaar. Eind augustus 2010 kreeg het oosten van het land te maken met stevige wateroverlast door extreme neerslag. Een zogenaamde atmosferische rivier was de boosdoener: een relatief smalle strook die warme en vochtige lucht vanuit de tropen aanvoert. Dit soort tropische cyclonen doven nu meestal uit voor ze de Nederlandse kust bereiken. In een warmer klimaat worden deze cyclonen heftiger, blijven ze langer bestaan en zullen ze vaker tot wateroverlast leiden.

In Herwijnen viel op 28 juni 2011 in zeventig minuten tijd 94 millimeter neerslag. Een record voor Nederland. Het nabijgelegen Vught had veel schade door wind. Future Weather liet zien dat dit soort lokale buien tegen het eind van deze eeuw in intensiteit verdubbelen en vijf keer zo vaak voor kunnen komen (bij een temperatuurstijging van vijf graden).

Dit zijn extreme situaties, maar voor waterbeheerders en gemeenten zijn het kansen om te leren. Volgens Harry van Luijtelaar van Stichting RIONED, de koepelorganisatie op het gebied van riolering, is het belangrijk om nu te anticiperen op kleinschalige zeer extreme buien: "Er zijn steeds betere

.....  
Zie ook *Het weer van de toekomst* pagina 8.  
.....



Foto Gevolgen van een extreme bui

wateroverlastmodellen om de impact van deze buien op het watersysteem te simuleren en te visualiseren. Met beperkte middelen zijn aanpassingen mogelijk om grote hoeveelheden water beter te verwerken." Gemeenten kunnen bij herinrichting van wijken zorgen voor een geleidelijke en gecontroleerde afvoer van het water, zoals meer groenvoorzieningen op straat, ruimte voor water in parken en speeltuinen en bovengrondse waterafvoer met goten en waterpleinen. Ook groene daken zorgen dat water geleidelijker naar het riool stroomt. Dit voorkomt dat straten en kelders blank komen te staan tijdens extreme buien.

---

De KNMI'14 scenario's geven inzicht in de veranderingen van neerslagextremen op dag- en uurbasis.

---



## 04 Van 'slecht' weer naar extreem weer

Een flinke bui of windhoos hoeft niet schadelijk te zijn. Problemen kunnen echter ontstaan als verschillende typen slecht weer tegelijkertijd plaats vinden. Nieuwe modellen en technieken maken het mogelijk om te anticiperen op dit soort situaties.



**Foto links** Versteven van kwelschermen

**Foto rechts** Het waterschap Noorderzijlvest bekleedt de dijk als maatregel tegen erosie bij hoog water

**Foto linker pagina** Storm bij Tolbert 2012.

De Maeslantkering sluit als er een gevaarlijke stormvloed op zee is. Maar wat als er tegelijkertijd hoog water op de Rijn is door langdurige regen in het stroomgebied? De kering moet dan open blijven om het water naar zee te kunnen afvoeren. De kans dat deze situatie zich voor doet, is vier keer zo groot als eerder gedacht. Jos van Alphen, adviseur strategie en kennis van de Deltacommissaris: "Future Weather laat zien dat zeer slecht weer vaker zal voorkomen in meer variaties en met meer intensiteit. In het Deltaprogramma leggen we die kennis naast zaken als zeespiegelstijging, hogere rivierafvoeren en toenemende droogte op de hogere zandgronden. Met onze partners in de regio zoeken we naar flexibele oplossingen die we kunnen aanpassen aan hoe het klimaat verandert, zoals waterbergingen en kustversterkingen met zand."

Er bestond nog niet veel kennis over hoe de samenloop van slechte weersomstandigheden door klimaatverandering verandert. Wilco Hazeleger van het KNMI: "Vaak ligt de nadruk op een extreem als gevolg van één weertype. Terwijl samenvallende fenomenen, die op zichzelf niet extreem zijn, wel degelijk ook gevaarlijk kunnen zijn." Een voorbeeld hiervan was de noordwesterstorm voorafgegaan door vele dagen regen in januari 2012. Dit leidde tot grote wateroverlast Noorderzijlvest.

Jos van Alphen: "Vanuit het Deltaprogramma houden we nu al rekening met de situatie over honderd jaar. Duidelijk is dat een combinatie van extremen dan vaker voor kan komen. Rijkswaterstaat, de waterschappen en het Deltaprogramma zijn samen gaan kijken hoe een samenloop als in Noorderzijlvest in de toekomst op te vangen is. Als deze weersituatie zich weer aandient, weten we wat ons te doen staat."

Zie ook *Het weer van de toekomst* pagina 8.

"Dankzij nieuwe modellen weten we wat ons te doen staat."

**Jos van Alphen**, adviseur Deltacommissaris



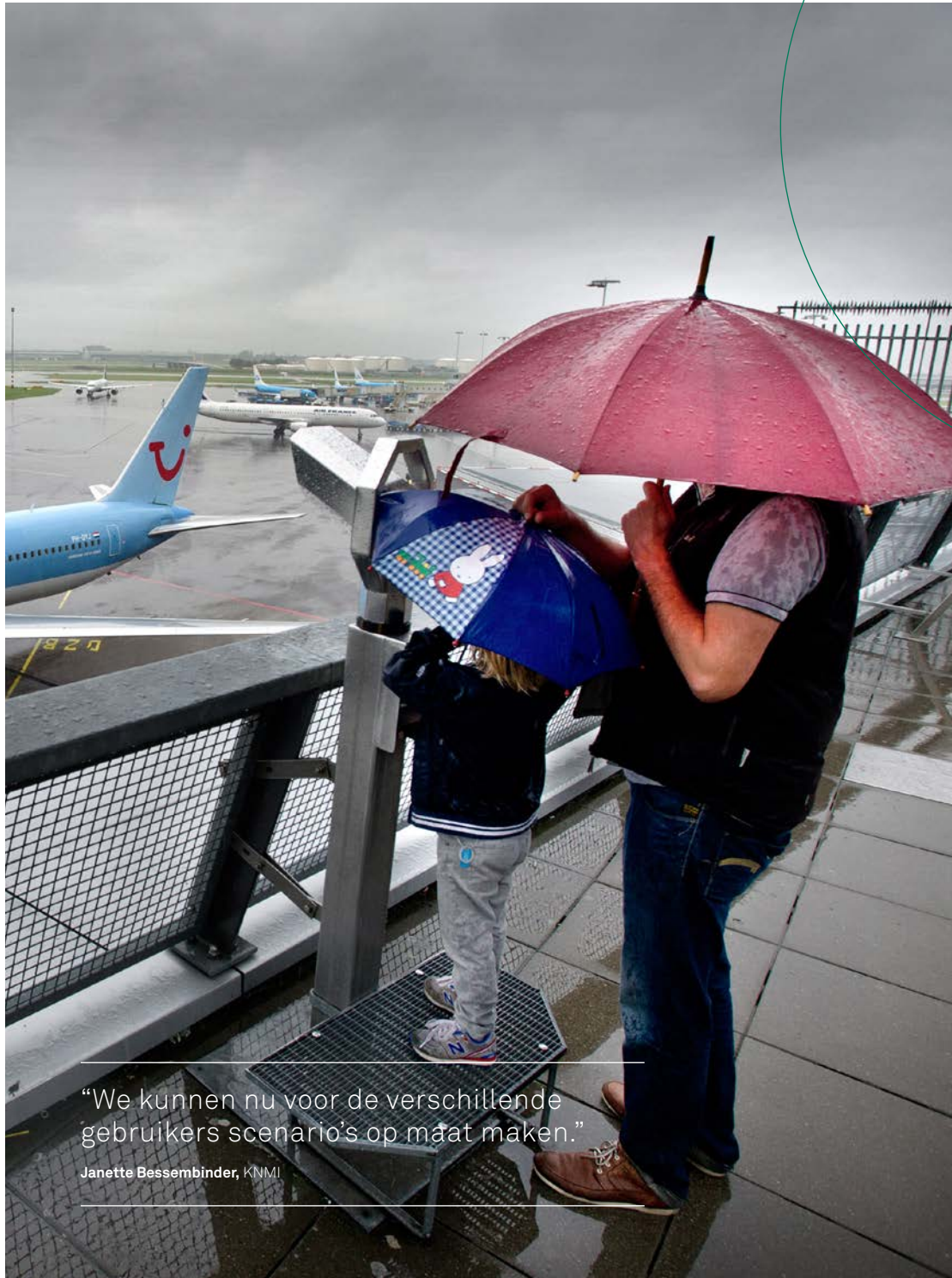
---

Het Deltaprogramma wilde onderzoeken wat de kans is op een worstcase scenario van een storm(vloed) bij Hoek van Holland, tegelijk met een afvoerpiek van de Rijn. De kans hierop is beduidend groter dan tot nu gedacht. De Rijn kan het hoog water niet afvoeren als de Maeslantkering moet sluiten voor de storm.

---







“We kunnen nu voor de verschillende gebruikers scenario's op maat maken.”

Janette Bessembinder, KNMI

## 05 Samenwerking met gebruikers

Hoe zorg je dat klimaatkennis aansluit bij de wensen van de verschillende doelgroepen? Dit consortium sloeg een brug tussen wetenschap en praktijk en maakte klimaatkennis beter toegankelijk voor de gebruiker.

In Nederland is over vrijwel elke vierkante meter nagedacht. Klimaatverandering en de bijbehorende onzekerheden maken het moeilijker om te bepalen wat de beste keuzes voor die vierkante meter zijn. Dit consortium heeft de afgelopen jaren geïnventariseerd welke vragen over klimaatverandering leven bij agrariërs, planners, beleidsmakers, watermanagers, natuurbeheerders en adviseurs. Het resultaat: De KNMI'14 scenario's met gebruiksvriendelijke klimaatinformatie op maat, die helpt bij het plannen, ontwerpen en opzetten van visies en strategieën.

Janette Bessembinder van het KNMI: “Uit de bijeenkomsten en gesprekken met gebruikers bleek dat zij behoefte hebben aan aan meer variabelen dan alleen wind, neerslag, temperatuur en zeespiegelstijging (zoals in de KNMI'06 scenario's). Van mensen die in de landbouw, het natuurbeheer en toerisme werken, kregen we vragen over veranderingen in de hoeveelheid zonneshijnen -straling. De Maastricht University had voor een onderzoek naar toerisme in Nederland behoefte aan inzicht in luchtvochtigheid. Een vochtige, drukkende warmte is niet prettig voor dagjes uit. Het Deltaprogramma wilde meer weten over de toekomstige neerslag in de kustregio, maar ook over droogte in oostelijke streken waar geen extra water kan worden aangevoerd. Wij kunnen nu voor de verschillende gebruikers scenario's op maat maken.”

Doel van het project KNMI'14 was dat gebruikers ondanks de onzekerheden in de klimaatscenario's, in hun werk toch rekening kunnen houden met de gevolgen van klimaatverandering. Bessembinder: “Beleidsmakers vragen ons bijvoorbeeld

### Hotspot Schiphol

Schiphol is een belangrijke gebruiker van klimaatinformatie: de luchtvaart is erg gevoelig voor extreem weer, voor lokale wind en voor mist en laaghangende bewolking. In samenwerking met dit consortium is gewerkt aan het model Harmony, dat laat zien hoe klimaatverandering het weer beïnvloedt op een schaal van één tot twee kilometer. Het model kan voorspellingen doen over dauwvorming, wind, het ontstaan van mist en lage bewolking, over zwaar onweer, hevige regenval en lokale wind bij zware buien.



Driemanspolder, Piekberging (vol)

welk scenario het meest waarschijnlijk is, zodat ze hiermee rekening kunnen houden in hun keuzes en strategieën. Wij helpen door te vragen welk scenario het meest relevant voor hun specifieke beleidskeuzes is. Dat is een andere insteek. Een rioolbeheerder wil weten wat de grootste hoeveelheid neerslag is die het riool in de toekomst te verwerken zou kunnen krijgen; Planners van Gastera willen weten wat het scenario met de laagste temperaturen is, zodat zij ook in de toekomst voldoende gas voor verwarming kunnen leveren. Het is dus zaak om in te zien dat niet persé één scenario antwoord geeft op alle mogelijke vragen.

#### Onzekerheden hanteerbaar maken

Communiceren over het bestaan van onzekerheden rond klimaatverandering bleek één van de grootste uitdagingen.

---

In de provincie Zuid-Holland komen extra waterbergingen in de Driemanspolder om wateroverlast tegen te gaan.

---



Driemanspolder, Piekberging (leeg)

Foto's De berging in de Driemanspolder is in 2020 klaar.  
Foto links: volle waterberging. Foto rechts: normale waterberging.

Bessembinder: “Wij vertalen de informatie van het International Panel on Climate Change naar vier klimaatscenario's voor Nederland. Daarbij proberen we de onzekerheden van klimaatverandering hanteerbaarder te maken.”

Om praktijkgebruikers verder tegemoet te komen, is veel informatie gecombineerd in inzichtelijke kaarten. Beleidsmaker Erik de Haan van de provincie Zuid-Holland: “Dat is voor ons beleidsmakers een belangrijke stap, die meer inzicht geeft in de effecten van klimaatverandering. Wij communiceren bij voorkeur aan de hand van kaartbeelden en niet op basis van tabellen.” Communicatie tussen klimaatwetenschappers en beleid en bestuur blijft echter een uitdaging, volgens De Haan: “In de vertaling van wetenschappelijke kennis naar de formulering van een beleidsprobleem gaat onvermijdelijk wetenschappelijke nuance verloren. Zolang de kernboodschap

Bekijk de kaarten in de  
*Klimaat-effectatlas* pagina 30.



## “Het gevoel van urgentie wordt sterk geleid door gebeurtenissen in de werkelijkheid.”

Erik de Haan, provincie Zuid-Holland

niet verloren gaat, is dit ook niet zo'n probleem. We spreken dan bijvoorbeeld over 'een sterke toename van wateroverlast in de toekomst'. Dat is nodig om de urgentie over te brengen en resultaat te boeken bij de aanpak van het probleem.”

### Urgentie

De Haan merkt dat de bewustwording over klimaatverandering bij de provincie sterk is toegenomen. “Klimaatverandering is geen ver-van-je-bedshow meer. De scenario's onderbouwen de veranderingen die mensen nu al merken, zoals meer extreme buien en meer opvallend warme dagen voor de tijd van het jaar. Die maatschappelijke bewustwording is heel belangrijk voor het draagvlak voor klimaatbeleid in de regio.”

Bij grote langjarige investeringen probeert de provincie volgens De Haan rekening te houden met de onzekerheden. “Voor beleidsmakers is het lastig dat toename in kennis niet altijd leidt tot afname van onzekerheden. Maar het veelvuldig gebruik van de KNMI '06-scenario's door beleidsmakers toont de behoefte om via een scenario-aanpak grip te krijgen op de toekomst.” Onzekerheden of niet, de betrouwbaarheid van de data die het KNMI verstrekt, wordt volgens De Haan op geen enkele manier in twijfel getrokken. “Voor het bestuur is dat van belang. De discussie richt zich dan op de beleidskeuzes en niet op de gehanteerde uitgangspunten.”

Die uitstraling van autoriteit was een belangrijk speerpunt van het consortium. Bessembinder: “We proberen duidelijkheid te scheppen over wat we wel en niet weten met een goede wetenschappelijke onderbouwing. We hopen dat het voor beleidsmakers daardoor makkelijker wordt de discussies te beperken tot de feiten.”

### Voorbeelden van maatwerk

1. Gasproductie: Inzicht in de kans op zeer lage wintertemperaturen rond 2030 in verband met de zekerheid van de gaslevering;
2. Olieraffinaderijen: Inschatting van risico op onder andere schade aan hoge schoorstenen, gebaseerd op mogelijke klimaatverandering rond 2030 en 2050 (extreme wind);
3. Verkeersveiligheid: Gegevens over 'gevaarlijk weer', zoals extreme neerslag en hittegolven, rond 2020;
4. Ruimtelijke ordening: Kaarten met bijvoorbeeld het aantal tropische dagen, vorstdagen en zomerdroogte rond 1995 en 2050 om inzicht te geven in klimaatverandering;
5. Stedelijk waterbeheer: Inzicht in de toename van de extreme neerslagintensiteit per vijf tot zestig minuten. Belangrijk voor de dimensionering van riolen en waterafvoer.



Foto Still uit het filmpje van KvK TV (Superstorm)

### Calamiteiten bepalen de agenda

De grootschalige wateroverlast in het Westland in 1998 was voor de provincie Zuid-Holland, waterschappen en gemeenten de directe aanleiding om maatregelen te nemen. Beleidsmakers baseerden de nodige omvang van de waterbergingen in onder meer de Driemanspolder en de Eendrachtspolder op de scenario's van toekomstige wateroverlast. De KNMI-scenario's hebben ook een belangrijke impuls gegeven aan het provinciale beleid voor zoet water.

Erik de Haan: “Veel sectoren zijn het niet gewend om rekening te houden met lange-termijnzaken die mogelijk in 2050 of 2100 kunnen spelen. De tijdshorizon in veel beleidsvelden is veel korter. Klimaatadaptatie zal dus verbonden moeten worden met opgaven die nu spelen, zoals meer groen en water in de stad, verbetering van de waterkwaliteit en verduurzaming van de glastuinbouw.” Pas als het mis gaat kunnen dingen in een stroomversnelling komen, zo merkt De Haan. “Dat was het geval met de wateroverlast in het Westland. Dankzij KNMI-scenario's kon het beleid voor de waterbergingen goed gefundeerd uitgevoerd worden.”







# 06 Klimaatkennis in toegankelijke atlas

Professionals in klimaatadaptatie willen weten wat klimaatverandering voor effect heeft. De klimateffectatlas laat met inzichtelijke kaarten zien wat de gevolgen kunnen zijn.

Is er overstromingsgevaar in dit gebied waar we willen bouwen? Wat zijn de gevolgen van hitte voor het comfort in de stad? Is dit een geschikte plek om nieuwe natuur te ontwikkelen? De Klimateffectatlas biedt professionals handvatten om dit soort vragen te beantwoorden. De atlas vormt de basis om aan regionale adaptatiestrategieën te werken. In klimaatateliers kunnen gemeenten op wijk- of straatniveau aan de slag met de atlas.

Onderzoekers hebben per sector, zoals natuur, landbouw of water, data over klimaatverandering verzameld. Janette Bessembinder van het KNMI: “De eerste klimaatscenario’s bestonden uit tabellen met veranderingen. Hiermee bleken praktijkgebruikers vaak niet uit de voeten te kunnen. De informatie wordt nu onder andere verwerkt in kaarten. Dat is de taal waar veel gebruikers mee aan de slag kunnen.” De atlas koppelt de data over het weer van het KNMI aan gegevens over ruimtelijke ordening. Onderzoeker Hasse Goosen van de Wageningen UR was vanaf het begin bij het opzetten van de atlas betrokken. “Om te weten of er een probleem kan ontstaan, moet je niet alleen weten hoeveel neerslag ergens kan vallen, of hoeveel hete dagen een zomer telt. Door deze gegevens te verbinden aan bijvoorbeeld hoogtekaarten, capaciteit van het riool, of verharding in de stad, kunnen we laten zien waar hit-

## Wat is de Klimateffectatlas?

De klimateffectatlas is een verzameling kaarten van onder andere neerslag, temperatuur, wateroverlast, waterveiligheid, droogte, hitte in stedelijke gebieden en gevolgen voor landbouw- en natuurgebieden. De atlas helpt professionals op gebied van adaptatie, water, ruimtelijke ordening en milieu bij het beantwoorden van klimaatvragen en het opstellen van adaptatiestrategieën. De atlas is ontwikkeld met en voor de provincies en het Interprovinciaal Overleg en vanuit de onderzoeksprogramma’s Klimaat voor Ruimte, Kennis voor Klimaat en Ruimte voor Geoinformatie.

[klimateffectatlas.wur.nl](http://klimateffectatlas.wur.nl)



Foto's Stills uit het filmpje 'Klimaatadaptatie Verbeeld'

testress kan gaan optreden, of waar problemen met wateroverlast kunnen ontstaan. Met deze informatie kunnen beleidsmakers klimateffecten op de agenda zetten.”

Wil een gebruiker meer weten over neerslag of temperatuur in zijn regio bij een bepaald scenario, dan leidt de klimateffectatlas op een gebruiksvriendelijke manier tot een kaart die dit inzichtelijk maakt.



“De atlas visualiseert de effecten van klimaatverandering met kaarten.”

Janette Bessembinder, KNMI

# 07 Nieuwe techniek voor statistiek

Nieuwe modellen voorspellen beter hoe extreem weer zich kan ontwikkelen in de toekomst. De onzekerheid neemt af. Beleidsmakers kunnen gerichter kiezen voor geschikte adaptatiemaatregelen.

Hevige stormen, hittegolven of extreme buien kunnen stevige impact hebben op een gebied. Maar hoe weten we of dit soort extremen uitzonderingen op de regel zijn? Het KNMI maakt gebruik van statistische analyses om veranderingen in het weer en het klimaat te bestuderen. Binnen Kennis voor Klimaat heeft het KNMI deze methodes verbeterd, om meer zekerheid te kunnen geven over veranderingen in weersextremen.

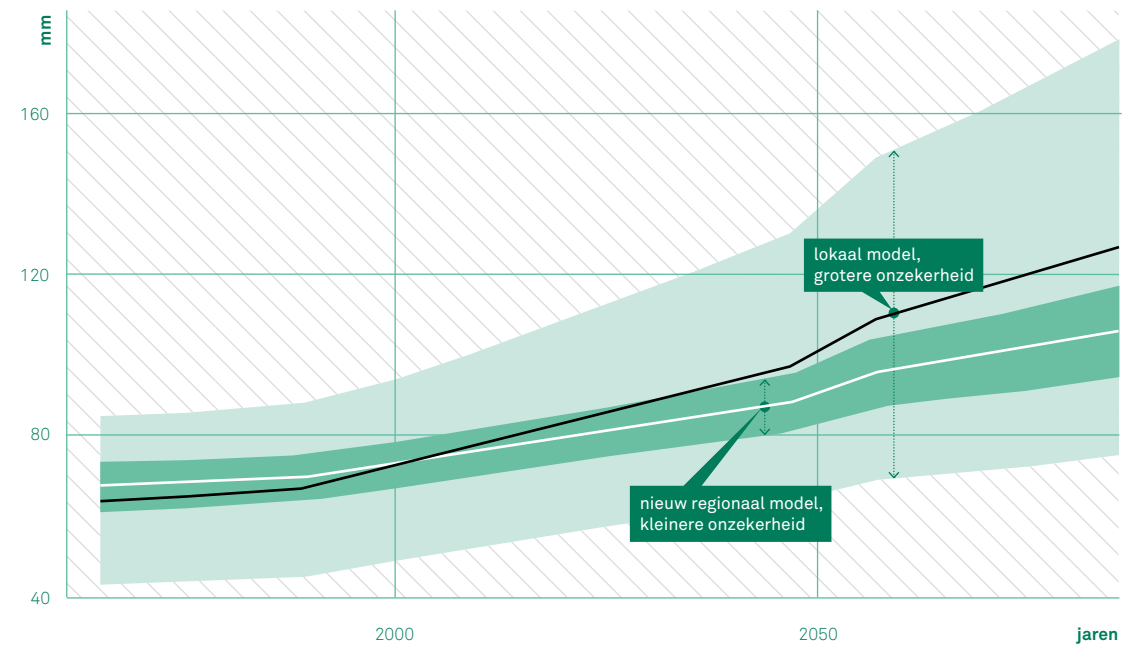


“We kunnen met nieuwe technieken beter inschatten of weersextremen veranderen.”

Wilco Hazeleger, Netherlands eScience Center

**Foto** Dreigende weer boven zee. Het KNMI gebruikt statistische analyses om veranderingen in het weer te bestuderen.

De ontwikkeling van een extreme bui



**Figuur** De nieuwe regionale modellen maken de onzekerheid over het toekomstig weer kleiner:

- Lichtgroen en zwart: Inschatting over de ontwikkeling van extreme neerslag in De Bilt volgens een oud model
- Donkergroen en wit: Inschatting van dezelfde bui volgens de nieuwe regionale modellen.

De nieuwe modellen houden meer rekening met het feit dat het klimaat niet constant is, maar juist verandert. Wetenschappers kunnen zo beter beoordelen of weersextremen aan het veranderen zijn en hoe deze veranderen in de toekomst. Martin Roth, promovendus van het KNMI, werkte aan een nieuwe techniek die gebruik maakt van vergelijkbare data uit een regio, in plaats van alleen lokale data. Deze regionale data gaan niet alleen uit van één specifiek punt, maar van het hele gebied om die plek. Door het gebruik van meer data wordt de schatting nauwkeuriger. “De nieuwe techniek maakt de onzekerheid over hoe deze weersextremen veranderen kleiner. Met de verbeterde schatting kunnen we met meer zekerheid een uitspraak doen over klimaatverandering voor één gebied”, zegt voormalig KNMI-onderzoeker Wilco Hazeleger. Beleidsmakers weten beter op wat voor een situatie ze zich moeten voorbereiden en welke mate van klimaatadaptatie vereist is.



# 08 Wat kunnen boeren doen?

Gaat klimaatverandering boeren geld kosten of opleveren? Dit consortium maakte samen met de landbouwsector inzichtelijk of het financieel de moeite waard is om adaptatiemaatregelen te nemen.

De Nederlandse landbouw is met een waarde van € 52,5 miljard goed voor ruim tien procent van het Nederlandse economie. In hoeverre vormt klimaatverandering een bedreiging voor de sector? Die vraag vanuit LTO Noord was het uitgangspunt voor dit onderzoek. De nadruk lag op weersextremen die tot veel schade voor de landbouw kunnen leiden. De resultaten zijn in de handzame Agroklimatekalender verwerkt.

Wageningen UR-onderzoeker Ben Schaap: “Voor de boer is het moment in het seizoen dat een klimaateffect optreedt belangrijk. Voor de akkerbouw bijvoorbeeld ligt de nadruk op aardappelen, die slecht tegen hittegolven kunnen. Wij hebben uitgerekend in welke maanden het aantal hittegolven zal



## Agroklimatekalender

Nederlandse landbouwers kunnen aan de slag met een scala aan adaptatiemaatregelen, geschikt voor hun specifieke gewassen of vee. Deze zijn verzameld in de Agroklimatekalender. De kalender geeft op maandbasis aan hoe vaak extreme weersomstandigheden, ziekten en plagen kunnen voorkomen en hoe groot het risico daarvan is op schade aan gewassen. Het is een hulpmiddel voor de ondernemer om de best passende maatregelen te treffen.

Foto Akker in Midden-Limburg in het overstromingsgebied van de Maas.



Foto Met de kennis uit de Agroklimatekalender kunnen boeren hun teeltmomenten aanpassen.

toenemen. Met deze kennis kunnen boeren hun teeltmomenten aanpassen, of bijvoorbeeld kiezen voor een aardappelras met meer blad. Bladeren houden de bodem koel, zodat jonge aardappeltjes zich goed kunnen ontwikkelen.”

De kennis over klimaateffecten heeft volgens Peter Prins van LTO Noord een vliegwieleffect gehad voor de Nederlandse praktijk. “Boeren zijn onder meer met druppelirrigatie aan de slag gegaan in de pootgoedteelt, doen proeven met bodemverbetering en met aangepaste drainage. De bewustwording en de toegenomen kennis van extremen leidt ertoe dat boeren deze nieuwe ideeën toepassen in de praktijk. Soms is medewerking van de overheid of een waterschap noodzakelijk, bijvoorbeeld voor betere afwatering uit een gebied. Die randvoorwaarden zijn voor de sector belangrijk om concurrerend te kunnen blijven.”

Het project heeft een internationaal vervolg gekregen. In Oeganda en Cambodja zijn voorbeeldprojecten, gefinancierd door Agriterra waarin boerenorganisaties, kennisinstellingen en overheid volgens hetzelfde principe samenwerken.

“Het belangrijkste is dat boeren zelf veel maatregelen kunnen nemen.”

Peter Prins, LTO Noord

## 09 Opmerkelijk

De onderzoeken van het consortium Klimaatprojecties hebben geleid tot een groot aantal opmerkelijke inzichten, weetjes en eyeopeners. Een greep hieruit staat op deze pagina's.

De **vier buien** met de meeste neerslag vielen allemaal na het jaar **2000**. Het record was 79 mm in een uur in Herwijnen.

In de KNMI'14 scenario's stijgt de zeespiegel in 2050 tot maximaal 40 cm. Dat is **vijf cm meer** dan in de '06 scenario's was berekend.

**Tussen 1910 en 2009** is de hoeveelheid neerslag met **25 procent toegenomen**.

De **combinatie** van een westerstorm en hevige neerslag in het stroomgebied van de Rijn, kan **vier keer zo vaak optreden** als eerder gedacht.

Boeren kunnen **veranderingen in het klimaat opvangen** met een breed scala aan aanpassingen.

De laatste **dertig jaar** is de droogte in het **voorjaar** toegenomen.

**Stormen uit de tropen** zullen met een warmer klimaat vaker Nederland bereiken.

De hoeveelheid **neerslag per uur** in hevige buien neemt met **10 tot 14 procent toe** met elke graad temperatuurstijging.





Volgens KNMI'14-scenario's is de kans op een elfstedentocht in 2050 tussen de 2 en de 0,2 procent, (tegen 15 procent nu)



## Klimaatprojecties

# Toekomstig klimaat

Eind 2014 sluit Kennis voor Klimaat haar poorten. Dit programma heeft zeven jaar lang onderzoek gedaan naar klimaatverandering en adaptatie. Een doorsnede van alle kennis die is opgedaan door honderden onderzoekers samen met mensen uit de praktijk, is in negen boeken beschreven. Acht boeken over de belangrijkste thema's, zoals de stad, waterveiligheid, infrastructuur, zoet water en governance, en één boek met het overzicht van het hele programma.

Samenwerken met de praktijk, co-creatie van kennis, was het hart van het onderzoekprogramma. Provincies, gemeenten, waterschappen en bedrijven hebben de vragen gesteld en hebben meegewerkt aan de uitvoering, samen met de wetenschap. Zonder al deze partijen waren de resultaten minder interessant geweest voor de praktijk. En, nog belangrijker, zonder deze partijen had dit onderzoek niet plaats gevonden. Immers, zij hebben financieel diep in de buidel getast om het onderzoek mogelijk te maken.

Voor u ligt het boekje "Toekomstig klimaat". Kennis voor Klimaat dankt alle partijen die aan dit thema hebben bijgedragen en vooral hen die door co-financiering het onderzoek van het consortium Klimaatprojecties voor adaptatie mogelijk hebben gemaakt.



Kennis voor Klimaat is mogelijk gemaakt door een basissubsidie uit het Fonds Economische Structuurversterking. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu was penvoerder voor het onderzoeksprogramma.



**TU/e** Technische Universiteit  
Eindhoven  
University of Technology

**VU** UNIVERSITY  
AMSTERDAM

**SMHI** **TU Delft**

**Deltares**  
Enabling Delta Life

**KWR** Watercycle  
Research  
Institute

**TNO**

**Deutscher Wetterdienst**  
Wetter und Klima aus einer Hand



**LUND**  
UNIVERSITY

 Koninklijk Nederlands  
Meteorologisch Instituut  
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

 **Universiteit Utrecht**

 **WAGENINGEN UR**  
For quality of life

#### illustratieverantwoording

Cover, pagina 4: Anneke Hymmen; Pagina 7: Gerard Stolk; Pagina 8: Koen Verheijden / Hollandse Hoogte; Pagina 12: Stijn Bossink; Pagina 13: Rob Huibers / Hollandse Hoogte; Pagina 14-15: Deltares; Pagina 17: Hans Vink; Pagina 18: Siese Veenstra / Hollandse Hoogte; Pagina 20 & 21: Rik; Pagina 22: Bart van Maarseveen; Pagina 25: 3D Capacity in opdracht van Hoogheemraadschap Rijnland; Pagina 27: Kennis voor Klimaat; Pagina 28 & 29: Klimaatatlas / Klimaat Adaptatie Services; Pagina 31, beide beelden: Kennis voor Klimaat; Pagina 34 en 35: Sytze Bakker; Pagina 38-39: Frank Muller/Hollandse Hoogte

#### Dit is een uitgave van Kennis voor Klimaat

Postbus 85337  
3508 AH Utrecht

#### Projectleiding, (beeld)redactie en teksten

Synergos Communicatie

#### Redactieraad

Programmabureau Kennis voor Klimaat  
Consortium Klimaatprojecties

#### Fotografie

Anneke Hymmen

#### Grafisch ontwerp

Zinnebeeld

#### Druk

Platform P

#### Foto's en illustraties

Foto's en illustraties zijn van genoemde organisaties en fotografen.  
We hebben naar volledigheid gestreefd; voor opmerkingen of vragen kunt u contact opnemen met Synergos Communicatie.

© 2014 Kennis voor Klimaat

ISBN 978-94-90070-96-0

[www.kennisvoorklimaat.nl](http://www.kennisvoorklimaat.nl)

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm op op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

onzeker later  
kantelend mijn richting op  
weer geselt de straat