




klimaat voor ruimte



Klimaatscenario's

Klimaatdienstverlening: Maatwerk

Dr. J.J.E. Bessembinder

Drs. B.A. Overbeek

Prof.Dr. B.J.J.M. van den Hurk

Ir. A.M.R. Bakker





Klimaat voor Ruimte

Klimaatverandering is een van de grootste milieuproblemen van deze eeuw. In Nederland zullen de effecten van klimaatverandering merkbaar zijn op alle land- en watergerelateerde sectoren. De samenleving kan deze negatieve gevolgen van klimaatverandering beperken. Binnen het onderzoeksprogramma 'Klimaat voor Ruimte' (2004 tot 2011) is kennis ontwikkeld die nodig is om de juiste beslissingen te maken. Klimaat voor Ruimte heeft gezamenlijk leren tussen wetenschappers en praktijkmensen bevorderd op het gebied van ruimtelijke ordening, natuur, landbouw, water en overstromingsrisico. Er is onderzoek gedaan naar vijf thema's: klimaatscenario's, mitigatie, klimaatadaptatie, integratie en communicatie. Alle wetenschappelijke onderzoeksprojecten hebben synthese rapporten gepubliceerd. Dit rapport is onderdeel van het thema Klimaatscenario's.

Klimaatscenario's

De projecten binnen het thema klimaatscenario's ontwikkelen klimaatinformatie van hoge kwaliteit en onderzoeken scenario's die van belang zijn voor Nederland. De projecten richten zich op een verbeterde monitoring en modellering van de regionale variabiliteit van het klimaat. Ook zijn klimaatscenario's op maat ontwikkeld die helpen bij het verkennen van ruimtelijke adaptatie opties. Op elk gebied is speciale aandacht besteed aan extreme klimatologische omstandigheden. De klimaatscenario's zijn ontworpen en ontwikkeld in samenwerking met een aantal belangrijke stakeholders.

Programmabureau Klimaat voor Ruimte

p/a Vrije Universiteit Amsterdam, FALW

De Boelelaan 1085

1081 HV Amsterdam

Nederland

T 020 598 7318

p/a Alterra, Wageningen UR

Postbus 47

6700 AA Wageningen

Nederland

T 0317 48 6540

info@klimaatvoorruijnte.nl



www.klimaatvoorruijnte.nl

Klimaatdienstverlening: Maatwerk



Auteurs

Dr. J.J.E. Bessembinder¹
Drs. B.A. Overbeek¹
Prof.Dr. B.J.J.M. van den Hurk¹
Ir. A.M.R. Bakker¹

¹ KNMI



Koninklijk Nederlands
Meteorologisch Instituut
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

KvR report number KvR 042/11
ISBN ISBN/EAN 978-90-8815-034-0

Dit onderzoeksproject (CS07 Op maat maken van klimaatscenario's - tailoring) is uitgevoerd in het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte.
Dit onderzoeksprogramma wordt medegefinancierd door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu.



Copyright © 2011

Nationaal Onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte (KvR). Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, in geautomatiseerde bestanden opgeslagen en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Nationaal Onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte. In overeenstemming met artikel 15a van het Nederlandse auteursrecht is het toegestaan delen van deze publicatie te citeren, daarbij gebruik makend van een duidelijke referentie naar deze publicatie.

Aansprakelijkheid

Hoewel uiterste zorg is besteed aan de inhoud van deze publicatie aanvaarden de Stichting Klimaat voor Ruimte, de leden van deze organisatie, de auteurs van deze publicatie en hun organisaties, noch de samenstellers enige aansprakelijkheid voor onvolledigheid, onjuistheid of de gevolgen daarvan. Gebruik van de inhoud van deze publicatie is voor de verantwoordelijkheid van de gebruiker.



Inhoudsopgave

Summary	5
Samenvatting	6
1. Achtergrond klimaatmaatwerkproject	8
2. Voorbeelden van klimaatmaatwerk	12
2.1 Klimaatschetsboek	12
2.2 Standaardjaar voor hydrologische studies	13
2.3 Windprojecties voor de nabije toekomst	16
2.4 Temperatuurverandering en gasproductie	17
3. Wat heeft CS7 opgeleverd?	20
3.1 Inzicht in het communicatieproces rondom klimaatmaatwerk	20
3.2 Overzicht van gebruikers en wensen	22
3.3 Overzicht van methoden om klimaatinformatie te bewerken voor gebruik	22
3.4 Inzicht in communicatie over onzekerheden	26
3.5 Doorwerking van de inzichten en resultaten van dit project	28
3.6 Verder lezen	29

Summary



Summary

This report summarizes the results of the project “Tailoring climate scenarios” (project CS7) of the Climate changes Spatial Planning programme. In 2005 KNMI started this project in cooperation with several users to provide them with climate information tailored to their requirements. One part of the project focussed on communication: among others which climate data do users need and why, giving presentations, development of a website on the KNMI’06 climate scenarios. The other part of the project dealt with the development of methods to tailor climate information. This was done within six pilot projects.

In Chapter 2 specific aspects of tailoring – e.g. how to find out which data users really need, how to deal with uncertainties – are presented with the help of four examples of tailoring projects. These four projects differ in scale (national to local) and sector (spatial planning, water management and energy). The results and insights from the whole CS7 project are summarized in Chapter 3.

Tailoring requires continuous communication adjusted to the various users

Tailoring climate information is not as simple as “you ask we deliver”, however it requires continuous contact with users of climate information. To deliver relevant climate information in the right format it is important to know who will be using the climate information and data, how it will be used and why they use it. Organising meetings with climate researchers and users of climate information together, and working together in projects resulted in mutual understanding on the requirements of users and the limitations to deliver certain types of climate information. This mutual understanding facilitates the communication and results in more widely accepted products.

Uncertainties

The knowledge of users on uncertainties in climate and climate change projections varies enormously. Different groups also have different ways of dealing with uncertainties. Therefore, a lot of attention is paid to communication on uncertainties in tailoring projects. On internet and in reports descriptions and examples are given of the various types of uncertainties in climate data and climate information. Much attention is given also to how to use scenarios and how to present results: e.g. always present pictures of at least 2 climate scenarios to make the users and public aware of the uncertainties about our future climate.

Methods to tailor climate information are an extra source of uncertainty

Available information on the current and future climate can not be used always directly in climate impact studies – observational time series are sometimes too short, or information on percentages change in the KNMI’06 climate scenarios are not sufficient. For processing climate information several methods are developed in this project. An overview of methods for the current and future climate is given in Tables 3.1 and 3.2. It is also indicated in which project which method is used. The key element in these methods is the generation of time series, which can often be used directly in impact models or can be used to derive climate indices. Time series of climate variables for the future can be generated with different methods, each with its own advantages and limitations. A few of the tailoring projects show that the use of one method or another can lead to different estimations of the impacts of climate change. Therefore, the tailoring methods themselves can be an extra source of uncertainties.

Spin off and anchoring of results

Results from this project are already used in several other projects. A few examples: information on user requirements is used during the development of the next generation of regional climate scenarios by KNMI. Users are also more involved in the development of these climate scenarios than was the case with the KNMI'06 climate scenarios. Results of the CS7 project were also included in the set up of Theme 6 “Climate projections” of the research programme Knowledge for Climate. In this Theme 6 a lot of attention is paid to translating climate data to information for users, the coupling between climate and impact research and the communication to users of climate and climate impact information.



Samenvatting

Dit rapport geeft een overzicht van de resultaten van het project “Op maat maken van klimaat-scenario’s – tailoring” (project CS7) van het Klimaat voor Ruimte programma. In samenwerking met diverse gebruikers is het KNMI in 2005 dit project gestart om gebruikers van klimaatinformatie te voorzien, aangepast aan hun wensen. Het eerste deel van het project was gericht op communicatie: o.a. welke klimaatgegevens hebben gebruikers nodig en waarom, het geven van presentaties, het maken van een website over de KNMI'06 klimaatscenario's. Het tweede deel van het project ging over het ontwikkelen van methoden voor het op maat maken van klimaatdata. Dit is gedaan binnen zes voorbeeldprojecten.

In hoofdstuk 2 worden specifieke aspecten van maatwerk – zoals hoe kom je erachter wat gebruikers echt aan klimaatinformatie nodig hebben, en hoe gaan we om met onzekerheden – aan de hand van vier maatwerkprojecten besproken. Het zijn vier voorbeelden van projecten op verschillende schaal (nationaal tot lokaal) en voor verschillende sectoren (ruimtelijke ordening, waterbeheer en energie). De inzichten en resultaten van het gehele project zijn in hoofdstuk 3 samengevat:

Maatwerk vergt voortdurende en gerichte communicatie

Klimaatmaatwerk is geen simpele kwestie van vraag- en aanbod, maar het vergt voortdurend contact met afnemers van klimaatinformatie. Voor het leveren van relevante klimaatinformatie in de juiste vorm, is het van belang om te weten wie klimaatdata- en informatie gebruiken, maar ook hoe en waarom zij deze gebruiken. Door het organiseren van gezamenlijke sessies met onderzoekers en afnemers van klimaatinformatie, en het samenwerken in projecten worden de behoeften van afnemers en de beperkingen in het leveren van informatie duidelijk. Dit wederzijds begrip vergemakkelijkt de communicatie en levert uiteindelijk breed gedragen producten.

Onzekerheden

Bij de gebruikers van klimaatinformatie bestaan er grote verschillen in kennis over onzekerheden met betrekking tot klimaat en klimaatverandering. Men gaat ook op heel verschillende manieren om met onzekerheden. Daarom is in de maatwerkprojecten veel aandacht besteed aan de communicatie over onzekerheden. Op internet en in rapporten is uitleg gegeven over de verschillende typen onzekerheden die bestaan in de geleverde klimaatinformatie. Er is uitgebreid gecommuniceerd over het belang van het gebruik van meerdere scenario's én de weergave van meerdere scenario's in beeldmateriaal, zodat ook de eindgebruiker zich van de onzekerheden bewust is.



Methoden voor bewerken klimaatinformatie zijn bron van extra onzekerheid

Informatie over het huidige en toekomstige klimaat kan lang niet altijd direct gebruikt worden voor klimaateffectstudies – de waarneemreeksen zijn soms te kort of men heeft niet voldoende aan de procentuele veranderingen in de KNMI'o6 klimaatscenario's. Voor het bewerken van deze klimaatinformatie zijn verschillende methoden beschikbaar en/of ontwikkeld binnen dit project. Een overzicht van deze methoden wordt gegeven in Tabel 3.1 en 3.2. Ook is aangegeven in welke projecten de methoden zijn gebruikt. De rode draad in deze methoden is het genereren van tijdreeksen, die direct in effectmodellen gebruikt kunnen worden, of die dienen als basis voor afgeleide klimaatinformatie. Voor het genereren van tijdreeksen voor de toekomst zijn er meerdere methoden beschikbaar, elke met zijn eigen voor- en nadelen. Enkele maatwerkprojecten laten zien dat het gebruik van deze methoden tot wezenlijk andere schattingen van klimaateffecten kunnen leiden. Daarmee zijn ze een extra bron van onzekerheden.

Doorwerking resultaten

De resultaten uit dit project zijn al gebruikt in meerdere andere projecten. Enkele voorbeelden: Informatie over gebruikerswensen wordt gebruikt bij de ontwikkeling van de volgende generatie KNMI klimaatscenario's. Ook worden de afnemers meer betrokken bij de ontwikkeling van deze scenario's. Resultaten uit het CS7 project hebben gediend als basis voor de opzet van thema 6 "Klimaatprojecties" binnen het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat. Ook daar is veel aandacht voor het vertalen van klimaatgegevens naar informatie voor gebruikers, de koppeling met klimaateffectmodellen en de communicatie naar gebruikers.

1. Achtergrond klimaatmaatwerkproject

De Nederlandse overheid, kennisinstellingen en bedrijven werken hard aan klimaatadaptatie: het aanpassen aan de gevolgen van klimaatverandering. Het KNMI krijgt daarmee steeds meer vragen om informatie over het huidige klimaat en klimaatverandering. Maar niet iedereen heeft dezelfde klimaatinformatie nodig of gebruikt dezelfde tijd- en ruimteschaal of tijdshorizon (Tabel 1.1). Veel klimaatinformatie die men nodig heeft voor klimaatadaptatie is niet standaard beschikbaar.

Tabel 1.1

Gebruikerswensen met betrekking tot klimaatgegevens verschillen sterk.

	Energie	Riolering	Kustbescherming
Gewenste data	 Windsnelheid	 Neerslagextremen	 Zeespiegel, wind-snelheid en -richting
Gewenste tijdsresolutie	Dag-maand-jaar	5 - 60 minuten	3 uur - jaar
Gewenste tijdshorizon	2015 - 2020	2050 - 2100	2050 - 2200

Doel project

In 2005 zijn het KNMI en diverse gebruikers het project “Op maat maken van klimaatscenario’s - tailoring” (project CS7) van het Klimaat voor Ruimte programma gestart. Doel van dit project was gebruikers van klimaatgegevens te voorzien van klimaatinformatie, aangepast aan hun wensen. Het eerste deel van het project was gericht op communicatie: o.a. welke klimaatgegevens hebben gebruikers nodig en waarom, het geven van presentaties, het maken van een website over de KNMI’06 klimaatscenario’s. Het tweede deel van het project ging over het ontwikkelen van methoden voor het op maat maken van klimaatdata. Dit is gedaan binnen zes voorbeeldprojecten.

Maatwerk is een interactief proces

Bij de opzet van dit project zijn we er vanuit gegaan dat klimaatmaatwerk een interactief proces is, waarbij voortdurend overleg en communicatie met de gebruikers van klimaatinformatie nodig is. Dat is terug te zien in onze interpretatie van maatwerk die bestaat uit de volgende stappen:

- De inventarisatie van de gebruikerswensen en mogelijkheden en beperkingen om die klimaatgegevens te leveren, samen met de gebruikers;
- Het genereren en leveren van de gegevens;
- De voortdurende begeleiding in het gebruik van de data.

Voorbeeldprojecten

Binnen het project CS7 zijn zes maatwerkprojecten uitgevoerd. In deze voorbeeldprojecten was de sector waterbeheer sterk vertegenwoordigd. Deze sector heeft al lange tijd veel aandacht voor de gevolgen van klimaatverandering. In de loop van het project zijn er steeds meer vragen uit andere



sectoren gesteld. Dit heeft tot extra maatwerkprojecten geleid, die deels als project binnen Klimaat voor Ruimte zijn opgenomen. Tabel 1.2 geeft een overzicht van de grootste maatwerkprojecten in de afgelopen vijf tot zes jaar. Indien ze onderdeel waren van Klimaat voor Ruimte (KvR) is de projectcode tussen haakjes aangegeven.

Tabel 1.2

Overzicht van een aantal grote klimaatmaatwerkprojecten sinds 2005.

Projectonderwerp	Opdrachtgever (KvR-projectcode)	Toepassing	Schaal	Tijds-horizon
Ruimtelijke ordening: ruimtelijke informatie over klimaat en klimaatverandering in kaarten: Klimaatschetsboek	Provincies (COM21/ COM27)	Beleid ruimtelijke ordening, voorlichting	Nationaal/ Provinciaal	2020-2050-2100
Waterveiligheid: overzicht wetenschappelijke kennis over klimaatextremen	Aandacht Voor Veiligheid (VU-Amsterdam) (A2o)	Impactanalyse waterveiligheid	Nationaal/ Lokaal	2050-2200
Kustverdediging tegen hoogwater: onderbouwing gebruik windwaarnemingen én klimaatmodellen	Waterdienst (voorheen RIKZ) (CS7)	Beleid kustverdediging	Nationaal/ Lokaal (Noordzee)	2050-2200
Rivierafvoeren: lange synthetische tijdreeksen voor het Rijnstroomgebied	Waterdienst (voorheen RIZA) (A7/CS7)	Impactanalyse rivierafvoeren	Stroomgebied Rijn	heden-2050
Waterbeheer waterschappen: tijdreeksen (via transformatieprogramma)	FutureWater (CS7)	Impactanalyse hydrologie	Regionaal/ Lokaal (Betuwe)	2050
Stedelijk waterbeheer: verandering extreme uurneerslag	TU-Delft	Impactanalyse stedelijk waterbeheer	Nationaal/ Lokaal	2050-2100
Zoetwatervoorziening en waterveiligheid: tijdreeksen voor bepaling rivierafvoeren en hydrologische parameters	Waterdienst/ Deltamodel	Impactanalyse hydrologie	Stroomgebieden Maas en Rijn/ Nationaal/Lokaal	2050-2100
Zoetwatervoorziening: hydrologisch standaardjaar	Waterdienst (voorheen RIZA) (CS7)	Impactanalyse hydrologie	Nationaal/ Provinciaal	2050-2100
Landbouw: tijdreeksen voor bepaling verandering gewasopbrengsten en ruimtelijke variatie	Alterra (CS7)	Impactanalyse landbouw en opties voor adaptatie	Europa	2050-2100
Natuur: klimaatscenario's en tijdreeksen voor Vlaanderen	Instituut voor Bos- en Natuur-Onderzoek, Vlaanderen	Impactanalyses natuur	Gewestelijk (Vlaanderen)	2050-2100

Projectonderwerp	Opdrachtgever (KvR-projectcode)	Toepassing	Schaal	Tijdshorizon
Energie: windprojecties voor de nabije toekomst	Ecofys (CS7)	Schatting gemiddelde windenergie en onzekerheid	Lokaal (Noordzee)	2020
Energie: kans op afname van extreem koude winters en kans op hoge temperaturen in de zomer, gerelateerd aan gasproductie	GasTerra/NAM	Impactanalyse gasproductie, planning	Nationaal/ Lokaal	2030-2050
Energie: overzicht mogelijke veranderingen in een aantal klimaatvariabelen, gerelateerd aan de petroleum industrie	Vereniging Nederlandse Petroleum Industrie (VNPI)	Impactanalyse veiligheid en functioneren	Lokaal	2030-2050

Dit rapport geeft een overzicht van de resultaten van het CS7-project. Het begint in hoofdstuk 2 met vier voorbeelden van maatwerkprojecten, waarbij we verschillende aspecten van maatwerk bespreken. In hoofdstuk 3 geven we een overzicht van de inzichten en resultaten van het gehele CS7-project.



2. Voorbeelden van klimaatmaatwerk

2.1 Klimaatschetsboek

Opdrachtgever: Individuele provincies en het InterProvinciaal Overleg (IPO)

Schaal: Nationaal/provinciaal

Sector: Ruimtelijke ordening (RO)

Achtergrond en vraag

Veel adaptatiemaatregelen hebben gevolgen voor de ruimtelijke ordening in Nederland. De aanleg van bijvoorbeeld overloopgebieden voor water en van natuurgebieden vragen om een ander gebruik en indeling van het landschap. De provincies leggen hun ruimtelijke planning vast in structuurvisies en willen daarbij rekening houden met klimaatverandering. Daarvoor vroegen zij Klimaat voor Ruimte om ruimtelijke informatie over klimaatverandering en de effecten daarvan op hydrologie, natuur en landbouw (secundaire effecten).



In de loop van het project bleek dat de provincies zich in verschillende stadia bevonden. Een aantal was al druk bezig met klimaatadaptatie en had specifieke informatie voor beleidsondersteuning nodig. Anderen waren nog bezig met klimaatverandering op de politieke agenda zetten en hadden informatie nodig over “wat betekent klimaatverandering voor onze provincie?”. Daarnaast was er onduidelijkheid over de benodigde informatie, of kon de gewenste informatie niet geleverd worden.

Aanpak

Voor de thema’s die voor de provincies belangrijk waren, ontbrak nog veel wetenschappelijke kennis en was vaak sprake van onduidelijke beleidsdoelen. De Boer (2008)¹ geeft aan dat voor dit soort problemen een benadering nodig is waarbij verschillende scenario’s verkend worden en waarbij sprake is van een coproductie tussen beleidsmakers en onderzoekers. In dit project is gekozen voor een opzet, waarin de opdrachtgevers en experts tijdens het hele proces in expertsessies betrokken waren. Door discussie over beschikbare informatie werd de vraag van de opdrachtgever helder, waarop de informatie kon worden aangepast of er werd naar alternatieven gezocht. Het KNMI was hierin betrokken als expert over klimaat(verandering), Alterra en DHV als experts over secundaire effecten.

Klimaatverandering en adaptatiemaatregelen zijn niet gebonden aan provinciegrenzen. Dat bracht een extra uitdaging met zich mee, namelijk het bewaken van consistentie tussen de informatie voor verschillende provincies.

Omgaan met onzekerheden

De KNMI ‘o6 scenario’s vormen de basis voor het Klimaatschetsboek dat in dit project is ontwikkeld. De scenario’s bestrijken een deel van de onzekerheden over het toekomstige klimaat.

Om mensen bewust te maken van onzekerheden en om een beeld te geven van de mogelijke veranderingen worden telkens meerdere scenario’s naast elkaar gepresenteerd. In figuren zijn naast informatie over het huidige klimaat minimaal twee scenario’s weergegeven (Figuur 2.1). In tabellen is informatie over alle vier de scenario’s opgenomen, naast informatie over natuurlijke variatie (verschillen tussen jaren).

¹ De Boer J., 2009. Frame-based guide to situated decision-making on climate change. Amsterdam, VU University of Amsterdam. Climate, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 6 392002 doi:10.1088/1755-1307/6/9/392002



2.2 Standaardjaar voor hydrologische studies

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat-Waterdienst (voorheen RIZA)

Schaal: Nationaal/Provinciaal

Sector: Water

Achtergrond en vraag

De Waterdienst (voorheen RIZA) maakt analyses met betrekking tot het nationale waterbeheer. Het doorrekenen van verschillende mogelijke beheersvarianten in het hydrologisch systeem met een grote hoeveelheid aan peilgebieden, sluisen, afwateringen etc. met lange meteorologische tijdreeksen (ongeveer 30 jaar) kost veel tijd. Men wil graag ook kortere tijdreeksen voor een snelle eerste berekening van gemiddelde omstandigheden.



Na gezamenlijk overleg leidde dit tot de volgende vraag: “Is het mogelijk een standaardjaar voor landelijke hydrologische modellering te maken, zodat een simulatie hiermee dezelfde gemiddelde hydrologische parameters oplevert als het gemiddelde van een simulatie met 30 jaar meteorologische gegevens?”

Aanpak

In de Droogtestudie uit 2004 werden referentie jaren gebruikt om gemiddelde, natte en droge situaties door te rekenen. De referentie jaren 1967 en 1973 waren vrij gemiddeld met betrekking tot neerslag en verdamping, maar niet overal in Nederland even gemiddeld. In dit project is een standaardjaar gemaakt dat wel voor elk deel van Nederland even gemiddeld is. De jaren 1967 en 1973 en de klimatologische gemiddelden over de periode 1971-2000 zijn gebruikt als basis voor het standaardjaar voor het huidige klimaat.

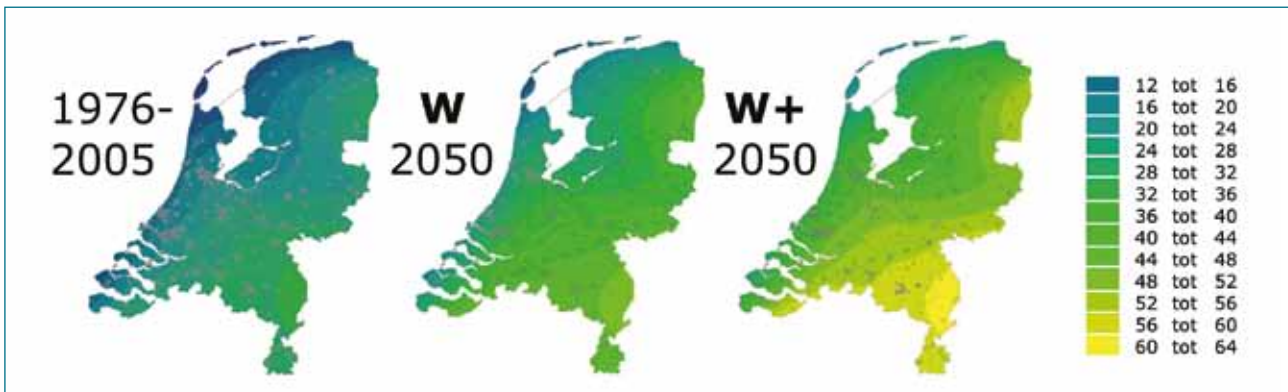
Er bestaan verschillende methoden voor het construeren van een standaardjaar. De effecten van de verschillende methoden op onder andere afvoer, grondwaterstand en verdamping zijn getest met een hydrologisch model en vergeleken met een 30-jarige simulatie. De beste methode is geselecteerd en ook toegepast op tijdreeksen voor rond 2050 en rond 2100. Deze tijdreeksen voor de toekomst waren verkregen met behulp van het transformatieprogramma, dat de veranderingen volgens de KNMI '06 klimaatscenario's toepast op historische tijdreeksen.

Omgaan met onzekerheden

Hoe langer een tijdreeks, des te meer informatie de reeks geeft over natuurlijke variatie en extremen binnen een klimaat. Een standaardjaar is per definitie niet bruikbaar voor het inschatten van de variatie tussen jaren. Er is aangegeven in welke gevallen het gebruik van een standaardjaar een over- of onderschatting kan geven ten opzichte van het gebruik van een 30-jarige tijdreeks. Figuur 2.2 geeft een voorbeeld van onderschatting: De toename van de actuele verdamping in het westen (oranje kleur in de linker figuur) wordt onderschat met de simulatie met een standaardjaar (meer geel in de rechter figuur).

Voor de toekomstverkenning zijn alle vier de KNMI '06 scenario's doorgerekend, om een beeld te geven van de range aan mogelijke veranderingen in hydrologische parameters zoals afstroming, verdamping en grondwaterstanden.

Vervolg 2.1 Klimaatschetsboek



Figuur 2.1

Gemiddeld aantal zomerse dagen per jaar (maximum temperatuur > 25°C) in het huidige klimaat (1976-2005) en het klimaat rond 2050 volgens KNMI'o6 scenario W en W+.

Resultaat van het project

Het Klimaatschetsboek geeft een overzicht van beschikbare informatie over klimaatverandering en de effecten daarvan. Waar mogelijk is deze informatie in de vorm van kaarten gegeven.

Het proces richting totstandkoming van het klimaatschetsboek heeft middels de expertsessies voor meer wederzijds begrip gezorgd: wat kunnen onderzoekers aanleveren en welke informatie hebben beleidsmakers nodig.

Provincie Noord-Brabant:

“Wat betekent klimaatverandering nu concreet voor Brabant? Het klimaatschetsboek beantwoordt deze vraag en levert daarmee waardevolle basisinformatie voor duurzame gebiedsontwikkeling. De heldere presentatie van veranderingen en uitdagingen biedt voor alle betrokken partijen een eenduidig startpunt voor regionale samenwerking.”



Verder lezen

KNMI Rapport: “Klimaatschetsboek van Nederland”:

<http://www.knmi.nl/klimaatmaatwerk/ro/Klimaatschetsboek.pdf>

De kaarten zijn digitaal beschikbaar gesteld via het Geoportaal: klimaateffectatlas.wur.nl

Brochure “Klimaateffectatlas: inspelen op klimaatverandering”:

<http://bteam.inoisterwijk.nl/documenten/Klimaatbrochure.pdf>



Vervolg 2.2 Standaardjaar voor hydrologische studies



Figuur 2.2

Verandering in actuele verdamping (mm) met een 30-jarige simulatie (1971-2000) en simulatie met een standaardjaar.

Resultaat van het project

Het project heeft duidelijk gemaakt wanneer standaardjaren gebruikt kunnen worden om in minder tijd een algemeen beeld te schetsen van de huidige of toekomstige situatie. Modelsimulaties met een gemiddeld standaardjaar geven geen informatie over extremen en jaar-op-jaar variatie in tegenstelling tot 30-jarige modelsimulaties. Op basis van de berekeningen met het standaardjaar kan beter besloten worden voor welke situaties een 30-jarige simulatie zinvol is.

Waterdienst:

“Met Deltares werken wij aan klimaat impactanalyses voor het Deltaprogramma. Voor de landelijke zoetwatervoorziening zijn de eerste berekeningen uitgevoerd met het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI). Het NHI zal tot en met 2012 verder worden verbeterd. De rekentijd is en blijft een heikel punt, zeker omdat het instrumentarium op enkele onderdelen nog wordt verfijnd. Door de grote onzekerheden in de toekomst is het nodig veel verschillende maatregelen te verkennen. Om dit mogelijk te maken worden ook snellere, grovere modellen ontwikkeld. Als aanvulling is het inzetten van standaardjaren erg nuttig, zeker nu de mogelijkheden en beperkingen van de standaardjaren door dit project beter bekend zijn.”



Verder lezen

Wetenschappelijk artikel “Standard years for large-scale hydrological scenario simulations”, Bakker, A.M.R., B.J.J.M. Van den Hurk, J.J.E. Bessembinder & T. Kroon, 2011. Environmental Modelling & Software. doi:10.1016/j.envsoft.2010.11.008: www.knmi.nl/klimaatmaatwerk/water

Technisch KNMI rapport “Klimatologisch standaardjaar op dagbasis voor heden en toekomst”, Bakker, A.M.R., J.J.E. Bessembinder, T. Kroon and B.J.J.M. van den Hurk (2009): <http://www.knmi.nl/publicaties/showAbstract.php?id=7126>

Het transformatieprogramma: http://climexp.knmi.nl/Scenarios_monthly

2.3 Windprojecties voor de nabije toekomst

Opdrachtgever: Ecofys, adviesbureau (o.a. duurzame energie)

Schaal: Lokaal (Noordzee)

Sector: Windenergie

Achtergrond en vraag

Ecofys onderzoekt of nieuwe windparken op een termijn van 10 tot 20 jaar rendabel zijn. Sinds 1990 is er een neerwaartse trend in windenergieopbrengsten gemeten. Afhankelijk van de oorzaak van deze neerwaartse trend is de schatting voor de toekomst anders: Als dit natuurlijke variatie is kan verwacht worden dat deze trend weer zal om-buigen. Als er een link is met door de mens veroorzaakte klimaatverandering zou de afnemende trend door kunnen zetten.



Na uitvoerig overleg leidde dit tot de volgende vraag:

“Wat is de vermoedelijke oorzaak van de neerwaartse trend in windopbrengsten en wat betekent dit voor de manier waarop het best een schatting van de windopbrengst voor de komende 10 tot 20 jaar kan worden gemaakt (gemiddeld en met onzekerheidsband)?”

Aanpak

De natuurlijke meerjarige variatie van wind is veel groter dan het verwachte effect van klimaatverandering gedurende de komende 10 tot 20 jaar. De meeste aandacht is dan ook besteed aan de analyse van het verleden. Onderzocht is wat de oorzaak is van de neerwaartse trend sinds 1990: ligt die in natuurlijke variatie of is er sprake van structurele verandering als gevolg van bijvoorbeeld toegenomen concentratie broeikasgassen of een verruwing van het landoppervlak? Daarvoor zijn lange homogene meetreeksen² nodig, maar deze bestaan noch voor windsnelheid noch voor windopbrengsten. Er bleek een goede relatie te bestaan tussen windopbrengsten en “geostrofische wind³” vanaf 1990. Voor geostrofische wind zijn wel lange tijdreeksen te maken met behulp van luchtdrukgegevens. Deze zijn gebruikt voor de analyse van de trend en de natuurlijke variabiliteit.

Met een nieuwe methode is bepaald in welke mate de geostrofische wind en dus ook indirect de windopbrengsten van nature van jaar tot jaar variëren.

Omgaan met onzekerheden

Dit project ging over het bepalen van de onzekerheid in schattingen voor windopbrengst in de toekomst. Door te kijken naar zeer lange tijdreeksen sinds 1820 is aangetoond dat de onzekerheid met name bepaald wordt door natuurlijke variatie van jaar tot jaar en dat de onzekerheid in de inschatting voor de windopbrengsten de komende 10 tot 20 jaar toe nu toe onderschat werd.

² Homogene meetreeks = meetreeks, waarbij de variabiliteit in de tijd niet (of nauwelijks) is beïnvloed door kunstmatige veranderingen, bijvoorbeeld door de verplaatsing van een meetinstrument.

³ Geostrofische wind = theoretische wind berekend uit ruimtelijke drukverschillen en het Coriolis effect.



2.4 Temperatuurverandering en gasproductie

Opdrachtgever: GasTerra (leverancier van gas) /NAM (producent van aardolie en aardgas)

Schaal: Nationaal

Sector: Energie (gas)

Achtergrond en vraag

GasTerra en NAM moeten ook in koude winters voldoende gas kunnen leveren voor de verwarming van huizen en gebouwen. De vraag naar gas is in de winter sterk gerelateerd aan de “effectieve temperatuur”, gebaseerd op temperatuur en windsterkte. Gezien de trend naar gemiddeld steeds warmere winters wilde men weten of de kans op extreem koude winters ook afneemt. Dit heeft mogelijk gevolgen voor de benodigde opslag- en productiecapaciteit van gas tot 2030.



Dit leidde tot de volgende vraag: “Is de kans op extreem lage effectieve temperaturen rond 2030 significant verschillend van de kans hierop in het huidige klimaat?”

Aanpak

Voor het bepalen van significante verschillen in extreme effectieve temperaturen (minder dan eens per 10-50 jaar) zijn lange tijdreeksen voor temperatuur en wind nodig. Wind is in het verleden op verschillende hoogten gemeten. Voor gebruik in dit project moesten de windwaarnemingen voor de periode 1905-2007 gecorrigeerd worden naar de huidige standaardhoogte van 10 m.

Voor het genereren van temperatuurgegevens voor de toekomst is het transformatieprogramma gebruikt. Dit programma transformeert historische tijdreeksen naar toekomstige tijdreeksen volgens één van de KNMI ‘06 scenario’s en houdt daarbij rekening met het feit dat gemiddelden anders veranderen dan extremen. Voor windgegevens in de toekomst zijn historische reeksen gebruikt, omdat wind volgens de KNMI ‘06 scenario’s niet of nauwelijks verandert.

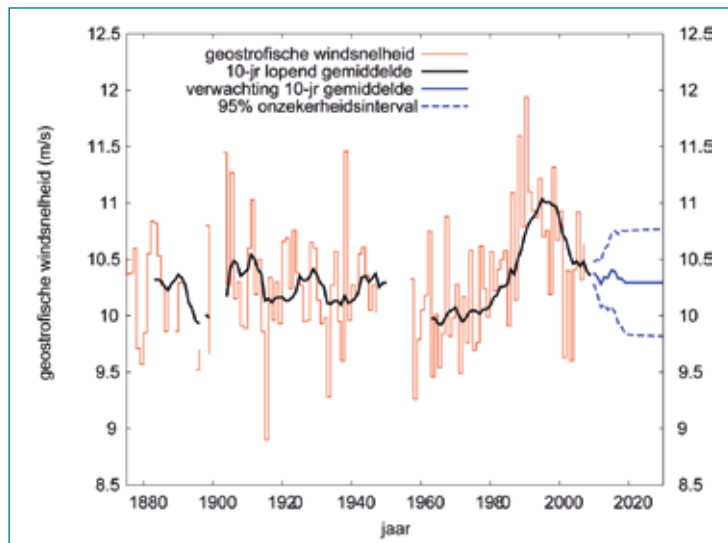
Omgaan met onzekerheden

Voor de berekeningen van de toekomst zijn alle vier de KNMI ‘06 scenario’s doorgerekend om een goed beeld te krijgen van de reeks aan mogelijke veranderingen. Omdat men voldoende gas moet kunnen leveren in koude winters - ook als het klimaat op termijn minder snel zou veranderen - is het G-scenario, met de geringste klimaatverandering, het meest relevant.

Vervolg 2.3 Windprojecties voor de nabij toekomst

Resultaat van het project

Uit het project bleek dat de natuurlijke meerjarige variatie groter is dan de trend sinds 1990. Voor het schatten van toekomstige meerjarige windopbrengsten is het van belang om rekening te houden met deze meerjarige variabiliteit (Figuur 2.3).



Figuur 2.3

Gemiddelde geostrofische windsnelheid tussen Schotland, Nederland en Denemarken sinds 1850 op basis van waarnemingen. Vanaf 2010 is een schatting gegeven voor de geostrofische windsnelheid gebaseerd op de meerjarige variabiliteit in het verleden.

Ecofys: “Voor de financiële haalbaarheid van geplande windenergieprojecten is het van belang hoeveel elektriciteitsproductie er in de komende 10 tot 20 jaar verwacht mag worden. De kennis van klimaat aanwezig bij het KNMI is daarom van grote waarde om zo goed mogelijk te weten wat er in de toekomst gaat gebeuren met de gemiddelde windsnelheid. Het project “windprojecties voor de nabije toekomst” geeft de laatste stand van zaken op dit gebied die waardevol is voor het juist inschatten van onzekerheden voor de toekomst. Dit heeft direct waarde voor Ecofys in verband met het bepalen van de financierbaarheid van windenergieprojecten.”



Verder lezen

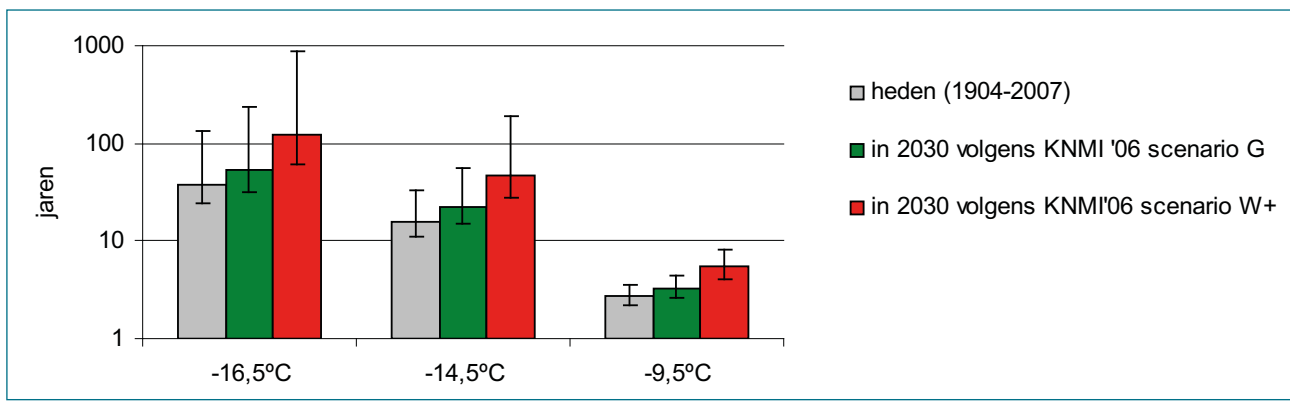
Artikel “Estimation of persistence and trends in geostrophic wind speed for the assessment of wind supply in Northwest Europe”. Bakker, A.M.R. en B.J.J.M. Van den Hurk. Clim. Dyn., 2011: www.knmi.nl/klimaatmaatwerk/energie



Vervolg 2.4 Temperatuurverandering en gasproductie

Resultaat van het project

De kans op jaren met extreem lage effectieve temperaturen (lager dan $-9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) neemt volgens alle vier de KNMI'06 klimaatscenario's rond 2030 af. In Figuur 2.4 is de herhalingstijd (het gemiddeld aantal jaar dat het duurt tot het opnieuw voorkomen) van drie effectieve temperaturen voor het huidige klimaat en voor rond 2030 volgens twee klimaatscenario's weergegeven. De verticale zwarte lijnen geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer. Deze betrouwbaarheidsintervallen zijn veel groter dan de toename in herhalingstijd.



Figuur 2.4

Herhalingstijd (het gemiddeld aantal jaar dat het duurt tot het opnieuw voorkomen van) drie effectieve temperaturen. De zwarte verticale lijnen geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer.

GasTerra: “Het project “temperatuurverandering en gasproductie” heeft GasTerra nuttige inzichten opgeleverd met betrekking tot de huidige en toekomstige relatie tussen temperatuur en gasproductie, mede in het licht van de KNMI klimaatscenario's. Deze inzichten worden in verschillende studies binnen GasTerra gebruikt. GasTerra en NAM hebben dit project zelfs een vervolg gegeven middels een vervolgonderzoek dat momenteel bij het KNMI loopt.”



Verder lezen

KNMI publicatie 219: “Effectieve temperatuur en graaddagen, klimatologie en klimaatscenario's”: <http://www.knmi.nl/klimaatmaatwerk/energie>

Het transformatieprogramma: http://climexp.knmi.nl/Scenarios_monthly

3. Wat heeft CS7 opgeleverd?

3.1 Inzicht in het communicatieproces rondom klimaatmaatwerk

Voortdurend contact met gebruikers

Door regelmatig contact met gebruikers van klimaatinformatie krijgen onderzoekers meer inzicht in hoe klimaatdata en -informatie gebruikt worden in bepaalde sectoren, en het inspireert om gebruikers zo goed mogelijk te ondersteunen. Het KNMI kan gericht advies geven en gebruikers eventueel begeleiden bij de toepassing van de data. Door presentaties, workshops en overleggen van het KNMI bij te wonen, neemt ook de kennis van de afnemers toe en blijven zij op de hoogte van de nieuwste inzichten m.b.t. klimaatverandering. Zij krijgen meer inzicht in de mogelijkheden in het leveren van klimaatdata, waardoor zij hun vraag exacter kunnen formuleren.



Vooraf gezamenlijke sessies met onderzoekers en gebruikers van klimaatinformatie, en de samenwerking in projecten hebben gebruikers en onderzoekers dichter bij elkaar gebracht. Gebruikers kregen op deze manier meer zicht op de verscheidenheid aan vragen - ook vanuit andere sectoren - en meer begrip om voor deze verschillende wensen te zoeken naar gezamenlijke producten. Onderzoekers konden het totaal aan wensen en de achtergrond van de vraag beter overzien en begrijpen. Deze toename in wederzijds begrip vergemakkelijkt de communicatie en levert uiteindelijk breed gedragen producten op, zoals de KNMI'o6 klimaatscenario's, het klimaatschetsboek en het transformatieprogramma. Informatie over verschillende percepties van klimaatverandering, typen problemen, risicocommunicatie, etc. uit de sociaalwetenschappelijk KVR-projecten hielp bij het bereiken van wederzijds begrip.

Ondersteuning in het gebruik van en de rapportage over de data

Het is belangrijk om te controleren of de data en informatie juist worden gebruikt. Soms wordt de data niet juist geïnterpreteerd of gaan bepaalde keuzes zonder een goede toelichting een eigen leven leiden. Zo ontstond verwarring toen op landelijk niveau in eerste instantie alleen de twee "droge" KNMI'o6 scenario's (G+ en W+) werden door gerekend. De G en W scenario's lijken veel op de oude WB21 klimaatscenario's uit 2000, waarvoor al berekeningen waren uitgevoerd. Zonder de toelichting over de G en W scenario's leidde het bovenstaande in eerste instantie, bij sommige waterschappen tot de conclusie dat de "droge" scenario's waarschijnlijker waren en dus dat de zomers in de toekomst droger zouden worden.

Informatie en communicatie afstemmen op het type gebruiker

De vele contacten met gebruikers van klimaatinformatie hebben geleid tot een beter inzicht in verschillende typen gebruikers. Dit heeft gevolgen voor de informatie die ze nodig hebben (wat), maar ze vereisen vaak ook een wat andere benadering in de communicatie (hoe).



Wat: Een onderzoeker van een groot bedrijf heeft vaak meer basiskennis over klimaatverandering (Paragraaf 2.3 en 2.4) dan een beleidsmaker; een bestuurder die klimaatverandering op de kaart wil zetten heeft vaak vooral interesse in extreme klimaatscenario's (bijvoorbeeld Deltacommissie), terwijl een beleidsmaker van een provincie vooral behoefte heeft aan een overzicht van de beschikbare kennis (Paragraaf 2.1).

Hoe: Bij de communicatie naar een geïnteresseerde krantenlezer is het bijvoorbeeld van belang om extra aandacht te besteden aan het in de context plaatsen van een bericht; bij een beleidsanalist is het belangrijk om te wijzen op de hele range aan mogelijke klimaatveranderingen, zeker als men zoekt naar robuuste adaptatiemaatregelen.

Deze bewustwording in het bestaan van verschillende typen gebruikers en verschillende strategieën voor het omgaan met onzekerheden⁴ heeft ervoor gezorgd dat we beter hebben leren doorvragen naar het gebruik van de gewenste data. Dit geeft informatie over het type gebruiker, de basiskennis en of men een duidelijk beeld heeft van de gegevens die men nodig heeft. Deze informatie leidt tot effectievere communicatie met afnemers van klimaatinformatie.

Communicatie afstemmen op het probleem

Voor effectieve communicatie is ook inzicht in het type probleem⁵ van de vraagsteller belangrijk. De vraag met betrekking tot effectieve temperatuur voor gasproductie (Paragraaf 2.4) was heel concreet en het was duidelijk welke informatie en kennis er beschikbaar was om de vraag te beantwoorden. In het geval van de vraag om ruimtelijke informatie door de provincies (Paragraaf 2.1), was niet duidelijk welke informatie men exact nodig had (of was die informatie niet te leveren). Daarnaast was er ook veel minder duidelijkheid over welke informatie nu wel of niet op kaart geleverd kon worden. In deze situaties, waarbij nog veel kennis ontbreekt en sprake is van onduidelijkheid over de benodigde informatie, is voortdurend contact en afstemming tussen gebruiker en onderzoeker van belang. Meerdere overleggen zijn vereist om de vraag én het mogelijke aanbod van informatie helder te krijgen. Zonder inzicht in het type probleem kunnen vooral complexe vraagstellingen, zoals die van de provincies, leiden tot teleurstelling en frustratie; bij de opdrachtgever, omdat niet geleverd wordt wat men vraagt en bij de onderzoekers, omdat men geen duidelijke informatie krijgt over wat de opdrachtgever nodig heeft.



4 Dessai S. & J. van der Sluijs, 2007. Uncertainty and climate change adaptation – a scoping study. UU, Copernicus Institute, Report NWS-E-2007-198.

5 In het Klimaat voor Ruimte-project IC 10 is onderzoek gedaan naar communicatie over klimaatverandering. Het project presenteert verschillende methoden om risico's en kansen inzichtelijk te maken, afgestemd op verschillende typen gebruikers. Zie www.klimaatvoorruimte.nl > projecten > projectendatabank.

3.2 Overzicht van gebruikers en wensen

De vele contacten met gebruikers van klimaatinformatie binnen en buiten het onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte hebben geleid tot een overzicht van gebruikers binnen verschillende sectoren in Nederland en hun wensen met betrekking tot klimaatinformatie. Naast de contacten in projecten zijn er ook verschillende workshops georganiseerd om de verkregen informatie over gebruikerswensen te controleren.

Door dit overzicht kan het KNMI een betere afweging maken met betrekking tot de inzet van de onderzoekscapaciteit (Naar welke klimaatvariabelen is de meeste vraag? Welke extremen zijn het belangrijkste? Hoe belangrijk is informatie over ruimtelijke verschillen binnen Nederland?). Dit overzicht wordt al gebruikt in het traject naar de volgende generatie klimaatscenario's voor Nederland en is gebruikt bij de opzet van thema 6 "Klimaatprojecties" binnen het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat.

3.3 Overzicht van methoden om klimaatinformatie te bewerken voor gebruik

In de verschillende voorbeeldprojecten is bijna altijd gewerkt aan het genereren en/of bewerken van tijdreeksen van klimaatvariabelen voor het verleden en voor de toekomst.

Tijdreeksen voor het huidige klimaat

Vaak wordt informatie over het toekomstig klimaat gevraagd, terwijl nog niet bekend is voor welke klimaatvariabelen het systeem of de sector gevoelig is in het huidige klimaat. Zonder een goede beschrijving van het huidige klimaat, kunnen we ook niet aangeven wat er in de toekomst verandert. Voor het bepalen van natuurlijke variatie, mogelijke trends en de kans op het voorkomen van extremen zijn lange tijdreeksen nodig. Meetreeksen zijn echter regelmatig te kort of bevatten inhomogeniteiten⁶.

Dit maakt het moeilijker om het huidige klimaat goed te beschrijven. In het project over windenergie (Paragraaf 2.3) is gebruik gemaakt van andere variabelen (proxies) waarvan wel lange homogene tijdreeksen beschikbaar zijn en waarmee een goed verband bestaat. In het project met Alterra over gewasproductie in Europa zijn ontbrekende gegevens aangevuld met re-analysis data (Tabel 3.1).



Voor onderzoek naar zeer extreme situaties, bijvoorbeeld neerslagextremen die eens per 1000 jaar voorkomen en hoge rivierwaterstanden kunnen veroorzaken, kan gebruik gemaakt worden van synthetische reeksen. Deze reeksen kunnen gemaakt worden met behulp van stochastische weergeneratoren (ACER project, A7/CS7) of met behulp van klimaatmodellen (zie hieronder ook "Tijdreeksen voor een toekomstig klimaat").

⁶ Inhomogeniteit = kunstmatige verandering in een meetreeks, bijvoorbeeld door de verplaatsing van een meetinstrument.



Tabel 3.1

Huidige klimaat: methoden voor het verlengen of aanvullen van tijdreeksen

	Gebruik van proxies	Gebruik van re-analysis
Uitgangsmateriaal	Lange homogene tijdreeksen van andere klimaatvariabelen (bijvoorbeeld grootschalige circulatiepatronen)	Data-assimilatie op basis van meteorologische waarnemingen en een 'state-of-the-art' weermodel
Bewerking	Bepalen van verband tussen gewenste klimaatvariabele en proxy	Hoewel de re-analysis vaak als beste schatting van de huidige staat wordt beschouwd, is soms voor sommige variabelen toch een bias-correctie noodzakelijk
Kwaliteit afhankelijk van	<ul style="list-style-type: none"> • de relatie tussen de proxy en de klimaatvariabele • de periode van overlap van de proxy en de klimaatvariabele 	<ul style="list-style-type: none"> • de kwaliteit van het weermodel en de hoeveelheid waarnemingen
Consistentie (tussen variabelen, ruimtelijk en temporeel)	Temporele consistentie sterk afhankelijk van relatie tussen proxy en klimaatvariabele. Voor ruimtelijke consistentie en consistentie tussen variabelen is een extra stap vereist.	Ja
Lange tijdreeksen mogelijk (> 100 jaar voor hetzelfde klimaat)?	Ja	Lange re-analysis datasets zijn niet homogeen door afname aantal waarnemingen terug in de tijd
Toegepast in o.a.**	<ul style="list-style-type: none"> • ECOFYS: Windprojecties voor de nabije toekomst: geostrofische wind gebruikt (CS7) 	<ul style="list-style-type: none"> • Alterra: Tijdreeksen voor bepaling verandering gewasopbrengsten en ruimtelijke variatie (CS7)

Tijdreeksen voor een toekomstig klimaat

Voor klimaateffectstudies is vaak ook informatie over het toekomstige klimaat in de vorm van tijdreeksen nodig, en in tegenstelling tot voor het huidige klimaat zijn er geen waarnemingen voor het toekomstige klimaat. De KNMI'06 scenario's geven geen tijdreeksen, maar een tabel met getallen met daarin de verandering van bepaalde variabelen rond 2050 en 2100 ten opzichte van de periode 1976-2005. Tabel 3.2 geeft een overzicht van drie methoden om tijdreeksen voor de toekomst te maken. Een historische tijdreeks kan als basis worden genomen, waarop de veranderingen ("delta's") uit de klimaatscenario's worden toegepast (Deltamethode). Tijdreeksen voor de toekomst kunnen ook door klimaatmodellen gegenereerd worden of door een stochastische weergenerator. Elke methode levert iets andere tijdreeksen op, terwijl ze toch exact de veranderingen volgens de klimaatscenario's kunnen weergeven. Daarmee zijn ze een extra bron van onzekerheden.

Het KNMI heeft zelf een transformatieprogramma volgens de Delta-methode ontwikkeld. Dit programma transformeert historische tijdreeksen naar toekomstige tijdreeksen volgens één van de KNMI '06 scenario's en houdt daarbij rekening met het feit dat gemiddelden anders veranderen dan extremen. Het programma is in veel projecten gebruikt, met name omdat het snel tijdreeksen kan genereren en omdat het de enige methode is die nu tijdreeksen kan genereren die passen bij de KNMI'06 klimaatscenario's. In het synthese rapport van KVR-project COM28 staat een overzicht van de verschillende toepassingen van dit programma.

In een verkennende studie is voor verschillende varianten van de Deltamethode en de Directe methode (Tabel 3.2) onderzocht hoe groot de invloed van de varianten is op de klimaateffecten. Hieruit bleek dat de methoden tot wezenlijk andere schattingen van klimaateffecten kunnen leiden. Daarmee introduceren ze een extra bron van onzekerheid.

In het kader van thema 6 “Klimaatprojecties” binnen het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat en de volgende generatie klimaatscenario’s wordt gekeken of we de methoden voor het genereren van tijdreeksen kunnen verbeteren.

Tabel 3.2

Toekomstig klimaat: methoden voor het genereren van tijdreeksen

	Deltamethode	Directe methode (biascorrectie)	Stochastische weergenerator
Uitgangsmateriaal	• Historische tijdreeks	• Uitvoer klimaatmodel	• Statische eigenschappen van en relaties tussen weersvariabelen
Bewerking	• Toepassen klimaatveranderingssignaal op reeks (“transformatie”)	• Corrigeren biases ^a in modeluitvoer	• Aanpassen generator aan klimaatveranderingssignaal
Geschikt voor KNMI’o6 klimaatscenario’s	Ja	Nee	Ja
Consistentie (tussen variabelen, ruimtelijk en temporeel)	• Transformatie gaat enigszins ten koste van consistentie	• Biascorrectie gaat enigszins ten koste van consistentie	• Moeilijk om ruimtelijke consistentie te verkrijgen
Andere opeenvolging weergebeurtenissen mogelijk dan waargenomen?	Nee, nauwelijks	Ja	Ja
Mogelijkheid voorbeeldjaren (bijv. “2003”)?	Ja	Nee	Nee
Lange tijdreeksen mogelijk (> 100 jaar voor hetzelfde klimaat)?	Nee	Ja	Ja
Makkelijk beschikbaar te maken voor brede groep gebruikers?	Ja	Nee	Ja
Benodigde tijd voor genereren tijdreeksen voor de toekomst	Weinig	Veel	Weinig
Momenteel beschikbaar voor Nederland voor KNMI’o6 scenario’s?	Ja	Nee, niet algemeen beschikbaar	Nee



	Deltamethode	Directe methode (biascorrectie)	Stochastische weergenerator
Toegepast in o.a.^b	<ul style="list-style-type: none"> • Provincies: klimaat-schets-boek (COM21/27) • Waterdienst: hydrologisch standaardjaar (CS7) • Waterdienst/ Deltamodel: tijdreeksen hydrologische modellering • GasTerra/NAM: Afname van kans op extreem koude winters 	<ul style="list-style-type: none"> • Alterra: tijdreeksen voor bepaling verandering gewas-opbrengsten (CS7) • Waterdienst: lange synthetische tijdreeksen voor extreme afvoer Rijn (CS7/A7) 	<ul style="list-style-type: none"> • Geen voorbeelden beschikbaar binnen CS7 of KVR

a Bias = een systematische afwijking in modeluitkomsten t.o.v. waarnemingen.

b Zie ook tabel 1.2.

Ruimtelijke resolutie

Een ander probleem voor gebruikers van klimaatinformatie is dat de informatie vaak op te grove ruimtelijke schaal geleverd wordt, terwijl impactstudies vaak lokaal gericht zijn. De klimaatinformatie van mondiale klimaatmodellen kan met behulp van regionale modellen (dynamische downscaling) en/of met statistische relaties tussen lokale variabelen en grootschalige omstandigheden (statistische downscaling) naar een gedetailleerdere schaal vertaald worden. Deze laatste methode is toegepast in het project over windenergie (Paragraaf 2.3). In dit project is geostrofische wind gebruikt om een hogere ruimtelijke resolutie te verkrijgen voor informatie over windopbrengsten. Een nadeel van statistische downscaling is dat er een redelijk lange periode is vereist om van de gewenste klimaatvariabele en de proxy data om de onderlinge relatie te kunnen bepalen. Een nadeel van dynamische downscaling is dat een biascorrectie is vereist.

Bewerken van tijdreeksen

De tijdreeksen voor het huidige en toekomstige klimaat zijn vaak gebruikt als basis voor een bepaald eindproduct, zoals voor de kaarten in het Klimaatschetsboek (Paragraaf 2.1) of het standaard jaar (Paragraaf 2.2). Tools voor het bewerken van de tijdreeksen tot een bepaald eindproduct ontbreken grotendeels of zijn ontwikkeld voor wetenschappelijke experts (zie bijvoorbeeld de "Climate Explorer").

3.4 Inzicht in communicatie over onzekerheden

Veel gebruikers van klimaatinformatie streven naar robuuste maatregelen voor adaptatie aan klimaatverandering. Robuuste maatregelen zijn maatregelen die werken, ongeacht hoe snel en hoe het klimaat gaat veranderen. Gebruikers vinden het vaak moeilijk om met onzekerheden over het toekomstige klimaat om te gaan.



Bij het toekomstig klimaat zijn scenario's een manier om met onzekerheden om te gaan. De KNMI'o6 klimaatscenario's geven samen een aanzienlijk deel van de onzekerheid weer, doordat ze gebaseerd zijn op verschillende emissiescenario's en op een zo groot mogelijk aantal mondiale en regionale klimaatmodellen.

Afhankelijk van het doel kan men kiezen voor het doorrekenen van alle scenario's of voor één of enkele specifieke scenario's. In klimaatadaptatiestudies is het vaak nuttig om alle KNMI'o6 scenario's door te rekenen om die maatregelen te vinden die in alle gevallen nuttig zijn. Bij een verkennende studie wordt bepaald of klimaatverandering relevant is voor een sector en kan gekozen worden voor het doorrekenen van één scenario. Als men wil weten of klimaatverandering veel invloed heeft op de waterbeschikbaarheid, rekent men bijvoorbeeld alleen het droogste scenario W+ door. In dat geval is communicatie naar de eindgebruikers van essentieel belang om niet de onzekerheden die er zijn (de andere scenario's G, G+ en W) uit het oog te verliezen. Als alleen van één of enkele scenario's beeldmateriaal gepresenteerd wordt, geeft dit mogelijk een eenzijdig beeld van de onzekerheden over de toekomst bij bijvoorbeeld beleidsmakers (Paragraaf 2.1).

Voor de KNMI'o6 klimaatscenario's is bewust gekozen voor vier in plaats van voor drie scenario's. Men kan dan niet simpelweg het middelste scenario nemen zoals bij de WB21 klimaatscenario's, waarbij men dan impliciet aanneemt dat dit het meest waarschijnlijke scenario is. In het geval van vier scenario's worden gebruikers al gedwongen bewuster na te denken over de onzekerheden en welke scenario's te gebruiken.

De toepassing van scenario's in Nederland

Het scenario-denken

Scenario's worden vaak gebruikt als de onzekerheden te groot zijn om eenvoudig in beeld te brengen en wanneer het moeilijk is om kansen aan verschillende projecties voor de toekomst te koppelen. Dit is het geval bij klimaatverandering, maar ook bij demografische en economische ontwikkelingen.

Wat betreft de aanpak in studies naar klimaatverandering zijn er twee uitersten te onderscheiden:

- Top-down benadering (bepaling van onzekerheden, beginnend bij het mondiaal klimaat tot de lokale effecten van klimaatverandering)
- Bottom-up benadering (analyse op kwetsbaarheid, knikpunten analyse).

In de eerste benadering worden klimaatscenario's al vanaf de eerste fase gebruikt; in de tweede benadering gebeurt dit meestal na de kwetsbaarheidsanalyse om te onderzoeken wanneer klimaatverandering kritiek wordt.



In het Klimaat voor Ruimte programma zijn de effecten van klimaatverandering op verschillende sectoren in Nederland meestal bepaald op basis van een set afzonderlijke scenario's (voor de verandering in klimaat, demografie en economie). Dit komt vaak het meest overeen met de top-down benadering.

De discussie tussen (klimaat)wetenschappers en gebruikers van informatie reflecteert de tekortkomingen van een set afzonderlijke scenario's: er worden regelmatig vragen gesteld over de waarschijnlijkheid van de scenario's en er wordt regelmatig gevraagd naar nieuwe scenario's voor condities die de KNMI'o6 scenario's niet omvatten.

Gedurende het Klimaat voor Ruimte programma ontstonden er ook discussies over het nut en de beperkingen van klimaatscenario's (die zijn gebaseerd op een reeks van modellen beginnend bij het mondiale klimaat, regionale modellen tot modellen om de effecten van klimaatverandering in te schatten).

Alternatieve benaderingen worden daarom steeds meer verkend, zoals probabilistische projecties (die een brede range aan toekomstige condities omvatten), knikpunten analyse (wanneer ontstaan veranderingen met een sterk effect op de samenleving?) en kwetsbaarheidsanalyse, die ten grondslag ligt aan "de hotspot" benadering van het Kennis voor Klimaat programma.

De ontwikkeling en toepasbaarheid van de KNMI'o6 scenario's

Met de ontwikkeling van de KNMI'o6 scenario's (gedeeltelijk gebaseerd op de regionale klimaatmodel simulaties die in CS6 zijn uitgevoerd), de gebruikersconsultatie en het op maat maken van klimaatinformatie voor specifieke gebruikers (in CS7), hebben we geprobeerd een brug te slaan tussen de twee hierboven genoemde uitersten.

De eerste benadering schiet te kort in die gevallen waarin de scenario's de condities niet kunnen weergeven waarvoor bepaalde toepassingen gevoelig en kwetsbaar zijn. In die gevallen kan maatwerk een oplossing zijn. De tweede benadering schiet te kort wanneer belanghebbenden niet kunnen aangeven voor welke condities hun sector gevoelig/kwetsbaar is. In dat geval kunnen klimaatscenario's een rol spelen bij het vinden van de knikpunten, ook al worden scenario's in een typische bottom-up benadering meestal na de kwetsbaarheidsanalyse gebruikt.

Met de KNMI'o6 scenario's hebben we de samenleving een beperkt aantal scenario's geleverd die onderling voldoende verschillend zijn en die een brede groep gebruikers in staat stelt om de consequenties van klimaatverandering in te schatten. Dit zonder te willen claimen dat deze scenario's alle mogelijke veranderingen weergeven. We gebruiken deze scenario's als "verhaallijnen" voor mogelijke toekomstige condities en we maken gedetailleerde informatie op maat om gebruikers in staat te stellen deze klimaatscenario's in de eigen sector toe te passen.

Volgende generatie klimaatscenario's

De verdere ontwikkeling van de methoden voor het maken van scenario's wordt momenteel intensief besproken in de context van het werk voor de volgende generatie klimaatscenario's, KNMI next. Hogere resolutie informatie zal beschikbaar gemaakt worden met "toekomstig weer" simulaties, zo gekozen dat ze consistent zijn met een bepaald scenario. Een wetenschappelijke publicatie hierover is in voorbereiding door Hazeleger et al.

3.5 Doorwerking van de inzichten en resultaten van dit project

Doorwerking binnen het KNMI:

- BijdelanceringvandeKNMI'06scenario'sismede door dit project veel meer aandacht besteed aan de communicatie. Er zijn enkele brochures en een wetenschappelijk achtergrondrapport gemaakt over de KNMI'06 scenario's en er is een website gemaakt met extra informatie over bijvoorbeeld de verschillen met de WB21 scenario's uit 2000 en met informatie over verschillende typen onzekerheden. Daarnaast is er een website gemaakt met specifieke ingangen per gebruikersgroep en toegang tot het transformatieprogramma. Er zijn veel presentaties gegeven en is er veel (telefonisch) overlegd met geïnteresseerde professionele gebruikers van klimaatdata (bijvoorbeeld ENECO, GasTerra, CROW, Rioned).
- In het proces naar nieuwe KNMI klimaatscenario's rond 2013 worden stakeholders nadrukkelijk in interactieve sessies en in een vroeg stadium betrokken. Inzichten uit dit project over gebruikerswensen en doelgroepcommunicatie, worden daarbij ingezet.
- Maatwerk met betrekking tot klimaatdienstverlening wordt voortgezet binnen thema 6 "Klimaatprojecties" van het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat dat in 2010 is opgestart. Daar wordt gewerkt aan het structureel verbeteren van de communicatie en het advies, het verbeteren van de uitwisseling van klimaatdata met de klimaateffectonderzoekers, en het verder ontwikkelen van methoden voor het genereren van tijdreeksen en het bewerken daarvan. Kennis over de begeleiding van gebruikers van klimaatinformatie wordt vastgelegd in vragenwijzers via de website Klimaat Effect Wijzer, die informatie over klimaat en klimaateffecten bundelt. Standaardvragen kunnen via de vragenwijzers efficiënter worden beantwoord.
- In presentaties en communicatie over klimaat(verandering) houdt het KNMI rekening met de opgedane kennis over verschillende typen gebruikers.
- Binnen de KNMI-afdeling Klimaatdata en -advies is voor klimaatmaatwerk een permanente plaats verworven.
- Producten die als maatwerk zijn opgestart worden soms als standaardproduct voor een grote groep gebruikers geschikt gemaakt. Voorbeelden zijn het transformatieprogramma en het klimaatschetsboek. Ook zijn tijdens maatwerkprojecten procedures ontwikkeld die nu standaard gebruikt worden, zoals het betrekken van gebruikers bij de ontwikkeling van nieuwe scenario's.



Doorwerking binnen Nederland (gebruikers van klimaatinformatie):

- De kennis van klimaatverandering en scenario's, het omgaan met scenario's en klimaatdata is door dit project bij gebruikers van klimaatinformatie toegenomen. Bepaalde vragen zoals "Wat is het meest waarschijnlijke klimaatscenario?" lijken minder vaak voor te komen.
- Naast de water sector, zijn meerdere sectoren zich bewust geworden van de mogelijke impact van klimaatverandering op hun sector.
- Het KNMI levert regelmatig bijdragen aan vakken op hogescholen en universiteiten voor toekomstige professionele gebruikers van klimaatdata (o.a. VU Amsterdam, WUR, Hogeschool van Amsterdam, Noordelijke Hogeschool Leeuwarden).



- De KNMI klimaatscenario's zijn een standaard geworden als maat voor klimaatverandering. Ze zijn bijvoorbeeld opgenomen in het Deltaprogramma, in projecten van het Nationaal Modellen- en Data Centrum (NMDC) en in het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW)-Actueel.
- Resultaten uit dit project hebben onder andere gediend als basis voor de opzet van thema 6 "Klimaatprojecties" binnen het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat. Gebruikers binnen Klimaat voor Ruimte zijn in dit thema partners geworden.

Doorwerking internationaal:

- Klimaatdienstverlening is tot nu toe vooral nationaal georganiseerd en er is relatief weinig internationale uitwisseling. Hoewel klimaatverandering een mondiaal fenomeen is, worden de gevolgen vooral lokaal gevoeld. Toch zijn veel van de problemen met klimaatdienstverlening en de gebruikerswensen niet essentieel anders in de verschillende Europese landen. In Nederland is in de afgelopen jaren relatief veel gedaan aan klimaatdienstverlening, maar ook in een aantal andere landen. We kunnen daarom van elkaars methoden en inzichten leren. De verschillende landen blijken wel verschillende definities voor klimaatdienstverlening te hanteren. Binnen het KNMI verstaan we hieronder het leveren van data en informatie over het huidige klimaat en het toekomstige klimaat aan een brede groep gebruikers. Het KNMI schaaft - in tegenstelling tot verschillende instituten in andere landen - ook het begeleiden van de gebruikers in het gebruik van de data onder klimaatdienstverlening, maar niet het verstrekken van weergegevens voor operationeel gebruik of het geven van informatie over de effecten van klimaatverandering op bijvoorbeeld hydrologie of natuur. In de uitwisseling is het daarom van belang om het begrip klimaatdienstverlening goed te definiëren. Inmiddels zijn er enkele Europese projecten waar klimaatdienstverlening centraal staat, en die worden getrokken vanuit Nederland. Daarnaast wordt er op internationaal niveau (EU, WMO) gesproken over samenwerking op het gebied van klimaatdienstverlening. Ook bij deze initiatieven is het KNMI actief betrokken.

3.6 Verder lezen

KNMI rapport: Inventarisatie van gebruikerswensen voor klimaatinformatie:
<http://www.knmi.nl/klimaatscenarios/maatwerk>

KNMI website: Klimaatscenario's (inclusief de brochures uit 2006 en 2009 en het wetenschappelijke achtergrond rapport): <http://www.knmi.nl/klimaatscenarios> en <http://www.knmi.nl/climatescenarios> (EN)

KNMI website: Voorbeelden van klimaatmaatwerkprojecten (met o.a. de zes voorbeeldprojecten): <http://www.knmi.nl/klimaatscenarios/maatwerk>

KNMI rapport: Time series transformation tool: description of the program to generate time series consistent with the KNMI'06 climate scenarios (TR-326): <http://www.knmi.nl/klimaatscenarios/maatwerk>

Het transformatieprogramma: http://climexp.knmi.nl/Scenarios_monthly

Klimaat Effect Wijzer: www.klimaatportaal.nl

Thema 6 Hoge kwaliteit klimaatprojecties voor adaptatie:
kennisvoorklimaat.klimaatonderzoeknederland.nl



Climate explorer (voor tijdreeksen, visualisatie tools, statistische bewerkingen, etc.):
<http://climexp.knmi.nl> (EN)

Klimaat voor Ruimte publicaties:
<http://klimaatvoorruimte.klimaatonderzoeknederland.nl/publicaties>

Voorbeelden van Europese projecten waarbij klimaatdienstverlening centraal staat:

- EURO4M, The European Reanalysis and Observations for Monitoring project:
<http://www.euro4m.eu> (EN)
- IS-ENES, InfraStructure for the European Network for the Earth System Modelling:
<https://is.enes.org> (EN)
- ECA&D, European Climate Assessment & Dataset: <http://eca.knmi.nl> (EN)



Bronvermeldingen:

Foto p. 12 Bron: <https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat

Foto p. 13 Bron: <https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat

Foto p. 14 Bron: <https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat

Foto p. 15 Bron: Janette Bessembinder

Foto p. 16 Windpark Afrikahaven. Bron: Ecofys, Jorrit Lousberg

Foto p. 18 Prinses Amaliawindpark. Bron: Ecofys, Jonna Vis

Foto p. 19 Bron: GasTerra

Foto's p. 17, 20, 21, 22, 26 en 28 Bron: Istockphoto





Klimaat voor Ruimte

Klimaatverandering is een van de grootste milieuproblemen van deze eeuw. In Nederland zullen de effecten van klimaatverandering merkbaar zijn op alle land- en watergerelateerde sectoren. De samenleving kan deze negatieve gevolgen van klimaatverandering beperken. Binnen het onderzoeksprogramma 'Klimaat voor Ruimte' (2004 tot 2011) is kennis ontwikkeld die nodig is om de juiste beslissingen te maken. Klimaat voor Ruimte heeft gezamenlijk leren tussen wetenschappers en praktijkmensen bevorderd op het gebied van ruimtelijke ordening, natuur, landbouw, water en overstromingsrisico. Er is onderzoek gedaan naar vijf thema's: klimaatscenario's, mitigatie, klimaatadaptatie, integratie en communicatie. Alle wetenschappelijke onderzoeksprojecten hebben synthese rapporten gepubliceerd. Dit rapport is onderdeel van het thema Klimaatscenario's.

Klimaatscenario's

De projecten binnen het thema klimaatscenario's ontwikkelen klimaatinformatie van hoge kwaliteit en onderzoeken scenario's die van belang zijn voor Nederland. De projecten richten zich op een verbeterde monitoring en modellering van de regionale variabiliteit van het klimaat. Ook zijn klimaatscenario's op maat ontwikkeld die helpen bij het verkennen van ruimtelijke adaptatie opties. Op elk gebied is speciale aandacht besteed aan extreme klimatologische omstandigheden. De klimaatscenario's zijn ontworpen en ontwikkeld in samenwerking met een aantal belangrijke stakeholders.

Programmabureau Klimaat voor Ruimte

p/a Vrije Universiteit Amsterdam, FALW

De Boelelaan 1085

1081 HV Amsterdam

Nederland

T 020 598 7318

p/a Alterra, Wageningen UR

Postbus 47

6700 AA Wageningen

Nederland

T 0317 48 6540

info@klimaatvoorruijnte.nl



www.klimaatvoorruijnte.nl