

# Inventarisatie van gebruikerswensen voor klimaatinformatie

Bessembinder J., Overbeek B., Verver G.

De Bilt, 2011 | Technical report; TR-317



## Inventarisatie van gebruikerswensen voor klimaatinformatie

Versie 1

Datum	6 april 2011
Status	Definitief

6-4-2011

## Colofon

Titel	Inventarisatie van gebruikerswensen voor klimaatinformatie - Inventarisation of user requirements concerning climate information
Projectnummer Contactpersoon	CS7 (Klimaat voor Ruimte project) Bernadet Overbeek communicatiemedewerker T 030 220 68 61 <a href="mailto:overbeek@knmi.nl">overbeek@knmi.nl</a> KNMI   Klimaatdata en -advies Wilhelminalaan 10   3732 GK De Bilt Postbus 201   3730 AE De Bilt
Bijlage	Overzicht van de geraadpleegde partijen
Auteurs	Janette Bessembinder Bernadet Overbeek Gé Verver

## Inhoud

Colofon	
Summary .....	6
1. Inleiding.....	11
1.1 Doel en gebruik van dit rapport door het KNMI.....	11
1.2 Werkwijze.....	11
2. Waterveiligheid .....	15
3. Stad en Water .....	19
4. Landelijk gebied en Water.....	22
5. Landbouw en Natuur .....	25
6. Energie, Bouw en Verkeer.....	29
7. Gezondheid en Recreatie .....	34
8. Financiële diensten .....	39
9. Industrie .....	41
10. Samenvatting en conclusie.....	42

Bijlage 1: Overzicht van geraadpleegde partijen

## Summary

### Purpose and use of this report by KNMI

This report presents an overview of user demands for climate information for professional use (climate impact studies, climate adaptation and to a lesser extent also climate mitigation in the Netherlands). It presents the requirements for "primary" climate data, such as temperature, precipitation, wind, etc. for the current and future climate.

KNMI will make use of this overview as input for its climate research and to adjust its advice to user demands. Whenever possible, KNMI develops standard - or offers "ready-made" - products that fit user demands, such as the KNMI'06 climate scenarios. The advantage of standard products is that a large group of users can use the same product, which promotes the comparability and consistency of the studies of the various users. In case of very specific requests, KNMI can give tailored advice /data also.

This inventory will be updated regularly (for example every 5 years).

### Methods

The following sectors have been consulted during several interviews, consultations, workshops and sessions for this report:

- Water (urban, rural area, water safety);
- Transport, Construction, Energy;
- Health and Recreation;
- Agriculture and Nature;
- Financial services;
- Industry.

Within these sectors, researchers, policy makers, consultants and other organisations such as non governmental organisations, interest groups and employer's organisations have contributed.

### Contents

In the report, the results of the inventory are described per sector as follows:

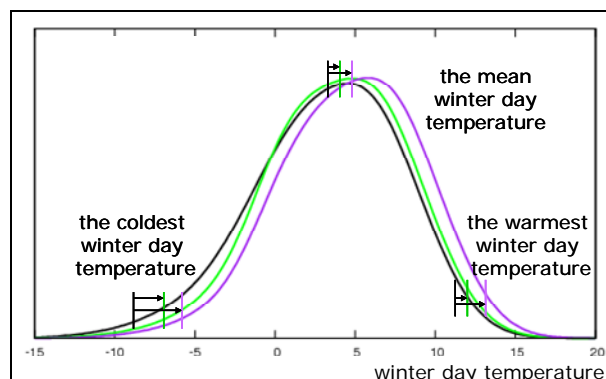
- a short description of the possible effects of climate change;
- a short description of the use of climate information for adaptation;
- a table with an overview of the requests for climate information.

The table below explains the aspects covered by the tables that describe the user requests per sector.

**Table 1.1.** Explanation of the tables describing user demands per sector in chapter 2-9.

Variables	Which climate variables are required? For example: sea level, precipitation, extreme precipitation, temperature, wind, humidity?  When it is not explicitly indicated whether means or extremes of climate variables are required, then the whole range is required (for example for wind: mean wind speed, but also extremes and the chance of extremes)
Time resolution	Which time resolution is requested per variable? Year, season, day, hour, minute?
Spatial resolution	Which spatial resolution is requested per variable? For example, 10 * 10 km, 50 * 50 km, per province or for the Netherlands as a whole?
Time series	Are time series requested? In this report we consider time series to be series of yearly-, daily- or hourly values of climate variables. For example, a series with mean daily temperature for the period January 1 <sup>st</sup> 1976 until December 31 <sup>st</sup> 2005
Priority in improving time series	What should KNMI prioritise during the improvement of time series for the future?

- good day-to-day variation	- Improved estimation of, for example, the chance of heat waves or the chance that a sequence of days with extreme precipitation occurs
- good variation within the year (seasons)	- the time series gives information about changes in the differences between seasons
- good year-to-year variation	- a better estimation of, for example, the chance of two successive dry years can be given
- consistency between variables	- for example, for the estimation of crop yield, the change in temperature on a certain day should be physically consistent with the change in precipitation and potential evaporation on the same day
- reference year/ reference situation	- "example" (or reference) years/periods are time series of mean or extreme periods for use in impact analysis of different weather situations (1967 is often used as reference for the mean in hydrological studies, and 2003 is used as example of a drought which can occur about once every 10 years)
Information about the probability of changes. For which variable and period?	Is information about the probability of the changes needed? If so, which level of probability is needed? For example: the probability of an increase of the mean daily precipitation, the probability of occurrence of 50 mm precipitation over 24 hours, or the change in the frequency of dry periods longer than two weeks?
Are "the most plausible" scenarios enough, or are also "extreme" scenarios required?	Is a set of climate scenarios such as the KNMI'06 scenarios (which together describe the range of most likely changes) sufficient, or are also more extreme scenarios needed (plausible scenarios with a low probability, for example the scenario of the Deltacommittee, which describes an extreme sea level scenario for the Netherlands)?
Is the probability of a scenario requested?	Is the probability of individual scenarios requested? For the KNMI'06 scenarios, no information about the probability of individual scenarios is provided
Is the probability distribution (natural variation <sup>1</sup> ) within a scenario requested?	Is more information about natural variation requested? For example, KNMI '06 gives information for temperature for three points on the probability distribution: the change of the mean, the coldest and warmest winter day temperature (the change is displayed in the figure below with arrows for two scenarios: purple and green). The question is whether these three points on the probability distribution are enough, or if the whole probability distribution is needed. (for example, also information about the change in winter day temperature which occurs once every 10 years or 10 times a year).



<sup>1</sup> Natural variation: in a climate without human influence there is also variation with respect to the "normal" or mean state, caused by the chaotic character of the weather. This natural variation can be described with statistics, for example: on average once every 10 years an amount of 54 mm precipitation in 24 hours is exceeded in the current climate in De Bilt, the Netherlands.

Is information about uncertainty in climate change presented in “probability density functions” such as those from UKCP, requested?	Is information about <i>uncertainty</i> in climate change per variable and scenario requested? For example: what is the median (50% percentile) of the change of the mean winter day temperature), and what are the 10% and 90% percentiles of the change of the mean winter day temperature?  For more information about types of uncertainty and causes of uncertainty, see: <a href="http://www.knmi.nl/klimaatmaatwerk/KEW/onzekeerheden/index.html">http://www.knmi.nl/klimaatmaatwerk/KEW/onzekeerheden/index.html</a> (Dutch)  Example of UKCP: <a href="http://ukclimateprojections.defra.gov.uk/content/view/full/650/">http://ukclimateprojections.defra.gov.uk/content/view/full/650/</a>
Is a mitigation scenario requested?	Is there a need for a climate scenario with a direct relation to mitigation policy, for example the 2 °C goal?
What is the desired time horizon?	What is the desired time horizon for climate information? The KNMI'06 scenarios give information for the climate around 2050 and 2100. Is, for example, also information for 2030 or 2200 also requested?

### Conclusions

The inventories, particularly the workshops and the tailoring projects, resulted in a better mutual understanding, thanks to the personal communication between climate scientists and users of climate information. For climate scientists it has become clearer which climate data are needed. They also have more understanding of the importance of climate data for several users and of the way climate information is used. For users it became clearer what the possibilities to generate specific climate data are, as well as the advantages and disadvantages of probability distributions and the way uncertainties are presented. They also were motivated to critically review their list of requests, especially those requests which are difficult to comply with.

Below, a summary of the requests (in addition to the KNMI'06 scenarios) is given for all sectors together. Those requests which are considered most important by the users are underlined. In the KNMI/KvK newsletter about climate scenarios<sup>2</sup>, KNMI will keep users up-to-date about the progress with KNMI*next* scenarios and inform readers about developments with respect to the related requests. All user requests are seriously considered, but for practical and scientific reasons, it is unlikely that all can or will be met.

### Requests per climate variable

- Temperature: minimum- and maximum daily temperature (means and extremes, like “once per year” and “once per 10 years”). This is more important for most users (nature, agriculture, recreation, health, etc.) than the average daily temperature;
- Precipitation: extremes other than “once per 10 years” (more and less extreme), good day-to-day variation and variation between years, duration of precipitation (especially during heavy rainfall: the intensity increases, but does the duration of showers decrease?). Water boards would like similar statistics for the future and for the current climate. Extremes for various forms of precipitation such as fog, hail, black ice and snow (transportation, agriculture, insurance, nature);
- Potential evaporation (and derived precipitation deficit): the change in amplitude within the year (such as described in the brochure “supplements to the KNMI'06 climate scenarios<sup>3</sup>”). The influence of higher CO<sub>2</sub> concentrations on the potential evaporation;
- Wind: besides wind speed during the year (not just extremes in winter, but also in other seasons and also averages, for example for wind energy production), wind direction is of importance for a limited group of users, especially within the water safety sector. Also extremes of wind other than “once per year” (especially more extreme winds) and extremes for shorter periods than one day (wind gusts) are requested for example for construction, air traffic

<sup>2</sup> You can find information about the process leading to new KNMI scenarios at [www.knmi.nl/climatescenarios](http://www.knmi.nl/climatescenarios). Through this website or by sending an e-mail to [overbeek@knmi.nl](mailto:overbeek@knmi.nl) you can register for a newsletter about climate scenarios (frequency at least once a year);

<sup>3</sup> Klein Tank, A. and G. Lenderink, Climate change in the Netherlands; supplements to the KNMI'06 scenarios. KNMI-publication: Scenario brochure 2009. [http://www.knmi.nl/climatescenarios/documents/KNMI\\_2009\\_EN.pdf](http://www.knmi.nl/climatescenarios/documents/KNMI_2009_EN.pdf).



and road traffic. The variation within a year and within seasons is also of importance for wind energy production;

- **Radiation:** of importance for several groups within agriculture, nature, recreation, health, hydrology (for evaporation). For these groups also the differences between years and within seasons is of importance (variation and persistence);
- **Humidity:** time series with daily values, seasonal means. Less important than radiation, but often also important for groups within agriculture (for evaporation, the spreading of diseases), nature, recreation and health (comfort index) and hydrology (for evaporation). Researchers especially request time series with daily values;
- **Sea level: extremes:** are the estimates of KNMI / IPCC not too conservative? For water safety, time series with water levels for several places along the coast are of interest;
- **CO<sub>2</sub> concentration:** time series (especially for agricultural production). Indicate which time series with CO<sub>2</sub> concentrations, used as input for global climate models, fit the best to the KNMI *next* climate scenarios.
- **Soil and water temperatures:** time series (for agriculture and nature).

#### ***Requests for a higher time resolution***

Alongside daily, monthly or yearly data, there is request for heavy precipitation information (mainly for urban water management) per hour (or preferably every 10 minutes). For (water) safety, information about the direction of wind and the wind speed per hour or per three hours is of importance.

#### ***Requests for a higher spatial resolution***

Effects of climate and climate change are mainly visible on a local scale. Therefore, a lot of impact models have a high spatial resolution (or at least they calculate with relatively small units). Especially information about spatial differences in the current climate is of importance. No large spatial differences in relevant variables are expected due to climate change within the Netherlands: a division of the domain into coastal and inland areas or catchments would be sufficient. For spatial differences in the current climate, a higher spatial resolution is requested: also differences between city centres and their outskirts or differences between several regions are of importance. The North Sea and the IJsselmeer regions require specific attention concerning wind.

#### ***Requests for time series***

For most users, time series are very relevant, especially for temperature and precipitation, but also for wind and potential evaporation and to a lesser extent for the other climate variables. For a lot of users, both good day-to-day variation and year-to-year variation (and persistence) are of importance, as well as consistency between climate variables.

#### ***Requests for information about probabilities and uncertainty***

Most users request more information about the probability of extremes within a plausible scenario. For water safety, also information about probabilities within an extreme (less probable) scenario is of importance. Information about the probability of a specific scenario is less relevant (a qualitative indication would be sufficient: more or less probable). Some users requested more information per variable about uncertainty in climate change per scenario, presented by "probability density functions", e.g. like UKCP does.

#### ***Requests for time horizons***

For many sectors (water deficit, water quality, agriculture, nature, energy, transportation, health and recreation), information about the climate around 2050 and 2100 is important, but also information around 2030. Only the water safety sector requests information on the longer term (2200).

#### ***Requests about the context and form of the KNMI *next* climate scenarios***

- Put the KNMI *next* scenarios in European and international context (show the link with IPCC emissions scenarios).
- The basic assumptions for the analysis of the discharge in several catchments should relate to countries around us. Specific scenarios for the catchments of the Rhine and Meuse are requested.
- Show differences and similarities with the KNMI scenarios and the scenario of the Deltacommittee.
- It is requested that information from collaborating research institutes about the "secondary" effects of climate change (air quality/salinity, water quality, ground water levels, river

6-4-2011

discharges etc.) be published shortly after the presentation of the KNMI next climate scenarios. Several sectors have mentioned that they would like to contribute to this<sup>4</sup>.

***Requests for guidance in the use of climate scenarios***

- Produce a manual about how to deal with different scenarios, uncertainty, probabilities and extremes. Specific explanation for each group of users (politics / governance, policy, research, citizens);
- Deliver guidance in using the transformation programme<sup>5</sup> (manual and workshops).

---

<sup>4</sup> Within the research programme "Knowledge for Climate", Theme 6, several institutes work on this "coupling".

<sup>5</sup> Background information and a manual are already available at [climpexp.knmi.nl/Scenarios\\_monthly](http://climpexp.knmi.nl/Scenarios_monthly). Before summer 2011, a more elaborate report on the transformation programme will be published.

# 1. Inleiding

## 1.1 Doel en gebruik van dit rapport door het KNMI

Dit rapport geeft een overzicht van wensen met betrekking tot klimaatinformatie van professionele gebruikers (klimaat-effectstudies, klimaatadaptatie<sup>6</sup> en voor een kleiner deel ook mitigatie<sup>7</sup>) in Nederland. Het betreft klimaatinformatie over zowel het huidige klimaat<sup>8</sup> als over het toekomstige klimaat.

Het KNMI gebruikt dit overzicht om haar klimaatonderzoek en -advies zo goed mogelijk op deze wensen aan te laten sluiten. Waar mogelijk probeert het KNMI te voldoen aan de wensen door middel van standaard- ofwel "confectie"-producten zoals klimaatscenario's<sup>9</sup>. Het voordeel hiervan is dat een grote groep gebruikers van hetzelfde product gebruik kan maken, wat ten goede komt aan de vergelijkbaarheid en consistentie van resultaten tussen verschillende gebruikers. Indien de vragen zeer specifiek zijn en van voldoende gewicht, kan het KNMI mogelijk advies en/of data op maat leveren. Aan een deel van de wensen kan (nog) niet worden voldaan: bijvoorbeeld klimaatdata op een resolutie van 1 bij 1 km of neerslagdata per 5 minuten voor de toekomst.

Omdat de inventarisatie ten behoeve van KNMI onderzoek- en advies is uitgevoerd, lag de focus op *primaire* klimaatveranderingen, zoals veranderingen in temperatuur, neerslag, wind, etc. Vaak zijn het collega-onderzoeksinstituten die informatie leveren over daarvan afgeleide, *secundaire* klimaatveranderingen zoals veranderingen in rivierafvoeren, waterkwaliteit en luchtkwaliteit. Door in deze KNMI-inventarisatie aandacht te besteden aan verschillende sectoren, is een overzicht gekregen van welke primaire variabelen nodig zijn om belangrijke secundaire effecten te kunnen bepalen.

De vraag van gebruikers naar klimaatinformatie is sinds de jaren '90 veranderd:

- De vraag kwam eerst vooral uit de watersector, tegenwoordig uit bijna alle sectoren. Deze verschillende sectoren hebben verschillende typen informatie nodig.
- Gebruikers hebben meer ervaring in het gebruik van klimaatinformatie voor het huidige en toekomstige klimaat en hebben steeds gedetailleerdere wensen.

Voortdurend contact met gebruikers van klimaatinformatie is wenselijk, aangezien gebruikerswensen kunnen veranderen. Dit betekent dat deze inventarisatie met enige regelmaat (bijvoorbeeld om de 5 jaar) geüpdate moet worden.

## 1.2 Werkwijze

De volgende sectoren zijn voor deze inventarisatie benaderd:

- Water (in de stad, in het landelijk gebied, waterveiligheid);
- Verkeer, Bouw, Energie;
- Gezondheid en Recreatie;
- Landbouw en Natuur;
- Financiële diensten;
- Industrie.

---

<sup>6</sup> Klimaatadaptatie = het aanpassen aan de gevolgen van klimaatverandering;

<sup>7</sup> Klimaatmitigatie = maatregelen die beogen emissies van de broeikasgassen te verminderen en daarmee klimaatverandering als gevolg van menselijk handelen te beperken;

<sup>8</sup> Het klimaat van een plaats of gebied is het gemiddelde weer. Meestal wordt het gemiddelde genomen over enkele tientallen jaren (vaak 30 jaar) van temperatuur, vocht, luchtdruk, wind, bewolking en neerslag, etc. Daarnaast wordt gekeken naar dagelijkse en jaarlijkse variaties en hoe vaak extremen voorkomen, zoals hittegolven en zware regen. Voor de beschrijving van het 'huidige klimaat' werd tot voor kort vaak de periode 1971-2000 of 1976-2005 gebruikt. In 2011 is er een overzicht van het klimaat in de periode 1981-2010 gekomen, die nu als "normaal" voor het huidige klimaat gaat gelden ([www.klimaatatlas.nl/](http://www.klimaatatlas.nl/));

<sup>9</sup> Klimaatverandering = verandering van de gemiddelden en kansen op extremen van 1 of meerdere klimaatvariabelen (over een periode van ong. 30 jaar). Klimaatverandering kan worden veroorzaakt door verschillende oorzaken: natuurlijke oorzaken (vulkaanuitbarstingen, veranderingen in de stand van de aarde, etc.) en door menselijk handelen (versterkt broeikaseffect door uitstoot broeikasgassen en veranderingen in landgebruik). De term klimaatverandering wordt vaak gebruikt voor klimaatverandering door het versterkte broeikaseffect. De natuurlijke variatie (natuurlijke verschillen binnen het jaar en van jaar tot jaar) is aanzienlijk. Dit betekent dat klimaatverandering als gevolg van het versterkte broeikaseffect over 10 jaar klein is ten opzichte van de natuurlijke variatie. Met andere woorden, als men iets wil bouwen dat er niet langer dan 10 jaar staat, kan men waarschijnlijk beter gebruik maken van een beschrijving van het huidige klimaat dan van het toekomstige klimaat.

Binnen deze sectoren zijn zowel onderzoekers, beleidsmedewerkers, ingenieurbureaus als andere partijen als ngo's, belangenorganisaties en vakverenigingen geraadpleegd. Zie bijlage 1 voor een overzicht van de geraadpleegde partijen.

Het rapport is gebaseerd op de volgende inventarisaties en sessies:

- *Inventarisatie door het project CS7: Tailoring climate scenarios for impact assessment, ook wel Maatwerk of Tailoringproject van Klimaat voor Ruimte genoemd*<sup>10</sup> – 2005-2010
  - Doelgroep: Partners van Klimaat voor Ruimte en andere potentiële gebruikers van klimaatinformatie (die invloed kunnen hebben op de *ruimtelijke ordening* in Nederland);
  - Materiaal: Literatuur, internet, interviews, enquêtes en kennis opgedaan via contacten van KNMI-medewerkers of andere partners binnen KvR;
  - Resultaat: Overzichten van:
    - o effecten en gebruik klimaatinformatie;
    - o de potentiële gebruikers;
    - o wensen voor klimaatinformatie.
- *Workshops georganiseerd door de Klimaat Kennis Faciliteit van Kennis voor Klimaat*<sup>11</sup> - 2008
  - Doelgroep: Coördinatoren Kennis voor Klimaat hotspots;
  - Resultaat: Overzicht van wensen voor klimaatinformatie.
- *Workshop "Wensen met betrekking tot klimaatdata en afgeleide effecten van klimaatverandering", georganiseerd door het project KKF Tailoring van Kennis voor Klimaat - 2009*
  - Doelgroep: Met name projectleiders van de hotspots van Kennis voor Klimaat;
  - Resultaat: Overzicht van wensen voor klimaatinformatie.
- *Workshop "KNMInext klimaatscenario's"*<sup>12</sup>, georganiseerd door het KNMI - 2010
  - Doelgroep: Gebruikers van KNMI klimaatscenario's
  - Resultaat: Overzichten van:
    - o gebruik klimaatinformatie;
    - o wensen voor klimaatinformatie.

We willen het projectteam "wensen klimaatscenario's" dat het KNMI adviseert bij het betrekken van gebruikers bij de *KNMInext* klimaatscenario's, specifiek bedanken:

- Monique Berendsen, later vervangen door Sandra Mol - DGWater van het ministerie Infrastructuur en Milieu (voormalig Verkeer en Waterstaat);
- Willem Oosterberg - Waterdienst van het ministerie Infrastructuur en Milieu (voormalig Verkeer en Waterstaat);
- Marjolein Haasnoot, Aline te Linde – Deltares;
- Paul Fortuin - DGMobiliteit en Dienst Verkeer en Scheepvaart van het ministerie Infrastructuur en Milieu (voormalig Verkeer en Waterstaat);
- Jelle van Minnen – PBL.

### 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 t/m 9 zijn de resultaten van de inventarisatie binnen de verschillende sectoren beschreven. De beschrijving volgt de onderstaande indeling:

- Een beknopte beschrijving van de mogelijke effecten van klimaatverandering;
- Een beknopte beschrijving van het gebruik van klimaatinformatie voor adaptatie;
- Een tabel met een overzicht van de wensen voor klimaatinformatie.

Hoofdstuk 10 bevat de samenvatting en conclusies: een overzicht van de belangrijkste wensen m.b.t. klimaatinformatie voor alle sectoren gezamenlijk.

Hieronder is een toelichting gegeven op de aspecten in de tabellen die in hoofdstuk 2 t/m 9 een overzicht van gebruikerswensen geven.

Als niets over een onderwerp is vermeld in een tabel, is het onderwerp niet door de sector genoemd, en daarom waarschijnlijk niet belangrijk. De informatie in de tabellen is zoveel mogelijk gebaseerd op wat de sector zelf heeft aangegeven in literatuur, in informatieve gesprekken of met concrete vragen aan het KNMI. Hierdoor is de invulling van bepaalde onderwerpen voor verschillende sectoren niet altijd op dezelfde manier vormgegeven (zie bijvoorbeeld ruimtelijke resolutie).

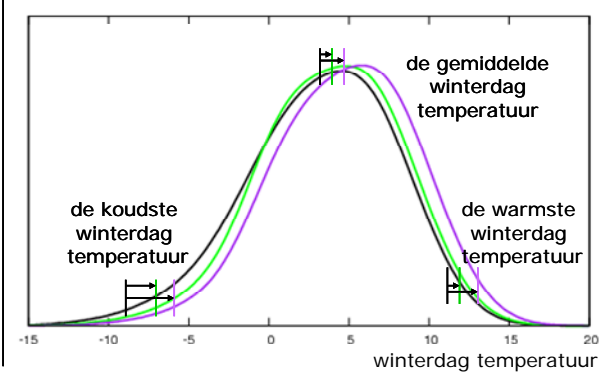
<sup>10</sup> Zie [www.klimaatvoorruijme.nl](http://www.klimaatvoorruijme.nl);

<sup>11</sup> Zie [www.kennisvoorklimaat.nl](http://www.kennisvoorklimaat.nl);

<sup>12</sup> KNMInext klimaatscenario's: Werktitel voor de klimaatscenario's die de KNMI scenario's uit 2006 naar verwachting in 2013 opvolgen.

**Tabel 1.1.** Toelichting op de tabellen m.b.t. gebruikerswensen in de hoofdstukken 2 t/m 9.

Variabelen	<p>Welke klimatologische variabelen zijn gewenst? Bijvoorbeeld: zeespiegel, neerslag, extreme neerslag, temperatuur, wind, luchtvochtigheid etc.?</p> <p>Als niet expliciet aangegeven wordt of er behoefte is aan gemiddelden of extremen m.b.t. klimaatvariabelen, is er behoefte aan de hele range (bijv. voor wind gemiddelde windsnelheden, maar ook extremen en de kans daarop).</p>
Tijdsresolutie	Welke tijdsresolutie is per variabele gewenst? Jaar, seizoen, dag, uur of minuut
Ruimtelijke resolutie	Welke ruimtelijke resolutie is per variabele gewenst? Bijvoorbeeld 10 * 10 km, 50 * 50 km, per provincie, voor heel Nederland gemiddeld?
Tijdreeks gewenst?	Is een tijdreeks gewenst? Met tijdreeks bedoelen wij in dit rapport: reeksen van jaar-, dag- of uurwaarden van klimatologische variabelen. Bijvoorbeeld een reeks met gemiddelde dagtemperatuur voor de periode 1 januari 1976 t/m 31 december 2005
Bij het verbeteren van tijdreeksen, prioriteit geven aan:	Waar moet het KNMI prioriteit aan geven bij het verbeteren van tijdreeksen? Bijvoorbeeld aan het genereren of verbeteren van:
- goede dag-op-dag variatie	- een goede variatie van dag-op-dag, zodat bijvoorbeeld de kans op hittegolven of op meerdere dagen met veel regen beter kan worden ingeschat
- goede variatie binnen het jaar (seizoenen)	- een goede variatie binnen het jaar, zodat de tijdreeks informatie geeft over veranderingen in de verschillen tussen de seizoenen
- goede jaar-op-jaar variatie	- een goede variatie van jaar-op-jaar, zodat bijvoorbeeld de kans op twee droge jaren achter elkaar goed wordt weergegeven
- consistentie tussen de variabelen	- een goede consistentie tussen meerdere variabelen. Voor het berekenen van landbouwproductie moet bijvoorbeeld de temperatuurverandering per dag (klimatologisch) kloppen met de verandering in neerslag en potentiële verdamping op dezelfde dag
- voorbeeldjaar/situatie	- voorbeeld (of referentie)jaren/periodes, tijdreeksen van gemiddelde of juist extreme perioden. Te gebruiken om de effecten van verschillende weersomstandigheden te bestuderen (1967 wordt vaak gebruikt als referentie voor het gemiddelde in hydrologische studies, 2003 als voorbeeld voor een droogte die eens in de 10 jaar kan optreden)
Kansuitspraak gewenst? Voor welke variabele en periode?	Is het geven van een kansuitspraak gewenst? Zo ja, de kans waarop? Enkele voorbeelden: de kans dat de gemiddelde dagneerslag toeneemt, de kans op het voorkomen van 50 mm neerslag per dag of de kans op droge periodes langer dan twee weken
Zijn "de meest waarschijnlijke" scenario's voldoende, of zijn ook "extreme" scenario's gewenst?	Is een set klimaatscenario's zoals de KNMI'06 scenario's (die de meest waarschijnlijke klimaatverandering opspannen) voldoende, of zijn ook extremere scenario's gewenst (mogelijke scenario's met een zeer kleine kans van optreden, zoals bijvoorbeeld het "Veerman"-scenario)?
Is de kans op een scenario gewenst?	Is een uitspraak over de kans op elk afzonderlijk scenario gewenst? Voor de KNMI '06 scenario's wordt geen uitspraak gedaan over de kans op de individuele scenario's: het ene scenario is niet meer of minder waarschijnlijk dan het andere

<p>Is de kansverdeling binnen een scenario gewenst (natuurlijke variatie<sup>13</sup>)?</p>	<p>Is meer informatie over de natuurlijke variatie binnen een scenario gewenst? De KNMI '06 scenario's geven nu voor bijvoorbeeld temperatuur voor elk scenario drie getallen op de kansverdeling: de verandering van het gemiddelde, de koudste en de warmste winterdagtemperatuur (de verandering is in de figuur met pijlen aangegeven voor twee scenario's: paars en groen). De vraag is of deze drie punten op de kansverdeling voldoende zijn, of dat de hele kansverdeling gewenst is? (dus bijvoorbeeld ook informatie over de verandering in de winterdagtemperatuur die eens in de 10 jaar voorkomt of die 10 keer in het jaar voorkomt)</p> 
<p>Is informatie over de onzekerheid in de klimaatverandering gewenst, weergegeven met "probability density functions", zoals UKCP dit doet?</p>	<p>Is informatie per variabele over <i>de onzekerheid</i> in de klimaatverandering gewenst per klimaatscenario? Bijvoorbeeld wat is de mediaan (50% percentiel) van de verandering van de gemiddelde winterdagtemperatuur, en wat is het 10% en 90% percentiel van de verandering van de gemiddelde winterdagtemperatuur?</p> <p>Zie voor meer informatie over typen onzekerheden en oorzaken van onzekerheden:  <a href="http://www.knmi.nl/klimaatmaatwerk/KEW/onzekerheden/index.html">http://www.knmi.nl/klimaatmaatwerk/KEW/onzekerheden/index.html</a></p> <p>Voorbeeld van UKCP:  <a href="http://ukclimateprojections.defra.gov.uk/content/view/650/">http://ukclimateprojections.defra.gov.uk/content/view/650/</a></p>
<p>Is een mitigatiescenario gewenst?</p>	<p>Is er behoefte aan een klimaatscenario met een directe relatie met mitigatiebeleid, bijvoorbeeld de 2°C doelstelling?</p>
<p>Wat is de gewenste tijdshorizon?</p>	<p>Wat is de gewenste tijdshorizon voor klimaatinformatie? De KNMI '06 scenario's geven informatie over 2050 en 2100. Is bijvoorbeeld ook informatie over 2030 en 2200 gewenst?</p>

<sup>13</sup> Natuurlijke variatie = in een klimaat zonder invloed van de mens treedt ook variatie op ten opzichte van de "normalen", door het grillige karakter van het weer. Deze natuurlijke variatie kan worden beschreven met behulp van statistiek bijvoorbeeld: gemiddeld eens in de 10 jaar wordt een hoeveelheid van 54 mm neerslag in 24 uur overschreden in het huidige klimaat in midden Nederland.

## 2. Waterveiligheid

Dit hoofdstuk bevat de resultaten van de inventarisatie binnen de sector 'Waterveiligheid'. De mogelijke effecten van klimaatverandering op de waterveiligheid en het gebruik van klimaatinformatie voor adaptatie zijn hieronder beschreven. In de tabel zijn de wensen voor klimaatinformatie samengevat die relevant zijn voor de waterveiligheid.

De normen voor waterveiligheid en de benodigde klimaatinformatie verschillen voor de kust, voor het rivierengebied (inclusief estuaria) en voor het IJsselmeer. Daarom is in onderstaand overzicht onderscheid gemaakt tussen deze drie onderwerpen.

De gewenste klimaatinformatie voor de volgende aspecten wordt ergens anders beschreven:

- 'Kwel' is ondergebracht bij hoofdstuk 4 Landelijk gebied en Water
- 'Infrastructuur' is ondergebracht bij hoofdstuk 6 Energie, Bouw en Verkeer

### Effecten klimaatverandering

#### *Kust*

- Zeespiegelstijging vergroot de kans op overstromingen;
- Eventuele veranderingen in extreme wind kunnen de wateropzet langs de kust en golfhoogten beïnvloeden, en daarmee de kans op overstromingen;
- Zeespiegelstijging en een eventuele verandering in extreme wind kunnen de wateropzet en golfhoogten beïnvloeden en daarmee mogelijk zorgen voor een verstoring van de huidige (relatieve) balans tussen aangroei en erosie langs de kust, eilanden en kwelders (kustafslag).

#### *Rivieren en estuaria*

- Overstromingen en wateroverlast:
  - Zeespiegelstijging en hogere rivierwaterstanden door een toename van neerslag in de winter vergroten de kans op overstromingen;
  - Een toename aan neerslag in de winter kan wateroverlast door kwel vanuit rivieren en meren vergroten;
  - Een eventuele toename van droogte kan invloed hebben op de stabiliteit van veendijken.

#### *IJsselmeer*

- Een grotere afvoer van de Rijn in de winter als gevolg van toename van de neerslag in de winter, leidt tot een grotere afvoer van de IJssel naar het IJsselmeer;
- Zeespiegelstijging zal de afwatering van het IJsselmeer bemoeilijken waardoor de waterstanden op het IJsselmeer toenemen;
- Eventuele veranderingen in extreme windsnelheden kunnen effect hebben op de hoogte van golven en wateropzet. Het IJsselmeer is een snel reagerend systeem waardoor verandering van windsnelheden op de resolutie van 1 uur al van belang kunnen zijn.

### Gebruik klimaatinformatie

- Analyseren/herevalueren van de benodigde dijkhoogten en andere maatregelen tegen overstromingen langs de kust, rivieren, estuaria en het IJsselmeer, volgens de huidige normen en eventuele aangepaste normen;
- Strategische beslissingen over verbeteren van de verdediging tegen overstromingen, hoe de schade van overstromingen te beperken, wat zijn acceptabele risico's: bijvoorbeeld overloopgebieden, "ruimte voor rivieren";
- Extra monitoren en/of onderhoud/reparatie van kust, eilanden, kwelders (afslag en aangroei).

**Tabel 2.1. Wensen klimaatinformatie Waterveiligheid**

Onderwerpen	Kust	Estuaria	Rivieren	IJsselmeer
Variabelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zeespiegel langs Nederlandse kust</li> <li>- Wind (richting en snelheid m.n. op Noordzee)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zeespiegel langs Nederlandse kust</li> <li>- Wind (richting en snelheid m.n. op Noordzee)</li> <li>- Extreme neerslag in stroomgebieden rivieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zeespiegel langs Nederlandse kust</li> <li>- Wind (richting en snelheid voor wateropzet in laatste deel rivier en elders op de rivier)</li> <li>- Neerslag en verdamping in stroomgebieden rivieren inclusief Nederland<sup>14</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zeespiegel langs Nederlandse kust</li> <li>- Wind (richting en snelheid op IJsselmeer<sup>15</sup>)</li> <li>- Extreme neerslag- in stroomgebied Rijn</li> </ul>
Tijdsresolutie	Uren- dag (wind) Jaar (zeespiegel <sup>16</sup> )	Uren-dag (wind) Dag (neerslag) Jaar (zeespiegel)	Uren-dag (wind) Dag (neerslag) Jaar (zeespiegel)	Uur (wind) Uren-dag (wind) m.b.t. spuumogelijkheden) Dag (neerslag) Jaar (zeespiegel)
Ruimtelijke resolutie	Verschillen langs de kust en op Noordzee	Neerslag per deelstroomgebied van de Rijn en Maas <sup>17</sup> Verschillen langs de kust en op Noordzee (wind en zeespiegel)	Neerslag per deelstroomgebied van de Rijn en Maas <sup>17</sup> Verschillen langs de kust en op Noordzee (wind en zeespiegel)	IJsselmeer <sup>18</sup> 10-50 km
Tijdreeks gewenst?  Bij het verbeteren van tijdreeksen, prioriteit geven aan:	Ja, lange reeksen <sup>19</sup> nodig vanwege hoge normen voor waterveiligheid	Ja, lange reeksen <sup>19</sup> nodig vanwege hoge normen voor waterveiligheid	Ja, lange reeksen <sup>19</sup> nodig vanwege hoge normen voor waterveiligheid	Ja, lange reeksen <sup>19</sup> nodig vanwege hoge normen voor waterveiligheid
- <i>goede dag-op-dag variatie</i>	Ja <sup>20</sup> , wind: uur-op-uur/dag-op-dag	Ja, extreme neerslag over meerder dagen is van belang	Ja, wind: uur-op-uur/dag-op-dag extreme neerslag over meerdere dagen is van belang	Ja, wind: uur-op-uur extreme neerslag over meerdere dagen is van belang

<sup>14</sup> Naast extreem hoge afvoeren zijn met betrekking tot veendijken ook gemiddelden en extreem lage afvoeren van belang;

<sup>15</sup> Wind op 10 meter hoogte, uitgesplitst naar belangrijke windrichtingen;

<sup>16</sup> De dagelijkse gang van de zeespiegel is uiteraard ook van belang, maar wordt niet door het klimaat beïnvloed;

<sup>17</sup> Omdat er een Noord/Zuid gradiënt is in de verwachte verandering van de neerslag over Europa;

<sup>18</sup> Betrouwbare downscalingmethode om modelwind naar wind boven open water te vertalen;

<sup>19</sup> Voor waterveiligheid zijn extreme condities met herhalingstijden van 1000-10.000 jaar vereist;

<sup>20</sup> Voor windopzet en golfhoogte: zeer lange tijdreeksen (of ensembles) van windsnelheid en windrichting. De frequentie en duur van met name noordwesterstormen zijn van belang voor wateropzet langs de kust. De kans op een dubbelstorm (twee stormen kort na elkaar) is van belang omdat dit tijdens de tweede storm kan zorgen voor tegelijkertijd hoge rivierafvoeren (door veel neerslag tijdens eerste storm/depressie) en hoge wateropzet langs de kust en omdat de gevolgen van een tweede storm bij een beschadigde kustverdediging mogelijk veel groter is. Lange tijdreeksen en/of ensembles bieden nog geen garantie voor een beter inzicht ten behoeve van probabilistisch dijkontwerp, vanwege met name onzekerheden in de berekening van windopzet uit de windvelden.



Onderwerpen	Kust	Estuaria	Rivieren	IJsselmeer
- <i>goede variatie binnen het jaar (seizoenen)</i>				
- <i>goede jaar-op-jaar variatie</i>				
- <i>consistentie tussen de variabelen</i>	Ja, voor wateropzet en golfhoogte: windsnelheid en windrichting. Tussen neerslag in deelstroomgebieden en wind op Noordzee <sup>21</sup>	Ja, windsnelheid en windrichting boven zee voor wateropzet. Tussen neerslag in deelstroomgebieden en wind op Noordzee <sup>21</sup>	Ja, consistentie neerslag tussen deelstroomgebieden	Ja, windsnelheid en windrichting boven IJsselmeer voor wateropzet, rivierafvoeren en zeespiegel
- <i>voorbeeld-jaar/situatie</i>	Ja, voorbeeld van meerdaagse events met een lange herhalingsstijd	Ja, voorbeeldjaren, seizoenen of een selectie van meerdaagse events met een lange herhalingsstijd.	Ja, voorbeeld van meerdaagse events met een lange herhalingsstijd	Ja, voorbeeld van meerdaagse events met een lange herhalingsstijd
Kansuit-spraak gewenst? Voor welke variabele en periode?	Kans op extreme condities (herhalingsstijden van 1000-10.000 jaar)  Storm die eens in de 10.000 jaar voorkomt <sup>22</sup>  Wat is de kans op een bepaalde neerslagsom, inclusief onzekerheidsmarge? <sup>23</sup>	Kans op extreme condities (herhalingsstijden van 1000-10.000 jaar)  Kans op samengestelde indicator (extreme neerslag & wind etc.) boven drempel.  Kans op droogteperiodes in Nederland <sup>24</sup>	Kans op extreme condities (herhalingsstijden van 1000-10.000 jaar)  Kans op periode van extreme neerslag boven drempel.	Kans op extreme condities (herhalingsstijden van 1000-10.000 jaar)  Kans op samengestelde indicator (neerslag & wind, zeespiegel etc.) boven drempel.
Zijn "de meest waarschijnlijke" scenario's voldoende, of zijn ook "extreme" scenario's gewenst?	Beide. Een KNMI scenario passend bij commissie Veerman is wenselijk.	Beide. Een KNMI scenario passend bij commissie Veerman is wenselijk.	Beide. Een KNMI scenario passend bij commissie Veerman is wenselijk.	Beide. Een KNMI scenario passend bij commissie Veerman is wenselijk.
Is de kans op een scenario gewenst?	Ja	Ja	Ja	Ja

<sup>21</sup> Het gaat hier om wat er gebeurt als er tegelijkertijd hoog water op de rivieren optreedt en hoog water langs de kust door storm, en hoe vaak een dergelijke situatie voor kan komen;

<sup>22</sup> Momenteel wordt er voor Hoek van Holland vanuit gegaan dat een wateropzet van ongeveer +4 meter eens in de 10.000 jaar wordt overschreden op basis van statistische extrapolatie;

<sup>23</sup> Bijvoorbeeld tussen de eens in 1000 en eens in 2000 jaar in 2100 i.p.v. eens in de 1500 jaar;

<sup>24</sup> I.v.m. kans op indringing van zoutwater bij de kust en de kans op instabiliteit van veendijken.

Onderwerpen	Kust	Estuaria	Rivieren	IJsselmeer
Is de kansverdeling binnen een scenario gewenst (natuurlijke variatie)?	Ja	Ja	Ja	Ja
Is informatie over de onzekerheid in de klimaatverandering gewenst, weergegeven met "probability density functions", zoals UKCP dit doet?	Informatie over onzekerheden in de verandering gewenst.	Informatie over onzekerheden in de verandering gewenst.	Informatie over onzekerheden in de verandering gewenst.	Informatie over onzekerheden in de verandering gewenst.
Is een mitigatiescenario gewenst?	Ja, een scenario passend bij +2°C <sup>25</sup> doelstelling is wenselijk.	Ja, een scenario passend bij +2°C <sup>25</sup> doelstelling is wenselijk.	Ja, een scenario passend bij +2°C <sup>25</sup> doelstelling is wenselijk.	Ja, een scenario passend bij +2°C <sup>25</sup> doelstelling is wenselijk.
Wat is de gewenste tijdshorizon?	2050-2100 en langer	2050-2100	2050-2100	2050-2100

<sup>25</sup> De 2 °C doelstelling van de EU en NL is gedefinieerd t.o.v. het pre-industriële niveau (eind 19<sup>e</sup> eeuw), terwijl in klimaatscenario's meestal de klimaatverandering t.o.v. het klimaat rond 1990 wordt gegeven.

### 3. Stad en Water

Dit hoofdstuk bevat de resultaten van de inventarisatie binnen de sector 'Stad en Water'. De mogelijke effecten van klimaatverandering op het gebied van water in de stad en het gebruik van klimaatinformatie voor adaptatie zijn hieronder beschreven. In de tabel zijn de wensen met betrekking tot klimaatinformatie samengevat die relevant zijn voor water in de stad.

In een stad kan zowel wateroverlast als watertekort problemen opleveren, daarnaast is waterkwaliteit ook van belang. Deze drie onderwerpen vragen (soms) om informatie over verschillende klimaatvariabelen. Daarom is in het onderstaand overzicht onderscheid gemaakt tussen deze drie onderwerpen.

De gewenste klimaatinformatie voor de volgende aspecten wordt ergens anders beschreven:

- 'Waterveiligheid' is ondergebracht bij hoofdstuk 2 Waterveiligheid;
- De aspecten van watertekort die meer aan het landelijk gebied gerelateerd zijn, zijn ondergebracht bij hoofdstuk 4 Landelijk gebied en Water;
- 'Hitte in de stad' is ondergebracht bij hoofdstuk 7 Gezondheid en Recreatie.

#### Effecten klimaatverandering

##### *Wateroverlast*

- Een toename in extreme neerslag kan leiden tot het vaker overstromen van straten, kelders en tot een toename van het aantal overstorten;
- Wateroverlast in steden kan ook optreden door overstromingen vanuit zee, uit rivieren of meren door stormen en/of hevige en langdurige neerslag;
- Vaker water op straat kan problemen voor de gezondheid opleveren, maar ook schade aan huizen, verkeershinder.

##### *Watertekort*

De mogelijke toename van droogte in de zomer kan een negatief effect hebben op de groei van de vegetatie in de stad en de beschikbare hoeveelheid drinkwater van voldoende kwaliteit. Door hogere temperaturen kan de vraag naar de hoeveelheid drinkwater ook wat toenemen.

- Eventuele toename van droogte kan leiden tot lagere grondwaterstanden in de steden met gevolgen voor de stabiliteit van huizen (aantasting heipalen) en infrastructuur in veenweidegebieden en de drinkwaterwinning;
- Eventuele toename van de lengte van droogteperioden kan leiden tot meer afzetting van vuil in rioleringen, en kan daarmee het functioneren van rioleringen beïnvloeden;
- Bij eventuele toename van droogte kan het waterniveau in grachten, vijvers, etc. dalen.

##### *Waterkwaliteit*

- De stijging van temperatuur en verandering in neerslag kan de waterkwaliteit in o.a. zee, meren, rivieren, grachten, vijvers veranderen (toename van blauwalgen, botulisme, mogelijk hogere concentratie van kwalijke stoffen bij droogte, meer uitspoeling van nutriënten bij extreme neerslag, meer overstorten van de riolering bij extreme neerslag) met o.a. gevolgen voor de kwaliteit van zwembadwater, drinkwater en ecosystemen;
- Als gevolg van zeespiegelstijging kan zout water indringen in duingebieden die ook gebruikt worden voor drinkwaterwinning;
- Door zeespiegelstijging en lagere rivierafvoeren in de zomer kan zout water via de waterlopen dieper het land indringen (zouttongen). Door zeespiegelstijging kan zout water ook via de ondergrond dieper het land indringen (kwel<sup>26</sup>).

#### Gebruik klimaatinformatie

- Analyses van- en eventuele aanpassingen aan de capaciteit van het watersysteem in de stad (rioleringsstelsels voor ondergrondse snelle afvoer en bovengrondse berging en afvoer);
- Analyse/herooverweging invoeren gescheiden systemen voor drinkwater en ander gebruik, gebruik nieuwe technieken, al dan niet versneld afkoppelen van regenwater;
- Analyse effect op de waterkwaliteit (onder andere drinkwater) en strategische beslissingen over nieuwe technieken, aantal drinkwater zuiveringsinstallaties, etc.

---

<sup>26</sup> Zoute kwel kan worden tegengegaan door doorspoeling met zoet water (indien voldoende beschikbaar). Toename van zoute kwel door zeespiegelstijging treedt slechts in een smalle strook langs de kust op.

**Tabel 3.1. Wensen klimaatinformatie Stad en Water**

Onderwerpen	Wateroverlast	Watertekort	Waterkwaliteit
Variabelen	- Extreme neerslag	- Neerslag (eigenlijk droogte) - Potentiële verdamping	- (Water)temperatuur, m.n. hoge temperaturen - Luchtvochtigheid (m.b.t. Legionella) - UV straling - Straling/bewolking - Neerslag (o.a. extreme i.v.m. kans op riooloverstorten, uitspoeling nutriënten) - Potentiële verdamping - Bodemtemperatuur (i.v.m. drink-waterleidingen)
Tijdsresolutie	10 minuten - uur, met name vraag naar 10 minuten data	Dag (om watertekort en ontwikkeling daarvan te berekenen)	Dag Uur (Extreme neerslag)
Ruimtelijke resolutie <sup>27</sup>	Hoog (liefst gedetailleerder dan 1 bij 1 km)	10 bij 10 km <sup>28</sup>	Hoog (liefst gedetailleerder dan 1 bij 1 km)
Tijdreeks gewenst? Bij het verbeteren van tijdreeksen, prioriteit geven aan:	Ja, maar korte tijdreeksen	Ja, langere tijdreeksen om effecten van droogte te bepalen	Ja
- <i>goede dag-op-dag variatie</i>	Ja, en een goede verdeling over de dag van de neerslag		Ja
- <i>goede variatie binnen het jaar (seizoenen)</i>		Ja (i.v.m. lengte droogteperioden)	Ja
- <i>goede jaar-op-jaar variatie</i>			Ja
- <i>consistentie tussen de variabelen</i>		Ja	Ja, tussen de verschillende klimaatvariabelen en tussen verschillende gebieden
- <i>voorbeeldjaar/situatie</i>	Ja, voorbeeldsituaties met bepaalde herhalingstijden	Ja, bijvoorbeeld droogte 1976 en 2003, 2005 & voorbeeldjaar dat verschillende extremen bevat	Ja

<sup>27</sup> Gewenste ruimtelijke resolutie het hoogst bij wateroverlast in de stad. Ook omvang van extreme buien van belang en eventuele veranderingen daarin;

<sup>28</sup> Droogte treedt meestal in een groter gebied tegelijkertijd op. De benodigde ruimtelijke resolutie is lager dan bij extreme neerslag.

Onderwerpen	Wateroverlast	Watertekort	Waterkwaliteit
Kansuitspraak gewenst? Voor welke variabele en periode?	Kans op extreme buien (die in 10 min. vallen) <sup>29</sup>	Kans op een droge periode van 2-3 weken of langer	Kans op tegelijkertijd optreden van bijvoorbeeld temperatuur & neerslag boven bepaalde drempels
Zijn "de meest waarschijnlijke" scenario's voldoende, of zijn ook "extreme" scenario's gewenst?	Voor IenM (voormalig VROM) is ook een extreem scenario gewenst, voor andere partijen zijn de meest waarschijnlijke scenario's voldoende	Voor IenM (voormalig VROM) is ook een extreem scenario gewenst, voor andere partijen zijn de meest waarschijnlijke scenario's voldoende	Voor IenM (voormalig VROM) is ook een extreem scenario gewenst, voor andere partijen zijn de meest waarschijnlijke scenario's voldoende
Is de kans op een scenario gewenst?	Ja	Ja	Ja
Is de kansverdeling binnen een scenario gewenst (natuurlijke variatie)?	Ja	Ja (kwalitatief is voldoende: de kans is groot/klein dat het droger wordt)	Ja
Is informatie over de onzekerheid in de klimaatverandering gewenst, weergegeven met "probability density functions", zoals UKCP dit doet?	Nee	Nee	Nee
Is een mitigatiescenario gewenst?	Voor IenM (voormalig VROM) wel, voor andere partijen niet nodig	Voor IenM (voormalig VROM) wel, voor andere partijen niet nodig	Voor IenM (voormalig VROM) wel, voor andere partijen niet nodig
Wat is de gewenste tijdshorizon?	2050-2100, de trend naar 2100	2020-2050	2030 <sup>30</sup> -2050-2100

<sup>29</sup> De sector discussieert nog over de maatgevende bui waarbij een riolering aangepast zou moeten worden ~ 50 mm/uur. De gezondheidssector stelt een andere grens aan een acceptabele hoeveelheid water op straat dan de rioleringssector. Dus de definitie van "de extreme bui die voor overlast zorgt" verschilt per sector. In ieder geval van belang: de uurlijkse/10 min. neerslag die eens in het jaar/10/100 jaar wordt overschreden;

<sup>30</sup> In verband met de Kader Richtlijn Water is behoefte aan informatie voor de tijdshorizon 2027/2030.

## 4. Landelijk gebied en Water

Dit hoofdstuk bevat de resultaten van de inventarisatie binnen de sector 'Landelijk gebied en Water'. De mogelijke effecten van klimaatverandering op het gebied van water in het landelijk gebied en het gebruik van klimaatinformatie voor adaptatie zijn hieronder beschreven. In de tabel zijn de wensen met betrekking tot klimaatinformatie samengevat die relevant zijn voor waterbeheer in het landelijk gebied.

In het landelijk gebied kan zowel wateroverlast als watertekort problemen opleveren, en dit levert regelmatig andere problemen op dan in een stad. Daarnaast is waterkwaliteit van belang, maar de problemen en de benodigde klimaatinformatie verschillen niet erg van die voor de stad. Daarom is in onderstaand overzicht onderscheid gemaakt tussen watertekort en wateroverlast.

De gewenste klimaatinformatie voor de volgende aspecten wordt ergens anders beschreven:

- 'Overstromingen' zijn ondergebracht bij hoofdstuk 2 Waterveiligheid;
- 'Waterkwaliteit' is ondergebracht bij hoofdstuk 3 Stad en Water;
- De aspecten van watertekort die meer aan de stad gerelateerd zijn, zijn ondergebracht bij hoofdstuk 3 Stad en Water.

### Effecten klimaatverandering

#### *Wateroverlast*

- Zeespiegelstijging en hogere grondwaterstanden en rivierafvoeren door een toename van neerslag in de winter vergroten de kans op overstromingen en wateroverlast;
- Een toename aan neerslag in de winter kan wateroverlast door kwel vergroten als het waterpeil in rivieren en meren langdurig hoger is;
- Toename van extreme neerslag kan leiden tot plaatselijke wateroverlast en schade in landbouw, veranderingen in ecosystemen, etc.

#### *Watertekort*

- Eventueel minder neerslag, lagere rivierafvoeren en meer verdamping kunnen in de zomer tot watertekort leiden met gevolgen voor nutsvoorzieningen (bijvoorbeeld koelwatervoorziening), landbouwproductie, natuur etc.<sup>31</sup>;
- Lagere grondwaterstanden kunnen in veenweidegebieden tot inklinking en tot verzakking van veenkades/dijken leiden en problemen geven met funderingen en bouwconstructies.

### Gebruik klimaatinformatie

- Analyse van effecten van klimaatverandering op ecosystemen, landbouw, watersystemen, etc. en mogelijke adaptatiemaatregelen;
- Strategische beslissingen/wijziging beleid m.b.t. peilbeheer, beperken van wateroverlast, aanpassen ruimtelijke ordening om wateroverlast te beperken ("ruimte voor de rivieren", overloopgebieden) of migratie van soorten te bevorderen, behouden voldoende waterkwaliteit, voorraadberging van water om langdurig droge perioden door te komen, etc.

---

<sup>31</sup> De zoetwaterhuishouding in Nederland wordt voor een groot deel door de Haringvlietsluizen en de Afsluitdijk gestuurd. Met behulp van pompen en gemalen kan een groot deel van Nederland voorzien worden van water uit de Rijn (via het IJsselmeer). Door klimaatverandering is deze hoeveelheid bij extreme droogte mogelijk niet meer voldoende en zal hiernaast ook gebiedseigen water vastgehouden moeten worden. Watertekort levert problemen op in zeer veel verschillende sectoren. De landelijke verdringingsreeks bepaalt de verdeling van het beschikbare Rijkswater in tijden van watertekort: [www.verkeerenwaterstaat.nl/onderwerpen/water/droogte/\\_verdringingsreeks/](http://www.verkeerenwaterstaat.nl/onderwerpen/water/droogte/_verdringingsreeks/).

**Tabel 4.1. Wensen klimaatinformatie Landelijk gebied en Water**

Onderwerpen	Wateroverlast	Watertekort
Wens in het kort	- Neerslag en potentiële verdamping <sup>32</sup> in stroomgebieden rivieren inclusief Nederland - Zeespiegel langs Nederlandse kust	- Neerslag en potentiële verdamping <sup>30</sup> in stroomgebieden rivieren inclusief Nederland - Zeespiegel langs Nederlandse kust
Tijdsresolutie	Uur (extreme neerslag) Dag (neerslag en verdamping) Jaar (zeespiegelstijging)	Dag (neerslag en verdamping) Jaar (zeespiegelstijging)
Ruimtelijke resolutie	Neerslag per deelstroomgebied van de Rijn en Maas & regionale verschillen <sup>33</sup> Verschillen langs de kust (zeespiegel)	Neerslag per deelstroomgebied van de Rijn en Maas & regionale verschillen <sup>31</sup> Verschillen langs de kust (zeespiegel)
Tijdreeks gewenst?	Ja	Ja
Bij het verbeteren van tijdreeksen, prioriteit geven aan:		
- <i>goede dag-op-dag variatie</i>	Ja	Ja
- <i>goede variatie binnen het jaar (seizoenen)</i>		Ja, duur droogteperiode en moment in jaar waarop droogte optreedt
- <i>goede jaar-op-jaar variatie</i>		Ja <sup>34</sup>
- <i>consistentie tussen de variabelen</i>	Ja	Ja
- <i>voorbeeldjaar/ situatie</i>	Ja	Ja, bijvoorbeeld droogte 1976 en 2003 <sup>35</sup>

<sup>32</sup> Voor het Deltamodel, onderdeel van het Deltaprogramma, zijn tot nu toe gegevens over neerslag, temperatuur en potentiële verdamping opgevraagd. Ook zeespiegelstijging, straling, zonneschijnduur, luchtvochtigheid, windsnelheid, luchtdruk en afvoer (ook getijkrommes) zijn tijdens de inventarisatie als relevant voor watertekort en watertemperatuur aangegeven;

<sup>33</sup> Binnen het Deltamodel, onderdeel van Deltaprogramma, wordt gevraagd om een vergrid databestand van 1 bij 1 km voor Nederland. Echter het aantal gebruikte stations voor dit bestand is beperkt, waardoor bepaalde ruimtelijke verschillen die er in werkelijkheid wel zijn, niet in het databestand zijn terug te vinden;

<sup>34</sup> Twee extreem natte/droge jaren in 10 jaar die elkaar opvolgen hebben meestal meer effect op ecosystemen of de rentabiliteit van een boerenbedrijf dan twee extreem natte/droge jaren die door enkele meer gemiddelde jaren zijn gescheiden.

<sup>35</sup> Bijvoorbeeld gebruikt binnen de Droogtestudie (Beersma et al., Droog, droger, droogst - KNMI/RIZA bijdrage aan de tweede fase van de Droogtestudie Nederland. KNMI-publicatie: PUBL-199-II, ISBN 90-369-2260-7, 8/2004). [www.knmi.nl/publications/fulltexts/publ\\_199ii\\_fase2\\_copy1.pdf](http://www.knmi.nl/publications/fulltexts/publ_199ii_fase2_copy1.pdf).

Onderwerpen	Wateroverlast	Watertekort
Kansuitspraak gewenst? Voor welke variabele en periode?	Kans op periode met veel en langdurige neerslag met betrekking tot overschrijden kritieke grondwaterstand.  Samengestelde kansen (bijvoorbeeld afvoer en hoge wateropzet langs de kust)	Samengestelde kansen (bijvoorbeeld lage rivierafvoeren + hoge verdamping en weinig neerslag in Nederland), bijvoorbeeld eens in de 10 jaar of langer  Kans op overschrijden bepaald neerslagtekort  Kans een droog jaar na een droog jaar
Zijn "de meest waarschijnlijke" scenario's voldoende, of zijn ook "extreme" scenario's gewenst?	Liefst ook extreme scenario's, maar in ieder geval ook een "meest waarschijnlijke" range	Liefst ook extreme scenario's, maar in ieder geval ook een "meest waarschijnlijke" range
Is de kans op een scenario gewenst?	Ja	Ja
Is de kansverdeling binnen een scenario gewenst (natuurlijke variatie)?	Ja	Ja
Is informatie over de onzekerheid in de klimaatverandering gewenst, weergegeven met "probability density functions", zoals UKCP dit doet?	Ja, optie	Ja, optie
Is een mitigatiescenario gewenst?	Ja, optie	Ja, optie
Wat is de gewenste tijdshorizon?	2030-2050-2100	2030 <sup>36</sup> -2050-2100

<sup>36</sup> De tijdshorizon 2030 is vooral vanuit de sector landbouw gewenst.



## 5. Landbouw en Natuur

Dit hoofdstuk bevat de resultaten van de inventarisatie binnen de sector 'Landbouw en Natuur'. De mogelijke effecten van klimaatverandering op het gebied van landbouw en natuur en het gebruik van klimaatinformatie voor adaptatie zijn hieronder beschreven. In de tabel zijn de wensen voor klimaatinformatie samengevat die relevant zijn voor landbouw en natuur.

Klimaatverandering heeft op allerlei aspecten van landbouw en natuur invloed. Deze zijn hieronder beschreven.

De gewenste klimaatinformatie voor de volgende aspecten wordt ergens anders beschreven:

- 'Overstromingen' zijn ondergebracht bij hoofdstuk 2 Waterveiligheid;
- 'Waterkwaliteit' is ondergebracht bij hoofdstuk 3 Stad en Water;
- 'Watertekort' is ondergebracht bij hoofdstuk 3 Stad en Water en 4 Landelijk gebied en Water;
- 'Ziekten en plagen' zijn ondergebracht bij hoofdstuk 7 Gezondheid en Recreatie;
- 'Luchtkwaliteit' is ondergebracht bij hoofdstuk 7 Gezondheid en Recreatie;
- 'Voedsel gebonden ziekten' zijn ondergebracht bij hoofdstuk 7 Gezondheid en Recreatie.

### Effecten Klimaatverandering

*Veranderingen in plantaardige en dierlijke productie en in natuur*

- Verhoging van CO<sub>2</sub> concentratie leidt bij veel planten tot potentieel verhoogde biomassa-productie. Bij een hogere CO<sub>2</sub> concentratie hoeven de huidmondjes niet zo ver open, waardoor de plant minder vocht verliest. In natuurlijke systemen is er minder kans op een toename van de productie, omdat hier vaker andere omstandigheden beperkend zijn zoals nutriënten, watervoorziening, ziekten en plagen (die in de landbouw vaak gereguleerd worden).
- Bij hogere temperaturen zal de natuurlijke soortensamenstelling veranderen en zullen arealen verschuiven doordat:
  - Bepaalde soorten bij hogere temperaturen beter gedijen dan andere soorten<sup>37</sup>;
  - Soorten zich gaan verplaatsen naar arealen met voor hen optimalere omstandigheden. Soorten met beperkte verplaatsingsmogelijkheden zullen eerder uitsterven/zeldzamer worden, zoals hoogveen en heideveensoorten;
  - Soorten het moeilijk krijgen doordat ze afhankelijk zijn van andere soorten die niet meer of elders voorkomen of waarvan het ontwikkelingsstadium anders is opgeschoven: bijvoorbeeld als het uitkomen van de jongen niet meer snel gevolgd wordt door de grootste piek van het voedselaanbod.
- Andere effecten van hogere temperaturen:
  - De ontwikkeling van veel (landbouw)planten gaat sneller waardoor de productie toe kan nemen (door langer groeiseizoen of hogere productie per dag) of juist kan afnemen (door korter groeiseizoen). Boven een bepaalde maximum temperatuur (verschilt per soort) zal de productie afnemen;
  - Sommige soorten verschijnen eerder in het seizoen of komen eerder tot ontwikkeling, wat een langere periode van voorkomen/ groeiseizoen tot gevolg kan hebben;
  - Hogere potentiële evapotranspiratie, waardoor meer water nodig is;
  - Kans op hittestress bij dieren en planten;
  - Beïnvloeding kwaliteit producten.
- Mogelijke effecten van een verandering in neerslag:
  - Eventuele kans op toename droogte, minder wateraanvoer en lagere grondwaterstanden: Watertekorten kunnen leiden tot overgang op andere landbouwgewassen of een andere soortensamenstelling in de natuur. Bij minder wateraanvoer en/of lage grondwaterstanden is minder berekening mogelijk, of er moet voor extra wateropslag gezorgd worden. Bij droogte is er meer kans op bosbranden;
  - Toename van neerslag in de winter kan bij bepaalde planten schade veroorzaken;
  - (Eventueel) meer regenval in het voorjaar en het najaar kan problemen geven bij de grondbewerking, het zaaien en planten, en het oogsten (berijdbaarheid van land wordt beperkt, de kans op schimmelinfecties, etc. neemt toe, meer vervuiling van oogstproduct door aanhangende aarde);

---

<sup>37</sup> Algemene soorten passen zich makkelijker aan. Het verwachte effect is een afname van de biodiversiteit en het versneld uitsterven van bedreigde soorten.

- Extremere neerslag kan leiden tot schade aan planten, tijdelijke wateroverlast door beperkte infiltratiecapaciteit van de bodem en overstromingen. Drassige weilanden kunnen gezondheidsproblemen bij vee veroorzaken;
- Eventuele toename van hagel, onweer en windstoten kunnen planten beschadigen.
- Veranderingen in temperatuur en neerslag beïnvloeden emissie van NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>. Bij lagere temperaturen is vervluchtiging van N uit mest lager, bij hogere regenval is de kans op uitspoeling van N vanuit mest hoger;
- Een verandering in luchtkwaliteit is van invloed op het welzijn van dieren;
- De stijging van temperatuur en een verandering in neerslag kunnen de waterkwaliteit in o.a. zee, meren, rivieren en drinkwaterleidingen veranderen (toename van blauwalgen, botulisme, mogelijke concentratie van kwalijke stoffen bij droogte, meer uitspoeling van nutriënten bij extreme neerslag, meer overstorten bij extreme neerslag) met onder andere gevolgen voor ecosystemen. Ook zal de vraag naar water voor irrigatie in de landbouw en voor besproeien van tuinen kunnen toenemen (onttrekkingen aan het grondwater);
- Een verandering in bewolgingsgraad/straling beïnvloedt de maximale gewasproductie;
- Wind en luchtvochtigheid beïnvloeden de warmteafgifte aan de omgeving en daardoor indirect de waterbehoefte en de hoeveelheid waterstress die planten ondervinden. Daarnaast heeft de luchtvochtigheid invloed op de uiteindelijke vochtigheidsgraad van oogstproducten;
- Door zeespiegelstijging en lagere afvoeren in de zomer kan zout water via de waterlopen dieper het land indringen (zouttongen). Door zeespiegelstijging dringt zout water ook via de ondergrond dieper het land in (kwel). De indringing van zout water beïnvloedt de landbouwopbrengsten en de gewas- en soortensamenstelling in landbouw en natuur;
- Door zeespiegelstijging neemt de 'zandhonger' in kwelders en wadden toe, waardoor de plaatselijke ecosystemen veranderen;
- De combinatie van zeespiegelstijging en veranderingen in de afvoer van rivieren, kan leiden tot veranderingen in stroomsnelheden, erosie, depositiesnelheden, waterdiepte, zoet-zout gradiënt. Dit kan leiden tot veranderingen in voedselaanbod in en bij rivieren, meren en de kust, en daardoor tot veranderingen in soortensamenstelling/verandering ecosystemen. In laaggelegen gebieden neemt ook de kans op overstromingen toe.

#### **Gebruik klimaatinformatie**

- Bij analyses over veranderingen in productiepotentieel, mogelijkheden voor andere gewassen/rassen, veranderingen in leefgebieden/geschikte productielocaties, ecosystemen, kans op uitsterven van soorten, berekenen van mogelijke kusterosie/aangroei, kans op overstromingen (m.b.t. bijvoorbeeld verzekeringsmogelijkheden);
- Versneld invoeren van EHS, aanpassen EHS, maatregelen om op specifieke plaatsen de fragmentatie van het landschap te verminderen;
- Beleid gericht op risicospreiding en verhogen van de veerkracht door verhogen van genetische- en soortendiversiteit;
- Beleid/voorlichting gericht op acceptatie van zekere veranderingen in soortensamenstelling en waardering voor 'nieuwe' natuurwaarden;
- Beleid voor flexibel waterpeilbeheer (o.a. spuiregimes aanpassen voor de zoet-zout gradiënt, grondwaterstand) en optimaliseren van waterretentie in stroomgebieden, aanleg waterbekkens, ruimte voor water, dijkverzwaring, aanpassen visquota.

Tabel 5.1. Wensen klimaatinformatie Landbouw en Natuur

Onderwerpen	Veranderingen in plantaardige productie en natuur (flora)	Veranderingen in dierlijke productie en natuur (fauna)
Variabelen	Gemiddelde en extremen van: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bodem- en watertemperatuur<sup>38</sup></li> <li>- Minimum en maximum temperatuur</li> <li>- Potentiële verdamping<sup>39</sup></li> <li>- Windsnelheid en richting<sup>40</sup></li> <li>- Rel. vochtigheid</li> <li>- Straling</li> <li>- Neerslag</li> <li>- CO2-concentratie</li> <li>- Waterkwaliteit</li> <li>- Zeespiegel (verzilting)</li> </ul> <i>I.v.m. schade, wateroverlast en droogte:</i> Extremen in temperatuur, neerslag, wind, ijzel, hagel en droogte	Gemiddelde en extremen van: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimum en maximum temperatuur</li> <li>- Windsnelheid en richting</li> <li>- Rel. vochtigheid</li> <li>- Straling</li> <li>- Neerslag</li> <li>- Waterkwaliteit</li> <li>- Zeespiegel (verzilting)</li> </ul> <i>I.v.m. schade, wateroverlast en droogte:</i> Extremen in temperatuur, neerslag, wind, ijzel, hagel en droogte
Tijdsresolutie <sup>41</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uur (extreme buien, extreme wind)</li> <li>- Dag (voor meeste variabelen)</li> <li>- Groeiseizoen (bijvoorbeeld de gemiddelde temperatuur per groeiseizoen voor ecosystemen)</li> <li>- Maand/jaar<sup>42</sup> (voor ecosystemen en beleid)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uur (extreme buien, extreme wind)</li> <li>- Dag (voor meeste variabelen)</li> <li>- Groeiseizoen (bijvoorbeeld de gemiddelde temperatuur per groeiseizoen voor ecosystemen)</li> <li>- Maand/jaar<sup>42</sup> (voor ecosystemen en beleid)</li> </ul>
Ruimtelijke resolutie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variatie binnen Nederland, minimaal Noordzee en Rijnstroomgebied en kust/binnenland voor wind.</li> <li>- Europees/mondiaal (i.v.m. concurrentiepositie voor landbouw, of migratie van soorten voor natuur)<sup>43</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variatie binnen Nederland, minimaal Noordzee en Rijnstroomgebied en kust/binnenland voor wind.</li> <li>- Europees/mondiaal (i.v.m. concurrentiepositie voor landbouw, of migratie van soorten voor natuur)<sup>43</sup></li> </ul>
Tijdreeks gewenst?	Ja	Ja
Bij het verbeteren van tijdreeksen, prioriteit geven aan:		
- <i>goede dag-op-dag variatie</i>	Ja is vrij belangrijk, ook de duur van (extreme) perioden is van belang	Ja is vrij belangrijk, ook de duur van (extreme) perioden is van belang
- <i>goede variatie binnen het jaar (seizoenen)</i>	Ja	Ja
- <i>goede jaar-op-jaar variatie</i>	Ja, erg belangrijk	Ja, erg belangrijk

<sup>38</sup> Bodemtemperatuur voor grondwaterkwaliteiten processen en leven in de bodem;

<sup>39</sup> Verdamping wordt gevraagd, of anders de variabelen om verdamping te bepalen. KNMI gebruikt meestal Makkink om de potentiële verdamping te berekenen, maar voor onderzoek naar klimaatverandering is het mogelijk beter om Penman-Monteith te gebruiken. Daarvoor is informatie over temperatuur, straling, luchtvochtigheid en wind nodig;

<sup>40</sup> Wind o.a. voor windworp in bosbouw, verspreiding van luizen en andere plagen, waterkwaliteit;

<sup>41</sup> Consistentie/balans tussen ruimte- en tijdsresolutie is belangrijk;

<sup>42</sup> Voor ecosystemen gebruikt men vaak maand/jaargemiddelden omdat men minder kennis heeft over de gedetailleerde invloed van klimaat op allerlei soorten. Ook voor beleid is het handig om jaargemiddelden van o.a. temperatuur en neerslag te krijgen, omdat dit de vergelijking met internationale gegevens makkelijker maakt.

<sup>43</sup> Het gaat niet om het leveren van mondiale data door het KNMI, maar wel om goede aansluiting met internationale data of uitleg over overeenkomsten en verschillen.

Onderwerpen	Veranderingen in plantaardige productie en natuur (flora)	Veranderingen in dierlijke productie en natuur (fauna)
- <i>consistentie tussen de variabelen</i>	Ja, liefst per dag, maar voor iets langere perioden (week, maand) ook vaak goed. Erg belangrijk voor veel variabelen (o.a. luchtvochtigheid en temperatuur, wind en windrichting)	Ja, liefst per dag, maar voor iets langere perioden (week, maand) ook vaak goed. Erg belangrijk voor veel variabelen (o.a. luchtvochtigheid en temperatuur, wind en windrichting)
- <i>voorbeeldjaar/ situatie</i>	Maar tijdreeksen zijn belangrijker. Ja, Daggegevens met gemiddelde en extreme regenval (kans op verdroging van natte gebieden) & voor doorrekenen invloed variabiliteit tussen jaren en invloed uitzonderlijke situaties.	Maar tijdreeksen zijn belangrijker. Ja, Daggegevens met gemiddelde en extreme regenval (kans op overstromingen langs rivieren) & voor doorrekenen invloed variabiliteit tussen jaren en invloed uitzonderlijke situaties.
Kansuitspraak gewenst? Voor welke variabele en periode?	Kans op extremen die schade veroorzaken (o.a. hagel, extreme neerslag, droogte: tijdstip in het jaar erg belangrijk). Kans op extreme jaren, droge zomers/milde winters/nachtvorst in het voorjaar.	Kans op extreme jaren, droge zomers/milde winters.
Zijn "de meest waarschijnlijke" scenario's voldoende, of zijn ook "extreme" scenario's gewenst?	Alleen m.b.t. zeespiegelstijging/ waterveiligheid is ook een extreem scenario gewenst	Alleen m.b.t. zeespiegelstijging/ waterveiligheid is ook een extreem scenario gewenst
Is de kans op een scenario gewenst?	Niet noodzakelijk	Niet noodzakelijk
Is de kansverdeling binnen een scenario gewenst (natuurlijke variatie)?	Ja	Ja
Is informatie over de onzekerheid in de klimaatverandering gewenst, weergegeven met "probability density functions", zoals UKCP dit doet?	Voor beleid te ingewikkeld. Mogelijk wel voor wetenschappelijke analyses.	Voor beleid te ingewikkeld. Mogelijk wel voor wetenschappelijke analyses.
Is een mitigatiescenario gewenst?	Niet nodig	Niet nodig
Wat is de gewenste tijdshorizon?	2030, 2050 en 2100 <sup>44</sup>	2030, 2050 en 2100 <sup>44</sup>

<sup>44</sup> Ook de trend in de verandering naar 2030, 2050, 2100 is relevant. Is deze lineair, eerst langzaam dan versneld of meteen snel?

## 6. Energie, Bouw en Verkeer

Dit hoofdstuk bevat de resultaten van de inventarisatie binnen de sectoren 'Energie, Bouw en Verkeer'. De mogelijke effecten van klimaatverandering op het gebied van energie, bouw en verkeer en het gebruik van klimaatinformatie voor adaptatie zijn hieronder beschreven. In de tabel zijn de wensen voor klimaatinformatie samengevat die relevant zijn.

De gewenste klimaatinformatie voor de volgende aspecten wordt ergens anders beschreven:

- 'Overstromingen' zijn ondergebracht bij hoofdstuk 2 Waterveiligheid;
- 'Waterkwaliteit' is ondergebracht bij hoofdstuk 3 Stad en Water;
- 'Wateroverlast' is ondergebracht bij hoofdstuk 3 Stad en Water en hoofdstuk 4 Landelijk gebied en Water;
- 'Biomassaproductie' is ondergebracht bij hoofdstuk 5 Landbouw en Natuur;
- 'Luchtkwaliteit' is ondergebracht bij hoofdstuk 7 Gezondheid en Recreatie.

### Effecten klimaatverandering<sup>45</sup>

#### Energie

- *Energieverbruik:*
  - Een verhoging van de temperatuur zal in de winter leiden tot minder energieverbruik voor verwarming, en in de zomer mogelijk tot meer energieverbruik voor verkoeling;
  - Door mondiale klimaatveranderingen verschuiven mogelijk vakantie-bestemmingen en het daaraan gerelateerde energieverbruik door vlieg- en wegverkeer;
  - Extremen in temperatuur zorgen voor piekbelastingen van energiecentrales.
- *Energieproductie:*
  - Hogere watertemperaturen en veranderingen in rivierafvoeren zijn van invloed op de hoeveelheid beschikbaar koelwater voor energiecentrales;
  - Extremen in temperatuur, neerslag, wind, ijzel, etc. kunnen invloed hebben op het functioneren van energiecentrales en of de distributie van energie;
  - Stijging van temperatuur en CO<sub>2</sub>-gehalte kan leiden tot een hoger potentieel voor biomassaproductie<sup>46</sup> in Nederland, mits de watervoorziening voor gewassen voldoende is. Mogelijk worden de zomers in Nederland echter droger. Door klimaatverandering kunnen bepaalde ziekten en plagen meer of minder optreden. Ook extremere neerslag kan biomassaproductie negatief beïnvloeden;
  - Veranderingen in straling/bewolking kunnen leiden tot veranderingen in de opbrengsten uit zonne-energie;
  - In windrichting en windsterkte worden geen veranderingen verwacht, dus ook geen duidelijke verandering in de mogelijkheden voor windenergieproductie.

#### Bouw

- *Bouw-infrastructuur (locatie, inrichting wijken en constructie gebouwen):*
  - Zeespiegelstijging, hogere rivierafvoeren en extreme neerslag zijn van invloed op de geschiktheid van bouwlocaties;
  - Door meer extreme neerslag en hogere temperaturen moet de inrichting van de bebouwde omgeving mogelijk aangepast worden in verband met wateroverlast, watertekort, hittestress;
  - Het vaker voorkomen van hoge (of lage) temperaturen, extreme wind, etc. kan invloed hebben op het functioneren van bepaalde onderdelen van de infrastructuur (bijvoorbeeld bruggen);
  - Veranderingen in neerslag (regen/sneeuw), straling, temperatuur, luchtkwaliteit hebben mogelijk consequenties voor de constructienormen voor nieuwbouw (met betrekking tot waterafvoer, windbelasting, sneeuwdek, isolatie).
- *Energieprestatie:* Een verhoogd energieverbruik in de zomer (voor koeling) in combinatie met mitigatiemaatregelen vragen om een betere energieprestatie in de bouw (isolatie en oriëntatie van woning/gebouw, efficiëntere installaties voor verwarming en ventilatie, duurzame energie).

---

<sup>45</sup> Voor een gedetailleerde beschrijving van klimateffecten op nationale netwerken zoals (water)wegen, spoor, elektriciteit, waterafvoer, ict zie: "Klimaatbestendigheid van de nationale netwerken", PBL/Grontmij, 17 december 2009;

<sup>46</sup> Onder biomassa worden gewassen verstaan, die speciaal voor energievoorziening worden geteeld, maar ook afvalstromen uit de landbouw, veeteelt, industrie en huishoudens die hun oorsprong vinden in plantaardige of dierlijke grondstoffen.

### *Verkeer (weg/vlieg/trein/scheepvaart)*

- *Transport:*
  - Door mondiale klimaatveranderingen verschuiven mogelijk vakantiebestemmingen en (landbouw)productiegebieden en het daaraan gerelateerde vlieg- en wegverkeer;
  - Veranderingen in temperatuur, neerslag en wind veranderen in bepaalde gevallen de keus voor een bepaald vervoermiddel.
- *Infrastructuur (locatie, capaciteit en technologie):*
  - Door de stijging van de temperatuur is er minder kans op gladheid op wegen en op ijs in de grote rivieren in en naar Nederland. Door veranderingen in het voorkomen van zeeijs kunnen internationale vaarroutes meer of minder gevaarlijk worden. Hoge temperaturen kunnen een negatieve invloed hebben op de kwaliteit en de levensduur van rails/ het wegdek/ de startbaan/ vervoersmiddelen;
  - Een toename in regenvalintensiteit kan zorgen voor gevaarlijkere situaties in het weg- en vliegverkeer (en startbanen) en kan de capaciteit van wegen en vliegverkeer sterk verminderen. Extreem veel of juist weinig neerslag kan het spoor/wegen/tunnels/startbanen doen verzakken of tijdelijk onbruikbaar maken. Extreme neerslag kan ook de kwaliteit en de levensduur van rails/ het wegdek/ de startbaan/ vervoersmiddelen negatief beïnvloeden;
  - Een toename van neerslagintensiteit kan erosie in de bovenlopen van rivieren vergroten. Het erosiemateriaal kan door de stijging van de zeespiegel minder goed worden afgevoerd. Om de afvoercapaciteit te behouden is het mogelijk nodig om frequenter te baggeren;
  - Toename van de neerslag in de winter leidt tot hogere rivierafvoeren, met risico's op overstromingen en beperkingen voor weg- en scheepvaart. Zowel hoge- als lage rivierwaterstanden kunnen het laden en lossen bemoeilijken;
  - Een eventuele toename van droogte in de zomer zou leiden tot lagere rivierafvoeren, wat de laadcapaciteit en de transportkosten van scheepvaart negatief beïnvloed. Ook is er dan meer kans op schade aan romp en schroef. Drogere zomers kunnen ook leiden tot verzwakte veendijken;
  - Veranderingen in windrichting-sterkte en stabiliteit (afhankelijk van bewolking en windsnelheid) hebben invloed op geluidsoverlast en luchtvervuiling (fijn stof, NO<sub>2</sub>);
  - Eventuele veranderingen in extreme windsnelheid kunnen tot directe schade aan infrastructuur leiden en tot indirecte schade door hogere golven;
  - Als gevolg van zeespiegelstijging komen havens relatief lager te liggen. Dit kan o.a. voor scheepvaart het laden en lossen bemoeilijken. I.v.m. de bescherming van het achterland zal scheepvaart eerder/snelser beperkt worden (vaker sluiten van bijv. de Maeslantkering);
  - Door veranderingen in de sterkte en het voorkomen van stormen en cyclonen elders in de wereld kunnen vaarroutes minder of meer gevaarlijk worden (in Nederland worden geen grote verandering in windsnelheden verwacht).

### **Gebruik klimaatinformatie**

#### *Energie*

- Strategische beslissingen en verkennende studies over bijvoorbeeld:
  - De locatie, aantallen en technologie voor energiecentrales/ windturbines/ biomassa productie of zonne-energie;
  - De mogelijke en benodigde productiecapaciteit om de leveringszekerheid te kunnen garanderen. Deze wordt afgestemd op extreme situaties.

#### *Verkeer (weg/vlieg/trein/scheepvaart)*

- Strategische beslissingen en verkennende studies over transportbehoefte, verwerkingscapaciteit/doorstroming van de infrastructuur, aanpassingen aan locatie, capaciteit, materialen, technologie en onderhoud aan infrastructuur en voertuigen;
- Beleidsbeslissingen over bijvoorbeeld bevorderen van technologische vernieuwing, behandeling woon/werkverkeer, maatregelen met betrekking tot verkeersvolume (ook op specifieke plaatsen in verband met geluidsoverlast, luchtverontreiniging), aanpassen/uitbreiden wegennet, aanpassing waarschuwingssystemen.

#### *Bouw*

- Strategische beslissingen en verkennende studies over de bouw-infrastructuur (locatie, inrichting en constructie);
- Aanpassen regelgeving en normen voor woningbouw.

**Tabel 6.1. Wensen klimaatinformatie Energie, Bouw en Verkeer**

Onderwerpen	Energie	Bouw	Verkeer
Variabelen (samengevat)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wind (richting en snelheid)</li> <li>- Straling (diffuus en direct)</li> <li>- Temperatuur (min., max., gemiddeld)</li> <li>- Watertemperatuur (max.)</li> <li>- Neerslag (extremen)</li> <li>- Zeespiegelstand, stroming en golf-sterkte (gemiddelden en extremen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wind (richting en snelheid)</li> <li>- Straling (diffuus en direct)</li> <li>- Temperatuur (min., max., gemiddeld)</li> <li>- Luchtvochtigheid</li> <li>- Neerslag (hoeveelheid en vorm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wind (richting en snelheid)</li> <li>- Temperatuur (min., max., gemiddeld)</li> <li>- Neerslag (hoeveelheid en vorm)</li> <li>- Mist/zicht</li> </ul>
Variabelen (gespecificeerd per type gebruik <sup>47</sup> )	<p><i>Energievraag</i> Effectieve temperatuur o.b.v.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatuur (min., max., gemiddeld)</li> <li>- Windsnelheid</li> </ul> <p><i>Energieproductie algemeen, i.v.m. schade aan installaties/gewassen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extremen in temperatuur, neerslag, wind, ijzel</li> </ul> <p><i>Elektriciteitsproductie</i> Berekening van beschikbare hoeveelheid koel-water: Een samengestelde indicator van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Max. water-temperatuur</li> <li>- Min. neerslag (voor rivierafvoeren)</li> <li>- Potentiële verdamping</li> </ul> <p><i>Zonne-energieproductie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemiddelde directe straling</li> <li>- Gemiddelde diffuse straling (straling en bewolking)</li> </ul> <p><i>Windenergieproductie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wind (gemiddelde richting en sterkte) op grotere hoogte (ashoogte turbines is 40, 60, 80, 100 m)</li> <li>Zeespiegelstand- en stroming en extreme golfsterkte (i.v.m. onderhoud turbines op zee)</li> </ul> <p><i>Aardolie/gasproductie</i> Een samengestelde Indicator van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatuur</li> <li>- Wind</li> <li>- Extreme neerslag</li> </ul> <p><i>Biomassaproductie</i> Zie hoofdstuk 5</p>	<p><i>Locatie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- M.b.t. overstromingen: zie hoofdstuk 2</li> </ul> <p><i>Inrichting wijken</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- M.b.t. wateroverlast in de stad: zie hoofdstuk 3</li> <li>- Extreme temperaturen</li> </ul> <p><i>Constructie</i> Gemiddelden en extremen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wind (snelheid)</li> <li>- Sneeuw</li> <li>- Neerslag</li> <li>- Temperatuur</li> <li>- Luchtvochtigheid</li> <li>- Luchtkwaliteit: zie hoofdstuk 7</li> </ul> <p><i>Energieprestatie</i> Een samengestelde indicator (zie NEN 5060) o.b.v. van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatuur</li> <li>- Windsnelheid</li> <li>- Straling (direct &amp; diffuus)</li> </ul> <p>Specifiek voor de berekening van bouwknoopen<sup>48</sup>, dauwpunten in scheidingsconstructies en transmissieverliezen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meerjaren gemiddelde van Temperatuur (min., max.)</li> </ul>	<p><i>Weg/vlieg/treinverkeer</i> Extremen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatuur</li> <li>- Neerslag (Regen/Sneeuw/Hagel/ IJzel)</li> <li>- Mist</li> <li>- Wind</li> </ul> <p><i>Geluidsoverlast</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wind, stabiliteit</li> </ul> <p><i>Scheepvaart</i> Een samengestelde indicator (nader te definiëren door de sector) o.b.v. van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Neerslag (gemiddelden en extremen)</li> <li>- Temperatuur (ijsgang en afvoeren)</li> <li>- Potentiële verdamping</li> </ul>

<sup>47</sup> Deze specificatie is toegevoegd vanwege grote verschillen in de vraag naar informatie tussen energiesectoren;

<sup>48</sup> Een bouwknoop (voorheen koudebrug) is een plaats aan de buitenkant van een gebouw waar door slechte thermische isolatie, warmte verloren gaat. Gevolg is energieverlies en condensatie aan de binnenkant.

Onderwerpen	Energie	Bouw	Verkeer
Tijdsresolutie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uurgemiddelde (wind<sup>49</sup>, neerslag)</li> <li>- Dagwaarden (alle variabelen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uurgemiddelde (wind, neerslag)</li> <li>- Dagwaarden (alle variabelen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uurgemiddelde, liefst per 5 minuten (wind, neerslag, mist/zicht)</li> <li>- Dagwaarden (alle variabelen)</li> </ul>
Ruimtelijke resolutie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoog i.v.m. bepalen locatie voor energieproductie</li> <li>- Voor bepalen energievraag- en productie zijn ook veranderingen buiten Nederland interessant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Differentiatie in drie zones, verdeeld over kust en binnenland (nu zo in NEN-normen vastgelegd)</li> <li>- Verschil platteland/stad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enige variatie binnen Nederland ~ drie zones</li> <li>- De grote rivieren in Noordwest Europa</li> <li>- Mondiaal (bijvoorbeeld vaarroutes, vliegroutes)</li> </ul>
Tijdreeks gewenst?	Ja (wind en temperatuur)	Ja	Ja
Bij het verbeteren van tijdreeksen, prioriteit geven aan:			
- <i>goede dag-op-dag variatie</i>			
- <i>goede variatie binnen het jaar (seizoenen)</i>	Ja (maand-op-maand voor wind en temperatuur)		
- <i>goede jaar-op-jaar variatie</i>	Ja		
- <i>consistentie tussen de variabelen</i>	Ja	Ja	Ja
- <i>voorbeeldjaar/ situatie</i>	Ja, voor elektriciteit bijvoorbeeld winter 1963, voor wind een fictief extreem toetsjaar, voor aardolie/gas een "cold reference year"	Klimaatreferentiejaar voor berekening energieprestatie <sup>50</sup> bestaande uit uurwaarden voor wind, temperatuur, luchtvochtigheid, straling en neerslag. Het warme jaar 1964 (of nu vaak een meer recent jaar met hittegolven) voor ontwerp van klimaatinstallaties.	Ja, vooral korte reeksen (<< jaar) van uitzonderlijke situaties
Kansuitspraak gewenst? Voor welke variabele en periode?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kans op bovengenoemde variabelen boven/onder bepaalde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kans op extreme neerslag, wind, temperatuur en sneeuw boven/onder bepaalde drempelwaarden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kans op extreme neerslag, temperatuur, etc. boven bepaalde grenswaarden</li> </ul>

<sup>49</sup> Het verschil in wind tussen dag en nacht is van belang i.v.m. geluidsoverlast door windturbines;

<sup>50</sup> Voor de bepaling van de energieprestatie (EPC) van gebouwen en temperatuuroverschrijdingsberekeningen (voor ontwerp van klimaatinstallaties) wordt gebruik gemaakt van klimaatreferentiejaren, vastgelegd in NEN 5060 (sinds december 2008. In 2011 worden de referentiejaren opnieuw herzien). Voorheen werd van Test Reference Years gebruik gemaakt.



Onderwerpen	Energie	Bouw	Verkeer
	drempelwaarden Bijvoorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> <li>- De kans op max. watertemperatuur boven 23 °C waardoor problemen met koelwater kunnen ontstaan.</li> <li>- De kans op een extreem koude winter/ warme zomer en de kans op een koude winter na een warme zomer.</li> <li>- De kans op jaren met weinig wind.</li> </ul>		Bijvoorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> <li>- De kans op gladheid/mist/smog/geluidsoverlast</li> <li>- De kans op vorst/dooi overgangen</li> <li>- De kans op hoge/lage rivierwaterstanden</li> <li>- De kans op droge/warme periodes</li> </ul> De kans op extreme wateropzet, waarbij waterkeringen gesloten worden
Zijn "de meest waarschijnlijke" scenario's voldoende, of zijn ook "extreme" scenario's gewenst?	De meest waarschijnlijke scenario's zijn voldoende	De meest waarschijnlijke scenario's zijn voldoende	De meest waarschijnlijke scenario's zijn voldoende
Is de kans op een scenario gewenst?	Niet noodzakelijk	Niet noodzakelijk	Niet noodzakelijk
Is de kansverdeling binnen een scenario gewenst (natuurlijke variatie)?	Ja	Ja	Ja
Is informatie over de onzekerheid in de klimaatverandering gewenst, weergegeven met "probability density functions", zoals UKCP dit doet?	Nee	Nee	Nee
Is een mitigatiescenario gewenst?	Niet nodig	Niet nodig	Niet nodig
Wat is de gewenste tijdshorizon?	2020-2050 (nadruk op de eerste 20 jaar) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aardolie/gas: liefst 2020-2030</li> <li>- Grote energie-installaties worden binnen 20 jaar afgeschreven</li> <li>- Voor windenergie willen investeerders de rentabiliteit voor de eerste 5-10 jaar weten, de economische/technische levensduur van windturbines is 10 tot 20 jaar.</li> <li>- De levensduur van zonnecollectoren is 20-30 jaar.</li> <li>- Overstappen van voedselproductie op biomassa-productie kan een agrarisch bedrijf binnen enkele jaren.</li> </ul>	2050-2100 Klimaatreferentiejaar elke 10 jaar, dus voor 2020, 2030, ...	2020-2100 <ul style="list-style-type: none"> <li>- voor investeringsbeslissingen 30 tot 50 jaar (voor tunnels/bruggen iets langer)</li> <li>- voor netwerkmanagement 5 tot 10 jaar</li> <li>- levensduur asfalt 10-20 jaar</li> </ul>

## 7. Gezondheid en Recreatie

Dit hoofdstuk bevat de resultaten van de inventarisatie binnen de sectoren 'Gezondheid en Recreatie'. De mogelijke effecten van klimaatverandering op het gebied van gezondheid en recreatie en het gebruik van klimaatinformatie voor adaptatie zijn hieronder beschreven. In de tabel zijn de wensen voor klimaatinformatie samengevat die relevant zijn.

De volgende indeling is aangehouden in de beschrijving van de effecten, het gebruik van- en de wensen met betrekking tot klimaatinformatie: 'direct klimaat gerelateerde effecten', 'allergieën en plagen', 'water- voedsel- en vectorgebonden infecties', 'recreatie'.

De gewenste klimaatinformatie voor de volgende aspecten wordt ergens anders beschreven:

- 'Overstromingen' zijn ondergebracht bij hoofdstuk 2 Waterveiligheid;
- 'Waterkwaliteit' is ondergebracht bij hoofdstuk 3 Stad en Water;
- 'Effecten op natuur' zijn ondergebracht bij hoofdstuk 5 Landbouw en Natuur;
- 'Geluidsoverlast' is ondergebracht bij hoofdstuk 6 Energie, Bouw, Verkeer;
- 'Gevaar in het verkeer' is ondergebracht bij hoofdstuk 6 Energie, Bouw, Verkeer;
- 'Aanpassingen in de bouw' zijn ondergebracht bij hoofdstuk 6 Energie, Bouw, Verkeer.

### Effecten klimaatverandering

*Directe klimaat gerelateerde effecten (voor mensen en dieren):*

- Hitte- en koudestress: Tijdens hittegolven is er vooral een stijging van de sterfte door hart- en vaatziekten, ademhalingsproblemen en uitdrogingsverschijnselen. De kwetsbaarste groepen hiervoor zijn ouderen en jonge kinderen. Door de mildere temperaturen in de winter kan de sterfte in het winterseizoen afnemen;
- UV-belasting: Door UV-straling kunnen huidproblemen- en ziektes ontstaan zoals verbranding, zonneallergie huidkanker. De hoeveelheid UV wordt bepaald door de hoeveelheid wolken, vocht en stof in de atmosfeer en de hoeveelheid ozon. De ozonlaag op grote hoogte in de atmosfeer beschermt het aardoppervlak tegen UV. De UV-belasting zou door veranderingen in genoemde factoren in de toekomst kunnen veranderen;
- Luchtverontreiniging: Er bestaat een complex verband tussen temperatuurstijging en luchtverontreiniging. Door versnelde processen bij hogere temperaturen kan in de zomer meer smog (ozon) ontstaan. Maar luchtverontreinigende stoffen worden bij een eventuele toename in luchtvochtigheid ook eerder afgebroken en bij meer neerslag (in de winter) spoelen ze eerder uit;
- Overstromingen: Zeespiegelstijging en toename van de regenval in de winter vergroten de kans op overstromingen langs kust en rivieren. Naast het directe gevaar van overstromingen zijn er ook indirecte gezondheidsrisico's zoals de mentale effecten van een ramp en de kans op ziekten;
- Gevaar in het verkeer: De verwachte toename in regenvalintensiteit kan zorgen voor gevaarlijkere situaties. Tegelijkertijd neemt het aantal vorstdagen af, waarmee de kans op gladheid op de weg kleiner lijkt te worden.

*Ziekten, allergieën en plagen (voor mensen, dieren en planten/gewassen):*

- Stijging van temperatuur en verandering in neerslag, luchtvochtigheid en straling kunnen de verspreiding van ziekten en plagen beïnvloeden, soms positief, soms negatief. Schimmels gedijen vaak beter bij vochtig weer. Gemiddeld warmere winters zorgen er voor dat de ontwikkeling van bepaalde ziekten en plagen minder sterk wordt afgeremd (door koude perioden) en leiden tot het voorkomen van nieuwe (zuidelijkere) ziekten en plagen. Dat geldt o.a. voor allergene soorten zoals Ambrosia en de Eikenprocessierups;
- Door de hogere temperaturen kunnen plagen langer voorkomen;
- Door de hogere temperaturen kan ook het groeiseizoen van bepaalde planten verlengd worden, wat kan leiden tot bijvoorbeeld een verlenging van het hooikoortsseizoen. Ook het aantal pollen kan toenemen;
- Een hogere grondwaterspiegel vergroot de kans op bepaalde ziekten/plagen (met name schimmels);
- Een verandering in luchtstromingspatronen kan het lange afstandstransport van bijvoorbeeld berkenpollen uit Scandinavië beïnvloeden.

*Water- voedsel- en vectorgebonden infecties (voor mensen, dieren, planten/gewassen):*

- De stijging van temperatuur en een verandering in neerslag kunnen de waterkwaliteit in o.a. zee, meren, rivieren, drinkwaterleidingen veranderen (toename van blauwalgen, botulisme,

mogelijke concentratie van kwalijke stoffen bij droogte, meer uitspoeling van nutriënten bij extreme neerslag);

- De kans op ziekte door voedselvergiftiging neemt toe door een versnelde afname van de voedselkwaliteit bij hogere temperaturen. Ook een verhoogde kans op Legionella;
- Door de hogere temperatuur en verandering in neerslag kunnen nieuwe soorten in een groter gebied en of in grotere aantallen voorkomen. Dat geldt o.a. voor vectoren (organismen die ziekten of parasieten kunnen overbrengen naar mens, dier en plant) zoals de teek en de tijgermug. De kans op voorkomen wordt verstrekt door de grotere mondiale mobiliteit van mens, vee en goederen. Grotere mogelijkheden voor buitenrecreatie door hogere temperaturen versterken de kans op contact met vectoren.

#### *Recreatie:*

- De hierboven beschreven klimaateffecten op Gezondheid gelden ook voor Recreatie, omdat een "gezond gebied" een grotere toeristische aantrekkingskracht heeft. Ook de klimaateffecten op natuur (beschreven in hoofdstuk 5 Landbouw en Natuur) beïnvloeden de toeristische aantrekkingskracht;
- De relatieve aantrekkingskracht van Nederland kan mogelijk toenemen, al blijft het onzeker door het variabele weer. De aantrekkingskracht van Mediterrane gebieden neemt in de zomer mogelijk af (nog warmer en droger, waardoor toeristen hier eerder in het voor- en najaar naar toe gaan). En door een verminderde sneeuwzekerheid neemt waarschijnlijk ook de aantrekkingskracht van skigebieden in Europa af. De aantrekkingskracht van Nederland neemt door de hogere temperaturen en de mogelijke afname van het aantal regendagen in de zomer waarschijnlijk toe. Mogelijke gevolgen voor Nederland:
  - Mogelijke toename van de lengte van het toeristisch seizoen;
  - Mogelijke toename aantal toeristen/recreanten;
  - Mogelijke toename buitenrecreatie.
- Het binnenlands toerisme kan ook toenemen, als de kosten van vliegvakanties toenemen, door de toenemende schaarste van fossiele brandstoffen en mitigatiebeleid (emissieheffingen om uitstoot broeikasgassen terug te dringen);
- De verwachte hogere stroomsnelheden van rivieren in de winter, zullen vanwege het laagseizoen voor pleziervaart niet zo snel problemen opleveren. Ook lagere rivierafvoeren door eventuele droogte in de zomer hebben waarschijnlijk geen effect op pleziervaart, omdat recreatieschepen relatief weinig diepgang hebben. Maar smallere rivieren zouden wel problemen op kunnen leveren;
- Door zeespiegelstijging kunnen de Nederlandse stranden versmallen. Nu al worden op een aantal plaatsen langs de Nederlandse kust de stranden regelmatig opgespoten;
- Door de stijgende temperatuur wordt de kans op Elfstedentochten duidelijk kleiner.

#### **Gebruik klimaatinformatie**

- Onderzoek en voorlichting over bestaande maar nog weinig voorkomende ziekten en over nieuwe ziekten, en over effecten van hitte. Deze informatie kan vervolgens weer gebruikt worden voor het opzetten en/of aanpassen van waarschuwingssystemen voor bijv. allergieën, luchtkwaliteit, overstromingsgevaar, waterkwaliteit;
- Aandacht voor de directe en indirecte effecten (bijvoorbeeld mentale effecten en schimmelvorming) van overstromingen op gezondheid in de calamiteitszorg;
- Mogelijke aanpassing van bestaande normen voor de bouw van huizen, kantoren en zorginstellingen (m.n. voldoende mogelijkheid tot koeling bij hitte);
- Analyse van sterke/zwakke punten in Nederlandse toeristen/recreatie-industrie, concurrentiepositie t.o.v. andere bestemmingen;
- Strategische beslissingen over infrastructuur voor toerisme en reservering van ruimte voor recreatie, i.v.m. meer mogelijkheden en meer behoefte aan recreatie (bijvoorbeeld bij hittestress).

Tabel 7.1. Wensen klimaatinformatie Gezondheid en Recreatie

Onderwerpen	Directe klimaat gerelateerde effecten	Allergieën en plagen	Water-, voedsel- en vectorgebonden infecties	Recreatie (zie ook de drie linker kolommen en natuur in hoofdstuk 5 Landbouw en Natuur)
Variabelen	<p><i>Hitte-koudestress</i><sup>51</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatuur (min., max., gemiddeld)</li> <li>- Windsnelheid</li> <li>- Rel. vochtigheid</li> <li>- Neerslag</li> <li>- Straling</li> </ul> <p><i>UV-straling</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- UV straling</li> </ul> <p><i>Luchtqualiteit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatuur</li> <li>- Wind (sterkte en richting)</li> <li>- Neerslag</li> <li>- Luchtvochtigheid</li> <li>- Concentraties</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatuur<sup>52</sup> (min., max., gemiddeld)</li> <li>- Neerslag</li> <li>- Rel. vochtigheid</li> <li>- Straling/bewolking</li> <li>- Verdamping</li> <li>- Onweer (mogelijk een interactie tussen pollen – onweer wat heftigere reacties teweeg brengt)</li> </ul>	<p><i>Vectorgebonden ziekten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatuur (min., max., gemiddeld)</li> <li>- Neerslag</li> <li>- Rel. vochtigheid</li> <li>- Wind</li> </ul> <p><i>Watergebonden ziekten</i> m.b.t. waterkwaliteit zie hoofdstuk 3</p> <p><i>Voedselgebonden ziekten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tmin, Tmax</li> <li>- Luchtvochtigheid</li> </ul>	<p>Daggemiddelden van<sup>53</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatuur</li> <li>- Straling/bewolking</li> <li>- Rel. vochtigheid</li> <li>- Neerslag</li> <li>- Aantal regendagen</li> <li>- Wind</li> </ul>
Tijdsresolutie (kritische periode)	Uur-Dag Hittestress: enkele dagen	Dag	Dag Uur (Extreme neerslag)	Dag-maand Uur (Extreme neerslag)
Ruimtelijke resolutie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Noord/Midden/Zuid</li> <li>- Kust/binnenland</li> <li>- Stad/platteland (hitte-eiland effect)</li> <li>- specifieke steden/regio's</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Noord/Midden/Zuid</li> <li>- Kust/binnenland</li> <li>- Stad/platteland (hitte-eiland effect)</li> <li>- specifieke steden/regio's</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Noord/Midden/Zuid</li> <li>- Kust/binnenland</li> <li>- Stad/platteland (hitte-eiland effect)</li> <li>- specifieke steden/regio's</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Noord/Midden/Zuid</li> <li>- Kust/binnenland</li> <li>- Stad/platteland (hitte-eiland effect)</li> <li>- specifieke steden/regio's (van belang voor recreatie, zoals Veluwe)</li> <li>- Buitenland (belangrijke vakantiebestemmingen)</li> </ul>

<sup>51</sup> Variabelen dienen als input voor samengestelde indicatoren, specifiek voor de sector. Bestaande voorbeelden van indicatoren zijn:

- Apparent Temperature (gevoelstemperatuur o.b.v. temperatuur, rel. vochtigheid en wind);
- Dewpoint Temperature (maat om hoeveelheid water in lucht uit te drukken);
- Heat index (Kalkstein) (gevoelstemperatuur o.b.v. temperatuur, luchtvochtigheid).

<sup>52</sup> Ook TSUM: Hoeveelheid hitte die planten nodig hebben om tot ontwikkeling te komen, bijvoorbeeld bloeien (ook wel genoemd: graaddagen). Wordt berekend door de daggemiddelden binnen een bepaalde periode bij elkaar op te tellen, met aftrek van een bepaalde minimumtemperatuur. TSUM bepaalt de lengte van het groeiseizoen. De relatie tussen de TSUM en de start van het groeiseizoen verschilt per soort;

<sup>53</sup> Variabelen dienen als input voor samengestelde indicatoren, specifiek voor de sector. Voorbeeld van een samengestelde indicator: "ADS-dag": Temperature Above normal, Dry and Sunny.

Onderwerpen	Directe klimaat gerelateerde effecten	Allergieën en plagen	Water-, voedsel- en vectorgebonden infecties	Recreatie
Tijdreeks gewenst?  Bij het verbeteren van tijdreeksen, prioriteit geven aan:	Ja	Ja	Ja	Ja
- <i>goede dag-op-dag variatie</i>	Ja	Ja	Ja	Ja
- <i>goede variatie binnen het jaar (seizoenen)</i>	Ja	Ja	Ja	Ja
- <i>goede jaar-op-jaar variatie</i>	Ja	Ja	Ja	Ja
- <i>consistentie tussen de variabelen</i>	Ja	Ja	Ja	Ja
- <i>voorbeeldjaar/situatie</i>	Ja: 2003, 2005 & voorbeeldjaar dat verschillende extremen bevat	Ja: 2003, 2005 & voorbeeldjaar dat verschillende extremen bevat	Ja: 2003, 2005 & voorbeeldjaar dat verschillende extremen bevat	Ja: 2003, 2005 & voorbeeldjaar dat verschillende extremen bevat
Kansuitspraak gewenst? Voor welke variabele en periode?	Kans op een hittegolf/koude golf, UV straling boven een grenswaarde, luchtkwaliteit boven een grenswaarde	Kans op gunstige omstandigheden voor bepaalde allergene planten, plagen	Kans op gunstige omstandigheden voor infecties (indicator boven bepaalde drempel)	Kans op goed/slecht weer voor recreatie
Zijn "de meest waarschijnlijke" scenario's voldoende, of zijn ook "extreme" scenario's gewenst? <sup>54</sup>	De meest waarschijnlijke scenario's zijn voldoende	De meest waarschijnlijke scenario's zijn voldoende	De meest waarschijnlijke scenario's zijn voldoende	De meest waarschijnlijke scenario's zijn voldoende
Is de kans op een scenario gewenst? <sup>54</sup>	Niet nodig	Niet nodig	Niet nodig	Niet nodig
Is de kansverdeling binnen een scenario gewenst (natuurlijke variatie)? <sup>54</sup>	Ja	Ja	Ja	Ja
Is informatie over de onzekerheid in de klimaatverandering gewenst, weergegeven met "probability density functions", zoals UKCP dit doet? <sup>54</sup>	Ja	Ja	Ja	Ja

<sup>54</sup> De wensen voor verschillende kansaspecten lijken soms tegenstrijdig: geen kansuitspraak per scenario nodig, maar wel meer informatie over onzekerheid. Dit kan komen doordat verschillende personen binnen de sector hier verschillend over denken.

Onderwerpen	Directe klimaat gerelateerde effecten	Allergieën en plagen	Water-, voedsel- en vectorgebonden infecties	Recreatie
Is een mitigatiescenario gewenst?	Ja	Ja	Ja	Ja
Wat is de gewenste tijdshorizon?	2020-2050	2020-2050	2020-2050	2020-2050

## 8. Financiële diensten

Dit hoofdstuk bevat de resultaten van de inventarisatie binnen de sector 'Financiële diensten'. De mogelijke effecten van klimaatverandering op het gebied van financiële diensten en het gebruik van klimaatinformatie voor adaptatie zijn hieronder beschreven. In de tabel zijn de wensen voor klimaatinformatie samengevat die relevant zijn. De volgende indeling is aangehouden in de beschrijving van de effecten, het gebruik van- en de wensen met betrekking tot klimaatinformatie: 'schadeverzekeringen', 'inkomens-verzekeringen/aansprakelijkheidsverzekeringen', 'zorgverzekeringen/levens-verzekeringen' en 'leningen en beleggingen'.

De gewenste klimaatinformatie voor de volgende aspecten wordt ergens anders beschreven:

- 'Overstromingen' zijn ondergebracht bij hoofdstuk 2 Waterveiligheid;
- 'Wateroverlast' is ondergebracht bij hoofdstuk 3 Stad en Water en hoofdstuk 4 Landelijk gebied en Water;
- 'Landbouwpotentieel & schade' zijn ondergebracht bij hoofdstuk 5 Landbouw en Natuur;
- 'Potentie energiebedrijven' is ondergebracht bij hoofdstuk 6 Energie, Bouw, Verkeer;
- 'Schade in verkeer' is ondergebracht bij hoofdstuk 6 Energie, Bouw, Verkeer;
- 'Recreatie potentie' is ondergebracht bij hoofdstuk 7 Gezondheid en Recreatie;
- 'Gezondheidsproblemen' zijn ondergebracht bij hoofdstuk 7 Gezondheid en Recreatie.

### Effecten klimaatverandering

#### *Schadeverzekeringen:*

- Veranderingen in extreme weerssituaties kunnen leiden tot meer/minder schadeclaims: bijvoorbeeld minder dagen met gladheid tot minder schadeclaims door verkeersongevallen;
- Zeespiegelstijging in combinatie met een toename van de intensiteit van de neerslag vergroot de kans op overstromingen.

#### *Inkomensverzekeringen/aansprakelijkheidsverzekeringen:*

- Veranderingen in gemiddelden en variabiliteit van temperatuur, regenval, aantal regendagen, etc. kan leiden tot meer variabiliteit in landbouwopbrengsten, meer opbrengsten voor producenten van airconditioning, veranderingen in inkomsten in de detailhandel, toerisme, etc;
- Veranderingen in de variabiliteit van neerslag etc. kunnen het moeilijker maken om aan voorwaarden te voldoen met betrekking tot leveringszekerheid. Bijvoorbeeld om voldoende van een bepaald landbouwproduct op een bepaald tijdstip te leveren, of om producten op het afgesproken tijdstip op de gewenste bestemming af te leveren (i.v.m. lage waterstanden, verkeersproblemen).

#### *Zorgverzekeringen/levensverzekeringen:*

- Bij een stijging van temperatuur kunnen andere ziekten op gaan treden, het aantal sterfgevallen en uitdrogingsverschijnselen kunnen toenemen tijdens extreem warm weer, in de winter zal het aantal sterfgevallen door koudestress waarschijnlijk iets afnemen, etc.

#### *Leningen en beleggingen:*

- Veranderingen in gemiddelden en variabiliteit van temperatuur, regenval, aantal regendagen, etc. hebben gevolgen voor de rentabiliteit van allerlei bedrijven. Door de stijging van de temperatuur kan de rentabiliteit van glastuinbouw t.o.v. vollegrondsteelt veranderen. Airconditioningproducenten hebben waarschijnlijk goede toekomstperspectieven. Dit zou consequenties kunnen hebben voor het verstrekken van leningen en de rentabiliteit van beleggingen. Voor de rentabiliteit op korte termijn (5 tot 10 jaar vooruit) zijn sociaaleconomische ontwikkelingen en de jaar-op-jaar variatie in het huidige klimaat veel belangrijker dan klimaatverandering;
- Zeespiegelstijging en de toename van neerslagextremen kunnen leiden tot een grotere kans op schade door overstroming of hoge grondwaterstanden. Banken zouden d.m.v. het al dan niet financieren de ruimtelijke spreiding van bedrijven kunnen sturen. Ook bij de verstrekking van hypotheekleningen voor huizen zou dit kunnen gaan spelen, als banken kijken naar mogelijke schade en restwaarde bij het bouwen van huizen in uiterwaarden, gebieden met meer kwelproblemen, etc.

### Gebruik klimaatinformatie

#### *Verzekeringen:*

- Analyses van het al dan niet dekkend zijn van bestaande polissen en de noodzaak van aanpassen bestaande polissen (premies en voorwaarden). In de huidige praktijk wordt vooral

gebruik gemaakt van informatie over het verleden weer om premies en voorwaarden regelmatig te herzien. Herverzekeraars gebruiken wel informatie over de toekomst voor het aanpassen van de huidige polissen;

- Strategische beslissingen: over bijv. het afbouwen van bestaande verzekeringen, het instellen van nieuwe verzekeringen, aanpassen strategische reserves. In Nederland wordt nu in een aantal gevallen een deel van de schade bij extreme weersomstandigheden vergoed door de overheid. Dit zou wellicht overgenomen kunnen worden door verzekeraars. Het weer is een belangrijke factor bij veel typen verzekeringen. Hierdoor, en door de toegenomen geclaimde schade (totale bedrag, aantal "events" en de variabiliteit daarin), zien sommige verzekeraars klimaatverandering als een belangrijke factor bij strategische beslissingen (Mills, 2005).

#### *Leningen en beleggingen:*

- Beslissingen over het al dan niet verstrekken van leningen voor het opstarten, aanpassen, of verplaatsen van bedrijven of infrastructuur;
- Strategische beslissingen over het aanpassen van voorwaarden, normen, etc. voor financiering, het afbouwen van bestaande of ontwikkelen van nieuwe financiële producten.

#### **Wensen klimaatinformatie Financiële diensten**

De gewenste informatie voor financiële diensten is zeer divers, omdat het afhankelijk is van het betreffende product/onderwerp. Financiële diensten maken vooral gebruik van afgeleide gegevens (geleverd door andere sectoren) zoals de kans op overstromingen, verandering in gewasopbrengst, verandering in potentie voor recreatie etc. Daarom verwijzen wij naar de hoofdstukken over deze andere sectoren (hoofdstuk 2-7) voor wensen voor informatie.

**Tabel 8.1. Wensen klimaatinformatie Financiële diensten**

Onderwerpen	Financiële diensten
Variabelen	zie hoofdstuk 2-7, voor alle weegerelateerde zaken waarvoor verzekeringen/financiële producten kunnen worden afgesloten
Tijdsresolutie	zie hoofdstuk 2-7
Ruimtelijke resolutie	Vrij hoog i.v.m. bepalen schaal waarop iets plaatsvindt (alleen lokale schade of in heel Nederland?)
Tijdreeks gewenst? Bij het verbeteren van tijdreeksen, prioriteit geven aan:	Niet direct, men gebruikt vooral afgeleide informatie
- <i>goede dag-op-dag variatie</i>	
- <i>goede variatie binnen het jaar (seizoenen)</i>	
- <i>goede jaar-op-jaar variatie</i>	Ja
- <i>consistentie tussen de variabelen</i>	Ja, voor bepalen schade en evt. gelijktijdig optreden van schades
- <i>voorbeeldjaar/situatie</i>	
Kansuitspraak gewenst? Voor welke variabele en periode?	M.b.t. schade: de kans op extremen (frequentie per jaar/ eens per 100 jaar en intensiteit).
Zijn "de meest waarschijnlijke" scenario's voldoende, of zijn ook "extreme" scenario's gewenst?	De meest waarschijnlijke scenario's zijn voldoende
Is de kans op een scenario gewenst?	Niet noodzakelijk
Is de kansverdeling binnen een scenario gewenst (natuurlijke variatie)?	Ja
Is informatie over de onzekerheid in de klimaatverandering gewenst, weergegeven met "probability density functions", zoals UKCP dit doet?	Niet bekend
Is een mitigatiescenario gewenst?	Niet nodig
Wat is de gewenste tijdshorizon?	tot 2030 <sup>55</sup>

<sup>55</sup> Voor strategische beslissingen kijken sommige verzekeraars in enkele gevallen verder vooruit dan 2030. Voor leningen zal de tijdshorizon vooral bepaald worden door de periode waarvoor de lening wordt verstrekt (voor hypotheek 30 jaar).



## 9. Industrie

Dit hoofdstuk bevat de resultaten van de inventarisatie binnen de sector 'industrie'.

Industrie is een verzamelbegrip van zeer uiteenlopende bedrijven die zich richten op de fabricage van goederen uit grondstoffen. Enkele voorbeelden daarvan zijn: energie, voeding, kleding, papier, chemisch, olieproducten, machines, auto's, elektrische apparatuur, etc.

De groep industrie is zo divers dat we geen algemeen beeld kunnen geven van de mogelijke effecten van klimaatverandering, het gebruik van- en de wensen met betrekking tot klimaatinformatie. Veel industrieën hebben echter raakvlakken met één van de eerder beschreven sectoren.

### Effecten klimaatverandering

Klimaatverandering beïnvloedt mogelijk:

- het gebruik (de vraag naar specifieke producten) en de mogelijkheden voor productie van specifieke producten (bijvoorbeeld productie van grondstoffen);
- Het functioneren van (onderdelen van) de productie-installatie (bijvoorbeeld minder efficiënt verwijderen van vocht uit gas bij hogere temperaturen);
- het energieverbruik en de mogelijkheden voor energieproductie (bijvoorbeeld meer koeling nodig bij hogere temperaturen);
- de bouw (locatie van industrie, constructie gebouwen, energieprestatie);
- het transport (verkeersdrukte en type vervoermiddel) en infrastructuur (locatie, capaciteit en technologie).

### Gebruik klimaatinformatie

- Inschatting van de productbehoefte en de mogelijke productie;
- Strategische beslissingen en verkennende studies over bijvoorbeeld:
  - De locatie, aantallen en technologie voor industrieën;
  - De benodigde productiecapaciteit.

### Wensen klimaatinformatie

Zie andere relevante sectoren (hoofdstuk 2-7) voor wensen met betrekking tot klimaatinformatie voor industrie.

## 10. Samenvatting en conclusie

De inventarisaties, maar met name de workshops en de "maatwerk"projecten, hebben door het persoonlijke contact tussen klimaatonderzoekers en gebruikers van klimaatinformatie geleid tot een beter wederzijds begrip. Voor klimaatonderzoekers is duidelijker geworden welke klimaatgegevens gewenst zijn. Ook hebben ze meer inzicht gekregen in het belang van de klimaatgegevens voor de verschillende gebruikers en hoe de informatie gebruikt wordt. Voor gebruikers zijn de mogelijkheden voor het leveren van bepaalde klimaatinformatie, de voor- en nadelen van kansuitspraken en van de manier van weergeven van onzekerheden helderder. Ook zijn zij aangezet om kritisch te kijken naar hun wensenlijst, vooral naar wensen die niet of moeilijk vervuld kunnen worden.

Onderstaand zijn de wensen (extra ten opzichte van wat bij de KNMI'06 klimaatscenario's wordt geleverd) voor alle sectoren samen in hoofdlijnen geschetst. Onderstreept zijn die aspecten waaraan door de gebruikers veel belang wordt gehecht. In de KNMI/KvK nieuwsbrief "Climate scenarios"<sup>56</sup> zal het KNMI gebruikers op de hoogte houden over het proces richting de KNMI *next* scenario's en informeren over ontwikkelingen ten aanzien van onderstaande wensen. Alle wensen worden serieus in beschouwing genomen, maar vanwege praktische en wetenschappelijke redenen is het onwaarschijnlijk dat we aan alle wensen kunnen voldoen.

### Wensen per klimaatvariabele

- **Temperatuur:** minimum- en maximumdagtemperatuur (gemiddelden en extremen, met name eens per jaar tot eens per 10 jaar). Dit is belangrijker voor de meeste gebruikers (natuur, landbouw, recreatie, gezondheid, hydrologie, etc.) dan de gemiddelde dagtemperatuur;
- **Neerslag:** andere extremen dan "eens per 10 jaar" (meer en minder extreem), variatie van dag-op-dag en tussen jaren, neerslagduur (met name bij hevige buien: de intensiteit neemt toe, maar neemt de duur van de buien af?). Vanuit de waterschappen wil men ook graag een vergelijkbare statistiek voor de toekomst als voor het huidige klimaat<sup>57</sup>. Extremen voor verschillende neerslagvormen zoals: mist, hagel, ijzel, sneeuw (verkeer, landbouw, verzekeringen, natuur);
- **Potentiële verdamping**<sup>58</sup> (en afgeleid neerslagtekort): veranderingen door het jaar heen (zoals in de brochure "aanvullingen op KNMI'06 klimaatscenario's"<sup>59</sup> is gedaan). De invloed van een verhoogde CO<sub>2</sub>-concentratie op de potentiële verdamping<sup>60</sup>;
- **Wind:** naast windsterkte door het jaar (niet alleen extremen in de winter, maar ook in andere seizoenen en ook gemiddelden, o.a. voor windenergieproductie) is ook windrichting belangrijk voor een beperkte groep gebruikers, met name binnen waterveiligheid. Daarnaast andere windextremen dan "eens per jaar" (vooral de extremere wind) en windextremen voor kortere perioden dan een dag (windstoten), bijvoorbeeld van belang bij de bouw, vliegverkeer, wegverkeer. Jaarlijkse gang en variatie binnen het seizoen en tussen jaren zijn ook van belang voor windenergieproductie;
- **Straling:** van belang voor groepen binnen landbouw, natuur, recreatie, gezondheid, hydrologie (voor verdamping). Voor deze groepen is ook het verschil tussen jaren en binnen seizoenen (variabiliteit en persistentie) van belang;
- **Luchtvochtigheid:** tijdreeksen met dagwaarden, seizoensgemiddelden. Minder belangrijk dan straling, maar vaak ook van belang voor groepen binnen landbouw (verdamping, verspreiding ziekten, idem voor natuur), recreatie en gezondheid (comfortindex), hydrologie (verdamping);
- **Zeespiegel:** extremen (zijn de schattingen van het KNMI/IPCC niet te conservatief?). Voor waterveiligheid zijn tijdreeksen met waterhoogten voor verschillende plaatsen langs de kust interessant;

---

<sup>56</sup> Informatie over de ontwikkeling van de nieuwe KNMI klimaatscenario's kunt u vinden via [www.knmi.nl/klimaatscenarios](http://www.knmi.nl/klimaatscenarios). Via deze website of [overbeek@knmi.nl](mailto:overbeek@knmi.nl) kunt u zich aanmelden voor een e-mailnieuwsbrief (frequentie ongeveer 1 á 2 maal per jaar) over klimaatscenario's;

<sup>57</sup> Dit is waarschijnlijk niet of niet goed mogelijk, aangezien er dan veel meer informatie over extremen in de toekomst beschikbaar moet zijn en voor verschillende tijdsduren (van 4 uur tot 9 dagen);

<sup>58</sup> Binnen de hydrologie maakt men steeds vaker gebruik van de formule van Penman-Monteith voor het berekenen van de potentiële of referentie verdamping i.p.v. de formule van Makkink. Voor Penman-Monteith gebruikt men meer meteorologische informatie dan voor Makkink;

<sup>59</sup> Klein Tank, A. en G. Lenderink, Klimaatverandering in Nederland: Aanvullingen op de KNMI'06 scenario's. KNMI-publicatie: Scenario brochure 2009. [www.knmi.nl/klimaatscenarios/documents/brochure09.pdf](http://www.knmi.nl/klimaatscenarios/documents/brochure09.pdf);

<sup>60</sup> Ligt eigenlijk buiten het vakgebied van het KNMI, maar in overleg met andere instituten/organisaties kan hier misschien wel wat over gezegd worden.

- CO<sub>2</sub>-concentratie: tijdreeksen (met name voor landbouwproductie). Aangeven welke reeksen met CO<sub>2</sub>-concentraties die zijn gebruikt als input voor de mondiale klimaatmodellen, het beste passen bij de verschillende KNMI *next* klimaat-scenario's;
- Bodem- en watertemperatuur: tijdreeksen (landbouw en natuur).

### Wensen voor een hogere tijdsresolutie

Naast informatie per dag, maand, jaar, is er vooral voor intensieve neerslag<sup>61</sup> (met name voor stedelijk waterbeheer) een vraag naar informatie per uur (of nog liever per 10 minuten). Voor (water)veiligheid is informatie over windrichting- en sterkte per uur/per drie uur van belang.

### Wensen voor een hogere ruimtelijke resolutie

Effecten van klimaat en klimaatverandering zijn vooral lokaal zichtbaar. Veel impactmodellen hebben dan ook een hoger ruimtelijke resolutie (of rekenen tenminste met relatief kleine eenheden<sup>62</sup>). Vooral informatie over ruimtelijke verschillen *in het huidige klimaat* zijn van belang. Aangezien binnen Nederland niet veel ruimtelijke verschillen in klimaatverandering worden verwacht<sup>63</sup>, is voor klimaatverandering over het algemeen een indeling in kust – binnenland of per deelstroomgebied voldoende. Voor verschillen in het huidige klimaat is een hogere resolutie gewenst, ook verschillen tussen stad en buitengebied en verschillende regio's zijn van belang. De Noordzee en het IJsselmeer behoeven met name wat betreft wind aparte aandacht.

### Wensen voor tijdreeksen<sup>64</sup>

Voor de meeste gebruikers zijn tijdreeksen zeer relevant, met name voor temperatuur en neerslag, maar ook voor wind en verdamping en in iets mindere mate voor de andere klimaatvariabelen. Voor veel gebruikers is zowel de dag-op-dag, jaar-op-jaar variatie (en persistentie) als de consistentie tussen variabelen van belang.

### Wensen voor informatie over kansen en onzekerheid

Voor de meeste gebruikers is meer informatie over de kans op extremen binnen een plausibel scenario gewenst. Voor waterveiligheid is ook informatie over kansen binnen een extreem (minder waarschijnlijk) scenario van belang. Informatie over de kans op een bepaald scenario is minder relevant (indicatie van meer of minder waarschijnlijk is meestal voldoende<sup>65</sup>).

Een enkele gebruiker gaf aan behoefte te hebben aan meer informatie per variabele over de onzekerheid in klimaatverandering per scenario, weergegeven met "probability density functions", zoals UKCP<sup>66</sup> dit doet<sup>67</sup>.

### Wensen voor tijdshorizonten

Voor veel sectoren (watertekort, waterkwaliteit, landbouw, natuur, energie, verkeer, gezondheid en recreatie) is naast klimaatinformatie voor 2050 en 2100 ook informatie over 2030<sup>68</sup> van belang. Alleen voor waterveiligheid is ook informatie op de langere termijn (2200) relevant.

### Wensen voor de afstemming en vorm van de KNMI *next* klimaatscenario's

- De KNMI *next* scenario's in Europese en internationale context plaatsten (verband met IPCC emissie scenario's aangeven<sup>69</sup>);

<sup>61</sup> Er is inmiddels iets meer informatie over neerslag per uur (extremen), maar het is de vraag of dat voldoende is om voor de toekomst tijdreeksen op uurbasis te genereren. De meeste regionale klimaatmodellen zijn tot nu toe niet getoetst op de kwaliteit van de output per uur;

<sup>62</sup> Dit is niet hetzelfde als hoge ruimtelijke resolutie. Voor het Deltamodel zijn bijv. door het KNMI bestanden aangeleverd voor 1 bij 1 km, maar dat betekent niet dat alle ruimtelijke verschillen in klimaat op die schaal in dit databestand verwerkt zijn (zijn ook niet gemeten);

<sup>63</sup> De KNMI '06 scenario's werden op basis van regionale klimaatmodellen met een ruimtelijke resolutie van 50 bij 50 km berekend. De KNMI *next* scenario's worden gebaseerd op modellen van 25 bij 25 km en er zijn enkele case-studies op een nog hogere resolutie. Hierdoor kunnen we beter processen als het kusteffect in de neerslag in beeld krijgen;

<sup>64</sup> Binnen Thema 6 van Kennis voor Klimaat ([www.klimaatonderzoeknederland.nl/nl/25223039-Klimaatprojecties\\_en\\_klimaatscenario%27s.html](http://www.klimaatonderzoeknederland.nl/nl/25223039-Klimaatprojecties_en_klimaatscenario%27s.html)) wordt aandacht besteed aan verschillende methoden om tijdreeksen voor de toekomst te genereren;

<sup>65</sup> Voor de KNMI *next* scenario's wordt gepoogd om binnen een bepaald emissiescenario aan te geven welke KNMI *next* scenario's meer of minder waarschijnlijk zijn;

<sup>66</sup> <http://ukclimateprojections.defra.gov.uk/content/view/650/>;

<sup>67</sup> Binnen Thema 6 van Kennis voor Klimaat wordt wel expliciet aandacht besteed aan het in kaart brengen en waar mogelijk kwantificeren van onzekerheden m.b.t. het klimaat in de toekomst;

<sup>68</sup> Informatie rond 2030 kan wel gegenereerd worden via lineaire interpolatie (zoals tot nu toe gedaan met het transformatieprogramma), maar het is de vraag of er informatie kan worden gegeven over de natuurlijke variatie rond 2030 (en de andere tijdshorizonten). Onderzoek naar "decadal predictions" is daar op gericht;

<sup>69</sup> Deze zijn indertijd ook al in kwalitatieve zin beschreven in het wetenschappelijke achtergrondrapport.

- De uitgangspunten voor het berekenen van de afvoer in de verschillende stroomgebieden zou moeten worden afgestemd met de landen om ons heen;
- Verschillen en overeenkomsten aangeven met de KNMI scenario's uit 2006 en met het Deltacommissie scenario;
- Dat de informatie van collega-onderzoeksinstituten over de secundaire effecten van klimaatverandering (o.a. luchtkwaliteit/verziltning, waterkwaliteit, grondwaterstanden, rivierafvoeren etc.), korte tijd na de presentatie van de *KNMI next* klimaatscenario's wordt geleverd. Verschillende sectoren hebben aangegeven graag hieraan mee te werken<sup>70</sup>.

#### **Wensen voor begeleiding in het gebruik van klimaatscenario's**

- Handleiding hoe om te gaan met verschillende scenario's, onzekerheden, kansen, extremen. Specifieke uitleg per gebruikersgroep (politiek/bestuur, beleid, onderzoek, burger)<sup>71</sup>;
- Hulp bij het gebruik van het transformatieprogramma (handleiding en workshops)<sup>72</sup>.

---

<sup>70</sup> Binnen Thema 6 van het programma "Kennis voor Klimaat" wordt hieraan gewerkt binnen het werkpakket "Coupling";

<sup>71</sup> Bestaande informatie over het gebruik van scenario's is beschikbaar in het klimaatschetsboek: [www.knmi.nl/klimaatscenarios/maatwerk/ro/index.html#Inhoud\\_2](http://www.knmi.nl/klimaatscenarios/maatwerk/ro/index.html#Inhoud_2) en via de Klimaat Effect Wijzer: [www.klimaatportaal.nl/pro1/general/start.asp?i=8&j=1&k=0&p=0&itemid=866](http://www.klimaatportaal.nl/pro1/general/start.asp?i=8&j=1&k=0&p=0&itemid=866);

<sup>72</sup> Reeds beschikbare handleiding/achtergrondinformatie: [climexp.knmi.nl/Scenarios\\_monthly](http://climexp.knmi.nl/Scenarios_monthly). Een rapport over de verschillende typen analyses die in de afgelopen jaren zijn uitgevoerd met het transformatieprogramma is in voorbereiding. Voor hulp bij het transformatieprogramma kan men contact opnemen met de Klimaatdesk van het KNMI: 030 2206 850/ [klimaatdesk@knmi.nl](mailto:klimaatdesk@knmi.nl).

## BIJLAGE 1: OVERZICHT VAN DE GERAADPLEEGDE PARTIJEN

Naast onderstaande partijen die een bijdrage hebben geleverd aan de inventarisatie van gebruikerswensen, hebben we de afgelopen jaren met veel meer organisaties en personen contact gehad. We willen iedereen hartelijk bedanken voor hun bijdrage.

### Deelnemers workshop "KNMI next klimaatscenario's", maart/april 2010

Brabant Water	ProRail
Brabantse Delta	Provincie Noord-Brabant
BZK	Provincie Utrecht
Deltares	RIVM
DHV	Schiphol Group
DLG	STOWA
ECN	TNO
Eureko	TU Delft
Gertrude Advies	UU
GGD Fryslan	UvW
Grontmij	IenM (voormalig VenW), DG Water
HKV	IenM (voormalig VenW), RWS
ICIS	IenM (voormalig VenW), Waterdienst
IVM	IenM (voormalig VROM)
Kennis voor Klimaat, programmabureau	VU
KWR, Watercycle Research Institute	Waddenacademie
LUMC	Waternet
NEA	Waterschap Scheldestromen
NEN Bouw	Wetterskipfryslan
Oranjewoud	Witteveen & Bos
PBL	WUR

### Hotspots van Kennis voor Klimaat

- Schiphol Mainport
- Regio Haaglanden
- Regio Rotterdam
- Grote Rivieren
- Zuidwestelijke delta
- Ondiepe wateren en veenweidegebieden
- Droge rurale gebieden
- Waddenzee