

Jaarverslag 2004

KNMI 150 jaar jong



Jaarverslag 2004

KNMI 150 jaar jong



Inhoudsopgave

KNMI

- Oordeel reviewcommissie: KNMI-onderzoek van hoog niveau* 8
- Agentschapsstatus van het KNMI veiliggesteld* 12
- Vernieuwingsprogramma KNMI: dienstverlening en wetenschap in samenhang en harmonie* 12
- Wetenschappers in de prijzen* 13
- Frits Brouwer nieuwe Hoofddirecteur KNMI* 14
- Topdrukte op www.knmi.nl* 14

Weer

- Drie eeuwen weer op internet* 16
- Natste zomer in zeker vijftig jaar* 18
- Toch nog een hittegolf in de zomer van 2004 vooral, extreem warme nachten* 19
- Hevig orkaanseizoen in het Caribisch gebied* 19
- 2004: mondiaal op de vierde plaats van warmste jaren* 20
- KNMI efficiënter door weersafhankelijke inzet* 21
- KNMI schat kans op stormvloed beter dan ooit* 22
- Prijs voor gezamenlijk KLM-KNMI product* 22
- Weeralarmen in 2004* 23
- Klimatologisch overzicht* 25

Klimaat

- SciamaChy meet luchtverontreiniging: hoge concentraties stikstofoxiden* 38
- Succesvol begin voor Ozone Monitoring Instrument (OMI) in de ruimte* 40
- Aanbieding onderzoeksrapport klimaatverandering aan Tweede Kamer* 44
- Wordt het Pentagon klimaatscenario realiteit?* 44
- Meetcampagne in Suriname helpt wereldklimaat beter te begrijpen* 45
- Klimaatverandering Europa ongelijkmatig, veranderingen ook zichtbaar in extremen* 46
- Geringe invloed Nijl op Middellandse Zee* 47
- Grootschalig rekenen aan het klimaat* 47
- Bioscoopfilm The day after tomorrow geen realistische klimaatramp* 49
- Een nieuw klimaatportaal* 51

Seismologie

- De Sumatra-aardbeving van tweede kerstdag, de aarde trilt na* 54
- Aardbevingen in het nieuws* 58
- KNMI verricht geluidsmetingen op Texel* 60

Cijfers

- Het KNMI in cijfers - Personeel 2004* 64
- Het KNMI in cijfers - Financieel 2004* 66

Middenkatern

- Lustrum KNMI, al 150 jaar het gesprek van de dag* 30



Voorwoord

Op naar de volgende 150 jaar ...!

Afgelopen jaar was voor het KNMI en zijn medewerkers een zeer bijzonder jaar. Enerzijds keken we terug op 150 jaar geschiedenis, anderzijds zitten we midden in een Vernieuwingsprogramma, waarvan de KNMI-Raad recent stelde dat het wellicht de grootste verandering betreft in de geschiedenis van het KNMI.

Eerst ons jubileum. Ik denk dat we dit op een goede, bij ons instituut passende wijze hebben gevierd. In het middenkatern van dit jaarverslag staat alles nog eens uitvoerig opgesomd. Belangrijker is nog dat in de berichtgeving in de media en op andere plaatsen naar aanleiding van dit jubileum 'nut en noodzaak' van het KNMI herbevestigd is: het KNMI is en blijft hét nationale instituut voor weer, klimaat en seismologie. Vooral ten aanzien van dit laatste blijkt weer eens hoe dicht vreugde - een jubileumviering - en verdriet - de aardbeving en tsunami op tweede kerstdag - bij elkaar liggen. Terwijl ik dit schrijf gaan mij gedachten uit naar de vele slachtoffers van de tsunami. Tegelijkertijd wil ik mijn respect uitspreken voor de betrokken professionaliteit waarmee de medewerkers van de afdeling Seismologie in die periode hun werk hebben gedaan.

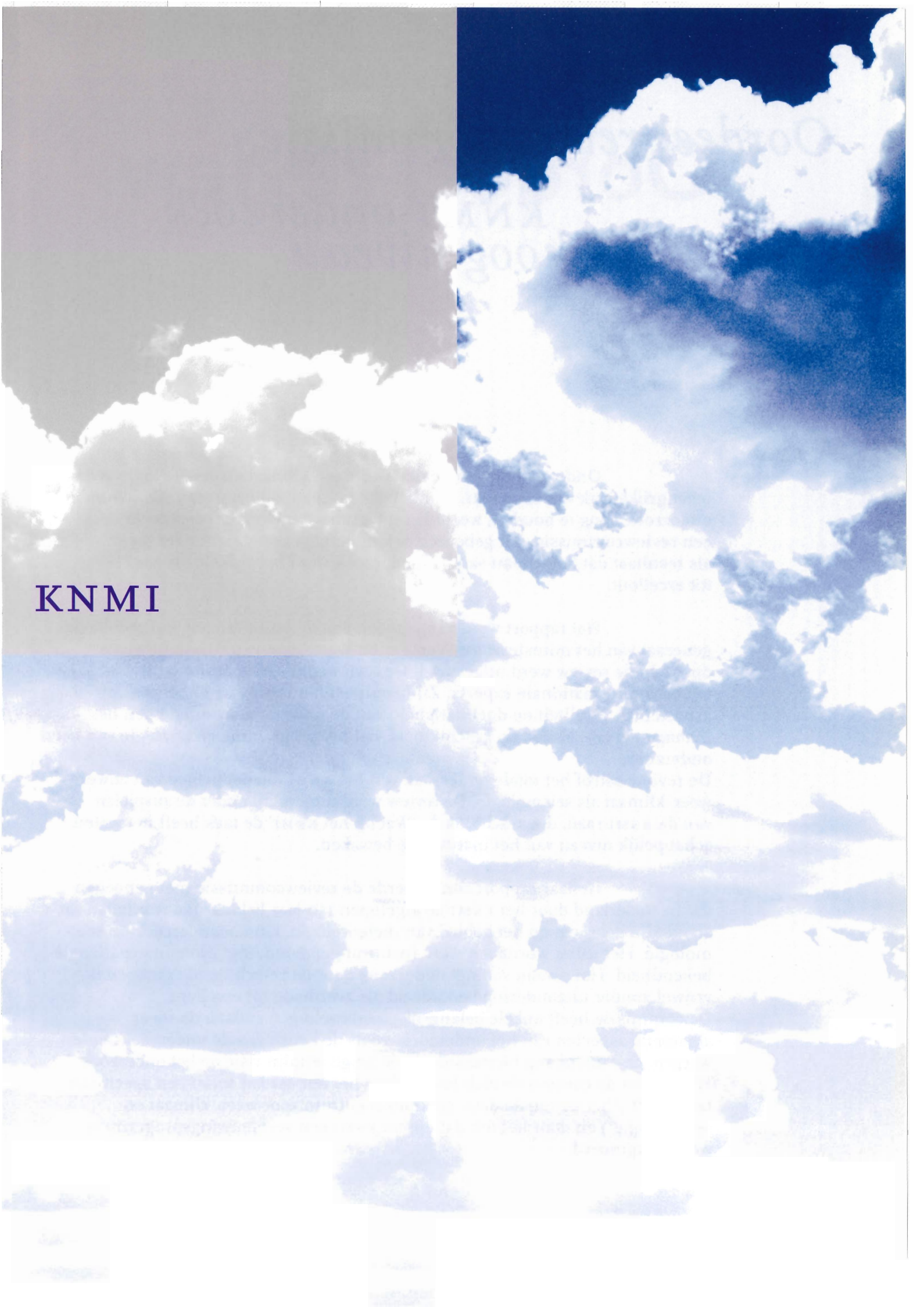
Dan het Vernieuwingsprogramma. Zoals in het vorige jaarverslag reeds vermeld, moet ook het KNMI een bezuinigingsslag maken. Zo'n 50 functies zullen bij het KNMI vervallen en in 2004 hebben reeds 25 collega's het KNMI verlaten zonder een opvolger te krijgen. Het KNMI nam daarmee afscheid van vele collega's die vaak een arbeidzaam leven lang hun beste krachten aan het KNMI hebben gegeven! Om het KNMI vitaal te houden is gekozen voor inhoudelijke en organisatorische vernieuwing. Met kracht is bijvoorbeeld gewerkt aan versterking van het product gevaarlijk weer en aan het ontwikkelen van lucht-kwaliteitverwachtingen.

Ten aanzien van de organisatie zijn in het kader van de vernieuwde instellingseisen Agentschap de producten opnieuw gedefinieerd en zal vanaf medio 2005 een nieuw ingestelde Programmaraad de opdrachtgeverrol voor het KNMI gaan invullen. Verder wordt er gewerkt aan een andere hoofdstructuur van het KNMI: een reorganisatie die onderzoek en dienstverlening dichterbij elkaar moet brengen.

Kortom, het KNMI kijkt terug op een bewogen jaar 2004, waaruit u in dit jaarverslag de hoogtepunten nog eens aan u voorbij kunt zien trekken.

Nu ik de drukproef van dit jaarverslag lees, ben ik trots dat ik sinds 1 juli vorig jaar leiding aan dit instituut mag geven. Ik spreek dan ook de wens uit, dat u die trots over het werk en de mensen van het KNMI met mij deelt als u dit jaarverslag leest.

Dr. Ir. Frits J.J. Brouwer
Hoofddirecteur KNMI



KNMI

Oordeel reviewcommissie: KNMI-onderzoek van hoog niveau

Onderzoek op het gebied van weer, klimaat en seismologie is een belangrijke taak van het KNMI. Om het wetenschappelijke niveau van het KNMI-onderzoek hoog te houden, wordt het onderzoek regelmatig beoordeeld door een reviewcommissie. Dit gebeurde ook in januari 2004 met onder meer als resultaat dat het niveau van het onderzoek werd beoordeeld als zeer hoog tot excellent.

Het rapport werd aangeboden aan de plaatsvervangend secretaris-generaal van het ministerie van Verkeer en Waterstaat Peter Heij, in wiens opdracht de review werd uitgevoerd. De reviewcommissie bestond uit een twaalfstal internationale experts. Zij beoordeelden het KNMI-onderzoek op aspecten als kwaliteit en doelmatigheid van de onderzoeksresultaten en het managen ervan, alsook op geschiktheid van het programma en strategie van het onderzoek.

De review betrof het totale onderzoek van het KNMI, op het gebied van zowel weer, klimaat als seismologie. De review werd uitgevoerd onder de auspiciën van de KNMI-raad, die krachtens de ‘Wet op het KNMI’ de taak heeft het wetenschappelijk niveau van het instituut te bewaken.

In haar rapport constateerde de reviewcommissie met genoegen dat in Nederland door het KNMI de afgelopen 150 jaar belangrijke resultaten tot stand zijn gebracht op het gebied van meteorologie, klimaatonderzoek en seismologie. Het KNMI wordt een sterk instituut genoemd, met grote internationale bekendheid. Het niveau van het onderzoek door de verschillende groepen is vrijwel zonder uitzondering beoordeeld als zeer hoog tot excellent.

De commissie heeft enkele belangrijke aanbevelingen gedaan op meer algemene aspecten van het onderzoek, zoals de keuze van de onderzoeksonderwerpen, de samenhang hiertussen, en de lange termijn visie op het onderzoek. Hierbij liet de commissie zich leiden door het feit dat het KNMI een specifieke taak heeft (“hét nationale data- en kenniscentrum voor weer, klimaat en seismologie”) en door het feit dat op het KNMI een vernieuwingsprogramma wordt uitgevoerd.



De commissie heeft aanbevolen om het onderzoek verder af te stemmen op de producten die het KNMI levert, en om de KNMI-brede samenhang van het onderzoek te versterken. Tevens werd kritische aandacht gevraagd voor de belangrijke rol van het KNMI in het veranderende Europese krachtenveld. Om de specifieke KNMI-taken op hoog niveau te kunnen blijven verrichten, stelde de commissie dat het onderzoek niet enkel taakgericht maar ook deels van meer fundamenteel karakter behoort te zijn.

Het KNMI-managementteam beschouwde de aanbevelingen als waardevolle handreikingen om tot verdere verbetering van de prestaties van het KNMI te komen. Ook vormden veel van de aanbevelingen zwaarwegende randvoorwaarden bij de besluitvorming in het kader van het vernieuwingsprogramma. Bij elke aanbeveling werd een actie geformuleerd, met daarbij een portefeuillehouder en een tijdpad. Het KNMI is, in de woorden van de reviewcommissie, ‘a place to be’, en de inspanningen zijn erop gericht deze positie te behouden.



Agentschapsstatus van het KNMI veiliggesteld

In 2002 is de tweede Rijksbrede evaluatie uitgevoerd naar het batenlastendienstenmodel, voorheen agentschap, door het ministerie van Financiën. Daaruit is naar voren gekomen dat de bestaande agentschappen op 31 december 2002 nog niet allemaal voldeden aan de aangepaste instellingsvoorwaarden. In 2003 heeft het KNMI een self assessment uitgevoerd op deze aangepaste instellingsvoorwaarden. Op basis daarvan is in een plan van aanpak aangegeven hoe het KNMI aan alle twaalf instellingsvoorwaarden zal voldoen. Dit plan is door de Toetsingscommissie Verzelfstandiging beoordeeld en akkoord bevonden, waarna het plan

is uitgevoerd. Op 31 december 2004 voldeed het KNMI aan de aangepaste instellingsvoorwaarden, waarmee de agentschapsstatus is veiliggesteld. Het KNMI heeft aangetoond een resultaatgericht sturingsmodel te hanteren en te kunnen sturen op output. Het KNMI-productenportfolio en de productdefinities zijn aangescherpt. De actualisatie van het nieuwe kostprijsmodel is in het eerste kwartaal van 2005 afgerond. Voor de zomer van 2005 zal de KNMI-programmaraad, die een belangrijke rol zal gaan spelen in het nieuwe sturingsmodel, worden geïnstalleerd.

Vernieuwingsprogramma KNMI: dienstverlening en wetenschap in samenhang en harmonie

Als gevolg van opgelegde bezuinigingen en een veranderende omgeving moest ook het KNMI bezuinigen en vernieuwen. In het voorjaar van 2004 heeft het managementteam daartoe verschillende keuzes gemaakt en een koers uitgezet in een Vernieuwingsprogramma met het strategische motto: dienstverlening en wetenschap in samenhang en harmonie. De missie van het KNMI is onveranderd gebleven. Het KNMI blijft het nationale instituut voor weer, klimaat en seismologie dat daarover voor ons land informatie, kennis en data levert ten behoeve van de veiligheid, economie en duurzaam milieu. De speerpunten van de vernieuwing zijn ondergebracht in een drietal groepen, te weten Dienstverlening, Onderzoek en Infrastructuur.

Het KNMI bevindt zich in een spanningsveld van door overheden opgedragen taken en door afnemers gewenste producten en diensten in combinatie met de rol van (inter)nationaal kenniscentrum op het gebied van weer, klimaat en seismologie. Daarom is gekozen voor een (extern) sturingsmodel waarbij de diverse rollen van Eigenaar (plaatsvervangend secretaris-generaal van Verkeer en Waterstaat), Opdrachtgever (KNMI-programmaraad) en Opdrachtnemer (Hoofddirecteur KNMI) duidelijk worden onderscheiden. Er is gekozen voor de productgroepen Weer, Klimaat en Seismologie. Per productgroep zijn verschillende producten en diensten te onderscheiden.

het KNMI heeft aangetoond

*een resultaatgericht sturingsmodel te hanteren en
te kunnen sturen op output*

Bij de vernieuwingsplannen vormt de structuur van de organisatie een belangrijk onderdeel. Er zijn verschillende varianten uitgewerkt en uiteindelijk is gekozen voor een indeling van het KNMI in drie sectoren: Weer, Klimaat & Seismologie en Infrastructuur ondersteund door een stafdienst.

Naast de organisatiestructuur zijn ook elementen als cultuur, afstemming, relatiebeheer en de organisatie van het primaire productieproces essentieel in het vernieuwingsprogramma.

Naast de vernieuwing is er ook uitvoering gegeven aan de bezuinigingen die tot een afslanking van het

personeelsbestand met ca. 50 fte. moest leiden.

Het beleid was erop gericht om gedwongen ontslag zo veel mogelijk te voorkomen, daarbij is gebruik gemaakt van de verschillende instrumenten zoals FPU, intensieve begeleiding op centraal en decentraal niveau, (bij)scholing etc. Dit beleid lijkt succesvol.

De invulling van het vernieuwingsprogramma krijgt gestalte in KNMI-brede veranderteams. Vanzelfsprekend is er gedurende het hele traject nauw overleg met de Ondernemingsraad. De planning is om najaar 2005 de reorganisatie af te ronden.

Wetenschappers in de prijzen

De Wereld Meteorologische Organisatie kende de 19^e Vaisala Award voor het jaar 2004 toe aan KNMI'ers Iwan Holleman en Hans Beekhuis voor hun vernieuwend werk aan de Doppler weerradar. De Doppler radar detecteert behalve neerslag ook wind in heel Nederland. Holleman en Beekhuis ontwikkelden een praktisch toepasbare methode waarmee de kwaliteit van KNMI-radar-windmetingen sterk verbeterd is. Dit is van groot belang, vooral bij storm en zware windstoten.



Door toepassing van de zogenaamde dual-PRF techniek ontstaan onvermijdelijk fouten. Holleman en Beekhuis hebben de kwaliteit van de windgegevens belangrijk weten te verbeteren door juist deze fouten te corrigeren. Ook andere (Europese) landen profiteren van deze ontwikkeling door de internationale uitwisseling van onderzoeksresultaten en operationele windgegevens.

De Vaisala Award is vernoemd naar prof. Vilho Vaisala (1889-1969) die bekend is geworden met zijn meteorologisch onderzoek. De officiële prijsuitreiking door de secretaris-generaal van de WMO de heer Jarraud, heeft plaatsgevonden op 10 maart 2005.

KNMI-Hoofddirecteur
Frits Brouwer
feliciteert
Vaisalaprijswinnaar
Iwan Holleman.



Deze prestigieuze prijs wordt jaarlijks toegekend voor een belangrijke publicatie op het gebied van meteorologische instrumentatie en waarneemmethodiek. In de publicatie worden de resultaten beschreven van een uitgebreid onderzoek naar de windgegevens uit de Doppler-radars van het KNMI.

Frits Brouwer nieuwe Hoofddirecteur KNMI



Op 1 juli is dr. ir. F.J.J. Brouwer benoemd tot Hoofddirecteur van het KNMI. Vanaf oktober 2003 was de heer Brouwer al aangesteld als adjunct-hoofddirecteur om het vernieuwingsprogramma van het KNMI vorm en inhoud te geven. De heer Brouwer volgt prof. dr. J. de Jong op, die gebruik maakte van de FPU-regeling.

Frits Brouwer (49) is afgestudeerd in de geodesie aan de TU Delft. Zijn promotieonderzoek verrichtte hij ook daar in samenwerking met de Universiteit Bonn en de Radiosterrenwacht in Dwingeloo. Na afronding van zijn promotie was hij bij de TU Delft werkzaam als universitair docent en als onderzoeker bij het Kadaster. Daarna stapte hij over naar Rijkswaterstaat waar hij sinds eind jaren negentig verschillende leidinggevende functies bekleedde. In de jaren voor zijn overstap naar het KNMI was hij werkzaam als Directeur Water en als plaatsvervangend Hoofdingenieur-directeur van de Directie Noord-Holland.

in 2004 is in totaal ruim 155 miljoen keer

een pagina opgevraagd van de KNMI-website

Topdrukte op www.knmi.nl

In 2004 is in totaal ruim 155 miljoen keer een pagina opgevraagd van de KNMI-website. Per maand komt dat neer op een gemiddelde van 13 miljoen pageviews.

De hoge bezoekersaantallen zorgden regelmatig voor overbelasting van de KNMI-servers. De capaciteit van de KNMI-servers is dan ook in 2004 uitgebreid. Ook inhoudelijk is het KNMI nog druk bezig met een vernieuwing. De resultaten hiervan zullen naar verwachting in de zomer van 2005 te zien zijn.

Het dagrecord voor wat betreft de internetbezoekersaantallen staat op 23 juni 2004. Deze dag werden er 2,2 miljoen pagina's opgevraagd. De drukte werd veroorzaakt door het uitstaande Weeralarm rond deze dag voor zeer zware windstoten. Zie ook het Weeralarmenoverzicht van 2004 elders in dit jaarverslag.

januari	11,5
februari	9,5
maart	10,4
april	11,3
mei	12,4
juni	17,3
juli	19,2
augustus	21,7
september	12,7
oktober	10,3
november	8,9
december	10,3
totaal	155,6

aantal pageviews in miljoenen



weer

Drie eeuwen weer op internet

Al vanaf het begin van de 18^e eeuw worden in Nederland regelmatig instrumentele waarnemingen aan het weer verricht. Op het KNMI is een inventarisatie uitgevoerd naar de pre-KNMI periode van voor 1854. Van 12 plaatsen (Delft, Leiden, Rijnsburg, Breda, Utrecht, Haarlem, Zwanenburg, Bergen, Alkmaar, Amsterdam, Vlissingen en Middelburg) bleken de waarnemingen voldoende regelmatig en lang genoeg achter elkaar uitgevoerd. Deze meetreeksen zijn sinds februari 2004 voor iedereen toegankelijk op internet. Ook informatie over deze stations is beschikbaar. Het KNMI is één van de eerste instituten die een aantal historische meetreeksen uit de 17^e en 18^e eeuw op dagbasis op internet heeft geplaatst.

Dergelijke gegevens zijn niet alleen van belang voor klimaatonderzoek, maar ook voor historische doeleinden, zoals de datering van een opmerkelijke gebeurtenis, een veldslag of schilderij. Ook voor landbouwdoeleinden of voor onderzoek naar de invloed van het weer op ziektes zijn de gegevens interessant.

De eerste systematische metingen

In 1706 begon waterbouwkundige en cartograaf Nicolaus Samuelis Cruquius (1678-1754) als eerste in Nederland en één van de eersten in de wereld systematisch het weer bij te houden en te meten. Het grootste aandeel aan de Nederlandse meetreeksen komt echter voor rekening van de opzieners van huize Swanenburgh. De verschillende medewerkers van de Waterstaat, die tussen 1735 en 1861 hun metingen deden, gingen uiterst serieus te werk, zodat een kwalitatief hoogwaardige meetreeksen tot stand is gekomen. Zo blijkt dat de koudste dagen in de Nederlandse geschiedenis 23 en 24 januari 1823 zijn geweest. Op die dagen bleef het de hele dag minstens 16 graden vriezen en het etmaalgemiddelde van de temperatuur was op beide dagen ongeveer 18 graden. De meetreeksen van Huize Swanenburgh is één van de langste meetreeksen van de wereld.

De Nederlandse archieven zijn rijk gevuld met meteorologische gegevens. Begin jaren tachtig is op het KNMI in het kader van een project van de Europese Unie onderzoek verricht naar historische meetreeksen. Daarbij zijn tal van reeksen uit de archieven boven water gekomen en nader onderzocht. Verschillende KNMI'ers uit de weerdienst zijn in de jaren tachtig enthousiast bezig geweest met het systematisch invoeren van de vele historische data in de computer, letterlijk monnikenwerk. Inmiddels heeft de klimatologische dienst van het KNMI alle waarnemingen geïncenteriseerd en bewerkt tot meetreeksen. Zodoende zijn de gegevens nu ook via internet beschikbaar voor het algemeen publiek.



Natste zomer in zeker vijftig jaar

De zomer was gemiddeld over het land de natste sinds tenminste 1951. Dat bleek uit berekeningen over de ruim 300 neerslagstations van het KNMI. In augustus viel er zelfs nooit zoveel regen als in Maasland; daar viel maar liefst 325 mm. Het landelijk gemiddelde van de neerslag over de maanden juni, juli en augustus was 328 mm. Op de tweede plaats staat 1954 met 321,2 mm, op de derde plaats 1966 (321,0 mm), gevolgd door 1965 (307,8 mm) en 1956 (305,8 mm).

Augustus was een bijzonder natte zomermaand in 2004. Niet alleen in Maasland, maar op diverse plaatsen viel drie tot vier keer de normale hoeveelheid regen deze maand, dat is 70 mm.

De radar bevestigde het absolute regenrecord van Maasland.



Zware buien rekenen af met de hittegolf. Wapenveld op de Veluwe werd zowel op 12 als op 13 augustus getroffen door wolkbreuken.

Tien dagen zware regen

De zomer van 2004 telde tien dagen met zware regen (meer dan 50 mm). Juli telde twee dagen, augustus acht waarvan vier achter elkaar: 11-14 augustus. Verder regende het ook zwaar op 16 augustus, 19 augustus, 21 augustus en 25 augustus. Een serie van vier dagen zware regen achter elkaar kwam in de meetgegevens sinds 1951 slechts twee keer eerder voor (1951 en 1987). Zulke grote etmaalhoeveelheden zijn voor ons land overigens bijzonder, maar geen records. Zo staat het neerslagrecord over 24 uur nog altijd op naam van Voorthuizen met 208 mm op 3 augustus 1948.

De grootste neerslagintensiteit wordt meestal in de zomer gemeten. De laatste jaren vielen er herhaaldelijk zware buien.

In ons land speelt het relatief warme zeewater een rol bij de activiteit van buien. Ook restanten van hurricanes speelden een rol: de stormachtige wind met windstoten van 100 km/uur die langs onze kust woedde, hield verband met een afsplitsing van restanten van Charley. Op 12 en 13 augustus viel vooral in Friesland en het westelijk deel van Groningen uitzonderlijk veel, in circa 30 uur meer dan 80 mm. Zo'n hoeveelheid wordt gemiddeld eens in de 125 jaar geëvenaard. Ook in de omgeving van Maasland in het Westland (97 mm in circa 36 uur) en bij Purmerend en Hoorn in Noord-Holland (resp. 90 en 82 mm in circa 35 uur) waren de hoeveelheden die dagen uitzonderlijk. De neerslagintensiteit was enorm en soms viel er 15 tot 19 mm in een uur. Op 16 augustus vielen er opnieuw zware buien, maar toen lag het zwaartepunt van de neerslag boven Zeeland met opnieuw plaatselijk meer dan 80 mm.

KNMI waarschuwt waterschappen voor extreme neerslag

Op basis van de neerslagverwachtingen heeft het KNMI extra waarschuwingen uitgegeven.

De waterschappen Delfland en Fryslan werden gewaarschuwd: het automatische waarschuwingsysteem gebaseerd op het HIRLAM-weermodel van het KNMI voor (extreme neerslag) waarschuwde op dat moment voor zeldzaam hoge gebiedsgemiddelden van ruim 70 mm voor Friesland in 24 uur tijd.



Een parkeerplaats in Biddinghuizen stond na het hevige onweer op 22 augustus onder water.

Toch nog een hittegolf in de zomer van 2004, vooral extreem warme nachten

De aanvankelijk wisselvallige zomer van 2004 heeft uiteindelijk ook een hittegolf opgeleverd. De maximumtemperatuur in De Bilt was gedurende tenminste vijf achtereenvolgende dagen elke dag 25 graden of hoger en bovendien op zeker drie

dagen minstens 30 graden. De hittegolf duurde van 2 juli t/m 11 augustus en was de 35^e sinds 1901. Op 6, 8 augustus en 9 augustus was het warmer dan 30 graden (tropisch).

Uniek waren de warme nachten: het KNMI registreerde in De Bilt een minimumtemperatuur van 20,8 graden op 8 augustus, gemeten van middernacht tot middernacht. Het oude record was 20,6 graden, op 22 juli 1925. In het westen van ons land zijn ook nieuwe records voor het etmaalgemiddelde van de temperatuur geboekt. In het noordoosten waren de eerste tien dagen van augustus recordwarm.

Bij recreatieplas "het Hulsbeek" bij Oldenzaal op zoek naar verkoeling in de zomer van 2004.



Hevig orkaanseizoen in het Caribisch gebied

In de nazomer van 2004 passeerden verschillende tropische stormen en hurricanes het Caribische gebied. Orkaan Alex was op 3 augustus de eerste, gevolgd door Bonnie, Charley, Frances en Ivan. Charley liet in augustus vooral in de staat Florida een spoor van vernielingen na. Door hurricane Frances zaten miljoenen mensen in Florida zonder stroom of moesten ze hun huizen uit. Charley en Frances waren van de categorie 4 (op de schaal van 1-5). Ook Ivan (categorie 5) heeft aan meer dan 100 mensen het leven gekost. Vooral Grenada moest het ontgelden. Daarna kwamen Jeanne, Karl en Lisa. Karl was de zevende orkaan van het seizoen in dit gebied en ontwikkelde tot een orkaan van categorie 4.

Amerikaanse wetenschappers voorspelden in mei al een bovengemiddeld orkaanseizoen. Een waarschuwing die in augustus nog eens werd herhaald. De eerste tropische orkanen van het seizoen, in de VS hurricanes genoemd, verschijnen vaak in juli of augustus op de weerkaart. Het seizoen duurt enkele maanden. Veel hurricanes worden geboren

uit onweersbuien voor de Afrikaanse kust. Met een oostenwind drijven de buien langzaam richting Caribisch gebied, waar ze verder kunnen uitgroeien tot tropische stormen.

Factoren die van invloed zijn op hurricanes

De hevigheid van een stormseizoen is afhankelijk van een aantal factoren: een hogere oppervlaktetemperatuur van het oceaanwater (boven 26 graden Celsius), een zwakke, zogenoemde verticale windschering – het verschil in windsnelheden in hoge en lage luchtlagen – en regens in de Afrikaanse Sahel zijn de ideale omstandigheden. En dit jaar werd op basis daarvan een actiever seizoen dan normaal voorspeld. Het record werd gevestigd in 2001, toen maar liefst negen cyclonen tot ontwikkeling kwamen. Ook 1998, toen de orkaan Mitch huishield in Midden-Amerika en duizenden doden veroorzaakte, was een topjaar met acht tropische cyclonen.

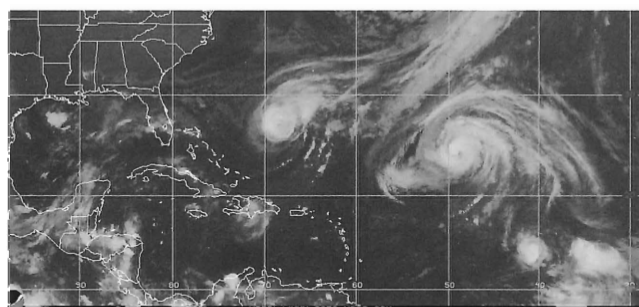
Een sterke El Niño heeft een remmende invloed op het aantal cyclonen. Uit metingen blijkt dat alle stormseizoenen boven de Atlantische Oceaan sinds 1995 bovengemiddeld zwaar waren, behalve 1997 en 2002, toen El Niño erg actief was.

Bovendien speelt de windsterkte bovenin de atmosfeer een belangrijke rol. Hoe sterker de wind aldaar, hoe meer het ontstaan van een hurricane onderdrukt wordt. Nu is er een relatie tussen El Niño en de windsterkte hoog in de atmosfeer; bij een El Niño is de bovenwind namelijk vrij sterk. Dat verklaart waarom een sterke El Niño een remmende invloed heeft op het ontstaan van orkanen.

De sterkte van de bovenwind varieert ook nog door andere effecten. De belangrijkste is een merkwaardige schommeling boven de 10 kilometer. Daar keert ongeveer om het jaar de windrichting om: het ene jaar overheerst westenwind, het volgende oostenwind. Dit jaar was er een westenwind, en dan zijn er voordat El Niño het ontstaan van orkanen zal onderdrukken, eerst nog gemiddeld wat meer orkanen.

Hurricanes en klimaatverandering

Het veranderende klimaat als gevolg van het door de mens versterkte broeikaseffect heeft naar verwachting geen gevolgen voor het optreden van orkanen. Aan de ene kant wordt de kans op een hurricane vergroot door het warmer wordende zeewater, aan de andere kant zal de atmosfeer door klimaatverandering stabiliseren, waardoor het ontstaan van hurricanes wordt onderdrukt. Beide processen werken elkaar dus tegen, waardoor het aantal hurricanes naar verwachting in de toekomst niet zal veranderen. Wel verwachten klimaatonderzoekers een lichte toename van de maximale intensiteit van hurricanes.



2004 mondiaal op de vierde plaats van warmste jaren

De wereldgemiddelde temperatuur van 2004 ligt + 0,44 graden boven het langjarig gemiddelde van 1961-1990. Dat berichtte de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) op basis van de gegevens van de bij de WMO aangesloten landen. Daarmee komt 2004 op de vierde plaats van de warmste jaren sinds het begin van de meetreeks in 1861. Het noordelijk halfrond was warmer (14,60 graden) dan het zuidelijk halfrond (14,27).

Het record van 1998 (+0,54) is blijven staan, alsook de tweede plaats van 2002 (+0,48) en de derde plaats, 2003 (+0,49 graden). De laatste tien jaren (1995-2004) horen, met uitzondering van 1996, tot de warmste ooit gemeten. Vooral oktober 2004 was relatief warm: wereldwijd was het de warmste oktober van de meetreeks. Ook in Nederland was het deze maand overigens zacht.

In de 20^e eeuw is de wereldgemiddelde temperatuur ruim 0,6 graden gestegen. De laatste kwart eeuw is de temperatuur ongeveer drie keer snel sneller gestegen dan gemiddeld over de afgelopen honderd jaar.

Op het noordelijk halfrond waren de jaren negentig van de vorige eeuw de warmste in zeker 1000 jaar; 1998 was zelfs het warmste jaar ooit. Dat werd mede veroorzaakt door een zeer sterke El Niño: het water in een deel van de Stille Oceaan langs de kust van Peru en bij de evenaar was toen een stuk warmer dan normaal.

KNMI efficiënter door weersafhankelijke inzet

Het KNMI heeft in 2004 zijn meteorologische productieproces nog efficiënter ingericht door personeel in te zetten op basis van zijn eigen weersverwachtingen. Met deze weersafhankelijke inzet neemt het KNMI een voortrekkersrol in Europa in. Onder meer de Meteorologisch Adviseur op Schiphol (MAS) is sinds 2004 weersafhankelijk actief in samenwerking met de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL), KLM en Schiphol.

Het KNMI was al enige tijd bezig om uitvoering te geven aan de modernisering van de KNMI-dienstverlening ten behoeve van de luchtvaart. Sinds oktober 2003 waren luchtvaartmeteorologen gestart met het draaien van operationele diensten bij de luchtver-

keersleiding (LVNL) op Schiphol. Na de positieve evaluatie in het voorjaar van 2004 is besloten deze dienstverlening te continueren.

Voor weersafhankelijke inzet van luchtvaartmeteorologen werd gekozen in overleg met LVNL, KLM en Schiphol. Bij de inzet gaat het er voornamelijk om de capaciteit van de start- en landingsbanen op Schiphol zo goed mogelijk te benutten. Aangezien deze capaciteit sterk afhangt van weersomstandigheden, is kennis van de (verwachte) meteorologische omstandigheden uitermate van belang. De Meteorologisch Adviseur heeft zijn werkplek bij de LVNL. Daarnaast blijft de meteorologische ondersteuning voor de luchtvaart vanuit De Bilt bestaan.



KNMI schat kans op stormvloed beter dan ooit

Om aan de veiligheidsnorm voor dijken en duinen langs de Centraal-Hollandse kust te voldoen, geldt dat deze de waterstanden bij extreme stormvloeden moeten kunnen trotseren. Dat wil zeggen, stormvloeden die gemiddeld eens per 10.000 jaar voorkomen. Door een verkennende studie van het KNMI in opdracht van Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) en het Directoraat Generaal Water (DGW) bleek het mogelijk de kans op dergelijke zeer zeldzame gebeurtenissen - zoals de stormvloed van 1953 - maar liefst vier keer zo nauwkeurig te berekenen dan voorheen ooit haalbaar was.

Het was niet eenvoudig te schatten hoe hoog de waterstand bij extreme stormvloed is. Goede metingen zijn er immers pas zo'n 100 jaar. Om de

kans op extreme gebeurtenissen te kunnen schatten werd voor 1600 jaar uitgerekend hoe hoog het water tijdens stormvloed tegen de kust werd opgestuwd. Tevens zijn de eigenschappen van de sterkste stormen bestudeerd.

Er is een veelbelovende techniek ontwikkeld, waarin gebruik gemaakt werd van het data-archief van het Europese Centrum voor Weersverwachtingen op Middellange Termijn (ECMWF). Een robot haalde wekenlang de gegevens op uit het ECMWF-archief. Het ziet er naar uit dat deze techniek ook gebruikt kan worden voor andere ontwrichtende weergebeurtenissen, zoals hitte-golven, droogte, extreme neerslag en hoge afvoeren van de rivieren.

Prijs voor gezamenlijk KLM-KNMI product

Door gebruik te maken van kansverwachtingen van het KNMI bij beslissingsprocessen van gebruikers van luchthaven Schiphol kan een raming worden gemaakt van het in- en uitgaand vliegverkeer. Hierdoor kunnen bedrijven die actief zijn op de luchthaven anticiperen op komende weersomstandigheden. Zo kan een luchtvaartmaatschappij eerder logistieke maatregelen nemen als zij voor de ochtendpiek van de volgende dag grote vertragingen aan ziet komen. Deze aanpak is zo effectief en nieuw gebleken dat

de KLM voor dit product tijdens de Spring 2004 Airline Operations Conference van de Airline Group of the International Federation of Operational Research Societies (AGIFORS) de Best Innovation for Airline Operations award 2004 heeft ontvangen. Dit nieuwe product is tot stand gekomen door een samenwerkingsverband tussen KNMI, KLM, Luchthaven Schiphol en Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL).

*om de kans op extreme gebeurtenissen te kunnen schatten
werd voor 1600 jaar uitgerekend hoe hoog het water
tijdens stormvloed tegen de kust werd opgestuwd*

Weeralarmen in 2004

Het KNMI brengt bij dreigend noodweer het Weeralarm uit. Dit bulletin biedt naast de actuele verwachting en waarschuwingen ook een beeld over mogelijke gevolgen van het noodweer, zodat direct duidelijk is hoe ernstig het kan worden. Een Weeralarm is een ernstige waarschuwing die het KNMI alleen bij extreem weer geeft, dus als er weersomstandigheden worden verwacht die tot grote overlast of gevaar kunnen leiden. In 2004 heeft het KNMI zes keer een dergelijk bulletin uitgegeven.

Het Weeralarm is te vinden op pagina 710 van NOS Teletekst, op de internetsite van het KNMI, de Verkeersinformatie, diverse radio- en televisie-uitzendingen en de marifoon. Wanneer een alarm van kracht is biedt het KNMI via internet extra weerinformatie, zoals actuele radar- en satellietbeelden en uurlijkse gegevens van alle weerstations en achtergrondinformatie over de weersverschijnselen. De KNMI-site wordt op deze momenten dan ook extra veel bezocht.

Datum	Tijd	Weeralarm	Bericht*	Internetbezoek**
4 januari	03.12 - 14.07 uur	IJzel: glad op grote schaal	"IJzel: glad op grote schaal. In het hele land komt ijzel met gevaarlijke gladheid voor, aan de westkust en geleidelijk ook verder landinwaarts zorgt de dooi voor problemen."	0,3
27/28 januari	10.50 - 08.51 uur	Zware sneeuw	"Zware sneeuw: grote overlast. Over de Noordzee trekt een actief sneeuwgebied zuidoostwaarts. Deze actieve sneeuwbuien bereiken rond 17.00 uur het noorden van het land. De voorste begrenzing wordt tegen 19.00 uur langs de lijn Schiphol - Assen verwacht. Rond 21.00 uur ligt deze grens op de lijn Breda - Den Bosch."	1,3/0,7
31 januari/ 1 februari	22.36 - 01.45 uur	Zeer zware windstoten	"Zeer zware windstoten: grote schade mogelijk. In het gehele land komen zeer zware windstoten voor, met snelheden tot ongeveer 110 km/uur. Er is daarbij groot gevaar voor rondvliegende objecten en ook het verkeer ondervindt ernstige hinder. De tweede helft van de nacht neemt de wind geleidelijk af."	0,4/0,3

Datum	Tijd	Weeralarm	Bericht*	Internetbezoek**
20 maart	15.42 - 23.51 uur	Zeer zware windstoten	“Zeer zware windstoten: grote schade mogelijk. Langs de kust staat er een zuid-westerstorm, windkracht 9. In de westelijke kustprovincies en rond het IJsselmeer komen er zeer zware windstoten voor, overeenkomend met windkracht 12 (tot 120 km/uur). Vanavond kunnen er ook elders nog zeer zware windstoten voorkomen. Grote schade op uitgebreide schaal mogelijk; gevaar door rondvliegende objecten; zeer gevaarlijk voor het verkeer met name voor fietsers, bromfietzers, vrachtauto's, auto's met aanhanger en caravans. In de loop van de nacht nemen de gemiddelde windsnelheid en de windstoten in kracht af.”	0,5
22/24 juni	04.05 - 02.15 uur	Zeer zware windstoten	“Zeer zware windstoten: grote schade mogelijk. Vanmiddag trekt een stormdepressie vanuit Engeland naar het midden van de Noordzee. Aan de kust neemt de wind de komende uren toe tot stormkracht (9 bft) en in het binnenland dient men, het eerst in het zuidwesten, rekening te houden met zeer zware windstoten (110-120 km/uur). Tot middernacht moet met deze condities rekening worden gehouden. Zeer gevaarlijk voor het verkeer met name voor fietsers, bromfietzers, motorrijders, vrachtauto's, auto's met aanhanger en caravans, levensgevaarlijk voor watersporters. Bovendien grote schade mogelijk door rondvliegende objecten.”	0,6/2,2/0,8

Datum	Tijd	Weeralarm	Bericht*	Internetbezoek**
17 juli	17.15 - 22.51 uur	Zwaar onweer	"Zwaar onweer: gevaarlijk en grote overlast. Een gebied met zware onweersbuien boven het zuidwesten van het land trekt in noordoostelijke richting met een snelheid van 50 km/uur. Tijdens de buien is er kans op hagel en (zeer) zware windstoten en lokaal wateroverlast. Tegen middernacht verlaten de buien het noordoosten van het land."	1,0

* ten tijde van een Weeralarm actualiseert het KNMI de bulletins geregeld. De hier vermelde berichten zijn het meest representatief voor de dreigende weersituatie.

**het aantal geraadpleegde pagina's (= pageviews) in miljoenen van de totale KNMI-website gedurende de dag dat het Weeralarm van kracht is. Het aantal geraadpleegde bestanden (= hits) ligt ongeveer een factor 5 hoger.

2004 was warm, zonnig en vrij nat

Klimatologisch overzicht

Bijzondere dagen in De Bilt

Jaar 2004	Normaal		
3	(8)	Ijsdagen	(max. temp. lager dan 0,0 °C)
65	(58)	Vorst dagen	(min.temp. lager dan 0,0 °C)
89	(77)	Warme dagen	(max temp. 20,0 °C of hoger)
25	(22)	Zomerse dagen	(max. temp. 25,0 °C of hoger)
3	(3)	Tropische dagen	(max. temp. 30,0 °C of hoger)

Jaarsommen en jaargemiddelde in De Bilt

	Jaar 2004	Normaal
Temperatuur in °C	10,3	9,8
Neerslag in mm	859	795
Zonneschijn in uur	1623	1527

Temperatuur

Met een gemiddelde temperatuur in De Bilt van 10,3 °C tegen een langjarig gemiddelde van 9,8 °C was 2004 warm. Daarmee is het tevens het achtste jaar op rij met een gemiddelde temperatuur van boven de 10,0 °C.

In alle maanden, met uitzondering van mei, juli en december, lag de gemiddelde temperatuur boven normaal. Vooral in april en augustus was de gemiddelde temperatuur hoog: april eindigde op de vijfde en augustus op de negende plaats in de rij van warmste overeenkomstige maanden sinds 1901.

Opvallend was ook het begin van de maand februari. Deze was uitzonderlijk zacht waarbij op de 3^e en 4^e temperatuurrecords werden gebroken. Op 4 februari werd het in Eindhoven 18,0 °C. Nooit eerder was het zo vroeg in het jaar zo warm.

Van 2 tot en met 11 augustus was er sprake van een landelijke hittegolf, de 35^e sinds 1901. De hoogste temperatuur van het jaar, (33,6 °C) werd tijdens de hittegolf bereikt te Soesterberg, op 9 augustus.

Op die dag werden op een aantal stations record hoge minimumtemperaturen gemeten; lokaal koelde het dat etmaal niet verder af dan ca. 21 °C.

De warmte viel toevalligerwijs samen met de eerste decade van de maand. Dat leverde op veel stations een zeer warme eerste augustusdecade op die eindigde in de top 10 van warmste overeenkomstige tijdvakken. Vooral in het noordoosten van het land was de warmte opmerkelijk en de afwijking van het langjarig gemiddelde het grootst. In Eelde werden zes tropische dagen op rij genoteerd.

Op 3 januari werd in Woensdrecht de landelijk laagste temperatuur van dit jaar gemeten: -11,4 °C.

Neerslag

Gemiddeld over het land viel in 2004 862 mm neerslag, terwijl het langjarig gemiddelde 799 mm bedraagt. Daarmee kan het jaar als vrij nat worden gekarakteriseerd.

Meest markant was de regionaal overvloedige neerslag in augustus. Op een aantal plaatsen in de westelijke helft van het land viel ruim 200 mm. Op

het KNMI-neerslagstation Maasland is de maand som uitgekomen op 325 mm. Dat is een nieuw landelijk neerslagrecord. Het oude record stond op naam van Zandvoort met 321 mm in oktober 1932. Ook juli was zeer nat waardoor de zomer (juni, juli, augustus) gemiddeld over het land de natste was sinds tenminste 1951.

Op twee dagen in juli en acht dagen in augustus werd er op tenminste één KNMI-neerslagstation 50 mm of meer afgetapt. Met name in Friesland en het westelijk gedeelte van Groningen viel op 12 en 13 augustus uitzonderlijk veel regen: meer dan 80 mm. Deze hoeveelheid viel in ca. 30 uur. In de omgeving van Maasland viel in ca. 36 uur 97 mm en in Purmerend 90 mm in 36 uur. De herhalingstijd van deze gebeurtenissen is eens per ca. 125 jaar.

Het jaar kende ook enkele lange, overwegend droge tijdvakken. Van 11 tot en met 27 april viel landelijk gemiddeld slechts 5 mm neerslag, van 8 tot en met 29 mei maar 4 mm.

Van de KNMI-stations was Leeuwarden het natst met 1070 mm neerslag. In Vlissingen viel de minste neerslag: 717 mm. In De Bilt viel 859 mm tegen 795 mm normaal.

Zonneschijn

Het jaar was zonnig met landelijk gemiddeld 1734 zonuren tegen 1553 uren normaal. Het aantal uren zon nam ruwweg van west naar oost over het land af. Van de KNMI-stations was Vlissingen het zonnigst met 1883 zonuren, in Deelen scheen de zon het minst: 1556 uren. In De Bilt werden 1623 uren zonneschijn genoteerd tegen normaal 1527. Slechts 54 dagen verliepen er zonloos, normaal is dat op 78 dagen het geval.

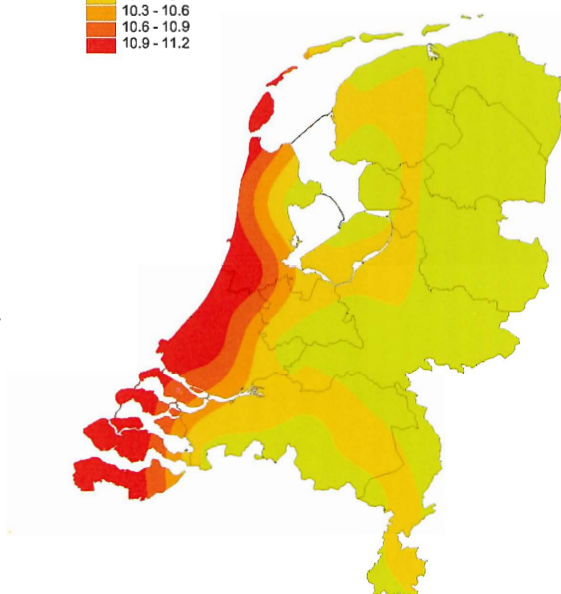
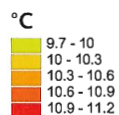
Voor september was zeer zonnig. Dat was vooral te danken aan de uitzonderlijk zonnige start van de maand. Op veel KNMI-stations met een meetreeks van tenminste 50 jaren eindigde de eerste tien dagen van september op de eerste of tweede plaats in de rij van zonnigste overeenkomstige tijdvakken. In De Bilt werden in de eerste decade 99 zonuren

genoteerd. Sinds 1901 was alleen de eerste decade van 1959 nog zonniger met 109 zonuren. December was in het zuiden van het land een zeer zonnige maand. In Vlissingen eindigde de maand op de 5^e plaats in de rij van zonnigste decembermaanden sinds 1907 met 69 zonuren en in Maastricht op de 7^e plaats sinds 1906 met eveneens 69 uren zonneschijn.

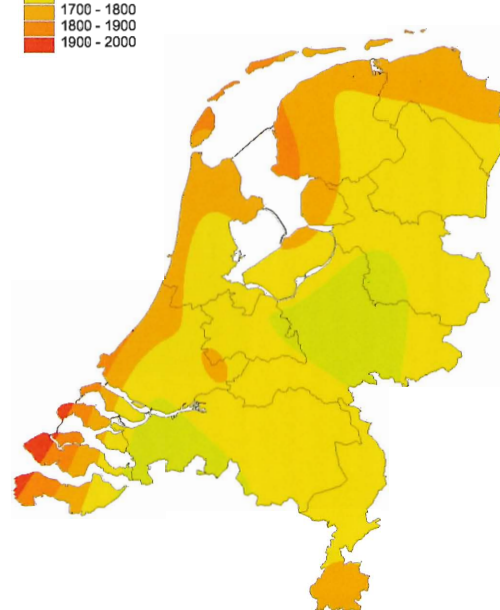
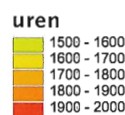
Wind

Zware stormen met een uurgemiddelde windsnelheid van tenminste 24,5 m/s (= windkracht 10), gemeten op een landstation, kwamen dit jaar niet voor. Veel wind (kracht 9, tenminste 20,8 m/s) kwam in 2004 voor op 31 januari, 8 februari, 19 en 20 maart, 23 juni, 19 augustus en 21 september.

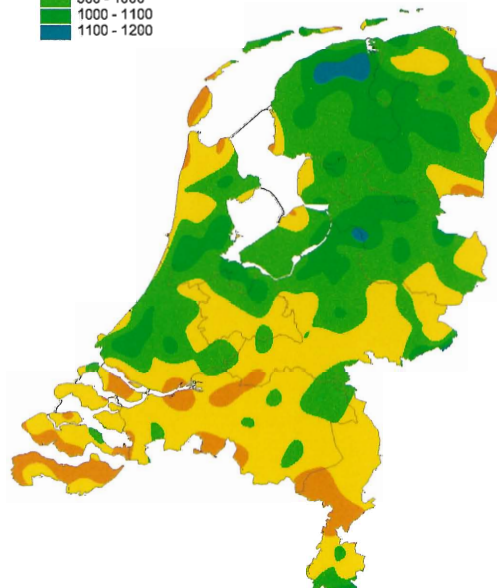
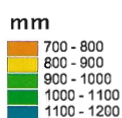
Gemiddelde temperatuur



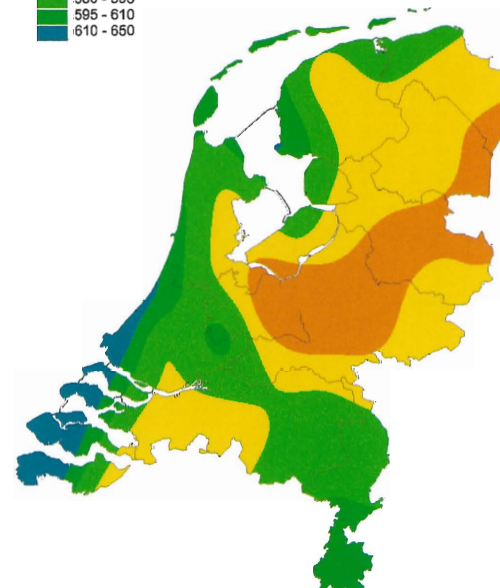
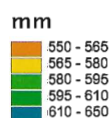
Zonneschijnduur



Neerslaghoeveelheid



Referentiegewasverdamping



	Maandgemiddelde temperatuur in De Bilt		Duur van de zonneschijn in De Bilt		Maandsommen neerslag in De Bilt	
	normaal	2004	normaal	2004	normaal	2004
januari	2,8	3,6	52,4	48,0	67,0	123,0
februari	3,0	4,8	82,0	79,9	49,4	79,4
maart	5,8	5,9	113,7	125,0	65,4	42,0
april	8,3	10,4	158,2	178,6	44,5	33,1
mei	12,7	12,3	203,7	209,6	61,5	31,1
juni	15,2	15,5	186,5	172,8	71,7	69,2
juli	17,4	16,7	196,1	197,2	70,0	122,1
augustus	17,2	18,8	192,0	191,2	58,2	127,2
september	14,2	15,2	132,8	183,9	72,0	62,2
oktober	10,3	11,3	105,6	128,7	77,1	47,9
november	6,2	6,3	59,9	54,6	81,2	75,7
december	4,0	3,2	44,2	53,6	76,8	46,3
	9,8	10,3	1527,1	1623,1	794,8	859,2

Normaal = het langjarige gemiddelde over het tijdvak 1971-2000

*meest markant was de regionaal overvloedige neerslag
in augustus. Op een aantal plaatsen
in de westelijke helft van het land viel ruim 200 mm*



Jubileumjaar 2004

KNMI, al 150 jaar het gesprek van de dag

Op 31 januari 1854, werd bij koninklijk besluit van Koning Willem III het KNMI officieel opgericht. Het initiatief tot oprichting van het KNMI ging uit van de beroemde meteoroloog C.H.D. Buys Ballot (1817-1890), die tevens de eerste hoofddirecteur werd. In 2004 vierde het KNMI dus zijn 150-jarig bestaan onder het motto: al 150 jaar het gesprek van de dag.

Taart, zegels en een website

Het lustrumjaar begon in januari met een jubileumpostzegel die speciaal door TPG-Post werd uitgegeven. Het eerste exemplaar werd tijdens een feestelijke bijeenkomst in het Boerhaave Museum door Peter Timofeeff in ontvangst genomen. En wie jarig is, trakteert; alle KNMI'ers kregen een filatelistisch collector's item (een bijzondere envelop met de zegels en een eerstedagenvelop) en natuurlijk was er taart voor iedereen!

Om het jubileumjaar onder de aandacht te brengen ging ook de speciale jubileumsite de lucht in. Alle informatie over de activiteiten, 150 jaar KNMI in vogelvlucht, nieuwtjes over het jubileum en wekelijks een achtergrondverhaal waren bijeengebracht in digitale vorm.

Museon en publiekslezingen

Aandacht voor de viering van het 150-jarig bestaan was er niet alleen in De Bilt. Het Museon in Den Haag verleende ook zijn medewerking. In een speciaal ingerichte KNMI-Lustrumzaal werd onder meer de historie van het KNMI belicht. De bezoeker kon zien hoe er destijds werd gemeten en hoe dat nu gebeurt.

In de expositie zag men hoe regen, hagel of sneeuw ontstaat en werd er aandacht geschonken aan de impact van het weer op diverse maatschappelijke fenomenen zoals bijvoorbeeld kunst en oorlog. Tevens was de stoel van Buys Ballot te zien, waarop hij wellicht zijn wereldberoemd geworden wet bedacht heeft. In de tentoonstelling was een televisiestudio nagebootst waar de bezoeker zelf het weer kon presenteren.

De KNMI-expositie werd op dinsdag 11 mei door John Bernard geopend en duurde tot 31 december 2004. Gedurende het hele lustrumjaar werden zowel bij het KNMI als bij het Museon maandelijks publiekslezingen gehouden door KNMI-medewerkers over de zeer uiteenlopende aandachtsgebieden van het instituut.

Koninklijk bezoek

Het hoogtepunt van de festiviteiten vond plaats tijdens de feestweek in mei. Daarvoor was een speciaal feestterrein ingericht bij het KNMI om alle gasten op gepaste wijze te kunnen ontvangen. De komst van de kroonprins naar het KNMI was de echte kroon op het lustrum.



Op donderdag 13 mei woonde Zijne Koninklijke Hoogheid de Prins van Oranje het lustrumsymposium bij en verrichtte hij een feestelijke openingshandeling. Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat Melanie Schultz van Haegen bood het KNMI als verjaardagsgeschenk vier promotieplaatsen aan voor onderzoekers in opleiding aan de Universiteit Utrecht. De leerstoel Dynamica van het klimaat zal voor vijf jaar worden voortgezet als de Buys Ballot leerstoel. Gast sprekers waren Mr. M.J.P. Jarraud, secretaris-generaal van de Wereld Meteorologische Organisatie en Nobelprijswinnaar Prof. dr. P. J. Crutzen.

Buys Ballotmedaille voor uitvinder chaostheorie

Op 12 mei ontving de Amerikaanse meteoroloog Edward Norton Lorenz bij het KNMI de Buys Ballotmedaille van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW). Die werd hem uitgereikt voor zijn bijdrage aan de wetenschap op het gebied van weer- en klimaatvoorspellingen. Om gezondheidsredenen kon de 87-jarige heer Lorenz niet persoonlijk naar De Bilt komen en heeft zijn dochter de prijs namens hem in ontvangst genomen. In een telefoongesprek tijdens de presentatie liet Lorenz weten bijzonder gelukkig te zijn met de toekenning van de gouden Buys Ballotmedaille voor zijn onderzoek.

Nootweer en Personeelsfeest

Los van de professionele kwaliteiten die de KNMI'ers nodig hebben om hun dagelijks werk tot een goed einde te brengen, beschikt een aantal van hen ook over een (nog) meer creatieve kant. Deze kleinkunstaspiraties worden sinds enkele jaren gekanaliseerd middels café Nootweer. De feesttent op het achterterrein bood een mooie locatie voor de muziekuitvoeringen. Van blokfluit en cello via ruige gitaarsolo's tot gevoelige ballads, voor elk was er iets dat aansprak, inclusief een Ode aan het KNMI. Vanzelfsprekend ontbrak een swingend personeelsfeest niet in het lustrumprogramma.

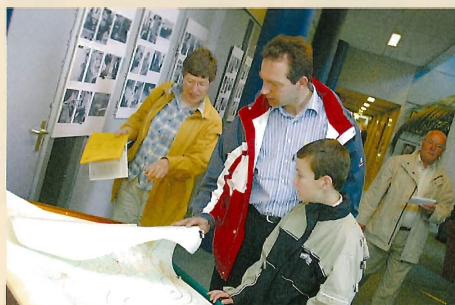
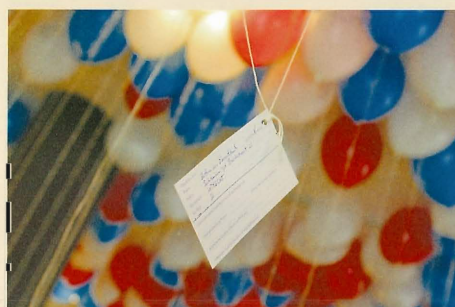
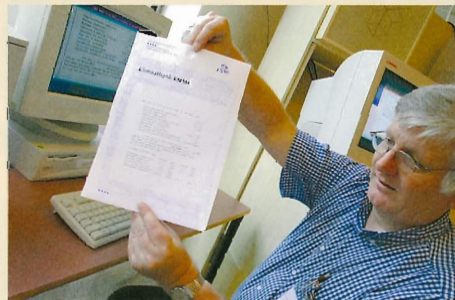
Relatiedag

De feestweek werd afgesloten met een relatiedag voor genodigden. In de stralende zon ontving het KNMI bijna 3000 bezoekers, jong en oud, die een zeldzaam kijkje konden nemen achter de schermen van het KNMI. Van windtunnel tot automatiseringszaal en van wetenschappelijke lezingen tot meteorologisch werkstation. Een bijzondere seismische waarneming werd gedaan bij het lustrum-aardbevingspringen waaraan bijna alle gasten een bijdrage leverden.















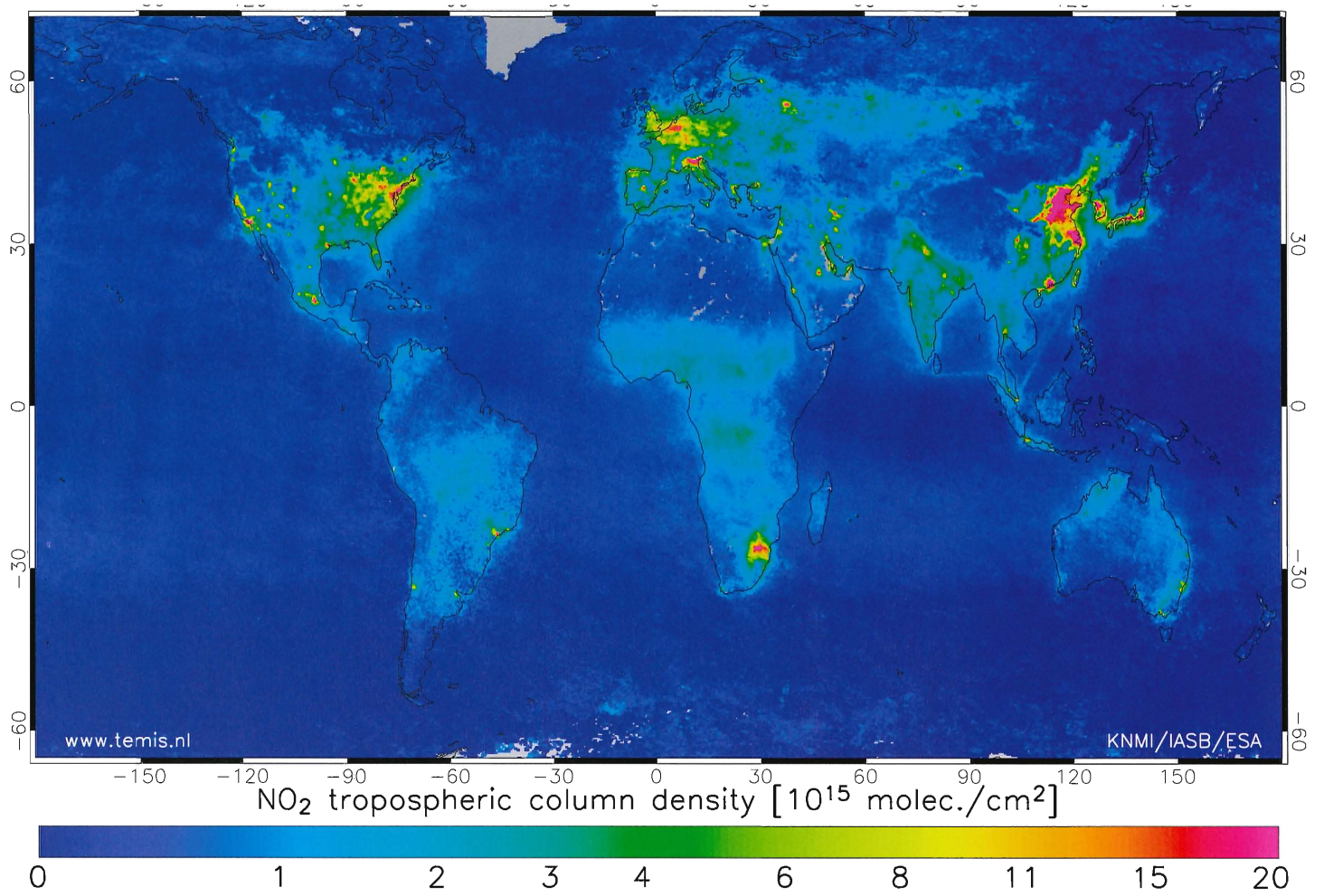
klimaat

Sciamachy meet luchtverontreiniging: hoge concentraties stikstofoxiden

“De driehoek Vlaanderen/Brussel, zuidelijk Nederland en het Roergebied zucht samen met Noord-Italië en het noordoosten van China onder de grootste concentraties stikstofdioxide ter wereld. Dat blijkt uit precieze metingen met het Nederlands-Duits-Belgische Sciamachy satellietinstrument van de milieusatelliet Envisat.” Dat meldde de Belgische krant De Morgen op 14 oktober 2004, waarna dit bericht ook in Nederland uitgebreid in het nieuws kwam.

Uiteraard werd ook het KNMI om een reactie werd gevraagd, want binnen het TEMIS-project, een samenwerking van het KNMI met diverse internationale instituten, wordt de hoeveelheid stikstofdioxide uit de Sciamachy-metingen bepaald. Het unieke en nieuwe van de satellietmetingen is dat we tegenwoordig de stikstofdioxideconcentraties boven Nederland direct kunnen vergelijken met andere gebieden. Stikstofoxiden spelen een belangrijke rol bij smogvorming en kunnen ademhalingsproblemen veroorzaken. Vooral warme, zonnige dagen in de zomer kunnen leiden tot hoge smogconcentraties. Een belangrijke reden voor de hoge concentraties boven Nederland-België-Duitsland is de bevolkingsdichtheid en grote bedrijvigheid. Met name het verkeer is een sterke bron van stikstofoxiden (in Nederland zo'n 60 tot 70%). Verder zijn industrie en elektriciteitsopwekking uit fossiele brandstoffen van invloed. Naast de industriële gebieden zijn ook bosbranden, met name in de tropen, goed waar te nemen met Sciamachy.

Het KNMI werkt samen met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) op het gebied van luchtkwaliteit. Het RIVM heeft een adviestaak op dit gebied en meet dagelijks de concentraties van vele gassen en stofdeeltjes op tientallen locaties in Nederland (het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit). De meerwaarde van de Sciamachy-satellietgegevens is dat zij een mondiaal beeld van luchtvervuiling geven.



Succesvol begin voor Ozone Monitoring Instrument in de ruimte

Wat is het schoonste dorp van Nederland en in welke streek is de luchtvervuiling het ergst? Hoe vervuild is de lucht morgen overdag? Kan ik overmorgen veilig zonnen? Gaat het alweer wat beter met de ozonlaag? En hoe verandert het klimaat door de uitstoot van aerosolen (microscopisch kleine zwevende deeltjes of druppeltjes)? Dit is een greep uit de vragen die het KNMI wil gaan beantwoorden met gegevens die vanuit de ruimte worden gemeten door een vliegende spectrometer genaamd OMI.

Het Ozone Monitoring Instrument

Na de succesvolle lancering op 15 juli 2004 gevolgd door enkele maanden testen en kalibreren, stromen de meetgegevens binnen. Het Nederlands-Finse Ozone Monitoring Instrument is door NASA gelanceerd op de satelliet EOS-Aura, die naast OMI nog drie andere instrumenten aan boord heeft. Aura is een ruimtemissie ter bestudering van de aardatmosfeer en het klimaat. OMI draagt bij met gegevens over ozon en andere sporengassen (stikstofdioxide,

*De lancering van Aura op
15 juli 2004 vanaf
de Vandenberg Airforce Base
in Californië.*



broomoxide, formaldehyde, zwaveldioxide, chloordioxide), aerosolen, wolken en ultraviolette straling. OM1 meet deze niet direct, maar leidt ze af uit het door de atmosfeer gereflecteerde zonlicht. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de eigenschap dat elk gas (of aerosol) op zijn eigen karakteristieke wijze het zonlichtspectrum absorbeert, waardoor het door OM1 gemeten gereflecteerde zonlicht vol zit met “vingerafdrukken van de atmosfeer”. De vingerafdrukken zijn goed te identificeren omdat OM1 bij ruim 1100 verschillende golflengten meet. OM1 gebruikt een tweedimensionale detector, een zogenaamde CCD (zoals in een digitale camera) waarbij de kolommen op de CCD ruimtelijke informatie leveren en de rijen spectrale informatie.

OM1 heeft een uniek hoge ruimtelijke resolutie, de gehele wereld wordt elke dag bemeten, opgedeeld in stukjes, grondpixels genoemd, die recht onder de satelliet slechts 13 x 24 km groot zijn. Daarnaast heeft het een goede spectrale resolutie, want elke meting wordt gedaan bij ongeveer 1100 verschillende golflengten tussen de 270 en 500 nm. Er was een geraffineerd optisch ontwerp van TNO-TPD nodig om deze hoge ruimtelijke en spectrale informatie goed geprojecteerd te krijgen op de CCD van maar 1 bij 2 cm. Het hele instrument OM1 is licht en klein, slechts een paar schoenendozen groot.

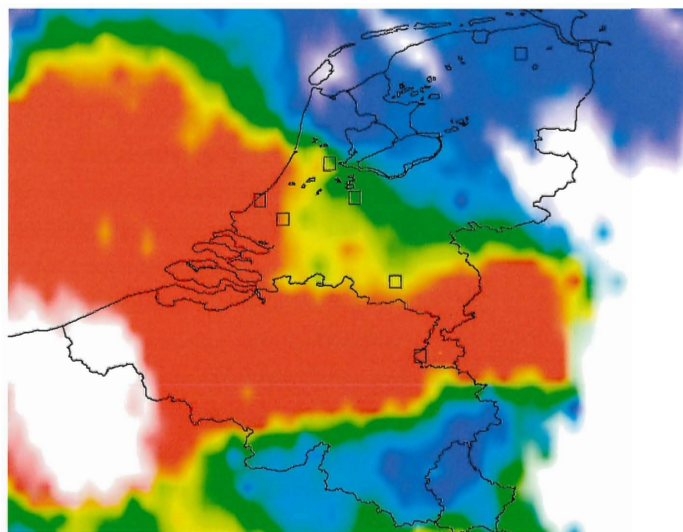
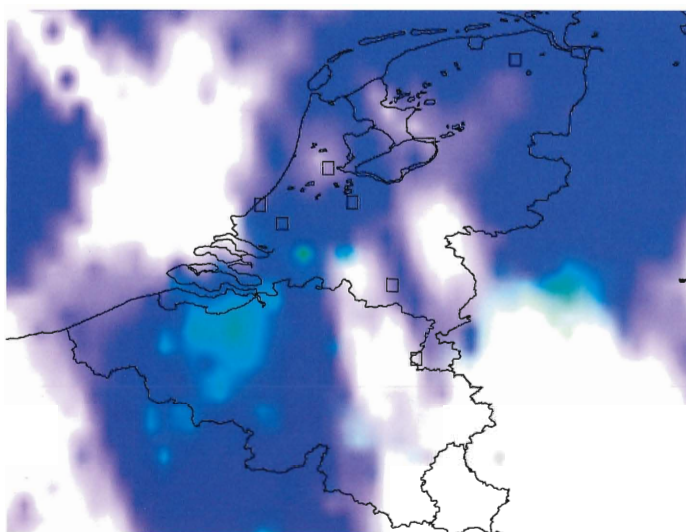
OM1 heeft de kleinste grondpixels ooit gehaald met een ozonsatellietinstrument. Hierdoor zijn allerlei nieuwe studies van luchtvervuiling, ozon en klimaat mogelijk geworden. Ook belangrijk is dat er dankzij de betere ruimtelijke resolutie meer metingen zullen zijn die helemaal wolkenvrij zijn – wolken zijn een notoire stoorzender in satellietmetingen omdat sporengassen onder de wolken niet waargenomen kunnen worden, de satelliet kan “niet door de wolken heen kijken”. Als er wel wolken zijn, wordt bepaald hoe hoog de wolken zitten en welke fractie van het aardoppervlak bewolkt is. Hiermee kunnen we afschatten welk deel van de sporengassen onzichtbaar is en daarvoor corrigeren. Echter, het beste is om pixels te hebben die helemaal wolkenvrij zijn.



Dagelijkse wereldwijde dekking door OM1-metingen. Bij elke omloop meet OM1 een strook met een breedte van 2600 km op het oppervlak, waardoor elke plek op aarde minstens éénmaal gezien wordt door OM1. Deze strook is weer verdeeld in kleinere grondpixels (niet getoond in de figuur), waardoor de ruimtelijke resolutie tot 13 x 24 km wordt. Nabij de polen is er een grote overlap tussen opeenvolgende stroken en wordt dezelfde plek op aarde meerdere keren per dag bemeten.

OM1 is niet de eerste spectrometer in de ruimte. NASA heeft een serie instrumenten, TOMS genaamd, in de ruimte gehad gedurende de afgelopen dertig jaar. Die namen maar een tiental golflengten waar, waardoor ze ozon wel, maar andere sporengassen niet of nauwelijks konden identificeren.

Europese voorgangers zijn het GOME-instrument aan boord van ERS-2 en Sciamachy op Envisat. In deze projecten speelt Nederland ook een belangrijke rol. Deze instrumenten nemen wel veel golflengten waar, net zoals OM1, maar gebruiken geen CCD, waardoor hun ruimtelijke resolutie en wereldwijde bedekkingsgraad kleiner zijn dan die van OM1. Vandaar dat OM1 meer kan opleveren dan zijn voorgangers. OM1 profiteert bovendien van de schat aan ervaring opgedaan met de andere satellietinstrumenten.



Kaart van de hoeveelheid stikstofdioxide boven Nederland (hier vooral veroorzaakt door industrie en autoverkeer) op 7 (links) en 9 november 2004 (rechts). Blauw representeert relatief schone lucht, groen iets hogere stikstofdioxideconcentraties, en rood de hoogste concentraties. Witte gebieden waren bewolkt. In de rode gebieden is de vervuiling met stikstofdioxide in de troposfeer een factor 5 à 10 groter dan in de schone, blauwe gebieden. Duidelijk is dat de luchtkwaliteit boven Nederland in twee dagen tijd enorm kan veranderen.

Luchtvervuiling op stedelijk niveau

Het haalde de kranten en tv-journaals: “Scharwoude het schoonste dorp, Randstad, zuiden van Zeeland en Limburg het viest”. Het KNMI kan iedere dag wereldwijd de luchtvervuiling tot op stadsniveau in kaart brengen dankzij OM1-metingen van aerosolen en stikstofdioxide. Deze stoffen komen in karakteristiek hoge concentraties voor op plekken waar verbrandingsprocessen plaatsvinden, in Nederland vooral ten gevolge van industrie en autoverkeer. OM1 kan goed in kaart brengen hoe de luchtvervuiling zich verspreidt en wat de levensduur is.

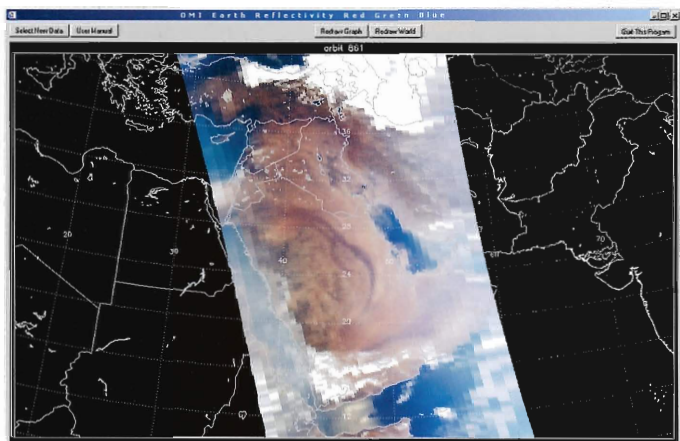
Het blijkt dat Nederland tot 's werelds meest vervuilde gebieden behoort. Binnen Nederland zijn opmerkelijk grote regionale verschillen zichtbaar. Bovendien is voor het eerst ook met satellieten te zien dat de hoeveelheid vervuiling sterk varieert van dag tot dag. Ter illustratie tonen we meetgegevens op zondag 7 en dinsdag 9 november 2004. De zondag, als eerste dag van de week is duidelijk een stuk schoner dan de dinsdag. Het verschil wordt veroorzaakt door weersomstandigheden, met name de wind, en door eventuele verschillen in de geproduceerde hoeveelheid vervuiling (op zondag is er bijvoorbeeld relatief weinig verkeer). Dat het weer de hoeveelheid vervuiling aan de grond bepaalt, is bekend, denk maar aan de ‘zomersmog’, vervuiling

die bij stabiel zonnig zomerweer blijft hangen. Satellietmetingen van luchtvervuiling door OM1 vullen de grondmetingen door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) goed aan. OM1 maakt het voor het KNMI mogelijk om in samenwerking met het RIVM ook een verwachting van luchtvervuiling te maken.

Ozonveranderingen op de termijn van dagen en op de schaal van steden zijn belangrijk omdat deze gekoppeld kunnen worden aan de hoeveelheid ultraviolette straling. Dankzij OM1 is het mogelijk om aan te geven wat de verwachting voor de zonkracht (een maat voor de hoeveelheid ultraviolette straling op de grond) is. Hierdoor kunnen mensen worden geadviseerd om zich bijvoorbeeld extra goed te beschermen bij het zonnen.

Herstelt de ozonlaag zich?

Het bekendste gevolg van ozonafbraak is de ieder jaar in de lente verschijnende verdunning in de ozonlaag boven Antarctica, ook wel ozongat genoemd. Sinds de tweede helft van de jaren zeventig (daarvoor was het er niet) wordt dit zowel met grondmetingen als met satellieten waargenomen. Uit de voorlopige OM1-metingen van afgelopen najaar (op het zuidelijk halfrond is het dan voorjaar) blijkt dat ook OM1 het gat in de ozonlaag feilloos in



OMI-metingen, verwerkt tot kleurenopnames. Te zien zijn alle metingen (aan de dagkant van de Aarde) op 3 oktober (rechts). Ook is een detail te zien van metingen uit een baan over Saudi-Arabië op 12 september waarin extra wordt ingezoomd, tot maximaal 13 x 12 km (links). Duidelijk te zien is dat de resolutie onder de satelliet (in het midden van de baan) het beste is, en naar de randen toe verslechtert. Alle getoonde resultaten zijn voorlopige versies.

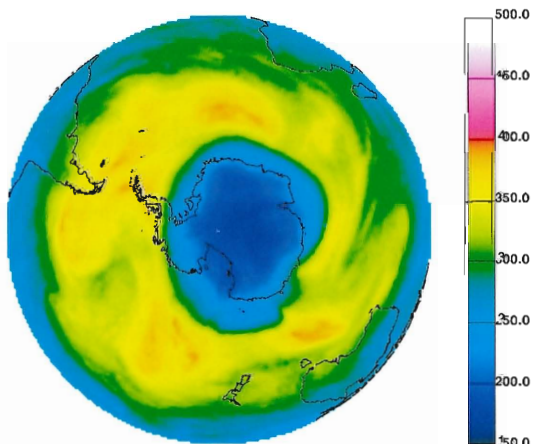
beeld brengt. Naast ozon worden ook andere stoffen die gerelateerd zijn aan ozonafbraak gemeten, zoals stikstofdioxide, broomoxide en chloordioxide.

Ook op gematigde breedten wordt de ozonlaag dunner. Ozonveranderingen op de schaal van decennia worden bestudeerd om de invloed van menselijk handelen in kaart te brengen.

Dankzij grondmetingen (op sommige lokaties vanaf de jaren twintig) en satellieten (vanaf eind jaren zeventig) zijn er inmiddels langjarige tijdreeksen van ozonwaarnemingen beschikbaar. Hieruit kan worden afgeleid hoeveel dunner de ozonlaag in de afgelopen jaren is geworden. Deze verandering, de trend, bepalen is erg moeilijk. Dit komt onder andere omdat

het om een relatief kleine verandering op een lange tijdschaal over decennia gaat. Ook zijn er veel natuurlijke variaties in de ozonlaag die de trend kunnen maskeren. Er zijn daarom tientallen jaren met zeer nauwkeurige metingen nodig, liefst wereldwijd. Door de meetreeks van OMI te koppelen aan die van andere satellietinstrumenten zal een consistent beeld worden gevormd. Het eerste OMI meetpunt is inmiddels aan de 30 jaar lange meetreeks van TOMS toegevoegd en is aan het IPCC afgeleverd. Hoe en wanneer de ozonlaag op gematigde breedtegraden zich herstelt is op dit moment nog niet bekend, de meeste atmosfeermodellen verwachten herstel in de tweede helft van de 21^e eeuw. De OMI-metingen zullen een stukje aan de puzzel kunnen bijdragen.

Het ozongat boven Antarctica waargenomen met OMI op 1 november 2004. De legenda rechts is in Dobson eenheden, die een lineaire maat zijn voor het aantal moleculen ozon boven een vierkante meter aardoppervlak. In het ozongat bevat de ozonlaag dus duidelijk minder ozonmoleculen dan daarbuiten.



Klimaatverandering

Ozon en aerosolen in de troposfeer (onderste 10 à 15 km van de atmosfeer) beïnvloeden de stralingshuishouding in de atmosfeer, daardoor de temperatuur op aarde en dus ook het klimaat. Zowel de hoeveelheid als de hoogteverdeling van deze stoffen, en voor aerosolen ook nog de precieze samenstelling en daardoor de stralingseigenschappen, zijn belangrijk om te weten. OMI-metingen zullen in de toekomst gebruikt kunnen worden om meer inzicht te geven in de bijdrage van troposferisch ozon en aerosolen aan het klimaatveranderingsvraagstuk.

Aanbieding onderzoeksrapport klimaatverandering aan Tweede Kamer

De Tweede Kamer heeft op voorstel van de vaste commissie voor Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer een onderzoek uit laten voeren naar klimaatverandering. De resultaten van dit onderzoek zijn op 16 september 2004 aangeboden aan de Voorzitter van de Tweede Kamer, de heer Frans Weisglas.

Het onderzoek is uitgevoerd door onderzoek- en adviesbureau CE in Delft, in samenwerking met het KNMI en de Wageningen Universiteit (Alterra). Aanleiding voor het onderzoek was de behoefte aan actualisering van het Kameronderzoek klimaatverandering van de commissie-Van Middelkoop van 11 september 1996. Daarnaast biedt het een basis voor de discussie tussen Kamer en regering over het klimaatbeleid voor de periode na 2012.

Het onderzoek richt zich op de volgende vragen:

- Aard en omvang van klimaatverandering en de rol van de mens hierin;
- Actueel inzicht in reeds genomen maatregelen;
- Inzicht in de effectiviteit van de maatregelen;
- Mogelijke toekomstige maatregelen;
- De invloed van beleidsmaatregelen op milieu, economie en maatschappij.

Het onderzoek bestond naast een rapport uit een reeks hoorzittingen en rondetafelgesprekken met deskundigen en politici.

Conclusies en aanbevelingen

Volgens de onderzoekers zijn de effecten van klimaatverandering zichtbaarder geworden en is de menselijke invloed op het klimaat in de tweede helft van de 20^e eeuw aangetoond.

De temperatuur is al met 0,6°C gestegen waardoor bijvoorbeeld de zeespiegel met 10 tot 20 cm rees. In de 21^e eeuw wordt een temperatuurstijging van 1,4 tot 5,8°C ten opzichte van 1990 verwacht.

Er zijn twee soorten maatregelen nodig:

1. om de gevolgen van de klimaatverandering tegen te gaan en
2. om te voorkomen dat de temperatuur meer dan 2°C zal stijgen. Bij een grotere stijging wordt namelijk grote schade aan de leefomgeving verwacht.

De onderzoekers suggereren hoe de kosten van klimaatbeleid zo laag mogelijk gehouden kunnen worden, voornamelijk door het inzetten van internationale instrumenten. Hieraan kan Nederland een bijdrage leveren. Nationaal pleiten zij voor een instrumentarium dat innovatie stimuleert en voor extra maatregelen met betrekking tot woningen en transport.

Wordt het Pentagon klimaatscenario realiteit?

In een rapport van het Pentagon, dat in 2004 verscheen, wordt een klimaatscenario beschreven waarbij Nederland in 2007 deels onbewoonbaar zou worden. Als concreet voorbeeld wordt genoemd hoe Den Haag in dat jaar na een zware storm en vloedgolven verzwolgen wordt door de zee. Maar hoe realistisch is zo'n scenario eigenlijk?

Het betreft hier een met opzet sterk gedramatiseerd scenario om als leidraad te dienen voor het uitdenken van allerlei strategieën op het gebied van rampenbestrijding en mogelijke militaire conflicten.

De auteurs van het Pentagonrapport, Peter Schwartz en Doug Randall, beide afkomstig uit het bedrijfs-

leven, baseren dit catastrofale scenario op een klimaatgebeurtenis van meer dan achtduizend jaar geleden. Hierbij daalde de temperatuur in een groot deel van het noordelijk halfrond met enkele graden, terwijl sprake was van een temperatuurstijging op de zuidelijke helft van de aarde.

Ook veranderden de neerslagpatronen met als consequentie een aanhoudende droogte in het oosten van de Verenigde Staten en Europa. Bovendien was er sprake van een intensivering van winterstormen en van de westenwinden boven de oceanen van het noordelijk halfrond. Deze klimaatgebeurtenis hing samen met een nogal abrupte verzwakking van de warme golfstroom en daarmee van de grootschalige oceaancirculatie. Hoe groot is nu de kans op zo'n gebeurtenis in de komende eeuw?



Het Pentagon stelde zich in zijn rapport het ondenkbare voor.

Enkele klimaatmodellen, die gevoed worden met het almaar toenemend atmosferisch gehalte broeikasgassen door de mens, laten zien dat bij de daaruit voortvloeiende stijging van de wereldgemiddelde temperatuur de kans op een dergelijke abrupte klimaatverandering toeneemt.

Volgens het meest recente IPCC (Inter-governmental Panel on Climate Change) rapport zal het in 2100 (ten opzichte van 1990) gemiddeld over de aarde tussen de 1,4 en 5,8 graden warmer zijn.

Maar volgens hetzelfde rapport wordt de kans op een abrupte klimaatverandering door de verzwakking van de warme golfstroom, zoals beschreven in het Pentagonrapport, zeer klein geschat voor de komende eeuw, laat staan in de nabije toekomst. Moeten we ons dan zorgen maken over toekomstige klimaatveranderingen?

Het antwoord is ja! De temperatuurstijging op aarde zal zich de komende eeuw in een versneld tempo voltrekken. Hiermee samenhangend stijgt de zeespiegel en neemt de totale hoeveelheid neerslag toe. Voor Nederland betekent dit een toenemende kans op wateroverlast zowel door de hogere zeespiegel alsook door hogere waterstanden in de grote rivieren in de winter.

Dus ook bij klimaatveranderingen zonder de verrassingen zoals beschreven in het Pentagonrapport moeten strategieën ontwikkeld worden om de voeten droog te houden. Maar van het doemscenario in het Pentagonrapport, dat begint met de zinsnede "Het doel van dit rapport is om het ondenkbare voor te stellen", moeten we niet wakker liggen.

Meetcampagne in Suriname vergroot begrip wereldklimaat

In Suriname is op 25 september 2004 een tropische meetcampagne van start gegaan om het wereldwijde klimaat beter te begrijpen.

De Meteorologische Dienst van Suriname (MDS) in Paramaribo heeft speciaal voor dit project de beschikking gekregen over geavanceerde apparatuur waarmee een grote verscheidenheid aan metingen wordt verricht in de tropische atmosfeer.

Het weerstation in Paramaribo, dat sinds 1999 door KNMI en MDS beheerd wordt, zal de meetcampagne verder ondersteunen.



De metingen maken onderdeel uit van het Europese project STAR (Support for Tropical Atmospheric Research). Het STAR-project wordt geleid door het KNMI en uitgevoerd in samenwerking met instituten binnen Europa, Japan en Suriname. Het instrumentarium, geleverd door Duitse onderzoeksinstituten (Alfred Wegener Institut Bremerhaven en Universiteit Bremen) bevat een Light Detection and Ranging en een Fourier Transform Infrared Radio-

meter instrument. Het eerste instrument stuurt een groene laserstraal omhoog en kan uit het weerkaatste signaal fijne stofdeeltjes, waterdamp en wolken op verschillende hoogten detecteren.

Het tweede instrument meet een heel scala aan gassen, waaronder het broeikasgas ozon.

De ozonmetingen bieden de mogelijkheid om verandering in de hoeveelheid ozon in de toekomst beter te kunnen voorspellen.

het klimaat van Europa verruwt:

steeds vaker is het extreem warm

Klimaatverandering Europa ongelijkmatig, veranderingen ook zichtbaar in extremen

Het klimaat van Europa verruwt: steeds vaker is het extreem warm en de toename van het aantal warme dagen is duidelijk groter dan de afname van het aantal koude dagen. Bovendien regent het de laatste jaren heviger; de natte extremen zijn toegenomen. De ongelijkmatige verandering van warme en koude extremen, die in de onderzochte meetreeksen tot uiting kwam, is een nieuwe aanwijzing voor menselijke invloed op het klimaat. Als de opwarming in Europa alleen het gevolg zou zijn van natuurlijke oorzaken zouden de trends er anders uitzien.

Dit stelt klimaatonderzoeker Albert Klein Tank van het KNMI in zijn proefschrift over extremen in het klimaat van Europa dat hij op 4 oktober 2004 verdedigde bij de Universiteit Utrecht.

Volgens de onderzoeker is het niet vanzelfsprekend dat de gevonden trends in de toekomst zo doorgaan. Voorspellingen met computermodellen zullen dat in de komende jaren moeten uitwijzen. Tot die tijd is helaas nog maar weinig bekend over hoe in de komende honderd jaar de weerextremen in Europa precies gaan veranderen.

Nieuwe website Europees klimaat

Voor het Europese onderzoek, waarvan de coördinatie ligt bij het KNMI, is gebruik gemaakt van dagelijkse metingen op meer dan tweehonderd weerstations. Afzonderlijke rapporten van 'gevaarlijk weer' en behaalde 'weerrecords' zijn daarvoor minder geschikt. Het is voor het eerst dat de veranderingen in extremen over heel Europa volgens een standaardmethode zijn bestudeerd. Dit maakt ook vergelijking met andere werelddelen mogelijk. Alle meteorologische diensten in Europa stelden gegevens beschikbaar. De nieuwe dataset met dagreeksen van temperatuur en neerslag is te vinden op de internetsite eca.knmi.nl.

Extreem warme dagen ook na afzwakking warme Golfstroom

Het proefschrift biedt ook een klimaatsscenario. Er is een heel kleine kans dat de Noord-Atlantische Golfstroom verzwakt. Dat zou in West-Europa leiden tot een vrij abrupte en aanzienlijke daling van temperatuur. Uit berekeningen blijkt dat de veranderingen ook in dit geval alles behalve gelijkmatig verlopen.

Als de Golfstroom ons in de steek laat, neemt vooral het aantal relatief zachte winterdagen af en worden de koelste zomerdagen nog koeler.

De extremen blijven zoals ze zijn: de temperatuur op zowel de koudste winterdagen als op zeer hete zomerdagen verandert dan niet.

Geringe invloed Nijl op Middellandse Zee

De afvoer van Europese en Aziatische rivieren heeft meer invloed op de Middellandse Zee dan de afvoer van de Nijl. Uit simulaties met de computer blijkt dat vooral zoutgehalte en stroming beïnvloed worden door rivieren uit Europa en Azië, sterker dan eerder werd aangenomen. Dat blijkt uit een dissertatie van Erik Tuenter van de Universiteit Utrecht, die zijn promotieonderzoek op het KNMI deed in samenwerking met de faculteit geowetenschappen van de Universiteit Utrecht. Hij verdedigde zijn proefschrift "Modeling orbital induced variations in circum-Mediterranean climate" op 27 september 2004 in Utrecht.

Voor zijn promotieonderzoek heeft Erik Tuenter veranderingen onderzocht in het klimaat van de Middellandse Zee op een tijdschaal van tienduizenden jaren. Klimaatschommelingen worden onder meer gereconstrueerd uit afzettingen uit de Middellandse Zee. Een afwisseling van lichte en donkere lagen duidt vaak op schommelingen met een periode van ongeveer 20.000 jaar. Dergelijke variaties worden veroorzaakt door zeer langzame veranderingen in de stand van de rotatie-

as van de aarde en de vorm van de baan van de aarde om de zon. Dat leidt tot langzame veranderingen in de hoeveelheid zonne-instraling.

Daaraan danken bijvoorbeeld de ijstijden hun ontstaan, maar ook het Middellandse Zeeklimaat is hierdoor veranderd. De verklaring voor klimaat-schommelingen in de Middellandse Zee werden vooral gezocht in de langzame variaties in de afvoer van de rivier de Nijl. De Nijl afvoer zou de stroming in de Middellandse Zee kunnen veranderen.

Uit het onderzoek van Tuenter met klimaatmodellen blijkt dat de afvoer van de Nijl inderdaad varieert. Deze variaties vindt hij echter ook in de afvoer van de rivieren uit Europa en Azië en ook in de neerslag boven de Middellandse Zee en die blijken zelfs meer effect te hebben dan de afvoer van de Nijl. Dat is niet alleen van belang voor klimaatonderzoek, maar bijvoorbeeld ook voor de bouw van de Aswandam in Egypte. De aanleg van deze dam zal geen grote gevolgen hebben voor de stroming in de Middellandse Zee.

Grootschalig rekenen aan het klimaat

Extreem weer, zoals Europa beleefde in de hete en droge zomer van 2003, roept al snel de vraag op of het een indicatie is van een klimaatverandering. Op basis van een enkele gebeurtenis is daar natuurlijk niets over te zeggen. We zouden de waarschijnlijkheid of kans moeten kennen van een dergelijke gebeurtenis en moeten vaststellen of deze kans aan het veranderen is. Op basis van de relatief korte meetreeksen die we tot onze beschikking hebben,

zijn deze kansen niet of nauwelijks te bepalen. Om deze kans wel te kunnen bepalen, is het Challengeproject uitgevoerd waarbij een groep van zo'n twintig klimaatonderzoekers - van voornamelijk het KNMI - rekende aan het klimaat.

Eind 2002 ontstond in de modelondersteuningsgroep van het Centrum voor Klimaat Onderzoek (een samenwerkingsverband tussen het KNMI,

het RIVM en het IMAU) het idee om dit soort kansen te berekenen met behulp van het Amerikaanse klimaatmodel Community Climate System Model (CCSM) en de benodigde rekentijd daarvoor aan te vragen bij de stichting Nationale Computer Faciliteiten. De berekeningen vonden in de zomer van 2003 plaats bij rekencentrum SARA in Amsterdam. De reguliere dataset ter grootte van 8Tb heeft inmiddels een plek gevonden in het Massa Opslag Systeem van het KNMI. Een groep van zo'n twintig klimaatonderzoekers is betrokken bij de analyse van de dataset. Op 15 oktober 2004 zijn de resultaten gepresenteerd tijdens een speciaal daarvoor georganiseerd symposium in Amsterdam.

Over het klimaatmodel

Het CCSM klimaatmodel bestaat uit vier componenten, te weten atmosfeer, oceaan, land en zeeijs. Elke component wordt in de tijd geïntegreerd op een rooster. Om de zoveel tijdstappen wisselen de componenten gegevens uit. Zo wisselen bijvoorbeeld de oceaan en de atmosfeer vocht en warmte uit en krijgt de oceaan van de atmosfeer informatie over de wind die de oceaanstromingen aandrijft. Ook het land en de atmosfeer wisselen vocht en warmte uit. Overtollig regenwater wordt door de landcomponent in de oceaan afgewaterd.

Het CCSM model is op een tamelijk grof rooster geïntegreerd om de rekentijd beperkt te houden. De beschikbare rekentijd (3 maanden op 256 processoren van de nationale supercomputer TERAS) was voldoende om het aardse klimaat 62 keer door te rekenen over de periode 1940 tot 2080. Voor de periode 1940 tot 2000 werden de waargenomen variaties voorgeschreven in de hoeveelheid zonnestraling, geschatte concentraties van vulkanische en sulfaat aerosolen en concentraties van diverse broeikasgassen. Voor de periode 2000 tot 2080 veranderen alleen de concentraties broeikasgassen

volgens een toekomstscenario waarin het gebruik van fossiele brandstoffen onverminderd doorgaat.

Waarom 62 simulaties?

De 62 simulaties verschillen onderling omdat ze starten met een iets andere, maar even waarschijnlijke begintoestand voor 1 januari 1940. Doordat de atmosferische circulatie instabiel is, leiden deze kleine afwijkingen van de begintoestand binnen een aantal weken tot volslagen andere weerpatronen. Het plaatje in figuur 1 toont de ontwikkeling van de temperatuur in januari 1940 van alle 62 simulaties in een roosterpunt dat een gedeelte van Nederland beslaat.

Ze beginnen allemaal met bijna dezelfde temperatuur omdat de verstoring die we aangebracht hebben heel klein is. Binnen enkele dagen worden de afwijkingen groter. Aan het eind van de maand worden totaal verschillende temperaturen gesimuleerd.

Dit verschijnsel, gevoelige afhankelijkheid van begincondities, is bekend uit de chaostheorie en is de oorzaak van de beperkte voorspelbaarheid van het weer. Het echte klimaatsysteem kent natuurlijk slechts één unieke realisatie over het tijdvak 1940 tot heden. Het is in werkelijkheid niet mogelijk om het klimaatsysteem opnieuw te starten in 1 januari 1940 voor een iets gewijzigde begintoestand. Zouden we daartoe wel in staat zijn, dan zou bijvoorbeeld de watersnoodramp uit 1953 met grote waarschijnlijkheid niet of in een ander jaar zijn opgetreden; de kans op een dergelijke Noordwesterstorm samenvallend met het springtij is namelijk niet groot. Om deze kans te bepalen, zouden we het echte klimaatsysteem een groot aantal malen moeten laten evolueren van 1940 tot heden en tellen hoe vaak een dergelijke gebeurtenis optreedt.

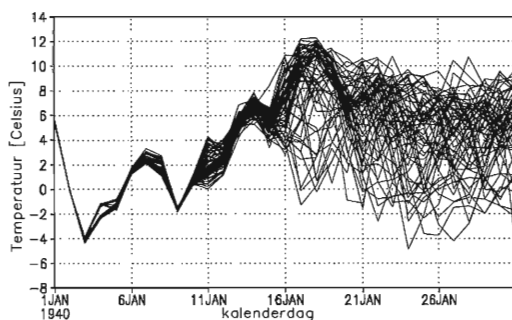
Zo'n experiment is te vergelijken met het gooien van een dobbelsteen; door een groot aantal malen

*dit verschijnsel, gevoelige afhankelijkheid
van begincondities, is bekend uit de chaostheorie en is
de oorzaak van de beperkte voorspelbaarheid van het weer*

te gooien en te tellen hoe vaak een 1 gegooid wordt, kun je uitrekenen dat, als de dobbelsteen eerlijk is, de kans om een 1 te gooien $1/6$ is. Zoals gezegd, een dergelijk kansexperiment is met het echte klimaatsysteem niet mogelijk. Echter wel met een model van het klimaatsysteem. En dat is precies wat in het Challengeproject gedaan is. Het is voor het eerst dat een dergelijk groot aantal simulaties van het klimaat berekend is om op die manier iets te kunnen zeggen over zeldzame, extreme gebeurtenissen en veranderingen daarin in een mogelijk warmer klimaat in de nabije toekomst.

De resultaten

De gesimuleerde mondiaal gemiddelde temperatuurfluctuaties komen goed overeen met het gedrag van de waargenomen temperatuur over de periode 1940-2003. De temperatuurdaling tussen 1940 en 1970 hangt samen met een afname van de zonnestraling in die periode. De temperatuurstijging sinds 1970 hangt samen met de toegenomen concentraties broeikasgassen in de atmosfeer. Deze concentraties zullen voorlopig blijven toenemen en als gevolg



Temperatuur in een roosterpunt dat gedeeltelijk Nederland overdekt gedurende het begin van de simulaties. De kleine verstoring aangebracht in de begin-toestand leidt binnen een aantal weken tot totaal verschillende weerpatronen. Iedere simulatie laat in het vervolg een alternatieve ontwikkeling van het klimaat zien.

daarvan ook de wereldgemiddelde temperatuur. Volgens de berekeningen stijgt de wereldgemiddelde temperatuur zo'n 1,5 graad in de komende 80 jaar onder invloed van alsmat toenemende concentraties van broeikasgassen. Dit is een voorzichtig scenario vergeleken met de door het Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) verwachte stijging van 1,4 tot 5,8 graad. Klimaatmodellen zijn verre van volmaakt. Met name de resolutie en de beschrijving van grenslaagprocessen, bewolking, bodemprocessen, vegetatie, oceaanstromingen en stratosferische processen behoeven verbetering. Dit project moet dan ook gezien worden als een eerste stap om de kansen op extremen in kaart te brengen.

Belang van het project

Verschillende KNMI-onderzoekers zullen de analyses uit Challenge voor het vierde Assessment Report van het IPCC, dat in 2007 verschijnt, herhalen voor simulaties van het toekomstig klimaat met de meest recente versies van de klimaatmodellen van de grote klimaatcentra in de wereld. Verder zullen in het kader van het BS1K programma 'Ruimte voor Klimaat' extreme weersituaties uit de Challenge simulaties met het regionale klimaatmodel RACMO in groter detail doorgerekend gaan worden.

De waarschuwingdienst voor het IJsselmeer heeft hierin al interesse getoond in verband met extreme stormen.

Challenge website:

www.knmi.nl/onderzk/CKO/Challenge_live

Bioscoopfilm The day after tomorrow, geen realistische klimaatramp

Op 27 mei 2004 ging in de bioscopen de film "The day after tomorrow - where will you be" in première. In deze film voltrekt zich een klimaatramp, waarbij in enkele dagen een groot deel van het noordelijk halfrond verandert in een ijslandschap. Hoofdpersoon is een klimaatwetenschapper, die zich bezighoudt met de gevolgen van de opwarming van de aarde als gevolg van de uitstoot van broeikasgassen door de mens.

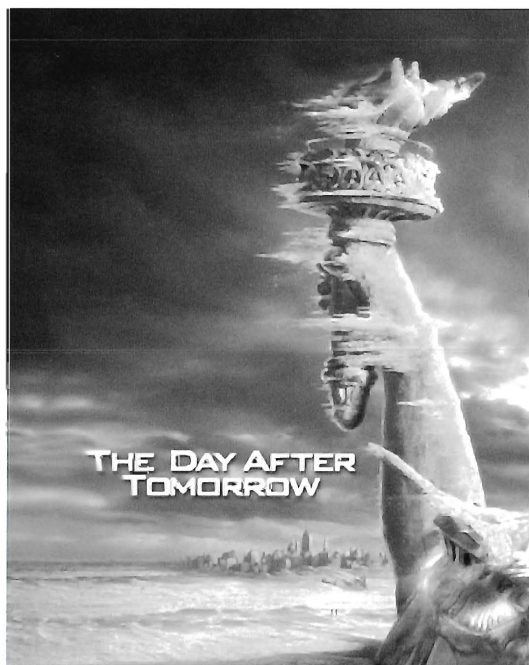
De ijskernen, die de hoofdpersoon boort in het ijs op Antarctica, bevatten informatie over een abrupte klimaatverandering, die zo'n tienduizend jaar geleden is opgetreden. In die tijd herstelde de aarde van de laatste ijstijd. Door de opwarming smolt een aanzienlijk deel van de ijskap op het noordelijk halfrond. Hierdoor stroomde zoveel zoet water in de noordelijke Atlantische Oceaan dat de warme Golfstroom tot stilstand kwam. Het gevolg was een



plotselinge sterke afkoeling van het noordelijk halfrond. Tijdens het boren in het ijs op Antarctica is de klimaatwetenschapper getuige van het losbreken van een enorme ijsschots ter grootte van tweemaal de provincie Utrecht. Een nieuwe abrupte klimaatverandering, vergezeld door superstormen, tornado's en vloedgolven, wordt hiermee in gang gezet.

Filmbeelden niet realistisch

De film slaagt erin de paradox over te brengen dat een mondiale opwarming de kans op een abrupte lokaal afkoelende klimaatverandering vergroot. Ook wordt duidelijk gemaakt dat extreme weergebeurtenissen enorme gevolgen voor de mensheid kunnen hebben waar geen kruid tegen gewassen is. Echter, de zeer spectaculaire speciale effecten in deze film zijn, hoewel visueel zeer overtuigend, wetenschappelijk gezien niet realistisch. In de eerste



plaats voltrekt de abrupte klimaatverandering in de film zich binnen een week, terwijl in de klimaatwetenschap met abrupt een tijdsbestek van enkele tientallen jaren bedoeld wordt. Bij het stilvallen van de warme Golfstroom koelt het noordelijk halfrond af. De toenemende ijsbedekking heeft een versterkende werking op de afkoeling, aangezien ijs en sneeuw de binnenkomende zonnestraling beter reflecteren dan een zee- of landoppervlak zonder ijs. In de film zijn drie superstormen de oorzaak van de snelle toename in ijsbedekking.

In werkelijkheid zullen als gevolg van de ijsbedekking de westenwinden toenemen door de sterkere noord-zuid temperatuurcontrasten op de gematigde breedten. Hierdoor neemt de depressieactiviteit toe en de wordt de kans op stormdepressies vergroot. Verder zijn de temperatuurdalingen bij de nadering van het oog van de superstorm van 10 graden per seconde in werkelijkheid onmogelijk. Ook kunnen we vraagtekens zetten bij de allesverwoestende serie tornado's en de enorme vloedgolf.

Tenslotte wordt de abrupte klimaatverandering in gang gezet door het afbreken van een grote ijsschots op Antarctica. Dit heeft echter geen invloed op de verzwakking van de warme Golfstroom. Bovendien zijn in de afgelopen jaren al grotere ijsplaten afgebroken. In de toelichting op de film blijkt dat de filmmakers zich bewust zijn van de onwetenschappelijkheid van bepaalde aspecten van de film. Het gaat hier dus niet om uitglijders maar bewust gekozen overdrijving om aan bepaalde filmwetten te voldoen.

Hoe groot is de kans op zo'n gebeurtenis in de komende eeuw?

Enkele klimaatmodellen, die gevoed worden met het almaar toenemend atmosferisch gehalte broeikasgassen door de mens, laten zien dat bij de daaruit voortvloeiende stijging van de wereldgemiddelde temperatuur de kans op de verzwakking van de warme Golfstroom toeneemt. Volgens het meest recente Intergovernmental Panel on Climate Change rapport zal het in 2100 (ten opzichte van 1990) gemiddeld over de aarde tussen de 1,4 en 5,8 graden

warmer zijn. Maar volgens hetzelfde rapport wordt de kans op zo'n abrupte klimaatverandering en daarmee op het in de film geschetste scenario als uitermate klein ingeschat voor de 21^e eeuw, laat staan in de nabije toekomst. Bovendien is de verwachting dat de afkoeling door het stilvallen van de warme Golfstroom de mondiale opwarming slechts ten dele compenseert. Van een nieuwe ijstijd zal dan geen sprake zijn.

Dit betekent niet dat we ons geen zorgen moeten maken over de klimaatveranderingen. De temperatuurstijging op aarde zal zich de komende eeuw in een versneld tempo voltrekken. Hiermee samenhangend stijgt de zeespiegel en neemt de totale hoeveelheid neerslag toe. Voor Nederland betekent dit een toenemende kans op wateroverlast zowel door de hogere zeespiegel alsook door hogere waterstanden in de grote rivieren in de winter.

ook wordt duidelijk gemaakt dat extreme weergebeurtenissen enorme gevolgen voor de mensheid kunnen hebben waar geen kruid tegen gewassen is

Een nieuw klimaatportaal

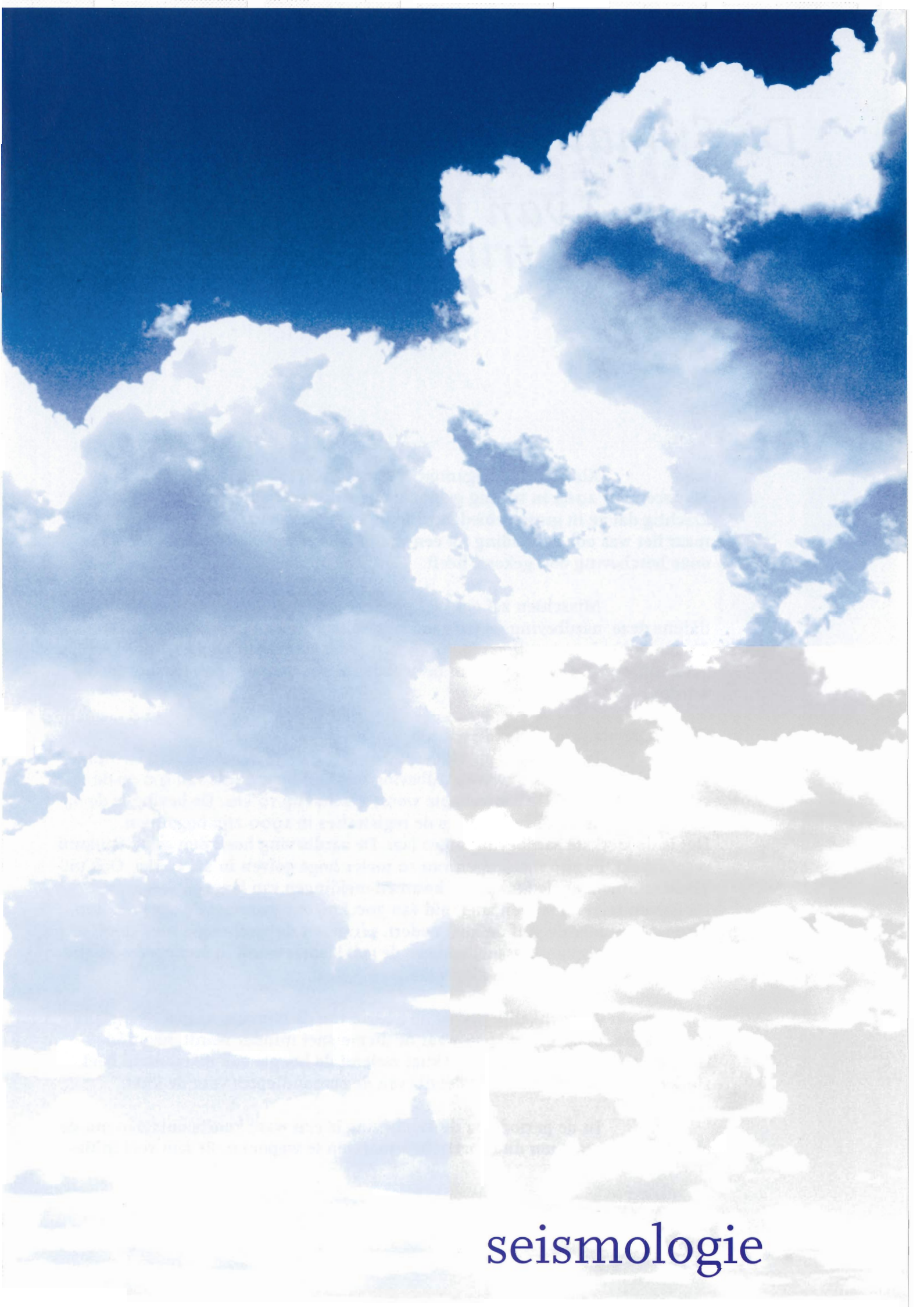
Het klimaatportaal - www.klimaatportaal.nl - is een nieuw communicatieplatform over klimaatverandering, dat in 2004 van start is gegaan. Het is dé interactieve toegang tot de meest recente wetenschappelijke inzichten over klimaatverandering en wordt gefaciliteerd door de Nederlandse kennisinstituten op het gebied van klimaat.

Het portaal is de digitale toegang van de Nederlandse kennisinstituten waar op een geïntegreerde

wijze actuele kennis over het klimaat, klimaatverandering, gevolgen, aanpassingsmogelijkheden ter beschikking staan voor beleidsmakers, bedrijfsleven, belangengroepen, de media en het publiek. Het portaal speelt actief in op actuele ontwikkelingen zoals extreem weer, nieuwe wetenschappelijke inzichten, belangrijke klimaatconferenties of doorbraken in het beleid. Gebruikers worden interactief betrokken, waarmee optimaal kan worden ingespeeld op de informatiebehoefte van de doelgroepen.

Het klimaatportaal wordt beheerd door het PCCC (Platform Communication on Climate Change), een samenwerkingsverband tussen RIVM, KNMI, NWO, Wageningen UR, de Vrije Universiteit Amsterdam en ECN. Het portaal wordt mede gefinancierd uit het NRP-CC en het BSik programma Klimaat voor Ruimte.

Het PCCC heeft als doel om de kwaliteit, efficiëntie en effectiviteit van de communicatie van Nederlands klimaatonderzoek te verbeteren. Daartoe faciliteren de initiatiefnemers een communicatieplatform waarvan alle geïnteresseerden en alle Nederlandse kennisinstituten gebruik kunnen maken.



seismologie

De Sumatra-aardbeving van tweede kerstdag, de aarde trilt na

Als door een gigantische hamer aangeslagen werd de aarde op 26 december 2004 in trilling gebracht. De trillingen waren niet alleen zo krachtig dat ze in grote gebieden rondom het epicentrum schade aanrichtten, maar het was ook aanleiding tot een van de meest verwoestende tsunami die onze beschaving ooit gekend heeft.

Misschien zal ooit het precieze aantal doden bekend worden dat tijdens deze aardbeving en tsunami is gevallen, voorlopig weten we alleen dat dit aantal het kwart miljoen te boven gaat. Vele vermisten zijn nog altijd niet geïdentificeerd. De omvang van de schade zal pas na jaren helemaal duidelijk worden.

Magnitude als voorspellende waarde

Indonesië is op 26 december 2004 01:58 uur Nederlandse tijd getroffen door een zeer zware aardbeving met een magnitude van 9,0 op de schaal van Richter. De haarddiepte wordt geschat op 10 km. De beving is de op drie na sterkste aardbeving sinds de registraties in 1900 zijn begonnen. Het is de sterkste aardbeving in 40 jaar. De aardbeving heeft een grote tsunami veroorzaakt. Er zijn meldingen van 10 meter hoge golven in Sri Lanka. Ook uit Thailand, India en de Malediven kwamen meldingen van hoge golven. De golven reizen met een snelheid van 700 km/uur wanneer de oceaan 4 km diep is. Wanneer de golf de kust nadert, verandert de golfhoogte zeer sterk doordat de voortplantingssnelheid van de golf kleiner wordt in ondieper wordend water (50 km/uur in 20 m diep water).

Aanvankelijk neemt de hoogte van de tsunami af met de afstand van de bron, maar bij de kust, waar de diepte snel minder wordt, neemt de tsunami in hoogte toe. Langs de kust varieert de hoogte van de tsunami heel sterk en is afhankelijk van de details van de oceaandieptes voor de kust.

In de periode na de aardbeving is een ware koorts ontstaan om de wereld voortaan tegen dit soort gebeurtenissen te wapenen. Er zijn veel initia-

tieven in gang gezet die op nationale en vooral op internationale schaal organisaties de taak geven een toekomstige tsunami te voorzien. Door de grootte, de diepte en andere details van de aardbeving die aan een tsunami ten grondslag liggen, goed te meten, kan de kans op een tsunami geschat worden. Ook kan de golfhoogte gemeten worden, vooral die van meest lange golven die uiteindelijk leiden tot een tsunami. Dat dit niet altijd even eenvoudig is, laat de uitwerking van de Sumatra aardbeving duidelijk zien. Bij de oplossingen die op dit moment beschikbaar zijn, is het belangrijk dat internationaal wordt samengewerkt, waarbij seismologische en oceanografische kennis wordt gecombineerd.

Een ogenschijnlijk gemakkelijke bepaling is die van de magnitude. Er zijn echter zeer verschillende schattingen gemaakt in de periode na de beving. Aanvankelijk was de schatting magnitude 8,0 toen 9,0 en veel later zelfs 9,3. De magnitude van de grootste aardbevingen blijkt sterk af te hangen van de periode van de golven die kan worden gebruikt om de kracht te bepalen. Hoe langer de periode, hoe krachtiger de aardbeving lijkt te zijn.

De waarde van 9,3 is gemeten aan de hand van de grootste periode die bij deze beving is waargenomen van iets minder dan een uur. Het spreekt vanzelf dat een magnitudebepaling van doorslaggevend belang is bij de inschatting of een tsunami zal ontstaan en hoe groot de verwachte golfhoogte is.

Wrakhout

Toch is internationale samenwerking niet de enige sleutel tot de oplossing van het probleem. Waarschuwen betekent uiteindelijk dat een onwetende toerist op een willekeurig strand, weet dat hij niet belangstellend de grote aanstormende golf moet gaan fotograferen. Hij moet weten dat hij zijn medebadgasten moet waarschuwen en onmiddellijk naar hoger gelegen gebieden moet vluchten. De veilige vluchtroute moet aangegeven zijn.

Het kan ook geen kwaad dat hij weet hoe gevaarlijk losgeslagen materiaal is. Niet alleen verdrinking, maar ook lichamelijk letsel door wrak



De teruggevonden fotoserie van het bij de ramp omgekomen echtpaar John en Jacky Knill. Hun laatste levensmomenten digitaal vastgelegd.

hout en ander door de golf meegenomen materiaal, is een van de voornaamste doodsoorzaken bij een tsunami.

Een waarschuwingssysteem is dus niet alleen een systeem waarbij een waarschuwingssignaal wordt gegenereerd, maar het is ook een systeem dat de waarschuwingssignalen moet leiden naar de uiteindelijke gebruiker. En zelfs dat is nog niet genoeg om tot een effectieve ontruiming van een kuststrook te komen.

De enige remedie is die van voorlichting en training van een groot aantal mensen, vooral natuurlijk de lokale bevolking, die in veel gevallen grote moeite heeft de aangedragen feiten te accepteren. Daarnaast is ook de voorlichting van de bezoekers van het gebied van belang. Het is moeilijk om het geven van informatie en het zaaien van angst te scheiden. Lokale autoriteiten hebben hierin doorgaans een grote verantwoordelijkheid, waar ze soms niet helemaal op zijn voorbereid. In het verleden zijn daar grote

fouten mee gemaakt, de acceptatie van de lokale bevolking van de geofysische risico's zoals aardbevingen, vulkaanuitbarstingen of overstromingen in de eigen omgeving zijn vaak erg beperkt.

Signalen

Een waarschuwingssysteem is dus veel meer dan een organisatie die de apparaten beheert en die de eerste waarschuwing geeft. De zorg dat dit signaal ook inderdaad de mensen die in gevaar zijn bereikt, is minstens even groot.

Het KNMI is benaderd door de Indonesische overheid om te helpen na te denken over waarschuwingssystemen voor dat land; we gaan daar natuurlijk op in. Met betrekking tot de Nederlandse Antillen is er bij Verkeer en Waterstaat een aanvraag voor beleidsintensivering onderweg om tot een betere bewaking van dit gebied te komen, voor zowel tsunami's als voor vulkanische gevaren. We hopen dat beide hun vruchten zullen afwerpen.

Tot slot, het is voor iedereen heel moeilijk om de omvang van de ramp te begrijpen, dat geldt ook voor de seismologen die enigmatische gewend zijn aan de omvang van grote rampen. Na de ramp waren er twee verschillende signalen van die de omvang aantoonden. Het ene signaal was dat van de seismometer in de Heimansgroeve in Zuid-Limburg die liet zien dat de aarde nog maanden na de ramp in beweging was als gevolg van de kracht van deze aardbeving.

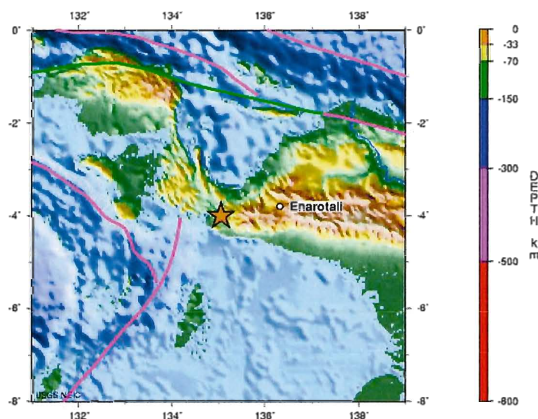
Het andere, veel aangrijpender signaal, is dat van de teruggevonden fotoserie van het Canadese paar John en Jacky Knill. Zij kwamen bij de ramp om. Hun laatste digitale foto's laten ons op de meest indringende manier meekijken wat zij in hun laatste levensmomenten gezien hebben. De vraag die blijft knagen is: waren ze overvallen door hun nieuwsgierigheid of al berustend in hun lot toen ze de foto's namen? We moeten beide gemoedstoestanden in de toekomst trachten te voorkomen.

Aardbevingen in het nieuws

Het seismisch nieuws in 2004 werd beheerst door de zeer zware aardbeving en de tsunami op tweede kerstdag in Indonesië, maar de aarde beefde vaker. Een selectie van aardbevingen die het nieuws haalden.

Aardbeving in Indonesië

Op 7 februari 2004 om 03:43 uur Nederlandse tijd werd Indonesië getroffen door een aardbeving. De magnitude was 7,1 op de schaal van Richter. De haarddiepte wordt geschat op 10 km. Deze beving was zo'n 48 km ten westen van de beving van 5 februari. Deze beving, met een kracht van 7,0 op de schaal van Richter, veroorzaakte veel schade in de stad Nabire. De dichtstbijzijnde grote stad op 7 februari was Enarotali, zo'n 145 km ten oosten van het epicentrum.



Aardbeving in Marokko

Op 24 februari 2004 om 03:27 uur Nederlandse tijd werd de noordkust van Marokko getroffen door een aardbeving. De magnitude was 6,5 op de schaal van Richter. Het epicentrum bevond zich in de Straat van Gibraltar. Een aantal dorpen in de buurt van Al Hoceima zijn verwoest.

Aardbeving in Griekenland (Kreta)

In de vroege ochtend van 17 maart om 6:21 uur Nederlandse tijd heeft zich een forse aardbeving voorgedaan in de Middellandse Zee in de omgeving van Kreta. De beving had een kracht van 6,0 op de schaal van Richter. Dit deel van de Middellandse zee

is een van de meest seismisch actieve gebieden in Europa, met vele honderden aardbevingen per jaar.

De achtergrond van de bevingen is de langzame beweging van het Afrikaanse continent in noordelijke richting. Dit heeft onder andere tot gevolg dat de bodem van de Middellandse Zee ter plaatse van Kreta onder de korst duikt van het Europese continent.

Dit proces heet subductie. De seismiciteit van de Helleense Boog zoals dit gebied ook wel wordt aangeduid, heeft dus dezelfde drijvende kracht als die van de aardbeving in Marokko op 24 februari. De twee bevingen hebben geen directe relatie met elkaar.

Aardbeving in Nederland (bij Geelbroek)

Dinsdagochtend 22 juni om 01:32 uur lokale tijd heeft zich een aardbeving voorgedaan ten zuiden van Assen, bij de plaats Geelbroek. De beving had een kracht van 2,8 op de schaal van Richter. Er waren meldingen uit Rolde, Assen, Amen en Hooghalen.

Deze aardbeving houdt verband met de gaswinning in het Eleveld gasveld. Rond Geelbroek is dit de 11^e schok sinds 1991 en de sterkste tot nu toe. In 1991 is de seismiciteit bij Geelbroek begonnen met een beving van 2,6 op de schaal van Richter.

Aardbevingen in Duitsland

Zondagochtend 18 juli om 01:16 uur Nederlandse tijd is er een aardbeving geweest vlakbij Alsdorf, net over de grens in Duitsland. De magnitude van de beving is door de seismologen uit Bensberg (Duitsland, bij Keulen) bepaald op 2,9 op de schaal van Richter.

Na deze beving zijn zeven naschokken geregistreerd met een magnitude variërend van 0,5 tot 2,1. Er zijn meldingen binnengekomen uit Voerendaal, Heerlen en Landgraaf. Het epicentrum van deze aardbeving ligt op ongeveer dezelfde plaats als het epicentrum van de aardbeving bij Alsdorf twee jaar geleden, op 22 juli 2002, die een magnitude van 4,9 had.

Aardbeving in Duitsland

Op 20 oktober om 8:59 uur beefde de aarde weer in Duitsland. Dit keer in het noorden van Duitsland tussen Hamburg en Bremen bij het plaatsje Soltau met een kracht van 4,5 op de schaal van Richter. Het bijzondere aan deze beving is dat hij plaatsvond in een gebied dat als vrijwel a-seismisch kon worden aangemerkt. De enige vermelding in de Duitse aardbevingscatalogus voor dit gebied is een beving op 2 juni 1977 met een magnitude 4,0.

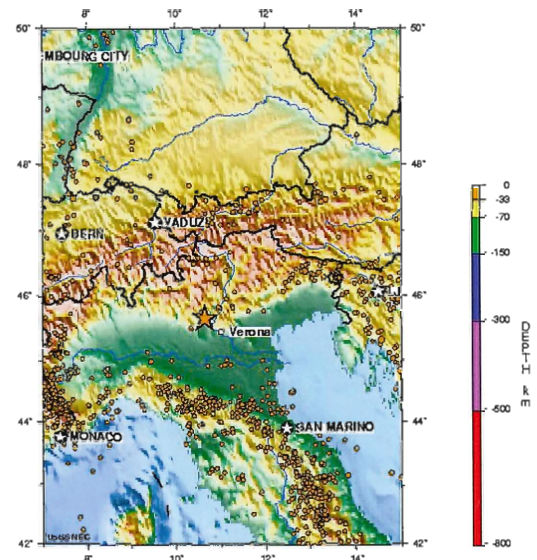
Serie zware aardbevingen in Japan

Een serie zware aardbevingen vond plaats in Japan, bij de stad Niigata. Na een paar kleine voorschokken vond de eerste grote aardbeving plaats op 23 oktober om 17:56 uur lokale tijd met een magnitude van 6,6. Daarna zijn er vele kleine naschokken geweest en vervolgens weer een aantal grote bevingen. In totaal hebben er tot 28 oktober 15 bevingen met een magnitude groter dan 5,0 plaatsgevonden.

Aardbevingen in Italië

Woensdagavond 24 november 2004 een paar seconden voor middernacht is het noorden van Italië getroffen door een aardbeving van 5,2 op de schaal van Richter. Er waren meldingen van enkele gewonden en scheuren in gebouwen. De beving is gevoeld in heel Noord en Midden Italië.

Europa en Afrika bewegen zich naar elkaar toe met een snelheid van 1 centimeter per jaar. Vroeger zat er een uitgestrekte oceaan, genaamd Tethys oceaan, tussen de continenten. De Middellandse Zee is het restant van deze oceaan, en dit restant zit aan alle kanten klem.



De Afrikaanse plaat duikt langzaam weg onder Europa en het westelijke deel van de Middellandse Zee. Het is niet Afrika dat actief opschuift en onderduikt, maar het is Europa dat over de zware, zakkende plaat naar het zuiden oprukt. De Adriatische Zee is een vooruitstekend, onder water geraakt stuk van deze Afrikaanse plaat. De Alpen in Noord-Italië zijn een botsingszone. De Apennijnen in Midden-Italië zijn ontstaan door een opéénhoping van fragmenten van continentale korst en sedimenten. De aardbevingen spelen zich hoofdzakelijk af in deze geplooiden en gebroken gebergtes.

*het is niet Afrika dat actief opschuift en onderduikt,
maar het is Europa dat over de zware,
zakkende plaat naar het zuiden oprukt*

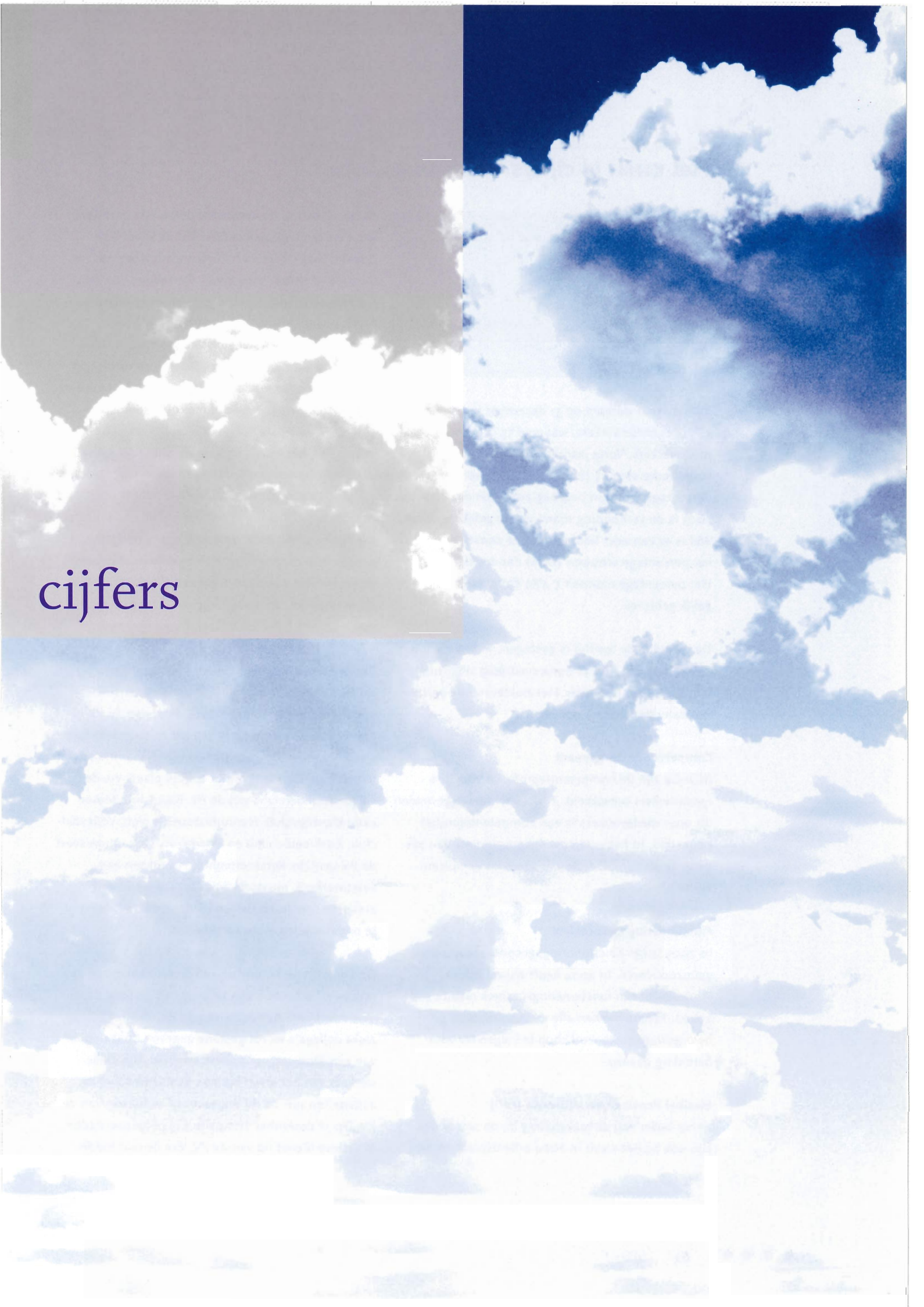
KNMI verricht geluidsmetingen op Texel

Het KNMI beschikt sinds november 2004 op Texel over meetapparatuur om infrageluid te meten. Infrageluid is onhoorbaar geluid met een frequentie lager dan 20 Hz, een lagere toon dan de laagst hoorbare uit een basluidspreker. Mensen kunnen deze luchtdrukvariatie ervaren als een trilling die doet denken aan een aardbeving. De metingen met gevoelige apparatuur moeten inzicht geven in de voortplanting van infrageluid boven het Waddengebied en de daarbij behorende land-water overgangen.



Het netwerk van instrumenten is in samenwerking met de gemeente Texel opgezet, onder de naam het Texel Experimental Monitoring Array (TEMA). Dit wetenschappelijk project maakt gebruik van de vele infrageluidbronnen rondom Texel: zoals vliegtuigen die door de geluidsbarrière gaan, grote knallen en zeegolven. De winderige condities op Texel bemoeilijken de infrageluidmeting. In het onderdrukken van deze windruis ligt ook een wetenschappelijke uitdaging. De resultaten van het onderzoek zullen toegepast worden in de verificatie van het kernstopverdrag en het monitoren van infrageluid in de atmosfeer boven Nederland.





cijfers

Het KNMI in cijfers – Personeel 2004

Onderwerp	Cijfer	Trend t.o.v. 2003
Verhouding man - vrouw	4 : 1	Gelijk
Deeltijd	24%	Gelijk
Gemiddelde leeftijd	45,1	Stijgend (7,2 maanden)
Ziekteverzuim	4,4%	Dalend, met 1%

Bij het KNMI werkten op 31 december 2004 463 (fte) medewerkers, waarvan 55 (fte) project-medewerkers. Vorig jaar waren dit 491 (fte) medewerkers en 63 (fte) projectmedewerkers. Het percentage vrouwen bedroeg 20%. Ten opzichte van 2003 is de verhouding man - vrouw gelijk gebleven. Wel is er een zeer lichte daling te constateren in het percentage vrouwen (65%) dat deeltijd werkt. Het percentage mannen (14%) dat deeltijd werkt, is gelijk gebleven.

De gemiddelde leeftijd is gestegen, wat inhoudt dat de gemiddelde leeftijd bijna evenredig stijgt met het verstrijken der jaren. Het ziekteverzuim vertoont een dalende tendens (1% lager).

Competentiemanagement

In 2004 zijn de competentieprofielen voor alle medewerkers ontwikkeld. Zowel voor leidinggevenden als voor medewerkers is een competentieprofiel opgesteld. In het vernieuwingsprogramma van het KNMI heeft competentie management een prominente plaats.

Functioneringsgesprekken

In 2003 is het functioneringsgesprek nieuwe stijl geïntroduceerd. In 2004 heeft vrijwel iedere medewerker een functioneringsgesprek nieuwe stijl gehad. Tevens hebben alle medewerkers de gelegenheid gekregen een workshop te volgen ter voorbereiding daarop.

Flexibel Pensioen en Uittreden (FPU)

In het kader van de taakstelling bij de sector Rijk zijn ook bij het KNMI in 2004 arbeidsplaatsen ver-

vallen. Gelet op de verwachte personele gevolgen van de bezuinigingen is door het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties sociaal flankerend beleid ontwikkeld. Onderdeel van dit flankerend beleid is het zogenoemde FPU+-arrangement, waarbij medewerkers vanaf 55 jaar onder bepaalde, maar dan wel gunstiger voorwaarden, vervroegd kunnen uittreden. Door deze maatregel en het feit dat er medewerkers van het reguliere FPU gebruik hebben gemaakt of met ouderdomspensioenen zijn vertrokken, zijn in totaal 25 medewerkers in 2004 bij het KNMI weggegaan. Dit betekent wel dat daarmee ook in één klap een groot stuk ervaring en kennis het KNMI heeft verlaten.

Dit heeft op bepaalde terreinen zijn consequenties gehad. Hier staat echter weer tegenover dat dankzij de bereidheid van deze medewerkers om vrijwillig uit te stromen, de werkgelegenheid voor de andere medewerkers behouden bleef.

Personeelsvereniging

De Personeelsvereniging (PV) van het KNMI is opgericht op 2 september 1943. Doel van de PV is om de (oud)medewerkers van het KNMI, naast hun werkcontacten, ook anderszins met elkaar in contact te brengen. Dit vindt onder andere plaats via de volgende onderclubs van de PV: Biljartclub, Motorclub, Klaverjasclub, Natuurhistorische club, Volleybalclub, Zaalvoetbalclub en Zwemclub. Ook organiseert de PV jaarlijks fietstoertochten, bezoeken aan kerstmarkten, musicals enz.. Tevens werkt de PV eraan de contacten tussen medewerker en instituut te onderhouden en te verstevigen.

De PV denkt onder andere aan de verjaardag van de medewerker en aan zijn 12,5-, 25- en 40 jarig KNMI-dienstverband. Aandacht van de PV voor langdurig zieke collega's wordt gestalte gegeven door middel van een bloemetje of andere attentie. Alle medewerkers van het KNMI kunnen deelnemen aan de activiteiten van de PV ongeacht of zij lid zijn van de PV. Op 31 december 2004 zijn 345 personeelsleden in actieve dienst lid van de PV. Van de oud-mede-

werkers (gepensioneerden) zijn 274 mensen lid van de PV. Hierdoor is het totale ledenbestand van de PV op 31 december 2004 619.

Gepensioneerden

Iedere medewerker van het KNMI, die vanwege (vervroegde) pensionering, stopt met werken bij het KNMI, kan worden opgenomen in het Gepensioneerdbestand van het KNMI.

Nagenoeg alle medewerkers, die stoppen met werken vanwege pensionering, laten hun gegevens opnemen. Op 31 december 2004 staan 324 namen van oud-medewerkers (of de naam van de weduwe) in het bestand. Sinds 1989 zijn de gepensioneerden als groep ondergebracht bij de PV, met de status van onderclub.

De voornaamste beweegreden is meer betrokken te worden bij de PV-activiteiten. Zij worden vertegenwoordigd door de Gepensioneerdenraad (GR).

Deze bestaat uit acht oud-medewerkers en een medewerker van Personeel en Organisatie, die als contactpersoon/adviseur optreedt. Eén GR-lid is tevens lid van het PV-bestuur. Daarnaast organiseert de GR éénmaal per jaar een contactdag voor de gepensioneerden. Leden van de GR bezoeken oud-medewerkers die een kroonverjaardag (70, 75 jaar enz.) vieren. Bij overlijden van een oud-medewerker wordt daar door de GR aandacht aan besteed.

Promoties

In 2004 zijn drie medewerkers van het KNMI gepromoveerd:

27 september 2004:

Erik Tuenter,

"Modeling orbital induced variations in circum-Mediterranean climate"

Voor zijn promotieonderzoek heeft Erik Tuenter veranderingen in het Middellandse Zeeklimaat op een tijdschaal van tienduizenden jaren onderzocht. Universiteit Utrecht.

4 oktober 2004:

Miranda van den Broek,

"Chemistry transport in the stratosphere"

Het onderzoek is grotendeels uitgevoerd bij SRON en afgerond bij het KNMI. Universiteit Utrecht.

4 oktober 2004:

Albert Klein Tank,

"Changing Temperature and Precipitation Extremes in Europe's Climate of the 20th Century"

Onderzoek naar extremen in het klimaat van Europa. Universiteit Utrecht.

*de gemiddelde leeftijd is gestegen, wat inhoudt
dat de gemiddelde leeftijd bijna
evenredig stijgt met het verstrijken der jaren*

Het KNMI in cijfers 2004 - Financieel overzicht

Balans *)

Activa	31 dec.2004	1 jan. 2004
Materiële vaste activa	4.475	5.527
Vorraden	2.569	1.845
Vorderingen	3.058	4.518
Liquide middelen	8.770	2.282

Totaal activa 18.872 14.172

Passiva	31 dec.2004	1 jan. 2004
Eigen Vermogen	6.879	1.879
Resultaat 2004	-4.758	**
Egalisatierekening	454	545
Voorzieningen	5.683	565
Schulden	10.614	11.183

Totaal passiva 18.872 14.172

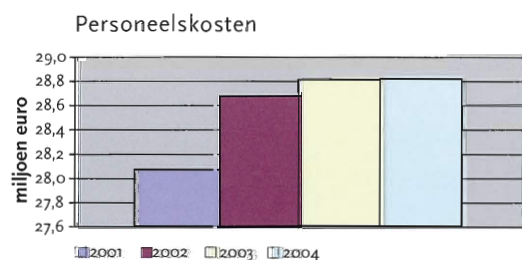
Winst- en verliesrekening *)

Baten	2004	2003
Ministerie V&W	29.822	30.477
Opbrengst derden	15.560	15.655
Overige	222	1.426

Totaal Baten 45.604 47.558

Lasten	2004	2003
Personeel	28.815	28.809
Dotatie voorzieningen	5.588	235
Huisvesting	5.331	5.307
Onderhoud	2.070	2.101
Bijdragen int. organisaties	2.053	1.925
Afschrijvingen	1.706	2.018
Communicatie en publiciteit	1.060	1.108
Kantoorkosten	863	838
Diensten derden	859	1.381
Overige	2.017	1.961

Totaal Lasten 50.362 45.683



*) Bedragen in duizend euro's ***) Resultaat 2003 ad euro 1.875 in eigen vermogen per 1-1-2004 verwerkt

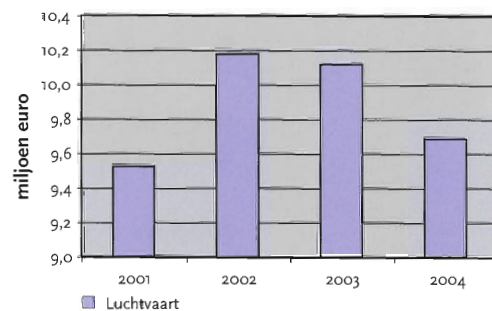
Kosten per productgroep *)

Productgroepen	2004	2003
Meteorologische data en kennis	16.349	16.833
Algemene en maritieme weersverwachtingen	6.832	7.023
Luchtvaartverwachtingen	8.640	8.962
Kennis Klimaatsysteem	10.996	10.832
Seismologische data en kennis	1.430	1.289
Voorlichting	169	227
Beleidsadviezen	252	258
Subtotaal	44.668	45.424
Onverdeelde kosten	5.694	259
Totaal	50.362	45.683

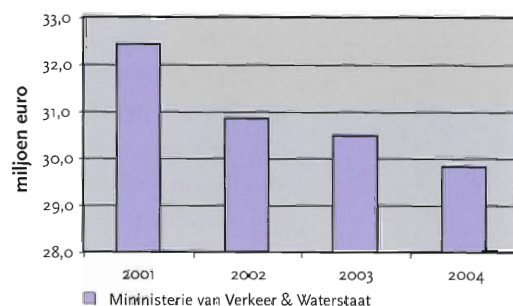
Opbrengsten per afnemerscategorie *)

Afnemerscategorie	2004	2003
Opbrengst V&W	29.822	30.477
Luchtvaart	9.685	10.117
Derden	5.875	5.538
Rentebaten	38	36
Buitengewone baten	184	1.390
Totaal	45.604	47.558

Luchtvaart



Ministerie van Verkeer & Waterstaat



*) Bedragen in duizend euro's

De gegevens in dit jaarverslag zijn consistent met de ontwerp-financiële verantwoording die op het moment van publicatie van dit verslag nog ter beoordeling aan de Algemene Rekenkamer moest worden aangeboden.

Colofon

Redactie

PR&voorlichting: Harry Geurts, Hester Korver, Monique Somers

Eindredactie

PR&voorlichting: Quirin van Os

Vormgeving en productie

Studio KNMI, Johan Bremer

Lithografie en druk

Meerpaal Grafimedia, Tiel

Fotografie en illustraties

T. Boer (Boeing)

Gerben Dalhuisen

Ruud Dirksen (KNMI)

Robert Hoetink

Wouter Jansen (KNMI)

Mark Kroon (KNMI)

NASA

Quirin van Os (KNMI)

Raoul Somers

Peter van Uden

Pepijn Veefkind (KNMI)

Peter de Vries (KNMI)

Fenny Vriese (KNMI)

Dank

Met dank aan alle KNMI'ers die een (tekstuele) bijdrage hebben geleverd.

Papier

Binnenwerk: Reviva Mega mat 150 g/m

Omslag: Reviva Mega mat 250 g/m

Reviva Mega mat bestaat uit 50% recycled en 50% totaal chloorvrij papier

Het omslag is voorzien van een mat laminaat. Voor de productie hiervan is geen gebruik gemaakt van zware metalen, chloorverbindingen of pvc. Zowel het omslag als het binnenwerk is geschikt voor recycling van oud papier. Bij huisvuilstort vindt geen grondwater- of bodemverontreiniging plaats.

Oplage

2.500

© KNMI, De Bilt, juni 2005

Postadres Postbus 201, 3730 AE De Bilt



Bezoekadres Wilhelminalaan 10

Telefoon 030-22 06 911, Telefax 030-22 10 407

Internet: www.knmi.nl



Het KNMI is het nationale data- en kenniscentrum voor
weer, klimaat en seismologie