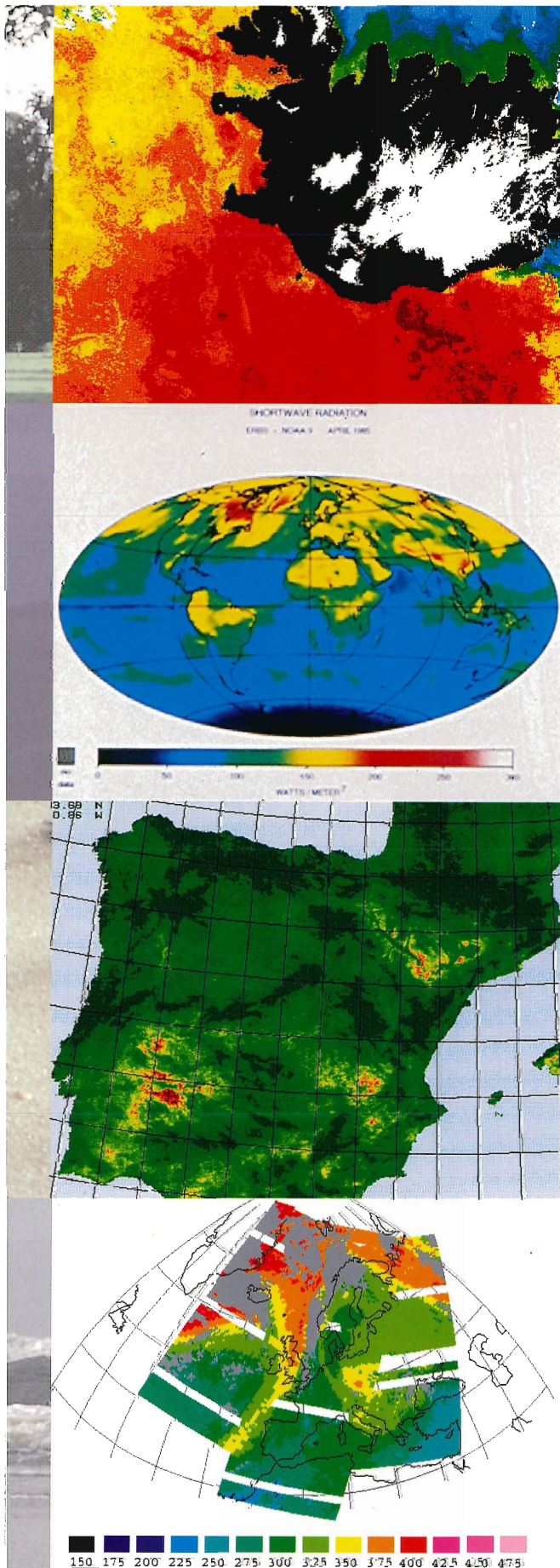


Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut





Het KNMI maakt voor de operationele meteorologie en onderzoek van weer en klimaat intensief gebruik van aardobservatiegegevens afkomstig van satellieten. Aardobservatie vanuit de ruimte door weersatellieten is een essentieel hulpmiddel voor meteorologen en klimaatonderzoekers en kent een enorme verscheidenheid aan toepassingen. Het KNMI ontwikkelt en levert diverse operationele satellietproducten.

Zo toont de bovenste opname de temperatuurverdeling van de oppervlakte van het zeewater van de oceaan rond IJsland. Het beeld is samengesteld uit een compositie van 7 beelden van de weersatelliet NOAA over de periode 28 augustus-19 september 1993. In de blauw gekleurde gebieden is de zee-watertemperatuur 5°C, terwijl de rode kleur een temperatuur van 11°C aangeeft.

De opname daaronder toont het "Earth Radiation Budget Experiment" (ERBE). Om het klimaatstelsel van de aarde beter te begrijpen is het van belang te weten hoeveel energie in het klimaatstelsel gaat en hoeveel er weer uit verdwijnt. Verschillende satellieten zijn voor meting van die energie uitgerust met "ERBE"-stralingsmeters.

De derde satellietopname laat de woestijnvorming zien in het gebied van Spanje en Portugal. Dit wordt aangegeven met behulp van de "Desert Index": bij een lage index (groen) is de actuele verdamping groot en is er veel groeiende vegetatie. Een hoge index (rood) toont de gebieden met relatief weinig verdamping en daardoor weinig vegetatie. Vegetatie is één van de belangrijkste parameters in het woestijnvormingsproces. De rood/gele plekken op deze opname van 1993 duiden op gebieden waar het woestijnvormingsproces ver gevorderd is.

De onderste opname toont de ozonlaag tijdens een weersomslag. Drie passages van de NOAA-12 satelliet boven De Bilt zijn samengevoegd om een beeld te krijgen van de ozonlaag boven West-Europa. Het onweersfront is grijs weergegeven: door de hoge bewolking is de satelliet op de plaats van dat front niet in staat ozon te meten. Bij ons is de ozonlaag dun, omdat wij nog in de warme lucht zitten. Achter het onweersfront is de ozonlaag relatief dik.

Met genoegen presenteer ik u het verslag van het KNMI over het jaar 1993. Het jaarverslag biedt u in vogelvlucht een overzicht van gebeurtenissen en ontwikkelingen in dit jaar.

Eén van de belangrijkste gebeurtenissen was de verschijning van het eerste rapport over het klimaat en de toestand van de ozonlaag in Nederland. Het KNMI concludeert dat de laatste jaren behoren tot de warmste van deze eeuw. De warmte sluit aan bij de wereldwijde toename van de temperatuur en past in het beeld van een opwarming door het broeikaseffect. Of het broeikaseffect werkelijk de oorzaak is, staat nog niet vast; de hogere temperaturen zouden ook het gevolg kunnen zijn van een natuurlijke klimaatschommeling. Dat neemt niet weg dat er reden is tot zorg. Wanneer het broeikaseffect als gevolg van menselijke activiteiten het klimaat op deze planeet verandert, kunnen de gevolgen desastreus zijn. Verder onderzoek is noodzakelijk om hierin meer inzicht te krijgen, maar het is niet raadzaam om met maatregelen te wachten tot het laatste wetenschappelijke woord hierover is gezegd. Dat geldt ook voor de actuele toestand van de ozonlaag, waarover vorige zomer een rapport is verschenen. Boven de Zuidpool neemt de afname van de ozonlaag als gevolg van menselijke activiteiten dramatische vormen aan.

Ook in de technologisch zo ver ontwikkelde samenleving blijft de natuur ons voor verrassingen plaatsen. De grilligheid van het weer kan grote gevolgen hebben. Van 1993 herinneren we ons de overstromingen in Limburg aan het eind van het jaar. Het soms extreme weer leidde tot overlast en frustraties, waarbij de meteorologen meerdere malen als boodschappers van het slechte nieuws moesten optreden. Meer nog dan in andere jaren werd het KNMI bestookt met vragen over het weer en klimaatveranderingen.

In 1993 stevende het Instituut af op een stichtingsvorm, losgekoppeld van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Op het allerlaatste moment bleek het draagvlak voor deze verzelfstandiging bij de meest betrokken departementen te beperkt te zijn. In zeer korte tijd werden de plannen begin 1994 aangepast in de richting van een agentschap. Het siert de organisatie dat het deze grote verandering snel en soepel heeft opgevangen en inmiddels volop bezig is haar strategie en ondernemingsplan aan de nieuwe situatie aan te passen. Op basis van deze kracht van de organisatie zie ik de toekomst van het KNMI met vertrouwen tegemoet.

Dr. H.M. Fijnaut,
hoofddirecteur

Klimaatrapportage: recente reeks

warme jaren uitzonderlijk

Het KNMI is in opdracht van de Minister van Verkeer en Waterstaat begonnen met een reeks rapportages over "de toestand van het klimaat en van de ozonlaag in Nederland". Het eerste klimaatrapport is op 18 maart in het Kurhaus in Scheveningen aangeboden aan Minister Maij-Weggen van Verkeer en Waterstaat en de heer Enthoven, Directeur Generaal Milieubeheer van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM). Het rapport markeerde de start van de landelijke voorlichtingscampagne over het broeikas effect van het ministerie VROM. De campagne is erop gericht om via bestaande maatschappelijke netwerken, zoals milieu- en kerkelijke organisaties, vakbonden, vrouwen- en consumptieorganisaties en politieke partijen zoveel mogelijk mensen te informeren over oorzaken en gevolgen van het broeikas effect en de mogelijkheden om daar zelf iets aan te doen.

In het rapport worden verschillende conclusies getrokken, niet alleen over het verloop van de temperatuur, maar ook over elementen als neerslag en wind. Systematische veranderingen van het wind- en neerslagklimaat zijn door het grilliger verloop van jaar tot jaar moeilijker vast te stellen dan temperatuurveranderingen. Statistisch significante veranderingen van het wind- en neerslagklimaat zijn ook niet geconstateerd: in Nederland zijn de stormen van nu even zwaar als in het begin van deze eeuw en ook de hoeveelheid neerslag vertoont geen trend. >>

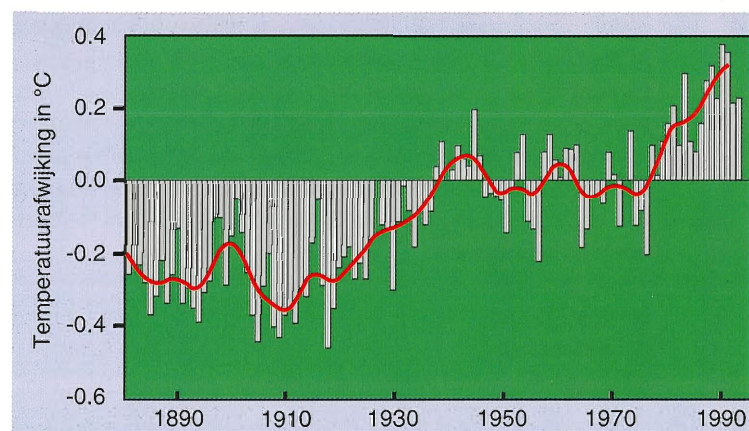
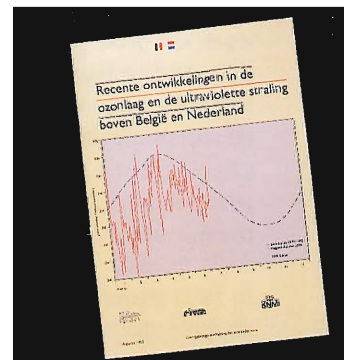
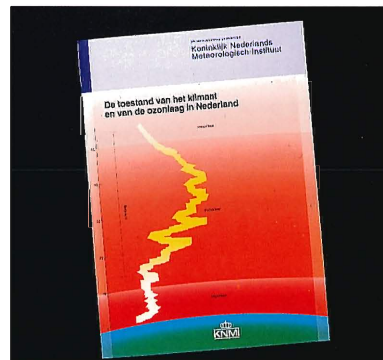
 Het KNMI bracht dit jaar klimaatrapportages uit over de toestand van het klimaat en van de ozonlaag in Nederland en over recente ontwikkelingen in de ozonlaag en de ultraviolette straling boven België en Nederland.

 Trend in de mondiale jaargemiddelde temperatuur sinds 1880. Aangegeven is de jaarlijkse afwijking van de wereldgemiddelde temperatuur ten opzichte van het gemiddelde over het tijdvak 1951 - 1980.

Ook 1993 stond in het teken van de klimaatproblematiek. In opdracht van de Minister van Verkeer en Waterstaat is het KNMI begonnen met een reeks rapportages over de toestand van het klimaat en van de ozonlaag. De publikaties kregen nationaal en internationaal veel aandacht, vooral door de conclusie dat de laatste jaren gemiddeld aanzienlijk warmer waren dan de voorgaande decennia. De rol van de mens in de toename van het broeikas effect is daarmee niet bewezen, maar duidelijk is wel dat de recente warmte niet aan toeval kan worden toegeschreven. De hogere temperatuur, een verandering die zich mondiaal manifesteert, kan het gevolg zijn van een versterkt broeikas effect, maar kan ook op een natuurlijke klimaat-schommeling duiden. Ongeacht de onzekerheid over de oorzaak en de beperkte voorspelbaarheid van het klimaat neemt het KNMI de dreiging van een mogelijk snelle verandering van het klimaat serieus. De scenario's voor de toekomst van het wereldklimaat wijzen unaniem op een opwarming van de aarde met tenminste 1°C en elk signaal uit de metingen dat in die richting wijst is van groot belang.

Klimaatbeleid

Ondanks de vele vraagtekens op dit gebied is op beleidsniveau, zowel nationaal als internationaal, opnieuw vooruitgang



geboekt. Nog juist voor het eind van 1993 werd de vijftigste ratificatie van het Klimaatverdrag in New York goedgekeurd, waardoor het Klimaatverdrag inmiddels in werking is getreden. De ontwikkelde landen hebben op grond van het verdrag de verplichting om de uitstoot van kooldioxyde terug te dringen. Rond de eeuwwisseling moet de uitstoot zijn teruggebracht tot het niveau van het jaar 1990. Een aantal landen, waaronder Nederland, vindt dat de gestelde verplichtingen om de doelstelling van het Klimaatverdrag te halen ontoereikend zijn. In Europees verband wordt aangedrongen op verdergaande maatregelen. De Onderhandelingscommissie, waarin het Ministerie van Verkeer en Waterstaat door het KNMI wordt vertegenwoordigd, houdt zich nu bezig met de verdere uitwerking van het Verdrag. Voorbereidingen worden getroffen voor de eerste Conferentie van Verdragspartijen, die in maart 1995 in Berlijn wordt gehouden. De onderhandelingen worden overheerst door financiële problemen tussen de geïndustrialiseerde landen en de ontwikkelingslanden. Door een reorganisatie van het "Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)" hebben de ontwikkelingslanden het afgelopen jaar meer vertrouwen gekregen in het Klimaatverdrag.

In dit verslagjaar zijn de voorbereidingen begonnen voor het tweede "IPCC-Assessment Rapport". Het IPCC-rapport is de meest gezaghebbende klimaatrapportage, waarin deelnemers



uit de hele wereld rapporteren over de laatste ontwikkelingen van het klimaat in de wereld en de jongste resultaten van het internationale klimaatonderzoek. Eén van de onderzoekers van het KNMI is mede-eindredacteur van het tweede "IPCC-Assessment Rapport". Eind dit jaar verschijnen twee tussentijdse rapporten, waarvoor de voorbereidingen in 1993 zijn begonnen. Het betreft de rapporten "Radiative Forcing of Climate" en "IPCC Guidelines for the calculation and reporting of national inventories of greenhouse gas emissions". De plenaire vergadering van IPCC Werkgroep I, die goedkeuring moet hechten aan deze rapporten, vindt op 13, 14 en 15 september 1994 plaats in Maastricht.

De belangrijkste conclusie is dat het de laatste jaren gemiddeld zo warm is geweest dat deze reeks waarschijnlijk niet aan toeval kan worden toegeschreven. In Nederland vielen de vier warmste jaren van deze eeuw in de laatste zes jaar, die overigens alle zes warmer waren dan het langjarig gemiddelde van de temperatuur. De warmte sluit aan bij de wereldwijde toename van de temperatuur in deze eeuw en past in het beeld van een opwarming door het broeikas-effect. Een versterking van het broeikas-effect treedt op doordat er door toedoen van de mens gassen, zoals kooldioxyde, waterdamp en chloorfluorkoolwaterstoffen, in de atmosfeer bijkomen die de warmte van de aarde vasthouden.

Of het broeikas-effect werkelijk de oorzaak is van de warmte staat niet vast. Veranderingen in de temperatuur in ons land zijn sterk gekoppeld aan veranderingen in de atmosferische circulatie. In een circulatie die aanleiding geeft tot standvastig weer spelen blokkades een belangrijke rol. Omvangrijke hogedrukgebieden blokkeren dan geruime tijd de overheersende westelijke stromingen, waardoor depressies vanaf de Atlantische Oceaan ons niet kunnen bereiken. Warme jaren zijn meestal jaren met minder blokkades en daardoor minder kou in de winter door langere periodes met luchtstromingen vanaf de relatief warme Atlantische Oceaan.

Uit lopend onderzoek op het KNMI blijkt dat in extreme mate te gelden voor de vier warmste jaren. Hoewel externe factoren als zonne-activiteit, vulkanisch as of het versterkte broeikas-effect de oorzaak kunnen zijn, is het ook mogelijk dat de interne dynamica van de atmosfeer zelf periodes met een afwijkende circulatie veroorzaakt.

De hoge temperaturen van de laatste jaren kunnen dus ook het gevolg zijn van een natuurlijke klimaat-schommeling. Dat neemt niet weg dat er alle reden is tot zorg: het klimaat is maar beperkt voorspelbaar en kan ook in Nederland in de komende eeuw een onverwachte wending nemen. <<

In september 1993 is op de meetpost Noordwijk (het voormalige REM-eiland) onder leiding van het KNMI het internationale meetproject "ASGASEX" uitgevoerd dat meer inzicht geeft in de uitwisseling van kooldioxyde tussen de atmosfeer en de zee. "ASGASEX" staat voor Air-Sea-GAs-EXchange, de uitwisseling van gas tussen lucht en water, en is financieel mogelijk gemaakt door een bijdrage van het Nationaal Onderzoek Programma Mondiale Luchtverontreiniging en Klimaatverandering NOP. Ruim een maand lang verbleven vijftien onderzoekers van acht onderzoeksinstituten uit Nederland, Canada, Engeland en Ierland op de Meetpost Noordwijk. De metingen werden uitgevoerd met vier sensoren, die met infrarood licht de koolzuurstroom konden meten. Op de zeebodem waren sonars opgesteld waarmee bellenwolken, die koolzuurgas transporteren, werden gemeten.

Vanuit Nederland namen, behalve het KNMI, ook het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) en het Fysisch en Elektronisch Laboratorium van TNO (FEL-TNO) aan het onderzoek deel. Het NIOZ hield zich bezig met nauwkeurige bepalingen van de concentratie van koolzuur en verwante gassen in lucht en water. De bijdrage van FEL-TNO bestond uit metingen van het transport van koolzuurgas en van aërosolen (druppeltjes en stof in de lucht). Het KNMI verrichtte metingen van het transport van koolzuur, de warmte- en vochtimpuls en de hoogte van golven en brekende golven. Directie Noordzee van Rijkswaterstaat ondersteunde het project door de meetlocatie en een aantal instrumenten, zoals een golfboei en een stroommeter, ter beschikking te stellen. >>

In april 1993 vond in Genève de Intergouvernementele Bijeenkomst over het Wereld Klimaatprogramma plaats, waaraan werd deelgenomen door vertegenwoordigers uit 130 landen. Op de Conferentie is het initiatief genomen tot intensievere samenwerking van verschillende wereldwijde programma's op het gebied van klimaatonderzoek en waarnemingen. Het gaat om het "World Climate Research Programme" dat de rol van de oceanen en de atmosfeer bestudeert, het "International Geosphere Biosphere Programme" dat zich concentreert op de rol van de levende natuur en de vaste aarde en het "Human Dimension Programme", dat kijkt naar de sociaal-economische aspecten. Bovendien is de basis gelegd voor een vernieuwd Wereld Klimaat Programma voor het komend decennium. Onder voorzitterschap van de hoofddirecteur van het KNMI is het rapport afgerond van de "Executive Council" van de "World Meteorological Organisation" (WMO).

Het KNMI neemt in eigen land deel aan het Nationaal Onderzoek Programma Mondiale Luchtverontreiniging en Klimaatverandering (NOP). In het kader van het project NOP-1 "Ontwikkeling van beleidsopties ten aanzien van het broeikaseffect" vonden in 1993 verschillende workshops plaats. Na de evaluatie van het project is een begin gemaakt met NOP-2, dat een meer thematische opzet krijgt en daarmee beter aansluit op de structuur van het IPCC.

Oceanografisch onderzoek

Onderzoek van oceaan en klimaat is de taak van de sectie Oceanografisch Onderzoek van het KNMI. De nadruk ligt op aspecten van de oceaancirculatie en de wisselwerking tussen lucht en zee. Voor een beter begrip van het klimaat en van klimaatveranderingen is dit van groot belang. Het onderzoek resulteert voornamelijk in modellen, waarin fysische aspecten van oceaan en atmosfeer worden beschreven. De koppeling van oceaan- en atmosfeermodellen voor klimaatstudies is een ingewikkeld probleem. In de huidige klimaatmodellen leidt de wisselwerking van lucht en zee tot oppervlakte-zeewatertemperaturen die niet overeenstemmen met de werkelijkheid. Onderzoek met een computermodel van de Noordatlantische Oceaan heeft aangetoond dat door een betere modellering van de men-



 KNMI-ers in actie op de meetpost Noordwijk in het kader van het internationale meetproject "ASGASEX" over de uitwisseling van kooldioxyde tussen de atmosfeer en de zee.

 Projectleider "ASGASEX", dr. W. Oost, interpreteert de gemeten waarden van het kooldioxyde-transport tussen zee en atmosfeer.

 De metingen zijn uitgevoerd met sensoren die met infrarood licht de kooldioxydestroom konden meten.

ging van warmte de berekeningen van temperatuur realistischer zijn. Het menglaagmodel, dat speciaal voor dit onderzoek is ontwikkeld, is geschikt voor het uitvoeren van klimaatsimulaties.

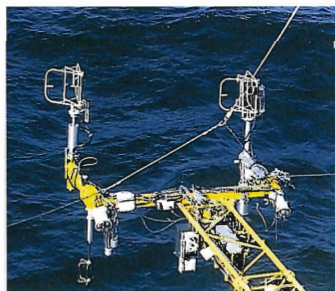
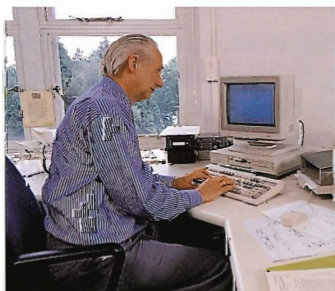
Ook is een bestaande methode getest en verder ontwikkeld voor het onderling vergelijken van modellen en de vergelijking van modellen met waarnemingen. Overeenkomst van patronen is vaak interessanter dan overeenkomst in een bepaald punt. Door de methode, die voor de toekomstige modelontwikkeling gebruikt wordt, kunnen de patronen objectief worden vergeleken. In het kader van een project van de Europese Unie (EU) heeft het KNMI een vergelijkend onderzoek uitgevoerd naar klimaatsimulaties van het Engelse "Hadley Centre for Climate Prediction and Research" in Bracknell en het "Max Planck Institut für Meteorologie" in Hamburg. Voor het eerst wordt een uniforme analyse van verschillende klimaatsimulaties gemaakt. Het resultaat, inzicht in overeenstemming en verschillen, is van belang om de waarde van modelvoorspellingen te schatten en verbeteringen aan te brengen.

Ook is een bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van het oceaangedeelte van een gekoppeld klimaatmodel dat op het Europees Centrum voor Weersvoorspellingen op Middellange Termijn (ECMWF) en het "Max Planck Institut für Meteorologie" in Hamburg gebruikt wordt voor de studie van klimaatveranderingen.

De uitwisseling van kooldioxyde tussen de zee en de lucht daarboven is van belang voor het broeikas-effect. Kooldioxyde is één van de belangrijkste broeikasgassen, die de temperatuur op aarde op een leefbaar niveau houden. Ongeveer 70% van het aardoppervlak bestaat uit zeewater en jaarlijks wordt omstreeks 380 miljard ton koolzuur door de zee opgenomen. Recente schattingen geven aan dat ongeveer 370 miljard ton koolzuur van de zee in de atmosfeer terecht komt. Dat betekent dat jaarlijks zo'n 10 miljard ton koolzuur in zee verdwijnt. Dat verschil is relatief gering, maar voor de snelheid waarmee de hoeveelheid koolzuur in de atmosfeer toeneemt en de temperatuur op aarde stijgt, wel van groot belang. Als er geen koolzuur in zee terecht zou komen, dan zouden het broeikas-effect en de temperatuur nog veel sterker toenemen.

Bij de uitwisseling van koolzuur tussen de zee en de atmosfeer spelen temperatuur en wind een grote rol. Het verband met deze grootheden is echter nog niet goed bekend en is nog een zwak punt van de atmosfeermodellen, waarmee de toekomst van het klimaat wordt berekend. De experimenten die op zee zijn uitgevoerd hebben het inzicht in de uitwisselingsprocessen verbeterd.

Daarmee is het onderzoek echter nog niet afgerond. Na de uitvoerige rapportage van "ASGASEX" volgt waarschijnlijk in 1996 een vervolgonderzoek, waarbij ook de invloed van andere gassen op het broeikas-effect wordt onderzocht. <<



In juni 1993 heeft het KNMI op een productieplatform van de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) op 220 kilometer ten noorden van Den Helder een nieuw automatisch weerstation geïnstalleerd. Het weerstation ligt op 54°51'14" noorderbreedte en 4°43'39" oosterlengte en is inmiddels onder code 06239 F3-FB-1a operationeel. Het meetpunt levert elk half uur een schat aan gegevens, die vooral voor de weersverwachtingen en stormwaarschuwingen van belang zijn. De Maritiem Meteorologische Dienst van het KNMI in Hoek van Holland verzorgt in ons land de stormwaarschuwingen. Hierop zijn onder andere de stormvloedverwachtingen van Rijkswaterstaat gebaseerd. De zwaarste en in verband met stormvloeden gevaarlijkste stormen worden veroorzaakt door depressies die midden over de Noordzee trekken. Ook vanuit het buitenland, met name van het in Hamburg gevestigde "Seewetteramt" van de Duitse weerdienst, bestaat belangstelling voor dit noordelijk op de Noordzee gelegen weerstation. Het "Seewetteramt" is in de gegevens geïnteresseerd in verband met storm- en stormvloedverwachtingen langs de Duitse kust en de haven van Hamburg. Door de centrale ligging op zee komt meteorologische informatie beschikbaar die van belang is voor de berekeningen waaruit de weersverwachtingen worden afgeleid. >>



Het meetnet Noordzee met het nieuwe automatische weerstation F3 op een afstand van 220 kilometer ten noorden van Den Helder.

gen op termijn van maanden tot enkele jaren (met name met betrekking tot het verschijnsel "El Nino"). De resultaten hebben het inzicht verbeterd in de mogelijkheid om seizoensverwachtingen te maken. Ook in de modellen van weersvoorspellingen op de middellange termijn is verbetering geboekt. In samenwerking met het ECMWF is aandacht besteed aan de invloed van zee-golven op de wisselwerking van lucht en zee. De resultaten wijzen uit dat deze invloed groter is dan eerst werd aangenomen.

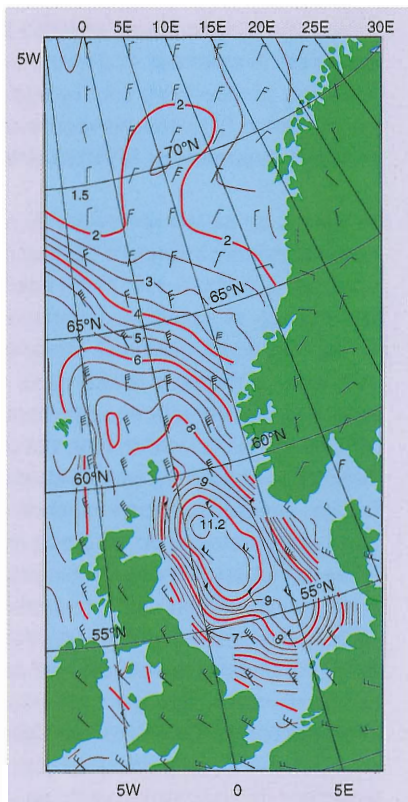
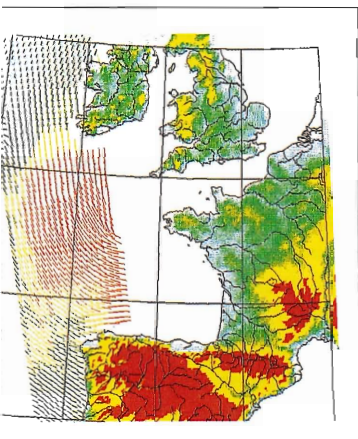
In samenwerking met Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) en het Waterloopkundig Laboratorium (WL) is in het kader van "Voorbereiding en Interpretatie ERS-1 (VIERS-1)" onderzoek gedaan naar de interpretatie van wind-waarnemingen boven de Oceaan vanuit de European Remote Sensing Satellite (ERS-1). Deze satelliet is uitgerust met een zogenaamde Wind Scatterometer voor de bepaling van snelheid en richting van de wind aan het zeeoppervlak. De resultaten van de windmetingen door de satelliet ERS-1 blijken zeer realistisch te zijn, waarbij ook de fysische processen door de invloed van golven op het windpatroon goed worden verwerkt. Ook de resultaten van golfmetingen vanuit de satelliet ERS-1 zijn getoetst met behulp van het numerieke Nederlandse Noord-zee-golfmodel (NEDWAM) van het KNMI.

Het internationale meetproject "ASGASEX", dat in september 1993 plaatsvond op de meetpost Noordwijk, heeft een bijdrage geleverd aan het inzicht in de uitwisseling van koolzuurgas tussen atmosfeer en oceaan. De eerste resultaten wijzen op een grotere variabiliteit in de uitwisseling van koolstof dan verwacht. Of dit samenhangt met de onregelmatige uitstroom van Rijnwater of met biologische processen, kan pas na analyse van alle data in 1994 worden vastgesteld.

Het KNMI verricht ook fundamenteel onderzoek op het gebied van zeegolven. Wereldwijd heeft het probleem van golfopwekking de afgelopen vijftig jaar veel aandacht gekregen, maar de theorie is nog verre van compleet. Met name de niet-lineaire effecten van golven en turbulentie in de interactie met golven zijn moeilijk te beschrijven. Het golfonderzoek is van praktisch belang, niet alleen voor klimaatstudies maar ook voor berekeningen en voorspellingen van golfhoogten.

Resultaten van het golfonderzoek worden gepubliceerd in het boek "Dynamics and Modelling of Ocean Waves", dat binnenkort bij de "Cambridge University Press" verschijnt. Het boek gaat in op de statistische theorie van zeegolven en beschrijft de relevante fysische processen, het "WAM"-model dat ontwikkeld is door de "Wave Modelling Group", de toepassingen van dat model, satellietwaarnemingen van zeegolven en verwerking van golfwaarnemingen in golfmodellen.

-  Europa "gezien" door de ERS-1, de eerste Europese Remote Sensing Satelliet.
-  Een storm veroorzaakte op 21 februari 1993 op de Noordzee golven van gemiddeld 8 meter met uitschieters tot 15 meter hoogte. De golven konden zo hoog worden doordat ze op hun weg van Schotland naar de Waddeneilanden toevallig precies meeliepen met de storm. De analyse van het wind- en golfveld met de significante golfhogten is van 0 uur UT.
-  Het KNMI verricht fundamenteel onderzoek op het gebied van zeegolven. Resultaten worden gepubliceerd in het binnenkort te verschijnen boek "Dynamics and Modelling of Ocean Waves".



De gegevens worden onder meer verwerkt in de computerberekeningen van het ECMWF in Reading. Vrijwel alle meteorologische instellingen in Europa maken gebruik van de gegevens van het ECMWF. Het KNMI beschikt speciaal voor het Noordzeegebied ook over kleinschaliger atmosfeermodellen, die de ontwikkelingen en koers van depressies nog gedetailleerder in beeld brengen. De gegevens van weerstation F3 zijn vooral voor deze rekenmodellen, waarmee een storm in onze buurt en de golven en waterstanden op de voet worden gevolgd, van grote betekenis.

Nieuw is de manier waarop het KNMI de waarnemingen van F3 verzamelt. Voor het eerst zorgt een satelliet (Meteosat) ervoor dat de metingen van een waarnemstation geheel automatisch naar De Bilt en de rest van de wereld worden verstuurd. Het gaat daarbij om gegevens van wind (snelheid en richting), luchttemperatuur, vochtigheid, zicht, wolkenhoogte en luchtdruk, die automatisch met sensoren worden gemeten. Alle meetapparatuur is dubbel uitgevoerd, zodat eventuele storingen worden opgevangen. Onderhoud en reparatie van de apparatuur kunnen grotendeels via de telefoon worden uitgevoerd. In principe wordt F3 maar twee keer per jaar door technici van het KNMI bezocht voor preventief onderhoud. Het nieuwe waarnemstation is een aanvulling op het Meetnet Noordzee van Rijks-waterstaat. <<

Atmosferisch onderzoek

Sinds 1973 is de meetmast Cabauw operationeel. Het 20-jarig bestaan van deze dienstverlening vormde de aanleiding tot een nationaal symposium, dat op 3 juni 1993 plaatsvond in De Bilt. Naast het gebruik voor operationele doeleinden is Cabauw vooral van belang voor experimenteel weer- en klimaatonderzoek. In de afgelopen 20 jaar zijn de gegevens van Cabauw behalve door het KNMI ook door verscheidene Nederlandse en buitenlandse instellingen gebruikt, wat resulteerde in talrijke wetenschappelijke publicaties. Zo werd in 1993 gastvrijheid verleend aan het Instituut voor Marien en Atmosferisch Onderzoek (IMAU), Energie Centrum Nederland (ECN), TNO en het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM). Het ECMWF maakte gebruik van de Cabauw-metingen voor het verbeteren van modellen die gebruikt worden voor weersverwachtingen.

Eind 1993 werd na uitgebreid vooronderzoek besloten tot aanschaf van een windprofiler met "Radio Acoustic Sounding System". Met dit moderne remote sensing systeem worden vanaf 1994 in Cabauw continu wind en temperatuur tot enkele kilometers hoogte gemeten, zodat daarvan profielen beschikbaar komen. Dergelijke meetsystemen, die ook geschikt zijn voor het

Een nieuw computer-tijdperk voor het KNMI

In 1993 was het precies 25 jaar geleden dat de eerste computer bij het KNMI werd geïnstalleerd. De revolutie werd veroorzaakt door een EL-X8 computer van de firma Elektrologica. Dat was een simpele computer met een beperkt geheugen en ponsbanden voor in- en uitvoer van gegevens. In de kwart eeuw die volgde werden verschillende nieuwe en steeds snellere computers aangeschaft, maar het principe bleef één centrale computer, het mainframe, dat alles moest kunnen: rekenwerk, datacommunicatie, grootschalige gegevensopslag, administratie enz. Het jubileumjaar vormt in dit opzicht een nieuwe revolutie: in 1993 zijn de laatste stappen gezet die nodig waren om de enige nog resterende mainframe computer te ontmantelen.

Hart van de nieuwe computer-infrastructuur van het KNMI is nu een netwerk dat vrijwel alle computers verbindt. Enerzijds zijn die computers werkpleksystemen op de bureaus van de gebruikers voor directe ondersteuning van diens taken via interactieve bediening en beeldschermpresentatie; anderzijds betreft het gespecialiseerde computers voor gemeenschappelijk gebruik voor bijvoorbeeld communicatie, rekenwerk en gegevensbeheer. Dankzij deze moderne infrastructuur kan iedere gebruiker een veelheid van diensten worden aangeboden. Zo kunnen alle gebruikers vanaf hun werkplek via het netwerk gegevens, programmatuur en berichten uitwisselen. Niet alleen onderling, maar ook met personen en instanties buiten het KNMI. Belangrijke externe communicatie-partners van het KNMI zijn de meteorologische zusterorganisaties in de hele wereld, maar ook onderzoeksinstituten in binnen- en buitenland.

Daarnaast biedt de nieuwe computer-infrastructuur de mogelijkheid van beperkte rekendiensten aan de gebruikers. Voor omvangrijk rekenwerk zijn krachtige rekenservers beschikbaar, deels bij het KNMI en deels bij het ECMWF in Reading. Het ECMWF beschikt over één van de grootste computers ter wereld. >>

- ☐ Drie meetmasten opgesteld in het Speulderbos bij Garderen waar het KNMI in samenwerking met andere onderzoeksinstituten meteorologische metingen verricht van verdamping, kooldioxyde-uitwisseling en straling.
- ☐ Er zijn grote vorderingen gemaakt in de opzet van een netwerk voor detectie van de wolkenbedekking en -structuren.

meten van turbulentie en verticale bewegingen, zijn internationaal sterk in opkomst. In de Verenigde Staten bestaat een netwerk van windprofilers voor operationeel gebruik. Ook in Europa worden in EU-verband voorbereidingen getroffen voor zo'n meetnet, waaraan het KNMI deelneemt.

In Speuld op de Veluwe kwam de meetopstelling gereed voor het Troposferisch Energie Budget Experiment, dat najaar 1993 van start is gegaan. Het KNMI heeft voor dit onderzoek een waterdamp- en kooldioxydetransportsensor ontwikkeld, die ook in Cabauw wordt geplaatst. Beide meetstations zullen gedurende twee jaar datasets leveren voor het bestuderen van de uitwisseling van energie en waterdamp tussen aardoppervlak en atmosfeer. Grote vorderingen zijn gemaakt in de opzet van een netwerk voor detectie van de wolkenbedekking en -structuren. Daarbij worden metingen vanaf de grond met wolkenlidars (een soort radarsysteem) en infrarood temperatuursensoren gecombineerd met satellietwaarnemingen. In combinatie met stralingsmetingen wordt een dataset opgebouwd voor onderzoek naar de relatie tussen bewolking en straling. Voor klimaatonderzoek is dat van belang in verband met de verdere ontwikkeling van klimaatmodellen. Dat geldt ook voor de beschrijving van straling in de atmosfeer. De invloed van alle belangrijke broeikasgassen en aërosolen (stofdeeltjes) is beter in de modellen verwerkt, waardoor de stralingsklimatologie realistischer is beschreven.



☐ ☐ Niet alleen een op het KNMI verricht onderzoek naar de voorspelbaarheid van het weer viel in de prijzen. Onderzoeker dr. J.P. van der Meulen van de Instrumentele Afdeling van het KNMI werd door de WMO onderscheiden met de Vaisala Award voor een onderzoek van barometers.

☐ ☐ In de kwart eeuw computers is de automatisering flink gevorderd, maar de menselijke tussenkomst blijft noodzakelijk. Beheerders, service- en helpdeskmedewerkers zorgen ervoor dat de computer-infrastructuur optimaal functioneert. Afgebeeld is de centrale bedieningsruimte van waaruit alle computers op het KNMI in de gaten worden gehouden.

☐ ☐ Ensemble Forecasting.¹



In samenwerking met de Technische Universiteit Delft (TUD) en het IMAU is een "Large Eddy Simulatie Model" ontwikkeld, dat turbulentie en bewolking in detail beschrijft. De techniek is inmiddels met succes toegepast voor cumulus-bewolking en bij waarnemingen boven de tropische oceaan. In samenwerking met het Max Planck Institut für Meteorologie in Hamburg en het Deens Meteorologisch Instituut is een regionaal klimaatmodel ontwikkeld dat uitgebreid is getest, onder meer bij de rivieroverstromingen van eind december. Het model blijkt goed in staat de waargenomen zware neerslag te simuleren.

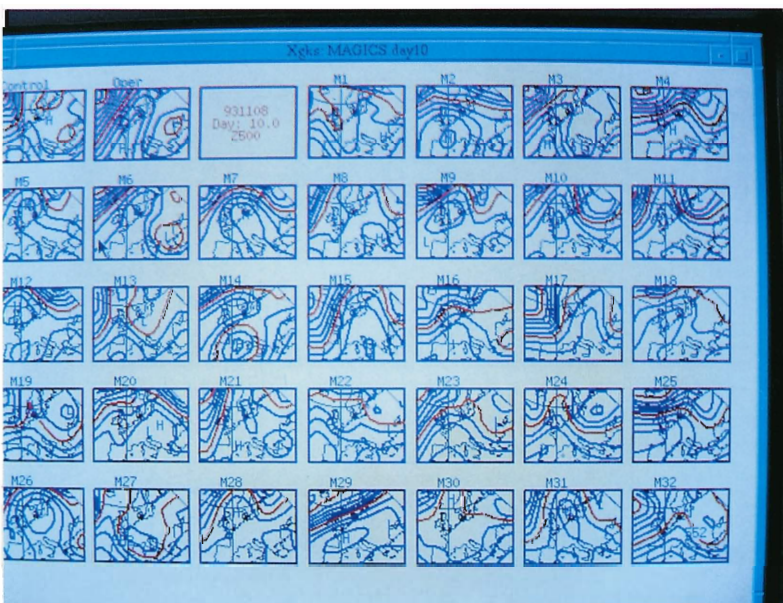
Voorspelbaarheidsonderzoek

De voorspelbaarheid van weer en klimaat, waarnaar het KNMI al een aantal jaren onderzoek verricht, wordt ook internationaal een steeds belangrijker onderzoeksthema. De Norbert Gerbier International Award, één van de hoogste onderscheidingen in de meteorologie, werd door de WMO in 1993 toegekend aan dr. ir. P. Houtekamer. Hij werkte de afgelopen jaren, samen met onderzoeker dr. J. Barkmeijer, op het KNMI aan een methode waarmee de mate van betrouwbaarheid van het weerbericht wordt vastgesteld, een soort kwaliteitskeurmerk voor de weersverwachting. Zijn proefschrift "Predictability in models of the atmospheric circulation", waarin de methode wordt beschreven, maakt internationaal indruk. Berekend wordt hoe snel kleine fouten in de actuele toestand van de atmosfeer (metingen en

Voor gegevensopslag (bijvoorbeeld ten behoeve van archivering) beschikt het KNMI sinds 1993 over een magneetband-robot waar in totaal bijna anderhalf miljoen Megabyte (overeenkomend met het geheugen van ongeveer een miljoen diskettes) aan gegevens kunnen worden opgeslagen zonder menselijke tussenkomst.

Veel verder dan alleen opslag gaan de diensten ten aanzien van gegevensbeheer. Die hebben betrekking op databases met gegevens voor gemeenschappelijk gebruik, zoals waarnemingen, resultaten van rekenmodellen en berichten voor klanten van het KNMI. Ook daarvoor is sinds enige tijd een groep gespecialiseerde computers, uitgerust met een database-management systeem, beschikbaar.

In de komende jaren zullen de mogelijkheden van de KNMI-infrastructuur voor computers nog meer worden aangepast aan de behoeften en wensen van de gebruikers: nog snellere rekenservers, betere hulpmiddelen voor interne en externe communicatie en een modern systeem voor integraal gegevensbeheer. In 25 jaar computers is er veel veranderd, maar menselijke tussenkomst blijft noodzakelijk: zonder beheerders, service- en helpdeskmedewerkers kan geen enkele computer-infrastructuur functioneren. <<



1

De ECMWF Ensemble verwachting. Weergegeven zijn 32 individuele verwachtingen (rij 2, 3, 4 en 5). Deze zijn gebaseerd op verstoorde begintoestanden, waarbij de mate van de verstoring representatief is voor de fout in de weersverwachting. Op de bovenste rij is de onverstoorte (operationele) verwachting weergegeven. De onverstoorte operationele verwachting suggereert een grotere nauwkeurigheid dan de werkelijkheid. Volgens enkele berekeningen zou er zelfs een hogedrukgebiedje komen te liggen op de plaats waar andere berekeningen een lagedrukgebied situeren.

De laatste dagen van 1993, rond Kerst en de jaarwisseling, maakten veel mensen in Nederland, België en Duitsland angstige uren door. Overvloedige regenval in de stroomgebieden van Rijn en Maas deed het peil tot recordhoogte stijgen en door nieuwe regen bleef de situatie dagen achtereen kritiek en was er steeds weer nieuw alarm. Grote delen van Limburg kwamen onder water te staan en ook in het rivierengebied was sprake van een ernstige situatie. Zo bereikte de Maas op 22 december bij Borgharen een maximale stand van NAP +45,90 meter, dat is slechts 20 centimeter onder de recordstand van 1 januari 1926. De afvoer bereikte in 1993 een nieuw record en nam bij Borgharen toe tot 3120 kubieke meter per seconde, 120 kubieke meter per seconde meer dan in 1926. De afvoer was in 1993 dus hoger dan in 1926, terwijl de gemeten waterstanden nu iets lager waren. Rijkswaterstaat schrijft dit toe aan veranderingen die in de loop van de tijd aan het riviersysteem zijn aangebracht (kanalisatie, verdieping van het zomerbed, bochtafsnijdingen en ontgrondingen). Ook de Rijn en de Moezel veroorzaakten uitgebreide overstromingen en delen van sommige grote Duitse steden stonden eveneens dagenlang onder water.

De bevolking werd in ons land via de media (onder andere radio en teletekst) zo goed mogelijk op de hoogte gehouden van de ontwikkelingen dankzij de hoogwaterberichtgeving van het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) en de Directie Limburg van Rijkswaterstaat. De berichten maakten melding van de verwachte topstanden voor verschillende plaatsen, het vermoedelijke tijdstip van passeren en de verwachte veranderingen van de waterstanden. Bovendien was een informatiecentrum ingesteld dat telefonische vragen beantwoordde van burgers en regionale crisiscentra. Ook het KNMI kreeg veel telefoontjes, vooral met vragen over de neerslag.

De hoeveelheden neerslag in de stroomgebieden van de rivieren waren buitengewoon groot. Gemiddeld over het gehele stroomgebied van de Maas in België en Frankrijk viel in december 273 millimeter neerslag; uitgesplitst naar Belgische en Franse stations waren de maandsommen respectievelijk 279 en 264 millimeter. Het heuvelachtige landschap is van grote invloed op de neerslagactiviteit, waardoor er grote regionale verschillen in de hoeveelheden neerslag voorkwamen. Zo viel op het Belgische weerstation Dohan in het grensgebied van België en Frankrijk 437 millimeter, terwijl nauwelijks 30 kilometer noordelijker in Saint Hubert "slechts" 239 millimeter werd afgetapt.

Aanhoudende neerslag met als gevolg een forse verhoging van de waterstand in de grote rivieren komt vrijwel ieder jaar voor. Om het peil van een snel reagerende regenrivier als de Maas tot recordhoogte te doen stijgen moet gedurende een periode van twee tot vier dagen uitzonderlijk veel regen vallen. Op 19 december 1993 begon zo'n periode, waarin 20 december de laatste dag was. Nabij de Belgisch-Franse grens viel toen in één etmaal 60 tot 70 millimeter regen. In een groot deel van het stroomgebied viel op 19 en 20 december samen 50 tot ruim 100 millimeter regen. >>

De overvloedige en plaatselijk zware regenval in de stroomgebieden van de Rijn en de Maas veroorzaakte eind 1993 grote overstromingen. De waterstand bleef 20 centimeter onder het eeuwrecord, maar de afvoer van de Maas was met 3120 kubieke meter per seconde niet eerder zo groot geweest.

schattingen) in de computerberekeningen voor het toekomstige weer (de verwachtingen) tot grote afwijkingen kunnen leiden. Ook wordt berekend op welke termijn deze foutengroei de nuttige informatie in de weersvoorspellingen heeft vernietigd. Fouten in de actuele toestand worden veroorzaakt door kleine afwijkingen in metingen die continu in de hele wereld worden gedaan met radiosondes (meetinstrumenten die aan ballonnen worden opgelaten) en satellieten.

In samenwerking met het ECMWF wordt door het KNMI een nieuwe zogenaamde "Ensemble Forecasting"-methode getest, die veelbelovende resultaten oplevert. Door deze methodiek wordt niet één verwachting voor de toekomstige atmosferische circulatie berekend, maar een ensemble van 32 verwachtingen. Alle verwachtingen worden gegroepeerd in clusters, waarbij ieder clustertype een bepaalde statistische kans van optreden heeft. De clusters onderscheiden zich van elkaar doordat bij iedere cluster een (iets) verschillend weertype hoort. Zo kunnen aan de elementen in de weersverwachting kwantitatieve kans termen worden gekoppeld: "kans op regen" wordt dan bijvoorbeeld "80% kans op regen" of "temperaturen van 12 tot 15°C" wordt "90% kans dat de temperatuur tussen 12 en 15°C schommelt". In de operationale fase, die binnen een paar jaar volgt, moet de "Ensemble Forecasting"-methode leiden tot verbetering van de weersvoorspellingen en introductie van tiendaagse verwachtingen op het KNMI.

Ook in het onderzoek naar de voorspelbaarheid van het klimaat is vooruitgang geboekt. Experimenten met een computermodel van de oceaan hebben aangetoond dat er in de oceaan gevoelige gebieden bestaan waar de verticale uitwisseling van oceaanwater (convectie) heel gemakkelijk kan worden veranderd. Dit kan grote consequenties hebben voor de wisselwerking tussen atmosfeer en oceaan. Voortgang is ook te melden in het onder-



- ☐ De variaties van het waterpeil worden nauwlettend in de gaten gehouden. Om tijdig te waarschuwen voor een abrupt toenemende waterstand werkt Rijkswaterstaat met numeriek modellen, waarmee afvoer en waterstanden worden berekend. Daarbij wordt gebruik gemaakt van neerslagverwachtingen van het KNMI.
- ☐ Minister Maij-Weggen van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat op bezoek in het door overstroming getroffen Limburgse dorp Itteren.



zoek naar blokkades, persistente circulatiepatronen die standvastig weer veroorzaken en aanleiding kunnen geven tot extreme weersomstandigheden.

Een door het KNMI ontwikkeld gekoppeld atmosfeer, oceaan, zeeijs-model is in de testfase. Dit model moet meer licht werpen op het belang van de hydrologische cyclus voor natuurlijke klimaatfluctuaties op een tijdschaal van tien tot honderd jaar.

Klimaatscenario's

Wat zijn de mogelijke gevolgen voor het klimaat van veranderingen in de samenstelling van de atmosfeer? Klimaatscenario's geven daarop een antwoord en het KNMI ontwikkelt dergelijke scenario's voor diverse gebruikers, zoals onderzoekers, bedrijven en de overheid. Zo zijn in 1993 neerslagscenario's ontwikkeld, waarin waargenomen verbanden tussen neerslag, temperatuur en luchtdruk zijn verwerkt. Bestudeerd is ook het effect van een toename van de hoeveelheid kooldioxyde op windrichting, windsnelheid en stormfrequenties. In het algemeen blijken de veranderingen in de wind bij een toename van de hoeveelheid kooldioxyde niet groot te zijn. Een Russisch gastmedewerkster is op het KNMI een onderzoek gestart naar de bruikbaarheid van paleoreconstructies (klimaatinformatie uit een zeer ver verleden afgeleid uit bijvoorbeeld jaarringen van bomen en ijsboringen) van het klimaat voor het opstellen van klimaatscenario's. In samenwerking met Rijkswaterstaat is een onderzoek afgerond en gepubliceerd naar de statistische kenmerken van extreem hoge waterstanden aan de Nederlandse kust.

De regen van het neerslaggebied dat de Ardennen op 20 december passeerde viel bovenop de verhoogde afvoer veroorzaakt door de regen die de dag daarvoor was gevallen. Deze toevallige samenloop van omstandigheden kan aan het extreem hoge water hebben bijgedragen.

Om tijdig te waarschuwen voor het stijgende water en kritieke waterstanden werkt Rijkswaterstaat met numerieke modellen voor de voorspelling van de afvoer en de waterhoogten op verschillende plaatsen langs de rivieren. De neerslagverwachting speelt daarin een belangrijke rol. Voor dergelijke verwachtingen die worden gegeven voor een termijn van meerdere uren tot vijf dagen vooruit, maakt het KNMI gebruik van de uitkomsten van computerberekeningen door de Europese weercomputer in het Engelse Reading.

Toevallig sinds november 1993 worden op het KNMI aan de hand van de berekeningen van het Europees Centrum etmaalprognoses tot vijf dagen vooruit opgesteld voor de stroomgebieden van de Maas en de Rijn. Op grond van de berekeningen kan de meteoroloog globaal bepalen hoeveel neerslag er valt. Neerslagverwachtingen zijn echter beperkt nauwkeurig, omdat het ingewikkelde proces van neerslagvorming slechts bij benadering in numerieke modellen kan worden beschreven en de computerberekeningen worden uitgevoerd voor punten die ongeveer 50 kilometer uit elkaar liggen. Voor het gebied dat bij een roosterpunt hoort berekent het model een gemiddelde (representatieve) neerslaghoeveelheid. De werkelijke hoeveelheden neerslag in het gebied rondom een roosterpunt kunnen echter door hoogteverschillen in het landschap of door het buiige karakter van de neerslag over kleine afstanden zeer sterk variëren. Ook van dag tot dag kunnen er grote verschillen optreden in de berekeningen, waardoor de verwachtingen moeten worden bijgesteld. Zo berekende het model voor 20 december drie dagen tevoren voor de Belgische Ardennen een hoeveelheid van 18 millimeter. Een dag later werd voor diezelfde dag een hoeveelheid van 60 millimeter berekend en de dag daarna 43 millimeter. Uit een evaluatie over de hele overstromingsperiode blijkt echter dat de verwachte hoeveelheden neerslag in het algemeen goed zijn overeengekomen met de werkelijk gevallen hoeveelheden. De neerslagverwachting is een produkt dat nog volop in ontwikkeling is en dat door onderzoek en verificatie verder zal verbeteren. Voor korte termijnverwachtingen is op het KNMI het regionale atmosfeermodel HIRLAM (High Resolution Limited Area Model) operationeel, dat ook voor neerslagprognoses wordt gebruikt.

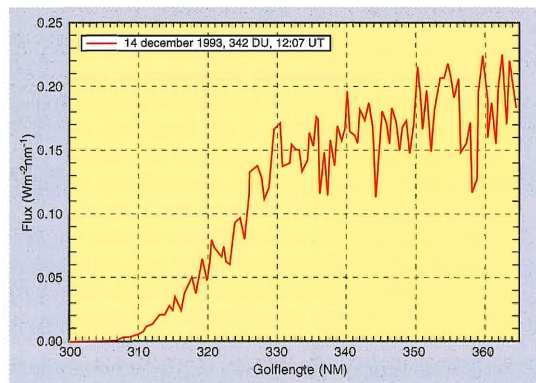
De neerslagverwachtingen zijn een belangrijk gegeven voor de berekeningen die Rijkswaterstaat maakt van de te verwachten waterstanden in de rivieren. In die modelberekeningen speelt ook andere informatie een rol, zoals de temperatuur, het sneeuwdek in de brongebieden en de hoeveelheid neerslag die daar eerder viel. <<

De KNMI-Brewer, de honderdste

ozon- en UV-meter in de wereld

Om de hoeveelheid ozon in de atmosfeer boven Nederland nauwkeurig in de gaten te houden heeft het KNMI in 1993 een Brewer spectrophotometer aangeschaft. De Brewer is een standaard instrument om ozon te meten dat over de hele wereld wordt gebruikt. De KNMI-Brewer maakt nu deel uit van het mondiale netwerk van inmiddels meer dan honderd ozonmeetstations met zo'n spectrophotometer. De ozonmetingen worden ingezameld door de WMO.

Het meetprincipe van de Brewer is gebaseerd op het feit dat ozon ultraviolette-straling (UV) absorbeert. Het instrument "kijkt" naar de zon en meet in vijf golflengtebandjes de UV-straling die de atmosfeer doorlaat. Door vergelijking van de absorptie van de UV-straling bij deze verschillende golflengtes is het mogelijk de totale hoeveelheid ozon in de atmosfeer verticaal boven ons hoofd te bepalen met een nauwkeurigheid van 1%. Als het bewolkt is en de zon is niet te zien, dan wordt de UV-straling gemeten die uit de verticale richting omlaag komt. Ook dan kan door vergelijkingen van de gemeten hoeveelheid UV-straling in de vijf golflengtebandjes de totale hoeveelheid ozon bepaald worden, zij het minder nauwkeurig. De afwijkingen liggen dan in de orde van 5 tot 10%.



Een voorbeeld van de UV-meting op 14 december 1993.

De hoeveelheid UV-straling die ons aardoppervlak op grondniveau bereikt, is vooral afhankelijk van de hoogte van de zon boven de horizon, maar ook van de hoeveelheid ozon in de atmosfeer. De Brewer is ook in staat om met grote nauwkeurigheid metingen te doen van de hoeveelheid UV-straling die de grond bereikt. Dit soort metingen worden spectrale UV-metingen genoemd omdat het UV-spectrum gemeten wordt voor golflengtes tussen 285 en 365 nanometer. >>

De Brewer ozon- en UV-meter op het dak van het KNMI-gebouw in De Bilt.



De atmosfermodellen van het KNMI worden ook toegepast voor berekeningen van de verspreiding van vliegtuigemissies. Een strak blauwe lucht zien we nog maar zelden: meestal zijn er vliegtuigstrepen, condensatiesporen van uitlaatgassen van vliegtuigen te zien.

Ozon

Aan het onderzoek naar de ozonlaag zijn nieuwe elementen toegevoegd. Uit recent onderzoek blijkt dat de invloed van ozon op het broeikaseffect veel groter is dan eerdere studies deden vermoeden. Ozon wordt beschouwd als een belangrijk broeikasgas en het ozononderzoek maakt daardoor nog duidelijker deel uit van het klimaatonderzoek. Naast klimaataspecten is het ozononderzoek op het KNMI vooral gericht op het transport van ozon in de atmosfeer en de uitwisseling van ozon tussen de stratosfeer (10 en 50 kilometer hoog) en troposfeer onder de 10 kilometer hoogte. In 1993 is in samenwerking met het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België (KMI) en het RIVM voor beleidsmakers en publiek een rapport uitgebracht over de recente ontwikkelingen in de ozonlaag en de ultraviolette straling boven België en Nederland.

Een belangrijke vooruitgang is de aanschaf door het KNMI van de Brewer stralingsmeter, waarmee het mogelijk is de dikte van de ozonlaag continu te meten. In combinatie met de ozonson-



 Het nieuwe seismisch meetstation Heimansgroeve in het Geuldal in Zuid-Limburg. Links: de aanleg; rechts: zoals het er nu uitziet. Boven de grond zien we alleen een luik. De meetapparatuur is onder de grond verwerkt.

des, die regelmatig in De Bilt worden opgelaten en satellietmetingen van de ozonlaag wordt een goed beeld verkregen van wat er met de ozonlaag gebeurt en wat de gevolgen zijn voor de ultraviolette straling. Het KNMI is door de WMO erkend als officieel ozonmeetstation en levert de gegevens aan het "World Ozone Data Centre" in Canada. Ook zullen de resultaten van de ultraviolette stralingsmetingen naar dit centrum worden verzonden. De WMO heeft besloten om in Canada een "World UV Data Centre" te vestigen. Het mondiale chemie transportmodel van het KNMI is toegepast voor berekeningen van de verspreiding van vliegtuigemissies. Hieruit blijkt dat de stikstofoxyden ver getransporteerd worden alvorens ze worden omgezet in andere verbindingen.

Seismologisch onderzoek

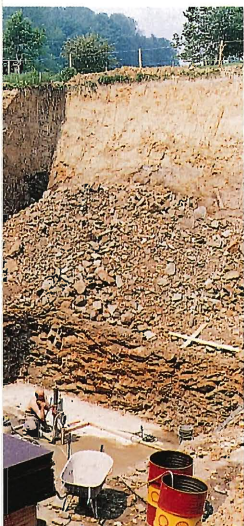
In 1993 deden zich in ons land 22 merendeels lichte bevingen voor, waarvan er vijf door de plaatselijke bevolking zijn gevoeld. In Limburg en Brabant kwamen zes lichte aardstokjes voor variërend in sterkte van 1,8 tot 3,7 op de schaal van Richter. De sterkste schok, die door een groot aantal mensen is gevoeld, vond plaats op 3 juni in de omgeving van Roermond.

Op een internationale workshop van 20 t/m 23 januari 1993 in Veldhoven, zijn onderzoeksresultaten bekend gemaakt van de zware Roermond-beving van 13 april 1992. Aan de workshop is medewerking verleend door het "Observatoire Royal de Belgique" in Ukkel, het "Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen" uit Krefeld, het "Geologisches Institut der Universität" uit Keulen en het "European Center of Geodynamics and Seismology" in Luxemburg. Aandacht werd besteed aan de geologie van het getroffen gebied, het aardbevingsrisico, bouwtechnieken en de schade van aardbevingen in West-Europa. De schade die de Roermond-aardbeving in Nederland, België en Duitsland aanrichtte, wordt geraamd op 350 miljoen gulden. Dat is vergelijkbaar met de schade bij een flinke storm. De resultaten van de workshop worden binnenkort gepubliceerd. In samenwerking met de omringende landen wordt een macroseismische kaart uitgebracht met de opgetreden intensiteiten van de Roermond-beving.

De Brewer werkt volledig automatisch en kan volgens een zelf te bepalen schema meten. Bij het KNMI is gekozen voor een schema waarbij afwisselend ozon- en UV-spectra worden gemeten. Zo krijgen we goed inzicht in de relatie tussen de hoeveelheid ozon in de atmosfeer en de hoeveelheid UV-straling die onder die condities de grond bereikt.

Ozonmetingen zijn lange termijn metingen: een belangrijk doel van het onderzoek is het verkrijgen van kennis van het lange termijn gedrag van de ozonlaag. Dit houdt in dat de Brewer ons zeker de komende jaren blijft informeren over de hoeveelheid ozon in de atmosfeer boven Nederland en de UV-belasting voor ons milieu.

Ozon is een belangrijk gas in de atmosfeer omdat dit gas het grootste deel van het schadelijke UV uit de zonnestraling filtert. Er zijn echter mechanismen die van invloed zijn op de hoeveelheid ozon in de atmosfeer. Een deel is van natuurlijke aard, zoals vulkaanuitbarstingen, maar ook menselijke activiteiten zoals de productie van de zogenaamde CFK's kunnen de hoeveelheid ozon in de atmosfeer veranderen. Daarbij gaat het meestal om een afname van de hoeveelheid ozon in de stratosfeer. Dit betekent dat ons beschermende schild tegen schadelijke UV-straling, namelijk het ozon in de stratosfeer, op allerlei manieren aangetast wordt. <<



Relatie gaswinning en aardbeving bevestigd

Op 21 december 1993 heeft dr. J.E. Andriessen, Minister van Economische Zaken, het eindrapport in ontvangst genomen van de "Begeleidingscommissie Onderzoek Aardbevingen". Deze commissie voor onderzoek van het verband tussen aardgaswinning en aardbevingen werd in 1991 ingesteld door de Ministeries van Economische Zaken en Verkeer en Waterstaat. De Begeleidingscommissie, onder voorzitterschap van het KNMI, bestond uit deskundigen van verschillende disciplines: vertegenwoordigd waren deskundigen van de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM), de Rijks Geologische Dienst, het Staatstoezicht op de Mijnen, Elf Petroland, de Technische Universiteit Delft, Grondmechanica Delft, de Vrije Universiteit van Amsterdam en het KNMI.

De commissie komt tot de conclusie dat aardbevingen onder bepaalde omstandigheden het gevolg zijn van gaswinning. Voor bevingen in het gebied van het gasveld Eleveld bij Assen is het verband met gaswinning aangetoond. Het aantal aardbevingen en de sterkte daarvan zijn in het noorden van Nederland niet verontvond. De kans is gering dat bij dergelijke bevingen, waarvan de maximaal mogelijke sterkte wordt berekend op Magnitude 3,3 op de schaal van Richter, schade aan bouwwerken ontstaat. Alleen in het ongunstigste geval bestaat er bij de statistisch sterkst mogelijke aardbeving slechts een kleine kans op lichte schade aan bouwwerken in een beperkt gebied rond het epicentrum. In de periode december 1986 tot en met augustus 1993 zijn in Noord-Nederland 24 kleine aardbevingen geregistreerd met magnitudes variërend van 1,4 tot 2,8 op de schaal van Richter. Alle epicentra lagen in een gasveld of in de directe omgeving daarvan en hadden plaats op een geringe diepte van circa 3 kilometer of minder. Het KNMI ontving van een twaalf-tal aardbevingen meldingen van het publiek. De aardbevingen in dit gebied onderscheiden zich van aardbevingen in andere delen van ons land door de kleinere magnitude, geringere diepte en door het tijdsbestek waarin de aardbevingen zijn opgetreden. In het voorheen als aseïsmisch aangemerkt noorden van ons land werd de eerste aardbeving in 1986 waargenomen, terwijl natuurlijke bevingen langs de breuklijnen in Limburg en Brabant al sinds het begin van de jaartelling bekend zijn. >>

☐ Het KNMI maakt deel uit van het "Orfeus Data Centrum", een Europees Instituut voor seismische gegevens.

☐ Het eindrapport van de "Begeleidingscommissie Onderzoek Aardbevingen". Conclusie: onder bepaalde omstandigheden zijn aardbevingen het gevolg van gaswinning.

Een belangrijke aanwinst voor het seismisch netwerk van het KNMI is het nieuwe meetstation Heimansgroeve in de gemeente Vaals in het zuidelijk Geuldal. Het seismisch station werd begin 1993 opgeleverd en op 23 september officieel geopend. De open dag, op 8 oktober, trok veel bezoekers, vooral uit de omgeving van het meetstation. Het seismisch station met een nieuwe breedband seismometer van het type Wielandt Streckeisen, is ondergebracht in een bunker onder de grond en staat op een uniek stukje Nederlandse bodem, waar het harde carboongesteente aan de oppervlakte komt. De harde ondergrond en de rustige omgeving maken Heimansgroeve tot een optimaal seismisch waarnemingspunt. De aardbeving op 30 september in de deelstaat Maharashtra in India, die aan zeker 20.000 mensen het leven kostte, was één van de eerste bevingen die op het station werden geregistreerd. Vijf dagen daarna registreerde het nieuwe seismisch station de ondergrondse kernexplosie in het westen van China. De kernexplosie met een magnitude van 5,8 op de schaal van Richter, trok internationaal de aandacht omdat het moratorium op kernproeven daarmee op losse schroeven is komen te staan.

Sinds maart 1993 maakt de seismologische afdeling van het KNMI deel uit van het "Orfeus Data Centrum" (ODC), een Europees Instituut voor seismische gegevens. Het ODC wordt gefinancierd door elf Europese landen en levert seismische gegevens aan organisaties in de aangesloten landen. Door integratie heeft het KNMI toegang tot internationale databestanden op het gebied van seismologie.

Eind 1993 verscheen het eindrapport van het multidisciplinair onderzoek naar de relatie tussen gaswinning en aardbevingen in Noord-Nederland. De Begeleidingscommissie Aardbevingen kwam tot de slotsom dat onder bepaalde omstandigheden aardbevingen het gevolg zijn van gaswinning, maar dat het aantal en de sterkte van de bevingen in het noorden van ons land geen aanleiding vormen tot verontrusting.



■ Het Meteorologisch Werkstation: de weerkaart wordt nu ook op beeldschermen gepresenteerd. Voor de meteoroloog een ingrijpende verandering. De "papier" weerkaart was meer dan een eeuw niet weg te denken van zijn werkplek.

Weersverwachting

Uitbreiding, automatisering en een verdere verbetering van de dienstverlening waren de belangrijkste kenmerken van het Weerbedrijf, de dienst die verantwoordelijk is voor de weersverwachting. Diverse automatiserings-projecten, die de productie van weersverwachtingen en berichtenstroom moeten optimaliseren, werden voorbereid, gestart of doorgevoerd. De grootste verandering is de introductie van het Meteorologisch Werkstation (MWS), waardoor de traditionele papieren weerkaart grotendeels verdwijnt. De weerkaart-informatie komt in navolging van de radar- en satellietbeelden beschikbaar op het beeldscherm, wat een verbetering gaat brengen in het productieproces van weersverwachtingen en in de dienstverlening. Voor de meteorologen brengt het MWS ingrijpende veranderingen mee in de werkwijze, waarvoor in 1993 een uitgebreid opleidingsprogramma van start is gegaan. Het MWS is medio 1994 technisch operationeel.



TV, radio en pers

De uitbreiding van de televisie-presentaties door het KNMI is voor het publiek het meest opvallend. Eind augustus startte het NOS-journaal met ochtendbulletins en een door de journaalpresentator gelezen weerbericht. Eind 1993 werd het KNMI gevraagd in de ochtend in het programma "Ontbijttelevisie" de presentaties te verzorgen. Bovendien begon in oktober ook op televisie "2-Vandaag", een gezamenlijk nieuwsprogramma van VOO, TROS en EO dat iedere dag, behalve 's zondags aan het begin van de avond wordt uitgezonden. Ook dat programma bood ruimte aan een uitgebreid weerbericht. Het meteorologen-team van het NOS-journaal, dat de weer-presentaties voor de publieke omroep verzorgt, werd daarom uitgebreid met KNMI-meteorologen Monique Somers en Mieke Klaassen. Meteoroloog Frans Elkhuisen is reserve. De TV-ploeg maakt deel uit

Aardbevingen zijn het gevolg van spanningen in het aardoppervlak. Gaswinning veroorzaakt een herverdeling van de spanningen in de ondergrond, vooral in het gasreservoir en in de directe omgeving van het reservoir. Het gas bevindt zich in een poreuze gesteentelaag. Het gasreservoir wordt afgesloten door een voor gas niet-doorlatend gesteente, bijvoorbeeld steenzout. Aardbevingen ontstaan doordat de schuifspanningen in de ondergrond een bepaalde drempelwaarde overschrijden. Uit het onderzoek is gebleken dat er globaal drie verschillende mechanismen zijn te onderscheiden waardoor bestaande breuken geactiveerd kunnen worden. Het eerste mechanisme betreft breuken aan de rand van een gasreservoir, het tweede is van toepassing op de situatie in de directe omgeving van het gasreservoir en het derde mechanisme voor verder van het gasveld gelegen breuken. De sterkte van de beving is afhankelijk van de grootte van de verschuiving ter plaatse van de aardbevingshaard. Voor de gevolgen zijn niet alleen de sterkte en diepte van de aardbeving van belang, maar ook de lokale geologische omstandigheden, zoals dikte en aard van het sedimentpakket. Een dik en weinig geconsolideerd pakket kan bijvoorbeeld het effect van de optredende trillingen versterken door resonantie-effecten.

Voor het onderzoek naar de aardbevingen in Noord-Nederland heeft het KNMI eind 1988 rond Assen een netwerk van seismometers ingericht. De seismische stations zijn 24 uur per dag via telefoonlijnen verbonden met De Bilt. Voor meting van de bodemruis op verschillende dieptes, tot meer dan 300 meter in de bodem, werd in Finsterwolde een seismometer in een boorgat geplaatst. De bruikbaarheid van boorgatseismometers was een van de onderdelen van studie in het onderzoek. Het experiment heeft aangetoond dat een effectieve detectie van aardbevingen met boorgatseismometers in Noord-Nederland mogelijk is. Seismische observatie in boorgaten maakt een adequate seismische detectie mogelijk. Technisch gezien zijn er geen beletselen voor de aanleg van een netwerk van boorgatseismometers in Noord-Nederland.

De Begeleidingscommissie Onderzoek Aardbevingen komt tot de slotsom dat nader onderzoek pas tot verdergaande resultaten kan leiden wanneer substantieel meer gegevens over het ondergrondse spanningsveld en seismische registraties voorhanden zijn. Met het oog hierop komt de commissie tot de aanbeveling om voor Noord-Nederland een seismisch netwerk op te zetten. Dit netwerk zal goed in staat moeten zijn de eventuele aardbevingen te detecteren, te lokaliseren en te kwantificeren.

Het eindrapport en de samenvatting "Multidisciplinair onderzoek naar de relatie tussen gaswinning en aardbevingen in Noord-Nederland" (publikatie november 1993) zijn op aanvraag verkrijgbaar bij de afdeling Seismologie van het KNMI in De Bilt. <<

Nieuwe telefonische service:

keuzemenu voor weerberichten

Wie tegenwoordig twee van de drie 06-lijnen van het KNMI belt, krijgt een keuzemenu te horen, dat toegang geeft tot een groot aantal telefonische weerberichten. Door het "voice-response"-systeem dat het KNMI sinds afgelopen jaar in gebruik heeft, is de toegankelijkheid van de weerberichten verbeterd. De dertien lange aparte 06-nummers die tot voor kort in gebruik waren, zijn vervangen door twee nieuwe nummers: 06-9775 met weersverwachtingen voor toerisme en recreatie in binnen- en buitenland en 06-9771 met weersverwachtingen voor de bouw, landbouw, de kleine luchtvaart en de maritieme sector. De beller hoeft niet per se het keuzemenu te doorlopen en kan de duur en de kosten van het gesprek beperkt houden. Wie steeds een bepaald weerbericht, bijvoorbeeld de strandverwachting wil horen, kan dat via een cijfercode ook direct opvragen. De regionale weersverwachting kunt u bovendien snel opvragen door het intoetsen van de eerste twee cijfers van uw postcode. Daarnaast heeft het KNMI het goedkopere 06-8003 in gebruik voor het algemene weerbericht. 06-8003 werd in 1993 ruim tien miljoen keer gebeld; tijdens piekuren werden duizenden aanvragen per kwartier geregistreerd.

Het populairst zijn de weerberichten voor vrije-tijdsbesteding, zoals de strandweersverwachting op 06-9775. Op dat nummer is ook de verwachting voor de vakantielanden te beluisteren. In een wisselvallige periode worden de 06-nummers van het KNMI aanzienlijk vaker geraadpleegd dan bij stabiel weer. Tijdens de uitzonderlijk vroege vorstperiode in november was de belangstelling voor het bouwweerbericht zo groot dat het aantal lijnen niet toereikend was. Het KNMI heeft de weerinformatie voor de bouw toen tijdelijk ook op de recreatielijn gezet en aannemers door middel van extra berichten via de fax geïnformeerd. Tijdens een periode met extreem weer wordt de capaciteit van de lijnen aanzienlijk uitgebreid door extra lijnen in te zetten. Bovendien bestaat de mogelijkheid om extra informatie via de 06-lijnen te verspreiden of tijdelijk een extra 06-lijn te openen. Wanneer ergens over de wereld een tropische cycloon raast of bepaalde werelddelen worden getroffen door noodweer dan wordt het KNMI veel gebeld door mensen die vanwege hun familie of een geplande reis informatie willen hebben. In het keuzemenu van de 06-nummers kan dan een extra bericht worden opgenomen, waarop actuele informatie wordt gegeven.

Vakantiebestemming af laten hangen van het weer
Speciaal voor reizigers heeft het KNMI op Videotex een nieuw Europees weerbericht (de Eurogids) in gebruik genomen. Het is nu mogelijk de computer uit te laten zoeken waar het nu of de komende dagen lekker warm en droog is. De nieuwe dienstverlening, waarmee in 1993 is gestart, is vooral interessant voor reisbureaus en touroperators, die veel vragen krijgen over het weer in verschillende landen. >>

- ☐ De weerpresentatrices van het KNMI: Monique Somers (links) en Mieke Klaassen (rechts) presenteren het weer op televisie, Ineke Dorresteyn maakt deel uit van het team van de mediadienst die het weer presenteert op de radio en verzorgt voor NOS Teletext en in de pers.
- ☐ De complete televisieploeg met van links naar rechts: Monique Somers, Frans Elkhuisen, Peter Timofeeff, Mieke Klaassen en Erwin Kroll. Zij verzorgen de KNMI-weerpresentaties in het NOS-journaal en zijn ook te zien in de programma's "Ontbijttelevisie" en "2-Vandaag".



van de mediadienst, een team van KNMI-meteorologen dat de presentaties van het weerbericht verzorgt op televisie, teletext, radio en in de pers. Vanaf september verzorgt de mediadienst ook de weerberichtgeving in De Telegraaf en het Nieuws van de Dag, waarin dagelijks twee uitgebreide weeroverzichten en speciale weerberichten voor wintersport, vakantie en zomerrecreatie worden gepubliceerd. Op de radio verzorgen de mediadienst en medewerkers van de vestigingen van het KNMI op Schiphol, Hoek van Holland, Middelburg en de luchthaven Maastricht de weerpraatjes op de regionale omroepen. Twee keer per dag zijn KNMI-ers in heel Europa te horen met een speciaal Europees weerbericht op Radio Nederland Wereldomroep. Op alle landelijke publieke radiozenders is het KNMI-weerbericht te beluisteren in de nieuwsbulletins van het ANP en in de verkeersinformatie van de verkeerscentrale Driebergen en van de ANWB.

■ Dit bewerkte beeld van de NOAA-satelliet laat de ijsbedekking in het IJsselmeer zien in de vroege vorstperiode in de winter '93/'94. De gekleurde wateren zijn bedekt met een laagje ijs. Deze informatie wordt door het Berichten-centrum van Rijkswaterstaat gebruikt bij het opstellen van de ijsberichterijging.

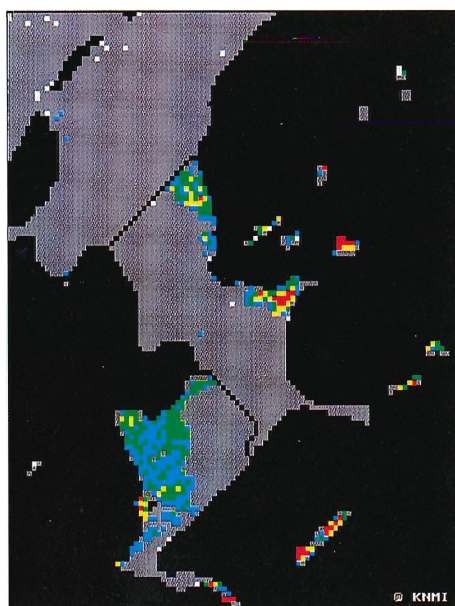
NOS-Teletekst

De weerpagina's die het KNMI verzorgt voor NOS-Teletekst mogen zich verheugen in grote populariteit en waardering. Elke dag trekt NOS-Teletekst zeker tweemiljoen kijkers en bij calamiteiten loopt dat aantal op tot enkele miljoenen. Het weer op Teletekst strijdt met het nieuws en de sport al jaren om de eerste plaats.

Uit het jaarlijks onderzoek van de afdeling Kijk- en Luisteronderzoek van de NOS blijkt dat het weer in 1993 nog vaker geraadpleegd is dan in voorgaande jaren en de meest geraadpleegde, de meest gewaardeerde en voor de kijkers ook belangrijkste rubriek was van Teletekst. De invoer van de berichten naar Teletekst is verder geautomatiseerd en de verversingsfrequentie van een aantal pagina's is vergroot. De Teletekstpagina's met actuele weerrapporten zijn uitgebreid met gegevens van het zicht, windsnelheid, minimum- en maximumtemperatuur en neerslag op twaalf weerstations verspreid over het land. Door een wijziging in de internationale code is de opzet van de Teletekstpagina van de KNMI Meteo Schiphol met ingang van juli 1993 iets veranderd.

Speciale weerberichten

De speciale gladheidsverwachtingen voor het verkeer mogen zich verheugen in een toenemende belangstelling. De abonnees op "Weer en Verkeer" hebben nu ook de beschikking over beelden van de neerslagradar en krijgen daarmee inzicht in de verwachte hoeveelheid neerslag in de komende uren en de intensiteit daarvan. Naast de dienstkringen van Rijkswaterstaat



De gegevens voor 165 Europese steden zijn opgeslagen in een databank en worden dagelijks ververst. De informatie kan op twee manieren worden geraadpleegd: de gebruiker kan het weerbericht opvragen van het land en de plaats waar hij naar toe gaat of, als zijn reisbestemming niet vast ligt, de computer laten uitzoeken waar op een bepaald moment de temperatuur en de neerslagkans binnen de gewenste grenzen liggen. Vakantiegeers kunnen op deze wijze het weer opzoeken waarbij zij zich het prettigst voelen.

De belangstelling voor weerberichten via PC en TV-Videotex neemt sterk toe. Sinds de start van TV-Videotex in juni 1992 is het aantal aanvragen voor het KNMI-weerbericht in 1993 meer dan verviervoudigd. Grote topper was de maand juli, toen de belangstelling door het slechte weer bijzonder groot was. In de maanden januari en april tot en met augustus werd de service het vaakst geraadpleegd.

Het vernieuwde Europese weerbericht kan worden opgevraagd via Videotex-Nederland of via TV-Videotex op pagina 800 van RTL Text dienst KNMI. Iedereen die beschikt over een telefoon, een Personal Computer met modem en communicatiesoftware of beschikt over een druktoets telefoon en televisietoestel met RTL Text kan gebruik maken van de Eurogids.

Inhoud KNMI-weer op Videotex-Nederland 06-7400 (42,5 cent per minuut) en via RTL text, pagina 800 (45 cent per minuut):

- weeroverzicht
- weersverwachting voor vandaag en morgen
- meerdaagse weersverwachting
- regionale weersverwachting
- water- en strandweer
- stormverwachtingen
- het weer in Europa (Eurogids met weer/klimaat naar wens)
- klimaatgids met klimatologische informatie reisbestemmingen

KNMI via telefoon

algemeen weerbericht 06-8003 (30 cent per minuut)

weerlijn (recreatie) 06-9775 (50 cent per minuut)

- regionale weerberichten op te vragen door middel van de postcode
- strandweerbericht
- waterweerbericht Waddenzee, IJsselmeer en Friese Meren
- weersverwachtingen voor diverse landen in Europa
- sneeuwweerbericht
- waterweerbericht Deltagebied
- uitleg over het weer of extra informatie

weerlijn (professioneel) 06-9771 (75 cent per minuut)

- regionale weerberichten op te vragen door middel van de postcode
- weersinformatie voor de land- en tuinbouw
- weersinformatie voor de maritieme sector Rijnmond
- waterstanden en golfhoogten Nederlandse kust
- weersinformatie voor de kleine luchtvaart
- weersinformatie voor de bouwnijverheid. <<

Het weer in 1993: aan de warme en natte kant

Het afgelopen jaar heeft meteorologisch geen al te beste indruk achter gelaten, vooral door het vele slechte en vaak te koude weer in de tweede helft van het jaar. De zomer stelde teleur met vooral in juli veel en langdurig regen en een koude maand augustus. Vanaf juli waren alle maanden aan de koude kant, behalve december, maar die maand was erg nat. De overvloedige regen leidde tot overstromingen.

Gemiddeld over het hele land viel 862 millimeter neerslag tegen een langjarig gemiddelde van 792 millimeter. Van plaats tot plaats waren de verschillen groot: de jaarsommen liepen uiteen van 755 millimeter in Volkel tot 1050 millimeter in Twenthe. Heel opmerkelijk was de duur van de neerslag: het heeft in elk geval sinds het begin van de metingen van de neerslagduur in 1930 niet eerder zo langdurig geregend. In De Bilt werd gedurende 835 uur neerslag geregistreerd tegen 604 uur normaal.

Het zeer zonnige voorjaar deed de balans voor het aantal zonuren echter naar de positieve kant uitslaan. Maart was met 193 zonuren de op één na zonnigste maart van de eeuw. Juli en augustus waren aan de sombere kant, waardoor het zomertotaal op 509 zonuren uitkwam tegen 565 normaal.

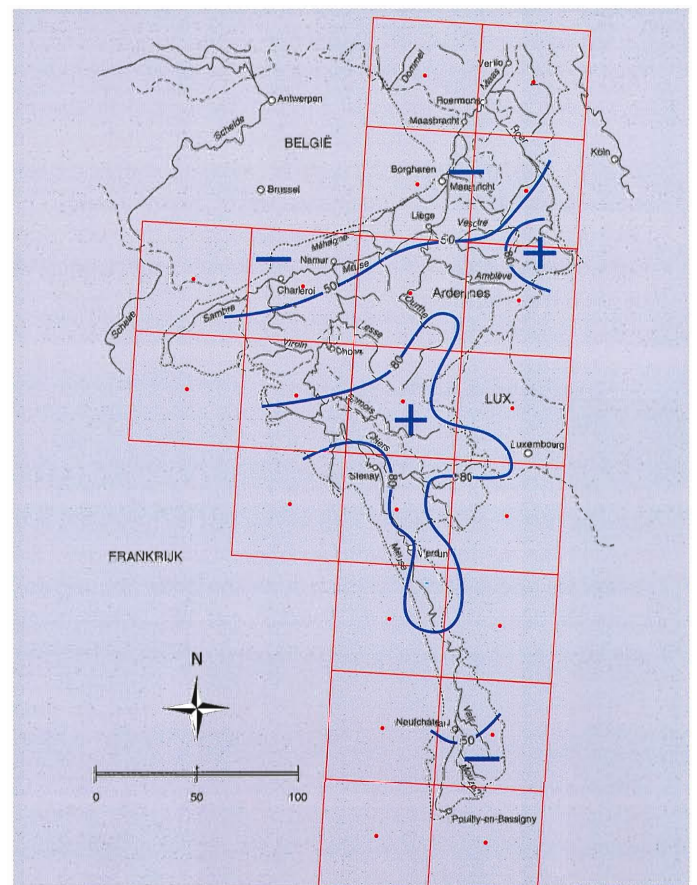
Het KNMI berekende op grond van gegevens van de hoeveelheid zonnestraling 1494 zonuren, 17 uur meer dan het langjarig gemiddelde. Landelijk varieerde de zonneschijnduur van 1461 uur in Deelen tot 1713 uur in Wilhelminadorp. >>

- ☒ Het stroomgebied van de Maas in België en Frankrijk met daarin getekend de waargenomen neerslagverdeling op 19 en 20 december 1993.
- ☒ Het rechthoekig rooster is de overdekking van het stroomgebied door het HIRLAM, het model dat op het KNMI in operationeel gebruik is voor het maken van numerieke weersverwachtingen.
- ☐ De brandweer maakt bij calamiteiten als gasontsnappings voor verspreidingsberekeningen gebruik van windgegevens. Het KNMI biedt die informatie speciaal voor de brandweer op videotex.

worden de gladheidsverwachtingen nu ook geleverd aan provinciale en gemeentelijke instanties.

Het Rijks Instituut voor Zuivering van Afvalwater (RIZA) maakt sinds februari 1993 op experimentele basis dagelijks gebruik van de watertemperatuur- en ijsverwachtingen van het KNMI. Het gaat om vijfdaagse verwachtingen van de temperatuur en ijsvorming in de binnenwateren.

Vanaf begin december 1993 levert het KNMI dagelijks aan het RIZA speciale vijfdaagse verwachtingen van de hoeveelheid neerslag in de stroomgebieden van de Maas en de Rijn. Bij de



overstromingen rond de kerstdagen heeft het RIZA veel profijt gehad van deze prognoses en naar aanleiding van de ervaringen is de dienstverlening en informatie-uitwisseling verder verbeterd.

De meteorologische voorlichting bij calamiteitenbestrijding is verder gestroomlijnd. Het calamiteitendraaiboek en het verspreidingsmodel voor verontreiniging in de atmosfeer zijn operationeel geworden. Het aantal instanties dat routinematig gebruikt maakt van de speciale weerberichten voor de bestrijding van calamiteiten neemt sterk toe. Regionale brandweerkorpsen in het land maken gebruik van de hoogtewind-gegevens op vijf niveaus tussen 20 en 200 meter hoogte, die het KNMI via videotex ter beschikking stelt.

Maritieme- en luchtvaartmeteorologische voorlichting

Met ingang van januari 1993 zijn de KNMI-activiteiten van de Hydro Meteo Centra in Hoek van Holland en Middelburg officieel opgegaan in de Maritiem Meteorologische Dienst (MMD). Het hoofdkantoor is gevestigd in Hoek van Holland en Middelburg is het regionale voorlichtingscentrum voor Zeeland geworden. Voor de totale activiteiten op de centra, waarin het KNMI, Directie Noordzee en Directie Zeeland zijn ondergebracht, blijven de benamingen Hydro Meteo Centrum Rijnmond en Hydro Meteo Centrum Zeeland bestaan.

De MMD van het KNMI in Hoek van Holland stelt de stormwaarschuwingen op en is verantwoordelijk voor de weersverwachtingen voor de scheepvaart en de waterstandsafwijkingen voor Rijkswaterstaat. In de nieuwe organisatiestructuur ligt het accent op specialisatie en maatwerk (contractvoorlichting) en worden de kwaliteit en efficiency van de dienstverlening verbeterd.

De dienstverlening van de Luchtvaart Meteorologische Dienst (LMD) van het KNMI is gebaseerd op de regels van de

Na een opnieuw vrij zachte winter kregen we het fraaiste weer in het voorjaar met niet alleen veel zon, maar ook veel warmte, vooral in april. Die maand was met een gemiddelde temperatuur van 11,1°C (dat is 3,1°C boven het langjarig gemiddelde) veruit de warmste april van de eeuw. Ook Koninginnedag was met 28°C de warmste 30e april van de eeuw en op veel plaatsen was die dag de derde zomerse dag (maximumtemperatuur 25°C of hoger) op een rij, een unicum in deze eeuw. Mei was gemiddeld 2,0°C warmer dan gewoonlijk en juni had gemiddeld nog een positieve temperatuurafwijking van 0,7°C. In De Bilt kwam de temperatuur in 1993 niet boven 30°C (tropische dag), maar op andere plaatsen was dat wel het geval. Het Limburgse Arcen noteerde zeven tropische dagen. De hoogste temperatuur van het jaar was 31,4°C op het weerstation Oost-Maarland in het zuiden van Limburg.

Op 11 juni sloeg het weer om. Het te koude weer bereikte zijn dieptepunt in de tweede helft van november. De laatste tien dagen van die maand waren in deze eeuw niet eerder zo koud geweest. Op 5 dagen bleef het zelfs de hele dag vriezen, iets wat in november in elk geval sinds het begin van de metingen in 1848 niet was voorgekomen. In december is de temperatuur weer flink opgelopen. Als we de temperatuurgemiddelden van alle maanden bij elkaar nemen dan komt de jaargemiddelde temperatuur van 1993 uit op 9,6°C. Dat is 0,2°C warmer dan normaal, maar veel minder warm dan we de laatste jaren gewend waren. Sinds 1988 lag de jaargemiddelde temperatuur met uitzondering van 1991 (9,5°C) tussen 10,3 en 10,9°C. <<



De afgelopen vijf jaar hebben onderzoekers van de Grontmij en het KNMI neerslagcijfers van de weerstations De Bilt, Beek en Eelde bewerkt en geschikt gemaakt voor nieuwe rekentechnieken. De samengestelde reeksen vormen een goede basis voor het bepalen van milieutechnische voorzieningen voor transport en opslag van zowel water als afvalwater.

- ☐ In 1993 werd het project "Vernieuwing Operationeel Klimatologisch Informatie Systeem" (VOKIS) afgerond en kwam het nieuwe Klimatologisch Informatiesysteem (KIS) gereed voor operationeel gebruik. De vele klimatologische gegevens uit de databank van het KNMI en de afgeleide waarden zijn nu veel beter toegankelijk geworden.
- ☐ Ondertekening van de overeenkomst voor levering van neerslaggegevens door dr. H.M. Fijnaut, hoofddirecteur van het KNMI en ir. J. Reneman, president-directeur van de Grontmij.

In de nacht van 19 op 20 november 1993 is met behulp van een ARIANE-raket vanaf de lanceerbasis Kourou in Frans Guyana de zesde satelliet in de serie METEOSAT gelanceerd. Verscheidene meteorologische instituten in de wereld, waaronder het KNMI, maken voor hun weersverwachting en onderzoek gebruik van gegevens van deze satellieten. De beelden van METEOSAT zijn dagelijks op televisie te zien in de door het KNMI verzorgde weerberichten in de NOS-journaals en de programma's "2-Vandaag" en "Ontbijttelevisie". De METEOSAT-satellieten zijn geostationaire satellieten, wat betekent dat zij een vaste plaats innemen op een hoogte van 36000 kilometer boven de evenaar. Het grote voordeel daarvan is dat zij steeds eenzelfde gebied laten zien, zodat de meteorologen het weer vanuit de ruimte optimaal kunnen volgen.

De eerste METEOSAT-satelliet is in 1977 gelanceerd. De eerste jaren waarin nog twee satellieten uit deze serie werden gelanceerd, waren bedoeld om de systemen te testen en verbeteren. Het operationele METEO-



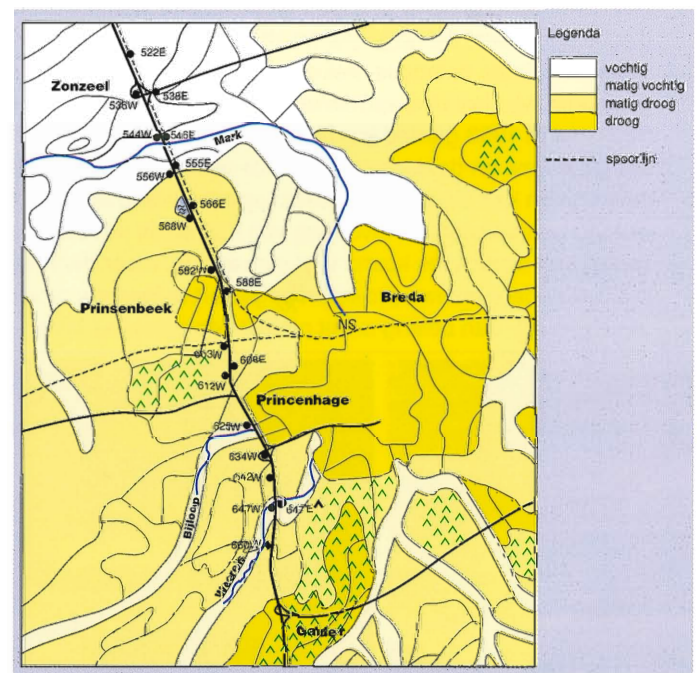
SAT-programma (MOP) begon in 1989 met METEOSAT-4. Twee jaar later werd de METEOSAT-5 gelanceerd en inmiddels houdt ook de METEOSAT-6 de aarde in het vizier. Wanneer alle functies van de laatste satelliet zijn getest en goed werken dan wordt METEOSAT-6 de vierde operationele satelliet in deze serie en verandert de naam in MOP-4. De METEOSAT-3 is momenteel uitgeleend aan de Verenigde Staten tot in 1995 een nieuwe Amerikaanse satelliet operationeel wordt. >>

Een overzicht van de lokatie van de mistmeters van het mistdetectie- en waarschuwingsproject langs de snelweg A 16 bij Breda.

dat tot verdere automatisering van het waarnemingsnetwerk heeft geleid. Door de automatisering van het meetnet zijn een zeventigtal verouderde weerstations, waar waarnemers handmatig waarnemingen uitvoerden, overbodig geworden en opgeheven. In 1993 zijn een aantal nieuwe weerstations ingericht op het terrein van de Koninklijke Luchtmacht en zijn ook de waarnemstations van Vlissingen en Terschelling van nieuwe apparatuur voorzien. Ook het waarnemstation in De Bilt is geschikt gemaakt voor automatische waarnemingen en functioneert naar tevredenheid.

Ook het door het KNMI ontwikkelde systeem voor inzameling van waarnemingen vanaf schepen door middel van satellietcommunicatie werpt zijn vruchten af. Het aantal scheepswaarnemingen is ten opzichte van 1992 met 15% toegenomen, ondanks een lichte daling van het aantal "Voluntary Observing Ships", waarop vrijwilligers waarnemingen doen.

Op 4 november zijn de onderzoeksresultaten van het mistdetectie- en waarschuwingsproject langs de snelweg A16 bij Breda officieel overgedragen. Langs deze weg zijn bij wijze van proef eind 1991 twintig zichtmeters geplaatst, waarmee de aanwezigheid van mist aan weggebruikers wordt gesignaleerd. Dankzij het proefproject en het onderzoek dat ermee samenhangt is meer inzicht verkregen in het proces van mistvorming, met name in relatie tot de topografie. Zo blijkt in een open landschap circa drie keer zo vaak mist te ontstaan dan nabij de stad. Ook het wegverkeer zelf heeft invloed op de mist: het zicht is op de snelweg gemiddeld 30% beter dan in het open veld, hoewel de fluctuaties groter zijn. Gevoelig voor mistvorming zijn



De satellieten van het type METEOSAT vangen de straling op die door de aarde wordt uitgestraald in het zichtbare en infrarode deel van het spectrum. Hiermee kan de bewolking, de oppervlaktetemperatuur en de hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer bepaald worden. Deze gegevens zijn van groot belang voor de weersverwachtingen voor de middel-lange termijn van 2 tot 5 dagen vooruit.

De METEOSAT-satellieten worden beheerd door de Europese organisatie EUMETSAT. Momenteel zijn 17 landen, waaronder Nederland, lid van deze organisatie. Het Europese ruimteagentschap ESA heeft de satelliet gebouwd en voor de lancering gezorgd. Vanaf het jaar 2000 zal de volgende generatie METEOSAT, de METEOSAT SECOND GENERATION (MSG) worden gelanceerd. EUMETSAT zal dan verantwoordelijk zijn voor zowel de bouw als de lancering en het beheer van de satelliet. Naar verwachting wordt eind 1996 in een samenwerkingsverband van ESA en EUMETSAT nog een satelliet gelanceerd die tot het jaar 2000 dienst moet doen. <<

betrekkelijk laaggelegen stukken van het wegtracé en sommige delen van de weg in de buurt van een relatief natte kom in het landschap. Het onderzoek heeft ook geleid tot aanbevelingen betreffende de locatie van mistsensoren, hoe ver de sensoren van elkaar verwijderd moeten staan en wat voor mistdetectie de gunstigste afstand is tot de weg. Het mistdetectie- en waarschuwingssysteem, dat in samenwerking met Rijkswaterstaat tot stand is gekomen, werkt technisch naar wens en uit een verkeerstechnische evaluatie moet duidelijk worden of het systeem de veiligheid voor de weggebruiker ten goede komt.

Ruimtevaartbeleid

De Europese Organisatie voor de Exploitatie van Meteorologische Satellieten (EUMETSAT), die verantwoordelijk is voor het beheer van het operationele METEOSAT-programma, sloot met het Europese Ruimteagentschap ESA een samenwerkingsovereenkomst voor ontwikkeling van de tweede generatie satellieten van het type METEOSAT. ESA ontwikkelt de eerste satelliet in de serie van drie en EUMETSAT zorgt voor levering van de lanceerraket, de grondinfrastructuur en het volledige operationele beheer. Een aantal meteorologische centra, waaronder het KNMI, zullen als gebruikers van deze nieuwe METEOSAT-satellieten een rol spelen als kenniscentrum voor de ontwikkeling en levering van specifieke producten.

In het kader van de Nationale Ondersteuning is een haalbaarheidsstudie gestart voor realisatie van een Nederlandse gebruikersinfrastructuur, het Netherlands Earth Observation Network (NEONET). Aan de studie, uitgevoerd onder leiding van het Nederlands Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR), wordt deelgenomen door KNMI, RIVM en Fokker Space & Systems. NEONET moet de Nederlandse bijdrage worden aan de Europese infrastructuur, die momenteel door de Europese Unie in het kader van het "Centre for Earth Observation" wordt voorbereid. In 1995 wordt het besluit genomen welke organisaties en instituten in Europa een functie krijgen als "Collaborating Institutes", kenniscentra voor aardobservatie.

De eerste Europese Remote Sensing Satelliet (ERS-1), die in 1991 gelanceerd werd, blijkt succesvol te zijn. De opvolger ERS-2 wordt begin 1996 gelanceerd. De financiering van het operationele gebruik van de ERS-1 was beperkt tot midden 1993; de financiële bijdrage voor de overblijvende periode is nog steeds onderwerp van overleg tussen de deelnemende Europese landen en Canada.

Waarnemingen vanuit vliegtuigen

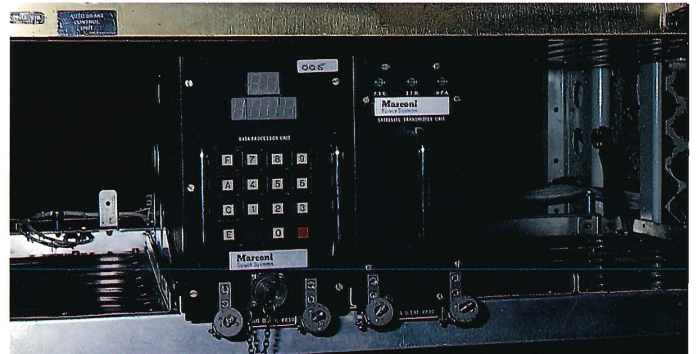
Met de KLM is een aanvullende overeenkomst gesloten, waar-

Enkele maanden na publicatie van de klimaatrapportage bracht het KNMI in samenwerking met het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België (KMI) en het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) in Bilthoven een speciaal rapport uit over de ozonlaag. Uit de gegevens van de dikte van de ozonlaag door metingen van ultraviolette straling (UV-B), die sinds 1971 in Ukkel worden verricht, blijkt dat het afgelopen anderhalf jaar een markante verandering te zien gaven. Op grond daarvan is vastgesteld dat de hoeveelheid ozon vanaf januari 1991 maandelijks onder het langjarige gemiddelde lag en in januari 1992 en februari 1993 zelfs respectievelijk 18% en 17% afweek. Met name in de periode juni 1992 tot en met juni 1993 was de ozonlaag boven het noordelijk halfrond opvallend dun.

Ook de metingen van de Amerikaanse NOAA-weersatellieten, die dagelijks door het KNMI worden geanalyseerd, blijken boven het noordelijk halfrond dergelijke afwijkingen te vertonen. Uit KNMI-metingen blijkt dat de UV-B straling, die door de ozonlaag in de stratosfeer wordt tegengehouden vooral in de wintermaanden een stuk sterker was.

De dunne plekken in de ozonlaag, met name die boven West-Europa, kunnen voor een deel worden verklaard vanuit de meteorologische omstandigheden. In de winters van 1992 en 1993 hadden we vaak te maken met een weersituatie waarbij subtropische, ozonarme lucht naar West-Europa werd gevoerd. Dit opmerkelijke ozontekort hield mogelijk verband met de uitbarsting van de Filipijnse Pinatubo-vulkaan, die in juni 1991 grote hoeveelheden stofdeeltjes in de stratosfeer heeft gebracht. Vulkaanstof absorbeert of weerkaatst een deel van de zonnestraling. >>

☐ Aircraft to Satellite Data Relay (ASDAR) is een succesvol automatisch systeem voor het inwinnen van vliegtuigwaarnemingen. De apparatuur is ontwikkeld door een consortium van 10 lidstaten van de WMO, waaronder Nederland. Het Nederlandse ASDAR-systeem is ingebouwd in een Boeing 747 van de KLM. Het ASDAR-apparaat bestaat uit twee onderdelen: de gegevensinwin- en verwerkingscomputer (links) en de satellietzender (rechts).



door meer vliegtuigen kunnen worden uitgerust met automatische waarnesystemen. Eerder al is een KLM-Boeing uitgerust met ASDAR-apparatuur "Aircraft to Satellite Data Relay", waarmee tijdens de vlucht automatisch weergegevens worden geregistreerd en via de meteorologische satellieten METEOSAT, GOES en GMS wereldwijd worden doorgegeven naar de meteorologische instituten. Inmiddels zijn 16 vliegtuigen van het type Boeing-747-400 uitgerust met ASDAR-apparatuur, waardoor het aantal waarnemingen boven meteorologisch interessante gebieden (Noordwest-Afrika en het Midden Oosten) aanzienlijk is toegenomen.

Wereld Meteorologische Organisatie

De Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) structureert de mondiale meteorologische samenwerking. Voornaamste onderwerpen van samenwerking en harmonisatie liggen op het terrein van de operationele meteorologie, onderzoek, klimaatbeschrijving en hydrologie. Nederland wordt bij de WMO vertegenwoordigd door het KNMI met hoofddirecteur Fijnaut als lid van bestuur van de WMO. In deze hoedanigheid trad hij op als voorzitter van de werkgroep "Follow-up UNCED and Capacity Building", die in juli aanbevelingen uitbracht ter verbetering van de positionering en het functioneren van nationale meteorologische instituten in ontwikkelingslanden.

Onderwerp van discussie is ook de bedreiging van vrije uitwisseling van gegevens tussen lidstaten van de WMO ten gevolge van de toenemende activiteiten van private ondernemingen op het gebied van meteorologische voorlichting. De WMO ontwikkelt mechanismen om deze "Free Flow of Information" ook in de toekomst te garanderen.

In het kader van de Informele Conferentie van Westeuropese Directeuren wordt de toekomstige structuur van de meteorologische samenwerking in Europa bestudeerd door de in 1993 gestarte "Bergen-werkgroep", waarin veel nationale meteorologische instituten zijn vertegenwoordigd.

- ☐ Het 06-nummer met het weer voor toerisme en recreatie in binnen- en buitenland. Op grote affiches bij VVV's en strandtenthouders wordt bekendheid gegeven aan de KNMI-weerlijn.
- ☐ De meteorologen van de mediadiens verzorgen niet alleen weerpraatjes op de radio, maar schrijven ook over het weer in de krant, zoals hier in De Telegraaf.
- ☐ Het uitgebreide actuele weerbericht voor de landbouw op uw PC. Iedere agrariër kan voor zijn bedrijf gebruik maken van deze service en op grond van de informatie zijn werkzaamheden beter plannen of voorzorgsmaatregelen nemen tegen bepaalde weersomstandigheden.

Verzelfstandiging KNMI

Al enige tijd vinden tussen het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, het KNMI en andere betrokkenen discussies plaats over de wenselijkheid en de mogelijkheid het KNMI te verzelfstandigen. Achtergrond hiervan is enerzijds het kabinetsbeleid dat zich heeft uitgesproken voor een overheid die zich zoveel mogelijk op de kerntaken terugtrekt en anderzijds de wens van het KNMI voor een grotere zelfstandigheid.

Deze discussies hebben geresulteerd in het voornemen het KNMI te verzelfstandigen in de vorm van een agentschap, waarin het KNMI weliswaar nog onder de vleugels van het departement functioneert, maar meer mogelijkheden krijgt voor een op de specifieke KNMI-situatie toegesneden bedrijfsvoering. Dit moet het KNMI de mogelijkheid bieden om alert in te spelen op externe ontwikkelingen, die zich zowel nationaal als internationaal voordoen, om zo de positie van het KNMI als vooraanstaand instituut op het gebied van weer, klimaat en seismologie waar mogelijk te versterken.

Een van de kenmerken van het agentschap als vorm van interne verzelfstandiging is het streven naar doelmatigheidsverbetering. In het Ondernemingsplan voor 1995 en daarop volgende jaren zal worden aangegeven hoe het KNMI dit streven denkt te verwezenlijken.

Als alles volgens plan verloopt zal het KNMI vanaf 1 januari 1995 als agentschap verder gaan. Nadat het KNMI twee jaar als agentschap heeft gefunctioneerd zal worden nagegaan of een verdergaande vorm van verzelfstandiging mogelijk is.

Ook kan het stof een rol spelen in de chemische afbraak van ozon. Een andere mogelijke oorzaak is de chemische afbraak van ozon door reacties met chloor- en broomverbindingen van menselijke herkomst. Boven het noordelijk halfrond zijn hoge concentraties chlooroxyden gemeten, die aangeven dat ozon wordt afgebroken. Onduidelijk is nog in welke mate deze verbindingen tot de afbraak boven West-Europa hebben bijgedragen. Voor het ozongat boven de Zuidpool, waar de hoeveelheid ozon in het voorjaar meer dan 60% afwijkt van normaal, is het verband met chloorfluorkoolwaterstofverbindingen (CFK's) wel aangetoond.

In Nederland zijn door het KNMI sinds juli 1993 niet meer zulke extreem grote afwijkingen in de hoeveelheid ozon gemeten. Dat kan de bevestiging zijn dat het vulkaanstof van de Pinatubo, dat nu weer uit de atmosfeer verdwijnt, inderdaad verband hield met de recente lage ozonwaarden boven het noordelijk halfrond. De systematische afname van de dikte van de ozonlaag boven de gematigde breedten van zowel het noordelijk als het zuidelijk halfrond is daarmee niet verklaard. Sinds 1970 is de dikte van de ozonlaag daar met ongeveer 2% per decennium afgenomen.

De komende tijd, als het vulkaanstof van de Pinatubo volledig uit de stratosfeer is verdwenen, zal duidelijk worden in hoeverre die vulkaanuitbarsting heeft bijgedragen aan de ozonafbraak boven West-Europa. <<





KNMI De Bilt



Meteoorologische Dienst
Luchthaven Schiphol



Meteoorologische Dienst
Luchthaven Groningen



Meteoorologische Dienst
Luchthaven Rotterdam



Meteoorologische Dienst
Luchthaven Maastricht



Meteoorologische Dienst
Den Helder



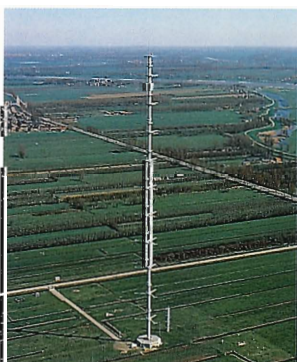
Waarnemingsstation
Vlissingen



Maritiem Meteoorologische Dienst
Middelburg



Maritiem Meteoorologische
Dienst Hoek van Holland



KNMI meetmast Cabauw

Organisatieontwikkeling

Parallel aan de omvorming van het KNMI tot een agentschap is een organisatieontwikkelingstraject in gang gezet, waarbij de organisatie wordt omgebouwd van de huidige driepoot- naar een vierpoot-structuur. In deze vierpoot zijn alle activiteiten van het KNMI op een logische en voor de buitenwereld duidelijk herkenbare wijze geclusterd.

De vier “poten”, sectoren genoemd, krijgen jaarlijks op basis van produktplannen een budget toegewezen en zijn er zelf verantwoordelijk voor dat binnen dat budget hun produktplan wordt gerealiseerd.

Zoals tussen het departement en het KNMI als agentschap de sturing op basis van outputfinanciering zal plaatsvinden, zo worden ook de sectorhoofden jaarlijks op hun output, zowel kwantitatief als kwalitatief, “afgerekend”.

Zeeschepen vormen een onmisbaar onderdeel van het wereldwijde netwerk van meteorologische waarnemingspunten. Het overgrote deel van deze schepen behoort tot de koopvaardij, maar diverse andere schepen leveren ook een bijdrage. De schepen staan bij de meteorologische diensten geregistreerd als "selected ship" of als "supplementary ship". Een "selected ship" zendt de gevraagde waarnemingen uit in de volledige codevorm van het scheepsweerrapport. Een "supplementary ship" levert scheepsweerrapporten in verkorte vorm.

Selected Ships

Supplementary Ships

<i>aantal schepen</i>	<i>aantal waarnemingen</i>	<i>rederij</i>
1	292	Ahlmarco
3	2436	Anthony Veder & Co.
5	1540	Gebr. Broere B.V.
9	5263	Bureau Wijsmuller B.V.
3	1161	Dock Express Shipping B.V.
2	603	Holland Ship Services B.V.
2	517	Holland America Line
10	4416	Jo Management B.V.
5	1445	Koninklijke Marine
2	1627	Mammoet Shipping B.V.
4	2281	Nedlloyd Bulk B.V.
27	12854	Nedlloyd Lijnen B.V.
4	1247	Van Ommeren Shipping B.V.
8	4806	Seatrade Groningen B.V.
10	4578	Spliethoff's Bevrachtings Kantoor B.V.
14	6749	Shell Tankers B.V.
7	2030	Vroon B.V.
116	53845	

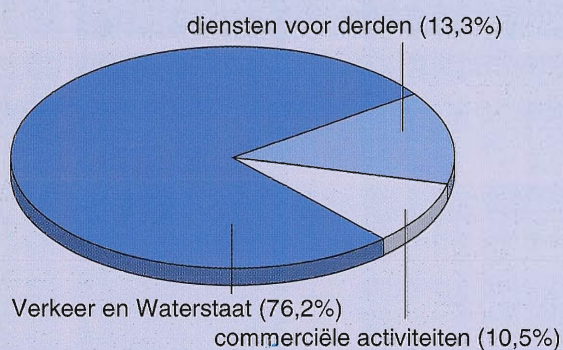
<i>aantal schepen</i>	<i>aantal waarnemingen</i>	<i>rederij</i>
1	363	Ahlmarco
1	117	Anthony Veder & Co.
2	291	Cameroon Shipping Lines S.A.
1	717	Elf Petroland B.V.
3	798	Jaczon B.V.
2	635	Jo Management B.V.
6	1080	Kahn Scheepvaart B.V.
1	228	Stichting Koninklijk Onderwijs Fonds voor de Scheepvaart.
1	103	Lasmo B.V.
2	699	Ministerie van Landbouw en Visserij
1	565	Mobil
2	2063	Nederlandse Aardolie Maatschappij
2	1144	Nedlloyd Lijnen B.V.
8	3346	Seatrade Groningen B.V.
1	151	Schipper J. de Vries
3	1350	Smit Tak Internationaal Zeesleep en Bergingsbedrijf B.V.
12	3548	Spliethoff's Bevrachtings Kantoor B.V.
1	316	Van Uden Scheepvaart & Agentuur
1	416	Unocal Netherlands B.V.
2	1287	Vertom Scheepvaart & Handelsmij. B.V.
2	443	Wagenborg Scheepvaart B.V.
2	666	Wijnne & Barends B.V.
57	20326	

uitgaven 1992

inkomsten 1992

uitgaven 1993

inkomsten 1993

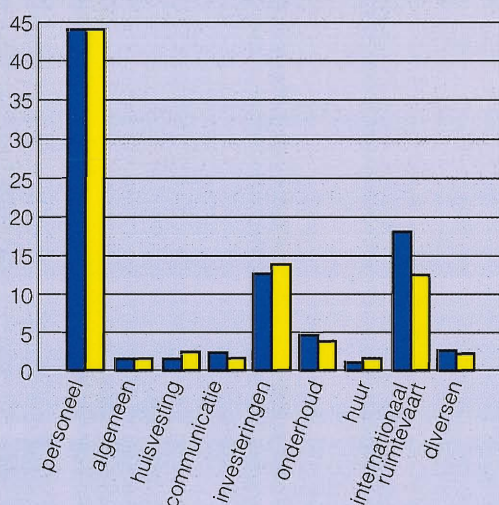


Algemene inkomsten

De uitgaven en inkomsten van het KNMI hebben betrekking op de dienstverlening en het onderzoek op het gebied van meteorologie, oceanografie, seismologie en klimaat.

De inkomsten hebben betrekking op de door afzonderlijke klanten gevraagde dienstverlening.

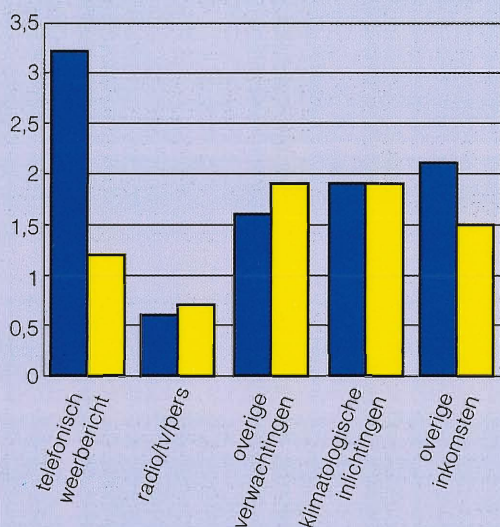
Tot de taken van het KNMI behoort ook de coördinatie van het ruimtevaartbeleid voor het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en daaruit voortvloeiend worden ook de betalingen aan de ruimtevaartorganisaties verricht.



Uitgaven

1993	1992	
44,3	44,3	personeel
1,7	1,7	algemene kosten
1,7	2,4	huisvesting
2,3	1,6	communicatiekosten
12,7	13,9	investeringen
4,8	3,8	onderhoud/exploitatie
1,1	1,6	huur apparatuur
18,1	12,4	internationaal en ruimtevaart
2,6	2,1	diversen
89,3	83,8	totaal

Het verschil tussen de jaren wordt vooral veroorzaakt door de sterk wisselende bijdragen aan de internationale ruimtevaartprogramma's.



Inkomsten

1993	1992	
3,2	1,2	telefonische weerinformatie
0,6	0,7	dienstverlening radio/tv/pers
1,6	1,9	overige weersverwachtingen
1,9	1,9	klimatologische inlichtingen
2,1	1,5	overige inkomsten
9,4	7,2	totaal

De fluctuaties in de inkomsten worden voor een belangrijk deel veroorzaakt door onregelmatige afrekeningen.

*bedragen in miljoenen gulden.

Allaart, M.A.F., H. Kelder and L.C. Heijboer (†).

On the relation between ozone and potential vorticity. *Geophysical research letters*, 20, 811-815.

Ancker, J.A.M. van den.

Mistdetectie langs rijkswegen. *Meteorologica* 2, 4-7.

Barkmeijer, J.

Local skill prediction of the ECMWF model using adjoint techniques. *Monthly Weather Review*, 121, 1262-1268.

Barkmeijer, J., P.L. Houtekamer and X. Wang.

Validation of a skill prediction method. *Tellus*, 45A, 424-434.

Bosveld, F.C., W. Bouten, F. Noppert, E. Steingroever and A. Tiktak.

The ACIFORN Hydrological Programme, the water cycle of a Douglas fir forest. KNMI technisch rapport TR-152.

Buishand, T.A.

Rainfall-depth-duration-frequency curves, a problem of dependent extremes. In: *Statistics for the environment* / ed. V. Barnett et al.; Chichester, 183-198.

Burgers, G.J.H., and V. Makin.

Boundary Layer model results for wind-sea growth. *Journal of physical oceanography*, 23, 372-385.

Cuijpers, J.W.M., and P.G. Duynkerke.

Large eddy simulation of trade wind cumulus clouds, *Journal of atmospheric sciences*, 50, 3894-3908.

Dong, H. A.

A synoptic climatology of convective weather in the Netherlands, KNMI wetenschappelijk rapport WR 93-04

Fransen, W.

Vliegen vervuult, maar hoe?, *Zenit* 20, 510-514.

Haak, H.W., en T. de Crook.

Seismische analyse van aardbevingen in Noord-Nederland; bijdrage aan het multidisciplinaire onderzoek naar de relatie tussen gaswinning en aardbevingen.

Haarsma, R.J., J.F.B. Mitchell and C.A. Senior.

Tropical disturbances in a GCM. *Climate dynamics*, 8, 247-257.

Heijboer, L.C. (†).

An analytic conceptual model of extratropical cyclones, KNMI wetenschappelijk rapport WR 93-03.

Holtzlag, A.A.M., and B.A. Boville.

Local versus nonlocal boundary-layer diffusion in a global climate model. *Journal of climate*, 6, 1825-1842.

Houtekamer, P.L.

Global and local skill forecasts. *Monthly weather review*, 121, 1834-1846.

Houtgast, G.

La sismicidad en los Países Bajos. *Tierra y tecnología: revista de actualidad e información geológica*. No. 4, 17-23.

Janssen, G., and A. Kattenberg.

On the role of mixing in a tropical ocean general circulation model. *Annales geophysicae*, 11, 1116-1129.

Klein Tank, A.M.G., and T.A. Buishand.

Modeling daily precipitation as a function of temperature for climate change impact studies. KNMI wetenschappelijk rapport WR 93-02.

Kohsiek, W., H.A.R. de Bruin, H. The and B. van den Hurk.

Estimation of the sensible heat flux of a semi-arid area using surface radiative temperature measurements. *Boundary-layer Meteorology*, 63, 213-230.

Können, G.P.

Onderzoek in het binnenland van Antarctica. *Zenit*, 20, 37-41.

Lablans, W.N.

Ozon-onderzoek in Nederland sinds 1785. *Meteorologica*, 2, 18-21.

Mastenbroek, C., G. Burgers and P.A.E.M. Janssen.

The dynamical coupling of a wave model and a storm surge model through the atmospheric boundary layer. *Journal of physical oceanography*, 23, 1856-1866.

Mureau, R., F. Molteni and T.N. Palmer.

Ensemble predictions using dynamically conditioned perturbations. *Quarterly journal of the Royal Meteorological Society*, 119, 299-323.

Neven, E.C.

Modons on a sphere. PhD Thesis, RU Utrecht.

Onvlee, J.R.N.

The performance of drag relations in the WAQUA storm surge model. KNMI technisch rapport TR-149.

Oost, W.A.

Errors in eddy correlation measurements of momentum fluxes and their correction. *Journal of marine systems*, 4, 171-181.

Pasmanter, R.

A solution equation and most probable states of inviscid, incompressible 2D flows. *Unstable and turbulent fluid motion*, Editor S. Kida; World Scientific 1993, 302-312.

Prangma, G.J.

Verification of 3I retrievals vis-à-vis radiosonde observations, KNMI technisch rapport TR-150.

Quanduo, G., and G.J. Komen.

Directional response of ocean waves to changing wind direction. *Journal of physical oceanography*, 23, 1561-1566.

Selten, F.M.

Toward an optimal description of atmospheric flow. *Journal of the atmospheric sciences*, 50, 861-877.

Siegmund, P.C.

Cloud diabatic forcing of the atmosphere, estimated from simultaneous ECMWF diabatic heating and ISCCP cloud amount observation. *Journal of climate*, 6, 2419-2433.

Sterl, A., and A. Kattenberg.

Study of North Atlantic SST evolution with a coupled OGCM-Mixed Layer Model. In: Research activities in atmospheric and oceanic modelling / ed. G.J. Boer - Geneva, 8.38-8.39.

Verkley, W.T.M.

A numerical method for finding form-preserving free solutions of the barotropic vorticity equation on a sphere. Journal of the atmospheric sciences, 50, 1488-1503.

Weber, S.L., H. von Storch, P. Viterbo and L. Zambresky.

Coupling an ocean wave model to an atmospheric general circulation model. Climate dynamics, 9, 63-69.

Wessels, H.R.A.

Meteorologische evaluatie van de zichtmetingen langs de A16. KNMI technisch rapport TR-157.

Zwart, B.

Grote hagelstenen en ijsmeteoren. Zenit, 20, 438-439.



Colofon

Tekst

Harry Geurts, PR & Voorlichting KNMI

Vormgeving

Studio KNMI

Fotografie

ANP-foto

Jaap Bouwman

Theo Dijkhuizen

ESA/EUMETSAT

Ko van Gend

Grontmij

Michael Klinkhamer

Jacob Kuiper

NOAA

NOB

Wiebe Oost

RIVM

Lithografie en druk

Drukkerij van de Ridder b.v., Nijkerk

© KNMI, De Bilt, augustus 1994

Het IPCC en toekomstig klimaatoverleg

De klimaatproblematiek is een grensoverschrijdend probleem dat alleen op internationaal niveau kan worden aangepakt. Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) met vertegenwoordigers van alle landen die bij de Verenigde Naties zijn aangesloten, heeft zich de laatste jaren bewezen als vooraanstaand overlegorgaan op het gebied van klimaatverandering. Met name aan het "Scientific Assessment", de klimaatrapportage die het IPCC in 1990 uitbracht en het supplement van 1992, wordt door onderzoekers en beleidsmakers veelvuldig gerefereerd.

Op één van de vergaderingen van het IPCC eind 1993 werd overeenstemming bereikt over de opzet van het "Second Scientific Assessment" dat najaar 1995 zal verschijnen. Daaraan voorafgaand verschijnen in de loop van 1995 twee rapporten: "Radiative forcing of Climate" en "IPCC Guidelines for the calculation and reporting of national inventories of greenhouse gas emissions". Deze rapporten zijn van essentieel belang voor de eerste Conferentie der Partijen bij het Klimaatverdrag, in maart 1995 in Berlijn. Deze rapporten worden op de vierde plenaire vergadering van werkgroep I van het IPCC in september 1994 in Maastricht vastgesteld.

Het KNMI heeft, als nationaal aanspreekpunt van het IPCC, het voortouw in de organisatie, terwijl de ministeries van VROM, EZ en O & W en het NOP de organisatie ondersteunen. Verwacht wordt dat circa 200 deelnemers, met vooraanstaande wetenschappers uit de hele wereld en de belangrijkste betrokkenen bij de mondiale beleidsvoorbereiding en meningsvorming op het gebied van klimaatveranderingen, aan de Maastricht-Conferentie deelnemen. Het feit dat Nederland de organisatie in handen heeft, is een blijk van erkenning van de kwaliteit van het Nederlandse wetenschappelijke onderzoek op het gebied van klimaatverandering.

Postadres Postbus 201, 3730 AE De Bilt

Bezoekadres Wilhelminalaan 10

Telefoon 030 - 206 911

Telefax 030 - 210 407, Telex 47 096 nl

