1e ex.

KNMI

Jaarverslag 1996

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut

De Bilt, oktober 1997

KNMI
II.r.71a.

Inhoud

Inleiding *5*

Klimaatonderzoek *7*

Voorspelbaarheidsonderzoek *15*

Oceanografisch Onderzoek *17*

Algemeen meteorologisch wetenschappelijk onderzoek *19*

Seismologisch Onderzoek *21*

Klimatologische Dienstverlening *23*

Meteorologische Opleidingen *25*

Maritiem Meteorologische Dienst *27*

Luchtvaart Meteorologische Dienst *29*

Bijlagen
- *Organigram* *32*
- *Het KNMI in cijfers - Personeel* *33*
- *Het KNMI in cijfers - Financieel* *36*
- *1996 was koud, zeer droog en zonnig* *38*

Inleiding

Door omstandigheden zijn we wat laat met het jaarverslag over 1996 en hebben we gekozen voor een eenvoudige uitvoering, maar dat neemt niet weg dat we toch heel wat ontwikkelingen te melden hebben. In dit verslag komen veel onderwerpen aan bod en evenals in de vorige jaarverslagen staat de inhoud centraal.

Met name in het onderzoek naar klimaatveranderingen zijn belangrijke resultaten geboekt die in publicaties zijn verschenen. Zo verscheen er in dit verslagjaar een nieuw IPCC-rapport, waaraan het KNMI een belangrijke bijdrage heeft geleverd. Aansluitend verscheen de tweejaarlijkse klimaatrapportage waarin de toestand van het klimaat in Nederland wordt beschreven. Binnen dit kader verwijs ik u ook graag naar het uitgebreide Biennual Scientific Report 1996 van het KNMI, dat afgelopen zomer verscheen.

Het KNMI maakt momenteel de ingrijpendste nieuwbouwoperatie mee uit de hele bestaansgeschiedenis. Dit project strekt zich over enkele jaren uit en we zullen daar in de komende tijd ook in de jaarverslagen uitgebreid op terug komen.

In de bijlagen vindt u een uitgebreid overzicht van de personele en financiële gegevens over het verslagjaar en het jaaroverzicht van het weer.

Ik wens u veel leesplezier.

Harry Fijnaut
directeur KNMI

Klimaatonderzoek

Het Tweede IPCC Rapport

In 1996 verscheen het Tweede Beoordelingsrapport (Second Assessment Report: SAR) van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Dit Rapport dat werd opgesteld en beoordeeld door talrijke wetenschappers over de gehele wereld, heeft groot gezag en de uitspraken van het IPCC hebben grote invloed op het nationale en internationale klimaatbeleid. Ditmaal vestigde het Rapport alle aandacht op zich door de uitspraak:

> *"The Balance of evidence suggest that there is a discernable human influence on global climate"*

Het KNMI leverde een belangrijke bijdrage aan de tot standkoming van het eerste deel van het Rapport, dat gaat over de natuurwetenschappelijke aspecten van het klimaatprobleem. Dr. A. Kattenberg werkte een jaar bij het Bureau van Werkgroep I en was verantwoordelijk voor de eindredactie van een van de Hoofdstukken van het Rapport. Tal van andere KNMI onderzoekers leverden bijdragen of werkten mee aan de beoordeling.

Na verschijning van het Rapport werkte het KNMI mee aan een bijeenkomst in de Jaarbeurs in Utrecht, die tot doel had in brede kring meer bekendheid te geven aan het IPCC Rapport. Onderzoekers, Tweede Kamer leden en mensen uit de industrie woonden deze voorlichtingsdag bij.

Klimaatrapportage

Kort na het IPCC Rapport verscheen het tweede KNMI Klimaatrapport in de serie die enkele jaren geleden is begonnen. Het Rapport beschrijft de toestand van het klimaat, met bijzondere nadruk op Europa en Nederland, met name gericht op een breed publiek en op beleidsmakers. Zoals ook al in het eerste Klimaatrapport werd gemeld, is het de laatste jaren in Nederland, en trouwens in grote delen van Europa, warmer geworden. Een zorgvuldige analyse laat zien dat deze opwarming niet rechtstreeks aan menselijke invloed door versterking van het broeikaseffect kan worden toegeschreven. De directe oorzaak is een verandering van de atmosferische circulatie, met name in de winter. Deze circulatieverandering zou wellicht door het broeikaseffect veroorzaakt kunnen zijn, maar we weten niet hoe en we hebben er ook geen aanwijzingen voor. Deze bevindingen zijn in overeenstemming met het Rapport van het IPCC, dat concludeert dat door de mens veroorzaakte klimaatverandering nu wellicht wereldwijd is aangetoond maar op regionale schaal moeilijk valt vast te stellen. Het KNMI Klimaatrapport kreeg ruime aandacht in de Nederlandse pers en gaf ook aanleiding tot discussie over de realiteit van het broeikaseffect, een realiteit overigens die in het rapport volstrekt niet in twijfel wordt getrokken. Dit rapport, dat voor iedereen verkrijgbaar is en ook op internet te vinden is, werd op 3 juni 1996 aan Minister Jorritsma aangeboden.

Reviewcommissie onderzoeksstrategie

In het voorjaar van 1995 verscheen het Rapport van de Reviewcommissie die eind 1994 het klimaatonderzoek van het KNMI had beoordeeld. Eén van de aanbevelingen was de opstelling van een onderzoeksstrategie. Na de zomer van 1995 werd

hiermee begonnen en in het voorjaar van 1996 kwam dit belangrijke document gereed en werd het aan de Minister aangeboden.

De Nota gaat in op alle aanbevelingen van de Reviewcommissie en geeft aan hoe deze zullen worden gerealiseerd. Zo schetst de Strategienota de twee grote hoofdlijnen van het onderzoek voor de komende jaren:

- samenstelling van de atmosfeer en stralingsforcering
- variabiliteit en verandering van het klimaat

Aansluiting bij nationale en internationale programma's is een belangrijke leidraad. Daarbij kiest het KNMI bewust voor een combinatie van theoretisch en modelmatig onderzoek aan de ene kant, en onderzoek gebaseerd op eigen metingen en experimenten aan de andere.
De Strategie gaat uitgebreid in op versterking van de benodigde onderzoeksfaciliteiten, eveneens naar aanleiding van opmerkingen van de Reviewcommissie. Na het verschijnen van de Nota is in het kader van het project Eureca direct begonnen aan verbetering van de rekenfaciliteiten die van zulk groot belang zijn voor het klimaatonderzoek. Er is een begin gemaakt met vergroting van het aantal werkstations en de aanschaf van een speciale, krachtige "rekenserver". Verbetering van de massa-opslag van gegevens, een snellere verbinding met supercomputers buiten de deur, een betere planning van het computergebruik, en nog tal van andere aspecten, komen in 1997 aan de beurt.

De Strategienota Klimaatonderzoek is verkrijgbaar bij de bibliotheek van het KNMI.

Naar aanleiding van de Strategienota besloot de KNMI Directie er naar te streven ook de grote experimentele faciliteiten, de Meetmast Cabauw en het Meetplatform Noordwijk, te behouden.

Een belangrijke stap was het besluit tot herinrichting van de mast in Cabauw. De meetinstrumenten en gegevensinwinning zijn verouderd en zullen in het komend jaar worden vernieuwd en in overeenstemming gebracht met het moderne KNMI systeem voor gegevensinwinning.

De Strategie legt ook veel nadruk op vergroting van de zichtbaarheid van het onderzoek, zowel naar collega-onderzoekers als naar beleidsmakers en het brede publiek. Er zijn al initiatieven genomen. Zo is er een nieuwe serie "Preprints" gestart, is begonnen met herinrichting en uitbreiding van de Internet site, en wordt ook meer aandacht besteed aan de organisatie van Conferenties, Workshops of andere bijeenkomsten. Eind 1996 lagen er plannen klaar voor vier internationale bijeenkomsten voor de komende twee jaar.

Eureca

Gespecialiseerde taken zoals omvangrijke opslag van gegevens en rekenwerk gaan het belang van de individuele werkplek te boven en daarvoor zijn dan ook servers beschikbaar, computers die zich niet op een bepaalde gebruiker richten maar op een bepaalde taak, voor meerdere gebruikers. De samenhang tussen dit alles wordt verzorgd door lokale en interlokale netwerken.

Naast technische aanbevelingen zijn in het kader van Eureca ook maatregelen voorgesteld voor een betere opzet van het beheer. Het beheer van werkstations zal van afstand via het netwerk plaatsvinden, zodat onderzoekers zich daar minder om hoeven te bekommeren en zich meer op hun onderzoekswerk kunnen concentreren.

Op grond van de voorstellen uit het project Eureca heeft een forse uitbreiding plaatsgevonden van het aantal werkstations, waarbij ook het serverpark voor berekeningen is uitgebreid. Overigens gaat het hier om voorzieningen van middelgrote omvang: voor het echt zware rekenwerk maakt het KNMI als vanouds gebruik van voorzieningen buiten de deur: bij het Europees Centrum voor Middellange Verwachtingen in Reading (Engeland) of het Deutsches Klima Rechenzentrum in Hamburg.

Ook voor opslag van gegevens heeft Eureca aanbevelingen gedaan. De capaciteit van het bestaande massa opslagsysteem van het KNMI is inmiddels uitgebreid tot 2,5 miljoen Megabyte en ook de aansturing is verbeterd middels een speciale opslagserver.

Centrum voor Klimaatonderzoek en Commissie Crutzen

Het in 1994 opgerichte samenwerkingsverband van IMAU, KNMI en RIVM, het Centrum voor Klimaatonderzoek (CKO), kreeg in 1996 een nieuwe impuls door een initiatief van de minister van OC&W. Minister Ritzen nodigde Nobelprijswinnar Prof Paul Crutzen uit met voorstellen te komen voor versterking van de samenwerking van het CKO met de Max Planck Instituten in Hamburg en Mainz. Onder zijn leiding ging een Commissie aan het werk waarvan van KNMI-zijde dr. Opsteegh deel uit maakte. De Commissie kwam eind 1996 met een Rapport waarin voorstellen worden gedaan ter versterking van de samenwerking in het kader van een internationale onderzoekschool. Verder wordt aandacht besteed aan gezamenlijke reken- en meetfaciliteiten. Het Rapport benadrukt het belang van de Meetmast in

Cabauw en het Meetplatform Noordwijk voor een gezamenlijk onderzoeksprogramma. In 1997 zullen plannen voor verwezenlijking en financiering van de voorstellen van de Commissie worden uitgewerkt.

Coördinatie klimaatbeleid Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Het beleid ten aanzien van Klimaatverandering heeft raakvlakken met bijna alle departementsonderdelen. Voor de kant van de emissie van broeikasgassen zijn dit respectievelijk de Directoraten-generaal voor het Vervoer, Scheepvaart en Maritieme zaken en de Rijksluchtvaartdienst. Voor de gevolgen van Klimaatverandering, met name op het terrein van de waterhuishouding en de verdediging tegen hoogwater, is dit Rijkswaterstaat. Daarnaast wordt contact gehouden met de recent verzelfstandigde Rijksdienst voor het Wegverkeer.

Ten behoeve van de coördinatie van het V&W beleid voor klimaatverandering is regelmatig vergaderd door de Departementale Overleg Groep Klimaatverandering (OGK), waarin al deze diensten zijn vertegenwoordigd. Bovendien is voor de afstemming over sectorspecifieke onderwerpen frequent bilateraal contact geweest met de betreffende departementsonderdelen.

De voorbereiding, in interdepartementaal kader, van de Vervolgnota Klimaatverandering, nam een groot deel van de werkzaamheden in beslag. De V&W inbreng voor deze VROM-nota kwam in nauwe samenwerking met Directoraat-Generaal voor het Vervoer tot stand. Voortbouwend op deze nota wordt momenteel onderzocht hoe en onder welke voorwaarden het principe van Joint Implementation - dat is het realiseren van emissiereductie ten behoeve van de eigen sector door het uitvoeren van maatregelen elders, in samenwerking met die andere partij - van belang zou kunnen zijn voor V&W.

De emissies van internationale lucht- en zeescheepvaart nemen binnen het Klimaatverdrag vooralsnog een bijzondere plaats in, omdat nog geen verdeelsleutel voor de toedeling van deze emissies aan Partijen is gevonden. Met het oog op deze toedeling is het initiatief genomen voor standpuntbepaling eerst in nationaal en vervolgens in EU-kader. Dit heeft ertoe geleid dat het Nederlandse standpunt, hangende nadere studie, ook binnen de EU is overgenomen.

SBSTA en internationaal klimaatbeleid

Voor het Europese klimaatbeleid is vooral de afstemming en standpuntbepaling in de EU ad-hoc groep Klimaatverandering van belang. Het KNMI vertegenwoordigt hierin V&W en bepaalt zijn inbreng op basis van de resultaten van de V&W coördinatie. Ook vertegenwoordigt KNMI het departement in de mondiale beleidsvoering. Daarbij zijn vooral van belang de Ad-hoc Group on the Berlin Mandate (onderhandelingen over emissie reductie doelstellingen na 2000) en het Subsidiairy Body on Scientific and Technological Advice (SBSTA). SBSTA is het voorportaal naar de Conferentie van Partijen (CoP) die jaarlijks vergadert, en besluit over zaken tussen de bijeenkomsten van CoP in over zaken van wetenschappelijk en technisch aard en brede variëteit van aspecten die daarmee verband houden. De voor V&W belangrijkste zaken die in 1996 aan de orde kwamen waren de toedeling van internationale emissies, de relatie met IPCC, het advies naar CoP over het Second Assessment Report van IPCC en de wijze waarop wereldwijd de betrokkenheid van experts bij het werk moet worden vormgegeven.

De Tijdelijke Commissie Klimaatverandering

Aan het einde van de vergadering van 20 december 1995 behandelde de Tweede Kamer het voorstel van de vaste commissie voor VROM inzake de instelling van een

tijdelijke commissie van onderzoek naar klimaatveranderingen. De Kamer verenigde zich met het voorstel en de commissie werd die avond geconstitueerd. De heer Van Middelkoop (GPV) werd als voorzitter van de commissie gekozen, Tijdelijke Commissie Klimaatverandering als naam. Het ene doel van de commissie was het opvullen van de leemten in de parlementaire discussie over klimaatverandering; het andere het inzichtelijk maken van de elementen die een rol (kunnen) spelen bij het maken van politieke keuzes en de mogelijke maatschappelijke gevolgen daarvan op nationaal en/of internationaal niveau. Het KNMI is verzocht om inhoudelijke ambtelijke ondersteuning te leveren ten behoeve van de werkzaamheden van de commissie. In overleg met de Minister van V&W is door het KNMI gaarne aan dit verzoek voldaan. De werkzaamheden van de commissie, die uiteindelijk resulteerden in een rapport waarvan de conclusies door de Tweede Kamer werden overgenomen, bestonden voornamelijk uit het horen van experts tijdens besloten en openbare hoorzittingen. Deze hoorzittingen besloegen drie sessies met ieder een eigen thema: 'oorzaken en gevolgen van klimaatveranderingen', 'beheersmaatregelen', en 'meningen van maatschappelijke groeperingen'.

Door de commissie zijn tijdens de behandeling van het eerste thema diverse wetenschappers van het KNMI gehoord. Op basis van onder andere door gehoorde KNMI-ers geleverde informatie besloot de commissie dit thema met de conclusie "dat overheden en andere maatschappelijke factoren het zekere voor het onzekere dienen te nemen of, anders gezegd, dat er vanuit het voorzorgsbeginsel beleid gevoerd dient te worden."

Klimaatscenario's en klimaatdiagnose

Binnen dit thema wordt onderzoek gedaan naar klimaatschommelingen in het verleden om recente weersituaties in het juiste perspectief te kunnen plaatsen. Daarnaast worden klimaatscenario's gemaakt, dat wil zeggen uitspraken gedaan over het klimaat van de volgende eeuw. Deze klimaatscenario's zijn toegesneden op concrete problemen en worden opgesteld in nauw overleg met de gebruikers. Het zwaartepunt ligt op temperatuur en neerslag. Behalve voorlichting aan specifieke gebruikersgroepen wordt ook voorlichting aan bredere groepen van de samenleving nagestreefd.
In dit laatste kader is de rapportage "De toestand van het klimaat van Nederland 1996" samengesteld. In dit rapport zijn de fluctuaties van het Nederlandse klimaat over de afgelopen eeuw gepresenteerd en geanalyseerd op trends. Deze fluctuaties worden in het prespectief gezet van de veranderingen die voor de komende eeuw te verwachten zijn. Gegeven de mogelijkheden en beperkingen van het doen van klimaatvoorspellingen, wordt er uitspraak gedaan over het Nederlandse klimaat van 2050.

Vierde Nota Waterhuishouding

In het kader van de voorbereiding van de Vierde Nota Waterhuishouding van V&W is gewerkt aan een achtergronddocument dat de klimaatverandering voor de volgende eeuw in kaart brengt, gegeven de kennis van nu. Dit document bevat een zover mogelijk uitgewerkt klimaatscenario voor de volgende eeuw voor hydrologische toepassingen. Dit scenario staat in het verlengde van het scenario dat in de Klimaatrapportage is gepresenteerd en dient als uitgangspunt voor hydologische berekening van andere instituten binnen V&W.

Neerslaggenerator

Dit jaar is tevens een begin gemaakt met de ontwikkeling van een zogeheten neerslaggenerator voor het Rijngebied. Hierbij worden waargenomen relaties gebruikt om kunstmatige neerslagreeksen te genereren in het stroomgebied van de

Rijn. Dit project wordt uitgevoerd in opdracht van het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) en maakt deel uit van een onderzoek dat het inzicht op extreem hoge afvoeren van de Rijn moet verbeteren met het oog op de berekening van dijksterkten.

Downscaling

In opdracht van het Nationaal Onderzoek Programma Mondiale Luchtverontreiniging en Klimaatverandering (NOP) is een inventarisatie gemaakt van beschikbare methoden om klimaatscenario's voor effectenstudies te maken. Hierbij zijn sterke en zwakke kanten van de verschillende methodes geïnventariseerd, zowel wetenschappelijk-inhoudelijk als gezien vanuit pragmatisch standpunt. Speciale aandacht is besteed aan de zogeheten downscalingstechnieken. Dat zijn technieken voor vertaling van de grootschalige klimaatvoorspellingen van modellen naar een consistente lokale verandering van weer en klimaat. Internationaal is de belangstelling hiernaar groeiende, en het document heeft aansluiting bewerkstelligd bij het EU-project Eclat, dat op Europees niveau naar klimaatscenario's streeft en het IPCC, in het volgende rapport vergelijkingsstudies wenst op te nemen. In het kader van het EU-project Popsicle werden de daghoeveelheden van de neerslag in een aantal Europese stroomgebieden gerelateerd aan de temperatuur en de eigenschappen van de atmosferische stroming. De temperatuur blijkt belangrijk als verklarende variabele om scenario's voor een toekomstig warmer klimaat te produceren.

Meetreeksen en El Niño

Meetreeksen zijn voor klimaatonderzoek onontbeerlijk. Dit jaar zijn diverse regenreeksen gedigitaliseerd. In het kader van het wereldwijde onderzoek naar verleden klimaatschommelingen is in samenwerking met de University of East Anglia tevens een succesvolle poging ondernomen om uit archieven waarnemingsreeksen te halen die betrekking hebben op het voormalige Nederlands Indië en Tahiti. Het gevonden materiaal blijkt het mogelijk te maken om de belangrijke El Niño-reeks met ruim 30% naar het verleden toe uit te breiden. Naast deze activiteit is onderzoek gaande naar temperatuur- en neerslagfluctuaties in het veel verdere verleden, om hiermee de uitwerking van natuurlijke klimaatschommelingen te kunnen vergelijken met die van het antropogene broeikaseffect.

Atmosfeersamenstelling

De sectie Atmosfeersamenstelling doet onderzoek naar de veranderingen in de atmosfeersamenstelling en de daardoor veroorzaakte klimaatveranderingen. Dankzij de reputatie van de groep en de goede aansluiting bij het internationale onderzoek kon ook in 1996 een deel van het werk extern gefinancierd worden. De hoofdlijnen van het onderzoek zijn enerzijds waarnemingen van de atmosfeersamenstelling, vooral vanuit de ruimte met satellieten, en anderzijds theoretisch onderzoek met behulp van mondiale chemie transport modellen en door middel van processtudies, zoals van stratosfeer-troposfeer uitwisseling en grenslaagprocessen.

Waarnemingen

Het gebruik van satellietwaarnemingen heeft de laatste jaren een enorme vlucht genomen in het onderzoek naar de atmosfeersamenstelling en de rol die de atmosferische circulatie daarin speelt. De sectie speelt zowel een rol bij de definitie, retrieval en validatie van satellietwaarnemingen van atmosferische bestandelen, als bij het gebruik van deze waarnemingen in modellen ten behoeve van onderzoek naar veranderingen in de atmosfeersamenstelling en in het klimaat.

Samen met het Europees Centrum Voor Weersvoorspelling op de Middellange termijn (ECMWF) en enkele andere Europese partners werd een project gestart dat

tot doel heeft de weersvoorspelling te verbeteren door gebruik te maken van windgegevens afgeleid uit de beweging van structuren in de ozonverdeling. Hierbij wordt gebruik gemaakt van expertise op het gebied van data-assimilatie die is opgedaan bij de uitvoering van projecten voor de Beleidscommissie Remote Sensing.

Een document dat de gebruikerseisen beschrijft voor het Ozone Monitoring Instrument (OMI) aan boord van de toekomstige METOP satellieten, is onder redactie van het KNMI opgesteld en aangeboden aan de ESA en Eumetsat Councils. Voor het SCIAMACHY instrument werd een validatiegroep (SCIAVALIG) opgezet met dr. Kelder als principal investigator. In deze groep wordt deelgenomen door onderzoekers uit Nederland, Duitsland, België en de VS. De validatiegroep is begonnen met het maken van een planning voor de validatie. Het werk wordt gesteund door de Stichting Ruimte-Onderzoek Nederland.

Het waarnemen van ozon en ultraviolette straling vanaf de grond met een Brewer instrument werd voortgezet. De gegevens worden ingebracht in een wereldomvattende database van het World Ozone and UV Center (WOUDC) in Canada. Ook worden voorspellingen van de intensiteit van ultraviolette straling in Nederland getoetst aan deze grondwaarnemingen. De sectie heeft daarnaast, onder meer met behulp van de Brewermetingen, een belangrijke bijdrage geleverd aan de validatie van het GOME-instrument aan boord van de ERS-satelliet. De resultaten hiervan werden uitgebreid gepresenteerd op de GOME validatie workshop in Frascati.

Dr. H. Kelder maakte deel uit van de door ESA ingestelde groep die de Earth Explorer missie voor atmosferische chemie heeft gedefinieerd.

Modellering van de atmosfeersamenstelling

Een belangrijk onderwerp in het onderzoeksprogramma waren de studies van de effecten van vliegtuigemissies op klimaat en milieu. Dit onderzoek wordt grotendeels ondersteund door de Europese Unie en de Rijksluchtvaartdienst. Resultaten van berekeningen met het chemie transport model van het KNMI werden gebruikt bij het ontwerp van het geïntegreerde AERO-model (Aviation Emissions and Evaluation of Reduction Options) onder leiding van de Rijksluchtvaartdienst. Onze schattingen van de effecten van stikstofoxide-emissies door vliegverkeer op ozon worden opgenomen in het zogenaamde European Assessment van de effecten van vliegtuigemissies.

In de sectie Atmosfeersamenstelling is een ozonklimatologie opgesteld aan de hand van beschikbare ozonmetingen vanuit weerballonnen (ozonsonderingen) en satellietgegevens.De klimatologie wordt in internationaal verband gebruikt om de begin- en randvoorwaarden voor modelsimulaties vast te leggen en om de resultaten van modelberekeningen te toetsen. Het unieke van de klimatologie is dat deze behalve het gemiddelde ook de variabiliteit van de maandelijkse ozonverdeling als functie van de hoogte en de geografische breedte geeft. Omdat chemische omzettingen in de atmosfeer in sterke mate niet-lineair zijn is het van belang dat de variabiliteit van ozon in de modellen overeenstemt met de klimatologie. Daar sinds de jaren zestig voldoende ozonsonderingen beschikbaar zijn om een klimatologie op te stellen, zijn ook trends in ozon bestudeerd. Hieruit is een mogelijk causaal verband tussen de trends in ozon, de tropopauzehoogte en de temperatuur in de stratosfeer afgeleid.

Het transport van de stratosfeer naar de troposfeer en vice versa speelt een cruciale rol in de kringlopen van ozon en van door de mens in de atmosfeer gebrachte bestanddelen. Afhankelijk van de intensiteit van het transport van ozon uit de stratosfeer naar de troposfeer kan in de troposfeer netto ozon aangemaakt of afgebroken worden. Het transport van ozon uit de stratosfeer naar de troposfeer vindt voornamelijk plaats op gematigde breedtes. Op het KNMI is een betrouwbare methode ontwikkeld om de stroming door het tropopauzevlak uit ECMWF-gegevens te berekenen. Een studie met deze methode geeft aan dat de stroming door het tropopauzevlak lokaal en instantaan veel sterker is dan gemiddeld en op gematigde breedtes in beide richtingen plaats vindt. De berekeningen geven verder aan dat de onderste lagen van de stratosfeer sterk vermengd zijn met troposferische lucht, deels afkomstig van gematigde breedtes en deels vanuit de subtropen.

Recente modelstudies geven aan dat de waargenomen afname van stratosferisch ozon een afkoelend effect op het klimaat kan hebben. Met een twee-dimensionaal (zonaal gemiddeld) atmosfeer-oceaan model, waarin ook de koppeling tussen klimaat en ijs beschreven wordt, is de gevoeligheid van het klimaat voor verstoringen van de ozonverdeling bestudeerd. Het blijkt dat de temperatuurafname in de stratosfeer ten gevolge van een sterke uniforme ozonafname in de stratosfeer het grootst is in de tropen. Daarentegen is de temperatuurafname aan het oppervlak ten gevolge van zo'n ozonreductie het sterkst in de poolgebieden. Dit is een gevolg van de albedo-temperatuur terugkoppeling van sneeuw en ijs. Deze terugkoppeling is relatief groter voor ozonveranderingen in de troposfeer en de lagere stratosfeer, dan voor vergelijkbare veranderingen in kooldioxide.

De groep heeft de stijgende lijn in aantallen publikaties en presentaties weten vast te houden. Dr. M. Rummukainen van het Finse Meteorologisch Instituut verbleef in de maand oktober op het KNMI als gastonderzoeker. Dr. E. Holm vertrok na beëindiging van een Eumetsat fellowship naar het ECMWF.

Voorspelbaarheidsonderzoek

Het onderzoek naar de voorspelbaarheid vindt plaats binnen drie thema's:

- skillvoorspellingen en kansverwachtingen
- klimaatvoorspelbaarheid
- dynamica van weer en klimaat

Onderzoek binnen het thema 'skillvoorspellingen en kansverwachtingen'
De KNMI ensemble voorspelmethode maakt gebruik van speciale perturbaties om de begincondities van een numerieke voorspelling te verstoren.
Deze perturbaties zijn optimaal in de zin dat ze een grote foutengroei vertonen in het gebied van West-Europa. Uit deze perturbaties, alsmede de operationele verwachting van het ECMWF kan vervolgens een kansverwachting worden berekend. De methode veronderstelt dat deze perturbaties niet onderling met elkaar wisselwerken. Dit betekent dat de geldigheid ophoudt bij een voorspeltermijn van ongeveer 3 a 4 dagen. Voor de berekening van de perturbaties wordt tot nu toe een eenvoudig Quasi-Geostroof model gebruikt. Dit houdt verband met het feit dat de beschikbare rekencapaciteit van het KNMI de toepassing van een volwaardig GCM niet toelaat. Het nadeel van dit QG model is dat het geen informatie levert over weerparameters in de grenslaag en ook niet over grootheden die met frontale verschijnselen samenhangen, zoals neerslag. Daarom is besloten om de KNMI methode voor de korte termijn verder te ontwikkelen door gebruik te maken van het model en de computerfaciliteiten van het ECMWF. Dit gebeurt in nauwe samenwerking met het ECMWF en is ook opgenomen in hun vierjarenplan. Gebruikmakend van een versie van het ECMWF model met hoge resolutie zullen kansverwachtingen voor zeer gevoelige weerparameters worden berekend, zoals neerslag, zonneschijn en frontpassages. Dit project is aan het eind van 1996 gestart en heeft nog geen concrete resultaten opgeleverd.

Aangetoond werd dat de voorspelbaarheid van regimetransities voor het Atlantisch-Europese gebied samenhangt met de circulatie boven de VS en de Stille Oceaan. Circulaties die erg gevoelig zijn voor een omslag naar een geblokkeerd regime hebben een intense straalstroom ten westen van een gebied met diffluentie en een versterkte rug van hoge druk ten westen van de intense straalstroom. Circulaties die geen grote gevoeligheid voor omslagen vertonen, zijn in het algemeen sterk zonaal boven de VS en de Stille Oceaan.

Onderzoek binnen het thema 'klimaatvoorspelbaarheid'
Met behulp van een op het KNMI ontwikkeld klimaatmodel van atmosfeer, oceaan en zeeijs (ECBILT) is de natuurlijke variabiliteit van het klimaat bestudeerd op tijdschalen van 10 tot 100 jaar, samenhangend met variabiliteit in de Noord-Atlantische Oceaan. Het model is uniek in de zin dat de resultaten goed vergelijken met die van meer complexe klimaatmodellen, maar wel vele lange integraties van duizend jaar toelaat. Dit is van groot belang om de fysische processen die de variabiliteit veroorzaken te kunnen opsporen. Het blijkt dat er in de Atlantische oceaanvariabiliteit voorkomt op vele tijdschalen, maar dat er een voorkeur bestaat voor een tijdschaal van ongeveer 18 jaar. Het onderzoek werd geconcentreerd op de variabiliteit die met deze tijdschaal samenhangt. Gevonden werd dat zowel de oceaan als de atmosfeer

van groot belang zijn om deze variabiliteit te verklaren. Hoewel de directe invloed van oceaan-temperatuur anomalieën op het atmosferisch klimaat klein is, is deze invloed toch cruciaal. De terugkoppelingen van de atmosfeer naar de oceaan gaan voor een deel via de grenslaag: de atmosfeer reageert op temperatuur anomalieën in de oceaan met een temperatuurverandering in de grenslaag die hetzelfde teken heeft. Hierdoor worden de warmtefluxen aan het oppervlak gereduceerd en kan de anomalie langer blijven bestaan. De tweede terugkoppeling gaat via de vrije atmosfeer. Het blijkt dat oceaan-temperatuur anomalieën in de atmosfeer een kleine verschuiving veroorzaken in de frequentieverdeling van weerregimes. Een positieve temperatuur anomalie in het westelijk Atlantisch bekken veroorzaakt een kleine verschuiving in de richting van een sterkere Noord-Atlantische oscillatie (NAO). Het NAO patroon heeft weer de neiging om deze temperatuur anomalieën te versterken. Een verklaring voor de tijdschaal van het verschijnsel is nog niet gevonden. Hiervoor moeten aanvullende experimenten worden gedaan.
Er werd met het model eveneens klimaatvariabiliteit boven de Stille Oceaan gesimuleerd. Het blijkt dat deze variabiliteit in fase is met de variabiliteit boven de Atlantische Oceaan. Dit zou kunnen betekenen dat de Atlantische mode wordt aangeslagen door gebeurtenissen in de Stille Oceaan via atmosferische teleconnectiepatronen. Dit wordt momenteel nader onderzocht.

In samenwerking met het RIVM wordt gewerkt aan de implementatie van het KNMI klimaatmodel ECBILT in het geïntegreerde model IMAGE van het RIVM. Hiervoor moet ECBILT worden aangepast met betrekking tot de stralingsparameterisatie. Ook moet de hydrologische landcomponent worden verbeterd en een vegetatiemodel ingebouwd. Tot slot moet dit worden gekoppeld aan een door het RIVM te leveren chemische module. Het project wordt gefinancierd dor het NOP voor een periode van vijf jaar.

Onderzoek binnen het thema 'dynamica van weer en klimaat'

Met behulp van een zogenoemde contourdynamica model, dat speciaal is ontwikkeld voor de beschrijving van de dynamica van de tropopauze en de straalstroom, werd aangetoond dat de grootte van de polaire wervel een belangrijke parameter is voor de verklaring van de amplitude van de planetaire golven in het model. Verificatie van deze resultaten met data uit het ECMWF archief laat zien dat de grootte van het binnengebied van de polaire wervel belangrijk is, maar de relatie tot de amplitude van de planetaire golven is veel minder duidelijk dan in het model.
Een nieuw model werd ontwikkeld om de interactie tussen storingen in het tropopauzevlak met storingen in het temperatuurfront aan de grond te bestuderen.
De bedoeling is om een dynamische basis te geven aan het conceptuele model van de Noorse School.

De nieuwe metriek die speciaal is ontwikkeld om verschillen tussen atmosferische circulatiepatronen objectief vast te leggen, is uitgetest op een 10 jarige dataset van het ECMWF. Getracht werd om de methode te gebruiken om analogen te vinden. Het blijkt dat de dataset te kort is om definitieve conclusies te kunnen trekken. Het experiment wordt nu herhaald met behulp van een zeer lange dataset, die door een atmosferisch model is gegenereerd. De metriek kan belangrijke consequenties hebben voor de berekening van initiële perturbaties in de ensemble voorspelmethode.

Een variationele methode werd ontwikkeld om voorspelbare signalen te detecteren uit datasets van klimaatvariabelen. Deze methode zal worden toegepast op waarnemingen en op de analyse van modelresultaten, met name bij de analyse van de resultaten van het KNMI klimaatmodel ECBILT.

Oceanografisch Onderzoek

Het oceanografisch onderzoek bij het KNMI richt zich op het belang van de oceaan voor het klimaat. Dit belang komt op verschillende manieren tot uiting. In de eerste plaats speelt de oceaan een rol bij het tot stand komen van natuurlijke klimaatvariaties. Een bekend voorbeeld van zo'n variatie is El Niño, een onregelmatig optredende verandering in het tropische atmosfeer/oceaan systeem met mogelijk wereldwijde implicaties. Over El Niño is al heel wat bekend.

Veel minder is nog bekend van variaties op gematigde breedtes en de rol die de oceaan daarbij speelt. Beter begrip van natuurlijke klimaatvariaties is van groot belang - in zich zelf - maar ook omdat het de door de mensen veroorzaakte klimaatveranderingen maskeert. Zoals bekend, zijn er aanwijzingen - in de waarnemingen - voor een door mensen veroorzaakte mondiale klimaatverandering. Deze veranderingen worden veroorzaakt door uitstoot van CO_2 en andere broeikasgassen. De atmosfeer wisselt deze gassen uit met de oceaan. Daarom heeft de oceaan invloed op het lot van de broeikasgassen. Ten slotte zijn ook de effecten van klimaatverandering op de zee van groot belang. Voor Nederland gaat het hierbij met name om veranderingen van zeeniveau en golfhoogte.

Internationale samenwerking speelt een grote rol bij het al onderzoek. Drie programma's zijn van bijzonder belang, te weten het Global Ocean Observing System, het World Climate Research Programme - met belangrijk onderdeel Clivar = Climate Variability - en het International Geosphere Biosphere Programme. Het Oceanografisch Onderzoek op het KNMI kan het best bezien worden in het licht van die programma's. In dit jaarverslag geven we een paar voorbeelden van onderzoek, verricht in samenwerking met het Centrum voor Klimaatonderzoek en in diverse internationale samenwerkingsverbanden.

Het Mondiaal Waarneemsysteem van de Oceanen (Global Ocean Observing System, GOOS)

Helaas zijn er veel te weinig metingen van de oceaan. Daarom zijn er plannen voor een mondiaal oceaan-meetnetwerk. Het onderzoek bevindt zich op dit moment in een ontwerpfase, waarbij natuurlijk rekening gehouden wordt met wat er al beschikbaar is. Waar en hoe vaak moet er gemeten worden? En met welke instrumenten? Kunnen satellieten conventionele metingen vervangen? Om een bijdrage te leveren aan de beantwoording van deze vragen zijn er op het KNMI geavanceerde methodes ontwikkeld om het belang van metingen te onderzoeken. Hiermee wordt onderzocht hoe satellietmetingen van de hoogte van het zee-oppervlak gebruikt kunnen worden om betere El Niño voorspellingen te maken.

Een Mondiaal Waarneemsysteem van de Oceanen is overigens niet alleen van belang voor het klimaatonderzoek. Ook voor de bewaking van de gezondheid van de oceaan, voor de visserij en voor de maritieme dienstverlening is zo'n meetnetwerk van groot belang.

Het Klimaatvariabiliteitsprogramma (Clivar)

Clivar is een onderdeel van het Wereld Klimaat Onderzoekprogramma.
Dit onderdeel is vorig jaar gestart en heeft een looptijd van 15 jaar. Doel is het

begrijpen van natuurlijke en door de mensen veroorzaakte klimaatveranderingen, en zo mogelijk het (beter) voorspellen van deze veranderingen. Vanuit de oceanografie wordt aan dit programma vooral bijgedragen met meer waarnemingen, betere computermodellen en betere analyses van metingen en modelsimulaties. Een specifiek probleem dat zich hierbij voordoet, is de nauwkeurige bepaling van de hoeveelheid impuls, warmte en vocht die uitgewisseld wordt tussen dampkring en oceaan. Het ECMWF heeft een 15-jarige heranalyse gemaakt waarin deze grootheden berekend zijn. Op het KNMI wordt nu nagegaan hoe goed deze berekening is. Daarnaast concentreert het onderzoek zich op een studie van de oceaanvariabiliteit op verschillende tijdschalen in computermodellen van de oceaan. Zo is bijvoorbeeld onderzoek gedaan naar natuurlijke variaties in de thermohaline circulatie ('de Grote Pomp' oftewel de 'motor van het klimaat') door computersimulaties zorgvuldig te analyseren. Verder wordt in samenwerking met de sectie voorspelbaarheidsonderzoek nagegaan hoe in een gekoppeld atmosfeer-oceaan model de invloed van de oceaan op de atmosfeer precies verloopt.

Er is ook een studie verricht naar het effect van CO_2 verdubbeling op het golfklimaat van de Noordzee en de Noordatlantische Oceaan. Deze studie was onderdeel van een EU project "Waves and Storms in the North Atlantic (WASA)". Bij deze studie is het op het KNMI ontwikkelde golfmodel gebruikt om winden berekend met het Hamburgse klimaatmodel om te zetten in een golfklimaat. De conclusie is dat CO_2 verdubbeling een duidelijk signatuur achterlaat in het golfklimaat, maar dat effect klein is ten opzichte van natuurlijke variaties. Het KNMI speelt een leidende rol bij de coördinatie van Clivar in Europa.

Het Internationale Geosphere Biosphere Programma

Dit programma beoogt de studie van dampkring en oceaan, waarbij de nadruk ligt op de rol van chemische en biologische processen. Van groot belang is de studie van de uitwisseling van gassen tussen de atmosfeer en de oceaan. Het KNMI heeft een groot internationaal experiment georganiseerd op de Meetpost Noordwijk waarbij deze uitwisseling gemeten is.

Algemeen meteorologisch wetenschappelijk onderzoek

Eind 1996 werden de metingen in het kader van het Troposferisch Energie Budget Experiment (TEBEX) afgesloten. Gedurende ruim 2 jaar zijn gedetailleerde metingen verzameld van de uitwisseling van warmte, vocht en impuls aan het aardoppervlak, van de structuur van de onderste luchtlagen (de atmosferische grenslaag) en van de karakteristieken van bewolking en straling. Hierbij werd gebruik gemaakt van de meetmasten in Cabauw en Garderen, van Satelliet Data, van Remote Sensing apparatuur op de grond en van traditionele synoptische gegevens. In Delft werden in het kader van het door het Nationaal Klimaatonderzoeksprogramma gefinancierde CLARA project vele additionele metingen verricht. Ook werd tijdens intensieve meetperioden met vliegtuigen gemeten.

Er is een begin gemaakt met het analyseren van deze data. De in huis ontwikkelde programmatuur voor het interpreteren van satellietdata blijkt goed te werken. Voorlopige analyses wijzen er op dat de belangrijkste karakteristieken van bewolking goed en objectief kunnen worden vastgelegd met behulp van commercieel aangeboden remote sensing apparatuur. Grondmetingen, satellietmetingen en visuele waarnemingen van de bedekkingsgraad blijken binnen redelijke marges met elkaar overeen te komen. Additionele informatie kan worden verkregen door satellietdata en remote sensing vanaf de grond te combineren. Ook vergroot deze combinatie de betrouwbaarheid van de objectieve wolkenmetingen. Het voor TEBEX ontwikkelde wolkendetectiesysteem leent zich goed voor operationele toepassing.

Ook is een begin gemaakt met het toetsen van een nieuwe methode voor het meten van de hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het GPS (Global Positioning System). Het blijkt mogelijk om uit nauwkeurige metingen van de reistijd van elektromagnetische signalen tussen GPS satellieten en de grond de hoeveelheid waterdamp in een atmosferische kolom af te leiden. Ook deze meetmethode is geschikt voor operationele toepassing.

Klimaatonderzoek en klimaatadvies

Voor het analyseren en modelleren van wolken en andere regionale klimaatkarakteristieken is een regionaal klimaatmodel ontwikkeld (RACMO). Dit model lijkt op het HIRLAM-model maar is uitgerust met meer geavanceerde modules voor wolken en stralingsprocessen. Met het vergelijken van dit model met TEBEX metingen is in 1996 een begin gemaakt. Voorts is het model uitgebreid ingezet voor het analyseren van de twee winterperiodes waarin de Maas overstroomde. Het is gebleken dat met een dergelijk model de neerslag gedurende deze natte periodes goed kan worden gesimuleerd. Dit suggereert dat het in principe mogelijk is om met klimaatmodellen periodes met extreme neerslag te simuleren mits de modelresolutie voldoende hoog is en de beschrijving van fysische processen in het model voldoende geavanceerd. RACMO wordt ook gebruikt om droge perioden in West-Europa te analyseren. Tenslotte wordt met RACMO onderzoek gedaan naar de massabalans van het ijs op Antarctica. Dit onderzoek wordt samen met het IMAU uitgevoerd. Ook in deze barre uithoek van de wereld blijkt het model redelijk te werken.

De module voor het berekenen van de straling in RACMO is verder ontwikkeld. Het is nu mogelijk de invloeden van diverse broeikasgassen en aërosolen op de

stralingshuishouding expliciet te berekenen. Deze module wordt ook gebruikt in het klimaatmodel van het Max Planck instituut in Hamburg. Ook op het gebied van stralingswaarnemingen uit de ruimte zijn er belangrijke ontwikkelingen. De hoge spectrale resolutie van de GOME metingen creëert unieke mogelijkheden om het absorberend en reflecterend vermogen van atmosfeer en aardoppervlak te onderzoeken. Hierbij kan de specifieke invloed van wolkendruppeltjes, stofdeeltjes en broeikasgassen op de stralingshuishouding van de aarde worden onderscheiden.

Ook is flinke voortgang gemaakt met het analyseren van de dynamica van de atmosferische grenslaag en van wolken. Transportverschijnselen in de troposfeer blijken zeer gevoelig voor de wijze waarop het mengen wordt verdisconteerd van convectieve wolken met hun omgeving. Dit soort mengprocessen is niet alleen van belang voor de wolken zelf maar ook voor de mate waarin verdamping boven zee plaats vindt. Dit heeft belangrijke implicaties omdat de verdamping boven zee de sterkte van de hydrologische kringloop bepaald en daarmee de grootschalige atmosferische circulatie. Het is dus zeer belangrijk dat convectie goed wordt beschreven in atmosfeermodellen.

Regionale en mondiale atmosfeermodellen kunnen worden getoetst door korte termijn voorspellingen van deze modellen te vergelijken met waarnemingen. De sectie AO heeft deelgenomen aan het ECMWF Re-Analysis Project (ERA), dat door de EU ondersteund werd. In dit project zijn met het ECMWF model dagelijkse 36 uur voorspellingen gemaakt over een periode van 15 jaar. Modelprofielen van wind, temperatuur en vocht zijn vergeleken met Cabauw data. Het blijkt dat het model wind, temperatuur en vocht weliswaar redelijk beschrijft, maar dat de verticale gradiënten niet goed worden weergegeven. Met name heeft het model moeite met het voorspellen van de vorming en afbraak van grondinversies. Deze bevinding heeft inmiddels geleid tot enkele modelverbeteringen. Ook zijn de modelbewolking, stralingsfluxen en de energiebalans aan het oppervlak vergeleken met Cabauw data. Deze vergelijking bracht belangrijke verschillen aan het licht die thans nader worden onderzocht.

Seismologisch Onderzoek

Kernstopverdrag

Het verslagjaar was voor de hele seismologische wereld een gedenkwaardig jaar. Na meer dan 20 jaar van discussie en onderhandelingen kon uiteindelijk een alomvattend kernstopverdrag, het Comprehensive Test Ban Treaty (CBTB) worden getekend. Aan de totstandkoming van het kernstopverdrag heeft het KNMI, als participant van de "Group of Scientific Experts" (GSE) in Genève, een bijdrage geleverd.

Verificatie van dit verdrag vindt plaats via een International Monitoring System, bestaande uit een wereldwijd geofysisch netwerk van stations, toegespitst op met name vier technieken: seismische-, hydroacoustische-, infrageluid- en radionuclide detectie.
Met betrekking tot de seismologie zullen in totaal 75 primaire en 120 secondaire stations mondiaal eventuele kernexplosies moeten gaan signaleren met een ondergrens van 1 kiloton, equivalent aan magnitude 3,5 (Richterschaal). Alle data gaan naar het International Data Centre in Wenen voor analyse en archivering.

Naast de pure bewakingstaken van de netwerken zullen de gegevens van deze netwerken op grote schaal gebruikt worden voor wetenschappelijke doeleinden en kunnen voor seismologen van groot nut zijn. De drie kernproeven in 1996, gehouden door Frankrijk (1) en China (2), mogen worden beschouwd als definitief de laatste.

Aardbevingen in Nederland

Het aantal in 1996 geregistreerde Nederlandse aardbevingen was groter dan in voorgaande jaren en bedroeg 42. Hiervan vonden er 41 plaats in Noord-Nederland, waarvan er 10 gevoeld werden. De bevingen hadden een magnitude variërend van 0,2 tot 2,7. In het algemeen betreft het hier geïnduceerde bevingen als gevolg van gaswinning. De toename van het aantal geregistreerde bevingen is voor een belangrijk deel toe te schrijven aan de grotere detectiecapaciteit van het nieuwe netwerk van boorgatseismometers, dat gedurende heel 1996 operationeel was. Dit netwerk realiseert de detectie van zeer lichte lokale aardschokjes met een magnitude < 1,0. Deze categorie vormde in 1996 circa 25% van het totale aantal bevingen in Noord-Nederland.

Klimatologische Dienstverlening

Duizend jaar weer, wind en water in de lage landen

In augustus 1996 verscheen bij Uitgeverij Van Wijnen in Franeker het tweede deel van de vijfdelige reeks boeken "Duizend jaar, weer, wind en water in de Lage Landen", geschreven door historisch geograaf Jan Buisman in samenwerking met het KNMI. In het eerste deel is het tijdvak 763-1299 beschreven en in het tweede deel het tijdvak tot 1450. De boeken bieden wetenschappelijk verantwoorde klimatologische overzichten van winter- en zomertemperaturen, droge en natte periodes en stormen en een scala aan onderwerpen met een klimatologische of weerkundige grondslag zoals de Zwarte Dood. Het Middeleeuws Klimaatoptimum en de Sint Elizabethsvloed van 1421. Verder wordt de lezer geboeid door verhalen over de mensen achter het weer: boeren die hun (wijn)oogsten verloren zien gaan, vorsten die met hun legers in de modder blijven steken en bewoners van het overstroomde rivierengebied die in een strenge winter halfbevroren van de daken worden gehaald. Buisman voert ons terug naar de werkelijkheid van eeuwen geleden, alsof we nu het weer ondergaan en onthult daarbij nieuwe feiten. De belangstelling voor de boeken is groot, niet alleen van het algemene publiek, maar ook van de (internationale) wetenschappelijke wereld. De pers besteedde in lovende recensies veel aandacht aan de boeken, die zelfs bij de Top Tien terechtkwamen. Van het eerste en tweede deel zijn inmiddels meer dan negenduizend exemplaren verkocht. De serie is in de boekwinkel verkrijgbaar.

Handboek Waterbeheer

Onder de titel 'Waterbeheer, Handboek voor milieubeheer' verscheen bij uitgeverij Samson H.D. Tjeenk Willink een naslagwerk dat zich vooral richt op waterbeheerders en -adviseurs in hun dagelijkse praktijk. De uitgave, in de vorm van een bundeling van losbladige hoofdstukken, is een dynamisch naslagwerk voor het Integraal Waterbeheer in Nederland, dat regelmatig wordt bijgewerkt met de nieuwste gegevens. Het KNMI heeft aan dit handboek een bijdrage geleverd over het neerslag- en verdampinsgklimaat. De bijdrage is een actualisering van het onder hydrologen en ingenieurs populaire boek 'Neerslag en Verdamping' van het KNMI dat in 1980 bij de Staatsuitgeverij verscheen in de reeks 'Het klimaat van Nederland'.

In de KNMI-bijdrage komen achtereenvolgens aan bod: normaalwaarden en tijdreeksen die het klimaat van Nederland karakteriseren, de bepaling van neerslag en verdamping, de gemiddelde verdeling van neerslag en verdamping naar plaats en tijd, de waargenomen schommelingen en extremen en de bepaling van de neerslag in specifieke gebieden.

Het handboek "Waterbeheer" is losbladig uitgave van Samson H.D. Tjeen Willink, in Alphen aan de Rijn en bestaat uit twee ringbanden met circa 1525 pagina's. (ISBN nummer 90 6500 490 4; prijs *f*225,- exclusief BTW en verzendkosten).

Meteorologische Opleidingen

Het KNMI beschikt over een team van docenten voor de opleidingen van leveranciers en gebruikers van meteorologische gegevens en voor de scholing van eigen medewerkers.

Leveranciers

In 1996 is een grote groep van verkeersleiders van Rijkswaterstaat opgeleid tot Meteorologisch Waarnemer Vlissingen. Bij het Schelde Coördinatie Centrum zijn daarmee voldoende opgeleide verkeersleiders om de waarneemtaak per 1 januari 1997 over te nemen van de KNMI vestiging te Vlissingen.

Ook radio-operators van offshore-installaties zijn weer bij het KNMI op bezoek geweest voor een meteorologiecursus. In 1996 is deze zogeheten METRO cursus drie maal gegeven voor in totaal 15 radio-operators.

Afnemers

Het KNMI levert steeds meer producten aan de markt en dat vraagt om meer opleiding voor de gebruikers. Zo hebben afnemers van het waterweerbericht in 1996 de cursus weerkunde voor watersporters gevolgd. Deze cursus is georganiseerd in samenwerking met het Koninklijke Nederlandse Watersport Verbond (KNWV) en werd door de 35 mensen enthousiast ontvangen.

Eigen medewerkers

De aandacht van de scholing van de eigen medewerkers is in 1996 gericht op onder andere de satellietmeteorologie. De SATellite REPort methode (SATREP) is geïntroduceerd bij de meteorologen van het KNMI. Deze methode integreert satellietdata met modelgegevens tot een actuele atmosfeerdiagnose. Onmisbaar voor de meteoroloog die de weersverwachting moet bewaken en de wetenschapper die de modellen ontwikkelt. Daarnaast is scholing op het gebied van marketing van weerproducten het afgelopen jaar een "must" geweest voor diegene die direct contact heeft met klant. Dit geldt voor de meteoroloog die verwachtingen verkoopt aan een bepaalde bedrijfstak, voor de klimatoloog die data over het verleden weer verstrekt en voor de ontwikkelaar die producten van modellen verkoopt. Dank zij deze marketingkennis betreedt het KNMI met steeds meer succes de markt van "het weer".

Maritiem Meteorologische Dienst

De Maritiem Meteorologische Dienst (MMD) is het afgelopen jaar zeer actief geweest. Het produktieproces is verder verbeterd door uitbreiding en verbetering van de computerapplikatie, de "weermachine" van de MMD. Op internationaal vlak is er met andere maritiem meteorologische diensten gewerkt aan een handboek voor de offshore-indistrie, dat eind 1996 is voltooid. De MMD werkte aan verschillende beurzen mee, zoals "Oceanology '96, de HISWA en de Eurogoos-conferentie". In 1996 zag een nieuwe folder van de maritiem meteorologische dienstverlening het licht.

Klanten

In 1996 kon de MMD, nadat de concurrentie in een tender-procedure verslagen was, de NAM weer als klant verwelkomen. Na een afwezigheid van 3 jaar kwam deze gewaardeerde klant weer terug naar het KNMI, met name op grond van de kwaliteit die de MMD levert. Met andere offshore-klanten werden contracten verlengd.

Gedurende het gehele jaar werd Ballast Nedam in Denemarken via de MMD van weersinformatie voorzien. Ballast Nedam legt, in samenwerking met andere bedrijven, een brug over de Oresund.

Bij het realiseren van de omzet bleek hoe weersafhankelijk een bedrijf als het KNMI en vooral de MMD is. Met name in de winter en het voorjaar was het wat betreft wind zeer rustig, wat blijkt uit de omzet per kwartaal. In de tweede helft van het jaar werd de Noordzee geteisterd door een flinke westelijke circulatie hetgeen zelfs in augustus resulteerde in het sluiten van de Oosterscheldekering.

Met Directie Noordzee is een discussie opgestart over taken en verantwoordelijkheden en over het gebruik van modellen en verificatie. Directie Noordzee krijgt sinds 1996 extra wind- en getijdata ten behoeve van de neurale netwerkmodellen. Met het gemeentelijk havenbedrijf Rotterdam zijn onderhandelingen gestart over het contractueel vastleggen van de leveringen van het KNMI. In 1996 werd het door het havenbedrijf gewenste pakket onverkort geleverd.

Offschoreverwachtingen via internet

Op verzoek van de NAM is eind 1996 gestart met het onderzoek of Internet gebruikt kan worden voor het verspreiden van de offshore-verwachtingen. Voor de MMD kan het als voordeel hebben dat de faxverzending geminimaliseerd wordt, maar vooral dat met dit nieuwe produkt mogelijk nieuwe produkt-markt combinaties aangeboord kunnen worden. Eind 1996 resulteerde dit in een semi-operationele opzet die naar tevredenheid werkt.

Luchtvaart Meteorologische Dienst

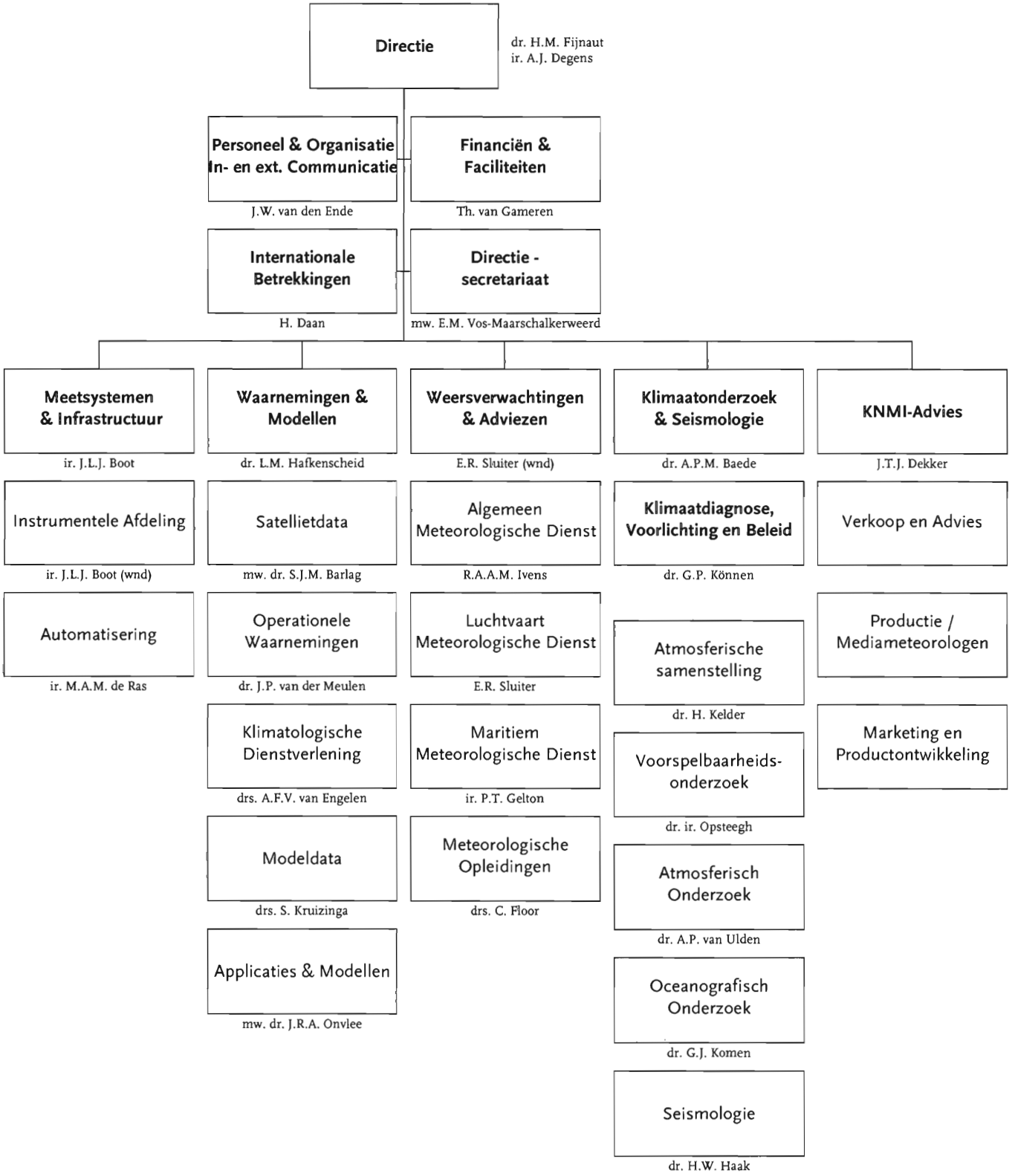
Nederland is, als ondertekenaar van het Vedrag van Chicago, verplicht de burgerluchtvaart te voorzien van luchtvaartmeteorologische inlichtingen. De Luchtverkeersbeveiliging (LVB) heeft een meerjarig contract met het KNMI voor levering van luchtvaartmeteorologische informatie, die plaatsvindt vanaf de vestigingen op Schiphol, de luchthaven Groningen, Maastricht Aachen-Airport , de luchthaven Rotterdam en de Koninklijke Marine in Den Helder. Eén van de belangrijkste ontwikkelingen van de laatste jaren op het gebied van de luchtvaartmeteorologie is de introductie van het Meteorologisch Selfbriefings Systeem (Metsel). Dit informatiesysteem voor de luchtvaart, in het verlengde van het Meteorologisch Werkstation, fungeert als elektronische balie.

In 1996 is Metsel op alle luchthavens ingevoerd waardoor de diensten gereorganiseerd zijn. Zo is het dankzij Metsel voor weerkundigen mogelijk geworden op de regionale luchthavens in solodiensten te werken. Daarmee zijn voorbereidingen getroffen om het aantal diensten van tien naar acht terug te brengen. De kostenbesparing die de introductie van Metsel oplevert is zeer welkom in de luchtvaartmeteorologische wereld, die economisch sterk onder druk staat. Op de luchthaven Groningen is als eerste een geïntgreerde Meteo-Fio desk gerealiseerd: één gezamenlijke balie voor het "Flight Information Office" (FIO) en de Meteorologische Dienst.

Met Martin Air is een overeenkomst afgesloten voor de plaatsing en implementatie van een Meteorologisch Selfbriefingssysteem ten behoeve van de veiligheid van de luchtvaart. Het contract met Martin Air voorziet ook een stappenplan om met elkaar te komen tot verdere samenwerking en efficiency.

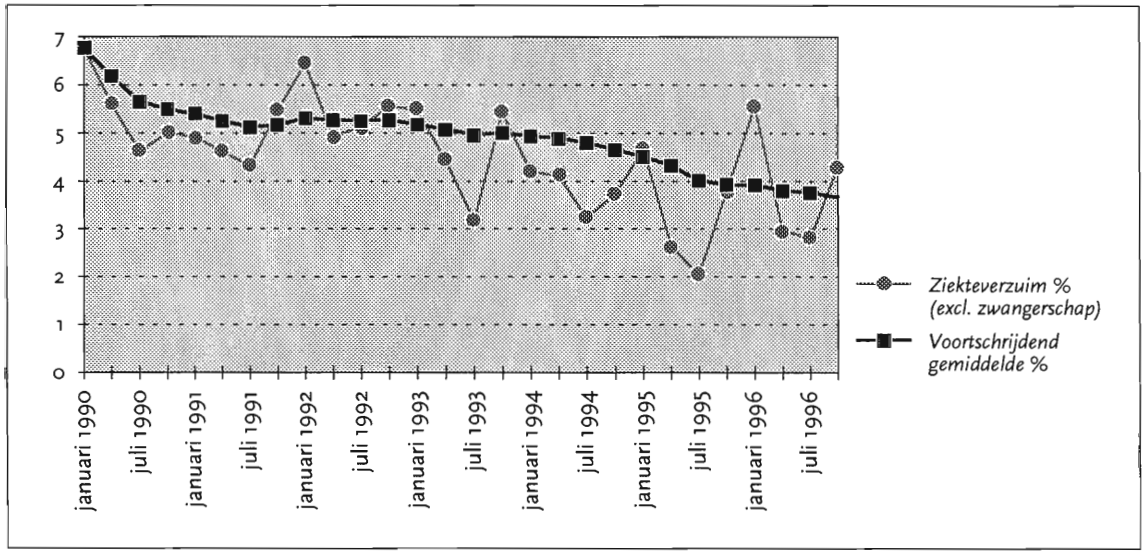
Bijlagen

Organigram


Directie
dr. H.M. Fijnaut
ir. A.J. Degens
Personeel & Organisatie
In- en ext. Communicatie
J.W. van den Ende
Financiën & Faciliteiten
Th. van Gameren
Internationale Betrekkingen
H. Daan
Directie - secretariaat
mw. E.M. Vos-Maarschalkerweerd
Meetsystemen & Infrastructuur
ir. J.L.J. Boot
Instrumentele Afdeling
ir. J.L.J. Boot (wnd)
Automatisering
ir. M.A.M. de Ras
Waarnemingen & Modellen
dr. L.M. Hafkenscheid
Satellietdata
mw. dr. S.J.M. Barlag
Operationele Waarnemingen
dr. J.P. van der Meulen
Klimatologische Dienstverlening
drs. A.F.V. van Engelen
Modeldata
drs. S. Kruizinga
Applicaties & Modellen
mw. dr. J.R.A. Onvlee
Weersverwachtingen & Adviezen
E.R. Sluiter (wnd)
Algemeen Meteorologische Dienst
R.A.A.M. Ivens
Luchtvaart Meteorologische Dienst
E.R. Sluiter
Maritiem Meteorologische Dienst
ir. P.T. Gelton
Meteorologische Opleidingen
drs. C. Floor
Klimaatonderzoek & Seismologie
dr. A.P.M. Baede
Klimaatdiagnose, Voorlichting en Beleid
dr. G.P. Können
Atmosferische samenstelling
dr. H. Kelder
Voorspelbaarheids-onderzoek
dr. ir. Opsteegh
Atmosferisch Onderzoek
dr. A.P. van Ulden
Oceanografisch Onderzoek
dr. G.J. Komen
Seismologie
dr. H.W. Haak
KNMI-Advies
J.T.J. Dekker
Verkoop en Advies
Productie / Mediameteorologen
Marketing en Productontwikkeling

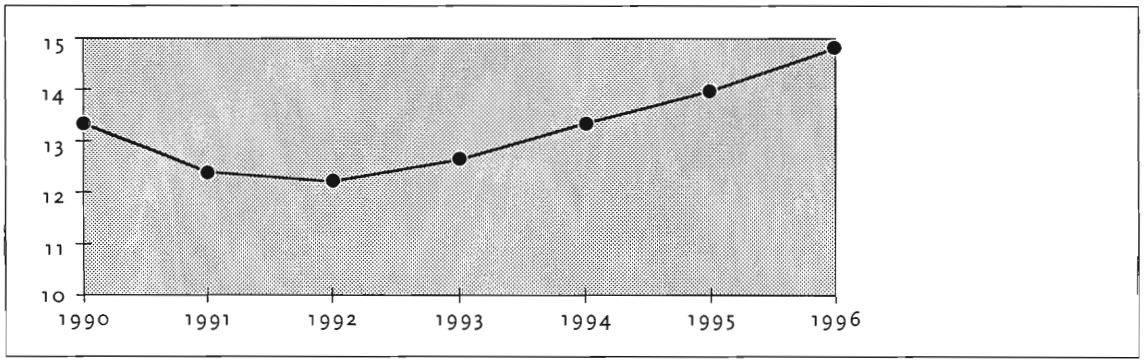
Het KNMI in cijfers - *Personeel*

Grafiek 1. Ziekteverzuimpercentage door de jaren heen



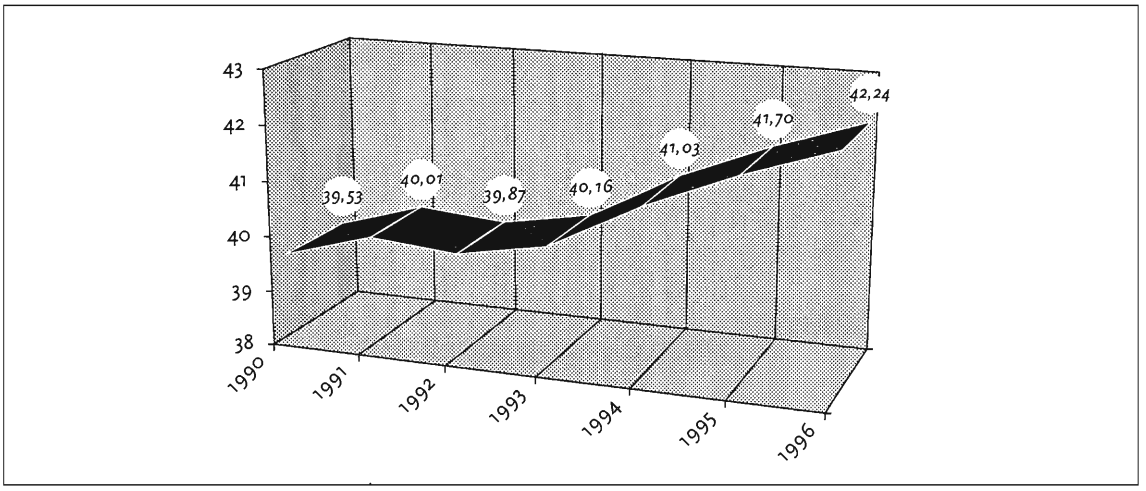
Uit grafiek 1 blijkt dat het ziekteverzuimpercentage de laatste 6 jaar een dalende tendens te zien geeft.

Grafiek 2. Gemiddelde lengte dienstverband



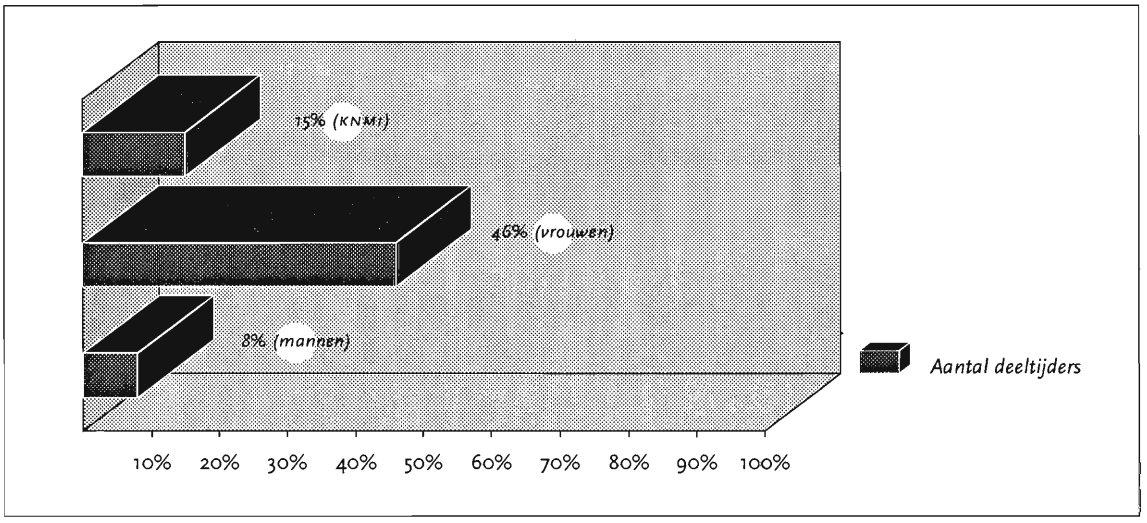
Uit grafiek 2 blijkt dat het gemiddelde dienstverband na een daling in 1991 en 1992 de laatste 4 jaren gestaag aan het stijgen is tot een gemiddelde hoogte van bijna 15 jaar in 1996.

Grafiek 3. Gemiddelde leeftijd KNMI



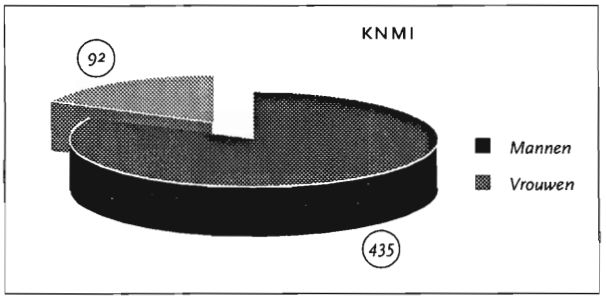
In grafiek 3 wordt over de periode 1990-1996 de gemiddelde leeftijd van het KNMI weergegeven.
In 6 jaar tijd is de gemiddelde leeftijd met ruim 2 jaar gestegen tot 42.24 in 1996.

Grafiek 4. Percentage deeltijders KNMI.



Uit grafiek 4 blijkt dat in 1996 15% (77 medewerkers) in deeltijd heeft gewerkt.
Van de vrouwen werkt 46% in deeltijd (de overheid 65%) en van de mannen werkt 8% in deeltijd (de overheid15%).

Grafiek 5. Verdeling man/vrouw KNMI



In grafiek5 wordt het percentage vrouwen voor het KNMI weergegeven.
Het percentage vrouwen ligt al sinds jaren op bijna 20% (totale overheid in 1996: 38%).

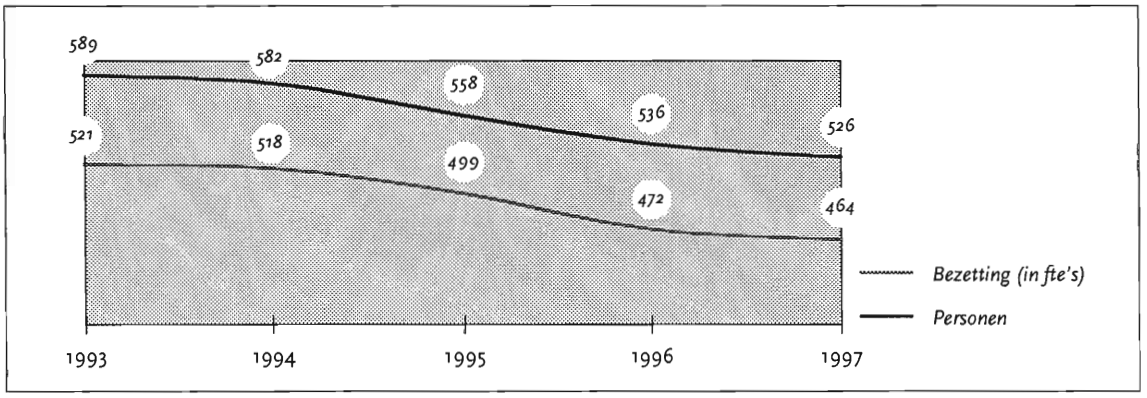
Tabel 1. Overzicht bezetting 1996

	Bezetting (fte's)	Waarvan tijdelijk (fte's)	Aantal medewerkers
Staf	59.4	3.5	67
MI	82.5	1.1	85
WM	67.1	4.1	110 *
WA	187.8	11.7	198
KS	67.3	2.8	71
Totaal KNMI	**464.1**	**23.2**	**527 ***

** = inclusief termijnwaarnemers*

Op 31 december 1996 bedroeg de bezetting van het KNMI in fte's uitgedrukt 464. Het KNMI had per 31 december 1996 527 medewerkers in dienst. Het totaal aantal medewerkers van de sectoren is niet gelijk aan het totaal van het KNMI aangezien een enkele medewerker voor twee sectoren werkt.

Grafiek 6. Capaciteit door de jaren heen



Uit grafiek 6 blijkt dat de beschikbare capaciteit binnen het KNMI vanaf 1993 aanzienlijk is gedaald.
De bezetting is met 57 fte's afgenomen. Het aantal personen werkzaam binnen het KNMI is met 63 afgenomen.

Het KNMI in cijfers - *Financieel*

Het jaarverslag bevat niet de financiële verantwoording die ten behoeve van de Staten-Generaal wordt opgesteld. De gegevens in dit jaarverslag zijn consistent met de ontwerp-financiële verantwoording die op moment van publicatie van dit verslag nog ter beoordeling aan de Algemene Rekenkamer moest worden aangeboden.

Balans *)

	31 dec. 1996	*1 jan. 1996*
Activa		
Materiële vaste activa	30.166	28.093
Voorraden	571	243
Vorderingen	6.265	9.181
Liquide middelen	16.716	7.368
Passiva		
Agentschapsvermogen	43.429	39.481
Schulden	10.289	5.404
Balanstotalen	53.718	44.885

Winst- en verliesrekening *)

	1996	*1995*
Opbrengsten		
Ministerie van Verkeer en Waterstaat	50.101	49.535
Overige	27.038	25.877
Totaal opbrengsten	77.139	75.412
Kosten		
Personeel	46.400	46.101
Onderhoud	5.089	4.746
Communicatie	2.533	1.956
Huisvesting	1.769	1.598
Bijdragen int. org.	2.621	2.836
Afschrijvingen	11.077	9.031
Overige	6.686	5.812
Totaal kosten	76.175	72.080
Resultaat (winst)	964	3.332

Opbrengsten per produktgroep *)

Naam produktgroep	*bedrag 1996*	*bedrag 1995*
Algemeen wetenschappelijk onderzoek	4,5	3,5
Klimaatonderzoek en adviezen	12,7	13,7
Seismologische adviezen	2,5	2,5
Publieksvoorlichting	0,3	0,2
Algemene weersverwachting / waarschuwingen	18,1	18,5
Maritieme weersverwachting / waarschuwingen	10,3	9,3
Luchtvaartverwachting / waarschuwingen	18,6	18,2
Data en klimatologische adviezen	7,8	7,9
Beleidsadviezen	0,9	0,9
Overige	1,4	0,7

*) *Bedragen in miljoenen guldens*

Het weer in 1996: koud, zeer droog en zonnig

Met een gemiddelde temperatuur in De Bilt van 8,6°C was het jaar voor het eerst sinds 1987 weer eens kouder dan normaal (gemiddeld over 1961-1990). De temperatuur lag zelfs 0,8° onder normaal en daarmee was 1996 het 'koudste' jaar sinds 1985 (8,5°C). Het koudste jaar van de eeuw is 1963, het jaar van de strengste winter, met 7,8°C als gemiddelde.

Ook 1996 opende met een zeer koude winter en die winter bezet met gemiddeld -0,1°C de achtste plaats bij de koude winters van de eeuw. De vorst begon al meteen in december 1995 en wist maar niet van ophouden; voor de ijsberichtendienst was het de langste winter sinds de jaren veertig. Op 9 februari noteerde Twenthe -21,0°C! IJzel veroorzaakte veel overlast, doordat de vorstgrens geregeld boven ons land lag. In het zuiden was de winter daardoor veel minder koud dan in het noorden, waar op 19 februari zelfs een bescheiden sneeuwstorm woedde.

Aan het eind van het jaar sloeg de winter opnieuw flink toe. December 1996 was met gemiddeld 0,6°C (normaal 3,2°C) een koude maand. De maand telde al 18 vorstdagen en 8 ijsdagen. Het jaar eindigde met een koudegolf en dat leverde de koudste jaarwisseling sinds 1978/1979. Op oudejaarsdag daalde de temperatuur in de Achterhoek tot -15°C.

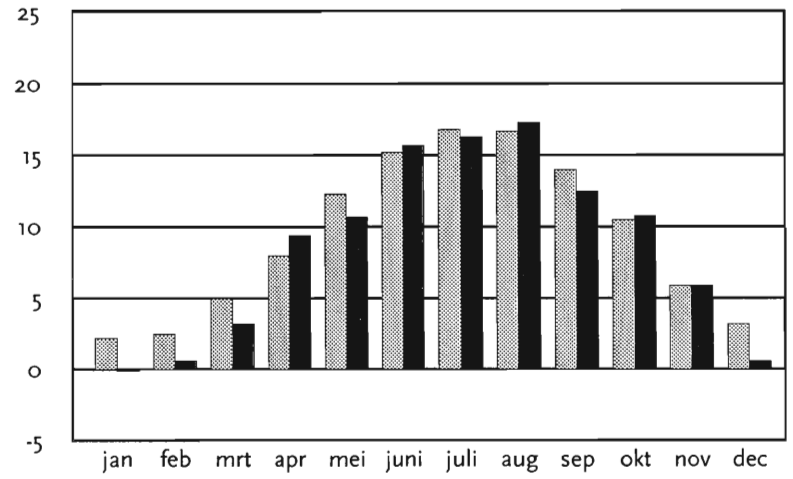
De regenmeter in De Bilt kreeg 576 mm tegen 804 normaal. Hiermee bezet 1996 de zesde plaats bij de droge jaren van de eeuw. Het droogst was 1921 met slechts 387 mm. De jaarsommen liepen uiteen van 503 mm in Noordoost-Groningen tot 688 mm in de Achterhoek. Vooral de eerste zes maanden waren droog: januari en april leverden maar 8 mm. De lente was met in totaal 61 mm de droogste van de eeuw.

Eind mei begon een wisselvalliger tijd, maar eerst viel er nog weinig neerslag zodat ook de zomer nog een droogteperiode kende. Dankzij plensbuien, vooral in augustus, kwam dit seizoen toch nog vrijwel aan de normale regensom. De zomer van 1996 was een doorsnee-zomer met wel opmerkelijke momenten. Zo werd het in Volkel op 7 juni al 34,8°C en zo'n hitte zo vroeg in de zomer is bijzonder. Daarmee hadden we meteen de warmste dag van het hele jaar gehad; daarna ging het snel bergafwaarts en kwam het in de tweede helft van juni weer tot vorst aan de grond. Extreem waren ook de hagelstenen met een doorsnee van 6 cm die met name in Apeldoorn voor miljoenen schade aanrichtten.

De nazomer was teleurstellend, waardoor de herfst van '96 als koud en nat te boek staat. Vooral november was nat, de eerste natte maand in lange tijd, met in Valkenburg (Zuid-Holland) 175 mm hemelwater.

Het aantal uren zon liep uiteen van 1518 uur in Deelen tot 1918 uur op Terschelling. De Bilt noteerde 1607 zonuren; dat is 127 uur meer zon dan we gewoonlijk hebben. Daarmee was 1996 opnieuw een zonnig jaar, maar minder zonnig dan 1995 toen de zon in De Bilt 1814 uur scheen.

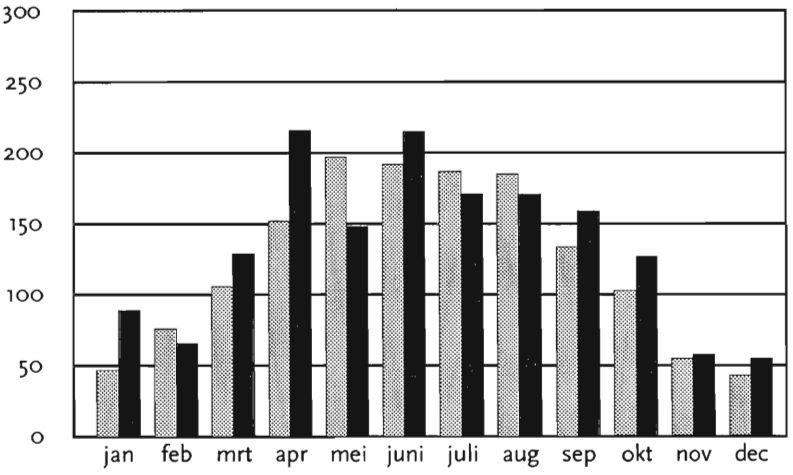
Maandgemiddelde temperatuur 1996 - De Bilt (in °C)



Normaal ▒
1996 ■

Jaargemiddelde 8.6°C
(normaal 9.4°C)

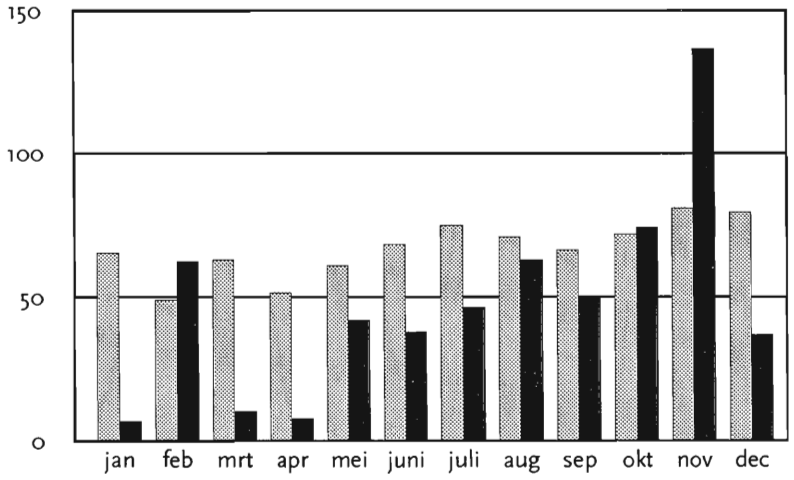
Duur van de zonneschijn 1996 - De Bilt (in uren)



Normaal ▒
1996 ■

Jaarsom 1607 uur
(normaal 1480 uur)

Maandsommen neerslag 1996 - De Bilt (in mm)



Normaal ▒
1996 ■

Jaarsom 576 mm
(normaal 804 mm)