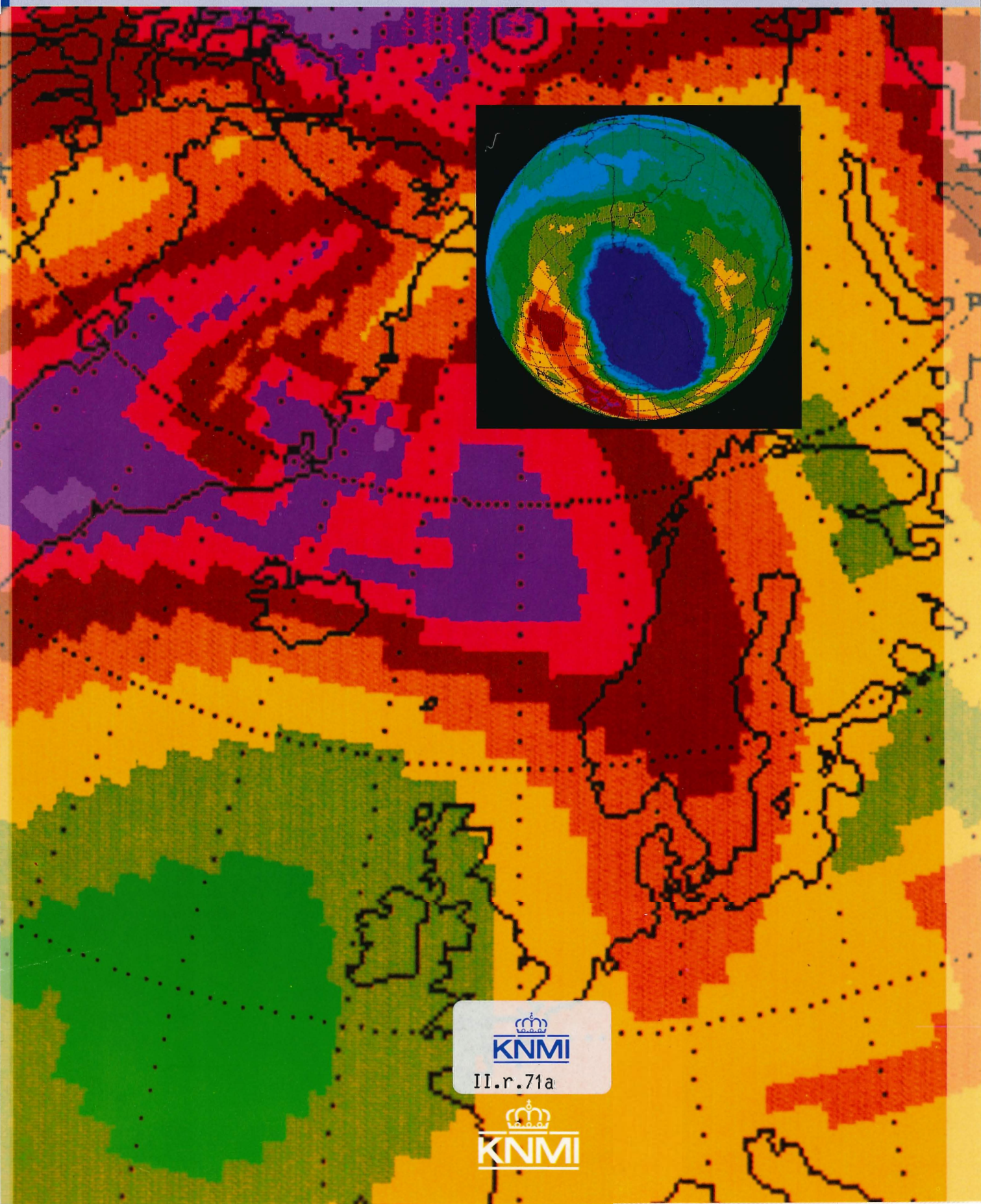
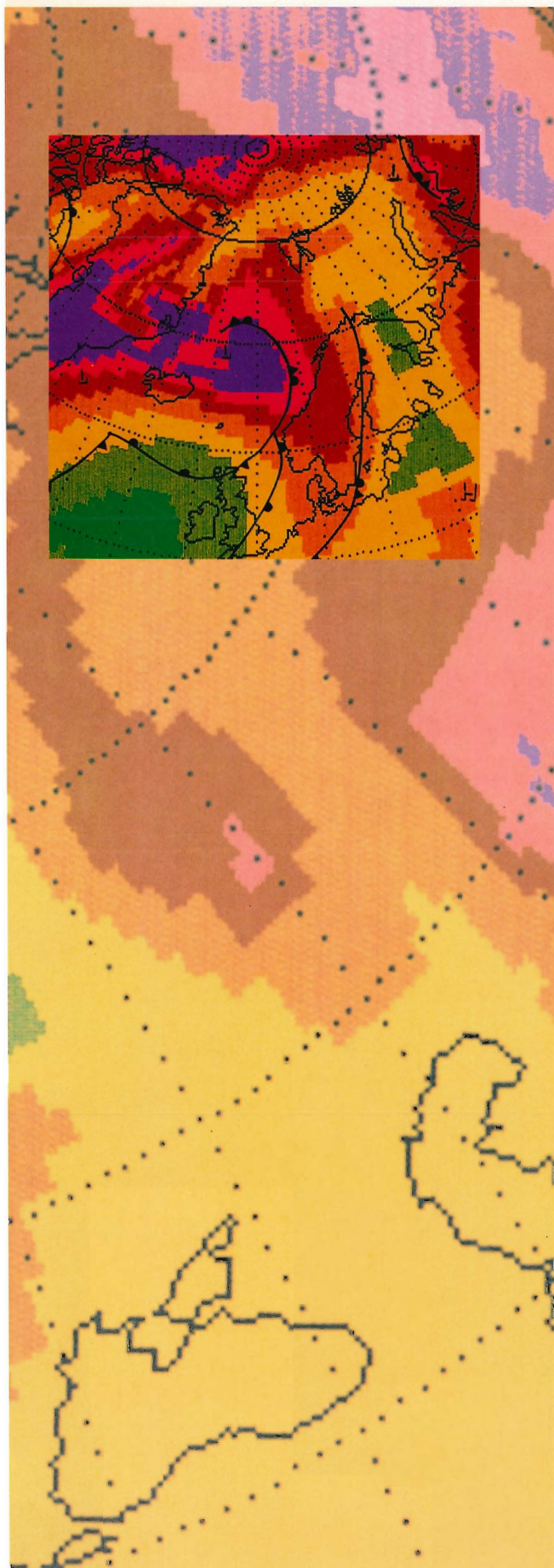


Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut




II.r.71a



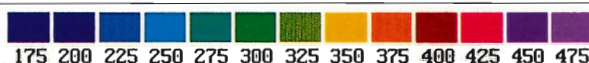


De kaart op de omslag is geen gewone "weerkaart", maar een ozonkaart, waarop de toestand van 6 mei 1992 is weergegeven. De dikte van de ozonlaag in de stratosfeer, op een hoogte van 10 tot 50 kilometer, is in kleuren aangegeven. De kleuren blauw en groen geven de gebieden aan waar de ozonlaag relatief dun is; gebieden met veel ozon zijn rood gekleurd. De ozongegevens zijn afkomstig van de Amerikaanse NOAA-satellieten en worden op het KNMI in De Bilt verder geanalyseerd.

In 1992 was de ozonlaag boven West-Europa dunner dan normaal. Ook op het Zuidelijk Halfrond was er minder ozon in de stratosfeer dan in voorgaande jaren. Het ozongat was dit jaar groter en dieper dan ooit. De detailopname (inzetje op de omslag) laat het ozongat boven de Zuidpool zien op 5 oktober 1992, toen het over bewoond gebied trok.

De dikte van de ozonlaag vertoont grote dagelijkse variaties. Op de afbeelding hiernaast is de gewone weerkaart van 6 mei 1992 met hoge- en lagedrukgebieden en fronten geprojecteerd op de ozonkaart van die dag. Vóór het warmtefront uit wordt de lucht opgetild, wat leidt tot het wegstromen van ozon. Achter het koufront, dat de voorste begrenzing vormt van koudere lucht, wordt de lucht uit de ozonlaag naar beneden gezogen, wat leidt tot hoge ozonwaarden. De hoeveelheid ozon is aangegeven in Dobson eenheden.

Het verband tussen ozon en het weer wordt op het KNMI nader onderzocht met modelstudies (berekeningen van de atmosfeer) en een meetprogramma (ozonsondes).



De mogelijke verandering van het klimaat door menselijk toedoen baart steeds meer zorgen. Een versterking van het broeikaseffect leidt wereldwijd tot hogere temperaturen. Vast staat ook dat de enorme afbraak van de ozonlaag boven de Zuidpool veroorzaakt is door chloorhoudende verbindingen die de mens in de atmosfeer heeft gebracht. Ook op onze breedten neemt de hoeveelheid ozon in de stratosfeer de laatste jaren geleidelijk af. Onderzoek van de ozonlaag maakt deel uit van het klimaatonderzoekprogramma van het KNMI, waarin verder belangrijke aspecten van de klimaatmodellering, zoals de lucht-zee wisselwerking, de rol van wolken en de voorspelbaarheid van het klimaat aan de orde komen.

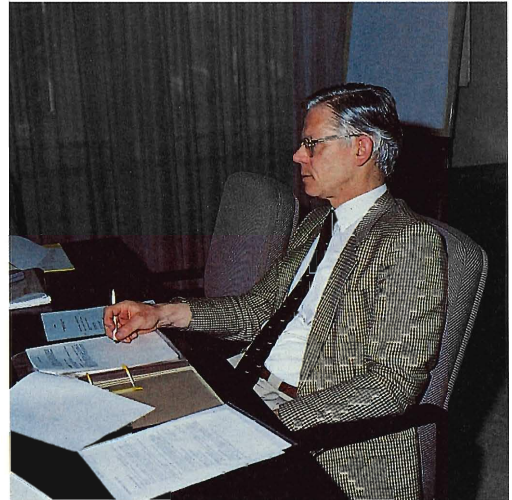
Met onderzoek alleen zijn we er niet: belangrijk is in hoeverre de wereld bereid is tot maatregelen om de menselijke invloed op het klimaat te beperken. Het Klimaatverdrag, dat op de UNCED-conferentie in 1992 werd ondertekend, is een stap in de goede richting. Het KNMI was betrokken bij de onderhandelingen en werkt nu mee aan de uitwerking van de besluiten van de Conferentie en van het Klimaatverdrag.

Maar 1992 stond niet alleen in het teken van het klimaat. De vliegramp bij Faro en de windhoos op Ameland confronteerde ons met de gevaren die het weer kan opleveren. De sterke aardbeving op 13 april bij Roermond veroorzaakte in ons land een schade van naar schatting 200 miljoen gulden.

Van belang zijn de snelle ontwikkelingen op het gebied van de meteorologische dienstverlening, niet alleen door nieuwe technologische ontwikkelingen, maar ook door hechtere internationale samenwerking. Met de ECOMET-voorstellen is de basis gelegd voor een formeel samenwerkingsverband tussen de nationale meteorologische diensten in Europa voor levering van meteorologische gegevens en diensten aan professionele gebruikers en het grote publiek. De beslissing van de regering tot een volwaardige Nederlandse deelname aan het langjarige Europese Aardobservatieprogramma is een grote stap voorwaarts.

Organisatorisch staat het KNMI voor ingrijpende veranderingen vooral door de efficiency-operatie en de voorbereidingen voor de verzelfstandiging. Beide vormen een zware belasting voor het KNMI, waarbij de medewerkers met vaak ingrijpende gevolgen worden geconfronteerd. De prestaties die zij ondanks die zware belasting ook in 1992 weer hebben geleverd en de resultaten die zij hebben bereikt geven mij vertrouwen in een gezonde toekomst van het KNMI.

dr. H.M. Fijnaut
hoofddirecteur KNMI



In 1992 verscheen een nieuw statistisch boek met klimatologische gegevens van de 15 belangrijkste weerstations van het KNMI. De publikatie biedt een uitgebreid overzicht van een groot aantal meteorologische grootheden, zoals temperatuur, luchtdruk, neerslag, verdamping, zon en wind over het tijdvak 1961 - 1990. Behalve voor de meteorologische zusterinstituten en onderzoeksinstituten in binnen- en buitenland is dit klimaatboek een nuttig standaardwerk voor weer-gevoelige beroepen of bedrijven, zoals de landbouw, de bouwnijverheid, het transport en de energie- en recreatiesector.

De Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) schrijft opeenvolgende tijdvakken van dertig jaar voor als klimatologische standaardperiodes en adviseert haar leden de klimatologische normalen over deze tijdvakken te berekenen en te publiceren. In dit nieuwe normalenboek van het KNMI zijn de resultaten te vinden van statistische bewerkingen van de veelal uurlijks verrichte meteorologische waarnemingen. Van alle gegevens van de verschillende weerstations zijn niet alleen de gemiddelden opgenomen, maar ook de uiterste waarden daarvan en frequentietabellen van dagen die voldoen aan bepaalde criteria van temperatuur, neerslag, zon en wind en met verschijnselen als mist, hagel, onweer, sneeuw en ijsvorming door neerslag. Alle gegevens zijn berekend per weerstation en voor het hele land en geordend per seizoen, jaar, maand en decade (periode van tien dagen). De klimatologische gegevens zijn voor het eerst niet alleen gepubliceerd in boekvorm, maar zijn ook beschikbaar in de vorm van een computerbestand met uitleesprogramma op diskette, zodat ze op een personal computer kunnen worden geraadpleegd. Daarnaast is, in afwachting van een normalenboek van de neerslag, een supplement uitgebracht met voorlopige neerslaggegevens van circa 270 neerslagstations van het KNMI over het tijdvak 1961 - 1990.

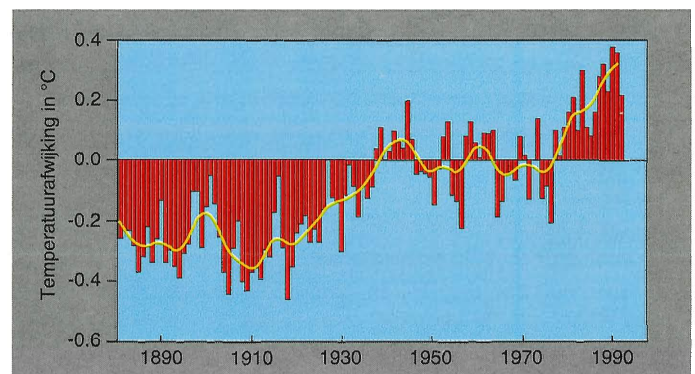
Het KNMI gebruikt nu het nieuwe standaardtijdvak als referentie voor de huidige klimatologische gegevens. Voor nationaal gebruik werd tot voor kort gerefereerd aan gegevens over het tijdvak 1951 - 1980, maar de vorige door de WMO erkende internationale standaardnormaal was gebaseerd op het tijdvak 1931 - 1960. Een vergelijking met de gegevens van de periodes 1931 - 1960 en 1961 - 1990 brengt kleine veranderingen aan het licht, die echter geheel binnen de te verwachten grenzen vallen en kunnen worden toegeschreven aan de natuurlijke grilligheid van het klimaat. >>

 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 (IPCC, 1992).

Het jaar 1992 stond in het teken van het Klimaatverdrag, het Raamverdrag over klimaatverandering dat op de Conferentie over Milieu en Ontwikkeling van de Verenigde Naties (UNCED) door een groot aantal landen, waaronder Nederland is ondertekend. Het KNMI was betrokken bij de voorbereidingen van deze conferentie, die in juni in Rio de Janeiro werd gehouden. De onderhandelingen over het Klimaatverdrag verliepen uiterst moeizaam en de maatregelen, die in het Verdrag zijn overeengekomen gaan Nederland, als pleitbezorger van een aanzienlijke vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, niet ver genoeg. Toch is nu op mondiale schaal een gestructureerd begin gemaakt met de oplossing van een buitengewoon lastig en complex milieuprobleem. In de tweede helft van het jaar werd begonnen met de uitwerking van de besluiten van UNCED en van het Klimaatverdrag. De hoofddirecteur van het KNMI werd benoemd tot voorzitter van een adviescommissie van de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) die de doelstellingen en activiteiten van de WMO en zijn lidstaten af moet stemmen op de resultaten van UNCED. Het KNMI gaf leiding aan de Nederlandse voorbereiding van een vervolgconferentie over het Wereld Klimaatprogramma in het voorjaar van 1993.

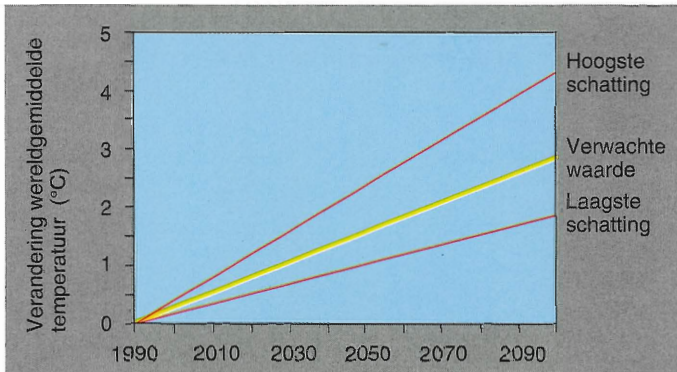
IPCC

Voorafgaand aan de UNCED-conferentie bracht het "Intergovernmental Panel on Climate Change" (IPCC) een supplement uit op het twee jaar eerder verschenen IPCC-rapport. De onderzoekers gaan er nog steeds van uit dat de wereldgemiddelde temperatuur bij een verdubbeling van de hoeveelheid kooldioxyde in de atmosfeer tussen 1,5 °C en 4,5 °C zal stijgen. De gemeten opwarming in de laatste honderd jaar, die met



0,3 tot 0,6 °C nog binnen de natuurlijke klimatologische grenzen ligt, komt op middelbare breedten van het Noordelijk Halfrond vooral tot uiting in de minimumtemperatuur. In het aanvullende IPCC-rapport is bovendien vastgesteld dat verschillende ongewenste effecten elkaar tegenwerken, waardoor de invloed van

- ☐ Verwachte verandering van de wereldgemiddelde temperatuur (IPCC, 1992).
- ☐ De betekenis van wervels in de oceaan voor het klimaat is nog onduidelijk. Het KNMI levert met dit oceaanmodel, waarin wervels voorkomen een bijdrage aan het onderzoek op dit gebied.
- ☐ Het nieuwe normalenboek bevat de klimatologische gegevens van de 15 belangrijkste weerstations van het KNMI over de periode 1961-1990.
- ☐ Videocamera voor observatie van wolken (rechts) en de laserstraal-wolkenhoogtemeter (links) bij de meetmast in Cabauw. De rol van wolken in het klimaatsysteem is een speerpunt in het klimaatonderzoek in de Bilt.



de mens op het klimaat mogelijk nog groter is dan tot voor kort werd verondersteld. Het werk van het IPCC, waarin Nederland door het KNMI is vertegenwoordigd, werd versterkt door een meer gecoördineerde inbreng vanuit verscheidene werkgroepen.

Klimaatonderzoek

Het klimaatonderzoekprogramma van het KNMI begint na enkele jaren voorbereiding duidelijk vruchten af te werpen. Dat resulteert niet alleen in een groter aantal publikaties, zowel wetenschappelijk als populair, maar ook in internationale erkenning. Speerpunten van het klimaatonderzoek in De Bilt zijn de lucht-zee wisselwerking, de invloed van de oceaan op het klimaat, de rol van wolken en straling in het klimaatsysteem, het transport van sporegassen en ozon in en rond depressies en de voorspelbaarheid van het klimaat. Vooral op deze terreinen is veelal door internationale samenwerking grote vooruitgang geboekt.

Zo is in samenwerking met het Europees Centrum voor Weersvoorspellingen op Middellange Termijn (ECMWF) en in

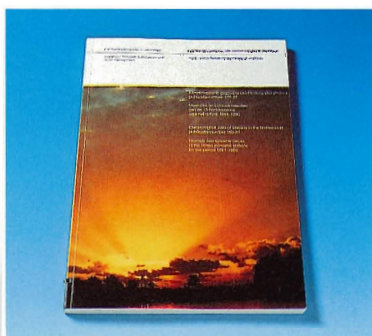
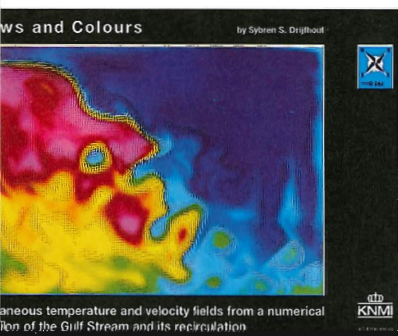
Vergelijken we de cijfers van De Bilt dan blijkt dat het jaargemiddelde van de zonneshijnduur de afgelopen dertig jaar met 6% is afgenomen. Vooral juni was relatief minder zonnig, maar in november, december en februari scheen de zon gemiddeld iets langer.

De maanden januari en februari waren gemiddeld wat minder koud, waardoor de winter iets zachter uitviel. Het voorjaar was daarentegen wat kouder, vooral de maand april. Opmerkelijk was de temperatuurverandering in het najaar: september was gemiddeld kouder, terwijl oktober juist iets warmer was.

De temperatuur gemiddeld over het hele tijdvak 1961 - 1990 bedroeg 9,4°C. Daarmee was het laatste tijdvak 0,1°C warmer dan gemiddeld over het tijdvak 1931 - 1960 en 0,4°C warmer dan gemiddeld over het tijdvak 1901 - 1930.

Wat de neerslag betreft waren de maanden maart, juni, november en december natter, waardoor de neerslaghoeveelheid in De Bilt gemiddeld over het hele jaar met 5% is toegenomen. <<

Het boek "Klimatologische gegevens van Nederlandse stations" met normalen en extremen van 15 hoofdstations voor het tijdvak 1961 - 1990 verscheen bij het KNMI in De Bilt, waar u het kunt bestellen bij de bibliotheek onder publicatienummer 150-27. Prijs (inclusief BTW) f 102,- (boek met toelichting) en f 361,50 (boek met toelichting, diskette (MS-DOS) en uitleesprogramma).



Het klimaat op aarde wordt voor een groot deel in stand gehouden door de warme Golfstroom, die bijdraagt aan het transport van warmte in de richting van de polen. Door dit warmtetransport wordt het temperatuurverschil tussen de evenaar en de polen verminderd en kent de aarde een relatief gematigd klimaat. De Golfstroom lijkt op een meanderende rivier met talrijke turbulente draaikolken en opwellende en zinkende bellen van koud en warm water. In de atmosfeer zien we zo'n zelfde patroon, alleen zijn het hier geen waterbewegingen, maar luchtstromingen die zich meanderend en kolkend een weg banen. Onderzoek van het stromingspatroon in de oceaan levert dus ook inzicht in de circulatiepatronen die zich in de atmosfeer voordoen en die belangrijk zijn voor het weer.

Een sterk meanderende stroming in de oceaan vormt vaak de grens tussen een gebied van kouder en warmer water. Door afsnoering van de meanders wordt water uitgewisseld in de vorm van ringen of wervels, die geïsoleerd raken van de hoofdstroom. De vorming van sommige wervels in de oceaan met een warme of koude kern komt overeen met de vorming van hoge- en lagedrukgebieden in de atmosfeer. De wervels in de oceaan zijn echter ongeveer twintig maal kleiner dan in de atmosfeer. Een wereldwijd oceaanmodel dat de vorming van hoge- en lagedrukgebieden in het water voorspelt kost achtduizend maal zoveel computertijd als een vergelijkbaar atmosfeermodel. Voor de huidige en eerstvolgende generaties gekoppelde klimaat- en oceaanmodellen is het niet haalbaar om die wervels expliciet te beschrijven. Tevens is er, door gebrek aan waarnemingen, weinig bekend over de invloed van wervels op het warmtetransport in de oceaan. Het effect van de wervels en de kwaliteit van de huidige rekenmodellen kan worden onderzocht met een apart oceaanmodel beperkt tot een klein gebied. >>

☐ Wolken beïnvloeden het klimaat via verschillende processen. Een deel van het klimaatonderzoek op het KNMI richt zich op waarneming en modellering van wolken.



het kader van het Nationaal Onderzoeks Programma (NOP) een onderzoek gestart naar processen aan het zee-oppervlak, zoals de opwekking van korte golven en hun effect op de lucht-zee wisselwerking. Op grond van meetresultaten, waarbij onder meer gebruik werd gemaakt van de wind- en golfwaarnemingen van de satelliet ERS-1, is de theorie van golfopwekking aanzienlijk verbeterd. Dit maakt het mogelijk de wisselwerking tussen atmosfeer en oceaan realistischer te modelleren. Zowel weer-, golf- als klimaatverwachtingen hebben daar profijt van. Belangrijk voor de modellering van oceaan en klimaat is het onderzoek naar de rol van oceaanwervels bij het poolwaarts warmtetransport. Onderzoek naar golven en waterstanden deels in het kader van het "Marine Science and Technology"-programma van de Europese Gemeenschap (EG) en in samenwerking met Rijkswaterstaat leidde tot een verbetering van waterstandsvoorspellingen en meerdaagse golfverwachtingen.

Ook in het voorspelbaarheidsonderzoek van weer en klimaat spelen de oceanen een grote rol. Het oceaanmodel voor de klimaatvoorspelbaarheid is verder onderzocht op dynamische eigenschappen. Nieuw is een zeeijsmodel dat de betekenis



Uit experimenten met modellen die ook wervels weergeven (wervel oplossende modellen) blijkt dat het poolwaartse warmtetransport door wervels gecompenseerd wordt, doordat die wervels tegelijkertijd een zuidwaartse warmtestroom opwekken in de oceaan. Dit effect hangt echter sterk af van de manier van wisselwerking tussen de oceaan en de atmosfeer in het model. Bij de warmteuitwisseling met de atmosfeer wordt in oceaanmodellen een standaardtijd voorgeschreven waarbinnen abnormaal warme of koude plekken warmte uitwisselen met de lucht. Een kleine warme plek in de oceaan zal in werkelijkheid echter veel sneller warmte afstaan dan een groter warm gebied. Als de tijdschaal voor de uitwisseling van warmte wordt afgestemd op kleine structuren, zoals een wervel, dan blijkt de compenserende extra warmtestroom die we in de modellen tot nu toe zagen, vrijwel achterwege te blijven. De oorzaak daarvan is dat in de huidige modellen wervels weer door de moederstroom worden ingevangen, voordat ze hun extra warmte af kunnen geven aan de atmosfeer. Als de tijdschaal van warmteuitwisseling wordt afgestemd op kleine wervels, geven wervels een groot deel van hun warmte af aan de atmosfeer, voordat ze worden ingevangen. Dit wordt bevestigd door waarnemingen. De conclusie is dat het inzicht over het effect van oceaanwervels aangepast moet worden en dat de voorstelling van dit effect in de oceaan- en klimaatmodellen waarin wervels niet worden weergegeven belangrijk moet worden verbeterd. <<

van zeeijs voor het klimaat in beeld brengt. Het KNMI ontwikkelde een computeranimatie van de foutengroei in atmosfermodellen, waarin getoond wordt hoe kleine fouten in de begincondities boven de Atlantische Oceaan en boven de Stille Oceaan zich ontwikkelen en wat de consequenties daarvan zijn voor het te verwachten weer in drie steden (Den Haag, Parijs en Barcelona). Deze animatie is in de drie genoemde steden en daarna ook elders in Europa te zien op een tentoonstelling over de chaos-dynamica, die mede door het Museon in Den Haag wordt georganiseerd. Alle vijf onderzoeksvoorstellen op dit gebied die het KNMI dit jaar indiende bij de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) en de EG werden gehonoreerd, waardoor het strategisch voorspelbaarheidsonderzoek een belangrijke nieuwe impuls heeft gekregen.

In het kader van het onderzoek naar de invloed van wolken op het klimaat is in 1992 op de meetmast in Cabauw een wolkenhoogtemeter in gebruik genomen. Bovendien ligt nu een concreet plan op tafel voor een netwerk van een tiental meetstations voor metingen van wolkenbasishoogte en wolken-temperatuur. De meetresultaten moeten een belangrijke

Op 3 december 1992 werd vanaf het waarnemingsterrein in De Bilt een ballon met daaraan de eerste ozonsonde opgelaten. Daarmee werd het startsein gegeven voor een speciaal meetprogramma, dat inzicht moet geven in de oorzaak van het effect van luchtstromingen op de verdeling van ozon in de atmosfeer.

Het stratosferische ozon beschermt de aarde tegen het deel van de ultraviolette straling dat gevaarlijk is voor het leven op aarde. De afbraak van deze ozonlaag boven het Zuidpoolgebied wordt grotendeels veroorzaakt door chloorhoudende verbindingen (CFK's) die de mens in de atmosfeer heeft gebracht. Ook op onze breedten is volgens de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) het laatste decennium sprake van een geringe afname ($\pm 5\%$) van de ozonlaag. Bovendien blijkt uit satellietgegevens dat de hoeveelheid ozon in de atmosfeer van dag tot dag grote variaties vertoont en soms van de ene dag op de andere 50% kan verschillen. Door luchtstromingen veroorzaakt door luchtdrukverschillen, kan ozonarme lucht worden aangevoerd waardoor bij bepaalde weersomstandigheden lage ozonhoeveelheden optreden.

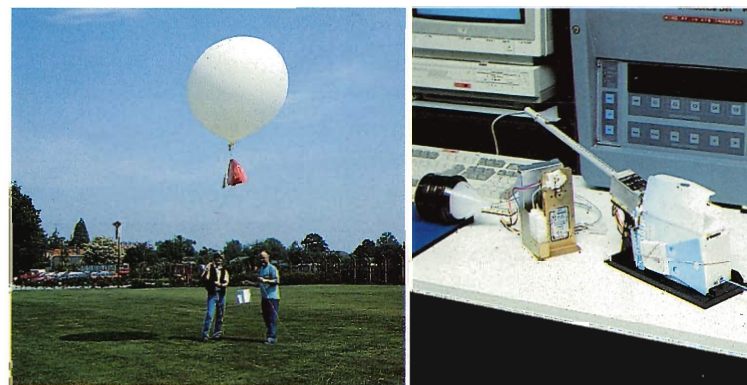
De ozonsondes die het KNMI oplaat meten de verdeling van de hoeveelheid ozon op verschillende niveaus in de atmosfeer. Onderin de atmosfeer zijn hoge ozonconcentraties schadelijk voor mens, dier en plant. Het onderzoek richt zich op het transport van ozon bij depressies. Het mechanisme dat hieraan ten grondslag ligt, is van belang voor de uitwisseling van ozon tussen de stratosfeer en de troposfeer, de onderste laag van de atmosfeer. De sondes worden daarom bij voorkeur opgelaten wanneer in onze omgeving een depressie ligt. Zo'n weersysteem heeft in het algemeen een doorsnede van hooguit duizend kilometer. De ozonoplatingen in De Bilt bieden daarom zeker in combinatie met sonde-oplatingen in België inzicht in de beweging van ozon in en rond depressies. >>

Vanaf december 1992 worden vanuit de tuin van het KNMI in De Bilt regelmatig ozonsondes opgelaten voor metingen van de hoeveelheid ozon in de onderste tientallen kilometers van de atmosfeer. Links de oplating van de ballon met de ozonsonde; rechts de ijking van de meetapparatuur.

bijdrage leveren aan de nog zeer beperkte beschrijving van wolken in klimaatmodellen. Het onderzoek van het KNMI richt zich vooral op een betere beschrijving van relevante wolkenprocessen waardoor deze modellen kunnen worden verbeterd.

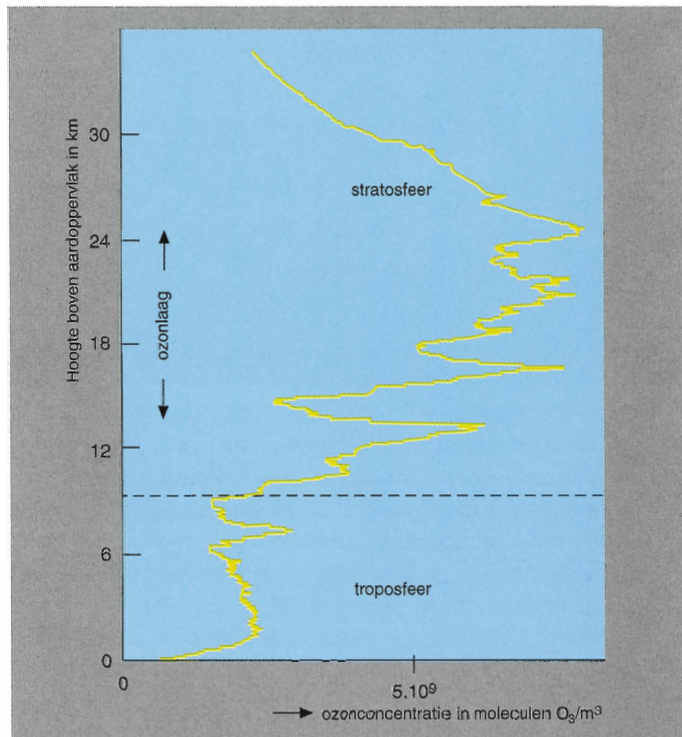
Ozon

In 1992 heeft ook het ozononderzoek op het KNMI mede door externe financiering belangrijke nieuwe impulsen gekregen. Ook in dit onderzoek draait het om modelmatige beschrijvingen van de atmosfeer, waarbij de nadruk ligt op de beweging van ozon en sporegassen bij depressies in het bijzonder rond de tropopauze. Dat is de overgangszone in de atmosfeer tussen de tot circa 10 kilometer hoogte reikende troposfeer en de daar boven gelegen stratosfeer. Ter ondersteuning van dit onderzoek worden sinds december 1992 bij bepaalde weersomstandigheden ozonsondes opgelaten, waardoor de ozonhoeveelheden in de onderste circa 30 kilometer van de atmosfeer nauwkeurig worden gemeten. De eerste meetresultaten en routinematige ozonmetingen vanuit weersatellieten wijzen uit dat de hoeveelheden ozon nauw samenhangen met de weersomstandigheden. Het ozononderzoek van het KNMI moet duidelijkheid brengen in het grootschalige transportmechanisme dat aan deze grote dagelijkse variaties ten grondslag ligt. Daarnaast worden in De Bilt ook op routinebasis metingen gedaan van de hoeveelheid ultraviolette straling. De fluctuaties in de straling hangen nauw samen met het gedrag van de stratosferische ozonlaag, die een deel van deze straling absorbeert.



In augustus 1992 nam het KNMI deel aan een meetcampagne voor meting van ultraviolette straling in Griekenland. De hernieuwde belangstelling voor ozon was voor het KNMI ook aanleiding om een reeks van oude ozonmetingen uit 1965 en 1966 in het Zuidpoolgebied opnieuw onder de loep te nemen. De resultaten, die binnenkort worden gepubliceerd, wijzen uit dat er in die tijd boven de Koning Boudewijn Basis op de Zuidpool geen ozongat bestond.

- ☐ In het profiel, dat de ozonsonde na deze opslating heeft opgeleverd, is te zien dat de stratosfeer de meeste ozon bevat en dat de hoeveelheid ozon vooral onder in de stratosfeer door luchtstromingen sterk varieert.
- ☐ Registratie in De Bilt van de aardbeving op 13 april 1992 bij Roermond.
- ☐

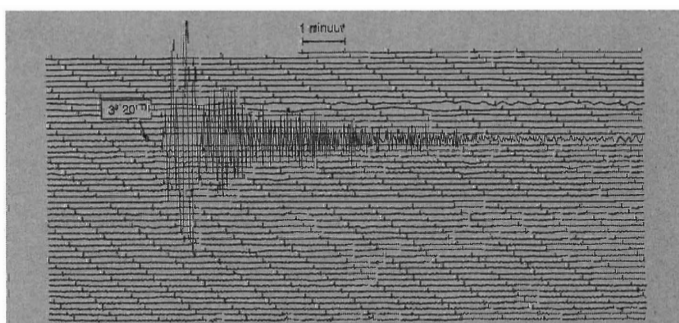


Het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) in Ukkel, waarmee het KNMI nauw samenwerkt, verricht sinds ruim twintig jaar routinematig ozonmetingen in de atmosfeer. Ook uit deze meetreeks blijkt dat de hoeveelheid ozon de laatste jaren is afgenomen, maar minder dan de WMO uit satellietmetingen afleidt. Het KMI komt tot een afname van slechts 2% in het laatste decennium.

De sonde-metingen waarmee het KNMI in De Bilt nu van start is gegaan, moeten meer duidelijk maken over de variaties van de hoeveelheid ozon in de atmosfeer. Het ozon wordt in de sonde gemeten in een oplossing van kaliumjodidezout in water, waar de lucht doorheen stroomt. Het ozon reageert dan met het zout, waarbij elektronen vrijkomen. Tussen twee elektroden die in de vloeistof hangen stelt zich na de chemische reactie een zwakke elektrische stroom in. De sterkte van die stroom is afhankelijk van de hoeveelheid ozon: hoe sterker de stroom, hoe meer ozon. De sonde bereikt een hoogte van ongeveer 35 kilometer en zendt tijdens de opstijging meetgegevens rechtstreeks naar het KNMI, waar de actuele hoeveelheid ozon direct op een beeldscherm wordt afgelezen. Op grote hoogte spat de ballon, waaraan de sonde wordt opgelaten, uiteen en daalt het meetinstrument aan een parachute naar beneden. De vinder van zo'n sonde wordt verzocht het instrument terug te sturen naar het KNMI, dat een vindersloon uitkeert. In tegenstelling tot de sondes, die het KNMI vier keer per dag oplaait voor het meten van temperatuur, wind en vochtigheid, kunnen de ozonsondes weer hergebruikt worden. <<

Seismologie

Voor de seismologen was het een heel bijzonder jaar. De belangrijkste gebeurtenis was de aardbeving bij Roermond op 13 april 1992, de sterkste beving die ooit in Nederland heeft plaatsgevonden. Naar aanleiding van de Roermond-beving zijn nieuwe risico-berekeningen uitgevoerd en op grond daarvan is geen verandering in het seismisch risico voor Nederland vastgesteld. De analyse van de seismogrammen van de aardbevingen in het noorden van Nederland vindt plaats in het kader van een multidisciplinair onderzoek naar de relatie tussen gaswinning en aardbevingen. In verband met dit project zijn bij Finsterwolde ook metingen uitgevoerd met een boorgat-seismometer, een speciale seismometer voor metingen in gebieden met veel bodemruis.



In de nacht van zondag op maandag 13 april om 3u20m werden de bewoners in Roermond en wijde omgeving opgeschrikt door een voor dit gebied bijzonder sterke aardbeving, die in een groot gebied aanzienlijke schade veroorzaakte. Het was de zwaarste aardbeving die ooit op Nederlands grondgebied werd geregistreerd en één van de zes zwaarste bevingen die sinds 1640 in het Benedenrijnse Slenkgebied is voorgekomen.

Het epicentrum van de aardbeving met een Magnitude van 5.7 op de schaal van Richter (intensiteit VII op de schaal van Mercalli) lag iets ten zuiden van Roermond op een diepte van ongeveer 20 kilometer. De haard van de beving lag geologisch gezien in het westelijk deel van het Benedenrijnse Slenkgebied op de Peelrandbreuk. In ons land werd naar schatting voor 200 miljoen gulden schade aangericht aan huizen en gebouwen, voornamelijk aan zwakke constructies van oude gebouwen en schoorstenen. De schok werd niet alleen in heel Nederland, België en Luxemburg gevoeld, maar ook in Oost-Engeland, Noord-Frankrijk en grote delen van Duitsland tot een afstand van ruim 400 kilometer van het epicentrum. De aardbeving werd gevolgd door een groot aantal naschokken. Alleen al de eerste vijf dagen na de hoofdschok heeft het KNMI meer dan 40 naschokken geregistreerd, waarvan de sterkste schok een magnitude van 3.7 bereikte. In totaal zijn in drie weken tijd ongeveer 200 naschokken opgetreden.

Op basis van berekeningen uitgevoerd met behulp van seismogrammen van een groot aantal seismische stations is een voorlopige, maar vrij exacte lokatie vastgesteld van de bevingshaard. De haard van de beving lag geologisch gezien in het westelijk deel van het Benedenrijnse Slenkgebied op de Peelrandbreuk. Deze breuk vormt de scheiding tussen de Centrale Slenk in het zuidwesten (ook wel Roerdalslenk genoemd) en de Peelhorst in het noordoosten. Uit voorlopige analyses blijkt dat de beving het gevolg was van een plotselinge verticale verschuiving langs een noord-west-zuidoost strekkend en naar het zuidwesten steil hellend breukvlak van de Peelrandbreuk. Uit de signaalspectra blijkt dat langs het breukvlak op een diepte van ongeveer 20 kilometer over een oppervlak van circa 15 vierkante kilometer een verplaatsing heeft plaatsgevonden van ruim 10 centimeter.

Behalve de schade aan gebouwen, zoals omgevallen schoorstenen en scheuren in muren, heeft de beving ook aan het aardoppervlak sporen achtergelaten. Op verscheidene plaatsen langs de oevers van de Maas en de Roer is de grond verplaatst en zijn scheuren ontstaan van enkele centimeters breedte tot ruim 2 meter diepte. Door de relatief hoge grondwaterstand van dat moment en de aanwezigheid van zuiver zand in de bodem was dit gebied erg gevoelig voor deze zogenaamde liquefactie verschijnselen, die door aardbevingen kunnen worden veroorzaakt. Tot de waargenomen verschijnselen behoren ook manshoge zandfontein, die tijdens de aardbeving zijn opgetreden. Naar aanleiding van de aardbeving en de waargenomen verschijnselen is een gedetailleerd onderzoek gestart naar het verband tussen de geologie, geomorfologie en met name de bodemstructuur van het gebied waar de verschijnselen zijn voorgekomen. Op deze wijze wordt getracht beter inzicht te krijgen in welke mate dit sedimentatiegebied in het zuidoosten van ons land gevoelig is voor sterke aardbevingstrillingen, waarmee we in dit deel van Nederland rekening moeten houden. <<

 De Roermond-aardbeving veroorzaakte niet alleen veel schade, maar ook scheuren en verzakkingen in het Limburgse landschap. De foto toont een landschuiving bij Brunssum.



Ook met betrekking tot de detectie en identificatie van kernexplosies was 1992 een bijzonder jaar. Door de politieke ontspanning tussen Oost en West is het aantal testexplosies sterk verminderd. Des te opmerkelijker was echter de registratie in De Bilt van een zeer krachtige kernproef op 21 mei in China. De kernproef met een kracht van naar schatting 1000 kiloton en een sterkte van 6,9 op de schaal van Richter was de negende en sterkste ondergrondse kernexplosie in China sinds 1980.

Opmerkelijk was ook de "Friese dreun" op 19 augustus die een golf van publiciteit veroorzaakte. De oorzaak van de drukgolf is niet met zekerheid vastgesteld. De mogelijkheid van een supersoon vliegtuig, dat niet door de radarinstallatie van de Nederlandse Defensie is waargenomen, staat nog open.

Weersverwachting

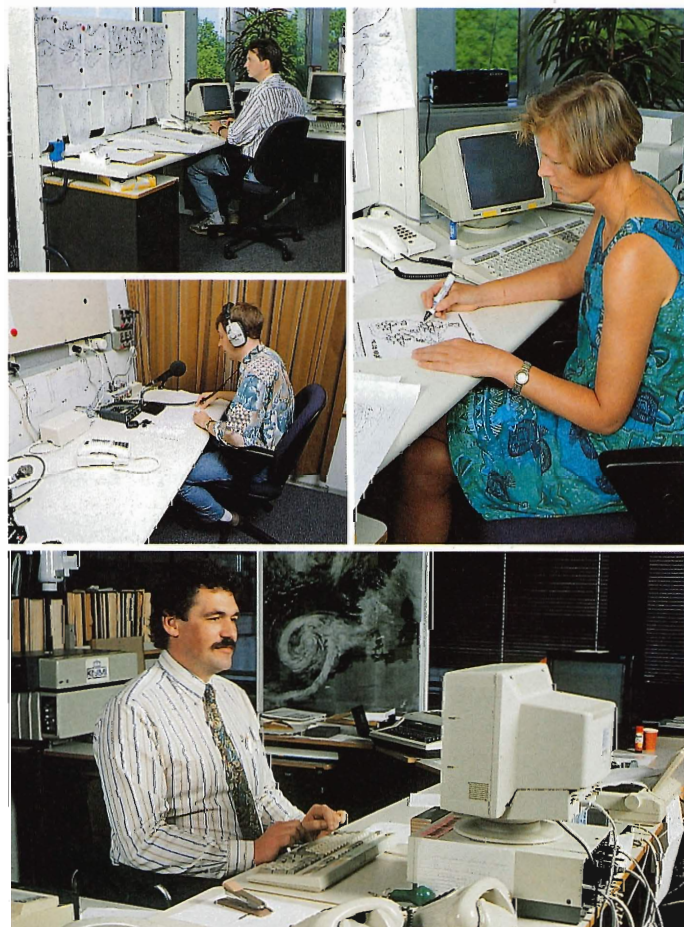
In de berichtgeving over het weer via de publieke radiozenders zijn in 1992 enkele wijzigingen gekomen. Om de zenderkleuring te verbeteren zijn voor elk van de vijf landelijke radiozenders zenderredacties en -coördinatoren benoemd. Met ingang van 4 oktober is in het kader daarvan ook de programmering gewijzigd, waardoor na 45 jaar uitzendingen een einde kwam aan de rubriek "mededelingen voor land- en tuinbouw", waarvoor de informatie door het KNMI werd aangeleverd. Ook de mededelingenrubriek aan het eind van de middag, waarin een uitgebreid weerbericht van het KNMI was opgenomen, verdween van de zender. Wel bleef op Radio 5 het uitgebreide ochtendweerbericht van het KNMI behouden en werd het tijdstip van uitzending verplaatst naar 6u45.

Verkeer

Op 1 mei 1992 veranderde de gegevensinwinning voor de verkeersinformatie die via de radio wordt verspreid. Het KNMI coördineerde vanaf die datum de inbreng van weerkundige gegevens die van belang zijn voor de verkeersinformatie. Vóór die tijd werd dat door de ANWB gedaan. Door de wijzi-

Cees Ceulemans (links boven), Ineke Dorrestein en Harry Bakker van de mediadienst verzorgen weerpraatjes op verscheidene radiozenders.

Meteoroloog Peter Timofeeff: samen met Erwin Kroll presenteert hij de KNMI-weerberichten in het NOS-journaal.



gingen kan de meteoroloog voor het verkeer belangrijke verschijnselen, zoals mistbanken, windstoten of gladheid, sneller doorspelen naar de verkeerscentrale in Driebergen. In Europees verband werkt het KNMI aan het "DRIVE"-project (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe), een onderzoek naar het verband tussen het weer en het gedrag van de weggebruiker. Het aandeel van het KNMI aan dit project heeft vooral betrekking op zicht, gladheid en zijwind.

Radio

In het najaar werd in De Bilt de mediadienst ingesteld, een aantal meteorologen die zich speciaal bezighouden met de presentaties van het weerbericht in de media. Daarmee ging de wens in vervulling van de omroepen om de radiopraatjes zoveel mogelijk door eenzelfde weerkundige te laten doen. De weerberichten, die het KNMI voor de Wereldomroep verzorgt, worden nu door de meteorologen van de mediadienst gepresenteerd. Daarnaast presenteren zij weerberichten op Radio 2 en Radio Utrecht. Medewerkers van de vestigingen van het KNMI op Schiphol, Hoek van Holland, Middelburg en de luchthaven Maastricht verzorgden ook in 1992 routinematig weerberichten

Weer en zeker

Actuele meteorologische gegevens worden gebruikt voor het maken van weersverwachtingen en het opstellen van stormwaarschuwingen. Daarnaast blijven deze gegevens voor altijd een klimatologische functie houden niet alleen voor klimaatbeschrijving, statistische doeleinden en onderzoek, maar bijvoorbeeld ook voor toepassingen in de recreatiesector, verletbepaling, justitie en het verzekeringswezen.

Aan de kwaliteit van klimatologische gegevens, die het KNMI bewaakt, worden op internationaal niveau afgestemde eisen gesteld. Naast de zorg voor het waarnemingsnet behoren validatie, archivering, beheer van databestanden en klimatologische voorlichting tot de belangrijkste taken.

De gegevens worden gepubliceerd in verscheidene periodiek verschijnende publikaties, waarop iedere belangstellende zich kan abonneren voor verzending per post of dagelijks over de fax. Ook bestaat de mogelijkheid door middel van een personal computer via videotex toegang te krijgen tot de databestanden. Deze zeer actuele gegevens zijn dan nog niet gevalideerd, maar wel geschikt voor operationele beslissingen. Bovendien is het KNMI op werkdagen tussen 9 en 12 uur 's ochtends telefonisch bereikbaar voor klimatologische inlichtingen. Vooral na een storm, zware onweersbuien of andere weersverschijnselen die schade hebben veroorzaakt, staat de telefoon roodgloeiend.

Om optimaal op de wens van de klanten in te kunnen spelen en de doelgroepen beter te leren kennen organiseerde het KNMI op 9 april 1992 in het Postiljon Motel in Bunnik een symposium onder de titel "Weer en Zeker". Het symposium, dat vooral bedoeld was voor de landelijke schadeverzekeraars, werd bezocht door zeker 90 personen van 60 verschillende maatschappijen. Medewerkers van het KNMI verzorgden voordrachten over de schade-risico's in Nederland bij stormweer, hagel en onweer en het onderzoek naar deze weersomstandigheden.

De huidige maatschappij is uiterst kwetsbaar voor extreme weersomstandigheden die grote schade aanrichten en de economie kunnen ontwrichten. De schade loopt bij een enkele storm al gauw in de tientallen miljoenen; bij de stormen van januari en februari 1990 werd voor bijna een miljard gulden schade aangericht. Bij blikseminslag wordt niet alleen schade aangericht op de plaats van de inslag, maar door inductie mogelijk tot in de wijde omtrek. De moderne elektronische apparatuur is gevoelig voor inductiestromen die door de bliksem kunnen worden veroorzaakt.

Ook werd aandacht besteed aan het nieuwe automatische meetnet van het KNMI en de nieuwe klimatologische producten voor de verzekeringsmarkt. Op een workshop tijdens dit symposium werden verschillende facetten van het klimaat in Nederland getoond op expositiepanelen. Daarnaast waren demonstraties te zien van het opvragen van klimatologische gegevens via personal computer en werd een overzicht gegeven van de grote verscheidenheid aan publicaties met klimatologische gegevens. Pronkstuk was het nieuwe normalenboek met de klimatologische gemiddelden voor Nederland over het tijdvak 1961-1990. Dit standaardwerk, voor het eerst ook op diskette beschikbaar, is een must voor iedere klimatologisch geïnteresseerde Nederlander. <<

Een ontploffing bij de chemische fabriek Cindu in Uithoorn, een brand bij Pernis, een ontploffing in het Botlek-gebied en een bijna ongeval in de kerncentrale in Sint Petersburg. De balans van een jaar ongevallen, waarbij chemische stoffen in de atmosfeer terecht zijn gekomen, die gevaar op konden leveren voor de bevolking. Bij dergelijke ongevallen is niet alleen de gifconcentratie van de wolk van belang, maar gaat het natuurlijk ook om de verspreiding van de gifwolk. De weersomstandigheden, met name de wind en het temperatuurverloop tot grote hoogte in de atmosfeer, bepalen of de gevaarlijke stoffen zich snel in een bepaalde richting verspreiden en verdunnen.

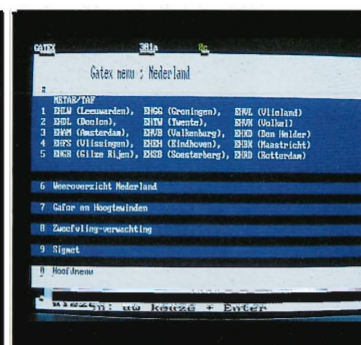
Speciaal voor gerichte meteorologische informatie bij rampen, beschikt het KNMI over een calamiteiten-dienst, een groep van zes calamiteiten-meteorologen die dag en nacht paraat zijn. Het KNMI is opgenomen in gemeentelijke en provinciale rampenplannen en via een geheim telefoonnummer kunnen overheidsinstanties, brandweer en politie rechtstreeks contact opnemen met de calamiteiten-meteoroloog. In samenwerking met het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) heeft het KNMI een computer-model ontwikkeld, het zogenoemde Puff-model, waarmee de verspreiding van verontreiniging in kaart wordt gebracht. Dat model kan elk gewenst moment worden gedraaid en levert de benodigde informatie voor het maken van verwachtingen van de verspreiding van gifwolken over grote afstanden. >>

- ☐ Aan het actuele weerbericht op NOS-teletekst (pagina 702) is een uitgebreide windverwachting toegevoegd.
- ☐ Ballonvaarders, zaken- en privévliegers en sport- en zweefvliegers kunnen voor een efficiënte vluchtvoorbereiding gebruik maken van "GATEX", het speciale KNMI-weerbericht voor de kleine luchtvaart op videotex.
- ☐ De ontploffing bij Cindu veroorzaakte een rookpluim die zich in de onderste kilometer van de atmosfeer door het vrijwel windstille weer recht omhoog verspreidde, maar op grotere hoogte in noordoostelijke richting afboog.

voor de regionale omroepen, zoals Radio Noord-Holland, Radio Rijnmond, omroep Zeeland en omroep Limburg. Na het overlijden van de particuliere weerman Jan Pelleboer in juli 1992 hebben KNMI-medewerkers van de luchthaven Groningen een aantal nog lopende contracten waargenomen, waaronder zijn weerpraatjes bij Radio Noord. De meteorologen van de mediadiens in De Bilt houden zich ook bezig met de verzorging van weerberichten en weerkaartjes in de pers, op NOS-teletekst en de 06-nummers van het KNMI.

NOS teletekst en videotex

Op NOS-teletekst (TT) zijn een aantal verbeteringen aangebracht: aan pagina 702 is een windverwachting toegevoegd en de frequentie waarmee deze TT-pagina en het weeroverzicht op TT-pagina 703 worden ververs, is verhoogd. De weer-



pagina's van Teletekst kunnen zich verheugen in een toenemende belangstelling en waardering. Ook de toelichting op TT-pagina 717 wordt vaak geraadpleegd en zeer gewaardeerd.

In het najaar werd TV-videotex geïntroduceerd, een nieuw medium waarbij door interactief gebruik van telefoon en teletekst, videotex-pagina's kunnen worden geraadpleegd.



De neerslagradar toont de lokatie en intensiteit van de neerslag en laat ook zien of er onweer bij voorkomt. Bovendien biedt de radar de neerslagverwachting voor iedere gewenste plaats in ons land voor de komende twee uur.

TV-videotex maakt het mogelijk via het toetsenbord van een telefoontoestel met druktoetsen en een speciale pagina op RTL4-text toegang te krijgen tot videotex. Het systeem, waarvan het KNMI in de proefperiode meewerkte, is de landelijke opvolger van RITS, Regionale Interactieve Teletekst Service.

Op de videotex-pagina's die het KNMI verzorgt zijn enkele wijzigingen aangebracht. Vanaf februari worden op videotex nieuwe radarbeelden aangeboden, waarop de voor de komende paar uren te verwachten hoeveelheid neerslag wordt aangegeven. De verwachtingen worden opgesteld door middel van berekeningen (extrapolatie) op grond van actuele gegevens van neerslag en wind. Op de radarbeelden kunnen de prognoses voor elke plaats in Nederland worden afgelezen, zodat de gebruiker beschikt over een privé neerslagverwachting voor zijn eigen



plaats of bedrijf. Vooral door professionele gebruikers op het gebied van verkeer (zoals wegbeheerders van Rijkswaterstaat voor gladheidsbestrijding en sneeuwmelding) en landbouw wordt deze nieuwe service op prijs gesteld. In samenwerking met de Stichting Communicatie- en Informatienetwerk voor de Bouw (CIN-BOUW) kwam een nieuw videotex-produkt tot stand met speciale weersverwachtingen voor de bouwwereld. In 1992 hebben ongeveer honderd belangstellenden uit de hoek van de kleine luchtvaart deelgenomen aan een proef met "GATEX", een speciaal weerbericht voor de luchtvaart. Aan de hand van de evaluatie kon dit "General Aviation"-weerbericht, dat binnenkort operationeel wordt, aangepast worden aan de wensen van de gebruikers.

Telefoon

Het algemene telefonische weerbericht van het KNMI via 06-8003 blijft, ondanks het groeiende aanbod van weersverwachtingen in verschillende media, zeer populair. Na de veran-

Het Puff-model werd eerder succesvol gebruikt voor berekeningen van de verspreiding van radioactieve stoffen na de ontploffing van de kerncentrale in Tsjernobyl in 1986 en voor verspreidingsberekeningen van rook door de oliebranden in Koeweit. Kernongelukken moeten vanuit de hele wereld direct worden gemeld bij het Internationaal Atoom Agentschap (IAEA) in Wenen. Vanuit Oostenrijk worden vervolgens diverse instanties, waaronder alle nationale meteorologische diensten, geïnformeerd die betrokken zijn bij de bestrijding en risico-inschatting. Als er wat loos is in de atmosfeer dan weten het publiek en journalisten het KNMI meteen te vinden, ook als nog lang niet bekend is of het om een ernstig ongeval gaat.

Het KNMI verzorgt in de meeste gevallen dan ook een deel van de voorlichting via de media en aan particulieren. Zeker zo belangrijk is de steun aan het beleidsteam van de regering, dat zich in tijden van nood en rampspoed binnen twee uur formeert volgens een nationaal rampenplan. Eén van de meteorologen vertrekt bij ernstige calamiteiten onmiddellijk naar het hoofdkwartier van het Ministerie van Binnenlandse Zaken, waar het KNMI beschikt over een speciaal weerkamertje voor rampen. Daar wordt in gezamenlijk overleg met verschillende ministeries besloten over evacuatie, geneesmiddelen of andere noodmaatregelen. Wanneer vastgesteld wordt dat het om een ernstig ongeval gaat, wordt alle voorlichting centraal vanuit Den Haag gegeven. Voor het zover is heeft de telefoon in De Bilt al roodgloeiend gestaan ... <<

Vanaf 5 november 1992 worden de stormwaarschuwingen voor de scheepvaart opgesteld bij de maritiem meteorologische dienst van het KNMI in Hoek van Holland. Vóór die tijd werden deze berichten gemaakt op de hoofdvestiging te De Bilt. De stormwaarschuwingsdienst van het KNMI, in de vorige eeuw begonnen met seinpalen langs de kust, is nu een modern maritiem meteorologisch centrum, waar meteorologen de weersontwikkeling continu bewaken aan de hand van computerberekeningen en actuele gegevens.

Hevige stormen, waarbij vloten vergingen, waren in de vorige eeuw aanleiding tot de oprichting van nationale meteorologische instituten. Prof. C.H.D. Buys Ballot, de oprichter van het KNMI, stelde op grond van metingen vast dat er een verband bestaat tussen luchtdruk en wind. Door de wet van Buys Ballot kwam de mogelijkheid voor wind- en stormverwachtingen binnen bereik. In ons land werden vanaf de zomer van 1860 telegrafisch overgeseinde actuele gegevens van luchtdrukafwijkingen en wind bekend gemaakt op publicatieborden in de zeehavens. Het was de aanzet tot een stormwaarschuwingsdienst, die het KNMI in 1864 officieel instelde. Engeland startte in 1862 een stormwaarschuwingsdienst voor de kustplaatsen. De waarschuwingen uit Londen werden kenbaar gemaakt door signalen in de vorm van een cylinder met kegels overdag en lantaarns in de nacht. Dit systeem bleek echter niet te voldoen zodat de Engelse stormwaarschuwingsdienst enkele jaren later weer werd gestaakt.

Buys Ballot introduceerde toen zijn aëroklinoskoop, een seinpaal voor het aangeven van storm. Dit apparaat bestond uit een horizontale stang die in een schuine stand kon worden gezet. Hoe groter het luchtdrukverschil tussen twee plaatsen, zoals Groningen en Maastricht, hoe schuiner de stand van de stang. Wind wordt veroorzaakt door verschillen in luchtdruk, zodat de stand aangaf of er storm op komst was. Op de aëroklinoskoop was een windvaan bevestigd, die de windrichting aangaf. In 1867 waren aëroklinoskopen te zien op acht plaatsen langs onze kust en op het dak van het toenmalig hoofdobservatorium van het KNMI, de Zonnenburg in Utrecht. In Engeland en Duitsland werd het idee overgenomen waarbij op de vroegere stormseinen, de palen met cylinders en kegels, zo'n instelbare stang werd bevestigd.

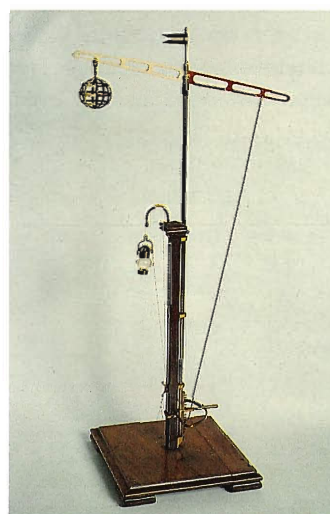
Buys Ballot zag echter meer mogelijkheden om meteorologische gegevens te gebruiken voor de zeevaart. In 1879 stelde hij de commissie voor Wetenschappelijke Zeevaart voor in Amsterdam een filiaal te vestigen van het KNMI. Twee jaar later werd de filiaalinstelling Amsterdam opgericht en in 1900 werd daar de stormwaarschuwingsdienst gevestigd. De aëroklinoskoop raakte uit de tijd en daarvoor in de plaats werden langs de kust een groot aantal posten ingericht, waar overdag bij storm kegels, een bal en vlaggen werden gehesen. In 1916 werden daar ook nachtseinen geplaatst. In dat jaar ging de stormwaarschuwingsdienst om praktische redenen terug naar het hoofdkantoor van het KNMI in De Bilt, dat intussen internationaal tot een belangrijk meteorologisch centrum was uitgegroeid. In 1921 ging, als nasleep van de watersnood van 1916, de Stormvloedseindienst (SVSD) van de Dienst Getijdewateren (DGW) van start. Het KNMI gaf in eerste instantie een waarschuwing voor overschrijding van een bepaalde waterstand, waarna de SVSD tot actie overging.

De stormwaarschuwings- en stormvloedseindienst hebben in de loop van deze eeuw geprofiteerd van de enorme vooruitgang in de meteorologie en communicatie, al waren er ook moeilijke tijden. >>

 De aëroklinoskoop: de seinpaal waarmee Buys Ballot midden vorige eeuw begon met stormwaarschuwingen.

 De KNMI-weertijl: 06-9771 (75 cent per minuut) met het weer voor beroep of bedrijf (land- en tuinbouw, bouwnijverheid, kleine luchtvaart, maritiem, waterstanden en golfhoogten) en 06-9775 (50 cent per minuut) met het weer voor recreatie en toerisme (strand, watersport, sneeuw en vakantie in Europa).

dering eind 1990 van het vertrouwde 003 in het 06-nummer liep het aantal bellers in 1991 terug, maar het afgelopen jaar blijft die teruggang alweer verleden tijd. In 1992 stabiliseerde het aantal oproepen op een aantal van 12 miljoen per jaar. Vooral bij sterk wisselend weer en weersomstandigheden, zoals gladheid, mist of storm wordt 06-8003 frequent gebeld. Tijdens pieken bedraagt het aantal oproepen enkele duizenden per kwartier. Uit marktonderzoek blijkt dat de bekendheid van het tamelijk nieuwe 06-nummer echter nog niet groot is. Dat probleem geldt ook voor de overige 06-nummers van het KNMI met speciale, regionale weerberichten voor het strand, het toe-



risme, de landbouw, de bouwnijverheid, de kleine luchtvaart en de maritieme sector. In 1992 werden voorbereidingen getroffen voor een audiotex-systeem, waardoor alle dertien speciale weerberichten inmiddels toegankelijk zijn via slechts twee korte 06-nummers.

Maritieme- en luchtvaart meteorologische dienstverlening

In 1992 is het takenpakket van de maritiem meteorologische dienst (voorheen hydro meteo centra Rijnmond en Zeeland genoemd) in het kader van een verdere centralisatie van KNMI-taken uitgebreid. De werkzaamheden zijn in de loop van het

De maritiem meteorologische dienst in Hoek van Holland, waar naast speciale weers- en waterstandsverwachtingen voor de scheepvaart nu ook de stormwaarschuwingen worden opgesteld.



jaar uitgebreid met het maken van verwachtingen voor de boor-eilanden op het Nederlands Continentaal Plat, het scheeps-weerbericht voor de Noordzee en het weerbericht via de marifoon voor de Nederlandse kustdistricten en het IJsselmeer. De wind- en stormwaarschuwingen, tot voor kort in De Bilt opgesteld, horen vanaf november tot de taken van de KNMI-meteorologen in Hoek van Holland.

Voor de luchtvaart meteorologische dienst met vestigingen op Schiphol en de luchthavens Maastricht, Rotterdam en Groningen was 1992 een bijzonder jaar in verband met de verzelfstandiging van de Luchtverkeersbeveiliging (LVB) en de onderhandelingen die daarover werden gevoerd. Besloten werd om de luchtvaart meteorologische dienst niet te integreren in de verzelfstandigde LVB en de meteorologische dienstverlening op contractbasis te regelen. Het KNMI werkt aan een verbetering van de efficiency van de dienstverlening door toepassing van nieuwe technologische ontwikkelingen en centralisatie van de luchtvaart meteorologische taken op het gebied van prognostiek en consultatie. Hiermee is eind 1992 een begin gemaakt op basis van een werkstructuur.

Klimatologische dienstverlening

Ook bij de verwerking en presentatie van klimatologische gegevens spelen technologische ontwikkelingen een grote rol en wordt de automatisering verder doorgevoerd. Het meetnet met de eerste vijftien automatische waarnemstations is begin 1992 officieel in gebruik gesteld. Een voorbeeld van zo'n automatisch weerstation was een half jaar lang te zien op de Floriade in Zoetermeer. Inmiddels zijn de voorbereidingen gestart voor het automatiseren van enkele bemande stations. Centraal daarbij staat de ontwikkeling en realisatie van een Interactief Waarnem Systeem (IWS). Dit systeem stelt de waarnemer in staat menselijke waarnemingen toe te voegen aan de automatisch gemeten instrumentele waarnemingen. In samenwerking met de Koninklijke Marine worden de weerstations De Kooy en

Zo werd in 1934 het aantal waarschuwingsposten langs de kust vanwege bezuinigingen aanzienlijk verminderd, terwijl tijdens de Tweede Wereldoorlog de waarschuwingdienst van het KNMI nauwelijks functioneerde. Vooral daarna is de nauwkeurigheid van de prognoses en de berichtgeving verbeterd. Vanaf 1956 werd een nieuwe methode gehanteerd waardoor de opzet, de afwijking van de waterstand boven astronomisch getij, als advies aan de SVSD kon worden gegeven.

De huidige maritiem meteorologische dienst van het KNMI is in 1989 gestart in een uit de oorlog daterende betonnen radartoren op de duinen van Hoek van Holland. In Middelburg is een regionale afdeling van deze dienst gevestigd, van waaruit de "natte verwachtingen" voor de regio Zeeland worden verspreid. De maritiem meteorologische dienst is verantwoordelijk voor de weers- en waterstandsverwachtingen voor de scheepvaart en sinds kort dus ook voor de stormwaarschuwingen. Voor deze verwachtingen en waarschuwingen zijn daar meteorologen van het KNMI en medewerkers van Rijkswaterstaat gestationeerd.

Op verscheidene olie- en gasproductieplatforms in de Noordzee staan sensoren opgesteld voor het meten van windsnelheid, windrichting, lucht- en watertemperatuur, luchtvochtigheid en zicht. Op een aantal platforms worden ook golfhoogte- en waterstandsmetingen verricht. Daarnaast ontvangt de maritiem meteorologische dienst via De Bilt continue gegevens van het internationale meteorologische net, het "Global Telecommunication System", van weersatellieten en van radarsystemen. De informatie wordt verwerkt in computermodellen, waarmee berekeningen worden uitgevoerd voor de verschillende verwachtingen. Niet alleen weersverwachtingen voor de korte en lange termijn tot vijf dagen vooruit, maar ook verwachtingen van golven, deining, afwijkingen van de waterstanden en getijstromingen. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van computerberekeningen van het Europees Centrum voor Weersvoorspellingen op de Middellange Termijn (ECMWF) in Reading.

De klantenkring van de maritiem meteorologische dienst is omvangrijk en divers. Niet alleen de Marine, het Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam en verscheidene diensten van Rijkswaterstaat, zoals de Directies Noordzee en Zeeland, maken gebruik van de verwachtingen, maar ook kustbeheerders, loodsencorporaties, reddingsmaatschappijen, sleepvaart- en bergingsbedrijven, rampenbestrijders en milieubeheerders. Verder wordt van de prognoses gebruik gemaakt door aannemers in de waterbouw, Noordzee-onderzoekers, leggers van kabels en leidingen, de olie- en gasindustrie, de visserij en de recreatievaart. De meteorologische informatie dient ook als advies bij het nemen van maatregelen bij een te hoge waterstand, zoals sluiting van de Oosterschelde-stormvloedkering.

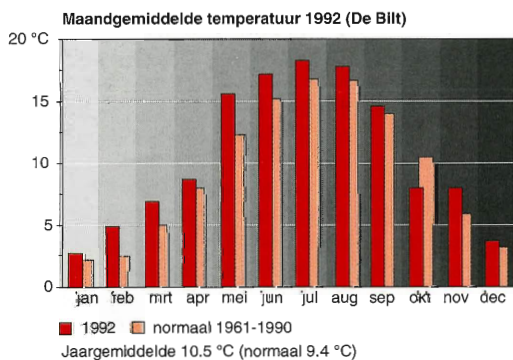
De verwachtingen voor de scheepvaart worden verspreid via Scheveningen Radio, speciale 06-lijnen (06-9775 voor watersport en recreatie en 06-9771 voor professionele gebruikers), de marifoon en videotex. De distributie van de maritiem meteorologische verwachtingen vindt eveneens plaats via telefax, telex of memocom. Verder gaat een belangrijk deel van de verwachtingen via een elektronisch communicatiesysteem van Rijkswaterstaat naar diverse overheidsorganisaties. Toch wordt de seinpaal, in een op afstand bedienbare uitvoering, op enkele plaatsen nog in ere gehouden, onder andere bij de sluizen van Lelystad en Vlissingen. De aëroklinoskoop is naar het museum verhuisd. <<

Het weer in 1992: opnieuw een zeer warm jaar

Het afgelopen jaar was opnieuw uitzonderlijk warm. De gemiddelde jaartemperatuur in De Bilt is uitgekomen op 10,5°C. Normaal (gemiddeld over de periode 1961 - 1990) bedraagt de jaartemperatuur 9,4°C en een afwijking van meer dan een graad is groot voor een jaargemiddelde temperatuur. Van de laatste vijf jaar zijn er opmerkelijk genoeg vier bijzonder warm geweest: 1990 was met een gemiddelde temperatuur van 10,9°C het warmste jaar van de eeuw, terwijl 1989 met 10,7°C en 1988 met 10,3 maar weinig kouder waren. Enige uitzondering in deze reeks was 1991, toen de gemiddelde temperatuur met 9,5°C weer eens vrijwel normaal was. Een dergelijke serie extreem warme jaren is in Nederland in ieder geval sinds het begin van de temperatuurwaarnemingen in 1706 nooit voorgekomen.

Met 1992 is de reeks warme jaren dus weer voortgezet en alle maanden van het afgelopen jaar met uitzondering van oktober waren warmer dan normaal. De grootste uitschieter was mei die met een gemiddelde temperatuur van 15,6°C tegen normaal 12,3°C de warmste meimaand van deze eeuw werd. De hoge jaargemiddelde temperatuur komt ook nadrukkelijk in de seizoenstemperaturen tot uiting. De lente wist zelfs het record (gemiddelde temperatuur van 10,4°C) van deze eeuw te evenaren, terwijl de zomer (gemiddelde temperatuur 17,8°C) dit jaar tot de warmste vier zomers van deze eeuw behoorde.

De hoogste temperatuur van het jaar bedroeg 32,7°C op 9 augustus op het weerstation Nieuw Beerta in het noordoosten van Groningen. Ook in mei, juni en juli werden tropische temperaturen van boven de 30°C gemeten. De laagste temperatuur, -11,0°C en dus strenge vorst, werd op de laatste dag van het jaar in Soesterberg gemeten. In de eerste maanden van 1992 bleef het bij matige vorst: in januari minimaal -9,4°C in de provincie Groningen. Op slechts 34 dagen kwam de temperatuur in De Bilt onder het vriespunt. Alleen 1990 telde nog een vorstdag minder; normaal worden in een jaar 66 vorstdagen geregistreerd.



Opmerkelijk was de hoge luchtdruk in het begin van het jaar. Nadat december 1991 in De Bilt al een record-gemiddelde luchtdruk had van 1027,5 hPa werd dat record in januari opnieuw overtroffen. In De Bilt bedroeg de gemiddelde luchtdruk over januari 1030,3 hPa, waarmee het vorige luchtdrukrecord van januari 1964 met 0,8 hPa werd overschreden. >>

-  Het automatische weerstation van het KNMI was een echte publiekstrekker op de Floriade in Zoetermeer.
-  Ook schadeverzekeraars maken steeds meer gebruik van klimatologische gegevens.
-  KNMI-presentatie met de lokaties van verticale en horizontale bliksemontladingen op 1 mei 1992 volgens registraties van de KEMA.

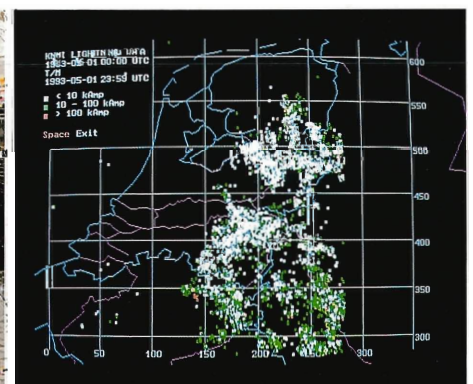
Valkenburg gemoderniseerd op basis van het IWS-systeem. Ook heeft het KNMI in 1992 opnieuw een aantal schepen uitgerust met een in samenwerking met Radio Holland ontwikkeld computersysteem, waarbij de meteorologische waarnemingen op zee in een personal computer worden ingevoerd om vervolgens via een satelliet naar de meteorologische diensten te worden verzonden. Met dit project heeft Nederland internationaal het voortouw genomen bij de automatische verzending van scheepswaarnemingen. De WMO heeft inmiddels besloten om het systeem ook internationaal te gebruiken. In dit verslagjaar is ook de basis gelegd voor een ander informatiesysteem, het



vernieuwde operationele klimatologische informatiesysteem (VOKIS), dat de toegankelijkheid van het enorme klimatologische databestand van het KNMI aanzienlijk verbeterd. De ontwikkeling van de nieuwe database, waarvoor veel gegevens opnieuw moeten worden ingevoerd, vergt nog zeker een jaar en het nieuwe informatiesysteem zal naar verwachting eind 1993 operationeel worden.

Voorlichting

In 1992 werd de toegankelijkheid en presentatie van een aantal meer actuele klimatologische gegevens, zoals radarbeelden, neerslag- en mistgegevens en blikseminformatie verbeterd. De klimatologische dienstverlening kan zich verheugen in een groeiende belangstelling: de levering van gegevens nam ten



- ☒ De rampzalige windhoos van 17 augustus 1992 op Ameland.
- ☐
- ☐ Het iken van stralingsmeters onder kunstmatig zonlicht. Stralingsmeters worden gebruikt om de intensiteit van het zonlicht te bepalen.
- ☒

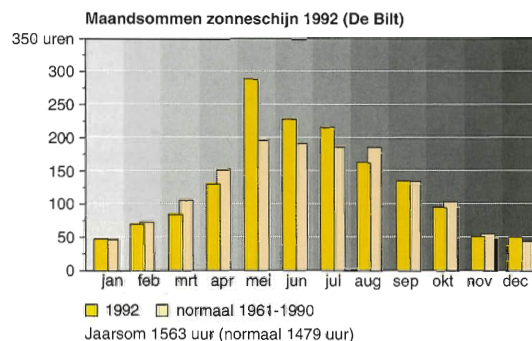


opzichte van het vorige jaar met ongeveer 10% toe. Naast de reguliere voorlichting worden veelal op contractbasis activiteiten ontplooid op het gebied van projectassistentie en advisering. Het KNMI constateert een toenemende vraag vanuit de maatschappij naar toepasbare klimatologische kennis op het gebied van milieu, verkeersveiligheid en als randvoorwaarde voor technische ontwerpen. Niet alleen de land- en tuinbouw, de bouw- en horeca, maar vooral ook projectontwikkelaars en schadeverzekeraars maken voor hun bedrijfsvoering steeds meer gebruik van klimatologische gegevens. In de verzekeringsbranche is bijvoorbeeld de belangstelling voor onweersgegevens aanzienlijk toegenomen, vanwege de grote gevoeligheid van elektronische systemen en computerapparatuur voor blikseminslag en inductie.

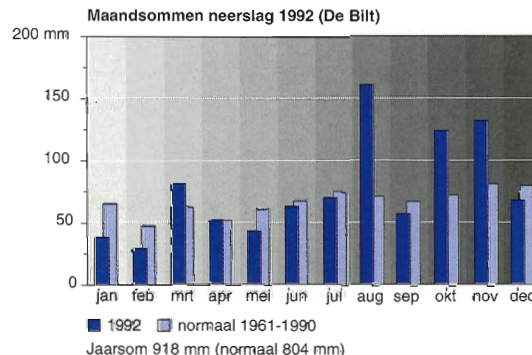
Zonneschijnduur

De klimatologische afdeling van het KNMI is in 1992 overgegaan op een nieuwe methode voor het bepalen van de zonneschijnduur. Tot eind 1992 werd de zonneschijnduur op 33 weerstations geregistreerd door een Campbell Stokes zonneschijnautograaf: een betrekkelijk eenvoudig instrument, ontwikkeld in het begin van deze eeuw, waarbij een glazen bol als brandglas fungeert. De zon brandt hierdoor op een dagelijks te verwisselen strook een spoor in, waarvan de lengte een maat is voor de duur van de zonneschijn. Stralingsmeters voor het meten van de globale straling, de totale hoeveelheid straling die

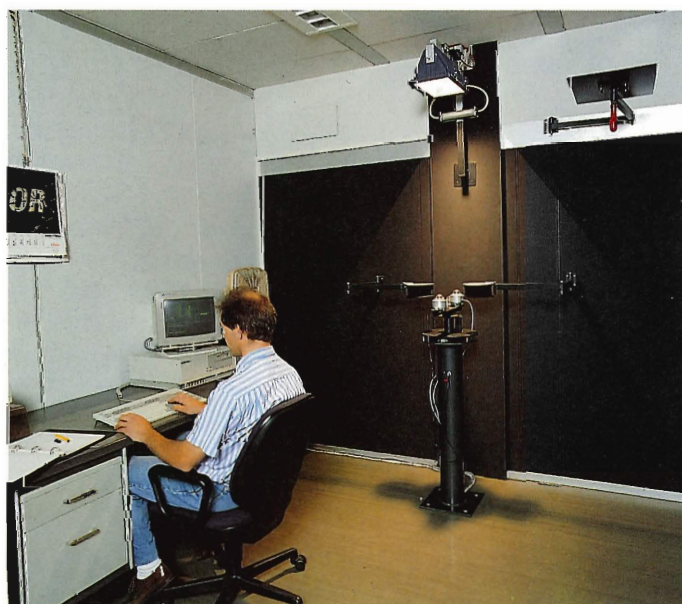
De zon scheen in 1992 gedurende 1563 uur, ruim 80 uur langer dan normaal. Vooral mei, juni en juli waren uitzonderlijk zonnig: in mei scheen de zon in De Bilt zelfs 92 uur langer dan normaal. Opmerkelijk was ook de zeer zonnige afsluiting van 1992, terwijl december juist heel somber begon. Van de eerste 26 decemberdagen waren er 18 zonloos.



De totale hoeveelheid neerslag van 819 millimeter was gemiddeld over Nederland in 1992 vrijwel normaal. Verspreid over het hele land liepen de neerslaghoeveelheden echter sterk uiteen van minimaal 722 millimeter op het weerstation Twenthe tot maximaal 963 millimeter op weerstation Soesterberg. Van half mei tot begin augustus heerste op de Waddeneilanden en in de oostelijke provincies ernstige droogte. De neerslag viel in De Bilt op 9 dagen in de vorm van sneeuw, slechts 2 dagen meer dan het kleinste aantal sneeuwdagen dat in deze eeuw in een jaar is geregistreerd. Normaal zou het KNMI in een jaar 28 sneeuwdagen moeten noteren, zodat 1992 ook wat sneeuw betreft een uitzonderlijk jaar was. In de zomermaanden werd ons land een aantal malen getroffen door fikse onweersbuien, waarbij zware windstoten en windhozen voorkwamen.



Op 17 augustus werd de camping Duinoord op Ameland getroffen door een windhoos, waarbij een slachtoffer en enkele gewonden vielen. Op 5 juni richtte een windhoos flinke schade aan in de omgeving van Angerlo in de Achterhoek en op 20 augustus werd in Almere schade aangericht door een windhoos. <<



Het KNMI heeft in samenwerking met uitgeverij Thieme in Baarn het boek "Zonnestraling in Nederland" uitgegeven. Dit boek, het eerste standaardwerk op het gebied van zonnestraling, bevat alle mogelijke informatie over het zonnestralingsklimaat in Nederland beschreven in tekst, tabellen, figuren en handzame formules.

Bovendien wordt uitgebreid aandacht besteed aan de verschillende golflengten, zoals ultraviolet, en aan de verstrooiing en absorptie van zonnestraling in de atmosfeer. Daarnaast wordt ingegaan op de natuurkundige achtergrond van straling, de meetinstrumenten en zaken als de stand van de zon aan de hemel, de daglengte en tijdrekening.

Het boek, dat als derde uitgave verschijnt in de serie "Het klimaat van Nederland", is bestemd voor iedereen die geïnteresseerd is in het zonneklimaat, van glastuinbouwers en ontwikkelaars van zonnepanelen tot zonanbidders. Niet alleen voor de land- en tuinbouw, maar ook voor planologen en architecten, die bij het oriënteren van huizen en tuinen rekening moeten houden met de bezonning, bevat dit boek een schat aan gegevens. Uit de gegevens van de 35 zonnescijfstations van het KNMI blijkt dat de zon ook in het vaak bewolkte Nederland nog zoveel schijnt, dat zonne-energie ook in ons land geen utopie is. Aan de kust is de zon vaker te zien dan in het binnenland. Zo schijnt de zon in Den Helder gemiddeld over een jaar 1597 uur, terwijl Winterswijk het moet doen met een jaarsom van 1357 uur. >>



De uitvergroete weergave van het METEOSAT-beeld voor West-Europa.

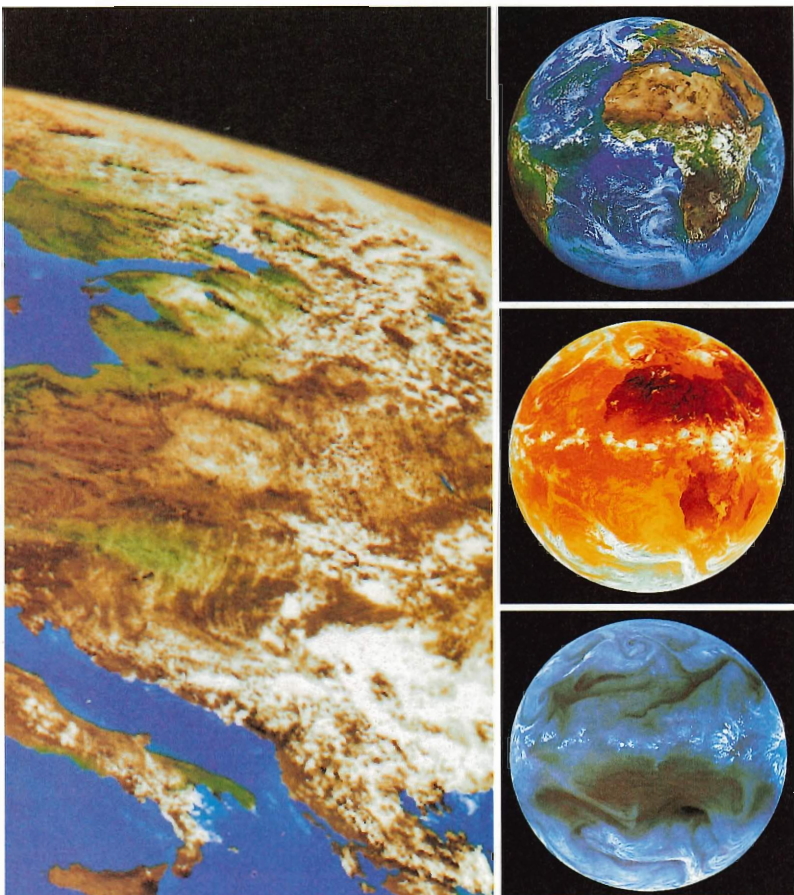


het aardoppervlak bereikt, zijn echter veel nauwkeuriger. Onderzoekers van het KNMI hebben een methode ontwikkeld die het mogelijk maakt het aantal uren zonnescijf te berekenen uit de gemeten hoeveelheid globale straling. Deze methode is eind 1992 operationeel geworden, waarvoor de weerstations zijn uitgerust met nieuwe stralingsmeters. Op elf weerstations wordt gedurende een aantal jaren parallel gemeten om een goede overgang tussen de meetmethoden te garanderen, maar de karakteristieke glazen bollen behoren op de meeste weerstations nu al tot het verleden.

Aardobservatie

De stroom gegevens van aardobservatie-satellieten zal het komend decennium sterk toenemen. Zowel op nationaal als op Europees niveau wordt ruim aandacht besteed aan verbetering van de infrastructuur voor ontvangst, verwerking, opslag en distributie van aardobservatiegegevens. De meteorologische instituten spelen daarin een centrale rol als intensieve gebruikers van satellietgegevens voor de operationele meteorologie en voor wetenschappelijk onderzoek op het gebied van veranderingen.

Van boven naar beneden een beeld in het zichtbare gebied van het spectrum, een infrarood beeld (temperaturen) en een beeld van de waterdamp in de atmosfeer.



In het boek wordt ook aandacht besteed aan de globale straling in energie-eenheden. De globale straling is de totale hoeveelheid straling die het aardoppervlak bereikt. Uit de metingen blijkt bijvoorbeeld ook dat de hoeveelheid globale straling in een stad minder groot is dan in de omgeving. In sterk verontreinigde gebieden in ons land is de globale straling in de winter onder bepaalde omstandigheden 19% minder dan in de omgeving. In verband met een onderzoek naar de mogelijkheid van kustuitbreiding werden in het Westland over een afstand van 12 kilometer langs de kust gedurende twee jaar extra metingen gedaan op speciaal daarvoor ingerichte meetstations. Hieruit bleek dat de globale straling over een strook van 10 kilometer loodrecht op de kust landinwaarts met ongeveer 3% afneemt.

Zonnestraling met een kleine golflengte wordt in de atmosfeer door ozon en zuurstof geabsorbeerd. Absorptie van het ultraviolette deel van de zonnestraling door de ozonlaag in de stratosfeer is van wezenlijk belang voor het leven op aarde. De verdunning van de ozonlaag leidt tot een toename van de hoeveelheid ultravioletstraling. Onder de dunste delen van de ozonlaag boven de Zuidpool worden beduidend hogere stralingswaarden gemeten. Op het Noordelijk Halfrond is ondanks de geringe afname van de ozonlaag de laatste jaren nog geen toename van ultravioletstraling gemeten. Ook op het KNMI in De Bilt wordt sinds kort de hoeveelheid ultravioletstraling gemeten. <<

Het boek "Zonnestraling in Nederland" van C.A. Velds is een uitgave van uitgeverij Thieme in Baarn en het KNMI in De Bilt. (ISBN 90-5210-140-X; prijs f 69,50). Het boek is te bestellen bij de bibliotheek van het KNMI in De Bilt en in de boekhandel. In de serie "Het klimaat van Nederland" verschenen eerder "Neerslag en verdamping" van T.A. Bulshand en C.A. Velds en "Windklimaat van Nederland" van J. Wieringa en P.J. Rijkooft.

gen van klimaat en milieu. Het KNMI kreeg in 1992 het voorzitterschap van de Werkgroep Aardobservatie van de Interdepartementale Commissie Ruimtevaart. Eind dit jaar werd de nota "Aardobservatie" aangeboden aan de Tweede Kamer. Hierin bevestigt de regering het voornemen tot een volwaardige Nederlandse deelname aan het Europese Aardobservatieprogramma oplopend tot een bedrag van 70 miljoen gulden in 1997. Overeenstemming werd bereikt over de financiering van de eerste operationele Europese polaire meteorologische- en milieusatelliet, de ESA POEM-1. Deze satelliet wordt gebouwd door het Europese Ruimteagentschap ESA.

EUMETSAT en ESA

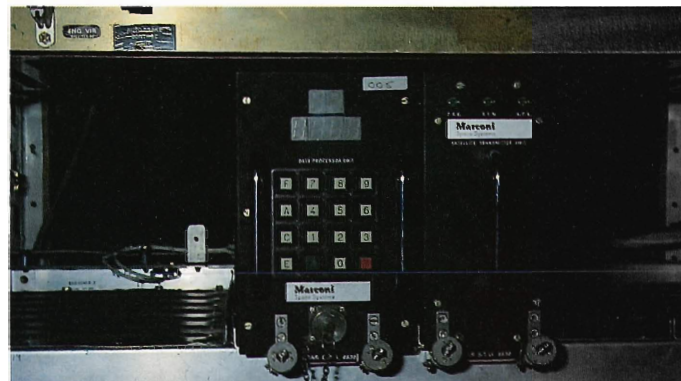
De Europese Organisatie voor de Exploitatie van Meteorologische Satellieten (EUMETSAT) draagt de zorg voor het operationele beheer van satellietprogramma's. EUMETSAT en ESA zijn verantwoordelijk voor het gezamenlijk uitvoeren van het Europese aardobservatieprogramma. In 1992 werd een begin gemaakt met de voorbereidingen voor een nieuwe generatie polaire satellieten. Op de raadsvergadering van ESA in

Vliegtuigen als weerstations

In het voorjaar van 1992 is de KLM Boeing 747 "Sir Charles E. Kingsford Smith" een carrière begonnen als vliegend weerstation. Het vliegtuig is daartoe uitgerust met "ASDAR"-apparatuur, wat staat voor "Aircraft to Satellite Data Relay". Tijdens de vlucht worden de weergegevens automatisch geregistreerd en op een standaardwijze verwerkt tot meteorologische berichten. ASDAR maakt deel uit van de "World Weather Watch", een wereldwijd meteorologisch waarnemingsprogramma, dat wordt gecoördineerd door de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO). Alle gegevens die in het kader van de "World Weather Watch" beschikbaar komen, worden in de hele wereld gebruikt door de nationale meteorologische diensten, waaronder het KNMI. Ook speciale meteorologische verwerkingscentra, zoals het Europees Centrum voor Weersvoorspellingen op Middellange Termijn (ECMWF) in Reading, maken er gebruik van als invoer voor meteorologische voorspellingsmodellen.

Tijdens de kruisvlucht (meestal op een hoogte tussen 10 en 12 kilometer) worden metingen verricht met tussenpozen van 7 minuten. Zo komt een schat aan gegevens ter beschikking over de omstandigheden in het bovenste deel van de atmosfeer, waarin de belangrijkste processen voorkomen die ons weer bepalen. Tijdens de klim en de daling wordt de frequentie van de waarnemingen opgevoerd. Zo ontstaat een goed beeld van de verticale opbouw van de atmosfeer en de daarin voorkomende weerkundige processen in de omgeving van de luchthaven waar het vliegtuig vertrekt of landt. De meteorologische grootheden die worden gemeten zijn luchtdruk, buitentemperatuur, windrichting en windsnelheid. Deze gegevens worden samen met de geografische positie, de vlieghoogte en het tijdstip van waarneming door het "Aircraft Condition Monitoring System", een soort computer, aan boord van het vliegtuig geregistreerd. De "ASDAR"-apparatuur verzamelt en verwerkt de gegevens om deze vervolgens door te geven naar één van de weersatellieten. Deze geostationaire satellieten bevinden zich op een vaste positie ten opzichte van de aarde op een hoogte van 36.000 kilometer. De satelliet zendt de informatie door naar de grondstations voor verspreiding naar alle meteorologische diensten via het wereldomvattende meteorologische datanetwerk, het "Global Telecommunication System". >>

- ☐ De ASDAR-apparatuur ingebouwd in het instrumentenrek, links de computer en rechts de satellietzender.
- ☐ Het eerste bericht van de Nederlandse ASDAR uit de Boeing-747 van de KLM, registratie PH-BUM, opgestegen vanaf Schiphol op weg naar Los Angeles (23 april 1992). Deze berichten worden in de door de WMO gestandaardiseerde AMDAR-code verstuurd.



```
UDXX02 EESA 231724
AMDAR 2316
ASC PH012UMZ 5217N 00444E 1658 F004 PS099 253/011 TB/ S001=
ASC PH012UMZ 5217N 00444E 1658 F007 PS093 247/013 TB/ S001=
ASC PH012UMZ 5217N 00443E 1658 F009 PS085 240/011 TB/ S001=
ASC PH012UMZ 5217N 00442E 1658 F012 PS077 246/010 TB/ S001=
DES PH012UMZ 5216N 00441E 1659 F015 PS066 243/007 TB/ S001=
ASC PH012UMZ 5215N 00440E 1659 F018 PS059 261/009 TB/ S001=
DES PH012UMZ 5215N 00439E 1659 F021 PS055 290/018 TB/ S001=
DES PH012UMZ 5215N 00437E 1659 F024 PS047 298/013 TB/ S001=
DES PH012UMZ 5215N 00436E 1700 F027 PS043 289/011 TB/ S001=
DES PH012UMZ 5215N 00435E 1700 F030 PS033 253/007 TB/ S001=
ASC PH012UMZ 5216N 00434E 1700 F033 PS020 249/012 TB/ S001=
DES PH012UMZ 5220N 00430E 1701 F048 MS002 266/013 TB/ S001=
ASC PH012UMZ 5223N 00429E 1702 F064 MS040 266/017 TB/ S001=
DES PH012UMZ 5227N 00428E 1703 F081 MS023 266/028 TB/ S001=
ASC PH012UMZ 5231N 00423E 1704 F099 MS057 267/017 TB/ S001=
ASC PH012UMZ 5239N 00411E 1705 F118 MS093 261/018 TB/ S001=
ASC PH012UMZ 5245N 00401E 1707 F138 MS121 273/024 TB/ S001=
ASC PH012UMZ 5250N 00353E 1708 F160 MS143 294/031 TB/ S001=
ASC PH012UMZ 5258N 00341E 1709 F183 MS181 283/033 TB/ S001=
```

november 1992 in Granada werd besloten de POEM-1 te splitsen in een operationeel meteorologische missie (METOP-1) en een milieumissie (ENVISAT-1). EUMETSAT nam het besluit om het grondsegment voor de komende generaties geostationaire satellieten in eigen beheer te nemen.

Internationale samenwerking

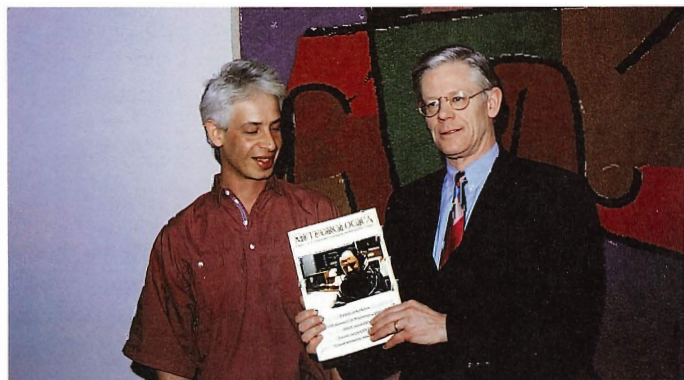
De nationale meteorologische instituten zijn verenigd in de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO). De voornaamste onderwerpen van samenwerking liggen op het terrein van de operationele meteorologie, onderzoek, klimaatbeschrijving en hydrologie. De laatste jaren neemt ook het klimaatprogramma bij de WMO een steeds belangrijker plaats in. Door het wegval- len van landgrenzen en de opkomst van commerciële weerbu- reaus in de wereld richt de aandacht zich ook op economische samenwerking. De Informele Commissie van Westeuropese directeurs (ICWED) nam het initiatief tot oprichting van de "European Coöperation in Meteorology (ECOMET), een samen- werkingsverband tussen de nationale meteorologische institu- ten in Europa voor de leverantie van waarnemingsgegevens, halfprodukten en diensten aan professionele gebruikers en het grote publiek. ECOMET speelt onder meer in op de behoefte van particuliere weerbureaus om op uniforme voorwaarden en voor internationaal vastgestelde tarieven toegang te krijgen tot

■ In april 1992 verscheen "Meteorologica", een nieuw tijdschrift voor iedereen die in meteorologie geïnteresseerd is, zowel beroepsmeteorologen als hobbyïsten. "Meteorologica" verschijnt vier keer per jaar en is een uitgave van De Nederlands Vereniging van Beroeps Meteorologen (NVBM). Het eerste exemplaar werd door meteoroloog Frank Kroonenberg aangeboden aan de hoofddirecteur van het KNMI.

gegevens en halfprodukten van de nationale instituten. De nationale meteorologische diensten maken op hun beurt gebruik van het Europees Centrum voor Weersvoorspellingen op Middellange Termijn (ECMWF) in Reading, dat de basisprodukten levert voor weersverwachtingen op een termijn van twee tot tien dagen vooruit. Bij het ECMWF wordt ook onderzoek verricht naar verbetering van de toegepaste modellen van de atmosfeer, niet alleen voor de weersverwachtingen maar ook voor klimaatprognoses. Het KNMI, dat mede-oprichter is van het ECMWF in Reading, levert hieraan met het voorspelbaarheidsonderzoek een belangrijke bijdrage.

Medewerkers, opleiding en organisatie

Ook een deel van de meteorologische vakopleidingen van het KNMI vindt plaats in Reading. De Praktijk Opleiding Meteorologie (POM), die KNMI-medewerkers opleidt tot hoofdweerkundigen, is speciaal bestemd voor kandidaten met een academische vooropleiding. Op de opleidingsschool van de Britse meteorologische dienst wordt de nodige theoretische kennis en praktijkervaring opgedaan. In 1992 zijn vijf jonge academici voor hoofdweerkundige in opleiding genomen. Daarnaast kent het KNMI de Elementaire Vakopleiding Meteorologie (EVM), de



Voortgezette Opleiding Meteorologie (VOM), de Basisopleiding Officier Meteorologie (BOM) en diverse bijscholingscursussen. Deze cursussen zijn in 1992 door verscheidene medewerkers gevolgd. De BOM-cursus wordt uitgevoerd in samenwerking met de Koninklijke Luchtmacht en werd tot juni vorig jaar gegeven in Villa Orta, dicht bij het hoofdgebouw van het KNMI in De Bilt. Het Luchtmacht Meteorologisch Squadron (LMS De Bilt, de meteorologische opleidingen van de Koninklijke Luchtmacht) en het Luchtvaart Meteorologisch Centrum (LuMetC Hilversum, de operationele dienst van de Koninklijke Luchtmacht) zijn najaar 1992 verhuisd naar Hoogerheide. Het afscheid in juni was een historisch en nostalgisch gebeuren, want Villa Orta in De Bilt was 46 jaar lang de opleidingsplaats van weerkundigen.

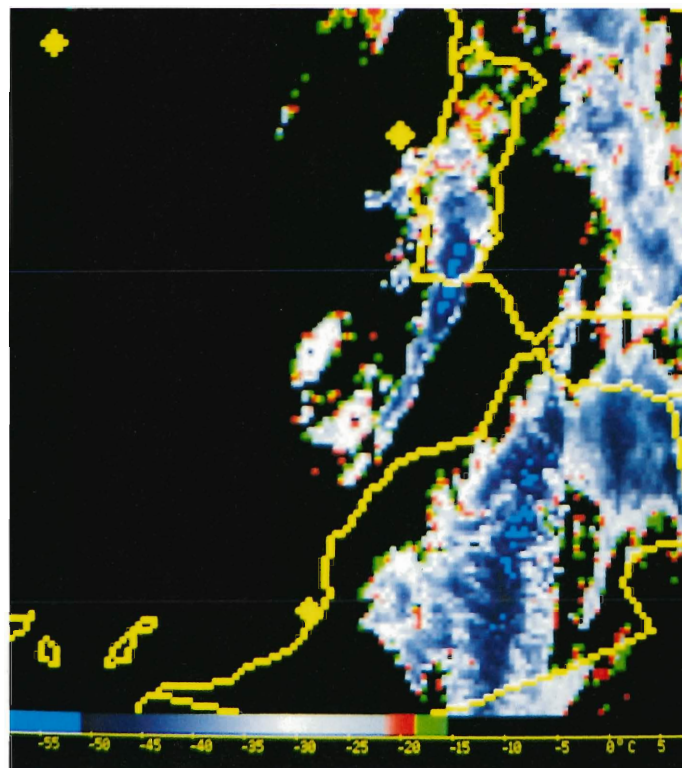
De ontwikkeling van "ASDAR" is een samenwerkingsverband tussen 12 nationale meteorologische diensten uit de hele wereld, onder voorzitterschap van het KNMI. De voorgeschiedenis gaat terug tot 1978, wanneer onder auspiciën van de WMO een mondiaal experiment met weerkundige metingen van start gaat. Die metingen werden onder andere gedaan vanuit vliegtuigen met behulp van het door de Verenigde Staten voor militaire vliegtuigen ontwikkelde "AMDAR"-systeem. De bruikbaarheid van de meteorologische gegevens was zo groot dat werd besloten om ook de burgerluchtvaart in te schakelen. Zo werden vliegtuigen van onder meer de KLM, Lufthansa, British Airways en PanAm uitgerust met een "AMDAR"-installatie. Na de succesvolle proef werd besloten een opvolger te ontwikkelen en dat werd "ASDAR". Het eerste "ASDAR"-systeem werd in 1989 geïnstalleerd in een DC10 van British Airways, maar juist met dit toestel kreeg de vliegtuigmaatschappij de nodige tegenslagen te verwerken. Op het vliegveld van Sri Lanka in Colombo werd deze DC10 fors beschadigd door een Amerikaan, die tijdens een zelfmoordpoging met zijn jeep in één van de motoren reed. Een jaar later, juist toen dit vliegtuig op het vliegveld van Kuwayt stond, vielen de Irakezen dat land binnen en werd het vliegtuig in brand geschoten.

In april 1992 werd het eerste Nederlandse operationele "ASDAR"-systeem ingebouwd in een Boeing 747 van de KLM. Eind mei werden de eerste gegevens geleverd op een vlucht van Schiphol naar Los Angeles. Inmiddels zijn vliegtuigen van British Airways (Engeland), Continental Airlines (Verenigde Staten), Iberia (Spanje), Lufthansa (Duitsland) en Saudia (Saoedi Arabië) uitgerust met "ASDAR" en hebben ook "Air Mauritius" en "South African Airlines" belangstelling getoond. Door de geografische spreiding van de deelnemende maatschappijen en de te vliegen routes kan het weer boven zeeën, dunbevolkte en onherbergzame gebieden beter in kaart worden gebracht. De gegevens die met behulp van "ASDAR" worden verkregen, kunnen in de toekomst mogelijk ook economische voordelen opleveren voor de luchtvaartmaatschappijen in de vorm van brandstofbesparing en optimale vluchtplanning. <<

Op 4 oktober 1992 stortte een Boeing 747 van El Al op de Bijlmermeer en kort daarna, op 21 december, verongelukte een DC10 van Martinair op het vliegveld van Faro in Portugal. Bij beide ongelukken vielen tientallen doden en vele gewonden. Bij het vliegtuigongeluk in de Bijlmer speelde het weer geen rol, maar in Faro waren de weersomstandigheden tijdens het ongeval slecht. In het rampgebied kwamen onweersbuien voor, waardoor het vliegtuig in een turbulente atmosfeer terechtkwam.

Verkeersvlieggers krijgen een gedegen opleiding over de invloed van het weer op luchtvaart-operaties. Specifiek bij onweersbuien wordt nadrukkelijk gewezen op de vormen van onweer (geïsoleerde of complexe buien, open of in andere bewolking verborgen buien), alsmede op de effecten van onweersbuien op wind, turbulentie en ijsafzetting. Bij intensieve onweersbuien is vaak sprake van krachtige horizontaal gerichte windstoten, gecombineerd met verticale stijg- en valwinden. Dit windpatroon, ook wel aangeduid als windschering (windshear), oefent invloed uit op de verticale positie van het vliegtuig. Het opvangen van horizontale en verticale windeffecten wordt zorgvuldig geoefend bij de training van bemanningen. Op de grens van dalende en opwaartse luchtstromingen ontstaat in een hevige onweersbui een "microburst", een valwind die ontstaat als een koude luchtmassa met grote snelheid uit het centrum van de bui stort en op de grond in verschillende richting uiteenwaait. In Nederland komen "microbursts" niet vaak voor, maar in gebieden met zeer heftige weersverschijnselen, zoals de Verenigde Staten, zijn deze verschijnselen algemener. >>

Opname van de weersatelliet Meteosat waarop de onweersbuien zijn te zien waarin het verongelukte vliegtuig bij Faro terecht kwam.



LMS en LuMetC zijn samengegaan in de Luchtvaart Meteorologische Groep die nu de opleidingen op de vliegbasis Woensdrecht in Hoogerheide verzorgt. Het KNMI levert inhoudelijke ondersteuning en docenten aan deze cursus.

IMAU

Op wetenschappelijk gebied is het KNMI nauw verbonden met het Instituut voor Marien en Atmosferisch Onderzoek (IMAU) van de Rijksuniversiteit Utrecht, dat op 13 mei 1992 officieel werd geopend. Eerder dit jaar ondertekenden het KNMI en de Rijksuniversiteit Utrecht de raamovereenkomst waarin een samenwerkingsverband met betrekking tot onderzoek, opleiding en algemene publieksvoorlichting op het gebied van meteorologie en fysische oceanografie is bekrachtigd. De samenwerking voorziet onder meer in het beschikbaar stellen van meteorologische gegevens, de mogelijkheid voor studenten van stageplaatsen bij het KNMI, nauwe samenwerking en wederzijdse ondersteuning bij de uitvoering van onderzoek en overdracht van kennis en de totstandkoming van een hoogwaardige en internationaal georiënteerde postdoctorale opleiding en onderzoeksschool in de fysica van atmosfeer en oceanen. Aan de onderzoeksschool wordt behalve door het KNMI ook deelgenomen door Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO), Het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM),

- Het KNMI beschikt naast 300 meetpunten voor de neerslag over een goed gespreid netwerk van een dertigtal meteorologische stations, waarvan inmiddels ongeveer de helft is geautomatiseerd. Mede in het kader van de efficiency maatregelen worden steeds meer waarnemingen geautomatiseerd. De belangstelling voor meteorologische gegevens is groot en neemt nog steeds toe: in 1992 werd ongeveer 10% meer aan klimatologische gegevens geleverd dan het jaar daarvoor.

Veel Amerikaanse vliegvelden en vliegtuigen worden speciaal voor het meten van deze windpatronen voorzien van het "Low Level Wind Alert System". Dit systeem is gebaseerd op een "ring" van windmeters, waarvan de meetgegevens automatisch worden vergeleken met de centrale windmeter. Daarnaast is de Doppler-radar als meetinstrument in de operationele bewakingsfeer geïntroduceerd.

de Rijkswaterstaat (RWS), het Waterloopkundig Laboratorium (WL) en het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ).

Medewerkers en organisatie-ontwikkelingen

Het KNMI maakt momenteel misschien wel de meest dynamische periode door in zijn bestaan. Enerzijds speelt de grote efficiency operatie van de overheid, waardoor formatieplaatsen moeten worden ingeleverd, anderzijds brengt de verzelfstandigingsoperatie ingrijpende organisatorische veranderingen met zich mee. Najaar 1992 werd op grond van de resultaten van een efficiency onderzoek door adviesbureau Coopers & Lybrand besloten tot een inkrimping van circa 10% op de totale formatie, waardoor het aantal formatieplaatsen met ingang van januari 1994 tot 509 moet zijn teruggebracht. Voor de voorziene verzelfstandiging (in 1995) werd najaar 1992 een ondernemingsplan opgesteld. Dit plan voorziet, onder een aantal stringente voorwaarden, in een verdere afslanking (voornamelijk via natuurlijke uitstroom) van circa 2,5% per jaar gedurende een termijn van zes jaar. De organisatie-veranderingen die het ondernemingsplan met zich meebrengt, moeten vooral leiden tot een inhoudelijke vernieuwing. De aandacht zal zich richten op een grotere efficiency met kortere communicatielijnen, zo zelfstandig mogelijk functionerende medewerkers en een grotere creatieve inbreng van de medewerkers. De organisatie-

Het KNMI onderzoekt de mogelijkheden om bij vervanging van de huidige radar in Nederland in 1995 over te gaan op Doppler-radar. Op de Nederlandse luchthavens waarschuwen meteorologen de verkeersleiding en havenmeesters momenteel voor valwinden door middel van "local warnings". Door de kleinschaligheid in ruimte en tijd zijn valwinden alleen op korte termijn te voorzien. Daardoor kan bij de vluchtvoorbereiding aan de balie van de Meteo Schiphol en op de luchtvaart meteorologische afdelingen in Maastricht, Rotterdam en Groningen alleen indicatief een uitspraak worden gedaan over mogelijke valwinden en de specifieke weersomstandigheden tijdens de vlucht. Dat gebeurt op basis van een stelsel van waarnemingen, verwachtingen en waarschuwingen, die nationaal en internationaal worden verspreid en op grond van een voortdurende analyse van de weersomstandigheden.

Ook de bemanning van de MP495, het toestel dat bij Faro verongelukte, was bij de vluchtvoorbereiding op de hoogte van de onweerssituatie, die bovendien vermeld stond in de berichtgeving van de meteorologische dienst van Faro. Het KNMI heeft de meteorologische gegevens voor verder onderzoek beschikbaar gesteld aan het Nederlands Laboratorium voor Lucht- en Ruimtevaart (NLR). De uiteindelijke rapportage van de onderzoekers moet uitwijzen in welke mate het weer bij het ongeval in Faro van invloed is geweest. <<



Vergelijkend onderzoek van barometers

Het KNMI levert internationale bijdragen op het gebied van meteorologische instrumentatie en waarnemingsmethoden. Een voorbeeld hiervan is het vergelijkende onderzoek "The WMO Automatic Digital Barometer Intercomparison", een soort consumententest voor barometers die in opdracht van de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) en onder auspiciën van haar Commissie voor Instrumentatie en Waarnemingsmethoden (CIMO) is uitgevoerd bij het KNMI. Een dergelijk onderzoek is belangrijk omdat hierdoor alle lidstaten van de WMO informatie krijgen over de huidige stand van de techniek. Daarmee wordt het inzicht in ontwikkelingen op het gebied van kwaliteit verbeterd wat kan leiden tot een grotere nauwkeurigheid en betrouwbaarheid en ook minder onderhoud.

Dit onderzoek, waarvan het eindrapport in maart 1992 is gepubliceerd, heeft ook grote betekenis voor de automatisering van metingen van de atmosferische druk. Al eerder heeft het KNMI vastgesteld dat de resultaten van drukmetingen met moderne automatische apparatuur aanzienlijk nauwkeuriger en betrouwbaarder zijn dan die verkregen met handwaarnemingen van kwik- of aneroïde barometers. Met de automatische techniek wordt niet alleen preciezer gemeten maar vervallen ook aflees- en temperatuurcorrectiefouten. Daarom meet het KNMI tegenwoordig uitsluitend met automatische, digitale barometers en niet meer met kwik- of aneroïde barometers. Het gebruik van de oude eenheid "millimeters kwik" is ook om die reden geheel uit de tijd. Overigens schrijft het Internationale Systeem van Eenheden (SI) de Pascal voor als de eenheid van druk en de WMO adviseert het gebruik van de Pascal ook aan de meteorologische instituten. De luchtdruk bedraagt normaal op zeeniveau 101.300 Pascal. In de meteorologie is gekozen voor de hectoPascal (hPa), omdat de hectoPascal gelijk is aan de millibar (mbar). Hecto betekent honderd, zodat 100.000 Pascal gelijk is aan 1000 hectoPascal en dat komt overeen met 1000 mbar.

Bij het onderzoek zijn in totaal 33 barometers vergeleken. Gebleken is dat er een groot aantal typen barometer op de markt zijn, die gebruik maken van zeer uiteenlopende technieken waarvan een aantal een zeer hoge nauwkeurigheid en stabiliteit bezitten. Een absolute nauwkeurigheid van ongeveer 0,1 hPa bleek voor een groot aantal barometers een jaar gegarandeerd. Wel bezaten een aantal instrumenten een te grote temperatuurafhankelijkheid, waardoor ze eigenlijk alleen bij kamertemperatuur te gebruiken zijn. Wat ook opviel aan deze instrumenten was het gebruikersgemak. De WMO nam tot voor kort aan dat een nauwkeurigheid van 0,3 hPa het absolute minimum was dat met goed onderhoud bereikt kan worden. Op grond van het barometeronderzoek van het KNMI is aangetoond dat deze eis goed gehaald en zelfs aangescherpt kan worden.

Het KNMI heeft altijd een grote naam gehad op het gebied van drukmetingen. Het Instituut beschikt bijvoorbeeld over een echte "Standaard Barometer", die door de beroemde oprichter van het KNMI, Prof. C.H.D. Buys Ballot, gebruikt is en waarvan de belangrijkste onderdelen 150 jaar oud zijn. Dit instrument is de laatste jaren aangepast en voldoet aan de tegenwoordige eisen van een standaard barometer. <<

-  Het KNMI is niet alleen gevestigd in De Bilt, maar heeft ook vestigingen elders in het land voor maritieme en luchtvaart meteorologische dienstverlening. Afgebeeld is de luchtvaart meteorologische dienst op Maastricht Airport.
-  De hoofdingang en zijvleugel van het KNMI in De Bilt. De komende tijd heeft het KNMI vanwege de verzelfstandigingsoperatie te maken met ingrijpende organisatorische veranderingen. Ook staat een verbouwing op het programma.
-  In opdracht van de WMO deed het KNMI een vergelijkend onderzoek naar barometers. De opname toont de ijking van Quartz-kristalbarometers met gesimuleerde luchtdrukwaarden.



structuur zal worden aangepast en leiden tot vier poten: technische infrastructuur, waarnemingen en modelprognoses, verwachtingen en klimaatsystemen en seismologie. Met deze maatregelen kan het KNMI optimaal inspelen op nationale en internationale ontwikkelingen op het gebied van meteorologie en dienstverlening, veranderingen in de samenleving en nieuwe technologische ontwikkelingen.



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

<i>aantal schepen</i>	<i>aantal waarnemingen</i>	<i>rederij</i>
1	427	Ahlmarco
3	2021	Anthony Veder & Co.
5	2272	Gebr. Broere B.V.
8	4989	Bureau Wijsmuller B.V.
3	1208	Dock-Express Shipping B.V.
1	283	Greenpeace
5	2442	Holland Ship Services B.V.
3	702	Holland America Line
9	4489	Jo Management B.V.
1	54	Stichting Koninklijk Onderwijs Fonds voor de Scheepvaart
5	1296	Koninklijke Marine
2	1092	Mammoet Shipping B.V.
4	2304	Nedlloyd Bulk B.V.
34	17007	Nedlloyd Lijnen B.V.
4	1507	Van Ommeren Shipping B.V.
8	3856	Seatrade Groningen B.V.
8	4657	Spliethoff's Bevrachtings Kantoor B.V.
15	7800	Shell Tankers B.V.
2	598	Vinke & Co.
7	3003	Vroon B.V.
128	62007	

Supplementary Ships

<i>aantal schepen</i>	<i>aantal waarnemingen</i>	<i>rederij</i>
1	106	Van Oort-ACZ Marine Contractors B.V.
1	649	Anthony Veder & Co.
1	177	Cameroon Shipping Lines S.A.
1	92	Dock Express Shipping B.V.
2	750	Holland Ship Services B.V.
2	255	Holwerda Scheepvaart B.V.
3	983	Jaczon B.V.
1	383	Jo Management B.V.
6	2166	Kahn Scheepvaart B.V.
2	290	Stichting Koninklijk Onderwijs Fonds voor de Scheepvaart
1	206	Mammoet Shipping B.V.
1	282	Malaysian International Shipping Corp.
2	729	Ministerie van Landbouw en Visserij
2	1442	Nederlandse Aardolie Maatschappij
1	865	Neddrill Nederland B.V.
1	536	Nedfreezer
2	842	Nedlloyd Lijnen B.V.
6	3521	Seatrade Groningen B.V.
1	268	Sante Fe Monitor
1	203	Schipper J. de Vries
2	426	Smit Tak Internationaal Zeesleep en Bergingsbedrijf B.V.
23	6779	Spliethoff's Bevrachtings Kantoor B.V.
2	983	Van Uden Scheepvaart & Agentuur B.V.
1	766	Unocal Netherlands B.V.
2	671	Vertom Scheepvaart & Handelsmij. B.V.
2	520	Wagenborg Scheepvaart B.V.
2	354	Wijnne & Barends B.V.
72	25244	

Aantal berichten opgesteld door
de meteorologische diensten

De Bilt
Hoek van Holland
Middelburg
Amsterdam
Rotterdam
Groningen
Maastricht
Den Helder

Algemene voorlichting

Verwachtingen voor pers, radio,

televisie en telefoon	36000	1200	640	1900	50	270	1200	—
---------------------------------	-------	------	-----	------	----	-----	------	---

Individuele telefonische verwachtingen

(contractvoorlichting)	1100	1300	60	1400	500	20	400	—
----------------------------------	------	------	----	------	-----	----	-----	---

Luchtvaartvoorlichting

Waarschuwingen	115	—	—	—	—	—	—	—
--------------------------	-----	---	---	---	---	---	---	---

Grote Luchtvaart	—	—	—	115000	22000	30000	9000	—
----------------------------	---	---	---	--------	-------	-------	------	---

Burgerverkeer, General Aviation	—	—	—	13000	10000	5000	17500	830
---	---	---	---	-------	-------	------	-------	-----

Luchthavens, luchtvaartschool	—	—	—	—	45	210	480	—
---	---	---	---	---	----	-----	-----	---

Verwachtingen voor kust en zee

Stormwaarschuwingen	1841	—	—	—	—	—	—	—
-------------------------------	------	---	---	---	---	---	---	---

Rijkswaterstaat	—	3300	1100	—	—	—	—	—
---------------------------	---	------	------	---	---	---	---	---

Scheepvaart en havens	2900	3500	2200	—	—	—	—	—
---------------------------------	------	------	------	---	---	---	---	---

Exploitatie Noordzee	15000	—	—	—	—	—	—	—
--------------------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---

Overige verwachtingen

Wegverkeer (gladheid, mist)	4500	—	—	500	—	—	—	—
---------------------------------------	------	---	---	-----	---	---	---	---

Recreatie	5000	2000	—	—	—	—	—	—
---------------------	------	------	---	---	---	---	---	---

Land- en tuinbouw	4500	—	—	—	—	—	—	—
-----------------------------	------	---	---	---	---	---	---	---

Bouwnijverheid	4500	—	—	—	—	—	—	—
--------------------------	------	---	---	---	---	---	---	---

Milieu (o.a. luchtverontreiniging)	3000	—	—	—	—	—	—	—
--	------	---	---	---	---	---	---	---

Energievoorziening	700	—	—	—	365	—	—	—
------------------------------	-----	---	---	---	-----	---	---	---

Aantal oproepen via
telefoonbeantwoorders van het KNMI

06-8003	12 000 000	—	—	—	—	—	—	—
-------------------	------------	---	---	---	---	---	---	---

Overige 06-nummers	1 400 000	—	—	—	—	—	—	—
------------------------------	-----------	---	---	---	---	---	---	---

Videotex	150 000	—	—	—	—	—	—	—
--------------------	---------	---	---	---	---	---	---	---

uitgaven 1991

inkomsten 1991

uitgaven 1992

inkomsten 1992

Financiën

Algemene inkomsten

De centrale opdracht van het KNMI is dienstverlening en onderzoek op het gebied van meteorologie, oceanografie, seismologie en klimaat.

Hierbij behoort ook de coördinatie en voorbereiding van het ruimtevaart- en klimaatbeleid voor het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. In combinatie met deze centrale opdracht worden tegen betaling diensten verleend aan afzonderlijke klanten.

Inkomsten

1991 1992

3,0	1,2	ontvangsten telefonisch weerbericht
0,5	0,7	ontvangsten radio/tv/pers
2,0	1,9	ontvangsten overige verwachtingen
1,0	1,9	klimatologische inlichtingen
1,0	1,5	overige inkomsten
7,5	7,2	totaal

De fluctuaties in de inkomsten zijn voor een deel het gevolg van onregelmatige afrekeningen.

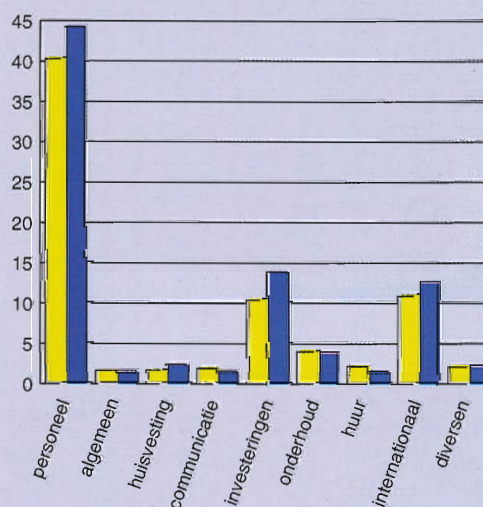
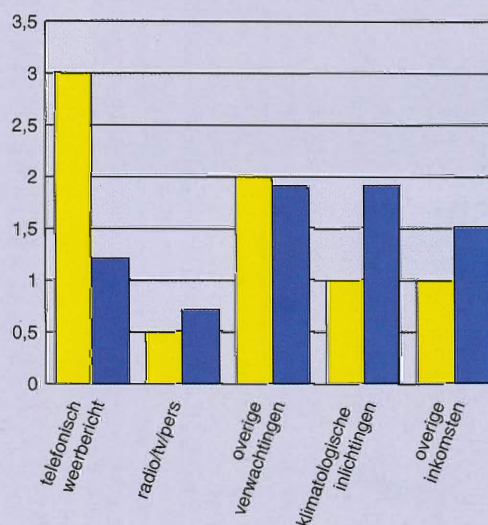
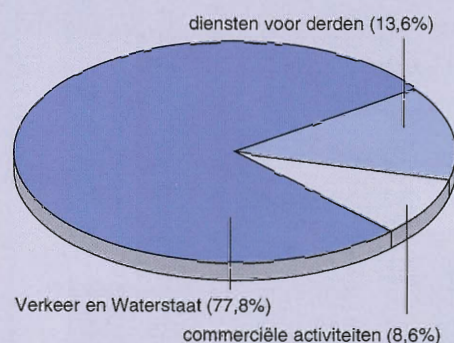
Uitgaven

1991 1992

40,3	44,3	personeel
1,7	1,7	algemeen
1,7	2,4	huisvesting
1,9	1,6	communicatiekosten
10,4	13,9	investeringen
4,0	3,8	onderhoud/exploitatie
2,2	1,6	huur apparatuur
10,9	12,4	internationaal en ruimtevaart
2,1	2,1	diversen
75,2	83,8	totaal

Een deel van deze kosten wordt doorberekend aan derden voor de maritieme en luchtvaart meteorologische dienstverlening en aan het bedrijfsleven. Voor het grootste deel van de financiering is het KNMI echter afhankelijk van de overheid.

Bedragen in miljoenen guldens.



Barkmeijer, J.

Local error growth in a barotropic model. In: Tellus 44A, pp. 314 - 323.

Beersma, J.J.

GCM control run of UK Meteorological Office compared with the real climate in the NW European winter, KNMI scientific report WR 92-02.

Blaauboer, D. en H.R.A. Wessels, S. Kruizinga

Systeembeschrijving Mist Voorspel Systeem MIVOS, deel 1, KNMI technische rapporten TR-141.

Bosveld, F.C. et al.

Measurements of the dry deposition flux of NH₃ onto coniferous forest.
In: Environmental Pollution 75.

Drijfhout, S.S.

Ring-genesis and the related heat transport. Part II: A model comparison.
In: Journal of Physical Oceanography, 22, pp. 268-285.

Duin, C.A. van, and P.A.E.M. Janssen

An analytic model of the generation of surface gravity waves by turbulent air flow.
In: Journal of Fluid Mechanics, 236, pp. 197-215.

Geertsema, G.T.

Analyse van torenwindgegevens over het tijdvak 1977 t/m 1991, KNMI technische rapporten TR 148.

Houtekamer, P.L.

The quality of skill forecasts for a low order spectral model.
In: Monthly Weather Review, 120, pp. 2993-3002.

Janssen, P.A.E.M. et al.

Assimilation of Altimeter Data in a global third generation wave model.
In: Journal of Geophysical Research 97C, pp. 14453-14474.

Janssen, P.A.E.M., A.C.M. Beljaars et al.

The determination of the surface stress in an atmospheric model.
In: Monthly Weather Review, 120, pp. 2977-2985.

Janssen, P.A.E.M.

Experimental evidence of the effect of surface waves on the air flow.
In: Journal of Physical Oceanography 22, pp. 1600-1604.

Kelder, H. et al.

Reinterpretation of ozone data from "Base Roi Boudouin". In: Aeronomica Acta A No. 365.

Kelder, H. et al.

The transition of Kelvin-Helmholtz instabilities to propagating wave instabilities.
In: Physics of Fluids A: fluid dynamics, 4, pp. 1990-1997.

Kohsiek, W.

A scintillation experiment over a forest, KNMI scientific report WR 92-04.

Können, G.P.

Polarization in Nature.

In: Direct and inverse methods in radar polarimetry, part 1, pp. 33-44, Kluwer, Dordrecht.

Maat, N. and V.K. Makin

Numerical simulation of air flow over braking waves.

In: Boundary-Layer Meteorology, 60, pp. 77-93.

Oost, W.A. and C. Kraan, N. Maat, et al.

Sea surface wind stress and drag coefficients: the HEXOS results.

In: Boundary-Layer Meteorology, 60, pp. 109-142.

Pasmanter, R.A.

Symbolic dynamics of fully developed chaos I: Statistics and characteristics of two-symbol sequences.

In: Physica A., 183, p. 67.

Rooy, W.C. de

Aanpassing vocht-bedekkingsgraadrelaties in het LAM, KNMI technische rapporten TR 144.

Siegmund, P.C.

Linear simulation of stationary eddy response of a general circulation model to a doubling of atmospheric CO₂.

In: Climate Dynamics, 7, pp. 29-37.

Theihzen, H.G.

Een verificatie van de Eurogids, de gidsverwachting voor vervoer en toerisme, KNMI technische rapporten TR 145.

Ulden, A.P. van

De stralingshuishouding van de aarde.

In: Energiespectrum, 6, pp. 211-216.

Ulden, A.P. van

A surface-layer similarity model for the dispersion of a skewed passive puff near the ground.

In: Atmospheric environment, 26 A, pp. 681-692.

Velds, C.A.

Zonnestraling in Nederland.

Thieme, Baarn, 170 p.

Verver, G.H.L. et al.

An operational Puff Dispersion Model.

In: Atmospheric environment, 26 A, pp. 3179-3193.

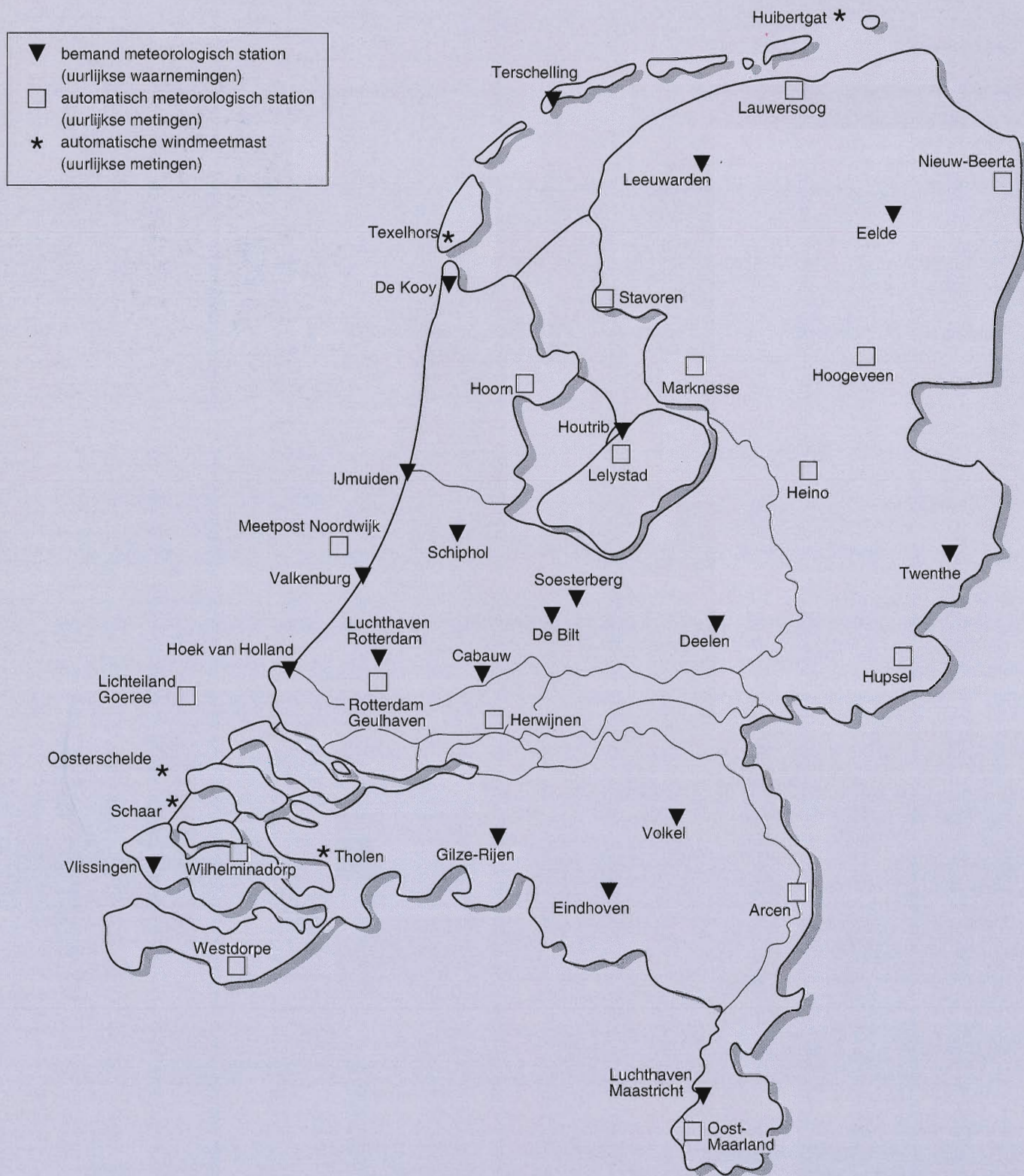
Wessels, H.R.A. and J.H. Beekhuis

Automatic suppression of anomalous propagation clutter for noncoherent weather radars, KNMI scientific report WR 92-06.

Wieringa, J.

Updating the Davenport terrain roughness classification.

In: Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 41, pp. 357-368.



Colofon

Tekst

Harry Geurts, Externe Zaken, KNMI

Vormgeving

Studio KNMI

Fotografie

J. Bouwman

ECMWF

EUMETSAT

Fotostudio Theo Dijkhuizen

P.P. Hattinga Verschure

KNMI

J. Kuiper

Mevr. M.M. Looman-den Oudsten

NOAA

NOB

NVBM

W. Wilstra

Lithografie en druk

Drukkerij van de Ridder b.v., Nijkerk

Papier

Savannah Natural Art.

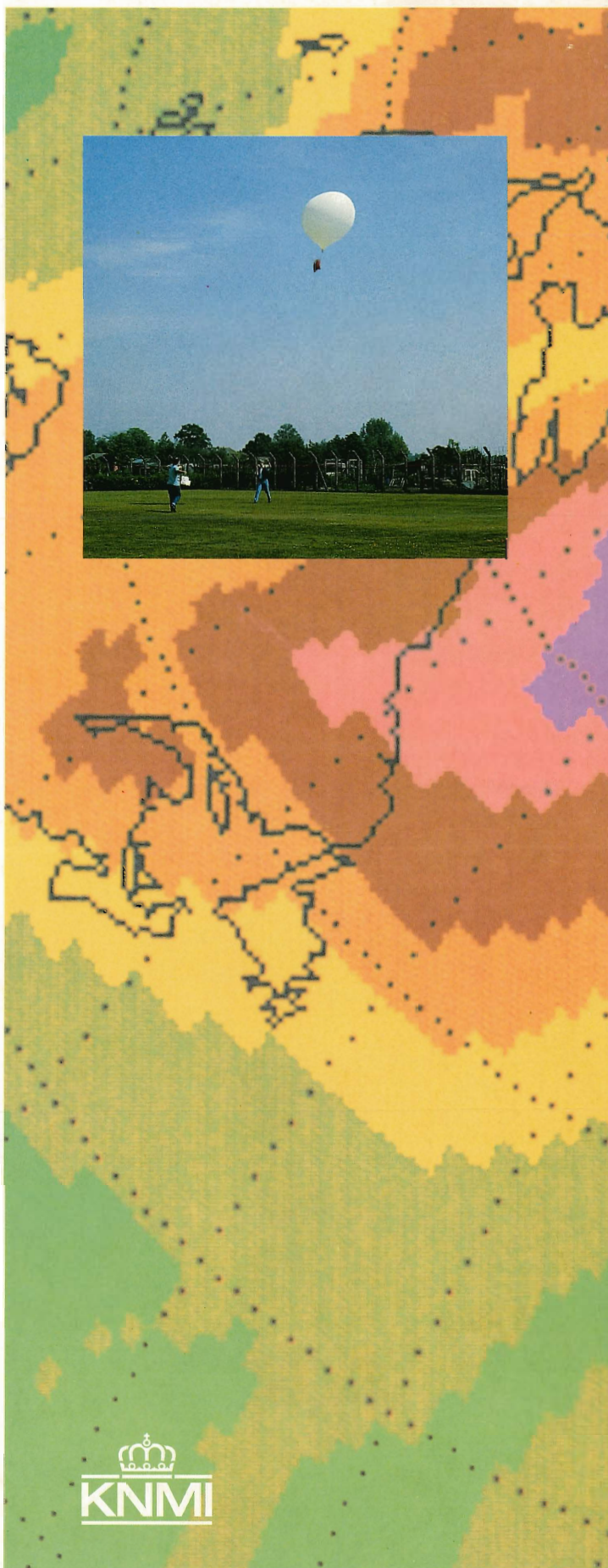
Dit papier is gemaakt van tenminste 60% uitgeperst suikerriet, restafval van de rietsuikerproductie. Dit afval wordt gewoonlijk verbrand. Verder bevat het papier zuurstof gebleekte zachthoutvezels.

© KNMI, De Bilt, juli 1993

De ozonsondes die het KNMI vanaf 3 december 1992 regelmatig oplaat, luiden het begin van een nieuw tijdperk voor het ozononderzoek in, maar zijn zeker niet de eerste activiteiten op dit gebied. Onlangs werden in het KNMI-archief waarnemingen gevonden, waarschijnlijk van de hand van Buijs Ballot, "aangaande het ozon-gehalte van de lucht in 1855 in Utrecht".

De ontdekking van ozon wordt toegeschreven aan de Nederlander Martinus van Marum (1750 - 1837), die het gas ontdekte bij zijn experimenten met de "elektrizeermachine" bij het Teylers Genootschap in Haarlem. Het gaat hier niet om de ozonlaag in de stratosfeer, maar om ozon in de troposfeer, de onderste kilometers van de atmosfeer. Ozonsondes werden het eerst in 1965 door het KNMI opgelaten tijdens een onderzoek op de Zuidpool.

Deze gegevens uit de jaren zestig zijn vorig jaar opnieuw bewerkt. In België op het KMI in Ukkel worden sinds 1969 ozonmetingen met sondes uitgevoerd. De ozonsondes die sinds kort in De Bilt worden opgelaten zijn vooral bedoeld voor onderzoek van de relatie tussen het weer en de hoeveelheid ozon, een onderzoek dat in samenwerking met het KMI wordt uitgevoerd.



Postadres Postbus 201, 3730 AE De Bilt

Bezoekadres Wilhelminalaan 10

Telefoon: 030 - 206 911

Telefax 030 - 210 407, Telex 47 096 nl

