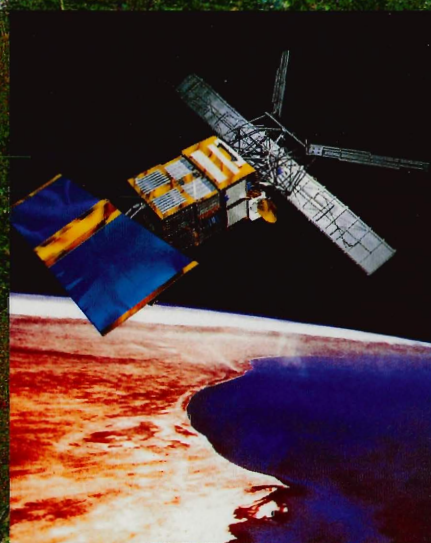
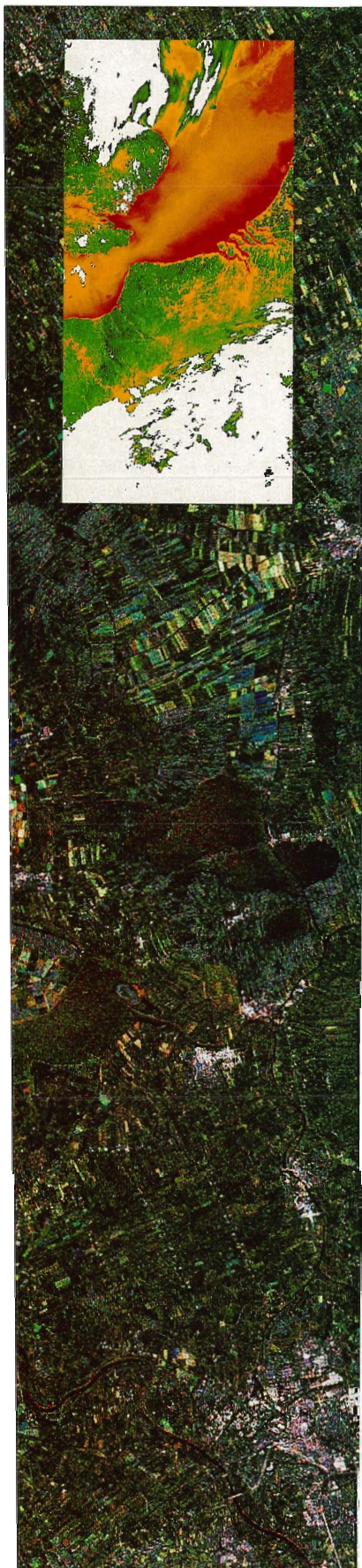




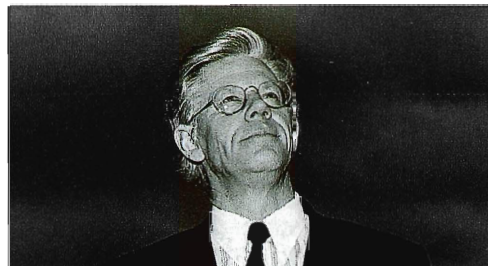


De omslag toont een opname van de Europese milieusatelliet ERS-1, samengesteld uit drie beelden van verschillende dagen uit 1991 in afzonderlijke kleuren, 10 september (blauw), 25 oktober (groen) en 28 oktober (rood). De beelden zijn gemaakt met de speciale "Synthetic Aperture Radar" (SAR), waarmee de satelliet is uitgerust. Dit radarinstrument brengt, niet gestoord door de aanwezigheid van bewolking, de ruwheid van het land- en wateroppervlak in beeld. De ruwheid van het water wordt bepaald door twee factoren: wind (snelheid en richting) en (getijde-) stroming. De lichtere kleuren duiden op een ruw wateroppervlak; de donkere kleuren op kalm water. De beschutte Randmeren en de Friese meren zijn door het kalme water donkerder van kleur dan het IJsselmeer.

Het samengestelde satellietbeeld brengt ook haarfijn het landgebruik in beeld. Het oplossend vermogen van de radar is 30 meter, waardoor zelfs wegen goed zichtbaar zijn. Ook hier geldt: hoe lichter de kleur, hoe ruwer het oppervlak. De steden zijn dus licht en de vlakke graslandgebieden zijn donker van kleur. De meeste kleurvariaties zijn te vinden in de akkerbouwgebieden. In de periode tussen 10 september en 28 oktober 1991 zijn veel gewassen geoogst, waardoor de ruwheid van het oppervlak is veranderd en er een schakering van kleuren in de akkerbouwgebieden te zien is.

Het ERS-beeld van de "Along-Track Scanning Radiometer" (ATSR) op deze pagina laat de temperatuur in de nacht van 8 augustus 1991 zien van de onbewolkte zuidelijke Noordzee en het Kanaal. De ondiepe kustwateren zijn warm en het land is veel kouder. In tegenstelling tot de SAR heeft de ATSR niet het vermogen om door wolken heen te kijken. De witte vlekken op het beeld geven aan waar het bewolkt is. De temperatuurmeting door de infrarood ATSR-scanner van de ERS-1 is door toepassing van moderne technieken iets nauwkeuriger dan de vergelijkbare "Advanced Very High Resolution Radiometer" (AVHRR) aan boord van de NOAA-satellieten. Met de scanner van de ERS-1 wordt echter slechts eens in de drie dagen een opname gemaakt, terwijl de scanner van de NOAA vier opnamen per dag maakt. Voor routinematige temperatuurmetingen van de vaak bewolkte Noordzee blijft het KNMI daarom gebruik maken van de NOAA-satellieten.

Remote sensing betekent "waarnemen op afstand" en omvat technieken voor waarnemingen vanuit vliegtuigen, satellieten en vanaf de grond. Voor het KNMI is remote sensing van grote betekenis: satellietgegevens zijn vandaag de dag van wezenlijk belang, niet alleen voor het maken van weerberichten maar ook voor klimaatonderzoek.



De lancering van de eerste Europese milieusatelliet ERS-1 in 1991 is een nieuwe mijlpaal in de geschiedenis van de ruimtevaart. De nieuwe serie Europese satellieten biedt enorme perspectieven voor de observatie van land en zee en is van grote betekenis voor de meteorologie en voor onderzoek van klimaat en milieu. In het jaar van de Golfoorlog werd de maatschappelijke betekenis van satellietobservatie nog eens onderstreept. Het KNMI kon de rookpluimen van de oliebranden in Koeweit nauwlettend volgen aan de hand van beelden van de Europese weersatelliet METEOSAT.

Het klimaat neemt in het onderzoeksprogramma van het KNMI een steeds belangrijker plaats in. Het jaarverslag informeert u niet alleen over de laatste ontwikkelingen op dit gebied maar natuurlijk ook over de andere KNMI-taken, zoals seismologie en het produkt waar het Instituut zijn bekendheid aan dankt: de weersverwachting. De kwaliteit van het weerbericht is de laatste jaren verder verbeterd en de meteorologische dienstverlening werd ook dit jaar opnieuw uitgebreid.

Aan de geschiedenis van het KNMI is een jaar toegevoegd met grote veranderingen. Niet alleen omdat het Instituut de weg naar de verzelfstandiging is ingeslagen, maar ook door de nieuwe verhoudingen binnen Europa. Veranderingen die de samenwerking op meteorologisch gebied blijvend zullen beïnvloeden en van groot belang zijn voor de toekomst.

dr. H.M. Fijnaut
hoofddirecteur KNMI

Op 17 juli 1991 werd vanaf de basis Kourou in Frans-Guyana de eerste Europese milieu-satelliet (ERS-1) in een baan om de aarde gebracht. Deze door het Europese Ruimtevaartagentschap ESA gebouwde satelliet, is van groot belang voor onderzoek van weer en klimaat en de rol die de oceanen daarbij spelen. Het KNMI is als belangrijk gebruiker van satellietgegevens nauw betrokken geweest bij de voorbereidingen van de bouw van deze satelliet en heeft in het kader daarvan meegewerkt aan een aantal experimentele applicatieprogramma's.

Het belangrijkste instrument aan boord van de ERS-1 is de radar, die het mogelijk maakt om vanuit de ruimte door de wolken heen waarnemingen te doen. Deze speciale radarinstallatie waarmee de satelliet is uitgerust, ook wel het "Active Microwave Instrument" (AMI) genoemd, bestaat uit twee afzonderlijke systemen en kan op drie manieren worden gebruikt:

- Synthetic Aperture Radar in Image Mode (SAR-beeldregistratie) voor opnamen van land, zee en ijs zonodig door de wolken heen;
- Golfscatterometer (Golfmeting) voor bepaling van lengte en richting van golven;
- Wind Scatterometer (Windmeting) voor bepaling van snelheid en richting van de wind aan het zeeoppervlak.

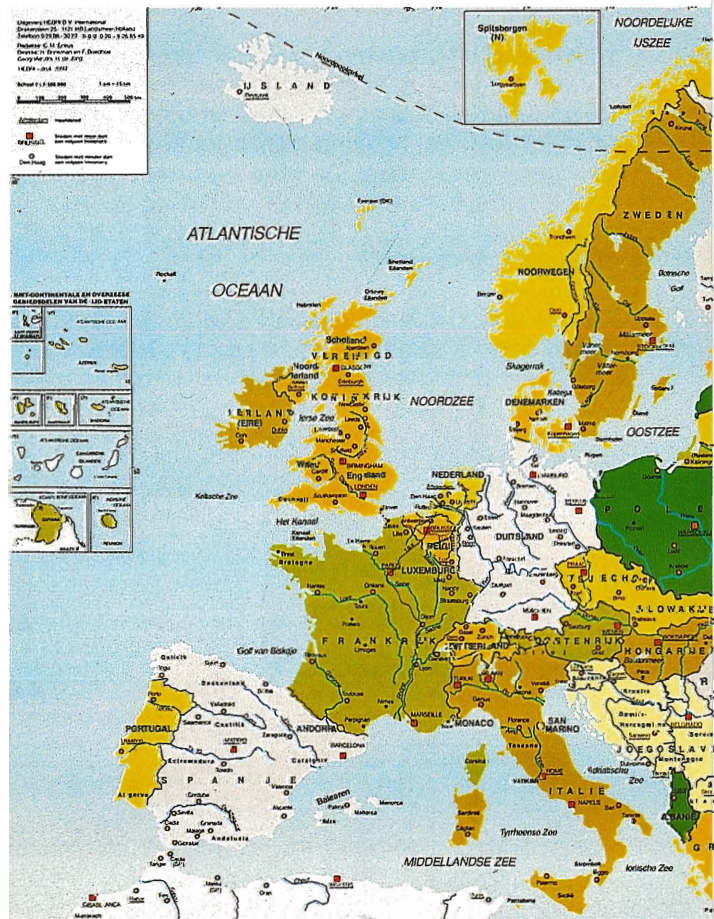
De radars zenden microgolfstraling in zeer korte pulsen naar de aarde. Bij de "Synthetic Aperture Radar" wordt uit de reflectie van die straling langs elektronische weg een zeer gedetailleerd beeld (oplossend vermogen 30 meter) van het oppervlak gemaakt. Hierbij is de ruwheid en geometrie van het reflecterende oppervlak een maat voor het gereflecteerde signaal. De haarscherpe opname bevat alle mogelijke informatie over de aard en structuur van het land en het zee-oppervlak.

De ERS-1 is ook voor milieubewaking van grote betekenis. Zo kan bijvoorbeeld de toestand van de tropische wouden worden geobserveerd en kunnen grote olievlekken op zee zichtbaar worden gemaakt. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de eigenschap dat olie op het wateroppervlak drijft en de golven dempt. Dat beïnvloedt het door de golven gereflecteerde radarsignaal en op grond daarvan kunnen aard en omvang van de olievlek worden bepaald. >>

Het gezicht van het "Nieuwe Europa": politiek en geografisch is er in 1991 veel veranderd.

Politiek en geografisch ziet de wereld er sinds 1991 heel anders uit, zeker niet alleen als gevolg van de nieuwe verhoudingen binnen Europa en de opheffing van de Sovjet Unie. Begon het jaar met de oorlog in het Golfgebied, in het begin van de zomer eiste de uitbarsting van de Filipijnse vulkaan Pinatubo zijn tol onder de bevolking en later in de zomer de oorlog in het inmiddels uiteengevallen Joegoslavië.

Met behulp van satellieten konden de gebeurtenissen in de wereld op de voet worden gevolgd en nooit eerder speelde het waarnemen vanuit de ruimte zo'n cruciale rol. In de Golfoorlog vooral vanwege militair strategische doeleinden en de verspreiding van gevaarlijke stoffen en roet in de atmosfeer. De rookwolken van de oliebranden in Koeweit konden door de nieuwe Europese milieusatelliet ERS-1 (European Remote-Sensing Satellite) en de METEOSAT nauwlettend in de gaten worden gehouden. Verscheidene satellieten leveren ook een schat aan gegevens voor klimaatonderzoekers, bijvoorbeeld over de invloed



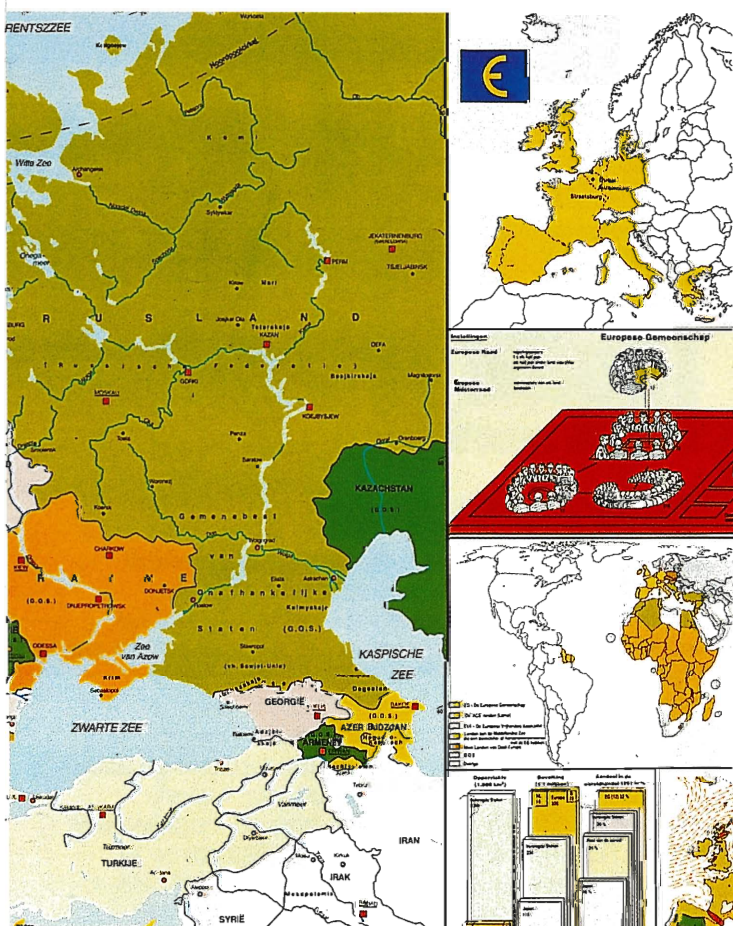
Door het gezamenlijk gebruik van een groot deel van de elektronica kunnen de SAR en windscatterometer niet gelijktijdig functioneren.

Met een ander instrument, de "Along-Track Scanning Radiometer" (ATSR), kan de temperatuur van het zeeoppervlak worden bepaald met een nauwkeurigheid van $0,5^{\circ}\text{C}$. Aan de hand van gegevens van de ERS-1 kan worden afgeleid hoe de oceanen warmte transporteren en uitwisselen met de atmosfeer. Dat proces is van essentieel belang voor het aardse klimaat, omdat driekwart van het aardoppervlak uit water bestaat en oceanen en zeeën de belangrijkste opslagplaatsen van zonnewarmte zijn. De uitwisseling van warmte en vocht tussen oceaan en atmosfeer is van grote betekenis voor het weer en het klimaat. Ook op het KNMI is dit een belangrijk onderwerp van studie. Een groot probleem is het gebrek aan weergegevens uit onherbergzame gebieden, zoals de wereldzeeën en poolkappen, waar immers weinig waarnemstations zijn. De ERS-1 verzamelt op mondiale schaal gegevens, waarmee atmosferonderzoekers de klimaatmodellen verder kunnen verfijnen. Daardoor wordt wellicht meer duidelijk over de toekomst van het wereldklimaat. Omdat de meetgegevens van de ERS-1 zeer actueel beschikbaar zijn, kunnen ze ook worden gebruikt als basis voor de weersverwachting. De computermodellen van de atmosfeer, die de basis vormen voor de weersverwachtingen, zijn volledig afhankelijk van een zo gevarieerd mogelijke verzameling weergegevens. De ERS-1 levert hieraan nu een belangrijke bijdrage.

De ERS-1 is een grote satelliet met afmetingen van 2 bij 12 bij 10 meter en een gewicht van 2380 kilogram. De satelliet beschrijft een cirkelvormige baan over de polen op een hoogte van 785 kilometer met een omlooptijd van 100 minuten. Afhankelijk van het wetenschappelijke gebruik kan, door het aanbrenge van een kleine wijziging in de satellietbaan, de gehele aarde in verschillende cycli worden geobserveerd. Door een aantal cycli met elkaar te vergelijken kunnen optredende verschillen goed zichtbaar worden gemaakt. In 1994 zal de ERS-1 worden opgevolgd door de ERS-2, die op dit moment wordt gebouwd. De tweede Europese milieusatelliet zal ook gebruikt worden voor het meten van de chemische samenstelling van de hogere luchtlagen, met name de hoeveelheid ozon. <<

van vulkaanstof op het klimaat en de hoeveelheid ozon in de atmosfeer. Satellieten spelen een steeds grotere rol in de maatschappij, zowel voor communicatie als voor onderzoek, zeker in de meteorologie. Met de lancering in 1991 van de ERS-1 heeft Europa een belangrijke stap gezet naar de uitbreiding van een wereldomvattend observatienetwerk, waarvan de satellieten METEOSAT en NOAA reeds deel uitmaken. De Verenigde Naties hebben het belang hiervan aangegeven door 1992 uit te roepen tot "International Space Year". Het KNMI heeft dit onderstreept met de uitgave van een speciale kalender in samenwerking met de Kring voor Remote Sensing en de Beleidscommissie voor Remote Sensing (BCRS).

Remote sensing betekent waarnemen op afstand en is een verzamelnaam voor waarnemingstechnieken vanuit vliegtuigen, satellieten en vanaf de grond. De techniek is bij uitstek geschikt voor het verkrijgen van gegevens van land, zee en atmosfeer. Met name het



Vulkaan Pinatubo

De explosieve uitbarsting van de Filipijnse vulkaan Pinatubo op 15 en 16 juni 1991 is van belang voor het wereldklimaat. Dergelijke vulkaanuitbarstingen veroorzaken een enorme wolk, die voornamelijk bestaat uit druppeltjes zwavelzuur en zwavelverbindingen en die zich in de stratosfeerlaag op twintig tot dertig kilometer hoogte in de atmosfeer zeker een jaar kan handhaven. Het vulkaanstof kan daar zo lang blijven omdat op die hoogte geen neerslag valt, waarmee het zou kunnen verdwijnen. Bovendien komen daar vrijwel geen verticale luchtbewegingen voor. Wel waaien er winden die het vulkaanstof geleidelijk in horizontale richtingen over de atmosfeer verspreiden, waardoor het ook boven onze omgeving terecht kan komen.

De aanwezigheid van vulkaanstof verraadt zich door een opvallend rode schemeringsgloed kort vóór zonsopkomst en na zonsondergang. In het afgelopen jaar was dat ook in ons land herhaaldelijk te zien. Door de stofwolk kan de intensiteit van het zonlicht tijdelijk wat afnemen, waardoor de aarde iets afkoelt. Uit onderzoek naar de gevolgen van een groot aantal erupties is gebleken dat de gemiddelde wereldtemperatuur in de eerste jaren na een explosieve vulkaanuitbarsting ongeveer $0,3^{\circ}\text{C}$ daalt. Dat was ook het geval na de uitbarsting van de Mexicaanse vulkaan "El Chichon" in 1982. De hoeveelheden magma en zwavel die de Pinatubo heeft uitgestoten, waren drie tot vijf keer zo groot als die van de "El Chichon" en volgens berekeningen kan dat leiden tot een wereldwijde afkoeling van $0,5^{\circ}\text{C}$ in de jaren '92 en '93.

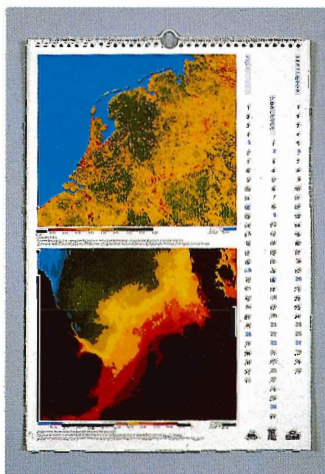
Het is nog niet duidelijk wat we daar in Nederland van zullen merken. De normale jaarlijkse variatie van de temperatuur kan groter zijn dan de betrekkelijk geringe temperatuurafname veroorzaakt door een vulkaanuitbarsting. Bovendien zijn de temperatuurvariaties op de wereld het gevolg van een grote verscheidenheid aan processen en kunnen deze van plaats tot plaats sterk verschillen. >>

- ☐ In het kader van het "International Space Year" bracht het KNMI voor het eerst in zijn bijna 140-jarig bestaan een speciale kalender uit.
- ☐ Medewerkers van Directie Flevoland van Rijkswaterstaat nemen watermonsters van het IJsselmeer. De NOAA/KNMI-beelden van de Noordzee bieden aanvullende informatie over temperatuur en troebelheid van het IJsselmeerwater

ruimtelijke overzicht dat hiermee wordt verkregen, geeft remote sensing een aantal voordelen boven meer conventionele waarnemingsmethoden.

Nationaal remote sensing kenniscentrum

Het KNMI beschikt als nationaal meteorologisch instituut over de infrastructuur om satellietgegevens te ontvangen, te verwerken en verspreiden. In de afgelopen jaren is de nodige expertise opgebouwd voor operationeel gebruik van satellietgegevens. Het KNMI maakt hiervan niet alleen gebruik bij het opstellen van weersverwachtingen en onderzoek, maar levert de informatie ook aan een steeds grotere klantenkring. Het meest bekend zijn de satellietbeelden van de METEOSAT (in 1991 werd de vijfde satelliet in deze serie gelanceerd), die vrijwel dagelijks in het weerbericht van het NOS-journaal op televisie te zien zijn. Satelliet-informatie is echter ook van groot belang voor diverse andere activiteiten.



Het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) en Directie Flevoland van Rijkswaterstaat gebruiken de door het KNMI bewerkte beelden van de Amerikaanse NOAA-satellieten op routinebasis voor het verkrijgen van informatie over de temperatuur en de troebelheid van het IJsselmeerwater, drijflogen van algen en ijsbedekking van het IJsselmeer. Andere diensten van Rijkswaterstaat, het Nederlands Instituut voor Onderzoek van de Zee (NIOZ), het Waterloopkundig Laboratorium (WL) en het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO) onderzoeken nog de mogelijkheid om de NOAA/KNMI-beelden van de Noordzee te gebruiken bij hun taakuitvoering. De satelliet ERS-1 biedt tal van mogelijkheden voor nieuwe remote

■ Het stof afkomstig van de vulkaan Pinatubo veroorzaakte een opvallend rode schemeringsgloed kort vóór zonsopgang en kort na zonsondergang.

sensing produkten voor een brede kring van gebruikers, die het KNMI ook kan bedienen. Enkele voorbeelden van mogelijke nieuwe produkten en toepassingen van satelliet-informatie:

Atmosfeer

- metingen van wind, temperatuur en vochtigheid, ook in onherbergzame gebieden
- verdeling en beweging van aerosolen (vaste zwevende deeltjes in de atmosfeer)
- identificatie van mistgebieden
- classificatie en statistiek van bewolking

Landbeheer

- klimaatclassificatie
- kartering van bodem, reliëf en landcontouren
- verdamping van gewassen
- hydrologisch bodemonderzoek
- vegetatieontwikkeling

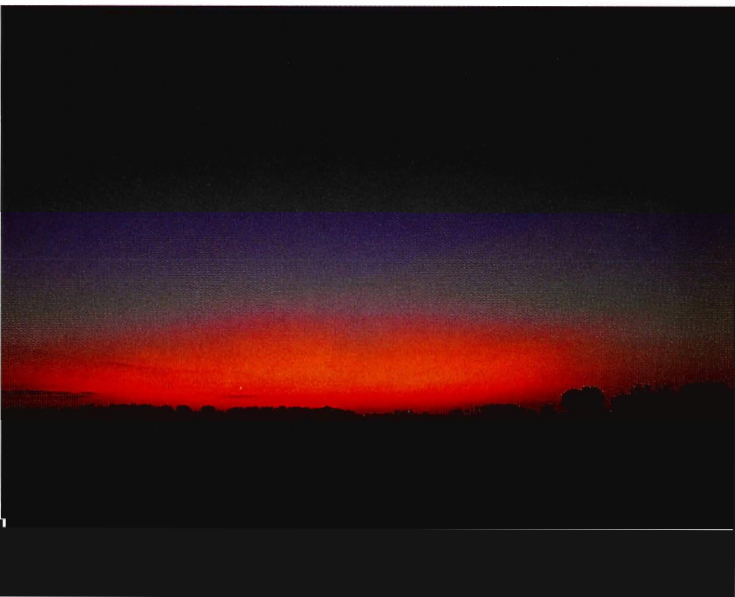
Waterbeheer

- oppervlaktetemperatuur
- wisselwerking lucht en zee en de modellering daarvan
- golfbeweging
- slibverdeling en algengroei
- ijsbedekking

De invloed van vulkaanuitbarstingen op het klimaat is daarom niet nauwkeurig te voorspellen en zeker niet voor afzonderlijke delen van de wereld zoals Europa. Dankzij de nieuwste satelliet- en radartechnieken, waaronder de Europese Remote Sensing Satelliet ERS-1, wordt wel steeds meer duidelijk over de gevolgen van vulkaanuitbarstingen voor het klimaat. Uit metingen is gebleken dat de zwavelverbindingen de lagere niveaus van de stratosfeer met ongeveer 4°C opwarmen. Bovendien neemt het aantal chloride-verbindingen in de stratosfeer toe, waardoor tijdelijk meer ozon wordt afgebroken en het beruchte "ozongat" kan groeien.

Voor de atmosfeer is het van belang in hoeverre zeestromingen worden beïnvloed door temperatuurveranderingen. Zo zou een vulkaanuitbarsting zelfs van invloed kunnen zijn op "El Niño", een warme golfstroom die jaarlijks op gang komt in het gebied van de equatoriale Stille Zuidzee. De kracht van "El Niño" varieert van jaar tot jaar en de krachtige warme stroming is van belang voor de hele atmosfeer en bepalend voor het weer in grote delen van de wereld.

In het kader van het "World Climate Research Programme" (Wereldklimaat Onderzoeksprogramma) wordt door de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) onder de naam "Tropical Ocean Global Atmosphere" (TOGA) in internationaal verband onderzoek gedaan naar "El Niño". Het KNMI neemt deel aan dit project en richt zich met name op de ontwikkeling van computermodellen, waarmee dergelijke verschijnselen kunnen worden nagebootst. De invloed die de Pinatubo heeft op het klimaat stelt de onderzoekers in staat de bestaande computermodellen te testen en zonodig te verbeteren.<<



In opdracht van de Beleidscommissie voor Remote Sensing heeft het KNMI in samenwerking met het Nederlands Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium een inventarisatie gemaakt voor de nationale en internationale verspreiding van gegevens van de ERS-1.

In het afgelopen jaar werd het nieuws in de media voor een groot deel beheerst door de oorlog in het Golfgebied. De wereld hield de adem in, ook na de oorlog toen de olieputten nog geruime tijd brandden.

Meteorologische gegevens zijn voor militair strategische doeleinden van grote betekenis. Al direct bij de eerste oorlogshandelingen in augustus 1990 beëindigde Irak de verzending van weergegevens. Later stopten ook andere landen in die omgeving daarmee en in de loop van januari 1991, toen de oorlog in volle hevigheid woedde, kwamen uit het Golfgebied vrijwel geen meteorologische waarnemingen meer binnen. Het KNMI ontving alleen nog satellietbeelden van de METEOSAT van dat gebied en hield deze nauwlettend in de gaten. Zo was actuele informatie over wind, temperatuur, bewolking en luchtverontreiniging in het oorlogsgebied beschikbaar voor het Nationale Voorlichtingscentrum op het ministerie van Binnenlandse Zaken.

Op verzoek van dit ministerie en de Koninklijke Luchtmacht was het KNMI uiterst terughoudend in de berichtgeving over het actuele weer in het Golfgebied, omdat deze informatie van groot belang was voor de oorlogshandelingen. Wel werd op verzoek van de media veel klimatologische informatie over de Golfregio verstrekt.

Na beëindiging van de oorlog waren alle ogen gericht op de olievernietiging en de enorme rookwolken van de brandende oliebronnen. Al direct verschenen berichten in de pers over de vermeende invloed van de rook op het wereldklimaat. Uit de satellietbeelden bleek dat de roetdeeltjes tot maximaal ongeveer vijf kilometer hoogte kwamen, waardoor volgens het KNMI een wereldwijde verspreiding van het roet onwaarschijnlijk was. >>

 *Rookpluimen van de oliebranden bij de Arabische Golf midden april 1991 gezien vanuit de Amerikaanse Space Shuttle. De opname toont een gebied van ongeveer 150 bij 200 kilometer, waarin drie olievelden in brand staan en de rook in zuidelijke tot zuidwestelijke richting drijft.*

De BCRS is ingesteld door de overheid en kan vanuit de deelnemende ministeries beschikken over budgetten voor stimulering van het gebruik van aardobservatiegegevens. Het wetenschappelijke en operationele gebruik van aardobservatiegegevens en remote sensing wordt door de overheid gestimuleerd in het Nationaal Remote Sensing Programma (NRSP), dat wordt uitgevoerd onder verantwoording van de BCRS. Satelliet remote sensing is alleen mogelijk door een optimale internationale samenwerking en het gezamenlijk opbrengen van de enorme kosten die ermee gemoeid zijn. De komende jaren zullen de



kosten aanzienlijk stijgen door nieuwe en dure technologie, nieuwe toepassingen en de lancering van nieuwe multifunctionele satellieten. Bovendien verwachten de Verenigde Staten, die tot nu toe een groot deel van de satellietprogramma's voor eigen rekening uitvoerden, een grotere inspanning van het rijke Europa.

De Nederlandse regering heeft in 1991 besloten om de financiële bijdrage aan satellietprogramma's geleidelijk te verhogen van 20 miljoen gulden per jaar in 1992 tot 70 miljoen gulden in 1995. Een groot deel van dit bedrag komt uit de begrotingen van de ministeries van Verkeer en Waterstaat, Economische Zaken en Onderwijs en Wetenschappen. Daarnaast is het draagvlak voor de nieuwe programma's verbreed door deelname van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en van Ontwikkelingssamenwerking. Het Europees aardobservatieprogramma wordt gezamenlijk uitgevoerd door het Europees Ruimtevaartagentschap ESA voor de ontwikkeling van de programma's en door de Europese Organisatie voor de Exploitatie van Meteorologische Satellieten (EUMETSAT) voor het operationele beheer van de satellietprogramma's.

 Het KNMI leverde aan de landen in het Golfgebied op verzoek van de WMO speciale verwachtingen voor de verspreiding van het roet afkomstig van oliebranden in de door oorlog getroffen Golfregio. De rookpluim drijft volgens deze verwachting in zuidelijke tot zuidwestelijke richting, maar buigt op een afstand van ongeveer 1000 kilometer ten zuiden van Koeweit af in oostelijke richting naar de Himalaya.

Internationale samenwerking

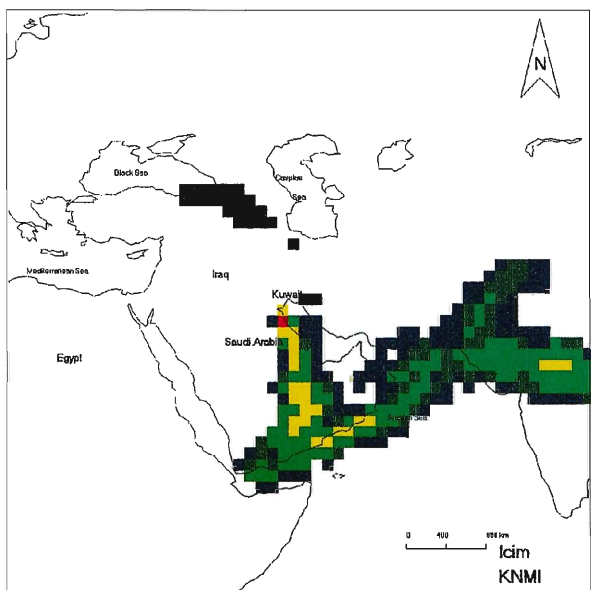
Internationaal zorgt de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO), waar ook Nederland bij aangesloten is, voor de wereldwijde coördinatie op meteorologisch gebied. Op het Congres van de WMO, dat in mei 1991 in Genève werd gehouden, is de hoofddirecteur van het KNMI, voor een periode van vier jaar gekozen als lid van de Uitvoerende Raad. Het is voor het eerst sinds de oprichting van de WMO in 1951 dat een vertegenwoordiger van Nederland in deze functie is benoemd. De belangrijkste taak van het WMO-Congres, dat eens in de vier jaar wordt gehouden, is de vaststelling van het programma en de begroting voor de komende periode.

Veel aandacht ging uit naar de WMO-activiteiten inzake het klimaat, in het bijzonder het "World Climate Programme". Met het oog op het "monitoren" van het klimaat werd het "Global Climate Observing System" ingesteld, waarbinnen diverse reeds bestaande en te ontwikkelen waarnemingsnetwerken worden geïntegreerd. Ook werd een "Co-ordinating Committee for the World Climate Programme" ingesteld voor de coördinatie van de grote verscheidenheid aan klimaatactiviteiten binnen en buiten de organisatie. Ook buiten het Congres kreeg het onderwerp klimaat veel aandacht, onder andere in het "Intergovernmental Panel on Climate Change", waar het KNMI nauw bij betrokken is. Ook bij de Raad van het Europees Centrum voor Weersvoorspellingen op Middellange Termijn (ECMWF) in Reading, die in 1991 bijeenkwam, stond het klimaatonderzoek op de agenda. Vooral nog blijft de rol van het Europees Centrum in het klimaatonderzoek beperkt tot een heranalyse van meteorologische gegevens over de periode 1979-1993.

De gevolgen voor weer en klimaat zouden zich daardoor beperken tot de directe omgeving van de branden en niet van lange duur zijn. In de nabijheid van de rookwolken in Koeweit werd het zonlicht sterk beperkt, waardoor de temperatuur overdag soms plaatselijk meer dan vijf graden lager was dan buiten het bereik van de rook.

Het KNMI beschikt over een speciaal computermodel waarmee berekeningen worden gemaakt van het transport van verontreiniging in de atmosfeer. Dit zogenoemde "Puff-model" is een aantal jaren geleden in samenwerking met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) ontwikkeld. Het rekenmodel heeft zijn kwaliteiten eerder bewezen bij berekeningen van de verspreiding van radioactiviteit als gevolg van het kernongeval bij Tsjernobyl. Speciaal voor de berekening van de roetverspreiding in de atmosfeer van de Golfregio werd het "Puff-model" aangepast, zodat verwachtingen tot drie dagen vooruit konden worden gemaakt van de roetverspreiding voor verschillende niveaus in de atmosfeer. Op verzoek van de Wereld Meteorologische Organisatie heeft het KNMI tijdens de branden deze speciale roetverwachtingen dagelijks aan de betrokken landen in het Golfgebied geleverd. Het KNMI werd gekozen vanwege de ervaring met verspreidingsberekeningen naar aanleiding van de ramp in Tsjernobyl. Na het doven van de laatste oliebrand in november 1991 werden de roetverwachtingen direct stopgezet.

In de loop van die maand kwamen bij het KNMI verscheidene bedankjes binnen, waaruit bleek dat deze speciale dienstverlening zeer op prijs is gesteld. De landen in het Golfgebied beschikten over weinig andere informatie van de vervuiling in de atmosfeer. Internationaal wordt het onderzoek naar de gevolgen op lange termijn van de verontreiniging in atmosfeer en milieu voortgezet. Ook daarbij zullen het KNMI en het RIVM betrokken zijn. <<



Aardbevingen in Nederland

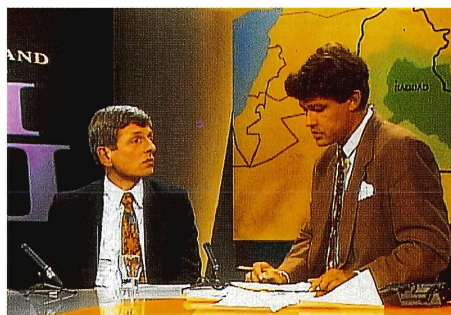
Het KNMI heeft eind 1991 een uitgebreide catalogus uitgebracht van aardbevingen in Nederland. Het overzicht dat een periode van bijna tweeduizend jaar beschrijft, werd samengesteld uit een grote verscheidenheid aan historische bronnen, literatuur en seismische registraties. Alle bevingen die in deze periode in Nederland hebben plaatsgevonden of waarvan het effect in ons land is waargenomen, zijn in chronologische volgorde beschreven en in een geografische index opgenomen. Vermeld zijn gegevens als tijd, plaats, sterkte en diepte van de bevingen voor zover die informatie voor handen was. Bovendien bevat de catalogus bronvermeldingen, literatuurverwijzingen en isoseistenkaartjes, waarin het effect van de bevingen is aangegeven voor verschillende gebieden. Daarnaast zijn voor zover mogelijk illustraties, geologische dwarsprofielen en haardmechanismen opgenomen.

Aardbevingen in Nederland zijn het gevolg van aardkorstbewegingen in een relatief klein breukengebied in de grensstreek van Zuidoost-Nederland, België en Duitsland. De seismiciteit in ons land wordt bepaald door een uitloper van dit seismisch actieve gebied, waarvan de activiteit in noordwestelijke richting geleidelijk afneemt. Dit blijkt uit zowel de historische bronnen als uit instrumentele registraties van later datum. De recente ondiepe en zwakke aardbevingen in Noord-Nederland passen niet in dit beeld. >>

  Fons Baede, coördinator klimaatbeleid, in gesprek met Charles Groenhuijsen van NOS-Laat over de gevolgen van de Golfoorlog voor het klimaat.

  De roetverwachtingen van het KNMI kregen veel aandacht in de media.

  Smog boven Arnhem: Nederland loopt voorop in het nemen van maatregelen die de invloed van de mens op het klimaat moeten terugdringen.



KNMI gaat Go
luchtvervuiling
voorspellen
Koeweits
roet valt op
de eeuwige
sneeuw Weer
de Himalaya
Eerste brandend lieput ge
KNMI levert ka
roetneerslag Koe

De beschikbaarheid van zo'n databestand, dat inzicht geeft in de klimatologie van de atmosfeer-opbouw, is voor diverse vormen van klimaat-onderzoek van groot belang.

De politieke ontwikkelingen in Europa hebben ook gevolgen voor de Europese samenwerking op meteorologisch gebied. Het uiteenvallen van Joegoslavië, al sinds de oprichting bij het Centrum aangesloten, is een reden tot zorg. De Hongaarse meteorologische dienst streeft naar nauwe relaties met het Centrum. De afgelopen drie jaar werd het voorzitterschap van de Raad van het ECMWF bekleed door de hoofddirecteur van het KNMI. In december droeg Fijnaut het voorzitterschap over aan zijn Belgische collega Malcorps, hoofddirecteur van het Koninklijk Meteorologisch Instituut in Ukkel.

Klimaatbeleid

De veronderstelde klimaatverandering door menselijk toedoen, bekend als het "broeikaseffect", is één van de lastigste problemen waarmee de mensheid ooit is geconfronteerd.



- ☐ ☐ Installatie van boorgatseismometers bij Finsterwolde in verband met het onderzoek naar de recente lichte aardshokken in het noorden van ons land.
- ☐ ☐ De catalogus "Aardbevingen in Nederland" die het KNMI eind 1991 heeft uitgebracht. De belangstelling voor deze publicatie was door de aardbeving op 13 april 1992 bij Roermond zo groot dat de catalogus inmiddels een herdruk beleefd.

De klimaatproblematiek staat hoog op de politieke agenda van wereldleiders. Nederland behoort tot de koplopers van de landen die maatregelen nemen ter voorkoming van en aanpassing aan de door de mens veroorzaakte klimaatveranderingen. In de Nota Klimaatverandering, die het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer in september 1991 heeft uitgebracht, wordt ernaar gestreefd om in het wereldklimaatverdrag een doelstelling op te nemen tot stabilisatie van de uitstoot van kooldioxyde voor de geïndustrialiseerde landen. De Klimaatnota, die in samenwerking met het KNMI is opgesteld, geeft een integraal beeld van de problematiek door de toename van het broeikas effect en de daarmee samenhangende risico's voor het klimaat. Op initiatief van de Verenigde Naties werd in 1991



internationaal gesproken over het klimaatverdrag. Dat wereldklimaatverdrag is inmiddels voor ondertekening aangeboden op de "United Nations Conference on Environment and Development" (UNCED) in Rio de Janeiro. Het KNMI vertegenwoordigde het ministerie van Verkeer en Waterstaat in de Nederlandse delegatie naar deze onderhandelingen, waarbij onze inbreng vooral van technisch-wetenschappelijke aard was. Het voorzitterschap van de Europese Gemeenschap heeft ons land een leidende rol in de onderhandelingen bezorgd.

De onderhandelingen verliepen echter moeizaam. De geïndustrialiseerde landen konden het niet eens worden over de stabilisatiedoelstellingen. Vooral de Verenigde Staten waren niet bereid kwantitatieve toezeggingen te doen. De ontwikkelingslanden wezen erop dat de geïndustrialiseerde landen het probleem veroorzaken en met geld en technologie over de brug moeten komen. De geïndustrialiseerde landen zijn bereid tot steun, maar de ontwikkelingslanden zien controle op de toepassing van de financiële en technologische ondersteuning als een inbreuk op hun autonomie.

Het KNMI is in oktober 1991 in samenwerking met de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM), de Vrije Universiteit Amsterdam (VU), de Technische Universiteit Delft (TUD), Grondmechanica Delft en de Rijksgeologische Dienst in Haarlem gestart met een uitvoerig multidisciplinair onderzoek naar een relatie van deze bevingen met de aardgaswinning. De NAM en de VU gaan "spanningsvelden" in kaart brengen van de op gesteenten werkzame krachten en het elastische en plastische gedrag van het gesteente. De Delftse onderzoekers rekenen op basis van de gesteentemechanica met behulp van computersimulaties krachten door zowel bij gasreservoirs als op grotere schaal. De Rijksgeologische Dienst zorgt voor de nodige achtergrondinformatie.

Het aandeel van het KNMI is onderzoek naar de bewaking van de aardgasvelden met behulp van seismometers. In de regio rond Assen zijn zes gevoelige seismometers geplaatst, waarvan de registraties rechtstreeks in De Bilt binnenkomen. Ook meet het KNMI de sterkte van de bodemruis in Noord-Nederland. In dat gebied is de bodemruis een sterk storende factor, vooral als gevolg van de slappe bodem, industriële activiteiten en de nabijheid van de branding. Om die ruis te meten zijn bij Finsterwolde speciale boorgatseismometers geplaatst, die de bodembeweging meten op een diepte van 300 meter. <<

In 1991 zijn in Noord-Nederland vier aardshokjes waargenomen:

plaats	datum	kracht (schaal van Richter)
Emmen	15 februari	2,2
Geelbroek	25 april	2,6
Eleveld	8 augustus	2,7
Middelstum	5 december	2,5

In samenwerking met de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) heeft het KNMI een internationale trainingsworkshop georganiseerd over statistische interpretatie en verificatie van weersverwachtingen. De workshop werd van 29 juli tot en met 9 augustus 1991 gehouden in het "International Agricultural Centre" (I.A.C.) in Wageningen. De WMO selecteerde 38 meteorologen uit 35 verschillende landen, voornamelijk ontwikkelingslanden. De meteorologen uit deze landen zijn in het algemeen minder geschoold dan hun collega's uit de rijkere landen, terwijl het weer juist daar van vitaal belang is. Niet alleen omdat de weersverschijnselen in verscheidene van deze landen heftiger zijn dan in bijvoorbeeld West-Europa, maar vooral omdat de zwakke economie veel kwetsbaarder is voor extreme weersomstandigheden. Een mislukte oogst is voor de bevolking van ontwikkelingslanden veel rampzaliger dan voor de bewoners van de rijke landen.

De cursus bestond uit negen lesdagen, een dag met lezingen en zes avonden practicum, begeleid door statistische onderzoekers van het KNMI. De cursus werd gegeven door internationaal erkende experts op het gebied van de statistische interpretatie en verificatie, te weten H.R. Glahn (USA), J.S. Jensenius Jr. (USA), A.H. Murphy (USA) en L.J. Wilson (Canada). Voorzitter was statisticus S. Kruizinga van het KNMI, die ook een gastcollege heeft gegeven.

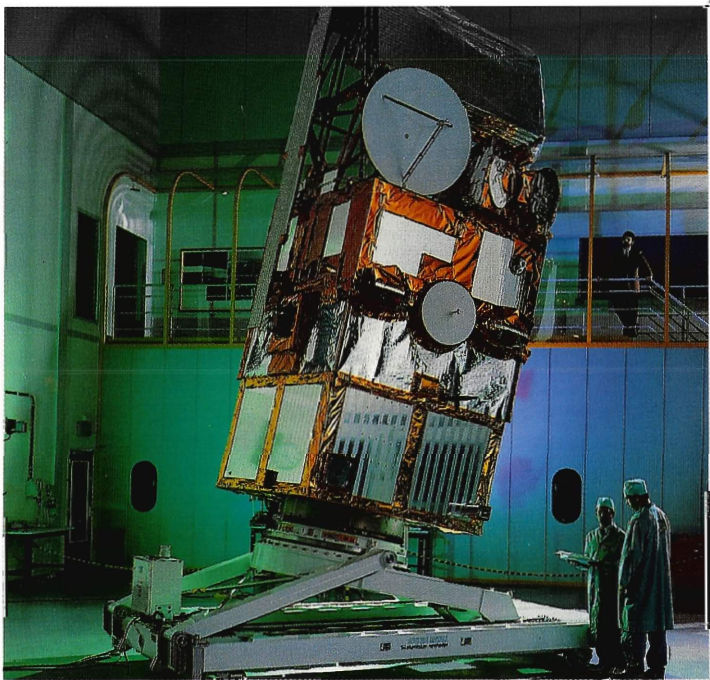
Centrale thema's waren "interpretatie" en "verificatie", de vertaling van de output van numerieke computermodellen van de atmosfeer in een weersverwachting en de techniek om na te gaan wat de kwaliteit van de weersverwachting is. De lezingen door internationale experts gaven een goed beeld van het gebruik van statistische voorspelmethoden in de hele wereld. De deelnemers brachten ook een bezoek aan het KNMI in De Bilt en voor de nodige ontspanning in het tussenliggende weekend werden in ons land toeristische attracties bezocht. Het succes van de workshop was groot. Vrijwel alle deelnemers hebben de dag- en avondprogramma's volledig gevolgd en reageerden enthousiast op de kennis die ze hebben opgestoken. <<

De ERS-1 bij ESTEC in Noordwijk kort vóór de verscheping naar Frans Guyana. De radarantennes, waarmee de satelliet is uitgerust, zijn van belang voor het meten van zeegolven.

Klimaatonderzoek

In het onderzoeksprogramma van het KNMI neemt klimaatonderzoek de belangrijkste plaats in. Sommige onderzoeksprojecten maken deel uit van het Nationaal Onderzoeksprogramma (NOP), dat in samenwerking met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) werd voorbereid en in 1991 gestalte kreeg. Op het KNMI is onderzoek gestart naar klimaatscenario's: samenhangende verwachtingen van het toekomstige klimaat bij verandering van klimatologische factoren, zoals het broeikaseffect. Voor het maken van klimaatscenario's wordt gebruik gemaakt van meteorologische gegevens, klimatologische statistiek en algemene circulatiemodellen.

In het kader van het onderzoek naar de voorspelbaarheid van het klimaat zijn vorderingen gemaakt op het gebied van de modellering van atmosfeer en oceaan en de koppeling van verschillende modellen. Afgerond werd een onderzoek met een atmosfeer-oceaanmodel naar het verschijnsel "El Niño", een periodiek optredende warme stroming in het gebied van de equatoriale Stille Zuidzee. Het probleem is nog niet opgelost, maar de opgedane ervaring vormt de basis van een onderzoek naar de koppeling van verschillende mondiale oceaan- en atmosfeermodellen in samenwerking met onderzoekers van het



☐ ☐ De eerste cursus van het nieuwe bureau "Meteorologische Vakopleidingen" van het KNMI werd gegeven aan een groep radio-operators die werken op boorplatforms van de Nederlandse Aardolie Maatschappij.

☐ ☐ De verspreiding van verontreiniging in de atmosfeer is een belangrijk aandachtspunt van de onderzoeksafdeling van het KNMI. De aandacht richt zich met name op het transport van sporengassen en stofdeeltjes.

Max Planck Instituut voor meteorologie in Hamburg. De aandacht van de oceanografen richt zich onder meer op het warmtetransport in de Noordatlantische Oceaan en fysische processen op het grensvlak van atmosfeer en oceaan. De dynamica van korte zee-golven en de invloed van de wind hierop vormen belangrijke aandachtspunten. Daarbij wordt onder andere gebruik gemaakt van de golfhoogtemetingen door de satelliet ERS-1. Ook is gestart met onderzoek naar de energiecycclus in atmosfeermodellen en de invloed van wolken op deze cyclus.

Voltooid werd een fysisch meteorologisch onderzoek naar turbulente uitwisselingsprocessen boven een bos bij Garderen. De depositie van luchtverontreiniging boven een bos kan nu beter worden berekend. In samenwerking met het Energie Centrum Nederland (ECN) in Petten zijn voorbereidingen getroffen voor het meten van de concentraties kool-dioxyde en methaan op de KNMI-meetmast in Cabauw, bij Lopik.

De verspreiding van verontreiniging in de atmosfeer is een belangrijk aandachtspunt van de onderzoeksafdeling van het KNMI. De aandacht richt zich met name op het transport van sporengassen.

Het KNMI neemt in internationaal verband deel aan onderzoek naar de modellering van de samenstelling van de atmosfeer en treft voorbereidingen voor ozonmetingen. In 1991 werd al begonnen met metingen van ultraviolette zonnestraling, waarvan de intensiteit naar verwachting toeneemt bij afname van de hoeveelheid ozon in de stratosfeer. Ook wordt aandacht besteed aan de meteorologische aspecten van vliegtuig-emissies in de atmosfeer.



Opleiding Meteorologie

Op het KNMI in De Bilt is in het voorjaar van 1991 een nieuw bureau "Meteorologische Vakopleidingen" van start gegaan, dat naast interne scholing ook opleidingen verzorgt voor externe groepen. Als eerste werd een tweedaagse cursus meteorologie gegeven aan een groep radio-operators, die werken voor de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM). Volgens de Mijnwet zijn werknemers op booreilanden verplicht minstens éénmaal per dag een waarneming te doen.

De NAM en het KNMI hechten grote waarde aan de kwaliteit van de waarnemingen. De cursus, die bestaat uit lessen, excursies en praktijkoefeningen zal daar zeker toe bijdragen. Behandeld werd wat er met de waarnemingen gebeurt, hoe belangrijk ze zijn voor de weersverwachting en voor de beschrijving van het klimaat in het Noordzeegebied. Ook werd in de cursus voor radio-operators aandacht besteed aan luchtvaartmeteorologie vanwege de contacten met piloten van helikopters die regelmatig de booreilanden aandoen. In de komende tijd zullen verscheidene meteorologische cursussen worden georganiseerd, niet alleen voor groepen als radio-operators, maar bijvoorbeeld ook voor de Koninklijke Luchtmacht en voor medewerkers van het KNMI.

Voor hen zijn er vier soorten opleidingen:

-De Elementaire Vakopleiding Meteorologie (EVM) wordt tweemaal per jaar gegeven en leidt op tot waarnemer, assistent klimatoloog, medewerker communicatie of wachtchef.

-De Basisopleiding Officier Meteorologie (BOM) wordt eenmaal per jaar gegeven in samenwerking met de Koninklijke Luchtmacht en leidt op tot weerkundige.

-De Voortgezette Opleiding Meteorologie (VOM) wordt eenmaal per twee jaar georganiseerd in samenwerking met de Vakgroep Natuur- en Weerkunde van de Landbouwuniversiteit in Wageningen en leidt op tot hoofdweerkundige.

De Landbouwuniversiteit levert voor deze cursus docenten (waaronder oud-medewerkers van het KNMI) voor de wat meer theoretisch getinte vakken en voor een practicum, dat de cursisten moeten doorlopen. De praktijkvakken, onder andere over de analyse van weerkaarten en verwachtingsmethodieken, worden vrijwel uitsluitend door de huidige meteorologen van het KNMI gegeven.

-De Praktijk Opleiding Meteorologie (POM) leidt net als de Voortgezette Opleiding Meteorologie op tot hoofdweerkundige. Deze cursus, die grotendeels wordt gegeven op het Europees Centrum voor Weersvoorspellingen op Middellange Termijn in Reading, is bestemd voor medewerkers met een academische vooropleiding. <<

Het weer op de weg

Weersomstandigheden en vooral een plotselinge verandering van het weer kunnen op de weg aanleiding geven tot levensgevaarlijke situaties. Niet alleen mist of gladheid door sneeuw en ijs, maar ook water op de weg, opspattend water en zijwind beïnvloeden de veiligheid van de weggebruiker.

In internationaal verband wordt gewerkt aan een beter informatiesysteem over de toestand van de weg en de weersomstandigheden. Het KNMI was de afgelopen jaren nauw betrokken bij het project "Condition of Road and Weather", ook wel "CROW" genoemd. Onderzocht werd hoe gegevens over het weer en de conditie van het wegdek kunnen worden vertaald in een verhoging van de veiligheid voor de weggebruiker. De informatie is afkomstig van sensoren die in en bij het wegdek zijn opgesteld en van weerstations in de omgeving. De beschikbare informatie, door de computer gecombineerd met andere gegevens, zoals de verkeersintensiteit, de aard van het wegdek en een speciale weersverwachting voor de komende uren, levert een beeld van het mogelijke gevaar op de weg.

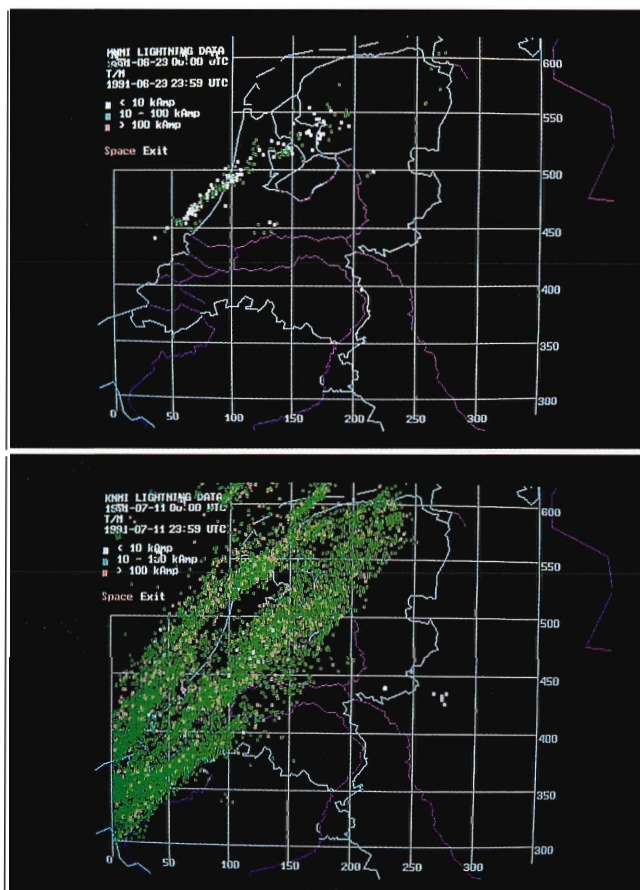
In de nabije toekomst wordt de verkeerspolitie en wegbeheerders de mogelijkheid geboden op grond hiervan waarschuwingen en adviezen uit te geven voor het verkeer. De verkeersinformatie kan via regionale radiozenders of door middel van elektronische waarschuwingsborden aan de weggebruiker worden medegedeeld. >>

Het KNMI levert een veelheid aan klimatologische gegevens, zoals informatie over het aantal bliksemontladingen. In samenwerking met de KEMA is een grafische presentatie ontwikkeld van het aantal plaatsen met bliksemontladingen.

Klimaatvoorlichting

Op 3 december 1991 werd in samenwerking met de Rijksluchtvaartdienst op het KNMI in De Bilt een symposium gehouden over de bijdrage aan luchtverontreiniging in de atmosfeer door vliegtuig-emissies. Die dag stond volledig in het teken van klimaatvoorlichting: onder auspiciën van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen werden lezingen gehouden over de klimaatproblematiek.

Het KNMI droeg in 1991 nog meer dan in voorgaande jaren bij aan de verspreiding van kennis over het klimaatprobleem. De klimaatknipselkrant verscheen vier keer en medewerking werd verleend aan uitzendingen op radio en televisie, artikelen en lezingen. In het begin van het jaar verscheen de populair-wetenschappelijke KNMI-klimaatbrochure "Het blijft veranderlijk", uitgegeven in een oplage van 70.000 exemplaren door het ministerie van Verkeer en Waterstaat in de Kenmerk onderwijsserie van uitgeverij Zorn.



- ☐ ☐ De weggebruiker wordt via de landelijke en regionale radiozenders gewaarschuwd voor gevaarlijke weersomstandigheden zoals windstoten, gladheid of mist.
- ☐ ☐ Door middel van speciale zichtmeters (forewardscatterosysteem) wordt het zicht op de vliegvelden en langs de weg bepaald.
- ☐ ☐ Meteoroloog Nico Maat rechtstreeks in de uitzending van Radio Utrecht.
- ☐ ☐ Meteoroloog Ineke Dorresteyn in de KNMI-studio voor de presentatie van het weerbericht in een uitzending van AVRO-radio.

Klimatologische gegevens

Het jaar 1991 vormt het begin van een nieuwe klimatologische standaardperiode. Internationaal worden periodes van dertig jaar aangehouden als klimatologische normaal en deze eeuw zijn dat de standaardperiodes 1901-1930, 1931-1960 en 1961-1990. De WMO adviseert haar leden de normen over deze periodes te berekenen en publiceren, maar elk land kan voor nationaal gebruik ook een tussenliggende dertigjarige periode kiezen.

Het KNMI werkte tot en met eind 1991 met de normaalperiode 1951-1980, zodat de oorlogsjaren waarvan veel gegevens ontbreken, geen invloed hadden. Met de nieuwe normaal over 1961-1990 sluit het KNMI weer aan op de internationale standaardperiode. De klimatologische gegevens over de periode 1961-1990 worden gepubliceerd in een nieuw "normalenboek", dat in 1992 verschijnt en voor het eerst ook op diskette wordt geleverd. Bij de start van het nieuwe decennium zijn grote veranderingen

Bovendien kan de wegbeheerder zijn planning voor het nemen van preventieve maatregelen aanpassen. Wordt bijvoorbeeld op een bepaald weggedeelte gladheid verwacht, dan kan hij besluiten om juist daar te strooien. Worden gevaarlijke windstoten verwacht, dan kunnen bepaalde windgevoelige delen van de weg tijdig worden afgesloten en kan het verkeer zo mogelijk via alternatieve routes worden geleid.

Het CROW-project is uitgevoerd in samenwerking met het Fysisch en Elektronisch Laboratorium (FEL) en het Instituut voor Wegtransportmiddelen (IW) van de organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) in Den Haag en instituten in Frankrijk, Duitsland en Italië. Het maakt deel uit van "DRIVE" (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle safety in Europe), een omvangrijk samenwerkingsproject op het gebied van weer en verkeer van de Europese Gemeenschap. In het kader hiervan is inmiddels het internationale vervolgproject "ROSES" (Road Safety Enhancement System) gestart, waarin de resultaten van CROW de komende drie jaar langs de weg worden getest. Bovendien wordt binnen dit project onderzoek gedaan naar het gedrag van de verkeersdeelnemers en de wijze van informatie-overdracht aan automobilisten. Voor Nederland wordt aan het project "ROSES" deelgenomen door het KNMI, TNO en Rijkswaterstaat.<<



gen in het klimatologische meetnet gerealiseerd. In 1991 werd afscheid genomen van de particuliere waarnemers van het KNMI, die de afgelopen tientallen jaren metingen hebben verricht. Het meetnet bestaat nu uit vijftien automatische weerstations, die samen met twintig synoptische stations en ruim driehonderd neerslagstations de

Het weer in 1991:

droog, vrij zonnig en tamelijk warm

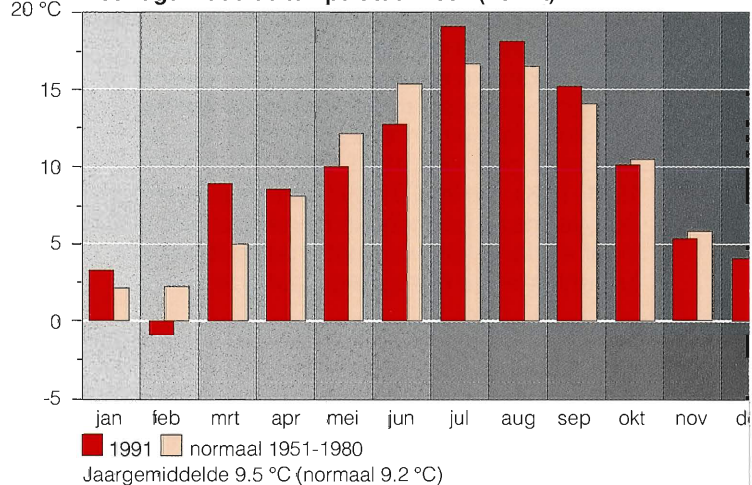
Het afgelopen jaar was met een gemiddelde temperatuur van 9,5°C in De Bilt 0,3° warmer dan normaal. Daarmee is in ons land een einde gekomen aan de reeks uitzonderlijk warme jaren, die we sinds 1988 beleefden. De gemiddelde temperatuur van 1988, 1989 en 1990 bereikte met respectievelijk 10,3, 10,7 en 10,9°C steeds weer een nieuw record sinds het begin van de temperatuurwaarnemingen in Nederland in 1706.

Ondanks het vrij normale temperatuur-gemiddelde was het verloop van de temperatuur van aan sterke wisselingen onderhevig. Na een recordwarme maart (met een gemiddelde temperatuur in De Bilt van 8,8°C de warmste maart sinds het begin van de waarnemingen), volgde half april een weersomslag met een periode van extreem koud weer, waaraan pas begin juli een eind kwam. Door de vorst, vooral in de nacht van 20 op 21 april toen het aan de grond plaatselijk 10 graden vroom, werden reeds bloeiende fruitbomen ernstig beschadigd. Vervolgens was het vooral in juli en augustus zeer warm: in De Bilt steeg de temperatuur op vier dagen boven 30°C (een normale zomer telt twee van dergelijke tropische dagen) en het aantal zomerse dagen (maximumtemperatuur 25,0°C of hoger) bedroeg dit jaar 26 tegen 16 normaal. De tweede juli was in De Bilt pas de eerste zomerse dag van het jaar en het is hier in deze eeuw niet eerder voorgekomen dat de zomerse temperaturen zolang op zich lieten wachten.

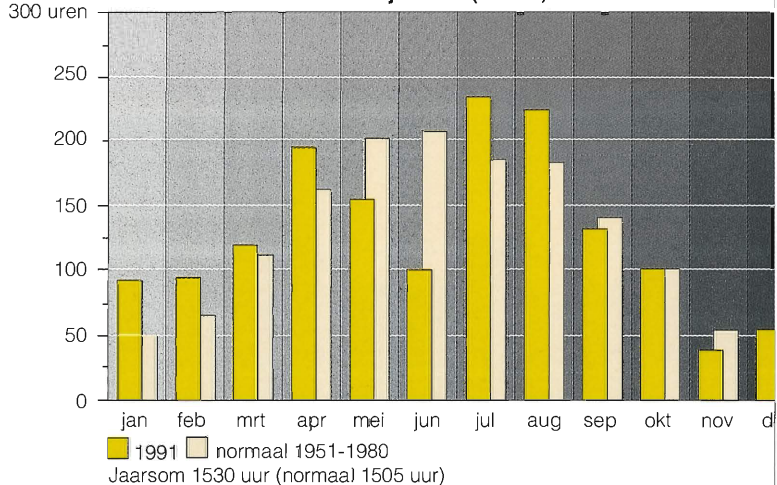
Ook de hoeveelheid neerslag varieerde sterk van maand tot maand. De maanden juni en november waren uitzonderlijk nat. Het grootste deel van het jaar was echter zeer droog, waardoor de jaarsom van de neerslag onder normaal bleef. Gemiddeld over het hele land viel 650 millimeter tegen 775 millimeter normaal. Het droogst was de omgeving van Eindhoven waar in het afgelopen jaar slechts 563 millimeter neerslag viel; de meeste neerslag viel in Gilze-Rijen waar 750 millimeter werd afgetapt. Vooral in juli viel tijdens hevige onweersbuien plaatselijk veel neerslag, op sommige plaatsen ruim 30 millimeter in één uur. Voor het eerst sinds enkele jaren viel weer sneeuw van betekenis, op 15 februari op veel plaatsen 10 tot 15 centimeter. Erg zonnig was het vooral in april, juli en augustus, maar juni was in De Bilt met slechts 97 uren zon één van de somberste zomermaanden van de eeuw. Gemiddeld over vijf hoofdstations van het KNMI (De Kooy, Eelde, De Bilt, Vlissingen en Beek) scheen de zon 1568 uur tegen 1512 uur normaal. Het jaar eindigde met een zeer hoge luchtdruk: het maandgemiddelde van de luchtdruk in december bedroeg in De Bilt 1027,5 hPa (=mbar), waarmee het vorige record (1025,7 hPa in december 1905) ruimschoots werd overtroffen. <<

Grafische presentatie van het weer in 1991
opmerkelijk zijn vooral de vorst in februari, de warme maart (gemiddeld zelfs warmer dan april), de natte en sombere juni en het warme, zonnige en droge weer in juli en augustus.

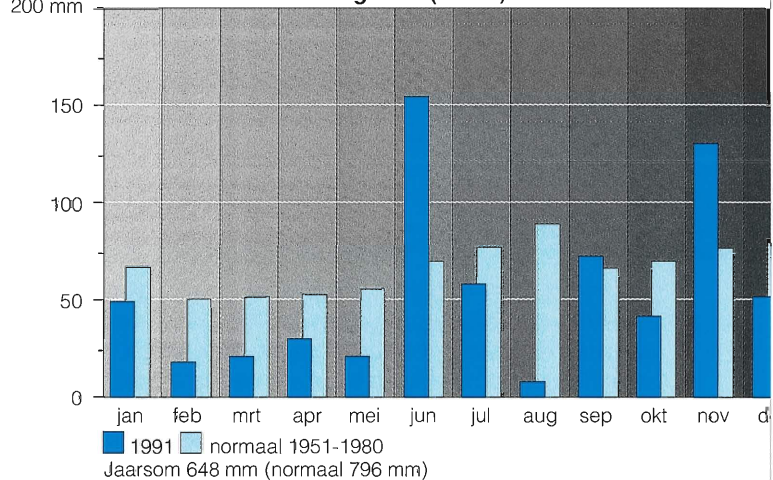
maandgemiddelde temperatuur 1991 (De Bilt)



maandsommen zonnenschijn 1991 (De Bilt)



maandsommen neerslag 1991 (De Bilt)



 In de nacht van 20 op 21 april 1991 vroom het aan de grond plaatselijk 10°C en werden de reeds in bloei staande fruitbomen ernstig beschadigd.

 Marga van Praag presenteert een zonnig KNMI-weerbericht in het jeugdjournaal van de NOS.

 Erwin Kroll in een nieuwe presentatie van het weerbericht van het KNMI in het 6-uur journaal van de NOS.

basis vormen voor de klimatologische informatie van het KNMI. Door automatisering worden de gegevens nu op dagbasis ingezameld en verwerkt tot overzichten. Alleen neerslaggegevens worden nog via de post per tien dagen ingezameld. De klimatologische gegevens worden gepubliceerd in dag- en maand-overzichten, waar belangstellenden een post- of faxabonnement op kunnen nemen. Dagelijks worden de klimatologische gegevens ook gepresenteerd op videotex. Bovendien zijn sinds kort gegevens over bliksemontladingen beschikbaar, ontleend aan het bliksemdetectie-systeem van de Keuringsdienst voor Elektrische Materialen (KEMA). Het KNMI heeft een grafische presentatie ontwikkeld van plaatsen met bliksemontladingen.

Verscheidene schepen waarop meteorologische waarnemingen worden verricht zijn uitgerust met een computerprogramma voor het opstellen van de weer-rapporten die vervolgens via een satelliet op het internationale telecommunicatienet worden verspreid. De software voor dit systeem is ontwikkeld in samenwerking tussen het KNMI en Radio Holland.

De weersverwachting

Miljoenen mensen raadplegen dagelijks de KNMI-weerberichten via radio, televisie, teletekst, telefoon, videotex of de pers. Sinds 1 oktober 1991 heeft het NOS-journaal er om 4 uur een kort middag-bulletin bij en worden de verschillende journaals op de publieke televisiezenders om de twee uur uitgezonden. In de middageditie leest de nieuwslezer de weersverwachting van het KNMI voor, maar in de

Europese meteorologie in de volgende eeuw

Terwijl Oost-Europa in 1991 verder verdeeld raakte, maakte West-Europa nieuwe voor-dringen met de samenwerking op vele terreinen. Op meteorologisch gebied gaat die samenwerking verder dan alleen de Europese Gemeenschap. Het ECMWF en EUMETSAT zijn twee voorbeelden van samenwerking waarbij taken voor de gehele Westeuropese Gemeenschap (dus inclusief Finland, Scandinavië, Zwitserland en Oos-tenrijk) voor gezamenlijke rekening worden uitgevoerd. Geleidelijk aan is Europese samenwerking eerder regel dan uitzondering geworden. De directeurs van de Westeuropese meteorologische diensten ontmoeten elkaar verscheidene malen per jaar tijdens de vergaderingen van de WMO, het ECMWF en de EUMETSAT of in het directeurenoverleg. In 1991 nam de jaarlijkse vergadering van directeurs drie belangrijke initiatieven.

Op de eerste plaats werd onderzocht in hoeverre het klimaatonderzoek van de Europese meteorologische diensten zich leent voor een gemeenschappelijke aanpak. Vooralsnog wordt de verbetering op dit gebied niet gezocht in centralisatie, maar in betere coördinatie en wederzijdse informatie. In december 1991 besloten de directeurs van de nationale meteorologische diensten tot een netwerkstructuur voor dit onderzoek.

Op de tweede plaats werd tijdens de vergadering aandacht besteed aan de plaats van de commercie. De betaalde meteorologische dienstverlening wordt enerzijds beoefend door diverse meteorologische diensten, die opdracht hebben tenminste een deel van de kosten van de meteorologische infrastructuur terug te verdienen; anderzijds door volledig commerciële meteorologische bureaus, die de benodigde gegevens en halfprodukten alleen kunnen betrekken van de nationale meteorologische diensten. >>



Gezocht wordt naar een samenwerkingsverband waarbij de vrije uitwisseling van gegevens en halfprodukten gewaarborgd blijft en de commerciële meteorologische instellingen binnen en buiten de overheden eerlijke kansen hebben en behouden. De discussies over dit onderwerp waren eind 1991 nog niet afgerond.

Op de derde plaats werd nagedacht over de organisatie van de meteorologie op de langere termijn. Welke plaats is weggelegd voor de nationale meteorologische diensten in een verenigd Europa? Worden deze vervangen door een Europees meteorologisch instituut of wordt gestreefd naar een federatieve vorm van samenwerking? Een dergelijke federatie, voorlopig aangeduid als Europese Meteorologische Organisatie (EMO) kan op den duur de moederorganisatie worden van reeds bestaande dochters als het ECMWF en de EUMETSAT.

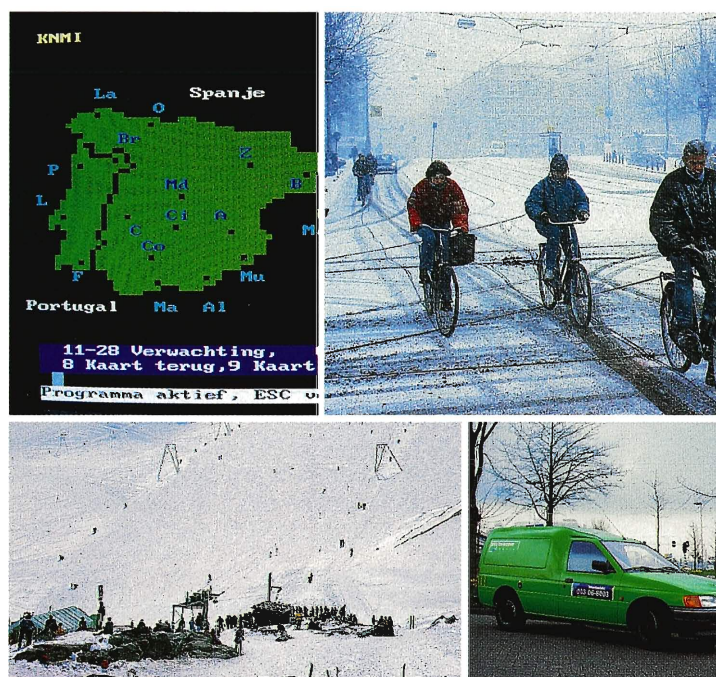
De EMO kan ook nieuwe taken op zich nemen: organisatie van een Europees klimaatwaarnemings- en bewakingssysteem, distributie van specialistische meteorologische taken, rationalisatie van netwerken, back-up voorzieningen, dienstverlening bij calamiteiten, enzovoort.

Medewerkers van het KNMI zijn actief betrokken bij deze studies. Definitieve resultaten, vooral van de laatste studie, kunnen nog wel één of enkele jaren op zich laten wachten. Wel wordt het duidelijk dat, waar de meteorologie in de twintigste eeuw een nationale aangelegenheid was met diverse Europese aspecten, de meteorologie in de eenentwintigste eeuw veeleer een Europese zaak zal zijn met diverse nationale aspecten. <<

- ☒ ☐ Een nieuwe videotex-service van het KNMI, een vijfdaagse weersverwachting voor Europese steden. Voor elke stad wordt een apart weerbericht gegeven met gegevens over temperatuur en neerslag.
- ☐ ☒ Tijdens een enkele sneeuwdag in februari werd alleen al het algemeen weerbericht "06-8003" liefst 130.000 keer gebeld.
- ☐ ☒ In de telefonische weersverwachting voor Zuidoost-Europa, één van de veertien 06-nummers van het KNMI, wordt in de winter een wintersportweerbericht gegeven.
- ☐ ☒ Op allerlei manieren werd bekendheid gegeven aan het nieuwe telefoonnummer "06-8003" voor het KNMI-weerbericht.

journaals van 6, 8 en 10 uur 's avonds wordt het weerbericht gepresenteerd door de meteorologen Erwin Kroll of Peter Timofeeff.

De landelijke publieke radiozenders verliezen steeds meer luisteraars aan regionale en commerciële zenders. Het KNMI verzorgt vanuit de vestigingen in De Bilt, Schiphol, Hoek van Holland, Middelburg en de luchthaven Maastricht speciale weerpraatjes voor omroep Utrecht, Radio Noord-Holland, Radio Rijnmond, omroep Zeeland en omroep Limburg. Bovendien zijn de KNMI-weerberichten op alle landelijke en regionale radiozenders van de publieke omroep te horen in de uurlijkse nieuwsbulletins van het ANP, die door de meeste regionale zenders worden overgeno-



men of in nieuwsbulletins die de regionale omroepen zelf verzorgen. Ook presenteren de meteorologen van het KNMI twee maal per dag een uitgebreid Europees weerbericht op Radio Nederland Wereldomroep, dat zoals blijkt uit de vele reacties, goed beluisterd en zeer gewaardeerd wordt.

In de telefonische weersverwachting voor Zuidoost-Europa, één van de veertien 06-nummers van het KNMI, wordt gedurende het winterseizoen een speciaal wintersportweerbericht gegeven. Het aantal aanvragen van weerberichten via 06-nummers voor speciale doelgroepen, zoals landbouw, bouw-



nijverheid en watersport, vertoonde opnieuw een stijgende lijn, maar het aantal oproepen van het algemene weerbericht "06-8003" nam sterk af. De terugval is waarschijnlijk voor het grootste deel te wijten aan de wijziging in december 1990 van het gedurende een halve eeuw ingeburgerde "003" in een 06-nummer, dit op verzoek van de PTT. Door de wijziging werd het mogelijk om de weersverwachting altijd direct aan het begin van de telefonische oproep te plaatsen, waardoor het tarief voor alleen de verwachting beperkt is gebleven tot 15 cent. Ondanks de geringere belangstelling is het algemene telefonische weerbericht van het KNMI nog altijd één van de belangrijkste informatiebronnen over het weer, vooral tijdens extreme weersomstandigheden. Alleen al op één enkele sneeuwdag in februari 1991 werd 06-8003 ruim 130.000 keer gebeld. Het totale aantal aanvragen lag dit jaar rond 12 miljoen. Nieuw is de telefonische weersverwachting in de Engelse taal, een vertaling van ons algemene weerbericht. Op Videotex-Nederland ging eind van het jaar een nieuw Europees weerbericht van start: uitgebreide vijfdaagse weersverwachtingen voor 165 steden. Succesvol is ook het speciale KNMI-landbouwweerbericht dat via videotex wordt verspreid door Agrotel, het coöperatief informatiesysteem voor de land- en tuinbouw. Het aantal abonnees groeide gestaag en vooral de regionale verwachtingen en de radarbeelden, die deel uitmaken van het landbouwweerbericht, kunnen zich in een grote belangstelling verheugen.

Voorspelbaarheid van de atmosfeer

De kwaliteit van de weersverwachtingen is de laatste jaren verder verbeterd en de ontwikkelingen op dit gebied staan bepaald niet stil.

Wolken en klimaatonderzoek

Wolken beïnvloeden het klimaat op aarde via tal van processen. Een belangrijk proces is de interactie van bewolking met straling. Op de eerste plaats veroorzaken wolken een temperatuurstijging op aarde door de infrarode straling die de aarde uitzendt te absorberen en gedeeltelijk weer terug te zenden. Dit effect is vooral sterk bij hoge, koude wolken. Op de tweede plaats leidt bewolking tot een temperatuurdaling door reflectie van het zonlicht. Het netto stralings-effect is een geringe afkoeling.

Bij een klimaatsverandering ten gevolge van de toenemende hoeveelheid kooldioxide en andere sporegassen in de atmosfeer leidt een kleine verandering in de relatieve sterkte van de bovengenoemde effecten al tot een grote verandering in het netto-effect. Een geringe toename van de hoeveelheid hoge bewolking kan al voldoende zijn om de kleine netto afkoeling te doen omslaan in een forse netto opwarming.

Voor een goede klimaatsvoorspelling zijn nauwkeurige statistische gegevens over de hoeveelheid bewolking daarom een absolute voorwaarde. In de praktijk blijken verschillen tussen de diverse voorspellingen van het klimaat vooral veroorzaakt te worden door verschillen in de manier waarop wolken in de klimaatmodellen worden beschreven. Het verbeteren van deze klimaatmodellen is daarom onderwerp van klimaatonderzoek overal in de wereld, ook op het KNMI. Een deel van het klimaatonderzoek is gericht op de waarneming van wolken, zowel vanuit satellieten als vanaf de grond. Zo wordt door analyse van gelijktijdige wereldwijde satelliet-observaties van wolken, luchtcirculatie en temperatuur de invloed onderzocht van wolken op de atmosferische circulatie.

Een tweede onderzoek bestudeert het effect van verschillende beschrijvingen van de onderste laag van de atmosfeer op de bewolking. In een ander onderzoek worden modellen van wolken opgesteld, niet alleen om meer inzicht te krijgen in de fysische processen van individuele wolken, maar ook om de invloed van de totale hoeveelheid bewolking op het klimaat en een klimaatsverandering nauwkeuriger te bepalen. Dit laatste gebeurt met het HIRLAM (High Resolution Limited Area Model) klimaatmodel.

Modellen van individuele wolken zijn zo gedetailleerd dat ze nog te veel reken-capaciteit kosten voor toepassing in een klimaatmodel, waarin de bewolking voor een groot gebied wordt berekend. Toch zijn ze onontbeerlijk bij klimaatonderzoek, omdat ze het inzicht verschaffen dat nodig is om een wat minder gedetailleerde maar toch realistische beschrijving van wolken in een klimaatmodel te verkrijgen. <<

Van 14 tot 18 oktober 1991 vond in Les Diablerets in Zwitserland op initiatief van de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) en de "United Nations Environment Programme" (UNEP) een bijeenkomst plaats van 68 onderzoekers uit 25 landen over de aantasting van de stratosferische ozonlaag. Het ozon tussen ongeveer 10 en 50 kilometer hoogte in de atmosfeer beschermt de aarde tegen het deel van de ultraviolette straling, dat gevaarlijk is voor het leven op aarde.

De aantasting van de ozonlaag door chloorfluorkoolwaterstofverbindingen (CFK's) werd in 1974 ontdekt door de Amerikaanse chemici M. Molina en S. Rowland. Onder invloed van zonlicht komen in de stratosfeer chloor en broom uit de CFK's vrij en veroorzaken chemische reacties die ozon afbreken. In 1985 stelden de Britse onderzoeker J. Farman en zijn collega's vast dat de ozonconcentratie boven de Zuidpool met ruim 40% was afgenomen. Het "ozongat" ontstaat daar ieder jaar in oktober (het is er dan voorjaar) en heeft een levensduur van ongeveer een maand. Daarna wordt er weer zoveel ozon aangevoerd dat zelfs tijdelijk sprake is van een ozonpiek.

De onderzoekers maakten in oktober 1991 bekend dat het nu zeker is dat de aantasting van de ozonlaag door de mens wordt veroorzaakt. Voor het eerst in de geschiedenis is aangetoond dat de mensheid schade toebrengt aan de atmosfeer. De ozonconcentratie in het Zuidpoolgebied was begin oktober '91 met 60% gereduceerd. De omvang van het "ozongat" was even groot als in 1987, 1989 en 1990. Uit waarnemingen is nu ook voor het eerst gebleken dat de ozonlaag de laatste tien jaar niet alleen boven de Zuidpool is afgenomen, maar ook boven onze breedten. Gemiddeld over de hele wereld, met uitzondering van de tropen, wordt de ozonafname in de jaren tachtig geschat op 2,5%, een grotere afname dan in de jaren zeventig.>>

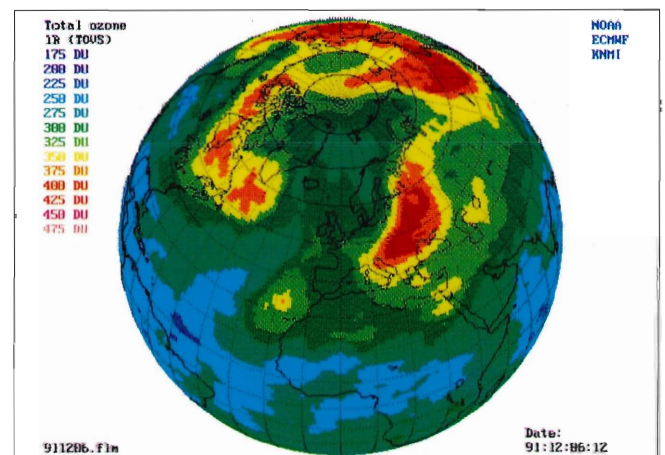
Uit onderzoek, dat op het KNMI wordt uitgevoerd, is gebleken dat er een relatie bestaat tussen de atmosferische circulatie en de hoeveelheid ozon. De hoeveelheid ozon verandert voortdurend door de wisselende weersomstandigheden. Deze opname is gemaakt uit beelden van de NOAA-satellieten verkregen via het ECMWF (rood=veel ozon, blauw (cyaan)=weinig ozon).

De vooruitgang van de korte termijn verwachtingen is vooral te danken aan nieuwe radar- en satelliet-technieken. Voor de weersverwachtingen op een termijn van twee à drie dagen vooruit is het voorspelbaarheidsonderzoek van het KNMI van groot belang. In 1991 werd een nieuwe methode ontwikkeld om kansverwachtingen op te stellen. De weersverwachting voor de komende dagen is gebaseerd op een wiskundige beschrijving van de actuele toestand van de atmosfeer, waarbij gebruik wordt gemaakt van meetgegevens uit de hele wereld. Voor het maken van verwachtingen is het nodig te weten welke wijzigingen in die toestand kunnen komen. De computers rekenen dat elke dag opnieuw uit voor de volgende vijf dagen en experimenteel zelfs tot tien dagen vooruit.

De nieuwe KNMI-methode berekent de gevoeligheid van de atmosfeer voor kleine fouten in de begincondities. Is de atmosfeer gevoelig voor fouten, dan is de lange termijnverwachting minder betrouwbaar. Deze informatie kan de meteoroloog in zijn weersverwachting betrekken. De nieuwe berekeningsmethode wordt nu getest op operationele toepasbaarheid, waarbij gebruik wordt gemaakt van berekeningen van het Europees Centrum voor Weersvoorspellingen op Middellange Termijn (ECMWF) in Reading.

Meteorologische dienstverlening voor luchtvaart, scheepvaart en wegverkeer

In 1991 zijn de KNMI-vestigingen van de luchthavens Groningen, Rotterdam, Maastricht en Schiphol overgegaan op een nieuwe grafische presentatie van de meteorologische waarnemingen. Bovendien is de renovatie van de luchthaven Rotterdam voltooid en



-  Op de ballondagen in Joure en Breda demonstreerde het KNMI een nieuw videotex-weerbericht voor de kleine luchtvaart.
-  Het ozongat boven de Zuidpool op 1 oktober 1991. Opname gemaakt uit beelden van de NOAA-satellieten (ECMF/KNMI).



onder grote publieke belangstelling werd de vernieuwde vestiging geopend. Op de ballondagen in Joure en Breda is een nieuw videotex-weerbericht voor de kleine luchtvaart gedemonstreerd als eerste aanzet voor het nieuwe "General Aviation"-weerbericht op personal computer naast het 06-nummer voor de kleine luchtvaart.

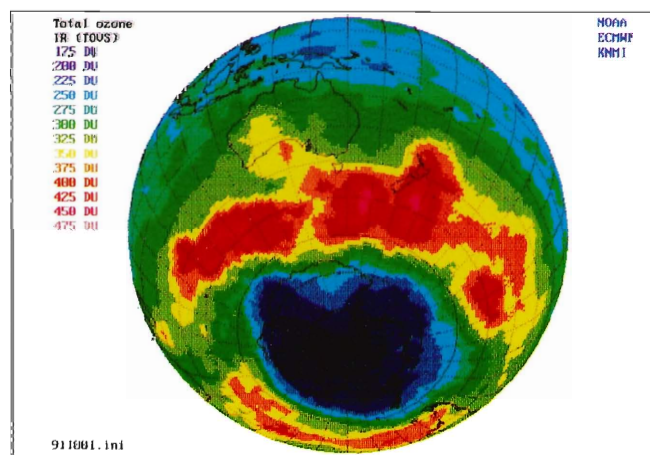
Het KNMI heeft op de luchthaven Schiphol nieuwe zichtmeters geplaatst van het forwardscatterotype. Deze zichtmeters, die werken volgens het principe van lichtverstrooiing, zijn ook geïnstalleerd langs de snelweg bij Breda. De mistmeters zijn daar gekoppeld aan een waarschuwingssysteem voor het wegverkeer. Op de A16 ten westen van Breda zijn twintig van dergelijke zichtmeters geplaatst.

Voor het eerst is ook in de zomermaanden een ozonafname gemeten, maar de vermindering is gemiddeld over tien jaar het sterkst in het najaar en de winter en dan vooral in de onderste laag van de stratosfeer tussen 12 en 18 kilometer hoogte. Dit heeft invloed op de stralingsbalans en in het onderste niveau van de stratosfeer op middelbare en hoge breedten werd in de jaren tachtig een lichte afkoeling gemeten.

De wetenschappers hebben hier nog geen verklaring voor en vooral door gebrek aan meetgegevens is er nog weinig duidelijk over de ozonlaag. In internationaal verband wordt veel onderzoek verricht en worden meetprojecten geïnitieerd. De WMO, die een stimulerende rol in het ozononderzoek speelt, beschikt over een meetnet (het Global Ozone Observing System) van meer dan 140 grondstations, waar ozonmetingen worden verricht. Op het KNMI worden metingen verricht van ultraviolette straling, een aspect van het ozononderzoek waarvan ook internationaal nog weinig bekend is. Bovendien worden voorbereidingen getroffen voor ozonmetingen met een ozonsonde. Dit instrument kan worden bevestigd aan de radiosonde, die het KNMI dagelijks oplaat voor weerkundige metingen in de onderste tientallen kilometers van de atmosfeer.

Het ozononderzoek op het KNMI is vooral gericht op de relatie tussen ozon en het weer. De opbouw van de atmosfeer en de luchtstroming is van groot belang voor het in stand houden van de ozonlaag door aanvoer van ozon. De onderzoekers van het KNMI werken aan een verbetering van de atmosfeermodellen.

In samenwerking met de Rijksluchtvaartdienst (RLD) wordt ook onderzoek verricht naar de invloed van vliegtuig-emissies op de atmosfeer. Het KNMI neemt deel aan de interdepartementale werkgroep "Luchtverontreiniging Luchtvaart" (LuLu), die de regering hierover rapporteert. <<



Nieuw Europees weerbericht

Het KNMI is eind 1991 gestart met vijfdaagse weersverwachtingen voor 165 steden in Europa. Deze nieuwe service is interessant voor transportbedrijven (in verband met het vervoer van weersafhankelijke producten), touroperators, reisbureaus en natuurlijk voor de reizigers zelf.

Iedere dag worden voor de verschillende steden afzonderlijke verwachtingen gemaakt van de hoogste en laagste temperatuur en de kans op neerslag in de komende vijf dagen. Bovendien wordt voor elke stad informatie gegeven over de temperatuur en de neerslag in het afgelopen etmaal. Ook wordt vermeld wat normaal is voor de tijd van het jaar, zodat een indruk wordt verkregen van het weer dat gewoonlijk op die plaats kan worden verwacht.

Dit Europese weerbericht van het KNMI kan worden opgevraagd via Videotex-Nederland op nummer 06-7400 en de prijs bedraagt 37,5 cent per minuut. Iedereen die beschikt over een telefoon, een personal computer met modem of een videotex-terminal en videotex-software kan hier gebruik van maken.

De weerberichten worden door de meteorologen van het KNMI opgesteld met behulp van computerberekeningen van het Europese Centrum voor Weersverwachtingen op Middellange Termijn in Reading. De actuele weergegevens worden afgeleid uit de meteorologische waarnemingen die bij het KNMI binnenkomen.

Het KNMI krijgt veel vragen over het weer elders in de wereld. Om zo goed mogelijk op die vragen in te spelen geeft het KNMI ook informatie op teletekst en in de weersverwachtingen voor verschillende landen in Europa via drie 06-nummers (50 cent per minuut):

06-911 223 23

Weersverwachtingen "Noord-Europa" voor onder andere: Scandinavië, de Britse Eilanden, Duitsland, België en Luxemburg;

06-911 223 24

Weersverwachtingen "Zuidwest-Europa" voor onder andere: Frankrijk, Corsica, Spanje, Portugal, Madeira, Sardinië en de Canarische Eilanden;

06-911 223 25

Weersverwachtingen "Zuidoost-Europa" voor onder andere: Zwitserland, Oostenrijk, Italië en de Balkan.

In de winterperiode wordt via dit 06-nummer uitgebreide sneeuwinformatie gegeven voor de wintersport. <<

■ Het KNMI startte eind 1991 een nieuw Europees weerbericht op videotex: vijfdaagse weersverwachtingen voor 165 Europese steden: ideaal voor touroperators, reisbureaus en natuurlijk voor de reizigers zelf.

Op grond van de meetgegevens wordt bepaald wat de veilige snelheid is. Die verplichte snelheid wordt op drie matrix-borden boven de weg aangegeven, waarbij op het middelste bord de tekst "mist" oplicht.

Het KNMI in De Bilt is ook leverancier van gladheidsverwachtingen. De sensoren die op verscheidene plaatsen bij het Nederlandse wegennet zijn geïnstalleerd, leveren actuele gegevens van onder meer de temperatuur, luchtvochtigheid en de hoeveelheid zout op het wegdek. Op grond van deze informatie en de speciale KNMI-verwachtingen kunnen wegbeheerders bepalen of er gestrooid moet worden. In 1991 is de berichtgeving over gladheid uitgebreid: naast gerichte informatie over de wegdektemperatuur wordt ook meteorologische achtergrondinformatie aan de afnemers verstrekt.

Vanuit de hydro-meteo-centra in Middelburg en Hoek van Holland levert het KNMI speciale verwachtingen voor de scheepvaart, kustwacht, havens en particuliere afnemers die betrokken zijn bij maritieme operaties. Een plan voor samenvoeging van de beide hydro-meteo-centra werd niet uitgevoerd. Onderzoek door een extern bureau wees uit dat een fusie nadelig zou zijn voor de communicatie met de afnemers.

De KNMI-vestiging in Middelburg verzorgt onder andere de verwachtingen voor de Zeeuwse wateren, voor de de bediening van Schelderadar en de stormvloedkering Oosterschelde. Het eerste lustrum van de stormvloedkering werd op 12 oktober 1991 ge-

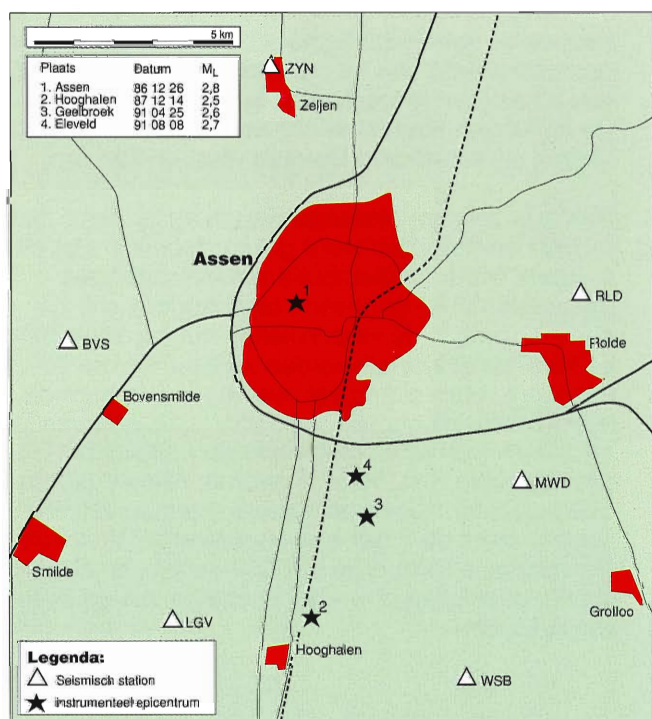


Rond Assen heeft het KNMI een netwerk van seismometers geïnstalleerd in verband met onderzoek naar een mogelijke relatie tussen gaswinning en het optreden van aardbevingen.

viert met een open dag, waar ook de KNMI-medewerkers uit Middelburg een presentatie gaven. Op 18 oktober 1991 bracht een delegatie van de Engelse meteorologische dienst een bezoek aan het hydro-meteo-centrum van het KNMI in Hoek van Holland. Door samenwerking met de Britse collega's kan de dienstverlening voor de Noordzee verder worden verbeterd.

Seismologie

Het KNMI verricht sinds het begin van deze eeuw waarnemingen op het gebied van de seismologie. Aardbevingen uit de hele wereld worden in De Bilt geregistreerd. De analyse-resultaten van deze seismische observaties worden dagelijkse in internationaal uitgewisseld. Het toegepast seismologisch onderzoek van het KNMI is erop gericht de geologi-

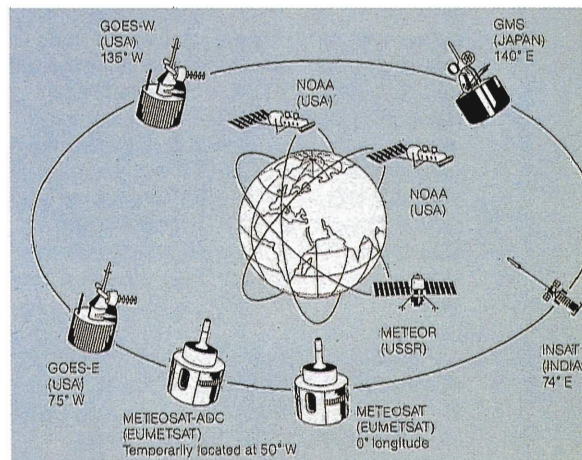


sche en geofysische achtergronden van de seismiciteit in Nederland in kaart te brengen. In dit verband is het onderzoek naar de mogelijke relatie tussen gaswinning en het optreden van aardbevingen in Noord-Nederland thans actueel.

Ten behoeve van risico-analyse en veiligheid zijn seismische zoneringskaarten ontwikkeld op basis van

Europese satelliet observeert

Amerikaanse orkanen



De Europese weersatelliet METEOSAT-3 wordt sinds de zomer van 1991 door de Verenigde Staten gebruikt voor de bewaking van de Amerikaanse oostkust tijdens het orkaanseizoen, de maanden augustus, september en oktober. De satelliet neemt op 50° Westerlengte de positie in waar een Amerikaanse satelliet van het type GOES is uitgevallen.

Het operationele satelliet-observatiesysteem rond de wereld bestaat uit twee polaire en vijf geostationaire satellieten. De twee Amerikaanse NOAA's draaien op circa 800 kilometer hoogte in een baan om de aarde die vrijwel over de polen loopt. De vijf geostationaire satellieten bewegen op een hoogte van 35.800 kilometer boven de evenaar gelijkmatig met de aarde mee zodat ze een vaste plaats boven de aarde innemen. Deze vijf satellieten worden geleverd door de Verenigde Staten (twee van het type GOES), Japan (GMS), India (de beperkt ontvangbare INSAT) en Europa (METEOSAT). De voormalige Sovjet Unie is er nooit in geslaagd een geostationaire weersatelliet te lanceren.

De operationele satelliet voor Europa en Afrika is sinds 1990 de METEOSAT-4, terwijl de METEOSAT-5 fungeert als direct inzetbare reserve-satelliet. Het gehele te observeren Amerikaanse gebied reikt van 67° Westerlengte (Maine) tot 160° Westerlengte (Hawaii). Daarvoor zijn twee satellieten nodig: GOES-WEST op 135° Westerlengte en GOES-EAST op 75° Westerlengte. De huidige serie GOES-satellieten zou vanaf 1988 geleidelijk worden opgevolgd door een geheel vernieuwde serie GOES-NEXT, maar dat leverde de nodige problemen op. De moeilijkheden begonnen toen de lancering van de laatste "oude" GOES-satelliet in 1986 mislukte. >>

Het zeer geavanceerde ontwerp voor GOES-NEXT bleek niet zo gemakkelijk uitvoerbaar, waardoor de eerste lancering niet in 1988 kon plaatsvinden. Bleef dus vanaf 1989 voor Amerika alleen de GOES-7 beschikbaar, die heen en weer werd geschoven rond 105° Westerlengte. Het lukte echter niet om hiermee gedurende het orkaanseizoen zowel de west- als de oostkust van de Verenigde Staten voldoende te bewaken. Op verzoek van de Verenigde Staten kwam Europa te hulp. De niet meer operationele METEOSAT-3 werd verplaatst naar 50° Westerlengte. De satelliet arriveerde daar in augustus 1991 juist op tijd om Hurricane Bob te volgen toen die enkele weken later de kust van New England binnen-trok.

Aanvankelijk was de Europese hulp voor de Verenigde Staten slechts bedoeld voor de jaren '91 en '92. Inmiddels is de lancering van de eerste GOES-NEXT echter opnieuw vertraagd en uitgesteld tot 1994. De brandstof van GOES-7 is waarschijnlijk medio 1993 uitgeput en dan zouden de Verenigde Staten juist in het kritische orkaanseizoen geheel zonder geostationaire satelliet komen te zitten. Als de METEOSAT-3 nog verder naar het westen wordt verplaatst, komt de satelliet buiten de controle van het Europese grondstation in Darmstadt. De Amerikanen bouwen daarom voor 10 miljoen dollar een nieuw grondstation op Wallops Island. De METEOSAT-3 kan daardoor vanaf eind 1992 tot de zomer van 1994, wanneer de brandstof opraakt, voor beide kusten van de Verenigde Staten worden gebruikt.

Het Amerikaanse Congres heeft grote waardering uitgesproken voor de hulp uit Europa. Het is een mooi voorbeeld van de al langdurige en hechte internationale meteorologische samenwerking, met de doelstelling een zo goed mogelijk mondiaal waarnemingsnetwerk in stand te houden. Al sedert 1960 kunnen de meteorologische diensten overal in de wereld vrij gebruik maken van de gegevens van de Amerikaanse polaire satellieten. In 1985 werd een Amerikaanse GOES-satelliet aan Europa uitgeleend toen een vorige METEOSAT gedeeltelijk weigerde. De Westeuropese meteorologische diensten kunnen nu via de gezamenlijke organisatie EUMETSAT een tegenprestatie leveren. En daarbij past vanzelfsprekend een beetje trots omdat de METEOSAT-satellieten straks mogelijk meer dan de helft van de atmosfeer bewaken. <<

-  De vernieuwde leeskamer van de KNMI-bibliotheek; vrij toegankelijk voor iedereen.
-  Opmaak van de weerkaart voor de kranten op een grafisch beeldscherm.
-  De gerenoveerde weerkamer in De Bilt, een nieuwe werkplek voor de meteorologen.
-  De medewerkers communicatie van de weerdienst werken met NIMBUS, het nieuwe distributiesysteem voor de opmaak en verzending van verwachtingen.

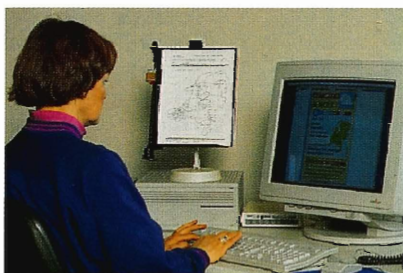
de Nederlandse aardbevingscatalogus. Deze kaarten zijn van belang voor regelgeving ten behoeve van veilig bouwen. Daarnaast verricht de afdeling Seismologie van het KNMI onderzoek gericht op detectie en identificatie van kernexplosies en wordt voorlichting gegeven over aardbevingen. In samenwerking met het Museon in Den Haag werd in 1991 een folder uitgebracht over aardbevingen.

Medewerkers en organisatie

Het KNMI staat organisatorisch voor een grote uitdaging. Binnen het instituut en het ministerie van Verkeer en Waterstaat wordt intensief overleg gevoerd over een eventuele verzelfstandiging van het KNMI. Het verzelfstandigingsonderzoek kwam eind 1991 in de implementatiefase, waarbij zaken als financiën, rechtsvorm, organisatiestructuur en huisvesting aan de orde kwamen.

Bezoekers van de bibliotheek van het KNMI kregen een voorproefje van de toekomstige verbouwing. De bibliotheek en de leeskamer werden uitgebreid en gerenoveerd. Steeds meer mensen weten het KNMI te vinden als kenniscentrum voor weer en klimaat.

Nieuw is ook het "Message Switching System" dat in 1991 op het KNMI werd geïntroduceerd. Met dit systeem wordt de distributie van internationale meteorologische gegevens afgehandeld, die via datlijnen tussen de verschillende centra, zoals het ECMWF en Bracknell worden verspreid. Voor de nationale verspreiding van weerberichten nam de operationele dienst van het KNMI in de loop van 1991 het Nieuw Interactief Meteorologisch Berichten Uitgifte Systeem (NIMBUS) in gebruik. Met dit groten-deels geautomatiseerde systeem kunnen externe klanten zoals de Algemene Verkeersdienst van de Rijkspolitie in Driebergen, NOS-teletekst en het ANP sneller en efficiënter worden voorzien van de laatste weerberichten.



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>
3	2593	Anthony Veder & Co.
5	2047	Gebr. Broere B.V.
9	3297	Bureau Wijsmuller B.V.
6	1032	Dammers & Van der Heide
1	1371	Dock Express Shipping
6	1961	Genchart Shipping & Chartering
4	721	Holland America Lines
8	4822	Jo Management
8	1558	Joon Shipping & Trading
17	3809	Koninklijke Marine
2	811	Mammoet Shipping Company
1	475	Neddrill
4	3279	Nedlloyd Bulk
1	197	Van Nievelt, Goudriaan & Co.
1	130	NIOZ
32	19945	Nedlloyd Rederijdiensten B.V.
1	69	Ocean Combustion Service B.V.
5	3057	Phs. van Ommeren B.V.
1	12	Rijkswaterstaat Directie Noordzee
4	4414	Seatrade Groningen B.V.
18	8116	Shell Tankers B.V.
11	3652	Spliethoff's Bevrachtings Kantoor B.V.
1	124	Stichting Koninklijk Onderwijs Fonds voor de Scheepvaart
1	127	Suriname Scheepvaart Maatschappij
2	1415	Vinke & Co.
6	2078	Vroon Scheepvaart- en Handelonderneming
158	71112	

Supplementary Ships

<i>aantal schepen</i>	<i>aantal waarnemingen</i>	<i>rederij</i>
1	65	Ahlmarco B.V.
1	210	Amasus Shipping B.V.
1	580	Anthony Veder & Co.
2	549	Cameroon Shipping Lines S.A.
1	708	Elf Petroland
2	624	Genchart Shipping & Chartering
1	83	Greenpeace
6	211	Scheepvaartkantoor Holwerda
2	433	Jaczon
1	386	Joon Shipping & Trading
10	2754	Kahn Scheepvaart B.V.
1	450	Stichting Koninklijk Onderwijs Fonds voor de Scheepvaart
3	196	Malaysian International Shipping Co.
2	650	Ministerie Landbouw & Visserij
1	556	Neddrill
2	947	NAM
10	712	Primlaks Shipping B.V.
19	4431	Seatrade Groningen B.V.
1	215	Schipper J. de Vries
4	724	Smit Tak Internationaal
36	6224	Zeesleep- en Bergingsbedrijf Spliethoff's Bevrachtings Kantoor B.V.
2	501	Van Uden
2	947	Unocal Oil Company
4	859	Vertom Scheepvaart en Handelsmaatschappij B.V.
4	125	Vroon Scheepvaart en Handelonderneming
5	788	Wagenborg
4	132	Wijnne & Barends B.V.
128	25060	

**Aantal berichten opgesteld door
de meteorologische diensten**Algemene voorlichtingVerwachtingen voor pers, radio,
televisie en telefoon

<i>De Bilt</i>	<i>Hoek van Holland</i>	<i>Middelburg</i>	<i>Amsterdam</i>	<i>Rotterdam</i>	<i>Groningen</i>	<i>Maastricht</i>
36000	1200	580	1300	50	—	1200

Individuele telefonische verwachtingen
(contractvoorlichting)

900	1500	60	1200	400	90	300
-----	------	----	------	-----	----	-----

Luchtvaartvoorlichting

Waarschuwingen

—	—	—	—	—	—	—
---	---	---	---	---	---	---

Grote luchtvaart

—	—	—	150	—	—	—
---	---	---	-----	---	---	---

Burger verkeer, General Aviation

—	—	—	90000	19000	4500	17000
---	---	---	-------	-------	------	-------

Luchthavens, luchtvaartschool

—	—	—	13000	9000	3000	7500
---	---	---	-------	------	------	------

Verwachtingen voor kust en zee

—	—	—	800	35	480	50
---	---	---	-----	----	-----	----

Stormwaarschuwingen

1700	—	—	—	—	—	—
------	---	---	---	---	---	---

Rijkswaterstaat

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

Scheepvaart en havens

2900	3500	2200	—	—	—	—
------	------	------	---	---	---	---

Exploitatie Noordzee

15000	—	—	—	—	—	—
-------	---	---	---	---	---	---

Overige verwachtingen

Wegverkeer (gladheid, mist)

5000	—	—	—	—	—	—
------	---	---	---	---	---	---

Recreatie

7000	—	—	—	—	—	—
------	---	---	---	---	---	---

Land- en tuinbouw

4500	—	—	—	—	—	—
------	---	---	---	---	---	---

Bouwnijverheid

4500	—	—	—	—	—	—
------	---	---	---	---	---	---

Milieu (o.a. luchtverontreiniging)

3000	—	—	—	—	—	—
------	---	---	---	---	---	---

Energievoorziening

1065	—	—	—	—	—	—
------	---	---	---	---	---	---

**Aantal oproepen via
telefoonbeantwoorders van het KNMI**

06-8003.

12 000 000	—	—	—	—	—	—
------------	---	---	---	---	---	---

Overige 06-nummers

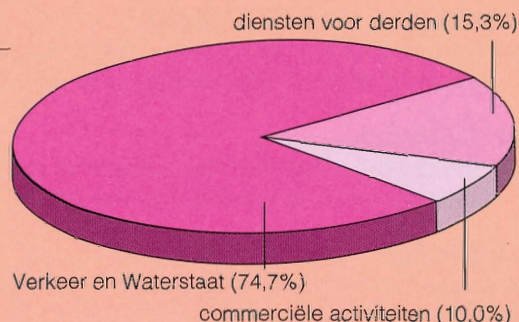
1 700 000	—	—	—	—	—	—
-----------	---	---	---	---	---	---

Videotex

250 000	—	—	—	—	—	—
---------	---	---	---	---	---	---

Algemene inkomsten

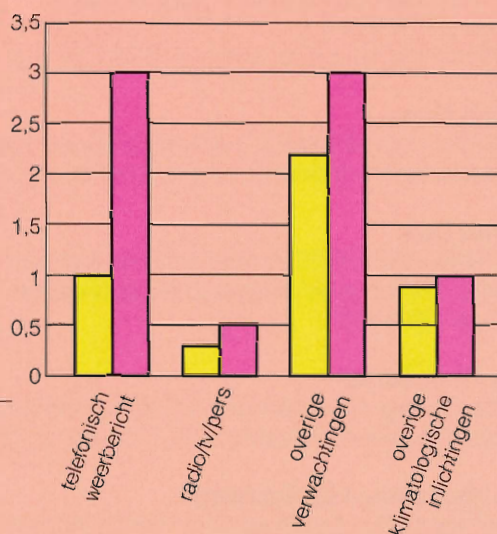
De centrale opdracht van het KNMI is dienstverlening en onderzoek op het gebied van meteorologie, oceanografie, seismologie en klimaat. Hierbij behoort hier ook de coördinatie en voorbereiding van het ruimtevaart- en klimaatbeleid voor het ministerie van Verkeer en Waterstaat. In combinatie met deze centrale opdracht worden tegen betaling diensten verleend aan afzonderlijke klanten.



Inkomsten

1990	1991	
1,0	3,0	ontvangsten telefonisch weerbericht
0,3	0,5	ontvangsten radio/tv/pers
2,2	3,0	ontvangsten overige verwachtingen
0,9	1,0	klimatologische inlichtingen
4,4	7,5	totaal

De stijging van de inkomsten in 1991 is voor een deel het gevolg van een onregelmatige afrekeningen.

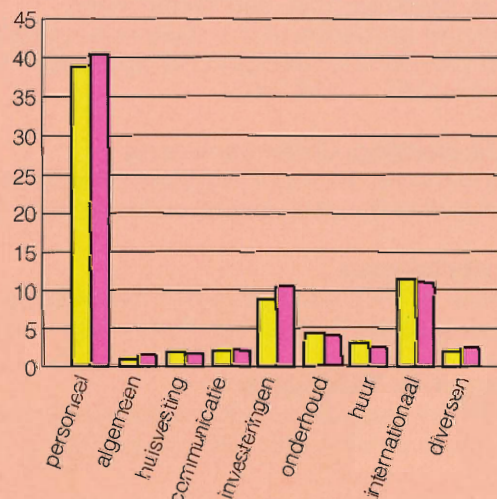


Uitgaven

1990	1991	
38,8	40,3	personeel
1,6	1,7	algemeen
1,8	1,7	huisvesting
1,9	1,9	communicatiekosten
8,8	10,4	investeringen
4,2	4,0	onderhoud/exploitatie
3,1	2,2	huur apparatuur
11,2	10,9	internationaal en ruimtevaart
1,9	2,1	diversen
73,3	75,2	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.



A.C.M. Beljaars, A.A.M. Holtslag

Flux parametrization over land surfaces for atmospheric models
In: Journal of applied meteorology, Vol. 30, no. 2, 1991; p. 327-341

T.A. Buishand

Extreme rainfall estimation by combining data from several sites
In: Hydrological sciences journal, Vol. 36, no. 4, 1991; p. 345-366

S.J. Bijlsma

Nonlinear normal mode initialization of a limited area model: inclusion of all beta terms in the linearized model equations
In: Monthly weather review, Vol. 119, no. 4, 1991; p. 907-916

H.M. van den Dool, C.J.E. Schuurmans

Uitzonderlijk warm
In: Zenit, jrg. 18, no. 6, 1991; p. 214-216

H. van Dop

Modellen voor diffusie in turbulente stromingen
In: Nederlands tijdschrift voor natuurkunde, vol. 57, no. 10, 1991; p. 138-144

H. van Dop

The WMO-IAEA-CEC model intercomparison study (ATMES)
In: Air pollution modelling and its application VIII/ed. Han van Dop and Douw G. Steyn, New York: Plenum, 1991; p. 591-593

P.G. Duynkerke

Radiation fog: a comparison of model simulation with detailed observations
In: Monthly weather review, Vol 119., no. 2, 1991; p. 324-341

R.J. Haarsma, J.D. Opsteegh

Bifurcations in a barotropic low order model with self-interaction
In: Tellus, Series A: dynamic meteorology and oceanography, Vol. 43A, no. 5, 1991; p. 266-274

A.A.M. Holtslag, R.M. van Westrhenen

Diagnostic derivation of boundary layer parameters from the outputs of atmospheric models
In: Air pollution modelling and its application VIII/ ed. by Han van Dop en Douw G. Steyn, New York: Plenum, 1991; p. 329-337

A.A.M. Holtslag, Chin-Hoh Moeng

Eddy diffusivity and countergradient transport in the convective atmospheric boundary layer
In: Journal of the atmospheric sciences, Vol. 48, no. 14, 1991; p. 1690-1698

P.L. Houtekamer

Variation of the predictability in a low-order spectral model of the atmospheric circulation
In: Tellus, series A: dynamic meteorology and oceanography, Vol. 43A, no. 3, 1991; p. 177-190

H. Kelder, H. Teitelbaum

A note on instabilities of a Kelvin-Helmholtz velocity profile in different approximations
In: Il nuovo cimento, Vol. 14C, no. 2, 1991; p. 107-118

W. Kohsiek

Infrared H_2O - CO_2 sensor with fiber optics

In: Seventh symposium on meteorological observations and instrumentation: special sessions on laser atmospheric studies, January, 14-18, 1991, New Orleans/ American Meteorological Society, Boston, 1991; p. 352-355

W. Kohsiek

A fast response water vapour and carbon dioxide sensor

In: Fiber optic sensors: engineering and applications: March 1991, The Hague/ed. A.J. Bruinsma en B. Culshaw, Washington, ISOE; p. 114-119

S. Kruizinga

Statistical interpretation in The Netherlands

In: Lectures presented at the WMO training Workshop in the interpretation of NWP products in terms of local weather phenomena and their verification, Wageningen, 1991, Geneva, WMO; p. XX-1 XX-3

N. Maat, C. Kraan, W.A. Oost

The roughness of wind waves

In: Boundary-layer meteorology, Vol. 54, no. 1-2, 1991; p. 89-103

W.A. Oost

Flow distortion by an ellipsoid and its application to the analysis of atmospheric measurements

In: Journal of atmospheric and oceanic technology, Vol. 8, no. 3, 1991; p. 331-340

W.A. Oost

The wind profile in a wave flume

In: Journal of wind engineering and industrial aerodynamics, Vol. 37, no. 2, 1991; 113-121

G.J. Prangma

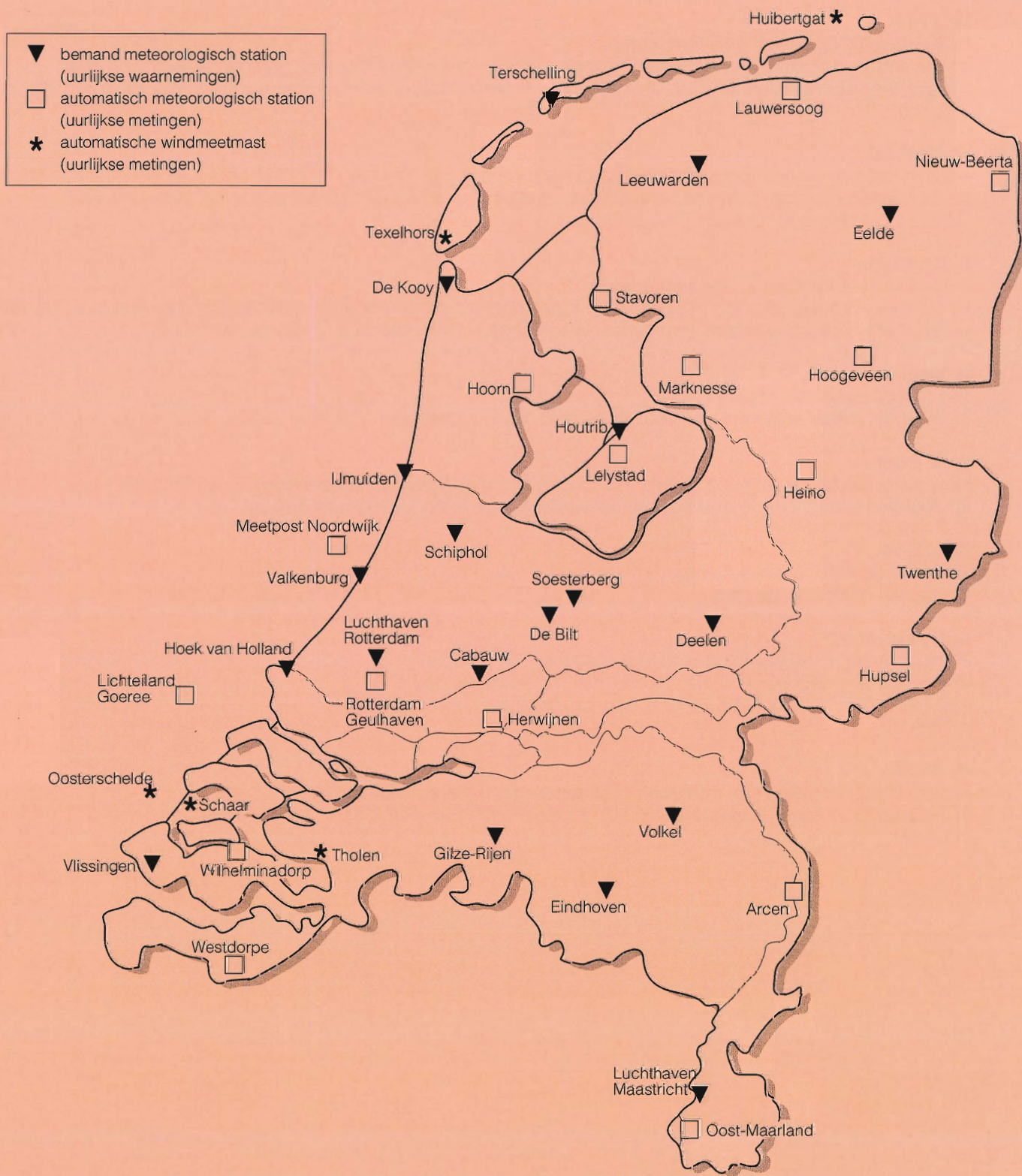
Towards a TOVS cookbook: a guide for real time TOVS users?

In: Technical proceedings sixth international TOVS conference, mei 1991, Airlie, Virginia/ ed. by W.P. Menzel, Madison University, 1991; p. 396-400

N. Weber

Bottom friction for wind sea and swell in extreme depth limited situations

In: Journal of physical oceanography, Vol. 21, no. 1, 1991; p. 149-172



colofon

Tekst:

Harry Geurts, Externe Zaken, KNMI

Vormgeving:

Studio KNMI

Fotografie:

Bert Broekhoven, Directie Flevoland

ECMWF

ESA

ESTEC

EUMETSAT

K. Dansen

Fotostudio Theo Dijkhuizen

Fotoarchief Schiphol

Fotojournalist Bert Verhoeff

Peter Paul Hattinga Verschure

Uitgeverij Hebri

ICIM

KLM

NAM

NASA

NOB

Penn Publiciteit

PTT

Serc's Rutherford Appleton Laboratory

Marianne Ulrich

Lithografie:

Prepress Letters BV

Drukwerk:

Meerpaal Offset BV

© KNMI, De Bilt, juli 1992



Postbus 201
3730 AE De Bilt
Telefoon (030) 206 911

In 1938 begon de "Haagsche Gemeentetelefoon" met de automatische verspreiding van de weersverwachtingen van het KNMI. De geschiedenis van het telefonisch weerbericht bestrijkt dus een periode van meer dan een halve eeuw. Vooral de laatste jaren is er veel veranderd in de telefonische weervoorspelling van het KNMI. Het vertrouwde "003" werd "06 - 8003" en biedt behalve de weersverwachting voor vandaag en morgen ook de vooruitzichten voor de komende vijf dagen, de actuele weerrapporten en waarschuwingen voor mist, gladheid of storm. Daarnaast heeft het KNMI nu dertien 06-nummers in gebruik met speciale regionale weerberichten voor onder andere de landbouw, de luchtvaart, de watersport en het strand. In de toekomst zullen deze dertien 06-nummers en mogelijk ook andere berichten door de ontwikkelingen op het gebied van de "Voice Response" techniek via één of twee nieuwe KNMI-06-nummers toegankelijk worden.



06 - 8003
Algemeen weerbericht

06 - 911 223 23
Europaweer Noord, inclusief België en Duitsland

06 - 911 223 24
Europaweer Zuidwest met onder andere Frankrijk en Spanje

06 - 911 223 25
Europaweer Zuidoost met onder andere Alpen en Italië

06 - 911 223 26
Weerbericht voor sport- en zakenvliegerij

06 - 911 223 27
Waterweerbericht voor het Rijnmondgebied

06 - 911 223 41
Regionaal weerbericht voor Noordwest-Nederland

06 - 911 223 42
Regionaal weerbericht voor Zuidwest-Nederland

06 - 911 223 43
Regionaal weerbericht voor Noordoost-Nederland

06 - 911 223 44
Regionaal weerbericht voor Midden-Nederland

06 - 911 223 46
Regionaal weerbericht voor Zuidoost-Nederland

06 - 911 223 51
Strandweerbericht

06 - 911 223 52
Waterweerbericht voor de Waddenzee en het IJsselmeer

06 - 911 223 53
Waterweerbericht voor het Deltagebied

De kosten van 06 - 8003 zijn ongeveer 15 cent per 47 seconden, de overige 06-nummers kosten ongeveer 50 cent per minuut