

KNMI-publicatie; 190



Seismisch netwerk Noord-Nederland

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut

KNMI-publicatie; 190

De Bilt, 2000

Postbus 201
3730 AE De Bilt
Wilhelminalaan 10
Telefoon 030-220 69 11
Telefax 030-221 04 07

UDC: 550.34
622.3
(492)

ISBN: 90-369-2171-6

Seismisch netwerk Noord-Nederland

Seismologisch Onderzoek

Seismisch Netwerk Noord-Nederland

Inleiding

Naar aanleiding van de aardbevingen in Noord-Nederland als gevolg van de gaswinning ter plaatse is een seismisch netwerk opgezet met het doel deze aardbevingen te detecteren en de locatie van de epicentra te bepalen. Aanvankelijk is een beperkt gebied rond Assen van oppervlakteseismometers voorzien, later is als resultaat van de multidisciplinaire studie naar de relatie tussen gaswinning en aardbevingen in Noord-Nederland een seismisch netwerk van boorgat seismometers tot stand gekomen. Dit netwerk heeft een gedeelte in Noord-Holland met drie stations rond Alkmaar en een deel hoofdzakelijk in de provincies Groningen en Drenthe met 8 stations. In het noordoosten van Nederland was het de bedoeling het hele gebied zo goed mogelijk te bedekken. Daarnaast zijn in de periode sinds 1996 ook op een aantal plaatsen versnellingsmeters geplaatst om de intensiteit van de optredende trillingen in het epicentrale gebied te bepalen.

Boorgatseismometers

Eind tachtiger jaren rees de vraag of aardbevingen in het noorden van het land het gevolg kunnen zijn van de onttrekking van aardgas uit de bodem. Een eerste poging tot toezicht werd gedaan met een netwerk van oppervlakteseismometers rond Assen omdat hier als eerste een aantal schokken gevoeld werden door de bevolking. Dit netwerk rond Assen heeft bestaan van 1989 tot 1995. In 1992 werd een eerste boorgatopstelling operationeel bij het plaatsje Finsterwolde, in het noordoosten van de provincie Groningen. Doel was het bereiken van een betere signaal-ruisverhouding. Na gebleken succes werd het aantal boorgatstations in 1995 uitgebreid tot een totaal van elf. Acht in noordoost Nederland en drie rond Alkmaar, waar zich inmiddels ook twee bevingen hadden voorgedaan. Van de acht boorgat stations in noordoost Nederland staat één in Friesland (Haulerwijk) en één in Overijssel (Venebrugge).

Elk boorgatstation bestaat uit een "string" van 3-componenten geofoons, neergelaten in het boorgat, tot een diepte van 200 meter (m. u. v. station Finsterwolde, dat tot 300 meter diepte gaat). De string bevat 4 niveaus met een onderlinge afstand van 50 meter (bij Finsterwolde zijn dat 5 niveaus met een onderlinge afstand van 75 meter). Naast de reductie van de bodemruis, maakt deze opstelling het ook mogelijk een onderscheid te maken tussen stoor-signalen vanuit het aardoppervlak direct boven de string en signalen die van onderen uit de aarde komen. De string is verbonden met een betonnen bak aan de oppervlakte. In deze bak bevinden zich de versterkers en een PC voor de continue data-opslag. De data blijven ongeveer drieëenhalve dag bewaard. Een data-acquisitieprogramma op de PC maakt "event-getriggerde" korte files aan. Deze zogeheten "shortfiles" worden om de 24 uur overgezonden naar het KNMI in De Bilt. Daar worden ze elke werkdag geanalyseerd door de dienstdoende seismoloog. Indien er een beving wordt geconstateerd, wordt de bijbehorende, complete file overgehaald uit de boorgatstations. Ook in geval dat iemand ergens een trilling gevoeld heeft kan er actief vanuit De Bilt gebeld worden naar de PC van een boorgatstation. Dan kan er "on line" gecontroleerd worden of er op een bepaalde tijd een beving te zien is.

Versnellingsmeters

In het noorden van Nederland zijn op verschillende locaties met een verhoogd seismisch risico 12 versnellingsmeters geplaatst. De eerste serie is bij Roswinkel geplaatst in eind 1996. Ook zijn versnellingsmeters neergezet bij Annen, Norg, t'Zand en Middelstum. Met deze instrumenten kunnen de versnellingen gemeten worden waaraan bouwwerken onderhevig zijn gedurende een aardbeving. De piekversnelling in het epicentrum is een maat voor de te verwachten schade.

De versnellingsmeters zijn autonoom werkende instrumenten, waarbij de "getriggerde" data lokaal wordt opgeslagen op "memory cards". In geval van een beving worden de "memory cards" opgehaald en uitgelezen in De Bilt.

Seismisch Station Witteveen

Het seismische station Witteveen in Drenthe bestaat al van ver voor de gaswinning sinds 1951. Dit station heeft de eerste van de serie gasbevingen in Noord-Nederland geregistreerd en is de hele periode operationeel geweest. Het station bevat drie brede band oppervlakte seismometers en een kort periodische seismometer. Daarnaast heeft het station een akoestisch array om luchtknallen te registreren. Het akoestisch array bestaat uit 6 elektronische druk opnemers die bijna in een cirkel met een diameter van 50 meter zijn neergezet. Luchtknallen, meestal veroorzaakt door militair vliegverkeer zijn in het verleden vaak verward met aardbevingen. Met deze instrumentatie kan het onderscheid gemaakt worden tussen aardbevingen en luchtknallen.

Eigendom en onderhoud

Het seismisch netwerk in Noord-Nederland is eigendom van het KNMI. Wat betreft de boorgatseismometers zijn deze door de oliemaatschappijen NAM en AMOCO betaald en in eigendom gegeven van het KNMI, met een verplichting tot onderhoud door het KNMI voor de periode van 1995 - 2005. Dit is in overeenkomsten geregeld. Er is een vergelijkbare situatie voor een deel van de versnellingsmeters (8) waarbij in een samenwerkingsovereenkomst met de NAM het onderhoud en de bediening van deze instrumenten voor rekening van het KNMI komen, terwijl in onderling overleg de plaatsing is vastgesteld. Ook hier geldt een periode van 10 jaar.

Rapportage

In beginsel is alle informatie van het seismische netwerk in Noord-Nederland openbaar en op verzoek verkrijgbaar. Een deel van de informatie staat op de Internet-site van het KNMI. Deze website (URL van de homepage: <http://www.knmi.nl/onderzk/seismo>) zal per 1mei 2000 uitgebreid worden met de complete lijst van aardbevingen in Nederland dus ook die in Noord-Nederland. Deze lijst van bevingen wordt stelselmatig bij iedere beving bijgewerkt en zal op termijn de lijst vervangen die ieder kwartaal aan een groep geïnteresseerden wordt toegestuurd. Het auteursrecht van de gegevens van de onder contracten vallende instrumenten berust bij het KNMI.

Detectiegrens Noord-Nederland

Het netwerk van boorgatseismometers in Groningen, Drenthe en Noord-Holland is in juli 1995 compleet gemaakt. Sinds die tijd is de detectiegrens voor het netwerk als geheel verbeterd tot magnitude 1,5 voor de provincies Groningen en Drenthe, hier worden dus alle bevingen van magnitude 1,5 en hoger geregistreerd. Voor Noord-Holland is de detectiegrens vergelijkbaar (1,5) voor het gebied in de omgeving van Alkmaar en Bergen. Wanneer kleine bevingen met magnitudes tussen 0 en 1 in de directe omgeving van een boorgatstation optreden worden die ook geregistreerd. De versnellingsmeters worden in werking gesteld wanneer de lokale versnelling de waarde van 5 mg (= 5 gal = 5 cm/sec²) overschrijdt. Afhankelijk van de lokale "bodemuisc" condities kunnen de drempelwaarden iets verschillend ingesteld zijn.

Tabel Seismisch Netwerk Noord-Nederland

<i>STATION</i>	<i>Code</i>	<i>X coördinaat</i>	<i>Y coördinaat</i>	<i>Hoogte (m)</i>	<i>INSTRUMENT</i>	<i>Type</i>	<i>Component(en)</i>	<i>Soort registratie</i>	<i>Operationeel</i>
Annen	ANN	245175	564025	14	Versnellingsmeter	ACC	ZNE	Dig. SIG	19991220 - heden
Eenrum	ENM	227786	602784	1	Gefoon	SP BH	ZNE	WF ET	19950412 - heden
Elp	ENV	238884	545973	17	Gefoon	SP BH	ZNE	WF ET	19950909 - heden
Finsterwolde	FSW	270735	582150	0	Gefoon	SP BH	ZNE	WF ET	19920801 - heden
Haulerwijk	HWF	219615	565338	6	Gefoon	SP BH	ZNE	WF ET	19950602 - heden
Kommerzijl	KOM	217088	589700	1	Versnellingsmeter	ACC	ZNE	Dig. SIG	19970110 - heden
Langelo	LAN	225875	567813	6	Versnellingsmeter	ACC	ZNE	Dig. SIG	19970717 - heden
Middelstum 1	MID1	238563	596388	1	Versnellingsmeter	ACC	ZNE	Dig. SIG	19961220 - heden
Middelstum 2	MID2	238877	597058	1	Versnellingsmeter	ACC	ZNE	Dig. SIG	19961220 - heden
Norg	NGR	227300	565125	10	Versnellingsmeter	ACC	ZNE	Dig. SIG	19970717 - heden
Oterleek	OTL	116750	515850	-3	Gefoon	SP BH	ZNE	WF ET	19950421 - heden
Philisteinsche P.	PPB	106450	518550	0	Gefoon	SP BH	ZNE	WF ET	19950210 - heden
Roswinkel 1	ROS1	265863	540738	12	Versnellingsmeter	ACC	ZNE	Dig. SIG	19960613 - heden
Roswinkel 2	ROS2	266850	538325	13	Versnellingsmeter	ACC	ZNE	Dig. SIG	19970220 - heden
Roswinkel 3	ROS3	268250	540125	12	Versnellingsmeter	ACC	ZNE	Dig. SIG	19970220 - heden
Roswinkel 4	ROS4	266907	539772	12	Versnellingsmeter	ACC	ZNE	Dig. SIG	20000104 - heden
Steenbergen	SBG	223338	568488	6	Versnellingsmeter	ACC	ZNE	Dig. SIG	19970717 - heden
Venebrugge	VBG	241969	507030	11	Gefoon	SP BH	ZNE	WF ET	19950428 - heden
Vlagtwedde	VLW	269872	554829	7	Gefoon	SP BH	ZNE	WF ET	19950523 - heden
Warmenhuizen	WMH	111900	524900	-1	Gefoon	SP BH	ZNE	WF ET	19950421 - heden
Witteveen	WIT	241415	536900	17	Seismometer	BB	ZNE	WF Con	19931200 - heden
Witteveen	WIT	241415	536900	17	Seismometer	SP	Z	Tei Inkt	19931116 - heden
Woudbloem	WDB	245081	581020	-2	Gefoon	SP BH	ZNE	WF ET	19950412 - heden
't Zandt 1	ZAN1	247375	598600	1	Versnellingsmeter	ACC	ZNE	Dig. SIG	19990629 - heden
't Zandt 2	ZAN2	246063	597600	1	Versnellingsmeter	ACC	ZNE	Dig. SIG	19990629 - heden
Zuidlaarderveen	ZLV	246517	568110	1	Gefoon 2strings	SP BH	ZNE	WF ET	19950412 - heden

Uitleg bij "Tabel Seismisch Netwerk Noord-Nederland"

In de 1^e kolom links, met de kop *STATION*, staat de naam van het station. Meestal is dat de dichtstbijzijnde plaats.

De 2^e kolom, met de kop *Code*, bevat de internationaal gebruikte afkorting voor de stationsnaam.

De 3^e en 4^e kolom bevatten de geografische *X* en *Y* coördinaten, volgens het in Nederland gebruikte systeem van de Rijksdriehoeksmeting, het zogeheten Amersfoortcoördinatensysteem.

De 5^e kolom geeft de *hoogte* van het station in meters boven NAP. Bij de boorgaten is alleen de hoogte van het maaiveld aangegeven.

De 6^e kolom, *INSTRUMENT*, geeft het soort instrument.

7^e kolom "Type"

Type	Uitleg
ACC	SM 2-16 "strong motion" versnellingsmeter van fabrikant SIG, voor het meten van bodemversnellingen
BB	"Broad band" seismometer STS - 1 of STS - 2
LP	"Long period" seismometer
SP	"Short period" seismometer
SP BH	"Short period" SM-6 gefoon, gebruikt in boorgat
VBB	"Very broad band" seismometer

De 8^e kolom geeft de componenten weer van de seismometer: Z = vertikaal, N = noord/zuid, E = oost/west

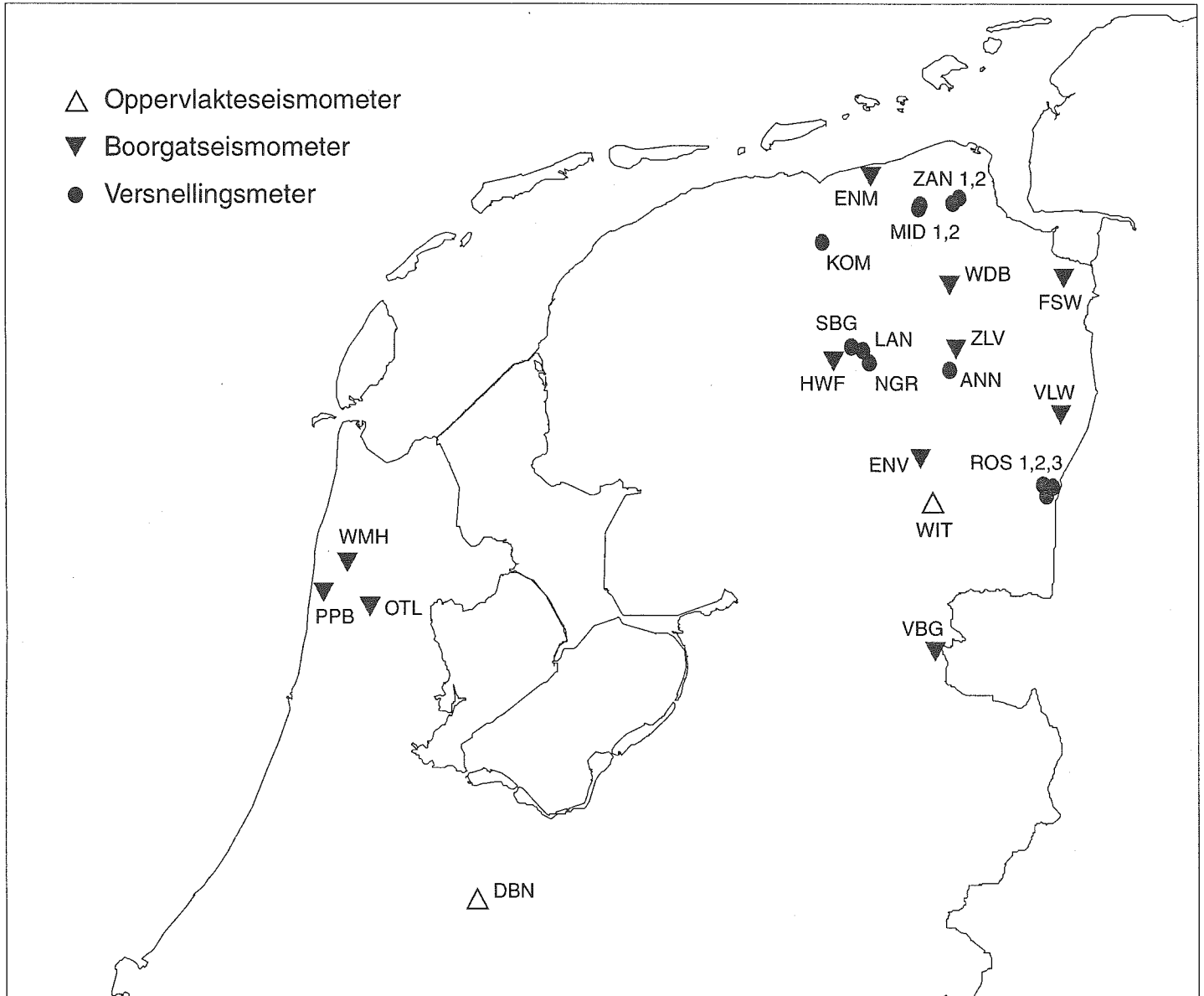
9^e kolom "Soort registratie"

Soort registratie	Uitleg
Dig. SIG	Digitale registratie op "memory card" in SM 2-16 versnellingsmeter van fabrikant SIG. In geval van een aardbeving wordt de "memory card" opgehaald en uitgelezen.
Tel. Inkt	Analoge data wordt per telefoonlijn naar De Bilt verzonden dit analoge signaal wordt met inktpen op papier geschreven.
WF Con	Digitale data continu opgeslagen als "waveform files" in De Bilt.
WF ET	Continue registratie in de vorm van digitale "waveform files" op PC bij boorgat. Data worden na 3½ dag overschreven. Elke dag worden "event-getriggerde" korte files per telefoon naar De Bilt gestuurd en daar bekeken. Ingeval van een beving worden de desbetreffende "waveform files" per telefoon overgehaald en opgeslagen.

De 10^e en laatste kolom geeft de tijd aan waarin het instrument in bedrijf is. Formaat: jjjjmdd. De 1^e 4 cijfers zijn voor het jaar (jjjj), daarna volgen 2 cijfers voor de maand (mm) en 2 voor de dag (dd).

De datum van "heden" is: januari 2000.

Seismisch Netwerk Noord-Nederland



Kaart van de stationslocaties van het Seismisch Netwerk Noord-Nederland

KNMI-PUBLICATIES, VERSCHENEN SEDERT 1996

Een overzicht van eerder verschenen publicaties, wordt verzoek toegezonden door de Bibliotheek van het KNMI, postbus 201, 3730 AE De Bilt, tel. 030 - 2 206 855, fax. 030 - 2 210 407; e-mail: biblioeth@knmi.nl

▼ KNMI-PUBLICATIE MET NUMMER

- 150-28 Sneeuwdek in Nederland 1961-1990 / A.M.G. Klein Tank
 180a List of acronyms in environmental sciences : revised edition / [compiled by P. Geerders and M. Waterborg]
 181b FM12 SYNOP : internationale en nationale regelgeving voor het coderen van de groepen 7wwW1W2 en 960ww; derde druk
 183-1 Rainfall in New Guinea (Irian Jaya) / T.B. Ridder
 183-2 Vergelijking van zware regens te Hollandia (Nieuw Guinea), thans Jayapura (Irian Jaya) met zware regens te De Bilt / T. B. Ridder
 183-3 Verdamping in Nieuw-Guinea, vergelijking van gemeten hoeveelheden met berekende hoeveelheden / T.B. Ridder
 183-4 Beschrijving van het klimaat te Merauke, Nieuw Guinea, in verband met de eventuele vestiging van een zoutwinningsbedrijf / T.B. Ridder a.o.
 183-5 Overzicht van klimatologische en geofysische publicaties betreffende Nieuw-Guinea / T.B. Ridder
 184a Inleiding tot de algemene meteorologie : studie-uitgave ; 2e druk / B. Zwart, A. Steenhuisen, m.m.v. H.J. Krijnen
 185a Handleiding voor het gebruik van sectie 2 van de FM 13-X SHIP-code voor waarnemers op zee / KNMI; KLu; KM
 186-I Rainfall generator for the Rhine Basin: single-site generation of weather variables by nearest-neighbour resampling / T. Brandsma a.o.
 186-II Rainfall generator for the Rhine Basin: multi-site generation of weather variables by nearest-neighbour resampling / T. Brandsma a.o.
 186-III Rainfall generator for the Rhine Basin: nearest-neighbour resampling of daily circulation indices and conditional generation of weather variables / Jules J. Beersma and T. Adri Buishand
 187 De wind in de rug: KNMI-weerman schaatst de Elfstedentocht / H. van Dorp
 188 SODA workshop on chemical data assimilation: proceedings; 9-10 December 1998, KNMI, De Bilt, The Netherlands
 189 Aardbevingen in Noord-Nederland in 1998: met overzichten over de periode 1986-1998 / [Afdeling Seismologie]

▼ TECHNISCH RAPPORT = TECHNICAL REPORT (TR)

- 173 Measurement of the structure parameter of vertical wind-velocity in the atmospheric boundary layer / R. van der Ploeg
 174 Report of the ASGASEX'94 workshop / ed. by W.A. Oost
 175 Over slecht zicht, bewolking, windstoten en gladheid / J. Terpstra
 176 Verification of the WAQUA/CSM-16 model for the winters 1992-93 and 1993-94 / J.W. de Vries
 177 Nauwkeurig nettostraling meten / M.K. van der Molen en W. Kohsiek
 178 Neerslag in het stroomgebied van de Maas in januari 1995: waarnemingen en verificatie van modelprognoses / R.Jilderda a.o.
 179 First field experience with 600PA phased array sodar / H. Klein Baltink
 180 Een Kalman-correctieschema voor de wegdektemperatuurverwachtingen van het VAISALA-model / A. Jacobs
 181 Calibration study of the K-Gill propeller vane / Marcel Bottema
 182 Ontwikkeling van een spectraal UV-meetinstrument / Frank Helderman
 183 Rainfall generator for the Rhine catchment : a feasibility study / T. Adri Buishand and Theo Brandsma
 184 Parametrisatie van mooi-weer cumulus / M.C. van Zanten
 185 Interim report on the KNMI contributions to the second phase of the AERO-project / Wiel Wauben, Paul Fortuin a.o.
 186 Seismische analyse van de aardbevingen bij Middelstum (30 juli 1994) en Annen (16 augustus '94 en 31 januari '95) / [Seismologisch Onderzoek]
 187 Analyse wenselijkheid overname RIVM-windmeetlocaties door KNMI / H. Benschop
 188 Windsnelheidsmetingen op zee stations en kuststations: herleiding waarden windsnelheden naar 10-meter niveau / H. Benschop
 189 On the KNMI calibration of net radiometers / W. Kohsiek
 190 NEDWAM statistics over the period October 1994 - April 1995 / F.B. Koek
 191 Description and verification of the HIRLAM trajectory model / E. de Bruijn
 192 Tiltmeting : een alternatief voor waterpassing ? / H.W. Haak
 193 Error modelling of scatterometer, in-situ and ECMWF model winds; a calibration refinement / Ad Stoffelen
 194 KNMI contribution to the European project POPSICLE / Theo Brandsma a.o.
 195 ECBILT : a coupled atmosphere ocean sea-ice model for climate predictability studies / R.J. Haarsma a.o.
 196 Environmental and climatic consequences of aviation: final report of the KNMI contributions to the AERO-project / W. Wauben a.o.
 197 Global radiation measurements in the operational KNMI meteorological network: effects of pollution and ventilation / F. Kuik
 198 KALCORR: a kalman-correction model for real-time road surface temperature forecasting / A. Jacobs
 199 Macroseismische waarnemingen Roswinkel 19-2-1997 / B. Dost e.a.
 200 Operationele UV-metingen bij het KNMI / F. Kuik
 201 Vergelijking van de Vaisala's HMP233 en HMP243 relatieve luchtvochtigheidsmeters / F. Kuik

- 202 Statistical guidance for the North Sea / Janet Wijngaard and Kees Kok
 203 UV-intercomparison SUSPEN / Foeke Kuik and Wiel Wauben
 204 Temperature corrections on radiation measurements using Modtran 3 / D.A. Bunskoek, A.C.A.P. van Lammeren and A.J. Feijt
 205 Seismisch risico in Noord-Nederland / Th. De Crook, H.W. Haak en B. Dost
 206 The HIRLAM-STAT-archive and its application programs / Albert Jacobs
 207 Retrieval of aerosol properties from multispectral direct sun measurements / O.P. Hasekamp
 208 The KNMI Garderen Experiment, micro-meteorological observations 1988-1989; instruments and data / F.C. Bosveld a.o.
 209 CO2 in water and air during ASGAMAGE: concentration measurements and consensus data / Cor M.J. Jacobs, Gerard J. Kunz, Detlev Sprung a.o.
 210 Elf jaar Cabauw-metingen / J.G. van der Vliet
 211 Indices die de variabiliteit en de extremen van het klimaat beschrijven / E.J. Klok
 212 First guess TAF-FGTAF: semi-automation in TAF production / Albert Jacobs
 213 Zeer korte termijn bewolkingsverwachting met behulp van METCAST: een verificatie en beschrijving model-uitvoer / S.H. van der Veen
 214 The implementation of two mixed-layer schemes in the HOPE ocean general circulation model / M. van Eijk
 215 Stratosphere-troposphere exchange of ozone, diagnosed from an ECMWF ozone simulation experiment / Harm Luyckx
 216 Evaluatierapport Automatisering Visuele Waarnemingen : Ontwikkeling Meestsysteem / Wiel Wauben en Hans de Jongh
 217 Verificatie TAF en TREND / Hans van Bruggen
 218 LEO - LSG and ECBILT coupled through OASIS: description and manual / A. Steri
 219 De invloed van de grondwaterstand, wind, temperatuur en dauwpunt op de vorming van stralingsmist: een kwantitatieve benadering / Jan Terpstra
 220 Back-up modellering van windmeetmasten op luchthavens / Ilja Smits
 221 PV-mixing around the tropopause in an extratropical cyclone / M. Sigmond
 222 NPK-TIG oefendag 16 december 1998 / G.T. Geertsema, H. van Dorp e.a.
 223 Golfhoogteverwachtingen voor de Zuidelijke Noordzee: een korte vergelijking van het ECMWF-golfmodel (EPS en operationeel), de nautische gidsverwachting, Nedwam en meteoroloog / D.H.P. Voegelzang en C.J. Kok.
 224 HDFg library and some HDF utilities: an extension to the NCSA HDF library user's manual & reference guide / Han The

▼ WETENSCHAPPELIJK RAPPORT = SCIENTIFIC REPORT (WR)

- 96-01 A new algorithm for total ozone retrieval from direct sun measurements with a filter instrument / W.M.F. Wauben
 96-02 Chaos and coupling: a coupled atmosphere ocean-boxmodel for coupled behaviour studies / G. Zondervan
 96-03 An acoustical array for subsonic signals / H.W. Haak
 96-04 Transformation of wind in the coastal zone / V.N. Kudryavtsev a.o.
 96-05 Simulations of the response of the ocean waves in the North Atlantic and North Sea to CO2 doubling in the atmosphere / K. Rider a.o.
 96-06 Microbarograph systems for the infrasonic detection of nuclear explosions / H.W. Haak and G.J. de Wilde
 96-07 An ozone climatology based on ozonesonde measurements / J.P.F. Fortuin
 96-08 GOME validation at KNMI and collaborating institutes / ed. P. Stammes a.o.
 97-01 The adjoint of the WAM model / H. Hersbach
 97-02 Optimal interpolation of partitions: a data assimilation scheme for NEDWAM-4; description and evaluation of the period November 1995 - October 1996 / A. Voorrips
 97-03 SATVIEW: a semi-physical scatterometer algorithm / J.A.M. Janssen a.o.
 97-04 GPS water vapour meteorology : status report / H. Derks a.o.
 97-05 Climatological spinup of the ECBILT oceanmodel / Arie Kattenberg a.o.
 97-06 Direct determination of the air-sea transfer velocity of CO2 during ASGAMAGE / J.C.M. Jacobs, W. Kohsiek and W.A. Oost
 97-07 Scattering matrices of ice crystals / M. Hess, P. Stammes a.o.
 97-08 Experiments with horizontal diffusion and advection in a nested fine mesh mesoscale model / E.I.F. de Bruijn
 97-09 On the assimilation of ozone into an atmospheric model / E. Valur Hólm
 98-01 Steady state analysis of a coupled atmosphere ocean-boxmodel / F.A. Bakker
 98-02 The ASGAMAGE workshop, September 22-25, 1997 / ed. W.A. Oost
 98-03 Experimenting with a similarity measure for atmospheric flows / R.A. Pasmanter and X.-L. Wang
 98-04 Evaluation of a radio interferometry lightning positioning system / H.R.A. Wessels
 98-05 Literature study of climate effects of contrails caused by aircraft emissions / V.E. Pultau
 99-01 Enhancement of solar and ultraviolet surface irradiance under partial cloudy conditions / Serdal Tunç
 99-02 Turbulent air flow over sea waves: simplified model for applications / V.N. Kudryavtsev, V.K. Makin and J.F. Meirink
 99-03 The KNMI Garderen experiment, micro-meteorological observations 1988-1989: corrections / Fred C. Bosveld
 99-04 ASGAMAGE: the ASGASEX MAGE experiment : final report / ed. W.A. Oost

