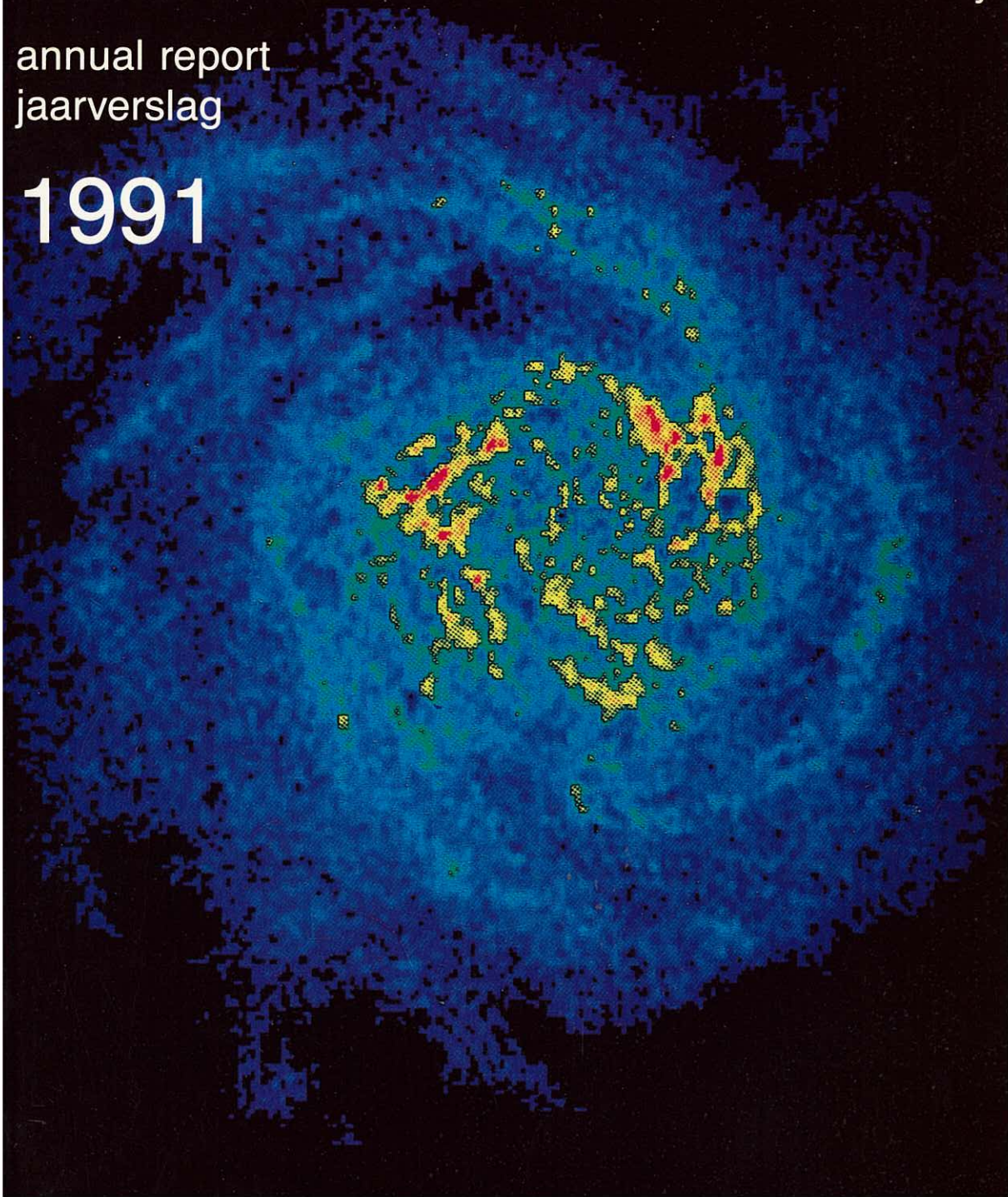
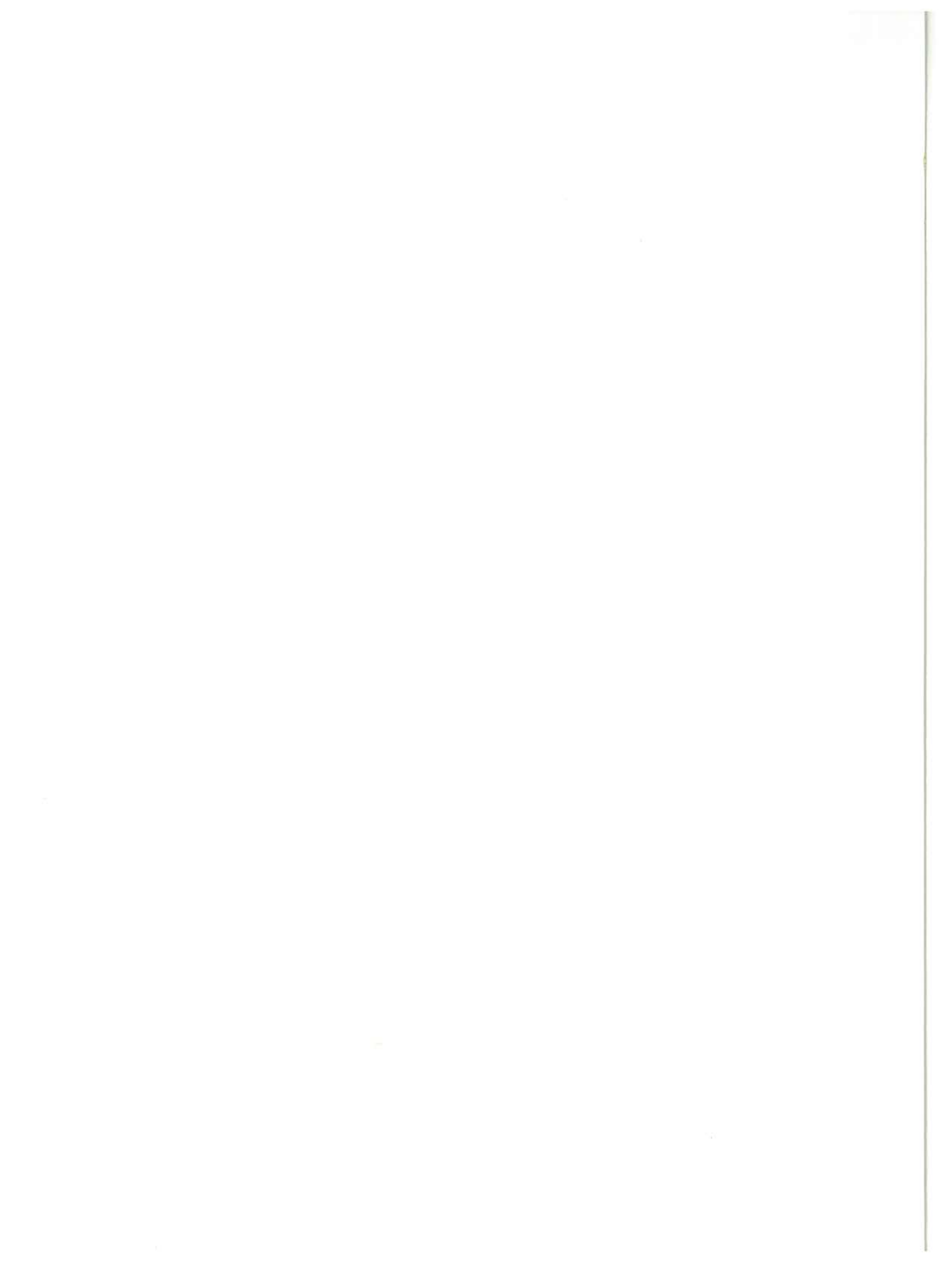


Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland
Netherlands Foundation for Research in Astronomy

annual report
jaarverslag

1991





**Stichting
Astronomisch Onderzoek
in Nederland**

Jaarverslag 1991

**Netherlands
Foundation for Research
in Astronomy**

Annual Report 1991

Radiosterrenwacht Dwingeloo

Postbus 2,
7990 AA DWINGELOO
tel. (+31)05219-7244
telefax (+31)5219-7332 NFRA
telex 42043 srzm nl
X25 PSDN: (0204)1521004
E-mail: PSI%(0)(204)1521004::SECRETARY
SECRETARY@NFRA.NL

Radiosterrenwacht Westerbork

Schattenberg 1,
9433 TA ZWIGGELTE
tel. (+31)5939-2421
telefax (+31)5939-2486

De Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland wordt gesubsidieerd door de Nederlandse organisatie voor wetenschappelijk onderzoek (NWO) te Den Haag.

The Netherlands Foundation for Research in Astronomy is financially supported by the Netherlands organization for scientific research (NWO) in The Hague.

Voorplaat:

De verdeling van de neutrale waterstof kolomdichtheid voor het spiraalstelsel NGC6946, waargenomen met de WSRT met een 15" resolutie (Kamphuis, Van der Hulst en Sancisi). Op de achterkant is een afbeelding te zien van hetzelfde stelsel in het zichtbare licht en op dezelfde schaal.

Cover:

HI column density distribution of the spiral galaxy NGC6946, obtained with the WSRT at 15" resolution (Kamphuis, Van der Hulst and Sancisi). A photograph (same scale is shown on the back cover.

TABLE OF CONTENTS

	Page
1 Board and Program Committee	1
1.1 Report of the Board	1
1.2 Reorganisation	7
1.3 Report of the Program Committee	9
2 Reports of the divisions	13
2.1 Westerbork Telescope Group	13
2.1.1 Summary	13
2.1.2 Operations	15
2.1.3 Receivers	18
2.1.4 Mechanical and electrical	23
2.2 Laboratory and Central Technical Services	35
2.2.1 Summary	35
2.2.2 Details of projects	35
2.2.3 Infrastructure	54
2.3 Computer Group	57
2.3.1 Summary	57
2.3.2 Software development	58
2.3.3 Maintenance of systems and software	61
2.3.4 British-Dutch projects and tasks	63
2.3.5 Operational tasks	66
2.3.6 Technical and scientific research	68
2.3.7 Organization and external tasks	69
2.4 Astronomy Group	71
2.4.1 General	71
2.4.2 Service tasks	72
2.4.3 Future projects	73
2.5 Administration of the Foundation/General Affairs	75
2.5.1 General	75
2.5.2 Personnel	76
2.5.3 Finances	76
2.5.4 Running the Dwingeloo Institute	77
2.5.5 Public relations	78
2.5.6 Staff journey	78

INHOUDSOPGAVE

Blz.

1	Bestuur en Programma Commissie	1
1.1	Inleidend bestuursverslag	1
1.2	Reorganisatie	7
1.3	Verslag van de Programma Commissie	9
2	Afdelingsverslagen	13
2.1	Teleskoopgroep Westerbork	13
2.1.1	Algemeen overzicht	13
2.1.2	Het Waarneembedrijf	15
2.1.3	Het ontvanger systeem	18
2.1.4	Mechanische en elektrische systemen	23
2.2	Laboratorium en Centrale Technische Dienst	35
2.2.1	Samenvatting	35
2.2.2	Details van de projecten	35
2.2.3	Infrastructuur	54
2.3	Computergroep	57
2.3.1	Samenvatting en mutaties	57
2.3.2	Programmatuur ontwikkeling	58
2.3.3	Onderhoud systemen en programmatuur	61
2.3.4	Brits-Nederlandse projecten en taken	63
2.3.5	Operationele taken	66
2.3.6	Technisch en wetenschappelijk onderzoek	68
2.3.7	Organisatie en externe taken	69
2.4	Astronomengroep	71
2.4.1	Algemeen	71
2.4.2	Dienstverlenende taken	72
2.4.3	Toekomstige projecten	73
2.5	Algemene Zaken	75
2.5.1	Algemeen	75
2.5.2	Personeelszaken	76
2.5.3	Financiën	76
2.5.4	Beheer Radiosterrenwacht Dwingeloo	77
2.5.5	Popularisering	78
2.5.6	Personeelsreis	78

3	UK/NL Cooperation in Astronomical Research	79
3.1	Introduction	79
3.2	Personnel	80
3.3	Technical contributions	82
3.3.1	Optical Telescopes on la Palma	83
3.3.2	(Sub)millimeter Telescope on Hawaii	87
3.4	Policy and Management	88
3.5	Allocation of observing time to Dutch programmes	89
4	Summary of chapter 2	95
4.1	Telescope Group Westerbork	95
4.2	Laboratory and Central Technical Services	95
4.2.1	General	95
4.2.2	WSRT projects	96
4.2.3	RadioAstron project	96
4.2.4	Multibeam receiver project for the JCMT	97
4.2.5	Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS)	98
4.2.6	SCASIS	98
4.3	Computer Group	99
4.3.1	Summary	99
4.3.2	Software development	100
4.3.3	Maintenance of software and systems	101
4.3.4	British-Dutch projects and tasks	101
4.3.5	Operational tasks	102
4.3.6	Technical and scientific research	102
4.3.7	External tasks	103
4.4	Astronomy Group	103
4.4.1	General	103
4.4.2	Service tasks	104
4.4.3	Future projects	104

3	Brits-Nederlandse samenwerking in astronomisch onderzoek	79
3.1	Inleiding	79
3.2	Personeel	80
3.3	Technische inspanning	82
	3.3.1 Optische telescopen op La Palma	83
	3.3.2 (Sub)millimeter teleskoop op Hawaiï	87
3.4	Beleid en Bestuur	88
3.5	Toekenningen van waarneemtijd aan Nederlandse programma's	89
4	Summary of chapter 2	95
4.1	Telescope Group Westerbork	95
4.2	Laboratory and Central Technical Services	95
	4.2.1 General	95
	4.2.2 WSRT projects	96
	4.2.3 RadioAstron project	96
	4.2.4 Multibeam receiver project for the JCMT	97
	4.2.5 Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS)	98
	4.2.6 SCASIS	98
4.3	Computer Group	99
	4.3.1 Summary	99
	4.3.2 Software development	100
	4.3.3 Maintenance of software and systems	101
	4.3.4 British-Dutch projects and tasks	101
	4.3.5 Operational tasks	102
	4.3.6 Technical and scientific research	102
	4.3.7 External tasks	103
4.4	Astronomy Group	103
	4.4.1 General	103
	4.4.2 Service tasks	104
	4.4.3 Future projects	104

5	Research projects supported by ASTRON/NFRA	105
5.1	Working group Sun and Stars	105
5.2	Working group Interstellar Matter	106
5.3	Working group Stellar Systems	107
5.4	Other projects	108
5.5	Financial report on NFRA research projects	108
6	Astronomical reports	111
6.1	Highlights of research on Sun and Stars	111
6.1.1	Binary Systems with Compact Stars	111
6.1.2	Stellar Photometry	113
6.1.3	Variable Stars	115
6.1.4	(Post) AGB Stars	117
6.1.5	Stellar Oscillations	119
6.1.6	Planetary Atmospheres: Radiative Transfer	120
6.1.7	Electromagnetic phenomena	122
6.1.8	Hydrodynamics: Stability of accretion disks	126
6.1.9	A three component model for Magnet Hydro-Dynamic turbulence in accretion disks	127
6.2	Highlights of research on Interstellar Matter	135
6.2.1	Diffuse Interstellar Medium	135
6.2.2	Interstellar molecules and dust	139
6.2.3	Molecular clouds and star formation	142
6.2.4	Circumstellar matter	145

5	Research projects supported by ASTRON/NFRA	105
5.1	Working group Sun and Stars	105
5.2	Working group Interstellar Matter	106
5.3	Working group Stellar Systems	107
5.4	Other projects	108
5.5	Financial report on NFRA research projects	108
6	Astronomical reports	111
6.1	Highlights of research on Sun and Stars	111
6.1.1	Binary Systems with Compact Stars	111
6.1.2	Stellar Photometry	113
6.1.3	Variable Stars	115
6.1.4	(Post) AGB Stars	117
6.1.5	Stellar Oscillations	119
6.1.6	Planetary Atmospheres: Radiative Transfer	120
6.1.7	Electromagnetic phenomena	122
6.1.8	Hydrodynamics: Stability of accretion disks	126
6.1.9	A three component model for Magnet Hydro-Dynamic turbulence in accretion disks	127
6.2	Highlights of research on Interstellar Matter	135
6.2.1	Diffuse Interstellar Medium	135
6.2.2	Interstellar molecules and dust	139
6.2.3	Molecular clouds and star formation	142
6.2.4	Circumstellar matter	145

6.3	Highlights of research on Stellar Systems	157
6.3.1	Spiral Galaxies	157
6.3.2	Elliptical Galaxies	167
6.3.3	Large scale structure in the Universe	171
6.3.4	Distant Objects	175
6.3.5	Large Radio Survey	179
7	Organization	181
7.1	Board/Advisory Council	181
7.2	Management Team	182
7.3	Program Committee	182
7.4	Foreign Advisors	182
7.5	Committees National ASTRON Working Groups	183
7.6	Works Council	185
7.7	General parts committee	185
7.8	Laboratory instruments committee	185
7.9	General popular contacts	186
7.10	UK/NL Steering Committee	186
7.11	NL Membership of UK/NL Committees	186
7.12	Membership (Inter)national committees	187
8	Personnel	191
8.1	General Affairs	191
8.2	Telescope Group	191
8.3	Central Technical Services	192
8.4	Laboratory	193
8.5	Computer Group	194
8.6	Astronomy Group	194
8.7	Personnel seconded to UK/NL observatories	195
8.8	Guests	195
8.9	Summer students	196
8.10	Trainees	196

6.3	Highlights of research on Stellar Systems	157
6.3.1	Spiral Galaxies	157
6.3.2	Elliptical Galaxies	167
6.3.3	Large scale structure in the Universe	171
6.3.4	Distant Objects	175
6.3.5	Large Radio Survey	179
7	Organisatie	181
7.1	Bestuur en Raad van Advies van de Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland	181
7.2	Management Team	182
7.3	Programma Commissie	182
7.4	Buitenlandse Adviseurs	182
7.5	Commissies Landelijke ASTRON Werkgemeenschappen	183
7.6	Dienst Commissie (DC)	185
7.7	Magazijncommissie	185
7.8	Meetinstrumentencommissie	185
7.9	Algemene kontakten voor popularisering	186
7.10	Stuurgroep UK/NL Samenwerking	186
7.11	Nederlandse lidmaatschappen UK/NL commissies	186
7.12	Lidmaatschappen (Inter)nationale commissies	187
8	Personeel	191
8.1	Afdeling Algemene Zaken	191
8.2	Teleskoopgroep	191
8.3	Centrale Technische Dienst	192
8.4	Laboratorium	193
8.5	Computergroep	194
8.6	Astronomen	194
8.7	Uitgezonden in het kader UK/NL-samenwerking	195
8.8	Gastmedewerkers	195
8.9	Summer studenten	196
8.10	Stagiaires	196

Appendix A Finances	197
Appendix B Observing Facilities	199
B.1 The Westerbork Synthesis Radio Telescope	199
B.2 The 25-metre Dwingeloo telescope	205
Appendix C Publications and reports	207
C.1 Research papers	207
C.2 Review papers and conference contributions	213
C.3 Dissertations	218
C.4 Internal Technical Reports	219
C.5 Notes	219
C.6 Popular papers	220
C.7 Papers in Newsletters	221
C.8 Colloquia in Dwingeloo in 1991	223
C.9 Colloquia given by NFRA staff	225
C.10 Conference attendance of NFRA staff	229
Appendix D Abbreviations	233
Appendix E Addresses	237

Appendix A Financiën	197
Appendix B Observing Facilities	199
B.1 The Westerbork Synthesis Radio Telescope	199
B.2 The 25-metre Dwingeloo telescope	205
Appendix C Publikaties en rapporten	207
C.1 Onderzoek artikelen	207
C.2 Overzichtsartikelen en conferentiebijdragen	213
C.3 Proefschriften	218
C.4 Internal Technical Reports	219
C.5 Notes	219
C.6 Populaire artikelen	220
C.7 Artikelen in Newsletters	221
C.8 Colloquia gehouden te Dwingeloo in 1990	223
C.9 Colloquia/voordrachten gegeven door medewerkers van het ASTRON instituut te Dwingeloo	225
C.10 Deelname aan congressen en conferenties van medewerkers van het ASTRON instituut te Dwingeloo	229
Appendix D Afkortingen	233
Appendix E Adreslijst	237

1 Bestuur en Programma Commissie

1.1 Bestuursverslag

door C. Kramer

De Stichting ASTRON is verantwoordelijk voor de exploitatie van een aantal ground-based observatoria op het noordelijk halfrond, en het uitrusten daarvan met adequate instrumentatie en programmatuur voor het verkrijgen en verwerken van astronomische gegevens. Het betreft de radiosterrenwachten te Dwingeloo en Westerbork, de Brits-Nederlandse optische telescopen op La Palma, en de Brits-Canadees-Nederlandse (sub-)millimeter telescoop op Hawaï. ASTRON neemt ook deel aan Very Long Baseline Interferometry (VLBI) in Europees en mondiaal verband via het European VLBI Network, en aan ruimte-VLBI met de Russische satelliet RadioAstron. Daarnaast steunt ASTRON via projectsubsidies de interpretatie van gegevens die worden verkregen met alle waarneemfaciliteiten (op de grond en in de ruimte), evenals het theoretisch astrofysisch onderzoek.

Het Bestuur

Het Bestuur van ASTRON heeft in 1991 negen maal regulier vergaderd. Daarnaast is een extra, besloten, vergadering gehouden en was het Bestuur uiteraard aanwezig bij de bijeenkomst met de buitenlandse adviseurs. Uit het feit dat dit aantal vergaderingen aanzienlijk groter was dan in de voorafgaande jaren, en ook groter dan gewenst in de toekomst, valt af te leiden dat belangrijke beslissingen moesten worden genomen.

- ASTRON werd in de voorafgaande jaren steeds meer geplaagd door:
- een onduidelijke organisatie, met veel interne wrijvingen; een eerste, zeer belangrijke, aanzet tot verbetering hierin was al gegeven door het in 1990 genomen besluit tot het aantrekken van een Algemeen Directeur.
 - te hoge werkdruk, vooral in de ontwikkelingssector, veroorzaakt door een zeer breed werkgebied en een niet-selectieve besluitvorming ten aanzien van nieuwe projecten. Hierdoor ontbrak ook de mogelijkheid tot voldoende bezinning en vooronderzoek ten aanzien van nieuwe activiteiten.

worden genomen. Voor het aanvatten van nieuwe projecten van significante omvang is dan ook expliciete besluitvorming in het Bestuur als eis gesteld.

Het eerst kwam dit aan de orde in verband met het project AIPS++, een internationale samenwerking tussen een groot aantal astronomische instituten met de bedoeling een software pakket voor (radio)-astronomische data reductie en beeldverwerking op te bouwen. ASTRON zal in dit project niet de leidende, maar wel een belangrijke rol spelen. Gezien het belang van dit project, en de betrekkelijk bescheiden eigen mogelijkheden is tot participatie besloten. Een daartoe strekkende overeenkomst is inmiddels ondertekend.

Op het gebied van mm-astronomie lag er een voorstel om na de 3-bundel testontvanger een 8-bundel ontvanger te bouwen voor daadwerkelijke inzet in de JCMT. In plaats van dit project geheel in eigen regie uit te voeren is besloten tot een ondersteuning van SRON Groningen, die het project zal gaan leiden.

De mogelijkheid van het oprichten van een Europees VLBI-centrum in Nederland, met gebruikmaking van de technologie van de Dwingeloo correlator, is nog steeds afhankelijk van Europese politieke besluitvorming ten aanzien van de financiering. Het ministerie van Onderwijs en Wetenschappen zet zich daarbij actief in als voortrekker in multilateraal overleg en heeft fondsen in dit verband gereserveerd. Het Bestuur heeft gemeend een deadline ten aanzien van de besluitvorming hierover te moeten stellen, om voldoende greep te kunnen houden op de aanspraken op personeelscapaciteit.

Met de Kapteyn Sterrenwacht Werkgroep (KSW) te Roden werd al jaren lang vruchtbaar samengewerkt, vooral in het kader van de verplichtingen in de Brits-Nederlandse samenwerking (bv. de CCD-controller). Door de verbreding van de taakstelling van ASTRON in de jaren 80 konden steeds meer vraagtekens worden gezet achter de zin van het bestaan van twee afzonderlijke groepen op een betrekkelijk kleine afstand van elkaar. Daarom is besloten de mogelijkheid te onderzoeken van een volledige integratie van de activiteiten van de KSW in ASTRON. Het ziet er op dit moment naar uit dat deze mogelijkheid inderdaad kan worden gerealiseerd.

Het huidige capaciteitsbeslag in de ontwikkelafdeling laat weinig ruimte voor het definiëren van nieuwe projecten. Toch is besloten een aantal werkgroepen in te stellen, die gaan nadenken over een nieuw groot project, van de allure die de WSRT had op het moment dat die werd aangevat. In eerste instantie gaat het daarbij

om de wensen op astronomisch gebied, die met een nieuw instrument kunnen worden vervuld. Daarnaast zullen echter ook de mogelijkheden die de huidige technologie en de daarin te verwachten ontwikkeling bieden worden geïnventariseerd. Zowel een nieuwe grote radiotelescoop als een grote optische faciliteit zullen worden bekeken. Internationale samenwerking zal hierbij nadrukkelijk aan de orde komen, en is in het geval van een optisch instrument zelfs onvermijdelijk. Een mogelijke optie hierbij is deelname aan een 8m telescoop op La Palma.

Wegens de toestand van de gebouwen te Dwingeloo, en eventueel ook wegens de mogelijke komst van een Europees VLBI Centrum zijn in de nabije toekomst bouwactiviteiten vereist. In het kader van de besluitvorming hierover kwam ook ter sprake of ASTRON op termijn te Dwingeloo moet blijven, of dat een andere vestigingsplaats wellicht voordelen zou bieden. Na ampele overweging is besloten voor blijvende vestiging in Dwingeloo te kiezen. De daartoe strekkende bouwplannen zijn in voorbereiding.

Teneinde de steun voor ASTRON in de astronomische gemeenschap te versterken heeft het bestuur een ad hoc commissie ingesteld, bestaande uit de HH Van Albada, Katgert, Van Paradijs en Verbunt, met de opdracht een voorstel te doen voor het ASTRON-beleid in de jaren '90. Deze commissie heeft in augustus rapport uitgebracht. De conclusies waren de volgende:

- ASTRON moet de hoogste prioriteit geven aan de WSRT en deze zo spoedig mogelijk voorzien van nieuwe frontends, backends en data-reductie software.
- Ten aanzien van de UK/NL samenwerking moet kritisch worden gekeken naar nieuwe projecten en het afsluiten van nieuwe contracten.
- Een afweging moet worden gemaakt voor een nieuw groot project, radio- of optisch. Het NCA moet het strategisch plan aktualiseren.

Het Bestuur heeft deze aanbevelingen overgenomen en is, zoals uit het voorgaande moge blijken, tot de uitvoering hiervan overgegaan. Een andere maatregel die in dit verband is genomen is het besluit dat voortaan voor ieder ASTRON ontwikkelingsproject een Project Scientist, bij voorkeur uit de universitaire instituten, wordt benoemd, die verantwoordelijk is voor de astronomische inhoud en relevantie van het project. Verwacht wordt dat dit het draagvlak van ASTRON in de astronomische gemeenschap zal versterken.

Op het gebied van de projektsubsidies aan individuele onderzoekers heeft het Bestuur van 26 subsidieaanvragen, die overigens allen van voldoende kwaliteit waren, er 10 kunnen honoreren. De selectie was conform het voorstel van de Raad van Advies.

Tevens is besloten de omvang van de projektsubsidies structureel te laten groeien. In de begroting 1992 is daarom het bedrag hiervoor van 1,2 naar 1,4 miljoen gulden gebracht.

ASTRON heeft meegewerkt aan een STIMULANS-voorstel van de Universiteit van Amsterdam voor de aanschaf van een pulsar timing machine. Dit voorstel is echter om politieke redenen niet gehonoreerd door NWO. Fondsen voor een eerste aanzet voor pulsar apparatuur zijn echter op de ASTRON begroting voor 1992 gereserveerd.

Een hoogtepunt in 1991 was het bezoek, in begin september, van de buitenlandse adviseurs (BA). Gezien de plannen voor reorganisatie en het rapport van de bovengenoemde ad hoc commissie kwam dit bezoek op een zeer opportuun moment. De BA zijn gedetailleerd op de hoogte gebracht van de onderhanden werkzaamheden en van de plannen en hun achtergronden. Op basis daarvan hebben de BA de volgende adviezen uitgebracht:

- Geef de Algemeen Directeur de ruimte en beperk de bestuursactiviteit tot echte beleidszaken, waarvoor minder vergaderingen nodig zullen zijn. Het Bestuur is het hiermee eens; 5 vergaderingen per jaar moeten voldoende zijn.
- Geef hoge prioriteit aan de WSRT en beperk deelname in de UK/NL samenwerking. Het Bestuur is het hiermee eens.
- Beperk de activiteit op mm-gebied. Voor toegang tot een instrument is een eigen ontwikkeling niet nodig. Als reactie op dit advies is de hoofdverantwoordelijkheid voor het 8-bundel projekt bij SRON neergelegd, met beperkte deelname van ASTRON.
- Verbeter de communicatie tussen ASTRON en gebruikers. De invoering van de Project Scientists en de discussies over een "groot projekt" kunnen deze verbetering bevorderen.
- Wees voorzichtig met het aangaan van nieuwe verplichtingen voor een Europees VLBI centrum. Door het stellen van een "deadline" heeft het Bestuur te kennen gegeven aangegane verplichtingen wel te willen honoreren, mits de besluitvorming niet eindeloos wordt gerekt.
- Beperk de activiteiten op het gebied van optische instrumentatie. Door de voorgenomen integratie met de KSW is deze aanbeveling niet meer relevant.

- Definieer snel een nieuw "groot project".
- Houd de Dwingeloo telescoop in bedrijf zolang deze interessante resultaten geeft en dit technisch mogelijk is. Dit is inderdaad de bedoeling.
- Kijk kritisch naar de plannen voor pulsarwaarnemingen. Deelname van een expert op dit gebied is essentieel.
- Heropen de onderhandelingen met de Britten over de toekenning van waarneemtijd op La Palma via de PATT. Hiermee is een begin gemaakt.
- Inventariseer de gepubliceerde resultaten en vergelijk deze met de kosten. Deze inventarisatie is begonnen, onder verantwoordelijkheid van de programmacommissie.
- Presenteer in de volgende BA-bijeenkomst minder technische details en meer resultaten en beleidslijnen.

De bijeenkomst met de buitenlandse adviseurs is voor ASTRON zeker nuttig geweest, meer dan anders wel eens het geval was.

Naast al de hiervoor genoemde "bijzondere" activiteiten heeft het Bestuur zich uiteraard bezig gehouden met de jaarlijks terugkerende zaken als het opstellen en aanvaarden van de begroting en het bijstellen van het beleidsplan.

De samenstelling van het Bestuur is gewijzigd door het aftreden van Prof. dr. M. Kuperus per 1 mei, wegens zijn benoeming tot lid van het NWO Gebiedsbestuur voor de exacte wetenschappen, waarmee het lidmaatschap van het ASTRON-Bestuur onverenigbaar is. Prof. dr. H. van Woerden en Dr. ir. J. van Nieuwkoop zijn per 31 december afgetreden als bestuurslid. Hun bijdrage aan SRZM, en daarna aan ASTRON is, gezien hun lange staat van dienst en hun grote betrokkenheid, van onvergelijkbaar belang. Het Bestuur is hen dankbaar voor hun grote inzet.

In verband met het aftreden van Kuperus is Prof. dr. W.B. Burton benoemd tot secretaris-penningsmeester. Prof. dr. J.M.E. Kuipers konden we op 1 mei als nieuw bestuurslid verwelkomen. De bestuursleden Van der Kruit en Kramer zijn per 1 januari 1991 herbenoemd.

1.2 Reorganisatie

door P.C. van der Kruit en H.R. Butcher

In 1990 heeft het Bestuur en de toenmalige directie van ASTRON een proces in gang gezet, waarbij de structuur van het management

van het Instituut grondig bekeken en heroverwogen werd. Een belangrijke achtergrond daarbij was, dat het van essentieel belang was voor de dagelijkse gang van zaken, voor het beleid (en de voorbereiding voor besluitvorming in het Bestuur) en voor de verzorging van externe kontakten, dat er een slagvaardige leiding aan het Instituut mogelijk gemaakt zou worden. In eerste aanzet is daarbij de management top van het Instituut gereorganiseerd, waaruit met name de benoeming van een algemeen directeur met meer bevoegdheden en de vorming om hem heen van een management team voortvloeide. Deze nieuwe structuur was op 1 januari 1991 ingegaan onder leiding van Dr. W. Boland als waarnemend directeur.

Al spoedig bleek uit diskussies in het management team en in het Bestuur, dat de afdelingsstructuur nodig onder de loop genomen moest worden. In maart 1991 besloot het management team hiervoor een opdracht te geven aan het management consultants bureau Moret, Ernst & Young voor een extern advies, hetgeen door het Bestuur werd ondersteund. In de opdrachtformulering komt o.a. het volgende voor. Het betreft een onderzoek naar en aan advies omtrent de voor ASTRON meest adequate organisatiestructuur in relatie tot de vooraanstaande positie van ASTRON in de astronomische gemeenschap, de ambitieuze doelstellingen voor de jaren '90, en het gemiddeld zeer hoge niveau van het personeelsbestand. Daarbij zal rekening worden gehouden met de verhouding tussen lijn- en projektmanagement, het kennis- en ervaringsniveau en de affiniteiten van de algemeen directeur. Ook zou aandacht besteed worden aan managementstijl, communicatie en kultuuraspekten en zouden profielen geschetst dienen te worden van funktionarissen op sleutelposities.

Een eerste concept advies is in juli met het Bestuur besproken en in principe aanvaard. Belangrijke aspecten van het advies betreffen de aanstelling van een adjunkt-directeur en het vervangen van de bestaande afdelingen door een set andere. Daarbij zijn drie kernafdelingen (waarneembedrijf, onderzoek en ontwikkeling, en instrumentatie en konstruktie), die direkt door de algemeen directeur worden aangestuurd, en een afdeling beheer, organisatie en astronomie, die direkt door de adjunkt-directeur wordt geleid. Andere aspecten betreffen de volgende. Voor een efficiënter en slagvaardiger management van de projekten dienen projektgroepen ingesteld te worden, die een duidelijke eigen entiteit hebben binnen de afdelingen en waarvan de projektleiders een grote mate van autonomie krijgen. Planning dient specifieker en realistischer te worden opgezet en uitgevoerd.

Het beleid op langere termijn dient ook gericht en realistischer te worden voorbereid en bepaald. Personeelsbeleid dient eenduidiger te zijn met meer aandacht voor loopbaanbeleid. Na adviezen van het management team en de dienstcommissie is dit advies definitief overgenomen door het Bestuur in augustus. In dit kader heeft de algemeen directeur ook besloten voortaan aan projectgroepen een "project scientist" toe te voegen, bij voorkeur komend uit de universitaire gemeenschappen.

In het najaar is op grond hiervan door de algemeen directeur samen met andere medewerkers een reorganisatieplan opgesteld, waarin ook een orgaanbeschrijving en een sociaal plan zijn opgenomen. Wederom na adviezen van management team en dienstcommissie is dit plan in november aanvaard door het Bestuur, waarna de algemeen directeur tot uitvoering ervan is overgegaan, nadat het sociaal plan werd goedgekeurd door de vakbonden die zijn vertegenwoordigd in het georganiseerd overleg van NWO.

1.3 Verslag van de Programma Commissie

by F.P. Israel, chairman programme committee

The ASTRON Programme Committee (PC) judges requests for observing time on scientific merit, it allocates observing time on the WSRT and the Dwingeloo 25m telescope and it serves as a watchdog for quality control. The PC functions as the main interface between the NFRA telescope group and the telescope users. It does not concern itself with Westerbork participation in VLBI observations, which are supervised by a separate European (EVN) VLBI programme committee.

Presently, most of the demand for WSRT time is in roughly equal amounts for 21 cm (line and continuum) and 92 cm observations (75%). The availability of the new frontends in the mid-nineties may shift this balance. Over the last five years, about 60% of the time was allocated to requests of 8x12 hours or more. Major projects included a 92 cm survey of the Galactic plane; deep HI surveys of nearby galaxies such as M101 and NGC 891 to search for holes and anomalous velocity HI clouds; observations of radio galaxies; deep 92 cm surveys of distant radio sources. Other large projects include an IRAS-inspired planetary nebulae survey and work on Galactic high-velocity clouds. A new and very ambitious project is a mosaicing survey at 49 and 92 cm of a large part of the northern sky (WENSS) in a Leiden/Dwingeloo collaboration. WENSS is yielding a very large

number of sources with known spectral index that can be used for a variety of scientific investigations.

Although the main users are the astronomers in Dwingeloo, Groningen and Leiden, use by astronomers outside The Netherlands accounts generally for about 15% of the time. The WSRT has an over-subscription factor of about two, which shows a satisfying demand for the telescope, but also guarantees that proposals of high merit usually can be rewarded in full.

After analyzing current trends, the PC has decided to encourage its user community to concentrate on two types of projects.

The first type involves large projects of a survey type for which large blocks of time can be made available. This type of project fits well within a Dutch tradition of thorough and solid research using large databases. The WSRT advantages of high sensitivity at 21 cm and large dynamic range can be fully exploited. In addition, the relatively small number of major users allows allocation of time blocks much larger than can be obtained at other facilities such as the VLA.

The second type involves projects for which the radio data are not the crucial issue, but supply additional information on objects also observed at other wavelengths. These are mostly projects involving less than eight 12-hour periods or their equivalent. Many users in this category have relatively little radio experience and make only incidental use of the telescope. They require useful results (not necessarily of the highest obtainable quality) that can be obtained relatively quickly and easily. The PC expects a significant increase in incidental use of the WSRT, from proposers both inside and outside The Netherlands, if a simple request is sufficient to obtain a standard calibrated map in a reasonable time.

In order to support WSRT use along these lines, the PC has decided:

1. To encourage large requests for scientifically interesting programs not easily carried out elsewhere;
2. To simplify the proposal procedure by having two fixed deadlines yearly (March 15 and September 15), for all frequencies, and to use a single proposal and request form;
3. To request NFRA to provide a UV-FITS product and to provide as a standard product for small requests (one or two 12-hour periods) not only the calibrated UV visibilities but also a standard map;

4. To encourage use of the WSRT by astronomers outside the traditional radio community, as well as astronomers outside The Netherlands.

2 Afdelingsverslagen

2.1 Teleskoopgroep Westerbork

2.1.1 Algemeen overzicht

Opvallend aan het teleskoopgebruik in 1991 is het feit dat twee golflengten, namelijk 21 cm en 92 cm langdurig gebruikt zijn. De 21 cm is van april tot november de waarneemgolflengte geweest, geflankeerd door de 92 cm in het begin van het jaar en aan het einde. Dit patroon is enkele malen onderbroken door 6, 18, en 49 cm waarnemingen, veelal voor VLBI (zie tabel 2.1.1).

Het jaar begon met het voltooiën van de 49 cm periode die in december 1990 gestart was. Na een korte tijd werd het 49 cm systeem door het 92 cm vervangen met als grootste gebruiker het WENNS project. Deze survey wordt gedaan in de "mosaicing" mode die vorig jaar operationeel is gemaakt en werd onderbroken door een 92 cm en 6 cm VLBI waarneemcampagne.

In april werd het systeem naar 21 cm omgebouwd en dit is met onderbrekingen voor VLBI op 6 cm en 18 cm de waarneemgolflengte geweest tot november. De VLBI interrupties zijn veelal slechts met enkele telescopen uitgevoerd.

De 18 cm VLBI in november was tevens de overgang naar de 92 cm periode voor de winter.

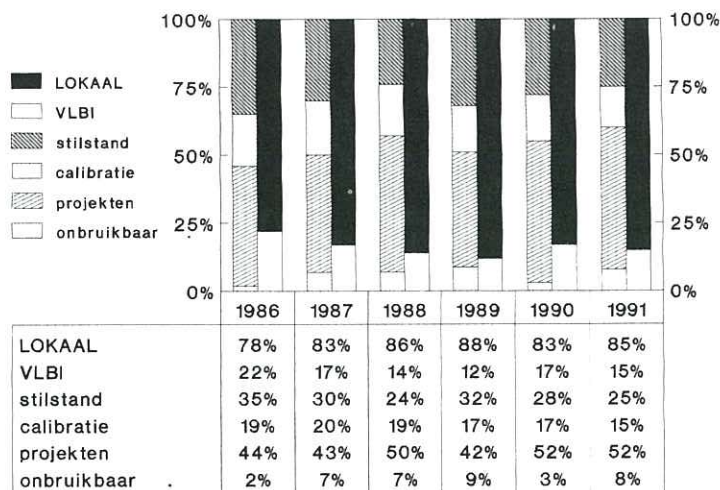
Op de volgende bladzijden wordt in de figuren 2.1.1 tot en met 2.1.7 het WSRT waarneembedrijf van verschillende kanten statistisch samengevat. Ter vergelijking zijn in een aantal figuren de overeenkomstige gegevens van de vijf voorgaande jaren gegeven. De tabellen aan het eind van dit hoofdstuk bevatten de belangrijkste feitelijke informatie betreffende de waarnemingen van het jaar 1991: een chronologisch overzicht in tabel 2.1.1, de verdeling van de tijd over verschillende soorten metingen en activiteiten in tabel 2.1.2, en een lijst van de waargenomen programma's met de eraan bestede tijd in tabel 2.1.3.

De teleskoopgroep heeft dit jaar een aantal personeelmutaties ondergaan. A. Wolfers werd in de gelegenheid gesteld zijn opvolger in te werken voordat hij met pensioen ging op 31-12-1991.

Zo verscheen in september Ing. J.P. de Reijer om het telescopenpark mechanisch te gaan beheren.

Mw. A.C.H. Heijne kwam in november in Westerbork als opvolgster van Mw. L. Mulder die begin 1992 zal vertrekken.

TELESKOOP GEBRUIK



Figuur 2.1.1

Gebruik van de WSRT teleskooptijd in de periode 1986-1991. De linker kolom geeft de verdeling over de totale tijd weer. Welk deel van de "projekten" met de WSRT alleen zijn gedaan en welk deel in een VLBI netwerk is in de rechter kolom weergegeven. De verhouding van de aantallen projecten is drastisch verschillend van die van de bestede tijd (aantal projecten lokaal/aantal projecten VLBI): 1986:70/69, 1987:74/39, 1988:58/58, 1989:77/56, 1990:64/54, 1991:44/51.

Distribution of the total WSRT telescope time in the left-hand columns for the years 1986 through 1991. The right-hand columns show the distribution of the net time spent on astronomical projects over local synthesis and VLBI. The distribution of the numbers of projects carried out in the two modes is given at the bottom of the Dutch figure caption.

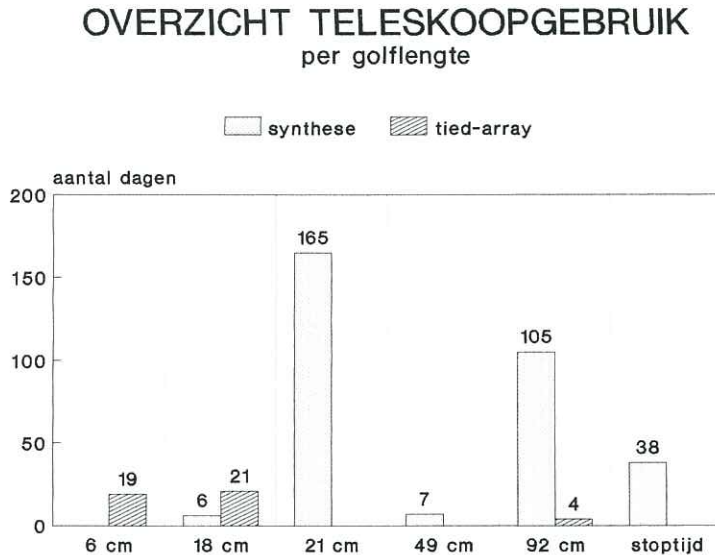
2.1.2 Het waarneembedrijf

2.1.2.1 Westerbork lokale interferometrie

Omdat het jaar bestond uit twee langere perioden van 21 cm en 92 cm, onderbroken door kortere intervallen op 6, 18, en 49 cm meestal voor VLBI zullen we in dit overzicht de perioden aangeven met 21 cm, 92 cm en VLBI.

21 cm waarnemingen

De 21 cm periode begon in april met het afronden van enkele toekenningen van vorige pc's en werd aangevuld met die van pc 91-1 en pc 91-2. Correlator fouten eisen in toenemende mate het continue



Figuur 2.1.2

Verdeling van de WSRT teleskooptijd in 1991 over de vijf waarneem golflengten; de aantallen dagen besteed aan lokale synthese en aan VLBI ("tied array") zijn apart vermeld.

Distribution of WSRT telescope time in 1991 over the five available observing wavelengths. Local synthesis and VLBI (tied array) are shown separately.

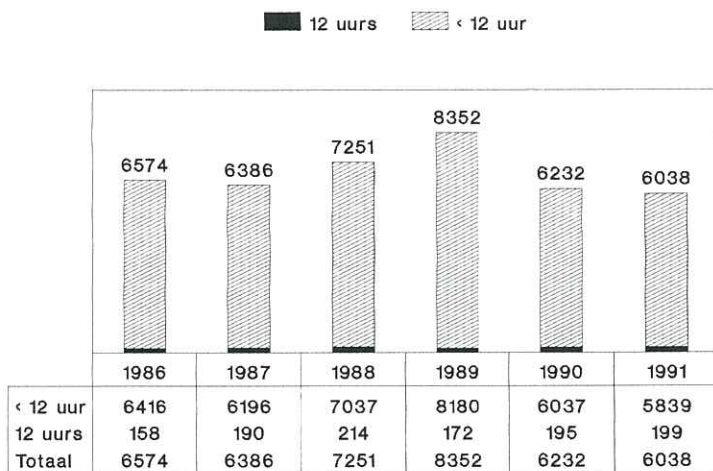
monitoren en vervangen van verouderde componenten. De frequentie van fouten varieerde van kleiner dan één per 12 uren meting tot iets van zes per 12 uren meting.

De hele maand juli en begin augustus is men bezig geweest met het meten van frequenties tussen 1305 en 1365 MHz met de vijf cryogene frontends in de telescopen 0, A, B, C, en D. Dit gebeurde om de metingen van de programma's gericht op neutraal waterstof op intermediaire rood-verschuiving mogelijk te maken. De posities van telescopen 0, A, B, C en D waren zodanig aangepast, dat een redelijke verdeling was te verkrijgen met slechts tien onderlinge basislijnen.

Het storingsniveau op deze, niet standaard, frequentie, viel mee. Enkele smalle storingspieken waren bijna continu aanwezig, maar het spectrum was voor het grootste gedeelte redelijk schoon.

Hierna is een maand verder gemeten met het standaard 21 cm systeem. De kwaliteit van de waarnemingen in deze periode was redelijk. Bijna alle metingen hadden toch wat last van correlator

AANTAL WAARNEMINGEN



Figuur 2.1.3

Aantallen 12 uren en kortere waarnemingen in de jaren 1986 tot en met 1991.
Numbers of observations: 12-hour synthesis and of shorter duration.

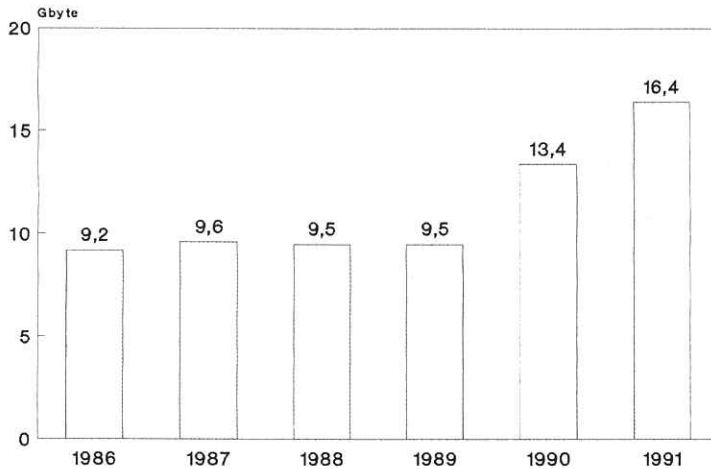
foutpieken. Het bestrijden van dit probleem eiste voortdurend continu monitoren en reparatie van de backend onderdelen.

Na de 6 en 18 cm VLBI in september is er weer 21 cm gemeten. De eerste helft van deze periode werd gekenmerkt door buitengewoon veel correlator fouten. De fout-frequentie liep op tot meer dan 5 fout-buizen per 12 uur. Dit is teruggedrongen (door het vervangen van componenten) tot een fout-frequentie van 1 per 12 uur in de tweede helft van deze periode. Hierdoor was de gegevens kwaliteit moeizaam bruikbaar tot goed bruikbaar.

92 cm waarnemingen

Het grootste gedeelte van het eerste kwartaal is besteed aan 92 cm waarnemingen. Zes weken zijn besteed aan WENNS metingen, die een gebied van 1125 vierkante graden in kaart hebben gebracht. Daarnaast zijn enkele andere projecten afgerond. De gegevens kwaliteit was

HOEVEELHEID MEETGEGEVENS



Figuur 2.1.4

Hoeveelheid meetgegevens in Gbytes in 1986-1991. De grote toename in 1990 is vooral het gevolg van het meten in mosiac-mode.

Amounts of data produced between 1986 and 1991. The new mosaic mode was the major cause of the large increase of the number of Gigabytes in 1990.

gemiddeld goed. Uitbarstingen op de Zon hebben slechts op enkele dagen geleid tot onbruikbare gegevens.

Het jaar is afgerond met een 92 cm periode, die hoofdzakelijk gericht was op metingen voor het WENNS project. In deze periode traden buitengewoon veel problemen met de teleskoop besturing op, waardoor meerdere metingen zijn aangetast. Externe storingen zijn ook vaker waargenomen, in vergelijking met vorig jaar, vanwege gunstige propagatie condities. De gegevens kwaliteit was door deze redenen duidelijk minder goed dan in het verleden.

VLBI waarnemingen

De WSRT heeft een aantal malen aan VLBI meegewerkt. In verband met een "Outburst Cygnus X-3" campagne is in eind januari RT 6 voor een 6 cm ad-hoc VLBI sessie van enkele dagen gebruikt. In de tweede week van maart is op 92 cm meegedaan aan een VLBI met een volledig uitgerust systeem.

Er werd in juni meegedaan aan een 6 cm VLBI (met twee gekoelde en twee ongekoelde FE's) en aan 18 cm VLBI (met drie gekoelde FE's). DCB communicatie problemen hebben geleid tot het verlies van een gedeelte van de Mk III metingen.

Voor de deelname aan de 6 cm VLBI-periode in september zijn er twee gekoelde en twee ongekoelde FE's gebruikt. Alle vijf gekoelde FE's zijn omgebouwd naar 18 cm VLBI.

Een poging om lokaal 18 cm waarnemingen te doen in de gaten van het VLBI-schedule, is mislukt vanwege een ernstige correlatorfout van de DXB.

In november zijn vijf gekoelde frontends gebruikt om aan de VLBI periode mee te doen. Dit is vrij goed verlopen. Hierna zijn enkele dagen gebruikt om lokale testmetingen te doen op 18 cm.

2.1.3 Het ontvanger systeem

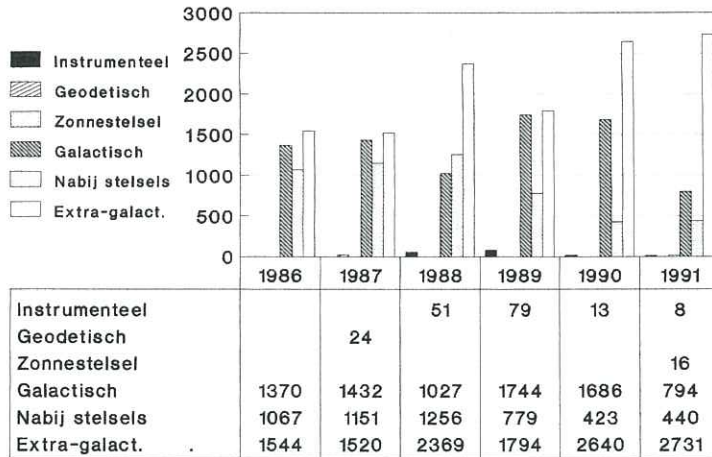
2.1.3.1 Frontends

Over het algemeen zijn er weinig echte problemen met de frontends. Het niet volledig goed functioneren van een frontend wordt veelal aangegeven door de te hoge ruistemperatuur. Nader onderzoek leidt dan tot het vinden van de oorzaak en tevens de remedie.

Omdat we vorig jaar eens alle 21 cm frontends zonder klachten konden wegzetten, viel het te meer op, dat bij het weer in gebruik

WAARGENOMEN PROGRAMMA'S

uren per categorie



Figuur 2.1.5

Categorieën astronomische programma's en aantallen waargenomen uren.

Different categories of astronomical projects: instrumental, geodetic, solar system, galactic, near galaxies, far extragalactic (# of hours observed).

nemen - na ruim een half jaar - drie ongekoelde frontends defect waren. Hierbij was ook FE 67, waarvan het X-kanaal zomaar een ruis-temperatuur van 2800 K bleek te hebben. Dit frontend werd in Dwingeloo onderzocht. De paramp bleek defect en niet meer te repareren. Er zijn geen reserve 'Micromega'-paramps meer. Als alternatief zijn er op de markt transistorversterkers gevonden, waarvan er twee werden besteld. De beide andere frontends hadden rapareerbare thermostaatklachten.

Half oktober kon een gemodificeerd ongekoeld frontend met de nieuwe ingebouwde "Low Noise Amplifiers" - in plaats van de niet meer te vervangen paramp - in de telescoop getest worden. Dit frontend heeft de gehele periode tot tevredenheid in het systeem meegedraaid. Beide kanalen hadden een vergelijkbare gevoeligheid als bij paramps. We kunnen zeggen dat de beschikbaarheid van deze frontends hierdoor voorlopig beter is gewaarborgd.

Bij de 21 cm cryo-frontends dienden zich wat problemen met de (cryo) coax schakelaars - voor het omschakelen van de 6, 8, 21 cm frequentiebanden - aan. Soms zijn het instabiele schakelcontacten. Voor cryo toepassingen van coax schakelaars is de markt nog in ontwikkeling. Daardoor zijn er enigszins verschillende typen schakelaars in gebruik, waarvan de aansturing soms iets anders is. Dit laatste gaf bij simultaan gebruik wat problemen met het omschakelen. Dat werd onderzocht en is nu door een aangepast stuurschakelcircuit opgelost. De kraakcontacten is een ander probleem. Soms helpt even een paar keer schakelen, maar het beste is om de schakelaar te vervangen. Bij de cryogene ontvangers betekent dit een aantal dagen werk.

In de zomer is er met de 21 cm ontvangers gemeten op frequenties lager dan 1365 MHz. De standaard 21 cm waarneemband vanaf 1365 MHz wordt bepaald door de oude ongekoelde frontends. De cryogene frontends kunnen echter al vanaf 1305 MHz worden gebruikt. Ruim de gehele maand juli werd aldus met 5 cryogeen gekoelde frontends - dus zonder reserve! - op ca. 1340 MHz in RT 0 en RT A t/m D, op speciale railbaanposities, waargenomen.

2.1.3.2 MFFE-project

Ten behoeve van een onderzoek naar instrumentele polarisatie voor de MFFE's werd in RT 4 een frontend geplaatst waarbij de X- en Y-dipool kan worden omgeschakeld. In deze 92 cm periode zijn hiermee een 15-tal calibratiemetingen uitgevoerd. Om de polarisatie eigenschappen van de toekomstige 8.4 GHz feeds te verbeteren moet een 8.4 GHz-absorber aan de 92 cm feed geplaatst worden. Ondanks invloeden van de Zon of hoge eisen aan de stabiliteit is getracht om het gevoeligheidsverlies op 92 cm te beperken. Deze bedraagt ongeveer 4%.

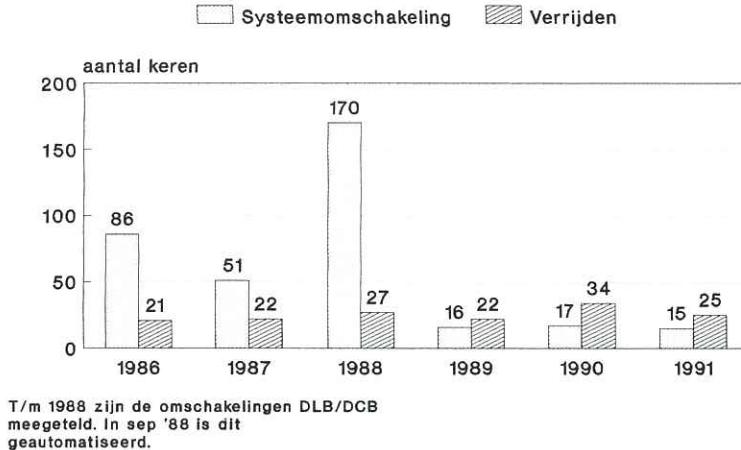
2.1.3.3 Backends

De problemen die vooral optreden in de 21 cm periode in het DXB zijn reeds genoemd. Systematisch monitoring en vervanging van componenten geeft hier een oplossing.

Bij terug melding uit het correlatieproces voor VLBI kwam naar voren dat de WSRT in de 6 cm VLBI-MK3 sessie van vorig jaar 180° fasesprongen vertoonde. Soms een aantal malen per half uur. Om het effect te onderzoeken zijn het DCB, het breedband optelsysteem en de Mark 3 VLBI terminal in de standaard 6 cm mode geschakeld en opgestart. Er werd een berekende CW-signaalfrequentie in één van de

VERRIJDEN & SYSTEEMOMSCHAKELING

(systeemomschakeling betreft frekwentie-wisseling en LOKAAL $\leftrightarrow$ VLBI wisselingen).



Figuur 2.1.6

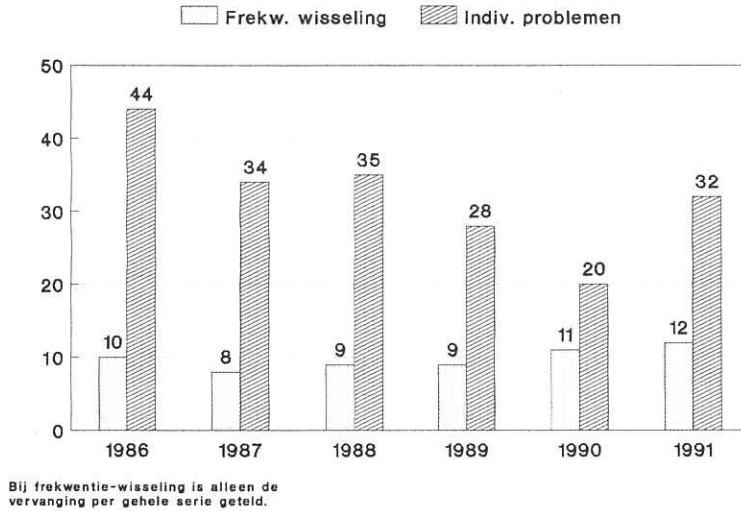
Aantallen systeem omschakelingen (wisselen van frequentie en wisselen tussen lokale synthese en VLBI) en aantallen keren verrijden van telescopen A, B, C en D. In de jaren 1985-1988 werden omschakelingen tussen lijn- en continuüm waarnemingen ook als systeem omschakelingen geteld. Deze verandering is nu geautomatiseerd.

Numbers of system changes (frequency changes and switches between local synthesis and VLBI modes) and numbers of baseline changes of the movable telescopes. Through 1988 changes between the line backend and the continuum backend were also counted as system changes. Since then this type of change is computer-controlled.

28 IF-kanalen geïnjecteerd en als een 1 MHz CW-signaal aan het eind van de MK3 terminal op een vector voltmeter tegen een 1 MHz kloksignaal gezet en het faseverloop geregistreerd. Dit hele, toch wel complexe, proces heeft enkele uren gelopen, maar heeft geen 180° graden fasesprongen laten zien. Wel was er een 45° en een 67° sprong gedurende 10 sec. te zien. Ook waren er enkele 10 sec. periodes, waarbij de fringesturing wegviel.

Voor de juni-VLBI werd nog aandacht besteed aan deze 180° fasesprongen. Enkele tests lieten alleen maar zien, dat er soms gedurende 10 seconden het fringebesturingssysteem bij verschillende

FRONTEND WISSELINGEN



Figuur 2.1.7

Aantallen frontend wisselingen. Bij verandering van frequentie wordt wisseling van de gehele serie als één wisseling geteld, anders dan bij problemen met individuele frontends.

Numbers of frontend changes. The change of all frontends required for a change in observing frequency is counted as one change. Obviously, this is not the case when individual frontends are exchanged because of technical problems.

IF-ingangen verschillende incorrecte sturingen gaven. Maar 180° sprongen lieten zich niet zien. Tijdens de 6 en de 18 cm MK3-VLBI hebben we een zwak CW-sigitaal in één van de IF-ingangen geïnjecteerd en als een 1 MHz output uit een van de video converters van de MK3 op een vector voltmeter tegen een klok frequentie mee laten lopen. Pas in de laatste nacht van de 18 cm VLBI waren duidelijk vele 180° fasesprongen te zien en deze gingen 10 seconden ervoor gepaard met foutmeldingen uit de residuele fringe besturing. Hiermee werd de klacht gelocaliseerd.

Voor de 6 en 18 cm VLBI-sessie werden proeven genomen met een andere 10 seconden synchronisatie uit de WSRT-Timing Signal

Generator. Met dit signaal kwamen er geen foutmeldingen meer. Een duurtest met een geïnjecteerd IF-signaal en een vector voltmeter op de MK3 terminal liet ook geen 180° fasesprongen meer zien.

2.1.3.4 Externe storingen

De mate van hinder van externe storingen op de 21 en 92 cm was niet veel anders dan in voorgaande jaren. Er is aandacht besteed aan het storingsgedrag van de RT-besturing in de mosaicing-mode. In de 10 seconden positioneringsperiode is geconstateerd, dat op de 0e en de 4e seconde een storingspiek op de total power van die teleskoop te zien is. In de correlator wordt die 10 seconden periode wel onderdrukt, maar of er via de amplitude-correctie, met 60 seconden integratie, nog iets geïntroduceerd wordt is nog de vraag. Wel worden hierbij extreme 10 seconden periodes niet in de middeling meegenomen.

2.1.4 Mechanische en elektrische systemen

2.1.4.1 Aandrijving RT's

Er is overleg geweest met enige fabrikanten over de levering van een frequentie-omvormer, waarmee op optimale wijze mozaik metingen kunnen worden uitgevoerd.

Deze omvormer zou aan de volgende specificaties moeten voldoen:

1. Uitgangsfrequentie verhogen van 120 naar 200 Hz. Tijdens mozaikmetingen op declinatiebreedten hoger dan 60° zou de instelsnelheid kunnen worden verhoogd van b.v. 18 naar 25° per minuut, waardoor een nieuwe positie in het mozaik diagram binnen de tijdscyclus van 10 seconden kan worden bereikt.
2. Acceleratie- en deceleratietijden, welke nu vanaf ongeveer 3 seconden tamelijk grof instelbaar zijn met kleine potentiometers op de omvormers, verkleinen tot minimaal 1 seconde. De instelling van de instelsnelheid, acceleratie- en deceleratietijd kan volgens opgave van diverse fabrikanten digitaal instelbaar worden gemaakt m.b.v. een afstandbediening vanaf een PC op de console.

Verkorting van acceleratie- en deceleratietijd tezamen met een eventuele verhoging van de instelsnelheid heeft tot gevolg dat de versnellingskrachten in het systeem enigszins zullen toenemen, gedurende de acceleratie- en deceleratieperiodes. Er zullen te zijner tijd experimenten gedaan worden.

2.1.4.2 RTC-problemen

Gedurende het invetten van het declinatie kwadrant van teleskoop C constateerden we in de uiterste zuidstand van de parabool, dat het declinatie kwadrant het hekwerk van het bovenbordes raakte. Verder onderzoek bracht aan het licht dat de boutverbindingen van enige secundaire verbandstaven waren losgeraakt. Hierdoor worden de kwadrantliggers van de wiegconstructie onder het gewicht van het met ballast gevulde kwadrant ongeveer 1 cm doorgebogen, hetgeen het raken van het hekwerk verklaarde. In de zenithstand van de teleskoop treedt deze doorbuiging niet op, daar de wiegconstructie zich dan in horizontale stand bevindt. Door de voortdurende beweging van de boutverbindingen van bovengenoemd verband waren de boutgaten nogal ellipsvormig uitgesleten. Voor een duurzame reparatie werd besloten de bouten te vervangen door z.g. hoogvaste injectiebouten. Deze bouten zijn voorzien van boringen waarmee de ruimten tussen boutsteel en het elliptische gat kunnen worden opgevuld met een uithardende twee componenten kunststof. Na het aandraaien van de in totaal 8 stuks M24 bouten tot een aandraaimoment van 1000 Nm werden de ruimten tussen boutsteel en gat d.m.v. een aangepaste vetspuit gevuld met bovengenoemde kunststof. Voor het aandraaien van de bouten kon geen gebruik worden gemaakt van een moment sleutel omdat hiervoor de ruimte tussen het gaas van de parabool en de boutmoeren onvoldoende was. Bovendien is het bakje van de hoogwerker niet in staat de vereiste reactiekracht van de momentsleutel op te nemen. Een oplossing werd gevonden door een ringsleutel met een lengte van 42 cm met een takel met tussengeschakelde unster vanaf een geschikt punt in de constructie aan te trekken met een kracht van 2400 N.

Na het uitharden van de kunststof werd de telescoop naar de uiterste zuidstand bewogen, waarna de boven omschreven doorbuiging niet meer werd waargenomen. Hoogstwaarschijnlijk veroorzaakte deze doorbuiging een effect in de pointingkromme welk reeds enige jaren werd geconstateerd. Oorspronkelijk werd dit effect geweten aan loszittende antennepoten, maar controle op dit punt bracht toen geen onvolkomenheden aan het licht. Achteraf blijkt dit effect in de pointingkromme veroorzaakt te worden door gebreken op een totaal andere plaats in de telescoop, reden om deze ervaring uitvoerig te beschrijven.

2.1.4.3 Conservering telescopen

De reeds enige jaren geleden geconstateerde onderroest aan het noordoostelijke deel van de ringligger van teleskoop 7 werd grondig verwijderd. Hierna werd dit gedeelte van de ringligger geconserveerd met een drie-lagen verfsysteem. Hoewel het uiteindelijke resultaat zeer bevredigend is, moet toch worden geconstateerd dat de gehele operatie zeer tijdrovend en daardoor kostbaar is geweest.

Het roestverwijderen d.m.v. gritstralen op ronde buizen, waaruit de ringligger is opgebouwd, vanuit een hoogwerkbak blijkt bijzonder moeilijk te zijn. Zo zijn de bovenkanten van de buizen gestraald door het gaas van het reflectorvlak heen. Hiervoor hadden we ons er van overtuigd d.m.v. een straalproef op een reserve gaaspaneel, dat het gaas door deze werkwijze geen schade op zou lopen. De ervaring van deze conserveringsoperatie heeft ons in de overtuiging gesterkt dat wanneer in de toekomst de gehele reflector en ringligger opnieuw moet worden geconserveerd het wellicht voordeliger is de reflector met ringligger van de wiegconstructie af te hijsen en aan de grond te behandelen.

Dit temeer daar alle hijsmaterialen voor een dergelijke operatie nog in de bouwhal voor handen zijn.

Tabel 2.1.1 Chronologisch overzicht gebruik WSRT

van tot	Waarnemingen/Onderbrekingen FE Backend		van tot
01/01 07/01	49 cm	DXB	
07/01 06/03	92 cm	DXB (mozaïeking)	
		<i>Ombouwen 49>>92</i>	07/01 10/01
		<i>Installatie nieuwe schijf</i>	16/01 17/01
		<i>Adhoc CYG, VLBI sing. dish</i>	25/01 27/01
06/03 10/03	92 cm	DXB (tied array)	
10/03 08/04	92 cm	DXB	
		<i>Onderhoud, systeemtesten</i>	19/03 22/03
		<i>Systeem stop (timing</i>	
		<i>problemen)</i>	23/03 24/03
		<i>idem</i>	25/03 26/03
08/04 04/06	21 cm	DXB/DCB	
		<i>Ombouw 92>>21</i>	08/04 13/04
		<i>Tel. best. comp. defect</i>	01/05 02/05
		<i>idem</i>	11/05 14/05
04/06 12/06	6 cm	DXB/DCB (tied array)	
		<i>Ombouw 21>>6/18</i>	04/06 05/06
12/06 19/06	18 cm	DXB/DCB (tied array)	
19/06 09/09	21 cm	DXB/DCB	
		<i>Ombouw 18>>21</i>	19/06 21/06
		<i>Sturing corr. defect</i>	18/07 19/07
		<i>idem</i>	31/07 01/08
09/09 23/09	6 cm	DXB/DCB (tied array)	
		<i>Ombouw 21>>6/18</i>	09/09 11/09
23/09 02/10	18 cm	DXB/DCB (tied array)	
02/10 12/11	21 cm	DXB/DCB	
		<i>Ombouw 18>>21</i>	02/10 04/11
12/11 19/11	18 cm	DXB/DCB (tied array)	
		<i>Ombouw 21>>18</i>	12/11 14/11
19/11 25/11	18 cm	DXB	
25/11 31/12	92 cm	DXB	
		<i>Ombouw 18>>92</i>	25/11 29/11
		<i>Centrale computer defect</i>	27/12 30/12

Tabel 2.1.2 Teleskoopgebruik als percentage van het totaal aantal uren

	6 cm	18 cm	21 cm	49 cm	92 cm	om- bouw	totaal 1991	90	89	88	87	86
a. 12-uurs synthese	-	-	13.4	0.5	14.4	-	28.3	28	26	31	27	22
b. < 12-uurs waarneming	3.2	4.6	16.8	0.9	6.3	-	31.8	28	27	26	23	24
c. Calibratie	-	0.5	8.8	0.4	4.8	0.2	14.7	16	17	19	20	19
d. Onderhoud, systeemtests	1.6	1.9	3.8	0.1	2.9	5.4	15.7	21	23	17	21	21
e. Ontwikkeling, software	-	-	0.7	-	1.6	0.5	2.8	3	4	3	4	9
f. Storing, weer, stilstand	0.3	0.4	3.1	-	2.4	0.4	6.6	4	3	4	5	5
g. Jaartotaal 1991	5	7	47	2	32	7	100					
Netto rendement (a+b)/g	63	62	65	73	64	-	60	55	53	57	50	46
Bruto rendement (a+b+c)/g	63	69	84	94	79	-	75	72	70	76	70	65

Tabel 2.1.3 WSRT waarneemtijd per programma in 1991

project	onderwerp	onderzoekers	uren
CAL	6 cm VLBI met MK2	<i>totaal aantal uren</i>	154
EI1	EVN calibration	Sherwood	2
EM3	4C24.61	Inoue	5
EP1	3C395	Muxlow, LARA	12
EP2A	WR147	Pavelin	1
GC2	Millisecond pulsar	Petit	4
GD1	3C345	Cohen	15
GJ2	CSS sources	Dallacasa	28
GU2A	1830-211	Jones	5
GX2	3C279	Unwin	11
SFM	Snapshot survey	Xu	70
	2033+187	Mantovani	1
BAH3	6 cm VLBI, met MK3	<i>totaal aantal uren</i>	150
EF1	A Virgo galaxy	Baath	4
EG6	3C43 and 3C298	Fanti	13
EMUA	R Aquarii	Geldzahler	3
EV1	HR1099	Umana, Migenes	6
GB11A	SS433	Vermeulen	10
GB9A	HD193793	De Bruyn	11
GC5	1245+67	Barthel	7
	CYGNUS A jet	Carilli	10

Tabel 2.1.3 (vervolg)

project	onderwerp	onderzoekers	uren
GG6	Polarization variability	Gabudza	24
GG8	Interstellar broadening	Ghosh	22
GK2	Polarization of BLLacs	Kollgaard	24
GL2	UX Ari	Lestrade	9
GS1	3C343	Schilizzi	7
1099	18 cm lijn, gemeten met DXB Molecular gas in Clusters	<i>totaal aantal uren</i> Braun, Fabian	41 41
CAL	18 cm VLBI met MK2	<i>totaal aantal uren</i>	195
DAH1	EVN calibration	Sherwood	3
EA1	CTA21	Dallacasa	5
EZ1	3C295	Akujor	6
GF1	G31.4+0.3	Zheng	7
GF2	3C293	Fanti	10
GF7	3C298	Fanti	14
GS3A	Snapshot survey	Polatidis	87
GX2	Solar turbulence	Sakurai	10
GZ4B	Snapshot survey	Xu	41
	3C286	Zhang	12

Tabel 2.1.3 (vervolg)

project	onderwerp	onderzoekers	uren
EK1 EM4 EP1B ES2 GB11B GG5B GG8 GL5 GP3B GP6 WAH1	18 cm VLBI met MK3 OH-IR stars IRAS 17208-0014 WR147 Sco X-1 HD193793 3C338 Interstellar broadening Starburst galaxies T Tauri stars Gravitational lenses U Orionis	<i>totaal aantal uren</i> Kemball Martin Pavelin Strom De Bruyn Giovannini Ghosh Lonsdale Phillips Porcas Wan Tongshan	123 12 10 3 5 7 12 24 18 3 26 3
1041 1042 1087 1088	21 cm continuum, gemeten met DXB WR binaries Monitoring HD193793 NOVA HER 1991 Galaxy distances	<i>totaal aantal uren</i> V.d. Hucht, Spoelstra, Williams V.d. Hucht, Spoelstra, Williams Spoelstra Rhee, van Albada	228 23 49 31 125

Tabel 2.1.3 (vervolg)

project	onderwerp	onderzoekers	uren
594	21 cm lijn, gemeten met DXB	<i> totaal aantal uren</i>	1999
845	HI near NGC4472	Henning, Sancisi	45
927	HI in irregular galaxies	Melisse, Israel	156
936	HI absorption in planetary nebulae	Sahu, Pottasch	73
947	HI absorption in SN1986j	De Bruyn, Cavallo, Rupen	24
984	HI in cooling flows	Jaffe	156
1007	Halo of N7331	Sicking, Van Albada, Sancisi	12
1030	HI surface densities in dwarfs	Tacconi-Garman, Tacconi	96
1046	HVC distances	Schwarz, Van Woerden, Wakker	36
1047	URSA MAJOR cluster	Sancisi, Tully, Pierce	108
1060	HI in LSB galaxies	Van der Hulst, Bothem	67
1062	The dark matter content of dwarf galaxies	Smoker, Davies, Hummel	24
1063	Blue low-surface-brightness galaxies	Bergvall, Rönback, Van Groningen	14
1073	HI in N749/N750 pair	V. Driel, Combes, Gerin, Braine, Casoli	12
1077	HI in N6951	Kenney, Tacconi	12
1078	Spiral galaxies with HII rings	Van Driel, Combes, Gerin, Bota	36
1080	IVC135+54-45	Heithausen, Herbstmeier, Kalberla	104
1084	HI in A1142	McNamara	12
1085	HI in NGC3631	Knapen, V.d. Kruit, Cepa, Beckman	56
1086	HI in NGC4631	Rand, Sancisi, Van der Hulst	96
1088	HI in semi-local Universe	Braun, Henning	752
	Galaxy distances	Rhee, Van Albada	108

Tabel 2.1.3 (vervolg)

project	onderwerp	onderzoekers	uren
1019 1027 1041 1042 1059 1081 1082 1087 1089	21 cm continuum, gemeten met DCB Structure of 0902+34 CYG.X-1 WR Binaries Monitoring HD193793 Extended emission in Seyfert galaxies Giant Radio Galaxies RMs of low-latitude Extragalactic sources NOVA HER 1991 3C27 field	<i>totaal aantal uren</i> De Bruyn Strom Van der Hucht, Spoelstra, Williams Van der Hucht, Spoelstra, Williams Baum, O'Dea, Pedlar, De Bruyn De Bruyn, Wieringa, Barthel, Schilizzi Rand Spoelstra Ghosh, Junor, Salter, Saikia	337 24 17 10 70 24 24 108 48 12
1042 1068 1071 2000	49 cm continuum, gemeten met DXB Monitoring HD193793 Monitoring X-ray binaries Clusters of Pulsars WSRT Northern Sky Survey	<i>totaal aantal uren:</i> Van der Hucht, Spoelstra, Williams Van der Klis, Strom, Kitamoto Johnston, Kulkarni, Schwarz, Strom De Bruyn, Miley	97 8 10 32 47
528 1027	92 cm continuum, gemeten met DXB Halo sources in A2255 and A2319 CYG.X-1	<i>totaal aantal uren:</i> Giovannini, Feretti, Boehringer, Schwartz Strom	572 24 3

Tabel 2.1.3 (slot)

project	onderwerp	onderzoekers	uren
1095 1100 2000	Circular Polarization SNRs Millisecond-pulsar candidates WSRT Northern Sky Survey	Strom Strom, Kulkarni De Bruyn, Miley	24 18 503
CAL ES3 EW1 GM3 GS2 GS3B	92 cm VLBI met MK2 EVN calibration 1803+784 3C84 Superluminals 3C295 Solar wind turbulence	<i>totaal aantal uren:</i> Sherwood Strom Wan Matveyenko Spencer Sakurai	93 3 12 24 36 12 6
	<i>Alle soorten waarnemingen</i>	<i>Totaal netto aantal uren:</i>	3989

2.2 Laboratorium en Centrale Technische Dienst

2.2.1 Samenvatting

Het jaar 1991 stond in het teken van de reorganisatie van ASTRON. Daarmee ging heel veel tijd voor de projecten verloren, o.a. in het laatste kwartaal van het jaar.

In het voorjaar werd besloten het werk aan de CCD controllers voor La Palma te beëindigen en toe te vertrouwen aan de KSW. Dit om mankracht vrij te maken voor het Multi Frequency Front End project. Dit laatste project groeit langzaam maar zeker uit tot het grootste project van ASTRON.

Figuur 2.2.1. laat de tijdverdeling van Laboratorium en CTD over 1991 zien voor hun verschillende activiteiten. Het laat zien dat het werk ten behoeve van de UK/NL samenwerking teruggebracht is tot 23,3%.

Het DAS project vormde in 1991 een aanzienlijke bijdrage van ASTRON in het kader van de UK/NL samenwerking. In de loop van november werd de ontvanger in Dwingeloo gedemonstreerd en daarna naar Hawaï gestuurd. De DAS, inclusief de D-task, werd in Hilo in de loop van december weer opgebouwd en uitvoerig getest.

Medio 1991 werd besloten het multibeam project voor de JCMT samen met de ROG uit te voeren. Aan het einde van het jaar werd duidelijk dat de specificatie aanzienlijk verzwaard moet worden om aan de wensen van de gebruikers te voldoen. De project scientist, in dit geval Dr. F. Israel van de RUL, heeft aanzienlijk bijgedragen om deze wensen te verduidelijken.

Het RadioAstron project is in 1991 in de testfase gekomen. Aan het einde van het jaar waren de life tests uitgevoerd en de ontvanger in orde bevonden. Daarmee stond de ontvanger praktisch klaar voor verzending naar Rusland.

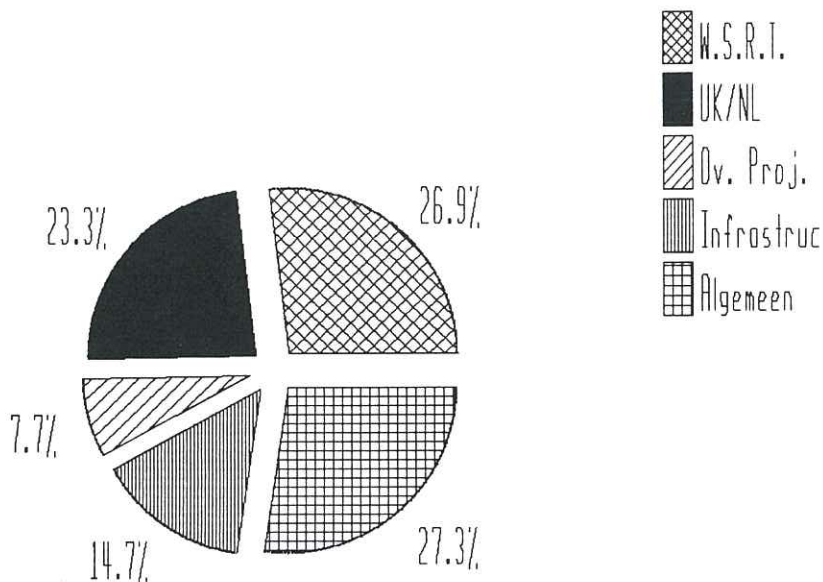
2.2.2 Details van de projecten

2.2.2.1. Projecten ten behoeve van de WSRT

2.2.2.1.1 Ondersteuning WSRT ontvanger systeem

Enige ondersteuning van de kant van het Laboratorium en CTD was nodig o.a. om het frontend park en de backends, inmiddels 15 jaar

PROJECTVERDELING 1991



Figuur 2.2.1

Verdeling van de mankracht over de projecten in procenten (zie ook tabel 2.2.1).

Distribution of the manpower over the various projects in procents (see also table 2.2.1)

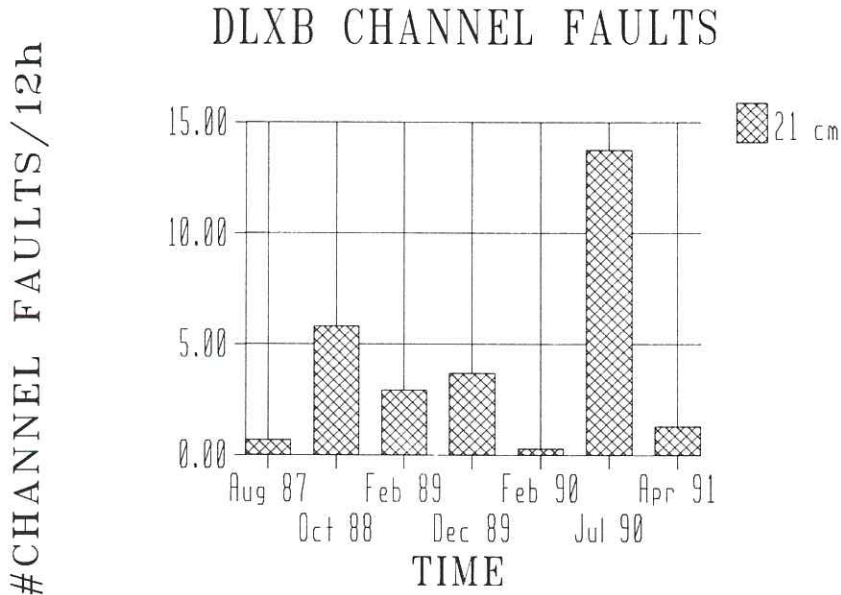
oud, optimaal te houden.

In 1990 werd de grote vrees geuit dat het DLB/DXB bijvoorbeeld aan zijn eind gekomen was. In het jaarverslag 1990 werd een grafiek getoond om deze problematiek te illustreren. Deze grafiek geeft als functie van de tijd het aantal correlatorfouten aan. In figuur 2.2.2. wordt deze grafiek opnieuw getoond met de meest recente gegevens erbij. Het laat zien dat de maatregelen die in 1990 en 1991 werden genomen baat hebben gehad.

2.2.2.1.2 Multifrequency frontend ontvangers

Wijziging specificaties MFFE

In de loop van dit jaar is onderzocht of het wenselijk zou zijn om de systeemtemperatuur van de MFFE's in de UHF_{low} - (250 MHz-460 MHz) en UHF_{hi} -band (700 MHz-1200 MHz) te verlagen. In eerste instantie werd besloten om de voorversterkers ten behoeve van de UHF_{hi} -band ontvanger te koelen tot een temperatuur van 70 K waarbij de te verwachten systeemtemperatuur beter dan 170 K zal worden. Voor wat betreft de UHF_{low} -band was eind 1991 nog geen definitief besluit genomen om de systeemtemperatuur verder te verbeteren. Uit onderzoek was wel gebleken dat in het MFFE ontwerp een verbetering te behalen



Figuur 2.2.2

Histogram van de correlator fouten bij de DXB/DLB als functie van tijd voor waarnemingen op 21 cm golflengte.

Histogram of the DXB/DLB correlator faults as a function of time for observations at 21 cm wavelengths.

valt voor deze frequentieband, een systeemtemperatuur van beter dan 110 K is mogelijk. Deze wijzigingen ten opzichte van het oorspronkelijke ontwerp worden echter pas in de serie MFFE's aangebracht.

Prototype MFFE

De voortgang in de ontwikkeling van de verschillende subsystemen waaruit het prototype MFFE is opgebouwd is gezien de beschikbare mankracht redelijk geweest. Waarvoldoende mankracht beschikbaar was zijn belangrijke vorderingen gemaakt ondanks de soms moeilijke technische problemen.

Het cryostaat ontwerp is nu in een fase aangeland dat het mogelijk is om deze te koelen met alle componenten daarin en dit voor langere tijd stabiel te houden. Voordat dit punt bereikt werd is in eerste instantie een analyse gemaakt van de vacuumdichtheid van de cryostaat. Na uitvoerig testen bleek in de praktijk een goede vacuumdichtheid realiseerbaar over langere termijn, een eerste voorwaarde voor het betrouwbaar koelen van de cryostaat. Vervolgens is het thermisch ontwerp geanalyseerd met als doel de warmte inlek verder te beperken. Een gewijzigde constructie voor de thermische isolatie had als resultaat dat de cryostaat met interne componenten goed te koelen is.

De ontwikkeling van de verschillende IF-systemen is in een gevorderd stadium. Voor sommige IF₂-systemen waren al circuits beschikbaar voor het prototype MFFE. Andere circuits bevonden zich nog in het proefcircuit stadium. Dit werd ondermeer veroorzaakt door problemen op het gebied van ongewenste overspraak en het beëindigen van de produktie van één specifiek onderdeel. Eén en ander had tot gevolg dat het ontwerp van de verschillende IF-systemen aangepast moest worden.

Op het gebied van het controle systeem van het MFFE is men met de software nu zo ver gevorderd dat het raamwerk klaar is en dat reeds verschillende taken (o.a. besturing van de feedrevolver en de commandostructuur) afgerond zijn. Verdere voortzetting hangt af van het beschikbaar komen van de te besturen sub-systemen. Ten behoeve van de verschillende sub-systemen is een begin gemaakt met de realisatie van de hardware interfaces, deze zijn alle gebaseerd op één generiek ontwerp. Verder is onderzocht hoe de link tussen hoofdbouw en telescoop te Westerbork gerealiseerd kon worden. Dit heeft geresulteerd in de keuze voor een RS422 transmissie-systeem dat bij een transmissiesnelheid van 9600 baud nog betrouwbaar werkt.

Op het gebied van de RF circuits is weinig voortgang gemaakt. Dit werd onder andere veroorzaakt door een gebrek aan mankracht. Aan het eind van het jaar bleek zich pas de mogelijkheid voor te doen een begin te maken met het aanvullen van de benodigde mankracht. Technologische problemen speelden ook een rol, het mechanisch bewerken van de gebruikte microgolfsubstraten en het maken van verbindingen met zeer dunne draden (wire bonding) op dit materiaal bleek problematisch. In de loop van het jaar kwam een nieuw substraat materiaal, TMM10 van de firma Rogers, op de markt. De voorlopige onderzoeksresultaten tonen aan dat dit materiaal elektrisch gezien zeker zo goed voldoet als het tot nu toe gebruikte Duroid 6010 materiaal dat eveneens door Rogers geproduceerd wordt. Mechanische bewerking en wire bonding moet in principe beter gaan gezien de eigenschappen van het materiaal maar verder onderzoek moet nog verricht worden. Ten behoeve van bandfilters voor de verschillende RF modules is onderzoek gedaan naar filters die zijn uitgevoerd in microstrip-technologie. Twee klassen zijn onderzocht, side coupled filters en mini hairpin filters. De ontwerpmethodologie van de eerste klasse van filters wordt dusdanig beheerst dat voor smalbandige filters (bandbreedte < ca. 20%) vrijwel in één keer een werkend exemplaar te realiseren valt dat voldoet aan de gestelde specificaties. Naast de juiste ontwerpmethodologie is de beschikbaarheid van een goede microgolfsimulator met bijbehorende lay out mogelijkheid zoals geboden door Touchstone/Academy de sleutel tot succes in deze. Echter voor de simulatie van de mini hairpin filters is gebleken dat deze eigenlijk alleen gesimuleerd kunnen worden met een elektromagnetische veldsimulator wil men zinvolle resultaten verkrijgen.

De ontwikkeling van de feedrevolver voor het MFFE bevindt zich in het proefcircuit-stadium. Ten behoeve hiervan is een mechanische proefopstelling gemaakt waarop de uitlezing en aandrijving getest kan worden. Elektronische proefcircuits zijn aan uitgebreide tests onderworpen en blijken in alle gevallen aan de gestelde eisen te voldoen.

De voortgang in de ontwikkeling van de locale oscillatorsystemen werd gehinderd door technische en personele problemen. Wat het laatste betreft kwam er in het derde kwartaal verbetering in de situatie met de komst van twee nieuwe medewerkers, ing. E.J. Dolfsma en ing. H. Heutink. Op systeemniveau voor het LO₁-circuit is veel werk verricht. De realisering bleek echter achter op het gewenste schema.

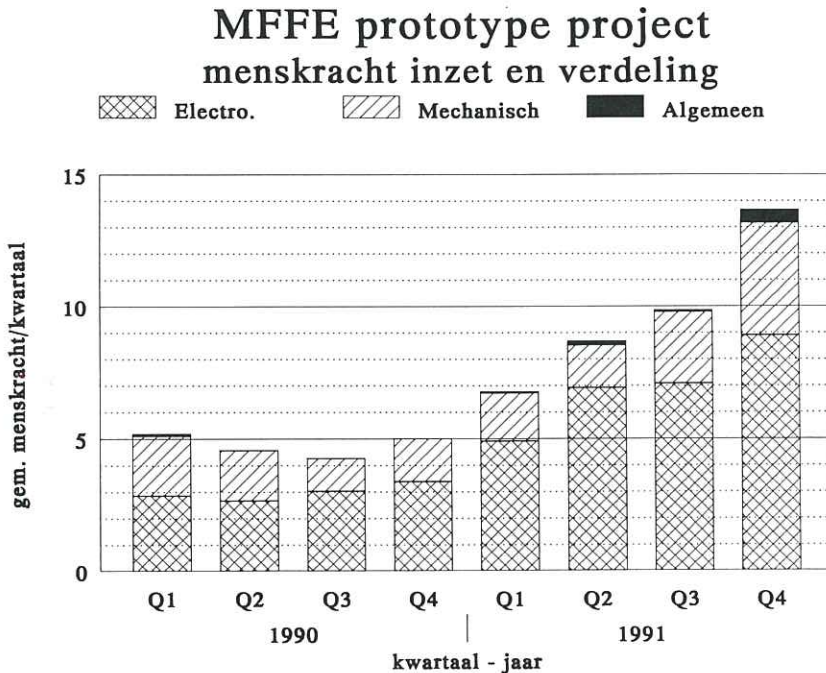
Ondanks mankracht tekort is er bij de ontwikkeling van het LO_2 -circuit nu bereikt dat er proefcircuits beschikbaar zijn die voor een deel al getest zijn en aan de gestelde eisen voldoen. Het vooruitzicht is dat na een aantal kleine wijzigingen de definitieve circuits ten behoeve van het prototype gemaakt kunnen worden.

De werkzaamheden in het kader van de lage ruis versterker ontwikkeling richtten zich voornamelijk op de ontwikkeling en realisatie van het zogenaamde cryomeetsysteem. Dit systeem moet het mogelijk maken om transistoren bij cryogene temperaturen te karakteriseren voor wat betreft hun elektrische eigenschappen. Deze informatie is een vereiste voor het verdere ontwerpen van de versterkers met behulp van het CAD-systeem. In de afgelopen periode is een deel van de voor dit systeem benodigde software geschreven en getest. Op hardware gebied lagen de activiteiten in het selecteren en karakteriseren van onderdelen waaruit het meetsysteem gebouwd zal gaan worden. Ten behoeve van het latere ontwerpwerk met behulp van CAD-programmatuur is door een gastmedewerker, de heer Li Wenquan van de Chang Chun University of Earth Sciences, Chang Chun, Volksrepubliek China, gewerkt aan een passend HEMT-model. Dit jaar is ook een overeenkomst gesloten voor de levering van op cryogene geschiktheid geselecteerde HEMT's. Daar de mogelijkheid maar eenmalig was werd besloten om in totaal 400 stuks HEMT's aan te schaffen voor de hele serie versterkers. Van dit aantal zijn er 25 stuks aan MPIFR te Bonn, Duitsland, geleverd dat ook interesse had voor geselecteerde HEMT's voor cryogeen gebruik. Daar deze transistoren alleen in chip vorm leverbaar waren en wij niet in staat zijn deze te verwerken moest extern hulp worden gezocht. Deze montage werkzaamheden zijn ondergebracht bij de firma Hollandse Signaalapparaten te Hengelo.

Organisatie en personele bezetting MFFE projekt

Reeds vorig jaar werd melding gemaakt van vertraging in de ontwikkeling en bouw van het prototype MFFE, onder andere veroorzaakt door een tekort aan mankracht. In de loop van dit jaar is er op dit punt verbetering opgetreden zoals in figuur 2.2.3. te zien is. Deze afbeelding toont hoeveel mankracht er gemiddeld in een kwartaal werkzaam was aan het MFFE projekt. Tevens is er een grove indeling gemaakt in een drietal disciplines die in het projekt te onderscheiden zijn, te weten 1. elektronica/elektrotechniek, 2. mechanische constructie en 3. algemeen (ondersteunende werkzaamheden, o.a. tekenwerk).

Vooraf groep 1. is in dit jaar op het minimaal gewenste peil gebracht. Deze mankracht kwam beschikbaar uit andere aflopende projecten en door middel van het inhuren van nieuwe medewerkers. De figuur geeft echter voor de laatste twee kwartalen van 1991 een optimistischer beeld dan de werkelijkheid. Dit werd veroorzaakt doordat er in deze periode een overlap optrad door de komst van nieuwe medewerkers die ingewerkt moesten worden en daarom nog niet volledig productief waren en, vooral in het laatste kwartaal, de verminderde inzetbaarheid van die medewerkers die in het kader van de reorganisatie zouden gaan vertrekken. Voor deze laatste groep was het van groot belang dat hun taken en kennis tijdig ondergebracht kon worden



Figuur 2.2.3

Menskracht inzet en verdeling als functie van tijd voor het Multi Frequency Front End prototype project.

Manpower contribution and distribution as a function of time for the Multi Frequency Front End prototype project.

bij overige medewerkers.

Betreffende de organisatie van het projekt is er aan het eind van het 1e kwartaal een aantal wijzigingen doorgevoerd. Door het grotere aantal projektmedewerkers was het noodzakelijk om de plenaire projektvergaderingen op te splitsen in meerdere specifieke vergaderingen waaraan door kleinere groepen van direkt betrokkenen wordt deelgenomen. Tevens werd er een structuur gebaseerd op subprojekten in de organisatie van het projekt ingevoerd. Het gevaar dat medewerkers door deze maatregelen minder betrokken zouden raken bij het projekt werd onderkend en getracht is dit zoveel mogelijk te voorkomen door een goede informatievoorziening te verschaffen. In de loop van het jaar is dit verder geoptimaliseerd en deze werkwijze voldoet nu naar behoeven.

2.2.2.1.3 RadioAstron projekt

Het projekt, voor wat betreft het Engineering Model (EM), is in de testfase gekomen. Op 12 maart werd de lifetesting procedure in gang gezet. De testperiode werd volgens afspraak met ASC (Astro Space Center in Moskou) in detail gespecificeerd. Bij deze tests, die bijna 7 maanden ging duren, werden de ontvanger, LNA en IF-unit en de Test Set betrokken.

Vóór de aanvang van de tests werden een drietal documenten voltooid en ter goedkeuring aan ASC doorgestuurd. Het betreft het document "Interface Specification", een document voor het testprogramma en een document over de ontvanger betrouwbaarheid (reliability-document). Na een aantal iteraties werden alle documenten goedgekeurd. Voor de betrouwbaarheidsanalyse werd gebruik gemaakt van de standaard MIL 417E procedure. In het kader van deze procedure werden alle componenten op hun functioneel MTBF geëvalueerd. Het heeft geresulteerd in een uiteindelijke betrouwbaarheidsfactor van 0.98, binnen de gestelde eis.

Het sturen van de life tests en opslaan van de meetresultaten werden via een PC, aangesloten op de Test Set, op automatische wijze gerealiseerd. In de loop van de life testperiode werden alle funktietesten uitgevoerd en gedocumenteerd. In parallel werd aan de documentatie van het geheel gewerkt.

Aan het einde van de lifetest periode werd bij Estec in Noordwijk de gespecificeerde EMC, vibratie- en transporttests uitgevoerd in aanwezigheid van twee ASC vertegenwoordigers. De ontvanger heeft alle tests met succes doorstaan.

Bij de prototype vibratietests in 1990 werden enkele anomalieën gevonden, met name de trillingsamplitude van een aantal printed circuits kwam vrij hoog uit. Extra tests werden ingelast en een "finite element" analyse werd door Estec uitgevoerd.

De duurproef tests werden afgesloten met de Cryotest, d.w.z. tests met de LNA gekoeld tot de temperatuur die deze versterker in de ruimte zal ervaren (80K). Deze tests hebben instabiliteiten aan het licht gebracht die verklaard konden worden door o.a. de grote afsnijdfrequentie van de gebruikte Hemts en de toegepaste bias condities.

Dit probleem werd opgelost door het aanbrengen van ferriet materiaal bij de eerste trap van de LNA, dit ten koste van de gevoeligheid. In overleg met MPIFR, waar de LNA wordt ontwikkeld, en ASC werd afgesproken de specificatie te modificeren zodat een eenvoudiger en gevoeliger ontvanger verkregen wordt. Deze ontwikkeling is thans gaande.

In oktober werd de 13e RadioAstron bijeenkomst in Puschina (Rusland) gehouden. Bij deze vergadering werden nog een aantal kleinere modificaties door ASC voorgesteld. Deze continue gang van zaken heeft voor enorme vertragingen gezorgd. Dit is grotendeels te wijten aan communicatieproblemen. Bij een bezoek aan het Lavroshkin Laboratorium, waar de satelliet wordt ontworpen en gebouwd, kon men het prototype van RadioAstron (zie figuur 2.2.4.) in ogenschouw nemen.

De plannen, afgezien van de onverwachte late modificaties, waren om aan het eind van dit verslagjaar de ontvangers af te leveren in Moskou. Problemen o.a. met onze "clean room" hebben dat verhinderd. Ten gevolge van lekkage in het z.g. zonnehuis waar de clean room was gehuisvest, moest een nieuwe cleanroom in het hoofdgebouw gebouwd worden. Een tweede probleem betrof de documentatie die toen nog niet rijp was voor aflevering. Er werd met ASC afgesproken dat één van hun medewerkers begin 1992 naar ASTRON zou komen om de testdocumenten in het Russisch te vertalen en zodoende de mogelijke problemen bij de tests in Moskou kort te sluiten.

2.2.2.2. Projekten t.b.v. de UK/NL samenwerking

2.2.2.2.1 Multibeam ontvanger projekt

Dit jaar werden drie belangrijke beslissingen genomen met betrekking tot het werk voor multi-beam ontvangers. Het betrof de samenwerking met Kent University voor het gebruik van loodjuncties,

het contract met ROE voor het 3-bundel project en de samenwerking met SRON Groningen.

Na jarenlang met wisselend succes (zie o.a. het jaarverslag over 1990) gebruik gemaakt te hebben van, door Kent University vervaardigde, SIS-loodjuncties werd medio dit jaar besloten de samenwerking met Kent te stoppen. Dit besluit was gebaseerd op de slechte ervaringen met de betrouwbaarheid en stabiliteit van dit type junctie, waardoor het gebruik voor multi-beam systemen nagenoeg onmogelijk wordt gemaakt. Daarnaast bood het beschikbaar komen van betrouwbare niobium juncties van de afdeling Technische Fysica van de Rijksuniversiteit Groningen de mogelijkheid het SIS-werk toch te continueren.



Figuur 2.2.4

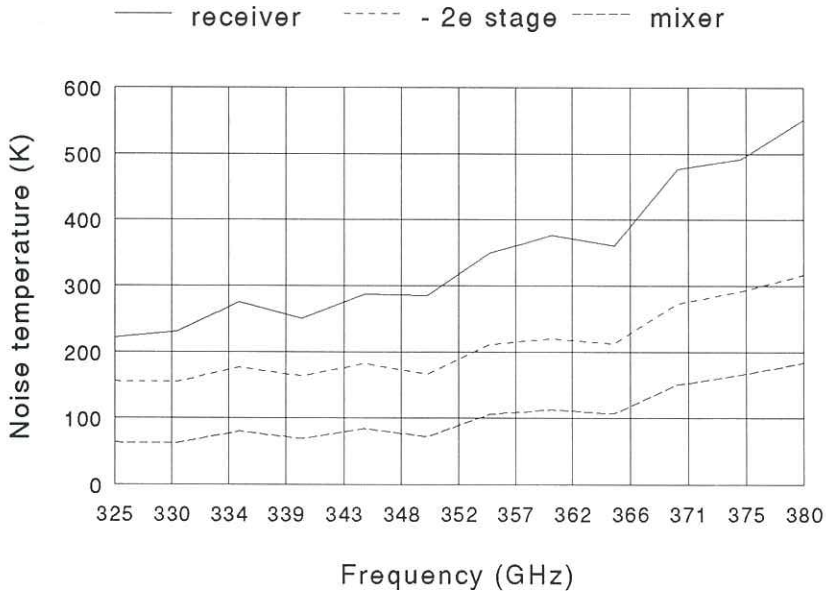
Prototype antenne voor de RadioAstron satelliet in aanbouw bij de Lavroshkin laboratorium. Boven bevinden zich de "Focal Container" met de ringantenne, de radio ontvangers en de stralingsschermen.

Prototype antenne for the RadioAstron satellite displayed at the Lavroshkin Laboratory. On top we can see the focal container with underneath the ring antenna and containing the radioreceivers. On the back the radiation shields are visible.

De eind januari gemeten resultaten met een enkelvoudige mixer met niobium junctie toonden aan dat bij 345 GHz een DSB mixerruis-temperatuur lager dan 200 K haalbaar is. Figuur 2.2.5 toont de gemeten ontvanger- en mixerruis als functie van de frequentie bij een omgevingstemperatuur van 2 K. De mixer maakte gebruik van een eenvoudige kwart-golflengte transformator voor de IF-aanpassing. Over de junctie werd een magneetveld aangelegd om Josephson effecten te onderdrukken. De aanzienlijke verbetering ten opzichte van eerdere resultaten werd vooral veroorzaakt door toepassing van een andere RF-struktuur. Verdere optimalisatie hiervan was nodig om het gedrag als functie van de frequentie te verbeteren. Nieuw gedefinieerde strukturen werden bij SRON in een nieuwe masker lay-out opgenomen. Ten gevolge van problemen met de realisatie van het masker en de produktie van juncties kwamen in 1991 echter nog geen nieuwe juncties beschikbaar.

De tweede belangrijke beslissing betrof het veranderen van de doelstelling van het 3-bundelprojekt. De met Super Project gemaakte mankracht- en tijdplanning voor dit projekt werd geïntegreerd met de planning van andere (WSRT-)projekten. Het resultaat maakte duidelijk dat tijdige realisatie van de 3-bundel testontvanger voor de JCMT niet mogelijk was, gezien de prioriteiten ten gunste van WSRT-projekten. Daarnaast bleek, na de JCMT Users Meeting in april in Ottawa, dat ROE er bij nader inzien de voorkeur aan gaf af te zien van demonstratie van de ontvanger aan de telescoop. Men meende op deze manier tijd vrij te maken voor het ontwerp en de bouw van een common user 8-bundel ontvanger, welke astronomisch een meer significante verbetering zou betekenen dan een ontvanger met drie bundels. ROE stelde dan ook voor het oorspronkelijke contract te wijzigen. In de nieuwe opzet voor het 3-bundel projekt werd met hen afgesproken de ontvanger zodanig af te bouwen dat in het laboratorium het concept en de werking kan worden beoordeeld aan de hand van gevoeligheids- en bundelmetingen. De evaluatie van de testresultaten, zoals m.b.t. het concept van de LO-inkoppeling, werd van belang geacht voor de definitie van de 8-bundelontvanger. De herziene planning van deze opzet liet zien dat het projekt in het tweede kwartaal van 1992 zal zijn afgerond. Daarnaast bleek dat een aanzienlijk geringer beroep op de instrumentmakerij nodig was dan in de oorspronkelijke planning.

Het voor de ontvanger benodigde LO-systeem kwam na uitvoerige testen eind oktober beschikbaar (zie figuur 2.2.6.). Het is door



Figuur 2.2.5

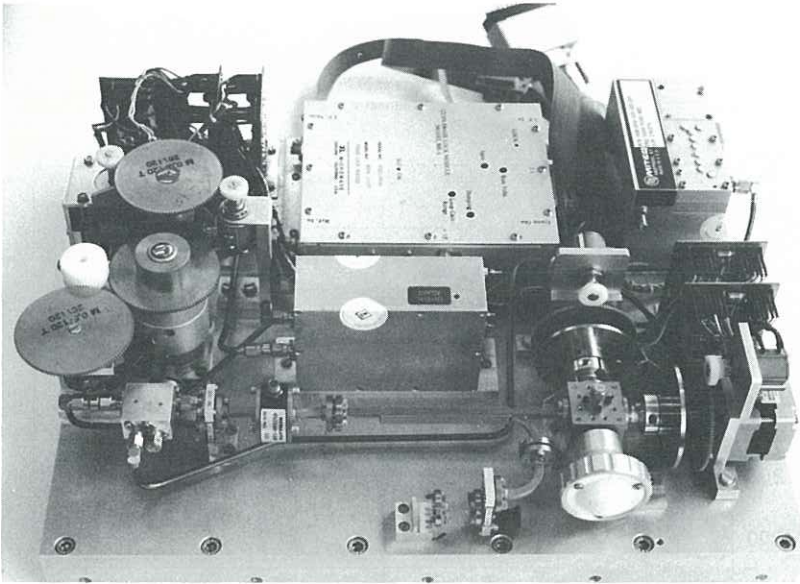
DSB ruistemperaturen van een enkele Nb SIS mixer bij een temperatuur van 2 K over een frequentie bereik van 325 GHz tot 370 GHz. De laagste curve geeft de intrinsieke temperaturen van de mixer weer.

DSB noise temperature of a single Nb-SIS mixer at a temperature of 2K over the frequency range of 325-370 GHz. The lowest curve shows the mixer intrinsic temperature.

middel van stappenmotoren vanaf een controle paneel op afstand afstembaar tussen 302 en 375 GHz. Aangezien deze lokale oscillator in een later stadium in een common user ontvanger gebruikt zal worden, zijn reeds voorzieningen aangebracht voor automatische controle vanuit een microprocessor.

De 3-bundel mixers werden voorzien van niobium juncties en getest. Het gedrag van de individuele mixers is op zich vergelijkbaar met de enkelvoudige SIS-mixer van figuur 2.2.5.

Door de sterk verschillende eigenschappen van de juncties ontstaat



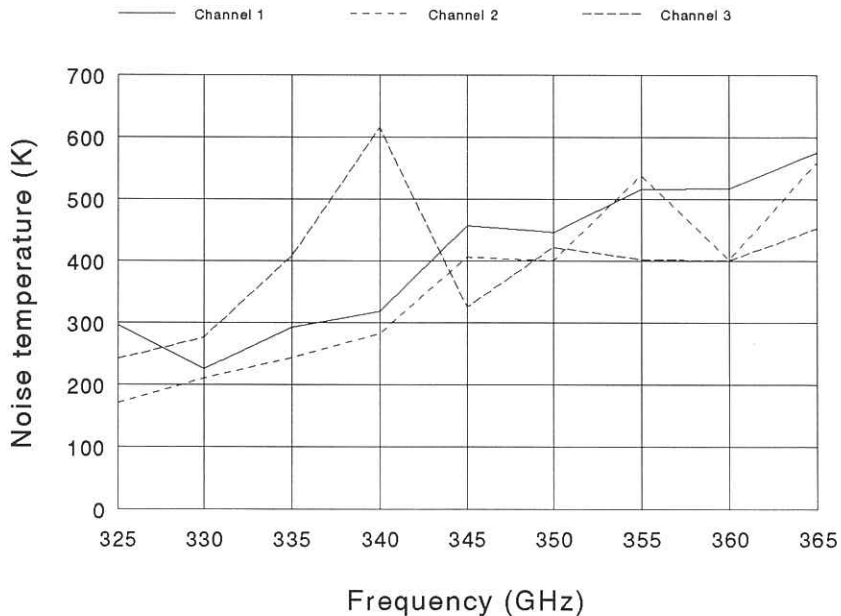
Figuur 2.2.6

Foto van het lokale oscillator systeem voor de multibeam JCMT ontvanger voor de 350 GHz band.

Photograph of the local oscillator system for the multibeam JCMT receiver at 350 GHz.

echter toch een duidelijk verschil in gevoeligheid voor de drie kanalen (zie figuur 2.2.7.). In de behoefte aan meer gelijke juncties kan worden voorzien door middel van een nieuw masker voor de productie van juncties, die in het voorjaar van 1992 beschikbaar zullen komen. Niettemin bleek het mogelijk om aan de hand van de gemeten resultaten het gedrag van de cross guide LO-koppelaar te karakteriseren. Het blijkt dat de gemeten koppelfactor voor de drie kanalen gemiddeld 5 dB hoger is dan voor het prototype. De oorzaak hiervan ligt vermoedelijk in verliezen van het vacuümvenster en infrarood filter in het LO-pad van de cryostaat, die afwezig waren bij de metingen aan het prototype. Bij juiste afregeling van de mixer backshorts is de onderlinge beïnvloeding van de mixerkanalen te verwaarlozen. De afregeling op zich is echter lastiger dan bij LO-inkoppeling via een diplexer.

Naar aanleiding van een reorganisatie van werkplekken ten behoeve van het MFFE-project werd de mm-meetopstelling begin november van



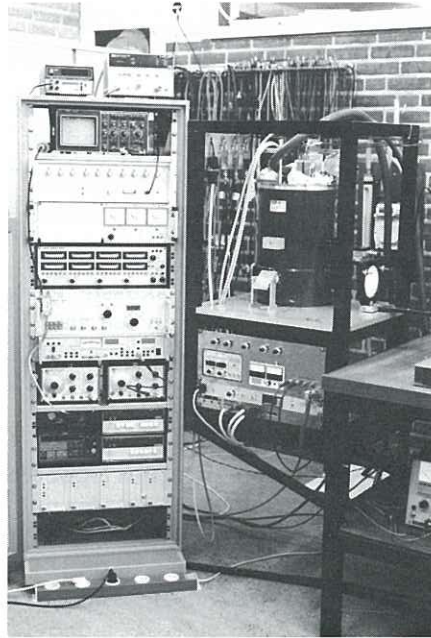
Figuur 2.2.7

DSB ruisttemperatuur voor de 3 kanalen van de 3-beam 350 GHz ontvanger voor de JCMT als functie van frequentie. De mixers zijn uitgerust met Nb-SIS juncties.

DSB noise temperature of the 3 channels of the 3 beam 350 GHz receiver for the JCMT as a function of frequency. The mixers are equipped with Nb-SIS junctions.

de cryogene ruimte verplaatst naar het laboratorium, waar een gedeeltelijk afgescheiden sub-mm afdeling werd ingericht. Figuur 2.2.8. laat de nieuw ingerichte meetopstelling zien, welke ook geschikt is gemaakt voor het uitvoeren van bundelmetingen. Deze staan voor het eerste kwartaal van 1992 op het programma, waarna het 3-bundelproject met een rapportage aan ROE zal worden afgerond.

De derde belangrijke beslissing betrof het intensiveren van de samenwerking met SRON Groningen. In voorgaande jaren bestond er een



Figuur 2.2.8

Laboratoriumopstelling voor het evalueren van de SIS mixer eigenschappen.
Set up in the Laboratory for the evaluation of the SIS mixer performances.

betrekkelijk informele samenwerking. Van de kant van SRON bestond de behoefte samen met ASTRON aan de bouw van een sub-mm ontvanger te werken. De gevolgen van de zuigkracht van het MFFE-project voor de beschikbare mankracht voor mm-projecten deden ASTRON de noodzaak inzien van een bundeling van expertise en mankracht met SRON. In het tweede kwartaal werd besloten tot het opstellen van een gezamenlijk voorstel voor de bouw van een 2*4 bundel ontvanger voor 350 GHz. Daarvoor werd in de voorstudiefase in overleg met astronomen een voorlopige specificatie opgesteld en werd aandacht gegeven aan specifieke problemen zoals veldrotatie, waarneemprocedure en datareduktie. Een hierop gebaseerd voorlopig voorstel met daarin een verdeling van taken en verantwoordelijkheden en mankracht- en tijdschatting werd begin september besproken tijdens de vergadering van de Buitenlandse Adviseurs. Daarna werd een meer uitgewerkt voorstel met gedetailleerde planning aangeboden aan het ASTRON-bestuur en de JCMT-Board. Het voorstel omvat een eerste fase waarin een aantal aspecten van de ontvanger nader zullen worden bestudeerd en uitge-

werkt, waarna vanaf augustus 1992 de bouw van de ontvanger zou moeten volgen met medio 1995 commissioning aan de JCMT. De afspraak werd gemaakt dat SRON het management van het project zal verzorgen. De eerste fase van het project werd goedgekeurd door het bestuur van ASTRON.

Naar aanleiding van opmerkingen vanuit de JCMT-Board en door de project scientist zijn de oorspronkelijk beoogde specificaties en de bundel configuratie opnieuw ter discussie gesteld. Inmiddels werd wel begonnen met het onderzoeken van een aantal algemene technische aspecten van de ontvanger, zoals de gevoeligheid, de warmtehuishouding van een hybride cryostaat, het concept van het controle systeem en het LO-systeem.

2.2.2.2.2 Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS)

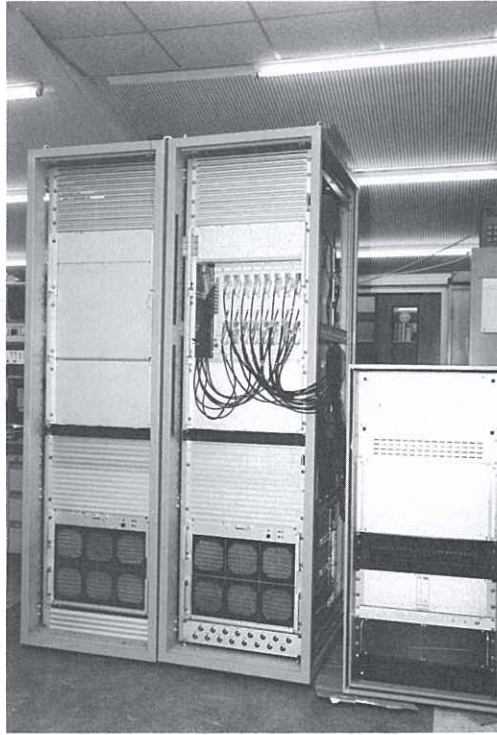
De DAS is een 2048 kanaals spectrometer met een maximum bandbreedte van 2 maal 1 GHz (zie figuur 2.2.9.). Het systeem bestaat uit een IVC subsysteem dat 2 signalen in de 1-2 GHz band converteert naar 16 signalen in de 0-16 MHz video band. Deze signalen worden na analoog-digitaal conversie (in het ADC subsysteem) toegevoegd aan het correlator subsysteem (het COR subsysteem). De door het COR subsysteem gemeten autocorrelatie functies worden uitgelezen en extern middels een Fourier-transformatie omgezet in vermogensspectra.

Het jaar 1991 is gebruikt om de, in voorafgaande jaren ontwikkelde, modules te integreren tot een werkend geheel.

Het IVC subsysteem was in het begin van het jaar voor het grootste gedeelte klaar. Bij de systeemintegratie kwamen nog een aantal problemen aan het licht met defecte componenten. Deze werden gerepareerd en, waar nodig, werden extra reserve exemplaren besteld.

De integratie van het ADC subsysteem heeft voornamelijk in de eerste helft van het jaar plaatsgevonden. Een aantal tests kon direct uitgevoerd worden en het systeem bleek na het verhelpen van een probleem in de uitlezing van het niveau van het aangeboden (analoge)ingangssignaal correct te werken. De testen op systeemniveau konden pas na het beschikbaar komen van een betrouwbaar werkende correlator uitgevoerd worden.

Het COR subsysteem heeft te kampen gehad met vertragingen waardoor de opleveringsdatum verschoven moest worden naar het eind van het jaar. Allereerst heeft de implementatie van de definitieve versie van het besturingsmodule meer tijd gevegd dan voorzien. Vervolgens bleek het aansluiten van de OS-9 communicatie module, via



Figuur 2.2.9

De complete Dwingeloo Auto Correlatie Spectrometer (DAS) vóór het gezonden werd naar Hawaï aan het einde van 1991.

Complete Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS) before it was sent to Hawaii at the end of 1991.

een IEEE488 glasvezelverbinding op de VAX, problemen te geven die uiteindelijk met hulp van de fabrikant van het OS-9 systeem zijn opgelost. Een probleem met één van de configuraties kon, door het aanbrengen van extra afsluitnetwerken en het vervangen van een kritische component, verholpen worden.

De integratie op systeemniveau betrof allereerst de overdracht van 512 signalen van het ADC subsysteem naar het COR subsysteem met een kloksnelheid van 40 MHz. Dankzij het ontwerp en de aan de uitvoering besteedde zorg bleek dit probleemloos te werken.

Daarna volgde de integratie van de configuratie programmatuur met enerzijds de testprogramma's en anderzijds de programma infra



Figuur 2.2.10

De DAS in zijn verpakking aan het begin van zijn lange reis naar Hilo, Hawaï, USA.
The DAS in its crate at the beginning of its long journey to Hilo, Hawaii, USA.

structuur van de JCMT. Een belangrijk punt hierbij was, wat ons betreft, het kloppen van het, in de configuratieprogrammatuur gebruikte, model van de DAS architectuur met het gerealiseerde systeem. Door de opgelopen vertraging bleek de beschikbare testtijd voor het systeem als geheel erg krap. Gezien de eerste testresultaten werd na rijp beraad toch besloten de opleveringsprocedure in gang te zetten.

Begin november vond de eerste fase van de oplevering plaats. Dit betrof de formele acceptatie van de specificaties van het systeem. In het kader hiervan werden stabiliteitstesten uitgevoerd bij verschillende omgevingstemperaturen (15, 20, 25°C). Na het aanbrengen van de laatste verbeteringen werd het geheel verzonden (zie figuur 2.2.10) naar Hilo waar, begin december, het systeem met de lokale infrastructuur van de programmatuur geïntegreerd werd. Afgezien van een aantal problemen in het IVC subsysteem bleek het systeem de transport goed doorstaan te hebben. De tweede fase van de oplevering, het reproduceren van de in Dwingeloo overeengekomen specificatie, kon derhalve afgesloten worden. In januari 1992 zal het systeem

door de JCMT staf naar de telescoop overgebracht en in het waarneemsysteem geïntegreerd worden.

2.2.2.3. Overige projecten

2.2.2.3.1 SCASIS projecten

In het SCASIS project werken U. Schwarz en M. de Vos (ASTRON-oio) van het Kapteyn Laboratorium te Groningen samen met J. Bregman van ASTRON om de werking aan de hand van de "multiple shearing pupil plane interferometer" van astronomische waarnemingen te analyseren.

E. Bakker (ASTRON oio gestationeerd bij de RUU) heeft bij de waarnemingen in augustus 1991 geassisteerd.

Er was slechts een kleine instrumentele aanpassing nodig om de eindversie van de hybride koeling voor de Intensified TV camera te implementeren. Een Peltier element is gebruikt om te koelen tot -5°C , en een thermosfles met vloeibare stikstof is gebruikt voor droog gas doorstroming en voor aanvullende koeling.

Tijdens de waarnemingen in augustus is een zoom objectief aangebracht in de opstelling om de interferometer pupil op verschillende turbulentie lagen te focuseren: één dichtbij de telescoop, welke voor de koepel seeing verantwoordelijk is en één op ongeveer 8 km hoogte, beide in verschillende richtingen bewegend. Dit maakt het praktisch onmogelijk om de effectieve integratietijd te verhogen door het volgen van turbulentie cellen, zoals reeds aan de hand van een voorlopige reductie van voorgaande waarnemingen werd vastgesteld.

Een voorlopige hybride kaartreconstructie van de Be/Shell ster omicron Andromedae toonde een 3 sigma component op de verwachte positie. De ruis op de kaart wordt nog steeds gedomineerd door zelfcalibratie fouten.

De voornaamste inspanning van dit project is gerealiseerd in Groningen en kan als volgt worden samengevat.

Geautomatiseerde data uitlezing van videobanden voor de batchverwerking op de Alliant computer werd geïmplementeerd. Per nacht kunnen er ongeveer 40.000 video beelden worden gedigitaliseerd door de PC in een multi-pass proces en worden dan Fourier getransformeerd door de Alliant. De analyse voor photon bias correcties voor amplitude en "Triple products" van thresholded photon events werd afgesloten en geïmplementeerd.

Een analyse van optimale aanpassing van de interferometer parameters zoals effectieve element grootte en integratietijd aan het atmosferische coherentie volume bracht naar voren dat deze aanpassing niet kritisch is voor zover het de maximaal waarneembare magnitude betreft, maar beïnvloedt wel de calibratiekwaliteit en de totale integratietijd voor lijnwaarnemingen.

Er werd gerapporteerd over dit werk door middel van twee posters en één mondelinge presentatie tijdens de NOAO/ESO conferentie "High Resolution Imaging by Interferometry" in oktober.

2.2.3 Infrastructuur

2.2.3.1. Laboratoriumontwikkeling

Voor het nauwkeurig bepalen van de ruistemperatuur van gekoelde lage ruisversterkers, zowel voor het MFFE als voor IF-versterkers voor sub-mm ontvangers, werd een meetsysteem gedefinieerd dat gebruik maakt van een in temperatuur variabele 50 ohm belasting. De versterker wordt met een gesloten koelsysteem gekoeld tot 20 K, waarna de belasting in temperatuur wordt gevarieerd tussen 20 K en 80 K m.b.v. een verwarmingselement. Binnen dit temperatuurtraject wordt bij 50 verschillende temperaturen het ruisvermogen van de versterker als functie van de frequentie gemeten. De temperatuur van de belasting wordt met een gecalibreerde sensor bepaald. Analyse van het ruisvermogen als functie van de temperatuur levert de versterking en de ruistemperatuur van de versterker met een bijbehorende foutenmarge. Uit de foutenanalyse blijkt dat het met dit systeem mogelijk is ruistemperaturen beneden 10 K te meten met een nauwkeurigheid beter dan 0.5 K (3 sigma waarde).

Voor het IF-detectorsysteem werd een 1-2 GHz IF-keten ontworpen en gebouwd, welke in combinatie met een besturings- en dataverwerkingssysteem op een PC uitstekend blijkt te voldoen. Met dit systeem is het mogelijk om volledig automatisch versterkers te karakteriseren in de 1-2 GHz band. Door gebruik te maken van frequentie converters kan het voor andere frequentiebanden geschikt worden gemaakt.

2.2.3.2. Printerij en CAD software

Sedert ongeveer 8 jaar worden in eigen beheer zowel meerlaags als enkellaags printen ontworpen op een computersysteem. Dit systeem

werkt niet via een z.g.n. autorouter, de baantjes worden op het scherm ingetekend en via een printservice gemaakt. Er zijn in de loop der jaren bijzonder ingewikkelde printen op dit systeem ontworpen, echter dit vraagt veel van de ontwerper.

Nu we de beschikking hebben over autorouters, zowel op het Dazix systeem als op diverse Orcad PC-systemen werd het als onhandig ervaren dat het z.g.n. "artwork" nog steeds buiten de deur moest gebeuren. Dit geldt zeker voor de microgolf substraten die vaak koper aan één kant hebben en via het aanwezige Academy-systeem worden aangeemaakt. Er wordt naar gestreefd om het bestand uit te breiden met een fotoplotter, zodat we het "artwork" zelf kunnen maken en controleren voordat er een print wordt gemaakt. Dit heeft nog net in 1991 zijn beslag gekregen, ASTRON heeft hiertoe een plotter overgenomen van een firma op dit gebied. De eerste proeven hiermee zullen in 1992 plaatsvinden.

De printerij heeft 33 frontplaten gefabriceerd en een totaal van 91 printen. Op het gebied van microgolf substraten werden een totaal van 60 stuks gemaakt, waarbij moet worden opgemerkt dat een deel hiervan onder ets-resist- of galvanoproeven viel.

2.2.3.3. Instrumentatiegroep

Langzaam maar zeker vindt in de elektronische instrumentatie een verschuiving plaats naar meer complexe, processorgestuurde apparatuur. Dit heeft voor- en nadelen. Voordelen zijn vaak eenvoudiger calibraties en betere mogelijkheden voor het corrigeren van meetfouten. Nadelen zijn een grotere inwendige complexiteit en meer specialistische reparaties. Zodoende stijgt het aantal instrumenten waarop we meteen na aankoop een onderhoudscontract afsluiten, omdat deze apparatuur nauwelijks in huis gerepareerd kan worden. De instrumentatieafdeling is mede hierdoor niet opnieuw op sterkte gebracht, maar bestaat uit thans één man. In 1991 heeft de nadruk gelegen op de modernisatie van de Frequency Stability Analyzer (FSA). Dit instrument is operationeel sinds 1983 maar de counter-timer van het instrument vertoonde al enige tijd onvolkomenheden. Er is een nieuwe counter-timer aangeschaft van een ander fabrikaat, wat tot aanpassingen in hard en software heeft geleid. De methodes waarop de FSA is gebaseerd zijn zeer specialistisch en binnen de afdeling is veel werk gaan zitten in het begrijpen, aanpassen en controleren van het instrument. De theoretische hulp die van diverse zijden is verkregen is hierbij zeer op prijs gesteld. De afdeling heeft een totaal van

49 reparaties uitgevoerd en $\pm$ 100 calibraties. Van 37 nieuwe instrumenten zijn de afnametests gedaan en 7 instrumenten werden afgevoerd om diverse redenen.

2.2.3.4. Meetinstrumentencommissie

De meetinstrumentencommissie heeft in 1991 37 nieuwe instrumenten aangeschaft volgens een prioriteitenlijst. Afgezien van incidentele afwijkingen wordt de planning zoveel mogelijk gevolgd, waardoor een evenwichtig aankoop- en afschrijfbeleid kan worden gevoerd. Er werden 7 instrumenten afgevoerd om diverse redenen zoals veroudering of onherstelbaar defect. Het aantal PC's nam verder toe evenals de software voor het oplossen van technische problemen.

Tabel 2.2.1
Verdeling van de werktijd over de projecten (%),
Laboratorium en Centrale Technische Dienst

WSRT		26.92
Frontend ontvangers	23.36	
DCB-DXB	0.60	
VLBI	0.23	
Diversen	2.73	
UK/NL Samenwerking		23.35
ING projecten	2.43	
JCMT projecten	16.49	
mm/Opt. ontwikkelingen	4.43	
Overige projecten		7.73
Dwingeloo waarneemstation	6.00	
RadioAstron	0.88	
Diverse projecten	0.85	
Technische Infrastructuur		14.70
Lab. ontwikkelingen	1.20	
Cryogene techniek	1.73	
Vaste Diensten	11.77	
Algemeen		27.30
Organisatie/Administratie	5.88	
Conferenties/Literatuur	2.95	
Verlof	10.87	
Ziekte	7.60	
		100%

2.3 Computergroep

2.3.1 Samenvatting en mutaties

Het bestuursbesluit om de computergroep als organisatorische eenheid op te heffen, dat ons eind juli werd medegedeeld, heeft tot gevolg dat dit het laatste van een reeks van negentien jaarverslagen van de groep is onder zijn huidige naam. Vóór 1974 waren er vier verslagen van de centrale reductiegroep, eerst in Leiden, later in Dwingeloo.

Een compleet nieuw pakket programmatuur voor de verwerking en analyse van WSRT waarnemingen (de zogenaamde N-serie) is, dankzij de inspanningen van Wim Brouw, voor gebruik gereed gekomen (zie 2.3.2.4). Het project ter vernieuwing van de standaard WSRT gegevens verwerking (zie 2.3.2.5) is dit jaar ingebed in de inspanningen van een internationaal consortium van een aantal radiosterrenwachten onder leiding van NRAO. De programmatuur van dit ambitieuze project, AIPS++ geheten, wordt in de eerste helft van 1992 ontworpen, daarna aan een kritische inspectie onderworpen en hopelijk in 1994 voltooid.

De programmatuur voor het La Palma archief en dat voor de JCMT en UKIRT zijn beide in de zomer van 1991 opgeleverd (zie 2.3.4.1). Dit betekent de voltooiing van twee contracten (van 9,5 en 0,5 manjaren respectievelijk) in het kader van de Brits-Nederlandse samenwerking. Voor het gemak van de Nederlandse gemeenschap is een copie van de catalogus van waarnemingen van de La Palma telescopen in Dwingeloo geïnstalleerd naast die van de WSRT. De *query-software* is voor beide hetzelfde. Een derde contract (zie 2.3.4.2), dat voor de software voor de *Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer* (DAS) zal in 1992 worden gecompleteerd. Dit jaar is het leeuwendeel ervan gereed gekomen.

Het overschrijven van het WSRT archief van de aan veroudering onderhevige magneetbanden naar optische schijven van het type WORM (*Write Once Read Many times*), die een levensduur van tenminste 30 jaar hebben, vordert goed. Bijna de helft van het archief is verwerkt (zie 2.3.5.1).

Peter van der Velde was het gehele jaar op La Palma gestationeerd. Klaas Stuurwold is, na een verblijf van ruim twee jaren, in de zomer daarvandaan teruggekeerd. Vanaf september 1990 tot en met februari 1991 heeft Aline Kleikamp als stagiaire programmeur in de

computergroep gewerkt. Verschillende leden van de groep hebben dit jaar cursussen gevolgd: Johan Hamaker "*CASE tools*" en "*Object-oriented programming*", Ger van Diepen en Friso Olton "*UNIX en C*" en "*C++*", Klaas Stuurwold cursussen betreffende het *Sun operating system* en Peter van der Velde betreffende VMS systeembeheer en netwerken.

Wim Brouw, die vanaf het begin in 1969 zeer nauw bij de computer verwerking van WSRT waarnemingen betrokken is geweest en die gedurende vele jaren eerst de reductiegroep en daarna de computergroep heeft geleid, heeft besloten een positie bij de *Australia Telescope* te aanvaarden. Zijn stimulerende invloed en zijn enorme productiviteit, waaraan we dit jaar schitterende programmatuur hebben overgehouden, zullen nu worden gemist.

Tabel 2.3.2 bevat een overzicht van de inzet van de mankracht over de computergroep activiteiten in 1991.

2.3.2 Programmatuur ontwikkeling

2.3.2.1 WSRT real-time software (Van Someren Gréve, Grit, Kramer)

De reeds enige tijd in Westerbork aanwezige PDP11-53 computer is tenslotte in de loop van dit jaar als telescoopcomputer in gebruik genomen. De overgang vanaf de oude LSI heeft aanzienlijk meer moeite gekost dan was voorzien. De onvervangbare plaats in het besturings-systeem maakte experimenteren pas mogelijk toen alle *interfaces* en kabels redelijk snel tussen het oude en het nieuwe systeem konden worden overgezet. Ook bleek een reeds lang aanwezige, maar in de LSI onopgemerkt gebleven, fout in de PDP grote problemen te geven.

Het opnemen van de *monitoring* van correlator fouten als onderdeel van het standaard pakket van dagelijkse testen is een belangrijke verbetering van het systeem gebleken. Dit en een aantal andere ontwikkelingen maken het de staf van de radiosterrenwacht Westerbork gemakkelijker het systeem onder controle te houden.

2.3.2.2 WSRT off-line software (Van Someren Gréve, Grit, Kramer)

Een voor de waarnemers veel overzichtelijker systeem voor het specificeren van waarnemingen met verschillende functies is ontwikkeld. Ook zijn onder meer een simulatieprogramma voor het meten van

interferometerfouten en een programma ontwikkeld voor het maken van een combinatie kaart van alle onderdelen van een *mosaic* meting.

De ontwikkeling van programmatuur in Westerbork is dit jaar minder geweest dan andere jaren door langdurige ziekte van Teun Grit en doordat Hans van Someren Gréve veel tijd heeft moeten steken in het afmaken van de JCMT-DAS software (zie 2.3.4.2).

2.3.2.3 Dwarf infrastructuur (Olnon, Van Diepen)

Als de in samenwerking met radiosterrenwachten in het buitenland voorziene ontwikkeling van AIPS++ (zie 2.3.2.5) slaagt, zullen we binnen enkele jaren DWARF niet meer nodig hebben. Voorlopig is deze echter nog essentieel als infrastructuur voor de WSRT gegevensverwerking (zie 2.3.2.4) en het maken van kaarten in Dwingeloo en Groningen. Het werk is daarom vooral gericht geweest op consolidatie en documentatie. Zo zijn de onderhoudsprocedures verbeterd en uitgebreid en zijn de parameter interface en de algemene *utilities* goed beschreven.

Nieuw is wel de ontwikkeling en implementatie van een *algemeen batch processing* (ABP) systeem bovenop de bestaande DWARF structuur. Vooral omdat nu op grote schaal routinematige procedures worden uitgevoerd voor de *Westerbork Northern Sky Survey* (WENSS), is de ABP faciliteit essentieel om 's nachts en in het weekend grote stukken standaard verwerking onbewaakt uit te voeren. Deze ontwikkeling is door Olnon begonnen en in de tweede helft van het jaar, tezamen met de zorg voor DWARF, overgenomen door Van Diepen.

Ook nieuw is de ontwikkeling van transparante toegang vanuit de Alliant en verschillende werkstations naar de aan de VAX gekoppelde *DeAnza display* en de *tape-units* en optische schijven.

2.3.2.4 WSRT gegevensverwerking en analyse (Brouw)

Een revisie van de programmatuur voor verwerking van de WSRT gegevens met redundantie- en zelfcalibratie- technieken was nodig om de *mosaic* waarneemmethode goed te kunnen ondersteunen. Van deze aanleiding is gebruik gemaakt om het pakket volledig opnieuw op te zetten, uiteraard, waar mogelijk, gebruik makend van oude bouwstenen. Het resultaat is de zogenaamde N-serie programma's:

- *NSCAN* voor het inlezen en organiseren van WSRT gegevens,
- *NCALIB* voor het calibreren van WSRT gegevens,
- *NMODEL* voor het maken van modellen van een deel van de hemel,
- *NMAP* voor het maken en manipuleren van kaarten,

- *NCLEAN* voor het uitvoeren van *CLEAN* operaties,
- *NPLOT* voor het plotten van gegevens.

Deze programma's, die gebruik maken van de *DWARF user-interface* (zie 2.3.2.3) zijn beschreven in ITR's 197 en 198. De N-serie is de komende jaren van zeer groot belang voor de WSRT gegevensverwerking en met name voor het WENSS project. Uiteindelijk moet de functionaliteit van dit pakket worden overgebracht naar AIPS++ (zie 2.3.2.5). De volledige set programma's werkt op de VAX en op de Alliant. Op het DECstation 3100 en andere werkstations zijn alle voorbereidingen getroffen om de programmatuur operationeel te maken zodra, in begin 1992, *DWARF* is geïnstalleerd. Na het vertrek van Brouwer in 1992 wordt het beheer van de N-serie verzorgd door Noordam en Van Diepen. Het *Cookbook*, een eenvoudige gebruikers handleiding, zal ook worden afgemaakt.

2.3.2.5 Nieuwe WSRT standaard gegevensverwerking (Hamaker, Noordam, Olon, Van Someren Gréve, Van Diepen)

Over de voorbereidingen van dit project en de eerste contacten met NRAO over een mogelijke samenwerking met de AIPS groep is reeds in het vorige jaarverslag bericht. In de loop van dit jaar is, tezamen met collega instituten in de USA, Australië, India en het Verenigd Koninkrijk, onder leiding van NRAO een consortium opgericht om een pakket programmatuur te ontwikkelen onder de naam AIPS++. De nieuwe programmatuur moet zowel voor calibratie en correctie als voor het verwerken en analyseren van kaarten geschikt worden. De bedoeling is dat het in principe bruikbaar is voor alle radiotelescopieën (enkelvoudige, synthese telescopen, VLBI netwerken) en wellicht zelfs voor optische interferometrie. Dit ambitieuze project was tegen het eind van het jaar voldoende georganiseerd om begin 1992 een ontwerp-team met vertegenwoordigers van alle deelnemende instituten in Charlottesville aan het werk te laten gaan.

Omdat gebruik zal worden gemaakt van object georiënteerde programmeer technieken hebben Hamaker, Olon en Van Diepen daarin dit jaar cursussen gevolgd. Daarnaast is er via elektronische post veel tussen de AIPS++ partners gediscussieerd over de principes van het ontwerp van de nieuwe programmatuur. In samenspraak met de groepen in Leiden en Groningen is door de ASTRON project groep een eerste versie van een aan het ontwerp te stellen pakket van Nederlandse

eisen opgesteld. Veel aandacht is vooral van onze kant besteed aan mogelijke structuren waarin de *visibility* gegevens kunnen worden opgeslagen. Een gemeenschappelijk concept voor alle telescopen, waarmee ook nog redelijk efficiënt kan worden gewerkt, is niet zo eenvoudig te realiseren.

Het is de bedoeling in de zomer van 1992, na zes maanden werk van het internationale ontwerp-team in Charlottesville, in Dwingeloo een *review* te houden. Dan wordt niet alleen beoordeeld of het AIPS++ project op het goede spoor is, maar ook of het ontwerp het opnemen van de gehele standaard verwerking van de WSRT gegevens toelaat. Mocht dat onverhoopt onvoldoende het geval zijn, dan kan vermoedelijk de WSRT verwerking als *site-specific software* binnen de AIPS++ structuur worden gebouwd. Het is onwaarschijnlijk en in ieder geval zeer ongewenst dat de *design-review* zal uitmonden in het opbreken van het consortium.

Teneinde met het ontwerp ook in Nederland efficiënt aan het werk te kunnen zijn een viertal Sun werkstations als ontwikkelcomputers aangeschaft. Sun is nu gekozen om een ontwikkel omgeving te hebben die compatibel is met die van NRAO. Uiteindelijk moet AIPS++ uiteraard op velerlei computers kunnen werken.

2.3.3 Onderhoud systemen en programmatuur

2.3.3.1 Westerbork computers (systeembeheer: Grit, Kramer)

De installatie van een nieuwe schijf, die zowel toegankelijk is voor de gegevens-acquisitie (A) processor als voor de off-line en monitor (B) processor maakte het nodig een nieuwe versie van de besturings- en monitor-programmatuur in gebruik te nemen. Het in gebruik nemen van een nieuwe UT-klok vereiste het opnieuw genereren van het RTE bedrijfssysteem.

2.3.3.2 Dwingeloo computers (systeembeheer: Spoelstra, Lem, Stuurwold)

- **Microvax-cluster:** De uitrusting, in juni, van RZMVX5 met 8 Mbytes extra geheugen heeft van deze machine, die oorspronkelijk alleen als *I/O server* was bedoeld, een volwaardige computer gemaakt. Ook zijn alle schijven rechtstreeks in plaats van via Ethernet voor alle leden van de cluster toegankelijk gemaakt. Dit heeft als groot voordeel dat vrijwel altijd een deel van het systeem voor gebruik beschikbaar blijft, ook als één van de leden van de cluster niet

gebruikt kan worden wegens systeemwerk of onderhoud. Bovendien is de belasting nu zodanig over RZMVX4 en RZMVX5 verdeeld dat hinderlijke traagheid van het systeem niet meer optreedt. De Surf-microvax is in het najaar ook in de cluster opgenomen.

- **Alliant:** In de zomer is de schijfruimte uitgebreid met 1.5 Gbytes. Bovendien is een DAT-tape recorder aan een *Small Computer Standard Interface* (SCSI) aangesloten. Een DAT-tape heeft als *backup*-medium een capaciteit van ongeveer 1.2 Gbytes. In december is versie 5.7 van het bedrijfsysteem Concentrix geïnstalleerd.

- **DECstation 3100:** Stuurwold heeft het systeembeheer van dit en andere werkstations op zich genomen. In december vond een *upgrade* naar versie 4.1 plaats van ULTRIX WS en DECnet ULTRIX en één van FORTRAN naar versie 3.0.

- **SUN werkstations:** De vier, in eerste instantie, voor de ontwikkeling van AIPS++ (zie 2.3.2.5) aangeschafte werkstations zijn geïnstalleerd in november. Het Ethernet netwerk in het gebouw is aanzienlijk uitgebreid om aansluiting op een aantal werkkamers mogelijk te maken.

2.3.3.3 Westerbork real-time en off-line programmatuur (Van Someren Gréve, Grit, Kramer)

In de loop van het jaar zijn wijzigingen aangebracht aan een groot aantal programma's en onderdelen daarvan. Enkele voorbeelden daarvan zijn: een correctie van de berekening van de differentiële precessie, nutatie en aberratie, die, naar nu bleek, al vele jaren een factor twee te klein was geweest; verbetering van de efficiëntie van de communicatie tussen de A-processor en de telescoop-computer; vele verbeteringen aan de specificatie- en monitor-mogelijkheden; uitbreidingen en verfijningen ten behoeve van het doen van *mosaic* metingen.

2.3.3.4 WSRT standaard archivering en reductie (Vosmeijer)

Aan de programmatuur van de routine standaard reductie wordt uitsluitend het uiterst noodzakelijke onderhoudswerk gedaan. Dit betrof dit jaar vooral enkele aanpassingen, nodig om veranderingen in de magneetband indeling op te vangen. Wijzigingen zijn ook aangebracht om voor *mosaic* metingen ieder roosterpunt in plaats van alleen het centrum van het rooster op te nemen in de waarneemcatalogus. Dit om te zorgen dat in de catalogus op zinvolle wijze gezocht kan worden. Het reeds bestaande programma om hemelposities van WSRT

waarnemingen te plotten is zodanig veranderd dat het gebruik maakt van ARCQUERY (zie o.a. 2.3.4.1) voor de selectie van waarnemingen.

Teneinde de operatie van het overschrijven van het WSRT archief, dat op meer dan 2000, aan veroudering onderhevige, magneetbanden stond naar optische schijven betrouwbaar en controleerbaar te laten verlopen, is een aanzienlijke hoeveelheid programmatuur ontwikkeld. Dit behelst niet alleen intelligente programma's voor het kopiëren, die ook de mogelijkheid hebben fouten automatisch of handmatig te corrigeren, maar ook programma's om de catalogus van waarnemingen zodanig aan te passen dat de verwijzing naar volume en label van het opslagmedium wordt gewijzigd, met behoud van de verwijzing naar de oude tape omdat in het verleden de administratie van de calibratie op papier daarop was gebaseerd. In de laatste maanden van het jaar is begonnen ook versies van deze programma's te maken die kunnen dienen om het deel van het archief van vóór 1979, dat nog in Leiden wordt bewaard en dat op een andere manier op tape is geschreven, ook te kunnen kopiëren.

2.3.3.5 Geïmporteerde programmatuur

- **AIPS en Caltech VLBI (Foley):** Van beide systemen is in de loop van het jaar een nieuwe versie geïnstalleerd, VLBI op de VAX-cluster, AIPS op de Alliant en het DECstation.

- **Postadministratie (Van Diepen):** In het eerste kwartaal is door de afdeling Algemene Zaken een proef genomen met een postadministratie pakket. Aanpassingen van de software, het oplossen van probleempjes en de algemene begeleiding was in handen van Van Diepen. Na evaluatie is besloten het pakket niet aan te schaffen. Wel is het met behulp van een stagiaire ontwikkelde bibliotheek administratie programma (zie COSAM) zodanig aangepast dat daarmee een simpele postadministratie kan worden uitgevoerd.

2.3.4 Brits-Nederlandse projecten en taken

2.3.4.1 Archivering van gegevens van UK-NL telescopen (Van Diepen, Raimond)

- **La Palma archief:** In augustus is dit project, waaraan ongeveer negen manjaren zijn besteed, afgerond met de aflevering van het laatste deel van de programmatuur. Een belangrijk onderdeel daarvan was de implementatie van indexering van door de archiefbeheerder te kiezen velden in de waarneemcatalogus. Het zoeken op veel gebruikte

catalogus velden is door de indexering aanzienlijk versneld. De mogelijkheden om verzoeken tot wijziging van de inhoud van de catalogus in te dienen zijn uitgebreid en er zijn een aantal details in de vooral door de archiefbeheerder gebruikte programmatuur gewijzigd om het toestaan en uitvoeren van verzoeken om gegevens ook in gedeelten mogelijk te maken (aanvankelijk waren de opties alles of niets). Tenslotte is een file met instituutsnamen en adressen toegevoegd aan de gebruikersadministratie.

Nog niet gereed is een nieuwe versie van de gebruikers handleiding. De programmatuur is afgeleverd met een garantie-periode van een jaar en een afspraak voor ondersteuning gedurende een periode van achttien maanden.

Een copie van de La Palma waarnemingscatalogus is op de VAX-cluster in Dwingeloo geïnstalleerd naast de WSRT catalogus en een aantal algemene sterrenkundige catalogi (AGK3, CSI, GB6cm, IRAS). Alle catalogi zijn via SURFnet en het programma ARCQUERY toegankelijk voor gebruik; verzoeken om La Palma gegevens worden automatisch doorgegeven aan de RGO archiefbeheerder.

• **Archief van JCMT en UKIRT:** De door Clive Davenhall van het ROE, in samenwerking met ons, uitgevoerde aanpassing van de La Palma archiefsoftware om deze geschikt te maken voor een archief van de telescopen op Hawaï, is ook in de loop van dit jaar gereed gekomen. Hiermee is ook dit, veel kleinere (0,5 manjaar), contract succesvol beëindigd.

2.3.4.2 Software voor Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer voor de JCMT (Van Someren Gréve)

De eerste twee maanden van het jaar zijn besteed aan het schrijven van alle codes voor de DAS D-taak en voor de hulp-programmatuur. Een plotprogramma werd geschreven als testgereedschap. Ook werden, gedeeltelijk in samenwerking met John Lightfoot van het ROE, een aantal ICL (*Interface Command Language*) procedures ontworpen om met de D-taak te kunnen communiceren.

In de periode april tot september werd de programmatuur grondig getest, aanvankelijk uitsluitend met *dummy-data* omdat de *interface* routines, die met de DAS zelf communiceren, nog niet gereed waren. Tijdens een bezoek van drie weken aan Hawaï werd de DAS software daar geïnstalleerd en, voor zover mogelijk, getest met de rest van de JCMT software. Een demonstratie voor de JAC computergroep en de

astronomen was zeer nuttig om alvast enige bekendheid met het systeem te bewerkstelligen. Ook werden afspraken gemaakt over het invullen van details van het programmatuur pakket. Deze betroffen onder meer de wijze van specificatie van de frequenties van de subsystemen van de DAS.

De correlator is in oktober naar Hawaï verscheept en in december is Van Someren Gréve voor een periode van ongeveer drie maanden daar op bezoek geweest. De *commissioning* van het instrument en de software heeft in december gedeeltelijk plaatsgehad in het laboratorium op zee-niveau en zou in januari worden vervolgd met tests op de telescoop in combinatie met de JCMT ontvangers.

2.3.4.3 Detacheringen La Palma

- **Van der Velde:** Verreweg het grootste deel van de tijd is besteed aan het beheer van de ING VAX-cluster bestaande uit een VAX 8300, een Microvax 3600, een Microvax 4000-200 en VAXstation 2000 en drie VAXstations 3100. Het beheer van twee Microvaxen in het kantoor in Santa Cruz kostte veel minder tijd. Het installeren van allerlei softwaresystemen is uiteraard deel van de taak. Veel tijd voor het oplossen van problemen met de operationele besturings en gegevens-acquisitie programmatuur blijft er niet over. Van der Velde is in het eerste kwartaal naar twee cursussen geweest bij Digital in Nieuwegein. De verantwoordelijkheden als *fire-officer* en vijftig maal als *duty-officer* kostten uiteraard ook tijd en aandacht.

- **Stuurwold:** Tot juni 1991 was hij nog leider van de groep van drie computertechnici. Veel tijd is besteed aan de Perkin-Elmer computers waarvoor geen onderhoudscontract is op La Palma. Omdat deze computers vrij dikwijls problemen vertonen bij hoge temperatuur zijn voorbereidingen getroffen voor een systeem waarbij ze worden uitgeschakeld bij het overschrijden van een bepaalde grens. Ook is, na een aanzienlijke hoeveelheid moeite, een verbinding tot stand gebracht tussen de computers op de berg en die in het kantoor op zee-niveau. Ook Stuurwold is regelmatig (25 keer) *duty-officer* geweest.

2.3.4.4 Coördinatie Nederlandse menskracht voor de La Palma en Hawaï sterrenwachten (Raimond)

Het zoeken naar een opvolger voor de in maart vertrekkende *support-astronoom*, René Rutten, heeft in het eerste kwartaal succes gehad. Tom Oosterloo, in een vergelijkbare positie werkzaam bij ESO, heeft in juni de positie overgenomen. Helaas besloot hij tegen het

eind van het jaar dat hij om persoonlijke redenen reeds in het voorjaar van 1992 weer wil vertrekken. Na een wervingscampagne is de vacature door Stuurwold achtergelaten, in december vervuld met de aanstelling van Charles Benneker als elektronisch technicus. Een aantal mensen, wier aanstelling nominaal tot de zomer van 1991 liep, besloten nog enige tijd te blijven. In de *ING Programme and Coordinating Committee* vond regelmatig overleg plaats.

De vervulling van de positie achtergelaten door de microgolf ingenieur, die in de zomer de dienst van ASTRON heeft verlaten, is reden geweest om te overleggen met alle vakgroepen over mogelijke kandidaten voor uitzending. Tenslotte is in overleg met de JCMT *management* besloten om op Nederlandse kosten iemand in Hawaï lokaal aan te trekken.

2.3.5 Operationele taken

2.3.5.1 Standaard archivering, calibratie en reductie (Foley, Moorrees, Boesenkool)

De hoeveelheid werk voor de reductiegroep is sterk afhankelijk van de soort waarnemingen die in Westerbork worden gedaan. In het algemeen worden de continuüm metingen en vooral die op de lange golflengten, 50 en 92 cm, door de onderzoekers zelf gereduceerd met redundantie en zelfcalibratie technieken. De reductiegroep archiveert deze metingen alleen. Aan de andere kant kosten 21-cm lijn waarnemingen de reductiegroep zeer veel tijd omdat er veel kanalen te calibreren en te inspecteren zijn.

In het eerste kwartaal van 1991 waren er vooral 92-cm waarnemingen, voor een groot deel *mosaic* metingen voor het WENSS projekt. Het derde kwartaal werden vooral 21-cm waarnemingen gedaan; er was één projekt met een groot aantal korte metingen van sterrenstelsels op verschillende roodverschuivingen, en dus op verschillende frequenties. Omdat iedere frequentie apart gecalibreerd moet worden was het aantal calibratiegroepen toen zeer groot. Tabel 2.3.1 geeft een overzicht per kwartaal van het aantal verwerkte calibratiegroepen en van het aantal naar de universiteiten verstuurde metingen (in equivalenten van 12 uur). Hierbij moet worden aangetekend dat alle WENSS metingen en een aantal van de andere 92-cm metingen rechtstreeks vanuit het archief worden verwerkt, zodat ze niet als "geëxporteerd" in de tabel voorkomen.

Tabel 2.3.1 Productie reductiegroep

	91-01	91-02	91-03	91-04
<i>Aantal calibratie groepen</i>				
Standaard verwerking	21	30	64	90
Archivering alleen	25	13	8	2
Basislijn/Flux bepalingen	4	1	3	2
Tests, etc.	4	4	5	8
<i>Export naar universiteiten (12h equivalenten)</i>				
Standaard correctie	32	11	51	48
Copiëren alleen	4	0	1	0

Het overschrijven van het WSRT gegevens archief van magnetische band naar optische schijf is dit jaar goed op gang gekomen. Hiervoor is een speciaal programma geschreven (zie 2.3.3.4) dat de van aan veroudering onderhevige tape gelezen metingen eerst op magnetische schijf zet en ze pas naar de, niet uitwissbare, optische schijf schrijft, als er geen problemen met de indeling of met de gegevens zijn gevonden, of als deze zijn opgelost. Begonnen is met een jonge serie banden (< 3 jaar oud) en vervolgens is verder terug gegaan. Geregeld worden ter controle enkele metingen gereduceerd vanaf de oorspronkelijke band en vanaf de optische schijf. Tegelijk zijn de oudste banden eerst voor een schoonmaakbeurt naar het CRI in Leiden gestuurd. Tegen het einde van het jaar waren ruim 800 van de 2200 magneetbanden gecopiëerd. In de loop van 1992 zal alles klaar zijn. Daarna moeten de nog steeds in Leiden bewaarde archieftapes van de periode 1969-1979 nog overgeschreven worden. De operatie zal leiden tot volledig betrouwbare opslag van het archief.

2.3.5.2 Verwerking in Groningen en Leiden (Coolen, Weerstra)

In Groningen heeft Coolen, naast het voorbereiden en draaien van ongeveer 500 kaartmaak jobs op de Alliant, gelegenheid gevonden programmatuur te schrijven die het de gebruikers gemakkelijker maakt hun opdrachten te specificeren. Het gebruik hiervan voorkomt een aantal veel gemaakte vergissingen. In de loop van het jaar is de

door Brouw ontwikkelde N-serie programma's (zie 2.3.2.4) geïnstalleerd en in gebruik genomen.

In Leiden heeft Weerstra naast het normale werk ook veel aandacht besteed aan het begeleiden en controleren van de schoonmaakoperatie van Dwingeloose magneetbanden (zie 2.3.5.1). Ook heeft hij voorbereidingen getroffen voor het verhuizen van het Leidse deel van het WSRT archief, dat deels uit tapes en deels uit de begeleidende documentatie van de reductie bestaat.

2.3.5.3 Assistentie en begeleiding waarnemingen

- **WSRT (Van Someren Gréve, Grit, Kramer):** Veel van de normale assistentie bij de WSRT waarnemingen is incidenteel. Zo nu en dan zijn er echter problemen, die niet snel zijn op te lossen. Interferometer- en polarisatie afhankelijke phase-fouten in de gegevens van redundante DXB configuraties met 8 frequentiepunten vereiste het schrijven van enkele speciale routines voor het opsporen van de oorzaak.

- **Dwingeloo telescoop (Moorrees):** Dagelijks wordt toezicht gehouden op het functioneren van telescoop en ontvangers en op de voortgang van het waarneemprogramma.

2.3.5.4 Coördinatie VLBI waarnemingen (Foley)

Ten tijde van het opvlammen van Cyg X-3 werden twee dagen VLBI waarnemingen ad-hoc ingelast in het waarneemschema. Verder waren er nog vier reguliere VLBI perioden met een totale lengte van zeven weken op verschillende golflengten (92, 6 en 18 cm). Zie ook tabel TECHRO in het verslag van de telescoopgroep Westerbork.

2.3.6 Technisch en wetenschappelijk onderzoek

- **Troposfeer en ionosfeer invloeden (Spoelstra):** In het derde kwartaal is gewerkt aan een overzichtsartikel over de effecten van de troposfeer en de ionosfeer op radio-interferometrie. Tijdens een bezoek aan China zijn scintillatie-effecten bestudeerd.

- **EURO16 (Braun, de Bruyn, Noordam):** Als bijdrage aan de nationale discussie over de toekomst van de Nederlandse astronomie is een voorstel gemaakt voor een netwerk van 16 relatief "goedkope" radio telescopen, elk met een diameter van 100 meter, en een maximum basislijn van 20 km. Dit instrument is geoptimaliseerd voor de studie van neutrale waterstof bij hoge rood-verschuiving, maar is ook geschikt voor andere belangrijke toepassingen zoals de studie

van (milli-sec) pulsars. De voorlopige naam, EURO16, staat voor *Early Universe Radio Observatory, 16 telescopes*.

- **Optische interferometrie in de ruimte (Noordam):** Als lid van verschillende ESA commissies werden mogelijkheden voor optische interferometrie onderzocht. Er is zowel onderzoek gedaan naar mogelijkheden voor een interferometer voor optische en sub-mm golflengten op de maan als naar die voor ruimte-interferometrie. Het onderzoek is nog in een zeer verkennend stadium.

2.3.7 Organisatie en externe taken

- **IAU General Assembly 1994, Den Haag (Raimond):** Het voorzitterschap van het lokale organisatie comité heeft dit jaar nog weinig tijd gevergd. De activiteiten zijn beperkt gebleven tot enkele vergaderingen en besprekingen met het congresbureau, het bijstellen van de voorlopige begroting, en een bezoek aan het ministerie van O&W. Tijdens de Assembly in Buenos Aires is intensief overleg geweest met de General Secretary en met enkele leden van het Executive Committee van de Unie over een radicale verandering van de programmering van de volgende Assembly.

- **Storing in het radiospectrum (Spoelstra):** De voorbereidingen voor de WARC 1992, de conferentie waarop beslissingen vallen over een herverdeling van een deel van het radiospectrum, hebben de vertegenwoordigers van de Nederlandse radio astronomie zeer veel tijd en aandacht gekost.

- **Expertise Centrum Astronomische Beeldverwerking (Raimond):** Ongeveer halverwege de periode van opbouw van dit projekt, beginnen de mogelijkheden voor de gebruikers zichtbaar te worden. Zo is nu de toegang tot de database van de ruwe IRAS gegevens en de software die daarvan infrarood beelden van stukken hemel maakt over het netwerk beschikbaar. Veel aandacht zal in 1992 en 1993 besteed worden aan documentatie.

- **ESIS Astronomical Database Working Group (Raimond):** De oorspronkelijk informele werkgroep is dit jaar in afgeslankte vorm benoemd tot een ESA commissie, die het *European Space Information System* projekt moet helpen begeleiden. Tijdens de eerste bijeenkomst in de nieuwe vorm heeft de ADWG zijn ernstige bezorgdheid geuit over de manier van implementeren van de *pilot-phase* van het projekt.

Tabel 2.3.2 Computergroep mankracht in 1991
Use of the computer group's manpower in 1991

	(mensjaren)	
Programmatuur ontwikkeling		3.52
Westerbork	0.99	
WSRT real-time besturing/bewaking	0.38	
WSRT off-line gegevensverwerking	0.61	
Dwingeloo	2.53	
Infrastructuur: DWARF	0.12	
WSRT calibratie/correctie	1.55	
WSRT gegevens analyse	0.84	
andere programmatuur	0.02	
Onderhoud programmatuur en systemen		2.79
Westerbork	0.17	
Bedrijfssystemen en hardware	0.07	
Real-time en off-line programmatuur	0.10	
Dwingeloo	2.62	
Bedrijfssystemen en hardware	1.26	
Infrastructuur: DWARF	0.36	
WSRT gegevensverwerking en analyse	0.80	
Dwingeloo telescoop	0.01	
externe pakketten (AIPS, IRAF, etc.)	0.19	
UK/NL projecten en taken		2.67
La Palma/Hawāi archief	0.50	
DAS D-task voor JCMT	0.57	
Detachering La Palma	1.51	
Coördinatie UK/NL mankracht	0.09	
Operationele taken		3.71
Verwerking WSRT gegevens	2.82	
Assistentie WSRT waarnemingen	0.03	
Coördinatie VLBI waarnemingen	0.18	
Waarnemingen Dwingeloo telescoop	0.20	
Assistentie gebruikers	0.48	
Onderzoek en studie		1.24
Studie/literatuur/conferenties	0.86	
Technisch & Wetenschappelijk onderzoek	0.38	
Organisatie en externe functies		1.69
Management computergroep & ASTRON	0.76	
Dienstcommissie	0.14	
Contact universiteiten	0.20	
Organisatie IAU General Assembly 1994	0.06	
Storing in radio spectrum	0.11	
Expertise Centrum (projekt management)	0.09	
Diversen, (inter)nationale commissies	0.33	
Verlof, ziekte		3.38
Verlof	2.16	
Ziekte	1.22	
Totaal aantal mensjaren (total number of manyears):		19.00

2.4 Astronomengroep

2.4.1 Algemeen

In de loop van dit jaar heeft een aantal wijzigingen in de samenstelling van de groep plaatsgevonden. Het deeltijd dienstverband van Lowell Tacconi-Garman eindigde op 1 juli. In oktober verliet Linda Tacconi-Garman ook de dienst van ASTRON. Linda en Lowell hadden allebei posities aanvaard bij het Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching bei München. In het voorjaar is al begonnen met de selectie van een opvolger voor de vrijgekomen positie. Uiteindelijk heeft de Selectie- en Begeleidingscommissie van de Astronomengroep besloten om Dr. Ashok Singal te benoemen, en hij heeft in november zijn opwachting in Dwingeloo gemaakt. De heer Singal deed zijn promotieonderzoek in Ooty, India, en had daarna een aanstelling bij de universiteit in Bonn, Duitsland.

Vanaf 1 maart heeft Richard Schilizzi een aanstelling als Oort bijzonder hoogleraar in de interferometrie gekregen aan de Rijksuniversiteit te Leiden. Hij is in dit verband 1 dag per week werkzaam bij de Leidse Sterrewacht.

In de zomer hebben drie studenten deelgenomen aan het jaarlijks onderzoek programma (zie sectie 8.9), één uit de V.S., één uit Canada en één uit Italië. Ze hebben gewerkt aan waarnemingen gedaan met de WSRT, de JCMT en VLBI.

Naast de zomerstudenten, zijn ook een aantal studenten en promovendi begeleid door leden van de groep. De Bruyn trad op als co-promotor van M. Wieringa (Leiden), wiens promotie plaats vond in juni. Daarnaast was hij ook begeleider van D. Sybring (Groningen) en M. Verheyen (Leiden). In het kader van het WENSS projekt, is Yuan Tang voor een jaar aangesteld in Dwingeloo, terwijl M. Bremer (Leiden) als TWAIO ook aan het projekt werkt, allebei onder begeleiding van De Bruyn. De promotie van J. Hooimeyer heeft plaatsgevonden in mei, met Schilizzi als co-promotor. Schilizzi en De Bruyn waren samen verantwoordelijk voor de begeleiding van A. Jongeneelen (Leiden) die echter heeft besloten zijn deelname aan het projekt inzake VLBI astrometrie te beëindigen na afloop van zijn dienstverband met ASTRON.

2.4.2 Dienstverlenende taken

Preprints en reprints

De produktie en distributie van preprints en reprints is de verantwoordelijkheid van De Bruyn. In 1991 verscheen maar een enkele preprint. Omdat steeds meer instituten een eigen preprint systeem hebben ingesteld, is gebruik van de ASTRON preprints sterk gedaald. Er is geen nieuwe reprint lijst samengesteld tijdens het afgelopen jaar; dit gebeurde pas aan het begin van 1992.

Preprints en boeken in de bibliotheek

In de bibliotheek liggen gedurende enkele weken nieuwe preprints van andere instituten. Linda Tacconi-Garman (in de tweede helft van het jaar opgevolgd door Trish Henning) was verantwoordelijk voor het opstellen en beheer van dit systeem. Dit houdt in dat binnengekomen preprints wekelijks worden geplaatst op een van de display rekken, terwijl de oudere reprints een andere plaats krijgen na sortering naar onderwerp.

Henning coördineert, na het raadplegen van andere leden van de groep, de aanschaf van nieuwe astronomische boeken voor de bibliotheek.

WSRT steun

De Bruyn heeft een aantal radiopracticum studenten begeleid tijdens hun verblijf in Dwingeloo. Hij heeft ook een paar buitenlandse bezoekers geassisteerd bij het reduceren van WSRT gegevens met de nieuwe N-serie programma's. In samenwerking met Wim Brouw heeft De Bruyn een aantal door Brouw geschreven N-serie programma's getest om fouten te verwijderen.

Diversen

Lowell Tacconi-Garman heeft MONGO software geschreven waarmee het mogelijk is om plots met grijsschalen te produceren op een recentelijk aangeschaft PostScript printer. De nieuwe software stelt de gebruiker ook in staat om de gemaakte plot te combineren met tekst. De mogelijkheden zijn gedocumenteerd in een korte handleiding.

De Bruyn heeft als redactielid gewerkt aan de 4e ASTRON Newsletter. Strom heeft, samen met Van Someren Gréve, een stuk over pulsarmetingen met de WSRT geschreven voor dezelfde Newsletter.

2.4.3 Toekomstige projecten

Strom is projekt scientist voor het multi-frequency frontend (MFFE) projekt. Hij heeft o.a. een notitie geschreven over het feit dat het niet nodig is om circulaire polarisatie te produceren in de frontends zelf. Hij heeft ook de wenselijkheid onderzocht van gekoelde versterkers voor de lage frequentie band (zgn. UHF-low).

In een verwant projekt, heeft De Bruyn de leiding bij het onderzoeken van de storingsproblematiek op lage frequenties. Monitor gegevens worden verzameld met een speciale ontvanger in Westerbork. Hieruit zal een statistisch overzicht gemaakt moeten worden, met geijkte sterktes.

De inspanningen van Schilizzi en andere Europese radiosterrenkundigen t.b.v. een radiotelescoop in de ruimte voor VLBI, het IVS projekt (International VLBI Satellite), hebben geen positief resultaat geboekt. Het had een samenwerking moeten zijn tussen ESA en de Sovjet Unie, met o.a. een 20 m spiegel voor VLBI waarnemingen, maar was niet gekozen voor een Fase A studie. De hoop is dat na de lancering van de Russische (RadioAstron) en Japanse (VSOP) VLBI satellieten, een nieuw voorstel voor een tweede generatie instrument ingediend kan worden.

Het werk aan de 5 GHz ontvanger voor het RadioAstron projekt werd voortgezet. Het Engineering Model, gebouwd in samenwerking met het MPIfR in Bonn, was aan het eind van het jaar bijna gereed. Twee vluchtmodellen moeten nog geproduceerd worden.

Schilizzi heeft vrij veel energie gestopt in het beoogde EVN gegevensverwerkingcentrum. Er is nu een toezegging van de Nederlandse regering van Mfl 12 voor o.a. een gebouw voor het centrum, als de EG fondsen ook beschikbaar worden gesteld. Er zijn ook contacten geweest tussen de Ministers van de deelnemende Europese landen over het projekt, en hopelijk zal men in de loop van 1992 overeenstemming kunnen bereiken over de hoogte van de contributie van ieder land.

2.5 Algemene Zaken

2.5.1 Algemeen

De afdeling Algemene Zaken (AZ) vervult een dienstverlenende taak binnen de stichting op het terrein van personeelszaken, inkoop- en financiële administratie, secretariële ondersteuning, begeleiding van medewerkers die in het kader van de UK/NL samenwerking op La Palma of Hawaï zijn gestationeerd, kantine/huishoudelijke service verlening en het onderhoud van gebouwen en terreinen. Daarnaast verzorgt AZ de beleidsondersteunende en uitvoerende werkzaamheden voor het Bestuur, Raad van Advies en Management Team.

In juli werd door het Bestuur een reorganisatie van de stichting aangekondigd, waarbij o.a. de afdelingsstructuur vanaf 1 maart 1992 ingrijpend zal veranderen. De afdeling AZ zal dan verdwijnen en opgaan in de nieuwe afdeling Beheer, Organisatie en Astronomie. De aangekondigde reorganisatie heeft vanaf juli weer extra werk met zich meegebracht voor de sectie personeelszaken.

De commissie van buitenlandse adviseurs in op 2, 3 en 4 september te Dwingeloo en Westerbork op bezoek geweest om kennis te nemen van de werkzaamheden die de stichting de afgelopen drie jaren heeft uitgevoerd en van de plannen die de stichting voor de toekomst heeft ontwikkeld. Voor de afdeling AZ bracht dit bezoek een extra inspanning met zich mee in de vorm van de produktie van documentatie door het secretariaat en de logistieke organisatie door de algemene dienst.

Op 4 oktober is het nieuwe ASTRON/NWO uitzendreglement officieel vastgesteld. Dit reglement beschrijft de vergoedingen van kosten die voortkomen uit detacheringen van medewerkers in het buitenland in het kader van de Brits-Nederlandse samenwerking op La Palma en de Brits-Canadees-Nederlandse samenwerking op Hawaï. De voorbereidingen en onderhandelingen die aan de totstandkoming van dit reglement zijn vooraf gegaan hebben in totaal twee jaar in beslag genomen.

De afdeling kende in 1991 één mutatie in de personele bezetting, namelijk het vertrek van Mw. M.I.F. Berkel per 1 december. Zij was administratief medewerkster bij het secretariaat.

2.5.2 Personeelszaken

In de eerste drie maanden van het jaar vond de selectie van een nieuwe algemeen directeur plaats. De werkwijze van de selectiecommissie is beschreven in paragraaf 1.1 van dit jaarverslag. Vanaf juli vormde de voorgenomen reorganisatie, en met name de betrokkenheid van de personeelsfunktionaris bij het opstellen van het sociaal plan, het verstrekken van informatie aan het personeel, het beschrijven van alle nieuwe functies in de vorm van functie-informatie-formulieren (fif's) en de voorbereidingen voor de plaatsingsgesprekken met alle medewerkers, de hoofdmoot van activiteiten bij personeelszaken.

Het Instituut van de stichting had per 31 december 1991 111 medewerkers met een totale bezetting van 106 fte's (full time equivalents). Er werden in 1991 in totaal 7 nieuwe medewerkers aangesteld, terwijl 5 medewerkers zijn vertrokken. Op 4 november is de heer Dick Hoogenraad plotseling overleden nadat hij eerder in het jaar voorspoedig hersteld was van een zware operatie. Hij vervulde de functie van ontwikkelende electronicus en publieksvoorlichter.

Het ziekteverzuim bedroeg in 1991 6,2% (was 3,6% in 1990). De stijging in 1991 is in belangrijke mate veroorzaakt door enkele gevallen van langdurige ziekte.

2.5.3 Financiële zaken

De inkomsten van ASTRON worden gevormd door subsidies die worden verstrekt door NWO. In 1991 werd een gewoon subsidie van kfl. 11.900 ontvangen en een investeringssubsidie van kfl. 5.950, waarvan kfl. 1.750 in het kader van het Intentioneel Apparatuur Schema. In de loop van het jaar is het gewoon subsidie verhoogd met kfl. 335 in verband met een algemene verhoging van de personeelskosten per 1 april (met name een salarisverhoging voor het personeel). Ten behoeve van het sterrenkundige onderzoek aan de universiteiten werd verder een subsidie van kfl. 350 ontvangen in het kader van de prioriteiten regeerakkoord.

De bestedingen van de subsidies zijn samengevat in appendix A van dit jaarverslag.

Het subsidie in het kader van de prioriteiten regeerakkoord is besteed voor de aanschaf van een deel van een computergestuurde freesbank voor de Kapteyn Sterrenwacht Werkgroep te Roden en voor de aanschaf van werkstations voor de sterrenkundige vakgroepen aan de RUG, RUL en de RUU.

2.5.4 Beheer Radiosterrenwacht Dwingeloo

Gebouwen

Naast het gebruikelijke onderhoudswerk aan de gebouwen is extra aandacht besteed aan het dak op de "oudbouw". Ondanks veel kleine reparaties aan de dakbedekking op de zogenaamde "oudbouw" traden nog regelmatig lekkages op in diverse ruimten. Omdat het dak voorzien is van een laag kunststof op de oude dakbedekking is de plaats van lekkage moeilijk op te sporen.

Losse stukken van deze kunststoflaag komen via de afvoergoten in de centrale pompput van het rioleringssysteem terecht en veroorzaken storingen aan deze pomp, waardoor problemen ontstaan met de afvoer van de verschillende toiletgroepen in de gebouwen.

Het zuid-west gedeelte van het dak van de nieuwbouw is in mei van dit jaar voorzien van een nieuwe dakbedekking. De oude dakbedekking vertoonde krimpseuren op de lasnaden, die de oorzaak waren van lekkage in enkele werkkamers. Na deze reparatie is de bliksembeveiligingsinstallatie opnieuw aangebracht en is de totale installatie gecontroleerd. In het zogenaamde trafo-huisje is een overslagbeveiliging aangebracht tegen inductieschade van blikseminslag.

Het zonnehuis is in een dermate slechte conditie dat de aangepaste ruimte voor het RadioAstron projekt eind 1991 buiten gebruik is gesteld en een plaats heeft gekregen in de zogenaamde oudbouw.

Door een nijpend tekort aan laboratoriumruimte zijn twee kantoor kamers ontruimd en is een tijdelijke oplossing gevonden door het plaatsen van een zogenaamde Multicab naast de kantine, waarin 4 medewerkers een redelijk onderkomen hebben. Begin 1992 zal de montage ruimte van het Multi Frequeny Frontend in de vrijgekomen kantoor ruimten worden ingericht.

Dienst- en Stichtingswoningen

Alle woningen verkeren in goede staat; de Stichtingswoning in Dwingeloo, Achter de Hoven 3, is evenals in de vorige jaren weer verhuurd aan een tijdelijke buitenlandse werknemer met zijn gezin.

Gastenverblijf

Het gebruik van de gastenkamers is iets toegenomen. Gedurende de zomerperiode zijn alle gastenkamers ca. drie maanden in gebruik geweest door de buitenlandse zomerstudenten.

Dienstauto's

De dienstbus Renault Trafic heeft dit jaar 27455 km afgelegd (in 1990 was dit 27910). De Renault 21 legde 33339 km af (in 1990: 30928 km).

De Fiat Fiorino is eind maart 1991 vervangen door een Renault-Express. Samen waren beide voertuigen goed voor 12094 km (in 1990: 10390 km).

Alle voertuigen hebben schadevrij gereden.

2.5.5 Publieksvoorlichting

De instituutsvestigingen te Westerbork en Dwingeloo hebben ook dit jaar weer voorlichting gegeven aan een breed publiek van belangstellenden. Een belangrijk deel van dat publiek bestond uit vakantiegangers die in de zomermaanden een tijd in Drenthe doorbrengen en zich via de plaatselijke VVV hebben aangemeld voor een rondleiding op één van de radiosterrenwachten of te Dwingeloo bij de telescoop kwamen kijken om de woensdagmiddagen. Te Dwingeloo kon op de woensdagmiddagen in de zomermaanden tevens gekeken en geluisterd worden naar een interessante diaserie over de sterrenkunde. De publieksvoorlichting werd jarenlang verzorgd door Dick Hoogenraad. Zijn plotselinge overleden op 4 november heeft iedereen binnen de stichting met droefheid geslagen.

2.5.6 Personeelsreis

Op 11, 12 en 13 september is een personeelsreis georganiseerd naar Cambridge, UK, waar het merendeel van het personeel met hun partner aan deelgenomen hebben. Diverse oud-medewerkers en hun partners waren eveneens van de partij. Het was een zeer geslaagde reis met twee bussen en overnachtingen op de boot waarbij bezoeken werden gebracht aan RGO en MRAO in Cambridge, de stad Cambridge en, op de terugweg naar huis, aan het Omniversum te Den Haag. De succesvolle organisatie van de reis was in handen van Dick Hoogenraad.

3 Brits-Nederlandse samenwerking in astronomisch onderzoek

3.1 Inleiding

In het ASTRON jaarverslag van 1990 is een beschrijving gegeven van de organisatorische en bestuurlijke aspecten van de Brits-Nederlandse samenwerking op het gebied van de astronomie. De samenwerking heeft betrekking op de drie optische telescopen van de Isaac Newton Group (ING) van het Observatorio del Roque de los Muchachos op het Canarische Eiland La Palma. Daarnaast is er de Brits-Canadees-Nederlandse samenwerking aangaande de James Clerk Maxwell Telescoop (JCMT) op Hawaï. De JCMT is een telescoop die geoptimaliseerd is voor ontvangst van radiostraling van (sub) millimeter golflengte uit het heelal.

Dit jaar zullen de ING en JCMT ieder ook een eigen jaarverslag uitbrengen waarin wordt gerapporteerd over de exploitatie van de telescopen, over vernieuwingen in de instrumentatie, over de toegekende en uitgevoerde waarneemprogramma's, over de hoogtepunten van de onderzoeksresultaten en over personele, financiële en bestuurlijke aangelegenheden. In vermelde jaarverslagen is een lijst van publikaties opgenomen die betrekking heeft op onderzoek dat met betreffende telescopen is uitgevoerd. De lijst vermeldt de publikaties die (mede) tot stand zijn gekomen met een inspanning van auteurs die op een instituut in Nederland werkzaam zijn.

Wat betreft de Nederlandse bijdragen aan het instrumentatie programma voor de ING en de JCMT zijn er in 1991 drie belangrijke mijlpalen bereikt. Deze zijn: (1) de Utrecht Echelle Spectrograaf (UES) en de bijbehorende acquisition and guiding (A&G) faciliteiten kwamen vroeg in het voorjaar gereed en werden verscheept naar La Palma en vervolgens geïnstalleerd op de William Herschel Telescoop (WHT); (2) de computerprogrammatuur voor het La Palma archief werd voltooid; (3) de constructie van de Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS) werd in november voltooid waarna het instrument kon worden vervoerd naar Hawaï.

3.2 Personeel

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de Nederlandse mankrachtinspanningen ten behoeve van de exploitatie van de ING op La Palma en de JCMT op Hawaï. Het overzicht vermeldt de personen die in 1991 in het buitenland waren gestationeerd. Volgens afspraak met de Britse en Canadese partners moet de Nederlandse astronomische gemeenschap in totaal 13 posities in het buitenland vervullen, waarvan 8 op La Palma, 1 bij RGO, 3 op Hawaï en 1 bij ROE. Per 31 december 1991 werden 12 van de 13 posities daadwerkelijk bezet. Voor één positie op Hawaï was er een afspraak gemaakt met het management van het Joint Astronomy Centre (JAC) om lokaal een microgolf-ingenieur te gaan werven. Het JAC krijgt de betreffende personeelskosten van ASTRON vergoed. Tweederde van de posities in het buitenland worden vervuld vanuit ASTRON, eenderde deel vanuit de universitaire instituten.

Het overleg binnen Nederland en met het management van de ING en JAC over de invulling van de mankrachtverplichtingen op korte en lange termijn wordt verzorgd door Dr. Ernst Raimond (ASTRON). Namens de Stuurgroep UK/NL Samenwerking voert hij dit overleg, is betrokken bij de werving van nieuwe personen die worden uitgezonden, en onderhoudt de daarvoor noodzakelijke contacten met de uitgezonden medewerkers, hun werkleiders en het management. Daarnaast vergt de uitzending van medewerkers van de kant van ASTRON de nodige aandacht en inspanning van de kant van de personeelsfunktionaris, Mw. Kendal Mast, en van de kant van de medewerker algemene dienst, Dhr. Nico de Vries. In oktober kon de Algemeen Directeur van ASTRON een nieuw ASTRON/NWO uitzendreglement definitief vaststellen na een voorbereiding van twee jaar waarbij van de kant van de uitgezondenen intensief is meegedacht. Het uitzendreglement beschrijft de vergoedingen van kosten aan de uitgezondenen die voortkomen uit hun tewerkstelling buiten Nederland in het kader van de UK/Cnd/NL samenwerking. Het nieuwe reglement kwam in de plaats van een soortgelijk stuk dat dateert uit 1984. Bij het opschrijven van de regelingen werden van de zijde van de ASTRON Dienstcommissie en van NWO diverse adviezen en uiteindelijk een goedkeuring ontvangen.

In juni 1991 keerde Dhr. Klaas Stuurwold met zijn gezin terug naar Nederland na een periode van 2 jaar en 4 maanden op La Palma te hebben gewerkt als computertechnicus. De laatste tien maanden op La Palma had Stuurwold tevens de leiding over de sectie met twee medewerkers die het onderhoud voor de computerhardware verzorgt bij de

ING. Stuurwold werd op La Palma opgevolgd door Dhr. Charles Benneker die per 1 december 1991 bij ASTRON in dienst trad en na een korte inwerkperiode in Dwingeloo in januari 1992 met zijn gezin zal vertrekken naar La Palma. Dr. René Rutten keerde in februari definitief terug naar Nederland na een periode van twee jaar uitzending naar La Palma. Hij was support-astronoom en heeft zich ontwikkeld tot een expert op het terrein van de Multi Purpose Fotometer (MPF) die indertijd door Nederland is geleverd aan de ING. De uitzending naar La Palma heeft van Rutten persoonlijk een grote fysieke inspanning gevergd doordat zijn partner vanwege een baan in Nederland bleef en hij elk kwartaal tussen La Palma en Utrecht heen en weer reisde om de persoonlijke relaties levendig te houden. Rutten is in juni opgevolgd door Dr. Tom Oosterloo die direkt na zijn aanstelling als support astronoom naar La Palma vertrok om aldaar zijn werkzaamheden op te pakken. Dr. Ko Hummel startte per 1 januari in zijn functie van liaison astronoom bij ROE. Op Hawaï vertrok Ing. Peter Hekman. In april ging hij voor vakantie weg bij het JAC en daarna keerde hij in juni definitief terug naar Nederland. Hij is ruim 2,5 jaar werkzaam geweest bij het JAC en had daar o.a. het technische beheer van de in Nederland gebouwde B1 ontvanger voor 345 GHz onder zijn hoede. Deze ontvanger werd in het voorjaar vervangen door B2. Daarnaast heeft hij voor het JAC management een studie en ontwerp gemaakt voor het IF ontvangersysteem. Helaas voor hem werd dit ontwerp niet in uitvoering genomen.

In het voorjaar werd op twee fronten een doorbraak bereikt ten aanzien van de visum problematiek. Na voorbereidend werk vanuit NWO en de Amerikaanse ambassade in Nederland hebben de ministeries van O&W en Buitenlandse Zaken zich bereid verklaard mee te werken aan het aanvragen van A-2 visa voor degenen die naar Hawaï zijn of worden uitgezonden. Dhr. Rob de Haan en zijn gezin konden als eersten een A-2 visum in ontvangst nemen. Dit was dringend nodig omdat de locale douane autoriteiten op Hawaï niet bereid waren zijn H-visum dat inmiddels vijf jaar oud was te verlengen. Wat betreft La Palma is na bemiddeling van het ministerie van O&W duidelijkheid verkregen van het Spaanse consulaat te Amsterdam met betrekking tot de aanvraagprocedure. Verder is met bemiddeling van NWO gerealiseerd dat SERC de Nederlandse deelname in de ING op La Palma officieel heeft medegedeeld aan de betreffende instanties bij de Spaanse regering. Formeel zouden hiermede de belemmeringen in de procedure voor een visumaanvraag zijn weggenomen. De praktijk leerde in het geval van

de uitzending van Dhr. Charles Benneker dat de procedure nog even stroef verliep als voorheen.

Tabel 3.1
Nederlandse detacheringen in het buitenland in 1991

La Palma, operations Isaac Newton Group.

R.J. Pit	ASTRON ¹⁾	electronics	aug 86 - onbep.
J. Haan	ASTRON	mechanisch techn.	aug 87 - juli 93
P.H. van der Velde	ASTRON	programmeur	okt 84 - sep 94
G.P.J. Benneker	ASTRON	computertechnicus	dec 91 - dec 95
K.J.C. Stuurwold	ASTRON	computertechnicus	feb 89 - juni 91
R.G.M. Rutten	ASTRON	astronoom	feb 89 - feb 91
T.A. Oosterloo	ASTRON	astronoom	juni 91 - juni 94
M. Balcells	RUG	astronoom	juni 90 - juni 92
H. Slingerland	RUG	ingenieur	sep 89 - sep 92
J. Lub	RUL/ASTRON	head operations	sep 90 - sep 93

¹⁾ De RUL financiert deze positie.

Royal Greenwich Observatory

E.J. Zuiderwijk	RUG	liaison astronoom	permanent
-----------------	-----	-------------------	-----------

Hawaiï, operations James Clerk Maxwell Telescope

L.H.R. de Haan	ASTRON	electrotechnicus	permanent
P.K. Hekman	ASTRON	microgolf ingenieur	sep 88 - juli 91
F. Baas	RUL/ASTRON	fysicus	aug 89 - aug 95

Royal Observatory Edinburgh

K. Hummel	ASTRON	liaison astronoom	jan 91 - jan 94
-----------	--------	-------------------	-----------------

3.3 Technische inspanning

In de tabellen 3.2 en 3.3 is een overzicht gegeven van de instrumentele en software projecten waaraan in Nederland in 1991 is gewerkt in het kader van de UK/Cnd/NL samenwerking. In de laatste kolom van de tabellen is het aantal te besteden en contractueel vastgelegde mensjaren gegeven voor elk project. Daarnaast is tussen

haakjes vermeld hoeveel inspanning er t/m 1991 is geleverd. Diverse projecten geven een aanzienlijke overschrijding te zien van de oorspronkelijke planning. De oorzaak hiervan is gedeeltelijk een van tevoren moeilijk te begroten R&D fase in het project en in andere gevallen een wijziging van de specificatie ten gevolge van de wens uit de gebruikersgemeenschap om state-of-the-art instrumenten te gebruiken.

3.3.1 Optische telescopen op La Palma

3.3.1.1 Kapteyn Sterrenwacht Werkgroep te Roden (RUG/RUL)

De Acquisition and Guiding (A&G) faciliteit voor de Utrecht Echelle Spectrograaf werd in januari en februari geïntegreerd met de UES en getest in de laboratoriumopstelling in Utrecht. Met name de communicatie tussen een VAX computer en de 4MS besturingssoftware voor de UES en de A&G heeft enkele problemen gegeven. Na verschepping in maart vond in april de installatie plaats op de William Herschel Telescoop op La Palma. Diverse mechanische en optische onderdelen van de A&G faciliteit werden op de WHT voor de eerste keer door een team van 3 personen uit Roden geïntegreerd. De PI, Dr. Jaap Tinbergen, bracht in mei en juni verdere bezoeken aan La Palma om de A&G software met de bestaande infrastructuur te integreren. De volgende maanden werden gebruikt voor de technische commissioning, gevolgd door een astronomische commissioning in november.

KSW medewerkers Arie de Jong, Ton Schoenmaker en Dr. Jan-Willem Pel uit Roden raakten in de loop van het jaar steeds nauwer betrokken bij de installatie en commissioning van de UES op La Palma. Zij sprongen bij toen bleek dat het uitlijnen van de optische componenten na de installatie op La Palma moeilijker was dan voorzien. De werkzaamheden werden voorbereid met omvangrijke berekeningen in Roden, waarna in oktober de uitlijning daadwerkelijk werd gerealiseerd op La Palma. De astronomische commissioning in november had erg te lijden onder slechte weersomstandigheden. De enkele spectra die werden verkregen toonden aan dat de UES kwalitatief van hetzelfde niveau is als de UCL echelle spectrograaf voor de AAT, die gebaseerd is op hetzelfde ontwerp als de UES en gebruik maakt van vrijwel identieke onderdelen. Bij de commissioning bleek dat zich luchtballen vormden op de binnenvlakken van de prisma's van de UES die de lichtweg door het instrument op een niet te voorspel-

len manier vervormden. De luchtbellen werden vermoedelijk veroorzaakt door temperatuursverschillen binnen het instrument als gevolg van een dag-nacht cyclus. In 1992 zal verder werk, inclusief de astronomische commissioning, nodig zijn alvorens de UES routinematig ingezet kan worden voor astronomisch onderzoek.

Tabel 3.2
Nederlandse bijdragen instrumentatie ING op La Palma

Project	P.I.	Plaats	status	Manjaren contr/best
<i>Capital phase</i>				
Utrecht Echelle Spectrograph	Hoekstra, v. Nieuwkoop	Utrecht	commis- sioning	10,1/(18)
Nasmyth A&G unit	Tinbergen	Roden	commis- sioning	3,5/(8,4)
Database and archiving syst.	Raimond	Dwingeloo	voltooid in 1991	9,5/(9,5)
<i>Enhancement</i>				
GHRIL	Noordam	Dwingeloo	voltooid	3/(3)
Multi Purpose Fotometer	Tinbergen	Roden	voltooid	9,5/(9,5)
MPF enhancements	Tinbergen	Roden	studiefase	1,6/(0,3)
CCD controllers	Pel	Roden	constructie	1,5/(0,2)
Holografische Heterodyne Spectrograaf	Douglas	Roden	prototype fase	3/(3,3)

Tabel 3.3
Nederlandse bijdragen aan instrumentatie JCMT op Hawaï

Enhancements				
DAS-hardware	Bos	Dwingeloo	commis- sioning	11 /(24,5)
DAS software	v. Someren- Gréve	Dwingeloo	commis- sioning	2 /(2)
350 GHz 3 beam SIS ontvanger	Woestenburg	Dwingeloo	oplever- ing nabij	8,3 /(14,5)
350 GHz 2x4 beam ontvanger	Van de Stadt	Groningen/ Dwingeloo	studie- fase	? /(2)
JCMT archief	Raimond	Dwingeloo	voltooid in 1991	0,5 /(0,5)

Dr. Jaap Tinbergen is als PI betrokken bij de installatie en commissioning van polarimetrie faciliteiten op de WHT. Testmetingen met het ISIS instrument lieten zien dat de instrumentele polarisatie van de telescoop zeer klein is (0,05%). In het voorjaar werden de faciliteiten voor het meten van lineaire polarisatie met ISIS opgeleverd met de bijbehorende testmetingen en documentatie van de instrumentele effecten. De faciliteiten voor het meten van circulaire polarisatie met ISIS zijn geïnstalleerd en werken. Er is tevens een ISIS polarimetrie handboek gereed gekomen. Experimenten met de FOS leerden dat dit instrument ook gebruikt kan worden voor polarisatiemetingen en waarschijnlijk de reële mogelijkheid biedt afwisselend spectrofotometrie en spectropolarimetrie te doen zonder al te veel instrumentele overhead.

Het doel is gesteld de Multi Purpose Fotometer (MPF) die reeds jaren operationeel is op de JKT uit te rusten met een automatische mode om fotometrie uit te voeren met een tijdsresolutie van 10 msec in alle 12 kanalen simultaan. Aan het eind van het jaar is op de KSW een begin gemaakt met de gedetailleerde codering van de microprocessor en instrumentcomputer die gestelde taak moet realiseren.

Er is dit jaar een contract afgesloten tussen RGO en de KSW aangaande de bouw en levering van een Holografische Heterodyne Spectrometer (HHS) voor de WHT. De inspanning is geraamd op 3 m.j. en bestaat hoofdzakelijk uit selectie en integratie van componenten die commercieel gekocht worden. Eind 1991 was het instrument geïntegreerd in Roden en werden er testmetingen uitgevoerd in het laboratorium. In de loop van 1992 wordt het instrument verscheept naar La Palma om er astronomische testwaarnemingen mee te doen op de WHT. Holografische heterodyne spectroscopie biedt in theorie de mogelijkheid zeer hoge spectrale resolutie mogelijk te maken tegen betrekkelijk lage kosten. De gebruikte techniek heeft tot op heden in de astronomie een experimenteel karakter. Derhalve zal het contract naar verwachting ook publikaties opleveren op het terrein van de astronomische instrumentatie. Het project wordt uitgevoerd onder leiding van Dr. Nigel Douglas.

In overleg tussen ASTRON en de KSW is besloten de constructie van drie extra CCD controllers voor La Palma te gaan uitvoeren in Roden. Het betreft een produktie in opdracht van RGO op basis van een bestaand ontwerp van ASTRON. Het werk zal in de loop van 1992 starten.

3.3.1.2 Dwingeloo

In het begin van het jaar werd door Arie Doorduyn en Ir. Jaap Bregman steun verleend aan de ING staf op La Palma om storingen in het systeem voor de elektrische voeding van de CCD controllers op te sporen. Een laatste CCD controller werd in het voorjaar aan RGO geleverd en er werd een notitie afgerond inzake de mogelijkheden en prestaties van de controllers. Produktie van nog drie extra CCD controllers voor La Palma werd in overleg overgedragen aan de KSW.

Het project voor de ontwikkeling van software voor het La Palma archief werd in augustus afgerond. In het verslag van de computer-groep, sectie 2.3.4.1, wordt gerapporteerd over de werkzaamheden die Ger van Diepen in 1991 heeft verricht ter afsluiting van het werk. Vastgesteld kan worden dat het La Palma archief, en met name de gemakkelijke toegankelijkheid tot de lijsten met waargenomen objecten, voorziet in een belangrijke behoefte van de astronomische gemeenschap.

3.3.1.3 Utrecht

Op 23 januari vond in Utrecht de laatste bijeenkomst plaats van de commissie die de constructie van de Utrecht Echelle Spectrometer (UES) begeleidde. Op dat moment was de constructie voltooid en waren diverse testprocedures nog in uitvoering. Met name de communicatie tussen de VAX-computer en de 4MS besturings-software van het instrument vergde intensief onderzoek alvorens de aanvankelijk geconstateerde problemen waren opgelost. Op 28 februari werd de UES officieel opgeleverd. In maart werd het instrument gedemonteerd en verscheept naar La Palma. In april/mei volgde de installatie op La Palma. Deze verliep voorspoedig wat betreft de mechanische componenten, maar gaf problemen bij de uitlijning van de optische onderdelen. Na overleg van de PI, Dr. R. Hoekstra, met experts van UCL, die een identiek instrument hebben gebouwd voor de AAT, werd besloten het optische gedrag van het instrument in zijn geheel opnieuw door te rekenen en aan de hand van de resultaten van die berekeningen een nieuwe inspanning te doen om de optiek uit te lijnen. De berekeningen en daarop volgende uitlijning zijn gedaan door medewerkers van de KSW (zie sectie 3.3.1.1).

3.3.1.4 Royal Greenwich Observatory

Dr. Ed Zuiderwijk is bij RGO gestationeerd om een liaisonfunctie te vervullen tussen genoemd instituut dat de thuisbasis is voor de ING sterrenwacht op La Palma en de astronomische gebruikersgemeenschap in ons land. Hij neemt deel aan de vergaderingen van de Stuurgroep UK/NL samenwerking, bezoekt de Nederlandse Astronomen Conferentie en de verschillende universitaire astronomische instituten. Op RGO is hij verantwoordelijk voor het La Palma archief.

3.3.2 (Sub)millimeter teleskoop op Hawaï

3.3.2.1 Dwingeloo

De werkzaamheden die bij ASTRON te Dwingeloo zijn uitgevoerd in het kader van de UK/Cnd/NL samenwerking zijn beschreven in de verslagen van het Laboratorium en van de Computergroep. De projecten hebben betrekking op (met tussen haakjes de verwijzing naar de sectie in dit jaarverslag waar een voortgangsrapportage is te vinden) het 345 GHz 3-beam project (sectie 2.2.2.2.1), de hardware voor de Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS, sectie 2.2.2.2.2) en de

software voor de DAS (sektie 2.3.4.2). Alle genoemde projecten bevonden zich eind 1991 in een afrondende fase van oplevering, testen en/of commissioning.

3.3.2.2 Royal Observatory Edinburgh

Dr. Ko Hummel startte per 1 januari zijn functie van liaison-astronoom om de communicatie tussen ROE, de thuisbasis voor de JCMT op Hawaï, en de Nederlandsae astronomische gemeenschap te verzorgen. Hij neemt deel aan de vergaderingen van de Stuurgroep UK/NL samenwerking, bezoekt de Nederlandse Astronomen Conferentie en de verschillende universitaire astronomische instituten. Op ROE is hij betrokken bij de uitvoering van de user service.

3.4 Beleid en Bestuur

De financiële situatie bij SERC heeft tijdens de vergaderingen van de Joint Steering Committee (JSC) en de JCMT Board geleid tot een intensieve gedachtenwisseling tussen de partners die buiten de vergadering werd voortgezet in een kleinere commissie om tot een oplossing te komen. Nederland was bereid SERC eenmalig tegemoet te komen door een bezuiniging op de exploitatiekosten en instrumentatiefonds voor de ING en JCMT te accepteren in het boekjaar 1991/92. Een structurele korting op de uitgaven is volgens het Nederlandse standpunt niet mogelijk zonder concessies te doen aan de beschikbare hoeveelheid waarneemtijd en aan de kwaliteit van de instrumenten en telescopen op korte en lange termijn. Hierbij moet o.a. gedacht worden aan de staat van onderhoud en aan het state-of-the-art karakter van de waarneeminstrumenten. De discussies werden extra verzwaard doordat SERC voornemens was alle bezuinigingen eenzijdig op te leggen aan de ING terwijl van ASTRON/NWO zijde werd volhard in het standpunt dat ING en JCMT gelijk zouden moeten bijdragen in de bezuiniging. Uiteindelijk werd in januari 1992 een accoord bereikt waarbij de bezuinigingen gelijk verdeeld werden over de telescopen op La Palma en Hawaï en alleen betrekking zouden hebben op de boekjaren 1991/92 en 1992/93. In de forward look voor de jaren daarna bleef het bestedingsniveau van 1990 als uitgangspunt gehandhaafd.

Op 1 augustus voltooide Prof.dr. Piet van der Kruit zijn driejarige termijn in de functie van voorzitter van de JSC. Hij blijft

lid van de JSC en wordt in de funktie van voorzitter opgevolgd door de Brit Prof. R.D. Davies.

In oktober ontving de Stuurgroep UK/NL samenwerking een brief van een aantal JCMT gebruikers en de Nederlandse leden van PATT waarin verzocht werd dat ons land zich zou terugtrekken uit de JCMT TAG van PATT. De briefschrijvers waren met name ontevreden over de wijze waarop PATT Nederlandse waarneemvoorstellen in het algemeen beoordeelde en over de hoeveelheid tijd die Nederlandse onderzoekers moesten besteden aan de prerating van Nederlandse voorstellen voor de JCMT en vervolgens aan de beoordeling van alle aanvragen voor waarneemtijd op deze teleskoop. De prerating had de afgelopen anderhalf jaar geleid tot bevredigende resultaten voor iedereen. Verdere deelneming in PATT werd voor wat betreft de JCMT als overbodig beschouwd. De Stuurgroep kwam in zijn vergadering in oktober tot de conclusie dat de toekenning van waarneemtijd op de JCMT voor Nederlandse programma's de laatste jaren meerdere malen aanleiding heeft gegeven tot ongenoegen. Daarnaast werd het wenselijk geacht de verhouding tussen de tijdsbesteding voor het beoordelingsproces en de baten in de vorm van teleskooptijd kritisch in de gaten te houden. Besloten werd de beoordeling van de waarneemvoorstellen voor de JCMT aan de orde te stellen in de JCMT Board met het doel te streven naar een experiment met een nationale beoordeling en een gezamenlijke internationale toekenning van tijd gedurende een proefperiode van één jaar. Voorlopig zou alleen de JCMT betrokken worden bij dit experiment.

3.5 Toekenningen van waarneemtijd aan Nederlandse programma's

In tabellen 3.4, 3.5 en 3.6 is de door PATT aan programma's met Nederlandse aanvragers toegekende teleskooptijd vermeld voor het semester T (maart t/m augustus 1991)) en semester U (september 1991 t/m januari 1992).

Per semester en per teleskoop zijn vet vermeld hoeveel eenheden van teleskooptijd door PATT waren te verdelen en hoeveel daarvan aan Nederlandse programma's is toegekend. De namen van Nederlandse aanvragers zijn cursief gezet.

Tabel 3.4 Nederlandse teleskooptijd ING, La Palma

Aanvragers	Programma	Aantal toegekende nachten	Frac- tie NL tijd
4.2 m WHT <i>G.K. Miley, K.J. Chambers, H. Rottgering, J. Lub, P. Katgert</i>	semester T The most distant galaxies	119 4	9% 1
<i>B. Murphy, P. Charles R.G.M. Rutten Callanan, Cohn</i>	Kinematics and CaII study of globular clusters	3	0.7
<i>J.M. v.d. Hulst, J.J. Kamphuis</i>	Taurus observations of a superbubble in M 101	2	1
<i>J.D. Bregman C. de Vos, U.J. Schwarz</i>	High resolution imaging of selected objects in integrated H α using pupil-plane interferometry	6x½	1
4.2 m WHT <i>G.K. Miley, K.J. Chambers, H. Rottgering, J. Lub, P. Katgert</i>	semester U The most distant galaxies	99 4	14% 1
<i>P. Goudfrooij et al.</i>	Kinematics of gas and stars in RSA ellipticals	4	1
<i>A.G. de Bruyn et al.</i>	Ultra-high z quasars	2	1
<i>J.M. v.d. Hulst et al.</i>	CCD photometry of OB- associations in M33	4	1

Tabel 3.4 (vervolg)

2.5 m INT <i>P. Goudfrooij,</i> <i>T. de Jong,</i> <i>B. van de Hoek,</i> <i>H. Jorgensen,</i> <i>L. Hansen</i>	semester T Spectrophotometry of gas in elliptical galaxies	127 7	4% 0.8
2.5 m INT <i>T. Augusteijn</i> <i>J.A. van Paradijs,</i> <i>M. van Kerkwijk</i>	semester U Variability of ROSAT X-ray sources in M31	90 7	17% 1.0
<i>R.E. Sanders</i> <i>G.K. Miley</i>	Exploring the low frequency Universe	7	0.25
<i>J.M. v.d. Hulst</i>	Spectrophotometry of diffuse ionised gas in M33	7	1
1.0 m JKT <i>R.S. de Jong,</i> <i>P.C. v.d. Kruit</i>	semester T Surface photometry of disks in spiral galaxies	123 7	6% 1
1.0 m JKT <i>R.S. de Jong,</i> <i>P.C. v.d. Kruit</i>	semester U Surface photometry of disks in spiral galaxies	77 7	9%

Tabel 3.5 Nederlandse teleskooptijd JCMT, Hawaii

Aanvragers	Programma	Aantal toegekende shifts	Frac-tie NL tijd
<i>K.A. v.d. Hucht,</i> <i>P.R. Williams</i>	semester T Non-thermal emission and ionization structure of bright non-thermal Wolf-Rayet stars	275 4x8h	16 % 0.75
<i>F. Baas et al.</i>	CO line formation in envelopes of cold OH/IR stars	4x8h	1
<i>E.F. van Dishoeck</i> <i>Blake, L. Mundy</i>	Chemical structure in the IRAS 16293-2422 protostellar region	8x8h	0.67
<i>F.P. Israel,</i> <i>F. Baas</i>	CO near giant extragalactic HII regions	7x8h	1
<i>F.P. Israel,</i> <i>F. Baas, Th. de Graauw</i>	CO in nuclei of northern galaxies	6x8h	1
<i>F.P. Israel,</i> <i>F. Baas</i>	CO complexes in M33	9x8h	1
<i>F. Baas,</i> <i>G. Sandell</i>	Continuum observations of NGC 6334A	3x8h	0.75
<i>L.B.F.M. Waters,</i> <i>Taylor, Dougherty</i>	Millemetre observations of IRAS bright Be stars	4x8h	0.67
<i>W. Boland,</i> <i>F.P. Israel</i>	Small-scale structure in the ON1 molecular cloud complex	4x8h	1
<i>R. Braun, L. Tacconi</i>	semester U Origin of CO emission in M31	222 6x8h	18% 1

Tabel 3.5 (vervolg)

Aanvragers	Programma	Aantal toegekende shifts	Frac- tie NL tijd
<i>F.P. Israel, F. Baas</i>	^{13}CO study of the galactic starforming complex W58	7x8h	1
<i>F.P. Israel, F. Baas</i>	Molecular cloud ring in NGC 7331	6x8h	1
<i>F.P. Israel, F. Baas P.R. Maloney</i>	Survey of CO in northern galactic nuclei	5x8h	0.83
<i>E.F. van Dishoeck D.J. Jansen</i>	Molecular abundances in warm dense regions	8x8h	1
<i>Th. de Graauw, F.P. Helmich, E.F. van Dishoeck</i>	Molecular abundances and physical conditions towards W3 IRS5	8x8h	1
<i>Th. de Graauw</i>	CO absorption line study against strong extra galactic continuum sources	1x8h	1

Tabel 3.6 Nederlandse teleskooptijd UKIRT, Hawaii

Aanvragers	Programma	Aantal toegekende nachten	Frac- tie NL tijd
<i>K.C. Chambers, G.K. Miley H. Rottgering</i>	semester T IR imaging of the most distant galaxies	122 3	5% 1
<i>H.J. Habing J. Blommaert</i>	OH/IR stars at the Galactic centre	5x0.6	1
<i>R.S. de Jong P.C. v.d. Kruit</i>	semester U Near IR surface photometry of disks in spiral galaxies	105 3	3% 1

4 Summary of chapter 2

In this chapter a summary in the English language is given of the reports of NFRA's technical and astronomical divisions, the Telescope group Westerbork (section 2.1), the Laboratory and Central Technical Services (section 2.2), the Computergroup (section 2.3), and the Astronomy group (section 2.4). An English summary of the report of the "General affairs" division (section 2.5) was considered of less interest to readers outside the Netherlands. The numbering of the main subsections in this chapter (4) correspond to those in chapter 2. The figure captions and legends to tables in that chapter 2 are already in two languages.

4.1 Telescope Group Westerbork

The Westerbork Synthesis Radio Telescope (WSRT) was used extensively for observations at 6, 18, 21, 49 and 92 cm wavelengths, both in line and continuum mode. In section 2.1 table 2.1.1 gives the chronological review, table 2.1.2 the telescope usage and table 2.1.3 the scientific programmes carried out in 1991. Some statistics of the use of the WSRT in the years 1986 through 1991 are displayed in figures 2.1.1. through 2.1.6.

4.2 Laboratory and Central Technical Services

4.2.1 General

The manpower distribution for the Laboratory and Central Technical Services in 1991 is given on figure 2.2.1. It shows that the manpower contribution for WSRT projects has increased from 26% to 33% while the contribution for the UK/NL projects has been reduced from 33% to 23,3%. The work on CCD controllers for La Palma for instance, has been terminated and the going project handed over to the KSW. The largest WSRT project concerned the Multi Frequency Front End project which accounts to more than 25% of the available manpower.

4.2.2 WSRT Projects

The WSRT receiver system did not require much support from the Laboratory. The improvements realised in 1990 on the DLB/DXB have been successful as it can be seen in figure 2.2.2 which indicates the average number of Channel faults as a function of time. This graph was also shown in the last Annual report except for the extension for 1991 which indicates a substantial improvement.

The Multifrequency project has suffered a delay in 1991 as a result of a shortage of manpower. Towards the end of the year, as shown in figure 2.2.3, an improvement in the situation could be realised. As a result of the reorganisation this improvement was by no means as large as indicated by the graph.

In the course of the year a change in the frontend specification was requested and analysed. It concerns the cooling of the UHF low and UHF high band options. This new specification introduces a substantial modification in the design. As a result it will not be implemented in the prototype frontend in order to reduce the impact on the planning.

On all fronts of the prototype frontend progress has been made. The cryostat for instance has been extensively tested and after a number of iterations accepted. The IF and Control Systems for the frontend have progressed significantly. This in contrast with the RF system which is lagging behind as a result of manpower shortage. A prototype of the feed revolver has been demonstrated and proved to be well within specification.

Little progress on the local oscillators front has been realised. This is due to manpower shortage and technical problems. Reinforcement came in the Fall of 1991 which hopefully will help keeping the target.

Work on the LNA's has not yet started. The plans in this area concentrated on the cryo measuring system. This system will provide the transistor (HEMT's) characteristics at cryogenic temperatures.

4.2.3 RadioAstron Project

The Engineering Model (EM) of the 6 cm RadioAstron receiver which is built in collaboration with the MPIfR in Bonn was submitted to the lifetest in March 1990. These tests lasted by contract about 7 months and were successful.

Prior to the tests a number of extensive documents had to be prepared and approved. It concerned mainly the "Interface

Specification" and the "testprogram" document. The theoretical reliability of the receiver has been assessed using the standard MIL 417E procedure.

At the end of the lifetests the receiver was tested for EMC, vibrations and translations at Estec Noordwijk. The last tests concerned the cryogenic tests which were carried out in Dwingeloo. Some problems with the LNA stability were discovered which need attention. These problems are related to the high cut off frequency of the used Hemt's.

In October the 13th RadioAstron meeting was held in Puschina, Russia. A number of modifications were requested by our russian colleagues. During this meeting, a visit to the Lavroshkin Laboratory where the satellite is being designed and built was organised (figure 2.2.4).

4.2.4 Multibeam receiver project for the JCMT

A number of important decisions were taken in the course of 1991 concerning this project. In the first place it was decided to abandon the idea of using Lead junctions of Kent University because of their fragility and to concentrate on the recent and more robust Niobium junctions of Groningen University.

The sensitivity results on 345 GHz obtained with the Niobium junction are shown in figure 2.2.5 as a function of temperature. It shows that a DSB mixer noise temperature of 200k is possible.

The second decision concerns the 3 beam mixer array which originally had to be implemented on the JCMT, for demonstration purposes. It has been decided to perform the demonstration in the Laboratory in Dwingeloo. At the same time it was decided to start, in cooperation with SRON in Groningen, the study of an 8 beam array receiver also for the 345 GHz band. The test of the 3 beam array system started in October after delivery of the new LO system (figure 2.2.6). Unfortunately the array had to be equipped with Niobium junctions of various batches. The performance of this first array nevertheless was quite satisfactory as indicated in figure 2.2.7 which shows the sensitivity for each of the beams as a function of frequency. Figure 2.2.8 shows a section of the millimeter test setup in the Laboratory.

4.2.5 Dwingeloo Autocorrelator Spectrometer (DAS)

The DAS is a compact 2048 channel spectrometer with a maximum bandwidth of 2 GHz. It is shown in figure 2.2.9 prior to shipment to the JCMT in Hawaii.

The integration of the various sections came ready in the first half of 1991. The tests which were planned directly after the integration had to be postponed for a few months as a result of a problem with the OS-9 communication module through a IEEE 488 fiber connection to the VAX.

The integration at system level concerned in the first place the transfer of the 512 signals from the ADC subsystem to the correlator module with a clock rate of 40 MHz. Tests were carried out to check the performance of the spectrometer in the Laboratory. The results looked satisfactory to perform a demonstration at the beginning of November in Dwingeloo which was reviewed by the External Scientist Prof. L. Little.

At the end of November the DAS was packed (see figure 2.2.10) and sent to Hilo. At the beginning of December the receiver was unpacked, reconstructed and tested by a team of 4. With the exception of a few minor problems with the IVC subsystem, the receiver seemed to have survived the transport very well. The second phase of the delivery concerned the installation in the telescope and the commissioning. This was planned for January 1992.

4.2.6 Scasis project

In the SCASIS project, Ulrich Schwarz and Marco de Vos from the Kapteyn Laboratory at the University of Groningen cooperate with Jaap Bregman from NFRA to analyze the performance of the multiple shearing pupil plane interferometer during astronomical observations. Eric Bakker (NFRA PhD student) assisted during the observing run of August 1991.

Only a small instrumental effort was necessary to implement the final version of the hybrid cooling for the intensified TV camera. A Peltier element is used to cool down to about -5°C , and a dewar with liquid nitrogen is used to provide the gas flushing, and some additional cooling.

During the observing run in August they implemented some zoom optics to focus the interferometer pupil on different atmospheric turbulence layers of which two could be identified. One close to the telescope and responsible for the dome seeing and one at about 8 km

altitude, both moving in different directions. This makes it virtually impossible to increase the effective integration time by tracking seeing cells, as was found from preliminary reduction of earlier observations.

A preliminary hybrid mapping reconstruction of the Be/shell star omicron Andromedae showed a 3 sigma component at the expected position. The noise in the map is stil dominated by -self-calibration errors.

The main effort in the project has been realized in Groningen and can be summarized as follows. Automated data retrieval from video tape has been implemented to feed the batch processing package on the Alliant. Per night about 40,000 video frames can be digitized by the PC in a multi-pass process and are then Fourier transformed by the Alliant computer. The analysis of photon bias corrections for amplitudes and triple products for tresholded photon events has been completed and implemented.

An analysis on optimum matching of the interferometer parameters like effective aperture and integration time to the atmospheric coherence volume revealed that this matching is not critical as far as the observational limiting magnitude is concerned, but influences the calibration quality and the total integration time for line mode observations.

4.3 Computer Group

4.3.1 Summary

Due to a re-organization of divisions this is the last of nineteen annual reports of the NFRA computergroup. In the future the computing and software development will be reported elsewhere.

The international consortium to build AIPS++ as the common calibration/data-reduction and -analysis package for a wide range of radiotelescopes was founded. Design of the system is starting in 1992.

The contracts to build archiving and archive-retrieval software for the Isaac Newton Group of telescopes on La Palma and for the JCMT and UKIRT were completed with the delivery of the last stage of the La Palma software to the RGO. A slightly modified version of that software was adapted in collaboration with the ROE for the Hawaii telescopes.

Almost half of the magnetic tape based WSRT archive was copied onto WORM-type optical disks this year.

Klaas Stuurwold returned to Dwingeloo after having been seconded to La Palma for almost 2.5 years. Peter van der Velde is there semi-permanently.

Wim Brouw's decision to leave the NFRA for the Australia Telescope means a very significant loss to the computergroup. He was the first head of the group and he was a continuous source of inspiration to its members. During this year, while he had few organizational commitments, he produced a completely overhauled package of calibration software, with which we will reduce the Westerbork Northern Sky Survey.

Table 2.3.2 in section 2.3 summarizes the various tasks of (members of) the computergroup and the number of manyears spent on each of them.

4.3.2 Software development

WSRT real-time. The ancient LSI was replaced by a PDP11-53 as telescope-control computer. Since the two systems turned out to be somewhat less plug-compatible than was anticipated the transition required some effort and time.

WSRT off-line. Including the monitoring of correlator errors in the daily tests proved very useful. In order to trace some persistent problems a simulation program to measure interferometer errors was written.

DWARF infrastructure. Although it is expected that DWARF will no longer be needed when AIPS++ materializes, we still have to rely on it as infrastructure for the current standard reduction and for the redundancy/selfcalibration software during the coming two or three years. Most effort went into consolidation and documentation during this year. A system of user-specifiable general batch processing, mainly intended for processing of the Westerbork Northern Sky Survey (WENSS), was the only new development.

Selfcalibration. In order to accommodate the few mosaic observing technique the software for redundancy and selfcalibration processing was completely overhauled. A powerful set of programs (the N-series) was written for this purpose in general and for processing the WENSS in particular.

New standard processing of WSRT data. This year the decision was taken to join the international AIPS++ consortium to produce a new

integral system for processing radio-astronomical data. Heated discussions between the partners were carried out by electronic mail. By the end of the year the organizational and practical preparations had advanced sufficiently to start the overall design with a team consisting of members from all participating institutes. A design review will be carried out in the summer of 1992.

4.3.3 Maintenance of software and systems

Hardware and operating systems. The performance of the microVAX cluster was improved considerably by adding 8 Mbytes of memory to the μ VAX3400 that was bought originally as an I/O server only. The establishment of direct access to all disks makes the clustermembers independently usable during maintenance. DAT-tape devices are now available on the Alliant, the VAXcluster and the DECstation 3100. A set of Sun workstations was purchased as an NRAO-plugin-compatible development platform for AIPS++.

Standard reduction software. Software was written to carry out the copy-operation of the WSRT archive from magnetic tape to optical disks in a reliable and controllable fashion (cf. 4.3.5).

4.3.4 British-Dutch projects and tasks

Archiving and retrieving data of UK/NL telescopes. The NFRA contract with the British-Dutch consortium to construct a comprehensive system for archiving data from the Isaac Newton Group of telescopes on La Palma was completed in August with the delivery of the final set of software to the RGO. Approximately nine manyears were spent on this project. At present, the archive contains almost 150 000 observations. The observations catalogue can be accessed remotely either interactively or by means of an e-mail server. Requests for data are processed by the archive manager; the data is then mailed to the requestor in FITS format.

The collaboration between the ROE and the NFRA to adapt the La Palma archiving system in such a way that it could be used for data from the JCMT and UKIRT was concluded succesfully as well. Archiving of Hawaii data commenced in the fall of 1991. The same program, ARCQUERY, is used as the user-interface to the La Palma, the Hawaii and the WSRT data-archives.

Software for the Dwingeloo Autocorrellation Spectrometer for the JCMT. After completing the coding of the D-task properly, the software was tested and integrated with the DAS-hardware and firmware

on the one side and with the JCMT ADAM system on the other side. A visit to Hawaii in the summer was very useful to firm up some details, as well as to demonstrate the software to the staff of the JAC. The hardware was shipped to Hawaii in October. Commissioning it and the software is taking place in the first months of 1992.

ING, La Palma operations. Klaas Stuurwold completed his 2.5-year secondment in the summer. During the last year he was leader of the small team of computer-technicians. Peter van der Velde is the VAX system-manager; he shows no overwhelming urge to return to Dwingeloo.

4.3.5 Operational tasks

WSRT data processing. Table 2.3.1. in section 2.3 gives some information about the regular activities of the reduction group for the four quarters of 1991. The amount of calibration work is strongly related to the type of observations done in Westerbork. When mostly long-wavelength continuum observations are done, the group just archives them; the processing is mostly carried out by the astronomers with selfcalibration techniques. 21-cm line observations, however, are very labour intensive, in particular when many galaxies with different redshifts are observed.

Copying the magnetic tape archive to optical disks progressed satisfactorily this year. Almost half of the 2200 tapes in the Dwingeloo archive were processed. During the copying, checks are carried out on the format and on the data integrity. Format-errors are generally corrected by the program; data errors manually, if at all possible. Fortunately, the vast majority of the archive turned out to be in good condition.

Support of WSRT, Dwingeloo and VLBI observations. Coordination of VLBI periods and supervision of the regular observations with the Dwingeloo telescope are carried out by members of the computer group.

4.3.6 Technical and scientific research.

Early Universe Radio Observatory, EURO16. Some effort was spent by the NFRA astronomers and one or two members of the computer group in thinking about the concept of an array of sixteen relatively inexpensive radio telescopes, optimized to detect and study neutral hydrogen at high redshifts. This was a contribution to a meeting of the Dutch astronomical community to discuss possible plans for the future.

Optical interferometry in space. In the context of an ESA study-group possibilities were investigated to carry out interferometry at optical and submillimeter wavelengths from observatories on the moon or in space. The studies are still in exploratory stage.

4.3.7 External tasks

IAU General Assembly 1994. One of the members of the computer-group is chairman of the Local Organizing Committee of the 22nd General Assembly, which is to be held in The Hague in 1994. Long before the invitation from the Royal Netherlands Academy of Sciences was accepted by the International Astronomical Union at its Assembly in 1991, preparatory work was carried out to secure the meeting place and, in general, to investigate the feasibility of holding a meeting of 2000 to 3000 people in the Netherlands. During and after the 21st assembly in Buenos Aires the consequences were discussed of the proposed drastic change of format of the General Assembly towards a meeting with a much higher scientific content than the previous ones.

Interference in the radio spectrum. The national as well as international preparations for the World Administrative Radio Conference (WARC) to be held in the first month of 1992, culminated in a lot of work for the people involved, one of whom is a member of the computergroup.

ESIS Astronomical Database Working Group. This originally informal group was, with reduced membership, given the status of an official ESA committee with the task to help guide the European Space Information System project both in its pilot phase and, if approved of, its continuation towards an operational system. The ADWG has been critical of the apparent change of architecture proposed by the project.

International working groups and committees. Several members of the computergroup serve on various international committees and working groups.

4.4 Astronomy Group

4.4.1 General

This year has seen a few changes in the composition of the group. Linda and Lowell Tacconi-Garman left the Foundation, to take

up new positions in Munich, Germany. In November, Dr. Ashok Singal (lately at the University in Bonn, Germany) joined the group. The summer saw three students participate in our annual research program (from the U.S., Canada and Italy), in addition to a number of other visitors staying in Dwingeloo for shorter or longer periods. In the context of the WENSS project, Yuan Tang was appointed as a research assistant for a year. Schilizzi has accepted a part-time appointment as Oort Professor in Leiden. De Bruyn and Schilizzi supervised several Ph. D. candidates in 1991.

4.4.2 Service tasks

Responsibility for the preprint and reprint distribution system rests with De Bruyn. Because most of the university groups now issue their own preprints, the numbers produced by the Foundation have greatly diminished. Linda Tacconi-Garman, later succeeded by Henning, took care of the external preprints received by the library, which have to be collected and sorted on a regular basis. De Bruyn assisted various visitors with their reduction of WSRT data, and also worked with Brouw to test new software developed by the latter. Lowell Tacconi-Garman made modifications to MONGO software which is available for general use. De Bruyn did editorial work on the ASTRON Newsletter, and Strom produced an article describing the use of the WSRT for pulsar observations.

4.4.3 Future projects

Strom is the project scientist for the multi-frequency frontend project, and he investigated some design aspects of the frontend system. De Bruyn is involved in an interference investigation at low frequencies for the project. Schilizzi has continued his close involvement in several VLBI projects. One of these, the IVS (International VLBI Satellite), was unfortunately not chosen for a Phase A study. Work has continued on the 5 GHz receiver for RADIOASTRON, the Russian VLBI satellite, and by the end of the year, the Engineering Model was nearly completed. There has also been some progress in the effort to get EC funding for a European VLBI Network Data Processing Centre, although the final go-ahead has yet to be given. The Dutch government has budgeted Mfl 12 for a building, and discussions are due to begin in 1992 about the national contributions from the consortium members.

5 Research projects supported by ASTRON / NFRA

This chapter gives an account of the factual information regarding the astronomical projects supported by the Netherlands Foundation for Research in Astronomy. Highlights of the research carried out in the Netherlands are reported in chapter 6.

5.1 Working group Sun and Stars

Chairman: Prof.dr. H.J.G.L.M. Lamers

Secretary: Dr. G.J. Savonije

Research projects financially supported in 1991

782-371-029: Prof. dr. H.J. Habing, Prof. dr. A.G. Hearn: *Mass loss and dust formation in long period variables*. Graduate student: Drs. F. Pijpers.

782-371-030: Dr. P. Hoyng, Prof. dr. C. Zwaan: *Stochastic behaviour of solar-type dynamos*. Graduate student: Ir. J.H.G.M. van Geffen.

782-371-031: Prof. dr. H.R. Butcher: *Observational stellar seismology*. Graduate student: Drs. E.M. Pottasch.

782-371-032: Dr. J. Tinbergen, Prof. dr. J.A. van Paradijs: *Scientific development of specialized modes of the Multi-Purpose Photometer for eclipse mapping of accretion disks in cataclysmic variables*. Postdoctoral fellow: Dr. R.G.M. Rutten.

782-371-035: Dr. A. Achterberg: *Dynamics of slender fluxtubes in accretion discs and jets*. Graduate student: Drs. G.P. Schramkowski.

782-371-036: Prof. dr. J. Kuijpers: *Electrostatic double layers in cosmic plasmas*. Graduate student: Drs. M. Volwerk.

- 782-371-037: Dr. H.F. Henrichs, Prof. dr. E.P.J. van den Heuvel, Prof. dr. H.J.G.L.M. Lamers: *Physics of variable wind structure of early type stars*. Graduate student: Drs. L. Kaper.
- 782-371-038: Prof. dr. J.A. van Paradijs: *An optical study of X-ray sources in M31*. Graduate student: Drs. T. Augusteijn.
- 782-371-040: Prof. dr. H.J.G.L.M. Lamers, Prof. dr. E.P.J. v.d. Heuvel, Dr. L.B.F.M. Waters: *The evolution of low-mass binaries from AGB, through Post-AGB into planetary nebulae*. Graduate student: Drs. E.J. Bakker.

Section 6.1.9 contains the final report on the completed Ph.D. project 782-371-027 by G.T. Geertsema.

5.2 Working group Interstellar Matter

Chairman: Prof. dr. T. de Jong

Secretary: Dr. P.R. Wesselius till 1st July.

Dr. E.F. van Dishoeck from 1st July.

Research projects financially supported in 1991

- 782-372-026: Dr. P.R. Wesselius, Dr. F.O. Clark, Dr. C. Chlewicki, Prof. dr. S.R. Pottasch: *Study of the early stadia of star formation*. Graduate student: Drs. R. Assendorp.
- 782-372-027: Prof. dr. W.B. Burton: *Aspects of the Galactic gas-to-dust ratio*. Graduate student: Drs. L. Hartmann.
- 782-372-028: Prof. dr. T. de Jong: *Optical extinction and infrared emission by dust in galaxies*. Graduate student: Drs. L.B. van den Hoek.
- 782-372-029: Dr. V. Icke: *Origin of aspherical planetary nebulae*. Graduate student: Drs. G. Mellema.
- 782-372-030: Prof. dr. T. de Jong: *The last evolution stadia of carbon stars*. Graduate student: Drs. M.A.T. Groenewegen.
- 782-372-031: Prof. dr. S.R. Pottasch: *Early evolution of planetary nebulae*. Graduate student: Drs. R.D. Oudmaijer.

5.3 Working group Stellar Systems

Chairman: Prof. dr. G.K. Miley

Secretary: Dr. J.M. van der Hulst

Research projects financially supported in 1991

- 782-373-036: Dr. P. Katgert: *Characteristics of the spatial distribution of galaxies outside rich clusters on very large scale.* Graduate student: Drs. M.P. van Haarlem.
- 782-373-037: Prof. dr. R. Sancisi, Prof. dr. A.G. de Bruyn: *A radio continuum and HI-line study of the Perseus Cluster.* Graduate student: Drs. L.G. Sijbring.
- 782-373-038: Prof. dr. A.G. de Bruyn, Dr. R.T. Schilizzi, Dr. F.J.J. Brouwer, Prof. dr. W.N. Brouw: *Astrometric VLBI.* Graduate student: Drs. A.A.W. Jongeneelen.
- 782-373-039: Prof. dr. R. Sancisi, Prof. dr. T.S. van Albada: *The shape of dark halos.* Graduate student: Drs. F.J. Sicking.
- 782-373-040: Drs. R.S. le Poole, Prof. dr. H.J. Habing, Dr. J. Lub: *An accurate and complete H-R diagram of many stars in the bulge of the Milky Way.* Graduate student: Drs. Y.K. Ng.
- 782-373-041: Dr. J.M.E. Kuijpers, Prof. dr. J.A.M. Bleeker, Dr. J.S. Kaastra: *The role of magnetic fields and magnetic flaring in radiation dominated plasmas in active nuclei in generating the observed X-rays, IR and radio emission.* Graduate student: Drs. M. de Vries.
- 782-373-045: Prof. dr. G.K. Miley: *Locating and studying the most distant galaxies.* Postdoctoral fellow: Dr. K. Chambers.
- 782-373-046: Prof. dr. R. Sancisi, Prof. dr. J. van Gorkum, Prof. dr. H. van Woerden: *Galaxies in voids and clusters.* Graduate student: Drs. A. Szomoru.
- 782-373-047: Prof. dr. P.C. van der Kruit: *Photometry in the nearby infrared of discs in spiral galaxies.* Graduate student: Drs. R.S. de Jong.
- 782-373-048: Prof. dr. P.T. de Zeeuw: *Structure and dynamics of elliptical galaxies.* Graduate student: Drs. F. Robijn.

- 782-373-049: Dr. V. Icke: *Origin and physical properties of emission line gas in active galaxies*. Postdoctoral fellow: Dr. N. Roos (50% position).
- 782-373-050: Prof. dr. G.K. Miley: *Space Telescope studies of extragalactic jets*. Postdoctoral fellow: Dr. N.J.F. Jackson (50% ASTRON, 50% SRON).
- 782-373-051: Prof. dr. G.K. Miley, Prof. dr. P.T. de Zeeuw: *Formation of galaxies*. Postdoctoral fellow: Dr. M.J. West.
- 782-373-052: Prof. dr. P.T. de Zeeuw, Dr. L. Braes, Drs. R.S. le Poole, Dr. J. Lub: *Structure and evolution of OB associations*. Graduate student: Drs. A. Brown.
- 782-373-053: Prof. dr. T.S. van Albada: *Standard candles and the physical basis of the Tully-Fisher relation*. Graduate student: Drs. M.H. Rhee.
- 782-373-054: Dr. V. Icke: *Astrophysical applications of relativistic hydrodynamics*. Graduate student: Drs. Y. Poelman.

5.4 Other projects

- 782-371-032: Dr. R.G.M. Rutten: *Seconded to La Palma till 1st March 1991. Support astronomer at ING*.
- 782-374-001: Dr. E. Hummel: *Liaison astronomer seconded to ROE*.
- 782-374-002: Dr. T.A. Oosterloo: *Starting 18 June 1991 support astronomer at ING*.
- 782-376-001: Ir. J.D. Bregman, Dr. U.J. Schwarz, Prof. dr. W.N. Brouw, Prof. dr. H.R. Butcher: *Optical aperture synthesis*. Graduate student: Drs. C.M. de Vos.

5.5 Financial report on NFRA research projects

In 1991 a budget of kf 1200 was available. It served to finance 35 research projects covering 26.3 manyears in total. Table 5.5.1 shows the distribution of the projects over the three astronomical

working groups in the Netherlands. It also shows that 10 percent of the total budget was required to finance manpower commitments towards the British/Dutch collaboration in astronomy. This amount covered the positions of Dr. E. Hummel as liaison astronomer at the Royal Observatory Edinburgh, of Dr. R.G.M. Rutten as support astronomer at the La Palma observatory (until 1 March) and of Dr. T.A. Oosterloo who succeeded Dr. Rutten at La Palma.

There is an overspend of the budget of kf 62.7 (5%) which is covered from an underspend in the previous year.

Table 5.5.1 Distribution of research projects
(*Ph.D. students and postdocs*)

Working group:	# of positions	started 1991	finished 1991	number of my	cost in kf
Sun and Stars	9	2	1	7.5	335.9
Interstellar Matter	6	-	1	5.4	281.1
Stellar Systems	16	5	4	10.8	473.0
Other	1	-	1	0.8	45.3
UK/NL secondments	3	2	1	1.8	127.4
Overspend					-/- 62.7
Totals	35	9	8	26.3	1200.0

Kf 75 was spent on travel expenses of the Ph.D. students and postdocs appointed. Travel included visits to institutes within the Netherlands and abroad, observing trips and attendance of symposia, colloquia and other conferences.

The distribution of research projects over the Dutch Universities is given in table 5.5.2. The total number of manyears given in table 5.5.1 consists of 3.7 postdoc manyears and 22.6 Ph.D. manyears (onderzoekers-in-opleiding).

Table 5.5.2 Distribution of projects over universities

University	# of manyyears	# of positions	started in 1991	finished in 1991
Amsterdam (UvA)	4.6	5	3	2
Groningen (RUG)	6.8	9	-	1
Leiden (RUL)	8.3	12.5	4	4.5
Utrecht (RUU)	4.8	5.5	-	0.5
Totals	24.5	32	7	8

6 Astronomical Reports

6.1 Highlights of research on Sun and Stars

Edited by G.J. Savonije

6.1.1 Binary Systems with Compact Stars

6.1.1.1 Optical studies of X-ray sources observed with ROSAT

In preparation of the MIT/UvA project to study optical counterparts of ROSAT X-ray sources in M31 a UBVR survey was made by van Paradijs and Augusteijn, in collaboration with Lewin and Magnier of MIT, of a one square degree field on this galaxy. This has led so far to a catalogue of about 360,000 stars, complete to about 22nd magnitude.

6.1.1.2 Near infrared observations of Cyg X-3

Van Kerkwijk and van den Heuvel obtained some service observations at UKIRT and the WHT to make near-infrared (1-2.2 μm) spectra of the heavily reddened X-ray source Cygnus X-3. These spectra show strong helium emission lines, which suggests that the mass donor in this X-ray binary is a Wolf-Rayet star. This fits the idea that Cygnus X-3 represents an intermediate evolutionary stage between a normal massive X-ray binary and a binary consisting of two neutron stars.

6.1.1.3 X-ray observations of the globular cluster source 4U 1820-30

Simultaneous observations with the Ginga and ROSAT satellites of the 11-minute orbital period low-mass X-ray binary 4U 1820-30 in the globular cluster NGC 6624 by van der Klis and van Paradijs et al. confirm earlier findings that the period of this source is getting shorter, rather than longer as predicted by binary evolution theory. A new sophisticated model of the mass distribution of the cluster was used to investigate the possibility that acceleration of the binary system by the gravitation of the cluster causes this

discrepancy. It was found that this possibility can be excluded, which adds to the enigmatic nature of the period shortening of this binary. Possibly, the mass donor in the binary is a He burning star rather than a He white dwarf as previously assumed. However, this would imply that the donor was formed by multiple stellar mergers in the globular cluster.

6.1.1.4 Observations of Z sources (Quasi Periodic Oscillations)

Using the VLA, Penninx, Zwarthoed, van der Klis and Van Paradijs et al. discovered that the Z source GX 340+0 is a variable radio source. With this discovery all Z sources have now been detected in the radio band, vs. only a few of the atoll sources. This difference may be related to the inferred higher neutron star magnetic field strengths of the Z sources, and points towards a magnetospheric acceleration mechanism for the relativistic electrons causing the radio emission.

Vaughan and coworkers studied the X-ray properties of the bright Z source Scorpius X-1 using the Ginga satellite. These data show with unprecedented clarity the tight correlation of all source properties with position of the source in the Z diagram, and indicate that the source changes physical state smoothly as a function of accretion rate along the branches of this diagram.

Augusteijn and van Paradijs analyzed optical flux measurements of Scorpius X-1 obtained at various observatories as part of an international X-ray/UV/optical/radio campaign. The results show that the optical flux of this Z-type low-mass X-ray binary is strongly correlated with the X-ray spectral state. Analysis of historical optical photometry of Scorpius X-1 shows that both during bright and faint states the optical flux shows a regular sinusoidal modulation.

6.1.1.5 Search for X-ray pulsars

The large-scale X-ray pulsar search calculations of van der Klis in collaboration with Caltech and involving three supercomputers (among which the NCF Cray YMP in Amsterdam) have begun. The software was successful ported to Amsterdam and test runs on several Z sources were performed.

6.1.1.6 ROSAT observations of bright B and Be stars

Piters analyzed ROSAT survey data of a sample of about 100 bright B and Be stars. She finds that the detection rates of the emission-line and normal B stars are the same: no evidence was found for (Be + white-dwarf) binaries, large numbers of which are expected on the basis of current ideas on the evolution of massive binary stars.

6.1.1.7 Cataclysmic Variables

R.G.M. Rutten obtained eclipse light curves of a large sample of cataclysmic variables, using the Jakobus Kapteyn Telescope at La Palma. He developed an eclipse-mapping analysis programme, which transforms a light curve into a maximum-entropy map of the temperature distribution across an accretion disk. Four of the six systems, for which the analysis is complete so far, show a temperature profile in the disk in agreement with theoretical expectations; interestingly, the other two are known to show deviant spectroscopic behaviour as well. The programme was also used to re-analyze data of the dwarf nova OY Car obtained by N. Vogt during the rise to an outburst.

R.G.M. Rutten studied the formation of the Balmer lines in the accretion disk of the nova-like CV RW Trianguli. For the first time he and V.S. Dhillon (Sussex, UK) were able to conduct phase-resolved spectro-polarimetric observations, using the newly commissioned polarization module of the ISIS spectrograph behind the 4.2 meter William Herschel Telescope on La Palma. Their goal was to determine whether a substantial fraction of the line flux is scattered into the line of sight by an accretion disk wind. This could provide an explanation for the curious behaviour of the Balmer lines during eclipse. However, their observations showed no substantial intrinsic polarization, and hence scattering off a wind is unlikely to offer an explanation for the Balmer line characteristics in this system.

6.1.2 Stellar photometry

6.1.2.1 Structure of OB-associations

In october 1991 A. Brown started work on a thesis project on the stellar content and internal structure of OB associations, through measurement of radial velocities and discussion of published

photometry. This will establish membership down to much later spectral types than is known to date, and will provide one-dimensional internal motions, the distribution of rotational velocities and the frequency of duplicity. Calculation of synthetic Walraven colours for rotating early-type stars will then, when applied to the available photometry, allow derivation of the photometric ages of the members and the initial mass functions for the associations.

6.1.2.2 Photometry of F-G stars

Together with C.F. Trefzger (Astron. Inst. Basel) and O.M. Kolkman (Groningen) J.W. Pel (Roden) continued the analysis of photometry of F-G stars in fields of the Basel halo program. The data of this long-term project have been obtained in the period 1983-1990 with the Walraven five-channel photometer and the 90-cm Dutch Telescope at ESO, La Silla. By combining extensive photometric data on stars with spectroscopic analyses with theoretical colours based on the model atmospheres of Kurucz, further improvements were made to the calibration grids that are used to derive physical parameters for the program stars.

On 1 March 1991 came an end to a nearly uninterrupted period of 32 years of photometry with the Walraven photometer on the 90-cm Dutch Telescope, initially at the Leiden Southern Station in South Africa, and from 1979 at La Silla Observatory. In November and December 1990 J.W. Pel and A. de Jong (Kapteyn Obs., Roden), in collaboration with ESO staff, had made considerable improvements to the telescope hardware. During January and February 1991 a last observing run with the Walraven photometer was made by O. Kolkman (Groningen) and M. Verheijen (Leiden), and in March the changeover to the new CCD-camera built by ESO was carried out. From now on the telescope will be devoted to CCD imaging and photometry. In future the Walraven photometer will be available only in special cases, for programs which depend specifically on the properties of VBLUW photometric system. First results with the new CCD system look very promising, showing that the improvements to the telescope (modifications of mirror supports, and better alignment) and various measures to reduce dome seeing have clearly been worthwhile. They demonstrate that even this small telescope can be a very powerful and productive source of good CCD data.

6.1.3 Variable stars

6.1.3.1 Variability of supergiants and hypergiants

Van Genderen continued his investigation on the variability of super- and hypergiants ('Cyg variables) including the hot S Dor type variables or LBVs. A study on the B-type hypergiants R81 (LMC), HD 80077, HD 168607 and HD 168625 using VBLUW photometry revealed interesting results on the quasi-periodicity and supported the view that morphological differences exist between normal 'Cyg variables and those suffering from small mass loss eruptions (the LBVs), due to these eruptions. One of the comparison stars used in the above investigation, HD 80859 (B5 V), turned out to be variable itself. Analysis of VBLUW photometry suggests that it is a new member of the small group of "slowly pulsating B-type stars", recently described by Waelkens (Leuven). The period turned out to be 2.86 days and the light amplitude amounts 0.02 magn. only.

6.1.3.2 Variable winds of O-type stars and Be-stars

In order to gain observational support for the hypothesis that the widely observed wind variability of O-type stars (in the form of "discrete absorption components (DACs)" occurring in UV resonance lines) has its origin close to the photosphere, H.F. Henrichs and collaborators organized two international observing campaigns in 1991. Several 2-meter telescopes at different sites on the northern hemisphere (Europe, United States and Japan) and the IUE Satellite contributed to a continuous monitoring of 6 O stars during one week in February and one week in October 1991. The UV P Cygni profiles, which are formed further out in the stellar wind, underwent several DAC passages and other indications of variability. Together with colleagues at O.H.P. (France), the prototype of the β Cephei variables β Cep was observed, and a new activity phase for this star was discovered. According to these observations (unexpected H- α emission) this star has to be classified as a Be star, which is very hard to understand from the difference in pulsational properties of β Cep variables and Be stars. The Be star ξ Per, which has an X-ray pulsar as companion, showed H α emission again after a period of 4 years of absence. In this period the IR flux decreased with one magnitude. The onset of a new emission phase could mean that the circumstellar disk around the Be star is growing in strength again. Figure 6.1.1 shows the double-peaked H- α emission of ξ Per, obtained

at O.H.P. with the 1.52m telescope and spectrograph Aurelie on 25 October 1991 (by L. Kaper).

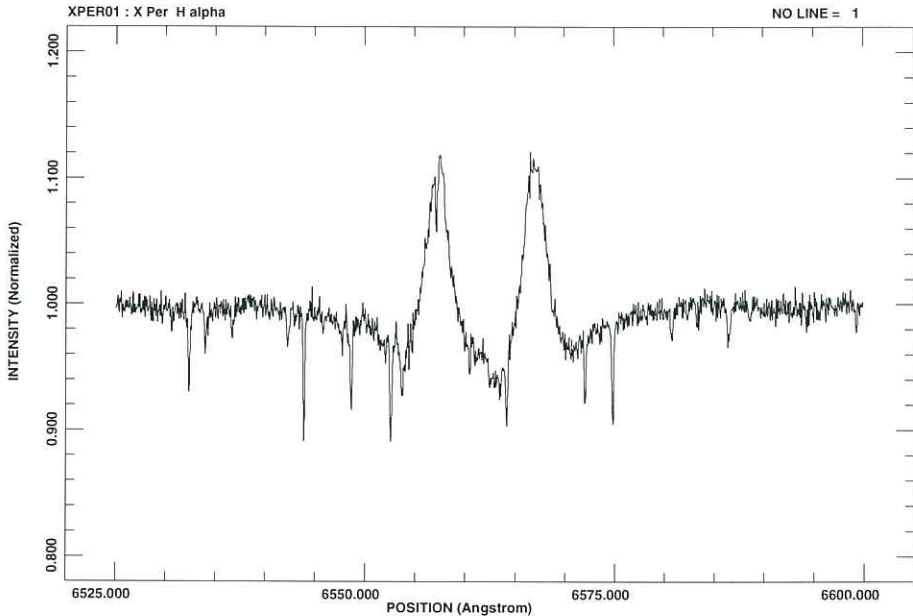


Figure 6.1.1

The double-peaked H- α emission of ξ Per, obtained at Observatoire d'Haute Province using the 1.52m telescope and the Aurelie spectrograph on 25 October 1991 by L. Kaper.

6.1.3.3 Luminous Blue Variable Stars

Lamers, de Koter, Scholten and Spoon studied the photometric variations of Luminous Blue Variables. The data collected from many observatories were calibrated and compiled into an homogeneous set covering about twenty years of observations with thousands of data-points for six LBV's. These variations occur on three timescales: micro-variations on timescales of days to weeks, moderate variations on timescales of years and large eruptions on timescales of centuries. The brightness and colour variations are used for the study of the underlying instability mechanism. To this purpose de Koter developed a computer code for the calculations of the energy

distribution and line profiles in stars with expanding envelopes. Lamers and de Groot (Armagh) found the first photometric evidence for the slow evolution of a star. From observations between 1700 and 1990 of the star P Cygni they derived an increase in radius of 12 % per century and a decrease in temperature of 6 %/century. This is twice as fast as predicted by the evolutionary calculations.

6.1.3.4 Be-stars

In 1991 the ROSAT all-sky X-ray survey was successfully completed, and the analysis of the PSPC measurements on bright B and Be stars has begun. The simultaneous ground-based observing campaign, consisting of optical and near-IR photometry, and high-resolution optical spectroscopy of several hundred B and Be stars, was also completed. A preliminary analysis of the ROSAT data indicates that Be stars are less frequently detected in the 0.1-2.4 KeV window than normal B stars. This is contrary to predictions made on the basis of detailed evolutionary calculations. These calculations predict that a large fraction of the Be stars should have a white dwarf companion. This white dwarf is expected to accrete stellar wind material ejected by the Be star, and so produce low-level X-ray emission. It was expected that several dozen new X-ray sources associated with Be stars would be detected. With 75 % of the ROSAT survey analysed, we find only ten Be stars detected with ROSAT. The reason for the low detection rate of Be stars is as yet unclear (Piters, Meurs, Côté, van Kerkwijk, van Paradijs, Pols, Waters, Taylor, Burki, de Martino).

The H α measurements taken during the ROSAT survey revealed emission in several B stars that were previously not known to have H α emission. This has implications for the statistics of Be stars: the Be phenomenon may be more common than previously thought (Côté, van Kerkwijk, Piters, Pols, Waters).

6.1.4 (Post) AGB stars

6.1.4.1 Multiwavelength observations of AGB-stars

In 1991 M. Groenewegen collected many new observational data at La Silla, Chile on four different telescopes: CCD imaging on the Danish 1.5m telescope, NIR photometry on the 1.0 and 2.2m telescopes, CVF spectra on the 2.2m and CO and HCN mm-observations

at the SEST. In august CO data were obtained with the IRAM telescope at Grenada, Spain. The reduction of the optical and IR photometry is completed and two publications are in preparation. A study into all infrared bright galactic carbon stars is completed and a publication is in press. Corresponding theoretical work focussed on the use of three different computer codes. Firstly a radiative transfer code which was used by S. Slijkhuis for his thesis work. Secondly a program to calculate the excitation of molecules and the resulting line profiles in an expanding envelope. This program was kindly made available by M. Morris (UCLA). Thirdly, a synthetic evolution program to calculate in a simple way the evolution of AGB stars. This program gives very promising results and two publications are in preparation.

6.1.4.2 UV observations of post-AGB stars

Lamers and Quinn (Armagh) showed on the basis of UV spectra that the two early type supergiants LB3193 and LB3116 are not massive stars but that they are low mass post-AGB stars. Bakker studied the UV spectra of the post-AGB star HD 101584 obtained with IUE. He showed that the spectral lines are exceptionally strong, probably due to differential motions in the atmosphere. Mathis (Madison) and Lamers proposed a mechanism for the formation of extremely metal poor post-AGB stars. They showed that the low metallicity is the result of depletion on dust. This depletion may occur during either dusty mass-transfer from a companion or a sudden decrease of the dusty superwind phase on the AGB.

6.1.4.3 SAO stars with infrared excess in the IRAS Point Source Catalog

R.D. Oudmaijer, R. Waters, W. van der Veen (Columbia University, New York), N. Trams (ESTEC, Noordwijk) and C. Waelkens (Univ. of Leuven, Belgium) completed a search for SAO stars in the IRAS Point Source Catalog which show an infrared excess. The selection was inspired by the results of Trams who had conducted a literature study for optically bright post-AGB stars surrounded by a dust shell. By cross-correlating a large optical catalog with the IRAS Point Source Catalog they created a sample which provides many other good candidates having a post-AGB nature. The selection provided a sample of 452 stars, with not only more than 20 candidate post-AGB stars, but many other types of stars showing infrared excess as

well. Among the selected stars Vega type stars, Be stars and Pre-Main Sequence stars are found. Observations for the candidate post-AGB stars and Vega type systems are in progress.

6.1.4.4 F-type Post-AGB stars

R.D. Oudmaijer and R. Waters investigated the large amount of observed optically bright post-AGB stars with spectral type F. This large amount is not consistent with evolutionary calculations which predict a star to spend more than 60% of the transition time from the Asymptotic Giant Branch to Planetary Nebula as a B type star. Hence one would expect to see more B type post-AGB stars than actually observed. To see whether any observational biases could result in this discrepancy, Oudmaijer and Waters used simple model calculations for an evolving post-AGB star. One of the conclusions is that one can reproduce the large amount of F stars only for slowly evolving objects, since the 12 μm band flux from such a star will rapidly get under the detection limit of IRAS. Many optically bright post-AGB were found using strict criteria concerning this band.

6.1.5 Stellar oscillations

6.1.5.1 A search for solar-like oscillations on α -Cen-A.

On the sun it has been shown that detection of p-modes (acoustic waves) can lead to a much better understanding of the internal structure. For the past decade serious attempts have been made to detect similar modes of oscillation on bright solar like stars. The very small oscillation amplitude however, makes detection of solar-like p-modes on stars difficult. Oscillation amplitudes $< 1\text{m/s}$ correspond, when using photometric techniques, to intensity variations $\sim 10^{-6}$. Using Doppler methods, 1 m/s corresponds to a relative intensity variation of roughly $\sim 10^{-4}$. During 6 consecutive nights, 2 - 7 April 1990, the solar like dwarf star α -Cen-A (G2V) has been observed, in an attempt to measure p-modes with expected individual amplitudes on the order of $< 50\text{ cm/s}$ (E.M. Pottasch, H.R. Butcher, F.H.J. van Hoesel). The instrument makes use of a single channel, Fabry-Perot (F-P) based, carefully stabilized, velocity monitor (assembled at the Kapteyn Observatory, Roden) attached to

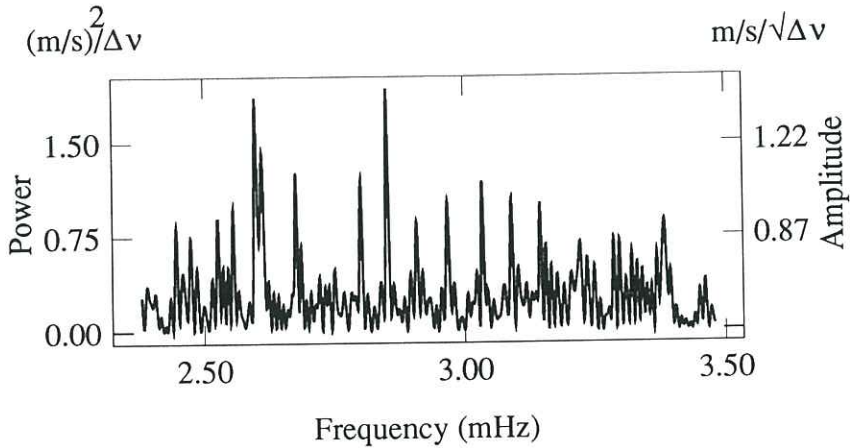
the 3.6-m telescope of the European Southern Observatory at La Silla, Chili, using an optical fiber.

Results

- 1.) The high frequency noise level is on the order of $22 \text{ cm/s}/\Delta\nu^{0.5}$ for six consecutive observing nights.
- 2.) The power spectrum shows a periodicity in frequency ($0.5\Delta\nu_0 = 55.3 \pm 3.6 \text{ } \mu\text{Hz}$) in the 3 mHz region (see figure 6.1.2). The frequency separation, $\Delta\nu_0$, physically resembles the fundamental frequency of a standing wave in an acoustic cavity in the interior of the star. Therefore $\Delta\nu_0$ is roughly proportional to $(M/R^3)^{0.5}$, from which the radius and the luminosity of the star can be inferred: $R_{\alpha\text{CenA}} = 1.17 R_{\odot} \pm 0.05 R_{\odot}$, using $M_{\alpha\text{CenA}} = 1.085 M_{\odot}$ and $L_{\alpha\text{CenA}}/L_{\odot} = 1.33 \pm 0.11$, using $T_{\text{eff}}(\alpha\text{CenA}) = 5710 \text{ K}$.
- 3.) The individual p-modes are not statistically significant (the reliability is on the order of 55%). The signal to noise ratio in the 3 mHz region however, seems to improve for two- night data strings. From power spectral linewidths it can be shown that the apparent lifetimes are on the order of two days (for the sun lifetimes are on the order of 3 - 6 days).
- 4.) Next to the parameter $\Delta\nu_0$, a second and smaller frequency separation, $\delta\nu_{\text{nl}}$, occurs in the power spectrum. This frequency separation is sensitive to the evolutionary state of the star. From this parameter we can infer the age. From preliminary analysis the small frequency separation corresponds to an age of $7.2 \pm 2.6 \text{ Gy}$.

6.1.6 Planetary atmospheres: radiative transfer

W.M.F. Wauben and J.W. Hovenier developed two approximative methods for computing the intensity and polarization of the internal radiation of a planetary atmosphere. These methods employ the external radiation and the equation of transfer to obtain in a simple manner approximations for the entire radiation field within an atmosphere. The approximations were shown to be quite good for rather general types of atmospheres with optical thickness smaller than about one. A paper on this subject has been accepted by Astronomy and Astrophysics. F. Kuik, W.M.F. Wauben and J.W. Hovenier



Figuur 6.1.2

The power spectrum of two adjacent nights of observation (6 and 7 april 1990) show peaks at regular frequency separation $0.5 \Delta\nu_0 = 55.3 \pm 3.6$ mHz in the 3 mHz (~ 5 minutes) region.

performed very accurate scattering calculations for atmospheres with spheroidal particles. This departure from the usual spherical shape assumption is an important new development in studies of radiative transfer in planetary atmospheres. Two papers on this subject will soon appear in Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer. C.V.M. van der Mee and J.W. Hovenier investigated the structure of matrices that transform Stokes parameters due to scattering of light or for any other reason. A number of constraints were derived for the elements of such a matrix in order to ensure it to be physically meaningful. This study is valid at all wavelengths and has numerous applications, not only in studies of planetary atmospheres, but in many other parts of physics and astronomy. The results were reported in a draft paper.

6.1.7 Electromagnetic phenomena

6.1.7.1 Magnetic fields in solar-type stars

The large-scale magnetic fields of solar-type stars show a cyclic behaviour with a period much less than the resistive decay time of the magnetic field. Such cycles are sustained by a dynamo process which continuously regenerates the magnetic field. In recent years it has become clear that dynamo action has to be described by stochastic excitation of many dynamo waves, rather than as steady excitation of just one dynamo wave. The reason for this is the large influence of fluctuations in the turbulent convection on the transport of magnetic fields. The major goal of this research - continued by Van Geffen, in collaboration with Hoyng and Zwaan - is to find the coherence time, or phase stability, of the excited modes, in particular of the fundamental 22-year solar cycle.

The method we adopted is that we require the mean magnetic energy to be stationary, in order to make sure that the magnetic field of the dynamo remains finite. During 1991, the previously developed numerical code for the mean energy distribution in the dynamo has been used on a variety of dynamo models (geometry, type of turbulence, etc.). The code has also been extended with several new features, such as an energy balance. The results of production runs, to be published in 1992, show basically that the method works satisfactorily. We find that a dynamo operating in the entire solar convection zone can only be a diffuse, aperiodic dynamo with a weak field (of the order of a hundred gauss). This result supports previously suggested ideas that there exists another dynamo, located at the base of the convection zone, which is responsible for the solar cycle. This point will be investigated further in 1992. The method also enables us to diagnose the nature of the convection. We found that the convection in the Sun takes place in the form of giant cells, and that the turbulent diffusion in the convection zone is an order of magnitude larger than is usually adopted in mean field models.

Hoyng and Van Geffen have also undertaken an analysis of the effect of helicity fluctuations in mean field dynamos. Numerical simulations show clearly that in addition to the fundamental mode, all higher eigenmodes are stochastically excited. A simple dynamo model has been used, and this has the advantage that relative excitation levels and the frequency spectra of the eigenmodes could

be computed analytically. In 1992 this method will be applied to realistic models of the solar dynamo.

6.1.7.2 Electrostatic Double Layers in Cosmic Plasmas

Volwerk and Kuijpers applied the maser process operating inside double layers to the core radiation from radio pulsars. Present ideas on the structure of the magnetosphere of a radio pulsar are that even on the open field lines above the polar cap the particle density is high enough to largely exclude electric fields parallel to the magnetic field. Strong parallel electric fields only exist

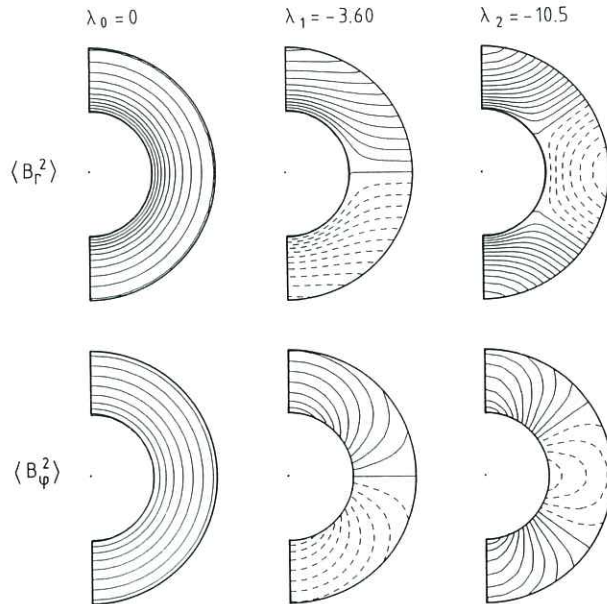


Figure 6.1.3

Distribution of magnetic energy in the radial direction $\langle B_r^2 \rangle$ (top) and azimuthal direction $\langle B_\phi^2 \rangle$ (bottom) of a simple (spherically symmetric) dynamo model without differential rotation. The left column shows the stationary or fundamental mode ($\lambda_0 = 0$), which can be identified with the time-averaged energy distribution of the dynamo. The second and third column show the first two higher modes, which have negative eigenvalues λ_i . These modes are not excited in the stationary state; they represent initial conditions.

close to the stellar surface in a narrow sheath where particles are extracted from the star. In fact this sheath forms an electrostatic double layer. Earlier calculations by us on maser emission from double layers have been extended to the relativistic conditions and geometry relevant in the pulsar magnetosphere. The resulting brightness temperatures and pulse profile characteristic fit well to the observations of core radiation from radio pulsars.

Coherent radiation from electrostatic double layers is not only expected in the form of a maser process (when the wavelength is small compared to one dimension of the double layer) but also in the antenna version (when the double layer is much smaller than the wavelength). To verify the latter process in the laboratory Volwerk spent the main part of 1991 at the Royal Institute of Technology

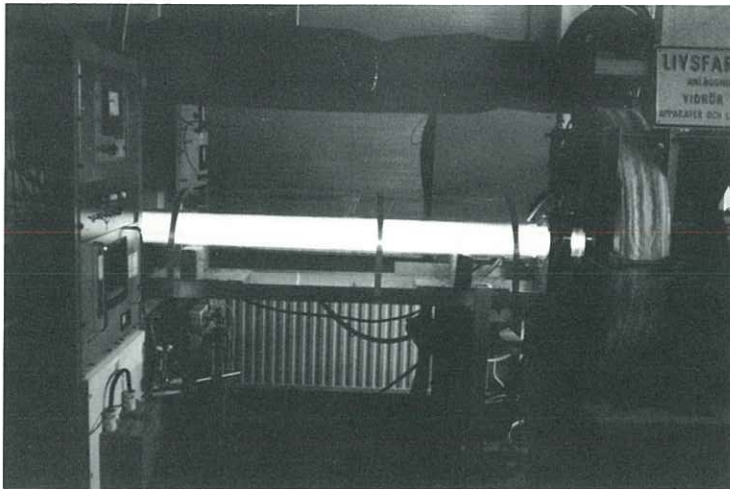


Figure 6.1.4

A picture of the Double Layer experiment performed in Stockholm under the Dutch-Swedish cooperation. one sees the plasma light in the double plasma machine. The actual measurements were made off-picture to the right.

(KTH) in Stockholm, Sweden, in a collaboration with Torven, Lindberg and Raadu. Various experiments have been performed on strong double layers in a double-plasma machine (see Figures 6.1.4 and 6.1.5). Radiation could be measured coming from the double layer for two perpendicular polarization states. It was found that earlier calculations by us on the antenna process are essentially confirmed by the measurements. Plans exist to extend the experimental verification in future to a plasma diode.

A new study was started in Utrecht on the question of specific wave modes inside double layers. It is expected that inside the double layer a preference exists for certain wave modes which can cause an enhancement of the emitted radiation. To determine the dispersion relations for a finite plasma slab with an electric field in the finite direction a computer program is being written.

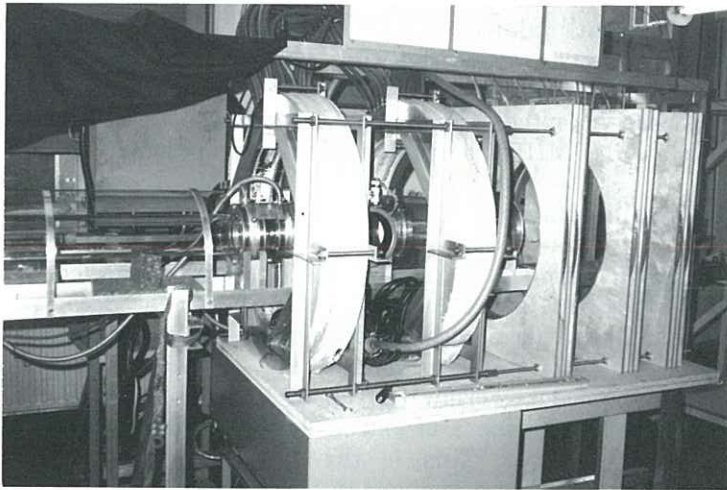


Figure 6.1.5

A picture of the Double Layer experiment in non-operational form. Clearly visible are the magnetic coils around the measuring area providing a constant (up to 1%) magnetic field at the axis. At the left the "supply tube" is visible, now not filled with plasma.

6.1.7.3 Relativistic electron beams

In order to describe a propagating beam of protons or electrons through a plasma on timescales longer than the typical collision time in the system, only inductive effects have to be taken into account. Van den Oord started to develop a numerical code to solve the Maxwell-Vlasov equations for the inductive component of the electric field. Recent observations of the polarization of type III burst show a surprisingly high polarization. This implies that either the coronal magnetic field is stronger than previously thought or that the theory must be revised. Together with prof. Melrose (Sydney) van den Oord started a re-analyses of the theory which lead to the identification of extra contributions in the head-on approximation. The influence of these terms on theoretical predictions is under investigation.

6.1.7.4 Magnetohydrodynamics

Van den Oord and Kuperus started to analyze the evolution of a coronal filament taking retardation effects into account. The retardation effects, caused by the finite Alfvén velocity, change the equation of motion of a filament in a profound way. A publication has been accepted. The results indicate that a so-called quasi-static evolution of MHD structures is not always possible.

6.1.7.5 Stellar flares

Based on his previous work on stellar flares van den Oord, together with Dr. Doyle (Armagh) analyzed an X-ray flare observed with the Japanese satellite GINGA. An analytic model for the decay phase of the flare has been developed which makes it possible to obtain an accurate estimate of the flare volume. The quiescent X-ray emission of II Peg showed a powerlaw tail up to 18 keV. The only plausible explanation is the presence of extremely hot plasma ($T > 10^8$ K) in the corona of II Peg. This is the first time that such a hot component has been found in a quiescent coronal plasma.

6.1.8 Hydrodynamics: stability of accretion disks

In collaboration with J.C. Papaloizou (QMW, London) M.H. Heemskerk and G.J. Savonije studied the character of eccentric ($m=1$) modes in self-gravitating gaseous disks orbiting a central (proto)star. These eccentric modes shift the central star away from

the system's centre of mass. A linear stability analysis, taking the shifted star into account, showed the star/disk system to be dynamically unstable below a certain value of the central mass. Non-linear numerical calculations affirmed this result and showed that the instability vanishes if the central mass becomes comparable to the disc mass. For smaller central masses the star is able to gain positive angular momentum from the disc, in which a negative angular momentum $m=1$ mode is induced. Thereby the centrifugal forces counteract the gravitational pull of the disturbed disc towards the centre of mass and cause the star to spiral out until it collides with the inner edge of the disc. This instability seems relevant to the process of (binary) star formation.

6.1.9 A three component model for MagnetHydro-Dynamic turbulence in accretion disks

Final report on an NFRA supported Ph.D. project
by G.T. Geertsema.

Viscosity in accretion disks

The central question of this research was: can turbulence produce the large kinematic viscosity needed in accretion disk theory? Accretion disks are believed to be present in binary galactic X-ray sources. A primary star filling its Roche lobe (the equipotential surface at which matter can move freely to the other component) transfers mass to a secondary compact object such as a white dwarf, neutron star or a black hole. Due to the angular momentum of the matter, an accretion disk is formed. In the accretion disk most of the mass loses its angular momentum due to internal friction, allowing it to spiral towards the compact object. Similar processes are believed to occur in the nuclei of active galaxies and quasars where gas accretes on a black hole of $10^6 - 10^8 M_{\odot}$.

In steady-state disk theory it is assumed that the viscosity in an accretion disk is capable of adjusting itself in such a way that the mass accretion rate depends only on the mass transfer rate $\dot{M}$ from the donor star. Therefore the total disk luminosity is also independent of the viscosity. From observations of cataclysmic variables (CV's) and low mass X-ray binaries (LMXB's) the mass

accretion rate is determined to be $\dot{M} \sim 10^{-8} - 10^{-10} M_{\odot}/\text{yr}$. The observations also supply upper limits for the thickness of the accretion disks. These observational parameters together with disk theory lead to a viscosity too large to be accounted for by normal viscous processes. Mechanisms proposed to increase the viscosity are: shocks, magnetic fields and turbulence.

This research concentrated on the effective viscosity due to turbulence with small scale magnetic fields. Turbulence is likely to be present in an accretion disk due to the large Reynolds number, typically in the range $Re \sim 10^3 - 10^6$. And a substantial magnetic field can be created from a small seed field, because the dynamo action of the shear flow amplifies the magnetic field.

Model and Results

The accretion disk is assumed to be thin. The velocity and magnetic field are separated into an average component and a fluctuating part with zero mean. The large scale velocity is the Kepler velocity: the disk is differentially rotating. The average component of the magnetic field is taken to be equal to zero. The research is limited to 3D turbulence, which is isotropic in an average sense, therefore the length scales of the largest eddies are smaller than the local thickness of the disk. And the flow is incompressible which means that the turbulent velocities are considerably smaller than the sound velocity.

The Navier Stokes equation and the induction equation give the evolution of the velocity and of the magnetic field. To get the statistical information of interest, a spectral analysis is the most appropriate approach for this problem. This means the velocity- and magnetic fields are analyzed in wavenumber space. This transformation is trivial except for the non-linear terms in the equations, which represent the exchange of turbulent energy between different modes. These interactions are simulated by course-graining wavenumber space into shells and then allowing for exchange of energy between different shells.

Shear. The influence of different energy sources for the turbulence was analyzed. It was found that, in the application of the turbulence to the accretion disk, the shear force due to the differential rotation is sufficient as the energy source for the turbulence (Geertsema and Achterberg 1990). Although energy input is

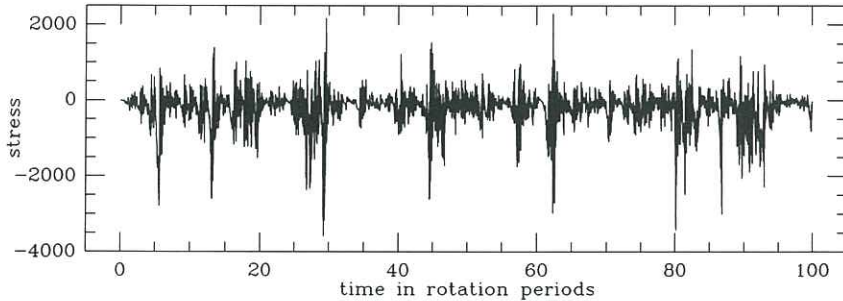


Figure 6.1.6
Total stress as a function of rotational periods

dominant at the larger length scales, it is active at all length scales. This results in a slight deviation from the Kolmogorov slope (the equilibrium solution: $u(l) \propto l^{2/3}$). Even though the production of kinetic energy is highly anisotropic, this does not jeopardize the isotropy of three dimensional turbulence at smaller length scales, which is restored by the pressure forces in the momentum equation. The restoration of the isotropic character of the magnetic field is accomplished by the non-linear interaction between the magnetic field and the velocity. An analysis in terms of amplitudes is not sufficient, and a three component model is used.

Magnetic field. The inclusion of the magnetic field in the simulation is essential. This is proved by simulations in which the initial magnetic energy is many orders of magnitude smaller than the kinetic energy. This small magnetic seed field grows to

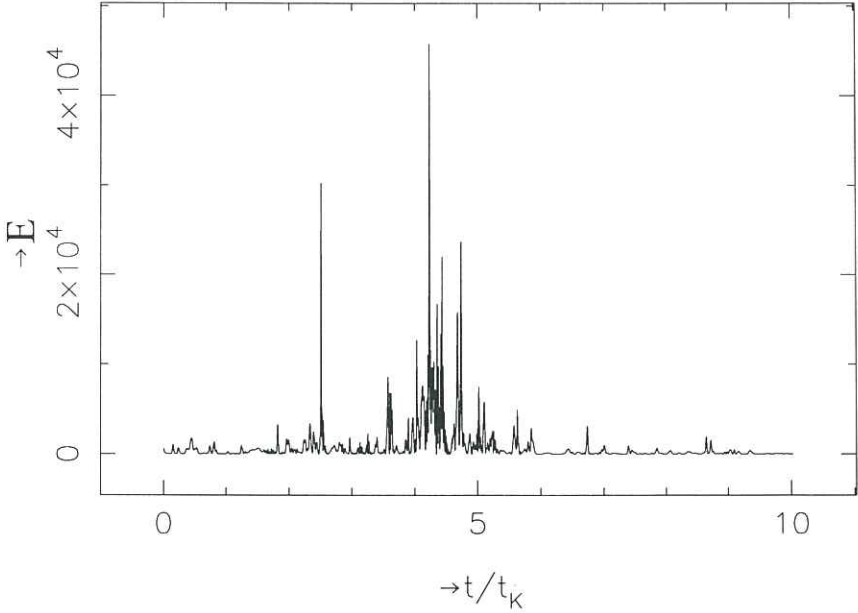


Figure 6.1.7

Energy flowing into the corona as a function of time in units of the Kepler time.

equipartition within one Kepler timescale. (It takes matter at least 1000 Kepler times to reach the inner radius of the accretion disk). (Geertsema and Achterberg 1991a, 1991b)

The simulations further show that the magnetic field increases the effective turbulent viscosity at least by a factor 2 (Geertsema and Achterberg 1990, 1991b). The reason is that the magnetic field enables inverse cascade. This means that energy can flow to larger scales. And the main contribution to the effective turbulent viscosity comes from the largest length scales. In hydrodynamic three dimensional turbulence the energy can only flow in the direction of the dissipational region, which are the smaller scales.

Fluctuating turbulent viscosity. The quantities that are needed to determine the effective viscosity in a turbulent accretion disk are the stress and the energy averaged over time. The time behaviour of

the turbulent quantities is very chaotic as is demonstrated in figure 6.1.6. The figure shows the time behaviour of the turbulent shear stress $t_{\theta\phi}$ which is related to the turbulent viscosity ν_{τ} through $t_{\theta\phi} = -\frac{1}{2} \rho \nu_{\tau} \Omega$, with ρ the density and Ω the Keplerian angular velocity. The average stress is negative, as it should be to result in a positive viscosity. A negative stress can be interpreted as follows: the turbulence is organizing itself temporarily in larger scale structures.

Periodic oscillations

Further examination of the fluctuating behaviour of the turbulent quantities showed an interesting qpo-like feature, which

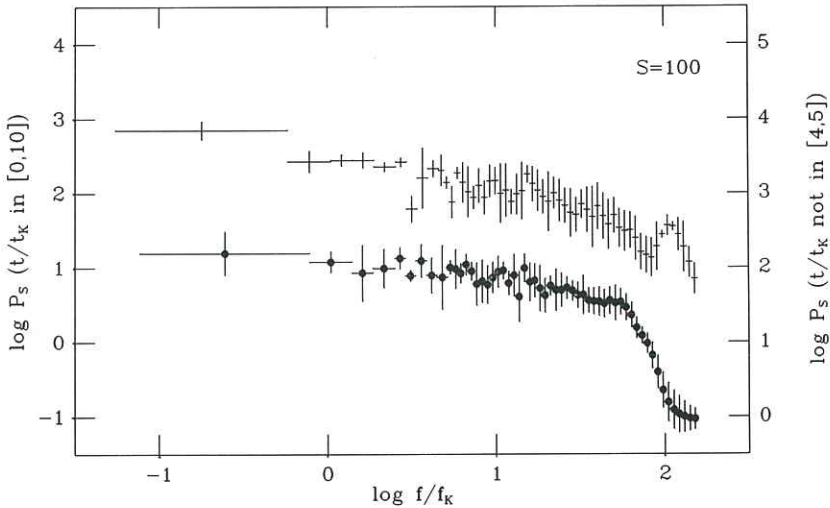


Figure 6.1.8

Low resolution power spectra of the energy flowing into the corona, frequency is given in units of the Kepler frequency. Note the shifted y-axes are shifted. This is done so that the two curves don't overlap. Dots give the power spectrum of the energy for the time range $t \in [0,4]$ and $[5,10]$ (right y-axis), the points for the total time range: $t \in [0,10]$ (left y-axis).

was present in a more violent period of the turbulence. In figure 6.1.7 the energy which is flowing into the corona from the turbulent volume is given as a function of time. From 4 till 5 Kepler rotation periods the figure shows an energy burst. This energy burst results in a peak in the power spectrum as can be seen in figure 6.1.8 (Geertsema and Kuperus 1991).

The peak is at the edge of the graph, however this is not a result of the time resolution in the computer simulation but only an effect of the frequency of writing the results of the simulation. The actual information extends to $\log f/f_K = 4$. The dots give the power spectrum of the energy flowing into the corona with exclusion of the energy burst. The peak is now absent, which further proves its reality.

Conclusions

The answer to the central question of the research is: yes, turbulence can produce the large kinematic viscosity needed in accretion disk theory. The α -parameter introduced by Shakura and Sunyaev is derived in Geertsema and Achterberg (1991b) to be equal to $\alpha \approx 0.9 (L/H)$, with L the length scale of the largest eddy and H the pressure scale height. The model describes three dimensional turbulence, therefore L must be smaller than H , but even for $L \approx 0.1 - 0.3H$ the value of $\alpha \approx 0.01 - 0.1$ is of the same order as required by the observations.

The turbulent entities such as kinetic energy, magnetic energy, stress and dissipated energy show chaotic behaviour. In particular, the turbulent shear stress shows large fluctuations on timescales of a few rotation periods. There are indications that turbulence can provide an alternative explanation for QPO's. This is definitely worthwhile to investigate further.

Publications

- Geertsema, G.T., Achterberg, A., 1990, "MHD turbulence and accretion disks", *Comput. Phys. Commun.* **59**, 145.
- Geertsema, G.T., Achterberg, A., 1991a, "Time evolution of a magnetic seed-field in a turbulent accretion disk" in: *Structure and emission properties of accretion disks* (eds. C. Bertout, S. Collin-Souffrin, J-P. Lasota, J. Tran Thanh Van), Editions Frontières, Gif sur Yvette, 431.

- Geertsema, G.T., Burm, H., 1991, "Porting a 3D-turbulence simulation to a multi-processor system" in: "The CP90 Europhysics Conference on Computational Physics" (ed. A. Tenner), World scientific, Singapore, 353.
- Geertsema, G.T., Achterberg, A., 1991b, "Turbulence in differentially rotating thin disks: 1. A multi-component cascade model.", *Astronomy & Astrophysics*, in press.
- Geertsema, G.T., Kuperus, M., 1991, "The effect of coupling of a corona to the turbulence in an accretion disk", *Astronomy & Astrophysics*, in press.

6.2 Highlights of research on Interstellar Matter

Edited by E.F. van Dishoeck

6.2.1 Diffuse Interstellar Medium

6.2.1.1 Progress on the Leiden/Dwingeloo Northern Sky H I Survey

The HI survey of the northern sky being carried out by Hartmann and Burton on the Dwingeloo 25m radio telescope is now nearing completion. The survey initially involves data from the entire sky visible from Dwingeloo, i.e. to declinations greater than -30 degrees. The survey will be supplemented to all-sky coverage by comparable data from the southern hemisphere; observations at the Institute for Radioastronomy in Argentina, covering declinations below -10 degrees, will commence in the summer of 1992.

The characteristics of the Leiden/Dwingeloo HI survey may be specified as follows. The 25m telescope has a half-power beam width of 35.2' at 1420 MHz, an effective aperture area of 314 m² and an aperture efficiency of 0.64. The receiver used is a helium-cooled FET amplifier with good long-term stability and a system temperature generally less than 40 K. The backend spectral-line system is the prototype version of the 1024-channel DAS digital autocorrelator, developed by Bos (NFRA, Dwingeloo). This backend is being used at a bandwidth of 5 MHz, covering a velocity range of 1054 km/s and yielding channel spacing of 1.03 km/s. The center of the band remains fixed at zero LSR velocity. Due to spurious effects at the edges of the band, the effective velocity coverage of the survey with respect to the LSR is $-480 < v < +480$ km/s.

Observing is done in grid-mode using Galactic coordinates; each grid unit covers a region of 5 x 5 degrees; positional separation is 0.5° in *b* and 0.5/cos(*b*) in *l*. The spectra are observed in total power mode. At the start and end of the grid, 4 reference spectra are taken at two opposite corners. These references are observed with a central frequency 5 MHz (a full bandwidth) higher than that of a total-power (survey) spectrum. At this frequency (1425 MHz) there is no galactic HI anywhere in the band. The reference spectra are used to eliminate the shape of the bandpass from the survey

spectra. Even though the receiver has proven to be extremely stable, calibrator sources are observed regularly.

An important aspect of the project is correction for contamination by stray radiation reflected into the receiver by the receiver-support structure and received by the far sidelobes of the antenna. In some high-latitude regions, stray-radiation may contribute as much as 50% of the total intensity. The stray-radiation correction is being carried out by Kalberla (Bonn University).

At the end of the reporting period, more than 70% of the Northern-sky part of the survey has been observed. The final spectrum is expected to be collected in July 1992. The quality of the data has been demonstrated to be very high; the rms-noise in the baseline regions is typically less than 0.07 K (see Figure 6.2.1).

One of the first uses of the new Dwingeloo HI data was the study of the kinematics of several large examples of the Heiles' supershell gas clouds, each with a rather complicated cirrus association. Together with Palous (Prague), Hartmann and Burton attempted to model the observations of a low-latitude, distant HI supershell near $l=65^\circ$ using a two-dimensional thin-layer simulation of a supernova remnant. A second region, including the prototypical shell centered near $l=135^\circ$, $b=35^\circ$, was investigated by Tang, Burton and Hartmann. The large and detailed velocity coverage of the Dwingeloo HI data show that this shell has a total kinematic range much larger than previously thought.

In combination with high-resolution data obtained from the Arecibo 300m telescope, Burton and Bania (Boston) used the Dwingeloo survey to study the association of infrared cirrus with neutral hydrogen gas at high Galactic latitudes. The tight spatial correlation between the infrared cirrus dust and the HI gas can be kinematically unravelled: the cirrus clouds commonly show highly anomalous velocities, in several cases embracing the kinematic regime of the intermediate-velocity-cloud (IVC) phenomenon. Evidently, many cirri are not quiescent wisps, but involve substantial energetics which might be due to shocks.

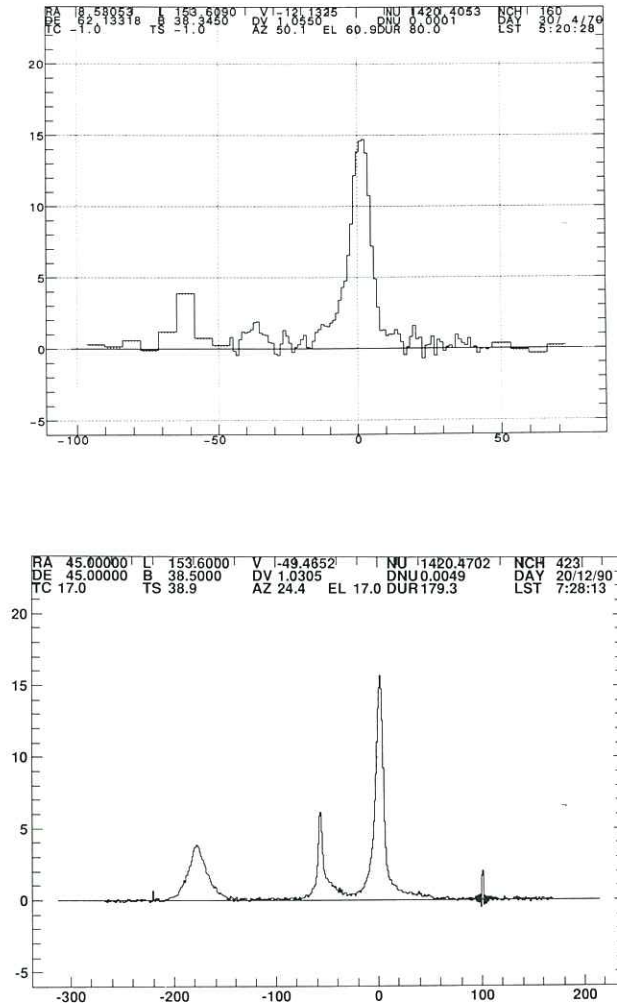


Figure 6.2.1

Comparison of a representative HI spectrum forming part of the new Leiden/Dwingeloo HI survey of Hartmann and Burton (lower panel) with a spectrum in the same direction ($l, b = 153.6, 38.5$) from the Heiles and Habing (1974) survey (upper panel). Typical integration times are 3 minutes. The new all-sky survey contributes substantial improvements in the extent and detail of the velocity coverage, as well as in the sensitivity. The Leiden/Dwingeloo survey will initially be used for investigations of the intermediate-velocity gas, the galactic cirrus, and the outer-Galaxy warp.

6.2.1.2 Diffuse Polarized Emission from the Galaxy

Wieringa, de Bruyn, Katgert, Jansen en Brouw have presented, analyzed and interpreted WSRT observations of the diffuse polarized emission discovered at 325 MHz in several fields in the second galactic quadrant at latitudes ranging from 17 to 35 degrees (see also 1990 Annual Report). The polarization maps contain a wide variety of structures on scales down to a few arcminutes. The apparent polarization brightness temperatures are typically 2-4 K but in one field there is a prominent narrow filament, 4 degrees long, with a maximum apparent brightness temperature of 8 K. Independent partly overlapping measurements of the "filament area" establish the reality of these structures beyond doubt. Because the interferometric observations are insensitive to the large scale polarized component, one must be very careful in interpreting the apparent polarization percentages and brightness temperatures. The latter should be regarded as fluctuations in brightness temperature. A key property for the interpretation of the polarized emission is the complete absence of a counterpart in the intensity (Stokes I parameter) maps. The total intensity, which has a brightness temperature of about 35 K to 50 K in the directions observed, must therefore be very smoothly distributed. Wieringa and colleagues interpret the observed polarized emission as a modulation of an intrinsically highly polarized synchrotron background by Faraday rotation caused by diffuse ionized gas in a fairly thin galactic disk. A model simulation confirms the viability of such a picture. The observed levels of the diffuse polarized emission can only be explained if the scale height of the synchrotron emission is much larger than that of the ionized gas. However, the highly polarized filament cannot be explained in this way and its physical nature remains an intriguing mystery.

6.2.1.3 Interstellar Radio Scattering towards the Galactic Center

By scattering radio waves, interstellar electrons cause images of objects on small angular scale to be blurred; pointlike sources are broadened by this process. In 1990, van Langevelde found that at wavelengths of 18 cm, images from OH/IR stars near the Galactic Center are blurred by scatter to dimensions of 100-500 milliarcseconds. In 1991, he collaborated with Diamond, Frail (both NRAO, Socorro) and Cordes (Cornell) to obtain new observations to

study interstellar radio scattering towards and near the Galactic Center. In a VLBI session with the new VLBA antennas, they measured the angular broadening of OH/IR stars at 1612 MHz. Statistics and kinematics indicate that virtually all of these stars are close to the Galactic Center. The angular sizes of the stars are determined only by scattering. The measurements along different lines of sight suggest that the scattering medium is also located at the Galactic Center. However, the high electron turbulence needed for this requires high electron column densities incompatible with free-free absorption observations towards the Galactic Center. Two sources not detected by VLBI are probably blurred to several arcseconds, and therefore resolved out.

6.2.2 Interstellar Molecules and Dust

6.2.2.1 Identification of interstellar H_3O^+

One of the highlights of van Dishoeck's research on interstellar molecules was the definite detection of the H_3O^+ ion in molecular clouds. The H_3O^+ ion is a key species in the oxygen chemistry leading to the formation of H_2O , OH and O_2 . Chemical models predict O_2 and H_2O to be the dominant oxygen-bearing molecules in interstellar clouds, but neither of the two are easy to observe because of blockage by the Earth's atmosphere. Determination of the abundance and distribution of the precursor H_3O^+ ion may thus provide an important indirect measure of their abundances. Unfortunately, H_3O^+ has a complicated energy spectrum and, moreover, has only three transitions at submillimeter wavelengths (307, 364 and 396 GHz) accessible to ground-based telescopes. Possible detections of the 307 and 364 GHz lines in Orion OMC-1 and Sgr B2 had been reported earlier, but definite identification is difficult in these sources due to the huge complexity of lines. Using the Caltech Submillimeter Observatory, van Dishoeck, Phillips and Keene (both Caltech, USA), were able to search a number of sources for the 396 GHz line (as well as the 364 and 307 GHz lines) during a few nights of exceptional submillimeter weather on Mauna Kea. The 396 and 364 GHz lines were definitely detected toward W3 IRS5, which shows an otherwise completely clean spectrum, so that no confusion is possible (see Figure 6.2.2). The ion was also seen toward a handful of other Giant Molecular Clouds, although its abundance and excitation appear to vary significantly from place to place. Such

variations can be explained if the excitation of the ion is sensitive to the presence of far-infrared radiation and its abundance to the amount of water in the gas phase. The derived H_3O^+ abundances relative to H_2 of 10^{-9} - 10^{-10} are somewhat lower than, but still consistent with, those predicted by chemical models. The implied abundance of O_2 is about 10^{-5} , which is comparable to the best upper limits obtained to date for other sources. Sensitive searches for lines of the $^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ isotope are currently being performed in the same regions in which H_3O^+ has been detected and should provide important constraints on the oxygen chemistry.

6.2.2.2 The CH^+ mystery

The large abundance of the CH^+ ion in diffuse clouds with A_V up to 1 mag has been a mystery for more than 50 years. Many different explanations have been proposed, of which shock models, in which the temperatures are high enough to drive the $\text{C}^+ + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}^+ + \text{H}$ reaction, appeared the more probable. However, new observations of CH^+ absorption lines in translucent clouds with A_V up to 4 mag

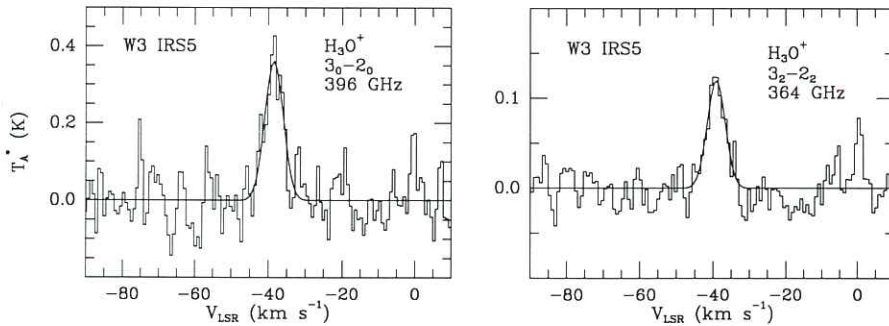


Figure 6.2.2

Submillimeter spectra of interstellar H_3O^+ toward W3 IRS5 obtained by van Dishoeck, Phillips and Keene.

obtained by Gredel (ESO), van Dishoeck, and Black (Leiden/Steward Observatory, USA) at ESO cast significant doubt on the shock hypothesis. In particular, it is difficult to explain the fact that the CH^+ column density continues to increase with total column density and the absence of a velocity shift between CH^+ and other molecules within the shock models. Instead, Gredel, van Dishoeck and Black suggest that the ion is formed in the turbulent interfaces of the clouds or clumps. However, quantitative calculations must await a physical description of turbulence.

6.2.2.3 Diffuse interstellar bands and organic refractory material

Jenniskens and Désert (Meudon, France) continued their study of diffuse interstellar bands. A number of weak features were found near the strong 5780 and 5797 Å diffuse bands. As Figure 6.2.3 shows, these features have a surprisingly regular structure, which may eventually provide important clues for their identification. A

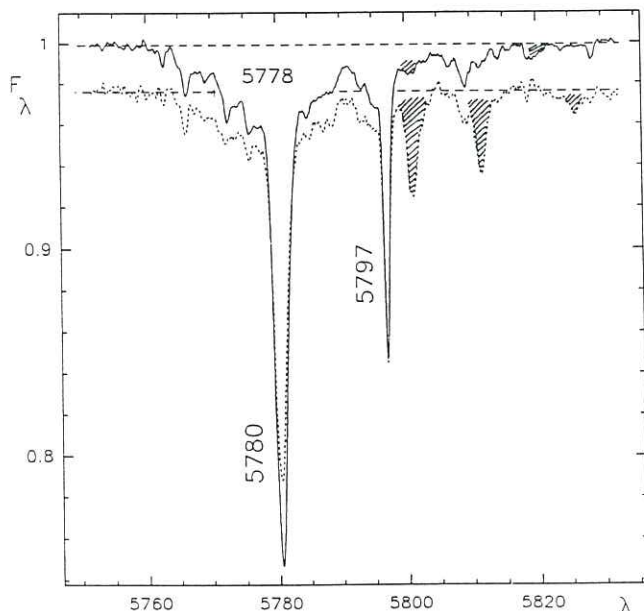


Figure 6.2.3

Spectrum of the diffuse interstellar bands around 5778 Å obtained by Jenniskens and Désert. Several weak features are seen superposed on the broader band. The hatched absorption lines are stellar and telluric lines.

systematic survey of diffuse bands in high S/N spectra of reddened early-type stars has been completed and has resulted in the discovery of many new diffuse bands.

In a related experiment at the Leiden Laboratory for Astrophysics, Jenniskens, Kouchi and de Groot prepared a series of samples of organic refractory material in order to study its evolution under the influence of ultraviolet light and ion bombardment. The latter experiments were performed in Catania in collaboration with Strazzulla and Baratta. Both in the ion bombardment and ultraviolet radiation experiments it was found that the removal of functional groups is dominated by diffusion only up to 1/3 of the total removal. After that, local energy release channels largely protect the material from further carbonisation.

6.2.3 Molecular Clouds and Star Formation

6.2.3.1 Star formation in Chamaeleon

Star formation in the Chamaeleon region has been extensively studied by Assendorp, Prusti, Wesselius and Whittet with partial participation by Clark (AFGL), Laureijs (IPAC, ESTEC), Roth (Las Campanas) and Zhang (Calgary, Austin). Most of the young stars in Cha I are located in the immediate vicinity of HD 97300 and HD 97048, the most massive stars in the cloud. However, the most recent star formation occurs in a region around Cederblad 110. A molecular core close to Ced 110 possesses two deeply embedded infrared sources: one is the long sought exciting star of Herbig-Haro objects 49 and 50. Despite the discovery of these very young objects, Cha I is clearly dominated by young stars that are already in their T Tauri phase. The luminosity function of the Cha I members indicates that star formation has been going on already about 10^4 yr, suggesting Cha I to be significantly older than another well-studied star formation region, Taurus.

For several sky regions IRAS performed Pointed Observations (PO) in addition to the survey observations. This can result in sky maps with a better spatial resolution and improved sensitivity. Very few regions have been studied using PO data, because the data analysis job is very complicated. At ROG, enough expertise has been assembled to attack this job, and in 1991, the PO data of Cha I were processed

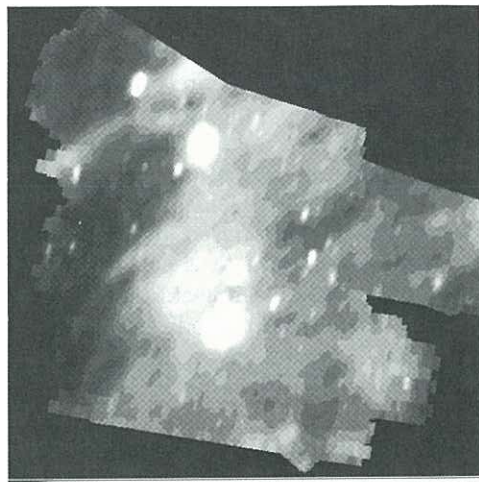


Figure 6.2.4

60 μm coadded IRAS pointed observations map of the Cham I molecular cloud ($\alpha = 11\text{h}$, $\delta = -77^\circ$). The two bright sources below and above the centre are CED 111 and CED 112. The 60 μm fluxes are respectively 250 and 200 Jy. In the 12, 25, 60 and 100 μm maps of the area more than 500 point sources are detected of which only 135 are listed in the IRAS Point Source Catalog and/or Faint Sources Survey. The faintest object in this 60 μm map has a flux of 8 mJy, this a factor of about 20 fainter than the IPSC limit.

by Assendorp resulting in a map of about 5.5 square degree (see Figure 6.2.4). The spatial resolution ranges from about 30" at 12 μm to 90" at 100 μm . The maps are much better than the corresponding survey maps: about 30% of the point sources have not yet appeared in any IRAS catalogue due to confusion or lack of sensitivity. The new Cha I point sources were compared with X-ray data from ROSAT, obtained by Braun (Jena, Germany). At least some of the X-ray survey sources appear to coincide with IRAS sources.

We have also examined the stellar contents of Cha II. The larger proportion of embedded objects and the higher extinction towards T Tauri stars suggest that Cha II is younger than Cha I. It may therefore be a better region to study the earliest phases of stellar evolution than the optically spectacular region Cha I, in which the stars are already too old.

For comparison with the Cha cloud, the B209 globule in the Taurus cloud complex has been studied by Prusti and Wesselius in collaboration with Clark (AFGL), Laureijs (IPAC, ESTEC) and Wakker (Illinois). One of the unresolved problems of star formation is the nature of the embedded objects. Their relative number with respect to T Tauri stars suggests that embedded sources may be protostars, but their luminosities are a factor of ten too low to account for the theoretically predicted accretion rates. Our detailed high resolution IRAS study of B209 reveals new low-luminosity embedded objects which were previously missed in surveys of young stars in Taurus. It is of great importance to check other parts of the Taurus cloud complex for new embedded objects. If a significant number can be found, then the theoretically predicted accretion rates have to be decreased from 10^{-5} to as low as $10^{-6} M_{\odot}/\text{yr}$. In this case it would also be acceptable to call the embedded objects protostars.

6.2.3.2 Origin and nature of the Gum nebula

The Gum nebula is a prominent Southern nebula which has attracted attention because of the presence of numerous cometary globules, the tails of which point generally away from the center of the nebula. Sources of the ionizing radiation and the outflow may be the stars ζ Puppis (O4If) and γ^2 Velorum (WC8 + O9). Srinivasan-Sahu, Sahu and Blaauw started a detailed project into the origin and nature of the region through studies of the kinematics of the gas, the proper motions of the stars in the OB associations, and IRAS maps of the extended emission. In order to understand the connection between the ionized gas in the Gum nebula and the cometary globules, the kinematics were studied using high resolution ($R \simeq 40,000$) spectra in the $H\alpha$ λ 6563 Å, [NII] λ 6584 Å and [OIII] λ 5007 Å lines obtained with the ESO 1.4m CAT with the Coudé Echelle Spectrograph. About 20 positions well distributed in the nebula were observed in the three lines. The data suggest that the region around γ^2 Velorum is kinematically different from the faint 36° Gum nebula.

A proper-motion study was made of all OB stars that are believed to be members of : (1) the B-association which contains γ^2 Velorum ($d = 450\text{pc}$); (2) the Vel OB1 association ($d = 1.5\text{kpc}$); (3) the Vela OB4 association ($d = 1\text{kpc}$); (4) the Vela R2 association ($d = 850\text{pc}$); and (5) other OB stars located in the region $l^{\text{II}} = 258$ to 272° and $b^{\text{II}} = -2$ to 2° . Three meridian catalogues were used for the derivation of proper motions: (1) the General Catalogue (GC) by Boss

which lists positions for the epoch around 1900, (2) the Second Cape Catalogue (prepared under the direction of Stoy at the Cape Observatory) for the epoch around 1950 and (3) the more recent Perth 70 catalogue with observations made at a mean epoch of around 1970 by the Hamburg Meridian Circle Expedition to the Perth Observatory, which was published in 1976, by Hog and von der Heide. For about 15 stars which had observations published in all the three catalogues, three sets of proper motions were derived. Those obtained by combining the Perth 70 and GC meridian observations were found to be the most accurate with mean errors of the order of 0."0018 in RA and 0."0021 in Dec based on an epoch difference of 70 years.

The main results can be summarized as follows: (1) Assuming a distance of 600 pc to ζ Puppis, the total space velocity for the star was determined to be 108 km s^{-1} . This suggests that ζ Puppis belongs to the class of runaway OB stars. In order to determine the origin of this star whose age is at the most a few million years, the space motion was traced back in time. The origin was found to lie within the large molecular cloud which extends from $l_{\text{II}} = 258$ to 272° and $b_{\text{II}} = -3$ to 3° (distance $\sim 1 \text{ kpc}$ and CO mass $\sim 10^6 M_\odot$), referred to as the Vela Molecular Ridge. These data suggest that the Gum nebula most likely is the result of a supernova event on the near side of the Vela Molecular Ridge. The details of such a model are being worked out.

6.2.4 Circumstellar Matter

6.2.4.1 Models for OH Maser Stars

OH masers at 1612 MHz are situated in the expanding shells of late-type Mira variable stars. Their characteristic double-peaked spectrum results from the amplification of radiation along paths of constant velocity. The necessary pumping mechanism is provided by far-infrared photons emitted by dust grains. The resulting radiative transport problem is non-local, non-linear, and, due to the extent of the circumstellar shells, also multi-dimensional. Adapting a Monte Carlo approach to photon packages travelling through and interacting with a masering medium, Spaans and Van Langevelde have succeeded in constructing global solutions to this problem. Their model readily reproduces all typical features exhibited by the masers over a robust parameter range (see Figure 6.2.5). Spaans and Van Langevelde are further exploring the model in a study of the

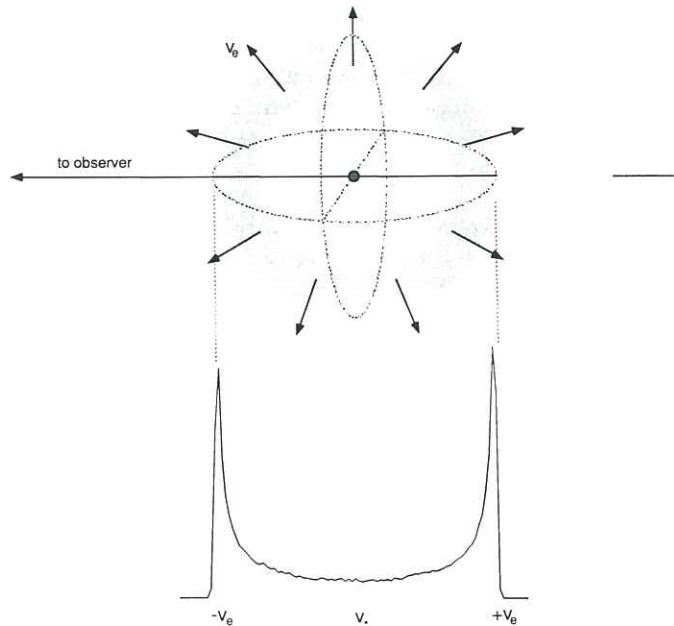


Figure 6.2.5

Simulated maser emission spectrum computed by Spaans and Van Langevelde using a Monte Carlo method.

shell intensity distributions. In particular, they are investigating the effects of the non-isotropic nature of the radiation on measurements of phase-lag distances. Preliminary results indicate a small bias, which will generally be smaller than the observational uncertainties. The model also predicts the presence of "hot spots" in the blue-shifted spectrum of circumstellar masers caused by amplified stellar emission.

6.2.4.2 Late Stages of Stellar Evolution

Considerable progress has been made this year towards a better understanding of the properties of a group of peculiar evolved high latitude supergiants with circumstellar dust shells. These stars are characterized by a strong underabundance of Iron-group elements (Fe, Ti, Sr etc.) while the C, N and O abundances are approximately

solar. First, Van Winckel, Waelkens, Trams, Waters studied the well-known proto-planetary nebula HD44179, better known as the Red Rectangle, and added it to the short list of stars with extreme Fe group deficiencies, with $[\text{Fe}/\text{H}] = -3.5$. Possibly He is overabundant, which would indicate that processed material is revealed at the surface of the star. Second, the discovery by Waelkens and co-workers of a solar Zinc abundance in HD 52961, a star with $[\text{Fe}/\text{H}] = -4.8$, proves that the present-day Fe-group abundances cannot be primordial, since Zn cannot be formed by nucleosynthesis in low mass stars. The atmospheric depletion pattern shows a striking similarity with that of the interstellar medium (ISM). The cause of element depletion in the ISM is dust formation, which locks certain metals in grains. A similar process must have taken place in the gas which is now observed in the photospheres of these stars, but evidently the dust cannot have formed in the photosphere because of the high temperatures there. The observations suggest that the gas was accreted onto the photosphere *after* it was depleted by grain formation.

A qualitative model for the geometry of the circumstellar material of the post-AGB candidate 89 Her was developed by Waters, Waelkens, Mayor, Trams, van Kerkwijk on the basis of the UV to far-IR continuum energy distribution, and using optical and mm spectra. Radial velocity measurements show that the star is a binary with an orbital period of about 290 days, and a very small mass function. The small mass function can be explained by assuming that the system is viewed almost face-on. The model assumes that a circum-system disk of gas, dust and molecular material exists, probably as a remnant of a previous phase of high mass loss (see Figure 6.2.6). It is possible that this qualitative model is also applicable to other binary stars. The binary nature of many suspected post-AGB stars, in combination with their orbital periods, suggest that the evolution of these stars may be very different from those of single low mass stars.

Oudmaijer and Waters looked into the question as to why there are so many optically bright post-AGB stars with spectral type F. This large amount is not consistent with evolutionary calculations which predict that a star spends more than 60% of the transition time from the Asymptotic Giant Branch to the planetary nebula phase as a B-type star. Hence one would expect to see more B-type post-AGB stars than actually observed. To check whether any observational

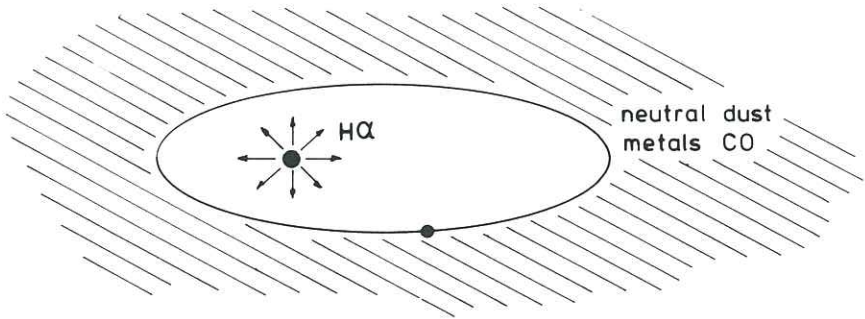


Figure 6.2.6

Geometry of the model for the 89 Her system developed by Waters et al. The luminous central star is a binary system with a low mass companion, and the system is surrounded by a ring of dust, gas and molecules, which could be a remnant of a previous phase of high mass loss or mass transfer. The system is viewed close to face-on.

biases could result in this discrepancy, Oudmaijer and Waters used simple model calculations for an evolving post-AGB star. One of the conclusions is that the large amount of F stars can only be reproduced for slowly evolving objects, since the 12 μm band flux from such a star will fall below the detection limit of IRAS very fast. Many optically bright post-AGB were found using strict criteria concerning this band.

6.2.4.3 Planetary Nebulae

6.2.4.3a. Searches for new (proto-)planetary nebulae

In their search for proto-planetary nebulae, Sahu and Pottasch discovered a very interesting and rare object, which is right in its transitory path from the AGB phase to planetary nebula. IRAS 06562 - 0337 was first observed in December 1987 and October 1988, showing only the Balmer lines in emission. A third spectrum obtained in February 1990 shows a quite different appearance, with forbidden emission lines typical of a newly formed low excitation planetary nebula with a high infrared excess (see Figure 6.2.7). For the first time, such a sudden change in the spectrum of a proto-planetary nebula has been detected in the lapse of only 2 years. It is shown that the effective temperature of the central star has significantly

increased over the last two years. The results are consistent with the evolution of a massive progenitor star with $L = 4000 L_{\odot}$ at a distance of 3 kpc in the post-AGB phase in which the ionization of the neutral envelope, detected in CO, is now taking place.

Another new, young planetary nebula appears to be SAO 244567. This star was reported to have an A or B spectral type in 1970. IUE measurements made by Parthasarathy and Pottasch show that the spectral type is now O8. Optical spectra suggest that a young PN has now been formed. Van de Steene has confirmed this by observing the radio continuum with the Australia Telescope. The analysis of this intriguing object is continuing.

Ratag and Pottasch have completed their search for planetary nebulae in the galactic bulge with the publication of the third list of WSRT measurements. Van de Steene and Pottasch are currently extending this search to planetary nebulae outside the Galactic centre region.

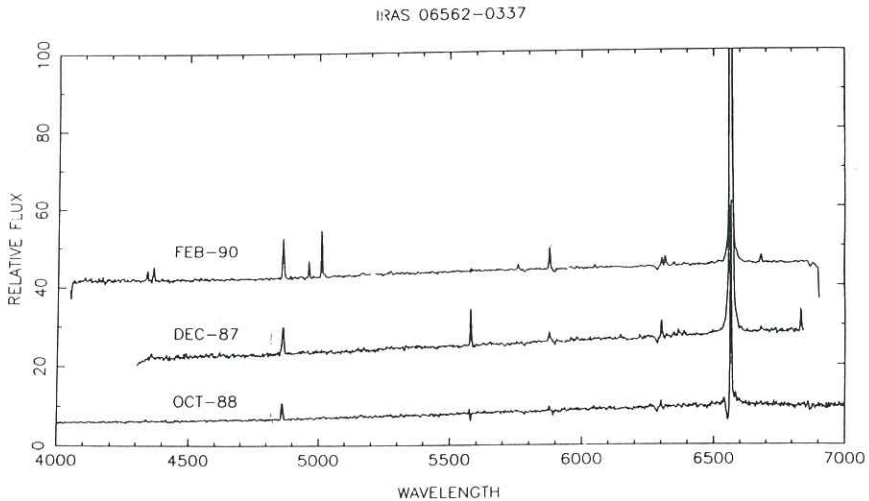


Figure 6.2.7

The birth of a Planetary Nebula: low-resolution spectra of IRAS 06562 - 0337 obtained by Sahu and Pottasch as functions of time.

6.2.4.3b. Hydrodynamical models

Mellema continued his research on the origin and evolution of non-spherical planetary nebulae. Major advances were made towards one of the main goals: the inclusion of the effects of radiation. During a three month visit to Seattle, Mellema worked with Balick and Frank (Univ. Washington, Seattle) on this subject. The simple version of the radiation-coupled hydrodynamics code was expanded by including detailed computations of the heating and cooling. The first one-dimensional (spherical) results show that the code is working fine, and that it produces interesting results on the structure of the hydrogen ionization zones. Similar complex behaviour of the ionization zones is also found by Frank, Icke and Mellema using Icke's independently developed LCD code. It appears

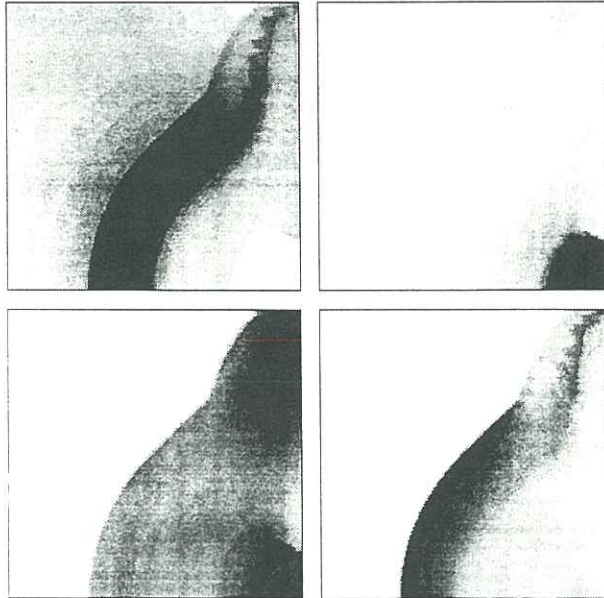


Figure 6.2.8

Evolution of an aspherical planetary nebula with varying mass loss in the fast wind as computed by Icke and Poelman. Counter-clockwise from top left: density, velocity, energy density, and temperature. The right hand edge of each panel is the symmetry axis, the bottom edge is the equatorial plane. The panel size is 2.3×10^{14} m. The fast wind from the centre was switched on in 10^5 s; the frames are shown at $t = 2.5 \times 10^5$ s. Note the double shell and the axial condensation.

that during the first stages of the slow wind, the front may be trapped in the nebula in the form of a Strömgren zone; when the fast wind blows an inner cavity, the ionization front may move out of the whole nebula, to be trapped again when the interacting winds have formed a dense shell. In that case, the outer nebula undergoes a complex cooling sequence, which strongly influences the appearance of the nebula. In particular, one may have molecular, neutral atomic, and ionized hydrogen co-exist in different parts of the nebula. The luminosity evolution of the nascent white dwarf in the centre of a young PN has a decisive influence on the behaviour of this ionization zone. This aspect is now under investigation.

Together with Poelman, Icke studied the influence of changes in the mass loss rate on the behaviour of aspherical planetary nebulae. Two approximations were used: one in which the gas density and the momentum density changed in the course of time, and one in which the gas density and the velocity changed. Although the details differ, in both cases it was found that the flow developed a double shell instead of just one. Moreover, the startup phase of the fast wind causes an axial condensation which persists for a remarkably long time (see Figure 6.2.8). Whether or not this is the origin of the enigmatic "ansae" observed in some PNe remains to be seen.

6.2.4.4 Be Stars

This year the ROSAT all-sky X-ray survey was successfully completed, and the analysis, by Piters, Meurs, Coté, van Kerkwijk, van Paradijs, Pols, Waters, Taylor, Burki, and de Martino of the Position Sensitive Proportional Counter (PSPC) measurements on bright B and Be stars has started. The simultaneous ground-based observing campaign, consisting of optical and near-IR photometry and high-resolution optical spectroscopy of several hundred B and Be stars, was also completed. A preliminary analysis of the ROSAT data indicates that Be stars are *less* frequently detected in the 0.1--2.4 KeV window than normal B stars. This is contrary to predictions made on the basis of detailed evolutionary calculations. These models predict that a large fraction of the Be stars should have a white dwarf companion, which is expected to accrete stellar wind material ejected by the Be star and thus produce low-level X-ray emission. It was expected that several dozen new X-ray sources associated with Be stars would be detected. With 75 percent of the ROSAT survey analysed, only ten Be stars were detected with ROSAT. The reason for

the low detection rate of Be stars is as yet unclear. On the other hand, the $H\alpha$ measurements, analysed by Coté, van Kerkwijk, Piter, Pols, and Waters, revealed emission in several B stars that were previously not known to have $H\alpha$ emission. This has implications for the statistics of Be stars: the Be phenomenon may be more common than previously thought.

The theoretical work on modeling the infrared recombination lines from Be star winds was continued by Waters and Marlborough (Univ. of Western Ontario). The first results indicate a remarkable

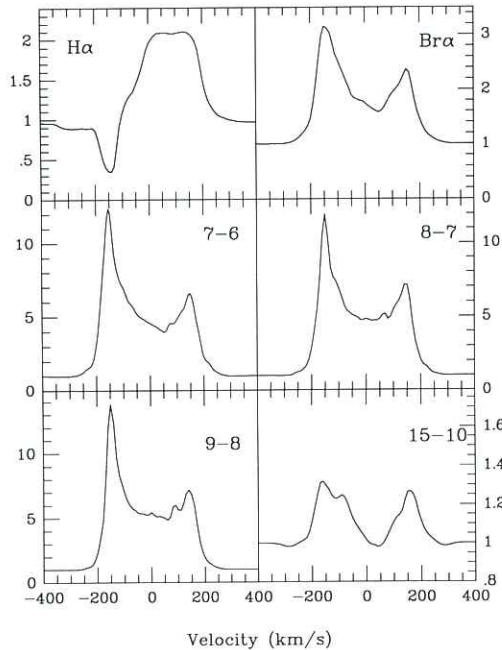


Figure 6.2.9

Theoretical H infrared recombination line profiles calculated by Waters and Marlborough for a star with $T_{\text{eff}}=25,000$ K and $\log g=4.5$, rotating at 80% of the equatorial break-up velocity, and surrounded by a disk with full opening angle of 10 degrees, and a radial velocity law proportional to (r/R_*) . The disk is viewed edge-on. Note the P-Cygni profile in $H\alpha$, and the double-peaked profiles of the IR lines with the violet peak stronger than the red one.

effect in the line shapes of the strongest HI recombination lines formed in rotating and slowly expanding disks. The violet (V) emission peak of the double-peaked profile is stronger than the red (R) one, while the ratio V/R is reversed in the optical Balmer lines of the same model (see Figure 6.2.9). This effect is caused by the combination of line and continuum optical depths in the infrared: line radiation generated in the far end of the envelope, which is moving away from the observer and hence contributes to the red peak, is absorbed by continuum free-free opacity on its way to the observer, causing a weaker red peak compared to the blue one.

Waters and Marlborough completed the study of linear polarisation and IR excess in Be stars this year. The goal of this study was to derive constraints on the geometry of the circumstellar

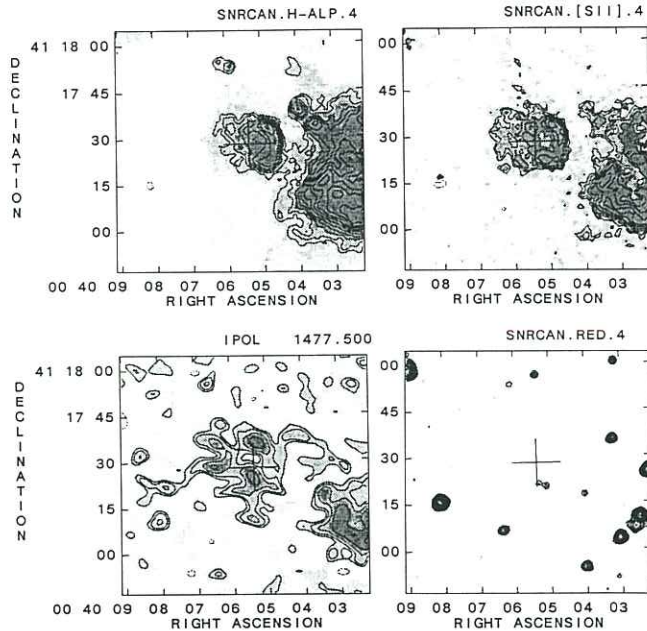


Figure 6.2.10

Emission from a SNR candidate in M31. The maps show, going clockwise from the upper left, optical emission in H alpha, [SII] and continuum, and radio continuum at 20 cm. The center of the candidate is indicated by a cross.

material in Be stars. The polarisation and IR excess were modeled assuming a disk-like distribution of the gas around the star, and various opening angles, densities and density gradients of the disk were explored. It turns out that the disk model is in agreement with the observations for a wide range of opening angles and densities in the disk. This result is surprising, because it was thought that linear polarisation measurements put strong constraints on the degree of asymmetry of the circumstellar envelopes of Be stars.

6.2.4.5 Supernova Remnants

Braun and Walterbos, as part of their study of M31, have identified over 50 candidate supernova remnants (SNRs) on the basis of their forbidden-line emission. For many of these objects, radio emission has also been detected. An example of the optical and radio emission from one is shown in Figure 6.2.10. The SNRs found have properties fully consistent with those of forbidden-line remnants in

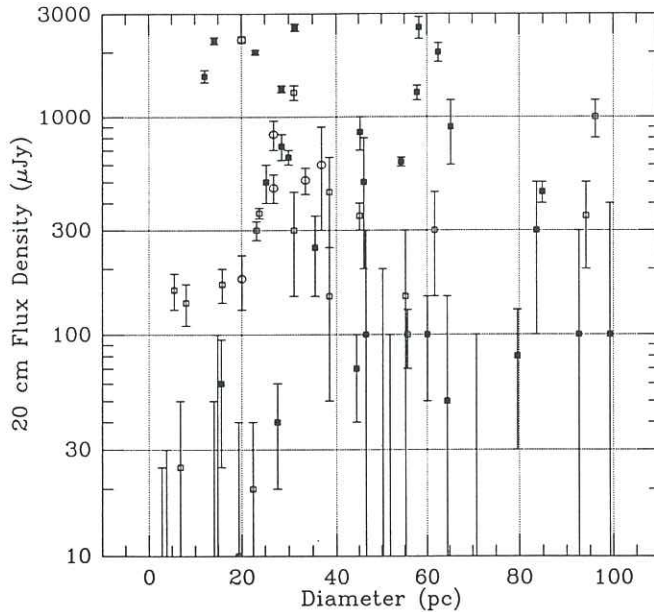


Figure 6.2.11

The flux densities of SNR candidates in M31 plotted against their linear diameters, showing that radio luminosity and size are uncorrelated.

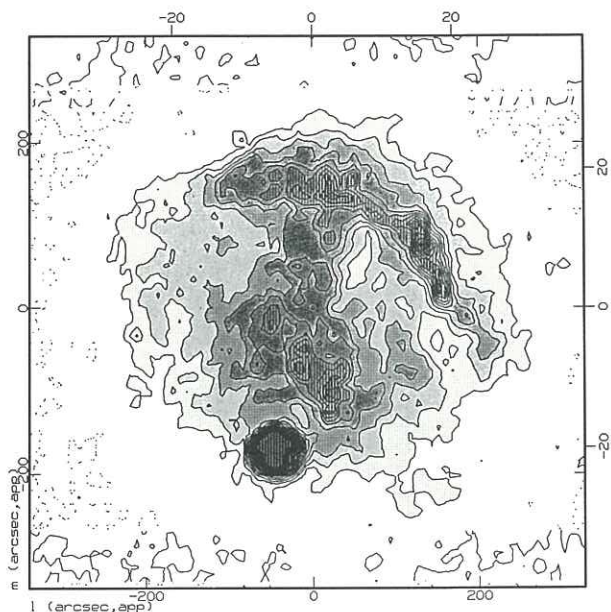


Figure 6.2.12

The galactic SNR candidate KR48, in a 21 cm map obtained with the WSRT. The angular resolution is $12'' \times 14''$, and the shaded intensities range from 0.125 to 4 mJy/beam.

the Galaxy and Magellanic Clouds, and enable a number of statistical studies to be carried out. An interesting, though perhaps not too surprising, finding is that there is no correlation at all between SNR diameter and radio luminosity (see Figure 6.2.11). This is a very strong indication that the surface-brightness "relationship" is an artefact produced when the radio flux density is divided by the angular size.

Strom (Dwingeloo) and Trushkin (RATAN 600, Russia) have observed several SNR candidates with the WSRT, to try to settle their true nature. One of these, KR48, has the appearance of a shell (Figure 6.2.12). The bright feature on its southern rim may be an HII region. Work must still be done to establish its radio spectrum, and look for polarization, before the issue can be settled.

6.3 Highlights of research on Stellar Systems

Edited by J.M. van der Hulst

6.3.1 Spiral Galaxies

6.3.1.1 Dark Matter

The question of the presence and distribution of dark matter in galaxies continues to receive wide attention. Broeils (Groningen) studied the mass distribution in the dwarf irregular galaxies DDO 168 and DDO 105. Especially DDO 168 is an interesting object because it has a maximum rotational velocity of only 50 km/s, similar to that of the extreme dwarf galaxy DDO 154. The rotation curve could, however, only be traced out to 2.2 de Vaucouleurs' radii. The rotation curve shows the slow rise, characteristic for dwarf galaxies, but flattens off around about 2.5 kpc from the centre. From detailed mass models Broeils found that the discrepancy between dynamical and observed mass increases from 4 at the optical edge to 9 at the last point of the rotation curve.

Mould (Caltech, USA), Held (Bologna, Italy) and de Zeeuw (Leiden) observed NGC 185, a very low surface brightness dwarf elliptical companion of M 31. The stellar absorption line measurements indicate that this galaxy rotates much slower than expected on the basis of its apparent flattening. In this case no evidence for dark matter was found.

Bottema (Groningen) analysed the severely warped HI distribution of the edge-on galaxy NGC 4013. Using a tilted ring model he could determine the orientation of the warp with respect to the line of sight and calculate a rotation curve and a radial HI distribution. That rotation curve was used to perform the usual disk/bulge/halo decomposition. The disk contribution in the inner parts is well determined because of the prominent rotation drop at the optical edge and appears to be rather large. The dark halo needs a large core radius just as predicted by the tilted halo, warp model for this galaxy.

Bottema (Groningen) also used the vertical disk velocity dispersion measured in a sample of 12 galaxies to calculate the maximum rotation of a disk. This can be done once the ratio of scale length to scale height ($h/z[0]$) is known. This ratio is derived as a

function of disk brightness from the observed dispersion for a simple one colour, one mass-to-light ratio disk model. It appears to be rather constant, possibly increasing towards the fainter systems. For realistic values of $h/z[0]$, the stellar velocity dispersions only allow the disk to have a maximum rotation of on average 65% of the observed maximum rotation. The disk is then still dominant in the central parts of the galaxy but generally the maximum disk hypothesis, predicting a maximum disk rotation of 85 to 90% of the observed rotation, does not apply. A dark halo and bulge must supply the additional rotation.

6.3.1.2 The Tully-Fisher Relation

Broeils and van Woerden (Groningen) analysed the results of short observation in the 21-cm line with the WSRT of 50 galaxies. They found a tight correlation between the optical and HI diameters, which does not depend on morphological type or luminosity. For all galaxies in the sample the HI disk extends beyond the optical disk. The HI surface density averaged over the whole neutral hydrogen disk is constant, independent of type and luminosity. The strongest correlation with morphological type was found for the total mass. For this sample they also derived the Tully-Fisher relation and showed that the dispersion in the relation can be decreased considerably for a field sample by using only the more distant galaxies. Another interesting result of this investigation is that it appears possible to decrease the dispersion in the Tully-Fisher relation even more by using rotational velocities instead of the (corrected) widths of global profiles, especially if one takes the velocities of the flat parts instead of the peaks of the rotation curves. Figure 6.3.1. shows this result.

Franx (Harvard University, USA) and de Zeeuw (Leiden) showed that the observed scatter in the Tully-Fischer relation can be used to set a tight upper limit on the elongation of spiral disks, and also on the shape of the dark halos in which they are embedded. Photometrically the disks of spirals appear more elongated, with an axial ratio of 0.9. This larger elongation must therefore be caused for the most part by perturbations such as spiral arms. As a result, use of kinematically determined inclinations, rather than the customary photometric inclinations, will reduce the scatter in the Tully-Fischer relation, and so provide a better distance indicator.

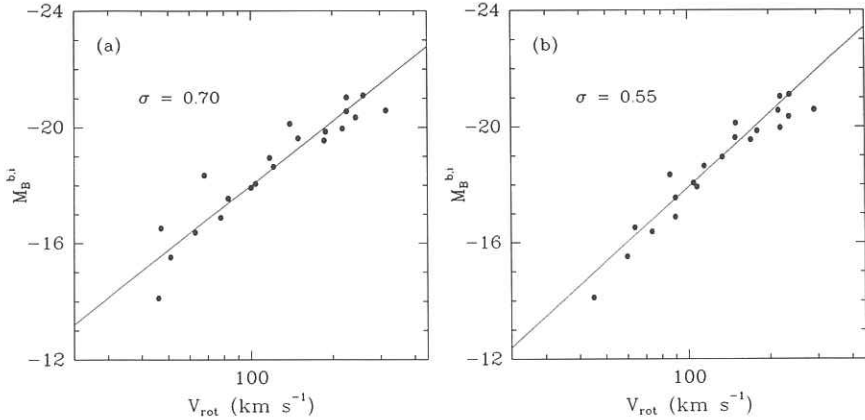


Figure 6.3.1

The Tully-Fisher relation for a sample of 21 spiral galaxies with accurate 21-cm rotation curves: a. using the global profile and b. using the flat part of the rotation curve.

6.3.1.3 Extinction in Galaxies

A statistical analysis of the properties of Sc galaxies in the ESO-LV catalogue by Huizinga (Groningen) showed that these galaxies have large extinction gradients: they are opaque in their central regions but transparent in their outer regions. This results in a semi-transparent behaviour with total magnitudes decreasing by as much as 1.0 mag when going from face-on to edge-on, but diameters increasing by as much as 50%.

Huizinga found that visual estimates of galaxy diameters behave fundamentally differently from isophotal diameters. Whereas isophotal diameters increase with increasing inclination, reflecting the transparency of the outer parts of galaxies, visual diameters show no such dependence. Ongoing research shows that this property of visual diameters is related to the clumpy light distribution in spiral galaxies. If correct, this may explain the contradicting results obtained by different studies of extinction in spiral galaxies.

In order to quantify both the extinction properties and the behaviour of visual diameters realistic modeling of galaxies with both inhomogeneous light and dust distributions is underway.

Hes(Groningen/ESO), Knapen and Beckman(IAC) and Peletier(ESO) studied the dust extinction law in M 104 using broad band photometry and found it to be similar to the extinction law in our Galaxy.

6.3.1.4 The Interstellar Medium in Nearby Galaxies

Israel (Leiden) and Koornneef (Space Telescope Science Institute, Baltimore) analyzed near-infrared spectroscopy of 14 small HII regions in both the Large and the Small Magellanic Cloud. In eight of these objects they found emission from the $v=1-0$ S(1) transition of molecular hydrogen (H_2); two of the objects not detected probably are stars with dust shells. The H_2 emission most likely arises in dense ($n(H_2) > 5000 \text{ cm}^{-3}$) and warm (50 to 100 K) interfaces between the ionized gas and larger and cooler molecular clouds irradiated by the ultraviolet flux from the exciting stars. The weakness of shocked H_2 , if present at all, suggests that the stars in the observed regions have stellar winds an order of magnitude less than comparable stars in the Galaxy.

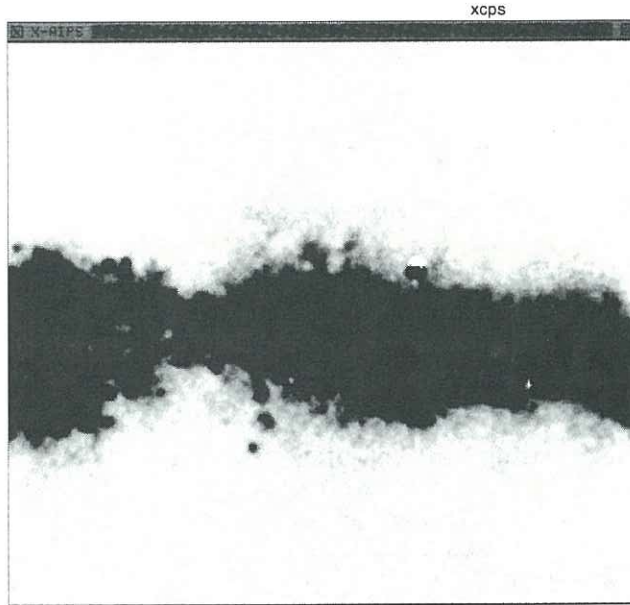
The properties of molecular clouds in the LMC and SMC, as seen in CO, is the subject of an on-going investigation by a dozen European astronomers in an ESO-Swedish Key Programme involving Israel (Leiden) and de Graauw (Groningen). A survey of $J=1-0$ ^{12}CO and ^{13}CO emission towards 92 objects in the LMC and 42 objects in the SMC shows that for comparable objects, CO in the LMC is weaker by at least a factor of three than in the Galaxy. CO in the SMC is weaker by an order of magnitude. Isotopic $^{12}\text{CO}/^{13}\text{CO}$ line ratios, integrated over velocity, are on average 12.5 in the LMC, and 15 in the SMC, compared to about 5 - 8 in the Galaxy. There is a rough, but not very tight correlation between the strengths of CO line and far-infrared continuum emission. The interpretation of CO observations in the low-metallicity, UV-rich Magellanic Clouds is much less straightforward than previously thought. This is in particular the case for the relation between CO and the much more abundant H_2 .

Kamphuis (Groningen) continued his work on the search for high velocity gas and holes in the HI distribution of nearby spiral galaxies. Observations of NGC 6946 reveal about 40 genuine holes in the HI distribution. Moreover, a dozen regions of HI emission with

peculiar velocities up to 80 km/sec (with respect to the local disk velocities) have been found. They cover the whole region of the optical disk. Outside the optical disk no evidence for gas with such high peculiar velocities is found. The kinetic energy related to these regions amounts to 10^{55} erg and is comparable to that of the bulk HI in the disk. These high velocity features in the optical disk suggest the presence of a significant disk - gaseous halo connection in this galaxy, which seems to be more dominant than e.g. in M 101.

Rand (Groningen), Kulkarni (Caltech, USA), and Hester (Arizona State, USA) continued their study of warm ionized gas in nearby, edge-on galaxies with observations of NGC 4565 and NGC 4631. Neither NGC 4565 nor NGC 4631, however, shows evidence for a vertically extended, diffuse component such as found in NGC 891, the first galaxy studied. NGC 4565 is a weak H α emitter, and shows no evidence for "worms" rising out of its disk. Most likely, its young associations are too poor to create superbubbles and chimneys and power a significant halo. NGC 4631 is a strong H α emitter, and shows evidence of disturbances in its distribution of H α emission, presumably due to recent encounters with its two companions. The lack of a significant diffuse H α halo may be due to a hot, unconfined wind from the disk. Although NGC 4631 does not show classic worm-like structures as in NGC 891, there is patchy emission well off the plane in abundance, which is probably the result of star formation activity in the disk. These results on NGC 891, NGC 4565, and NGC 4631 have important implications for the disk-halo connection, in particular for the emerging connection between the galaxies' H α emission and radio halo properties. Finally, above the nucleus of NGC 4631, there is a clear, vertical, "double-worm" structure, which is probably due to breakout of a large superbubble created by an encounter-driven starburst in the central regions. This central region of NGC 4631 is shown in Figure 6.3.2.

Braun (Dwingeloo) and Walterbos (New Mexico State, USA) have analyzed HI absorption and deduced emission detected along seven lines of sight through M31, in parallel with published data for the Galaxy. They find that the brightness temperature of HI emission and the opacity of the gas are coupled, with the Galactic relationship showing asymptotic trends at both high and low opacity. A simple physical model which can account for this consists of only two independent components, a high-opacity, cool component of fixed mean



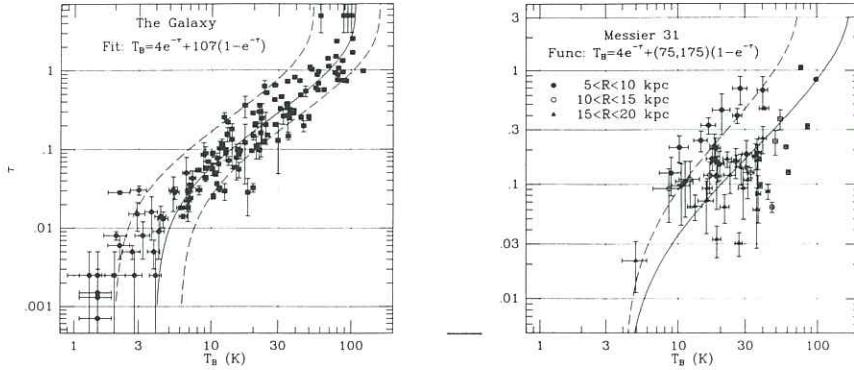
Figuur 6.3.2

H α image of the central region of the edge-on spiral galaxy NGC 4631. Note the faint H α extensions north of the central region.

temperature, and a low-opacity, warm component of fixed mean brightness. The relationship is illustrated in Figure 6.3.3. The work which Braun and Walterbos have done on supernova remnants in M31 is described in the section on interstellar matter (6.2.4.5).

6.3.1.5 Nuclei of Galaxies

Many galaxies show considerable concentrations of molecular gas in their central regions, traceable by CO emission. One of the brightest such galaxies is the nearby, highly inclined spiral galaxy NGC 253. Wall, Jaffe, Bash (all University of Texas) and Israel (Leiden) studied the the emission of the J=2-1 and J=3-2 lines of ^{12}CO and ^{13}CO in this galaxy. In the very center, the molecular gas must be hot ($T_k > 100 \text{ K}$) and dense ($n(\text{H}_2) > 10^4 \text{ cm}^{-3}$). This may be caused by intense star formation in the center of NGC 253. Both gas



Figuur 6.3.3

Plots of HI opacity vs. brightness temperature in the Galaxy and M31. The various curves are two-component models with limiting temperatures for high and low opacity.

temperature and density decline with increasing distance from the nucleus. The mass of the dense, central condensation is of order 50 million solar masses.

Israel (Leiden), Baas (Leiden/JAC Hawaii, USA) and de Graauw (Groningen) observed the molecular gas in the nuclei of a sample of FIR bright galaxies, including NGC 253, NGC 5128 (Centaurus A; see below), NGC 3256, NGC 4945, NGC 5236 (M83) and the Circinus galaxy. Molecules detected in all galaxies were ($J=1-0$) ^{12}CO , ^{13}CO , HCO^+ , HCN and HNC (only NGC 3256 was not observed in HNC). An example is give in in Figure 6.3.4. In NGC 253 also C_2H and C_3H_2 were observed and detected. All galaxies (except NGC 3256) exhibit central molecular enhancements consistent with the presence of a molecular circumnuclear torus or bar. The main result of the survey is the

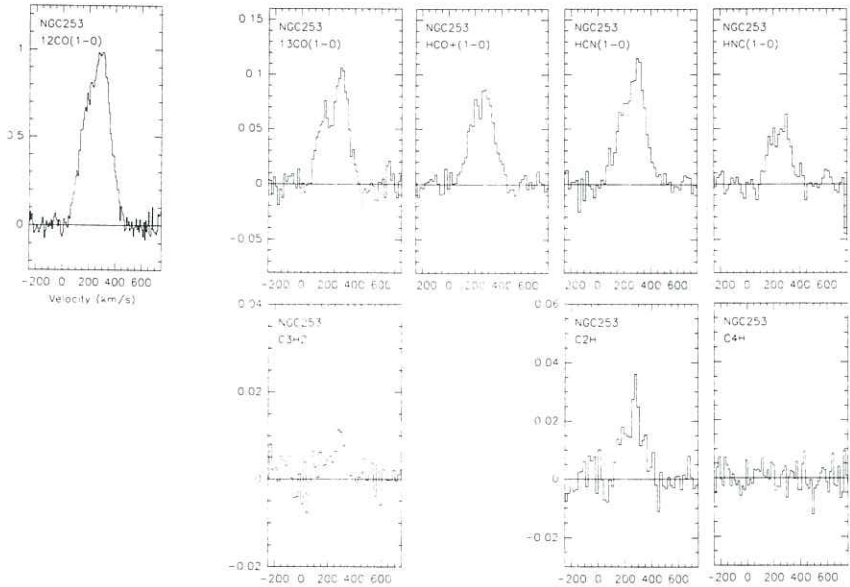


Figure 6.3.4
Molecular emission from the central region of NGC 253.

relative constancy of the different molecular line ratios, within a factor of two or less. Only NGC 3256 has unusually weak ^{13}CO . In particular the ratio of HCN to HNC is consistent within the errors with a value of 2.1 in all galaxies, suggesting a clumpy distribution of warm molecular gas. In all galaxies, the ratio of central HCN and HCO^+ to total galaxy FIR emission is very similar. In contrast, the ratio of central ^{12}CO to total FIR emission for NGC 3256, Circinus and NGC 4945 is three times higher than in the other three sample galaxies. This raises the question which mechanism is responsible for the apparent coupling between global infrared and central molecular line emission. Lub (Leiden/La Palma) and de Ruiter (Bologna) have gathered 10 years of photometric and spectroscopic data on the bright southern Seyfert type I galaxy Fairall 9. Both the continuum and the broad emission lines varied considerably in strength, but in a very regular and gradual way unlike in other

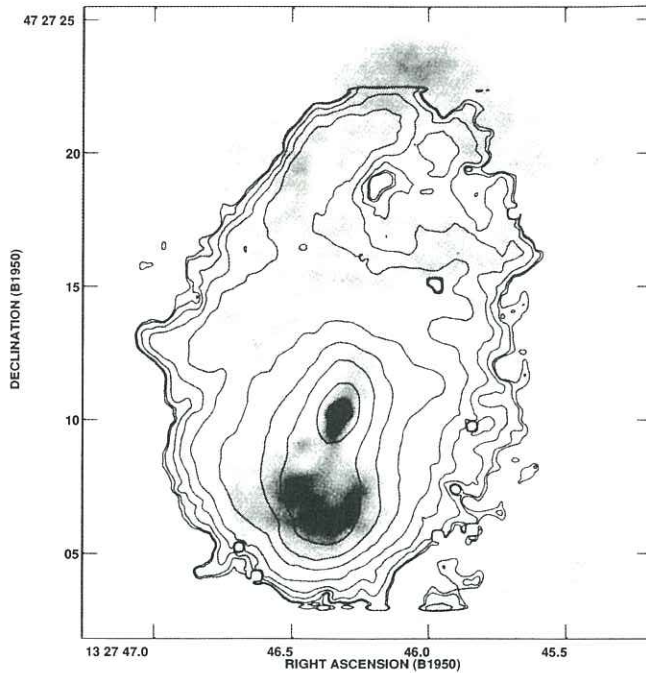


Figure 6.3.5

Gray scale of the 6 cm radio continuum emission in the central region of M51 with superimposed contours of the [NII] λ 6583 emission. The resolution of the radio image is 0.5".

Seyfert Galaxies. The continuum light curves show that the "stellar" nucleus of Fairall 9 continuously declined in brightness from 1979 till the end of 1984 and again from 1988 till the end of 1989. A period of brightening from 1984 till 1987 interrupted this general decline. When it was discovered around 1977, Fairall 9 had a luminosity very similar to that of a Quasar; in the following twelve years it never again reached that brightness. Comparison with literature UV-continuum and line data showed that the continuum at optical and UV-wavelengths varies simultaneously. The ratio of UV to optical flux, however, varied by a factor of about 4, probably because there is a constant component important only in the optical. The behaviour of the broad emission lines is very similar to that of the continuum, but in general they lag behind by an amount depending

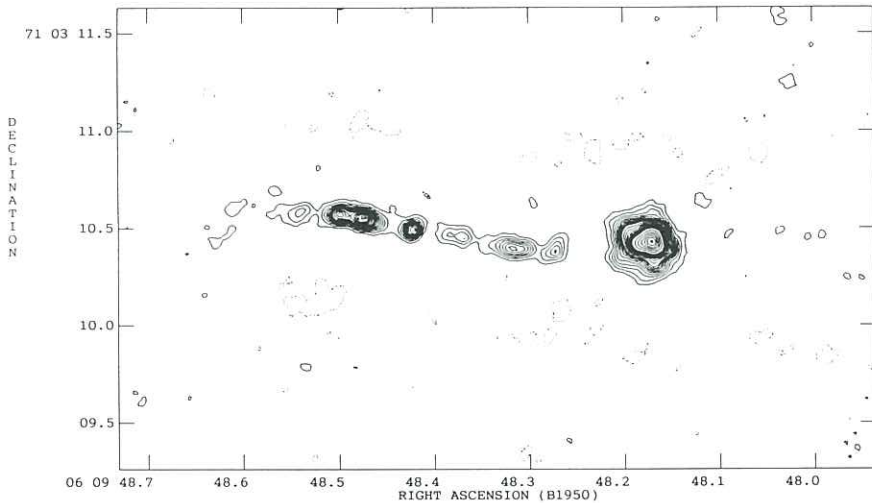


Figure 6.3.6

A MERLIN 6 cm map of the jet in the Seyfert galaxy MKN 3. The angular resolution achieved is 50 mas, and the contours run from 0.5 to 45 mJy/beam.

of the type of line considered. Several lines (such as $H\beta$, $Ly\alpha$, [C IV]) are delayed by 7-9 months, while low excitation [Fe II] lines respond to the continuum changes only after more than one to two years. These delays are much longer than in other Seyfert class I nuclei. It is probably no coincidence that Fairall 9 is among the most luminous active galaxies, and as already said was taken for a Quasar after discovery. It will be of interest to continue monitoring of Fairall 9. Because of its regularity it will be relatively easy to get a wealth of information of the different delay time scales and to map out the stratification in the gas around the active nucleus.

Crane (NRAO, Socorro, USA) and van der Hulst (Groningen) completed a study of the radio continuum emission of the LINER nucleus of the nearby spiral galaxy M 51. The non-thermal continuum

resolves into two bubble shaped regions aligned roughly with the line of nodes of the galaxy, coinciding with regions where the ionized gas is known to have large velocity gradients (Figure 6.3.4). The southern bubble is fed by a weak, jet-like structure. The luminosity of the bubbles is a few times 10^{36} erg/sec.

On the scale of a few kpc, radio and optical activity are known to be closely related in AGNs. Not only do the radio luminosities of kpc-sized components correlate with optical Narrow-Line-Region (NLR) luminosities, but in a few cases (e.g. MKN78) individual radio components can be associated with individual [OIII] components. As part of an ongoing project using MERLIN and the EVN, Pedlar, Kekula (Jodrell Bank), Ghosh, Schilizzi and De Bruyn (Dwingeloo) have made the currently highest-resolution map of a Seyfert galaxy, MKN3, at 6 cm. This MERLIN map of 50-mas resolution gives perhaps the best evidence to date for the presence of a well-collimated jet in any Seyfert nucleus (Figure 6.3.6). This image dispels any doubts as to whether the radio emission in Seyfert nuclei is governed by similar collimation mechanisms to those found for radio galaxies and quasars. It also helps generate a better model for this source, replacing the existing one in which the western-most component was considered to be the radio core, although it does not coincide with the SO-type galaxy seen in the optical images.

6.3.2 Elliptical Galaxies

6.3.2.1 Dynamics

Hunter (on sabbatical leave at Leiden) and de Zeeuw (Leiden) concluded their project on constructing self consistent stellar dynamical models for triaxial ellipsoidal galaxies with Staackel potentials. A range of models, which use (thin) tube orbits of all three types plus box orbits, and which survey the whole range of geometrically possible shapes, has been computed. The basic properties of these models, such as the mass fractions of the different orbit families and their angular momenta, have also been explained in terms of geometrical and dynamical properties of the ellipsoidal systems using their analytical work.

Hunter also developed a new method which gives explicit solutions of the Jeans equations of stellar hydrodynamics for Staackel models. Such solutions provide the simplest and most direct way of calculating the most basic kinematic properties of these

stellar systems. The two-dimensional cases, which include axisymmetric three-dimensional cases as well as that of an elliptic disk, have been fully resolved. Work on the three-dimensional ellipsoidal case is still in progress. Robijn (Leiden) studied the stability of axis-symmetrical galaxies. Using a matrix method, he examined a mass model with a Staeckel potential and orbits with zero radial action. He confirms the conjecture that all oblate galaxies with such a configuration are unstable. In contrast with previous results obtained by N-body simulations, the shape of the modes and the growth rate could be determined with high accuracy. The strongest mode found so far is a lopsided mode, in agreement with the N-body results. The search for other modes still continues. Different mass models as well as models with net rotation will also be studied. Lees (Princeton/Chicago, USA) and de Zeeuw (Leiden) used the epicycle approximation to investigate the morphology and kinematics of cold gas in triaxial galaxy models with central density cusps. The problem of deprojecting the observed velocity fields and surface densities to obtain the shape and density distribution of the parent galaxy was considered. The results apply not only to observations of gaseous disks in elliptical galaxies, but also to the velocity fields of spirals.

Van der Marel (Leiden) studied the velocity dispersion anisotropy and mass-to-light ratio of elliptical galaxies. Axisymmetric dynamical models were constructed for 37 bright elliptical galaxies of which high quality photometrical and kinematical data on both major and minor axis are available in the literature. The models are of the type used previously by Binney, Davies and Illingworth, and van der Marel, Binney and Davies. The projected kinematics are predicted from the observed surface photometry, assuming a constant mass-to-light ratio and a specific velocity ellipsoid. For the sample as a whole it is found that these models tend to predict too much motion on the major axis. This implies that elliptical galaxies as a class must have $\langle \sigma \rangle_r > \langle \sigma \rangle_\theta$, which has not been demonstrated before. Such a result is, however, consistent with expectations based on N-body simulations of dissipationless collapse. From the models, accurate mass-to-light ratios are derived that are corrected for the effects of rotation and radial anisotropy. The average mass-to-light ratio for the galaxies in the sample is $(M/L)_B = (5.93 \pm 0.25) h_{50}$. The mass-to-light ratios correlate with total luminosity according to M/L

proportional to $L^{0.35} \pm 0.05$. The observed velocities in the outer parts of the galaxies in the sample systematically exceed the velocities predicted by constant mass-to-light ratio models. Thus, it appears that no axisymmetric constant mass-to-light ratio models can fit the kinematical data in the outer parts of elliptical galaxies. Either dark halos must be present, or more detailed triaxial models must be studied.

6.3.2.2 Cores of Elliptical Galaxies

Carter (RGO) and Balcells (Groningen/La Palma) used the ISIS spectrograph on the WHT to obtain high spatial resolution long-slit spectra of cores of ellipticals and bulges which have or may have peculiar core kinematics, or which may harbor a central black hole. Confirmation is found for the presence of a counter-rotating core in NGC 1700; the irregular rotation curve found by other observers in NGC 7626 is not confirmed by the present data. Several galaxies with peculiar core kinematics show a characteristic dispersion profile which drops toward the center but shows a central spike. This signature has been revealed thanks to the good spatial resolution provided by ISIS, and may give clues to the structure and formation of kinematically peculiar cores.

6.3.2.3 Dust and Gas in Elliptical Galaxies

Van Gorkom (Columbia University) and Van der Hulst (Groningen) obtained new VLA HI observations of the nearby radio galaxy Centaurus A (NGC 5128). These new observations give a much more detailed picture of the kinematics of the gas in the dust lane. With the higher resolution of the new observations beam smearing effects are much less severe and it is very obvious from inspecting individual profiles that the geometry of the gas disk (dust lane) is quite complicated. In the inner regions double profiles are clearly seen and the kinematics of these two velocity components appears consistent with a heavily warped disk as proposed on the basis of H α Fabry-Perot imaging and CO imaging (see below). More exciting perhaps is the discovery of HI to the north-east of Centaurus A, associated with the outer optical filaments which lie at the edge of the radio lobe. The HI lies all on one side of the filaments as if the filaments form the periphery of a neutral gas complex lit-up by the interaction with the radio beam or by illumination by an anisotropic nuclear continuum. The HI is slightly curved in the same

way as the faint optical shells found around Centaurus A and corotates with the HI in the dust lane. There is a tentative detection of another HI filament associated with an inner shell and new observations will be made to map the entire outer parts of the galaxy.

Using SEST, Israel, van Dishoeck (Leiden), Baas (Leiden/JAC Hawaii) and de Graauw (Groningen) detected thirteen molecular line transitions in emission towards the center of Centaurus A. Emission lines detected include $J=1-0$ ^{12}CO , ^{13}CO , HCO^+ , HCN , HNC ; $J=2-1$ ^{12}CO , ^{13}CO ; HNCO , C_3H_2 and H_2CO . The individual spectra are complex: they consist of a nuclear continuum, onto which a narrow and a broad emission component are superposed. Especially the narrow component is corrupted by the presence of several, often strong, absorption lines against the nucleus. The CO , HCN and HCO^+ spectra are of sufficiently good quality to allow decomposition of the profiles into the individual narrow and broad components. The narrow component is associated with the optically visible dark band crossing the galaxy. It consists of material orbiting at significant distances to the nucleus with an excitation temperature $T_{\text{ex}} < 15$ K. The broad component represents material rapidly rotating around the nucleus in a circumnuclear disk of warm (of order 25 K) and very clumpy molecular gas. A study of the $\text{CO } J=2-1$ emission from the inner dust lane in Centaurus A was completed by Quillen, Phillips, Phinney (Caltech, USA) and de Zeeuw (Leiden). Additional observations obtained at the CSO (Mauna Kea) provided full coverage of the dust lane. A model with the gas in a thin, warped disk not only fits the observed CO line profiles very well, but also agrees with a large number of other observations of this galaxy, notably the measurements of neutral and ionized gas, the absorption line features in supernova 1986G, and the observed shape of the galaxy. The disk is no older than 1 Gyr, showing that the material that formed the disk resulted from a recent merger between Centaurus A and a small gas rich galaxy.

Another example of almost capture is the structure and kinematics of an HI cloud near the Virgo cluster galaxy NGC 4472, studied by Henning (NFRA) and Sancisi (Groningen). This cloud had been detected several years ago with the Arecibo and the Westerbork radiotelescopes. It's position between a dwarf irregular and NGC 4472 and the striking HI deficiency of the dwarf suggest that the gas may have been stripped or swept by the hot X-ray halo

surrounding the elliptical galaxy and may be falling towards the nucleus of NGC 4472. The new Westerbork observations show a 2×5 kpc (at 20 Mpc) concentration with a 40 km/s velocity profile and a velocity gradient suggesting rotation. Its mass is about 5×10^7 solar masses. There are also hints of other faint, extended emission in its neighborhood.

6.3.3 Large Scale Structure in the Universe

6.3.3.1 Voids

Rhee (New Mexico, USA) and Katgert (Leiden) have analysed the spectroscopic data, which they obtained with the ESO 1.5-m spectroscopic telescope at La Silla, of more than a hundred galaxies in the direction of the Sculptor void. Combining the new data with redshifts from the literature, they determine the topology of the space distribution of a sample of more than 350 galaxies, from which they conclude that most of the galaxies in this region form parts of sheet-like structures.

Research into the properties of galaxies in the Bootes void (at a redshift of about 15500 km/s) is carried out by Szomoru, Sancisi (Groningen), and van Gorkom (Columbia University). They conducted an HI survey of the known void galaxies with the VLA in D-configuration. Eleven galaxies were detected, six of which were uncatalogued, bringing the total of HI detected galaxies in the void to 18. Further observations will be done in May 1992. Some broadband imaging of the void objects was obtained with the JKT 1-m telescope at La Palma, more broadband and H α imaging is planned for the coming period at the La Palma and Kitt Peak observatories.

Broadband BIR imaging was also obtained of a number of HI-rich dwarf galaxies which were detected in a blind HI survey of a region of the Perseus-Pisces supercluster and the foreground void. These dwarf galaxies follow the spatial structure defined by the bright galaxies and the results of the survey leave little room for a population of HI dwarfs or gas-rich low surface brightness galaxies that may have been missed in conventional optical galaxy catalogs.

A theoretical study of the structure and evolution of voids was made by Van de Weygaert (Kopenhagen) and van Kampen (Leiden). Until now such studies started without exception with idealized, spherically symmetric initial density profiles. General properties of voids are the fact that they will expand with respect to the

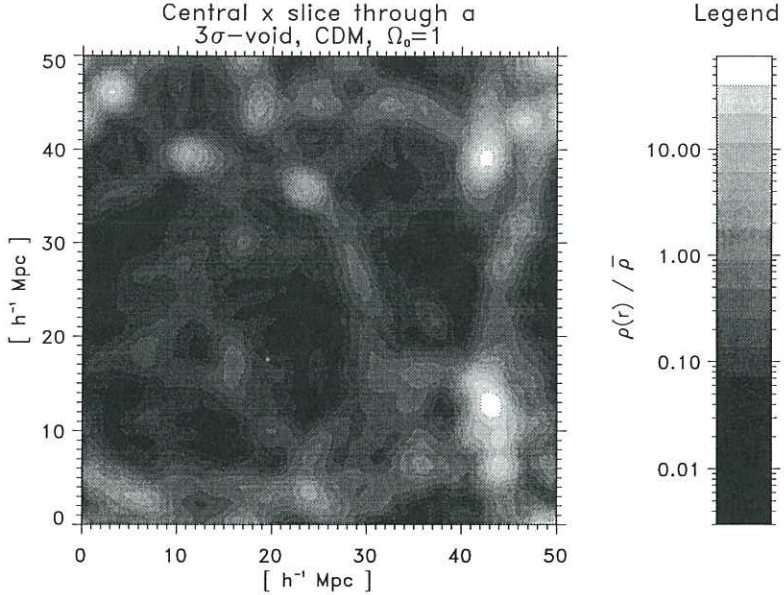


Figure 6.3.7

Example of a void simulation using a PM N-body code. Shown is the central slice through the sampled logarithmic density distribution at the end of the simulation (scaled such that the mean density is one). The simulation cube has a size of $50h^{-1}$ Mpc. The void is forming in an Einstein-de Sitter Universe with Cold Dark Matter density fluctuations

background, while they tend to become more and more spherical as they become larger. However, the situation is far more complicated in the case of realistic initial conditions, because the underdense regions will contain a plethora of smaller scale structures, while they themselves are embedded in and surrounded by structures (overdense and underdense) of larger sizes.

In order to explore the evolution of the more realistic underdense regions, Van de Weygaert and Van Kampen started a project to generate such regions in several gravitational instability scenarios, and to follow their consequent evolution by means of N-body simulations. The scenarios studied are the Cold Dark Matter and scale-free clustering scenarios (with power-law spectral index $n=-1$

and $n=0$). So far, they have limited their calculations to voids in Einstein-de Sitter Universes, although the extension to open universes is an obvious one.

Several interesting results have already been obtained: first, there is a clear distinction between the structure of voids in different scenarios as shown in Figure 6.3.7, exhibiting slices through the (sampled) density distributions of voids in three different clustering scenarios. Although clumpy, the CDM void is clearly defined, with a large coherent, relatively flat low-density central region surrounded by high-density, coherent ridges. On the other side, the scale-free voids possess a far more clumpy distribution, and on average are less deep than the CDM voids, with the $n = -1$ void being less extreme than the $n = 0$ void. In the scale-free scenarios the underdense regions are essentially regions with a lower number density of small-scale clumps. As can also be seen from Figure 6.3.7 all of the voids, including CDM, show a lot of substructure within the void. Some of the global properties extensively studied were the radially averaged density and velocity profiles of the voids. Examples of these profiles for the present epoch are shown in Figure 6.3.7.

6.3.3.2 Large Scale Structures

Katgert en Den Hartog (Leiden) continued to contribute to the work of the group involved in the ESO Key Programme on the Structure and Dynamics of Rich clusters. The spectroscopic work is progressing satisfactorily. At the end of 1991, close to 2500 reliable galaxy redshifts (with uncertainties in velocity of between 40 and 80 km/s) were obtained. Calibrated photometry now exists for 24 clusters. Defining substructure as correlation between position and radial velocity of neighboring galaxies in a cluster, Den Hartog developed a method for identifying substructure in clusters from three-dimensional data. This method should be more sensitive to correlations between clumpiness and velocity than the two- and three-dimensional tests currently available. The method requires at least 50 galaxies per cluster, a criterion presently obeyed by only 30 clusters.

Van den Bosch and Van Haarlem (Leiden) continued their study of the environment of rich clusters of galaxies using plate material obtained from the Edinburgh-Durham Galaxy Catalogue. A number of statistical tests have been applied to the rich clusters detected in

this region with the aim of finding small scale structure in the range from $1 - 10 h^{-1}$ Mpc from the cluster centers. In general the number of significant detections is low. This seems to favour high- Ω universes with little small scale power in the initial fluctuation spectrum. However, the amount of structure could in reality exceed that found in projection by a significant amount. The first follow-up worth conducting is the spectroscopic verification of the significant structures detected to date, since prohibitive amounts of telescope time would be required to search for them in complete redshift catalogues.

A theoretical approach is taken by van Kampen (Leiden) who uses N-body simulations in order to examine differences in the power spectrum of density fluctuations forming the cluster for different values of the so-called softening parameter. This parameter, which changes the normal Kepler potential $1/r$ to a 'softened' potential $1/(r+e)$, is often used to remove artificial effects in N-body calculations. Den Hartog and van Kampen investigated the consequences of a suitable physical choice of the softening parameter on the evolution of a cluster of such softened particles, representing a cluster of galaxies. Instead of treating the surroundings of the cluster as a homogeneous background, they also represent it by a few discrete particles with large masses. The goal is to study the evolution of clusters in the presence of a tidal field due to neighboring clusters.

Wieringa (Leiden, now ATNF), de Bruyn (Dwingeloo) and Katgert (Leiden) have presented and analysed the results of an extensive and very sensitive survey for neutral hydrogen at a redshift of 3.3, presumed to be associated with precursors of present-day galaxy clusters. With the WSRT they observed a total of more than 30 square degrees at 327 MHz with a velocity depth of 2000 to 4000 km/s and velocity resolutions of 200 to 2000 km/s. No significant detections of emission features of angular scales between 1 and 8 arcminutes were made down to a level of 4 to 8 mJy. This excludes the existence of structures at a redshift of 3.3 with masses (in neutral hydrogen) larger than a few times 10^{13} solar masses with comoving number densities exceeding about $1000 h^3 \text{ Gpc}^{-3}$. The upper limits from this work are consistent with the information from absorption line spectroscopy along single lines-of-sight to individual high redshift quasars, as both imply extremely low fractions of neutral gas out to redshifts of 3 or even higher. The implication is that some process

has efficiently ionized the large majority of the material in structures forming at high redshifts.

6.3.4 Distant Objects

6.3.4.1 Distant Radio Galaxies

Galaxies associated with powerful radio sources are among the most frequently used cosmological probes, because their enormous radio luminosities enable them to be easily pinpointed out to large distances. Ultra-steep spectrum radio sources are the prime candidates because they are systematically farther and more luminous than normal-spectrum sources. Hence studying ultrasteep radio sources is a very efficient way of finding galaxies at high redshift. Miley, Katgert, Wieringa, Rottgering, van Ojik, Bremer and Reijns (Leiden) worked on various aspects of ultrasteep spectrum radio sources.

Chambers (IOA, Hawaii, USA), Miley (Leiden) and van Breugel (UC, Livermore, USA) are continuing a study of a sample of fifty 4C sources selected to have ultra-steep spectral indices (< -1) at frequencies above 200 MHz. Eight of these have bright emission lines with redshifts $z > 2$. All the $z > 1.5$ objects studied so far have giant (> 100 kpc) associated Lyman alpha halos with line-widths indicating velocities of about 1000 km/s and a turbulent velocity field. The gas typically appears clumpy and its morphology appears to be related to those of the radio sources, indicating that vigorous interaction occurs and that anisotropic nuclear photoionization is important. Observations of the radio polarization will provide independent diagnostics for studying the ionized gas. A very important aspect concerns the nature of the optical/IR continuum emission. Spectral energy distributions have been determined for several of the 4C radio galaxies and Chambers (IOA, Hawaii, USA) and Miley (Leiden) are working to interpret two important properties exhibited by this emission: (i) its alignment along the radio axis and (ii) the relatively low scatter in the IR Hubble diagram. At present it is difficult to explain all the available data by a single model. Composite models involving star formation along the jet and scattering are presently preferred.

Wieringa (now ATNF) and Katgert (Leiden) analysed the results of an optical identification programme of a sample of 50 faint radio sources with ultrasteep radio spectra ($\alpha > 1.1$) and having a median

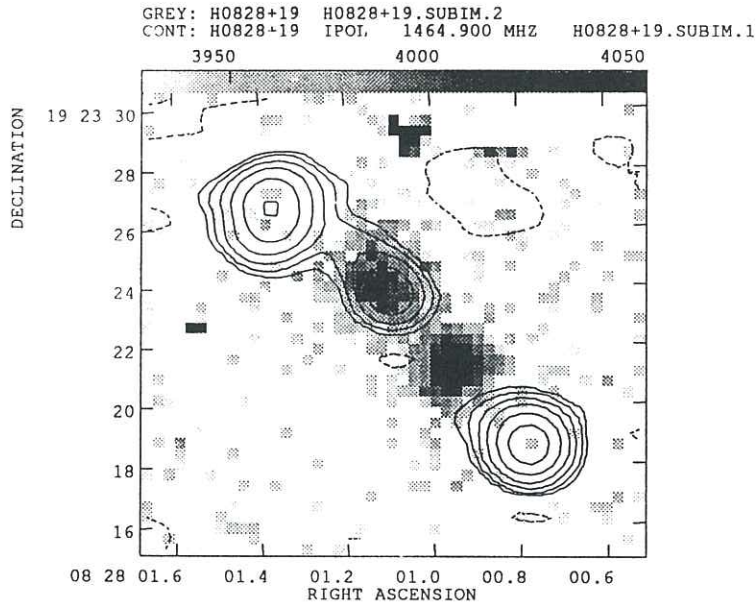


Figure 6.3.8

Radio map (contours) of the galaxy 0828+193 at $z=2.57$ superposed on a grey scale representation of a R-band image.

flux-density of 65 mJy. These were selected from Westerbork surveys at 327 MHz and reobserved with the VLA. They find that the fraction of sources that can be identified down to the limit of the CCD exposures made with the 2.5-m INT on La Palma (R magnitude of about 23.5) decreases markedly with increasing radio spectral index, from 75 % for a spectral index of 1.1 to about 55 % at 1.2, to 40 % at 1.35 and to about 20 % for spectral indices of 1.5 and higher. This is evidence for a significant correlation between spectral index and mean redshift or radio luminosity. Because a similar effect was found earlier for radio sources with fluxes that are about 25 times higher, it is concluded that the fundamental correlation is between redshift and spectral index rather than radio luminosity. The faint ultra-steep spectrum sources probably have a redshift distribution that is similar to that of their brighter counterparts in the 4C

catalogue. In other respects, they seem to differ from these brighter steep-spectrum sources, as they do not show the alignment between optical and radio emission found for the 4C ultra-steep spectrum sources at high redshifts. They also do not show emission lines in their optical spectra.

Optical and infrared followup of these various samples continues at ESO, as a "Key Programme", and at La Palma and UKIRT. CCD R-band imaging has now been carried out for about 300 candidates. A large fraction of these images show faint fuzzy objects aligned along the radio sources. An example is shown in Figure 6.3.8. Work has begun to constrain the optical and radio luminosity functions. Good optical spectroscopy has been done for about 75 of these objects and resulted in 15 high-redshift ($z > 2.0$) galaxies.

6.3.4.2 High-Redshift Quasars

Miley (Leiden), Heckman and Lehnert (both Johns Hopkins U., USA) and van Breugel (UCB, USA) continued their study of high-redshift ($z > 1.8$) quasars. The aim of the quasar project is to search for and study extended line and continuum emission around these objects. Multicolor IR/optical imaging has been carried out on six of the 15 radio-loud cases, previously shown to have extended optical emission. All six quasars are well-resolved in the near-IR images, and their K-magnitudes lie along the remarkably tight IR Hubble diagram for radio galaxies, consistent with the quasar fuzz being associated with similar host galaxies to the high-redshift radio galaxies.

Bogers and Barthel (Groningen) investigated whether the extended radio morphologies observed in two samples of radio-loud quasars (QSRs), one at low redshift $0.5 < z < 0.7$ and one at high redshift $z > 1.5$, are epoch dependent. The QSRs were selected on having steep radio spectra ($\alpha \geq -0.6$, $S \sim \nu^\alpha$) and on having luminosities above a lower limit roughly corresponding to the Fanaroff-Riley break luminosity. The bending angle, defined as the supplement of the angle between the lines connecting the peaks in the brightness distributions of the radio lobes to the radio core, is found to increase with redshift. In earlier studies this has been interpreted as a result of an increasingly dense ambient medium at higher redshifts, i.e. mainly an epoch effect. For the samples used it is not unambiguously possible to disentangle redshift and luminosity effects, so it is hard to explain the observed increase as a pure

epoch effect. Statistically speaking, the significance of the trend being a luminosity effect rather than a redshift effect is larger. Moreover, it appears that projection effects might also play an important role, since there is an inverse correlation between bending angle and angular source size in both samples: high values for the bending angle are measured in small, luminous sources.

In the first stage of an investigation of possible cosmological evolution effects in the compact radio structure of quasars, Gurvits, Kardashev, Popov (Astro Space Center, Moscow), Schilizzi (Dwingeloo), Barthel (Groningen), Pauliny-Toth (MPI, Bonn) and Kellermann (NRAO, Charlottesville) have used a combined European and US VLBI array to image the milliarcsec morphology of three quasars with redshifts greater than three. The sources 0642+449 (see Figure

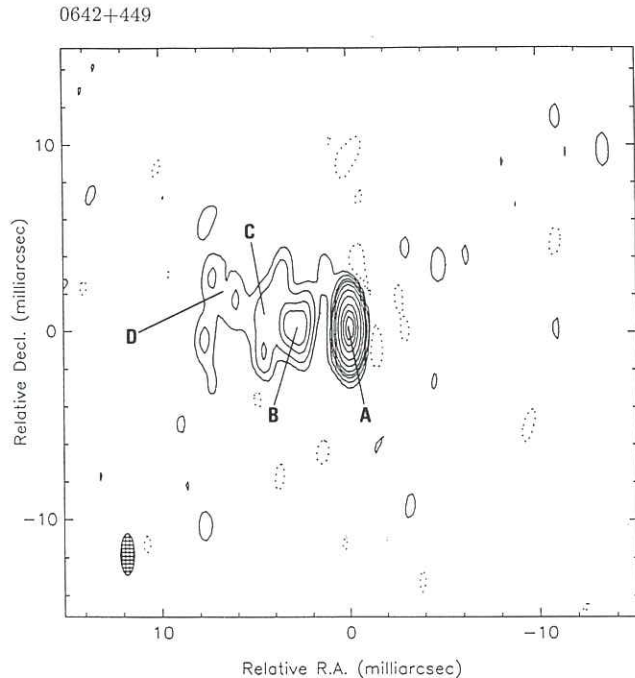


Figure 6.3.9

A 5 GHz VLBI map of the quasar 0642+449, the most distant ($z=3.406$) jet known. This eight-station experiment achieved an angular resolution of 2.2×0.73 mas. The lowest contour shown is at a level of 0.4% of the 888 mJy central component.

6.3.9) and 1402+044 display weak distorted jets, while 1614+051 is slightly resolved. The two jets are the most distant ones known in the universe.

6.3.5 Large Radio Survey

Work has begun on a large-scale survey with the WSRT at 92 and 49 cm. The Westerbork Northern Sky Survey (WENSS) will cover the northern sky ($\delta > 30^\circ$) away from the galactic plane ($b > 30^\circ$) to a limiting flux density of 15-20 mJy. Large regions of the sky are mapped by combining many short observations of adjacent areas, made at six different spacings, in a special mosaicing mode. At 92 cm,

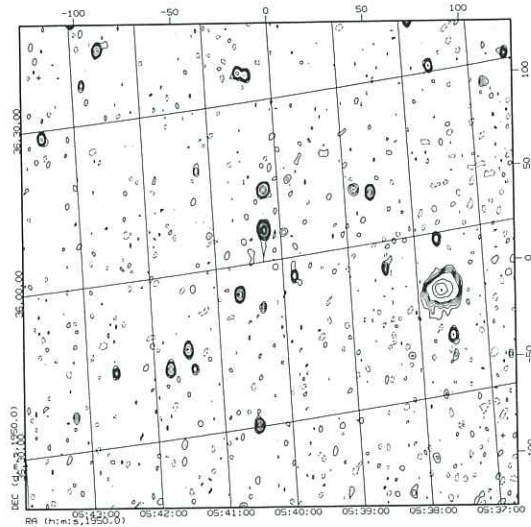


Figure 6.3.10

A 92 cm map from a small part (2% in area) of a single WENSS mosaic. The noise level in this full resolution (0.9×1.6) map is about 5 mJy. The large source on the right is associated with an HII region. Lines of constant declination curve up to the right because this region is far away from the center of the mosaic, which lies to the left.

this should provide a catalogue of about 300,000 sources. At least a third of the area will also be covered at 49 cm, where some 60,000 sources are expected to be found. Although most of the emission detected will be produced by extragalactic sources, some galactic objects will also be turned up. In addition to finding many sources, WENSS will also provide information on: source structure and spectra; good positional accuracy, in many cases sufficient to make optical identifications; polarization characteristics of many discrete sources at low frequencies; polarization of the diffuse galactic emission; source variability on several timescales.

In the area of extragalactic studies, it is expected that WENSS will provide new information on sources at high redshift; source structures, polarization and spectral; source variability; and radio bright spiral galaxies. An example of a typical 92 cm WENSS map is shown in Figure 6.3.10. WENSS is an ASTRON project involving many people, including De Bruyn and Miley (project scientists), Raimond (project manager), Bremer and Tang (research assistants) and Brouw (software design/coding). (Miley and Bremer are affiliated with Leiden Observatory, while Brouw will move in 1992 to the ATNF, Australia.)

7 Organisatie

(per 31 december 1991)

7.1 Bestuur en Raad van Advies van de Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland

Bestuur:	Einde termijn
Prof. Dr. W.B. Burton, <i>vice voorzitter/secretaris</i>	31-12-1992
Ir. C. Kramer	31-12-1994
Prof. Dr. P.C. van der Kruit, <i>voorzitter</i>	31-12-1994
Prof. Dr. J.M.E. Kuijpers, <i>vanaf 01-05-1991</i>	31-12-1992
Prof. Dr. M. Kuperus, <i>tot 01-04-1991</i>	-
Dr. Ir. J. van Nieuwkoop	31-12-1991
Prof. Dr. J.A. van Paradijs	31-12-1992
Prof. Dr. H. van Woerden	31-12-1991

Raad van Advies:

Prof. Dr. T.S. van Albada	31-12-1993
Prof. Dr. A.G. de Bruyn	31-12-1991
Prof. Dr. H.R. Butcher, <i>tot 01-07-1991</i>	-
Prof. Dr. H.J. Habing	31-12-1993
Prof. Dr. J.W. Hovenier	31-12-1991
Prof. Dr. T. de Jong	31-12-1992
Prof. Dr. H.J.G.L.M. Lamers	31-12-1993
Prof. Dr. G.K. Miley	31-12-1991
Prof. Dr. J.A. van Paradijs, <i>voorzitter</i>	31-12-1992
Prof. Dr. C. Zwaan	31-12-1993

Uitvoerend secretaris:

Dr. W.H.W.M. Boland (ad interim tot 1 augustus 1991)
Prof. Dr. H.R. Butcher (vanaf 1 augustus 1991)
Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland; Postbus 2; 7990 AA
DWINGELOO; tel.: 05219-7244; telex: 42043 srzm nl; telefax: 05219-
7332; Email: PSI%(204)1521004::director, of director@nfra.nl

De directeur van de Nederlandse organisatie voor wetenschappelijk onderzoek (NWO) wordt uitgenodigd de bestuursvergaderingen bij te wonen en ontvangt de vergaderstukken van de Raad van Advies.

7.2 Management Team

(per 31 december 1991 tot 1 maart 1992)

Prof. Dr. H.R. Butcher, *voorzitter*

Dr. W.H.W.M. Boland, *secretaris*, Hoofd Algemene Zaken

Ir. J.L. Casse, Hoofd Laboratorium

Ir. H.C. Kahlmann, Hoofd Teleskoopgroep

Dr. E. Raimond, Hoofd Computergroep

Dr. Ir. C. Slottje, Hoofd Centrale Technische Dienst

Dr. R.G. Strom, Hoofd Astronomengroep

(vanaf 1 maart 1992)

Prof.Dr.H.R. Butcher, *voorzitter*, Algemeen Directeur

Dr. W.H.W.M. Boland, *secretaris*, Hoofd Beheer, Organisatie en
Astronomie

Ir. J.L. Casse, Hoofd Onderzoek en Ontwikkeling

Ir. H.C. Kahlmann, Hoofd Waarneembedrijf

B.A.P. Schipper, Hoofd Instrumentatie en Constructie

7.3 Programma Commissie

Dr. R. Braun*

Prof.Dr. W.N. Brouw*

Prof.Dr. A.G. de Bruyn

Prof.Dr. H.R. Butcher*

Dr. A.R. Foley*

Dr. J.M. van der Hulst

Dr. F.P. Israel, *voorzitter*

Ir. H.C. Kahlmann*

Dr. P. Katgert

Prof.Dr. P.C. van der Kruit

Prof.Dr. G.K. Miley

Dr. A. Pedlar

Prof.Dr. R.H. Sanders

Dr.Ir. C. Slottje*

* leden qualitate qua

7.4 Buitenlandse Adviseurs

Dr. J.M. Beckers

Dr. D. Downes

Dr. R.D. Ekers, *voorzitter*

Prof. Dr. A.C. Fabian

Prof. V.R. Radhakrishnan

ESO

IRAM

ATNF

Institute of Astronomy

Raman Institute

Duitsland

Frankrijk

Australië

Engeland

India

7.5 Commissies Landelijke ASTRON Werkgemeenschappen

Tussen haakjes zijn de plaatsvervangers vermeld.

LWG Zon en Sterren

Amsterdam - Prof. Dr. E.P.J. van den Heuvel
(UvA) - Dr. M. van der Klis
- Prof. Dr. J.A. van Paradijs
- Dr. G.J. Savonije, *secretaris*

Amsterdam - Prof. Dr. J.W. Hovenier
(VU)

Leiden - Dr. J. Lub
(RUL)

Groningen - Dr. J.W. Pel
(RUG)

Utrecht - Dr. A. Achterberg
(RUU) - Prof. Dr. A.G. Hearn
- Dr. J. Kuijpers
- Prof. Dr. M. Kuperus
- Prof. Dr. F. Verbunt
- Prof. Dr. C. Zwaan

Utrecht - Dr. P. Hoyng
(ROU) - Prof. Dr. H.J.G.L.M. Lamers, *voorzitter*

LWG Interstellaire Materie

Amsterdam - Prof. Dr. T. de Jong, *voorzitter*
(UvA)

Dwingeloo - Dr. R.G. Strom
(ASTRON) (Dr. F.M. Olnon)

Groningen - Prof. Dr. S.R. Pottasch
(RUG) - Dr. U.J. Schwarz

- Groningen
(ROG) - Dr. P.R. Wesselijs, *secretaris tot 01-07-1991*
(Dr. M.W.M. de Graauw)
- Leiden
(RUL) - Prof. Dr. W.B. Burton
- Dr. E.F. van Dishoeck, *secretaris vanaf 01-07-1991*
- Prof. Dr. H.J. Habing
(Dr. V. Icke)
(Dr. F.P. Israel)

- Utrecht
(ROU) - Dr. K.A. van der Hucht

LWG Sterrenstelsels

- Amsterdam
(UvA) - Prof. Dr. T. de Jong
- Dwingeloo
(ASTRON) - Prof. Dr. A.G. de Bruyn
- Dr. E. Raimond
- Dr. R.T. Schilizzi
- Groningen
(RUG) - Prof. Dr. T.S. van Albada
- Prof. Dr. H.R. Butcher
- Dr. J.M. van der Hulst, *secretaris*
- Prof. Dr. P.C. van der Kruit
- Prof. Dr. R. Sancisi
- Prof. Dr. H. van Woerden
- Leiden
(RUL) - Prof. Dr. W.B. Burton
- Dr. V. Icke
- Dr. P. Katgert
- Prof. Dr. G.K. Miley, *voorzitter*
- Drs. R.S. le Poole
- Utrecht
(RUU) - Dr. A. Achterberg
(Dr. J.M.E. Kuijpers)

7.6 Dienst Commissie (DC)

A. Doorduyn, *secretaris* (uitzendzaken)
D. Hoogenraad († 05-11-1991)
G. Kuper, *vice voorzitter*
Dr. F.M. Olzon
H.J. Stiepel, *vice secretaris* (VGW- en BGD-zaken)
Ir. E.E.M. Woestenburg, *voorzitter*

7.7 Magazijncommissie

P.C. Jager
R. Kiers
L. Nieuwenhuis
P.H. Riemers - *secretaris*
J.F.N. Roosjen - *voorzitter*
B.A.P. Schipper
N. Schonewille
G.B. van der Toorn
J. Weggemans (vanaf september 1991)

7.8 Meetinstrumentencommissie

H.J. Borkhuis - *secretaris*
A.C. Hin
Ing. R.P. Millenaar
J.F.N. Roosjen
B.A.P. Schipper
Dr.Ir. C. Slottje - *voorzitter*
Ir. G.H. Tan

7.9 Algemene kontakten voor popularisering

Dr.Ir. C. Slottje
D. Hoogenraad († 5-11-1991)

7.10 Stuurgroep UK/NL Samenwerking

Dr. W.H.W.M. Boland, *secretaris*
Prof. Dr. W.N. Brouw
Prof. Dr. W.B. Burton
Prof. Dr. H.R. Butcher
Ir. J.L. Casse
Prof. Dr. P.C. van der Kruit, *voorzitter*
Prof. Dr. J.A. van Paradijs
Dr. E. Raimond
Prof. Dr. C. Zwaan

7.11 Nederlandse lidmaatschappen UK/NL commissies

PATT

La Palma TAG	Dr. J.M. van der Hulst	(08/89-08/92)
UKIRT TAG	Dr. R.G. Strom	(08/87-04/91)
	Dr. P.R. Wesselius	(04/91-04/95)
JCMT TAG	Dr. F.P. Israel	(02/89-02/92)
	Dr. E.F. van Dishoeck	(08/90-08/93)
	plaatsvervanger: Dr. W. Boland	

La Palma Users Committee	Prof. Dr. P.C. van der Kruit, (<i>voorzitter tot 06/91</i>)	(06/88-06/92)
	Dr. P. Katgert	(10/90-10/93)
	plaatsvervanger: Prof. Dr. G.K. Miley	

JCMT Users Committee	Drs. R.S. le Poole	(04/90-04/93)
	Dr. R. Waters	(11/90-11/93)

UKIRT Users Committee	Prof. Dr. G.K. Miley	(06/89-06/92)
Joint Steering Committee	Prof. Dr. P.C. van der Kruit <i>voorzitter tot 08/91</i> Prof. Dr. W.N. Brouw	(12/86-) (10/87-)
JCMT Board	Prof. Dr. W.B. Burton Prof. Dr. W.N. Brouw	(10/87-) (10/87-)
ING Programme Coordinating Committee	Prof. Dr. H.R. Butcher Ir. J.L. Casse Prof. Dr. P.C. van der Kruit Dr. E. Raimond	

7.12 Lidmaatschappen (Inter)nationale commissies

Dr. W.H.W.M. Boland	- Nederlandse Astronomen Club (penningmeester)
	- IAU
	- Stuurgroep UK/NL samenwerking
Dr. R. Braun	- ESO VLT Interferometry Panel
	- IAU Commissie 28
	- WSRT Programma Commissie (secretaris)
Ir. J.D. Bregman	- EVN Technical Working Group
	- GHRIL Users Committee, subcommittee of the La Palma Users Committee (LPUC)
Dr. W.N. Brouw	- ESO council
	- ESO Contact Commissie (voorzitter)
	- IAU Commissie 8
	- IAU Commissie 40
	- James Clerk Maxwell Telescope Board
	- Jan Hendrik Oort fonds
	- Joint Steering Committee Isaac Newton Group of Telescopes
	- Leids Sterrewacht Fonds
	- Leids Kerkhoven Bosscha Fonds

- | | |
|------------------------|--|
| | - Nederlands Comité Astronomie |
| | - Nederlandse Commissie voor Geodesie |
| | - Onderzoek Commissie Sterrewacht Leiden |
| | - Steering Committee FAST Hipparcos
reduction consortium (voorzitter) |
| Prof.dr. A.G. de Bruyn | - Stuurgroep UK/NL samenwerking |
| | - European VLBI Program Committee |
| | - IAU Commissie 40 |
| | - WSRT Programma Commissie |
| | - Commissie LWG Sterrenstelsels |
| Prof.dr. H.R. Butcher | - Raad van Advies ASTRON (t/m 31-12-91) |
| | - ESO Scientific and Technical Committee |
| | - La Palma Programme and Coordinating
Committee |
| | - ESO Contact Commissie |
| Ir. J.L. Casse | - Stuurgroep UK/NL samenwerking |
| | - Stuurgroep UK/NL samenwerking |
| | - ING Programme and Coordinating Committee |
| | - JCMT Instrumentation Working Group |
| Ir. H.C. Kahlmann | - Inter Union Commission on the Allocation
of Frequencies (IUCAF) |
| | - European Science Foundation committee on
Radio Astronomy Frequencies (CRAF)
(voorzitter) |
| | - Studiegroep VII CCIR |
| | - URSI Commission J (national
representative) |
| | - Nederlands URSI comité (secretaris) |
| | - Nationale Voorbereidingscommissie WARC92 |
| | - WSRT Programma Commissie |
| Ir. J.E. Noordam | - Lunar Interferometry Study Team (ESA) |
| | - Scientific Organising Committee for the
2nd ESO conference on "High Resolution
Imaging by Interferometry", October
1991, Garching |
| Dr. E. Raimond | - AIPS++ Steering Committee |
| | - ADAM Steering Committee |
| | - Commissie Landelijke Werkgemeenschap
Sterrenstelsels |

- ESIS Astronomical Database Working Group (ESA commissie)
 - Working group on the coordination of astronomical software
 - IAU Commissie 5, en IAU Comm. 5 Working Group on Astronomical Data
 - FITS subcommittee of IAU Commission 5
 - IAU Commissie 8
 - IAU Commissie 33
 - IAU Commissie 40
 - European FITS-committee
 - Steering Committee on the Remote Use of Overseas Telescopes (SERC commissie)
 - Stuurgroep wetenschappelijke samenwerking India-Nederland
 - ING Programme and Coordinating Committee
 - Project-team Expertise Centrum Astronomische Beeldverwerking (voorzitter)
 - JCMT Interferometry Panel
 - Local Organizing Committee IAU General Assembly 1994 (voorzitter)
 - European Consortium for VLBI (Project manager)
 - Radio Astronomy Panel, Inter Agency Coordination Group (IACG)
 - International Association of Geodesy:
 - Subcommission on International Radio Interferometric Surveying (IRIS)
 - Special Study Group 2.109 on Applications of Space VLBI in the Field of Astronomy and Geodynamics
 - IAU Commissie 40
 - IAU Commissie 50
 - SRON Wetenschappelijke Raad
 - Board of Editors, Experimental Astronomy
 - RADIOASTRON International Scientific Committee
 - IAU Commissie 8, Positional Astronomy
- Prof.Dr. R.T. Schilizzi
- Dr. T.A.Th. Spoelstra

- IAU Commissie 8, Working Group on Astronomical Refractions (WGAR)
 - IAU Commissie 40, Radio Astronomy
 - IAU Commissie 40, Working Group on the protection of molecular lines
 - IAU Commissie 50, Existing and Potential Observing Sites
 - International Association of Geodesy: Special Study Group SSG 4.93: Wave propagation in Refractive Media; Special Study Group SSG 4.140: Tomography of the Atmosphere by Geodetic Measurements
 - Commission for Radio Astronomical Frequencies of the European Science Foundation (secretary)
 - Europese Commissie: Nederlands vertegenwoordiger in COST 238 - Prediction and Retrospective Ionospheric Modelling over Europe (PRIME)
 - IAU Commissie 28
 - IAU Commissie 34
 - IAU Commissie 40
 - Nederlandse Microgolf Contactgroep
 - Nederlandse Microgolf Contactgroep
- Dr. R.G. Strom
- Ir. G.H. Tan
- Ir. E.E.M. Woestenburg

8 PERSONEEL

Algemeen Directeur

Prof.dr. H.R. Butcher
(vanaf 1 augustus)

8.1 Afdeling Algemene Zaken

- | | |
|---|--|
| 1. Hoofd Algemene Zaken | Dr. W.H.W.M. Boland |
| 2. Hoofd algemene dienst | N.B.B. de Vries |
| 3. Personeelsfunktionaris | Mw. K.C.M. Mast |
| 4. Hoofd financiële zaken | P. Hellinga |
| 5. Administratief medewerker
financiële zaken | ¹⁾ A. Koster |
| 6. Hoofd Secretariaat | Mw. K.A.A. Oving |
| 7. Secretaresse/adm. medewerkster | Mw. I. Doorten-Greveling |
| 8. Administratief medewerkster | Mw. M.I.F. Berkel (tot 1
dec.) |
| 9. Telefoniste/receptioniste/adm.
medewerkster | Mw. R.H. Stevens-Kremers |
| 10. Conciërge/onderhoudsman | J. Pit |
| 11. Medewerker algemene dienst | D.P. Kuipers |
| 12. Medewerkster kantine- en
huishoudelijke dienst | Mw. G. Sterk |
| 13. Medew. huishoudelijke dienst | ¹⁾ Mw. H.Eising-Zoer |
| 14. Medew. huishoudelijke dienst | ¹⁾ Mw. I.Hoek-de Weerd |
| 15. Medew. huishoudelijke dienst | ¹⁾ Mw. R.Kiers-Fledderus |
| 16. Medew. huishoudelijke dienst | ¹⁾ Mw. E.Oosterloo-Scheffer |
| 17. Assistente PC-voorzitter | ¹⁾ Mw. H.A. Versteeg-Hensel
(Leiden) |
| 18. Medew. personeelszaken | ¹⁾ Mw. M. Abrahams |

¹⁾ deeltijd

8.2 Teleskoopgroep

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| 1. Hoofd Teleskoopgroep | Ir. H.C. Kahlmann |
| 2. Hoofd waarneembedrijf | Dr. R. Braun |

3. Ontvanger ingenieur	A.C. Hin
4. Mechanisch ingenieur	A. Wolfers (t/m 31 dec.)
Werktuigkundig ingenieur	Ir. J.P.R. de Reijer (vanaf 3 sept.)
5. Radioastronomisch waarnemer	¹⁾ P. van den Akker
6. Radioastronomisch waarnemer	G. Kuper
7. Radioastronomisch waarnemer	S. Sijtsma
8. Radioastronomisch waarnemer	J.J. Sluman
9. Radioastronomisch waarnemer	J. Tenkink
10. Systeem technicus analoge techn.	H.J. Stiepel
11. Systeem technicus digitale techn.	J. Weggemans
12. Mechanisch technicus	J. Stolt
13. Electro-mechanisch technicus	P. Donker
14. Elektro technicus	K. Jansen
15. Adm. medewerkster/Telefoniste	Mw. A. Mulder-Meijering
	Mw. A.C. Heijne (vanaf 18 nov.)
16. Medew. bewakings-/onderhoudsdienst	D.J. Haanstra
17. Medew. bewakings-/onderhoudsdienst	H. Oostenbrink
18. Medew. bewakings-/onderhoudsdienst	A. Wieringh
19. Medew. huishoudelijke dienst	¹⁾ Mw. H. Braam-Piel
20. Systeem-fysicus	vacature

¹⁾ deeltijd

8.3 Centrale Technische Dienst

1. Hoofd Centrale Technische Dienst	Dr. Ir. C. Slottje
2. Hoofd Bedrijfsdienst en Instrumentatiegroep	B.A.P. Schipper
3. Ontwikkelings electronicus/ Medewerker publieksvoorlichting	D. Hoogenraad († 5 nov.)
4. Projektleider bijzondere projecten	R.J.H. van 't Land
5. Technisch documentalist	G.B.B. van der Toorn
6. Instrumentatie technicus/ Ontwikkelings technicus	H.J. Borkhuis
7. Instrumentatie technicus/ Ontwikkelings technicus	vacature
8. Ontwikkelings electronicus	K. Brouwer
9. Ontwikkelings electronicus	Y.J. Koopman

10. Ontwikkelings electronicus	L. Nieuwenhuis
11. Ontwikkelings electronicus	P.H. Riemers
12. Ontwikkelings electronicus	S.Th. Zwier
13. Ontwikkelings electronicus	²⁾ P. v.d. Kraats
14. Electronisch projekt technicus	J. Buiter
15. Electronisch projekt technicus	N. Schonewille
16. Electronisch monteur	A.M. Koster
17. Techn. Algemene Steunende Dienst	H. Snijder
18. Fotograaf	H.W.H. Meijer
19. Technisch Magazijnmeester	P.C. Jager
20. Chef instrumentmakerij en Tekenkamer	I. Starre
21. Plaatsvervangend chef instrumentmakerij	M. Pauw
22. Mechanisch ontwikkelingstechnicus	J. Bakker
23. Mechanisch ontwikkelingstechnicus	M. Bakker
24. Mechanisch ontwikkelingstechnicus	J.S. Dekker
25. Mechanisch ontwikkelingstechnicus	J. Idserda
26. Mechanisch ontwikkelingstechnicus	T.J. de Jong
27. Mechanisch ontwikkelingstechnicus	G.J.M. Koenderink
28. Mechanisch ontwikkelingstechnicus	²⁾ M. Schuil (vanaf sept.)
29. Technisch tekenaar	R. van Dalen
30. Technisch tekenaar	J. Slagter

²⁾ tijdelijk

8.4 Laboratorium

1. Hoofd Laboratorium	Ir. J.L. Casse
2. Wetenschappelijk projectleider	Dr. Ir. A. Bos
3. Wetenschappelijk projectleider	Ir. J.D. Bregman
4. Wetenschappelijk projectleider	Ir. L.H. Sondaar
5. Wetenschappelijk projectleider	Ir. G.H. Tan
6. Wetenschappelijk projectleider	Ir. E.E.M. Woestenburg
7. Electronisch projekt ontwerper	A. Doorduyn
8. Electronisch projekt ontwerper	A. Koeling
9. Elektronisch projekt ontwerper	Ing. R.P. Millenaar
10. Elektronisch projekt ontwerper	L.J. van der Ree
11. Elektronisch projekt ontwerper	J.F.N. Roosjen
12. Elektronisch projekt ontwerper	Ing. J. Hofman

- | | |
|------------------------------------|--|
| 13. Elektronisch projekt ontwerper | ²⁾ Ing. E.J. Dolfsma (vanaf 1 sept) |
| 14. Elektronisch projekt ontwerper | Ing. H. Heutink (vanaf 19 aug.) |
| 15. Ontwikkelings electronicus | R. Kiers |
| 16. Electronisch projekt technicus | A.G. Poot |

²⁾ tijdelijk

8.5 Computergroep

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1. Hoofd Computergroep | Dr. E. Raimond |
| 2. Wetenschappelijk systeemontwerper | Prof. Dr. W.N. Brouw |
| 3. Wetenschappelijk systeemontwerper | Drs. J.P. Hamaker |
| 4. Wetenschappelijk systeemontwerper | Ir. J.E. Noordam |
| 5. Wetenschappelijk systeemontwerper | Dr. F.M. Olzon |
| 6. Wetenschappelijk systeemontwerper | Drs. H.W. van Someren Gréve |
| 7. Wetenschappelijk systeemontwerper | Dr. T.A.Th. Spoelstra |
| 8. Systeemanalist | G.N.J. van Diepen |
| 9. Senior programmeur | T. Grit (Westerbork) |
| 10. Senior programmeur | Mw. H.H.J. Lem |
| 11. Senior programmeur | B. Kramer (Westerbork) |
| 12. Senior programmeur | H.J. Vosmeijer |
| 13. Hoofd reductiegroep en gegevensverwerking | Dr. A.R. Foley |
| 14. Reductie gegevensverwerker/teleskoopassistent | D.J.J. Moorrees |
| 15. Reductie gegevensverwerker | R. Boesenkool |
| 16. Programmeur/gegevensverwerker | K. Weerstra (Leiden) |
| 17. Programmeur/gegevensverwerker | A.H.W.M. Coolen (Groningen) |
| 18. Programmeur | vacature |

8.6 Astronomen

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. Hoofd Astronomengroep | Dr. R.G. Strom |
| 2. Astronoom | Dr. T. Ghosh |
| 3. Astronoom | Dr. P. Henning |
| 4. Astronoom | Prof. Dr. R.T. Schilizzi |
| 5. Astronoom | Prof. Dr. A.G. de Bruyn |

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 6. Astronoom | Dr. L. Tacconi (tot 1 okt.) |
| 7. Astronoom | Dr. L. Tacconi-Garman (50%, tot 1 juli) |
| 8. Astronomisch gegevensverwerker | Y. Tang (vanaf 1 okt.) |

8.7 Uitgezondenen in het kader UK/NL-samenwerking

La Palma

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1. Mechanisch ontwikkeltechnicus | J.H. Haan |
| 2. Ontwikkelings electronicus | R.J. Pit |
| 3. Senior programmeur | ³⁾ P.H. van der Velde |
| 4. Computertechnicus | ³⁾ K.J.C. Stuurwold (tot 1 juni) |
| 5. Electronisch technicus | G.J.P. Benneker (vanaf 1 dec.) |

Hawaiï

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| 1. Electronisch projektontwerper | Ing. P.K. Hekman |
| 2. Ontwikkelings electronicus | L.H.R. de Haan |
| 3. Astronoom (50%) | Dr. F. Baas |

³⁾ gedetacheerd vanuit computergroep

8.8 Gastmedewerkers

- | Naam | Instituut | Periode |
|------------------------------|---|---------------------|
| 1. Li Wenquan | Chang Chun Univ., China, | 20/11/90 - 20/05/91 |
| 2. Liang Haiqi | Chinese Academy of Sciences, Shanghai Observatory | 16/10/91 - 16/07/92 |
| 3. M. Bremer ⁴⁾ | Sterrewacht Leiden, | 02/09/91 - 31/12/91 |
| 4. D. Hartmann ⁴⁾ | Sterrewacht Leiden, | 01/01/91 - 31/12/91 |

⁴⁾ 2 dagen per week

8.9 Zomerstudenten

	Naam	Instituut	Periode
1.	K. Bradach	University of Massachusetts	28/05 - 23/08
2.	M. Normandeau	Université Laval, Département de Physique, Quebec, Canada,	30/05 - 15/08
3.	L. Testi	Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Firenze, Italië,	05/07 - 20/09

8.10 Stagiaires

	Naam	Opleiding/Afd. ASTRON	Periode
1.	A. Brunink	MTS-Hoogeveen, afd. Electronica; <i>Laboratorium</i>	01/02 - 15/06/91
2.	S. van Dijken	MTS-Stadskanaal, afd. electronica; <i>Instrumentmakerij</i>	04/03 - 15/06/91
3.	J. Gebben	Morgenland College Hoogeveen, afd. MEAO; <i>Financiële Administratie</i>	13/05 - 21/06/91
4.	K. de Grootte	Hogeschool Zwolle, afd. HTS Electrotechniek; <i>Laboratorium</i>	12/08 - 18/01/92
5.	H. Kikkert	Hogeschool Zwolle, afd. HTS Electrotechniek; <i>Laboratorium</i>	01/02 - 15/06/91
6.	B. Mastilo	Morgenland College Hoogeveen, afd. MEAO; <i>Secretariaat</i>	13/05 - 21/06/91
9.	W. Meester	MTS-Hoogeveen, afd. Electrotechniek; <i>Laboratorium</i>	12/08 - 31/01/92
10.	W. Noort	MTS-Stadskanaal, afd. fijne mechanica; <i>Instrumentmakerij</i>	19/08 - 30/11/91
11.	M. Smulders	MTS-Emmen afd. Electrotechniek; <i>Teleskoopgroep</i>	19/08 - 31/12/91
12.	S. van der Vinne	MTS-Stadskanaal, afd. fijne mechanica; <i>Instrumentmakerij</i>	30/11 - 28/12/91
13.	D. Vonk	Hogeschool Enschede, afd. Besturingstechniek; <i>Laboratorium</i>	01/02 - 30/06/91

Appendix A. Financiën

<i>Ontvangen subsidies</i>	(kf)	totaal
NWO, gewoon subsidie	11.900	
NWO, investeringssubsidie	4.200	
IAS	1.750	
NWO, salarismaatregelen	335	
Totaal subsidies:		18.185

<i>Uitgaven</i>	(kf)	totaal
1. Exploitatie		11.678
Personeelskosten Instituut	7.992	
Personeelskosten Projekten	1.200	
Exploitatie Instituut	2.396	
Exploitatie Projekten	90	
2. WSRT		164
Onderhoud	100	
VLBI ontwikkeling/onderhoud	20	
Vervanging Elektronica	44	
SRT Backend	-	
3. Vervangingsinvesteringen		0
Computers/meetinstrumenten	0	
4. IAS		1.750
Computers/meetinstrumenten	750	
Multi-frequency-frontend ontwikkeling	700	
Laboratorium apparatuur	300	
5. UK/NL		4.593
Kapitaal afbetaling	952	
Aflossing voorfinanciering 1990	1.000	
Exploitatie	2.631	
Apparatuur	10	
6. VLBI Processor		0
Bouwbegeleiding	0	
Totaal uitgaven:		18.185

Appendix B. Observing facilities

The Netherlands Foundation for Research in Astronomy operates two radio telescopes (Westerbork and Dwingeloo) and is, in collaboration with sister organizations in the United Kingdom and Canada, involved in the operation of three optical telescopes of the Observatorio del Roque de los Muchachos on La Palma, Canary Islands, and a sub-millimeter telescope on Mauna Kea, Hawaii. The co-ordinating institutes for the La Palma and Hawaii observatories are the Royal Greenwich Observatory, Cambridge and the Royal Observatory Edinburgh, respectively. No details about these observatories will be given here. The Dutch involvement in them is described in chapter 3 of this Annual Report.

Below, the relevant parameters of the WSRT and the Dwingeloo telescope are summarized, facilities for which the NFRA is fully responsible. This responsibility includes the operation, the maintenance, the instrumentation and the data processing of these telescopes. The reports of the NFRA divisions (chapter 2, and chapter 4 for a summary in English) describe the details of this responsibility.

B.1 The Westerbork Synthesis Radio Telescope

The array

The WSRT consists of an East-West array of fourteen equatorially mounted 25-m dishes. Ten of them are on fixed mountings, 144 metres apart; the four (2 x 2) remaining dishes are movable along two rail-tracks, one, 300 m long, adjacent to the fixed array and another, 180 m long, 9 x 144 m more towards the East. The movable dishes can be used at any position of the rail tracks. The pointing accuracy of the dishes is 15 to 20 arcseconds, the surface accuracy is of the order of 2 mm.

Observing modes

In its "normal", *local mode* of operation the WSRT is used as an aperture synthesis array with a total length of 2.8 km. It then consists of a basic set of 40 interferometers, each interferometer

comprising one fixed and one movable dish, and a variable number of "redundant" interferometers (fixed-fixed and/or movable-movable). The redundant interferometers are generally used to calibrate the short term phase and amplitude variations caused by instabilities in the atmosphere. This method, in combination with self-calibration techniques, allows very high dynamic ranges to be obtained in continuum observations in particular. The redundant interferometers can, of course, also be used to contribute to aperture-synthesis maps.

Table B.1.1 Characteristics of the WSRT and its receivers

wavelength (cm)	6	18	21	49	92
frequency range (MHz)	4770- 5020	1590- 1730	1365- 1425	607- 610	320- 330
field size HPBW (degr)	0.17	0.5	0.6	1.4	2.6
max. bandwidth (MHz)	80	40	40	2.5	5
synthesized beam in RA (arcseconds)	3.7	11	13	30	55
continuum sensitivity (r.m.s. in 12-hr obs.) (mJy/beam)	0.07	--	0.06	0.6	0.5

A new method of using the WSRT in local mode was developed in 1990. This *mosaic* method allows mapping of large areas of the sky in a relatively short time. During one 12-hour period the telescopes along with the fringe-stopping and delay centres cycle through a grid of positions a number of times. The grid may contain as many as 120 positions; it can be arranged in a flexible way. If done sensibly no more than 10 seconds are required to change positions within the grid. The method allows large surveys of continuum or line radiation which are not limited by the ultimate sensitivity of a full 12-hour observation per position.

Tabel B.1.2 Characteristics of the WSRT backends

DXB spectral line backend <i>bandwidth options (MHz):</i> # of complex channels: (2-bit) (1-bit) <i>spectral resolution (kHz):</i> 40 interferom. 2 polariz. 2-bit 10 interferom. 1 polariz. 1-bit	10	5	2.5	1.25	.625	.313	.156	.078
	1280	2560	5120	10240	20480	40960	40960	40960
	2560	5120	10240	20480	40960	40960	40960	40960
	625 39.06	156.3 9.77	39.1 2.44	9.8 0.61	2.4 0.31	0.6 0.15	0.3 0.08	0.15 0.04
DCB continuum backend <i>total bandwidth (MHz):</i> <i>bandwidth options (MHz):</i> # of complex channels:	8x10=80	40						
	10 2048	5						
MK2 VLBI backend <i>max. total bandwidth (MHz):</i> <i>bandwidth options (MHz):</i>	2	1	.5	.25	.125	.0625		
	2							
MK3 VLBI backend <i>max. total bandwidth (MHz):</i> <i>bandwidth options (MHz):</i>	14x4=56 4	2	1	.5	.25	.125		

Part of the time the WSRT is used for *Very Long Baseline Interferometry (VLBI)* along with other radiotelescopes in Europe and elsewhere (mainly the USA). The fourteen WSRT dishes are then used as a "tied-array", together yielding the equivalent of one 93-metre single dish in the VLBI network.

Receivers and backends

Table B.1.1 summarizes the characteristics of the WSRT at each of the five wavelenths for which receivers are available. At 18 cm there are only five (cryogenically cooled) receivers. At this wavelength the WSRT is generally used in the VLBI tied-array mode. For the other four wavelengths a complete set of 14 receivers can be used. All receivers have two polarization channels.

Two digital correlators and two VLBI recording systems can be used to combine the signals from the array for different types of observations. A summary of their characteristics is given in Table B.1.2. Below, some additional explanation is provided.

The Spectral line backend (DXB)

The basic number of independent 1-bit correlation products the DXB can produce simultaneously is 2560. In 2-bit mode the correlator produces half the number of products (1280) with a sensitivity improved by approximately 1.2. When the observed spectrum can be covered adequately with an overall bandwidth (B) narrower than its maximum value (10 MHz), the clockrate of the correlator (20 MHz) allows the number of correlation products obtained in one integration time to be increased by a factor $10/B$ to a maximum of 40960 ($10/B$ is a power of 2). The number of complex channels, obtained after Fourier transform of the correlation functions, may be distributed over interferometers and polarization channels of the array. How one chooses to do this depends not only on the spectral resolution required but also on the sensitivity needed per frequency point (= complex channel) on each interferometer. Sensitivity may be increased by changing the correlator's bit-mode, but also by observing the same spectrum simultaneously in two independent polarization channels.

The number of independent frequency channels F in each observed spectrum depends on the overall bandwidth B (MHz), the

correlator bit-mode M (1 or 2), the number of interferometers I , and the number of polarization channels P by the relation:

$$F \times M \times I \times P = 2560 \times 10 / B$$

As an example the spectral resolution is given for each of the eight possible overall bandwidths available and for two rather extreme choices: (i) use of 40 interferometers in 2 polarization channels and 2-bit correlation mode for maximum sensitivity, and (ii) use of all possible correlation products on, for instance, 10 interferometers in one polarization channel and in 1-bit correlation mode for high spectral resolution.

The Continuum Backend (DCB)

The DCB has eight independent bands, each with a width of either 10 MHz or 5 MHz. The central frequencies of the eight bands may be chosen independently within an overall range of about 90 MHz. This choice can be useful to avoid interference at a particular frequency.

Very Long Baseline Interferometry (VLBI)

Any combination of the WSRT dishes can be used as a "tied array" to serve as one station in a VLBI network. Two types of VLBI backends are available: the narrow-band Mark2C system and the wide-band Mark3 system. In front of the recording terminals one of the normal WSRT backends is used: the DXB in combination with Mk2 and the DCB in combination with Mk3. It is possible to observe two polarization channels simultaneously with the Mk3 system. With the Mk2 system one can switch between polarization but one cannot observe them simultaneously.

Archiving and Data processing

The NFRA Reduction Group in Dwingeloo archives all data obtained with the WSRT on optical disks. In addition, it determines and stores standard calibration parameters. The observations catalogue of the WSRT archive can be queried by anybody at any time by running the program ARCQUERY on a captive account with userid: ARCQUERY (no password necessary) on the NFRA microVAX cluster. During the proprietary period (2 years) requests for the actual data (on regular or DAT tape) will only be granted to the original proposers. The requestor of data may stipulate whether he or she wants the data with or without the standard calibrations applied. When the data

will be processed using the redundancy/selfcalibration programmes, it is often unnecessary or even undesired to apply the standard corrections first.

Applying for telescope time

The Programme Committee decides which observing proposals will be granted WSRT telescope time. Information may be obtained from the secretary of the Programme Committee, who will also be glad to receive applications for telescope time.

Dr. Robert Braun, WSRT telescope astronomer,

NFRA, Postbus 2, 7991 AC Dwingeloo,

e-mail: PSI%(204)1521004::RBRAUN, or: rbraun@nfra.nl

Generally, observations are scheduled by the WSRT telescope staff and carried out in a service-mode. It is not necessary for the astronomer to be present when her/his observations are done.

B.2 The 25-metre Dwingeloo telescope

Unlike the WSRT the Dwingeloo telescope is available for use by astronomers who are able to schedule and to carry out their observations themselves. Although a schedule can be prepared for periods of the order of a week, the astronomer's monitoring of the progress will generally require his regular physical presence in Dwingeloo.

The characteristic parameters of the *telescope* are given below:

Diameter:	25 m
Mount:	alt-azimuth
Pointing accuracy:	approximately 1 arcminute
Surface accuracy:	2 - 2.5 mm
Aperture efficiency:	0.64 ($\lambda = 18$ or 21 cm) 0.40 ($\lambda = 6$ cm)

Frontend receivers are available for 21 cm and for 18 cm wavelengths (and, upon request for 6 cm). Their parameters are:

System temperature:	36K
Frequency range	1375-1425 MHz ($\lambda = 21$ cm) 1580-1725 MHz ($\lambda = 18$ cm)

Sensitivities (5 x rms noise) in 60 min integration time:

continuum, bandwidth 10 MHz	20 mJy (2 mK)
line channel, 78 kHz wide	150 mJy (17 mK)

As a *backend* a prototype of the Dwingeloo Autocorrelation Spectrometer (DAS), developed for the JCMT, is used. It has 1024 channels (if desired to be used with two IFs as $2 * 512$ channels). It operates at overall bandwidths of 10, 5, 2.5 0.067 MHz. If desired observations with a time resolution of 0.1 sec can be done.

Applications for telescope time may be made to the Dwingeloo subcommittee of the Programme Committee: c/o Dr C. Slottje, or directly to the PC's secretary whose address is mentioned at the end of Appendix B.1.

Appendix C

Publikaties en rapporten

C.1 Onderzoek artikelen

C.1.1 Instituut medewerkers

- Anderson, M., Rudnick, L., Leppik, P., Perley, R. and Braun, R.,
Relativistic Electron Populations in Cassiopeia A, *Astrophys. J.* **373**, 146.
- Bos, A.,
A High Speed 2-bit Correlator Chip for Radio Astronomy, *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, Vol. 40, No. 3, pp. 591-595.
- Braun, R.,
The Distribution and Kinematics of Neutral Gas in M31, *Astrophys. J.* **372**, 54.
- Dickel, J.R., Van Breugel, W., Strom, R.G.,
The radio structure of the remnant of Tycho's supernova (SN1572), *Astrophys. J.* **101**, 2151.
- Douglas, N., Maaswinkel, F., Butcher, H., Frandsen, S.,
A Study of the Potential of Heterodyned Holographic Spectrometry for Application in Astronomy, ESO Technical Report No. 15.
- Dubner, G.M., Braun, R., Winkler, P.F. and Goss, W.M.,
VLA Observations of the Supernova Remnant Puppis A at 327 and 1515 MHz, *Astron. J.* **101**, 1466.
- Greidanus, H., Strom, R.G.,
Optical Kinematics in the Cygnus Loop. I. Observations, *Astron. Astrophys.* **89**, 15.
- Greidanus, H., Strom, R.G.,
20 micron observations of Cas A, *Astron. Astrophys.* **249**, 521.
- Nan Rendong, Schilizzi, R.T., Fanti, C., Fanti, R., Deng Jie,
Data Reduction of Snap-shot VLBI Observations, *Science in China (Series A)* **34**, 590-597.
- Nan Rendong, Schilizzi, R.T., Breugel, W.J.M. van, Fanti, C., Fanti, R., Parma, P., Muxlow, T.W.B., Spencer, R.E.,
The Compact Spiral-like Radio Structure of the Quasar 3C119, *Astron. Astrophys.* **245**, 449-453.

- Nan Rendong, Schilizzi, R.T., Fanti, C., Fanti, R.,
Observations of 24 CSS Sources at 50 cm, Astron. Astrophys. **252**,
513-527.
- Spencer, R.E., Schilizzi, R.T., Fanti, C., Fanti, R., Parma, P.,
Breugel, W.J.M. van, Venturi, T., Muxlow, T.W.B., Nan Rendong,
*High Resolution Observations of Eight 3CR Compact Steep-Spectrum
Sources*, Mon. Not. Roy. Astr. Soc. **250**, 225-240.
- Strom, R.G., Biermann, P.L.,
1803+784: A BL Lac source with remarkable radio properties,
Astron. Astrophys. **242**, 513.
- Tacconi, L.J., Tacconi-Garman, L.E., Thornley, M., Woerden, H. van,
CO Observations of Southern SO Galaxies, Astron. Astrophys. **252**,
541-549.

C.1.2 Medewerkers projektsubsidies

- Augusteijn, T., Paradijs, J. van, and Schwarz, H.E.,
*Spin-up of the white dwarf in the intermediate polar BG Canis
Minoris/3A 0729++103*, Astron. Astrophys. **247**, 72.
- Bates, B., Catney, M.G., Gilheany, S., Keenan, F.P., Davies, R.D.,
Hummel, E.,
*Radio and optical observations of high and intermediate-velocity
gas in the nearby interstellar medium*, Mon. Not. Roy. Astron.
Soc. **249**, 282.
- Bottema, R., Kruit, P.C. van der, Valentijn, E.A.,
*The stellar velocity dispersion of the edge-on spiral galaxy
NGC 891*, Astron. Astrophys. **247**, 357.
- Broeils, A.H., Knapen, J.H.,
Deep CCD photometry of spiral galaxies, Astron. Astrophys.
Suppl. **91**, 469.
- Broek, A.C. van den, Driel, W. van, Jong, T. de, Grijp, M.H.K. de,
Goudfrooij, P.,
*A study of southern extreme IRAS galaxies: I. optical
observations*, Astron. Astrophys. Suppl. **91**, 61-128.
- Casares, J., Charles, P.A., Jones, D.H.P., Rutten, R.G.M., Callanan,
P.J.,
*Optical studies of V404 Cyg, the X-ray transient GS2023+338 - I.
The 1989 outburst and decline*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. **250**,
712.

- Driel, W. van, Woerden, H. van,
Distribution and Motions of Atomic Hydrogen in Lenticular Galaxies. HI. A Summary of HI Observations and Evolutionary Scenarios, Astron. Astrophys. **243**, 71-92.
- Duncan, D.K., Vaughann, A.H., Wilson, O.C., Preston, G.W., Frazer, J., Lanning, H., Misch, A., Mueller, J., Soymer, D., Woodard, L., Baliunas, S.L., Noyes, R.W., Hartmann, L.W., Porter, A., Zwaan, C., Middelkoop, F., Rutten, R.G.M.,
Ca II H and K measurements made at Mt Wilson Observatory, 1966-1983, Astrophys. J. Suppl. **76**, 383.
- Geffen, J.H.G.M. van, and Hoyng, P.,
Turbulent transport of magnetic fields. IV. Damping of the mean field $\langle B \rangle$ in α^2 -dynamos with $\alpha \propto \cos \theta$, Astron. Astrophys. **213**, 429.
- Geffen, J.H.G.M. van, and Hoyng, P.,
Stochastic excitation of global magnetic fields by helicity fluctuations, Geophys. Astrophys. Fluid Dynamics **53**, 109.
- Groenewegen, M.A.T. and Jong, T. de,
Multi-wavelength observations of Infrared-bright Carbon stars, The Messenger **66**, 40.
- Helt, B.E., Bibo, E.A., Cuypers, J., Debehogne, H., Campos, J.A., de Franco, G.A.P., Gimenez, A., Gray, R.O., Lindgren, H., Lundstrom, I., Manfroid, J., Ng, Y.K., Olsen, E.H., Pernier, B., Petersen, C.S., Vaz, L.P.R., Verschueren, W.,
Stromgren six-colour photometry of SN 1987 A I. Days 1 to 330, Astron. Astrophys. Suppl. **89**, 399.
- Hummel, E.,
On the low frequency radio spectrum of spiral galaxies, Astron. Astrophys. **251**, 442.
- Hummel, E., Graeve, R.,
The radio continuum emission from IC342, Astron. Astrophys. **228**, 315.
- Hummel, E., Beck, R., Dahlem, M.,
The magnetic field structure in NGC891 and NGC4631, Astron. Astrophys. **248**, 23.
- Hummel, E., Beck, R., Dettmar, R.J.,
An Effelsberg/VLA radio continuum survey of an optically selected sample of edge-on spiral galaxies, Astron. Astrophys. Suppl. **87**, 309.

- Hummel, E., Dahlem, M., Hulst, J.M. van der, Sukumar, S.,
The large scale radio continuum structure of the edge-on spiral galaxy NGC891, Astron. Astrophys. **246**, 10.
- Hummel, E., Dettmar, R.J.,
Radio observations and optical photometry of the edge-on spiral galaxy NGC4631, Astron. Astrophys. **236**, 33.
- Hummel, E., Saikia, D.J.,
The anomalous radio features in NGC4388 and NGC4438", Astron. Astrophys. **249**, 43.
- Icke, V., Mellema, G., Balick, B., Eulderink, F., Frank, A.,
Collimation of astrophysical jets by inertial confinement, Nature **355**, 524.
- Jackson, N., Browne, I.W.A.,
Optical properties of quasars - I. Observations, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. **250**, 414.
- Jackson, N., Penston, M.V., Pérez, E.,
Quasar H β profiles and discs, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. **249**, 577.
- Kaper, L.,
X Persei is active again, OHP Newsletter, October, p. 1.
- Kaper, L., Hammerschlag-Hensberge, G. and Takens, R.J.,
Raman scattering as a diagnostic tool in the massive X-ray binary 4U1700-37, Nature **347**, 652.
- Mellema, G., Eulderink, F., Icke, V.,
Hydrodynamical models of aspherical planetary nebulae, Astron. Astrophys. **252**, 718.
- Murphy, B.W., Rutten, R.G.M., Callanan, P.J., Seitzer, P., Charles, P.A., Cohn, H., Lugger, P.M.,
Detection of binaries in the core of the globular cluster M15 using the calcium emission lines, Nature **351**, 130.
- Penninx, W. and Augusteijn, T.,
The optical counterpart of the Z source GX 349+2, Astron. Astrophys. **246**, L83.
- Pohl, M., Schlickeiser, R., Hummel, E.,
A statistical analysis of cosmic ray propagation effects on the low frequency radio spectrum of spiral galaxies, Astron. Astrophys. **250**, 302.
- Rhee, G.,
An estimate of the Hubble constant from the gravitational lensing quasar Q0957+561, Nature **350**, 243.

- Rhee, G., Haarlem, M.P. van, Katgert, P.,
Substructure in Abell Clusters, Astron. Astrophys. **246**, 301-312.
- Rhee, G., Haarlem, M.P. van, Katgert, P.,
A study of the Elongation of Abell clusters. II. A Sample of 107 Rich Clusters, Astron. Astrophys. Suppl. **91**, 513.
- Rutten, R.G.M., Schrijver, C.J., Lemmens, A.F.P. and Zwaan, C.,
Magnetic structure in cool stars XVII. Minimum radiative losses from the outer atmosphere, Astron. Astrophys. **252**, 203.
- Stirpe, G.M. and de Bruyn, A.G.,
Broad line variability in three Seyfert galaxies: results from a 2-month monitoring campaign in 1987", Astron. Astrophys. **245**, 355.
- Wakker, B.P.,
Distribution and Origin of High-Velocity Clouds, II. Statistical Analysis of the Whole-Sky Survey, Astron. Astrophys. **250**, 499-508.
- Wakker, B.P.,
Westerbork Observations of High-Velocity Clouds; The Data, Astron. Astrophys. Suppl. **90**, 495-511, 1991.
- Wakker, B.P., Schwarz, U.J.,
Westerbork Observations of High-Velocity Clouds; Discussion, Astron. Astrophys. **250**, 484-498.
- Wakker, B.P., Vijfschaft, B., Schwarz, U.J.,
The Spin Temperature of HVC 131+1-200, Astron. Astrophys. **249**, 233-238.
- Wakker, B.P., Woerden, H. van,
Distribution and Origin of High-Velocity Clouds, III. Clouds, Complexes and Populations, Astron. Astrophys. **250**, 509-532.
- Weinberg, D.H., Szomoru, A., Guhuthakurta, P., Gorkom, J.H. van,
On the population of HI dwarf galaxies, Astrophys. J. **372**, L13.

C.2 Overzichtsartikelen en conferentiebijdragen

C.2.1 Instituut medewerkers

- Altunin, V.I., Kardashev, N.S., Schilizzi, R.T.,
RADIOASTRON Mission Management During Operations, Proc. COSPAR Scientific Meeting on Space VLBI (Ed. R.T. Schilizzi), pp. 439-443.
- Braun, R.,
Small-Scale Properties of HI in Nearby Galaxies, in "The Interstellar Disk-Halo Connection in Galaxies (ed. H. Bloemen) p. 213.
- Bregman, J.D.,
Proceedings ESO/NOAO conference on High Resolution Imaging by Interferometry II, Garching bei München, October.
- Bregman, J.D., Vos, C.M. de, Schwarz, U.J.,
The effects of pupil refocussing on different atmospheric heights.
- Fanti, R., Fanti, C., Parma, P., Nan Rendong, Schilizzi, R.T., Spencer, R.E., Breugel, W.J.M. van, Venturi, T.,
The Problem of Compact Steep Spectrum Radio Sources and the Environment, Proc. ESO Workshop on Extranuclear Activity in Galaxies.
- Hucht, K.A. van der, Williams, P.M., Pollock, A.M.T., Hidayat, B., McCain, C.F., Spoelstra, T.A.Th., Wamsteker, W.M.,
The all-variable binary WR140 (HD 193793, WC7+04, P=7.94 yr), Proc. of IAU Symposium 143 on "Wolf-Rayet Stars and Interrelations with Other Massive Stars in Galaxies" (ed. K.A. van der Hucht and B. Hidayat), Kluwer, Dordrecht, p. 251.
- Noordam, J.E.,
Towards an ESA strategy for optical interferometry in space, SPIE Conference 1494 "Space astronomical Telescopes and Instruments", april 1991, Orlando, Florida.
- Noordam, J.E., Braun, R., Bruyn, A.G. de,
EURO 16: Proposal for an array of 16 low cost 100 meter radio telescopes, National Radio Astronomy Brainstorm, 29 augustus 1991, Groningen.

- Raimond, E.,
Archives of the Isaac Newton Group, La Palma and Westerbork Observatories, in: Databases & On-Line Data in Astronomy (eds. Miguel A. Albrecht and Daniel Egret), Kluwer Academic Publishers, p. 115.
- Schilizzi, R.T.,
International VLBI Satellite (IVS), Proc. IAU Colloquium 123 on Observatories in Earth Orbit and Beyond, (Ed. Y. Kondo), pp. 255-262.
- Schilizzi, R.T.,
Future Directions of Space VLBI: International VLBI Satellite (IVS), Proc. COSPAR Scientific Meeting on Space VLBI (Ed. R.T. Schilizzi), pp. 453-458.
- Schilizzi, R.T.,
Compact Radio Structure in Continuum Radio Sources, Proc. Molonglo Symposium.
- Schilizzi, R.T.,
An Outline of VSOP Management, in: Frontiers of VLBI (Eds. H. Hirabayashi, H. Kobayashi).
- Spoelstra, T.A.Th.,
Reduction of Interference in Observations with the Westerbork Synthesis Radio Telescope, in: "Light Pollution, Radio Interference and Space Debris", Proc. of IAU Colloquium 112, ed. D.L. Crawford, Astronomical Society of the Pacific Conference Series Volume 17, p. 249.
- Spoelstra, T.A.Th.,
EMC-aspecten van radio astronomie, Tijdschrift van het NERG, 56-1, p. 41.
- Spoelstra, T.A.Th.,
Versluiting van radiosterrenkundige vensters, Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde 57, p. 115.
- Spoelstra, T.A.Th., Kahlmann, H.C.,
Interference Problems in Radio Astronomy - IX, ESF-CRAF-M-09.
- Spoelstra, T.A.Th., Kahlmann, H.C.,
Interference Problems in Radio Astronomy - X, ESF-CRAF-M-10.

- Spoelstra, T.A.Th., Strom, R.G.,
Wide Field Polarimetry, in: "The Radio Schmidt Telescope", Proc.
of a Workshop held at Penticton, 1989 October 11-12, Dominion
Radio Astrophysical Observatory, Herzberg Institute of
Astrophysics, National Research Council of Canada (ed. P.
Dewdney and T. Landecker), p. 259.
- Strom, R.G.,
*Supernova remnants I: Historical Events. Neutron Stars and Their
Birth Events*, Kundt (ed.), 253, 1990.
- Strom, R.G.,
*Supernova remnants II: Shells. Neutron Stars and Their Birth
Events*, Kundt (ed.), 263, 1990.
- Strom, R.G.,
*Supernova remnants III: Exotics. Neutron Stars and Their Birth
Events*, Kundt (ed.), 274, 1990.
- Tan, G.H.,
*Multi Frequency Front Ends for the Westerbork Synthesis Radio
Telescope*, posterbijdrage Nederlandse Astronomen Conferentie te
Lunteren.
- Tan, G.H.,
*The Multi Frequency Front End: a new type frontend for the
Westerbork Synthesis Radio Telescope*, Astro. Soc. of the Pacific
Converence Series, volume 19, Radio Interferometry: Theory,
Techniques and Applications, (Ed. T.J. Cornwell and R.A.
Perley), pp. 42-46.
- Tan, G.H., Snoep, E., Tauritz, J.L., Verduyn, J.L.,
Cryogenically cooled low noise amplifier design, posterbijdrage,
FOM-STW ProRISC symposium, nov. 1991, Veldhoven.
- Woerden, Hugo van, Tacconi, Linda J.,
CO Distributions in Southern SO Galaxies, in: The Interstellar
Medium in External Galaxies: Summaries of Contributed Papers
(eds. D. Hollenbach and H.A. Thronson), NASA Conf. Publ. 3084,
NASA, Washington D.C. 392-394, 1990.

C.2.2 Medewerkers projektsubsidies

- Augusteijn, T.,
Spin period Variations of the White Dwarf in FO Aqr/H2215-086,
Proceedings of IAU Colloquium No. 122, "Physics of Classical
Novae.
- Burton, W.B., Bania, T.M., Hartmann, D., Tang, Y.,
*Anomalous velocity HI structures associated with infrared
circus*, in Proceedings of the Center for Theoretical Study on
evolution of interstellar matter and dynamics of galaxies.
- Fullerton, A.W., Garmany, C.G., Gies, D., Henrichs, H.F., Kaper, L.,
McDavid, D., Zwarthoed, G.A.A.
*Coordinated observations of the O-type variable star lambda
Cephei*, in Proc. ESO workshop on Nature and diagnostics of OB
star variability, Ed., D. Baade, p. 213.
- Geffen, J.H.G.M. van, Hoyng, P., Zwaan, C.,
Non-steady global magnetic fields in kinematic theory, in IAU
Coll. 130 "The Sun and Cool Stars: activity, magnetism,
dynamoes", Eds. I. Tuominen, D. Moss and G. Rüdiger, Springer-
Verlag, Berlin, p. 129.
- Hummel, E.,
Radio studies of cosmic rays in nearby galaxies, IAU Symposium
144, p. 257.
- Henrichs, H.F., Gies, D., Kaper, L., Kudritzki, R., McDavid, D.,
Muschielok, B., Nichols-Bohlin, J., Voels, A., Zwarthoed,
G.A.A.,
*Correlated near-photospheric and stellar-wind variability in the
O supergiant lambda Cep*, Proc. IUE Conference Evolution in
Astrophysics, ESA SP-310 (II), p. 401.
- Henrichs, H.F., Gies, D., Kaper, L., Kudritzki, R., Muschielok, B.,
Nichols-Bohlin, J., Voels, S., Zwarthoed, G.,
in Proc. Instabilities in evolved super- and hypergiants, Eds.
C. de Jager & H. Nieuwenhuijzen, p. 40.
- Kaper, L., Henrichs, H.F., Zwarthoed, G.A.A., Nichols-Bohlin, J.,
Long-term study of stellar-wind variability in O stars, in Proc.
NATO Workshop on Angular Momentum and Mass Loss of Hot Stars,
Eds. Willson, Bowen and Stalio, Kluwer Academic Publishers,
Dordrecht.

- Kaper, L., Hammerschlag-Hensberge, G., Takens, R.J.,
Orbital variations in the UV spectrum of the massive X-ray binary HD153919/4U1700-37, in Proc. IUE Conference Evolution in Astrophysics, ESA SP-310 (II).
- Mathias, P., Gillet, D., Kaper, L.,
A new activity phase of beta Cephei, in Proc. ESO workshop on Nature and diagnostic of OB star variability, Ed. D. Baade, p. 193.
- Ng, Y.K., Bertelli, G., Bressan, A., Chiosi, C.,
A Color-Magnitude Diagram for Field #3 of the Palomar-Groningen Survey, Proc. of IAU Symposium 149 on "Stellar Populations in Galaxies", held in Angra dos Reis (Brazil).
- Schwarz, U.J., Wakker, B.P.,
Adding Short Spacings to Synthesis Maps in the "Sky"-Domain, in Radio Interferometry, Theory, Techniques and Applications (eds. T.J. Cornwell and R.A. Perley), ASP Conference Series No. 19, p.p. 188-191.
- Tinbergen, J., Rutten, R.G.M.,
Measuring polarization with ISIS, ING users manual.
- Wakker, B.P.,
High-Velocity Clouds, in: The Interstellar Disk-Halo Connection in Galaxies (ed. H. Bloemen), IAU Symp. 144, p.p. 27-40, Kluwer Academic Publ., Dordrecht.
- Wakker, B.P., Schwarz, U.J.,
The Multi-Resolution Clean, in: Radio Interferometry, Theory, Techniques and Applications (ed. T.J. Cornwell and R.A. Perley), ASP Conference Series No. 19, p.p. 268-271.
- Woerden, Hugo van, Driel, Wim van,
Distribution, Kinematics and Origin of HI Gas in SO and SO/a Galaxies, in: The Interstellar Medium in External Galaxies: Summaries of Contributed Papers (eds. D.J. Hollenbach and H.A. Thronson), NASA Conf. Publ. 3084, NASA, Washington D.C. p. 32, 1990.

C.3 Proefschriften

C.3.1 Algemeen

Wallace, B.,

Supernovae remnants in the Westerbork 327 MHz Galactic Plane Survey, Master's thesis, University of Calgary.

Wieriga, M.H.,

327 MHz studies of the high redshift universe and the galactic foreground, Promotor: Prof.dr. G.K. Miley, Rijksuniversiteit Leiden.

C.3.2 Medewerkers projektsubsidies

Breukers, R.J.L.H.,

Thermal and chemical processes in the evolution of interstellar dust and gas, Promotor: Prof.dr. J.M. Greenberg, Rijksuniversiteit Leiden, ASTRON projekt 782-372-024.

Broek, A.C. van den,

A Study of Extreme IRAS Galaxies, Promotor: Prof.dr. T. de Jong, Universiteit van Amsterdam, ASTRON projekt 782-373-032.

Damen, E.M.F.,

A study of X-ray bursts with EXOSAT, Promotors: Prof.dr. J.A. van Paradijs en Prof.dr. E.P.J. van den Heuvel, Universiteit van Amsterdam, 1990, ASTRON projekt 782-371-019.

Geertsema, G.T.,

A three component model for Magneto Hydro Dynamic turbulence in accretion disks, Promotor: Prof.dr. M. Kuperus, Rijksuniversiteit te Utrecht, ASTRON projekt 782-371-027.

Hogeven, S.J.,

The Mass-Ratio Distribution of Binary Stars, Promotors: Prof.dr. E.P.J. van den Heuvel en Prof.dr. J. van Paradijs, Universiteit van Amsterdam, ASTRON projekt 782-371-026.

Mighell, K.J.,

Stellar luminosity functions as probes of star formation history, Promotor: Prof.dr. H.R. Butcher, Rijksuniversiteit Groningen, 1990, ASTRON projekt 782-373-029.

Pijpers, F.P.,

The dynamics of the winds of cool giants and supergiants, Promotors: Prof.dr. H.J. Habing, Prof.dr. A.G. Hearn, Rijksuniversiteit te Leiden, ASTRON projekt 782-371-029.

C.4 Internal Technical Reports

No.	Auteurs	Titel
197a	W.N. Brouw	The WNG programming environment. Part 1: General Introduction.
197b	W.N. Brouw	The WNG programming environment. Part 2: DSC files (WNT).
197c	W.N. Brouw	The WNG programming environment. Part 3: I/O (WNC, WNF, WND).
197d	W.N. Brouw	The WNG programming environment. Part 4: Mathematics (WNM).
197e	W.N. Brouw	The WNG programming environment. Part 5 of 5: Plotting (WNP).
198a	W.N. Brouw	The N-series redundancy programs. Part 1: General introduction.

C.5 Notes *

No.	Auteur	Titel
556	A. Bos	DAS Spectrometer Software, part 3: The D-task interface routines.
560	A. Bos	DAS functional description, part 1: The IVC subsystem.
565	A. Bos	DAS functional description, part 2: The ADC subsystem.
566	A.G. Poot A. Doorduyn, A. Bos	DAS hardware description, part 1: The IVC subsystem.
578	J.E. Noordam J.P. Hamaker F.M. Olzon H.W. v. Someren Gréve	Functional description of the new WSRT data processing software system.
579	J.L. Casse	Infrared radiation into circular waveguide.
581	J.L. Casse	Radioastron 6 cm receiver. Reliability analysis.

C.5 (vervolg)*

No.	Auteur	Titel
582	J.L. Casse	Radioastron 6 cm receiver.
	L.H. Sondaar	Receiver test program.
589	A.C. Hin	Status/prognose: "WSRT-ontvanger +
	H.J. Stiepel	IF-systeem".

* Een note wordt uitgegeven onder persoonlijke verantwoording van de auteur(s) en geeft niet noodzakelijk de mening van de Stichting ASTRON weer.

* The NFRA-Notes are published under the personal responsibility of the author(s).

C.6 Populaire artikelen

Bruyn, A.G. de,

Kijken met radio-ogen: neutronen sterren, onzichtbare materie, quasars en exploderende sterren", Nationale Wetenschapsdag Dwingeloo.

Rutten, R.G.M.,

Gepolariseerd licht uit het heelal, Telescopium 1991-1, 7.

C.7 Artikelen in Newsletters

ASTRON/NFRA Newsletter No. 4, July 1991

WSRT

- *Big and Beautiful: combining WSRT, INT and VLBI images of a giant* by A.G. de Bruyn, M. Wieringa, P.D. Barthel, C.P. O'Dea and R.T. Schilizzi.
- *Synchronous observations of pulsars: A new observing mode for the WSRT* by R.G. Strom and H.W. van Someren Gréve.
- *Excerpts from the WSRT Program Committee meeting 91-01.*
- *Excerpts from the WSRT Program Committee meeting 92-02.*

UK/NL Collaboration

- *Review of telescope time on UK/NL Instruments* by P.C. van der Kruit
- *Report of the PATT meeting in Bristol, July 2-3, 1991* by J.M. van der Hulst.

ASTRON

- *Changes in the management structure of ASTRON/NFRA* by P.C. van der Kruit, Chairman of the Board.

C.8 Colloquia gehouden te Dwingeloo in 1991

A. van Ardenne (Ericksson, Emmen)	Product ontwikkeling in het bedrijfsleven.
H. Bloemen (Leiden)	Status and Prospects of GRO/COMPTEL.
R. Bontekoe (ESTEC)	Image construction from the IRAS survey.
R. Braun (Dwingeloo)	Early Universe Radio Observatory (EURO): Een mogelijke opvolger voor de WSRT.
H.R. Butcher (Roden)	First results from the KSW Stellar Seismometer.
F.W. Gerritsen (Philips Medical Systems)	Ontwerp en verwezenlijking van een geünificeerd platform voor interactief gebruik van medische beelden.
T. Ghosh (Dwingeloo)	Low-frequency variability of extragalactic compact sources.
J. van Gorkom (Columbia Univ.)	An HI image of the Universe.
P. Henning (Dwingeloo)	A study of a 21cm selected sample of galaxies.
E. v.d. Heuvel (Amsterdam)	Wat is interessant aan dubbelsterpulsars en milliseconde-pulsars?
H. Johnston (Caltech)	Pulsars in globular clusters.
P. Kruit (TU Delft)	Electronen microscopie met atomaire resolutie: een combinatie van

interferentie trucs en efficiënte
deeltjes detectie.

- | | |
|-------------------------------|---|
| A.P. Kumar (Tata Inst.) | The new feed array for the Ooty radio telescope. |
| H.J. van Langevelde (Leiden) | Interstellar scattering toward OH/IR stars in the galactic centre. |
| B. McAdam (Univ. of Sydney) | Wide-field imaging of extended sources in the South, with the Molonglo Observatory Synthesis Telescope. |
| B.R. McNamara (Groningen) | Cool gas and star formation in cluster cooling flows. |
| T. Pearson (Caltech) | Radio jets in the nuclei of active galaxies. |
| R. Perley (VLA) | Aperture synthesis imaging with non-coplanar baselines (3D imaging). |
| M. Perryman (ESTEC) | Optical astrometry with Hipparcos: the view from space. |
| R.J. Rand (Groningen) | The ISM, density waves and star formation in M51. |
| R.T. Schilizzi (Dwingeloo) | Het Europese VLBI gegevens verwerkings centrum: wat is het, waar komt het, en wanneer. |
| A.K. Singal (Bonn Univ.) | Energy-momentum of the self-fields of a moving charge in classical electromagnetism. |
| H. van de Stadt (SRON, Gron.) | Submm heterodyne ontvangers met SIS detectoren. |
| R.G. Strom (Dwingeloo) | Wat kunnen we doen met pulsars? |

Hardware en software implicaties
voor de WSRT.

G. Swarup (Tata Inst.) Neutral hydrogen at high redshift with
GMRT.

G.L. Verschuur (Maryland) i) Near-Earth asteroids and the
future of civilisation.
ii) A model for the HI high-velocity
clouds.

J. Visser (SHAPE Techn. Ctr.) NATO satelliet communicatie.

M. Wieringa (Leiden) The search for high redshift HI.

V.V. Zheleznyakov (Inst. of Cyclotron effects in Radio Astronomy.
Appl. Physics, USSR)

C.9 Colloquia / voordrachten gegeven door medewerkers van het ASTRON instituut te Dwingeloo

Bos, A. - *The DAS: a general system overview*, JAC,
Hilo, Hawaiï.
- *The DAS: configuration set up*, JAC, Hilo,
Hawaiï.

Braun, R. - *Resolved Neutral Hydrogen in Nearby
Galaxies*, Groningen, Buenos Aires en New
Mexico State University.
- *The Early Universe Radio Observatory*,
Dwingeloo, NRAO Socorro en New Mexico State
University.

Bruyn, A.G. de - (i) *Radio polarisation measurements*, (ii)
Wide field mapping, (iii) *HI search for
protoclusters*, (iv) *Radio continuum studies*

of nearby galaxies, Lectures at GMRT Winterschool, Pune, January.

- *Unusual compact radio sources*, NAC, Lunteren.
- *VLBI astrometry in the M81 group*, Workshop in Jodrell Bank.
- *(i) WSRT hardware, (ii) VLBI astrometry of stars and pulsars*, National Radio Brainstorm, Groningen.
- *WSRT observations of HI absorption/emission at $z=3.4$* , Groningen, Van Woerden Symposium.

Henning, P.A.

- *A Study of a 21-cm Selected Sample of Galaxies*, Dwingeloo; Groningen; American Astronomical Society Meeting, Seattle, Washington; YERAC, Goteborg, Sweden.
- *Probing the Large Scale Structure of the Universe through a 21-cm Survey*, poster presentation, International Meeting on Galaxy Environments and the Large Scale Structure of the Universe, Trieste, Italy.
- *The HI Cloud Near the Giant Virgo Elliptical NGC 4472*, oral contribution, International Meeting on Galaxy Environments and the Large Scale Structure of the Universe, Trieste, Italy; lunchtalk, Groningen.

Noordam, J.

- *WSRT software*, Leiden.
- *AIPS++*, Groningen.

Schilizzi, R.T.

- *Het Europees VLBI Centrum*, Colloquium, Dwingeloo.
- *Recent results from the Australia Telescope and recent developments in the European VLBI Centre*, lunch talk, Groningen.
- *International VLBI Satellite*, ESA presentation, Parijs.
- *VLBI-scale Radio Jets*, IAP Workshop on Extragalactic Radio Sources - From Beams to Jets, Parijs.

- *VLBI astrometry*, European Astrophysics Network Summer School, Graz, Oostenrijk.
- *VLBI*, Radio Day, Groningen.
- *VLBI in the Netherlands*, Foreign Advisors, Dwingeloo.
- *VLBI: Telescopen zo groot als de aarde*, NVWS vergadering over: De toekomst van de radiosterrenkunde, Groningen.
- *The space VLBI missions Radioastron and VSOP*, Workshop on Space-VLBI-related software, Budapest.
- *3C343 - a CSS source with unusual radio structure*, Pushchino (Russia).
- ACO lecture on *VLBI*, Leiden.

Spoelstra, T.A.Th.

- *WSRT radio observations of stars (WR stars, Geminga)*, Mi-yun radiosterrenwacht; Nanjing Observatory, Academia Sinica; Shanghai Observatory, Academia Sinica.
- *The ionosphere and troposphere seen through a radio interferometer*, (i) Wuhan Institute of Physics, Academia Sinica; (ii) Shanghai Observatory, Academia Sinica; (iii) SibIZMIR, Irkutsk; (iv) Moscow State University, Physics Dept.; (v) IKI, Moscow.
- *Different applications of radio interferometry*, Wuhan Institute of Physics, Academia Sinica.
- *Interference problems in Radio Astronomy*, IKI, Moscow.

Strom, R.G.

- *Observing Supernova Remnants*, serie voordrachten gegeven aan de "Beijing Workshop on SN and SNR", Beijing, China.
- *Recent results from the Westerbork Telescope*, colloquium, Beijing Observatory, Beijing, China.
- *Pulsars*, colloquium, Dwingeloo.

Woestenburg, E.E.M. - *Een 330-360 GHz 8-bundel ontvanger voor de JCMT*, Dwingeloo.

C.10 Deelname aan congressen en conferenties van medewerkers van het ASTRON instituut te Dwingeloo

- Boland, W.H.W.M. - IAU General Assembly, Buenos Aires, July/August.
- 46e Nederlandse Astronomen Conferentie, Lunteren, May.
- "HI in the Universe", symposium ter ere van Hugo van Woerden, Groningen, August.
- Bos, A. - 46e Nederlandse Astronomen Conferentie, Lunteren, May.
- Braun, R. - IAU General Assembly, Buenos Aires, July/August.
- Bregman, J.D. - ESOWorkshop on VLT instrumentation, München, March.
- RGO Workshop on pixel devices, Cambridge, May.
- ESO Workshop on CCD systems, München, June.
- ESO/NOAO conference on high-resolution imaging by interferometry II, Garching bei München, October.
- Bruyn, A.G. de - GMRT Winterschool, Pune, January.
- Plenary meeting of LAG consortium, Cambridge, April.
- 46e Nederlandse Astronomen Conferentie, Lunteren, May.
- 8th Working meeting on European VLBI for geodesy and astrometry, Dwingeloo, June.
- "HI in the Universe", symposium ter ere van Hugo van Woerden, Groningen, August.
- Phase-referencing workshop, Jodrell Bank, October.
- Casse, J.L. - Project Management Cursus, December.

- 13th RadioAstron Review Meeting, Puchina, October.
 - JCMT instrumentation Working Group meeting, Ottawa, April.
- Hamaker, J.P.
- AIPS++ constituerende vergadering, Charlottesville, June.
- Henning, P.A.
- American Astronomical Society Meeting, Seattle, Washington, May.
 - Young European Radio Astronomers Conference, Goteborg, Sweden, July.
 - Nationale Radio Brainstorm, Groningen, August.
 - "HI in the Universe", symposium ter ere van Hugo van Woerden, Groningen, August.
 - International Meeting on Galaxy Environments and the Large Scale Structure of the Universe, Trieste, Italy, October.
- Kahlmann, H.C.
- CEPT: voorbereiding WARC-92, Parijs, January/February.
 - CCIR: voorbereiding WARC-92, Genève, March.
 - CCIR: SG VII, Genève, October/November.
- Noordam, J.E.
- 2nd ESO conference on "High Resolution Imaging by Interferometry", Garching, October.
 - SPIE 1494, Orlando, Florida "Space Astronomical Telescopes and Instruments, April.
 - "HI in the Universe", symposium ter ere van Hugo van Woerden, Groningen, August.
 - 46e Nederlandse Astronomen Conferentie, Lunteren, May.
 - AIPS++ Steering Committee meeting, Sydney, November.
- Raimond, E.
- 3rd ESO/ST-ECF Data Analysis Workshop, Garching, April.
 - IAU General Assembly, Buenos Aires, July/August.

- ESA/ESIS Astronomical Database Working Group (ADWG) vergadering en ESIS/SPAN Users Meeting, ESRIN, Frascati, October.
 - Workshop on Archiving and Distribution of Spectral Data, Specola Vaticana, Castelgandolfo, December.
- Schilizzi, R.T.
- 7th IAP Workshop on "Extragalactic radio sources - from beams to jets", Paris, July.
 - COSPAR Workshop on "Space VLBI-related software", Budapest, October.
- Sondaar, L.H.
- 13th RadioAstron Review Meeting, Puchina, October.
- Spoelstra, T.A.Th.
- 46e Nederlandse Astronomen Conferentie, Lunteren, May.
 - IAU General Assembly, Buenos Aires, July/August.
 - 49e AGARD EPP Symposium, Çesme, September/October.
- Strom, R.G.
- "Beijing Workshop on SN and SNR", Beijing, June/July.
 - "HI in the Universe", symposium ter ere van Hugo van Woerden, Groningen, August.
- Tan, G.H.
- 21st European Microwave Conference, Stuttgart, September.
 - 46e Nederlandse Astronomen Conferentie, Lunteren, May.
 - 7th International Conference on Antennas and Propagation, York, April.
- Woestenburg, E.E.M.-
- Workshop Praktisch Project Management, Computer Associates, Nieuwegein, March.
 - Nationale Radio Brainstorm, Groningen, August.
 - 25-jarig jubileum SRON Groningen, September.

Appendix D

Afkortingen / Abbreviations

Å	Angstrom eenheid ($= 10^{-10}$ m)
AAT	Anglo Australian Telescope
ADAM	Astronomical Data Analysis & Management system
AGB	Asymptotic Giant Branch
AGN	Active Galactic Nuclei
AIPS	Astronomical Image Processing System
AOS	Acousto Optical Spectrograph
ASTRON	Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland
ATNF	Australia Telescope National Facility
AU	Astronomical Unit ($\approx$ afstand aarde - zon)
BHB	Blue Horizontal Branch
BLR	Broad Line Region
Caltech	California Institute of Technology
CAT	Coudé Auxiliary Telescope
CCD	Charge Coupled Device
CCI	Comité Científico Internacional (La Palma/Tenerife)
CCIR	Comité Consultatif International Radio Communication
CESRA	Committee of European Solar Radio Astronomers
CIT	California Institute of Technology
CLRO	Clark Lake Radio Observatory
CO	CO molecule
CRAF	Commission on Radio Astronomical Frequencies
CSIRO	Commonwealth Scientific & Industrial Research Organization (Australië)
CSS	Compact Steep Spectrum source
CTD	Centrale Technische Dienst
DAS	Dwingeloo Autorcorrelation Spectrometer
DC	Dienstcommissie
DCB	Digital Continuum Backend
DLB	Digital Line Backend
DMA	Direct Memory Access
DRAO	Dominion Radio Astronomy Observatory (Penticton, Canada)
DWARF	Dwingeloo/Westerbork Astronomical Reduction Facility
DXB	Extended Digital Line Backend
EFOSC	ESO Faint Object Spectrograph and Camera
ESA	European Space Agency

ESF	European Science Foundation
ESO	European Southern Observatory
EVN	European VLBI Network
FAST	Fundamental Astronomy by Space Techniques Consortium
FET	Field Effect Transistor
FFT	Fast Fourier Transform
FITS	Flexible Image Transport System
FK4	Vierde Fundamentele Katalogus van sterposities.
FWHM	Full Width Half Maximum
GB-E	Gebiedsbestuur Exacte wetenschappen (NWO)
GHRIL	Ground based High Resolution Imaging Laboratory
GIPSY	Groningen Image Processing System
GPS	Gigahertz Peaked Spectrum
HI	Ongeïoniseerde (neutrale) waterstof
HII	Geïoniseerde waterstof
HPBW	Half Power Beam Width
HVC	High Velocity Cloud
IAC	Instituto de Astrofísica de Canarias
IACG	Inter Agency Consultative Group
IAU	International Astronomical Union
IC	Integrated Circuit
IFA	Institute For Astronomy, Hawaiï
IKI	Space Research Institute, Moskou
ING	Isaac Newton Group of telescopes
INT	Isaac Newton Telescope
IPCS	Image Photon Counting System
IR	InfraRood
IRAF	Image Reduction and Analysis Facility
IRAS	InfraRed Astronomical Satellite
IRS	Intermediate Resolution Spectrograph
ISM	InterStellar Matter
ITR	Internal Technical Report
IUCAF	Inter Union Commission for the Allocation of Frequencies
IUE	International Ultraviolet Explorer
IVS	International VLBI Satellite
JCMT	James Clerk Maxwell Telescope
JKT	Jacobus Kapteyn Telescope
JPL	Jet Propulsion Laboratory

Jy	Jansky (10^{-26} W/m ² /Hz)
KPNO	Kitt Peak National Observatory (USA, onderdeel van NOAO)
LAG	Lovers of Active Galaxies
LBDS	Leiden Berkeley Deep Survey
LINER	Low Ionization Nuclear Emission Regions
LMC	Large Magellanic Cloud
LO	Locale Oscillator
LST	Local Sidereal Time
LWG	Landelijke WerkGemeenschap
MIDAS	Munich Image Data Analysis System
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MOST	Molonglo Synthesis Telescope
MPIfR	Max Planck Institut für Radioastronomie
MWLCO	Mount Wilson & Las Campanas Observatories
NAC	Nederlandse Astronomen Club
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NCA	Nederlands Comité Astronomie
NFRA	Netherlands Foundation for Research in Astronomy
NGC	New General Catalog
NLR	Narrow Line Region
NOAO	National Optical Astronomy Observatories (USA)
NRAO	National Radio Astronomy Observatory (USA)
NRC	National Research Council (Canada)
NSF	National Science Foundation (USA)
NWO	Nederlandse organisatie voor wetenschappelijk onderzoek
OH	OH radical
OVRO	Owens Valley Radio Observatory
PATT	Panel for Allocation of Telescope Time (UK/NL)
PC	Programma Commissie
pc	parsec
PSS	Palomar Observatory Sky Survey
QSO	Quasi Stellar Object
Quasar	QUAsi-StellAr Radio source
RAL	Rutherford Appleton Laboratories
RAS	Royal Astronomical Society (UK)
RF	Radio Frequency
RGO	Royal Greenwich Observatory (UK)
rms	root mean square
ROG	SRON, Groningen
ROL	SRON, Leiden

ROU	SRON, Utrecht
RSN	Radio Super Nova
RT	Radioteleskoop
RUG	Rijksuniversiteit Groningen
RUL	Rijksuniversiteit Leiden
RUU	Rijksuniversiteit Utrecht
SATSI	Segmented Aperture Tilted Shearing Interferometer
SCASIS	Seeing Cell Aperture Synthesis Imaging Spectrometer
SERC	Science and Engineering Research Council (UK)
SEST	Swedish ESO Submillimetre Telescope
SMC	Small Magellanic Cloud
SNR	Super Nova Remnant
SRON	Stichting Ruimte-Onderzoek Nederland
SRT	Synthese Radio Telescoop
ST-ECF	Space Telescope European Coordinating Facility
STScI	Space Telescope Science Institute
TAP	Technical Advisory Panel (JCMT)
TNO	Nederlandse centrale organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TWG	Technical Working Group (VLBI)
UCB	University of California at Berkeley
UGC	Uppsala General Catalog
UKIRT	United Kingdom Infrared Telescope
URSI	Union Radio Scientifique International
UV	Ultra Violet
UvA	Universiteit van Amsterdam
VGW	Veiligheid, Gezondheid, Welzijn
VLBI	Very Long Baseline Interferometry
VU	Vrije Universiteit (Amsterdam)
WARC	World Administrative Radio Conference
WENSS	WEsterbork Northern Sky Survey
WGAR	Working Group on Astronomical Refraction
WHT	William Herschel Telescope
WSRT	Westerbork Synthese Radio Telescoop
YERAC	Young European Radio Astronomers Conference

Appendix E. Adreslijst

Instituten

- Amsterdam (UvA) Sterrenkundig Instituut Anton Pannekoek,
Universiteit van Amsterdam, Kruislaan 403,
1098 SJ Amsterdam, *tel: 020-5257491 / 7492*,
fax: 020-5257484; *telex: NL 10262*.
- Amsterdam (V.U.) Natuurkundig Laboratorium der V.U.,
De Boelelaan 1081, 1081 HV Amsterdam,
tel: 020-5484714, *fax: 020-6461459*.
Postadres: Postbus 7161, 1007 MC Amsterdam.
- B.G.D. Bedrijfsgezondheidsdienst Centraal Drenthe,
Noorderstaete 14, 9402 XB Assen,
tel: 05920-72644.
Postadres: Postbus 631, 9400 AP Assen.
- Bologna Istituto di Radioastronomia, CNR,
Via Irnerio 46, 40126 Bologna, Italië,
tel: 09-39-51-243144, *fax: 09-39-51-243130*,
telex: I 520634.
- Bonn Max Planck Institut für Radioastronomie,
Auf dem Hügel 69, 5300-Bonn, Germany,
tel: 09-49-228-5251, *fax: 09-49-228-525229*,
telex: D 886440.
- Caltech California Institute of Technology,
Astronomy Dept. 105-24, 1201 E. Calif.
Blvd., Pasadena, CA 91125, USA,
tel: 09-1-818-356-4009,
fax: 09-1-818-795-1547, *telex: USA 0188192*.
- Cambridge (UK) Institute of Astronomy, University of
Cambridge, Madingley Road, Cambridge,
CB3 0HA, Engeland, *tel: 09-44-223-337548*,
fax: 09-44-223-337523, *telex: G 817297*.

- Cambridge (UK) Mullard Radio Astronomy Observatory (MRAO),
University of Cambridge, Department of Physics,
Cavendish Laboratory, Madingley Road,
Cambridge CB3 0HA, Engeland,
tel: 09-44-223-337200,
fax: 09-44-223-63263, telex: G 81292.
- Dwingeloo Radiosterrenwacht, Oude Hoogeveensedijk 4,
7991 PD Dwingeloo, *tel: 05219-7244,*
fax: 05219-7332, telex: NL 42043,
PSDN (0204)1521004.
Postadres: Postbus 2, 7990 AA Dwingeloo.
- ESO Karl Schwarzschildstrasse 2, 8046 Garching
(bei München), Germany,
tel: 09-49-89-320060, fax: 09-49-89-3202362,
telex: D 5282820.
- ESTEC Kepplerlaan 1, 2201 AZ Noordwijk,
tel: 01719-86555, fax: 01719-17400,
telex: NL 39098.
Postadres: Postbus 299, 2200 AG Noordwijk.
- Groningen Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn",
Landleven 12, 9747 AD Groningen,
tel: 050-634073, fax: 050-636100,
telex: NL 53572.
Postadres: Postbus 800, 9700 AV Groningen.
- Haystack Observatory NEROC, Route 40, Westford, MA 01886, USA,
tel: 09-1-617-692-4765, fax: 09-1-617-981-0590,
telex: USA 0948149.
- HIA Herzberg Institute of Astrophysics,
National Research Council of Canada,
100 Sussex Drive, Ottawa, K1A 0R6, Ontario,
Canada, *tel: 09-1-613-9900910,*
fax: 09-1-613-9520974, telex: CA 21533715.

- IAC Instituto de Astrofysica de Canarias,
Camino de la Hornera s/n, E-38071 La
Laguna, Tenerife, Canarias, Spanje,
tel: 09-34-22-262211, fax: 09-34-22-605210,
telex: E 92640.
- IRAM (Frankrijk) IRAM, Voie 10 - Domaine Universitaire de
Grenoble, 38406 St. Martin d'Heres Cedex,
Frankrijk, *tel: 09-33-76-824000,*
fax: 09-33-76-515938, telex: F 980753.
- IRAM (Spanje) IRAM, c/o Nucleo Central, Bloque 6/2BAv.
Divina Pastora 7, 18012 Granada, Spanje,
tel: 09-34-58-279508, fax: 09-34-58-207662,
telex E 78584.
- JAC (Hawaii) Joint Astronomy Centre, 665 Komohana
Street, Hilo, Hawaii 96720, USA,
Kantoor: *tel: 09-1-808-9613756,*
fax: 09-1-808-9616516.
JCMT: *tel: 09-1-808-9350852.*
- Jodrell Bank University of Manchester, Nuffield Radio
Astronomy Laboratories, Jodrell Bank,
Macclesfield, Cheshire SK11 9DL, Engeland,
tel: 09-44-477-71321, fax: 09-44-477-71618,
telex: G 36149.
- Kent University Electronic Engineering Laboratory, Kent
University, Canterbury, Kent CT2 7NT,
Engeland, *tel: 09-44-227-764000,*
telex: G 965449.
- La Palma Observatorio del Roque de los Muchachos,
Isaac Newton Group of Telescopes,
Kantoor: RGO, Apartado de Correos 321,
Santa Cruz de La Palma, Prov. de Tenerife,
Canarias, Spanje,
tel: 09-34-22-411005/411048/411448,
fax: 09-34-22-414203, telex: E 92757,

- La Palma **Berg:** INT *tel.* 09-34-22-400151,
fax: 09-34-22-463899
WHT *tel.* 09-34-22-460060,
Residencia *tel.* 09-34-22-405500,
fax: 09-34-22-4055501 telex: E 92639.
- Leiden Sterrewacht, Niels Bohrweg 2, 2333 CA
Leiden, *tel.* 071-275700/275800,
fax: 071-275819, telex: NL 39058,
Postadres: Postbus 9513, 2300 RA Leiden.
- NRAO Edgemont Road, Charlottesville, VA 22903,
USA, *tel.* 09-1-804-2960211,
fax: 09-1-804-2960278, telex: USA 59109970174.
- NRAO P.O. Box 2, Green Bank, WV 24944, USA,
tel. 09-1-304-4562011, telex: USA 57109381530.
- NWO Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk
Onderzoek, Laan van Nieuw Oost Indië 131,
2593 BM Den Haag,
tel. 070-3440640, fax: 070-3850971,
telex: NL 31660.
Postadres: Postbus 93138, 2509 AC Den Haag.
- QMC Queen Mary College, Department of Physics,
Mile End Road, London E1 4NS, England,
tel. 09-44-81-9804811,
fax: 09-44-81-9817517, telex: G 893750.
- RAL Rutherford/Appleton Laboratories, Techn.
Div. Bldg.R65, Chilton, Didcot, Oxfordshire
OX11 0QX, England, *tel.* 09-44-235-821900,
fax: 09-44-235-446863, telex: G 83159.
- RG0 Royal Greenwich Observatory, Madingley
Road, Cambridge CB3 0EZ, England ,
tel. 09-44-223-374000, telex: G 265451/265871,
fax: 09-44-223-374700.

Roden	Kapteyn Sterrewacht, Mensingheweg 20, 9301 KA Roden, <i>tel: 05908-28888</i> , fax: 05908-28800.
ROE	Royal Observatory, Blackford Hill, Edinburgh EH9 3HJ, Schotland, <i>tel: 09-44-31-6688100</i> , telex: G 72383, fax: 09-44-31-6688264.
SERC	Science and Engineering Research Council, Polaris House, North Star Avenue, Swindon SN2 1ET, Engeland, <i>tel: 09-44-793-411000</i> , fax: 09-44-793-411400, telex: G 449466.
SRON Bureau	Sorbonnelaan 2, 3584 CA Utrecht, <i>tel: 030-535600</i> , fax: 030-540860, telex: NL 47224.
SRON (Utrecht)	Ruimteonderzoek Utrecht, Sorbonnelaan 2, 3584 CA Utrecht, <i>tel: 030-535600</i> , fax: 030-540860, telex: NL 47224.
SRON (Groningen)	Ruimteonderzoek Groningen, Landleven 12, 9747 AE Groningen, <i>tel: 050-634074</i> , fax: 050-634033, telex: NL 53572. Postadres: Postbus 800, 9700 AV Groningen.
SRON (Leiden)	Ruimteonderzoek Leiden, Niels Bohrweg 2, 2333 CA Leiden, <i>tel: 071-275817</i> , fax: 071-275819, telex: NL 39058. Postadres: Postbus 9504, 2300 RA Leiden.
UKIRT	Joint Astromomy Centre (see JAC). Telescope: <i>tel: 09-1-808-9616091/9354690</i> , telex: USA 633150.
Utrecht	Sterrenkundig Instituut, Princetonplein 5, 3584 CC Utrecht, <i>tel: 030-535200</i> , fax: 030-535201, telex: NL 40048. Postadres: Postbus 80.000, 3508 TA Utrecht.

- VLA NRAO, P.O. Box 0, Socorro, NM 87801, USA,
tel: 09-1-505-835-7000, telex: USA 59109881710,
fax: 09-1-505-835-7027.
- VLA/VLBA Operations Centre P.O. Box 0, Socorro, NM 87801, USA,
tel: 09-1-505-835-7000, telex: USA 59109881710,
fax: 09-1-505-835-7027.
- Westerbork Radiosterrenwacht Westerbork, Schattenberg 1,
9433 TA Zwiiggelte, *tel: 05939-2421*,
fax: 05939-2486.

